

Konzeption eines telemedizinischen Systems in der präklinischen Versorgung von  
Patienten im Rettungsdienst

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
des Fachbereichs Medizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von O'Sullivan, Seán Francis Salih  
aus Bad Soden am Taunus

Gießen (2023)

**Aus dem Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen**

Institut für Medizinische Informatik

Gutachter/in:

Prof. Dr. Henning Schneider

Gutachter/in:

PD Dr. Emmanuel Schneck

Tag der Disputation:

04.10.2023

## Ehrenwörtliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

---

Ort/Datum

---

Unterschrift

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Telemedizin .....	2
1.1.1	Musterberufsordnung .....	3
1.1.2	Ausbildung und Einführung .....	3
1.1.3	Datenschutz.....	5
1.1.4	Patientenrechte Gesetz .....	11
1.1.5	Grenzen und Limitationen .....	12
1.2	Notfallversorgung in Deutschland.....	15
1.2.1	Rettungsdienst & steigende Einsatzzahlen .....	17
1.2.2	Notaufnahmen & “non-urgent emergencies” .....	20
1.2.3	Ambulante Notfallversorgung & ein Versuch der digitalen Einbindung .....	21
1.3	Telemedizin im Rettungsdienst.....	23
1.4	Telemedizinssysteme im Rettungsdienst .....	28
1.4.1	Telenotarzt Aachen .....	28
1.4.2	Telenotarzt Bayern .....	31
1.4.3	ETHAN Houston .....	34
1.4.4	Kosten und Effektivität.....	36
1.5	Arbeitsgruppe Technologien in der Notfallmedizin .....	40
2	Zielsetzung .....	41
3	Material und Methoden.....	43
3.1	Literaturrecherche.....	43
3.2	Definition der Grundanforderungen .....	43
3.3	Erstellung eines Konzeptes .....	44
3.4	Projektplan.....	44
3.5	Auswahl der Komponenten.....	47

3.6	Test der einzelnen Komponenten in einer Demoumgebung .....	50
3.6.1	Stationäre Kommunikationseinheit .....	53
3.6.2	Mobile Kommunikationseinheit .....	54
3.6.3	Test der Demoumgebung .....	54
3.6.4	Fragebogen .....	54
3.7	Test der Komponenten anhand eines vordefinierten Testszenarios .....	60
3.8	Anforderungen an die Entwicklung einer telemedizinischen Lösung.....	64
3.8.1	Lasten- und Pflichtenheft.....	65
3.8.2	Anforderungen.....	66
3.8.3	Usability .....	67
3.8.4	Datenschutz und -Sicherheit .....	67
3.8.5	Patientensicherheit .....	68
3.8.6	Gerätesicherheit .....	69
3.8.7	Hygiene .....	70
3.8.8	Entwicklung der Emergency Talk Application.....	70
3.9	Test von Emergency Talk Application in notfallmedizinischen Simulationen .....	71
3.9.1	Pre Simulation .....	72
3.9.2	Simulation .....	72
3.9.3	Post Simulation.....	84
4	Ergebnis .....	88
4.1	Literaturrecherche.....	88
4.2	Definition von Phasen.....	89
4.3	Definition der Grundanforderungen .....	91
4.4	Erstellung eines telemedizinischen Konzeptes.....	93
4.4.1	Kommunikationseinheiten .....	96
4.4.2	Vitaldatenübertragung .....	97
4.4.3	Telenotarzt Arbeitsplatz.....	97

4.5	Auswahl der Komponenten.....	98
4.5.1	Kommunikationseinheit .....	98
4.5.2	Vitaldateneinheit .....	103
4.5.3	Telenotarztarbeitsplatz .....	104
4.6	Test der einzelnen Komponenten in einer Demoumgebung .....	106
4.6.1	Anwender und Standort .....	106
4.6.2	Bild- und Videoübertragung.....	108
4.6.3	Audioübertragung .....	110
4.6.4	Übertragungsqualität .....	111
4.6.5	Zufriedenheit und zukünftige Anwendung .....	112
4.6.6	Expertendiskussion .....	116
4.7	Test der Komponenten anhand eines vordefinierten Testszenarios .....	117
4.7.1	Expertendiskussion .....	117
4.8	Anforderungen an die Entwicklung eine telemedizinische Lösung.....	118
4.9	Emergency Talk Application .....	127
4.9.1	Expertendiskussion .....	140
4.10	Test von ETA in notfallmedizinischen Simulationen .....	141
4.10.1	Einsatzdauer.....	144
4.10.2	Maßnahmen Rettungsdienst .....	144
4.10.3	Technische Ausfälle .....	145
4.10.4	System Usability Scale .....	148
4.10.5	Epidemiologie der Teilnehmer .....	158
4.10.6	Feedback.....	162
4.10.7	Expertendiskussion .....	162
5	Diskussion .....	164
5.1	Limitationen .....	167
5.2	Forschungsansätze .....	170

6	Zusammenfassung .....	171
7	Abbildungsverzeichnis.....	174
8	Tabellenverzeichnis.....	177
9	Abkürzungsverzeichnis.....	179
10	Literaturverzeichnis / Quellangaben .....	182
11	Anhang .....	226
12	Publikationsverzeichnis .....	241
13	Danksagung .....	243

Hinweis:

Aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Dissertation das generische Maskulinum bei personenbezogenen Substantiven und Pronomen genutzt. Dies impliziert jedoch auf keinen Fall eine Benachteiligung der weiblichen oder anderweitigen Geschlechtsidentität, sondern ist im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen.

# 1 Einleitung

Zunehmende Einsatzzahlen im Rettungs- und Notarztdienst, steigende Notrufeingänge bei den Rettungsleitstellen sowie eine erhöhte Frequentierung von Notaufnahmen führen zu einer bisher nicht bekannten Belastung der medizinischen Notfallversorgung. Allein aus Daten der Gesundheitsberichterstattung des Bundes wird eine seit 1994 im gesamten Bundesgebiet stetig wachsende Zunahme von ca. 5 % pro Jahr inzwischen beschrieben, was fast eine Verdopplung der rettungsdienstlichen Einsatzzahlen von 9.513.411 auf 16.369.290 Einsätze bedeutet [1–5].

Der Rettungsdienst, ein essentieller Bestandteil der medizinischen Notfallversorgung in Deutschland, dient dem Schutz der gesamten Bevölkerung und wird durch unterschiedlichste Akteure des Gesundheitswesens sichergestellt [6,7]. Viele dieser Strukturen sind historisch gewachsen und haben sich stetig weiterentwickelt [8], werden aber nun mit neuen Herausforderungen konfrontiert, deren Ursprung vielfältig sowie zunehmend relevant ist für unsere Gesellschaft [9,10]:

Ein zunehmender struktureller und epidemiologischer Wandel, eine fortschreitende Digitalisierung, internationale Vernetzung, aber auch eine marktwirtschaftliche wettbewerbsorientierte Ausrichtung stellt nicht nur das deutsche sondern auch internationale Gesundheitssysteme vor neue zu bewältigende Herausforderungen [11,12].

Der voranschreitende demographische Wandel beeinflusst zudem die gesellschaftliche Zusammensetzung und wird auch in Deutschland einen deutlichen Einfluss auf Versorgungsstrukturen- und Kapazitäten nehmen. Hiermit ist anzunehmende, dass ein Anstieg von geriatrischen Erkrankungen sowie weiterer altersassoziierter Erkrankungen wie bspw. Herz-Kreislauf Erkrankungen und bösartige Neubildungen zu beobachten sein wird [1,12,13].

Entsprechend ist der Bedarf nach Gesundheitsleistungen gestiegen und verursacht auch strukturelle Folgen wie einen zunehmenden Fachkräftemangel:

Eine Zunahme der Beschäftigtenanzahl im Gesundheitswesen ist zu beobachten. Diese steht allerdings nicht im Verhältnis zum abnehmenden verfügbaren Angebot von benötigtem Personal und Fachkräften [12,14,15].

Ebenso hat die zunehmende leistungsorientierte Vergütung beispielsweise (bspw.) in Form der Änderung weg von einer Pfl egetagespauschale zum Fallpauschalen-System (sogenanntes DRG System) zu einem Wandel im Gesundheitswesen geführt. Akteure sind damit zunehmend gefordert Ressourcen und Kapazitäten effizienter einzusetzen und wirtschaftsorientierter zu handeln [12,16–18].

Um diese oben genannten sowie weitere Herausforderung des aktuellen Wandels zu bewältigen wird die Digitalisierung nicht nur international, aber auch in Deutschland als Chance gesehen, neuartige Lösungen zu entwickeln:

Eine digitale Medizin kann in diesem Kontext Zukunftspotenzial bieten, um Hürden zu senken, einfacher und niederschwelliger Zugang zum Gesundheitswesen zu erhalten. Nicht nur gesundheitlich, sondern auch sozial eingeschränkte Personengruppen sollen hier von profitieren können. Patienten sollen sicherere, individuellere Therapien durch diese neuen Möglichkeiten, aber auch schneller Ergebnisse und Befunde erhalten. Auch ein Teilen relevanter Informationen mit Experten soll möglich und einfacher werden.

Ebenso soll das Personal und gesamte Berufsgruppen in Ihren Tätigkeitsfeldern entlastet werden, sowie die Effizienz unseren Systeme und Strukturen gesteigert werden [13,18–22].

Damit können diese Herausforderungen aber auch die Digitale Medizin als solche, als Chance verstanden werden, den Wandel in unseren gesellschaftlichen sowie gesundheitlichen Strukturen positiv beeinflussen zu können.

## **1.1 Telemedizin**

Telemedizin als eine digital gestützte Form der Medizin, beschreibt die Nutzung technologischer Lösungen, um zwischen geographisch unterschiedlichen Orten medizinische Dienstleistungen durchzuführen. Während die Definition der Bundesärztekammer sich nur auf den klassischen Arzt-Patienten Kontakt beschränkt, umfasst die WHO, auch alle anderen Personengruppen die Kontakt mit oder im Gesundheitswesen zueinander haben [23–25].

Diese räumliche Distanz kann anhand moderner Technologien überbrückt werden und darf damit nicht nur als Kommunikationslösung verstanden werden, sondern auch als Möglichkeit bspw. eine Fernüberwachung (Telemonitoring) oder auch direkt eine Therapie

(Teletherapie) zu ermöglichen. Ebenfalls können Fachexperten konsultiert werden, wodurch ein sogenanntes Telekonsil direkt am Patientenbett durchgeführt werden kann, trotz der räumlichen Distanz [26].

Die Nutzung dieser neuen technologischen Optionen bietet damit vielfältige Möglichkeiten, stellt aber auch neue Fragen zum Umgang und der Anwendung nicht nur im medizinischen Kontext, aber auch an technische sowie juristische Rahmenbedingungen.

### **1.1.1 Musterberufsordnung**

Durch die Abkehr vom „Fernbehandlungsverbot“ [27,28] bzw. der Neufassung des § 7 Absatz 4 der (Muster-)Berufsordnung (MBO) für die in Deutschland tätigen Ärztinnen und Ärzte [29], stellt sich nun nicht mehr die Frage, ob eine solch distanzüberwindende Therapie und Diagnostik regelmäßig ärztlich in Deutschland durchgeführt werden darf, sondern wie:

Eine ausschließliche Fernbehandlung verlangte zuvor stets einen vorherigen und unmittelbaren Arzt-Patienten-Kontakt, womit in vielen Fällen eine Fernbehandlung praktisch ausgeschlossen wurde [30].

In der aktuellen Version der MBO darf diese Technologie nun im Einzelfall genutzt werden, sofern keine physische Präsenz zeitnah möglich ist. Damit wird der physische Arzt-Patienten-Kontakt als „Goldstandard“ [29, S. 289] gesetzt. Dies bedeutet aber auch, dass eine Fernbehandlung grundsätzlich ärztlich vertretbar sowie die ärztliche Sorgfalt gewahrt werden muss. Ebenso ist eine entsprechende Aufklärung des Patienten durchzuführen sowie die Einwilligung dessen einzuholen und zu dokumentieren [31].

Da die MBO die Pflichten sowie die Rechte von Ärzten gegenüber Patienten, aber auch Berufskollegen und der Landesärztekammern regelt, wird diese erst durch eine Umsetzung der jeweiligen Landesärztekammer rechtswirksam. Zudem bedarf es einer Genehmigung der Aufsichtsbehörden sowie den Beschluss einer entsprechenden Satzungen der MBO auf Landesebene [31].

### **1.1.2 Ausbildung und Einführung**

Um diese neue Möglichkeit effektiv einzusetzen, bedarf es entsprechender Schulung der Anwender; also des medizinischen Personals aber auch der Patienten [32].

Die Musterweiterbildungsordnungen der Länder sehen keine isolierte Ausbildung mit telemedizinischen Technologien vor, sondern integrieren diese inzwischen als Allgemeiner Bestandteil ihrer Weiterbildungen [30]: Beispielsweise wird in Hessen gefordert, dass Kenntnisse zur Telemedizin als allgemeiner Inhalt der Weiterbildung erworben werden [33, S. 20]. Im Rahmen einzelner Facharztausbildungen, wie der Dermatologie [33, S. 101], wird dies explizit als Ausbildungsinhalt gefordert. Ebenso kann aber eine eigene Zusatz-Weiterbildung „Medizinische Informatik“ [33, S. 368] absolviert werden, mit einem Themenkomplex Telemedizin und Telematik [33].

Im Gegensatz dazu bieten die Ärztekammern Nordrhein und Westfalen-Lippe eine deutlich speziellere Weiterbildung an, zum Erwerb der Zusatzbezeichnung „Telenotarzt“ [34]. Damit existiert eine sehr spezielle telemedizinische Weiterbildung, die aber auch damit verbunden ist, dass hohe fachlichen Voraussetzung vorhanden sein müssen:

Abgesehen davon, dass eine Facharztausbildung mit direktem Bezug zu einem akut-medizinischem Bereich benötigt wird, wird die Zusatz-Weiterbildung Notfallmedizin vorausgesetzt, samt zweijähriger Tätigkeit mit mindestens 500 Notarzteinsätzen sowie ein entsprechender Nachweis bzw. Erfahrung im Interhospitaltransport. [34]

Ein Großteil der Vorgaben basieren auf den Empfehlungen der S1 Leitlinie Telemedizin in der prähospitalen Notfallmedizin: Strukturempfehlung der DGAI [19].

Die Ausbildungsinhalte beschränken sich damit nur auf die Anwendung der Telemedizin im Bereich der stationären rettungsdienstlichen Notfallversorgung [34].

Im Vergleich zu diesen speziellen und insgesamt vereinzelt Ausbildungsmöglichkeiten, hat sich in der praktischen klinischen Anwendung ein deutlicher Wandel gezeigt in Folge der globalen Covid-19 Pandemie.

Gerade im Bereich der Tele-Intensivmedizin wurde diese Technologie innerhalb kürzester Zeit eingeführt und zur Unterstützung von Therapien angewandt, womit eine gesteigerte interdisziplinäre und breitflächige Nutzung der Telemedizin erfolgte.

Damit vernetzten sich unterschiedlichste Kliniken und ermöglichten innerhalb eines Netzwerks die Kommunikation zwischen unterschiedlichsten Ansprechpartnern. Diese Ansprechpartner können Grund- und Regelversorger bis hin zu Kliniken der Maximalversorgung sein. Damit kann frühzeitige Expertise eingeholt werden, um intensivmedizinische Therapie zu modifizieren oder um notwendige Interventionen zu diskutieren [35,36].

Eine solch außergewöhnliche Pandemielage kann als Sondereffekt natürlich die Einführung und Nutzung einer bestimmten Therapie oder Technologie deutlich beschleunigen, verdeutlicht aber auch, dass solch digitale Unterstützungssysteme zeitnah und breitflächig in eine Versorgungsstruktur implementiert und am Patienten angewandt werden können [35].

### **1.1.3 Datenschutz**

#### **Datenschutzgrundverordnung**

Durch die Nutzung von Technologien zur Überwindung von Distanzen werden persönliche und sensible Patientendaten zwischen unterschiedlichsten Akteuren zur Verfügung gestellt, aber auch versandt und empfangen. In der Folge bedarf es einen hohen Grad an Sensibilität und ein entsprechend sicheren Umgang nicht nur durch einzelne Beteiligte sondern auch durch die genutzte Technik [37,38].

In der Europäischen Union (EU) wird im Rahmen der „Verordnung zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG“ [39] (EU-GDPR) – auch als Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) bekannt und zusätzlich durch das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) in Deutschland präzisiert und ergänzt, wie der Umgang mit individuellen Daten sowie deren Verarbeitung geregelt ist [40].

In Deutschland beruht der Datenschutz auf der grundgesetzlichen Regelung der informationellen Selbstbestimmung. Da der Gesetzestext des Grundgesetzes (GG) von 1949 die heutigen technologischen Möglichkeiten insbesondere des Internets noch nicht absehen konnte, verwies das Bundesverfassungsgericht in einem Urteil - sogenanntes Volkszählungsurteil vom 15. Dezember 1983 [41] - auf den Artikel 1 Absatz 1 GG, das allgemeine Persönlichkeitsrecht .

Demnach darf jeder Bürger der Bundesrepublik Deutschland selbst über eine Preisgabe persönlicher Daten und ihrer Verwendung bestimmen. In Kombination mit dem Artikel 2 Absatz 1 GG, wird dies präzisiert und damit auch „[...] *das Recht auf freie Entfaltung der Persönlichkeit* [...]“ (Artikel 2 Absatz 1 GG) garantiert [42,43].

Da die DSGVO aber ein Gesetz der neueren Zeit ist und gerade für die spezielle Herausforderungen im Umgang mit Daten entwickelt wurde, bietet diese eine eigene Definition für Gesundheitsdaten: „*„Gesundheitsdaten“ [sind] personenbezogene Daten, die sich auf die körperliche oder geistige Gesundheit einer natürlichen Person, einschließlich der Erbringung von Gesundheitsdienstleistungen, beziehen und aus denen Informationen über deren Gesundheitszustand hervorgehen;*“ (Artikel 4 Absatz 15 DSGVO).

Diese Daten haben eine besondere Schutzbedürftigkeit und es ergibt sich damit ein Verbot diese zu verarbeiten (Artikel 9 Absatz 1 DSGVO).

Damit wird eine Verarbeitung dieser Daten nur unter besonderen Voraussetzungen möglich (Artikel 9 Absatz 2a-j DSGVO). Zu diesen gehört bspw. die Einwilligung der Person oder es besteht eine rechtlich zugelassene Rechtfertigungsmöglichkeit [38,44].

Damit wird nicht nur auf nationaler, sondern auf europäischer Ebene geregelt, dass persönliche Daten nur mit der Zustimmung der Betroffenen verarbeitet werden dürfen.

Entsprechend umfasst die DSGVO nicht nur einzelne Personen die in der EU leben, sondern auch hier tätige Unternehmen die Daten von EU Bewohnern verarbeiten.

Dies ermöglicht in der Folge auch eine Durchsetzung des Datenschutzes auf einen außereuropäischen Raum [45].

Da telemedizinische Lösungen sich damit nicht nur auf nationalstaatliche Grenzen beschränken lassen, sondern auch eine internationale grenzüberschreitende Anwendung ermöglichen wird eine Betrachtung weiterer international relevanter Regelungen und Regionen notwendig.

Als größter einheitlich regulierte Markt für Medizintechnik gilt die USA im Jahr 2021 mit einem Marktvolumen von 172,2 Milliarden US-Dollar (USD), während dieser für Europa nur bei 114,6 Milliarden USD liegt. Insgesamt umfassen 446 Milliarden US-Dollar den Weltmarkt, weswegen eine nähere Betrachtung der USA (38,7% des Weltmarktes) nach einer Betrachtung Europas (25,7%) relevant ist [46].

Im Gegensatz zum EU-GDPR wird in den USA anhand des Cloud Acts und der HIPAA Anforderung an den Datenschutz gestellt, da dieser grundsätzlich nicht wie in Europa als Grundrecht angesehen wird, sondern juristisch in den Bereich des Verbraucherschutzes fällt [47,48], worauf im folgenden Kapitel näher eingegangen wird.

## **Datenschutz in den USA**

In der USA existiert kein einzelnes grundlegendes Gesetz für den Datenschutz wie in der EU, sondern wird in Form von unterschiedlichen Gesetzen geregelt.

Die nationalstaatlichen Gesetze befassen sich zumeist nur mit einzelnen Wirtschaftsbereichen wie bspw. dem Gesundheitswesen (HIPAA – Health Insurance Portability and Accountability Act) oder der Kreditwürdigkeit von Einzelpersonen (FCRA – Fair Credit Reporting Act). Der Großteil aber der juristischen Datenschutzregulatorik wird durch die einzelnen Bundesstaaten beschlossen und durchgesetzt [47,48].

Auf der nationalstaatlichen Ebene wird anhand des Federal Trade Commission Acts (15 U.S. Code § 41 et seq) reguliert, dass die Federal Trade Commission (FTC), das US Bundeshandelsministerium, Konsumenten gegen unfaire oder irreführende Praktiken schützen soll und staatliche Privatsphäre und Datenschutzregularien durchsetzen soll [48,49]. US Unternehmen müssen damit durch eine branchenabhängige Selbstverpflichtung zum Datenschutz bspw. anhand der FTC Safeguard Rules nachweisen, dass ein entsprechendes Niveau gewährleistet wird und werden daraufhin durch die FTC zertifiziert [48,50].

Die erfassten Daten verbleiben daraufhin im Besitz des Unternehmens und gehören damit nicht mehr wie in der EU dem Individuum. Sofern einzelne Gesetze dies erlauben, können bspw. Angestellte in besonderen Fällen von Ihren Arbeitgebern oder Patienten von Ihrem Gesundheitsdienstleister Kopien der gespeicherten Daten erhalten, aber ein grundsätzliches Recht zur Herausgabe der ursprünglich gespeicherten Daten existiert nicht [47,48,51].

Im Gegensatz zum europäischen Raum existiert für den Umgang mit Gesundheitsdaten ein eigenes Gesetz im us-amerikanischen Raum: Der Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) [51]

HIPAA wurde 1996 geschaffen, um die Privatsphäre von Gesundheitsdaten zu wahren – so genannte protected health information (PHI) - und um die Entwicklung von Strukturen zu fördern die eine solche Sicherheit gewährleisten.

Um diesem nachzukommen, wurden durch das US Department of Health and Human Services (HHS) Privacy- (Privatsphären) und Security- (Sicherheits) Rules (Regeln) erstellt, um einen HIPAA konformen Umgang mit Daten zu definieren [52–54].

Privacy Rules geben nationale Standards vor für den Schutz von Gesundheitsinformationen, während Security Rules Sicherheitsstandards für Gesundheitsdaten definieren, die gespeichert oder transferiert werden in elektronischer Form.

Damit setzen die Security Rules die in den Privacy Rules genannten Standards um und beschreiben auch Vorgaben an die technische und nicht-technische Umsetzung.

Zudem ist es einer der Ziele der Security Rules möglichst flexibel zu sein, da die technologische Entwicklung sehr schnell voranschreitet und einen möglichst breiten Gesundheitsmarkt abdecken soll.

Ebenso befassen sich die Security Rules mit den elektronischen Gesundheitsdaten, den "electronic protected health information" (e-PHI) [54], aber nicht mit mündlich oder schriftlich übermittelten Gesundheitsdaten.

Die HIPAA Regelungen sind auf alle im Gesundheitswesen tätigen Akteure anzuwenden und schließen damit auch Unternehmen sowie Versicherungen mit ein [53–55].

### **Clarifying Lawful Overseas Use of Data Act**

Da aber diese Gesundheitsdaten nicht nur auf Speichermedien innerhalb der USA zur Verfügung gestellt werden, sondern auch in Regionen außerhalb, ist die Betrachtung des Clarifying Lawful Overseas Use of Data (CLOUD) Act relevant:

Beginnend mit dem Patriot Act und fortgeführt durch den CLOUD Act werden den US-amerikanischen Behörden weitreichende und extra-territoriale Befugnisse zugesprochen, ursprünglich im Sinne der Terrorismusabwehr, womit ein Zugriff insbesondere auf Cloud Dateien ermöglicht wird [56,57].

Cloud Technologien ermöglichen es, dass Daten nicht nur lokal gespeichert werden müssen, sondern auch auf einem externen Speichermedium eines Anbieters. Damit wird ein Zugriff von unterschiedlichen Lokalisationen auf diese gespeicherten Dateien ermöglicht. Auf Grund der Möglichkeit, dass internationale Unternehmen die Datenspeicherung auf Clouds anbieten und häufig Ihre technische Infrastruktur grenzübergreifend betreiben, folgte ein juristischer Präzedenzfall um die Preisgabe von persönlichen Daten zwischen dem international tätigen US-Unternehmen Microsoft, mit Sitz in Irland und den US-amerikanischen Strafverfolgungsbehörden [58].

Zeitgleich zu diesem laufenden Präzedenzfall, wurde inzwischen der CLOUD Act durch den US Senat verabschiedet, da sich dieser ebenfalls mit der Thematik befasste.

Der CLOUD Act sieht damit vor, dass ein *“...provider of electronic communication service or remote computing service shall comply with the obligations of this chapter to preserve, backup, or disclose the contents of a wire or electronic communication and any record or other information pertaining to a customer or subscriber within such provider’s possession, custody, or control, regardless of whether such communication, record, or other information is located within or outside of the United States.”* (§2713 S.2022 Zeile 22-25, S.2023 Zeile 1-7 CLOUD Act) [56].

Es besteht damit die Pflicht für Anbieter von elektronischen Kommunikationsdienstleistungen sowie Telekommunikationsanbietern die Inhalte der Kommunikation sowie Informationen der Benutzer bzw. Anwender zu speichern, dauerhaft zu verwahren und zu offenbaren unabhängig davon ob diese Kommunikation, Aufnahme oder Information innerhalb oder außerhalb der USA stattgefunden hat. Damit wird eine juristische Grundlage geschaffen für US-amerikanische Strafverfolgungsbehörden um Zugriff auf extraterritoriale Daten zu erhalten [56].

Um dieser außergewöhnlichen Besonderheit Nachdruck zu verleihen, dass ein nationales Gesetz auch internationale Gültigkeit und über den staatlichen Grenzen hinaus auch eine Informationsaquisition und Strafverfolgung legitimiert, wird im Gesetzestext zudem betont, dass *„International agreements provide a mechanism for resolving these potential conflicting legal obligations where the United States and the relevant foreign government share a common commitment to the rule of law and the protection of privacy and civil liberties.”* (SEC. 102. Congressional Findings Absatz 6 CLOUD Act) [56]

Damit wird einerseits anerkannt, dass dieses Gesetz für internationales Konfliktpotenzial sorgen kann, aber damit auch zeitgleich eingefordert wird, dass bilaterale Übereinkünfte getroffen werden sollen zwischen den betroffenen Ländern zur Durchsetzung der oben genannten Gesetze [56,59].

### **Privacy Shield**

Aus Sicht der EU wird aufgrund dieser juristischen Grundlage, den weitreichenden Befugnissen sowie der veröffentlichten umfassenden Praktiken der Massenüberwachung durch US-Behörden bspw. die Enthüllungen des ehemaligen Geheimdienstmitarbeiters Edward Snowden, die USA seither als unsicheres Drittland eingestuft [47,60–62].

Um dennoch eine bilaterale Lösung zu schaffen, die Unternehmen Rechtssicherheit in der Datenübermittlung ermöglicht, wurde zunächst das sogenannte „Safe Harbour“ und darauf das „Privacy Shield“ Abkommen beschlossen. Dennoch wurden beide Abkommen kurz darauf durch Grundsatzentscheidungen des europäischen Gerichtshofes gekippt [63–65]. Grundsätzlich wird durch den europäischen Gerichtshof das Schutzniveau bemängelt, da *„...die Vereinigten Staaten eine massenhafte Datenverarbeitung durchführten, ohne einen Schutz zu gewährleisten, der dem durch die Art. 7 und 8 der Charta garantierten Schutz der Sache nach gleichwertig sei.“* (EuGH, Urteil Data Protection Commissioner / Maximilian Schrems und Facebook Ireland, C-311/18, ECLI:EU:C:2020:559, Rn. 64) [65,66].

Ebenso betont der EuGH, dass bisherige bilateralen Beschlüsse und Bemühungen dennoch nicht *„...den im Unionsrecht nach dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit bestehenden Mindestanforderungen genügen, so dass nicht angenommen werden kann, dass die auf diese [us-amerikanischen] Vorschriften gestützten Überwachungsprogramme auf das zwingend erforderliche Maß beschränkt sind.“* (EuGH, Urteil Data Protection Commissioner / Maximilian Schrems und Facebook Ireland, C-311/18, ECLI:EU:C:2020:559, Rn. 184) [65–67].

Diese Urteile weisen grundlegend darauf hin, dass Datenschutz und nationale Sicherheit in einem anderen Verhältnis stehen, als es das europäische Verständnis für Datenschutz und Grundrechte verlangt. Die Unverhältnismäßigkeit dieser geheimen staatlichen Eingriffe, die damit einhergehende eingeschränkte internationale Gerichtbarkeit sowie die Zuordnung des Datenschutzes als marktwirtschaftliche Aufgabe von Unternehmen um einen faire Wettbewerbsbedingungen zu gewährleisten und der darin bedingte dauerhafte Verbleib von Daten bei diesen Unternehmen beschreiben grundlegende Hürden die ein sicheres europäisches Datenschutzniveau nicht ermöglichen können [44,62,65,66].

Zudem wurde durch die Veröffentlichung diverser Geheimdienstunterlagen festgestellt, dass bisherige US-Datenschutzrechte gerade für Nicht-US Staatsbürger keine Anwendung fanden durch die US-Behörden, womit eine uneingeschränkte globale Massenüberwachung praktiziert wurde. Aus einem Bericht des Ausschuss für bürgerliche Freiheiten, Justiz und Inneres (LIBE) für das Europäische Parlament schätzen Bowden et al sogar ein, dass *"One therefore suspects **that US operational practice places no limitations on exploiting or intruding on a non-US person's privacy, if the broad definitions of foreign intelligence information are met.**"* [62, S.23]

Trotz dieser grundverschiedenen Ansichten und Bedingungen werden zur Zeit Verhandlungen zwischen der US-Regierung und der Europäischen Kommission geführt, da gegenwärtig keine juristisch belastbare Grundlage existiert, aber ein Austausch von Daten zum wirtschaftlichen Alltag beider Wirtschaftsräume gehört [68–70].

Am 07.10.2022 wurde durch die US Regierung und den Präsidenten der USA die „*Executive Order On Enhancing Safeguards For United States Signals Intelligence Activities (EO 14086)*“ [71] erlassen. Mit dieser sollen der Zugang von US-Behörden auf Daten europäischer Anwender auf ein nötiges („*necessary*“ Sec. 2. (a) (ii) (A) EO 14086) und verhältnismäßiges („*proportionate*“ Sec. 2. (a) (ii) (B) EO 14086) Maß beschränkt werden. Ebenso soll anhand eines „*Redress Mechanism*“ (Sec. 3. (a) EO 14086) - eines sogenannten Abhilfemechanismus - ein zwei-stufiger Mechanismus eingeführt werden, damit betroffene Europäer die Möglichkeit haben im Rahmen einer Beschwerde diese durch ein unabhängiges Datenschutzgericht – dem sogenannten „*Data Protection Review Court*“ (‘DPRC’)“ (Sec. 3. (E) (2) EO 14086) prüfen zu lassen [69,71,72].

Diese international grundlegend unterschiedlichen Datenschutzregelungen können in der Folge für Konfliktpotenzial beim Umgang mit Gesundheitsdaten führen, da im Alltag häufig eine Kombination von unterschiedlichen Systemen genutzt wird. Damit sollte dies bei der Auswahl und Anwendung technologischer Lösungen stets berücksichtigt und kontinuierlich evaluiert werden [73,74].

#### **1.1.4 Patientenrechte Gesetz**

Zudem wird noch anhand des Patientenrechtegesetz (PatRG), sowie der Berufsordnung der Umgang mit Patientendaten näher erläutert. Das PatRG - § 630 des Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB)– schafft für Behandelnde, aber auch für Patienten eine einheitliche rechtliche Grundlage, da zuvor meisten anhand von Richterrecht bei Rechtsstreitigkeiten entschieden wurde [75].

Das Gesetz befasst sich unter anderem mit dem Behandlungsvertrag, der zwischen Behandler und Patient entsteht. Es wird eine Leistung erbracht die auf „ [...] *allgemein anerkannten fachlichen Standards zu erfolgen* [...]“ (§ 630a Absatz 2 Satz 1 BGB) hat, also auf Niveau eines Facharztes. Ebenso wird eine entsprechende Vergütung der erbrachten Leistung zugesichert (§ 630a Absatz 1 Satz 1 BGB).

Ebenso hat eine umfängliche Aufklärung und Informierung des Patienten zu erfolgen, damit dieser auch den Umfang, sowie die Risiken und Prognose der Behandlung nachvollziehen

kann (§ 630c-e BGB). Auch eine Dokumentation der getroffenen Maßnahmen ist in einer Patientenakte umfänglich und vollständig durchzuführen. Sollten Änderungen später vorgenommen werden sind diese zu kennzeichnen. (§ 630f Absatz 1-2 BGB). Dem Patienten ist diese auch auf Wunsch zur Verfügung zu stellen, um eine Einsichtnahme zu ermöglichen (§ 630g Absatz 1 Satz 1 BGB).

Ebenfalls wird im PatRG Bezug auf die Beweislast bei Haftungsfragen genommen (§ 630 h BGB), die zuvor durch Richtersprüche normiert gewesen ist [76]:

Dies kann relevant werden bspw. bei lückenhafter Dokumentation: Die fehlende Beschreibung von Untersuchungsbefunden, könnte damit als nicht durchgeführte Untersuchung ausgelegt werden, womit der Behandelnde nicht seinen Befunderhebungs- und sicherungspflichten nachgekommen ist. Damit kann eine Beweislastumkehr zu Lasten des Behandelnden erfolgen (§ 630h Absatz 2-3 Satz 1 BGB). Dies findet darin seinen Ursprung, dass der Schaden am Patienten bewiesen werden kann, aber der Zusammenhang zwischen Behandlungsfehler und dem Schaden häufig nur schwierig eindeutig zu beweisen ist [76].

Diese weitere gesetzliche Grundlage stellt damit klare Anforderungen zur umfänglichen Dokumentation von Gesundheitsdaten. In der Folge muss eine entsprechende datenschutzkonforme Speicherung dieser Daten durchgeführt werden unter Beachtung der zuvor genannten gesetzlichen Vorgaben [30,77].

### **1.1.5 Grenzen und Limitationen**

Da diese Technologie auch nicht uneingeschränkt eingesetzt werden kann, sind Limitationen sowie Grenzen vorhanden. Diese beschränken sich nicht nur auf die klinische Anwendung, sondern auch auf die Bereiche Vergütung oder auf soziale & juristische Aspekte:

Klinisch wird diese gerade durch die physische Abwesenheit deutlich. Eine manuelle Untersuchung und Diagnostik sind nicht möglich, sondern es muss - sofern vorhanden – Assistenzpersonal diese durchführen, bzw. auf die eigenen Befunde des Patienten vertraut werden. Dies könnte Auswirkungen auf die Qualität der Untersuchungen und Befunde haben [78,79] Ebenfalls kann es durch die künstlich geschaffene Distanz zu einer unpassenden Therapieauswahl oder ein potenzieller Missbrauch von Arzneimitteln ermöglicht werden [78,80].

Ebenso kann eine Fragmentierung von Gesundheitsleistungen dazu führen, dass einzelne Leistungen nicht mehr gebündelt, sondern von unterschiedlichen Akteuren durchgeführt werden. Damit werden für Behandelnde aber auch Patienten gewohnte Strukturen und Abläufe deutlich aufgebrochen [22,78].

Eine Fragmentierung würde auch bedeuten, dass dies im Vergütungs- und Erstattungssystem berücksichtigt werden müsste. Entsprechend müssten diese Leistungen von den Krankenversicherungen getragen werden.

Gleichzeitig könnte aber auch dieser niederschwellige Zugang zu Gesundheitsleistungen eine deutlich höhere Frequentierung zur Folge haben. Dies könnte durch einige Bevölkerungsgruppen vermehrt wahrgenommen werden, während andere die bisher keinen Zugang zum Gesundheitswesen haben, diesen nun erhalten könnten.

Damit würde eine Gesamtbewertung der angebotenen und durchgeführten Leistungen erfolgen müssen sowie eine Betrachtung der Frequentierung und Nutzung hinsichtlich einzelner Patientengruppen [78,81].

Ebenso ist der Zugang zu solch einer Lösung auch für deutlich mehr Patientengruppen zu ermöglichen. Gerade der Anteil der älteren Populationen hat keinen Zugang zum Internet, weswegen hier Alternativen angeboten werden müssten [82,83].

Um dafür zu sensibilisieren ist in der Aus- und Weiterbildung auf diese Besonderheiten und Risiken der Telemedizin einzugehen. Eine entsprechende Evaluation der Risiken sowie Chancen muss für jedes Anwendungsgebiet durch die unterschiedlichen Anwender durchgeführt werden, um einen möglichst effektiven und sicheren Nutzen anbieten zu können. Dies könnte durch entsprechende Kenntnisse & Fähigkeiten im Risiko- sowie Qualitätsmanagement sein [84,85].

Gerade für den Bereich von digitalen Systemen im Bereich der kritischen Infrastruktur Gesundheit und Krankenhaus-IT werden vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) sowie Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) Empfehlungen veröffentlicht die eine individuelle Betrachtung und Bewertung von Risiken ermöglichen [86–89]. Ebenso ist aber auch eine Bewertung anhand der DIN EN 80001-1:2011 die sich mit der Anwendung des Risikomanagements für IT-Netzwerke, die Medizinprodukte beinhalten durchzuführen [90].

Hinsichtlich der Einbindung telemedizinischer Lösungen in die Routineprozesse, bietet sich noch deutliches Potenzial: Eine zentrale Herausforderung stellt die Einführung und Umstellungen etablierter aber zur Zeit noch analoger Abläufe dar. Ein häufig beschriebenes Problem ist das ein Betrieb solcher Systeme zu weiteren Kosten führen könnte, die in der gegenwärtigen Finanzierung des Gesundheitswesens nicht adäquat abgebildet wird [35,85]. Betrachtet man sich in diesem Kontext das Krankenhauszukunftsgesetz (KHZG) [91,92], dass die Kliniken bei der initialen Investition in digitale Systeme unterstützen soll, liegt der aktuelle Fokus der Antragssteller eher auf dem Themenfeld der digitalen Dokumentation und nicht auf Telemedizin [85,93]. Die höhere Anzahl an Anträgen für digitale Dokumentation wird damit begründet, dass zunächst eine innerklinische Interoperabilität geschaffen werden muss, bevor eine effektive Schnittstellenbildung mit externen Akteuren und Systemen vorangetrieben werden sollte [35].

Zudem kann eine Entwicklung von digitalen Lösungen durch und auf Landes- oder Bundesebene als relevanter Faktor beschrieben werden, der einen deutlichen Einfluss auf die Umsetzungsgeschwindigkeit hat. Großprojekte in öffentlichen Sektoren fallen durch lange Umsetzungszeiten auf, da häufig politische Auseinandersetzungen zwischen Vertreter- und Lobbygruppen, Verwaltungsgremien aber auch wirtschaftliche Interessen und gesetzliche Hürden vorhanden sind, die einen schwierig einzuschätzenden Einfluss auf eine zeitnahe erfolgreiche Projektbeendigung haben [94–96]. Um Entscheidungsprozesse zu beschleunigen hat das Bundesministerium für Gesundheit durch gesetzliche Änderungen wie dem Terminservice- und Versorgungsgesetz (TSVG) beschlossen, dass durch eine Mehrheitsbeteiligung der Gematik – der Spitzenorganisation die eine digitale Gesundheitsinfrastruktur entwickeln und koordinieren soll in Deutschland - Lösungen zügiger und schneller entwickelt werden sollen [97–99]. Bisher konnte dieser Trend aber nicht beobachtet werden, sondern es fielen eher intransparentere Entscheidungen auf wie beim bisher entwickelten E-Rezept, welches wegen gravierender Datenschutzängel bisher nicht eingesetzt werden kann [100] oder bei den vermutlich neu zu beschaffenden Konnektoren die für die Telematikinfrastruktur benötigt werden [101–104]. Auf diese Aspekte wird im Abschnitt Kosten und Effektivität genauer eingegangen.

## 1.2 Notfallversorgung in Deutschland

Die medizinische Notfallversorgung wird durch mehrere Akteure sichergestellt zu denen der Rettungsdienst (RD), der ärztliche Bereitschaftsdienst (ÄBD) sowie die Notaufnahmen der an der Notfallversorgung teilnehmenden Kliniken zählen [15].

Die Aufgaben des RD sind durch Landesgesetze geregelt und umfassen die Bereiche der Notfallrettung, der notärztlichen Versorgung und des Krankentransportes. Aber auch die Bereiche Luft-, Wasser-, Bergrettung, sowie der Intensivtransport und die Schnittstellen zum Katastrophenschutz [105].

Zur Gewährleistung einer möglichst kurzen Zeitspanne zwischen Notfall und dem Eintreffen des Rettungsdienstes, wurde die Hilfsfrist eingeführt.

Diese Zeitspanne dient als Qualitätsindikator und wird landesspezifisch definiert. Sie beginnt mit Absetzen des Notrufes über die Notrufnummer und endet mit dem Eintreffen des RD an der Einsatzstelle. Ebenso unterscheidet sich die Länge der Hilfsfrist, beträgt aber landesspezifisch zwischen 10-15 Minuten und soll zu 95% erreicht werden [106].

Das eingesetzte RD Personal (RDP) führt die Erstversorgung durch und bahnt das weitere Vorgehen. An dieser Stelle besteht die Möglichkeit einen Notarzt (NA) an die Einsatzstelle hinzuzurufen, sollte dieser noch nicht bei der initialen Alarmierung mitalarmiert worden sein [105].

Im Vergleich zur Hilfsfrist existieren nur in wenigen Bundesländern spezifische Fristen für Notärzte. Beispielsweise werden in Sachsen-Anhalt 20 Minuten gefordert, während in Schleswig-Holstein eine Hilfsfrist von 12 Minuten für einen Rettungswagen (RTW) sowie ein Notarzteinsatzfahrzeug (NEF) gilt [106]. Im Vergleich dazu wird in Hessen für die Auswahl der Notarztwachenstandorte eine planerische Eintreffzeit von 15 Minuten gefordert [107].

Bis zum Eintreffen des NA wird damit die Versorgung durch das nichtärztliche Personal des Rettungswagens (RTW) durchgeführt. Um eine hochwertige medizinische Versorgung zu leisten, ist das eingesetzte Personal in medizinischen Basismaßnahmen aber auch erweiterten und invasiven Maßnahmen geschult. Im Rahmen der Ausbildung zum Notfallsanitäter (NFS), der höchsten nichtärztlichen notfallmedizinischen Qualifikation, können durch die NFS Maßnahmen wie eine ausgewählte Medikamentengabe sowie invasive Maßnahmen wie das Legen von intravenösen (i.v.) Zugängen oder die endotracheale Intubation durchgeführt werden [105,108,109].

Nach Stabilisierung der Vitalfunktionen, kann der transportfähige Patient in eine geeignete Notaufnahme verbracht werden.

Damit eine geeignete Klinik ausgewählt werden kann, nutzen einige Bundesländer digitale Systeme die einen aktuellen Kapazitätsnachweis führen. Abhängig von der jeweiligen Diagnose, werden verfügbare klinische Kapazitäten angezeigt, die für eine Patientenaufnahme zur Verfügung stehen.

Da solche Lösungen nur in vereinzelt Bundesländern oder Regionen flächendeckend genutzt werden, bleibt die klinische Anmeldung dem RDP an der Einsatzstelle überlassen in Form von telefonischen Anfragen an die nächstgelegenen Kliniken. Erst danach kann durch den RD eine Vorstellung und ggf. eine stationäre Aufnahme über die Notaufnahmen erfolgen [15,105].

Notaufnahmen stellen damit nicht nur eine Schnittstelle zwischen dem RD und der stationären Behandlung und Betreuung von Patienten dar, sondern sind ebenso eine Anlaufstelle für Patienten, die zur klinischen Weiterbehandlung durch niedergelassene Ärzte eingewiesen worden sind oder auch selbstständig durch Patienten aufgesucht werden können [110].

Im Rahmen dieser Sonderstellung der Notaufnahmen in der Notfallversorgung wurde in Folge eines Beschlusses des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) eine gestufte Notfallversorgung gefordert. Damit sollen klinische Standards gesetzt werden, die eine kompetenzbasierte Notfallversorgung ermöglichen soll und über entsprechende Pauschalen vergütet wird.

In diesem dreistufigen Konzept wird pro Stufe eine zunehmend spezialisierte und zugleich zeitnah verfügbare Expertise gefordert. Damit müssen Kliniken, um spezifischere und komplexere Fälle behandeln zu können auch ein breiteres Spektrum an Fachgebieten anbieten und eine Notaufnahme vorweisen die als eigener Bereich mit eigener Leitung tätig ist [111].

Diese zunehmende Spezialisierung der Notaufnahmen und der klinischen Notfallmedizin als eigener medizinischer Fachbereich spiegelt sich auch in den Ausbildungen wieder. Mit der ärztlichen Zusatzweiterbildung „Klinische Akut- und Notfallmedizin“ [29, S.402], besteht seit 2014 die Möglichkeit für Fachärzte eine interdisziplinäre Ausbildung in den notfallmedizinischen relevanten Fachbereichen zu erhalten. Ebenso besteht für das

pflegerische Personal die Möglichkeit die Fachweiterbildung zur Notfallpflege zu absolvieren [112].

Bei diesen Weiterbildungsmöglichkeiten liegt damit der Fokus auf den notfallmedizinisch relevanten Krankheitsbildern und kann jeweils nur mit einer abgeschlossenen pflegerischen bzw. fachärztlichen Ausbildung angetreten und nach einer definierten Weiterbildungszeit absolviert werden [113].

Da aber nicht alle Patienten eine akute klinische oder stationäre Behandlung benötigen, wird auch ein Teil der Notfallversorgung durch die niedergelassenen Ärzte erbracht. Im Rahmen des „Sicherstellungsauftrages“ (§ 75 Absatz 1 Satz 1 SGB V) wird durch die Vertragsärzte der Kassenärztlichen Vereinigungen bzw. der Kassenärztlichen Bundesvereinigungen „ [...] angemessene und zeitnahe Zurverfügungstellung der vertragsärztlichen Versorgung [...]“ (§ 75 Absatz 1a Satz 1 SGB V) gewährleistet. In den sprechstundenfreien Zeiten wird diese durch einen Notdienst bzw. den ärztlichen Bereitschaftsdiensten (ÄBD) sichergestellt (§ 75 Absatz 1b SGB V).

Der ÄBD hat sich im Verlauf der Jahre zudem in regionale Zentralen organisiert, sowie eine zentrale Nummer (116117) eingerichtet., um eine besser organisierte und niederschwellige Versorgung zu ermöglichen [114–116].

### **1.2.1 Rettungsdienst & steigende Einsatzzahlen**

Die rettungsdienstliche Versorgung wird seit mehreren Jahren mit stetig steigenden Einsatzzahlen konfrontiert. Daten der Gesundheitsberichterstattung des Bundes zeigen, dass diese Zunahme seit 1994 im gesamten Bundesgebiet zu beobachten ist. Es wird sogar ein allgemeines Wachstum von ca. 5 % pro Jahr beschrieben wird, was inzwischen fast mit einer Verdopplung der Einsatzzahlen von 9.513.411 auf 16.369.290 beziffert werden kann (siehe Abbildung 1.1) [1–3].

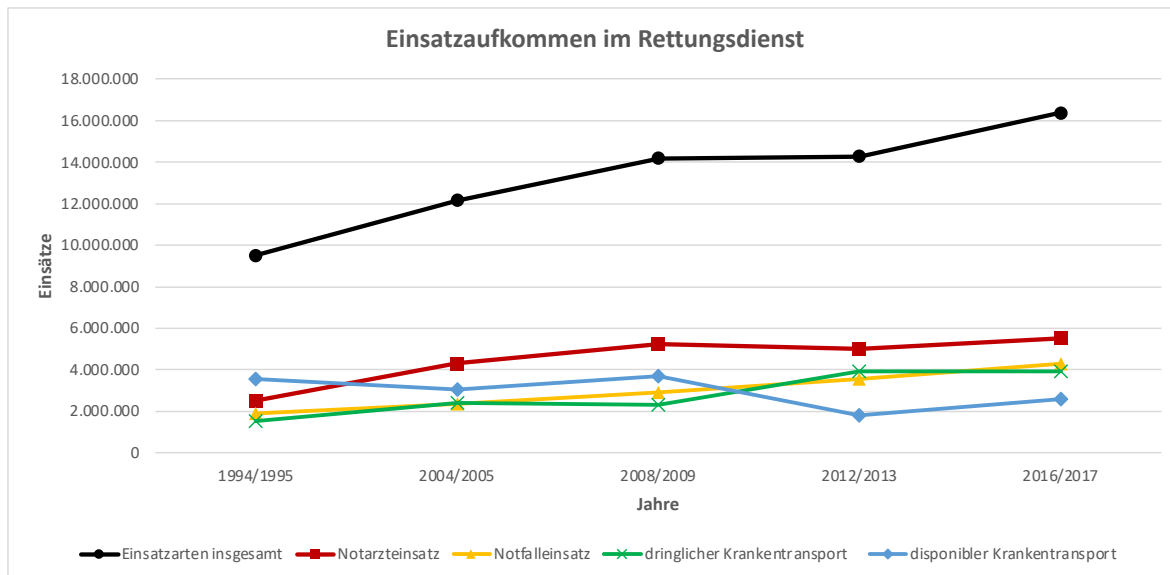


Abbildung 1.1 Einsatzfahrtaufkommen im öffentlichen Rettungsdienst (Anzahl). Gliederungsmerkmale: Jahre, Deutschland, Einsatzart [2], eigene Darstellung

Im Detail beschränkt sich das Wachstum dieser Zahlen damit nicht nur auf den ärztlichen Bereich der Notarzteinätze, sondern lässt sich auch im Bereich der RD Einsätze und Krankentransporte beobachten. Für all diese Bereiche lässt sich sogar mehr als eine Verdopplung der Zahlen erfassen: Für Notarzteinätze lässt sich ein Anstieg von 2.522.822 auf 5.537.446 beobachten, bei Notfalleinsätzen von 1.899.040 auf 4.281.008 sowie beim dringlichen Krankentransport von 1.551.645 auf 3.931.408 Einsätze.

Im Vergleich dazu lassen die Zahlen im disponiblen Krankentransport nach von 3.539.905 auf 2.619.428 Einsätze.

Ein genauerer Verlauf der Einsatzarten über die erfassten Jahre 1994/95, 2004/05, 2008/09, 2012/13 und 2016/17 lässt sich der Tabelle (Tab) 1.1 entnehmen [2]. Weitere Quellen beschreiben ähnliche Tendenzen [1–3]. Einflüsse der Covid-19 Pandemie sind noch nicht zu entnehmen, da keine vergleichbaren Daten für diesen Zeitraum zur Verfügung stehen.

Einsatzart	Jahr				
	1994/1995	2004/2005	2008/2009	2012/2013	2016/2017
Einsatzarten insgesamt	9.513.411	12.144.325	14.169.253	14.263.948	16.369.290
Notarzteininsatz	2.522.822	4.312.875	5.252.921	5.010.971	5.537.446
Notfalleinsatz	1.899.040	2.360.710	2.910.613	3.542.340	4.281.008

dringlicher Krankentransport	1.551.645	2.417.858	2.320.480	3.912.655	3.931.408
disponibler Krankentransport	3.539.905	3.052.882	3.685.239	1.797.982	2.619.428

Tabelle 1.1 Einsatzfahrtaufkommen im öffentlichen Rettungsdienst (Anzahl). Gliederungsmerkmale: Jahre, Deutschland, Einsatzarzt [2], eigene Darstellung

Insgesamt wird diese Tendenz nicht nur in ländlichen Regionen wie Rheinland-Pfalz beobachtet [117], sondern gerade auch in Ballungsräumen wie der Region Rhein-Main [118] oder München [119] aber auch in urbanen, dichter besiedelten Landkreisen wie dem Main-Taunus Kreis in Hessen [120] oder dem RD-Bereich Fürstfeldbrück in Bayern [119].

Ein Anstieg dieser Zahlen lässt sich nur teilweise durch demographische Einflüsse erklären: Die bayrische Auswertung der Einsatzzahlen sowie demographischen Faktoren zeigte, dass nur ein Viertel der jährlichen Wachstumsraten hiermit erklärt werden könne [1,119]. Vermutlich weitere, schwer quantifizierbare Faktoren, wie eine gesunkene Hemmschwelle den Notruf zu wählen, ein gestiegenes Anspruchsdenken, eine wachsende stetige Verfügbarkeit unterschiedlicher gesundheitlicher Dienstleistungen und weitere sozio-ökonomische Faktoren könnten mitverantwortlich hierfür sein [1,11,121].

Mit klassischen Lösungsstrategien wird auf dieses Wachstum reagiert und es ist ein deutlicher Anstieg der notfallmedizinischen Vorhaltung in Form von Einsatzmitteln zu beobachten, aber auch die Anzahl des beschäftigten Personals nimmt zu:

In der Zeit von 2012 bis 2021 hat sich die Anzahl der im RD sozialversicherungspflichtig beschäftigten Personen nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit fast verdoppelt auf 79.191 [14].

In Zeiten eines Fachkräftemangels stellt diese Strategie damit keine langfristige Perspektive dar. Sie verlangsamt mit den aktuellen Maßnahmen noch nicht mal die aktuelle Tendenz mit der es zu einer Überlastung der rettungsdienstlichen Vorhaltung kommt oder der Häufung von Ausnahmeständen [122–124].

### 1.2.2 Notaufnahmen & “non-urgent emergencies”

Eine ähnliche Problematik kann für Notaufnahmen beschrieben werden. Ein jährlicher Anstieg der Patientenzahlen wird im Bereich von 4-9% beschrieben [5,125,126] und lässt sich auch hier nicht nur durch den demografischen Wandel beschreiben [3,127].

Zunehmend werden Patienten behandelt, die als Selbstvorsteller Notaufnahmen aufsuchen oder auch im niedergelassenen Bereich hätten versorgt werden können [4,126,128]. Ebenso scheinen gerade jüngere Menschen Notaufnahmen, einer niedergelassenen Versorgung vorziehen [129].

Anhand von Abrechnungsdaten der Krankenkassen konnte festgestellt werden, dass 40% der stationär aufgenommenen Patienten als „Notfall ohne Einweisung“ [130, S.36] behandelt worden sind [126,130]. International lassen sich ähnlicher Tendenzen feststellen (USA: 37%) für diese „non-urgent emergencies“ [131,132].

Um diese Patientenströme der adäquaten Versorgungsstruktur zuzuführen, wurden inzwischen gesundheitspolitisch Anstrengungen unternommen, eine intersektorale Lösung für den stationären sowie ambulanten Sektor, aber auch den Rettungsdienst zu schaffen. Ein Referentenentwurf des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) aus dem 2020 sieht drei gemeinsame Lösungen vor [63]:

- 1.) *Die Notfallnummern 112 und 116117 sollen zusammengeführt werden in ein Gemeinsames Notfalleitsystem (GNL) und anhand eines qualifizierten, standardisierten Ersteinschätzungsverfahrens sollen medizinische Leistungen disponiert werden [63, S. 2].*
- 2.) *Integrierte Notfallzentralen (INZ) sollen in Kliniken betrieben werden zur qualifizierten und standardisierten Ersteinschätzung des Versorgungsbedarfs. Diese sollen unter fachlicher Leitung der jeweiligen Kassenärztlichen Vereinigung stehen [63, S. 2].*
- 3.) *Der RD soll als eine eigenständige Leistung der Notfallrettung im SGB anerkannt werden unabhängig von bestehenden Leistungen. [63, S. 3].*

Zur Zeit werden diese Punkte zwischen den Fachgesellschaften und Vertretern der klinischen Notfallmedizin sowie den Vertretern des niedergelassenen Sektors kritisch diskutiert. International etablierte und validierte Ersteinschätzungsverfahren die in Notaufnahmen eingesetzt werden, wie das Manchester Triage System (MTS) [133,134],

würden damit abgeschafft und unter Führung der KVen würden INZ in den Abteilungen der Notaufnahmen entstehen [135].

Mit dem zur Zeit geplanten Ersteinschätzungssystem, welches inzwischen schon im niedergelassenen Sektor genutzt wird, würde die Softwarelösung „SmED - Strukturierte medizinische Ersteinschätzung in Deutschland“ der Firma Health Care Quality Systems GmbH [136] genutzt werden [137]. Der wesentliche Unterschied zwischen diesen Ersteinschätzungssystemen ist, dass SmED nicht nur eine Ersteinschätzung durchführt, sondern auch Handlungs- und Versorgungsempfehlung vorschlägt, ohne dass eine ärztliche Einschätzung vorgenommen würde. Im Gegensatz dazu ist nach der Ersteinschätzung per MTS eine direkte zeitnahe ärztliche Einschätzung erforderlich. Ebenso ist die wissenschaftliche Evidenz für SmED im Vergleich zu einem System wie MTS gering, womit vermutlich ein Risiko für die Patientensicherheit entstehen könnte [138]. Dennoch scheint der Wille eine gemeinsame digitale Lösung entwickeln zu wollen vorhanden zu sein und in ersten Machbarkeitsstudien konnte eine Zusammenführung der Systeme dargestellt werden [139].

Dennoch lehnen die Vertreter des stationären Sektors grundsätzlich die alleinige Entscheidungsverantwortung der KVen im Konstrukt INZ ab sowie die räumliche Ansiedlung in den Notaufnahmen. Demzufolge wird eine weitere Diskussion über solch Entscheidungssysteme abgelehnt, bis grundsätzliche Fragen geklärt seien [140].

### **1.2.3 Ambulante Notfallversorgung & ein Versuch der digitalen Einbindung**

Ein ähnliches Wachstum der Patientenzahlen und eine gehäufte Inanspruchnahme der Notdienste wird auch in der ambulanten Notfallversorgung durch den ÄBD beobachtet. Anhand einer longitudinalen Datenauswertung für den Zeitraum 2009-2019 des Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland (ZI) konnte ein historisches Hoch für 2009 mit 10.054.865 Behandlungsfällen (BHF) festgestellt werden. Diesem folgte eine gesunkene Fallzahl mit 8.869.272 Fällen, die aber seitdem wieder anstieg und nun bei ca. 9.000.000 Fällen schwankt. Im Vergleich dazu stiegen die Fallzahlen der Notaufnahmen stetig auf 10.673.947 an und verblieben seit 2016 auf dieser Höhe (siehe Abbildung 1.2) [6].

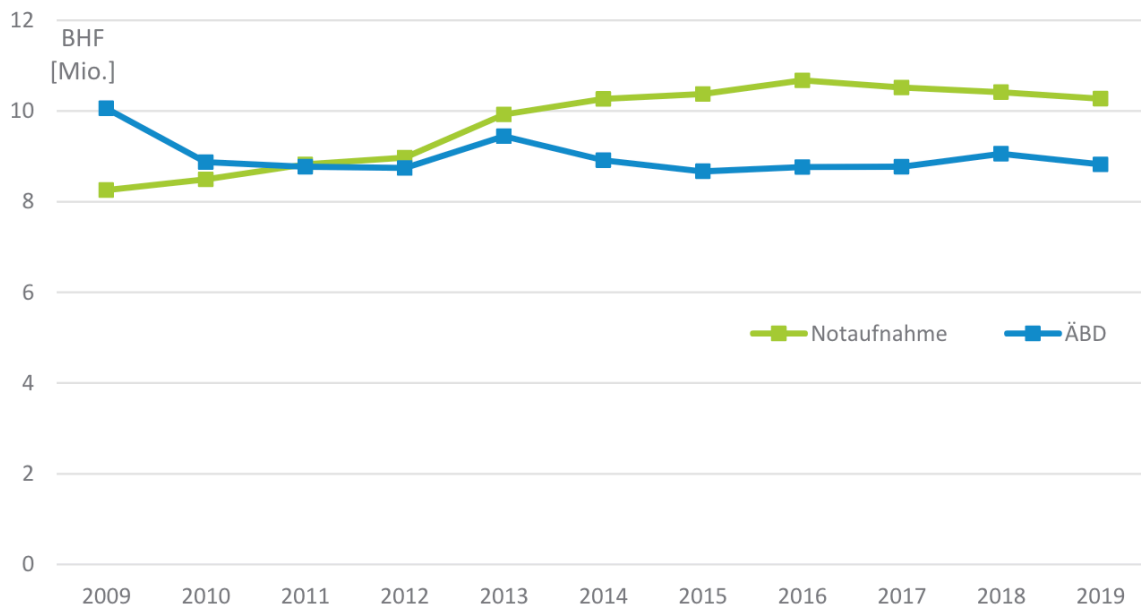


Abbildung 1.2 Anzahl ambulanter Notfälle 2009 bis 2019 nach Versorgungsbereich (ÄBD/Notaufnahme) [1, S.8]

Insgesamt wird aus Sicht der ambulanten Notfallversorger dieser Trend damit beschrieben, dass zur Zeit ein Wandel von der Notfallversorgung hin zur Akutversorgung existiert [6,141,142]. Als Einflussfaktoren werden veränderte Erwartungshaltungen und Qualitätsvermutungen aber auch ein fehlendes Wissen über Alternativangebote sowie eine subjektive oder objektive eingeschränkte Verfügbarkeit als Ursachen vermutet [6,143]. Somit könnte eine Option darin bestehen Patienten durch eine qualifizierte Ersteinschätzung einer entsprechenden Versorgungsstruktur zuzuführen. Solche niedergelassenen Versorgungsstrukturen könnten an Kliniken angeschlossene Partner- oder Kooperationspraxen sein, aber auch der Ausbau der zentralen Servicenummer der KVen oder des ÄBD [6,144].

Digital wird inzwischen in Hessen im Rahmen des „Sektorenübergreifende ambulante Notfallversorgung“ (SaN) – Projektes [145] versucht eine digitale Einbindung von niedergelassenen Praxen in die ambulante Notfallversorgung zu ermöglichen.

Das ursprünglich 2019 gestartete Projekt soll dem RD die Möglichkeit bieten, Patienten über das im RD zentral genutzte und digitale Kapazitätsnachweis System IVENA Hessen (interdisziplinäre Versorgungsnachweis Hessen) [146] sowie dem Ersteinschätzungssystem SmED eine Patientenzuweisung an eine angebundene Partnerpraxis zu ermöglichen [145].

Einer Gemeinsamen Presseinformation vom 23.03.2022 nach wurde das Projekt nun offiziell gestartet [147]. Bisher liegen noch keine Ergebnisse vor, womit eine Beurteilung noch nicht möglich ist. Ebenso lassen sich im Bundesgebiet keine weiteren gleichwertigen digitalen Projekte recherchieren.

In Betrachtung des „Sicherstellungsauftrages“ (§ 75 Absatz 1 Satz 1 SGB V) spricht sich der Gesetzgeber auch für eine digitale Lösung aus zur Sicherstellung der Versorgung. Spätestens ab dem 31.03.2022 verlangt dieser, dass „[...] *ergänzend auch telemedizinische Leistungen zur Verfügung [...]*“ (§ 75 Absatz 1b Satz 2 SGB V) gestellt würden. Ebenfalls könne die Sicherstellung durch eine Kooperation oder Verknüpfung mit den Krankenhäusern erfolgen und schließt damit auch eine gemeinsame Nutzung von Technik mit ein (§ 75 Absatz 1b Satz 3-4 SGB V).

### **1.3 Telemedizin im Rettungsdienst**

Im Rettungsdienst wurde schon früh versucht unterschiedlichste telemedizinische Lösungen in der Praxis zu etablieren. In einigen Bundesstaaten der USA wird seit 1989 das Verfahren „Online Medical Command“ zur Medikamentenapplikation verpflichtend genutzt. Über den Sprechfunk wird eine Telekonsultation mit der Zielklinik ermöglicht, um nicht nur Medikamentenapplikationen, aber auch weitere Maßnahmen und Informationen abzustimmen [148].

In Deutschland wurden erste telemedizinische Versuche bei der Diagnostik und Behandlung des Akuten Koronar Syndroms (ACS) durchgeführt. An Kardiologen der Zielkliniken wurden präklinisch erstellte 12-Kanal-EKG Befunde übermittelt. Der positiven Nutzen für Patienten konnte mehrfach nachgewiesen werden [149,150], weshalb die Übertragung von präklinischen EKG Befunden nun auch in den Leitlinien der internationalen Fachgesellschaft zur Behandlung des ACS empfohlen wird [151,152]. Eine flächendeckende Nutzung hat sich aber bisher noch nicht durchgesetzt und begrenzt sich damit nur auf einzelne Regionen [121].

Eine Übertragung von live Videodaten wurde in der Behandlung von Schlaganfällen erstmalig in 2000 genutzt, beschränkte sich aber anfangs nur auf technische sowie Simulationsversuche [153] oder wurde nur in kleineren Studienpopulationen erprobt [154]. Inzwischen hat sich dieses Feld deutlich weiterentwickelt und es werden klare Vorgaben zum Umgang aber auch der anzuwendenden Technik durch die American Telemedicine

Association (ATA) in Ihrer Telestroke Leitlinie gegeben die bspw. ein bidirektionales audiovisuelles System in Echtzeit sowie eine minimale Latenz empfiehlt [155].

Dennoch beschränken sich viele dieser inzwischen erprobten telemedizinischen Systeme nur auf einzelne Krankheitsbilder, womit eine generelle Anwendbarkeit für Patienten und gesamte Gesundheitssysteme häufig ausbleibt [121].

Im Vergleich zur Leitlinie der ATA existiert auch eine - inzwischen aber abgelaufene - S1-Leitlinie Telemedizin in der prähospitalen Notfallmedizin: Strukturempfehlung der DGAI.

In dieser werden Anforderungen an technische Mindeststandards gestellt, die in einer entsprechenden Übersicht abgebildet werden (siehe Abbildung 1.3).

Hervorzuheben ist die Empfehlung zur Videokonsultation in Echtzeit und deren Vorteilhaftigkeit im Vergleich mit einer alleinigen Telefonkonsultation. Ebenso wird eine zuverlässige bidirektionale Audioübertragung und zumindest eine unidirektionale Videoübertragung an eine Telenotarztzentrale gefordert.

Für die Vitaldaten wird eine kontinuierliche und möglichst mit geringer Latenz behaftete Übertragung in Echtzeit gefordert.

Auch werden weitere technische Mindeststandards wie eine zeitgemäße Datenverschlüsselung, ein datenschutzkonformes Datenmanagement, sichere Dokumentationslösungen sowie Redundanzen zum Aufrechterhalt der Kommunikationswege formuliert, für eine mobile sowie stationäre Übertragungseinheit und beziehen die Telenotarztzentrale hier explizit mit ein.

Insgesamt werden eine zentrale Anbindung und Lokalisation des Telenotarztes an eine Leitstelle sowie die Übertragung von GPS-Daten der beteiligten Einsatzkräfte empfohlen. Zudem soll ein Zugriff auf die aktuellen medizinischen Behandlungsalgorithmen, sowie Verfahrensanweisungen am Telenotarztarbeitsplatz möglich sein [19].

- Verfügbarkeit einer bidirektionalen, zuverlässigen Audioübertragung sowie einer verlässlichen, zumindest unidirektionalen Videoübertragung in Echtzeit.
- Kontinuierliche Vitaldatenübertragung in Echtzeit bzw. mit geringen, klinisch irrelevanten zeitlichen Latenzen.
- Sicherer Datentransfer mit Verfügbarkeit einer adäquaten Datenübertragung bei mindestens 95% aller Einsätze.
- Datenverschlüsselung nach dem Stand der Technik.
- Redundante Kommunikationsstruktur als Rückfallebene, z.B. über verschlüsseltes Zusatzmobiltelefon.
- Datenschutzkonformes Datenmanagement und Langzeitdatenspeicherung.
- Zugriff auf aktuellste Diagnose- oder Behandlungsalgorithmen bzw. Verfahrensanweisungen in digitaler Form für die häufigsten Krankheitsbilder am Telenotarztarbeitsplatz.
- Anbindung an die Leitstelle des Rettungsdienst-Trägers.
- GPS-Daten des Rettungsteams und Notarztwagens sowie einsatzrelevante Leitstellendaten zur Unterstützung des Einsatzmanagements bzw. adäquaten Wahl des bestgeeigneten Zielkrankenhauses.
- Forensisch sichere und MIND3-kompatible digitale Dokumentationsmöglichkeit der Telenotarzt-Konsultation.
- Mindestens ein redundanter Telenotarztarbeitsplatz.

Abbildung 1.3 Technische Mindeststandards der mobilen und stationären Übertragungseinheit sowie der Telenotarztzentrale [15, S.163]

In Betrachtung notfallmedizinischer Versorgungsstrukturen sollen telemedizinische Systeme als eine Ergänzung verstanden werden und können damit eine Entlastung sowie einen zielgerichteten Einsatz von Notärzten ermöglichen.

Demzufolge werden auch Indikationen für den Einsatz eines konventionellen sowie eines Telenotarzt empfohlen. Diese werden in der nachfolgenden Abbildung 1.4 (Abb) im Vergleich dargestellt. Ein entscheidendes Kriterium zur Unterscheidung ob ein konventioneller oder Telenotarzt an der Einsatzstelle indiziert ist, wird von den individuell benötigten manuellen Tätigkeit am Patienten abhängig gemacht: Reicht eine reine Konsultation und Überwachung medizinischer Maßnahmen aus die das Rettungsdienstpersonal durchführen kann, wie die Gabe eines Medikamentes bei dauerhafter Überwachung der Vitalparameter, so kann dies durch den Rettungsdienst durchgeführt werden während einer telemedizinischen Überwachungen durch den Telenotarzt. Werden aber bspw. invasive chirurgische Fähigkeiten bei einem schwerverletzten oder polytraumatisierten Patienten benötigt oder wird eine erweiterte

#### **Mögliche Indikationen für Telenotarzt**

- Hypertensive Entgleisung
- Schmerztherapie bei nicht lebensbedrohlichen Verletzungen/Erkrankungen
- Schlaganfall (ohne Bewusstlosigkeit)
- Hypoglykämie
- Hilfestellung bei unklaren Notfällen
- Hilfestellung bei EKG-Interpretation
- Transportverweigerung (u.a. rechtliche Absicherung für den RettAss, RS)
- Sekundärverletzungen nach definierten Kriterien
- Zur Überbrückung bis zum Eintreffen des Notarztes grundsätzlich, sofern die Notfallsituation eine Konsultation erlaubt.

#### **Indikationen für konventionellen Notarzt**

- Reanimation, schwere Kreislaufinsuffizienz
- Bewusstlosigkeit
- ST-Hebungsinfarkt (STEMI)
- Krampfanfall
- Schwere Atemnot, Zyanose, Ateminsuffizienz
- Polytrauma, Hochrasanztrauma
- Pädiatrischer Notfall
- PsychKG-Indikation oder psychiatrischer Notfall mit Minderjährigen
- Schwere Unfälle (VU, BU, Eisenbruch, eingeklemmte Person, ...)
- Feuer mit Personenschaden
- Besondere Einsatzlagen (Geiselnahme, Amoklage, ...)
- „Der akute lebensbedrohende Notfall“.

Abbildung 1.4 Indikationen für Telenotarzt und konventionellen Notarzt [15, S.162]

Atemwegssicherung bei starker Atemnot notwendig, so würde dies die manuellen Fähigkeiten eines Notarztes erfordern und damit ein konventioneller Notarzt an der Einsatzstelle indiziert sein [19].

Aus Studien aktueller Anwendungen in Deutschland lassen sich diese Indikationen mit den tatsächlich versorgten Krankheitsbildern vergleichen:

Das Telenotarzt Projekt Bayern erfasste im Zeitraum 01.01.2018 bis 31.12.2018 vor allem Herzkreislauf Erkrankungen zu 24% als Einsatzbilder, die ausschließlich telemedizinisch versorgt wurden, gefolgt von traumatischen zu 18% und schmerztherapeutischen (=Analgesie) zu 16%.

Zudem konnte den Autoren zufolge die konventionelle Arztbegleitung im Bereich der Interhospitaltransporte gesenkt werden. Auch lag die Rate der Nachforderung eines physischen Notarztes während der erfassten Telenotarzteinsätze bei 8,7% [20,156].

In einer Betrachtung der Einsätze des Telenotarzt Aachen in der Zeit vom 01.08.2012 bis zum 31.07.2013 wurde durch den Telenotarzt am häufigsten die Diagnose bzw. der Symptomkomplex des zirkulatorischen Notfalls (ohne ACS) mit 24,2% gestellt, gefolgt vom Trauma und sogenannten sonstigen Notfall (15,5%). Darauf folgte zu 15,1% der neurologische Notfall und mit 14,8% das Akutes Koronarsyndrom (NSTEMI-ACS und STEMI) [157].

In einer weiteren Betrachtung der Meldebilder in der Zeit 01.12.2017 bis 28.02.2018 wurde in Aachen der TNA am häufigsten beim ACS mit einer Häufigkeit von 9,4% konsultiert. Darauf folgte mit 7,5% der Schlaganfall ohne Bewusstlosigkeit und mit 5,5% das Meldebild der Kreislaufbeschwerden. [158]

Bei einer isolierten Betrachtung vitalbedrohlicher Einsätze wurde in einer retrospektiven Untersuchung am selbigen Standort im Zeitraum 01/2015-12/2018 beobachtet, dass der größte Teil der Einsätze Erkrankungen des Herzkreislaufsystems umfasste, wie bspw. das Akute Koronarsyndrom (ACS), Tachyarrhythmien und Arrhythmien sowie kardiale Dekompensationen und der ST-Strecken Hebungsinfarkt (STEMI) mit neuauftretenden Linksschenkel Block (LBBB). Zudem war eine Beteiligung des konventionellen Notarztes in dieser isolierten Population nur bei 19,85 % der Einsätze notwendig [159].

Vergleichbare Daten aus Hessen zur Häufigkeit des Einsatzes eines solchen Systems lassen sich in der wissenschaftlichen Literatur zur Zeit nicht recherchieren. Dennoch aber wird der regelhafte Einsatz eines solchen Systems in den Landkreisen Gießen und Marburg-Biedenkopf beschrieben [160,161]. Anhand eines Fallberichtes wird von der Behandlung eines Patienten mit einem septischen Schock, einem lebensbedrohlichen intensivmedizinischen Krankheitsbild, berichtet, bei dem eine sichere überbrückende telemedizinische notärztliche Therapie durchgeführt werden konnte bis zum Eintreffen des physischen Notarztes. Auf Grund der Distanz und Zeit bis zum Eintreffen des Notarztes sowie der lebensbedrohlichen Situation wurden telemedizinisch die ersten notfallmedizinischen Maßnahmen eingeleitet und das Rettungsdienstpersonal an der Einsatzstelle unterstützt und angeleitet [162].

Ebenso werden Empfehlungen zum Datenschutz sowie Qualitätsmerkmale dargestellt (Abb 1.5): Diese sollen sich an den aktuellen technischen sowie juristischen Empfehlungen orientieren und sich stets auf einem aktuellen Stand befinden.

- Reduktion des ärztlich therapiefreien Intervalls.
- Adhärenz Guideline-konformer Diagnostik und Therapiemedizin bei sog. Tracerdiagnosen.
- Steigerung der Dokumentationsqualität.
- Reduktion der „door-to-needle time“ bei Herzinfarkt und Schlaganfall.
- Erfassung systembedingter technischer und medizinischer Komplikationen.
- Reduktion unnötiger Notaufnahmekontakte/Klinikaufnahmen dementer Patienten aus Pflegeeinrichtungen.
- Reduktion nicht notwendiger Notarzteinsätze und damit Erhöhung der Verfügbarkeit der heute Notarzt-besetzten Rettungsmittel.
- Ärztlich personalneutrale Kompensation steigender Rettungsdiensteinsatz-zahlen.
- Reduktion der Kosten.

Abbildung 1.5 Qualitätsmerkmale in der Telenotfallmedizin [15, S.165]

Zur stetigen Verbesserung der Versorgungen, soll ein striktes Qualitätsmanagement etabliert werden und Effizienzen sowie Kosten und Personaleinsatz stets evaluiert werden. Mit dem Ziel Kosten zu senken als auch eine ärztlich personalneutrale Kompensation zu erzielen, bei steigenden Rettungsdiensteinsatzzahlen [19].

Die Autoren weisen aber auch darauf hin, dass viele der Empfehlungen aus Forschungsergebnissen und dem Betrieb des Telenotarzt Aachen entstammen. Insbesondere die Indikationen für den Einsatz des Telenotarztes oder des konventionellen Notarztes [19].

Inzwischen wurde eine weitere Leitlinie mit höherem Evidenzgrad (S2e) zum 22.06.2020 bei der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) angemeldet. Es ist geplant das diese zum 16.12.2022 fertiggestellt sein wird [163].

## **1.4 Telemedizinssysteme im Rettungsdienst**

### **1.4.1 Telenotarzt Aachen**

In zwei Projekten (med-on-@ix und TemRAS [164,165]) wurde seit 2007 das Model des Aachener Telenotarztes entwickelt, welches ab August 2012 bis Juli 2013 in den Städten Aachen und Köln aber auch in den Kreisen Düren, Heinsberg und Euskirchen eingesetzt und wissenschaftlich ausgewertet wurde. Anschließend wurde es ab 2014 in den Regelbetrieb übernommen [166].

Mit dem Ziel erstmalig ein umfassendes telemedizinisches System für eine notärztliche Versorgung zu entwickeln, wurde ein in der Rettungsleitstelle platzierter Notarzt mit einem sich an der Einsatzstelle befindlichen Rettungswagen sowie dem Rettungsdienstpersonal digital verknüpft. Abb 1.6 visualisiert die einzelnen technischen Komponenten innerhalb dieses Konzeptes:

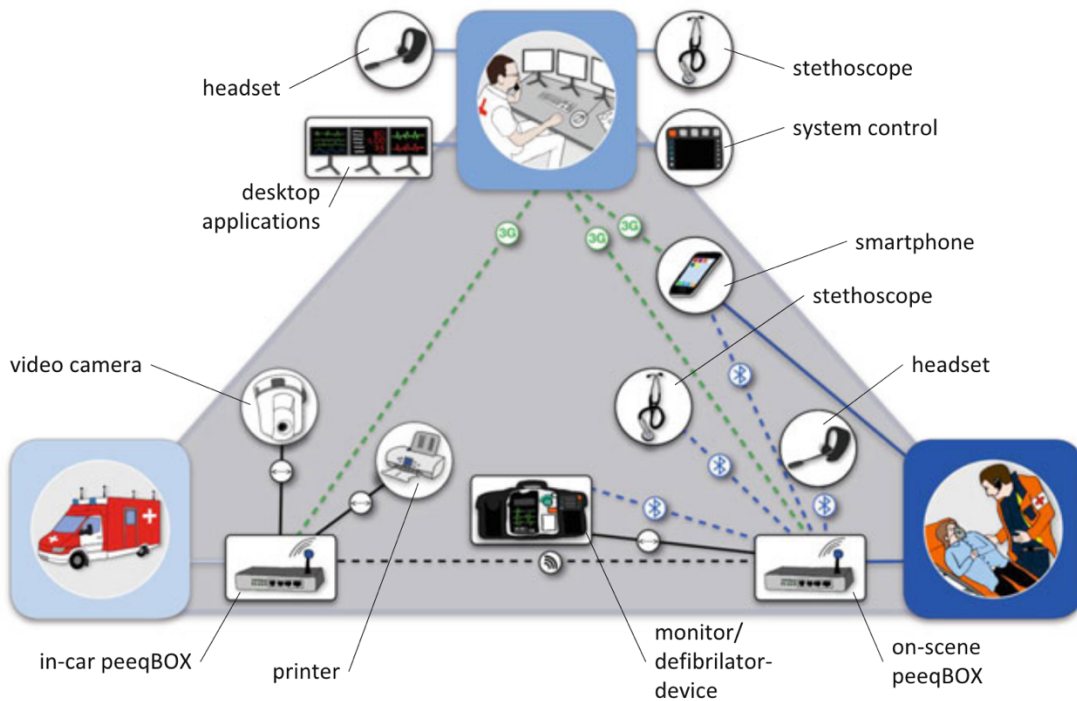


Abbildung 1.6 Eine Hardware zentrierte Darstellung der telemedizinischen System Architektur [127, S.167]

Der sich auf der Leitstelle befindliche NA kann das RDP an der Einsatzstelle über eine Audioverbindung unterstützen, er erhält Vitaldaten des Vitaldatenmonitors und Auskultationsbefunde des Stethoskops.

Im RTW besteht die Möglichkeit über eine Deckenkamera - Netzwerkkamera mit Pan-Tilt-Zoom Funktionen (PTZ) (englisch: Schwenk-Neige und Vergrößerung) - eine visuelle Darstellung des Patienten zu erhalten. Als Rückfallebene wird ein Smartphone vorgehalten, um einzelne Bilder zu versenden oder zu telefonieren [167]. Inzwischen wurden die einzelnen Bestandteile des Systems weiterentwickelt und konnte größtenteils signifikant verbessert werden, bis auf die Qualität der Videoübertragung [121,168].

Die Datenübertragung in diesem System erfolgt über eine eigene Entwicklung der sogenannten peeq<sup>®</sup>Box (Firma Umlaut SE). Die zuvor genannten Geräte verknüpfen sich drahtlos, zum größten Teil über eine Bluetooth-Verbindung, mit der peeq<sup>®</sup>Box (Firma Umlaut SE). Um eine Verbindung mit dem Telenotarzt zu erstellen, werden über Simkarten mehrerer Netzanbieter eine mobile Datenverbindung zum Telenotarztarbeitsplatz auf der Leitstelle aufgebaut, damit die an der Einsatzstelle erfassten Daten durch den TNA beurteilt werden können. Damit ist nur eine visuelle Darstellung des Innenraums des RTWs für den TNA möglich. Der Patient oder das RDP kann den TNA nicht sehen und nur über die Audiokommunikation eine bidirektionale Kommunikation durchführen [121,167].

Eine Kommunikation mit dem weiterbehandelndem Krankenhaus wird durch den Telenotarzt nicht geführt, sondern am Ende des TNA Einsatzes kann über einen Drucker auf dem RTW ein Einsatzprotokoll ausgedruckt werden [167] oder die üblichen Funktionalitäten einer Rettungsleitstelle wie eine Patientenmeldung durchgeführt werden [169].

Insgesamt konnten unterschiedlichen Effekte eines solchen telemedizinischen Systems auf die Notfallmedizinische Behandlung gezeigt werden, wie eine deutlich Leitlinien konformere Blutdrucktherapie [170] oder eine sichere Gabe von Analgetika durch RDP [171–173]. Es zeigte sich zudem, dass bei Abwesenheit eines physischen NA diese durch einen TNA gleichwertig ersetzbar war. Dies war auch beim ACS nachgewiesen worden, wo eine mindestens gleichwertig sichere und leitlinienkonforme Therapie durchführbar war. Einen relevanten Einfluss auf das weitere Patienten Outcome lässt jedoch in solch präklinischen Studien auf Grund der unterschiedlichen Einflussfaktoren schwer feststellen [174,175]. Dennoch konnte über eine langfristige Betrachtung beschrieben werden, dass als lebensbedrohlich eingestufte Vitalwerte durch eine TNA Behandlung verbessert als auch das arztfreie Intervall deutlich verkürzt wurde [159].

Dennoch bleiben aber einige der oben beschriebenen Effekte bei Krankheitsbildern wie dem Apoplex aus, da keine verbesserten Effekte oder Behandlungszeiten dargestellt werden konnten [176].

Eine Reduktion der Einsatzzahlen für den konventionellen NA konnte um ein Viertel nachgewiesen werden. Ebenso erfolgte eine Reduktion der Bindungszeit von 55,8 Minuten

(min) auf 10-12 min. Ein TNA konnte zudem drei- bis viermal so viele Einsätze durchführen [21].

Inzwischen entschied sich die Landesregierung Nordrhein-Westfalen im Februar 2020 eine Absichtserklärung zum flächendeckenden Ausbau eines Telenotarzt-Systems zu veröffentlichen, um eine Erweiterung der telemedizinischen Versorgungsmöglichkeit zu schaffen [177]. Ebenso wird dieses System im Projekt Land | Rettung im Landkreis Vorpommern-Greifswald seit 2017 genutzt [178]

Seit 2014 wird das System durch die Betreiber Firma Umlaut SE vertrieben und hat sich in diesem Zusammenhang den Begriff „Telenotarzt.de“, sowie das Logo als Wort-Bildmarke schützen lassen. Damit existieren aber keine „...Verbotungsrechte gegen die Verwendung des Wortes“ [179] „Telenotarzt“ [180], so dass dieser Begriff auch von anderen genutzt werden darf.

Anfang 2020 hat Umlaut SE bekannt gegeben das System vollständig zu Amazon Webservices (AWS) umzuziehen, um die Cloud Lösungen des US-amerikanischen Anbieters Amazon zu nutzen. Dafür würden eine teilweise Aufteilung in Microservices erfolgen und Amazon Relational Database Service (Amazon RDS) als Datenbank genutzt werden [181]. Zudem ist die Betreiberfirma 2021 Teil des US-amerikanischen Beratungsunternehmens Accenture geworden [182].

#### **1.4.2 Telenotarzt Bayern**

Das Projekt Telenotarzt Bayern wurde vom Dezember 2016 - September 2019 evaluiert und sollte unter anderem eine optimale Nutzung der Ressource NA sowie eine Verkürzung des arztfreien Intervalls ermöglichen. Der TNA sollte den RD an der Einsatzstelle, bei der Durchführung von Maßnahmen und der Medikamentengabe unterstützen, Patientenströme in eine adäquate Versorgungseinrichtung leiten und Notärzten zur Verfügung stehen für eine Zweitmeinung [183].

Auf Grund der komplexen Struktur dieses Systems (siehe Abb 1.7) wird nur auf besonders hervorzuhebende Bestandteile eingegangen, um ein grundlegendes Verständnis für das System zu schaffen:

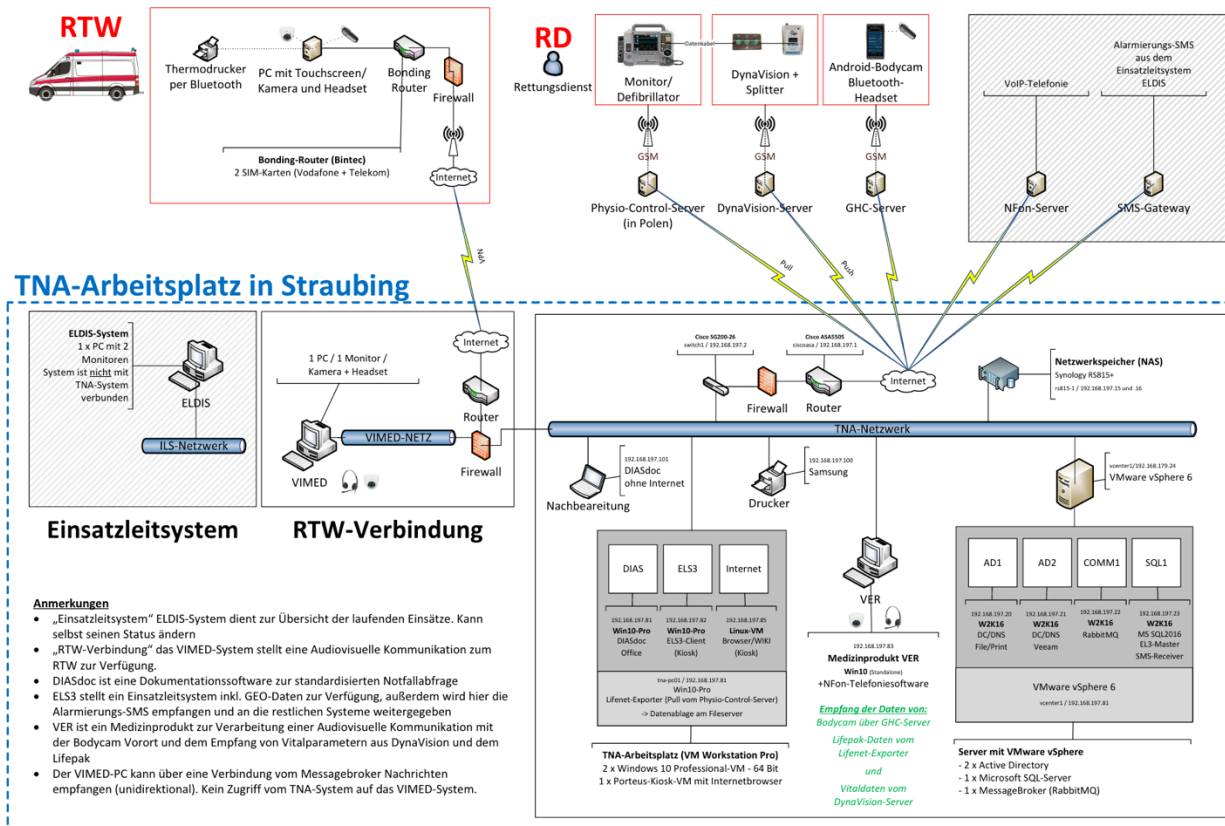


Abbildung 1.7 Systemtopografie des Telenotarzt Bayern [20, S.47]

Das telemedizinische System besteht aus einem stationären System im RTW VIMED® CAR 3 (Firma MEYTEC GmbH Medizinsysteme) sowie einem mobilen System bestehend aus einer Motorola Android Bodycam (LEX L10 LTE).

Damit kann im Einsatz das RDP an der Einsatzstelle die Bodycam aktivieren, um dem TNA eine visuelle Darstellung dieser zu ermöglichen. Das Live-Bild wird dem TNA am TNA Arbeitsplatz dargestellt, der sich physisch in einer Leitstelle befindet.

Sollte der Patient in den RTW transferiert werden, kann der TNA über das stationäre System den Patienten sehen. Dies wird durch eine Netzwerkkamera mit PTZ Funktionen ermöglicht. Die Tonübertragung erfolgt über das Mikrofon und die Lautsprecher der Bodycam oder das VIMED® CAR 3 System sowie über Headsets des RDP. Damit ist insgesamt nur eine visuelle Darstellung der Einsatzstelle bzw. des Innenraums des RTWs für den TNA möglich. Der Patient oder das RDP kann den TNA nicht sehen und nur über eine Audiokommunikation eine bidirektionale Kommunikation durchführen [20, 183].

Durch die landeseinheitliche Beschaffung von EKG-Defibrillatoren LIFEPAK® 15 (Firma Physio-Control) wurde zunächst ein statisches System LifeNet® (Firma Physio-Control) verwendet. Damit die Vitalwerte nicht nur in regelmäßigen Abständen, sondern in Echtzeit übertragen wurden, wurde ein weiteres System DynaVision (Firma Techmedic International B.V.) zwischengeschaltet. Dies ermöglicht die Darstellung des EKGs und der Sauerstoffsättigung in Echtzeit. Ebenso ist eine Übertragung der Auskultationsbefunde möglich [183].

Im Laufe des Projektes wurde dieses komplexe System der Vitaldatenübertragung durch eine Ersatzbeschaffung abgelöst. Durch den corpuls3T (Firma Corpuls) kann eine direkte Echtzeit Übertragung der Vitalwerte direkt vom EKG-Defibrillator erfolgen [20,184].

Eine Kommunikation mit der weiterbehandelnden Klinik wird durch den TNA nicht durchgeführt. Der TNA kann ein Einsatzprotokoll über einen Drucker im RTW ausdrucken oder über die Leitstellenfunktionen eine ortsübliche Patientenmeldung durchführen, da in diesem Konzept eine Anbindung an das Einsatzleitsystem vorhanden ist und die Funktionalitäten einer Rettungsleitstelle möglich sind. Damit kann ab Eingang des Notrufes bis zur Abgabe des Patienten in der Klinik eine Dokumentation der Einsatzzeiten anhand des sogenannten Einsatzleitsystems erfolgen.

Der TNA nutzt damit an seinem Arbeitsplatz die Netzwerke der integrierten Leitstelle (ILS), das VIMED-Netz zur audio-visuellen Kommunikation im RTW sowie das TNA-Netzwerk für Vitalwerte und der Kommunikation über die Bodycam [20,183].

Hinsichtlich der veröffentlichten Daten des Ergebnisberichts bestand zunächst eine Varianz der Daten, da erst ab der zweiten Hälfte des Jahres 2018 alle RTW ausgerüstet und erst damit eine Vollausslastung des Systems möglich war:

Der TNA stand täglich von 07:30 bis 19:30 Uhr zur Verfügung und hatte eine Einsatzquote von 15,3% (18,6-11,2 %) pro Monat in der zweiten Hälfte des Jahres 2018 im Vergleich mit allen NA-Einsätzen. Diese 15,3% sind alle Einsätze bei denen ein TNA allein aber auch der TNA und ein NA eingesetzt wurden.

Der TNA wurde zu 87% mit dem Rettungsmittel RTW eingesetzt.

Die Notarztquote konnte signifikant reduziert werden von 56,2 % auf 53,8% im Vergleich mit demselben Zeitraum (2. Halbjahr 2017) vor Einführung des TNA.

Die Transportquote bei Notfalleinsätzen wurde ebenfalls signifikant von 37,1% auf 30% gesenkt. Vergleicht man die Transportquote zwischen NA und TNA konnte ebenfalls ein

signifikanter Unterschied dargestellt werden, da bei alleiniger Anwesenheit eines physischen NA 31,7% der Patienten nicht transportiert wurden, während dies beim TNA bei 16,1% lag. Waren beide am Einsatz beteiligt lag dieser Wert bei 18,4% [20].

Bei der Nachalarmierung eines Notarztes wurde die initiale Eintreffzeit des RTW mit der des NA und der des TNA verglichen. Diese lag bei 15:54 Minuten (min), während der Vorjahreswert bei 18:36 min lag und war damit signifikant unterschiedlich.

Verglich man dies im Detail in drei Gruppen - NA (18:02 min), TNA (14:18 min) und NA & TNA (12:31 min) - konnte festgestellt werden, dass die Ergebnisse ebenfalls signifikant unterschiedlich waren.

Bezogen auf die einzelnen untersuchten Gemeinden zeigte sich für 28 ein zeitlicher Vorteil durch den TNA, während dies nur in 4 Gemeinden für den konventionellen NA gezeigt werden konnte. Für 54 weitere war keine Aussage auf Grund einer nicht ausreichenden Datenlage möglich.

Bei Betrachtung der Zeit zwischen Nachalarmierung eines Notarztes und dessen Eintreffen konnte ebenfalls ein deutlicher signifikanter Unterschied dargestellt werden: Der TNA traf nach 1:49 min ein, der NA nach 8:45 min und eine Rettungshubschrauber (RTH) oder Intensivtransporthubschrauber (ITH) nach 11:17 min [20].

In Folge der Ergebnisse dieses Projektes hat der Innovationsausschuss des G-BA den Bundesländern empfohlen die Sinnhaftigkeit eines telemedizinischen Konzeptes zu überprüfen und entsprechende Gesetze anzupassen. Damit würde eine neue Versorgungsform umgesetzt, die in ländlichen Versorgungsgebiet eine Optimierung der Notfallrettung darstellen könnte [185].

### **1.4.3 ETHAN Houston**

In Dezember 2014 wurde durch die Berufsfeuerwehr Houston (USA) sowie Kliniken und ambulante Versorgungsstrukturen das telemedizinische Konzept ETHAN (Emergency Telehealth and Navigation) initiiert, welches inzwischen zur telemedizinischen Behandlung von über 20.000 Patienten genutzt wurde [186–190].

Ziel dieses Konzeptes ist es Patienten, die sich als „non-urgent emergencies“ [191] dem RD vorstellen, eine zeitnahe Vorstellung in einer ambulanten Versorgungsstruktur zu ermöglichen, um Notaufnahmen, sowie den RD zu entlasten [186,188,190].

Damit die Patienten ärztlich gesichtet werden, wird eine Videokonferenz über ein Tablet des RD ermöglicht, so dass Patienten mit einem Arzt an der Einsatzstelle kommunizieren können. Der behandelnde Arzt ist physisch auf einer Leitstelle und kann damit telemedizinisch direkt in Kontakt mit den Patienten treten wie auf der folgenden Abbildung 1.8 aus einem Anwendungsfall dargestellt. Auf dem rechten Bildschirm wird die Videokonferenz zwischen der behandelnden Telenotärztin und dem RD geführt.

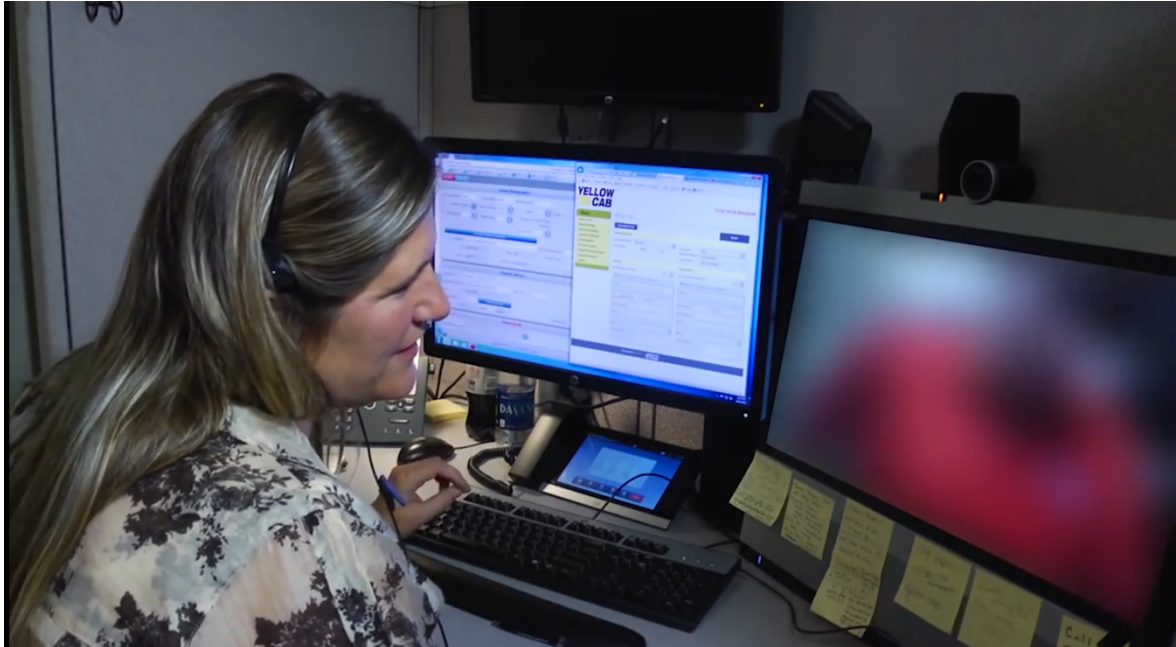


Abbildung 1.8 Einsatz eines Telenotarztes im System ETHAN Houston. Anmeldung von Transporten und Beförderungsmöglichkeiten (linker Bildschirm), Videokonferenz mit dem Rettungsdienst (rechter Bildschirm) [189, Abb aus Minute 00:02:30]

Zeitgleich kann durch den TNA eine Anmeldung oder Überweisung an eine ambulante Versorgungseinrichtung erfolgen sowie ein Transport mit einem Taxi oder einem anderen adäquaten Beförderungsmittel geplant werden. Dies wird über den linken Bildschirm auf der obigen Abbildung in diesem Fall dargestellt. Damit wird auch eine Anbindung an die weiteren Ressourcen einer Leitstelle zur Verfügung gestellt. Über einer (Live-)Übertragung von Vitaldaten, außerhalb einer digitalen Erfassung im schriftlichen Rettungsdienstprotokoll, wird nicht berichtet [186,187,189,191].

Anhand dieses Konzeptes konnte eine Reduktion der Transporte zu Notaufnahmen um 56% ermöglicht werden und die Dauer, bis ein RTW wieder verfügbar ist von 83 min auf 39 min

verkürzt werden. Ebenso war dieses Konzept sicher und konnte eine gleichbleibende Patientenzufriedenheit vorweisen [191].

Eine Betrachtung der Kosteneffizienz konnte zudem zeigen, dass damit jährlich eine Summe von 928.113 USD eingespart werden konnte. Diese ergab sich aus der gesunkenen Zahl der Patientenvorstellungen in Notaufnahmen, aber auch durch die reduzierte Anzahl an Transporten [192].

#### **1.4.4 Kosten und Effektivität**

Die Etablierung sowie der Betrieb von Telenotarztsystemen sind bisher mit erheblichen Kosten verbunden. Diese bestehen aus Investitionen für benötigte Hardware, aber auch aus Ausbau von Rettungsmitteln und TNA Arbeitsplätzen, sowie Betriebskosten.

Zur Einführung des Telenotarztes Bayern werden durch die Landesregierung Investitionskosten im Bereich von zweistelligen Millionenbeträgen erwartet sowie von Betriebskosten im niedrigen zweistelligen Millionenbereich pro Jahr. Zeitgleich werden aber auch Entlastungen für die Sozialversicherungsträger erwartet im zweistelligen Millionenbereich, bei zusätzlicher Anwendung einer differenzierten Alarmierungsstrategie in Rettungsleitstellen. Dennoch werden die bisherigen Kosten durch die Sozialversicherungsträger getragen [193].

Auf Grund der bisher komplexen hardwarelastigen Lösungen, die auch eine komplexe technische Infrastruktur benötigt, wie in den vorherigen Kapiteln dargestellt, wird dennoch im Ergebnisbericht des Telenotarztes Bayern gefordert, dass kosteneffektive Lösungen noch konzipiert werden müssen. Gerade die Entwicklung von Schnittstellen die eine sogenannte „Synchronisierungs-Automatisierung der Systemkomponenten“ [20, S.35], insbesondere der genutzten Medizinprodukte ermöglicht, könnte solch hardwarelastige Telenotarztsysteme in der Zukunft effizienter gestalten. Dies ist aber abhängig von den jeweiligen Herstellern der genutzten Hardware und Medizinprodukte [20]. Inzwischen wurden auf die ersten Ergebnisse aus Bayern reagiert und in Form einer Landesbeschaffung neue Medizinprodukte für die Vitaldatenübertragung des Hersteller Corpuls angeschafft, während aber die komplexe Infrastruktur (siehe Abb. 1.7) sowie hardwarelastige Video- und Datenübertragungssysteme (siehe Abb. 1.6) bisher bei behalten wurden [184,194–196].

Für das Aachener System wurden im Rahmen des Telenotarztprojekts Land | Rettung in Mecklenburg-Vorpommern die Kosten für Neubau und Betrieb eines neuen NA Standortes und eines RTH Standortes verglichen:

Es fallen Investitionen für Hardware und Umbau pro RTW an von 42.000 Euro (EUR) sowie weitere Investitionskosten in Höhe von 97.200 EUR. Betriebskosten inklusive Personalkosten betragen 1.026.700 EUR pro Jahr.

Könnten über Landkreisgrenzen hinaus eine gemeinsame Nutzung von Telenotarztzentralen ermöglicht werden, könnten Investitionskosten um 48.000 Euro sowie die Personalkosten um 528.000 EUR reduziert werden [197].

Für das Projekt ETHAN erfolgte initial eine Investition in Höhe von 500.000 US-Dollar (USD) für Hardware- und Softwarekomponenten sowie geplante laufende Betriebskosten von 1.000.000 USD pro Jahr für eine dargestellte Laufzeit von 5 Jahren. In Betrachtung der Effektivität für die lokalen Gesundheitsstrukturen, konnten Einsparung in Höhe von 928.113 USD berechnet werden. Ebenfalls konnte bei Patienten, die sich dem RD vorstellten, eine signifikante Reduktion von 74.0% auf 67.2% der späteren Vorstellungen in Notaufnahmen gezeigt werden [191].

Insgesamt sind aber evidenzbasierte Nachweise über die Vorteile sowie Kosteneinsparungen und Refinanzierungen im Bereich des Rettungsdienstes komplex und sind daher kaum bzw. unzureichend erbracht worden. Ebenfalls ist eine Übertragbarkeit der zu erwartenden Effekte zwischen unterschiedlichen Gesundheitssystemen und Sektoren nur eingeschränkt möglich, da gerade in anderen Bereich der Telemedizin bspw. der Dermatologie Systeme wie Smartphones, Kameras, Onlineplattformen etc. schon im Alltag etabliert sind und regelhaft genutzt werden [17,132,178,198]. Kosten wie die zuvor genannten Investitionskosten pro RTW oder Telenotarztarbeitsplatz entstehen damit nicht und die Hürde eine telemedizinische Lösung im Rettungsdienst zu nutzen bleibt damit gering [197].

Zudem sind IT Systeme die an Komplexität zunehmen, umso Support anfälliger und mit steigenden Kosten vergesellschaftet. Dies kann auf Grund von verschiedenen Servern und Serverstrukturen, einer unterschiedlichen und komplexen Anzahl an Schnittstellen sowie entsprechend vorzuhaltende Service - & Support Leistungen und etwaige Rückfallebene sein, um einen sicheren und dauerhaften Betrieb zu gewährleisten [199–201]. Ein aktuelles

Beispiel zu dieser Problematik stellt die Umstellung der Konnektoren der deutschen Telematikinfrastruktur dar die durch die Gematik vorangetrieben wird. Auf Grund ablaufender Sicherheitszertifikate müssen nun nach 5 Jahren Betrieb speziell abgesicherte Router - so genannte Konnektoren – vollständig ausgetauscht werden. Über diese Konnektoren werden Gesundheitsdaten zwischen Krankenversicherungen und Kliniken, sowie Praxen ausgetauscht. Obwohl deutlich kostengünstigere Alternativen existieren wie bspw. ein Softwareupdate oder eine technische Modifikation verlangt die Gematik unverständlicherweise einen vollständiger Austausch der Geräte, womit zusätzliche Kosten von 300 Millionen Euro verursachen würden. Diese Kosten müssen dann die jeweiligen Praxen bzw. Kliniken tragen ohne eine Erstattung zu erhalten [102,101,104,103].

Dennoch lässt sich in der wissenschaftlichen Literatur feststellen, dass gerade die Einsparung von Patiententransporten, eine verkürzte Konsultationsdauer sowie frühzeitige ärztliche Vorstellung bei Symptomen oder bei Spezialisten Kapazitäten in Gesundheitssystemen freisetzt und damit medizinische Ressourcen effektiver eingesetzt werden können. In einer Übersichtsarbeit zu unterschiedlichen medizinischen Fachgebieten von Snoswell et al. in der die konventionelle medizinische Versorgung mit einer telemedizinischen Alternative verglichen wurde und eine ökonomische Evaluation durchgeführt wurde, konnte sogar eine kurz- bis mittelfristigen Kostenreduktion von 53% - 32% erfasst werden. Entscheidende Faktoren für den Erfolg dieser Systeme sind aber, dass die initialen Investitionskosten gering bleiben und aus vorhandenen Budgets dauerhaft finanziert werden können oder vorhandene Technik und Hardware genutzt wird. Ein Teil der hier ausgewählten Studien konnte so zeigen, dass die Kosten pro Patienten um 30% reduziert wurden verglichen mit einer konventionellen Vorstellung [202–204].

Damit ist die Telemedizin eine niederschwellige und mit geringen Kosten vergesellschaftete Technologie, die eine finanzielle Entlastung von Gesundheitssystemen ermöglichen kann. Im E-Health Report 2022 des Beratungsunternehmens McKinsey & Company wird für das deutsche Gesundheitssystem sogar ein Nutzerpotenzial von 5,7 Milliarden Euro geschätzt, wenn die bisherigen Behandlungspfade auf einen solchen digitalen Kanal verlegt würden [85,198,205]. Exemplarisch kann dafür der Bereich der Teledermatologie beschrieben werden: 30% der deutschen Telemedizin findet in diesem Bereich statt und es konnte sich zeigen, dass Abläufe in Praxen optimiert werden konnten zugleich eine schnellere Befundung ermöglicht wurde. Europas größter Anbieter OnlineDoctor ermöglicht so

innerhalb von 7 Stunden eine Befundung sowie Therapieempfehlung. Eine Vorstellung bei einem angehenden niedergelassenen Dermatologen erfolgt nach digitaler Konsultation nur in 15% der Fälle, wobei ein Termin innerhalb von wenigen Tagen ermöglicht wird [198]. Ähnliche Ergebnisse lassen sich der wissenschaftlichen Literatur leider nur aus internationalen Untersuchungen entnehmen, zeigen aber, dass die Kosten pro Patienten von 699,96 US-Dollar auf 559,84 US-Dollar gesenkt werden könnten wie in diesem Fall bei Anwendung einer solchen Lösung in einer Notaufnahme eines größeren Krankenhauses in der Region um San Francisco in der USA [206].

Betrachtet man auf Grund der großen Anzahl an Evaluationen zur Telemedizin den entsprechenden US Gesundheitsmarkt, lässt sich feststellen, dass sich diese Lösungen noch nicht flächendeckend durchgesetzt haben. Insbesondere Gründe wie eine Fragmentierung des US Gesundheitsmarktes, Bedenken durch sicherheitspolitische staatliche Überwachungs- und Sicherheitsbehörden sowie eine föderale juristische Struktur die damit jedem Bundesstaat eine eigene Gesetzgebungskompetenz in diesem Bereich erlaubt und die wie zuvor im Detail beschriebene herausfordernde Lage des Datenschutzes, verzögerten den flächendeckenden Einsatz der Telemedizin [48,207–211].

Diese Einflussfaktoren sowie die besondere Lage und nationale Belastung für das Gesundheitssystem der USA seit Beginn der SARS Cov-2 Pandemie insbesondere in den akutmedizinischen Bereichen wie Rettungsdiensten, Notaufnahmen und Intensivstationen führten zu einem vermehrten Einsatz von telemedizinischen Systemen. Dies ermöglichte die Behandlung von Patienten bspw. durch überregionale Spezialisten die sogar in einem anderen Bundesstaat lokalisiert waren und eigentlich nur eine für einen Staat gültige medizinische Zulassung zur Berufsausübung besaßen [207,212–214].

Inzwischen scheint dieser Anwendungserfolg ein wichtiger Faktor zu sein, weswegen einige Staaten die Kostenübernahmen sowie Erweiterungen von medizinischen Zulassungen auch nach der Covid-19 Pandemie erwägen und interstaatliche Behandlungs- und Versorgungsnetzwerke bilden möchten. Genauere Analysen zu den dauerhaft zu erzielten Effekten und Auswirkungen bleiben aber noch aus [207,212,213,215–220].

## **1.5 Arbeitsgruppe Technologien in der Notfallmedizin**

Die Arbeitsgruppe (AG) Technologien in der Notfallmedizin ist eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der Technischen Hochschule Mittelhessen (THM) des Fachbereichs Gesundheit sowie der Justus-Liebig Universität (JLU) Gießen aus dem Institut für Medizinische Informatik des Fachbereichs Medizin. Diese befasst sich mit der Anwendung, Entwicklung und Forschung von neuartigen Technologien in der Notfall- und Akutmedizin mit dem Ziel niederschwellige, open-source basierte und im Alltag anwendbare evaluierbare Lösungen zu entwickeln. Um die Potenziale in diesem kritischen und mit hohem Patientenrisiko behafteten Bereich der Medizin zu optimieren, werden die Technologien nicht nur aus einer klassischen medizinischen oder gesundheitsökonomischen Sicht betrachtet sondern insbesondere auch aus einer medizininformatischen und medizintechnischen Sicht erforscht. Damit kann eine Evaluation der Entwicklung und Anwendungs-Prozesse garantiert werden und eine Optimierung und Weiterentwicklung dieser erforschten Prozesse patientennah erfolgen und folglich im klinischen Alltag etabliert werden.

Unter dem Aspekt der akademischen Lehre und Qualifikation besteht diese AG nicht nur aus Lehrenden, die an der THM und JLU an medizinischen Lehrveranstaltungen unterschiedlicher Studiengänge tätig sind, sondern auch aus Studierenden die akademische Arbeiten sowie Abschlussarbeiten erstellen anhand der aktuellen Forschungstätigkeiten.

Durch die Mitarbeit in dieser AG wurde ein wesentlicher Beitrag zu weiteren Abschlussarbeiten insbesondere medizininformatischer sowie Public Health Master arbeiten ermöglicht, aber auch humanmedizinischer Dissertationen. Ebenso konnten neue Erkenntnisse im Austausch mit externen Partnern wie dem Hessisches Ministerium für Soziales und Integration, ärztlichen Leitern Rettungsdienst sowie Kliniken und notfallmedizinischen und rettungsdienstlichen Leistungserbringern Erkenntnisse geteilt und angewandt werden. Ebenso wurden diese regelmäßig der akademischen Öffentlichkeit auf Kongressen und Fachjournalen vorgestellt und diskutiert.

## 2 Zielsetzung

Im Rahmen der zuvor dargestellten technischen Lösungen, aber auch Herausforderungen in den unterschiedlichen Schnittstellen der Notfallversorgung, soll hier als übergeordnetes Ziel ein Konzept beschrieben werden, dass die Entwicklung eines umfassenden telemedizinischen Systems im Rettungsdienst beschreibt. Zudem soll eine schnittstellenübergreifende Kommunikation im Gesundheitswesen ermöglicht werden, die ebenso einen niederschweligen Zugang für unterschiedliche Akteure bietet.

Anhand mehrerer Teilziele soll das übergeordnete Ziel der Entwicklung eines herstellerunabhängigen, kostengünstigen, offenen, intersektoral nutzbaren Telemedizinsystems erreicht werden.

Teilziele sind eine Literaturrecherche, eine Definition von Grundanforderungen, eine Erstellung eines technischen und medizinischen Konzeptes, ein Test in einer Demoumgebung sowie ein Test in einer klinischen Simulationsumgebung und ein kombinierter Usability-, Anwender- und Ausfallsicherheits-Test anhand mehrerer potenzieller Einsatzszenarien.

Ebenso werden als Teilziele Kosteneffektivität, Systemoffenheit, Herstellerunabhängigkeit, Datenschutz und -Sicherheit nach EU-GDPR, Usability und Nutzbarkeit im rettungsdienstlichen Alltag definiert.

In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe „Technologien in der Notfallmedizin“ der THM und JLU wurde durch den Autor der als Projektleiter und Hauptuntersucher fungierte die Umsetzung eines solchen Projektes verfolgt, um die zuvor im Detail genannten Herausforderungen und Limitation, wie bspw. Kosteneffektivität, Systemoffenheit, Herstellerunabhängigkeit, Datenschutz und -Sicherheit nach EU-GDPR, Usability und Nutzbarkeit zu bewältigen, da bisherige umfassende Systeme nur für einzelne Sektoren der Notfallversorgung oder für einzelne notfallmedizinische Krankheitsbilder entwickelt wurden, so dass hier ein intersektoraler Versorgungsansatz verfolgt wurde.

Insbesondere Investition, Einführung und Betrieb von hardwarelastigen Lösungen stellen hier hohe Hürden für die Implementierung und dauerhafte Anwendung von bisherigen telemedizinischen Lösungen in einem schnittstellen- und bereichsübergreifenden Konzept dar sowie ein den Datenschutz- und -Sicherheit konformer betrieb. Zudem sind eine häufig überkomplexe Planung und Entwicklung auf Landes- und Bundesebene mit langen

Entwicklungs- und Entscheidungszeiten vergesellschaftet, die zur Folge haben, dass fertiggestellte Lösungen beim Endanwender auf Grund der inzwischen vorangeschrittenen Technik auf Ablehnung trifft.

Ebenso werden noch weitere Ausbildungs- und Fortbildungsangebote benötigt, um eine sichere Anwendung für Patienten sowie Anwender gewährleisten zu können da insbesondere die physische Abwesenheit eines Arztes eine Herausforderung und Limitation von Diagnostik und Therapie darstellen kann.

Auch können Unsicherheiten in der Vergütung der erbrachten Leistungen, insbesondere durch eine mögliche Fragmentierung bisheriger Patientenströme und Versorgungsformen Grenzen setzen.

## **3 Material und Methoden**

### **3.1 Literaturrecherche**

Es wurde eine Literaturrecherche in den gängigen wissenschaftlichen Datenbanken Pubmed, Google Scholar, MEDLINE und Cochrane Library durchgeführt anhand der englischen Suchbegriffe „Telemedicine“, „Tele-emergency physician“, „Emergency Medical Services“ (EMS), „EMS“, „Communication“ sowie der deutschen Suchbegriffe „Telemedizin“, „Telenotarzt“, „Rettungsdienst“, „Notarzt“, „Kommunikation“ [221–223].

Eingeschlossen wurden Meta-Analysen, Reviews, Studien, Fallserien sowie Publikationen zu technischen Lösungen und Konzepten (bspw. Kommunikationskonzepte und -architekturen, Patientenfallakten etc.) die eine praktische Applikation am Patienten oder auch in Simulationen an Probanden vorweisen konnten.

Von diesen Suchergebnissen wurden Publikationen ausgeschlossen, welche sich nur mit vereinzelt Krankheitsbildern beschäftigten, nicht den Rettungsdienst, Notaufnahmen oder akutmedizinische Schnittstellen betrachteten weiterhin kein umfassendes Telemedizin-Konzept darstellten. Als umfassend wurden in diesem Kontext Systeme und Konzepte definiert, die eine bidirektionale Live Video- und Audiokommunikation ermöglichen sowie eine Live-Übertragung von Vitaldaten.

Ebenfalls wurden Publikationen, die weder in Deutsch oder Englisch verfügbar waren, ausgeschlossen. Ferner diese für die kein Vollzugriff über das Bibliothekssystem der Justus-Liebig Universität Gießen vorhanden war.

Die Rechercheergebnisse wurden darauf einzelnen Telemedizin-Systemen und -Konzepten zugeordnet, falls diese mehrfach beschrieben oder untersucht worden sind.

### **3.2 Definition der Grundanforderungen**

Nach Sichtung der Rechercheergebnisse wurden Grundanforderungen für ein umfängliches notfallmedizinisches Telemedizin-Konzept erarbeitet:

In einer offenen und moderierten Diskussionsrunde mit notfallmedizinischen Experten, bestehend aus Facharztqualifikationen aus den Bereichen der Kardiologie, Anästhesie, Allgemeinmedizin und Unfallchirurgie sowie Gebietsbezeichnung Notfallmedizin, sowie Fachpflegern, Notfallsanitätern, Rettungsassistenten und Medizininformatikern wurde nach Vorstellung der recherchierten Telemedizin-Systeme und -Konzepte, Grundanforderungen

an ein umfängliches notfallmedizinisches Telemedizinkonzept diskutiert und definiert. Auf Grund Ihrer Tätigkeit in der Region Mittelhessen sowie Ihrer Tätigkeit in unterschiedlichen Bereichen der Akut- und Notfallmedizin (Rettungsdienst, Intensivtransport, Notaufnahmen unterschiedlicher Versorgungsbereiche und Größe, Herzkatheter Labor, Operationsbereich, Intensivstationen, allgemeinmedizinische Praxen) wurde versucht eine möglichst repräsentative Gruppe aus Experten einer Region darzustellen.

Eine absolut repräsentative Expertengruppe würde alle Anwender und Berufsgruppen in einem entsprechenden Verhältnis umfassen, mit der eine entsprechende repräsentative Abbildung der realen Verhältnisse dargestellt würde. Allein ein solches Verfahren zur Auswahl der Mitglieder der Expertengruppe zu etablieren, würde für den Umfang einer Arbeit wie dieser deutlich zu ausufernd, darüber hinaus würde es einen deutlichen zeitlichen Aufwand bedeuten, der dem übergeordnete Ziel im Wege stünde.

Diese Grundanforderungen wurden dann mit Microsoft Office Word 16.30 (Microsoft Corp. Vermont, USA) verschriftlicht.

### **3.3 Erstellung eines Konzeptes**

Anhand der Literaturergebnisse und Grundanforderungen wurde ein telemedizinisches Konzept vom Autor erstellt. Dieses wurde mit Microsoft Office PowerPoint Version 16.30 (Microsoft Corp. Vermont, USA) visualisiert.

### **3.4 Projektplan**

Das vorgestellte theoretische Konzept musste nun praktisch umgesetzt werden. Solch eine Umsetzung bedarf einer ausführlichen und zielorientierten Planung. Deswegen wurde die Methode des Projektmanagements genutzt, da es möglich ist Strukturen für ein Projekt zu erstellen, einzelne Arbeitsaufträge zu definieren, einen zeitlichen Ablauf zu planen und den Verlauf des Projektes zu überprüfen.

Orientierend an die DIN 69901:2009-01 wurde das Projekt, in einzelne Phasen aufgeteilt und diese definiert. Phasen sind zu erreichende Ziele, bevor die nächste Phase begonnen werden kann [224,225].

Die DIN 69901:2009 ist eine freiwillige standardisierte Norm des Deutschen Instituts für Normung und beschreibt Projektmanagement und Projektmanagement Systeme [225]. Wie in Tabelle 1 abgebildet besteht diese aus fünf Teilen:

<b>Norm</b>	<b>Kurzbeschreibung</b>
DIN 69901-1	Grundlagen
DIN 69901-2	Prozesse, Prozessmodell
DIN 69901-3	Methoden
DIN 69901-4	Daten, Datenmodell
DIN 69901-5	Begriffe

Tabelle 3.1 DIN 69901:2009-01 inklusive Kurzbeschreibung

Die DIN 69901-1 beschreibt Grundlagen, die DIN 69901-2 Prozesse und Prozessmodelle, die DIN 69901-3 anwendbare Methoden, die DIN 69901-4 Daten und Datenmodelle und der letzte Abschnitt, die DIN 69901-5, Begriffe rund um Projektmanagement und Projektmanagement Systeme [225–227].

Nach DIN 69901-5:2009-01 wird ein Projekt definiert als „*Vorhaben, das im Wesentlichen durch Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist*“ [225, S11] . Damit bezieht sich die Einmaligkeit auf die „*(...) Zielvorgabe, zeitliche, finanzielle, personelle oder andere Begrenzungen projektspezifischer Organisation (...)*“ [225, S11].

Die einzelnen Phasen für dieses Projekt wurden der DIN 69901:2009-01 nachempfunden. Diese sieht fünf Phasen vor, welche in Tabelle 2 dargestellt sind [224,225]:

<b>Phase</b>	<b>Beschreibung</b>
Initiierungsphase	Diskussion einer Idee, Auswahlentscheidung und Vergleich vorhandener Ideen. Vergleich von Chancen und Risiken. Beendigung der Phase mit Entscheidung für oder gegen ein Projekt.
Definitionsphase	Definition der Projektziele, Erarbeitung des Projektauftrags, Verteilung von Verantwortlichkeiten und Rollen, Teamentwicklung

Planungsphase	Art und Weise wie ein Ziel realisiert werden sollen. Als Ergebnis wird ein detaillierter Projektplan festgehalten.
Steuerungsphase	Auch Umsetzungs- oder Realisierungsphase bezeichnet. Der Projektleiter sorgt für einen beabsichtigten Ablauf des Projektplans. Es werden die beabsichtigten Schritte eingeleitet, der Arbeitsfortschritt ermittelt sowie das Ergebnis überprüft. Das Ergebnis dieser Phase stellt ein fertiges Produkt dar.
Abschlussphase	Abgeschlossen wird das Projekt mit einer Würdigung des Projektgeschehens und der Mitarbeiter, Abschlussdokumente verfasst und die gelernten Lektionen festgehalten. Ebenfalls bewerten die Mitarbeiter das Projekt.

Tabelle 3.2 DIN 69901-5:2009-01 Phasenbeschreibung [157]

Die „Initiierungsphase“ [226, S.10] beschreibt die erste Phase in der eine Idee grundlegend diskutiert und überprüft wird. Ziel dieser Phase ist es sich für die Fortführung oder Beendigung eines Projektes zu entscheiden, anhand von Abwägungen beispielsweise eines Kosten-Nutzen- oder Chancen-Risiken-Verhältnisses.

Die „Definitionsphase“ [226, S.22] ist die zweite Phase und beschreibt eine Phase, in der die Rahmenbedingungen für die Umsetzung eines Projektes erfolgt. Es wird ein Projektziel definiert, die Projektmitarbeiter werden benannt und erhalten ihre Rollen sowie Aufgaben zur Erfüllung der Projektziele.

In der „Planungsphase“ [226, S.44] wird ein detaillierter Projektplan erstellt, damit festgehalten wird in welcher Art und Weise ein Ziel erreicht werden soll.

Die „Steuerungsphase“ [226, S.11], auch als Phase der Umsetzung oder Realisierung bezeichnet, beschreibt die Phase in der anhand des zuvor erstellten Projektplans die ursprüngliche Idee in die Realität, zum Beispiel in Form eines Produktes oder einer Dienstleistung, umgesetzt wird. Der Projektleiter überprüft und unterstützt bei der Durchführung der zuvor definierten Aufgaben und dient als zentrale Anlaufstelle für alle Projektbeteiligten.

Die letzte Phase, die „Abschlussphase“ [226, S.11], dient der Beendigung des Projektes. Hier wird das Projekt durch alle Beteiligten gewürdigt, in dem Ergebnisse zusammengefasst, gelernte Lektionen festgehalten sowie das Geschehene bewertet wird. Der Projektleiter bedankt sich insbesondere an dieser Stelle und entlässt dann auch alle vom Projekt [224,225].

Die DIN 69901-2:2009-01 beschreibt in diesem Zusammenhang auch, dass die einzelnen Phasen nicht in dieser Form direkt übernommen oder benannt werden müssen, sondern auch an die Gegebenheiten des jeweiligen Projektes angepasst werden können [226, S.9-10].

Die Phasen im Rahmen dieses Projektes wurden dementsprechend durch den Autor, der als Projektleiter fungierte, definiert als zu erreichende Ziele einer Phase. Diese wurden dann mit den notfallmedizinischen Experten besprochen.

Es erfolgte mit Microsoft Office PowerPoint Version 16.30 eine Verschriftlichung und Visualisierung.

### **3.5 Auswahl der Komponenten**

Die einzelnen Komponenten für das Telenotarztkonzept wurden anhand der Grundanforderungen sowie der zu bewältigende Aufgabe benannt und ausgewählt.

Es wurde orientierend anhand der Hauptkomponenten „stationäre Kommunikationseinheit“, „mobile Kommunikationseinheit“ und „Vitaldatenübertragung“ (Definitionen dieser sind dem Kapitel 4.4.1 zu entnehmen) eine Marktrecherche durchgeführt. Die „stationäre Kommunikationseinheit“ beschreibt die Bestandteile, die für die Anwendung im Rettungswagen vorgesehen sind, während die „mobile Kommunikationseinheit“ für eine Anwendung an der Einsatzstelle genutzt werden soll.

Die „Vitaldatenübertragung“ umfasst die Komponenten, die eine Erhebung von Vitalparametern am Patienten ermöglichen sowie eine Übertragung in Echtzeit an den Telenotarzt ermöglichen.

Etablierte Kamera- und Videosysteme aus den zuvor beschriebenen Systemen (siehe Kapitel 1.3 und Kapitel 1.4) bestehen aus einer Netzwerkkamera mit Pan-Tilt-Zoom Funktionen (PTZ; aus dem Englischen für Schwenk-Neige und Vergrößerung) für die stationäre Kommunikationseinheit und einer Hardware gebundenen Lösung für die mobile Kommunikationseinheit. Diese sind zumeist kabelgebunden (z.B. einem LAN-Kabel) mit einem weiteren System als Übertragungsmöglichkeit (z.B. einem internetfähigen Router) verbunden oder können selbstständig über integrierte Simkarten eine Verbindung zum Internet aufbauen.

Ebenso existieren eine interne (z.B. ein Akku) oder eine externe Stromquelle (z.B. Kabelgebunden mit einer 230 V Steckdose).

Etablierte Vitaldatenübertragungssysteme wie in den zuvor beschriebenen Systemen (Kap. 1.3 und 1.4) können relevante Vitalparameter wie Blutdruck (RR), Sauerstoffsättigung (SpO<sub>2</sub>), Herzfrequenz (HF) und Puls messen. Diese können zudem über eine eigene Übertragungsmöglichkeit oder eine angebundene (z.B. kabellose Netzwerkverbindung) zu einem Router eine Verbindung zum Internet aufbauen und Daten für entsprechende Nutzer zur Verfügung stellen.

Darauf ergaben sich folgende Suchbegriffe für die Marktrecherche über die Suchmaschine „Google Search“ [228]:

Auf Grund der genutzten technischen Komponenten in den zuvor beschriebenen telemedizinischen Systemen (siehe für die Komponenten Kap. 1.3 und 1.4) wurden die folgenden Suchbegriffe „Videokommunikation“, „Live Videokommunikation“, „Netzwerkkamera“, „IP-Kamera“, „Videocommunication“, „Live Videocommunication“, „IP-Camera“, „Network Camera“, „Videoconference“, „Videoconference Application“, „Live Vitaldatenübertragung“, „mobile Vitaldaten Übertragung“, „Telemedizin im Rettungsdienst“, „Vitaldatenüberwachung“, „Live Vitaldata transmission“ und „Telemedicine in Emergency Medicine“ für die Recherche verwendet. Durch den Autoren wurden noch folgende Begriffe hinzugefügt: „Mobile Communication Application“, „Portable Vitaldata“, „medical camera“ und „mobile medical camera“

Für die „stationäre Kommunikationseinheit“ wurden die Suchbegriffe „Videokommunikation“, „Live Videokommunikation“, „Netzwerkkamera“, „IP-Kamera“ auf Deutsch und auf Englisch „Videocommunication“, „Live Videocommunication“, „IP-Camera“, „Network Camera“, „medical camera“ verwendet.

Für die „mobile Kommunikationseinheit“ wurden die Suchbegriffe „Videokommunikation“, „Live Videokommunikation“, „Videokonferenz“ auf Deutsch und auf Englisch „Videocommunication“, „Live Videocommunication“, „Videoconference“, „Videoconference Application“, „Mobile Communication Application“, „mobile medical camera“ verwendet.

Für die „Vitaldatenübertragung“ wurden die Suchbegriffe „Live Vitaldatenübertragung“, „mobile Vitaldaten Übertragung“ „Telemedizin im Rettungsdienst“, „Vitaldatenüberwachung“ auf Deutsch und auf Englisch „Live Vitaldata transmission“, „Telemedicine in Emergency Medicine“ „Portable Vitaldata“ verwendet.

Anhand der in Tabelle 3.3 dargestellten Auswahlkriterien wurden die Suchergebnisse der Marktrecherche ausgewählt.

---

<b>Auswahlkriterien der Marktrecherche Ergebnisse</b>
Kostengünstig
Verfügbarkeit & Bezug direkt beim Hersteller
Servicekontakt in Deutschland
Service, Reparatur & Garantie durch den Hersteller
Standardkomponenten
Kompatibilität zu gängigen Hardware- & Software-Systemen
Verfügbarkeit von offenen Schnittstellen (Ton & Bild / Video-Übertragung)
Vorhandene Webanwendung
„On-Premise“ Installation und Betrieb
Einfache Bedienung
Weltweit nutzbar

---

Tabelle 3.3 Auswahlkriterien der Marktrecherche Ergebnisse

Als gängige Hardware- & Software-Systeme wurden die Betriebssysteme Windows des Herstellers Microsoft und macOS von Apple eingeschlossen, aber auch Android vom Entwicklungskonsortium Open Handset Alliance [229–232].

Ausgeschlossen wurden damit insbesondere Ergebnisse, die keinen Servicekontakt in Deutschland hatten oder zur Zeit der Konzeption nicht lieferbar waren, da ein nachhaltiger aber auch lokaler Servicekontakt als zeitnahe Rückfallebene einen zügigen Ersatz ermöglichen sollte. Ebenfalls wurde Software ausgeschlossen, welche nicht vor Ort auf lokalen Servern („englisch: on-premise“) installiert und betrieben werden konnte.

Ebenfalls ausgeschlossen wurden Ergebnisse, welche nicht an Endverbraucher, sondern nur an spezielle zertifizierte Unternehmen oder staatliche Institutionen aus dem Bereich der Verteidigung oder Rüstung vertrieben werden dürfen.

Die damit erhaltenen Ergebnisse wurden dann den Kosten nach sortiert und das Produkt mit den geringsten Kosten ausgewählt.

Nach Erhalt der Komponenten wurden diese installiert, auf Ihre Funktion überprüft und nach Angaben der jeweiligen Hersteller miteinander verknüpft.

### **3.6 Test der einzelnen Komponenten in einer Demoumgebung**

Vor Anwendung der einzelnen Komponenten an Probanden oder Patienten muss sichergestellt werden, dass diese den Vorgaben entsprechend funktionieren und zeitgleich keine Gefährdung darstellen für Patienten und Anwender.

Ursprünglich durch des Medizinproduktegesetz (MPG), aber seit dem 26.05.2021 durch das Medizinprodukte-Durchführungsgesetz (MPDG) wird die Anwendungen von medizinischen Produkten, die am Menschen einen diagnostischen oder therapeutischen Zweck haben geregelt. Im Rahmen der Harmonisierung der Gesetze im EU-Raum dient dieses Gesetz einer Ergänzung der europäischen Medizinprodukteverordnung (EU) 2017/745 (Medical Device Regulation, MDR) und der EU-Verordnung für In-vitro-Diagnostika (EU) 2017/746 (In-vitro Diagnostics Regulation, IVDR). Damit lösen die MDR und das MPDG das MPG ab [233–238].

Das MDR definiert in Artikel 2 ein Medizinprodukt wie folgt:

*„Medizinprodukt“ bezeichnet ein Instrument, einen Apparat, ein Gerät, eine Software, ein Implantat, ein Reagenz, ein Material oder einen anderen Gegenstand, das dem Hersteller zufolge für Menschen bestimmt ist und allein oder in Kombination einen oder mehrere der folgenden spezifischen medizinischen Zwecke erfüllen soll:*

- *Diagnose, Verhütung, Überwachung, Vorhersage, Prognose, Behandlung oder Linderung von Krankheiten,*
- *Diagnose, Überwachung, Behandlung, Linderung von oder Kompensierung von Verletzungen oder Behinderungen,*
- *Untersuchung, Ersatz oder Veränderung der Anatomie oder eines physiologischen oder pathologischen Vorgangs oder Zustands,*
- *Gewinnung von Informationen durch die In-vitro-Untersuchung von aus dem menschlichen Körper — auch aus Organ-, Blut- und Gewebespenden — stammenden Proben*

*und dessen bestimmungsgemäße Hauptwirkung im oder am menschlichen Körper weder durch pharmakologische oder immunologische Mittel noch metabolisch erreicht wird, dessen Wirkungsweise aber durch solche Mittel unterstützt werden kann (Artikel 2 Absatz 1 MDR).*

Der hier beschriebene Zweck wird durch den Hersteller in einer so genannten Zweckbestimmung definiert. Damit definiert dieser, ob das Produkt (oder auch eine Software) überhaupt als Medizinprodukt (MP) einzustufen ist sowie wofür es angewandt

werden darf. Diese Einstufung als MP hat damit weitreichende Konsequenzen, da solch Produkte zunächst durch den Hersteller nur in den Verkehr gebracht und in Betrieb genommen werden dürfen, wenn die Anforderungen der MDR erfüllt sind (Artikel 10 Absatz 1 MDR). In vollem Umfang sind diese der MDR sowie der MPDG zu entnehmen, aber erfordern insbesondere allein vom Hersteller, dass ein Risikomanagementsystem (Artikel 10 Absatz 2 MDR), eine klinische Bewertung (Artikel 10 Absatz 3 MDR), eine stets zur Verfügung stehende aktuelle technische Dokumentation inklusive Konformitätsbewertung (Artikel 10 Absatz 4 MDR) sowie ein Qualitätsmanagementsystem (Artikel 10 Absatz 9 MDR) existiert, dass schnellst möglich Korrekturmaßnahmen ermöglicht und den entsprechenden Stellen und Behörden kommuniziert (Artikel 10 Absatz 12 MDR).

Eine sogenannte Konformitätsbewertung (Artikel 19 MDR) bedeutet für den Hersteller, dass alle in der MDR beschriebenen Anforderungen erfüllt werden (Artikel 19 Absatz 1 MDR) sowie der Hersteller die Verantwortung übernimmt, dass nicht nur die Anforderung der MDR sondern auch alle anderen Rechtsvorschriften der EU entsprochen wird (Artikel 19 Absatz 3 MDR).

Zudem wird neben der Konformitätsbewertung auch eine CE-Konformitätskennzeichnung gefordert (Artikel 20 MDR). Die CE-Konformitätskennzeichnung wird ebenso nur durch den Hersteller angebracht (Artikel 30 Absatz 1 Verordnung (EG) Nr. 765/2008) und beschreibt, dass der Hersteller die Verantwortung übernimmt für das Produkt und es den Anforderungen der harmonisierten Rechtsvorschriften übereinstimmt (Artikel 30 Absatz 3 Verordnung (EG) Nr. 765/2008).

Damit bedarfs es für jedes neue Produkt, inklusive Updates bei Softwarelösungen, eine neue Bewertung und Zertifizierung und ist damit mit einem erheblichen Zeit-, Ressourcen- und Kosteneinsatz verbunden [239–242].

Auf Grund der Ergebnisse der Marktrecherche, konnte nur bei der Vitaldatenübertragung ein MP hiermit eingeschlossen werden, welches vor Anwendung nach Herstellervorgaben geprüft und dann in Betrieb genommen wurde.

Aus Sicht des Autors sind damit nicht nur die Systeme zur Vitaldatenübertragung als MP einzuordnen, sondern auch die der Video- und Bildübertragung. Da die Möglichkeit der Diagnose allein anhand der Systeme zur Visualisierung des Patienten das Stellen einer Diagnose ermöglicht und infolgedessen auch therapeutische Maßnahmen angeordnet und durchgeführt werden könnten.

Aus diesen Gründen wurden zuerst die einzelnen Kommunikationseinheiten in eine Demonstrationsumgebung platziert und darauf von den Teilnehmern der Expertengruppe in einem geleiteten Versuch angesteuert und überprüft. Die Erfassung erfolgte anhand eines Fragebogens. Alle freiwilligen Teilnehmer haben vor der Durchführung des Versuches ein Infoschreiben zum Versuch erhalten sowie einer Datenschutzerklärung zugestimmt.

Die Demonstrationsumgebung bestand aus einer handelsüblichen Papierkiste der Größe 38 cm x 29 cm x 23 cm (Länge, Breite, Höhe) mit verschließbarem Deckel und wurde als realistische Umgebung präpariert. Diese Größe wurde ausgewählt, da ein Transport an unterschiedliche Stellen möglich wäre sowie die aktuellen Tageslichtbedingungen erhalten blieben:

Drei Wände der Kiste wurden mit weißem Papier beklebt und es wurden makroskopische-anatomische und mikroskopisch-histologische Lernkarten mit Abbildungen befestigt aus den Sets Prometheus LernKarten der Anatomie sowie Sobotta Lernkarten Histologie und Sobotta Lernkarten Muskeln. Die genaue Platzierung kann der folgenden Abbildung 3.1 entnommen werden zudem die genaue Bezeichnung und Lage der Tab. 3.4 [243–245]. Die Auswahl dieser unterschiedlichen Karten der mikroskopischen sowie makroskopischen Anatomie, aber auch der schematischen Darstellung wurden ausgewählt auf Grund ihrer guten Kontraste, unterschiedlichen Form der Darstellung mitsamt den kleineren Details die einer medizinischen Beurteilung von unterschiedlichen Befunden sehr nahe kommen.

<b>Wand</b>	<b>Lernkarte</b>	<b>Ursprung</b>
Ausgangsposition	Aufbau des Plexus Brachialis - Nr. 181	Prometheus [243]
Links	Schilddrüse - Nr. 121	Sobotta Histologie [244]
Rechts	Nebenhoden - Nr. 97	Sobotta Histologie [244]
	Musculus Mentalis - Nr. 183	Sobota Muskeln [245]

Tabelle 3.4 Positionierung der Lernkarten in der Demoumgebung

Anhand dieser möglichst realistischen und farbkontrastreichen Umgebung sollten die Anwender vor Anwendung am Patienten an die Funktionalität des Konzeptes und seiner Komponenten herangeführt werden sowie praktische Erfahrung sammeln. Ebenso konnte damit eine erste Testreihe erfolgen, die eine längere Belastung für das System wäre und auf technische Schwachstellen und Ausfälle deuten könnte.

Nach Beendigung der Tests für die stationäre und mobile Kommunikationseinheit wurde in Form einer durch den Autor geleiteten Expertendiskussion die Erkenntnisse in Form einer Pro-und Contra-Liste erfasst und dokumentiert.

### 3.6.1 Stationäre Kommunikationseinheit

In der Demoumgebung wurde die Kamera mit angeschlossenem Mikrofon sowie Lautsprecher platziert und mit der Stromversorgung, einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) verbunden. Ebenfalls wurde die Kamera mit dem Router verbunden. Der Router und die USV wurden außerhalb der Kiste platziert.

Die folgende Abbildung 3.1 stellt die beschriebene Demonstrationsumgebung dar.



Abbildung 3.1 Demoumgebung mit stationärer Kommunikationseinheit, eigene Darstellung

### **3.6.2 Mobile Kommunikationseinheit**

Die mobile Kommunikationseinheit wurde wie die stationäre Kommunikationseinheit in der Demonstrationsumgebung platziert und getestet.

Nach Installation der Software Cisco Jabber des Herstellers Cisco auf dem Telenotarzt PC ferne auf der mobilen Einheit, Panasonic FZ-G1 Tablet, wurde zwischen zwei angemeldeten Benutzerkonten eine Videokonferenz aufgebaut und jeweils durch den Autor sowie Mitglieder der Expertengruppe durchgeführt [246,247].

Bei dieser Videokonferenz wurde nach Aufbau der Verbindung und einem kurzen Gespräch, das Tablet in die Demoumgebung platziert und wie bei der stationären Kommunikationseinheit Bedienbarkeit als auch Qualität der wiedergegebenen Videos-und Bilder beurteilt.

### **3.6.3 Test der Demoumgebung**

Anhand einer Versuchsreihe konnten die Teilnehmer der Expertengruppe die beiden Kommunikationseinheiten in der Demoumgebung testen und dann anhand eines Fragebogens evaluieren.

Die Versuchsreihe durchlief jeder Teilnehmer insgesamt viermal. Nach einer schriftlichen und mündlichen Einwilligung wurden durch jeden Teilnehmer die beiden (stationäre und mobile) Kommunikationseinheiten jeweils in einer hellen Umgebung, am Tage und einer dunklen Umgebung, am Abend bzw. nachts getestet. Damit wurden zwei Versuche am Tage sowie zwei bei Nacht durchgeführt.

Der Autor leitete die einzelnen Versuche und die Mitglieder der Expertengruppe konnten sich von einem Eingabegerät Ihrer Wahl auf die Kommunikationseinheiten einloggen.

### **3.6.4 Fragebogen**

Dieser bestand aus fünf unterschiedlichen Abschnitten und insgesamt 19 Fragen (Items). Dieser Fragebogen verteilt sich auf zwei Seiten und wird in der Abbildung 3.2, sowie 3.3 dargestellt.

Da zur Anwendung eines solchen sich in der Entwicklung befindlichen telemedizinischen Systems keine öffentlichen Fragebögen (nach ausführlicher Literaturrecherche in den gängigen wissenschaftlichen Datenbanken Pubmed, Google Scholar, MEDLINE und Cochrane Library) auf Deutsch verfügbar sind, konnten nur für den letzten Abschnitt Fragen aus einem nur im Englischen standardisierten Fragebogens als Vorlage genutzt werden, um Fragen in deutscher Sprache zu erstellen.

In den Feldern in denen keine Antwortmöglichkeiten vorgegeben wurden, konnten die Teilnehmer einen Freitext als Antwort einfügen. Waren Antwortmöglichkeiten vorgegeben konnte durch die Teilnehmer eine passende Antwort ausgewählt werden.

## Fragebogen zur Telemedizin-Demo

### Anwender und Standort

	<i>Frage</i>	<i>Antwort</i>			
1	Datum & Uhrzeit				
2	Zu testendes System	<input type="checkbox"/> Stationäres System	<input type="checkbox"/> Mobiles System		
3	Standort des Anwenders	<input type="checkbox"/> Klinik	<input type="checkbox"/> Praxis	<input type="checkbox"/> Universität	<input type="checkbox"/> Daheim <input type="checkbox"/> Büro
4	Lichtverhältnisse	<input type="checkbox"/> Hell / Tagsüber		<input type="checkbox"/> Dunkel / Nachts	
5	Verwendetes Gerät	<input type="checkbox"/> Smartphone	<input type="checkbox"/> Tablet	<input type="checkbox"/> Laptop	<input type="checkbox"/> Desktop

### Bild- und Videoübertragung

	<i>Frage</i>	<i>Antwort</i>	
6	Ist ein Zugriff auf die Kamera möglich ?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
7	Wird nach dem Login ein flüssiges Bild angezeigt?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
8	Können Sie die Kamera bewegen?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
9	Welches Bild wird Ihnen in der Ausgangsposition angezeigt?		
10	Welches Bild wird Ihnen auf der linken Seite angezeigt?		
11	Welches Bild wird Ihnen auf der rechten Seite angezeigt?		

### Audioübertragung

	<i>Frage</i>	<i>Antwort</i>	
12	Konnten Sie eine Audionachricht hören?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
13	Was wurde in dieser Audionachricht gesagt?		

### Übertragungsqualität

	<i>Frage</i>	N/A	Schulnoten	1	2	3	4	5	6
14	Beschreiben Sie die Bildqualität	<input type="checkbox"/>	Sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ungenügend
15	Beschreiben Sie die Audioqualität	<input type="checkbox"/>	Sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ungenügend

- 1 -



**Emergency Talk Network**  
emergency-talk.com





Abbildung 3.2 Fragebogen zur Demonstrationsumgebung - Seite 1, eigene Darstellung

<b>Telemedizin</b>										
	<b>Frage</b>	N/A		1	2	3	4	5	6	7
<b>16</b>	<b>Ich fühle mich wohl, (mit dem Arzt) über das Telemedizinssystem zu kommunizieren</b>	<input type="checkbox"/>	Stimme nicht zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stimme zu
<b>17</b>	<b>Telemedizin ist eine akzeptable Möglichkeit Gesundheitsdienste in Anspruch zu nehmen</b>	<input type="checkbox"/>	Stimme nicht zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stimme zu
<b>18</b>	<b>Ich würde telemedizinische Leistungen nochmal nutzen</b>	<input type="checkbox"/>	Stimme nicht zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stimme zu
<b>19</b>	<b>Insgesamt bin ich zufrieden mit diesem Telemedizinssystem</b>	<input type="checkbox"/>	Stimme nicht zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stimme zu


**Feld für Kommentare / Kritik / Anregungen**

**Vielen Dank für Ihre Teilnahme !**

**Emergency Talk Network**  
emergency-talk.com

- 2 -



**THM**  
TECHNISCHE HOCHSCHULE MITTELHESSEN




Abbildung 3.3 Fragebogen zur Demonstrationsumgebung - Seite 2, eigene Darstellung

Im ersten Versuchsabschnitt wurden anhand von 5 Items Informationen des Anwenders sowie des Standortes erfasst (siehe Tab 3.5):

Nummer	Item	Antwort
1	Datum und Uhrzeit	Freitext
2	Zu testendes System	„Stationäres System“, „Mobiles System“
3	Standort des Anwenders	„Klinik“, „Praxis“, „Universität“, „Daheim“, „Büro“
4	Lichtverhältnisse	„Hell / Tagsüber“, „Dunkel / Nachts“
5	Verwendetes Gerät	„Smartphone“, „Tablet“, „Laptop“, „Desktop“

Tabelle 3.5 Items zum Anwender über Informationen und Standort

Im zweiten Versuchsabschnitt wurde die Bild- und Videoübertragung überprüft. Die Anwender sollten nach dem Login die Kamera bewegen und die jeweiligen Bilder erkennen. Dies wurde anhand von 6 Punkten erfasst und werden in der folgenden Tab 3.6 dargestellt:

Nummer	Item	Antwort
6	Ist ein Zugriff auf die Kamera möglich?	„Ja“, „Nein“
7	Wird nach dem Login ein flüssiges Bild angezeigt?	„Ja“, „Nein“
8	Können Sie die Kamera bewegen?	„Ja“, „Nein“
9	Welches Bild wird Ihnen in der Ausgangsposition angezeigt?	Freitext
10	Welches Bild wird Ihnen auf der linken Seite angezeigt?	Freitext
11	Welches Bild wird Ihnen auf der rechten Seite angezeigt?	Freitext

Tabelle 3.6 Items zu Bild- und Videoübertragung

Im dritten Versuchsabschnitt wurde die Audioübertragung erfasst. Der Autor las eine standardisierte Audionachricht, in Form des Satzes „Guten Tag, ich heiße Max Mustermann und teste heute die Telemedizin“ vor, welche von den Anwendern gehört werden sollte. Darauf erfolgt die Beantwortung von folgenden 2 Items (siehe Tab 3.7):

Nummer	Item	Antwort
12	Konnten Sie eine Audionachricht hören?	„Ja“, „Nein“
13	Was wurde in dieser Audionachricht gesagt?	Freitext

Tabelle 3.7 Items zur Audioübertragung

Im vierten Versuchsabschnitt wurde die Bild und Audio-Übertragungsqualität erfasst in Form von 2 Items (siehe Tab 3.8). Frage 15 konnte anhand einer 6 stufigen Skala „1=sehr gut“, 2=gut, „3=befriedigend“, „4=ausreichend“, „5=mangelhaft“, „6=ungenügend“, „N/A=Nicht vorhanden“ beantwortet werden.

<b>Nummer</b>	<b>Item</b>	<b>Antwort</b>
14	Beschreiben Sie die Bildqualität	„Ja“ „Nein“
15	Beschreiben Sie die Audioqualität	1 bis 6

Tabelle 3.8 Items zur Qualität der Bild- und Audioübertragung

Im fünften Versuchsabschnitt wurde anhand einer durch den Autor erstellten Übersetzung von ursprünglich in Englisch verfassten Items des „Telehealth Usability Questionnaires“ (TUQ) [248] Fragen an die Anwender zur Zufriedenheit und der weiteren zukünftigen Anwendung der Telemedizin gestellt (siehe Tab 3.9). Diese Items bilden einen eigenen Abschnitt „Satisfaction and Future Use“ im TUQ mit einem Cronbachs Alpha von 0,91 (roh) und 0,92 (standardisiert) [248]. Die Antwortmöglichkeiten für die Fragen 16 bis 19 konnten anhand einer 7 stufigen Skala von „1 = Stimme nicht zu“ bis „7 = Stimme zu“ als auch der Möglichkeit „N/A = Nicht vorhanden“ beantwortet werden.

Da die Übersetzung eines Fragebogens nicht gleichzeitig einhergeht mit einer auch gleichbleibenden Validität wie bei der Ursprungsversion, wurde in diesem Fall bewusst auf eine weitere Testreihe zur Überprüfung dieser verzichtet. Insbesondere auf Grund des Umfangs der dafür benötigten Versuchsreihe sowie der Umstand, dass es sich um einen Demonstrationsversuch handelte wurde auf eine tiefer gehende Validierung verzichtet, zumal die Daten nur deskriptiv ausgewertet werden.

Da der Autor aber native Speaker im Deutschen, sowie im Englisch ist, wurde die Übersetzung von diesem durchgeführt. Im Anschluss führte ein weiterer native Speaker für Englisch und Deutsch eine Kontrolle der Übersetzung durch, in dem eine Übersetzung aus dem Deutschen ins Englische erfolgte.

<b>Nummer</b>	<b>Item</b>	<b>Antwort</b>
16	Ich fühle mich wohl, (mit dem Arzt) über das Telemedizinssystem zu kommunizieren	1 bis 6
17	Telemedizin ist eine akzeptable Möglichkeit	1 bis 6

Gesundheitsdienste in Anspruch zu nehmen		
18	Ich würde telemedizinische Leistungen nochmal nutzen	1 bis 6
19	Insgesamt bin ich zufrieden mit diesem Telemedizinsystem?	1 bis 6

Tabelle 3.9 Items zur Zufriedenheit und der weiteren zukünftigen Anwendung der Telemedizin

Nach Beendigung des Versuchs wurden die Fragebögen durch die Anwender ausgefüllt und an den Versuchsleiter zur Auswertung zurückgegeben.

Bei den Fragen Nr. 9, 10, 11, 14 konnte mit einem Freitext geantwortet werden. Wurde die korrekte Antwort angegeben, wurde dies durch den Untersucher als „Richtig“ bzw. bei einer inkorrekten Antwort als „Falsch“ erfasst.

Die Erfassung der Daten erfolgte digital in Microsoft Excel Version 16.62 (Microsoft Corp. Vermont, USA). Die deskriptive Statistik wie auch die Visualisierung erfolgten per Microsoft Excel und R Studio Desktop Version 2022.02.3+492 (R Studio Corp. Boston, Massachusetts, USA). Zur Visualisierung wurden Balken- und Säulendiagramme erstellt.

Für die Datenanalyse wurde grundsätzlich ein exploratives, sowie deskriptives Vorgehen geplant.

Nach Beendigung der Evaluation wurde in Form einer durch den Autor geleiteten Expertendiskussion die Erkenntnisse der Versuche präsentiert und die Ergebnisse der Diskussion in Form einer Pro-und Contra-Liste erfasst und dokumentiert.

### **3.7 Test der Komponenten anhand eines vordefinierten Testszenarios**

Um die einzelnen Komponenten in ihrer geplanten Funktion als telemedizinisches System zu testen, wurden diese im nächsten Schritt in einer realen klinischen Umgebung platziert. Es sollte eine Verbindung zwischen einem Krankenhaus und einer Demoumgebung getestet werden in dem ein notfallmedizinisches Szenario bewältigt werden sollte mit telemedizinischer Unterstützung. Darauf würde eine Bewertung durch die Teilnehmer und Experten erfolgen.

Als klinische Umgebung wurde das evangelischen Krankenhaus Gießen ausgewählt. Dort wurde im Arztzimmer der Notaufnahme ein Telenotarztarbeitsplatz eingerichtet:

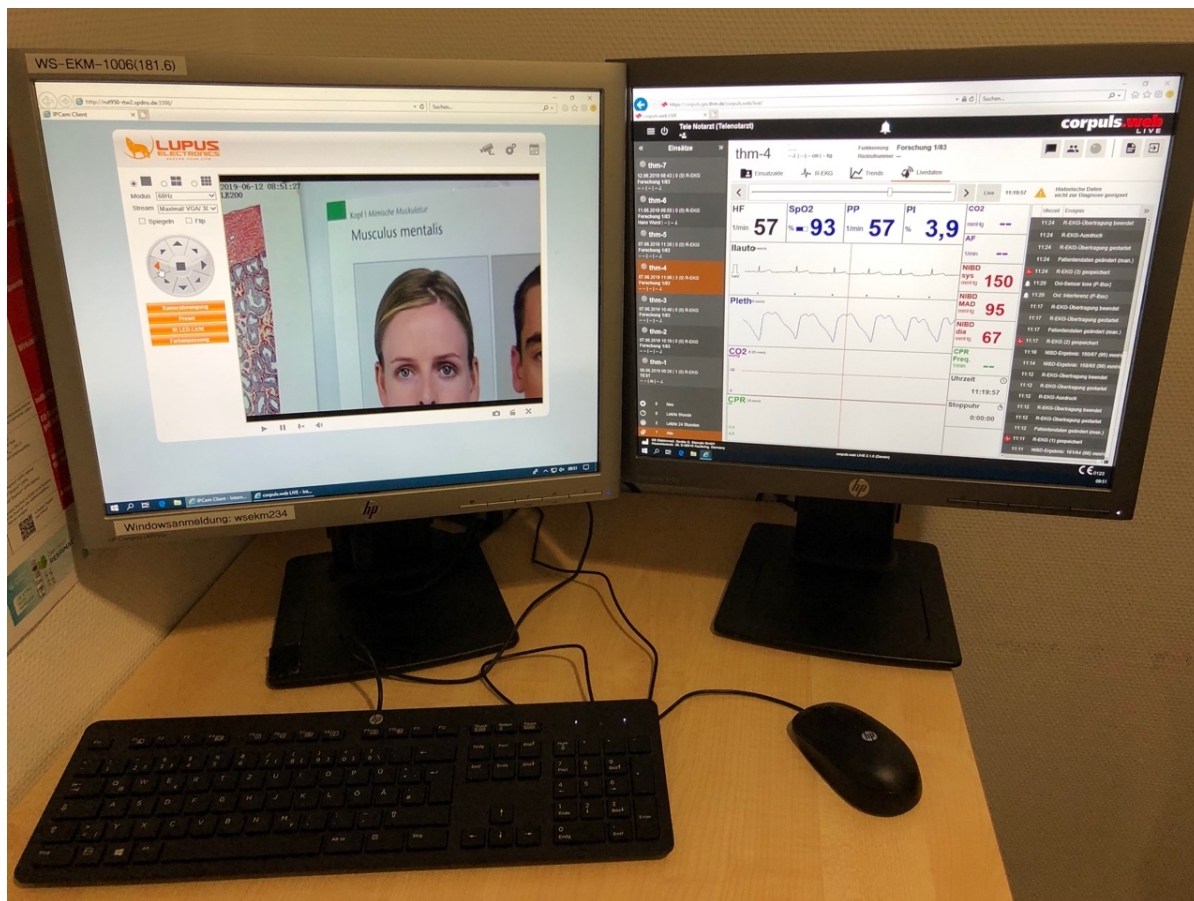


Abbildung 3.4 Arbeitsplatz des Telenotarztes im evangelischen Krankenhaus Mittelhessen (Gießen), eigene Darstellung

Von diesem Arbeitsplatz können die an dem Szenario teilnehmende Ärzte anhand personalisierter Zugangsdaten auf die mobile bzw. stationäre Kommunikationseinheit zugreifen. Ebenso könnte auf die Vitaldatenübertragung zugegriffen werden.

Als Szenario wurde das Krankheitsbild eines Akuten Koronar Syndroms (ACS) mit einem ST-Strecken Hebungsinfarkt (STEMI) geplant:

Ein Schauspielpatient beschreibt typische Brustschmerzen und alarmiert den Rettungsdienst. Dieser behandelt den Patienten an der Einsatzstelle, einem Büro an der Technischen Hochschule Mittelhessen (THM).

Da bei diesem Krankheitsbild eine notärztliche Therapie von Nöten ist und dementsprechend eine Notarztzuführung gefordert ist (nach Indikationskatalog des Landes

Hessen [249,250]), sollte die physische Abwesenheit des Notarztes durch die telemedizinische Lösung in diesem Versuch exemplarisch ersetzt werden.



Abbildung 3.5 Anwendung der mobilen Kommunikationseinheit durch den Rettungsdienst an der Einsatzstelle zur Konsultation mit dem Telenotarzt, eigene Darstellung

In Folge der Diagnosestellung durch den RD wird ein NA zur Einsatzstelle angefordert. Da aber auch ein NA telemedizinisch hinzugeschaltet werden könnte, würde dieser die Therapie übernehmen und den Patienten bis zum Eintreffen in der Notaufnahme des evangelischen Krankenhauses begleiten.



Abbildung 3.6 Blick des Telenotarztes auf den Patienten und seine Vitalfunktionen während eines laufenden Einsatzes, eigene Darstellung

Zur Standardisierung des Szenarios wurde durch den Autor ein detailliertes Skript (siehe Anhang) erstellt und allen Teilnehmenden zur Verfügung gestellt. Die Teilnehmenden des Versuches waren Studenten der THM mit rettungsdienstlicher Ausbildung (Rettungsassistent und Rettungssanitäter) sowie langjähriger Berufserfahrung und zwei Fachärzte mit Leitungsfunktion aus der Notaufnahme des evangelischen Krankenhaus Mittelhessen mit der Zusatzbezeichnung Notfallmedizin.

Die vorgegebene Therapie orientierte sich an den medizinischen Leitlinien zur Behandlung des ACS und den landesspezifischen Vorgaben zur präklinischen Notfalltherapie [109,251]. Das vollständige Skript befindet sich im Anhang.

Durch die hier durchgeführte Standardisierung des medizinischen Szenarios anhand eines Skriptes sollte damit der Schwerpunkt des Versuchs auf technische Aspekte gelegt werden, aber auch die Integration solch eines Konzeptes in notfallmedizinische Abläufe im Rettungsdienst und dem klinischen Alltag einer Notaufnahme.

Zur besseren Visualisierung und Bewertung wurde diese Simulation durch einen Beobachter gefilmt und der Expertendiskussion zur Verfügung gestellt.

Nach Beendigung des Tests wurde in einer durch den Autor geleiteten Expertendiskussion die Erkenntnisse der Versuche in Form einer Pro-und Contra-Liste erfasst und dokumentiert. Die Teilnehmer des Simulationsversuchs nahmen ebenfalls an dieser Diskussion teil, um insbesondere eine Bewertung aus Patienten- und Anwendersicht zu ermöglichen.

Insbesondere die Punkte Qualität der Übertragung der einzelnen Systeme, Gebrauchstauglichkeit und technische Auffälligkeiten sollten beurteilt werden, da dies die erste Anwendung dieses Konzeptes in einem Rettungsdiensteinsatz darstellte. Ebenfalls sollten weitere technische Auffälligkeiten, gefährlich wirkenden Zwischenfälle wie Verbindungsabbrüche, Kommunikationsschwierigkeiten oder Probleme im Umgang mit den einzelnen Lösungen festgestellt und beurteilt werden.

Durch den Autor wurden die Ergebnisse der Diskussion in Form einer Pro-und Contra-Liste erfasst und dokumentiert.

### **3.8 Anforderungen an die Entwicklung einer telemedizinischen Lösung**

In Folge der bisherigen Ergebnisse wurden nun Anforderungen an die Entwicklung einer informatischen Lösung gestellt.

Diese wurden durch den Autor definiert und sollten darauf durch einen Softwareentwickler mit Erfahrung in medizinischer Informatik, aber auch notfallmedizinischen Versorgung genutzt werden, um eine entsprechende Lösung zu entwickeln.

Dafür wurde eine Abschlussarbeit für den akademischen Grad des Master of Science an der Technischen Hochschule Mittelhessen ausgeschrieben.

In enger Abstimmung erfolgt die Entwicklung unter der Federführung des Autors, während durch den Studierenden ausschließlich die Softwareentwicklung übernommen wurde.

Da das Institut für Medizinische Informatik des Fachbereichs Medizin mit dem Fachbereich Gesundheit der Technischen Hochschule Mittelhessen zusammenarbeitet, wurde der Schwerpunkt der Abschlussarbeit auf die Entwicklung der Software gelegt.

Durch den Autor der hiesigen Dissertation wurden die hierfür benötigten Anforderungen angelehnt an das Prinzip eines Lasten- und Pflichtenheftes definiert und erfasst.

Da die Entwicklung einer Software ohne definierte Anforderungen zu deutlichen Diskrepanzen zwischen Entwickler und Auftragsgeber bzw. Projektmanager führen kann, wird in vielen Bereichen der Informatik sowie weiteren Wirtschaftssektoren das Vorgehen anhand von Pflichten- und Lastenheften festgelegt [224,252].

### **3.8.1 Lasten- und Pflichtenheft**

Die Begriffe Lasten- und Pflichtenheft entstammen dem Projektmanagement und werden auch in der entsprechenden Norm DIN 69901-5 definiert [227]:

Das Lastenheft beschreibt „die vom Auftraggeber festgelegte Gesamtheit der Forderungen an die Lieferungen und Leistungen eines Auftragnehmers innerhalb eines Auftrages“ [227, S. 9].

Ein Lastenheft wird durch den Auftraggeber erstellt, damit die gewünschten Anforderungen und Spezifikationen für den Auftragsnehmer (bspw. ein Dienstleister) gesammelt sowie beschrieben werden. Wesentliche Bestandteile des Lastenheftes sind eine Beschreibung des Istzustandes, des Sollkonzeptes, der Schnittstellen, der Anforderungen (unterteilt in funktionale und nicht-funktionale), Risikoakzeptanz ferner des Entwicklungszyklus und der Systemarchitektur [224,253,254]. Eine Übersicht eines typischen Aufbaus kann der folgenden Tabelle 3.10 entnommen werden. Diese orientiert sich an den Vorgaben der VDI-Richtlinie 2519 Vorgehensweise bei der Erstellung von Lasten-/Pflichtenheften [254].

Da aber solche Richtlinien ursprünglich aus Bereichen von Produktionsprozessen der herstellenden Industrie entwickelt wurden, sollten für die Entwicklung von Softwarelösungen auch andere Standards herangezogen werden wie bspw. die Empfehlungen des IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications - IEEE Std 830-1998 [224,255].

---

## Aufbau Lastenheft

---

Einführung  
Beschreibung Ist-Zustand  
Beschreibung des Soll-Konzeptes  
Beschreibung von Schnittstellen  
Funktionale Anforderungen  
Nicht-funktionale Anforderungen  
Risikoakzeptanz  
Skizze des Entwicklungszyklus und der System Architektur  
Lieferumfang  
Abnahmekriterien

---

Tabelle 3.10 Aufbau eines Lastenheftes orientierend an den Vorgaben der VDI-Richtlinie 2519 [254]

Das Pflichtenheft wird im Vergleich dazu vom Dienstleister erstellt und wird ebenso in der Norm DIN 69901-5 definiert. Es umfasst „die vom Auftragnehmer erarbeiteten Realisierungsvorgaben auf der Basis des vom Auftraggeber vorgegebenen Lastenheftes“ [227, S. 10].

Damit stellt ein potenzieller Auftragnehmer dem Auftraggeber im Detail dar wie und mit welchen Mitteln die Anforderungen des Kunden erfüllt werden können. Dies umfasst nicht nur die einzelnen Bestandteile oder Komponenten, sondern auch detaillierte Projektpläne. Das für das Projekt gültige Lastenheft wird dann in Rücksprache mit dem Auftraggeber finalisiert und gilt dann als rechtliche Grundlage des Projektes [224,254,256].

### 3.8.2 Anforderungen

Da Anforderungen nach DIN ISO 9000:2015 - genormt sind als „(...) *Erfordernis oder Erwartung, das oder die festlegt, üblicherweise vorausgesetzt oder verpflichtend ist* (...)“ [257, S. 39] und dazu dienen sollen eine präzise Umsetzung für einen Auftraggeber zu ermöglichen, wurden diese in einem Pflichtenheft definiert und zusätzlich in folgende Kategorien geordnet: Funktionale Anforderungen und Nicht-funktionale Anforderungen [224,252].

Diese Unterteilung entstammt der Software Requirements Specification (SRS). Einem Standard des Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) zur Spezifikation von Software. Die aktuelle Version ist die ISO/IEC/IEEE 29148:2011-12 [258].

Funktionale Anforderungen stellen Anforderungen dar, die spezifisch für das Produkt sind. Deren Umsetzung dient also dem Zweck und der Bestimmung des Produktes und beschreiben damit was es leisten soll. (bspw. Dienste die geleistet werden sollen).

Hier hingegen sind Nicht-funktionale Anforderungen unspezifisch für das Produkt und stellen damit eine Bandbreite an Anforderungen dar, die bspw. technischer Art sein könnten, aber auch Anforderungen an die Qualität, die Benutzbarkeit oder an die Zuverlässigkeit. Oft wird hier von Rahmenbedingungen gesprochen, die damit auch messbar und prüfbar sein sollten [258–260].

Darauf wurden diese Anforderungen den Gruppen Usability, Datenschutz und -sicherheit, Patientensicherheit, Gerätesicherheit und Hygiene zugeordnet. Dies wurde in Form von zwei Tabellen (Funktionale und Nicht-funktionale Anforderungen) visualisiert.

### **3.8.3 Usability**

Der Begriff Gebrauchstauglichkeit (im englischen „Usability“) ist nach DIN EN ISO 9241-11:2018-11 in der deutschen Sprache definiert als *„Ausmaß, in dem ein System, ein Produkt oder eine Dienstleistung durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.“* [261, S. 9].

Systeme, Produkte oder Dienstleistungen sollen so gebrauchstauglich sein, dass mit einem möglichst geringen Aufwand, zeitnahe und zufriedenstellend Ziele erreichen werden können [261–263].

### **3.8.4 Datenschutz und -Sicherheit**

Wie schon zuvor im Kapitel 1.1.3 Datenschutz- und Datensicherheit beschrieben, sollen die Anforderungen den aktuell gültigen Vorgaben aber auch technischen Möglichkeiten entsprechen, um den höchsten Grad an Schutz für Beteiligte zu gewährleisten.

### 3.8.5 Patientensicherheit

Das Aktionsbündnis Patientensicherheit definiert in der aktuellen Version des Weißbuch Patientensicherheit diese wie folgt:

*Patientensicherheit ist das aus der Perspektive der Patienten bestimmte Maß, in dem handelnde Personen, Berufsgruppen, Teams, Organisationen, Verbände und das Gesundheitssystem*

- 1. einen Zustand aufweisen, in dem unerwünschte Ereignisse selten auftreten, Sicherheitsverhalten gefördert wird und Risiken beherrscht werden,*
- 2. über die Eigenschaft verfügen, Sicherheit als erstrebenswertes Ziel zu erkennen und realistische Optionen zur Verbesserung umzusetzen und*
- 3. ihre Innovationskompetenz in den Dienst der Verwirklichung von Sicherheit zu stellen in der Lage sind. [264, S. 211].*

Das hier beschriebene „unerwünschte Ereignis“ [264, S. 6] (engl.: adverse event“ [264, S. 237]) wird noch spezifischer definiert als „[...] ein schädliches Vorkommnis, das eher auf der Behandlung, denn auf der Erkrankung beruht. Es kann vermeidbar oder unvermeidbar sein.“ [264, S. 6].

Auch international wird seit 2002 von der WHO das Ziel formuliert wissenschaftlich fundiert die Versorgungsqualität und Patientensicherheit zu erforschen sowie zu steigern [265,266]. Inzwischen wird dies auch auf nationaler Ebene im digitalen Bereich in Form von Digitalisierungsstrategien umgesetzt [267,268].

Entsprechend schließt dies auch die Phase der Entwicklung neuer digitaler Systeme im Gesundheitswesen ein und erfordert damit, dass Anforderungen formuliert werden, die ein Auftreten schädlicher Vorkommnisse verhindern oder das Risiko für Selbige reduzieren könnten [267–269].

Hierbei würde das Erfassen von Beinaheereignissen, Auffälligkeiten zudem der Schweregrade einer (potenziellen) Einschränkung oder Schädigung dazu beitragen können die Qualität solcher Systeme schon frühzeitig in der Entwicklung positiv zu beeinflussen [267,270].

Damit können schon in frühen Phasen der Entwicklung eine möglichst hohe Versorgungsqualität bei einem höchstmöglichen Grad an Sicherheit ermöglicht werden [264,267].

### 3.8.6 Gerätesicherheit

Wie schon im Kapitel 1.1.5 Grenzen und Limitationen angedeutet sollten Anforderungen zur Gerätesicherheit beschrieben werden, die einen sicheren, aber auch dauerhaften Betrieb ermöglichen.

Dies umfasst mehrere Aspekte und kann mit der Formulierung von klaren Anforderungen zum Gebrauch (bzw. Gebrauchstauglichkeit) oder auch zu Anwendungsszenarien beginnen und soll damit die Risiken und Nebenwirkungen nicht nur für Patienten, aber auch Anwender und Beteiligte reduzieren [271]. Ebenso sind aber auch Umgebungsbedingungen festzulegen, unter denen ein regelrechter Betrieb möglich und gewährleistet wird. Diese hinweisenden Sicherheitsaspekte reichen aber meist nicht aus und müssen durch unterschiedliche Stufen der Sicherheit ergänzt werden [272,273].

Unmittelbare Sicherheit kann durch konstruktive Aspekte ermöglicht werden, indem voneinander unabhängige Sicherheitseinrichtungen geschaffen werden, um bei Ausfall einer Schutzmaßnahme Redundanzen vorhanden zu haben. Ebenso gilt es aber auch anerkannte Sicherheitsstandards anzuwenden und stetig zu verbessern [272,274,275]. Insbesondere durch kürzere Entwicklungszyklen von Software oder Softwareupdates im Vergleich zur Entwicklung von Hardware, aber auch der zunehmenden Anwendung von Software auf Hardware eines anderen Herstellers - bspw. Smartphone des Hersteller A, mit Betriebssystem der Firma B und Applikation (App) des Unternehmens C - können zu relevanten Sicherheitslücken führen, die damit ein nicht zu unterschätzendes Risiko darstellen können [5,275–279].

Aber auch unterstützende Maßnahmen sind sicherheitstechnisch notwendig, wenn konstruktive Maßnahmen nicht möglich oder sinnvoll erscheinen. Diese Maßnahmen der mittelbaren Sicherheit dienen dazu Risiken zu minimieren in dem bspw. ein Zugangsschlüssel benötigt wird, bauliche Maßnahmen getroffen werden oder nur ein bestimmter Anwenderkreis Rechte auf bestimmte Dienste, Funktionen oder Daten inne hat [272,273,278].

Diese Anforderungen sollten sich dann ebenso an rechtliche Vorgaben orientieren wie dem Medizinproduktedurchführungsgesetz (MPDG) [236], aber auch an die für den einzelnen Bereich gängigen Normen bspw. DIN EN 80001-1:2011 [90].

### **3.8.7 Hygiene**

Ebenso müssen Anforderung zur Hygiene von Systemen und Bauteilen gestellt werden, damit das Risiko einer Infektion durch Krankheitserreger, aber auch die Besiedlung und Verschleppung dieser minimiert wird.

Um dies für Anwender, aber auch Patienten zu gewährleisten, müssen Maßnahmen wie eine desinfizierende Reinigung der genutzten Bestandteile möglich sein ohne, dass dies mit einer Einschränkung der Funktionalität oder gar Beschädigung der Bauteile und Oberflächen einhergeht [280–282].

Bei der Umsetzung der Maßnahmen sind ebenso lokale Vorgaben, aber auch die Vorgaben und Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) zu beachten [283].

### **3.8.8 Entwicklung der Emergency Talk Application**

Es folgte die Entwicklung einer softwarebasierten Lösung, die Emergency Talk Application (ETA) [284]. Der Autor der als Projektleiter fungierte überprüfte regelmäßig die Entwicklungsschritte des Entwicklers anhand der zuvor definierten Anforderungen und legte den Namen der Anwendung in Rücksprache mit dem Entwickler fest. Ebenso organisierte und moderierte dieser die regelmäßig stattfindenden Expertendiskussionen, um kontinuierliche Rückmeldung in den Entwicklungsprozess einfließen zu lassen.

Damit wurde sichergestellt, dass die zuvor durch den Autor erstellen Anforderungen, aber auch kritische Rückmeldungen der Experten in der Entwicklung berücksichtigt und umgesetzt wurden.

Nach Beendigung der Entwicklung folgte eine durch den Autor geleitete Expertendiskussion zur Bewertung der entwickelten Lösung.

Die Ergebnisse der Expertendiskussion wurden in Form einer Pro-und Contra-Liste erfasst und dokumentiert (siehe Anhang).

### 3.9 Test von Emergency Talk Application in notfallmedizinischen Simulationen

In Form eines größeren Usability- und Simulationsversuches sollte die Emergency Talk Application (ETA) angewandt und evaluiert werden: Dieser wurde als „U-Sim ETA Trial“ bezeichnet [285].

Freiwillige Probanden konnten anhand eines fiktiven notfallmedizinischen Szenarios, einen Telenotarzt an die Einsatzstelle anfordern in dem sie die Emergency Talk Application nutzen konnten. Die Ein- und Ausschlusskriterien für die Probanden sowie die Telenotärzte werden im folgenden Abschnitt näher dargestellt. Dieser Telenotarzt unterstützte die Probanden bis das Szenario gemeinsam bewältigt wurde bzw. von den Probanden von der Einsatzstelle entlassen wurde. Zur Erfassung des Szenarios wurden Beobachter eingesetzt, die anhand eines Erfassungsbogens den chronologischen Verlauf der Simulation erfassen sollten. Nach der Bewältigung des Szenarios wurde ein Fragebogen zur Usability – auf den im Abschnitt 3.9.3 Post Simulation näher eingegangen wird - durch die Probanden ausgefüllt und direkt an die Beobachter zurückgegeben. Die erfassten Daten wurden dann in eine Datenbank eingetragen und darauf analysiert.

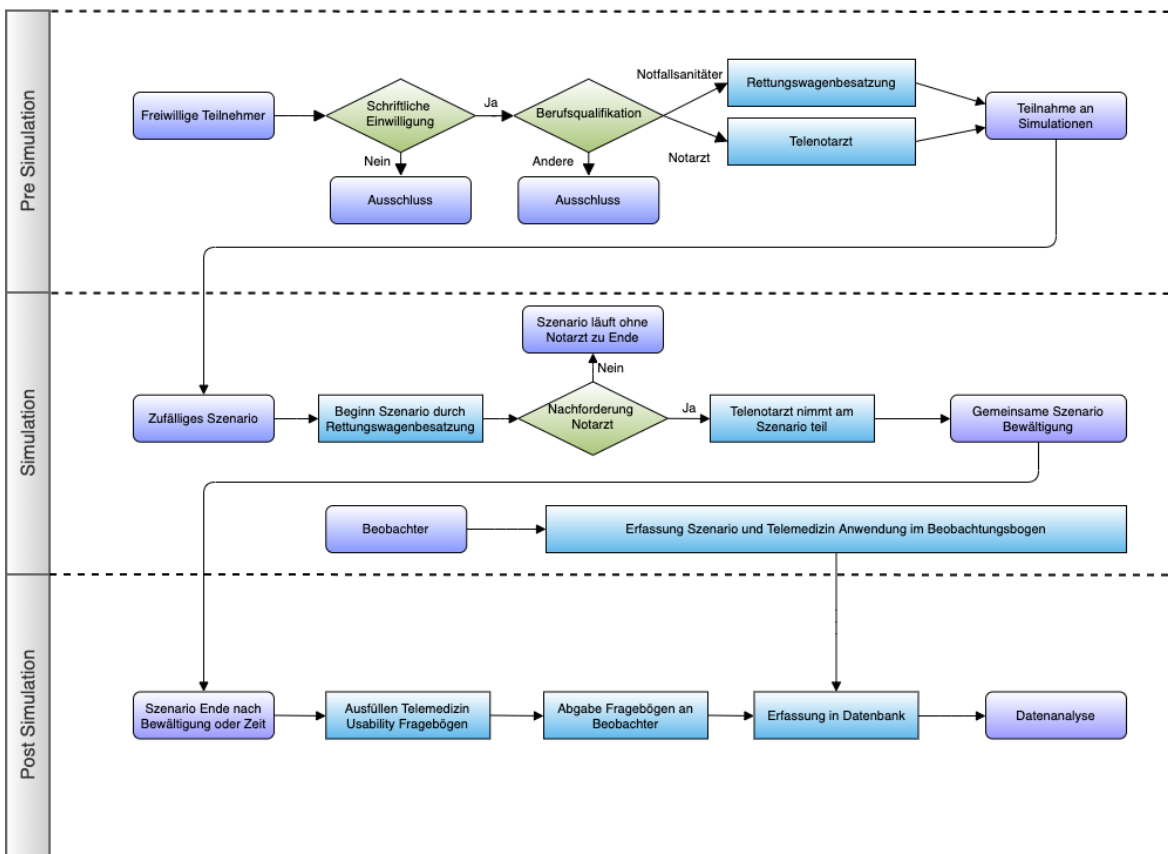


Abbildung 3.7 Diagramm zum Versuchsablauf [201,S.23], eigene Darstellung

### **3.9.1 Pre Simulation**

Der in Abbildung 3.7 dargestellt Versuchsprozess beginnt mit der Phase der Pre Simulation und mit der Rekrutierung der Teilnehmer: Es wurde Rettungsdienstpersonal sowie Notärzte freiwillig rekrutiert. Beide Berufsgruppen waren aktiv in der Notfallversorgung in Hessen tätig und entstammten mehreren im Rettungsdienst tätigen Hilfsorganisationen. Die ärztlichen Probanden waren in der klinischen zudem in der präklinischen Notfallversorgung tätig.

Nach einer schriftlichen Einwilligung in die freiwillige Teilnahme wurden die Teilnehmer entsprechend Ihrer Qualifikation in die Gruppen Rettungsdienstpersonal sowie Telenotarzt stratifiziert.

In die Gruppe Rettungsdienstpersonal (RDP) wurden Probanden eingeschlossen, die mindestens eine aktive Tätigkeit im Rettungsdienst (RD) sowie eine nicht-ärztliche notfallmedizinische Berufsausbildung wie Rettungssanitäter (RettSan), Rettungsassistent (RettAss), Notfallsanitäter (NFS) nachweisen konnten und/oder zu dem Zeitpunkt eine Ausbildung zum Notfallsanitäter (NFS-Azu) absolvierten.

In die Gruppe Telenotarzt (TNA) wurden Probanden eingeschlossen, die mindestens einen Nachweis zur Befähigung zur Tätigkeit als Notarzt nach Vorgaben der Landesärzte Kammern, die Zusatzweiterbildung klinische Akut- und Notfallmedizin und/oder Leitender Notarzt verfügten.

Alle anderen Probanden wurden ausgeschlossen. An dieser Stelle endet der Prozessabschnitt der Pre Simulation und geht nun über in den Abschnitt der Simulation.

### **3.9.2 Simulation**

Es wurden zufällig Gruppen gebildet bestehend aus zwei Rettungsdienstlern sowie eines TNA. Die Rettungswagenbesatzung sollte an der fiktiven Einsatzstelle ein Simulationsszenario bewältigen. Die TNAs unterstützen die Rettungswagenbesatzung telemedizinisch über ETA an der Einsatzstelle, sofern dieser durch die Rettungswagenbesatzung angefordert wurde.

Es wurden 16 standardisierte Übungsszenarien aus der Ausbildung zum Notfallsanitäter nach Vorgaben des Landes Hessen und der entsprechenden Ausbildungs- und Prüfungsordnung verwendet. In diesen Szenarien wird die Betreuung und medizinische Notfallversorgung von Patienten durch Notfallsanitäter entsprechend den aktuellen Vorgaben und medizinischen Standards beschrieben [108]:

11 Szenarien entstammen dem Fachgebiet der Inneren Medizin, 4 Szenarien der Chirurgie und ein Szenario aus der Neurologie (siehe Tabelle 3.11).

<b>Fachgebiet</b>	<b>Szenario</b>
Innere Medizin	Anaphylaktischer Schock
	Akute Abdomen
	Akute Bronchitis / COPD
	Akute Koronarsyndrom (ACS) / STEMI
	Bradykardie
	Diabetische Notfall
	Hypertensive Notfall
	Intoxikation / Vergiftung
	Lungenödem
	Palliative Versorgung
	Ventrikuläre Tachykardie (VT)
Chirurgie	Amputation des Unterschenkels
	Bauchtrauma mit Oberschenkelfraktur
	Thoraxtrauma mit Spannungspneumothorax
	Verbrennung des Rumpfs
Neurologie	Status Epilepticus

Tabelle 3.11 Szenarien und Ihre Fachgebiet spezifische Zuordnung

Die Teilnehmer wählten zu Beginn zufällig ein Szenario aus, in dem Sie auf einen auf dem Tisch liegenden umgedrehten Zettel zeigten. Auf der Vorderseite standen die für das Szenario relevanten Beschreibungen, welche aber nur der Anleitung des Szenarios dienten und nur den Dozenten sichtbar waren.

Die folgende Abbildung 3.8 zeigt anhand des Beispiels ACS STEMI, wie das Szenario aufgebaut ist und welche Maßnahmen durchgeführt werden sollten zur Betreuung und Behandlung des Krankheitsbildes.

Die Szenarienbeschreibung umfasst zunächst die Benennung des Fallbeispielthemas und die Zugehörigkeit zum jeweiligen medizinischen Fachgebiet. Ebenso werden die entsprechenden Behandlungsvorgaben benannt unter dem Punkt „Zugehörige SOPs Hessen“.

In diesem Fall wären es die Behandlungsvorgaben zum „ACS“ [109, K1] sowie die des „iv-Zugang“ [109, P1].

Zudem werden in einer grau hinterlegten Tabelle passende Vitalparameter für das Szenario vorgegeben (siehe Abb 3.8).

<b>Fallbeispielthema:</b>	<b>ACS; STEMI</b>
<b>Fachgebiet</b>	Innere
<b>Zugehörige SOP Hessen:</b>	ACS, iv-Zugang,

<b>ALSI</b>	<b>EKG</b>	<b>HF</b>	<b>SpO2</b>	<b>RR</b>	<b>AF</b>	<b>Temp</b>	<b>Glucose</b>
	NSR	66	94	140/90	20	36,8	134

	<b>Beschreibung</b>
<b>Mimeninformation</b>	56jähriger Patient liegt im Wohnzimmer auf dem Sofa. Er klagt über Übelkeit und Ap-Beschwerden. Die Übelkeit ist sein
<b>Material</b>	

	<b>Beschreibung</b>	<b>Bemerkung</b>
<b>Einsatzmeldung</b>	Thoraxschmerz	
Scene, Safty	Wetter und Zeit wie jetzt Einfamilienhaus, sicher Minimalversorger: 15 Minuten Maximalversorger: 30 Minuten NEF: in 10 Minuten nach Alarmierung	Bild 1
Situation	Der Patient liegt auf dem Sofa mit schmerzverzerrtem Gesicht und hält sich die Brust. Er ist blass und schwitzig.	Bild 2
Ersteindruck	kritisch	
Primary Survey	<b>A</b> frei.	AF zählen lassen
	<b>B</b> AF 20/min. Auskultatorisch freie seitengleich belüftete Lunge SpO2 94%	O2 Gabe
	<b>C</b> Pulse beidseits tastbar, HF 66, NSR mit ST Elevation, Rekap Zeit < 2 Sekunden	iv. Zugang vorbereiten
	<b>D</b> GCS 15 Pupillen isocor, bds. mittelweit, reagieren prompt auf Licht BZ= 134 mg/dl	BZ Messung veranlassen
	<b>E</b> Feuchte kalte Haut, schmerzgeplagter Patient	
Entscheidung	kritisch, 10 f 10, Delegation Messwerte	
Leitsymptom:	Thoraxschmerz	
Mögliche Diagnosen	ACS, LAE, Spannungspneu, Borhaave, Aortendissektion,	
Entscheidung	<b>Auskunfts-fähig</b> – nicht auskunfts-fähig!	

Abbildung 3.8 Seite 1 von 6 der Beschreibungen zum Simulationsszenario "Akutes Koronar Syndrom" aus der Fallbeispiel Sammlung für die Ausbildung zum Notfallsanitäter

Der nächste Abschnitt befasst sich mit der Information zum Einsatzszenario und der Auffindesituation. Hier werden anamnestisch relevante Information zur Biographie, wie das aktuelle Alter, gegenwärtige Lebenssituation und Wohnort des Pat. benannt sowie die Hauptsymptome. Dies sind die Ausgangsinformationen für eine Mime bzw einen Schauspielpatienten, da im nächsten Abschnitt erweiterte Informationen beschrieben sind.

Diese werden durch die Notfallsanitäter im Rahmen der Bewältigung des Szenarios bspw durch eine strukturierte Untersuchung oder eine Anamnese an der Mime erfasst. Hier kann der Dozent eingreifen, sollten Informationen oder Befunde auf Grund der Künstlichkeit eines Simulationsszenarios nicht eindeutig darstellbar sein.

Dies umfasst Punkte wie die Einsatzmeldung, Informationen zur Auffindesituation und Örtlichkeit des Szenarios, sicherheitsrelevante und einsatztaktische Aspekte wie Zugang zu den nächstversorgenden Kliniken oder weiteren Rettungsmitteln.

Insbesondere lebensbedrohliche Befunde werden auch beschrieben sowie deren korrekte Behandlung: Beispielsweise wird bei diesem Fallbeispiel beim Punkte A des Primary Surveys beschrieben, dass der Atemweg „frei“ sei und die weitere durchzuführende Maßnahme das Zählen der Atemfrequenz sei.

Ebenso wird vorgegeben welche weiteren Verdachtsdiagnosen, Leitsymptome sowie die allgemeine Einschätzung zum Patientenzustand durch den Rettungsdienst aussehen sollte. In diesem Fall wäre die allgemeine Einschätzung, dass dies ein „kritisch“ einzuschätzender Patient sei der im Rahmen seines Leitsymptoms dem „Thoraxschmerz“ ein Akutes Koronarsyndrom (ACS) eine Lungenarterienembolie (LAE), einen Spannungspneumothorax, eine Borhaave-Syndrom oder eine Aortendissektion als Verdachtsdiagnose haben könnte.

Das Szenario wurde durch einen rettungsdienstlichen Dozenten, der für die Notfallsanitäter- und Simulationsausbildung durch das Land Hessen zugelassen ist, angeleitet unter Beachtung der entsprechenden Vorgaben für das Szenario. Ebenso waren die Beobachter im Raum. Diese waren so positioniert, dass Sie das Szenario direkt verfolgen und alle Maßnahmen erfassen, aber keinen Einfluss auf den Ablauf nehmen konnten. Ebenso war eine Beobachtung des Telenotarztes und die Korrespondenz mit diesem möglich. Für einen typischen Ablauf siehe Abb 3.9.



Abbildung 3.9 Laufendes Testszenario des „U-Sim ETA Trial“, eigene Darstellung

Ist während des Szenarios durch die Rettungswagenbesatzung der Bedarf nach einem Notarzt festgestellt worden, so konnte dieser oder ein TNA angefordert werden.

Für die Dauer des Szenarios wurde ein Tablet (Apple Ipad Mini - 5. Generation, Apple Inc.) genutzt [286]. Über einen der vorinstallierten Internetbrowser konnte dann ein Login auf die ETA Website erfolgen und ein TNA alarmiert werden. Der TNA schalteten sich dann zum Einsatz und unterstützte das RDP in der medizinischen Therapie zur Bewältigung des Szenarios.

Die TNAs konnten vor Ort in einem separaten Raum oder von einem anderen Ort in der Nähe ihrer üblichen Berufstätigkeit (bspw. Arztzimmer in der Notaufnahme) an den Szenarien über ein internetfähiges Gerät teilnehmen. Den TNAs wurde die Auswahl dieses internetfähigen Gerätes überlassen, um den klinischen Alltag möglichst realitätsgetreu nachbilden zu können.

Die folgende Abbildung 3.10 zeigt die Ansicht von ETA mit der das Rettungsdienstpersonal mit dem TNA kommunizieren konnte.

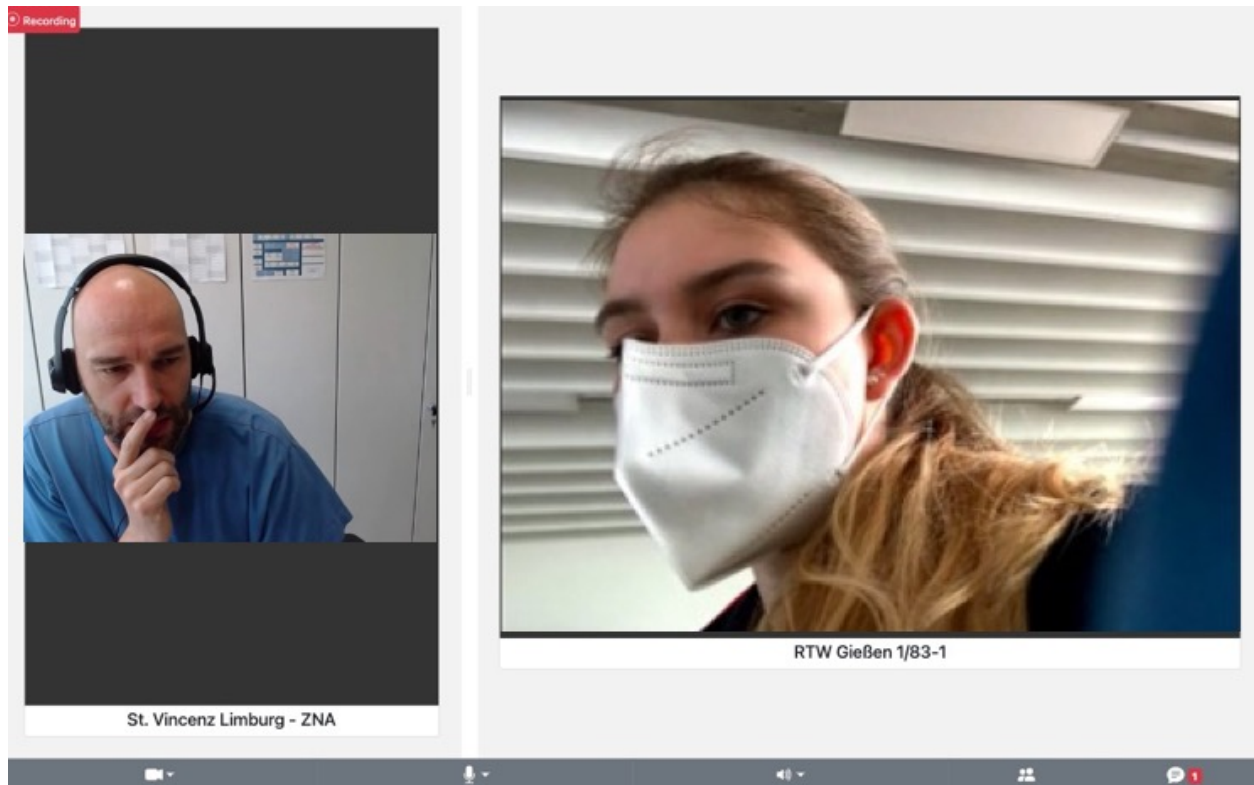


Abbildung 3.10 Screenshot eines laufenden Gespräches während einer Simulation zwischen Rettungsdienst und Telenotarzt, eigene Darstellung

Die Abbildung 3.11 zeigt hingegen dazu die Ansicht in der das Rettungsdienstpersonal eine andere Kamera des Tablets nutzte, um dem Telenotarzt den Simulationspatienten zu zeigen.

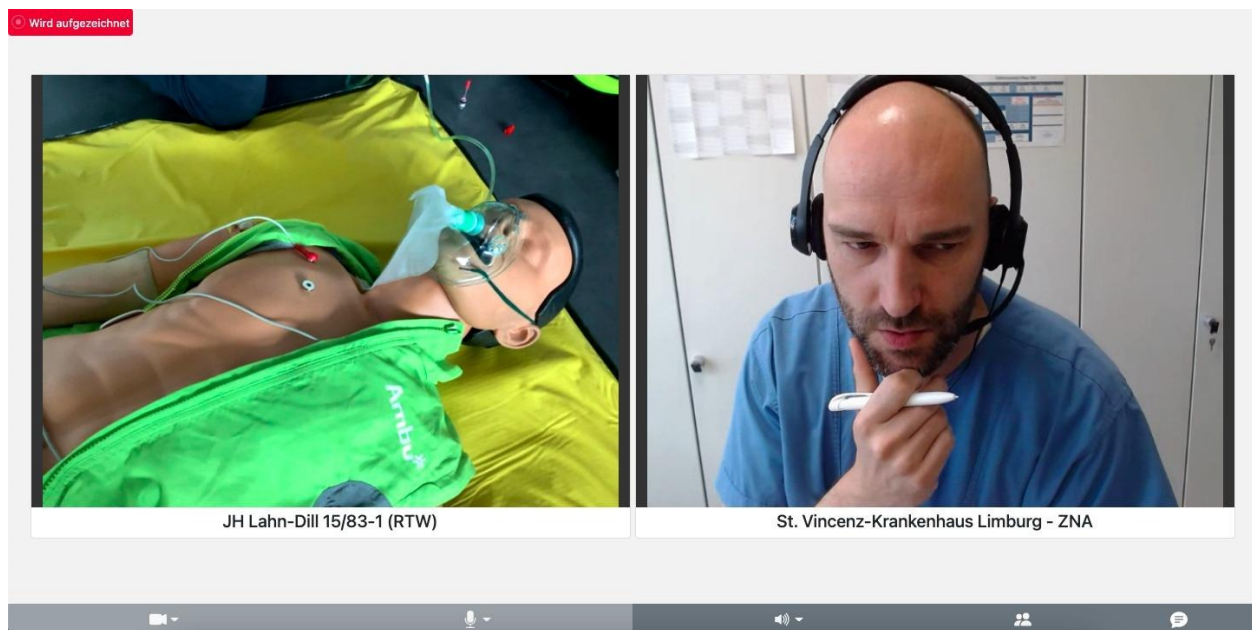


Abbildung 3.11 Screenshot eines laufenden Gesprächs zwischen Rettungsdienstpersonal und Telenotarzt mit Darstellung des Simulationspatienten, eigene Darstellung

Während die Szenarien absolviert wurden, erfassten Beobachter diese durch Erfassungsbögen. Die Beobachter erhielten vor Studienbeginn eine Einweisung in den Versuchsablauf und die Erfassungsbögen.

### **Erfassungsbögen**

Die Erfassungsbogen erfassten medizinische und technische Parameter und können im Detail den folgenden Tabellen 3.12 und 3.13 entnommen werden. Anhand dieser sollte ein chronologischer Ablauf und eine vergleichbare Erfassung ermöglicht werden.

Es wurden die Zeiten für die Dauer des Einsatzes und die Anwesenheitsdauer des Telenotarztes erfasst. Ebenfalls wurde dokumentiert wann eine Alarmierung des Notarztes sowie welche Diagnose zu welchem Zeitpunkt durch den Rettungsdienst gestellt wurde. Ebenfalls wurden die durchgeführten ärztlichen Interventionen erfasst. Eine Unterscheidung bestand darin, ob eine Maßnahme delegiert oder angeleitet wurde. Wurde eine ärztliche Intervention durch den TNA angeordnet sowie eine genaue Durchführung der Handlung durch den TNA beschrieben, so wurde diese Maßnahme als Anleitung festgehalten. Im Gegenzug dazu wurde die Delegation als Maßnahme beschrieben, wenn die durch das RDP

selbstständig durchgeführt wurde in der Anwesenheit des TNA und eine Anleitung nicht durch diesen erfolgen musste.

Maßnahmen, die das Rettungsdienstpersonal selbstständig ohne Anwesenheit des TNA durchgeführt hatte, wurden ebenso festgehalten. Eine detaillierte Übersicht der Maßnahmen pro Szenario kann im Detail der folgenden Tabelle 3.14 entnommen werden.

Die medizinischen Parameter wurden wie folgt definiert und erfasst:

<b>Parameter</b>	<b>Erfassung</b>
Beginn des Einsatzes	Uhrzeit (hh:min:sec)
Ende des Einsatzes	Uhrzeit (hh:min:sec)
Dauer des Einsatzes	Dauer (hh:min:sec)
Diagnose durch RD gestellt	Uhrzeit (hh:min:sec)
Notarzttruf durch RD	Uhrzeit (hh:min:sec)
Anforderung eines TNA?	Ja / Nein
Eintreffen TNA an Einsatzstelle	Uhrzeit (hh:min:sec)
Entfernen TNA von Einsatzstelle	Uhrzeit (hh:min:sec)
Ärztliche Intervention(en) delegiert über Telemedizin an RD	Anzahl & Art der Delegationen im Szenario <i>(Definition anhand NotSan Algorithmen)</i>
Ärztliche Intervention(en) delegiert über Telemedizin an RD	Uhrzeiten pro Intervention mit Beschreibung (hh:min:sec)
Ärztliche Intervention(en) angeleitet über Telemedizin an RD	Anzahl & Art im Szenario (Definition nach NotSan Algorithmen) <i>(Definition anhand NotSan Algorithmen)</i>
Ärztliche Intervention(en) angeleitet über Telemedizin an RD	Uhrzeit pro Intervention mit Beschreibung (hh:min:sec)
Gesamtanzahl aller Intervention während der Nutzung der Telemedizin durch TNA	Anzahl und Art (Medikamentengabe, händische Maßnahme, weitere Anweisung, Delegation, ...) <i>(Definition anhand NotSan Algorithmen)</i>
Gesamtanzahl heilkundliche Interventionen im gesamten Einsatz (RD und TNA) → Siehe NotSan Algorithmus für genauere Definition	Uhrzeit (hh:min:sec)

Gesamtanzahl heilkundliche Interventionen im gesamten Einsatz (RD und TNA))	Art: Medikament, Händische Maßnahme (zB Spannungspneu entlastung), Anweisung, Delegation
<i>→ Siehe NotSan Algorithmus für genauere Definition</i>	
Algorithmus Konformes arbeiten (NotSan Algorithmus)	Anzahl der Punkte des Algorithmus abgehandelt (Alle Punkte im Algorithmus verglichen mit im Szenario abgearbeitet)
Algorithmus Konformes arbeiten (NotSan Algorithmus)	Welche Punkte des Algorithmus <b>nicht</b> abgearbeitet
Algorithmus Konformes arbeiten (NotSan Algorithmus)	Welche Punkte des Algorithmus <b>fehlen</b> (Ärztliche Maßnahme, RD Maßnahme, etc))

Tabelle 3.12 Medizinische Parameter

Ebenfalls sollten technischen Parameter eine chronologische Erfassung ermöglichen, um darzustellen in welcher Form und zu welchem Zeitpunkt ein technischer Ausfall eingetreten ist. Die Art des Ausfalls wurde auf die Formen der Kommunikations- und Vitaldatenübertragung „Bild“, Ton“, „Vitaldaten“ unterschieden bzw. war auch eine Auswahl einer Kombination wie „Bild & Ton“ möglich.

Ist es zu einem Ausfall gekommen, wurde ebenso festgehalten, ob dies zu einer Einschränkung im Einsatz führte sowie eine Patientengefährdung eingetreten ist. Ist die Behandlung durch die Einschränkung nicht mehr möglich gewesen oder sogar zu einer Verschlechterung des Patientenzustandes gekommen, so wurde dieser Fehler als Patientengefährdend erfasst.

Ebenso wurden die Zeitpunkte und die Kompensationsmaßnahmen dokumentiert sowie deren Dauer.

Die technischen Parameter wurden wie in der folgenden Tabelle 3.13. definiert und erfasst:

Parameter	Erfassung
Anzahl der Technischen Ausfälle	Uhrzeit
Dauer des Ausfalls	Uhrzeit
Art des Ausfalls	Bild / Ton / Bild und Ton / Bild, Ton & Vitaldaten
Einschränkung im Einsatz	Ja/nein/sonstige
Einschränkung im Einsatz	Wenn Ja, welche

Patientengefährdung	Ja/Nein/Sonstige
Patientengefährdung	Wenn Ja, wie
Kompensation des Ausfalls	Wie & Wer
Kompensation des Ausfalls	Dauer (hh:min:sec)
Kompensation des Ausfalls	Maßnahme der Reparatur/Ersatz (z.B durch RD an Einsatzstelle (zB neustart des Systems, etc)

Tabelle 3.13 Technische Parameter

Entsprechend der jeweiligen Szenarienbeschreibung erfassten die Beobachter, ob die durchgeführten Behandlungen und Therapien den medizinischen Vorgaben für Notfallsanitäter bzw. den entsprechenden medizinischen Leitlinien entsprachen.

Pro absolvierte Maßnahme wurde ein Punkt vergeben. Es ergab sich damit für die Szenarien eine maximal zu erreichende Punktzahl anhand der einzelnen Vorgaben. Beispielsweise wäre beim Szenario „Akutes Koronarsyndrom (ACS)“ eine maximale Punktzahl von 10 Punkten erreichbar, während beim Szenario „Status Epilepticus“ eine maximale Punktzahl von 5 Punkten möglich wäre. Im Detail sind diese in der folgenden Tabelle 3.14 abgebildet.

Nr	Szenario	Punkte	Maßnahmen
1	Amputation des Unterschenkels	9	Körperliche Untersuchung (KU), Sauerstoff-Gabe (O2-Gabe), Vitalwert Messung (VitM), Adrenalin i.m., Adrenalin Verneblung, i.v. Zugang & Infusion, Adrenalin i.v., Cortison i.v., H1-Blocker i.v., Wärmeerhalt / Transporteinleitung
2	Verbrennung des Rumpfs	10	KU, O2-Gabe, VitM, i.v. Zugang & Infusion, Nicht-Invasive Beatmung (NIV), 2. i.v. Zugang & Infusion, Ketanest i.v., Midazolam i.v., Volumengabe, Wärmeerhalt / Transporteinleitung
3	Bauchtrauma mit Oberschenkelfraktur	8	KU, O2-Gabe, VitM, i.v. Zugang & Infusion, Anlage Beckenschlinge, Ketanest i.v., Midazolam i.v., Wärmeerhalt / Transporteinleitung
4	Thoraxtrauma mit Spannungspneumothorax	10	KU, O2-Gabe, VitM, Kardiopulmonale Reanimation (CPR) / Beatmung, Thorax Entlastungspunkt (ThxEP), i.v. Zugang & Infusion, 2. ThxEP, Okklusiv Verband, Ketanest i.v., Wärmeerhalt / Transporteinleitung
5	Anaphylaktischer Schock	10	KU, O2-Gabe, VitM, Adrenalin i.m., Adrenalin i.v., Cortison i.v., H1-Blocker i.v., Wärmeerhalt / Transporteinleitung
6	Akute Bronchitis / COPD	10	KU, O2-Gabe, VitM, i.v. Zugang & Infusion, Salbutamol Verneblung, Atrovent Verneblung, NIV, Cortison i.v., Morphin i.v., Wärmeerhalt / Transporteinleitung
7	Akute Koronarsyndrom (ACS) / STEMI	10	KU, O2-Gabe, VitM, i.v. Zugang & Infusion, Acetylsalicylsäure Gabe (ASS), Nitro Gabe, Morphin i.v., Heparin i.v., Wärmeerhalt / Transporteinleitung, Anmeldung Herzkatheterlabor
8	Lungenödem	9	KU, O2-Gabe, VitM, NIV, i.v. Zugang & Infusion, Acetylsalicylsäure Gabe (ASS), Nitro Gabe, Furosemid i.v., Morphin i.v., Wärmeerhalt / Transporteinleitung
9	Bradykardie	9	KU, O2-Gabe, VitM, i.v. Zugang & Infusion, Atropin i.v., 2. Atropin Gabe, Adrenalin Perfusor, Paceranlage, Wärmeerhalt / Transporteinleitung
10	Ventrikuläre Tachykardie (VT)	9	KU, O2-Gabe, VitM, i.v. Zugang & Infusion, Paceranlage, Ketanest / Midazolam i.v., Kardioversion, 2. Kardioversion, Wärmeerhalt / Transporteinleitung
11	Palliative Versorgung	7	KU, O2-Gabe, VitM, i.v. Zugang & Infusion, Morphin s.c./i.v., Vomex i.v., Wärmeerhalt / Transporteinleitung
12	Intoxikation / Vergiftung	9	KU, Absaugen der Atemwege, O2-Gabe, Beatmung, VitM, i.v. Zugang & Infusion, Atropin i.v., Noradrenalin i.v., Intubation, Wärmeerhalt / Transporteinleitung
13	Status Epilepticus	7	KU, O2-Gabe, Midazolam nasal, VitM, i.v. Zugang & Infusion, Midazolam i.v., Wärmeerhalt / Transporteinleitung
14	Akute Abdomen	5	KU, VitM, i.v. Zugang & Infusion, Novalgin i.v., Wärmeerhalt / Transporteinleitung
15	Hypertensiver Notfall	5	KU, VitM, i.v. Zugang & Infusion, Ebrantil i.v., Wärmeerhalt / Transporteinleitung
16	Diabetische Notfall	7	KU, VitM, i.v. Zugang & Infusion, Glucose i.v., Volumengabe, Glucose i.v., Wärmeerhalt / Transporteinleitung

Tabelle 3.14 Szenarien und entsprechende zu erfüllende Maßnahmen

Durch diese Erfassung sollte objektiviert werden, welche und wie viele Maßnahmen den Vorgaben entsprechend pro Szenario durchgeführt wurden.

In der Ausbildung und kontinuierlichen Bewertung der Notfallsanitäter kann so dokumentiert werden, ob eine gewisse Anzahl an relevanten Maßnahmen pro Szenario absolviert wurde. Anhand dieses Bewertungsverfahrens müssen mindestens 60% der Maßnahmen erfolgen um eine ausreichende Bewertung (Schulnote „4“) zu erhalten. Analog dazu wird eine befriedigende Bewertung (Schulnote „3“) bei mindestens 70%, eine gute Bewertung (Schulnote „2“) bei mindestens 80% und eine sehr gute Bewertung (Schulnote „1“) bei mindestens 90% erreicht. Zudem können in einem begrenzten Umfang Gruppen unterschiedlichster Ausbildungsphasen und -Orte verglichen werden sowie eine dauerhafte Entwicklung und Verbesserung pro medizinischem Fachgebiet über die übliche Ausbildungsdauer von 3 Jahre festgehalten werden [108,287–289].

Mit einer abschließenden Bewältigung des simulierten Szenarios entsprechend den Vorgaben oder dem Erreichen einer vorher durch den Autor und den Dozenten festgelegten maximalen Zeitdauer von 45 Minuten beginnt nun der Prozessabschnitt der Post Simulation Phase.

### 3.9.3 Post Simulation

Die Teilnehmer erhielten dann einen Fragebogen zur Usability des Systems.

Um eine möglichst hohe Validität zu erhalten, wurde der System Usability Scale (SUS) angewandt [290–292].

Der SUS ist ein standardisierter, technologieunabhängiger, robuster und variabel anwendbarer Usability Fragebogen bestehend aus 10 Items die anhand einer 5-stufigen Skala, beginnend bei „1 Stimme überhaupt nicht zu“ bis hin zu „5 Stimme voll zu“ beantwortet werden kann [291,293].

Nummer	Item	Antwort
1	Ich denke, dass ich das System gerne häufig benutzen würde	1 bis 5
2	Ich fand das System unnötig komplex	1 bis 5
3	Ich fand das System einfach zu benutzen	1 bis 5
4	Ich glaube, ich würde die Hilfe einer technisch versierten Person benötigen, um das System benutzen zu können	1 bis 5

5	Ich fand, die verschiedenen Funktionen in diesem System waren gut integriert	1 bis 5
6	Ich denke, das System enthielt zu viele Inkonsistenzen	1 bis 5
7	Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit diesem System sehr schnell lernen	1 bis 5
8	Ich fand das System sehr umständlich zu nutzen	1 bis 5
9	Ich fühlte mich bei der Benutzung des Systems sehr sicher	1 bis 5
10	Ich musste eine Menge lernen, bevor ich anfangen konnte das System zu verwenden	1 bis 5

Tabelle 3.15 Items und Antwortmöglichkeiten des System Usability Scale

Der SUS nutzt zur Errechnung der allgemeinen Usability eines Systems eine Zahl die aus einem zusammengesetzten Maß der einzelnen Ergebnisse errechnet wird:

Um den SUS Wert festzustellen, werden die Werte der einzelnen Items summiert. Jede Bewertung trägt von 0 bis 4 zur allgemeinen Bewertung bei. Die Items 1, 3, 5, 7 und 9 werden jeweils der ausgewählten Zahl minus 1 berechnet.

Die Items 2, 4, 6,8 und 10 werden jeweils mit 5 bewertet und die ausgewählte Zahl von der 5 abgezogen.

Das jeweilige Ergebnis pro Item wird mit 2,5 multipliziert und dann mit den anderen Ergebnissen summiert.

Der SUS Wert kann damit eine Zahl von 0 bis 100 sein.

Diese Werte können dann, wie bei Schulnoten eine Bewertung ermöglichen:

Ein Wert von 0 bis 51,6 wird als unterdurchschnittlich, 51,7 bis 62,6 als ausreichend, 62,7 bis 72,5 als befriedigend, 72,6 bis 78,8 als gut und 78,9 bis 100 als sehr gut bewertet [291–294].

Eine noch genauere Bewertung der Ergebnisse kann, sofern nötig, durchgeführt werden wie Lewis et al darstellen [291]. Dies wurde aber hier so nicht geplant und es wurde mit der oben dargestellten Einteilung verfahren.

Auf Grund der Durchführung der Studie auf Deutsch, wurde eine entsprechend validierte Version des Fragebogens angewandt [294].

Ebenfalls wurden folgende epidemiologische Daten der Anwender erfasst:

Nummer	Item	Bemerkung	Antwort
1	Datum	Tag-Monat-Jahr	Freitext
2	Alter	Bitte in Jahren angeben	Freitext
3	Geschlecht	Bitte eins ankreuzen	„Männlich“, „Weiblich“, „Divers“, „Keine Angabe“
4	Höchste Notfall- medizinische Ausbildung	Bitte eins ankreuzen	„NFS Azubi“, „RettSan“, „RettAss“, „NotSan“, „Notarzt“, „LNA“
5	Berufserfahrung im RD	Bitte in Jahren & Monate angeben	Freitext

Tabelle 3.16 Epidemiologische Angaben der Teilnehmer

Nach einer Kontrolle der Vollständigkeit der Fragebögen durch die Teilnehmer, wurden diese wieder an die Beobachter zurückgegeben. Darauf folgte der nächste Prozessschritt in dem die Daten in einer nur den Untersuchern zugänglichen elektronischen Datenbank mit Microsoft Excel Version 16.60 (Redmond, USA) erfasst wurden.

Als letzte Phase erfolgt durch den Autor die Datenanalyse in dem eine Visualisierung mit Microsoft Excel und R Studio (Version 2022.02.2+485, "Prairie Trillium", April 27th, 2022) erfolgte. Zur Visualisierung wurden Box-Plots, Säulen-, Balken, Linien-, Streu- sowie Kreisdiagramme erstellt.

Für die Datenanalyse wurde primär ein exploratives und deskriptives Vorgehen geplant. Für weitere potenzielle Analysen wurde eine Signifikanzniveau von 0,05 definiert, Konfidenzintervalle von 95% geplant. Auf Grund des explorativen Charakters dieser Untersuchung sind die Ergebnisse potenzieller Analysen dann auch nur mit einer gewissen Zurückhaltung belastbar.

Damit endet auch der letzte Prozessschritt und der Prozessabschnitt in der Phase der Post Simulation.

Vor Durchführung der Studie sowie nach Erstellung der vollständigen Versuchssunterlagen und nach Rücksprache mit der Ethikkommission des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig Universität Gießen war für die Durchführung der Studie kein Ethikvotum notwendig und es bestanden keine Einwände gegen das Vorhaben (AZ 90/21: Simulationsversuch mit einem telemedizinischen Prototypen zur Telemedizin im Rettungsdienst).

Nach Beendigung des Versuchs folgte eine durch den Autor geleitete Expertendiskussion zur Vorstellung und Bewertung der Versuchsergebnisse.

Die Ergebnisse der Expertendiskussion wurden in Form einer Pro-und Contra-Liste erfasst und dokumentiert.

## 4 Ergebnis

### 4.1 Literaturrecherche

Die gängigen Datenbanken ergaben unter den genannten Suchbegriffen 417 Ergebnisse. Diese wurden nach den zuvor genannten Kriterien bereinigt und es wurden aus formalen Kriterien 94 Ergebnisse zudem aus inhaltlichen Kriterien 291 ausgeschlossen. Damit ergaben sich 32 Ergebnisse, welche einzelnen ganzheitlichen notfallmedizinischen Telemedizinssystemen zugeordnet wurden. Folgende Systeme konnten abgegrenzt werden, wie Abbildung 4.1 darstellt:

- 21 Publikationen Telenotarzt Aachen
- 6 Publikationen Telenotarzt Land|Rettung in Mecklenburg-Vorpommern
- 3 Publikationen Project ETHAN Houston
- 2 Publikationen Pilotprojekt Telenotarzt Bayern

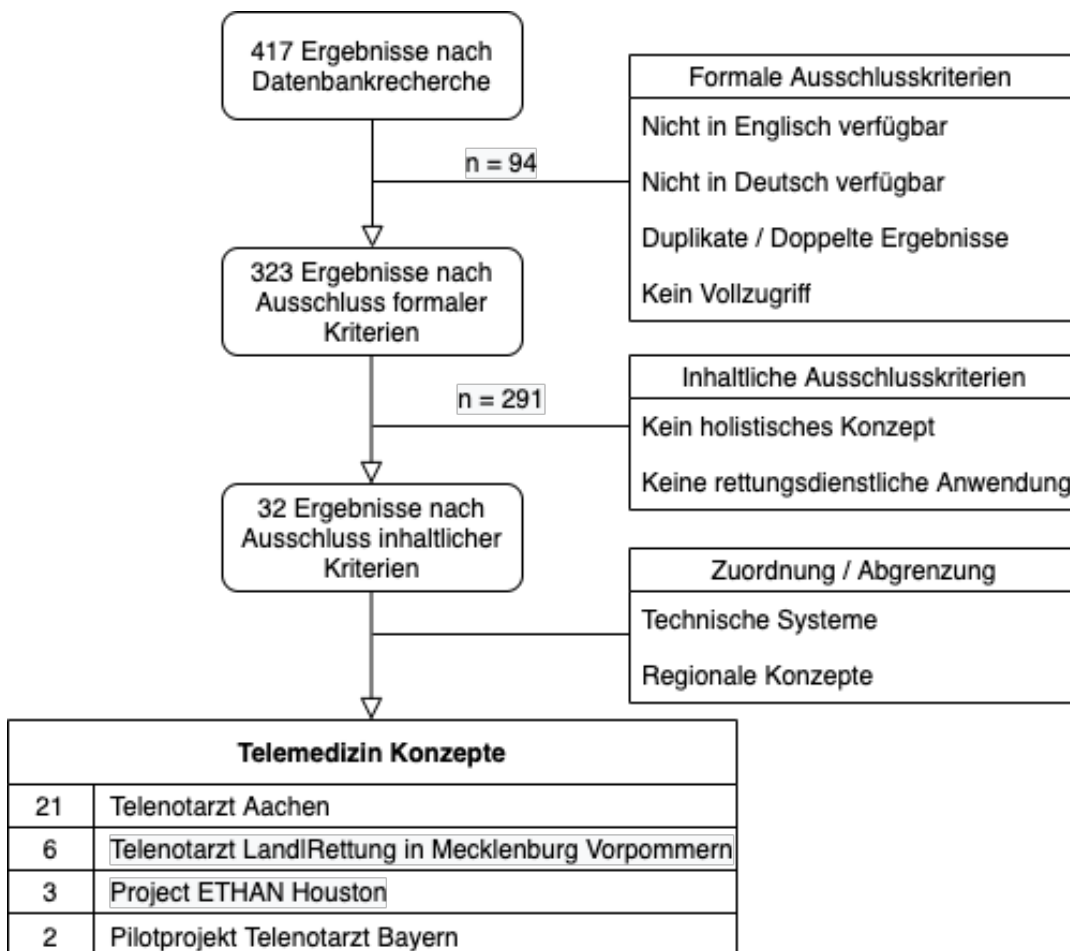


Abbildung 4.1 Rechercheergebnisse anhand der Ein- und Ausschlusskriterien, eigene Darstellung

Trotz einer intensiver Recherche konnte nur die oben beschriebene Anzahl an publikationsbasierten Ergebnissen recherchiert werden.

## 4.2 Definition von Phasen

Im Rahmen dieses telemedizinischen Projektes wurde beschlossen in drei Phasen, wie in Abbildung 3 dargestellt, vorzugehen:

- 1.) Erstellung eines Konzeptes und Komponentenauswahl
- 2.) Test einzelner Komponenten in Klinik und Rettungsdienst
- 3.) Test des Konzeptes anhand eines vordefiniertem Testszenario

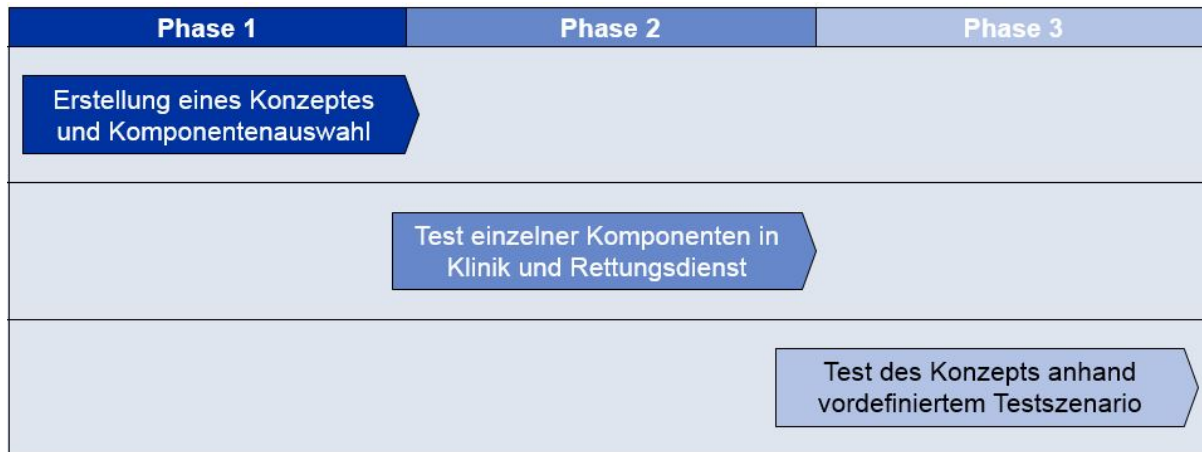


Abbildung 4.2 Phasen des Projektes Telemedizin im Rettungsdienst, eigene Darstellung

Durch die direkte Benennung der einzelnen Phasen sowie den zu erreichenden Zielen und der damit verbundenen schrittweisen Annäherung der theoretischen Konzeption in ein praktisches Telenotarztsystem wurde die anwendungsorientierte Integration eines telemedizinischen Systems in den klinischen Alltag unterstrichen.

Hiermit besteht also ein namentlicher Unterschied zu den von der DIN 69901:2009 vorgeschlagenen fünf Phasen eines Projektes, wobei die Durchführung des Projektes anhand der Norm orientiert gewesen ist:

- Die Initiierungsphase ist mit der Literaturrecherche und der Bewertung vorhandener Konzepte gleichzusetzen.

- Die Definitionsphase wurde durch die Erstellung eines Konzeptes anhand der Expertendiskussion durchgeführt, inklusive der Benennung der Grundanforderungen.
- Die Planungsphase beschreibt die Erstellung und Definition von zu erreichenden Phasen.
- Die Umsetzungsphase stellt, die stufenhafte Realisierung des Konzeptes in ein praktisches vollumfängliches telemedizinisches System dar. Beginnend mit der Auswahl und Testung einzelner Komponenten bis hin zur systematischen Zusammenführung der einzelnen Bestandteile
- Die Abschlussphase stellte ein Szenario basierter Test des telemedizinischen Systems dar sowie einer abschließenden Bewertung des Projektes durch alle Projektmitarbeiter.

Es erfolgte ein zweizeitiges Vorgehen, da im ersten Durchlauf der drei Phasen ein Fokus auf die Machbarkeit und Limitationen anhand marktüblicher Technologien dargestellt werden sollte.

Im zweiten Durchlauf dieser Phasen wurde dann eine Lösung entwickelt, die sich an die vorher erfassten Bedürfnisse und Limitation orientierte. Anhand dieser Ergebnisse konnte damit die Entwicklung einer individuellen, aber integrativen Lösung ermöglicht werden, die im Verlauf durch vordefinierte Testszenarien überprüft und weiterentwickelt werden konnte.

### 4.3 Definition der Grundanforderungen

Nach Vorstellung der vorhandenen Telemedizinssysteme und -Konzepte durch den Autor wurden in einer Expertendiskussion - bestehend aus 10 Teilnehmern (5 Ärzte, 2 Medizininformatiker, 2 Notfallsanitäter und 1 Pflegekraft) mit den aus Kapitel 3.2 genannten Kriterien - folgende gemeinsame Grundanforderungen an ein notfallmedizinisches Telemedizin-Konzept definiert. Tabelle 4.1 stellt diese 9 Grundanforderungen dar, die folgend einzeln beschrieben werden:

<b>Grundanforderungen</b>
Patientensicherheit ( <i>wichtigster Punkt</i> )
Datensicherheit ( <i>zweit wichtigster Punkt</i> )
Niedrige Anschaffungskosten
Kosteneffizienz
Standardkomponenten
Einfache Installation
Einfache Bedienung
Vorhandene Webanwendung
Weltweit nutzbar

Tabelle 4.1 Grundanforderungen erarbeitet im Rahmen der Expertendiskussion

#### Patientensicherheit

Als wichtigster Punkt definiert worden, da es zu keiner Zeit und unter keinen Umständen zu einem Schaden eines Patienten kommen darf. Durch die Nutzung von Technik soll der aktuelle Patientenzustand mindestens bewahrt, im Idealfall verbessert werden.

#### Datensicherheit

Als zweit wichtigster Punkt definiert worden. Alle Daten eines Patienten sind streng vertraulich zu behandeln und nur mit Zustimmung des Patienten nutzbar. Für die Anwendung eines Telemedizin-Systems müssen die höchsten rechtlichen und technischen Standards genutzt werden die aktuell vorhanden sind. Es soll nicht nur objektive Sicherheit erstellt werden, sondern auch ein subjektives Sicherheitsgefühl für den Patienten generieren, um keinen weiteren Stress in einer notfallmedizinischen Situation auszulösen.

### Niedrige Anschaffungskosten

Ein begrenztes Budget im Gesundheitswesen stellt leider einen Flaschenhals für viele Innovationen und Neuerungen, insbesondere in der IT dar. Um möglichst zügig eine praxisreife Lösung zu etablieren, müssen bei Auswahl der einzelnen Komponenten für das telemedizinische Konzept kosteneffektive Lösungen gewählt werden. Idealerweise können auch Techniken, Hardware, Software etc. aus anderen Wirtschaftsbereichen angewandt werden, sofern diese den hohen Standards im Gesundheitswesen entsprechen.

### Kosteneffizienz

Der Nutzen eines telemedizinischen Konzeptes wird an der Steigerung der Effizienz im Vergleich zum aktuellen, rettungsdienstlichen System gemessen. Steigende Notarzteinsätze, steigende Vorhaltezahlen an Material und Personal in der Prälinik und in den Notaufnahmen bei steigenden Patientenzahlen, Fachkräftemangel sowie viele weitere, nicht näher ausgeführte Gründe, führen zu einer Überforderung und zu unnötigen Kosten im aktuellen Gesundheitssystem. Dementsprechend muss ein solches Konzept eine Entlastung der aktuellen Strukturen begünstigen.

### Standardkomponenten

Sofern es zum Ausfall einzelner Komponenten kommt, muss gewährleistet werden, dass handelsübliche Bauteile verwendet werden. Damit kann durch angelerntes Personal eine Fehlerursachensuche durchgeführt werden und schnell eine Lösung erarbeitet werden. Durch Vermeidung hochspezialisierter Technik kann, mit grundlegenden technischen Kenntnissen, eine Fehlerbehebung durchgeführt werden. Ebenfalls sind Ersatzteile einfacher zu integrieren.

### Einfache Installation

Grundlegende IT-Kenntnisse aus dem Alltag sollten ausreichen um Hardware, Software sowie weitere Technik installieren zu können, sofern ein solcher Bedarf besteht. Ebenfalls sollte das Verbinden einzelner Komponenten möglich sein ohne tiefgründige IT-Kenntnisse.

### Einfache Bedienung

Eine intuitive und einfache Bedienung sorgt für die schnellste Akzeptanz und höchste Zufriedenheit bei Anwendern. In einem sowieso schon geistig und körperlich hochanspruchsvollen Umfeld, bei unablässig ansteigenden Belastungen und einem

medizinischen Bereich, in dem jeder Fehler schwerwiegende Folgen hat, dürfen dem Anwender keine zusätzlichen Hindernisse gestellt werden.

#### Vorhandene Webanwendung

Eine vorhandene Anbindung an das Internet ermöglicht berechtigten Nutzern einen weltweiten direkten Zugriff. Durch diese örtliche Unabhängigkeit wird sichergestellt, dass eine direkte Korrespondenz mit Spezialisten innerhalb kürzester Zeit gewährleistet und eine möglichst breite Anwendung des Konzeptes geleistet werden kann.

#### Weltweit nutzbar

Ein Konzept, das eine grundlegende weltweite Anwendbarkeit ermöglicht, kann auch in anderweitig strukturierten Gesundheitssystemen genutzt und überprüft werden. Natürlich sind lokale und nationale Vorgaben bindend und erfordern eine entsprechende Spezifizierung, aber durch Anwendung eines grundlegenden Konzeptes kann, dem höheren Ziel einer weltweiten Effizienzsteigerung der Gesundheitssysteme gedient, eine bessere individuelle Patientenversorgung ermöglicht werden.

Ebenfalls könnte durch die internationale Anbindung eine einfachere Konsultation von Spezialisten erfolgen. Insbesondere in grenznahen Regionen könnten damit bürokratische oder physische Hürden durch solch pragmatische technische Ansätze überwunden werden.

#### Nutzung vorhandener Hard- und Software im Krankenhaus und Rettungsdienst

Um die entstehenden Kosten für das jeweilige Material, die Schulung von Personal, die Instandhaltung etc. möglichst niedrig zu halten, sollten wenn möglich vorhandene Hardware und Software eingesetzt werden bzw. die Kosten in einem möglichst niedrigen Bereich gehalten werden. Daher sollten die Anwendung eines telemedizinischen Systems in vorhandene IT-Strukturen eingebettet und marktübliche Hardware und Softwarelösungen verwendet werden.

### **4.4 Erstellung eines telemedizinischen Konzeptes**

Anhand der Ergebnisse der Literaturrecherche und den definierten Grundanforderungen wurde nun ein Konzept erstellt, welches eine direkte Live Video- und Audiokommunikation als auch eine Vitaldatenübertragung zwischen einem Telenotarzt und einem Patienten ermöglicht, der zeitgleich durch den physisch präsenten Rettungsdienst behandelt wird.

Dieses telemedizinische Konzept soll vorsehen, dass der Rettungsdienst bei einem Notfallpatienten die Möglichkeit hat eine ärztliche Konsultation anzufordern, sofern weitere (not-)ärztliche Maßnahmen durchgeführt werden müssten. Damit soll im Beisein des live zugeschalteten Telenotarztes eine notärztliche Therapie ermöglicht werden.

Ebenfalls soll aber nicht nur eine ärztliche Konsultation im Sinne einer Beratung für den Rettungsdienst ermöglicht werden, sondern auch eine direkte Kommunikation zwischen Patienten und Arzt.

Hiermit soll ein umfassendes telemedizinisches System entwickelt werden, dass sich nicht nur auf das Konzept des Telenotarztes beschränkt und nur der Beratung (Telekonsultation) des Rettungsdienstes dient wie in herkömmlichen Telenotarztssystemen, sondern den Patienten in den Mittelpunkt der Behandlung stellt. Anhand dieser patientenzentrierten digitalen Lösung soll ermöglicht werden, dass eine ärztliche Kommunikation mit Patienten am Ort des Ereignisses möglich ist.

Im Falle eines Rettungsdiensteinsatzes kann dann im Beisein des Rettungsdienstpersonals mit den unterschiedlichsten medizinischen Schnittstellen eine direkte Kommunikation ermöglicht werden wie Abbildung 4.3 darstellt. Dies umfasst die unterschiedlichen Bereiche der ambulanten Versorgung wie niedergelassene Fachärzte (bspw. Allgemeinmedizin, Urologie, Schmerztherapie etc.), aber auch die ambulante Versorgung durch den ärztlichen Bereitschaftsdienst.

Damit werden die Bereiche der stationären Versorgung (Kliniken, Notaufnahmen) mit den Bereichen der ambulanten Versorgung über ein solches digitales Netzwerk zusammengeführt. Es kann so die Bildung eines regionalen notfallmedizinischen Netzwerkes, Emergency Talk Network (ETN) [295], ermöglicht werden und eine Patienten in dem Mittelpunkt stellende Lösung geboten werden, die regional vorhandene medizinische Ressourcen über eine digitale Plattform bündelt und niederschwellig erreichbar zur Verfügung stellen soll [296,297].

## Emergency Talk Network

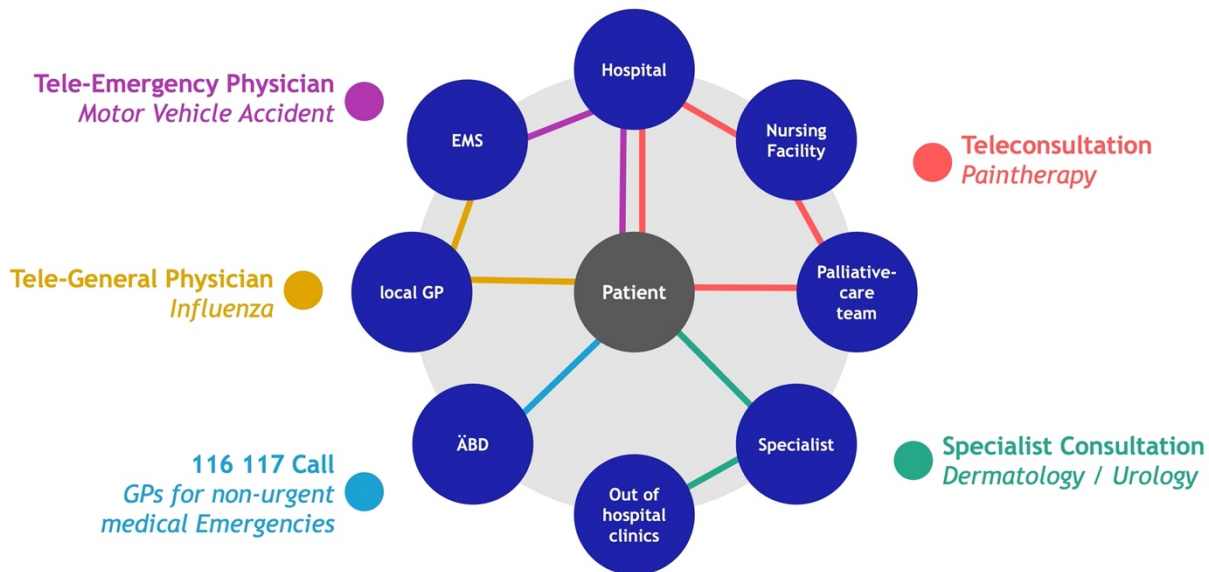


Abbildung 4.3 Emergency Talk Network [207], eigene Darstellung

Um dieses regionale digitale medizinische Konzept umzusetzen, wird dies im nächsten Schritt mit technischen Komponenten besetzt und erprobt. Anhand dieser einzelnen Komponenten kann spezifiziert werden, welche Funktionalitäten bei welchem Akteur benötigt werden, um dann eine Umsetzung in Software bzw. Hardwarekomponenten zu ermöglichen.

Zunächst besteht dieses aus den folgenden drei technischen Hauptkomponenten wie Abbildung 4.4 visualisiert und im folgenden Abschnitt näher erläutert wird:

- 1.) Kommunikationseinheit, bestehend aus einer stationären und mobilen Einheit
- 2.) Vitaldatenübertragung
- 3.) Telenotarztarbeitsplatz

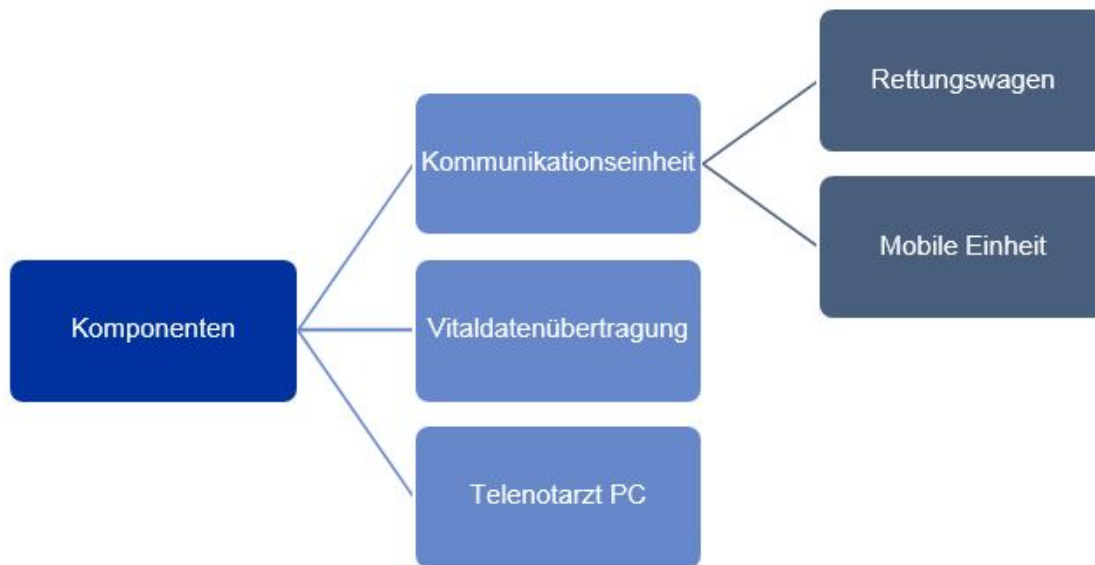


Abbildung 4.4 Komponenten des telemedizinischen Konzeptes, eigene Darstellung

#### 4.4.1 Kommunikationseinheiten

Der Rettungsdienst kann mit einer mobilen, sowie einer stationären Kommunikationseinheit (im Rettungswagen) eine live Video- und Audiokommunikation mit einem Telenotarzt durchführen. Dies ist unabhängig davon, ob der aktuelle Notfalleinsatz innerhalb eines Rettungswagens oder außerhalb, beispielsweise in der Wohnung eines Patienten, stattfindet. Damit wird eine Einsatzort unabhängige, bidirektionale Echtzeit Kommunikation zwischen Telenotarzt und Rettungsdienst sowie Patient ohne Unterbrechung ermöglicht.

##### Stationäre Kommunikationseinheit

Die stationäre Kommunikationseinheit befindet sich fest im Innenraum eines Rettungswagens und wird dementsprechend auch als „Rettungswageneinheit“ bezeichnet. Der Telenotarzt kann in Echtzeit mit einem Patienten sowie dem Rettungsdienst sprechen. Gleichzeitig erhält der Telenotarzt ein vollständiges Live-Video des Patienten. Hierdurch kann sich der Telenotarzt unabhängig von den Aussagen des Rettungsdienstes und des Patienten einen eigenen Eindruck über den aktuellen körperlichen Zustand des Patienten machen, ohne physisch präsent zu sein.

### Mobile Kommunikationseinheit

Im Vergleich dazu bietet die mobile Kommunikationseinheit eine Livekommunikation, unabhängig vom Einsatzort. Durch die Mobilität dieser Einheit wird im gesamten Einsatzverlauf gewährleistet, dass immer die Option einer ärztlichen Konsultation und Überwachung des Patienten möglich ist.

#### **4.4.2 Vitaldatenübertragung**

Während die Bild und Ton Übertragung live durch eine entsprechende Kommunikationseinheiten ermöglicht wird, bedarf die Übertragung der Vitaldaten des Patienten an den Telenotarzt einer Lösung, die alle Daten in Echtzeit überträgt:

Beginnend beim erstmaligen Patientenkontakt bis hin zur Übergabe des Patienten an eine weiterbehandelnde Einrichtung oder Beendigung der Behandlung, ohne das Auftreten von Überwachungslücken.

Aus diesen Gründen wurde eine Lösung gefordert, die schon beim erstmaligen Patientenkontakt außerhalb des Rettungswagens, beispielsweise in der Patientenwohnung, genutzt und dann auch während des Transports weitergenutzt werden kann.

#### **4.4.3 Telenotarzt Arbeitsplatz**

Der Telenotarztarbeitsplatz, auch als „Telenotarzt-PC“ bezeichnet, stellt den zentralen Anlaufpunkt für alle eingehenden Informationen aus der Präklinik in die Klinik dar.

Der Telenotarzt wird von einer an der Notfallversorgung teilnehmenden Klinik zur Verfügung gestellt und bietet damit einen direkten Anlaufpunkt für den Rettungsdienst. Sollte eine zeitkritische notärztliche Therapie bei einem akut vital bedrohten Patienten nötig sein und ein physisch vorhandener Notarzt räumlich zu weit entfernt oder aus anderen Gründen nicht vorhanden sein, so kann der Telenotarzt in dieser Fallkonstellation eingesetzt werden.

Der Telenotarzt wird durch den Rettungsdienst in diesem Fall angefordert und alarmiert. Bei Eingang der Alarmierung, würde der entsprechende Telenotarzt sich an dem entsprechenden Telenotarzt Arbeitsplatz anmelden können.

Nach erfolgter persönlicher Anmeldung kann sich der Telenotarzt anhand der bidirektionalen Echtzeit Videokommunikation sowie der live übertragenen Vitalwerte ein eigenes klinisches Bild über den akuten Patientenzustand machen und damit eine notärztliche Therapie einleiten.

## 4.5 Auswahl der Komponenten

Anhand der Rechercheergebnisse wurden für die stationäre und mobile Kommunikationseinheit, Vitaldateneinheit und den Telenotarztarbeitsplatz die folgenden Komponenten ausgewählt und entsprechend zusammengeführt:

### 4.5.1 Kommunikationseinheit

Für die stationäre Kommunikationseinheit wurden als Komponenten Kamera, Mikrofon, Lautsprecher, Router, Simkarte und eine unabhängige Stromversorgung (USV) ausgewählt. Nähere siehe Tabelle 4.2:

Komponente	Modell	Hersteller
Kamera	LE 200 WLAN [298,299]	Lupus Electronics
Mikrofon	CMP-MIC9 – Flexible mini Mikrofon 3.5 mm [300]	König
Lautsprecher	Compact 2.0 Speaker Set Black [301]	Leto
Router	RUT 950 [302]	Teltonika
Simkarte	Standard Sim [303]	Deutsche Telekom
Unabhängige Stromversorgung (UPS)	Back UPS PRO USV 900VA BR900G-GR [304]	APC

Tabelle 4.2 Komponenten der stationären Kommunikationseinheit

Diese einzelnen Komponenten wurden miteinander nach den jeweiligen Herstellerangaben verbunden.

Zur übersichtlicheren Darstellung und Verständnis der einzelnen Verknüpfungsarten dient die folgende Abbildung 4.5:

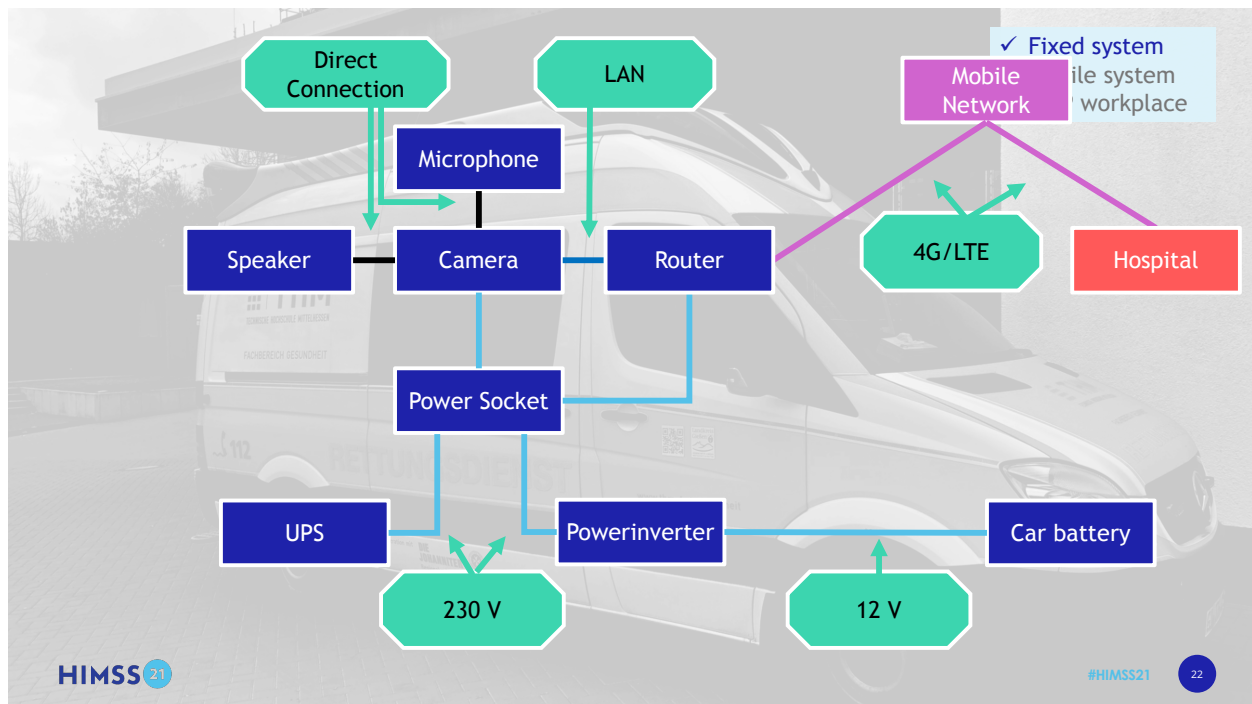


Abbildung 4.5 Darstellung der einzelnen Komponenten und Verknüpfungswege [208, Folie 22]

Die Kamera verfügt über zwei 3,5mm Klinkenstecker: Das Mikrofon wurde über den Klinkenstecker-Eingang und die Lautsprecher über den Klinkenstecker-Ausgang verbunden. Die Kamera wurde zudem mit einem Router per LAN-Kabel verbunden.

In Abb 4.6 werden diese Steckverbindungen visualisiert sowie die jeweilig dazugehörigen Verbindungskabel und zeigen die Kamera im laufenden Betrieb im RTW.



Abbildung 4.6 Kamera und Steckverbindung während des Betriebes im Rettungswagen, eigene Darstellung

Der verknüpfte Router verfügt über die Möglichkeit, mit mindestens einer Simkarte, eine Verbindung zum Internet aufbauen zu können. Eine weitere Simkarte könnte hier bei Bedarf zusätzlich eingefügt werden. Zur Nutzung dieser Möglichkeit („mobile Daten“) wurde also eine Simkarte in den Router eingesetzt.

Es besteht zudem die Möglichkeit den Router mit der Kamera kabellos zu verbinden. Darauf wurde aber hier verzichtet, da durch eine physische Verknüpfung der Geräte ein höherer Grad der Geräte- und Datensicherheit gewährleistet werden kann.

Zur Sicherung der Stromversorgung wurde über einen 230 Volt (V) Stecker die Kamera mit einer Steckdose der USV verbunden. Diese dient der ständigen Sicherung der Stromversorgung, da Stromausfälle durch eine USV überbrückt werden können.

Ebenfalls wurde zur Stromversorgung der Router mit der USV per 230V Stecker verbunden. Durch diese unabhängige Stromversorgung der oben genannten Komponenten kann ein dauerhafter Betrieb des Systems gewährleistet werden.

Die USV kann dann über einen 230 V Stecker mit einer Steckdose verbunden und aufgeladen werden.

Als Ausfallreserve wurde eine zweite Kamera im RTW neben der primären Kamera positioniert. Abbildung 4.7 zeigt die beiden Kameras in ihrer Position über der Patiententrage im Patientenbereich des RTW. Diese wurden an eine bewegliche Schiene fixiert. Damit behindern die Kameras bei der Notfallversorgung nicht den Patienten oder die Behandelnden, aber gleichzeitig wird auch gewährleistet, dass ein möglichst großes Bild vom Patienten erfasst werden kann.



Abbildung 4.7 Positionierung der Kameras (inkl. Ersatzkamera) während des Betriebes im Rettungswagen, eigene Darstellung

Um einen uneingeschränkten Zugriff für eingewiesene Anwender auf die Kamera zu ermöglichen, war die IP Kamera über die Eingabe folgender Adresse in allen gängigen Internetbrowsern erreichbar: <http://rut950-arzt.spdns.de:3398/> (siehe Abb. 4.8)

Bei dem Link zur Auswahl der Kamera wurde das Prinzip des „Port-Forwarding“ [305] angewandt [305]. Es beschreibt den direkten Zugriff auf ein Gerät über eine Weiterleitung einer bestimmten Verbindung in einem Netzwerk durch einen ausgewählten „Port“ des Routers.

Ebenfalls wurde hier das „dynamisches Domain Name System“ (DynDNS) verwendet. Dies beschreibt eine technische Möglichkeit, bei der bei Anwahl einer bestimmten Internetadresse man immer auf das gleiche Gerät zugreifen kann, ohne dass es sich im selben Netzwerk vor Ort befindet.

Da sich bei Geräten, die sich in einem Netzwerk befinden und mit dem Internet verbunden sind, individuelle Geräteadressen vergeben werden (sogenannte „Internet Protokoll“ Adressen, kurz IP-Adressen), diese sich aber auch dynamisch ändern können, wurde dieses Vorgehen gewählt, um eine gleichbleibend anzuwählende Adresse für die Anwender anbieten zu können.

Durch diese Verfahren kann von einem Gerät (z.B. einem PC) in einem entfernten Netzwerk über das Internet auf ein Gerät in einem anderen Netzwerk (z.B. Die Telenotarzt-Kamera) zugegriffen werden.

Ebenfalls kann durch die Nutzung des DynDNS die aktuell genutzte IP-Adresse der Kamera verborgen bleiben und ein ungewünschter Zugriff vorgebeugt werden.

Für die mobile Kommunikationseinheit wurden die Komponenten Tablet, Betriebssystem, Simkarte und Videokonferenzsoftware ausgewählt, die in der Tabelle 4.3 dargestellt sind

Komponente	Modell	Hersteller
Tablet	FZ-G1 Toughbook [247]	Panasonic
Betriebssystem	Windows 10 Pro (Version 1903) [306]	Microsoft
Simkarte	Standard Sim D1 [303]	Deutsche Telekom
Videokonferenzsoftware	Cisco Jabber [246,307]	Cisco

Tabelle 4.3 Komponenten der mobilen Kommunikationseinheit

Auf dem Tablet wurde die Videokonferenzsoftware installiert, so dass eine Kommunikation in Echtzeit stattfinden kann. Der Zugang zur Videokonferenzsoftware ist nur verifizierten Benutzern möglich, so dass Dritten kein Zugriff ermöglicht wird.

Das Hinzufügen von weiteren Benutzern erfordert damit die vorherige Erstellung eines Benutzerkontos durch einen Administrator, dessen Aufgabe es damit auch ist, die jeweiligen Benutzer zu verifizieren, bevor eine Freigabe zum System erfolgt.

Ebenso ist technisch eine Nutzung dieser Videokonferenzsoftware nur möglich, sofern eine zentrale Installation auf einer eigenen Hardwarelösung, wie einem Server, erfolgt ist. Dies bedeutet, dass nach einer so genannten on-premise Installation eine eigene Verwaltung und Überwachung der Software durchgeführt werden kann und man damit Kontrolle über die Daten sowie den Betrieb hat [308,309].

#### 4.5.2 Vitaldateneinheit

Für die Vitaldateneinheit wurden die Komponenten Patientenmonitor, Telemetriesoftware und eine Simkarte ausgewählt. Nähere siehe Tabelle 4.4:

Komponente	Modell	Hersteller
Patientenmonitor	EKG corpulsC3 mit Sauerstoffsättigung, 12-Kanal EKG, Blutdruck-, Temperatur- CO2-messung und Defibrillator [310,311]	Corpuls

<b>Telemetriesoftware</b>	corpuls.web Live Application für corpulsC3 [312]	Corpuls
<b>Simkarte</b>	Standard Sim D1 [303]	Deutsche Telekom

Tabelle 4.4 Komponenten der Vitaldateneinheit

Die auf dem Patientenmonitor angezeigten Vitalwerte können durch diese Softwarelösung übertragen werden und in Echtzeit einem verifizierten Nutzer zur Verfügung gestellt werden. Eine vorher benötigte Freigabe des Datenversandes verhindert es, dass Dritte auf den Patientenmonitor von extern zugreifen können. Durch die Integration einer Simkarte in den Patientenmonitor, kann dann über eine Internet-Verbindung der Vitaldatenversand erfolgen.

Damit der Datenversand erfolgen kann, muss auf einem zentralen Server (on-premise), die Software installiert sein. Ein Zugriff auf die Vitaldaten ist damit nur verifizierten Benutzern möglich, da die Erstellung und Verwaltung von Benutzerkonten nur durch einen Administrator möglich ist.

Damit kann über einen Standard-Internetbrowser ein Zugriff für verifizierte Benutzer ermöglicht werden.

#### 4.5.3 Telenotarztarbeitsplatz

Für den Telenotarztarbeitsplatz wurden die Komponenten Personal Computer (PC), Betriebssystem, zwei Bildschirme, kabelgebundene Tastatur und Maus, Webcam, Headset und zwei Internetbrowser ausgewählt. Nähere siehe Tabelle 4.5:

<b>Komponente</b>	<b>Modell</b>	<b>Hersteller</b>
<b>Personal Computer</b>	Prodesk 400 G3 Mini Core i5 2,7 GHz [313]	HP
<b>Betriebssystem</b>	Windows 10 Pro (Version 1903) [306]	Microsoft
<b>Bildschirme</b>	Compaq LA 1956 [314]	HP
<b>Tastatur</b>	HP 125 kabelgebundene Tastatur [315]	HP
<b>Maus</b>	HP optische USB-Scroll-Maus [316]	HP
<b>Webcam</b>	C270 HD Webcam 720p [317]	Logitech
<b>Headset</b>	PC8 USB [318]	Sennheiser

---

**Internet Browser**

Internet Explorer [319]

Microsoft

Chrome [320]

Google

---

Tabelle 4.5 Komponenten des Telenotarzarbeitsplatz

Die Nutzung von zwei Bildschirmen (wie Abbildung 4.8 darstellt) ermöglicht, dass jeweils ein Bildschirm zur Betrachtung von Vitalwerten bzw. der Videokommunikation erfolgen kann. Damit werden dem Telenotarzt relevante Informationen von der Einsatzstelle sowie vom Patienten zur Verfügung gestellt.

Durch die Nutzung unterschiedlicher Internetbrowser hat der Anwender die Möglichkeit einen von beiden Lösungen auszuwählen und es besteht eine Ausfallreserve, sollte ein System nicht mehr weiter angeboten werden von den entsprechenden Herstellern.

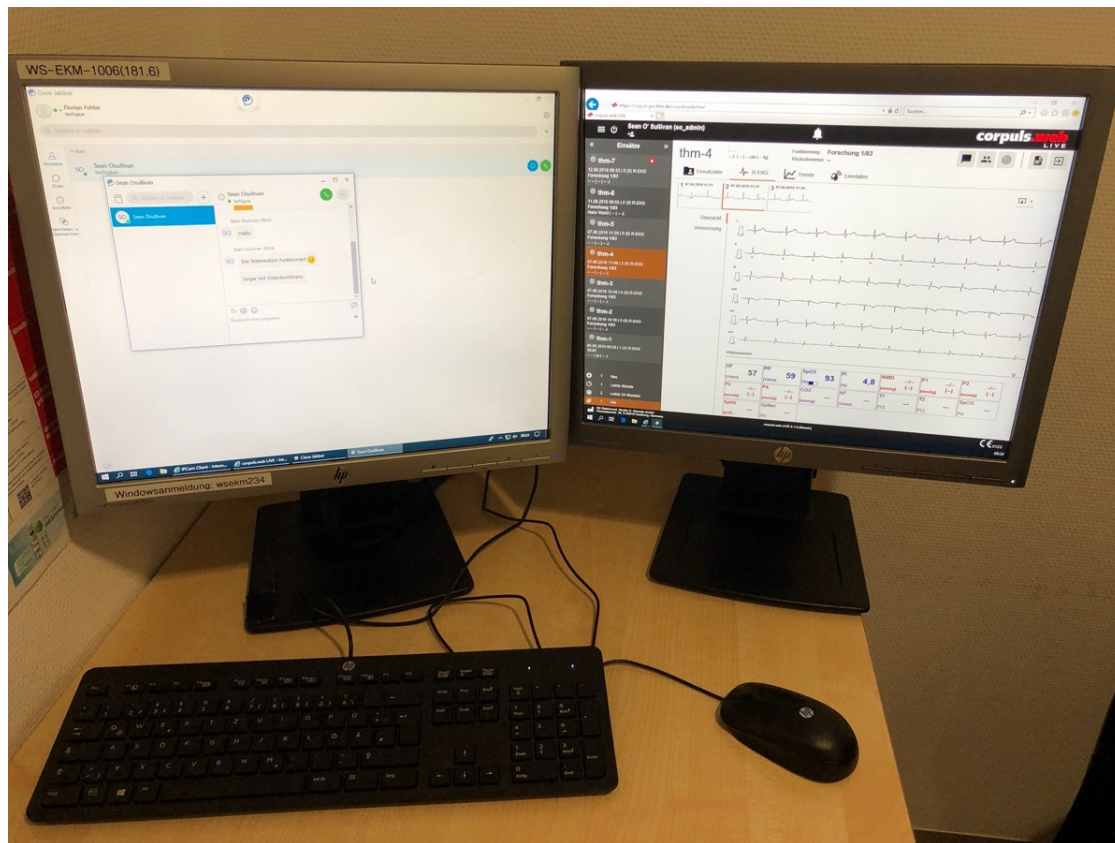


Abbildung 4.8 Telenotarzarbeitsplatz und Aufteilung der Bildschirme: Kommunikationseinheit (linker Bildschirm) und Vitaldatenüberwachung (rechter Bildschirm), eigene Darstellung

## 4.6 Test der einzelnen Komponenten in einer Demoumgebung

Innerhalb eines Zeitraumes von 3 Tagen wurden insgesamt 24 Versuche durchgeführt. Von den 24 davor ausgehändigten Fragebögen sind 24 (100%) wieder an den Untersucher zurückgegeben worden und konnten ausgewertet werden.

### 4.6.1 Anwender und Standort

Es wurden 12 Versuche (50%) zum „Stationären System“ sowie 12 (50%) zum „Mobilen System“ durchgeführt. (siehe Abb 4.9 links)

Von den 24 Versuchen wurden 8 Anwendungen (33,3%) vom Standort Klinik durchgeführt, 4 (16,67%) aus einer Praxis, 4 (16,67%) von Daheim, 4 (16,67%) aus einem Büro und 4 (16,67%) von der Universität. (siehe Abb 4.9 rechts)

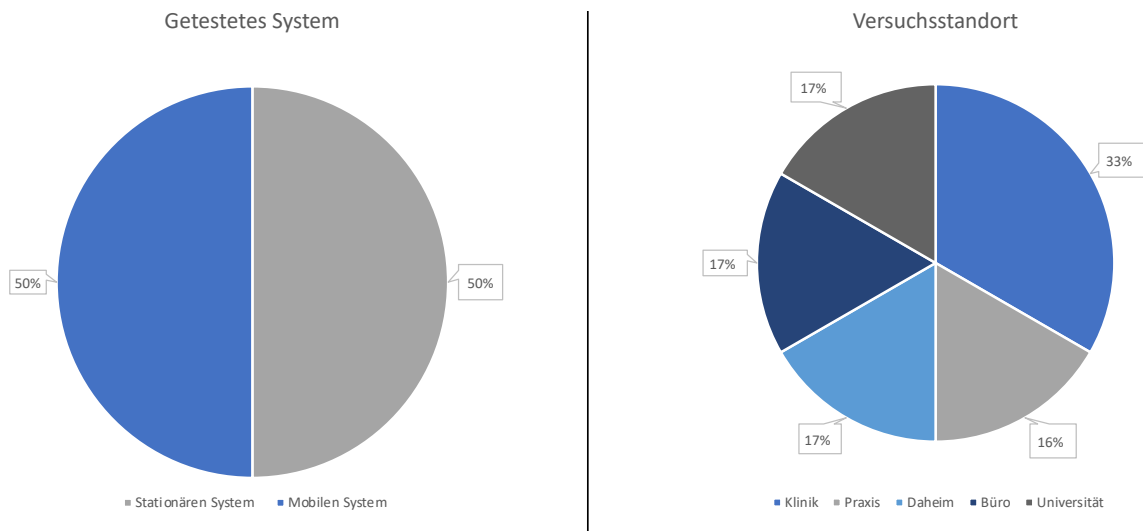


Abbildung 4.9 Anwender und Standort: Getestetes System (links), Versuchsstandort (rechts)

Es wurden 12 Versuche (50%) unter den Bedingungen „hell / tagsüber“ sowie 12 weitere (50%) unter den Bedingungen „dunkel / nachts“ durchgeführt. (siehe Abb 4.10 links)

Es wurden 8 Versuche (33,3%) an einem Smartphone, 8 Versuche (33,3%) auf einem Tablet, 4 Versuche (16,7%) an einem Laptop und 4 Versuche (16,7%) an einem Desktop durchgeführt. (siehe Abb 4.10 rechts)

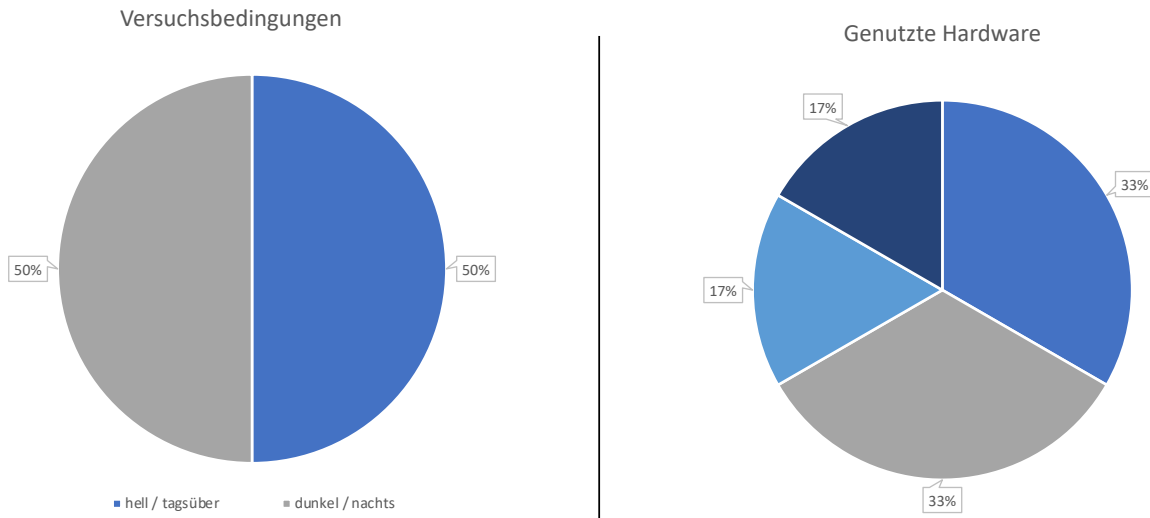


Abbildung 4.10 Versuchsbedingungen (links) und genutzte Hardware (rechts)

#### 4.6.2 Bild- und Videoübertragung

Von 24 Versuchen konnte bei 24 Versuchen (100%) ein Zugriff auf die Kamera ermöglicht werden, visualisiert in der Abb 4.11 oben.

Ebenfalls wurde ein flüssiges Bild in 24 Versuchen (100%) dargestellt sowie die Kamera bewegt (siehe Abb 4.11 unten).

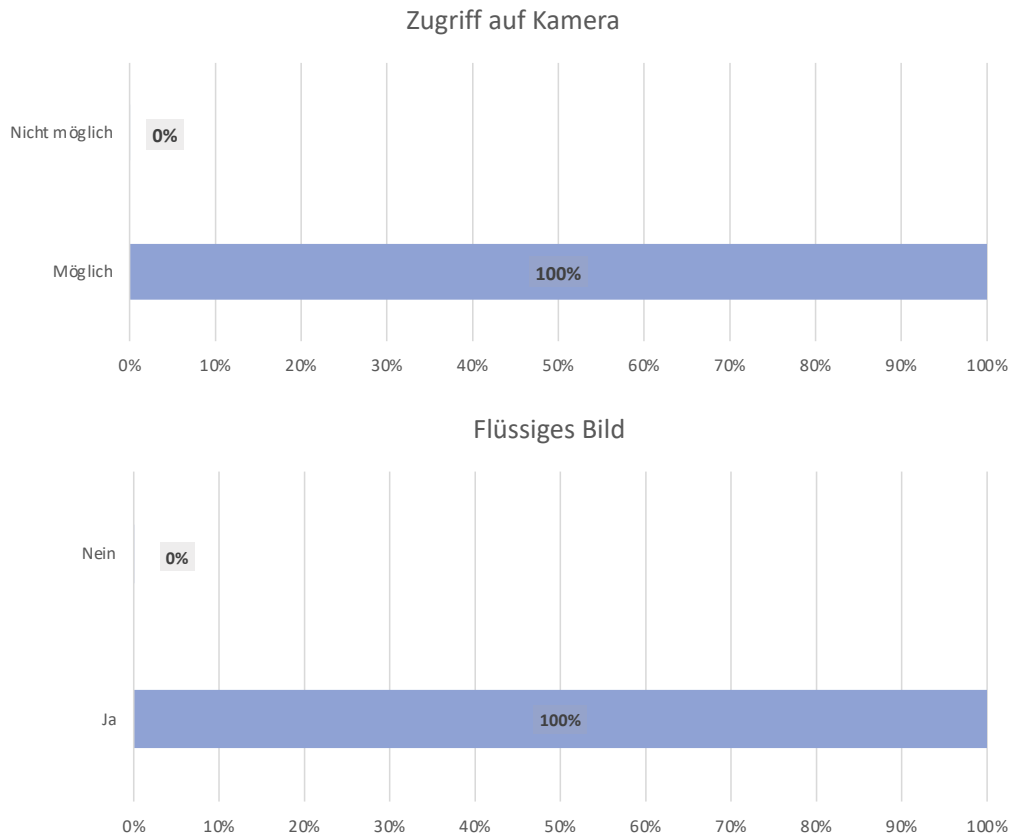


Abbildung 4.11 Bild- und Videoübertragung: Zugang auf Kamera (oben), Flüssiges Bild (unten)

Die Bilder in Ausgangsposition, links als auch rechts Bild wurden in 24 Versuchen (100%) erkannt. (siehe Abbildung 4.12)

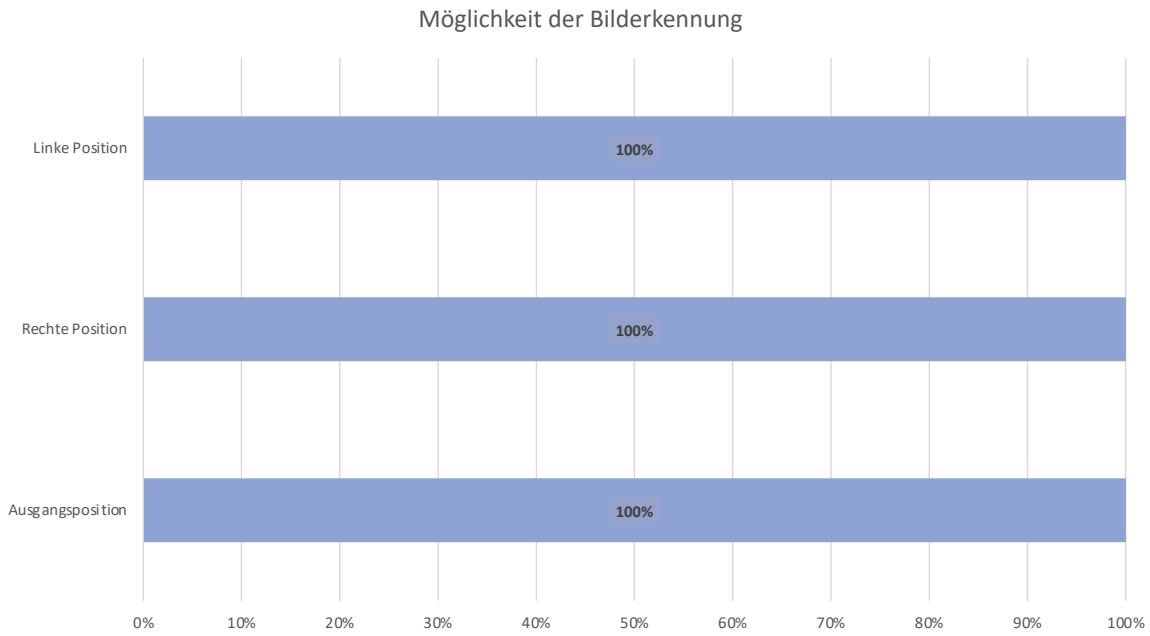


Abbildung 4.12 Bild- und Videoübertragung: Möglichkeit der Bildererkennung in der linken Position (oben), rechten Position (mitte) und Ausgangsposition (unten)

### 4.6.3 Audioübertragung

Von 24 Versuchen konnte bei 24 Versuchen (100%) eine Audionachricht gehört werden. Die folgende Abbildung 4.13 (oben) visualisiert diese Ergebnisse.

Ebenfalls wurde in allen 24 Versuchen (100%) die korrekte Audionachricht erfasst werden (siehe Abbildung 4.13 unten).

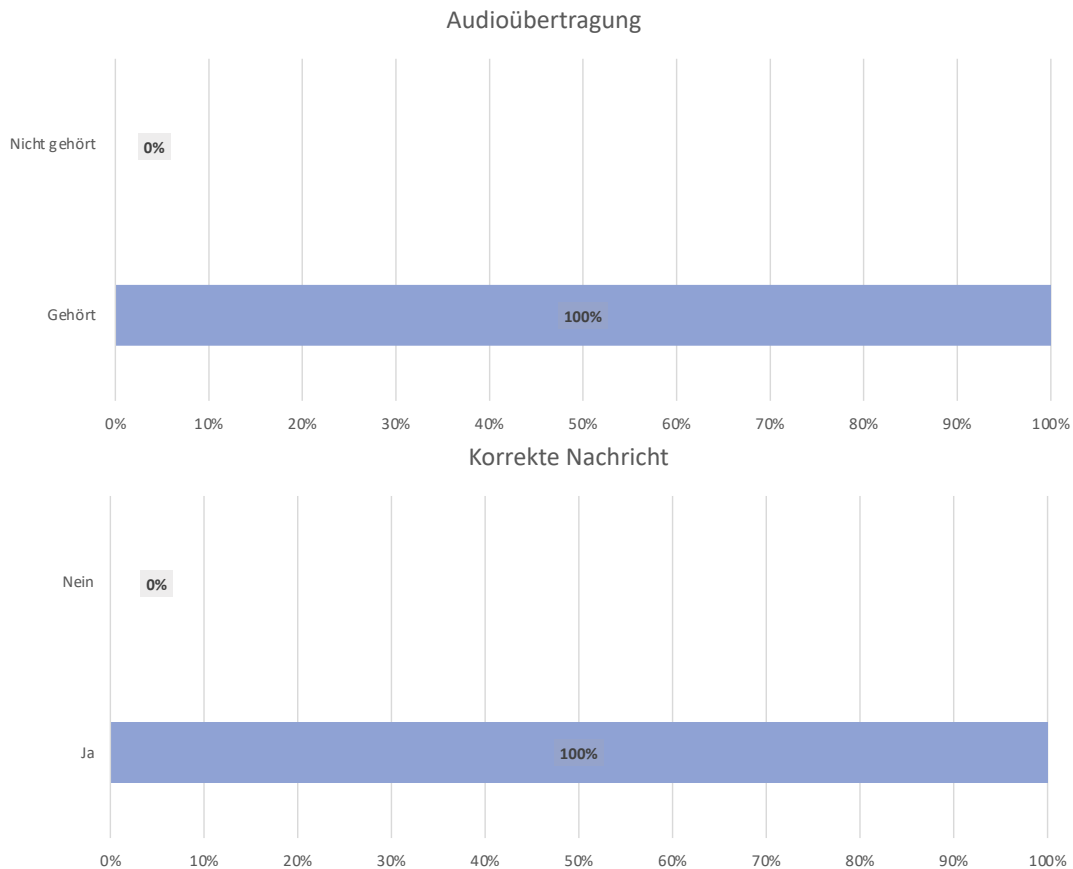


Abbildung 4.13 Audioübertragung: Audionachricht gehört (oben), korrekte Nachricht erfasst (unten)

#### 4.6.4 Übertragungsqualität

Die Bildqualität wurde durch die Anwender 8 mal (33%) mit „sehr gut = 1“, 13 mal (54%) mit „gut = 2“ und 3 mal (12%) mit „befriedigend = 3“ bewertet. Der Median lag bei 2. (siehe Abb 4.14 oben)

Die Audioqualität wurde durch die Anwender 9 mal (38%) mit „sehr gut = 1“, 9 mal (38%) mit „gut = 2“ und 6 mal (25%) mit „befriedigend = 3“ bewertet. Der Median lag bei 2. (siehe Abb. 4.14 unten)

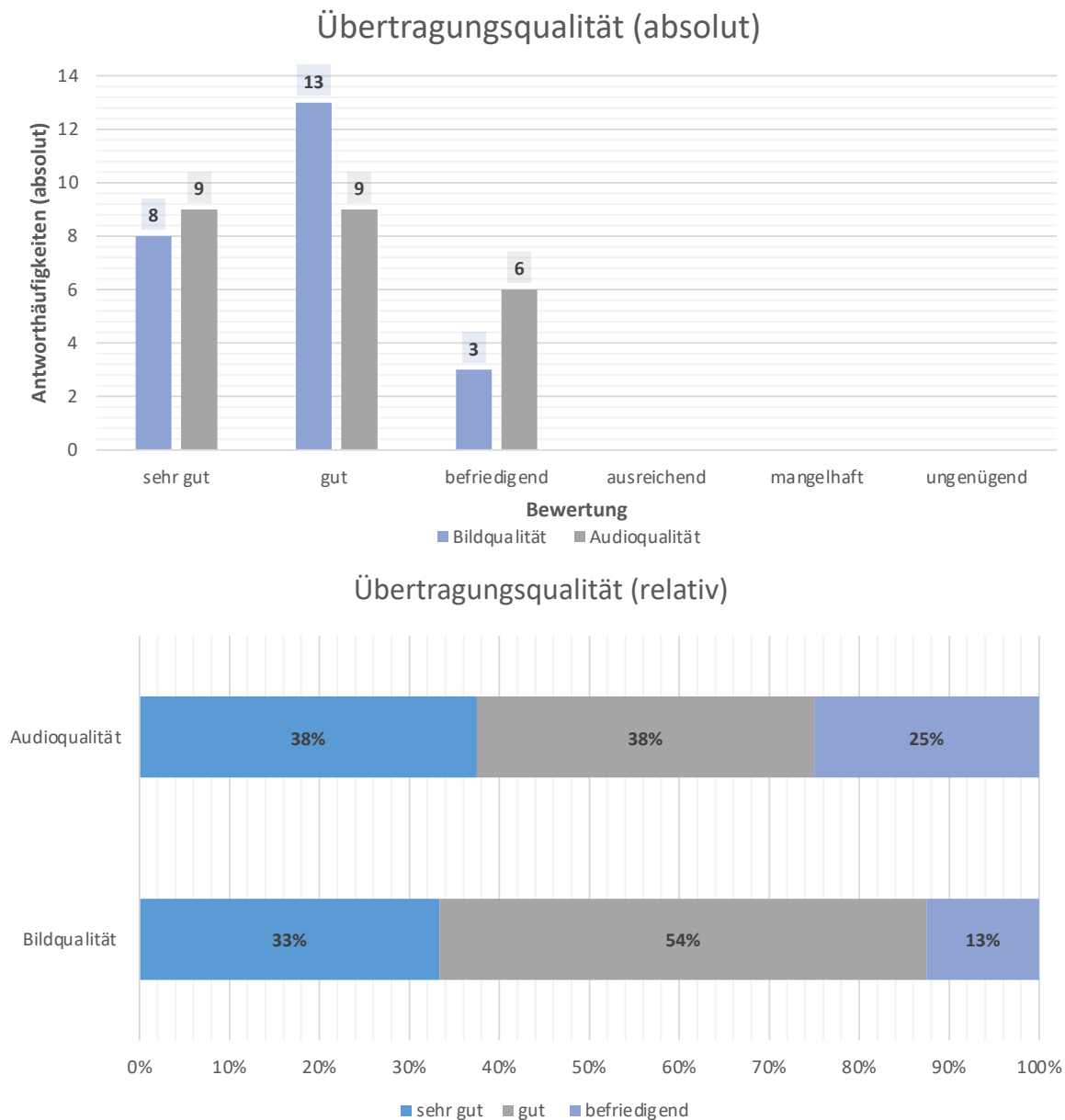


Abbildung 4.14 Übertragungsqualität: Bild- und Audioqualität absolute Ergebnisse (oben), relative Ergebnisse (unten)

#### 4.6.5 Zufriedenheit und zukünftige Anwendung

Jede Frage wurde bei allen 24 Anwendungen (100%) beantwortet und ausgewertet.

Frage 17 „Ich fühle mich wohl, (mit dem Arzt) über das Telemedizinssystem zu kommunizieren“ wurde einmal mit einer „4“ (4,2%), 6 mal mit einer „5“ (25%), 12 mal mit einer „6“ (50%), und 5 mal mit einer „7“ (20,8%) bewertet. Der Median lag bei „6“, der Mittelwert bei „5,88“.

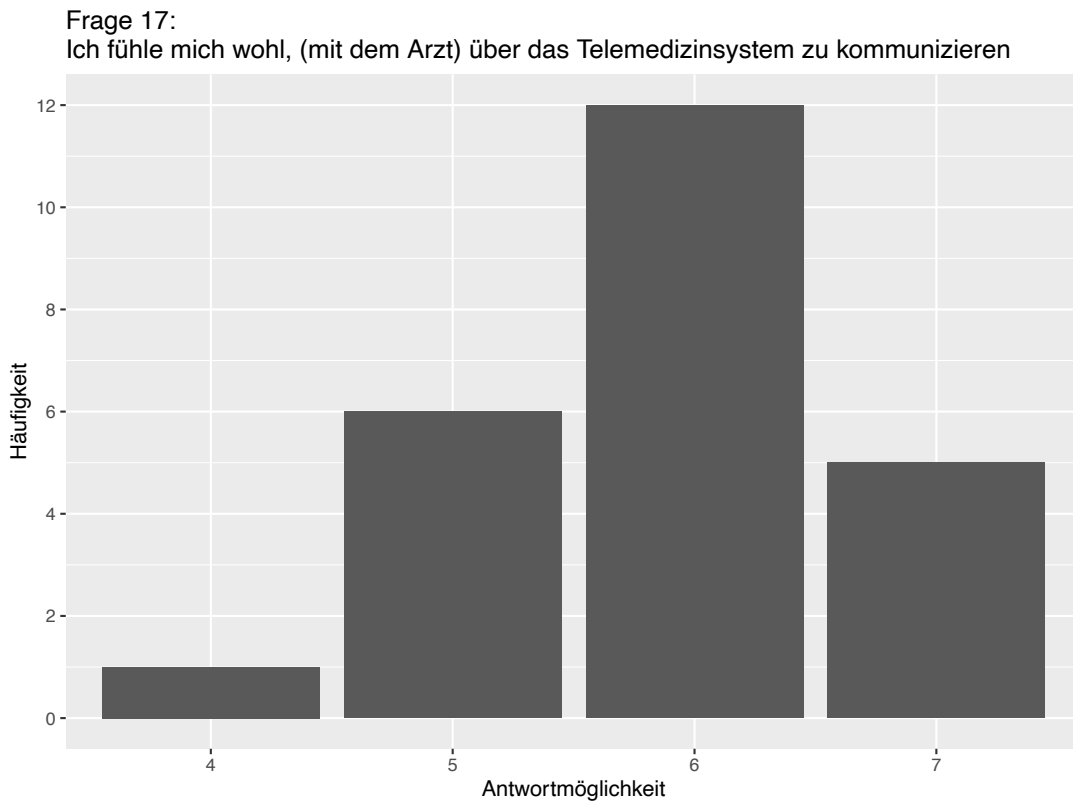


Abbildung 4.15 Antworthäufigkeiten zu Frage 17 aus den Versuchen zur Demoumgebung

Frage 18 „Telemedizin ist eine akzeptable Möglichkeit Gesundheitsdienste in Anspruch zu nehmen“ wurde 6 mal mit einer „5“ (25%), 10 mal mit einer „6“ (41,7%) beantwortet, 8 mal mit einer „7“ (33,3%) bewertet. Der Median lag bei „6“, der Mittelwert bei „6,08“.

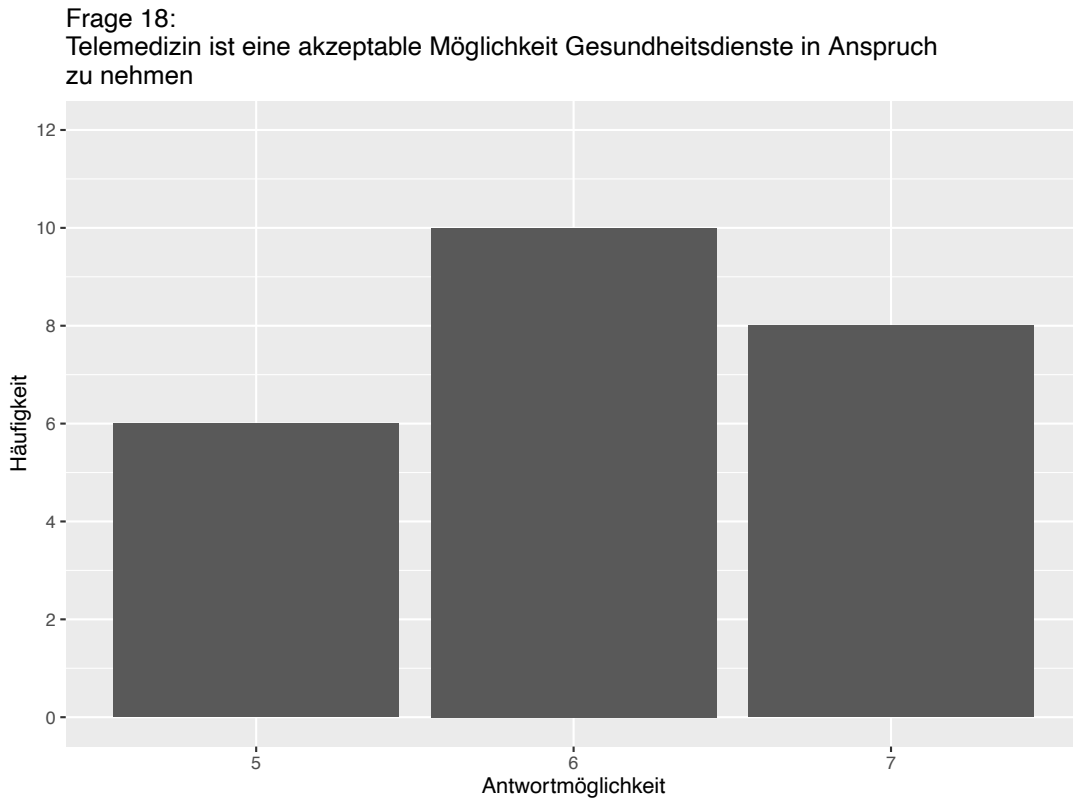


Abbildung 4.16 Antworthäufigkeiten zu Frage 18 aus den Versuchen zur Demoumgebung

Frage 19 „Ich würde telemedizinische Leistungen nochmal nutzen“ wurde einmal mal mit einer „4“ (4,2%), 3 mal mit einer „5“ (12,5%) beantwortet, 13 mal mit einer „6“ (54,2%) und 7 mal mit einer „7“ (29,2%) bewertet. Der Median lag bei „6“, der Mittelwert bei 6,08“.

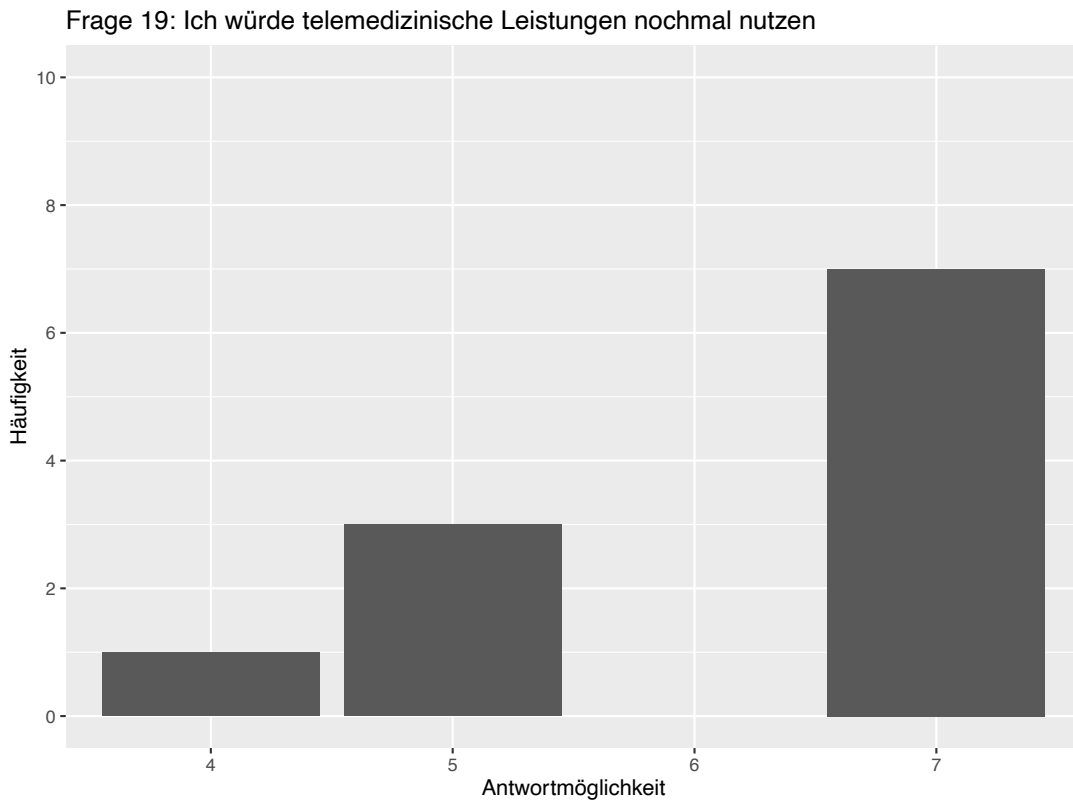


Abbildung 4.17 Antworthäufigkeiten zu Frage 19 aus den Versuchen zur Demoumgebung

Frage 20 „Insgesamt bin ich zufrieden mit diesem Telemedizinssystem“ wurde einmal mal mit einer „4“ (4,2%), 8 mal mit einer „5“ (33,3%) beantwortet, 11 mal mit einer „6“ (45,8%) und 4 mal mit einer „7“ (16,7%) bewertet. Der Median lag bei „6“, der Mittelwert bei „5,75“.

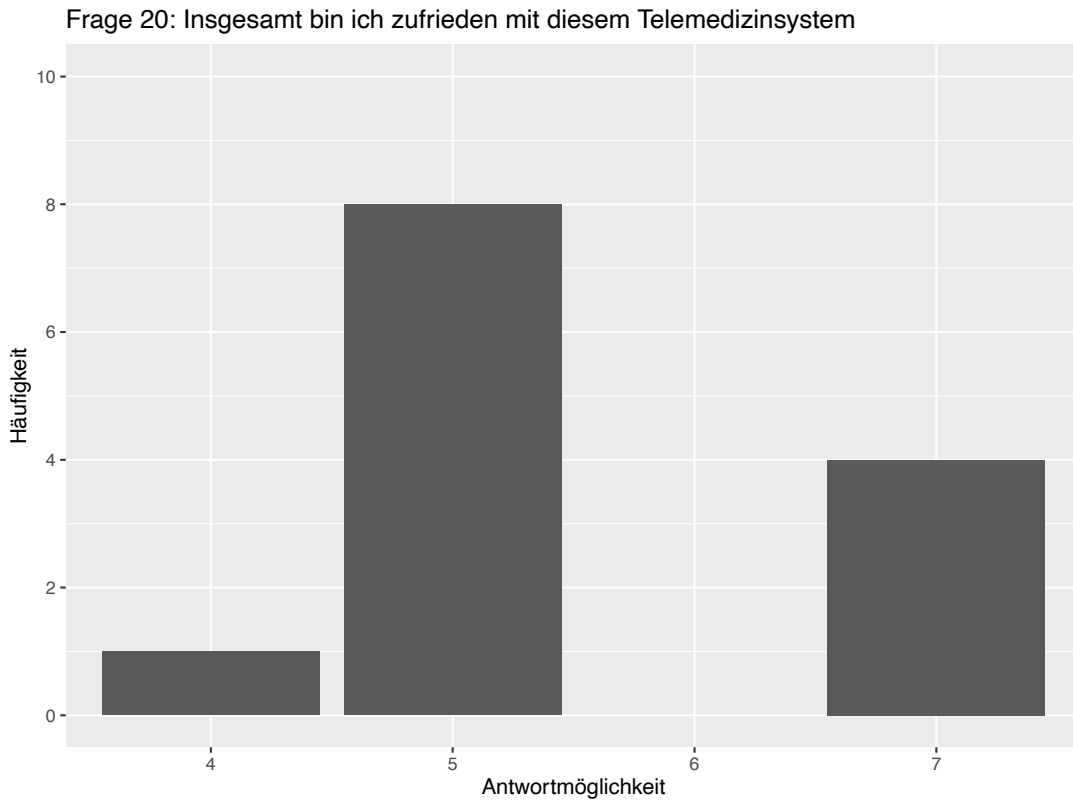


Abbildung 4.18 Antworthäufigkeiten zu Frage 20 aus den Versuchen zur Demoumgebung

#### 4.6.6 Expertendiskussion

In der anschließenden Expertendiskussion wurden als positiv bewertet, dass eine standortunabhängige Anwendung und im Alltag der Anwender genutzte Hardwarelösungen hier nutzbar waren. Ebenso wurde die Steuerungsmöglichkeit der Kamera als auch die Bildqualität, als positiv bewertet, da ein flüssiges, umfangreiches und klares Bild bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen erkennbar gewesen ist.

Im Rahmen der Versuche bei Dunkelheit wurde die Nachtsicht der stationären Kommunikationseinheit als deutliches Pro bewertet, während das Fehlen dieser Funktion bei der mobilen Kommunikationseinheit als entsprechender Contra-Punkt bewertet wurde.

Als weiteres Contra wurde bewertet, dass bei den eingesetzten Kommunikationslösungen die Software keine offensichtliche Möglichkeit zulässt, Individualisierungen in der Benutzeroberfläche für unterschiedliche Anwender zu erstellen und zu speichern.

Ebenso wird betont, dass keine Alarmierungslösung in Form eines lauten akustischen Tones oder einer eindeutigen visuellen Meldung erfolgt. Da bei einer Nutzung in einer Umgebung wie einer Notaufnahme oder anderen Schnittstellen der Akutmedizin häufig ein hoher Lautstärke Pegel vorhanden ist, sind solch Alarmierungen wichtig, die Aufmerksamkeit der Belegschaft auf den ankommenden Anruf zu richten.

Im Rahmen des Verlaufs der Expertendiskussion wird vor allem, durch die in der Notaufnahme tätigen Ärzte betont, dass die Tele-Konsultation vermutlich eher zur Entscheidungsfindung und Therapieüberwachung genutzt werden würde.

Ebenfalls wird durch diese beschrieben, dass eine Tele-Konsultation vermutlich wenige Minuten dauern würde. Es wird darauf verwiesen, dass solch Konzepte als eine Form des „digitalen Rendezvous-Systems“ bezeichnet werden könnten, in Anlehnung an das aktuell etablierte physische Rendezvous-System zwischen Rettungswagen und Notarztwagen im präklinischen Einsatz [321].

Ebenfalls wird hervorgehoben, dass eine dauerhafte Überwachung bis zum Eintreffen des Patienten in der Klinik sich hingegen vermutlich nicht in den klinischen Alltag durchsetzen würde, da die Zeit pro Patient begrenzt sei und man eher aus forensischen Gründen das System im Hintergrund laufen lassen wollen würde, analog zur Überwachung von Patienten auf Intensiv- bzw. Überwachungsstationen.

Hier wird ebenfalls hervorgehoben, dass eine direkte Integration und Übernahme der gemessenen Vitaldaten in die Patientenakte wünschenswert wäre und eine doppelte Dokumentation verhindern könnte.

#### **4.7 Test der Komponenten anhand eines vordefinierten Testszenarios**

Insgesamt dauerte der Versuch 25 Minuten und wurde durch einen Beobachter aufgezeichnet.

Es konnte nach initialer Versorgung durch den Rettungsdienst der Telenotarzt nachgefordert werden, der im gesamten Verlauf der Behandlung damit digital präsent gewesen ist bis zum Eintreffen des Rettungswagens in der weiterbehandelnden Notaufnahme.

Es kam zu keinen Abbrüchen oder Störungen der Kommunikation oder Videoübertragung. Der Wechsel von mobilem auf stationäres System erfolgte nach gemeinsamer Absprache zwischen dem Rettungsdienst und dem behandelndem Telenotarzt, so dass eine Durchgängigkeit der Kommunikation sowie Behandlung gewährleistet werden konnte.

##### **4.7.1 Expertendiskussion**

Den Teilnehmern der Expertendiskussion wurde die Aufzeichnung zur Verfügung gestellt und es waren die Beteiligten des Testszenarios zur Diskussion eingeladen.

Als positiv bewertet wurde, dass anhand gängiger und marktüblicher Technologie eine niederschwellige Nutzung in einem telemedizinischen Konzept möglich sei.

Da aber diese ausgewählten Komponenten aus anderen Bereichen stammen und nicht für die Anwendung in der Akut- und Notfallmedizin entwickelt worden sind, fehlen entsprechende Funktionalitäten, die den Experten und Teilnehmern wichtig wären: Beispielsweise wäre eine laute akustische sowie visuelle Alarmierung in der Notaufnahme eine Funktion die relevant wäre für den klinischen Alltag.

Ebenso wurde diskutiert, ob eine dauerhafte Überwachung durch einen Telenotarzt wie in diesem Szenario durchgeführt überhaupt notwendig und möglich sei im klinischen Alltag einer frequentierten Notaufnahme.

Der Schauspielpatient, das Rettungsdienstpersonal als auch der Telenotarzt empfanden die Nutzung der Technologie als neuartig, aber als angenehm, da eine Notfallbehandlung auch in einer physischen Abwesenheit möglich sei, aber die Präsenz des Notarztes dennoch wichtig und bemerkbar gewesen ist für alle Beteiligten.

Abschließend wird festgestellt, dass die Anwendung dieses Konzeptes vorstellbar im notfallmedizinischen Alltag, aber auch deutlich limitiert sei. Da diese Komponenten nicht direkt für die Schnittstellen der Akut- und Notfallmedizin entwickelt worden seien und auf entsprechende Individualisierungs- und Verbesserungswünsche der Anwender nicht durch die Hersteller und Entwickler eingegangen werden würden.

#### **4.8 Anforderungen an die Entwicklung eine telemedizinische Lösung**

Es wurden 22 funktionelle und 30 nicht-funktionelle Anforderungen an die Entwicklung einer softwarebasierten Lösung gestellt, welche 5 unterschiedlichen Gruppen zugeordnet wurden.

In der folgenden Tabelle 4.6 werden die funktionellen Anforderungen, während in Tabelle 4.7 Nicht-Funktionelle Anforderungen aufgeführt sind.

Diese Anforderungen wurden so definiert, dass eine softwarebasierte Lösung entwickelt würde, die eine Echtzeit Kommunikation in Bild- und Ton an den Schnittstellen der Akut- und Notfallmedizin ermöglichen würde.

##### Webapplikation

Durch eine internetbasierte Softwarelösung, eine sogenannte Webapplikation (WebApp), soll ein niederschwelliger Ansatz verfolgt werden, der es verifizierten Benutzern ermöglicht, direkt über die gängigen Internetbrowser einen Zugang zum System zu erhalten und eine Kommunikation in Bild und Ton durchführen zu können. Dies ermöglicht es, dass keine vorherige Installation an internetfähigen Geräten durchgeführt werden muss und damit eine für Patienten relevante Vorlaufzeit entfällt, so dass eine medizinische Präsenz direkt digital angeboten werden kann [322–324].

##### Open-Source

Ebenso wurde auf die Nutzung von Open-Source Technologie als Grundlage gesetzt. Open-Source beschreibt eine Software deren Quellcode, also die Bausteine, aus denen eine Software besteht und betrieben wird, offen einsehbar ist für Anwender und Entwickler.

Dadurch kann diese niederschwellig eingesetzt, modifiziert, weiterentwickelt und korrigiert werden. Durch diesen öffentlichen Ansatz können Technologien niederschwellig einer breiten Öffentlichkeit an Entwicklern zugänglich gemacht und deutlich schneller weiterentwickelt werden. Insbesondere hinsichtlich neu aufgetretener Sicherheitslücken oder Anwendungsproblemen können dadurch schneller und effektiver Updates entwickelt und veröffentlicht werden [325–327].

### WebRTC

Web Real-Time Communications (WebRTC) ermöglicht eine Echtzeit-Kommunikationsfunktion für Anwendungen (=Applikationen) die Browser basiert entwickelt werden sollen. Damit kann internetbasiert eine Video-und Audiokommunikation in Echtzeit ermöglicht werden.

Diese Technologie wird open-source zur Verfügung gestellt und ist für die Nutzung auf gängigen Internetbrowsern entwickelt worden. Dadurch dass WebRTC auch auf open-source Technologien basiert, die für das Internet verwendet werden und zur Zeit keine gleichwertige Alternative existiert, wurde WebRTC als Anforderung für die Entwicklung definiert [328,329].

WebRTC ist zudem durch das World Wide Web Consortium (W3C) und Internet Engineering Task Force (IETF) als ein offizieller internationaler Standard der Audio- und Videokommunikation im Internet definiert worden [330,331].

Funktionelle Anforderungen	Usability	Datenschutz	Patientensicherheit	Gerätesicherheit	Hygiene
Audio-visuelle Kommunikation im Sinne eines Videokonferenzsystems für den Einsatz im Bereich der Akut- und Notfallmedizin	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Anwendbarkeit auf unterschiedlichen standardisierten Webbrowsers (Firefox, Internet Explorer, Chrome, Brave, Safari)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Möglichkeit der Aufzeichnung der Videokommunikation	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Möglichkeit weitere Benutzer in eine laufende Videokommunikation einzufügen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Möglichkeit weitere externe Benutzer über einen sicheren einmaligen Login an Gesprächen teilnehmen zu lassen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Anwendbarkeit auf unterschiedlichen standardisierten Hardwaresystemen die in Kliniken, Arztpraxen und Rettungsdienst genutzt werden	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Akustische & visuelle Alarmierungsmöglichkeit der Teilnehmer	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Integration und Schnittstellenanbindung an gängigen Alarmierungs-/diensten im Rettungsdienst und Katastrophenschutz (bspw. GroupAlarm)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Versand und Empfang von schriftlichen Nachrichten in Echtzeit (instant Messenger), während laufender Gespräche	Ja	Ja	Ja	Ja
Bestätigung-/Quittierungsmöglichkeit für den Eingang und der Kenntnisnahme von erhaltenen Nachrichten durch die Gesprächsteilnehmer	Ja	Ja	Ja	Ja
Eindeutige Erkennbarkeit welcher Teilnehmer eine Nachricht im instant Messenger System gesendet hat	Ja	Ja	Ja	Ja
Erstellung und Verwaltung von personalisierten Benutzerkonten	Ja	Ja	Ja	Ja
Möglichkeit sich Dateien anzeigen zu lassen während laufender Audio-/Videokommunikation. (bspw. medizinischen Behandlungsalgorithmen)	Ja	Ja	Ja	Ja
Verwaltung und Wechsel zwischen zuvor hochgeladenen Dateien im Format PDF, JPG und JPEG während laufender Gespräche	Ja	Ja	Ja	Ja
Verwaltung von Benutzern und deren Benutzerrechte in einem eigenen lokalen Administratorenbereich	Ja	Ja	Ja	Ja
Verwaltung von hochgeladenen Daten in einem eigenen lokalen Administratorenbereich	Ja	Ja	Ja	Ja
Verwaltung und Veränderung der Anwender Oberfläche durch lokale Administratoren oder ggf. selbstständig durch die Endanwender	Ja	Ja	Ja	Ja
Entwicklung eines Schulungssystems	Ja	Ja	Ja	Ja

Möglichkeit der Beobachtung einer laufenden Videokommunikation im Schulungssystem	Ja	Ja	Ja	Ja
Protokollierung der Aktivitäten in einer Datenbank für Administratoren	Ja	Ja	Ja	Ja
Darstellung der aktuell genutzten Version	Ja	Ja	Ja	Ja
Verwendung einer Benutzeroberfläche die eine Anwendbarkeit auch mit persönlicher Schutzausrüstung (PSA) wie Handschuhe, Faceshields oder Mund-Nasenschutz ermöglicht.	Ja	Ja	Ja	Ja

Tabelle 4.6 Funktionelle Anforderungen und Ihr Bezug zu den unterschiedlicher Gruppen

Nichtfunktionelle Anforderungen	Usability	Datenschutz	Patientensicherheit	Gerätesicherheit	Hygiene
Nutzung einer webbasierten Software oder Technologie	ja		ja	ja	
Nutzung von Open-Source Technologien wie bspw. WebRTC [241–244]		ja	ja	ja	
Anwendbarkeit auf unterschiedlichen standardisierten Webbrowsern (Firefox, Internet Explorer, Chrome, Brave, Safari)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Erreichbarkeit per URL	Ja		Ja	Ja	
Anwendbarkeit auf Tablet, Smartphone & Desktop	Ja		Ja	Ja	Ja
Anwendbarkeit auf unterschiedlichen standardisierten Betriebssystemen (Mac/Windows)	Ja		Ja	Ja	Ja
Anwendbarkeit auf rettungsdienstlich genutzter Hardware zur Einsatzdokumentation (bspw. Toughbook)	Ja		Ja	Ja	
Verschicken und Erhalt von Nachrichten (instant Messages) mit weniger als 10 Sek. verzögern	Ja		Ja	Ja	
Erstellung von unterschiedlichen Rechten für unterschiedliche Anwender und Administratoren	Ja		Ja	Ja	
Direkte Anwendbarkeit zugeteilter Rechten nach Neustart des Systems	Ja		Ja	Ja	
Darstellung der verwendeten Version auf jeder Seite	Ja		Ja	Ja	
Dokumentation der unterschiedlichen Softwareversionen	Ja		Ja	Ja	Ja

Dokumentation der Veränderung pro neuer Softwareversion	Ja	Ja	Ja	Ja
Eindeutige Trennung des Schulungssystems vom Anwendungssystem		Ja	Ja	Ja
Erfassung von Log Dateien in einer Datenbank für Administratoren		Ja	Ja	Ja
Verwendung einer Benutzeroberfläche die eine schnelle Erlernbarkeit für Anwender ermöglicht	Ja	Ja	Ja	Ja
Die Benutzerführung erfolgt in Deutsch und ggf. Englisch	Ja	Ja	Ja	Ja
Das System muss innerhalb weniger als 5 Sekunden die Anforderungen ausführen.	Ja	Ja	Ja	Ja
Bei mehreren parallelen Benutzern soll das System schnell reagieren, so dass alle Gespräche ohne relevante Einschränkungen geführt werden können.	Ja	Ja	Ja	Ja
Es soll stets verfügbar sein (anfangs: während definierter Probetriebszeiten)	Ja	Ja	Ja	Ja
Das System soll für eingewiesene Benutzer einfach zu bedienen sein.	Ja	Ja	Ja	Ja
Das System soll so fehlerfrei sein, dass Anwender durch einfache Maßnahmen wie bspw. Aktualisierung der Website die häufigsten Fehler selbstständig lösen können	Ja	Ja	Ja	Ja
Regelmäßige Treffen sollen stattfinden mit den Experten zur Erfassung des Entwicklungsstandes	Ja	Ja	Ja	Ja

Datenschutzkonformer und verschlüsselter Aufbau und Betrieb nach aktuellen Empfehlungen des BSI und der DSGVO	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Ein Zugriff durch Unautorisierte soll durch das System verhindert werden.		Ja	Ja	Ja	Ja
Eindeutiger Ansprechpartner für Service und Wartung im Entwicklungs- und Erstbetrieb	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Testung und Bewertung des Systems in Versuchen mit standardisierten Fragebögen zur Usability (TUQ / SUS), sowie Erfassung der klinischen Relevanz. Erstellung einer Website die Informationen zum Projekt und zur Software für Interessierte und Anwender bietet inklusive Kontaktmöglichkeit.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Wissenschaftliche medizinische Betreuung zur Dokumentation und Erfassung der medizinischen Nutzung und Auswirkungen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Wissenschaftliche informatische Betreuung zur Dokumentation und Erfassung der Nutzung und Auswirkungen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Tabelle 4.7 Nichtfunktionelle Anforderungen und Ihr Bezug zu den unterschiedlicher Gruppen

Von den 22 funktionellen Anforderungen die Tabelle 4.6 visualisiert umfassten 19 (86%) den Aspekt Usability, 15 (68%) Datenschutz, 22 (100%) Patientensicherheit, 17 (77%) Gerätesicherheit und 5 (23%) Hygiene.

Im Vergleich dazu umfassten von den 30 Nicht-funktionellen Anforderungen aus Tabelle 4.7 24 (80%) den Aspekt Usability, 20 (67%) Datenschutz, 30 (100%) Patientensicherheit, 30 (100%) Gerätesicherheit und 9 (30%) Hygiene.

Abbildung 4.19 visualisiert diese Anzahl an Anforderungen sowie die Verhältnisse dieser in Abhängigkeit von der gesamten Anzahl.

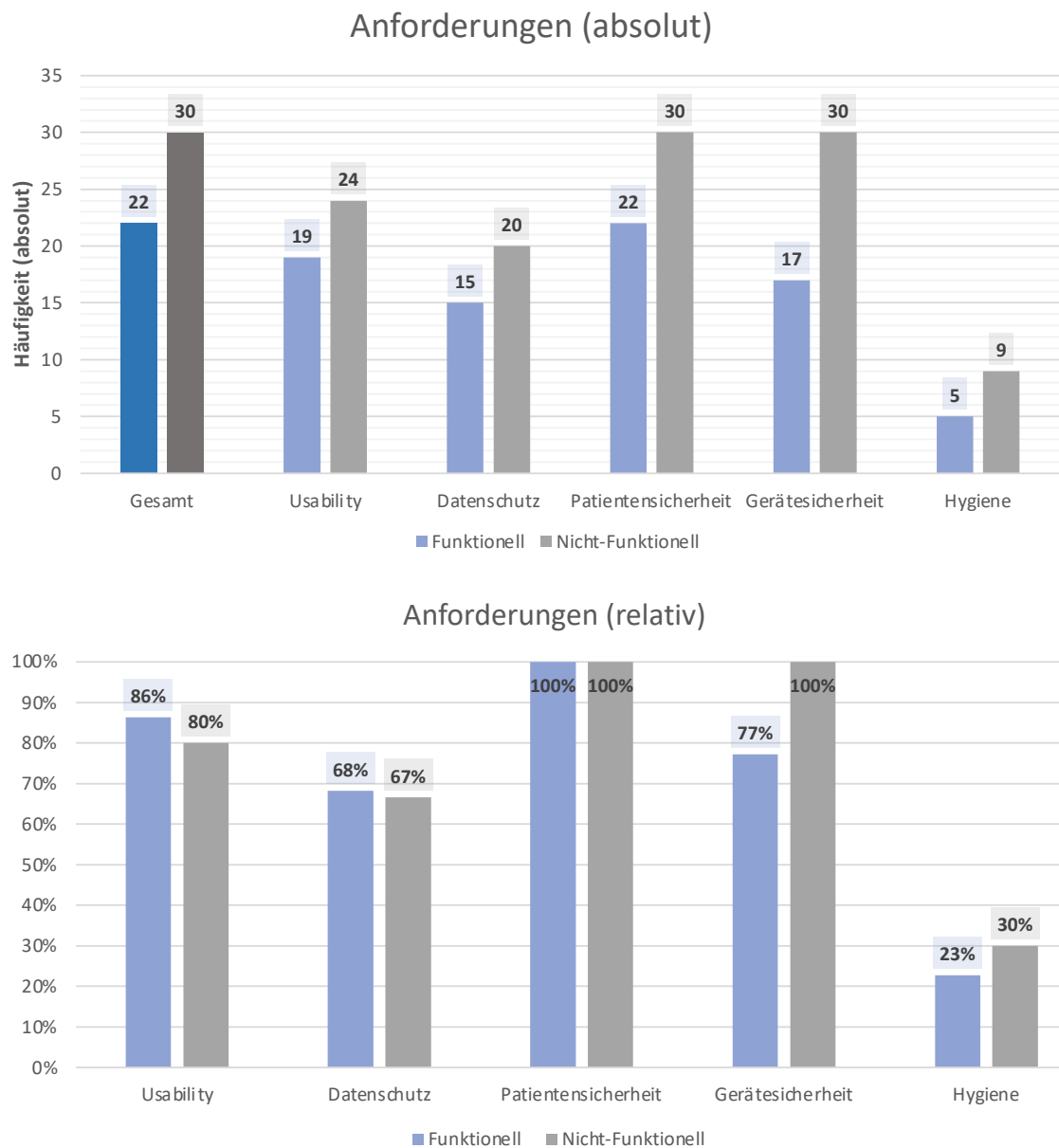


Abbildung 4.19 Funktionelle und Nicht-Funktionelle Anforderungen in absoluter und relativer Häufigkeit

## 4.9 Emergency Talk Application

Die Emergency Talk Application (ETA) wurde über mehrere Versionen, vom Prototypen über eine Beta-Versionen ohne InCall-Funktion sowie einer weiteren Version mit InCall-Funktion, zur aktuell nutzbaren Endversion entwickelt von Herr Samuel Weirich [284].

ETA ist eine webbasierte Softwarelösung die mit gängigen Browsern und unter dem Link: <https://app.emergency-talk.com> erreicht werden kann.

Anwender können über die Eingabe eines personalisierten Benutzernamens und Passwortes sich bei dem Dienst einloggen und gelangen nach erfolgreichem Login auf eine erste Übersichtsseite (Homeseite) wie Abb 4.20 darstellt.

Damit eine angepasste Bedienbarkeit bspw. für kleinere Smartphone Displays, aber auch für größere Desktopmonitore möglich ist, passt sich die Nutzeroberfläche der genutzten Displaygröße an.

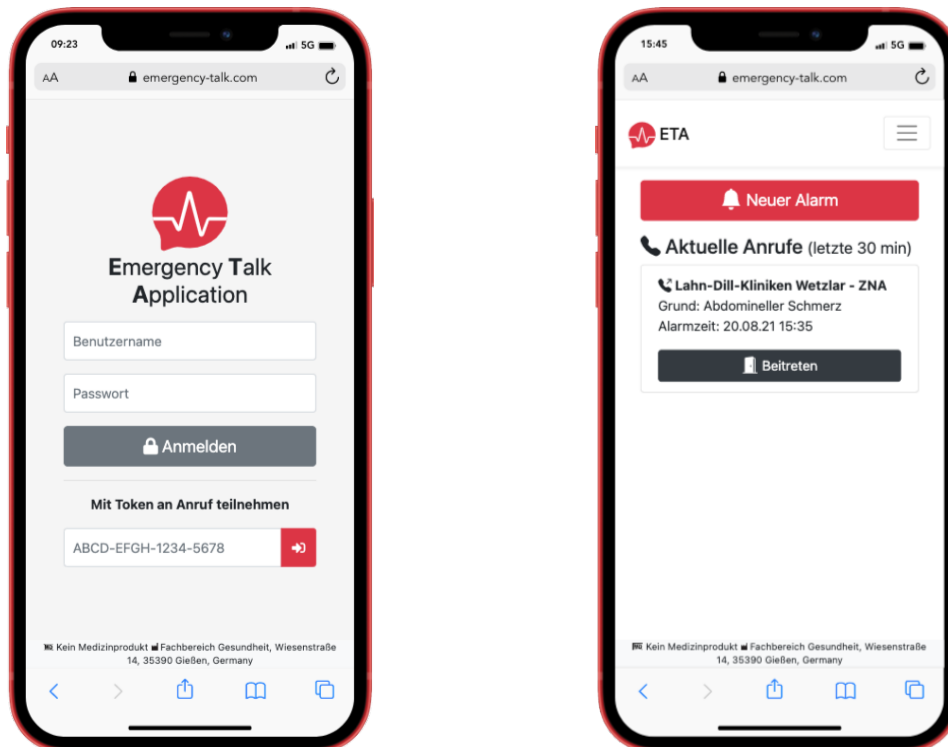


Abbildung 4.20 Login Ansicht (links) und Übersichtsseite (rechts)

Durch Auswahl des roten Buttons auf der Übersichtsseite erscheint ein Menü in der eine Auswahl von medizinischen Ressourcen angezeigt wird. (siehe Abb 4.21)

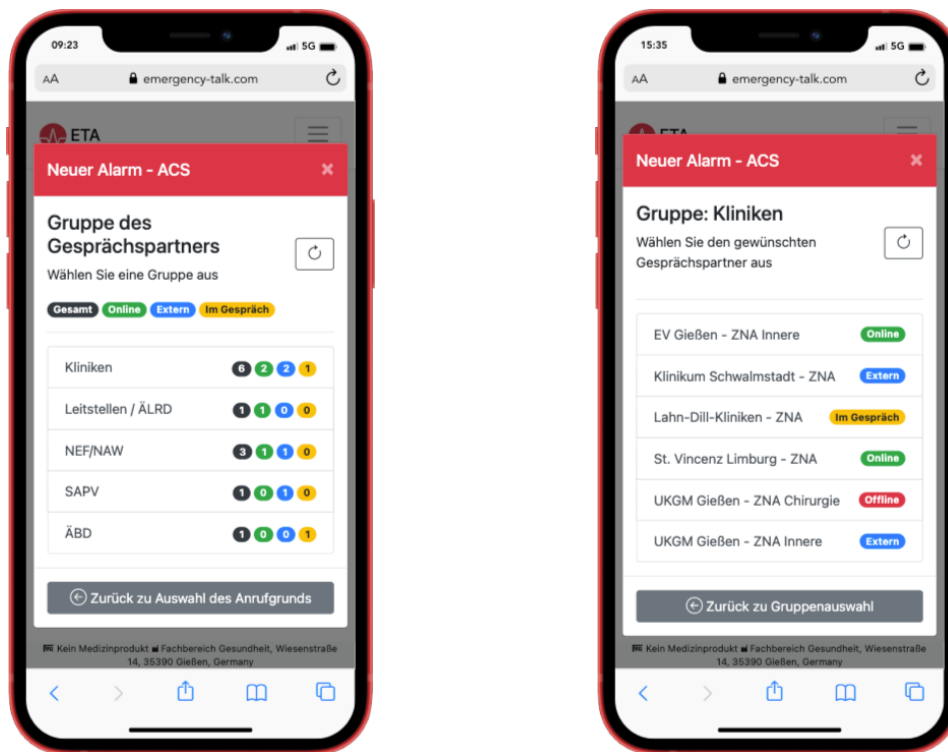


Abbildung 4.21 Ansicht der Ressourcenauswahl (links) und Ansicht der unterschiedlichen Alarmierbarkeit bei Auswahl der Gruppe "Kliniken" (rechts)

Der Anwender kann eine benötigte Ressource auswählen und anhand der Übersicht dann den aktuellen Status einsehen: Eingeloggt im System wird als „Online“ und nicht eingeloggt als „Offline“ angezeigt. Über eine dritte Lösung „Extern“ wird eine bedingte Alarmierbarkeit angezeigt. Die Anzeige „Extern“ kann damit genutzt werden, wenn eine Verknüpfung von ETA zu einer externen Software wie bspw einer Alarmierungssoftware erfolgen soll.

Dem Alarmierenden wird dann in einem Fenster angezeigt, dass die Alarmierung erfolgt ist und man dem nun geöffneten Konferenzraum über einen Button beitreten kann. Es können Gesprächspartner die als „online“, aber auch „offline“ angezeigt werden alarmiert werden (siehe Abb 4.22).

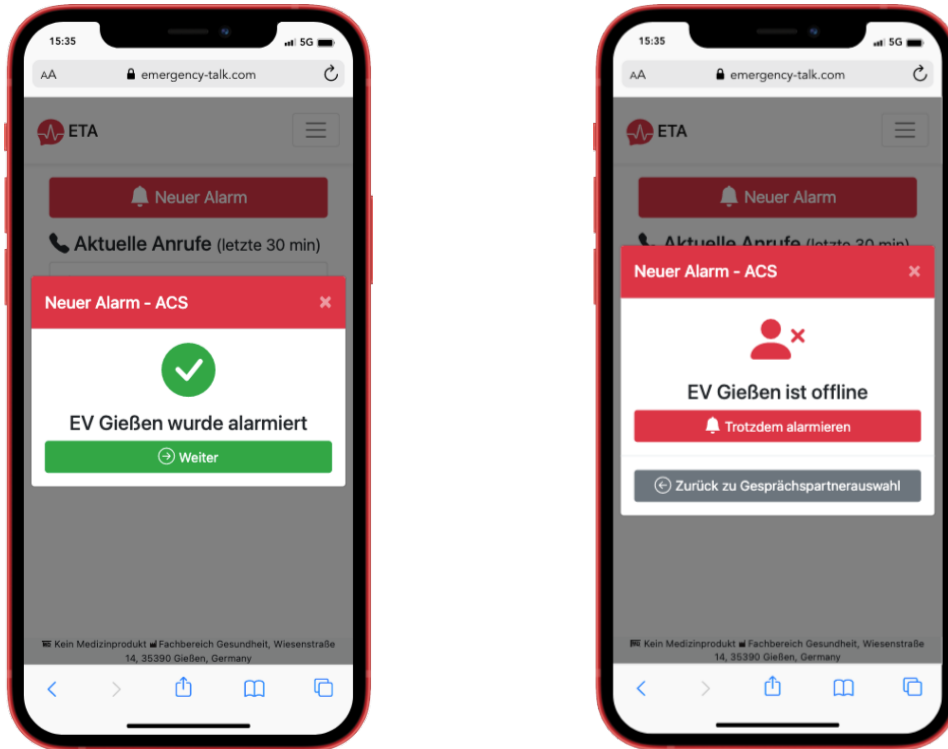


Abbildung 4.22 Erfolgreiche Alarmierung beim Status "online" (links) und beim Status "Offline" (rechts)

Nach Auswahl der medizinischen Ressource und eines Alarmierungsgrundes - der individuell voreingestellt werden kann - erfolgt eine direkte Alarmierung über ETA und die ausgewählte Ressource erhält einen visuellen als auch akustischen Alarm.

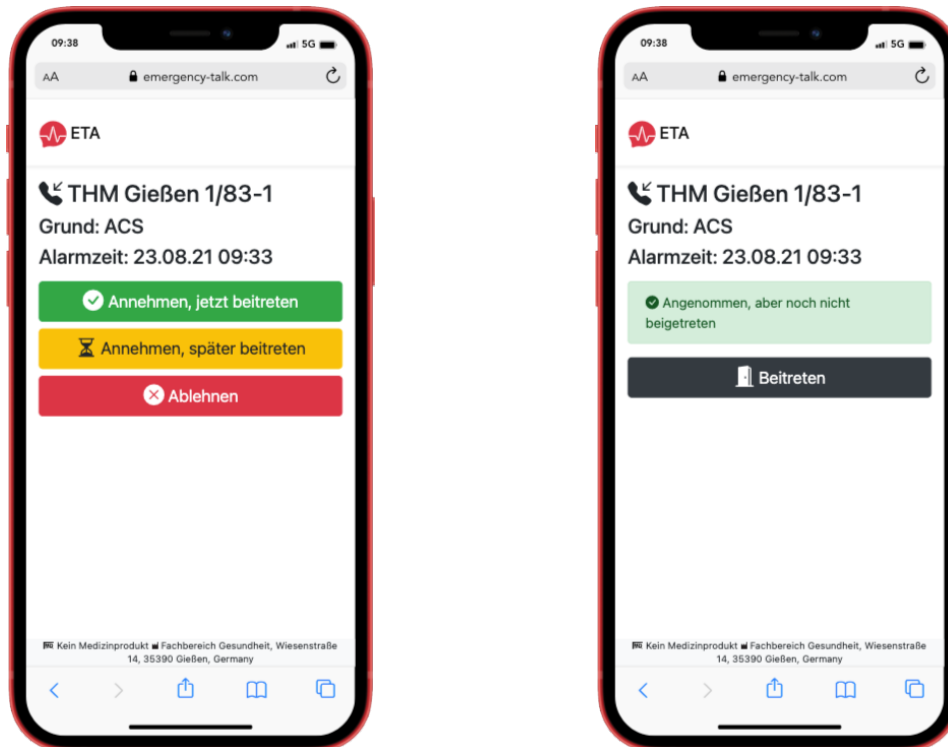


Abbildung 4.23 Alarmierungsansicht bei eingehender Alarmierung (links) und Ansicht wenn man "Annehmen, später beitreten" auswählt

Die Alarmierung erfolgt dann akustisch über einen Alarmton sowie visuell auf der Nutzeroberfläche (siehe Abbildung 4.23). Sobald eine Alarmierung dort angezeigt wird, gibt es drei Möglichkeiten diesen eingehenden Anruf anzunehmen:

- Es besteht die Möglichkeit direkt der Videokonferenz beizutreten
- Die Alarmierung kann angenommen werden, aber man tritt der Videokonferenz erst später bei.
- Man lehnt die Alarmierung direkt ab.

Ebenso wird angezeigt wer die Alarmierung ausgelöst hat und aus welchem Grund diese erfolgt ist. Diese Alarmierungsgründe können durch einen Administrator voreingestellt und angepasst werden.

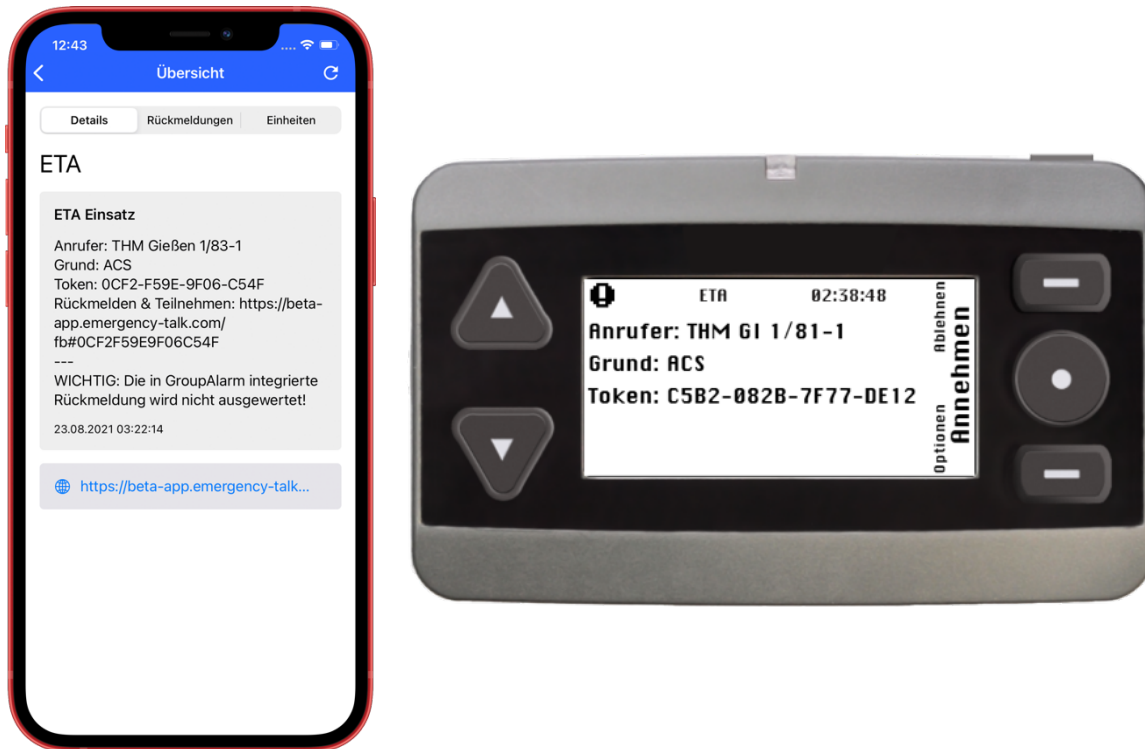


Abbildung 4.24 Alarmierungsansicht über Groupalarm (links) und Beispielansicht auf einem Alarmpager (Modell: P8GR active TETRA pager) der Firma Airbus

Sollte eine Drittlösung zur Alarmierung integriert sein, so wird über diese alarmiert und ein individueller Link sowie ein einmaliger und zeitlich befristeter Zugangscode erstellt, wie Abb 4.24 darstellt. Dieser Link ermöglicht ein sicheres Einloggen in ETA. In diesem exemplarischen Fall wurde die Alarmierungssoftware GroupAlarm (Firma cubos Internet GmbH) genutzt [332].

Damit eine solche Drittlösung aber in ETA integriert werden kann, muss diese zuvor durch einen Administrator integriert und entsprechende Rechte freigegeben werden.

Darauf wird ein virtueller Raum in einem neuen Tab des genutzten Browsers für die nun verbundenen Gesprächsteilnehmer erstellt.

Der Bildschirm teilt sich dann in mehrere Bereiche auf, welche durch die Gesprächsteilnehmer bedient werden können:

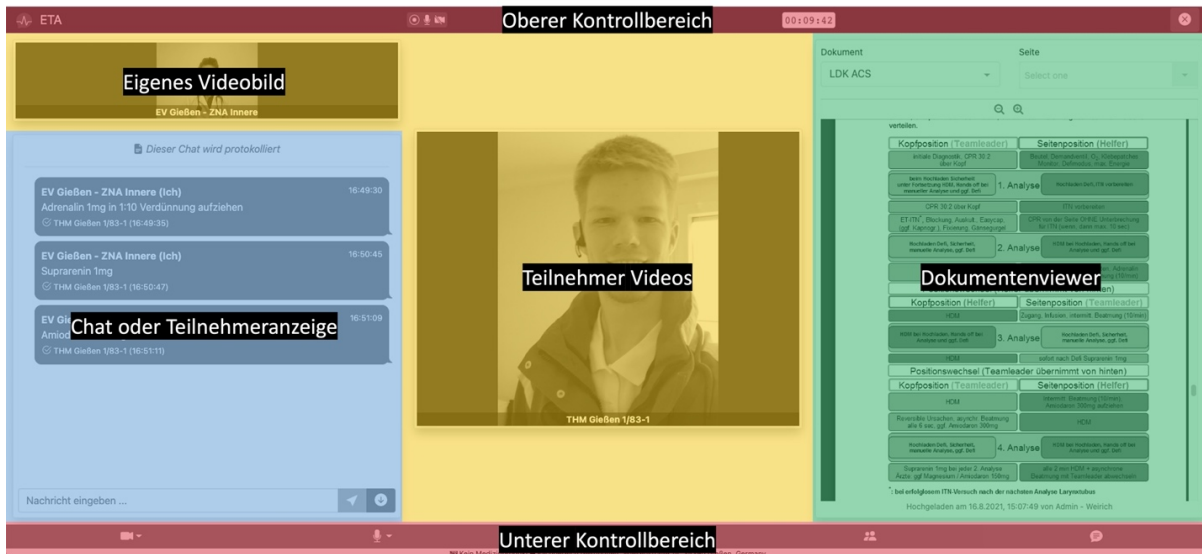


Abbildung 4.25 Aufteilung des Bildschirms in unterschiedliche Bereiche in der Desktopansicht

Jeder Teilnehmer des virtuellen Raums kann alle Gesprächsteilnehmer über einen eigenen Bereich oben links in der Ansicht sehen sowie deren Bezeichnung und Funktion (siehe Abb 4.25).

Ein weiterer Bereich enthält einen instant Messenger (links in Abb 4.25). Hier können Nachrichten versandt und gelesen werden. Beim Erhalt einer Nachricht wird durch den Empfänger eine aktive Bestätigung verlangt. Damit wird sichergestellt, dass Nachrichten nicht nur durch den Absender versendet werden, sondern aktiv durch einen Empfänger bestätigt werden müssen. Diese Bestätigung wird dann dem Absender angezeigt.

Alle Nachrichten und Bestätigungen werden mit einem Zeitstempel angezeigt, wie in der folgenden Abb 4.26 vergrößert angezeigt wird.

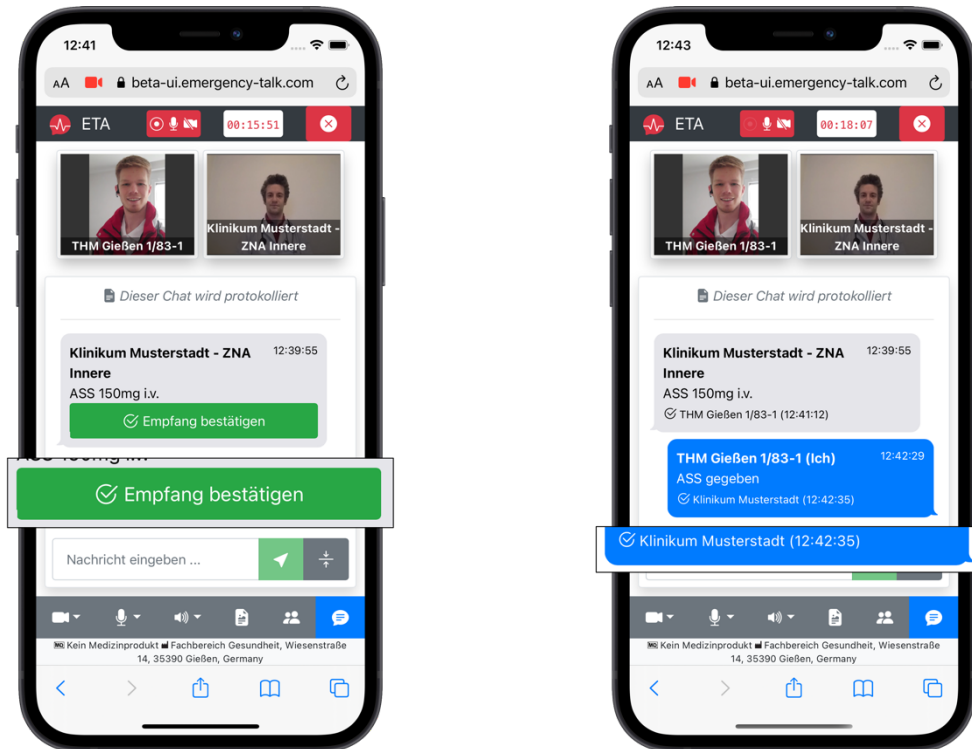


Abbildung 4.26 Instant Messenger mit Bestätigungsbutton bei Eingang einer Nachricht (links) und Ansicht bei Bestätigung der Nachricht im Gesprächsverlauf mit Zeitstempel (rechts)

Ein weiterer Teilbereich ermöglicht die Darstellung voreingestellter Dokumente im rechten Bereich der Übersicht (siehe Abb 4.25). Diese können durch einen Administrator hochgeladen werden und können entsprechend des angezeigten Alarmierungsgrundes geöffnet und direkt dargestellt werden.

In der oberen Leiste auf Abb 4.25 wird die Kontrollleiste angezeigt. Hier besteht die Möglichkeit die Dauer des Gespräches zu verfolgen sowie den Konferenzraum zu verlassen.

Die untere Leiste auf Abb 4.25 ermöglicht eine Kontrolle über die Einstellung von Video, Mikrofon und das Hinzufügen weiterer Teilnehmer.

Anhand der folgenden Abb 4.27 kann dies exemplarisch dargestellt werden:

In der oberen Leiste wird die Dauer des Gesprächs in einem weißen Feld mit 05:32 min in roter Schrift angezeigt. Auf der rechten Seite befindet sich ein rotes Kreuz in einem weißen Kreis. Mit einem Klick auf diesen Bereich kann das Gespräch verlassen werden und die Übersicht geschlossen werden.

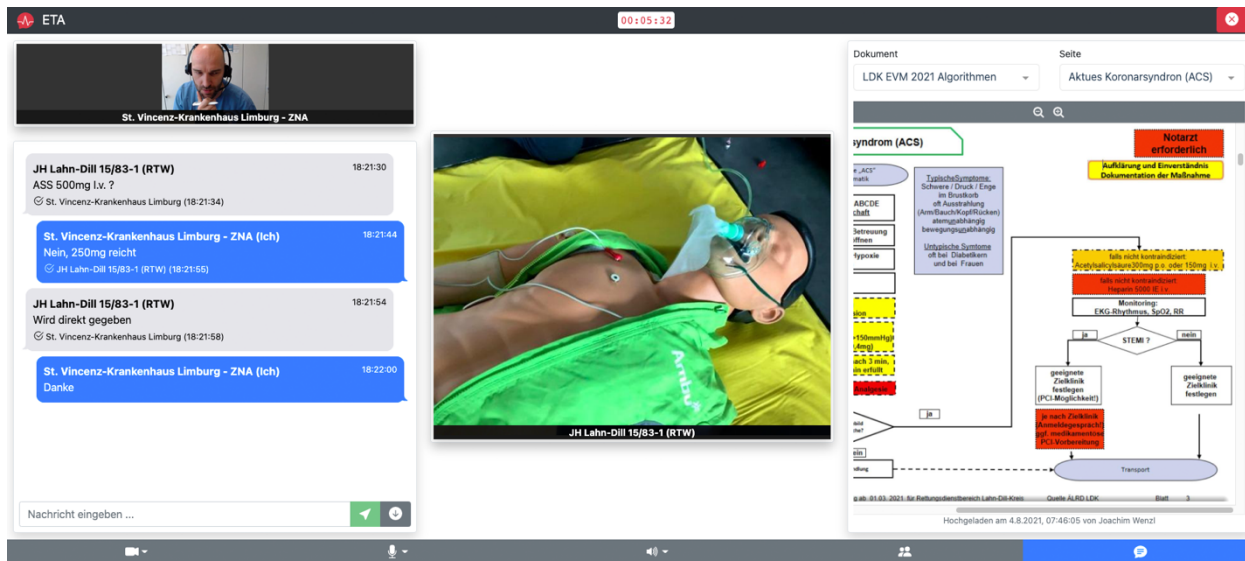


Abbildung 4.27 Aufteilung des Bildschirms während eines Simulationsversuchs in der (Desktopansicht)

Auf der linken Seite von Abb. 4.27 wird oben ein kleines Bild angezeigt. Hier wird das eigene Live Video angezeigt sowie der dazugehörige Benutzername.

Direkt unter diesem Bereich wird der Instant Messenger angezeigt.

Die eigenen Nachrichten werden in einer blauen Farbe angezeigt. Die erhaltenen Nachrichten vom Gesprächspartner werden in grauer Farbe angezeigt. Jede Nachricht ist mit einer Zeit versehen. Neben dem jeweiligen Benutzernamen wird noch ein kleiner Haken angezeigt. Dieser zeigt an, dass die Nachricht vom Empfänger bestätigt wurde. Der Zeitpunkt der Bestätigung wird direkt daneben angezeigt

In der Mittel wird das Video des Gesprächspartners angezeigt. In diesem Beispiel wurde die Kamera auf eine Simulationspuppe gerichtet. Der eigene Benutzername bzw. Titel wird direkt darunter angezeigt.

Auf der rechten Seite befindet sich der Dokumentenviewer. Hier wird ein Dokument namens „LDK EVM 2021 Algorithmen“ angezeigt sowie die Seite „Akutes Koronarsyndrom (ACS)“.

Unter dem Dokument wird in einer weißen Leiste angezeigt an welchem Tag und zu welcher Uhrzeit dieses Dokument von welchem Benutzer hochgeladen wurde.

Auf der unteren Seite der Abbildung 4.27 wird die untere Kontrollleiste angezeigt. Auf der linken Seite wird eine kleine Kamera angezeigt. Diese ermöglicht das Auswählen der vorhandenen Kameras des benutzten Endgerätes als auch das Ausschalten des Kamerabildes.

Das Mikrofon auf der benachbarten rechten Seite ermöglicht das Auswählen eines Mikrofons bzw. ein Ausschalten des Mikrofons.

In der Mitte wird ein Lautsprecher Zeichen angezeigt. Dies ermöglicht das Auswählen des Audioausgabegeräts und die Einstellung der Lautstärke.

Rechts neben dem Lautsprecher befindet sich mit den schematisch dargestellten Personen eine weitere Funktion, mit der weitere Gesprächsteilnehmer dem laufenden Gespräch hinzugefügt werden könnten.

Der rechts in einer blauen Farbe angezeigte Bereich der unteren Kontrollleiste ermöglicht ein Öffnen bzw. Schließen des Instant Messengers. In Abb 4.27 ist der Instant Messenger zur Zeit geöffnet und kann damit durch einen Klick auf diesen Bereich geschlossen werden.

Sollte eine weitere Alarmierung während eines laufenden Gespräches erfolgen, wird diese im aktuell geöffneten Fenster angezeigt, wie Abb 4.28 darstellt.

Hier stehen wieder die drei zuvor beschriebenen Möglichkeiten zur Verfügung und es wird ein weiterer Tab im Internetbrowser geöffnet, sodass parallel mehrere Konferenzräume geöffnet sind und parallele Gespräche geführt werden können.

Beim Wechsel von einem Tab in den nächsten wird das Mikrofon sowie die Kamera ausgeschaltet, so dass diese nur im aktuell genutzten Konferenzraum aktiv sind.

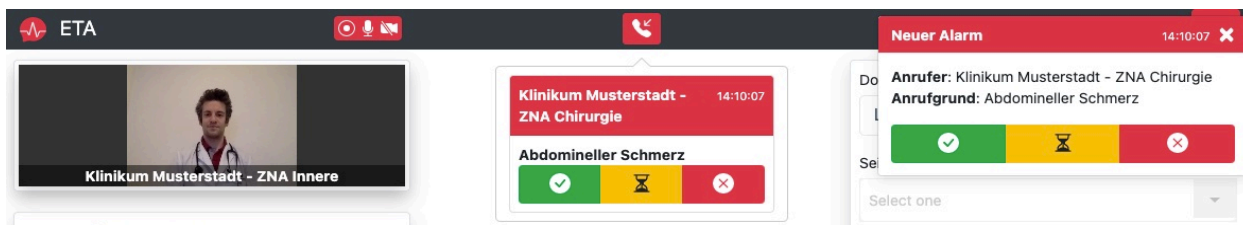


Abbildung 4.28 Eingehende Alarmierung während eines laufenden Gespräches (Desktopansicht)

Entsprechend passt sich die Ansicht dem genutzten Endgerät und dem zur Verfügung stehenden Display an wie auf Abb. 4.29 zu sehen. Die einzelnen Bedien- und Auswahlelemente sind in Ihrer Funktionalität gleich und erlauben damit die Einstellung der unterschiedlichen Komponenten.

Zur Optimierung der Kommunikation können Ton, Mikrofon und Kamera eingestellt werden sowie ausgeschaltet oder gewechselt werden, sofern mehrere in der genutzten Hardware vorhanden sind.

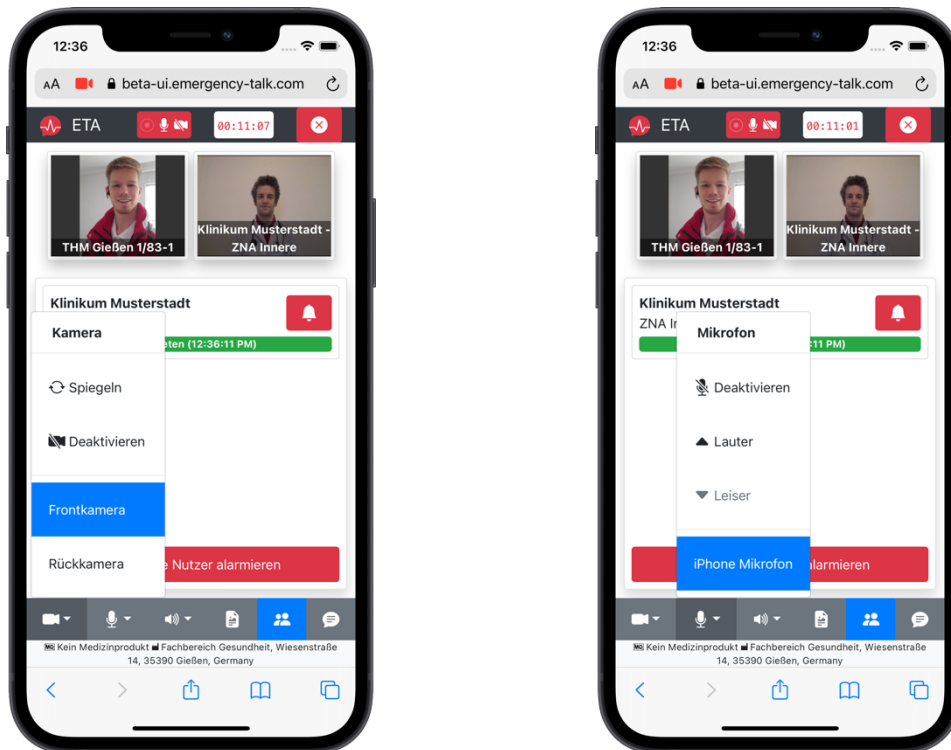


Abbildung 4.29 Einstellungsmöglichkeiten der Kameras (links) und Mikrofone (rechts)

Wie auf Abb 4.30 zu sehen, können Stichwörter im Dokumentenanzeiger über einen Eingabebereich eingegeben und gesucht werden, so dass ein gesuchtes Dokument angezeigt werden kann. Alternativ kann ein Anwender sich ein Dokument auswählen aus einer der hochgeladenen Dokumente und dann das ausgewählte Dokument durchsuchen.

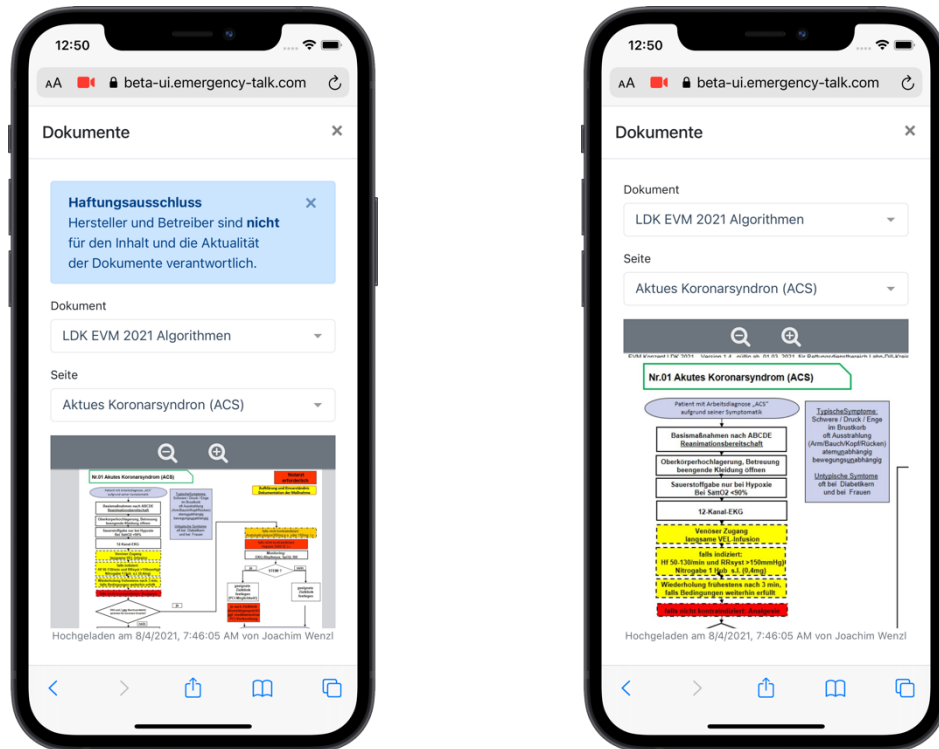


Abbildung 4.30 Dokumentenanzeiger und Funktionen

Sollte der Tab im Browser gelöscht oder versehentlich beendet worden sein, kann jeweils wieder über den Startbildschirm von ETA in den virtuellen Raum eingetreten werden und an der Videokonferenz teilgenommen werden. Verlassen alle Teilnehmer den virtuellen Raum und es wird keine Aktivität in diesem Raum wahrgenommen, wird nach einer durch den Administrator voreingestellten Zeit, der Raum gelöscht.

Durch den Administrator kann die Funktion der Aufnahme und Speicherung erfolgen. Ist diese Funktion aktiviert, wird dies den Teilnehmern angezeigt und ist in der oberen Leiste sichtbar. Dafür wird ein Aufnahmesymbol in Form eines weißen Punktes der umgeben ist von einem weißen und einem roten Kreis angezeigt.

Für Schulungszwecke besteht die Möglichkeit die Gespräche als Dritter zu beobachten. Dafür kann, wie auf Abb 4.31 zu sehen, in einem Schulungssystem ein laufendes Gespräch als Beobachter angesehen werden. Dieser Beobachter wird aber den Teilnehmern des laufenden Gesprächs nicht direkt angezeigt.

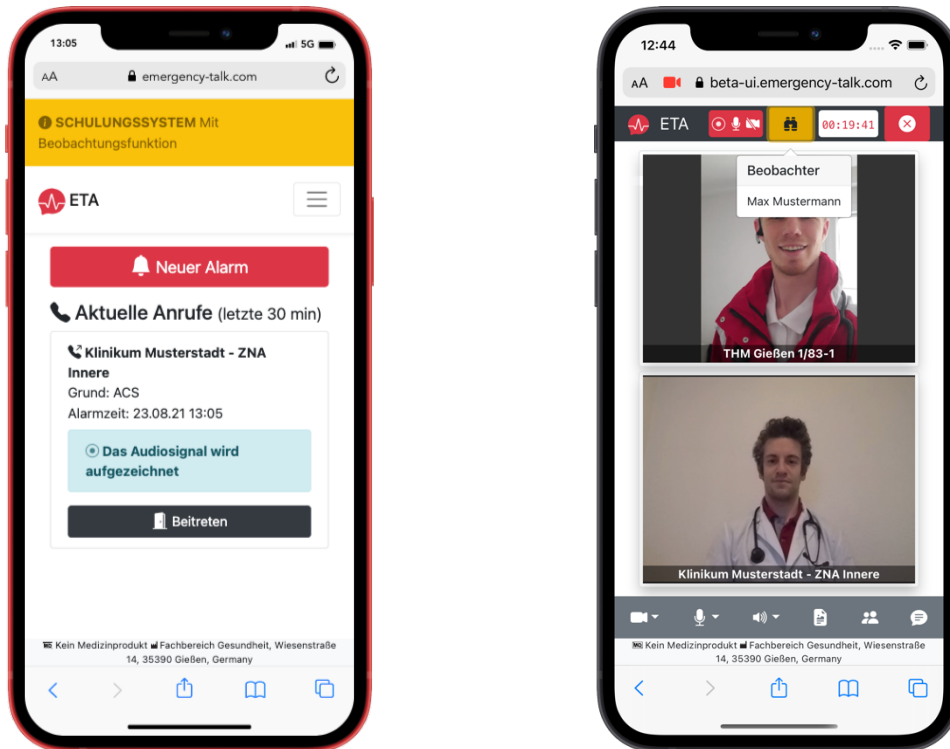


Abbildung 4.31 Aktivierter Beobachtungs- und Schulungsmodus

Dieser Modus steht nur in einem eigens dafür entwickelten Schulungs-System zur Verfügung und kann damit auch nur zu diesem Zweck genutzt werden. Für das System, dass im Rettungsdienst eingesetzt werden soll, besteht diese Möglichkeit nicht.

#### **4.9.1 Expertendiskussion**

Die Teilnehmer der Expertendiskussion bewerten das System aufgrund dessen, dass es auf jedem internetfähigen Endgerät betrieben werden kann insgesamt positiv. Damit können in unterschiedlichen medizinischen Bereichen vorhandene und bekannte Hardwarelösungen genutzt und integriert werden ohne größere Investitionen tätigen zu müssen. Es würde die Hürde für Anwender sowie Betreiber von Gesundheitseinrichtungen deutlich senken, wenn sie ein solches System im Alltag einzusetzen würden.

Die Oberfläche wird als angenehm und intuitiv beschrieben, da durch große und farbige Buttons, die Bedienung vereinfacht wird und bekannte Symbole verwendet werden.

Die Möglichkeit einem Gespräch wieder beizutreten, nach dem man dieses verlassen hat sowie die Kamera des genutzten Gerätes bspw. von Rückseitenkamera auf Vorderseitenkamera eines Smartphones zu wechseln, werden als positiv bewertet.

Es wird von den Experten gewünscht, dass eine App-Lösung entwickelt würde, da dies die Anwendung auf mobilen Endgeräten wie Tablets und Smartphones noch einfacher machen könnte für unterschiedliche Anwender. Das Auswählen des Browsers auf Smartphones wirkt etwas umständlich, da inzwischen die meisten im Alltag genutzten Webapplikationen auch über eine einfach auszuwählende App genutzt werden können.

## 4.10 Test von ETA in notfallmedizinischen Simulationen

Im U-Sim ETA Trial, dessen Aufbau in Kapitel 3.9 beschrieben wurde, sind an 7 Versuchstagen 141 Versuche durchgeführt worden.

Es konnten 139 Versuche (98,58%) eingeschlossen werden, da nur zwei Szenarien als „sonstige Notfälle“ gekennzeichnet wurden.

Bei Betrachtung der Anzahl der Szenarien wurde 13 mal das Szenario Nr. 13 „Status Epilepticus“, 10 mal die Szenarien Nr. 2 „Verbrennung des Rumpfs“ und Nr. 6 „Akute Bronchitis / COPD“, 9 mal die Szenarien Nr. 3 „Bauchtrauma mit Oberschenkelfraktur“, Nr. 4 „Thoraxtrauma mit Spannungspneumothorax“, Nr. 7 „ACS / STEMI“, Nr. 9 „Bradykardie“, Nr. 16 „Diabetischer Notfall“, 8 mal die Szenarien Nr. 1 „Amputation des Unterschenkels“, Nr. 5 „Anaphylaktischer Schock“, Nr. 8 „Lungenödem“, Nr. 10 „VT“, Nr. 15 „Hypertensiver Notfall“, sowie 7 mal die Szenarien Nr. 11 „Palliative Versorgung“, Nr. 12 „Intoxikation / Vergiftung“ und Nr. 14 „Akutes Abdomen“ durchgeführt. Abbildung 4.32 visualisiert diese Häufigkeiten und ihre fachgebietspezifische Zuordnung.

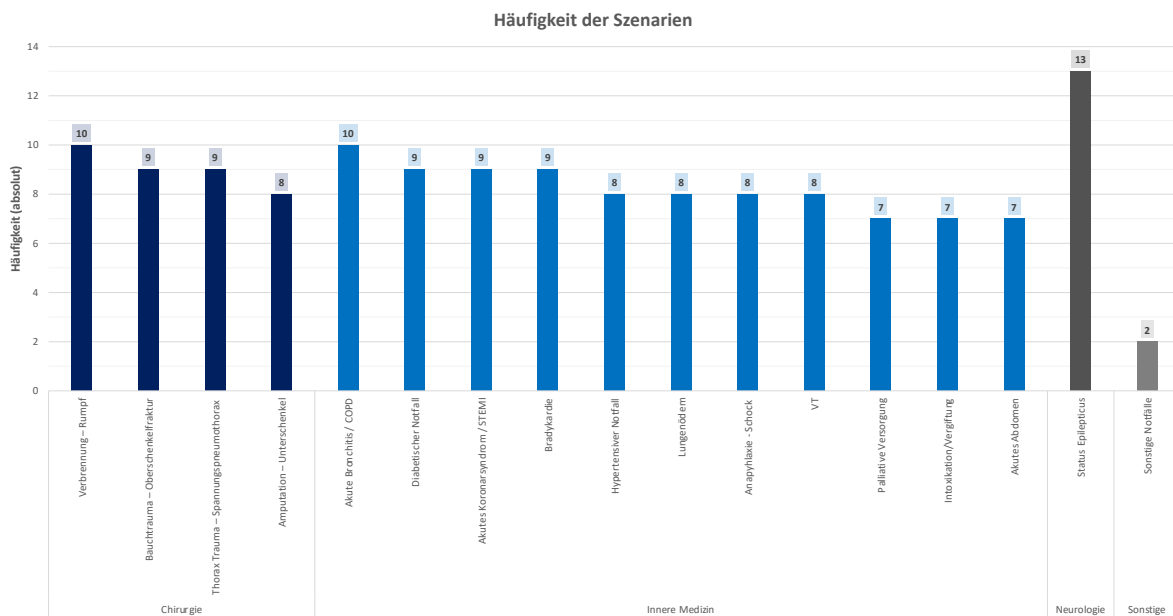


Abbildung 4.32 Häufigkeit der Szenarien und farbliche Zuordnung zum Fachgebiet: Chirurgie (Dunkelblau), Innere Medizin (Blau), Neurologie (Dunkelgrün), sonstige Notfälle (Grau)

Bei Betrachtung der Häufigkeit und der Verhältnisse kann in der folgende Abb 4.33 gezeigt werden, dass 64% der Szenarien dem Fachgebiet der Inneren Medizin, 26% der Chirurgie, 9% der Neurologie und 1% sonstigen Bereichen zugeordnet werden können.

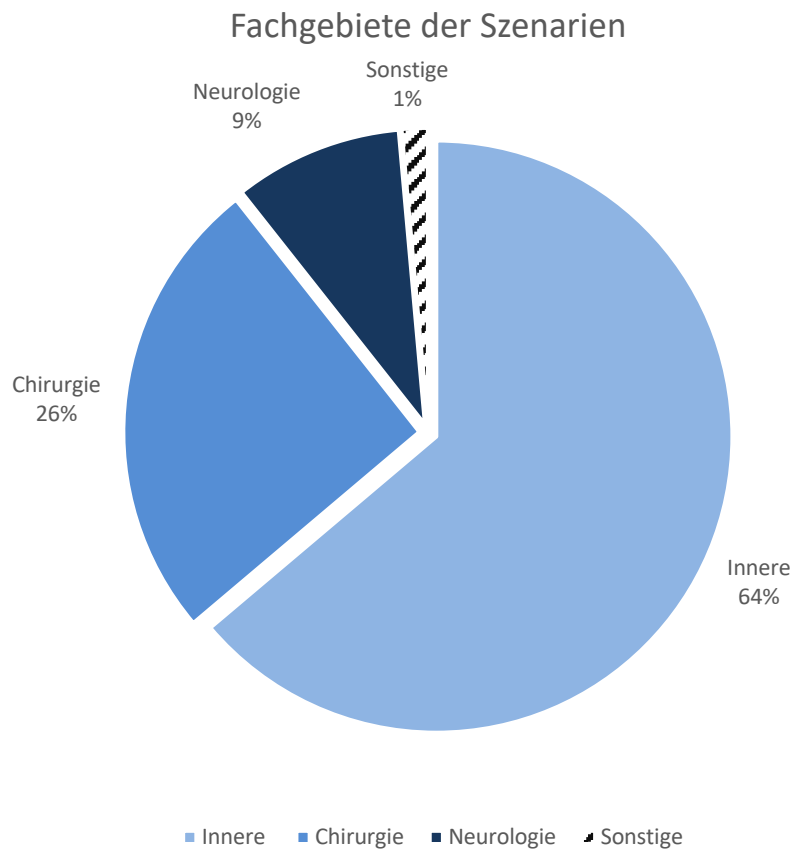


Abbildung 4.33 Verteilung der Szenarien anhand unterschiedlicher medizinischer Fachgebiete

Bei insgesamt 129 von 141 Versuchen (91,49%) wurde der TNA eingesetzt (siehe Abb 4.34), wobei nur ein Szenario als „sonstiger Notfall“ gekennzeichnet wurde und damit ausgeschlossen wurde. Es konnten also 128 von 129 Einsätzen (99,22%) ausgewertet werden.

Insgesamt wurde bei 12 von 141 Versuchen (8,51%) kein TNA eingesetzt.

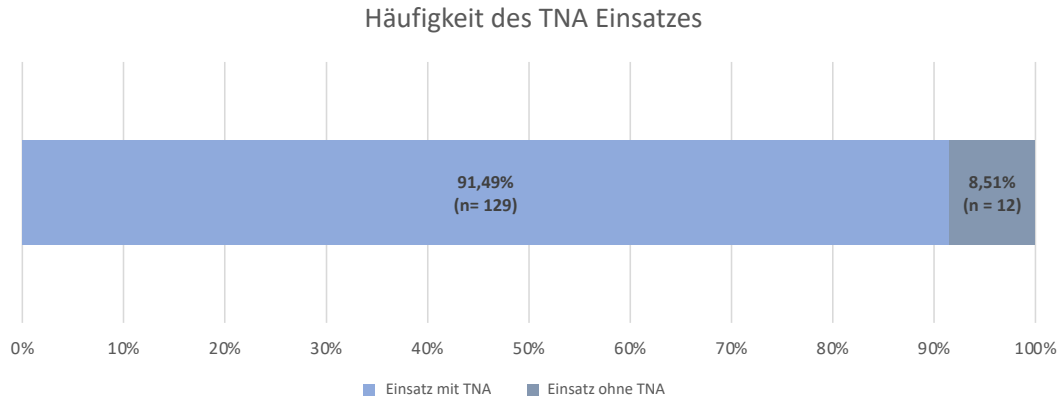


Abbildung 4.34 Häufigkeit des TNA Einsatzes: Einsatz mit TNA (Blau), Einsatz ohne TNA (Dunkelblau)

Bei Betrachtung aller Versuche wurden im Median 8 Einsätze pro Szenario durchgeführt. Bei den Versuchen mit TNA Beteiligung lag der Median ebenso bei 8.

#### 4.10.1 Einsatzdauer

Der arithmetische Mittelwert bei der Dauer eines Szenarios lag bei 21:08 Minuten (min). Bei den Szenarien mit Anwesenheit des TNA bei 21:22 min und ohne TNA bei 18:30 min.

Im Mittel war der TNA 09:16 min (43,34%) der durchschnittlichen Versuchszeit „vor Ort“ siehe Abb 4.35.

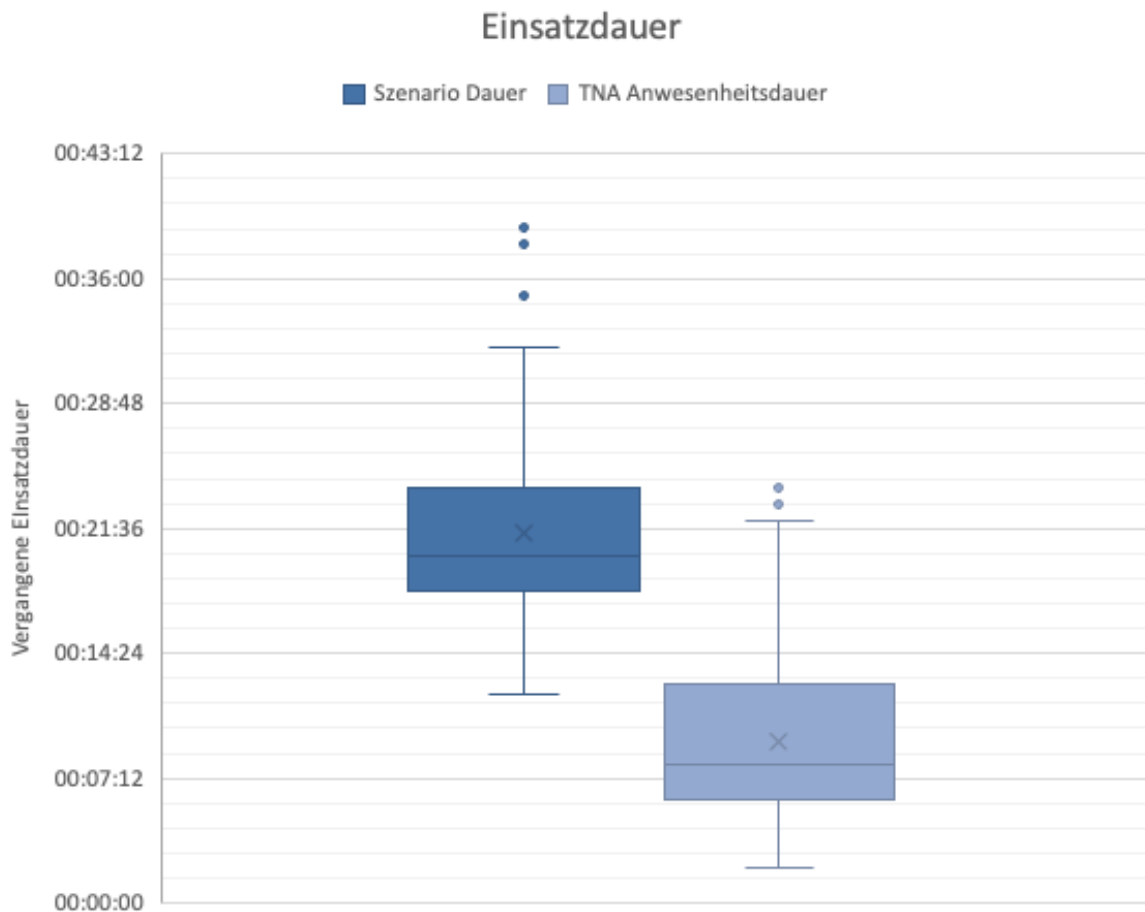


Abbildung 4.35 Einsatzdauer des Rettungsdienstes im Vergleich zur Telenotarzteinsatzdauer

#### 4.10.2 Maßnahmen Rettungsdienst

Bei Betrachtung aller Einsätze wurden im Median 6 Maßnahmen durchgeführt, die zur Bewältigung des Szenarios benötigt wurden. Bei den Einsätzen mit einem TNA lag der Median ebenso bei 6, während bei Abwesenheit des TNA der Median bei 4 lag.

In 128 Versuchen (90,78%) wurden mehr als 59% aller zu erfüllenden Maßnahmen durchgeführt, in 111 (78,72%) mehr als 69%, in 72 (51,06%) mehr als 79% und in 23 (16,31) mehr als 89%.

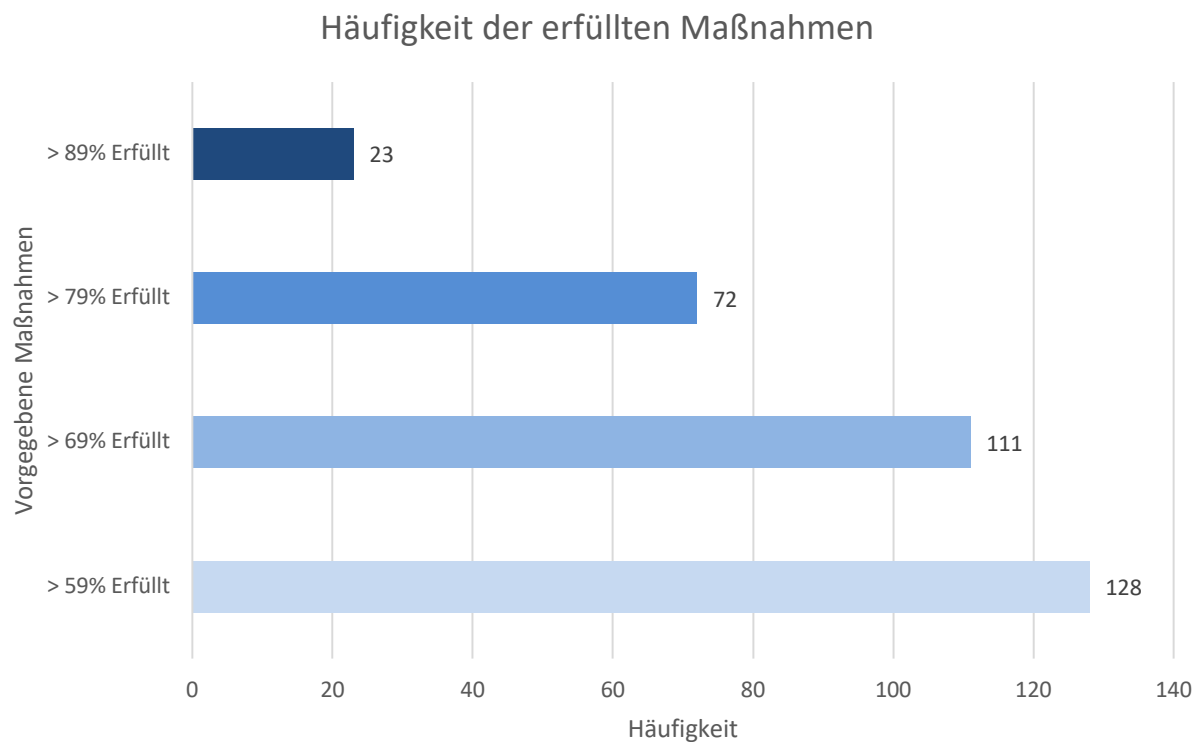


Abbildung 4.36 Anzahl der Szenarien im Verhältnis zur relativen Häufigkeit der erfüllten Maßnahmen im Szenario

In den Versuchen, bei denen ein TNA beteiligt war, wurden bei 120 Versuchen (93,02%) mehr als 59% aller zu erfüllenden Maßnahmen durchgeführt, in 107 (82,95%) mehr als 69%, in 71 (55,04%) mehr als 79% und in 23 (17,83) mehr als 89%.

Bei Versuchen ohne TNA wurden insgesamt 12 Szenarien erfasst. Hier wurden bei 8 Versuche (72,73%) mehr als 59% aller zu erfüllenden Maßnahmen durchgeführt, in 4 (36,36%) mehr als 69%, in einem (9,09%) mehr als 79% und in 0 (0%) mehr als 89%.

#### 4.10.3 Technische Ausfälle

Insgesamt wurden 29 technische Ausfälle über 7 Versuchstage erfasst, wovon nur 12 (41,38%) zu Einschränkungen im Szenario führten.

Im arithmetischen Mittel betrug die Ausfalldauer 01:04 min, mit einer minimalen Dauer von 00:30 min und einem Maximum von 02:30 min.

Die technischen Ausfälle traten insgesamt 10 mal beim TNA, 11 mal beim RD und bei beiden 3 mal auf.

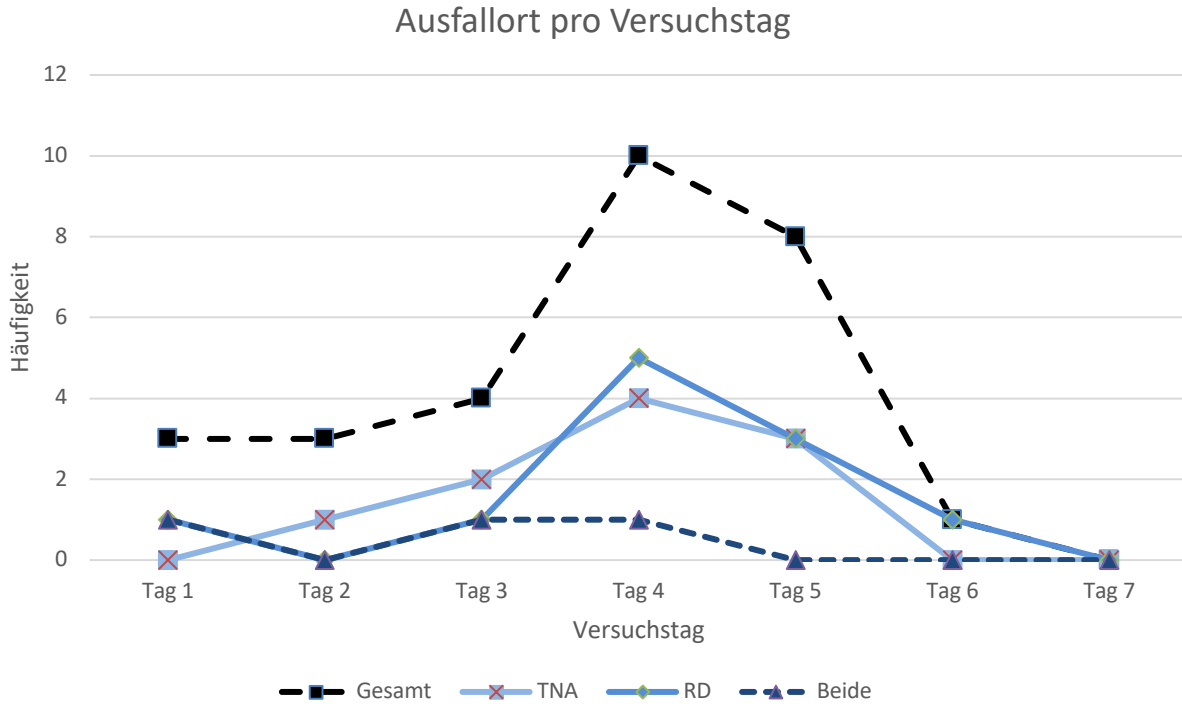


Abbildung 4.37 Lokalisation der einzelnen Ausfälle pro Versuchstag

Die den RD betreffenden Ausfälle, fanden am 19.05.2021 ihr Maximum mit insgesamt 4 (Versuchstag 4), gefolgt vom 20.05.2021 (Versuchstag 5) mit 3 Ausfällen und dem 18.05.2021 (Versuchstag 3) mit 2 Ausfällen. Ein Ausfall erfolgte am 17.03.2021 (Versuchstag 2). An den anderen Tagen wurde kein RD betreffender Ausfall festgestellt.

Den TNA betreffende Ausfälle, fanden am 19.05.2021 ihr Maximum mit insgesamt 5 (Versuchstag 4), gefolgt vom 20.05.2021 (Versuchstag 5) und jeweils ein Ausfall am 16.03., 18.03. und 08.06.2021 (Versuchstag 1, 3 und 6). An den anderen Tagen wurde kein RD betreffender Ausfall dokumentiert.

Die Ausfälle die RD und TNA (Beide) betrafen, fanden am 16.03., 18.05. und 19.05.2021 (Versuchstag 1, 3 und 4) ihr Maximum mit insgesamt einem Ausfall. An den anderen Tagen wurde kein Ausfall erfasst.

Bei Betrachtung der Arten der Ausfälle wurden insgesamt 16 Ausfälle von Bild und Ton erfasst, 6 Ausfälle nur von Ton und 5 nur vom Bild.

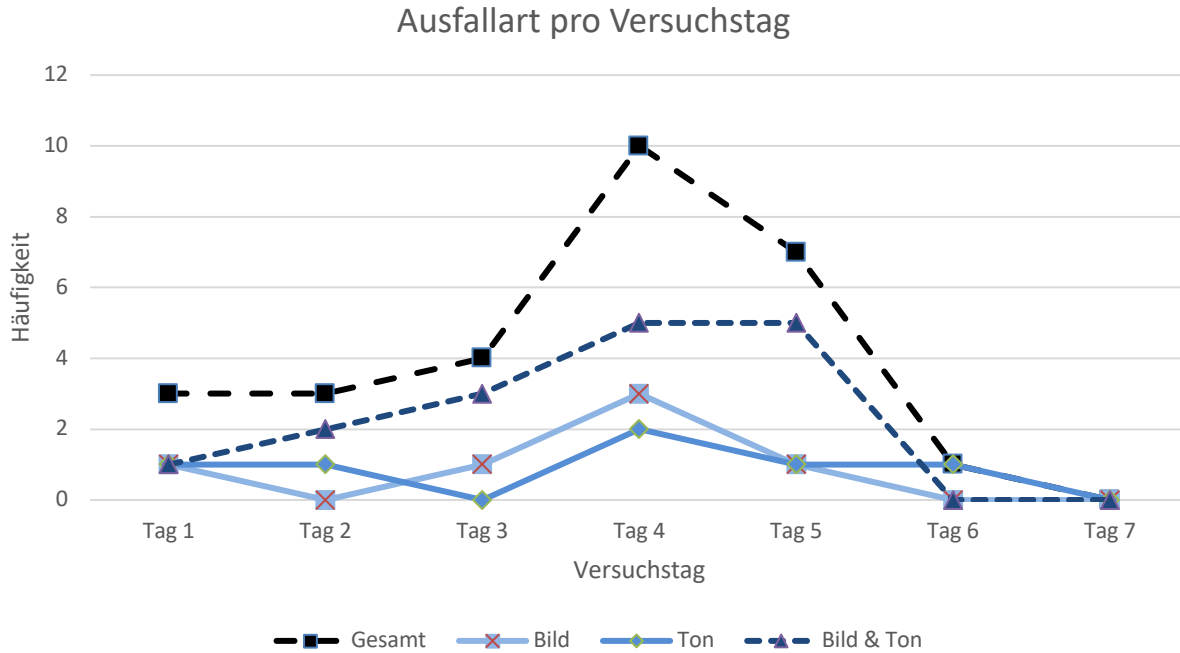


Abbildung 4.38 Art der einzelnen Ausfälle pro Versuchstag

Die Ausfälle von Bild und Ton fanden ihr Maximum mit jeweils 5 Ausfällen am 19.05 und 20.05.21 (Versuchstag 4 und 5), gefolgt von 3 Ausfällen am 18.05. (Versuchstag 3), 2 Ausfällen am 17.03. (Versuchstag 2) und ein Ausfall am 16.03. (Versuchstag 1). An den anderen Tagen wurde kein Ausfall dokumentiert.

Die Ausfälle des Tons fanden ihr Maximum mit 2 Ausfällen am 19.05.21 (Versuchstag 4). Am 16.03., 17.03., 20.05. und 08.06.21 (Versuchstage 1,2,5 und 6) wurde ein Tonausfall erfasst. An den anderen Tagen wurde kein Ausfall festgestellt.

Die Ausfälle des Bildes fanden ihr Maximum am 19.05.21 (Versuchstag 4) mit 3 Ausfällen, gefolgt von einem jeweils am 16.03. und 18.05. (Versuchstag 1 und 3). An den anderen Tagen wurde kein Ausfall erfasst.

Die beschriebenen Ausfälle wurden alle durch einzelne Anwenderfehler verursacht und konnten aber durch ein Neustarten der Anwendung im Internetbrowser behoben werden.

#### 4.10.4 System Usability Scale

Insgesamt wurden 423 Fragebögen ausgehändigt, wovon 402 (95,04 %) ausgewertet werden konnten. Von den 282 an das RDP ausgehändigten Fragebögen, konnten 266 (94,33%) Rückläufer erfasst und ausgewertet werden. An die TNAs wurden 141 Fragebögen ausgehändigt, wovon 136 (96,45%) erfasst und ausgewertet werden konnten.

Insgesamt ergab sich ein SUS Score von 83,38 95% KI [82,92; 83,84].

Für das RDP ein Score von 82,42 95% KI [81,81; 83,04] und für die TNAs ein Score von 85,24 95% KI [84,64; 85,84]. Womit die Usability insgesamt in beiden Gruppen als sehr gut bewertet wurde.

Die Tab. 4.8 und Abb. 4.39 visualisieren die Scores anhand der angegebenen Berufsausbildung.

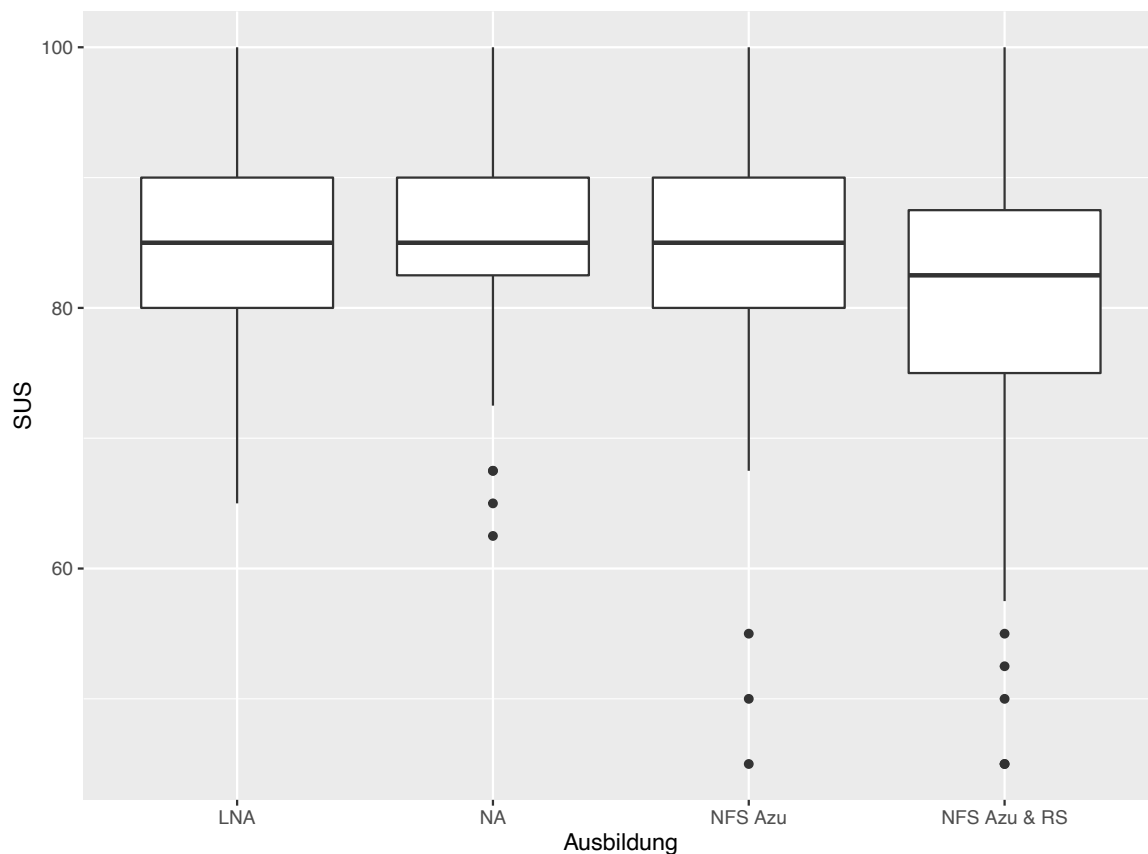


Abbildung 4.39 Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zur angegebenen Berufsausbildung

<b>Berufsausbildung</b>	<b>SUS</b>	<b>95% KI</b>
Leitender Notarzt (LNA)	85,00	82,30; 87,70
Notarzt (NA)	85,32	83,95; 86,69
Notfallsanitäter Auszubildender (NFS Azu)	84,61	82,83; 86,39
Notfallsanitäter Auszubildender & Rettungssanitäter (NFS Azu & RS)	81,04	79,39; 82,69

Tabelle 4.8 Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zur angegebenen Berufsausbildung inkl. 95%

Konfidenzintervall

## Berufserfahrung

Anhand der angegebenen Berufserfahrung konnte ebenso SUS Scores ermittelt werden. Diese lagen zwischen 84,00 und 85,78. Diese sind in der folgenden Tab. 4.9 und Abb. 4.40 visualisiert.

Berufserfahrung	SUS	95% KI
< 2 Jahre	84,00	82,45; 85,54
2-4 Jahre	84,02	82,39; 85,66
4-8 Jahre	80,61	78,63; 82,60
8-12 Jahre	85,36	79,11; 91,61
> 12 Jahre	85,78	84,11; 87,45

Tabelle 4.9 Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zur angegebenen Berufserfahrung inkl. 95% Konfidenzintervall

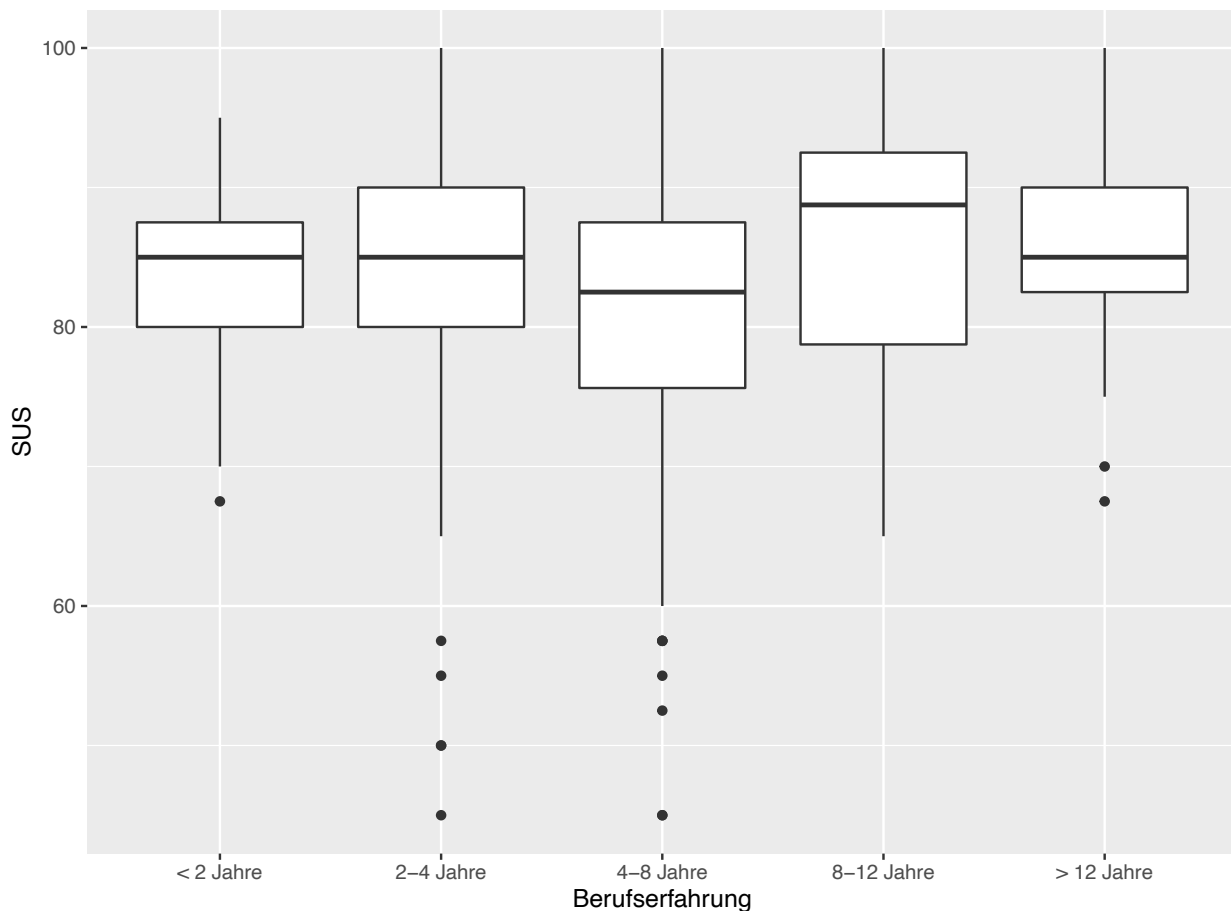


Abbildung 4.40 Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zur angegebenen Berufserfahrung

## Geschlecht

Anhand der Angabe des Geschlechts konnte ein Score von 84,12 95% KI [82,85; 85,38] bei den weiblichen und ein Score von 82,68 95% KI [81,35; 84,01] bei den männlichen Teilnehmern ermittelt werden.

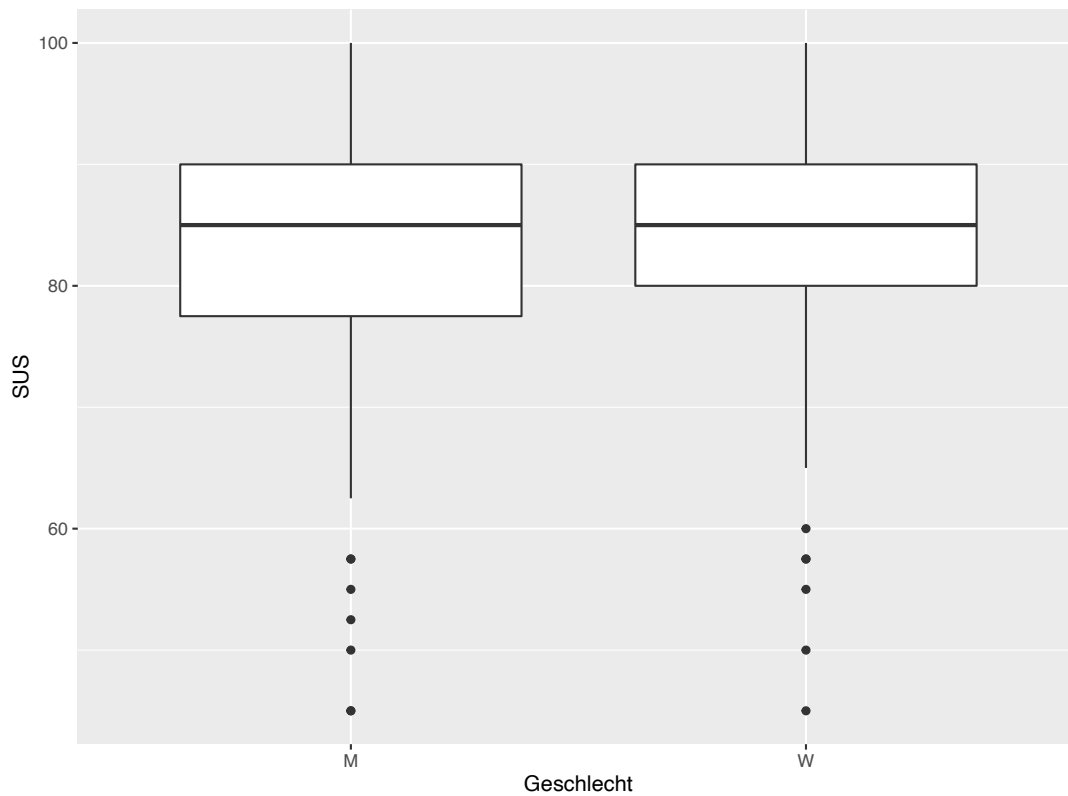


Abbildung 4.41 Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zum angegebenen Geschlecht

## Versuchstage

Im Verlauf der einzelnen Versuchstage konnten individuelle SUS Werte ermittelt werden die von 78,75 bis zu 87,84 reichten. Diese sind in Tabelle 4.10 und in Abb. 4.42

dargestellt:

Versuchstag	SUS	95% KI
Tag 1	82,67	80,34; 85,00
Tag 2	84,17	82,35; 85,98
Tag 3	78,75	74,44; 83,06
Tag 4	82,79	80,97; 84,62
Tag 5	87,84	84,99; 90,69
Tag 6	83,05	80,78; 85,32
Tag 7	83,99	81,44; 86,54

Tabelle 4.10 Verteilung der SUS Scores pro Versuchstag inkl. 95% Konfidenzintervall

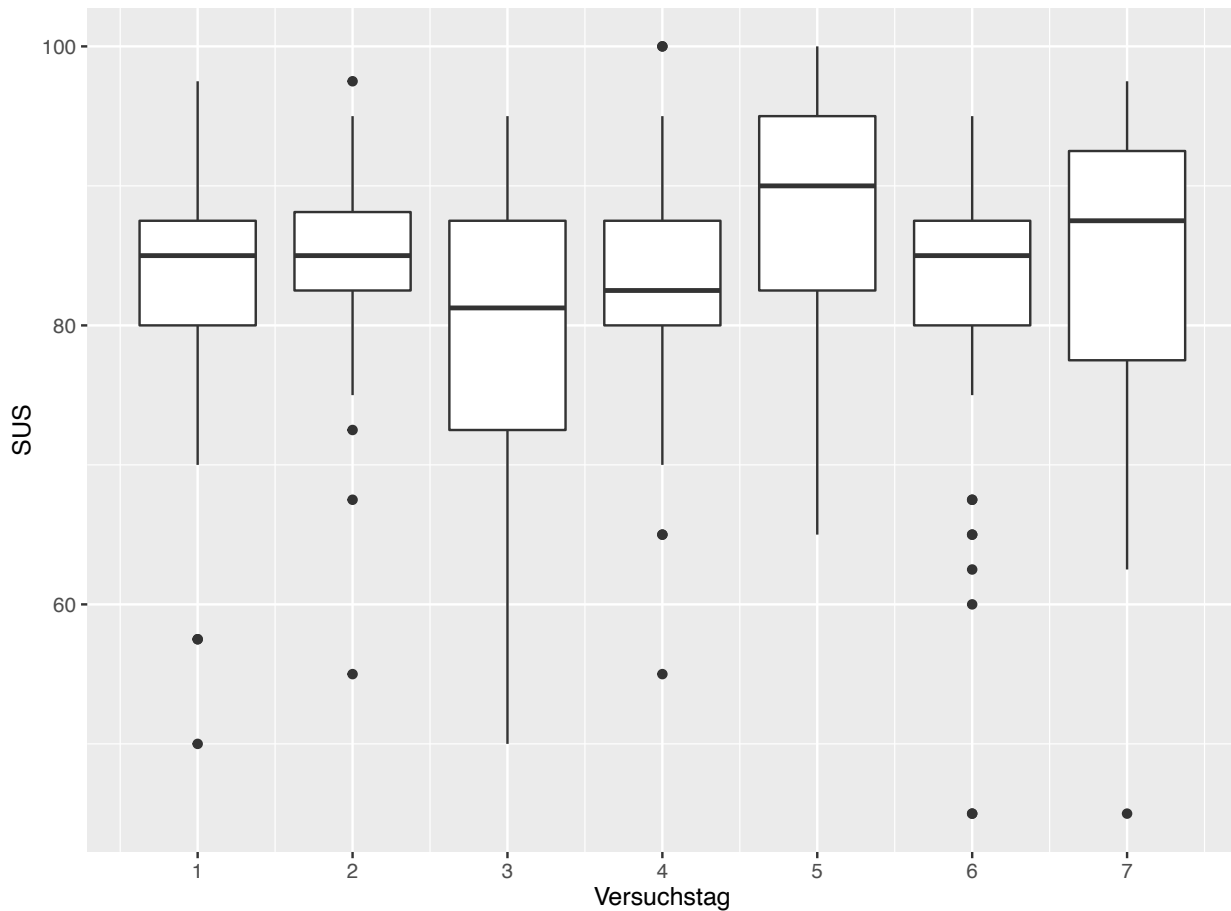


Abbildung 4.42 Verteilung der SUS Scores pro Versuchstag

### Versuchstage und Geschlecht

Bei Betrachtung der unterschiedlichen Geschlechter konnten ebenso für jeden Versuchstag Scores erfasst werden. Der höchste Score bei den weiblichen Teilnehmern war am Tag 5 mit 90,00. Bei den männlichen Teilnehmern lag dieser ebenso am Tag 5 mit 85,79.

Der niedrigste lag für die weiblichen Teilnehmer am Tag 3 mit 82,24, während dieser bei den männlichen Teilnehmern am gleichen Tag sogar bei 73,65 lag.

Dies sind in Tab. 4.11 und in Abb. 4.43 einzeln aufgeführt und visualisiert.

Versuchstag	SUS		95% KI	
	Weiblich	Männlich	Weiblich	Männlich
Tag 1	82,33	83,00	78,82; 85,36	79,65; 86,08
Tag 2	84,60	83,71	82,33; 86,70	80,57; 86,39
Tag 3	82,24	73,65	77,24; 87,00	66,88; 79,69
Tag 4	82,88	82,71	79,84; 85,81	80,74; 84,67
Tag 5	90,00	85,79	86,88; 93,12	81,04; 90,36
Tag 6	83,05	83,06	78,66; 86,47	80,00; 85,53
Tag 7	85,38	82,71	82,78; 88,06	78,67; 86,75

Tabelle 4.11 Verteilung der SUS Scores pro Versuchstag anhand des Geschlechts inkl. 95% Konfidenzintervall

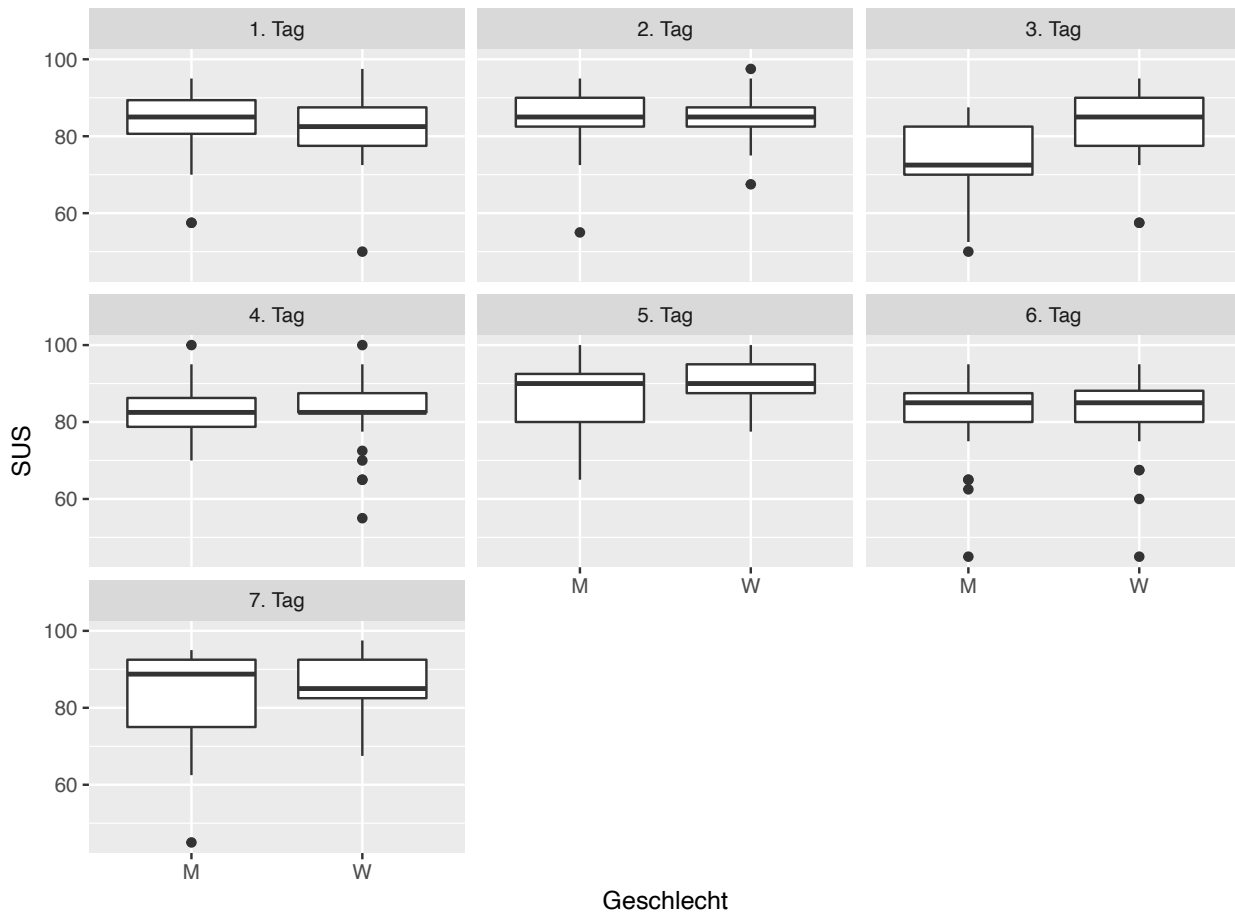


Abbildung 4.43 Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zum angegebenen Geschlecht pro Versuchstag

### Alter und Altersgruppen

Bei einer Betrachtung des Alters der Teilnehmer konnten vom 18. bis zum 59. Lebensjahr SUS Scores ermittelt werden. Für den Bereich 45. bis 58 Lebensjahr konnte lediglich ein Ergebnis erfasst werden. Abbildung 4.44 stellt das Alter im Verhältnis zum SUS dar.

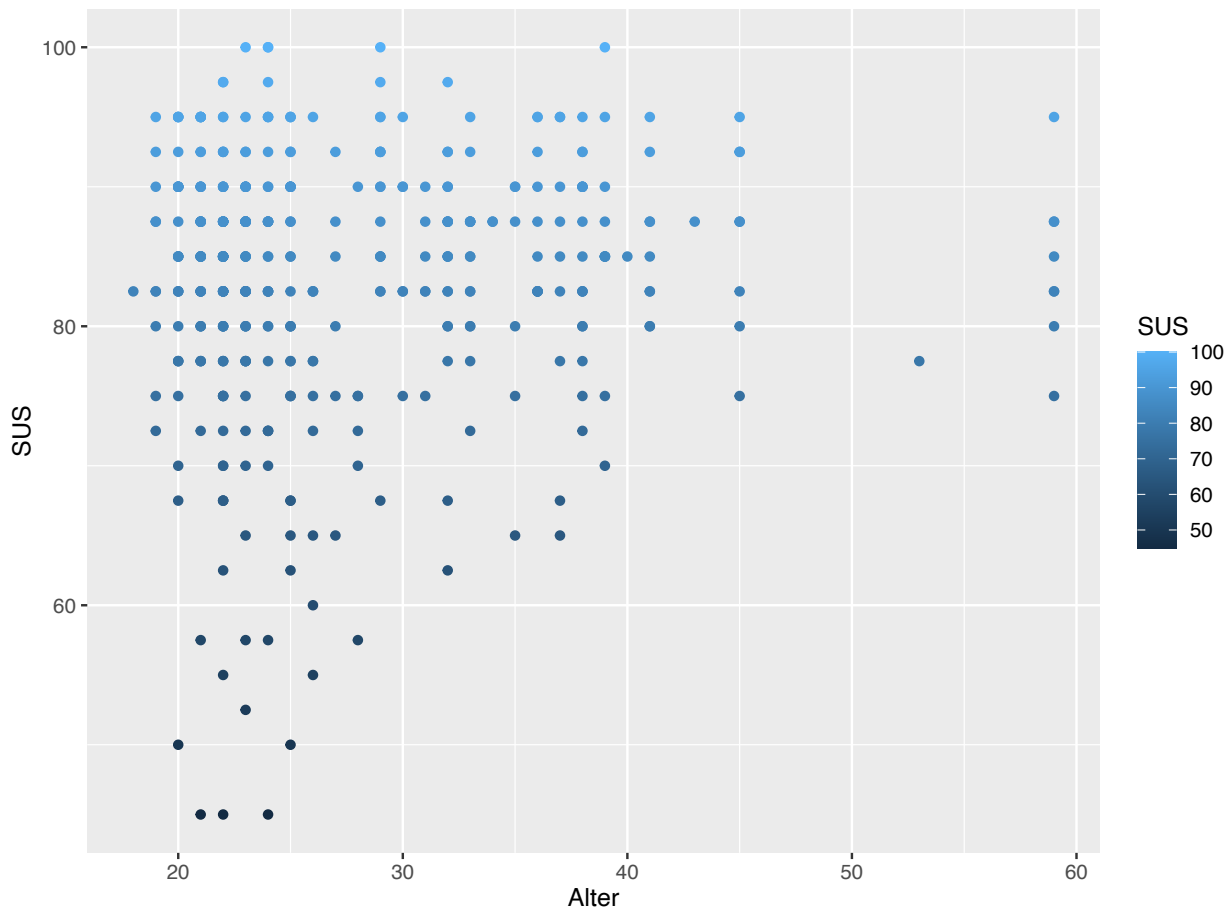


Abbildung 4.44 Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zum angegebenen Alter

Bei Erfassung dieser Ergebnisse in den Altersgruppen < 21, 21-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-45, > 45 konnten SUS Scores in Gruppen zusammengefasst werden.

In der Altersgruppe 41-45 Jahre lag dieser am höchsten mit 86,25.

In der Altersgruppe 26-30 lag dieser am niedrigsten mit 81,89.

Diese Ergebnisse sind im Detail in Tabelle 4.12 und in Abbildung 4.45 aufgeführt und visualisiert.

<b>Altersgruppen</b>	<b>SUS</b>	<b>95% KI</b>
<b>&lt; 21 Jahre</b>	83,95	80,92; 86,97
<b>21-25 Jahre</b>	82,74	81,33; 84,17
<b>26-30 Jahre</b>	81,89	78,59; 85,19
<b>31-35 Jahre</b>	83,99	81,86; 86,12
<b>36-40 Jahre</b>	85,21	83,01; 87,41
<b>41-45 Jahre</b>	86,25	83,38; 87,41
<b>&gt; 45 Jahre</b>	83,61	78,99; 88,23

Tabelle 4.12 Verteilung der SUS Scores anhand unterschiedlicher Altersgruppen inkl. 95% Konfidenzintervall

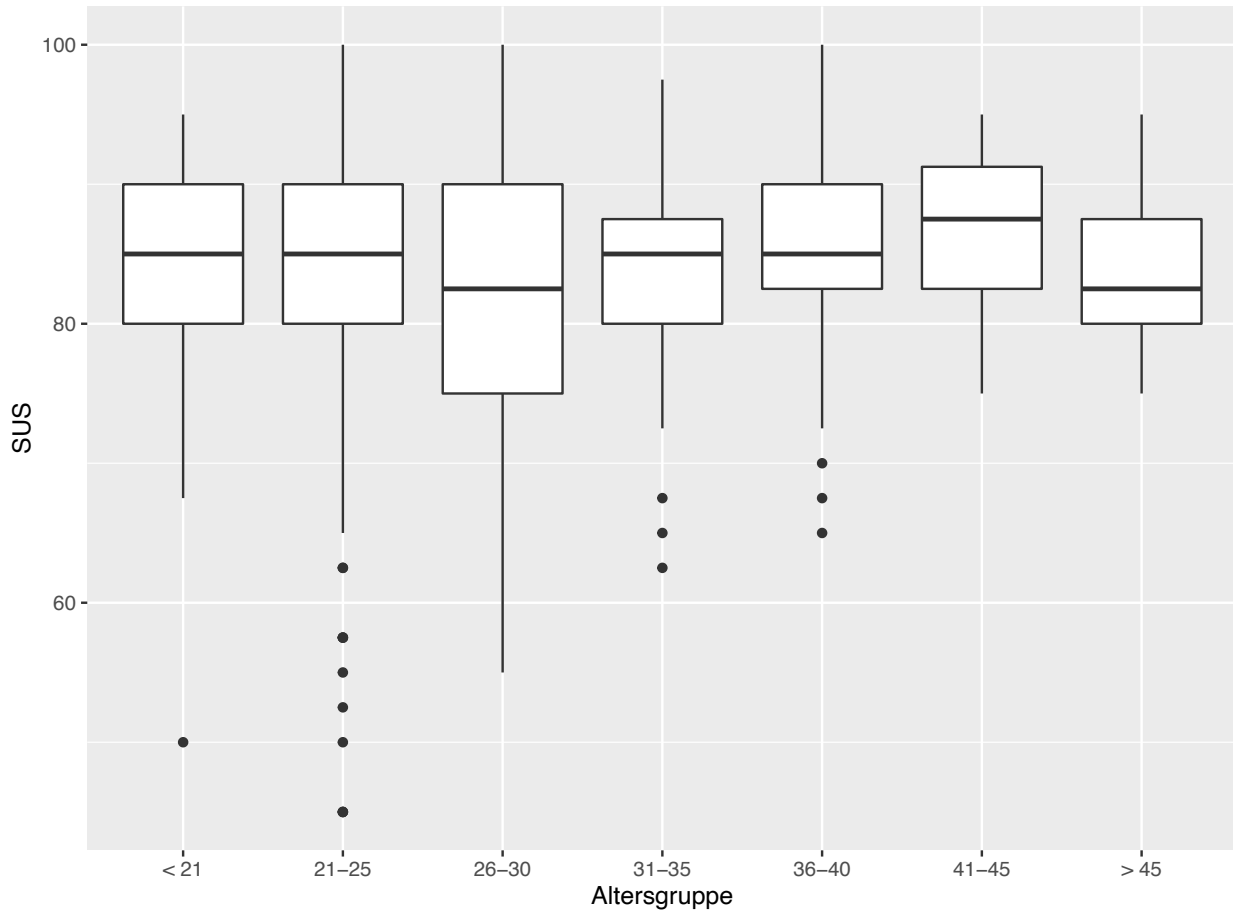


Abbildung 4.45 Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zum angegebenen Alter in einzelnen Altersgruppen

#### 4.10.5 Epidemiologie der Teilnehmer

##### Geschlecht

Von den 266 vom RDP erfassten Fragebögen wurden das Geschlecht bei 147 (55,26%) mit weiblich und 119 (44,74%) mit männlich angegeben. Bei den 136 TNA Fragebögen wurde 45 (33,09%) mal weibliche und 81 (59,56%) mal männlich angegeben.

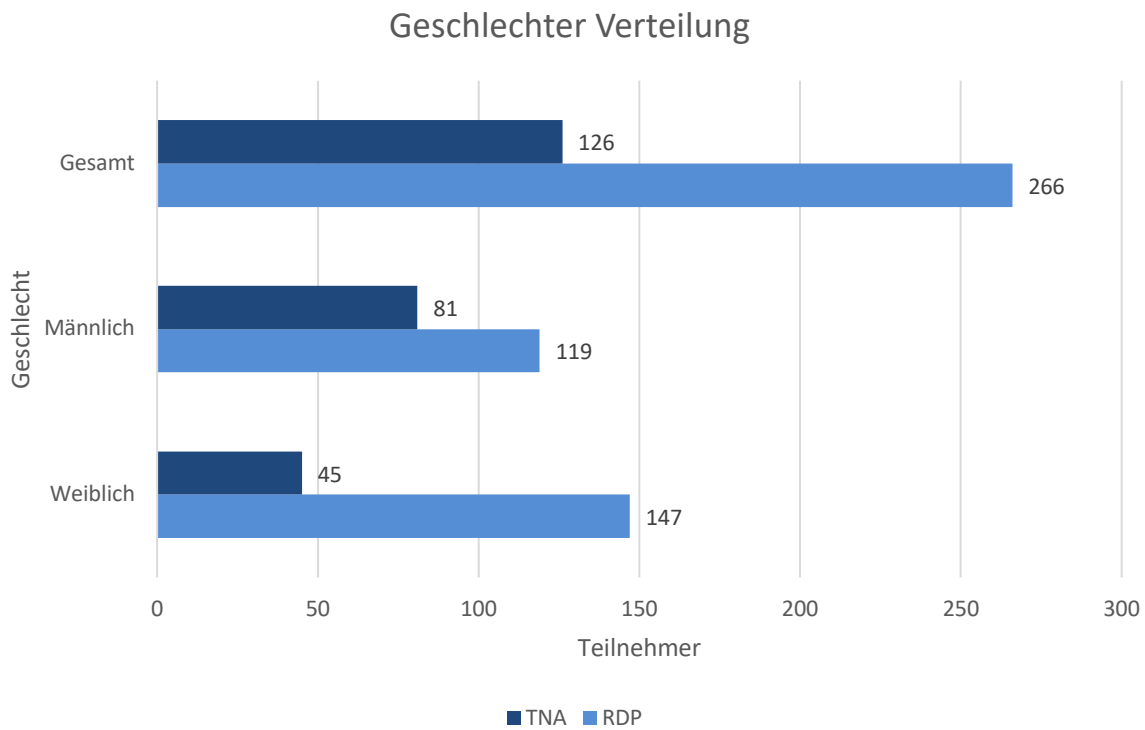


Abbildung 4.46 Geschlechter Verteilung der Teilnehmer

## Altersverteilung

Das mittlere Alter des RDP lag bei 22,88 Jahren, während diese bei der TNA Gruppe mit 37,06 Jahren angegeben wurde. Das niedrigste Alter beim RDP wurde mit 18 und das höchste mit 33 Jahren angegeben, während dieses bei 29 bzw. 59 Jahren lag bei der TNA Gruppe.

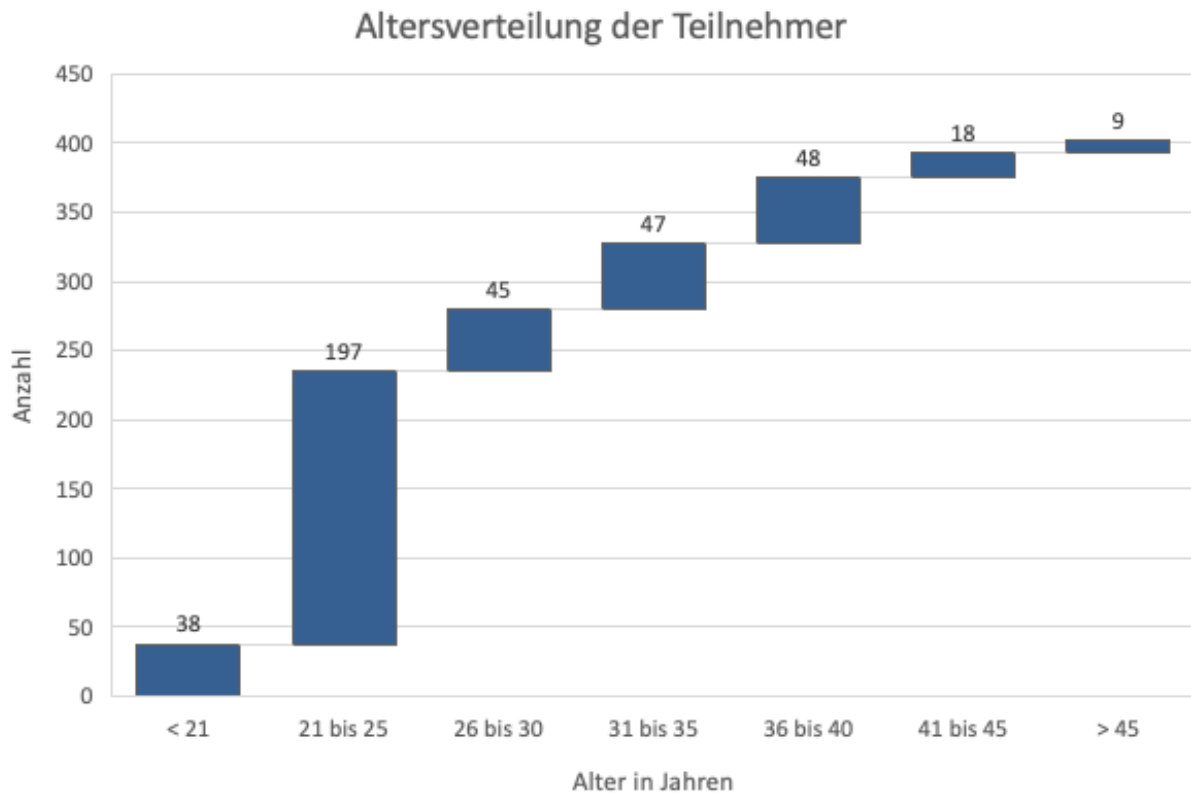


Abbildung 4.47 Altersverteilung der Teilnehmer

## Berufserfahrung im Rettungsdienst

Bei Betrachtung der Berufserfahrung im Rettungsdienst ergaben sich Spannweiten von 12 bis 360 Monaten.

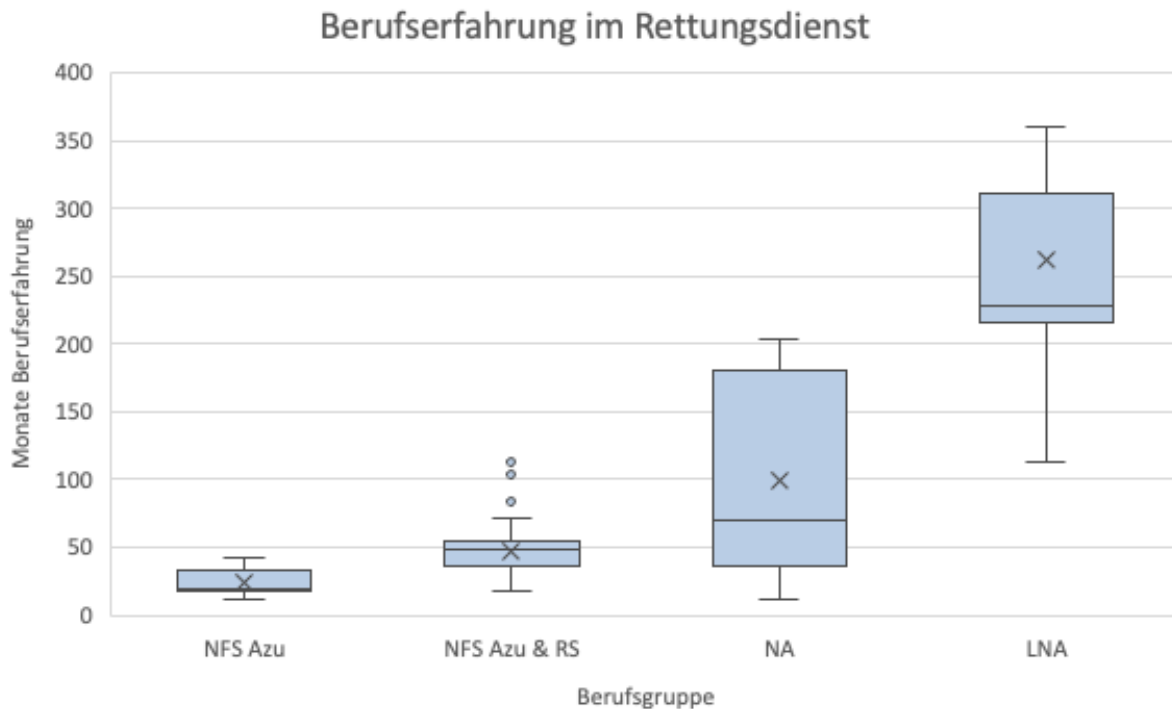


Abbildung 4.48 Verteilung der Berufserfahrung pro Berufsgruppe

Beim RDP lag die Berufserfahrung im Mittel bei 37,55 Monaten. Die niedrigste wurde mit 12 und die höchste mit 133 Monaten angegeben.

Bei den TNA lag diese im Mittel bei 138,22 Monaten, mit der niedrigsten Angabe von 12 und einem Maximum von 360 Monaten.

## Berufsgruppen

Eine Erfassung der einzelnen Berufsgruppen war ebenso möglich:

Beim RDP wurde als häufigste Berufsausbildung 163 mal (61,28%) Notfallsanitäter Auszubildender & Rettungssanitäter angegeben, gefolgt von Rettungssanitäter mit 103 (38,72%) mal.

Bei den TNA wurde 103 (75,74%) mal Notarzt und 33 (24,26%) mal Leitender Notarzt angegeben.

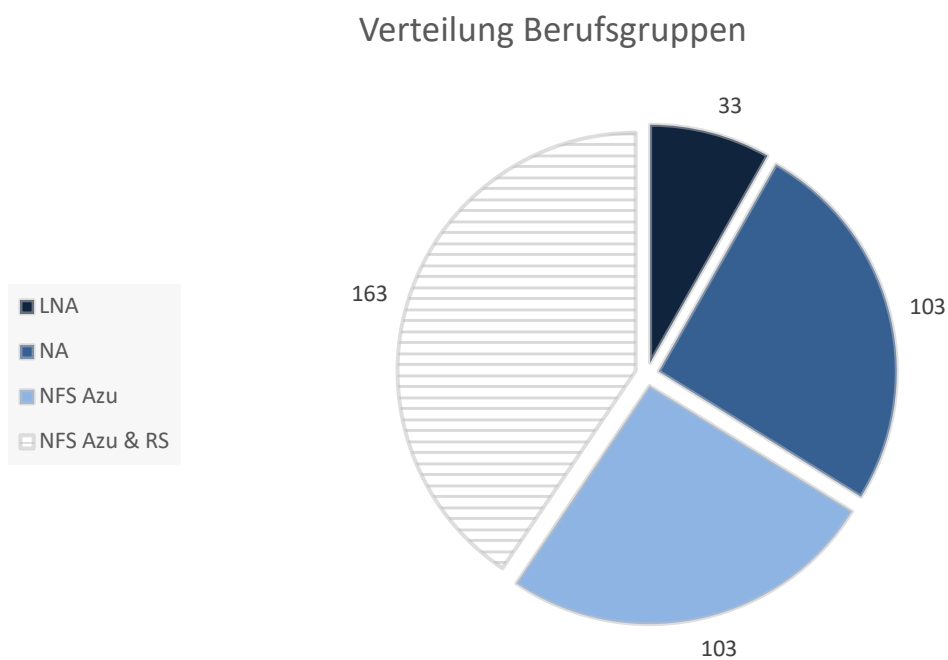


Abbildung 4.49 Verhältnismäßige Verteilung der Berufsgruppen

#### **4.10.6 Feedback**

Insgesamt gab es positive Resonanz der Teilnehmer. Es wurde betont, dass eine solche technische Möglichkeit die Behandlung an der Einsatzstelle deutlich verbessern und sicherer machen könnte.

Das RDP gab an, dass einsatztaktisch die Möglichkeit einer telemedizinischen ärztlichen Konsultationsmöglichkeit die Abläufe an der Einsatzstelle effizienter gestaltet werden könnten. Da ein physischer Notarzt nur phasenweise, während bestimmter Einsatzphasen, tatsächlich benötigt würde, könnte dies die regional strukturierte Notfallversorgung erheblich entlasten. Damit könnte ein differenzierterer Einsatz von physischen Notärzten erfolgen.

Aus der Gruppe der TNAs wurde betonte, dass die hiermit geschaffene Option direkt mit dem Notfallpatienten zu kommunizieren eine neue individuelle und direktere Behandlungsmöglichkeit schafft. Damit kann eine deutlich frühere klinische Einschätzung und Diagnosestellung im Vergleich zu herkömmlichen telemedizinischen Systemen geschaffen werden. Ebenso könnte dieser frühe, aber niederschwellige Arztkontakt es ermöglichen Patientenströme in die adäquate Versorgungseinrichtung zu leiten nach initial erfolgter Therapie.

#### **4.10.7 Expertendiskussion**

Die Teilnehmer der Expertendiskussion bewerten die Ergebnisse insgesamt positiv. Durch die häufige Nutzung in den Versuchen und der sehr geringen Anzahl an einsatzrelevanten Ausfällen konnte das Ziel erreicht werden ein System zu entwickeln, welches eine geringe Hürde zur Anwendung für notfallmedizinische Anwender hat.

Ebenso konnte durch die unterschiedlichen Krankheitsbilder dargestellt werden, dass solch ein System bei unterschiedlichen zeitlichen Dringlichkeiten eingesetzt werden kann. Damit könnte solch ein System viele Bereiche der Akut- und Notfallmedizin effektiv abdecken.

Es wird von den Experten gewünscht, dass für den Einsatz im Regelbetrieb eine zusätzliche App-Lösung entwickelt würde. Dies könnte die Anwendung auf mobilen Endgeräten wie Tablets und/oder Smartphones noch einfacher machen. Auch könnte dies für unterschiedliche Anwender die initiale Hürde zur Anwendung noch mehr senken.

Die Möglichkeit einzelnen Benutzern zusätzliche Rechte durch den Administrator des Systems zu gewähren, könnte eine Möglichkeit sein, auf lokaler Ebene Änderungen durchführen zu lassen, um bspw. grafische Anforderungen zeitnah anpassen zu können. Ebenso könnte damit das System noch einfacher der individuell genutzten Hardware angepasst werden.

## 5 Diskussion

Entsprechend einer international gültigen Definition der WHO für Technologien im Gesundheitswesen soll diese Mitarbeiter unterstützen, die Effektivität von Behandlungen und die Zufriedenheit von Patienten steigern [333].

Anhand des hier dargestellten Anwender und Patienten zentrierten Ansatzes konnten wir ein telemedizinisches Konzept für den Rettungsdienst entwickeln in dem wir lokale Strukturen integrierten, aber auch klare Ziele definierten, um eine solche Umsetzung ressourcenschonend zu ermöglichen.

Obwohl jede Struktur der Notfallversorgung sich nicht nur geographisch unterscheidet, sondern auch in regionalen und lokalen medizinischen und strukturellen Prozessen, müssen telemedizinische Lösungsansätze diese individuellen Charakteristika berücksichtigen und soweit anpassbar sein, dass ein sinniger, aber auch adäquater Zugang ermöglicht wird für alle Beteiligten [297].

Vergleicht man das hier beschriebene telemedizinische Konzept und seine Umsetzung mit bisherigen umfassenden Telenotarztsystemen und insbesondere der Telestroke Empfehlungen der ATA [155] ragen häufig technische und konzeptionelle Schwächen hervor wie bspw. beim Aachener System:

Da keine bidirektionale Audio- und Videokommunikation von der Einsatzstelle aus möglich ist, kann keine symptomorientierte, klinische Diagnose gestellt werden, die bei häufigen und zeitkritischen Krankheitsbildern wie dem Apoplex notwendig wäre.

Obwohl inzwischen herstellerseitig beschrieben ist, dass eine Applikation für Smartphones zur Zeit entwickelt wird [334], wird die Funktion einer bidirektionalen, audiovisuellen Kommunikation, wie bei einer Videokonferenz, direkt von der Einsatzstelle aus noch nicht beschrieben, obwohl dies mit dem gegenwärtigen Stand der Technik auch in handhabbaren Formaten machbar wäre.

Ebenso wird in vielen Schlaganfallnetzwerken eine Kommunikation mit dem weiterbehandelnden neurologischen Akutkrankenhaus durchgeführt und nicht mit einem auf der Leitstelle platziertem TNA [52,155,176].

Auch werden Verbindungen zu weiteren Akteuren der Notfallmedizin oder dem ambulanten Bereich im Aachener System zur Zeit nicht beschrieben und beschränkt sich damit nur auf den Ersatz des physischen Notarztes.

Zudem stellt die unternehmerische als auch technische Ausrichtung auf US-amerikanische Lösungen ein deutliches datenschutzrechtliches Konfliktpotenzial für Gesundheitsdaten aus der europäischen Union dar im Kontext der internationalen Rechtswirksamkeit des CLOUD Acts und der EU-GDPR. Dies könnte ein deutliches Risiko für den Umgang mit Gesundheitsdaten aus der EU bedeuten.

Mit dem Versuch Patientenströme zu leiten, stellt ETHAN Houston dar, wie eine Ambulantisierung von Notfallpatienten pragmatisch telemedizinisch und effektiv in einer Großstadt erfolgen kann. Ebenso wird mobile Technologie genutzt, die eine direkte Behandlung am Einsatzort ermöglicht. Damit können Hürden zur Anwendung deutlich gesenkt werden und die Akzeptanz neuer Lösungsansätze deutlich gesteigert werden. Dennoch wird hier auf eine Übertragung von Vitaldaten in Live Form verzichtet.

Auf Grund der unterschiedlichen Aufstellung des us-amerikanischen Gesundheitssystems lässt sich solch ein System mit geringen Hürden umsetzen. Dies im deutschen Gesundheitssystem durchzusetzen würde eine Überwindung der bewussten sektoralen Trennung der Notfallmedizin erfordern, könnte aber ein entsprechendes Potential bieten zur Steigerung der Effizienz und der Entwicklung von notfallmedizinischen Synergien.

Bisher genutzte Systeme benötigen eine jährliche 6- bis 7-stellige Investitionssumme (\$1,500,000 für "ETHAN Houston" oder 1 049 466 € für "Telenotarzt Model Aachen") um solch eine Dienstleistung anbieten zu können. Dies stellt damit eine sehr hohe Hürde für Gesundheitsinfrastrukturen dar, die viele nicht überwinden könnten [191,192,197]. Insbesondere komplexe technische Strukturen wie das Telenotarztkonzept Bayern unterbrechen diese Tendenz nicht und bieten damit wenig Potenzial für eine flächendeckende Anwendung der Telemedizin in der Notfallmedizin.

Aus diesem Grund ist es höchst relevant nicht weitere hoch-preisige Konzepte zu entwickeln, sondern neue Ansätze zu verfolgen, die in einer breiten Nutzung von telemedizinischen Lösungen in den Schnittstellen der Akut- und Notfallmedizin resultieren

könnten [335,336]. Insbesondere unterfinanzierte und unterentwickelte notfallmedizinische Infrastrukturen könnten von solch einem Vorgehen profitieren [297].

Da ETA eine hohe Usability für Anwender bieten konnte und bei einer geringen Anzahl an technischen Ausfällen es auch zu keiner Patientengefährdung gekommen ist, können wir davon ausgehen, dass die Nutzung solch eines Systems eine potenzielle Verbesserung der Versorgung in der Notfallmedizin ermöglichen könnte. Technische Ausfälle bleiben aber ein dauerhaftes Risiko für solche Systeme. Eine stetige Verbesserung durch Nutzerfeedback, Schulungen und Anwendungsbeobachtung können Möglichkeiten sein, die eine Risikominimierung ermöglichen könnten. In dieser Versuchsreihe konnte gezeigt werden, dass die Fehlerbehebung größtenteils durch die Anwender durchgeführt werden konnte in Form eines Neustarts des Systems oder der Hardware.

Da die dargestellten telemedizinischen Konsultationszeiten auch nur ein Teil eines kompletten rettungsdienstlichen Einsatzes abbilden, könnte ein solches System dazu beitragen die Effizienz der notärztlichen, aber auch fachärztlichen Unterstützung und Therapie nicht nur im Bereich Rettungsdienst zu verbessern. Damit könnten gegenwärtige physische sowie Grenzen der Versorgungssektoren (bspw. zwischen der ambulanten und stationären Notfallversorgung) digital überwunden werden und eine niederschwellige und verbesserte Patientenversorgung ermöglichen.

Ebenso spricht die in den Versuchen dargestellte hohe Algorithmen Kohärenz der durchgeführten notfallmedizinischen Therapie dafür, dass digitale Systeme wie dieses nicht die Funktion haben einen physischen Notarzt zu ersetzen, sondern eine Behandlung anhand evidenzbasierter Medizin im Alltag einfacher sowie sicherer zu ermöglichen.

Damit könnte die Einführung eines effizienten und kostengünstigen Konzeptes bei einer späteren Größenskalierung, mehr Anwender und Institutionen in solch einem virtuellen notfallmedizinischen Netzwerk teilhaben lassen, um durch solch eine Verknüpfung eine sicherere und verbesserte Versorgung zu ermöglichen.

Dies könnte eine deutlich individuellere und spezialisierte Therapie des jeweiligen Patienten ermöglichen, da hiermit durch die Nutzung etablierter lokaler Strukturen, in einem interprofessionellen digitalen-medizinischen Netzwerk, einem Emergency Talk Netzwerk (ETN), eine effiziente digitale Versorgungsstruktur geschaffen werden könnte [295].

Zudem konnte auch kein vorhandenes marktübliches System den gestellten Anforderungen wie Kosteneffektivität, Systemoffenheit, Herstellerunabhängigkeit, Datenschutz und -Sicherheit nach EU-GDPR, Usability und Nutzbarkeit im notfallmedizinischen Alltag entsprechen, weshalb die hier beschriebene Lösung eine Sonderstellung einnimmt und eine individualisierbare patientenorientierte Lösung bietet. Der weitere Prozess zur Einführung in den Versorgungsalltag würde damit frühzeitig mit einem Prozess der Konformitätsbewertung begleitet werden, um die Zertifizierung eines effektiven und sicheren Medizinproduktes zeitnah gewährleisten zu können.

## **5.1 Limitationen**

Allgemein müssen Ergebnisse neuer Systeme, weitere Evidenz unter realen Bedingungen sowie unter einer langfristigen Beobachtung vorlegen. Anhand dieser Arbeit kann nur eine Darstellung eines Konzeptes als auch einer prototypischen Testreihe aufgezeigt werden, wie Telemedizin in einem niederschweligen, kosten-günstigen und praktischem Herangehen in einer bestimmten Region und notfallmedizinischen Struktur entwickelt und eingeführt werden könnte.

Da notfallmedizinische Versorgungsstrukturen an sich sehr variabel in Struktur, Funktionen sowie Administration sind, stellt dies natürlicherweise zusätzliche Herausforderungen für die Einführung von solch telemedizinischen Konzepten dar. Dies hat zur Folge, dass die Einführung von Telemedizin in der präklinischen Notfallmedizin deutlich verzögert erfolgt ist, als im Vergleich zur klinischen Umgebung bspw. der Dermatologie.

Ein weiterer limitierender Faktor ist die Implementierung im klinischen Alltag. Da Ärzte aber auch Pflegekräfte unterschiedliche Rollen und Verantwortlichkeiten haben, kann die Funktion eines Telemediziners aus einer klinischen Ressource wie einer Notaufnahme nicht allgemein gültig angeboten werden, sondern muss in Form eines direkten Ansprechpartners erfolgen. Es könnte diskutiert werden, ob solch eine Rolle auch in der ersten Stufe durch nicht-ärztliches Personal übernommen würde, wie bei einer Erst-Einschätzung in der Notaufnahme durch eine Pflegekraft und dann erst im zweiten Schritt ein Arzt der Kommunikation zugeführt würde.

Zu den hier beschriebenen Versuchsreihen muss hervorgehoben werden, dass insbesondere die Fragebögen – außer der SUS – nicht in einer validierten und robusten deutschsprachigen Form vorliegen wie die ursprünglichen englischen Versionen.

Eine Entwicklung solcher Fragebogen für die Nutzung in deutscher Sprache wäre für zukünftige Arbeiten wünschenswert.

Ebenso müssten weitere Versuche mit verbesserten Studiendesigns ferner an weiteren, auch internationalen, Studienorten zur Anwendung von ETA durchgeführt werden.

Dennoch stehen solch einem Vorhaben auf Grund der Komplexität und insbesondere der interdisziplinären Natur der Notfall- und Akutmedizin, aber auch der relevanten Einflüsse aus Politik, Ökonomie, Epidemiologie sowie der stetigen technischen Weiterentwicklung Herausforderungen entgegen, die nicht zu unterschätzen sind.

Dennoch sollte diese Herangehensweise und die Ergebnisse als erster Wegweiser gesehen werden, wie die Entwicklung einer solchen digitalen Lösung einen Einfluss auf die alltägliche Patientenversorgung haben kann.

Eine genauere Übersicht weiterer Limitation hinsichtlich einzelner Projektabschnitte kann exemplarisch der folgenden Tabelle 5.1 entnommen werden. Diese soll nur eine Übersicht darstellen und lässt sich entsprechend im Detail noch erweitern.

Bereich	Limitationen
Experten-Diskussion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilnehmer stellen nur kleinen Querschnitt &amp; Stichprobe notfallmedizinisch beteiligter Schnittstellen dar</li> <li>- Bias durch aktive &amp; freiwillige Projektteilnahme</li> <li>- Gesetzgebende &amp; organisierende Gremien wie Innenministerium, Ärztekammer, Fachgesellschaften etc. nicht regelmäßig vertreten</li> <li>- Patienten (-Vertreter) nicht vertreten</li> </ul>
Regionale Notfallversorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung eines telemedizinischen Konzeptes anhand des Bias der bekannten und regional etablierten Versorgungsstrukturen</li> <li>- Deutliche internationale Unterschiede in der Organisation und Durchführung der Notfallmedizin</li> </ul>

Versuch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sehr kleine Stichprobe</li> <li>- Bias durch freiwillige Teilnahme ohne Verblindung</li> <li>- Keine Kontrollgruppe</li> </ul>
Demoumgebung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine Standards existent in Erstellung von Demoumgebungen</li> <li>- Fragebogen TUQ: Nur auf englisch validiert</li> <li>- Explorative Datenauswertung</li> </ul>
Vordefiniertes Testscenario	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einmaliger Versuch</li> <li>- Nur qualitative Erfassung und Auswertung</li> <li>- Nicht repräsentativ</li> </ul>
Versuch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kleine Stichprobe</li> <li>- Bias da freiwillige Teilnahme ohne Verblindung</li> <li>- Einzelne Berufsgruppen gehäuft vertreten</li> <li>- Keine Kontrollgruppe</li> </ul>
U-Sim ETA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine Patientenbefragung</li> <li>- Explorative Datenauswertung</li> <li>- Begrenzte Übertragbarkeit der Ergebnisse auf reale Bedingungen im Rettungsdienst</li> </ul>
Rahmenbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datenschutzerfordernissen differieren und konkurrieren international (EU-GDPR vs. Cloud Act USA)</li> <li>- Durchführung eines Prozesses zur Konformitätsbewertung und Zulassung als Medizinprodukt</li> <li>- Berufs- und Weiterbildungsordnung weisen geringe Anteile zur Anwendung &amp; Ausbildung mit digitalen medizinischen Systemen</li> <li>- Insgesamt geringe Erfahrungswerte von medizinischem Personal im Alltag mit telemedizinischen Systemen</li> <li>- Rettungsdienst ist Aufgabe der Bundesländer</li> </ul>
Evidenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wachsende Zahl an Publikationen</li> <li>- Langfristige Effekte, Risiken &amp; Vorteile noch nicht eindeutig klar</li> <li>- Standardisierung jeglicher Art (Technik &amp; Studienprotokolle) erschwert aufgrund regionaler unterschiedlicher Strukturen und technischen Entwicklungen</li> <li>- Allgemeine technische Entwicklung meist schneller als wissenschaftliche Versuchsdurchführung und Evaluation</li> </ul>

Tabelle 5.1 Limitationen einzelner Projektabschnitte

## 5.2 Forschungsansätze

In diesem Bereich könnte die Integration von präklinischen und klinischen Prozessen untersucht werden, um zu verstehen, wie diese neuen klinischen „online“ Behandlungspfade mit den gewachsenen „offline“ Pfaden integriert und verknüpft werden könnten. Dies könnte dann definieren, welche Qualifikationen, Aus- und Fortbildungskonzepte benötigt würden, um ein solches „dezentrales“ telemedizinisches System in einem Netzwerk zu implementieren.

Ebenso entscheidend ist die Betrachtung lokaler Vorgaben, Vergütungsmodell sowie Unterschiede in den rechtlichen Rahmenbedingungen. Dies könnten anhand von unterschiedlichen Herangehensweisen sowie Umsetzungen erfolgen. Dennoch kann eine praxisorientierte Ausrichtung und Entwicklung eines solchen Systems mit Integration von Anwendern und Regulierern, wie Behörden und Kammern, eine zielorientierte Entwicklung ermöglichen.

Eine Betrachtung der Kosten-Nutzen aber auch Kosten-Effektivität, könnte unter gesundheitsökonomischen Aspekten erfolgen, da eine Berechnung zum jetzigen Zeitpunkt nur anhand prototypischer Kosten und Effekte abgebildet und laufende Kosten sowie langfristige Effekte nicht realistisch dargestellt werden können.

Ebenfalls stellt sich im Bereich der Entwicklung regionaler notfallmedizinischer Versorgungsstrukturen ein Forschungsbedarf dar, da Patienten von solch einem intraoperativem und integrativem System profitieren könnten. Aus diesem Grund muss eine weitere Betrachtung von klinisch relevanten Outcomes sowie Zeitabschnitten erfolgen, unter Beachtung von Sicherheitsaspekten anhand von größeren repräsentativen und multizentrischen Studien [337,338].

## 6 Zusammenfassung

Anhand dieses praktischen Ansatzes konnten wir zeigen, dass die Nutzung der Telemedizin im Rettungsdienst mehr sein kann als nur eine weitere isolierte Versorgungsstruktur. Telemedizin kann in einem unterstützenden und integrativen Prozess die schnittstellenübergreifende Behandlung von Patienten in Echtzeit ermöglichen. Damit können kurzfristig limitierte Ressourcen, Personalkapazitäten und Kosten geschont werden, sofern solch eine Zukunftstechnologie etabliert und in medizinische Abläufe effizient integriert wird.

Die Nutzung eines praktischen Ansatzes und das Involvieren der alltäglichen Nutzer und medizinischen Strukturen in jedem Schritt der Entwicklung stellen einen entsprechenden Entwicklungsansatz dar, der bessere Integration so wie Übertragbarkeit in den Alltag der Anwender ermöglichen könnte.

Zudem wird es hierdurch möglich, initiale Hürden der Implementierung und Hemmungen bei der langfristigen Anwendung einer neuartigen Technologie deutlich zu senken. Dies gilt insbesondere für unterversorgte und unterfinanzierte Regionen, die damit einen einfacheren Anschluss an eine verbesserte Gesundheitsversorgung erhalten könnten.

So könnten integrative medizinische Versorgungsnetzwerke, wie im hier beschriebenen Emergency Talk Network, entwickelt werden und durch effiziente und robuste digitale Systeme wie bspw. der Emergency Talk Application unterstützt werden.

Dennoch beschreibt dies einen komplexen Entwicklungsprozess, da die interdisziplinäre Entwicklung von digitalen medizinischen Lösungen einem umfassenden Anspruch gerecht werden will. Auch ist eine Abhängigkeit nicht nur von adäquaten Methoden wie robusten und validen Fragebögen oder entsprechenden Studiendesigns für telemedizinische Lösungen notwendig. Sondern auch von Rahmenbedingungen die eine spätere dauerhafte Implementierung in den medizinischen Alltag vor allem durch weitere fokussierte gesundheitspolitische Maßnahmen ermöglicht werden.

Das wie zuvor beschriebene KHZG stellt damit eine erste Stufe der Weiterentwicklung der Digitalisierung in den Kliniken dar, zeigt aber auch, dass noch deutliche Grundlagenarbeit im Bereich der Digitalisierung durchgeführt werden müssen, bevor effektive und

niederschwellig nutzbare interdisziplinäre notfallmedizinische Netzwerke im klinischen Alltag eingesetzt werden können.

Damit besteht ein hoher Forschungs- und Entwicklungsbedarf, da die zukünftige Patientenversorgung durch Lösungen der digitalen Medizin zunehmend ergänzt wird und deren Stellenwert auch in der Lehre und Ausbildung berücksichtigt werden müssen.

This practical approach successfully demonstrated that a telemedical solution in Emergency Medicine has applications beyond the primary objective. Telemedicine can connect and integrate processes to improve treatment between different disciplines in real time. These solutions can have a direct impact on patient outcomes as well as maximising the efficiency of resources deployed and optimising staff and cost impacts from the moment they are introduced into the process.

The use of a practice-based approach which develops processes by pro-actively seeking involvement and feedback throughout the user chain and draws on regionally available medical structures, leads to solution-oriented developments which are more easily integrated and applicable to daily use. Using this approach allows initial limitations to be overcome more swiftly, increases visibility for long term developments and establishes high levels of end user acceptance. Underserved and low-income regions can profit in particular from such solutions.

This approach can be used to develop integrative medical networks, such as the described Emergency Talk Network. These can be supported by a robust and effective technological solution like the Emergency Talk Application.

The development of such a solution is complex and requires a multi-professional and interdisciplinary approach. Clearly validated methods, such as studies and questionnaires are necessary, but there is also an ecostructure of laws, policies and regulations which must be recognized to allow introduction and integration of such a solution into a healthcare system. Laws like the above mentioned KHZG are a first step in the creation of a digital healthcare system, but more steps must be taken to ensure ease of access to healthcare systems or closer integration of interdisciplinary networks and clinical practice.

Therefore, more research and development efforts are needed, including teaching and training, so that more patients can profit from such digital healthcare solutions in the future.

## 7 Abbildungsverzeichnis

1.1	Einsatzfahrtaufkommen im öffentlichen Rettungsdienst (Anzahl). Gliederungsmerkmale: Jahre, Deutschland, Einsatzart [2], eigene Darstellung.....	18
1.2	Anzahl ambulanter Notfälle 2009 bis 2019 nach Versorgungsbereich (ÄBD/Notaufnahme) [1, S.8] .....	22
1.3	Technische Mindeststandards der mobilen und stationären Übertragungseinheit sowie der Telenotarztzentrale [15, S.163] .....	25
1.4	Indikationen für Telenotarzt und konventionellen Notarzt [15, S.162] .....	26
1.5	Qualitätsmerkmale in der Telenotfallmedizin [15, S.165].....	28
1.6	Eine Hardware zentrierte Darstellung der telemedizinischen System Architektur [127, S.167] .....	29
1.7	Systemtopografie des Telenotarzt Bayern [20, S.47] .....	32
1.8	Einsatz eines Telenotarztes im System ETHAN Houston. Anmeldung von Transporten und Beförderungsmöglichkeiten (linker Bildschirm), Videokonferenz mit dem Rettungsdienst (rechter Bildschirm) [189, Abb aus Minute 00:02:30] .....	35
3.1	Demoumgebung mit stationärer Kommunikationseinheit, eigene Darstellung .....	53
3.2	Fragebogen zur Demonstrationsumgebung - Seite 1, eigene Darstellung .....	56
3.3	Fragebogen zur Demonstrationsumgebung - Seite 2, eigene Darstellung .....	57
3.4	Arbeitsplatz des Telenotarztes im evangelischen Krankenhaus Mittelhessen (Gießen), eigene Darstellung.....	61
3.5	Anwendung der mobilen Kommunikationseinheit durch den Rettungsdienst an der Einsatzstelle zur Konsultation mit dem Telenotarzt, eigene Darstellung .....	62
3.6	Blick des Telenotarztes auf den Patienten und seine Vitalfunktionen während eines laufenden Einsatzes, eigene Darstellung .....	63
3.7	Diagramm zum Versuchsablauf [201,S.23], eigene Darstellung .....	71
3.8	Seite 1 von 6 der Beschreibungen zum Simulationsszenario "Akutes Koronar Syndrom" aus der Fallbeispiel Sammlung für die Ausbildung zum Notfallsanitäter .	75
3.9	Laufendes Testszenario des „U-Sim ETA Trial“, eigene Darstellung .....	77
3.10	Screenshot eines laufenden Gespräches während einer Simulation zwischen Rettungsdienst und Telenotarzt, eigene Darstellung .....	78
3.11	Screenshot eines laufenden Gesprächs zwischen Rettungsdienstpersonal und Telenotarzt mit Darstellung des Simulationspatienten, eigene Darstellung.....	79
4.1	Rechercheergebnisse anhand der Ein- & Ausschlusskriterien, eigene Darstellung .	88
4.2	Phasen des Projektes Telemedizin im Rettungsdienst, eigene Darstellung.....	89
4.3	Emergency Talk Network [207], eigene Darstellung.....	95

4.4	Komponenten des telemedizinischen Konzeptes, eigene Darstellung .....	96
4.5	Darstellung der einzelnen Komponenten und Verknüpfungswege [208, Folie 22] ...	99
4.6	Kamera und Steckverbindung während des Betriebes im Rettungswagen, eigene Darstellung .....	100
4.7	Positionierung der Kameras (inkl. Ersatzkamera) während des Betriebes im Rettungswagen, eigene Darstellung .....	101
4.8	Telenotarzarbeitsplatz und Aufteilung der Bildschirme: Kommunikationseinheit (linker Bildschirm) und Vitaldatenüberwachung (rechter Bildschirm), eigene Darstellung .....	105
4.9	Anwender und Standort: Getestetes System (links), Versuchsstandort (rechts).....	106
4.10	Versuchsbedingungen (links) und genutzte Hardware (rechts).....	107
4.11	Bild- und Videoübertragung: Zugang auf Kamera (oben), Flüssiges Bild (unten) ..	108
4.12	Bild- und Videoübertragung: Möglichkeit der Bilderkennung in der linken Position (oben), rechten Position (mitte) und Ausgangsposition (unten).....	109
4.13	Audioübertragung: Audionachricht gehört (oben), korrekte Nachricht erfasst (unten).....	110
4.14	Übertragungsqualität: Bild- und Audioqualität absolute Ergebnisse (oben), relative Ergebnisse (unten).....	111
4.15	Antworthäufigkeiten zu Frage 17 aus den Versuchen zur Demoumgebung .....	112
4.16	Antworthäufigkeiten zu Frage 18 aus den Versuchen zur Demoumgebung .....	113
4.17	Antworthäufigkeiten zu Frage 19 aus den Versuchen zur Demoumgebung .....	114
4.18	Antworthäufigkeiten zu Frage 20 aus den Versuchen zur Demoumgebung .....	115
4.19	Funktionelle und Nicht-Funktionelle Anforderungen in absoluter und relativer Häufigkeit .....	126
4.20	Login Ansicht (links) und Übersichtsseite (rechts).....	127
4.21	Ansicht der Ressourcenauswahl (links) und Ansicht der unterschiedlichen Alarmierbarkeit bei Auswahl der Gruppe "Kliniken" (rechts).....	128
4.22	Erfolgreiche Alarmierung beim Status "online" (links) und beim Status "Offline" (rechts).....	129
4.23	Alarmierungsansicht bei eingehender Alarmierung (links) und Ansicht wenn man "Annehmen, später beitreten" auswählt.....	130
4.24	Alarmierungsansicht über Groupalarm (links) und Beispielansicht auf einem Alarmpager (Modell: P8GR active TETRA pager) der Firma Airbus.....	131
4.25	Aufteilung des Bildschirms in unterschiedliche Bereiche in der Desktopansicht ....	132

4.26	Instant Messenger mit Bestätigungsbutton bei Eingang einer Nachricht (links) und Ansicht bei Bestätigung der Nachricht im Gesprächsverlauf mit Zeitstempel (rechts) .....	133
4.27	Aufteilung des Bildschirms während eines Simulationsversuchs in der (Desktopansicht) .....	134
4.28	Eingehende Alarmierung während eines laufenden Gespräches (Desktopansicht)	136
4.29	Einstellungsmöglichkeiten der Kameras (links) und Mikrofone (rechts) .....	137
4.30	Dokumentenanzeiger und Funktionen .....	138
4.31	Aktivierter Beobachtungs- und Schulungsmodus .....	139
4.32	Häufigkeit der Szenarien und farbliche Zuordnung zum Fachgebiet: Chirurgie (Dunkelblau), Innere Medizin (Blau), Neurologie (Dunkelgrün), sonstige Notfälle (Grau) .....	141
4.33	Verteilung der Szenarien anhand unterschiedlicher medizinischer Fachgebiete ...	142
4.34	Häufigkeit des TNA Einsatzes: Einsatz mit TNA (Blau), Einsatz ohne TNA (Dunkelblau).....	143
4.35	Einsatzdauer des Rettungsdienstes im Vergleich zur Telenotarzteinsatzdauer .....	144
4.36	Anzahl der Szenarien im Verhältnis zur relativen Häufigkeit der erfüllten Maßnahmen im Szenario .....	145
4.37	Lokalisation der einzelnen Ausfälle pro Versuchstag .....	146
4.38	Art der einzelnen Ausfälle pro Versuchstag.....	147
4.39	Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zur angegebenen Berufsausbildung .....	148
4.40	Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zur angegebenen Berufserfahrung .....	150
4.41	Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zum angegebenen Geschlecht .....	151
4.42	Verteilung der SUS Scores pro Versuchstag.....	152
4.43	Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zum angegebenen Geschlecht pro Versuchstag .....	154
4.44	Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zum angegebenen Alter .....	155
4.45	Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zum angegebenen Alter in einzelnen Altersgruppen.....	157
4.46	Geschlechter Verteilung der Teilnehmer .....	158
4.47	Altersverteilung der Teilnehmer .....	159
4.48	Verteilung der Berufserfahrung pro Berufsgruppe .....	160
4.49	Verhältnismäßige Verteilung der Berufsgruppen .....	161

Anmerkung zum Datenschutz: Alle erkennbaren Personen haben der Verwendung ihres Bildes zugestimmt.

## 8 Tabellenverzeichnis

1.1	Einsatzfahrtaufkommen im öffentlichen Rettungsdienst (Anzahl). Gliederungsmerkmale: Jahre, Deutschland, Einsatzarzt [2], eigene Darstellung .....	19
3.1	DIN 69901:2009-01 inklusive Kurzbeschreibung .....	45
3.2	DIN 69901-5:2009-01 Phasenbeschreibung [157].....	46
3.3	Auswahlkriterien der Marktrecherche Ergebnisse .....	49
3.4	Positionierung der Lernkarten in der Demoumgebung .....	52
3.5	Items zum Anwender über Informationen und Standort .....	58
3.6	Items zu Bild- und Videoübertragung.....	58
3.7	Items zur Audioübertragung.....	58
3.8	Items zur Qualität der Bild- und Audioübertragung.....	59
3.9	Items zur Zufriedenheit und der weiteren zukünftigen Anwendung der Telemedizin	60
3.10	Aufbau eines Lastenheftes orientierend an Vorgaben VDI-Richtlinie 2519 [254] .....	66
3.11	Szenarien und Ihre Fachgebiet spezifische Zuordnung.....	73
3.12	Medizinische Parameter .....	81
3.13	Technische Parameter.....	82
3.14	Szenarien und entsprechende zu erfüllende Maßnahmen .....	83
3.15	Items und Antwortmöglichkeiten des System Usability Scale.....	85
3.16	Epidemiologische Angaben der Teilnehmer .....	86
4.1	Grundanforderungen erarbeitet im Rahmen der Expertendiskussion.....	91
4.2	Komponenten der stationären Kommunikationseinheit .....	98
4.3	Komponenten der mobilen Kommunikationseinheit.....	103
4.4	Komponenten der Vitaldateneinheit.....	104
4.5	Komponenten des Telenotarztarbeitsplatz .....	105
4.6	Funktionelle Anforderungen und Ihr Bezug zu den unterschiedlicher Gruppen .....	122
4.7	Nichtfunktionelle Anforderungen & Ihr Bezug zu den unterschiedlicher Gruppen..	125
4.8	Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zur angegebenen Berufsausbildung inkl. 95% Konfidenzintervall.....	149
4.9	Verteilung der SUS Scores im Verhältnis zur angegebenen Berufserfahrung inkl. 95% Konfidenzintervall.....	150
4.10	Verteilung der SUS Scores pro Versuchstag inkl. 95% Konfidenzintervall.....	152
4.11	Verteilung der SUS Scores pro Versuchstag anhand des Geschlechts inkl. 95% Konfidenzintervall .....	153
4.12	Verteilung der SUS Scores anhand unterschiedlicher Altersgruppen inkl. 95% Konfidenzintervall .....	156

5.1 Limitationen einzelner Projektabschnitte ..... 169

## 9 Abkürzungsverzeichnis

Abb	Abbildung
App	Application
ACS	Akute Koronar Syndrom
ASS	Acetylsalicylsäure
ATA	American Telemedicine Association
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
BGB	Bürgerliche Gesetzbuch
BHF	Behandlungsfälle
BKK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
Bspw	Beispielsweise
CPR	Kardiopulmonale Reanimation
EKG	Elektrokardiogramm
EMS	Emergency Medical Services
ETHAN	Emergency Telehealth and Navigation Program
EU	Europäische Union
EU-GDPR	EU General Data Protection Regulation
EUR	Euro
DIN	Deutsche Institut für Normung
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
G-BA	Gemeinsamen Bundesausschusses
GG	Grundgesetz
GNL	Gemeinsames Notfalleitsystem
HIPAA	Health Insurance Portability and Accountability Act
HF	Herzfrequenz
i.v.	intravenös
i.m.	intramuskulär
IETF	Internet Engineering Task Force
Kap.	Kapitel
KH	Krankenhaus
KHZG	Krankenhauszukunftsgesetz
KI	Konfidenzintervall

KU	Körperliche Untersuchung
LAN	Local Area Network
LIBE	Ausschuss für bürgerliche Freiheiten, Justiz und Inneres
MBO	Musterberufsordnung
min	Minuten
NA	Notarzt
N/A	Not Available (Nicht Verfügbar)
NFS	Notfallsanitäter
NFS-Azu	Notfallsanitäter Auszubildender
NIV	Nicht-Invasive Beatmung
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
PatRG	Patientenrechtegesetz
PC	Personal Computer
PDF	Portable Document Format
PSA	Persönliche Schutz Ausrüstung
RettAss	Rettungsassistent
RD	Rettungsdienst
RDP	Rettungsdienstpersonal
RettSan	Rettungssanitäter
RR	Blutdruck
RTW	Rettungswagen
SpO <sub>2</sub>	Sauerstoffsättigung
Tab	Tabelle
THM	Technische Hochschule Mittelhessen
ThxEP	Thorax Entlastungspunktion
TNA	Telenotarzt
TSVG	Terminservice- und Versorgungsgesetz
TUQ	Telehealth Usability Questionnaire
USV	Unabhängige Stromversorgung
USD	US Dollar
V	Volt
WebApp	Webapplikation
WebRTC	Web Real-Time Communication (Web-Echtzeitkommunikation)
VitM	Vitalwert Messung

W3C World Wide Web Consortium  
WHO World Health Organization

## 10 Literaturverzeichnis / Quellangaben

1. Sieber F, Kotulla R, Urban B, Groß S, Prückner S. Entwicklung der Frequenz und des Spektrums von Rettungsdiensteinsätzen in Deutschland. Notf Rettungsmedizin. 1. November 2020;23(7):490–6.
2. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Einsatzfahrtaufkommen im öffentlichen Rettungsdienst (Anzahl) [Internet]. 2022 [zitiert 30. März 2022]. Verfügbar unter: [https://www.gbe-bund.de/gbe/pkg\\_isgbe5.prc\\_menu\\_olap?p\\_uid=gast&p\\_aid=14387703&p\\_sprache=D&p\\_help=1&p\\_indnr=459&p\\_indsp=&p\\_ityp=H&p\\_fid=](https://www.gbe-bund.de/gbe/pkg_isgbe5.prc_menu_olap?p_uid=gast&p_aid=14387703&p_sprache=D&p_help=1&p_indnr=459&p_indsp=&p_ityp=H&p_fid=)
3. Sefrin P. Leistungsanalyse des Rettungsdienstes 2016/2017. Notarzt. Dezember 2020;36(06):320–320.
4. Herr D, Lessing C. Bedarfsgerechte Versorgung – Perspektiven für ländliche Regionen und ausgewählte Leistungsbereiche. Gesundh- Sozialpolitik. 2015;68(6):7–14.
5. Sachverständigenrat. Bedarfsgerechte Steuerung der Gesundheitsversorgung - Gutachten 2018 [Internet]. Bonn / Berlin, Germany: Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen; 2018 Okt [zitiert 14. Dezember 2020] S. 784. Verfügbar unter: [https://www.svr-gesundheit.de/fileadmin/user\\_upload/Gutachten/2018/SVR-Gutachten\\_2018\\_WEBSEITE.pdf](https://www.svr-gesundheit.de/fileadmin/user_upload/Gutachten/2018/SVR-Gutachten_2018_WEBSEITE.pdf)
6. Sandra Mangiapane, Thomas Czihal, Dominik von Stillfried. Entwicklung der ambulanten Notfallversorgung in Deutschland von 2009 bis 2020 [Internet]. Berlin: Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland; 2021 [zitiert 21. Februar 2022] S. 19. Report No.: 16. Verfügbar unter: <https://www.zi.de/fileadmin/images/content/Publikationen/Zi-Paper-16-2021-Notfallversorgung.pdf>
7. Krennerich M. Gesundheit als Menschenrecht [Internet]. bpb.de. 2020 [zitiert 21. Februar 2022]. Verfügbar unter: <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/weltgesundheit-2020/318302/gesundheit-als-menschenrecht/>

8. Pfütsch P. Der Rettungsdienst zu Beginn der Bundesrepublik. In: Pfütsch P, Herausgeber. Notfallsanitäter als neuer Beruf im Rettungsdienst: Ein Überblick über Entwicklungen und Tendenzen [Internet]. Wiesbaden: Springer Fachmedien; 2020 [zitiert 6. April 2022]. S. 5–6. (essentials). Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-658-30742-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-658-30742-4_2)
9. Pfütsch P. Notfallsanitäter als neuer Beruf im Rettungsdienst: Ein Überblick über Entwicklungen und Tendenzen [Internet]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2020 [zitiert 6. April 2022]. (essentials). Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-658-30742-4>
10. Hellmich C. Qualitätsmanagement und Zertifizierung im Rettungsdienst [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2010 [zitiert 6. April 2022]. Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-02170-1>
11. Veser A, Sieber F, Groß S, Prückner S. The demographic impact on the demand for emergency medical services in the urban and rural regions of Bavaria, 2012–2032. *J Public Health*. 1. August 2015;23(4):181–8.
12. Hellmann W, Eble S. Das Gesundheitswesen im Wandel. In: Gesundheitsnetzwerke initiieren - Kooperationen erfolgreich planen [Internet]. 1. Auflage. Berlin, [Germany]: MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2009 [zitiert 4. Oktober 2021]. S. 11. Verfügbar unter: [https://www.mwv-berlin.de/buecher-bestellen-2016/images/product\\_images/leseproben\\_images/9783939069720\\_Leseprobe.pdf](https://www.mwv-berlin.de/buecher-bestellen-2016/images/product_images/leseproben_images/9783939069720_Leseprobe.pdf)
13. Matusiewicz D, Pittelkau C, Elmer A. Die Digitale Transformation im Gesundheitswesen : Transformation, Innovation, Disruption [Internet]. 1. Aufl. Berlin: MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2018 [zitiert 13. März 2021]. 374 S. Verfügbar unter: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/30503>
14. Bolkart J. Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Rettungsdienst in Deutschland in den Jahren von 2012 bis 2021 [Internet]. Statista. 2022 [zitiert 30. März 2022]. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/520484/umfrage/sozialversicherungspflichtig-beschaefigte-im-rettungsdienst-in-deutschland/>
15. Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages. Organisation der Notfallversorgung in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung des

Rettungsdienstes und des Ärztlichen Bereitschaftsdienstes [Internet]. Berlin: Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages: WD 9: Gesundheit, Familie, Senioren, Frauen und Jugend; 2016 [zitiert 14. Dezember 2020] S. 15. Report No.: WD 9-3000 – 105/14. Verfügbar unter: <https://www.bundestag.de/resource/blob/408406/0e3ec79bfb78d7dde0c659a2be0927ca/wd-9%E2%80%93105%E2%80%9314--pdf-data.pdf>

16. Martina Lizarazo López, Thieß Petersen, Serguei Kaniovski, Thomas Url. Gesamtwirtschaftliche Effekte der demografischen Alterung - Fokuspapier [Internet]. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung; 2019 Dez [zitiert 10. April 2022] S. 20. Verfügbar unter: <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/gesamtwirtschaftliche-effekte-der-demografischen-alterung>
17. E H, SharmaRahul. The Availablists: Emergency Care without the Emergency Department. NEJM Catal Innov Care Deliv [Internet]. 21. Dezember 2021 [zitiert 7. April 2022];2(12). Verfügbar unter: <https://catalyst.nejm.org/doi/full/10.1056/CAT.21.0310>
18. Doctor E, Buck C, Eymann T. Digitale Transformation in Krankenhäusern : Potenziale und Innovationen entlang des stationären Leistungsprozesses. In: Innovationen und Innovationsmanagement im Gesundheitswesen [Internet]. Wiesbaden: Springer Gabler; 2020 [zitiert 11. Juli 2020]. Verfügbar unter: <https://www.fim-rc.de/Paperbibliothek/Veroeffentlicht/1014/wi-1014.pdf>
19. Kommission Telemedizin. Telemedizin in der prähospitalen Notfallmedizin: Strukturempfehlung der DGAI. Anesthesiologie Intensivmed. 2016;(57):2–8.
20. Klaus Graf. Ergebnisbericht gemäß Nr. 14.1 ANBest-IF Projekttitle: Pilotprojekt zur telemedizinischen Unterstützung der Notfallversorgung im Rettungsdienst einer ländlich strukturierten Region [Internet]. Innovationsausschuss Gemeinsamer Bundesausschuss; 2020 [zitiert 30. Dezember 2020]. Verfügbar unter: [https://innovationsfonds.g-ba.de/downloads/projekt-dokumente/36/2020-12-18\\_Telenotarzt-Bayern\\_Ergebnisbericht.pdf](https://innovationsfonds.g-ba.de/downloads/projekt-dokumente/36/2020-12-18_Telenotarzt-Bayern_Ergebnisbericht.pdf)
21. Nolting HD, Zich K. Telemedizinische Prozessinnovationen in den Regelbetrieb [Internet]. 1. Auflage. Carl-Bertelsmann-Straße 256 33311 Gütersloh: Bertelsmann Stiftung; 2017 [zitiert 1. Juni 2019]. 56 S. Verfügbar unter: <https://www.bertelsmann->

stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/VV\_Studie\_Telemedizin\_Lessons\_Learned.pdf

22. Dorsey ER, Topol EJ. Telemedicine 2020 and the next decade. *The Lancet*. 14. März 2020;395(10227):859.
23. Bundesärztekammer AT. Telemedizinische Methoden in der Patientenversorgung – Begriffliche Verortung [Internet]. Berlin: Bundesärztekammer; 2015 März [zitiert 20. April 2019] S. 2. Verfügbar unter:  
[https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/pdf-Ordner/Telemedizin\\_Telematik/Telemedizin/Telemedizinische\\_Methoden\\_in\\_der\\_Patientenversorgung\\_Begriffliche\\_Verortung.pdf](https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/Telemedizin_Telematik/Telemedizin/Telemedizinische_Methoden_in_der_Patientenversorgung_Begriffliche_Verortung.pdf)
24. Wootton R, Geissbuhler A, Jethwani K, Kovarik C, Person DA, Vladzimirskyy A, u. a. Long-running telemedicine networks delivering humanitarian services: experience, performance and scientific output. *Bull World Health Organ*. 1. Mai 2012;90(5):341-347D.
25. Chaet D, Clearfield R, Sabin JE, Skimming K. Ethical practice in Telehealth and Telemedicine. *J Gen Intern Med*. Oktober 2017;32(10):1136–40.
26. Beckers R, Marx G. Telekooperation – Telemonitoring – Teletherapie: Begriffserklärungen. In: Marx G, Rossaint R, Marx N, Herausgeber. *Telemedizin: Grundlagen und praktische Anwendung in stationären und ambulanten Einrichtungen* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2021 [zitiert 11. Januar 2022]. S. 3–8. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-60611-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-60611-7_1)
27. Bundesärztekammer. 121. Deutscher Ärztetag ebnet den Weg für ausschließliche Fernbehandlung [Internet]. 121. Deutscher Ärztetag ebnet den Weg für ausschließliche Fernbehandlung. 2018 [zitiert 4. November 2019]. Verfügbar unter: <https://www.bundesaerztekammer.de/presse/pressemitteilungen/news-detail/121-deutscher-aerztetag-ebnet-den-weg-fuer-ausschliessliche-fernbehandlung/>
28. Rebekka Höhl. 121. Deutscher Ärztetag: Fernbehandlungsverbot gekippt [Internet]. *AerzteZeitung.de*. 2018 [zitiert 17. Februar 2022]. Verfügbar unter: <https://www.aerztezeitung.de/Kongresse/Fernbehandlungsverbot-gekippt-228062.html>

29. Bundesärztekammer (Arbeitsgemeinschaft der deutschen Ärztekammern). 121. Deutscher Ärztetag - Beschlussprotokoll [Internet]. Berlin: Bundesärztekammer; 2018 Aug [zitiert 7. März 2022] S. 287–98. Report No.: 121. Verfügbar unter: [https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/pdf-Ordner/121.DAET/121\\_Beschlussprotokoll.pdf](https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/121.DAET/121_Beschlussprotokoll.pdf)
30. Bartmann F. Fernbehandlung. In: Marx G, Rossaint R, Marx N, Herausgeber. Telemedizin: Grundlagen und praktische Anwendung in stationären und ambulanten Einrichtungen [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2021 [zitiert 11. Januar 2022]. S. 79–86. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-60611-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-662-60611-7_5)
31. Bundesärztekammer. Hinweise und Erläuterungen zu § 7 Abs. 4 MBO-Ä – Behandlung im persönlichen Kontakt und Fernbehandlung. Dtsch Ärztebl. 22. März 2019;116(19):9.
32. Bundesärztekammer. V - 03 Voraussetzungen für gute Telemedizin - 113. Deutscher Ärztetag [Internet]. Bundesärztekammer; 2010 [zitiert 20. März 2021]. Verfügbar unter: [https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/pdf-Ordner/Telemedizin\\_Telematik/Telemedizin/V-03\\_Entschliessung\\_Telemedizin.pdf](https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/Telemedizin_Telematik/Telemedizin/V-03_Entschliessung_Telemedizin.pdf)
33. Landesärztekammer Hessen. Weiterbildungsordnung für Ärztinnen und Ärzte in Hessen 2020 (WBO 2020) [Internet]. Landesärztekammer Hessen; 2019 [zitiert 20. März 2022]. Verfügbar unter: [https://www.laekh.de/fileadmin/user\\_upload/Aerzte/Weiterbildung/WBO\\_2020.pdf](https://www.laekh.de/fileadmin/user_upload/Aerzte/Weiterbildung/WBO_2020.pdf)
34. Ärztekammer Nordrhein, Körperschaft des öffentlichen Rechts, Ärztekammer Westfalen-Lippe, Körperschaft des öffentlichen Rechts. Curriculum Qualifikation Telenotarzt der Ärztekammern Nordrhein und Westfalen-Lippe [Internet]. Münster: Ärztekammern Nordrhein und Westfalen-Lippe; 2020 Aug [zitiert 22. Januar 2022] S. 12. Report No.: 1. Auflage. Verfügbar unter: [https://www.akademie-wl.de/fileadmin/akademie/dokumente\\_curricula\\_artikel/curriculum\\_qualifikation\\_telenotarzt\\_stand\\_13.08.2020.pdf](https://www.akademie-wl.de/fileadmin/akademie/dokumente_curricula_artikel/curriculum_qualifikation_telenotarzt_stand_13.08.2020.pdf)
35. Hendrik Bensch. Digitalisierung im Krankenhaus: Baustellen gibt es genug. Dtsch Ärztebl. 18. Februar 2022;7(119):A278–82.
36. Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen. Virtuelles Krankenhaus Nordrhein-Westfalen: Kliniken nehmen telemedizinisches

Angebot für Corona-Patienten sehr gut an [Internet]. Arbeit.Gesundheit.Soziales. 2021 [zitiert 6. März 2022]. Verfügbar unter:  
<https://www.mags.nrw/pressemitteilung/virtuelles-krankenhaus-nordrhein-westfalen-kliniken-nehmen-telemedizinisches>

37. Jäschke T. Datenschutz in der Telemedizin. In: Marx G, Rossaint R, Marx N, Herausgeber. Telemedizin: Grundlagen und praktische Anwendung in stationären und ambulanten Einrichtungen [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2021 [zitiert 11. Januar 2022]. S. 73–8. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-60611-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-662-60611-7_4)
38. Garstka H. Datenschutz bei Telemedizin. Hautarzt. 1. Mai 2019;70(5):343–5.
39. European Commission. Richtlinie (EU) 2016/680 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten durch die zuständigen Behörden zum Zwecke der Verhütung, Ermittlung, Aufdeckung oder Verfolgung von Straftaten oder der Strafvollstreckung sowie zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung des Rahmenbeschlusses 2008/977/JI des Rates [Internet]. 119, 32016L0680 Mai 4, 2016. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/dir/2016/680/oj/deu>
40. Bundesministeriums der Justiz. Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) [Internet]. 204-4. Abschn. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017, Nr. 44 Juni 30, 2017 S. 2097–132. Verfügbar unter: [https://www.gesetze-im-internet.de/bdsg\\_2018/BDSG.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/bdsg_2018/BDSG.pdf)
41. Bundesverfassungsgericht. Urteil des Ersten Senats vom 15. Dezember 1983 [Internet]. - 1 BvR 209/83 -, Rn. 1-215, Dezember, 1983 S. 1–53. Verfügbar unter: [https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Downloads/DE/1983/12/rs19831215\\_1bvr020983.pdf;jsessionid=6A6D3D7AA6929D2478171180AC05A3E5.2\\_cid329?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Downloads/DE/1983/12/rs19831215_1bvr020983.pdf;jsessionid=6A6D3D7AA6929D2478171180AC05A3E5.2_cid329?__blob=publicationFile&v=1)
42. Der Bundesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit. BfDI - Basiswissen zum Datenschutz - Die Grundlagen des Datenschutzrechts [Internet]. 2021 [zitiert 7. März 2022]. Verfügbar unter: <https://www.bfdi.bund.de/DE/Buerger/Inhalte/Allgemein/Datenschutz/GrundlagenDatenschutzrecht.html>

43. VFR Verlag für Rechtsjournalismus GmbH. Datenschutz im Internetzeitalter: Privatsphäre & globale Vernetzung im Konflikt [Internet]. Datenschutz.org. 2022 [zitiert 7. März 2022]. Verfügbar unter: <https://www.datenschutz.org/>
44. Christina Eibert. Datenschutz und die EU-DSGVO im Gesundheitswesen [Internet]. Deutsche Gesellschaft für Qualität (DGQ) Blog. 2017 [zitiert 20. März 2022]. Verfügbar unter: <https://blog.dgq.de/datenschutz-und-die-eu-dsgvo-im-gesundheitswesen/>
45. European Data Protection Supervisor. Datenschutz | European Data Protection Supervisor [Internet]. 2021 [zitiert 14. April 2022]. Verfügbar unter: [https://edps.europa.eu/data-protection\\_de](https://edps.europa.eu/data-protection_de)
46. BVMed e.V. - Portal für Medizintechnik. MedTech-Weltmarkt bei rund 400 Milliarden US-Dollar [Internet]. 2021 [zitiert 19. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://www.bvmed.de/de/branche/aussenwirtschaft/weltmarkt>
47. VFR Verlag für Rechtsjournalismus GmbH. Datenschutz in den USA: Vergleich mit EU | Datenschutz 2022 [Internet]. Datenschutz. 2022 [zitiert 16. November 2022]. Verfügbar unter: <https://www.datenschutz.org/usa/>
48. The International Comparative Legal Guides. Data Protection Laws and Regulations USA 2022 [Internet]. International Comparative Legal Guides International Business Reports. Global Legal Group; 2022 [zitiert 16. November 2022]. Verfügbar unter: <https://iclg.com/practice-areas/data-protection-laws-and-regulations/usa>
49. Code of Laws of the United States of America. United States Code, 2006 Edition, Supplement 5, Title 15 - COMMERCE AND TRADE [Internet]. Title 15 - COMMERCE AND TRADE. Abschn. SUBCHAPTER I - FEDERAL TRADE COMMISSION Jan 3, 2012 S. Sec. 41-Federal Trade Commission established; membership; vacancies; seal. Verfügbar unter: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/USCODE-2011-title15/pdf/USCODE-2011-title15-chap2-subchapl-sec41.pdf>
50. Federal Trade Commission. FTC Safeguards Rule: What Your Business Needs to Know [Internet]. Federal Trade Commission. 2022 [zitiert 16. November 2022]. Verfügbar unter: <https://www.ftc.gov/business-guidance/resources/ftc-safeguards-rule-what-your-business-needs-know>

51. Centers for Disease Control and Prevention. Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996 (HIPAA) | CDC [Internet]. 2018 [zitiert 14. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.cdc.gov/phlp/publications/topic/hipaa.html>
52. Kane-Gill SL, Rincon F. Expansion of Telemedicine Services: Telepharmacy, Telestroke, Teledialysis, Tele–Emergency Medicine. *Crit Care Clin.* 1. Juli 2019;35(3):519–33.
53. Edemekong PF, Annamaraju P, Haydel MJ. Health Insurance Portability and Accountability Act. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [zitiert 9. März 2022]. Verfügbar unter: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK500019/>
54. U.S. Department of Health & Human Services. Health Information Privacy - Summary of the HIPAA Security Rule [Internet]. 2013 [zitiert 9. März 2022]. Verfügbar unter: <https://www.hhs.gov/hipaa/for-professionals/security/laws-regulations/index.html>
55. Emergo Online Redaktion. HIPAA und DSGVO im Überblick [Internet]. Emergo. 2021 [zitiert 9. März 2022]. Verfügbar unter: <https://www.emergobyul.com/de/services/data-privacy-and-security/hipaa-and-GDPR-overview>
56. 115th Congress. Clarifying Lawful Overseas Use of Data Act [Internet]. H.R.4943, 4943 Feb 6, 2018. Verfügbar unter: <https://www.congress.gov/115/bills/hr4943/BILLS-115hr4943ih.pdf>
57. 107th Congress. UNITING AND STRENGTHENING AMERICA BY PROVIDING APPROPRIATE TOOLS REQUIRED TO INTERCEPT AND OBSTRUCT TERRORISM (USA PATRIOT ACT) ACT OF 2001 [Internet]. 115 STAT. 272, PUBLIC LAW 107–56 Okt 26, 2001. Verfügbar unter: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/PLAW-107publ56/pdf/PLAW-107publ56.pdf>
58. Supreme Court of the United States. *United States v. Microsoft Corp.*, 584 U.S. \_\_\_\_, 138 S. Ct. 1186 [Internet]. 2018 [zitiert 15. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.supremecourt.gov/docket/docketfiles/html/public/17-2.html>

59. Schwartz P, Peifer KN. Data Localization Under the CLOUD Act and the GDPR. *Comput Law Rev Int.* 2019;20(1):1–10.
60. Beuth P. Snowden-Enthüllungen: Alles Wichtige zum NSA-Skandal. *Die Zeit* [Internet]. 29. Januar 2016 [zitiert 17. November 2022]; Verfügbar unter: <https://www.zeit.de/digital/datenschutz/2013-10/hintergrund-nsa-skandal>
61. Roth J. George Croner: „Es hat enorme Konsequenzen, wenn man mit Dokumenten so umgeht“. *Die Zeit* [Internet]. 10. September 2022 [zitiert 17. November 2022]; Verfügbar unter: <https://www.zeit.de/politik/ausland/2022-09/george-croner-donald-trump-dokumente-geheimdienst>
62. Bowden C, Bigo, Didier, Scherrer, Amandine. The US surveillance programmes and their impact on EU citizens' fundamental rights [Internet]. Brussels, Belgium: European Parliament's Committee on Civil Liberties, Justice and Home Affairs; 2013 [zitiert 19. November 2022] S. 40. Report No.: PE 474.405. Verfügbar unter: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2013/474405/IPOL-LIBE\\_NT\(2013\)474405\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2013/474405/IPOL-LIBE_NT(2013)474405_EN.pdf)
63. Federal Trade Commission. Update on the U.S.-EU Safe Harbor Framework [Internet]. U.S.-EU Safe Harbor Framework. 2016 [zitiert 19. November 2022]. Verfügbar unter: <https://www.ftc.gov/business-guidance/privacy-security/us-eu-safe-harbor-framework>
64. Federal Trade Commission. Update on the Privacy Shield Framework [Internet]. Federal Trade Commission: Privacy Shield. 2020 [zitiert 19. November 2022]. Verfügbar unter: <https://www.ftc.gov/business-guidance/privacy-security/privacy-shield>
65. Hendrik Mildebrath. The CJEU judgment in the Schrems II case [Internet]. Strasburg: EPRS | European Parliamentary Research Service; 2020 Sep [zitiert 17. November 2022]. Report No.: PE 652.073. Verfügbar unter: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2020/652073/EPRS\\_ATA\(2020\)652073\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2020/652073/EPRS_ATA(2020)652073_EN.pdf)
66. Urteil in der Rechtssache C-311/18, Data Protection Commissioner / Maximilian Schrems und Facebook Ireland [Internet]. Luxemburg: Gerichtshof der Europäischen

Union; 2020 [zitiert 17. November 2022]. S. 4. Verfügbar unter:  
<https://curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2020-07/cp200091de.pdf>

67. Urteil des Gerichtshofs (Große Kammer) vom 16. Juli 2020 (Vorabentscheidungsersuchen des High Court [Irland] - Irland) – Data Protection Commissioner/Facebook Ireland Ltd, Maximilian Schrems (Rechtssache C-311/18) [Internet]. Kirchberg-Plateau, Luxemburg: Europäische Gerichtshof; 2020 [zitiert 17. November 2022]. Verfügbar unter:  
<https://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?docid=228677&mode=lst&pageIndex=1&dir=&occ=first&part=1&text=&doclang=DE&cid=8980>
68. Directorate-General for Communication of the European Commission. Questions & Answers: EU-U.S. Data Privacy Framework [Internet]. European Commission - European Commission. 2022 [zitiert 19. November 2022]. Verfügbar unter:  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda\\_22\\_6045](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_22_6045)
69. Directorate-General for Communication of the European Commission. EU-US data transfers - How personal data transferred between the EU and US is protected. [Internet]. European Commission - European Commission. 2022 [zitiert 19. November 2022]. Verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection/international-dimension-data-protection/eu-us-data-transfers\\_en](https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection/international-dimension-data-protection/eu-us-data-transfers_en)
70. heise online (axk). Nach Privacy Shield: USA machen Vorstoß für neues Datenschutz-Abkommen mit EU. heise online. 10. Juli 2022;2.
71. The White House. Executive Order On Enhancing Safeguards For United States Signals Intelligence Activities - Executive Order (EO) 14086 [Internet]. The White House. 2022 [zitiert 20. November 2022]. Verfügbar unter:  
<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2022/10/07/executive-order-on-enhancing-safeguards-for-united-states-signals-intelligence-activities/>
72. Directorate-General for Communication of the European Commission. Questions & Answers: EU-U.S. Data Privacy Framework [Internet]. European Commission - European Commission. 2022 [zitiert 19. November 2022]. Verfügbar unter:  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda\\_22\\_6045](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_22_6045)
73. Der Bundesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit. Europäischer Datenschutzausschuss positioniert sich zu den Auswirkungen des U.S.

CLOUD Acts und Videoüberwachung [Internet]. Bonn/Berlin: Der Bundesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit; 2019 Juli [zitiert 21. April 2021].

Verfügbar unter:

[https://www.bfdi.bund.de/DE/Infothek/Pressemitteilungen/2019/20\\_EDSA\\_CLOUDACT\\_Video%C3%BCberwachung.html](https://www.bfdi.bund.de/DE/Infothek/Pressemitteilungen/2019/20_EDSA_CLOUDACT_Video%C3%BCberwachung.html)

74. dp. US CLOUD Act vs. EU-DSGVO: Ringen um Compliance und Datensicherheit [Internet]. datensicherheit.de Informationen zu Datensicherheit und Datenschutz. 2021 [zitiert 15. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.datensicherheit.de/cloud-act-dsgvo-compliance-datensicherheit>
75. Bundesministeriums der Justiz. Gesetz zur Verbesserung der Rechte von Patientinnen und Patienten [Internet]. Abschn. Bürgerliches Gesetzbuch, 630 Feb 20, 2013 S. 277–82. Verfügbar unter: [https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/text.xav?SID=&tf=xaver.component.Text\\_0&toctf=&qmf=&hlf=xaver.component.Hitlist\\_0&bk=bgbl&start=%2F%2F%5B%40node\\_id%3D%27946184%27%5D&skin=pdf&tlevel=-2&nohist=1&sinst=BD56095E](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/text.xav?SID=&tf=xaver.component.Text_0&toctf=&qmf=&hlf=xaver.component.Hitlist_0&bk=bgbl&start=%2F%2F%5B%40node_id%3D%27946184%27%5D&skin=pdf&tlevel=-2&nohist=1&sinst=BD56095E)
76. Bundesministeriums der Justiz. Ratgeber für Patientenrechte [Internet]. Bundesministerium der Justiz. 2021 [zitiert 11. März 2022]. Verfügbar unter: [https://www.bmj.de/DE/Themen/VorsorgeUndPatientenrechte/Patientenrechte/Patientenrechte\\_node.html](https://www.bmj.de/DE/Themen/VorsorgeUndPatientenrechte/Patientenrechte/Patientenrechte_node.html)
77. Fehn K. Rechtliche Aspekte der Telemedizin. In: Marx G, Rossaint R, Marx N, Herausgeber. Telemedizin: Grundlagen und praktische Anwendung in stationären und ambulanten Einrichtungen [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2021 [zitiert 11. Januar 2022]. S. 9–52. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-60611-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-662-60611-7_2)
78. Dorsey ER, Topol EJ. State of Telehealth. Campion EW, Herausgeber. N Engl J Med. 14. Juli 2016;375(2):154–61.
79. Wachter R. The Digital Doctor: Hope, Hype, and Harm at the Dawn of Medicine's Computer Age. 1st edition. New York: McGraw Hill; 2017. 352 S.
80. Uscher-Pines L, Mulcahy A, Cowling D, Hunter G, Burns R, Mehrotra A. Antibiotic Prescribing for Acute Respiratory Infections in Direct-to-Consumer Telemedicine Visits. JAMA Intern Med. 1. Juli 2015;175(7):1234–5.

81. Norris P. Digital Divide: Civic Engagement, Information Poverty, and the Internet Worldwide [Internet]. New York: Cambridge University Press; 2001 [zitiert 13. April 2022]. Verfügbar unter: <http://www.cambridge.org/core/books/digital-divide/20EFED5574695AC79D1BBC6E295B1EC0>
  
82. Rainie L. Digital Divides 2015 [Internet]. Pew Research Center: Internet, Science & Tech. 2015 [zitiert 13. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.pewresearch.org/internet/2015/09/22/digital-divides-2015/>
  
83. Fox S, Purcell K. Chronic Disease and the Internet [Internet]. Pew Research Center: Internet, Science & Tech. 2010 [zitiert 22. Januar 2022]. Verfügbar unter: <https://www.pewresearch.org/internet/2010/03/24/chronic-disease-and-the-internet/>
  
84. Beckers R, Stellmacher L. Qualitätssicherung in der Telemedizin. In: Marx G, Rossaint R, Marx N, Herausgeber. Telemedizin: Grundlagen und praktische Anwendung in stationären und ambulanten Einrichtungen [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2021 [zitiert 11. Januar 2022]. S. 53–71. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-60611-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-662-60611-7_3)
  
85. Grinblat R, Etterer D, Plugmann P, Herausgeber. Innovationen im Gesundheitswesen: Rechtliche und ökonomische Rahmenbedingungen und Potentiale [Internet]. 1. Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2022 [zitiert 5. Oktober 2022]. Verfügbar unter: <https://link.springer.com/10.1007/978-3-658-33801-5>
  
86. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Risikoanalyse Krankenhaus-IT [Internet]. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. [zitiert 14. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/KRITIS-und-regulierte-Unternehmen/Kritische-Infrastrukturen/Sektorspezifische-Infos-fuer-KRITIS-Betreiber/Gesundheit/Risikoanalyse-Krankenhaus-IT/risikoanalyse-krankenhaus-it.html;jsessionid=9BCAE309904DB2C7724991544524E2BC.internet462?nn=126288>
  
87. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). Schutz Kritischer Infrastrukturen: Risikoanalyse Krankenhaus-IT - Management-Kurzfassung [Internet]. Bonn: Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI); 2013 Sep [zitiert 4. November 2022] S. 23. (Management-Kurzfassung). Verfügbar unter: <https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Fremd->

Publikationen/KRITIS/bsi-rikrit-managementfassung.pdf;jsessionid=46CF57C2136B01227C3007511DE7677B.live352?\_\_blob=publicationFile&v=5

88. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). Schutz Kritischer Infrastrukturen: Risikoanalyse Krankenhaus-IT - Leitfaden [Internet]. Bonn: Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI); 2013 Sep [zitiert 4. Oktober 2022] S. 74. (Leitfaden). Verfügbar unter:  
[https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/KRITIS/Themen-Downloads/Gesundheit/risikoanalyse\\_krankenhaus-it\\_langfassung.pdf;jsessionid=A9DCBD55882346289381B0C7B8D7E136.internet082?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/KRITIS/Themen-Downloads/Gesundheit/risikoanalyse_krankenhaus-it_langfassung.pdf;jsessionid=A9DCBD55882346289381B0C7B8D7E136.internet082?__blob=publicationFile&v=4)
89. Referat II.4 - Risikomanagement KRITIS, Schutzkonzepte, Wassersicherstellung, Kulturgutschutz nach Haager Kovention. Schutz Kritischer Infrastruktur: Risikomanagement im Krankenhaus [Internet]. Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK); 2008 Nov [zitiert 15. April 2022]. Verfügbar unter:  
[https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/PiB/PiB-02-risikoman-krankh.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/PiB/PiB-02-risikoman-krankh.pdf?__blob=publicationFile)
90. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Anwendung des Risikomanagements für IT-Netzwerke, die Medizinprodukte beinhalten - Teil 1: Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Aktivitäten (IEC 80001-1:2010); Deutsche Fassung EN 80001-1:2011 VDE 0756-1 [Internet]. Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e. V.; 2011 Nov [zitiert 15. April 2022] S. 44. Verfügbar unter:  
<https://www.perinorm.com/document.aspx?hitnr=0&q=AC:DE30078127>
91. Bundestag. Gesetz für ein Zukunftsprogramm Krankenhäuser (Krankenhauszukunftsgesetz – KHZG) [Internet]. Nr. 48. Abschn. Teil I Okt 23, 2020 S. 2208–19. Verfügbar unter:  
[https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3\\_Downloads/Gesetze\\_und\\_Verordnungen/GuV/K/bgbl1\\_S.2208\\_KHZG\\_28.10.20.pdf](https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/Gesetze_und_Verordnungen/GuV/K/bgbl1_S.2208_KHZG_28.10.20.pdf)
92. Bundesministerium für Gesundheit. Krankenhauszukunftsgesetz für die Digitalisierung von Krankenhäusern [Internet]. 2020 [zitiert 16. Juni 2022]. Verfügbar

unter:

<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/krankenhauszukunftsgesetz.html>

93. Bundesamt für Soziale Sicherung. Statistik Krankenhauszukunftsfonds: Anträge und Fördermittel (Stand: 1. März 2022) [Internet]. Bonn; 2022 [zitiert 6. März 2022]. Verfügbar unter:  
[https://www.bundesamtsozialesicherung.de/fileadmin/redaktion/Krankenhauszukunftsfonds/20220301\\_Statistik\\_Krankenhauszukunftsfonds.pdf](https://www.bundesamtsozialesicherung.de/fileadmin/redaktion/Krankenhauszukunftsfonds/20220301_Statistik_Krankenhauszukunftsfonds.pdf)
94. Stern S, Daub M, Klier J, Domeyer A. Digitalisierung 2022 — Was jetzt zu tun ist. Innov Verwalt. Februar 2018;40(1–2):35–8.
95. Marcel Hölterhof, Jan Tiessen, Lorenz Löffler, Franziska Stader, Guido Gehrt, Horst Westerfeld. Trendreport Digitaler Staat - Digitalisierung der Verwaltung: Ein Hürdenlauf [Internet]. Bonn / Berlin: Behörden Spiegel und Prognos AG; 2019 März [zitiert 21. Januar 2023]. Verfügbar unter: [https://www.digitaler-staat.org/wp-content/uploads/2019/04/Trendreport\\_2019.pdf](https://www.digitaler-staat.org/wp-content/uploads/2019/04/Trendreport_2019.pdf)
96. Deloitte Deutschland. Digitalisierung im öffentlichen Sektor vorantreiben [Internet]. Deloitte Deutschland. 2021 [zitiert 21. Januar 2023]. Verfügbar unter:  
<https://www2.deloitte.com/de/de/pages/public-sector/articles/digitalisierung-im-oeffentlichen-sektor-vorantreiben.html>
97. Gematik GmbH. Die Struktur der gematik [Internet]. 2022 [zitiert 21. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://www.gematik.de/ueber-uns/struktur>
98. Bundesministerium für Gesundheit. Terminservice- und Versorgungsgesetz [Internet]. 2019 [zitiert 21. Januar 2023]. Verfügbar unter:  
<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/terminservice-und-versorgungsgesetz.html>
99. Gregor Waschinski, Peter Thelen. Spahn entmachtet Kassen und Ärzte bei der Digitalisierung. Handelsblatt [Internet]. 31. Januar 2019 [zitiert 21. Januar 2023]; Verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/gesundheitspolitik-spahn-entmachtet-kassen-und-aerzte-bei-der-digitalisierung/23928228.html>
100. Koch MC. Datenschutz: Keine Duldung für E-Rezept auf Gesundheitskarte ohne PIN [Internet]. heise online. 2022 [zitiert 21. Januar 2023]. Verfügbar unter:

<https://www.heise.de/news/Datenschutz-Keine-Duldung-fuer-E-Rezept-auf-Gesundheitskarte-ohne-PIN-7348395.html>

101. Chaos Computer Club (CCC). CCC | Chaos Computer Club spart dem Gesundheitssystem 400 Millionen Euro [Internet]. 2022 [zitiert 20. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://www.ccc.de/updates/2022/konnektoren-400-millionen-geschenk>
102. heise online (hag). Konnektoraustausch in Arztpraxen: 300-Millionen-Grab ohne stichhaltige Gründe [Internet]. c't Magazin. [zitiert 20. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://www.heise.de/hintergrund/Konnektoraustausch-in-Arztpraxen-300-Millionen-Grab-ohne-stichhaltige-Gruende-7168522.html>
103. Kassenärztlichen Bundesvereinigung. Hohe Kosten und erhebliche Belastungen vermeiden: gematik muss Alternativen prüfen [Internet]. KBV Pressestelle. 2022 [zitiert 20. Januar 2023]. Verfügbar unter: [https://www.kbv.de/html/2022\\_59312.php](https://www.kbv.de/html/2022_59312.php)
104. Köver C. Gesundheitsministerium ratlos: Braucht es den Millionen-Deal auf Kosten von Versicherten? [Internet]. netzpolitik.org. 2022 [zitiert 20. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://netzpolitik.org/2022/gesundheitsministerium-ratlos-braucht-es-den-millionen-deal-auf-kosten-von-versicherten/>
105. Oberndörfer D. Überblick über die Organisation des Rettungsdienstes. Hess Ärztebl. 2013;74(4):222–9.
106. Schehadat MS, Groneberg DA, Bauer J, Bendels MHK. Hilfsfristen des Rettungsdienstes in den deutschen Bundesländern. Zentralblatt Für Arbeitsmedizin Arbeitsschutz Ergon. 1. September 2017;67(5):255–60.
107. Hessisches Ministerium für Soziales und Integration. Rettungsdienstplan des Landes Hessen [Internet]. Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Soziales und Integration; 2016 Juni [zitiert 3. Februar 2021] S. 33. Verfügbar unter: [https://soziales.hessen.de/sites/default/files/media/hsm/rettungsdienstplan\\_final\\_2016-stand\\_06.09.2016.pdf](https://soziales.hessen.de/sites/default/files/media/hsm/rettungsdienstplan_final_2016-stand_06.09.2016.pdf)
108. Bundesministerium für Gesundheit. Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für Notfallsanitäterinnen und Notfallsanitäter (NotSan-APrV) [Internet]. BGBl. I S. 1348

Dez 16, 2013. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/notsan-aprv/NotSan-APrV.pdf>

109. UAG (ÄLRD) der AG 3 der hess. Expertengruppe zum NotSanG (HMSI). Algorithmen zur Notfallversorgung - Lehrmeinung für die Notfallsanitäter-Ausbildung an den hessischen Rettungsdienstschulen [Internet]. Darmstadt; 2018 [zitiert 19. Dezember 2020]. Verfügbar unter: <https://rettungsdienstschulen.de/algorithmus/Algorithmen-Notfallversorgung-NotSan.pdf>
110. Amler N, Backer Mogensen C, Balan M, Bauer K, Bernhard M, Blaschke S, u. a. Das ZNA-Buch: Aufbau, Organisation und Management der Notaufnahme. 2. Auflage. Moecke H, Lackner CK, Dormann H, Gries A, Dormann HH, Herausgeber. Das ZNA-Buch. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2017. 721 S.
111. Gemeinsame Bundesausschuss (G-BA). Regelungen zu einem gestuften System von Notfallstrukturen in Krankenhäusern gemäß § 136c Absatz 4 des Fünften Buches Sozialgesetzbuch (SGB V) [Internet]. 2020. Verfügbar unter: <https://www.g-ba.de/richtlinien/103/>
112. Unterarbeitsgruppe Fachweiterbildung Notfallpflege. DKG - Empfehlung für die Weiterbildung Notfallpflege [Internet]. Deutsche Krankenhausgesellschaft e. V.; 2019 [zitiert 29. März 2022]. Verfügbar unter: [https://www.dkgev.de/fileadmin/default/Mediapool/2\\_Themen/2.5.\\_Personal\\_und\\_Weiterbildung/2.5.11.\\_Aus-\\_und\\_Weiterbildung\\_von\\_Pflegeberufen/Notfallpflege/DKG-Empfehlung\\_Weiterbildung\\_Notfallpflege.pdf](https://www.dkgev.de/fileadmin/default/Mediapool/2_Themen/2.5._Personal_und_Weiterbildung/2.5.11._Aus-_und_Weiterbildung_von_Pflegeberufen/Notfallpflege/DKG-Empfehlung_Weiterbildung_Notfallpflege.pdf)
113. Schacher S, Bernhard M, Eifinger F, Gräff I, Henke T, Künstler C, u. a. Professionalisierung und Etablierung des Fachgebietes Notfallmedizin. Notaufnahme Up2date. Oktober 2020;2(04):310–1.
114. Kassenärztliche Bundesvereinigung KdöR. Der ärztliche Bereitschaftsdienst - Medizinische Hilfe in der Nacht, am Wochenende und an Feiertagen [Internet]. Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV); 2021 [zitiert 29. März 2022]. Verfügbar unter: <https://www.116117.de/de/aerztlicher-bereitschaftsdienst.php>
115. Osterloh F. Ärztlicher Bereitschaftsdienst: Größere Bezirke, weniger Dienste. Dtsch Ärztebl. 5. November 2010;107(44):A-2152-2154.

116. Schmidt FM, Wildner M. Übersicht über die Organisation des vertragsärztlichen Bereitschaftsdienstes in Deutschland: Auf welche Basis bauen Krankenhausstrukturgesetz und Versorgungsstärkungsgesetz auf? Gesundheitswesen. Juli 2019;81(07):e133–40.
117. Luiz T, van Lengen RH, Wickenkamp A, Kranz T, Madler C. Verfügbarkeit bodengebundener Notarztstandorte in Rheinland-Pfalz. Anaesthesist. 1. Mai 2011;60(5):421–6.
118. Stadt Frankfurt am Main - Der Magistrat, Amt 37 Branddirektion. Bereichsplan 2018, für den Rettungsdienstbereich Frankfurt am Main [Internet]. Frankfurt am Main, Feuerwehrstraße 1, 60435 Frankfurt, Germany: Amt 37 Branddirektion; 2018 Jan [zitiert 12. September 2020] S. 161. Verfügbar unter: <https://frankfurt.de/-/media/frankfurtde/frankfurt-themen/gesundheit/psychische-gesundheit/pdf/bereichsplan-rettungsdienst-frankfurt-2018.ashx>
119. Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM) Klinikum der Universität München. Rettungsdienstbericht Bayern 2019 [Internet]. München: Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM) Klinikum der Universität München; 2019 [zitiert 30. März 2022] S. 128. (Berichtszeitraum: 2009 bis 2018). Verfügbar unter: [https://www.inm-online.de/images/stories/pdf/Rettungsdienstbericht\\_Bayern\\_2019.pdf](https://www.inm-online.de/images/stories/pdf/Rettungsdienstbericht_Bayern_2019.pdf)
120. Träger des Rettungsdienst des Main-Taunus Kreises. Bereichsplan MTK, 6. Fortschreibung, 2016 bis 2020, 1. Änderungsanpassung 2018 [Internet]. Hofheim am Taunus: Amt für Brandschutz und Rettungswesen (Amt 38); 2018 Jan [zitiert 12. September 2020] S. 43. Report No.: 6. Verfügbar unter: [https://www.mtk.org/statics/ds\\_doc/downloads/Bereichsplan\\_6\\_Fortschreibung\\_Aenderungsanpassung\\_.pdf](https://www.mtk.org/statics/ds_doc/downloads/Bereichsplan_6_Fortschreibung_Aenderungsanpassung_.pdf)
121. Follmann A, Felzen M, Rossaint R, Czaplík M. Telemedizin in der Notfallmedizin. In: Marx G, Rossaint R, Marx N, Herausgeber. Telemedizin: Grundlagen und praktische Anwendung in stationären und ambulanten Einrichtungen [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2021 [zitiert 11. Januar 2022]. S. 137–47. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-60611-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-662-60611-7_10)
122. BerlinOnline Stadtportal GmbH & Co. KG. Deutlich häufiger Ausnahmezustand bei Berliner Feuerwehr [Internet]. berlin.de. 2021 [zitiert 30. März 2022]. Verfügbar unter:

<https://www.berlin.de/aktuelles/berlin/7100452-958092-deutlich-haeufiger-ausnahmezustand-bei-b.html>

123. Deutsches Ärzteblatt. Rettungsdienst in Nordrhein-Westfalen klagt über Fachkräftemangel [Internet]. Deutsches Ärzteblatt. 2019 [zitiert 30. März 2022]. Verfügbar unter: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/100690/Rettungsdienst-in-Nordrhein-Westfalen-klagt-ueber-Fachkraeftemangel>
124. Ostwald DA, Ehrhard T, Bruntsch F, Schmidt H, Friedl C. Fachkräftemangel - Stationärer und ambulanter Bereich bis zum Jahr 2030 [Internet]. Mathildenstraße 11, Darmstadt, Germany: WifOR Institut und PricewaterhouseCoopers AG; 2020 Jan [zitiert 9. Dezember 2020] S. 80. Verfügbar unter: <https://www.pwc.de/de/gesundheitswesen-und-pharma/assets/fachkraeftemangel.pdf>
125. Beivers A, Dodt C. Ökonomische Aspekte der ländlichen Notfallversorgung. Notf Rettungsmedizin. 1. Mai 2014;17(3):190–8.
126. Köster C, Wrede, S, Herrmann, T, Meyer, S, Willms, G, Broge, B, u. a. Ambulante Notfallversorgung. Analyse und Handlungsempfehlungen [Internet]. Göttingen: AQUA – Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen GmbH; 2016. 55 S. Verfügbar unter: [https://www.vdek.com/presse/publikationen/\\_jcr\\_content/par/publicationelement/file.res/Aqua-Gutachten-Notfallversorgung.pdf](https://www.vdek.com/presse/publikationen/_jcr_content/par/publicationelement/file.res/Aqua-Gutachten-Notfallversorgung.pdf)
127. Sefrin P, Händlmeyer A, Kast W. Leistungen des Notfall-Rettungsdienstes. Notarzt. August 2015;31(04):S34–48.
128. Meier F, Bauer K, Schöffski O, Schöpke T, Dormann H. Zur Ökonomie ambulanter Notaufnahmepatienten. Notf Rettungsmedizin. 1. Februar 2016;19(1):33–40.
129. Krämer J, Schreyögg J. Substituting emergency services: primary care vs. hospital care. Health Policy. 1. November 2019;123(11):1053–60.
130. Augurzky B, Andreas Beivers, Niels Straub, Caroline Veltkamp. Krankenhausplanung 2.0 - Endbericht zum Forschungsvorhaben des Verbandes der Ersatzkassen e. V. (vdek) [Internet]. Bd. 84. Essen: Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung; 2014. 100 S. Verfügbar unter: <http://www.rwi->

essen.de/media/content/pages/publikationen/rwi-materialien/RWI-Materialien\_84\_Krankenhausplanung.pdf

131. Uscher-Pines L, Pines J, Kellermann A, Gillen E, Mehrotra A. Deciding to Visit the Emergency Department for Non-Urgent Conditions: A Systematic Review of the Literature. *Am J Manag Care*. Januar 2013;19(1):47–59.
132. Winburn AS, Brixey JJ, Langabeer J, Champagne-Langabeer T. A systematic review of prehospital telehealth utilization. *J Telemed Telecare*. 1. August 2018;24(7):473–81.
133. Azeredo TRM, Guedes HM, Rebelo de Almeida RA, Chianca TCM, Martins JCA. Efficacy of the Manchester Triage System: a systematic review. *Int Emerg Nurs*. 1. April 2015;23(2):47–52.
134. Gräff I, Goldschmidt B, Glien P, Bogdanow M, Fimmers R, Hoeft A, u. a. The German Version of the Manchester Triage System and Its Quality Criteria – First Assessment of Validity and Reliability. *PLOS ONE*. 24. Februar 2014;9(2):e88995.
135. DGINA Pressestelle. Gemeinsame Pressemitteilung: Keine Experimente mit der Patientensicherheit! [Internet]. DGINA Pressestelle; 2021 [zitiert 31. März 2022]. Verfügbar unter:  
<https://www.dgina.de/webroot/uploads/News/603779400a680/603779400c944.pdf>
136. Health Care Quality Systems GmbH. SmeD - Strukturierte medizinische Ersteinschätzung in Deutschland [Internet]. 2021 [zitiert 31. März 2022]. Verfügbar unter: <https://www.hcqs.de/>
137. Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland. Projekt: SmED – Strukturierte medizinische Ersteinschätzung in Deutschland [Internet]. 2020 [zitiert 31. März 2022]. Verfügbar unter: <https://www.zi.de/smed>
138. Pressestelle DGINA. DGINA verlässt SmED-Beirat des ZI [Internet]. DGINA. 2021 [zitiert 31. März 2022]. Verfügbar unter: [https://www.dgina.de/news/dgina-verlasst-smed-beirat-des-zi\\_112](https://www.dgina.de/news/dgina-verlasst-smed-beirat-des-zi_112)
139. Deutsche Ärzteblatt. Machbarkeitsstudie liefert Lösungen zur Optimierung der... [Internet]. Deutsches Ärzteblatt. 2022 [zitiert 31. März 2022]. Verfügbar unter:

<https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/132492/Machbarkeitsstudie-liefert-Loesungen-zur-Optimierung-der-Notfallversorgung>

140. Deutsche Ärzteblatt. Neuer Vorschlag für Reform der Notfallversorgung [Internet]. Deutsches Ärzteblatt. 2022 [zitiert 31. März 2022]. Verfügbar unter: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/131343/Neuer-Vorschlag-fuer-Reform-der-Notfallversorgung>
141. Schmiedhofer MH, Searle J, Slagman A, Möckel M. Inanspruchnahme zentraler Notaufnahmen: Qualitative Erhebung der Motivation von Patientinnen und Patienten mit nichtdringlichem Behandlungsbedarf. Gesundheitswesen. Oktober 2017;79(10):835–44.
142. Heller AR, Juncken K. Primärversorgung in der Zentralen Notaufnahme. Anesthesiologie Intensivmed. 8. Mai 2020;61(05–2020):164–76.
143. Somasundaram R, Geissler A, Leidel BA, Wrede CE. Beweggründe für die Inanspruchnahme von Notaufnahmen – Ergebnisse einer Patientenbefragung. Gesundheitswesen. Juli 2018;80(07):621–7.
144. Kassenärztliche Vereinigung Hessen. Partnerpraxen [Internet]. Kassenärztliche Vereinigung Hessen. Kassenärztliche Vereinigung Hessen; 2020 [zitiert 1. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.kvhessen.de/ueber-uns/partnerpraxen/>
145. Kassenärztliche Vereinigung Hessen. SaN-Projekt: Ein Schnittstellenprojekt zur ambulanten Notfallversorgung [Internet]. Kassenärztliche Vereinigung Hessen. Kassenärztliche Vereinigung Hessen; 2021 [zitiert 1. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.kvhessen.de/praxismanagement/san-projekt/>
146. mainis IT-Service GmbH. IVENA eHealth - Über IVENA eHealth [Internet]. 2021 [zitiert 1. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.ivena.de/page.php?view=&lang=1&si=624735fb43bf8&k1=main&k2=ueber&k3=&k4=>
147. HMSI Pressereferat: Alice Engel. Projekt „Sektorenübergreifende ambulante Notfallversorgung“ gestartet [Internet]. 2022 [zitiert 1. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.bkk-sued.de/presse-politik/pressemeldung/projekt-sektoreneuebergreifende-ambulante-notfallversorgung/>

148. Erder MH, Davidson SJ, Cheney RA. On-line medical command in theory and practice. *Ann Emerg Med.* März 1989;18(3):261–8.
149. Dhruva VN, Abdelhadi SI, Anis A, Gluckman W, Hom D, Dougan W, u. a. ST-Segment Analysis Using Wireless Technology in Acute Myocardial Infarction (STAT-MI) trial. *J Am Coll Cardiol.* 7. August 2007;50(6):509–13.
150. Adams GL, Campbell PT, Adams JM, Strauss DG, Wall K, Patterson J, u. a. Effectiveness of Prehospital Wireless Transmission of Electrocardiograms to a Cardiologist Via Hand-Held Device for Patients With Acute Myocardial Infarction (from the Timely Intervention in Myocardial Emergency, NorthEast Experience [TIME-NE]). *Am J Cardiol.* November 2006;98(9):1160–4.
151. Ibanez B, James S, Agewall S, Antunes MJ, Bucciarelli-Ducci C, Bueno H, u. a. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 7. Januar 2018;39(2):119–77.
152. Ting HH, Krumholz HM, Bradley EH, Cone DC, Curtis JP, Drew BJ, u. a. Implementation and Integration of Prehospital ECGs Into Systems of Care for Acute Coronary Syndrome. *Circulation.* 2. September 2008;118(10):1066–79.
153. LaMonte MP, Cullen J, Gagliano DM, Gunawardane R, Hu P, Mackenzie C, u. a. TeleBAT: Mobile telemedicine for the brain attack team. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 1. Mai 2000;9(3):128–35.
154. LaMonte MP, Xiao Y, Hu PF, Gagliano DM, Bahouth MN, Gunawardane RD, u. a. Shortening time to stroke treatment using ambulance telemedicine: TeleBAT. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 1. Juli 2004;13(4):148–54.
155. Demaerschalk BM, Berg J, Chong BW, Gross H, Nystrom K, Adeoye O, u. a. American Telemedicine Association: Telestroke Guidelines. *Telemed J E Health.* 1. Mai 2017;23(5):376–89.
156. Koncz V, Kohlmann T, Bielmeier S, Urban B, Prückner S. Telenotarzt. *Unfallchirurg.* 1. September 2019;122(9):683–9.

157. Brokmann JC, Rossaint R, Bergrath S, Valentin B, Beckers SK, Hirsch F, u. a. Potenzial und Wirksamkeit eines telemedizinischen Rettungsassistenzsystems. *Anaesthesist*. 1. Juni 2015;64(6):438–45.
158. Felzen M, Beckers SK, Brockert A -K., Follmann A, Hirsch F, Rossaint R, u. a. Wie oft sind Notärzte an der Einsatzstelle erforderlich? *Notf Rettungsmedizin*. 1. September 2020;23(6):441–9.
159. Schröder H, Beckers SK, Ogrodzki K, Borgs C, Ziemann S, Follmann A, u. a. Tele-EMS physicians improve life-threatening conditions during prehospital emergency missions. *Sci Rep*. 13. Juli 2021;11(1):14366.
160. Fachdienst Gefahrenabwehr. Innovationsprojekt zum Einsatz von Telemedizin im Rettungsdienst [Internet]. *Verkehr Gefahrenabwehr Ordnung*. [zitiert 30. November 2022]. Verfügbar unter: <https://www.lkgi.de/verkehr-sicherheit-und-ordnung/2558-innovationsprojekt-zum-einsatz-von-telemedizin-im-rettungsdienst>
161. Rettung per Telefon: Ist der Telenotarzt die Lösung für den Ärztemangel? | hessenschau [Internet]. Frankfurt am Main: Hessenschau; 2022 [zitiert 19. Dezember 2022]. (Medizin 4.0). Verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=pVIDrpUHPio>
162. Humburg D, Timpe M, Wranze-Bielefeld E, Martens F, Rupp D, Sassen MC. Der Telenotarzt als „Einsatzleiter“ zur Stabilisierung eines kritisch kranken Patienten. *Notf Rettungsmedizin*. 1. Dezember 2022;25(8):578–84.
163. Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI). AWMF: Leitlinien-Detailansicht - Angemeldetes Leitlinienvorhaben Registernummer 001 - 037 - Telemedizin in der prähospitalen Notfallmedizin [Internet]. AWMF: Leitlinien-Detailansicht. 2021 [zitiert 10. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/anmeldung/1/II/001-037.html>
164. Skorning M, Bergrath S, Rörtgen D, Brokmann JC, Beckers SK, Protogerakis M, u. a. „E-Health“ in der Notfallmedizin – das Forschungsprojekt Med-on-@ix. *Anaesthesist*. 18. Februar 2009;58(3):285.
165. Thelen S, Bergrath S, Schneiders MT, Brokmann JC, Brodziak T, Schilberg D, u. a. Telemedizin in der präklinischen Versorgung - das Forschungsprojekt TemRas. In:

E-Health 2012 : Informationstechnologien und Telematik im Gesundheitswesen [Internet]. 1. Aufl. Solingen: medical future Verl; 2011. S. 241–4. Verfügbar unter: <http://publications.rwth-aachen.de/record/90350>

166. Krüger-Brand HE. Telekonsil in der Notfallrettung: Schnelle Expertise am Einsatzort. Dtsch Ärztebl. 25. April 2014;(17):14–7.
167. Thelen S, Schneiders MT, Schilberg D, Jeschke S. A Multifunctional Telemedicine System for Pre-hospital Emergency Medical Services. In: Jeschke S, Isenhardt I, Hees F, Henning K, Herausgeber. Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2013/2014 [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2014 [zitiert 15. März 2020]. S. 161–72. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-08816-7\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-08816-7_14)
168. Felzen M, Brokmann JC, Beckers SK, Czaplik M, Hirsch F, Tamm M, u. a. Improved technical performance of a multifunctional prehospital telemedicine system between the research phase and the routine use phase – an observational study. J Telemed Telecare. 1. April 2017;23(3):402–9.
169. umlaut telehealthcare GmbH. Telenotarzt-Modul | Telenotarzt-Zentrale [Internet]. Telenotarzt – Das Original aus Aachen. Für Deutschland. 2021 [zitiert 2. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.telenotarzt.de/telenotarzt-zentrale/>
170. Brokmann JC, Rossaint R, Müller M, Fitzner C, Villa L, Beckers SK, u. a. Blood pressure management and guideline adherence in hypertensive emergencies and urgencies: A comparison between telemedically supported and conventional out-of-hospital care. J Clin Hypertens. 2017;19(7):704–12.
171. Brokmann JC, Rossaint R, Hirsch F, Beckers SK, Czaplik M, Chowanetz M, u. a. Analgesia by telemedically supported paramedics compared with physician-administered analgesia: A prospective, interventional, multicentre trial. Eur J Pain. 2016;20(7):1176–84.
172. Gnirke A, Beckers SK, Gort S, Sommer A, Schröder H, Rossaint R, u. a. Analgesie im Rettungsdienst: Vergleich zwischen Telenotarzt- und Callback-Verfahren hinsichtlich Anwendungssicherheit, Wirksamkeit und Verträglichkeit. Anaesthesist. 1. Oktober 2019;68(10):665–75.

173. Lenssen N, Krockauer A, Beckers SK, Rossaint R, Hirsch F, Brokmann JC, u. a. Quality of analgesia in physician-operated telemedical prehospital emergency care is comparable to physician-based prehospital care - a retrospective longitudinal study. *Sci Rep* [Internet]. 8. Mai 2017 [zitiert 15. März 2020];7. Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5431537/>
174. Brokmann JC, Conrad C, Rossaint R, Bergrath S, Beckers SK, Tamm M, u. a. Treatment of Acute Coronary Syndrome by Telemedically Supported Paramedics Compared With Physician-Based Treatment: A Prospective, Interventional, Multicenter Trial. *J Med Internet Res* [Internet]. 1. Dezember 2016 [zitiert 15. März 2020];18(12). Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5159613/>
175. Bergrath S, Müller M, Rossaint R, Beckers SK, Uschner D, Brokmann JC. Guideline adherence in acute coronary syndromes between telemedically supported paramedics and conventional on-scene physician care: A longitudinal pre–post intervention cohort study. *Health Informatics J*. 1. Dezember 2019;25(4):1528–37.
176. Bergrath S, Reich A, Rossaint R, Rörtgen D, Gerber J, Fischermann H, u. a. Feasibility of Prehospital Teleconsultation in Acute Stroke – A Pilot Study in Clinical Routine. *PLOS ONE*. 18. Mai 2012;7(5):e36796.
177. Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales NRW. Telenotarzt-System wird flächendeckend in Nordrhein-Westfalen etabliert | Das Landesportal Wir in NRW [Internet]. Telenotarzt-System wird flächendeckend in Nordrhein-Westfalen etabliert. 2020 [zitiert 19. Dezember 2020]. Verfügbar unter: [/de/pressemitteilung/telenotarzt-system-wird-flaechendeckend-nordrhein-westfalen-etabliert](https://www.wir-in-nrw.de/pressemitteilung/telenotarzt-system-wird-flaechendeckend-nordrhein-westfalen-etabliert)
178. Kuntosch J, Brinkrolf P, Metelmann C, Metelmann B, Fischer L, Hirsch F, u. a. Etablierung einer Telenotarzt-Anwendung. In: Hahnenkamp K, Fleßa S, Hasebrook J, Brinkrolf P, Metelmann B, Metelmann C, Herausgeber. *Notfallversorgung auf dem Land: Ergebnisse des Pilotprojektes Land|Rettung* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2020 [zitiert 4. April 2022]. S. 115–246. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-61930-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-662-61930-8_4)
179. Deutsches Patent- und Markenamt. DPMA | Fragen rund um die Marke [Internet]. Deutsches Patent- und Markenamt. 2021 [zitiert 2. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.dpma.de/marken/faq/index.html>

180. Deutsches Patent- und Markenamt. DPMAregister | Marken - Registerauskunft Informationen zur Marke 302013006359 [Internet]. Registerauskunft. Deutsches Patent- und Markenamt [zitiert 2. April 2022]. Verfügbar unter: <https://register.dpma.de/DPMAregister/marke/register/3020130063597/DE>
181. umlaut SE. Telenotarzt wechselt in die AWS Cloud [Internet]. 2020 [zitiert 2. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.umlaut.com/de/stories/telenotarzt-wechselt-in-aws-cloud>
182. Pressestelle Accenture. Accenture schließt Übernahme von umlaut ab [Internet]. 2021 [zitiert 2. April 2022]. Verfügbar unter: <https://newsroom.accenture.de/de/news/accenture-schließt-übernahme-von-umlaut-ab.htm>
183. Dipl. Bielmeier GeogrS, Dr. Groß, S, Koncz, MPH V, Strahler K, Dr. Zech A. Evaluationsbericht: Anlage 1 Ausführlicher Evaluationsbericht gem. Vorlage, Nr. 14.1 ANBest IF - Projekttitle: Pilotprojekt zur telemedizinischen Unterstützung der Notfallversorgung im Rettungsdienst einer ländlich strukturierten Region [Internet]. Innovationsausschuss Gemeinsamer Bundesausschuss; 2020 [zitiert 30. Dezember 2020]. Verfügbar unter: [https://innovationsfonds.g-ba.de/downloads/projekt-dokumente/29/2020-12-18\\_Telenotarzt-Bayern\\_Evaluationsbericht.pdf](https://innovationsfonds.g-ba.de/downloads/projekt-dokumente/29/2020-12-18_Telenotarzt-Bayern_Evaluationsbericht.pdf)
184. Taheri-Sohi S. Neue Medizingeräte auf Bayerns Rettungsfahrzeuge - BRK [Internet]. 2021 [zitiert 7. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.brk.de/aktuell/presse/meldung/neue-medizingeraete-auf-bayerns-rettungsmittel.html>
185. Innovationsausschuss beim Gemeinsamen Bundesausschuss. Beschluss des Innovationsausschusses beim Gemeinsamen Bundesausschuss gemäß § 92b Absatz 3 SGB V zum abgeschlossenen Projekt Telenotarzt Bayern (01NVF16013) [Internet]. Innovationsausschuss Gemeinsamer Bundesausschuss; 2020 [zitiert 1. Januar 2021]. Verfügbar unter: [https://innovationsfonds.g-ba.de/downloads/projekt-dokumente/35/2020-12-18\\_Telenotarzt-Bayern.pdf](https://innovationsfonds.g-ba.de/downloads/projekt-dokumente/35/2020-12-18_Telenotarzt-Bayern.pdf)
186. Michael G. Gonzalez. NCTRC Webinar - ETHAN: Emergency Telehealth and Navigation [Internet]. 2019 Sep 19 [zitiert 4. April 2022]; Onlinewebinar - NCTRC. Verfügbar unter: <https://telehealthresourcecenter.org/resources/webinars/nctrc-webinar-ethan-emergency-telehealth-and-navigation/>

187. Clintonfoundation. ETHAN (Emergency Telehealth and Navigation) [Internet]. Clintonfoundation; 2016 [zitiert 9. Januar 2021]. Verfügbar unter: [https://www.clintonfoundation.org/sites/default/files/chmi\\_houston\\_ethan.pdf](https://www.clintonfoundation.org/sites/default/files/chmi_houston_ethan.pdf)
188. Gonzalez MG, Persse, David. HFD ETHAN project [Internet]. 2014 Aug 21 [zitiert 19. Februar 2020]; Houston, Texas (USA). Verfügbar unter: <https://www.houstontx.gov/council/committees/pshs/20140821/ethan.pdf>
189. Houston revolutionizes 911 emergency response with tablet-based ETHAN project [Internet]. Houston, Texas (USA); 2016 [zitiert 20. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=5uXX8sQX214>
190. City of Houston. City of Houston: ETHAN Telehealth Program supported by the 1115 Waiver - Select Committee on Healthcare Costs, Interim Charge #3 [Internet]. Houston, Texas (USA): Select Committee on Healthcare Costs; 2020 Okt [zitiert 20. Januar 2023] S. 2. Verfügbar unter: <https://www.houstontx.gov/govtrelations/2020interim/10.1.2020-ETHAN.pdf>
191. Langabeer JR, Gonzalez M, Alqusairi D, Champagne-Langabeer T, Jackson A, Mikhail J, u. a. Telehealth-Enabled Emergency Medical Services Program Reduces Ambulance Transport to Urban Emergency Departments. *West J Emerg Med*. November 2016;17(6):713–20.
192. Langabeer JR, Champagne-Langabeer T, Alqusairi D, Kim J, Jackson A, Persse D, u. a. Cost–benefit analysis of telehealth in pre-hospital care. *J Telemed Telecare*. 1. September 2017;23(8):747–51.
193. Bayerische Staatsregierung. Gesetzentwurf der Staatsregierung zur Änderung des Bayerischen Rettungsdienstgesetzes und des Bayerischen Krankenhausgesetzes [Internet]. Bayerische Staatsregierung; 2021 [zitiert 7. April 2022]. Verfügbar unter: [https://www.stmi.bayern.de/assets/stmi/ser/gesetzentwuerfe/gesetzentwurf\\_zur\\_%C3%84nderung\\_des\\_bayerischen\\_rettungsdienstgesetzes\\_und\\_des\\_bayerischen\\_krankenhausgesetzes.pdf](https://www.stmi.bayern.de/assets/stmi/ser/gesetzentwuerfe/gesetzentwurf_zur_%C3%84nderung_des_bayerischen_rettungsdienstgesetzes_und_des_bayerischen_krankenhausgesetzes.pdf)
194. MEYTEC GmbH. Projekt „Telenotarzt Bayern“ im Landkreis Straubing gestartet – MEYTECnews [Internet]. 2018 [zitiert 8. September 2022]. Verfügbar unter: <https://news.meytec.com/projekt-telenotarzt-bayern-im-landkreis-straubing-gestartet/>

195. MEYTEC GmbH Informationssysteme. VIMED® CAR 3 - Telemedizinische Kommunikationszentrale für den Rettungswagen. e-Health 2017. Sonderdruck(2017):173–6.
196. IQM - IQMedworks. Telenotarzt Bayern. 2019 Juni 5; Passau.
197. Prasser C, Süß R, Hahnenkamp K, Hasebrook J, Brinkrolf P, Fleßa S. Der Telenotarzt als Innovation des Rettungsdienstes im ländlichen Raum – Kosten der Implementierung. Gesundheitsökonomie Qual. Juni 2020;25(03):150–6.
198. Thomas Müller, Pirkka Padmanabhan, Laura Richter, Tobias Silberzahn (Hrsg.). McKinsey & Company E-Health Monitor 2022 [Internet]. Düsseldorf, Berlin: MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG 2022; 2022 [zitiert 7. Dezember 2022]. (E-Health Monitor). Verfügbar unter: [https://www.mckinsey.com/de/~ /media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/deutschland/news/presse/2022/2022-11-22%20e-health%20monitor%202022/mckinsey%20ehealth%20monitor%202022\\_vf.pdf](https://www.mckinsey.com/de/~ /media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/deutschland/news/presse/2022/2022-11-22%20e-health%20monitor%202022/mckinsey%20ehealth%20monitor%202022_vf.pdf)
199. Janaki Akella, Helge Buckow, Stéphane Rey. IT architecture: Cutting costs and complexity [Internet]. 2009 Aug [zitiert 20. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/it-architecture-cutting-costs-and-complexity>
200. Farr JV, Prof. Boris Cogan (Ed.). Life Cycle Cost Considerations for Complex Systems. In: Systems Engineering - Practice and Theory [Internet]. InTech Open; 2012. Verfügbar unter: [https://cdn.intechopen.com/pdfs/32619/intech-life\\_cycle\\_cost\\_considerations\\_for\\_complex\\_systems.pdf](https://cdn.intechopen.com/pdfs/32619/intech-life_cycle_cost_considerations_for_complex_systems.pdf)
201. Richmond S. Council Post: Uncovering The True Costs Of IT Infrastructure [Internet]. Forbes. 2021 [zitiert 20. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/11/03/uncovering-the-true-costs-of-it-infrastructure/>
202. Snoswell CL, Taylor ML, Comans TA, Smith AC, Gray LC, Caffery LJ. Determining if Telehealth Can Reduce Health System Costs: Scoping Review. J Med Internet Res. 19. Oktober 2020;22(10):e17298.

203. Augustin M, Wimmer J, Biedermann T, Blaga R, Dierks C, Djamei V, u. a. Praxis der Teledermatologie. *JDDG J Dtsch Dermatol Ges.* Juli 2018;16:6–57.
204. Wang RH, Barbieri JS, Nguyen HP, Stavert R, Forman HP, Bologna JL, u. a. Clinical effectiveness and cost-effectiveness of teledermatology: Where are we now and what are the barriers to adoption? *J Am Acad Dermatol.* Juli 2020;83(1):299–307.
205. Pfannstiel MA, Kassel K, Rasche C, Herausgeber. Innovationen und Innovationsmanagement im Gesundheitswesen: Technologien, Produkte und Dienstleistungen voranbringen [Internet]. 1. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2020 [zitiert 13. März 2021]. Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-658-28643-9>
206. Zakaria A, Miclau TA, Maurer T, Leslie KS, Amerson E. Cost Minimization Analysis of a Teledermatology Triage System in a Managed Care Setting. *JAMA Dermatol.* 1. Januar 2021;157(1):52–8.
207. Hayden EM, Davis C, Clark S, Joshi AU, Krupinski EA, Naik N, u. a. Telehealth in emergency medicine: A consensus conference to map the intersection of telehealth and emergency medicine. *Acad Emerg Med.* 2021;28(12):1452–74.
208. Christopher Conn, Julia Douglas, Ari Markenson. Developments in Interstate Telehealth Licensing [Internet]. *JD Supra.* 2022 [zitiert 16. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.jdsupra.com/legalnews/developments-in-interstate-telehealth-3935324/>
209. Rural Health Information Hub. Legal Considerations for Implementing a Telehealth Program - RHHub Toolkit [Internet]. 2022 [zitiert 16. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.ruralhealthinfo.org/toolkits/telehealth/4/legal-considerations>
210. Bilal M. PCNOK Telehealth and Wellness Program [Internet]. *UwStinger.* 2022 [zitiert 16. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://uwstinger.com/pcnok-telehealth-and-wellness-program/>
211. WATZLAF VJM, ZHOU L, DEALMEIDA DR, HARTMAN LM. A Systematic Review of Research Studies Examining Telehealth Privacy and Security Practices used by Healthcare Providers. *Int J Telerehabilitation.* 20. November 2017;9(2):39–59.

212. Witkowska-Zimny M, Nieradko-Iwanicka B. Telemedicine in Emergency Medicine in the COVID-19 Pandemic—Experiences and Prospects—A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health*. Januar 2022;19(13):8216.
213. Balasubramanian S. Telehealth's Newest Frontier: Emergency Medicine [Internet]. *Forbes*. 2022 [zitiert 16. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.forbes.com/sites/saibala/2022/05/24/telehealths-newest-frontier-emergency-medicine/>
214. Tanya Albert Henry. Emergency telemedicine poised to grow in pandemic's new phase [Internet]. American Medical Association. 2022 [zitiert 16. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.ama-assn.org/practice-management/digital/emergency-telemedicine-poised-grow-pandemic-s-new-phase>
215. Chi-Cheng Huang. Innovations and Telehealth [Internet]. *Banking Cio Outlook*. 2022 [zitiert 16. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://gastroenterology.medicaltechoutlook.com/cxoinsight/innovations-and-telehealth-nwid-2470.html>
216. LLP AR& M. Emergency Telemedicine Services Market Still Has Room to Grow | [Internet]. 2022 Dez [zitiert 16. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.openpr.com/news/2832252/emergency-telemedicine-services-market-still-has-room-to-grow>
217. Thakur S. Global Telemedicine Service Market to Progress at a CAGR of 14.69% by 2027 | DelveInsight | [Internet]. *Medgadget*. 2022 [zitiert 16. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.medgadget.com/2022/11/global-telemedicine-service-market-to-progress-at-a-cagr-of-14-69-by-2027-delveinsight.html>
218. Makenzie Huber. State hopes \$1.7M telemedicine program will boost rural ambulance service [Internet]. *Sioux Falls Argus Leader*. 2022 [zitiert 16. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.argusleader.com/story/news/politics/2022/12/02/state-hopes-1-7m-telemedicine-program-will-boost-rural-ambulance-service/69685816007/>
219. Mount Sinai Health System. Mount Sinai First in Region Offering Telehealth Visits for Low-Acuity 911 Ambulance Calls | Mount Sinai - New York [Internet]. Mount Sinai Health System. 2022 [zitiert 16. Dezember 2022]. Verfügbar unter:

<https://www.mountsinai.org/about/newsroom/2022/mount-sinai-first-in-region-offering-telehealth-visits-for-low-acuity-nine-one-one-ambulance-calls>

220. Andis Robeznieks. Many state medical boards looking to update telemedicine policy [Internet]. American Medical Association. 2022 [zitiert 20. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.ama-assn.org/practice-management/digital/many-state-medical-boards-looking-update-telemedicine-policy>
221. The Cochrane Collaboration. Cochrane Library [Internet]. Cochrane Library. 2019 [zitiert 18. November 2019]. Verfügbar unter: <http://www.cochranelibrary.com>
222. Google LLC. Google Scholar Search [Internet]. 2019 [zitiert 18. November 2019]. Verfügbar unter: <https://www.google.com/>
223. National Center for Biotechnology Information. National Center for Biotechnology Information [Internet]. pubmed. [zitiert 10. Oktober 2019]. Verfügbar unter: <http://pubmed.gov>
224. Meyer H, Reher HJ. Projektmanagement: Von der Definition über die Projektplanung zum erfolgreichen Abschluss [Internet]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2016 [zitiert 31. Januar 2022]. Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-658-07569-9>
225. Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ) im DIN. DIN 69901-1:2009-01 Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 1: Grundlagen [Internet]. Beuth Verlag GmbH; 2009 Jan [zitiert 14. November 2019]. Verfügbar unter: <https://www.din.de/de/wdc-beuth:din21:113428320>
226. Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ) im DIN. DIN 69901-2:2009-01, Projektmanagement\_ - Projektmanagementsysteme\_ - Teil\_2: Prozesse, Prozessmodell [Internet]. Beuth Verlag GmbH; [zitiert 15. November 2019]. Verfügbar unter: <https://www.beuth.de/de/-/-/113428357>
227. Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ) im DIN. DIN 69901-5:2009-01, \_Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 5: Begriffe.pdf [Internet]. Beuth Verlag GmbH;

[zitiert 15. November 2019]. Verfügbar unter: <https://www.beuth.de/de/norm/din-69901-5/113428752>

228. Google LLC. Google Search [Internet]. Google Search. 2019 [zitiert 18. November 2019]. Verfügbar unter: [www.google.com](http://www.google.com)
229. Erleben Sie die Leistungsfähigkeit des Betriebssystems Windows 11, von Computern und Apps | Microsoft [Internet]. [zitiert 21. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://www.microsoft.com/de-de/windows?r=1>
230. Apple Inc. macOS Ventura [Internet]. Apple (Deutschland). [zitiert 21. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://www.apple.com/de/macOS/ventura/>
231. Android. What is Android [Internet]. Android. [zitiert 21. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://www.android.com/what-is-android/>
232. Open Handset Alliance. Open Handset Alliance [Internet]. [zitiert 21. Januar 2023]. Verfügbar unter: <http://www.openhandsetalliance.com/>
233. Bundesministerium für Gesundheit. Was sind Medizinprodukte? [Internet]. 2022 [zitiert 18. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/gesundheitswesen/medizinprodukte/definition-und-wirtschaftliche-bedeutung.html>
234. Europäische Parlament und Rat. Verordnung (EU) 2017/745 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2017 über Medizinprodukte, zur Änderung der Richtlinie 2001/83/EG, der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 und der Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 und zur Aufhebung der Richtlinien 90/385/EWG und 93/42/EWG des Rates (Text von Bedeutung für den EWR. ) [Internet]. OJ L Apr 5, 2017. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/reg/2017/745/oj/deu>
235. Bundesamt für Justiz. MPDG - Gesetz zur Durchführung unionsrechtlicher Vorschriften betreffend Medizinprodukte [Internet]. 2020 [zitiert 18. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/mpdg/BJNR096010020.html#BJNR096010020BJNG000103377>
236. Bundesamt für Justiz. Gesetz zur Anpassung des Medizinprodukterechts an die Verordnung (EU) 2017/745 und die Verordnung (EU) 2017/746 (Medizinprodukte-EU-Anpassungsgesetz) - MPEUAnpG) [Internet]. Bundesanzeiger; 2020 [zitiert 30.

April 2022]. Verfügbar unter:

[https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/text.xav?SID=&tf=xaver.component.Text\\_0&toctf=&qmf=&hlf=xaver.component.Hitlist\\_0&bk=bgbl&start=%2F%2F%5B%40node\\_id%3D%27941323%27%5D&skin=pdf&tlevel=-2&nohist=1&sinst=8F8C99F3](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/text.xav?SID=&tf=xaver.component.Text_0&toctf=&qmf=&hlf=xaver.component.Hitlist_0&bk=bgbl&start=%2F%2F%5B%40node_id%3D%27941323%27%5D&skin=pdf&tlevel=-2&nohist=1&sinst=8F8C99F3)

237. Hastenteufel M, Renaud S. Die Grundlage: Medical Device Regulation (MDR). In: Hastenteufel M, Renaud S, Herausgeber. Software als Medizinprodukt: Entwicklung und Zulassung von Software in der Medizintechnik [Internet]. Wiesbaden: Springer Fachmedien; 2019 [zitiert 8. Januar 2022]. S. 7–40. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-658-26488-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-658-26488-8_2)
238. Leitgeb N. Medizinprodukt. In: Leitgeb N, Herausgeber. Sicherheit von Medizingeräten: Recht — Risiko — Chancen [Internet]. Vienna: Springer; 2010 [zitiert 8. Januar 2022]. S. 1–39. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-211-99368-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-211-99368-2_1)
239. Europäische Parlament und Rat. Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 339/93 des Rates (Text von Bedeutung für den EWR) [Internet]. OJ L Juli 9, 2008. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/reg/2008/765/oj/deu>
240. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV). Verordnung (EG) Nummer 765/2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nummer 339/93 - BMUV-Gesetze und Verordnungen [Internet]. bmuv.de. 2016 [zitiert 18. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.bmuv.de/GE798>
241. Bundesverband Medizintechnologie (BVMed). Der lange Weg eines Medizinprodukts von der Idee bis zur Anwendung am Patienten [Internet]. Berlin: Bundesverband Medizintechnologie (BVMed); 2016 Jan. Verfügbar unter: <https://www.bvmed.de/de/akademie/seminare-akademie/recht-regulatorisches/2023-03-15-ba-prrc-modul-3-ce-kennzeichnung>
242. Redaktion: Beck-aktuell. Medizinprodukte: EU-Kommission schlägt mehr Zeit für Zertifizierung vor [Internet]. Aktuell. 2023 [zitiert 22. Januar 2023]. Verfügbar unter:

<https://rsw.beck.de/aktuell/daily/meldung/detail/medizinprodukte-eu-kommission-schlaegt-mehr-zeit-fuer-zertifizierung-vor>

243. Schulte E, Udo Schumacher, Michael Schünke. PROMETHEUS LernKarten der Anatomie. 5. Auflage. Bd. 5. Stuttgart: Thieme; 2016. 471 S.
244. Lars Bräuer, Michael Scholz. Sobotta Lernkarten Histologie. 5. Aufl. München: Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH; 2012. 295 S.
245. Friedrich Paulsen, Waschke J, Lars Bräuer. Sobotta Lernkarten Muskeln. 6. Aufl. München: Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH; 2011. 320 S.
246. Cisco Systems Inc. Cisco Jabber for Mac - Cisco Jabber for Windows and Mac: Enterprise Collaboration Made Simple Data Sheet [Internet]. Cisco. [zitiert 20. August 2021]. Verfügbar unter:  
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/unified-communications/jabber-mac/datasheet-c78-740458.html>
247. TOUGHBOOK G1 - Computer Product Solutions | Panasonic Business [Internet]. [zitiert 20. August 2021]. Verfügbar unter: <https://business.panasonic.de/mobile-it-solutions/produkte-und-zubeh%C3%B6r/tablets/TOUGHBOOK-G1>
248. Parmanto B, Lewis, Jr. AN, Graham KM, Bertolet MH. Development of the Telehealth Usability Questionnaire (TUQ). Int J Telerehabilitation. 1. Juli 2016;8(1):3–10.
249. Vorstand BAND e.v. Stellungnahme der BAND zum Indikationskatalog für den Notarzteinsatz: Auf Anfrage des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesärztekammer vom 10.04.2019. Notarzt. August 2019;35(04):193–193.
250. Vorstand der Bundesärztekammer. Indikationskatalog für den Notarzteinsatz - Handreichung für Telefondisponenten in Notdienstzentralen und Rettungsleitstellen. Dtsch Ärztebl. März 2013;(11):A521.
251. Burkhard Dirks. Reanimation 2021 - Leitlinien kompakt [Internet]. Überarbeitete Version 2021. Geschäftsstelle, c/o Universitätsklinikum Ulm, Sektion Notfallmedizin, Prittwitzstr. 43, 89075 Ulm: 2021 Deutscher Rat für Wiederbelebung – German Resuscitation Council e.V. (GRC); 2021 [zitiert 2. Juni 2022]. 116 S. Verfügbar unter: [https://www.grc-org.de/downloads/Leitlinien-kompakt\\_08.11.2021.pdf](https://www.grc-org.de/downloads/Leitlinien-kompakt_08.11.2021.pdf)

252. Johner C. Software-Anforderungen IEC 62304 konform dokumentieren [Internet]. Wissen zu medizinischer Software. 2015 [zitiert 15. September 2021]. Verfügbar unter: <https://www.johner-institut.de/blog/tag/software-anforderungen/>
253. TRUECARE® GmbH PROJECT PERFORMANCE. Lastenheft [Internet]. Projektmanagement Handbuch. 2018 [zitiert 28. September 2022]. Verfügbar unter: <https://www.projektmanagementhandbuch.de/handbuch/projektplanung/lastenheft/>
254. VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluss Logistik. VDI 2519 Blatt 1 - Vorgehensweise bei der Erstellung von Lasten-/Pflichtenheften [Internet]. Düsseldorf: VDI; 2001 Dez [zitiert 28. September 2022]. Report No.: VDI 2519. Verfügbar unter: <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-2519-blatt-1-vorgehensweise-bei-der-erstellung-von-lasten-pflichtenheften>
255. Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society. IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications - IEEE Std 830-1998 [Internet]. IEEE-SA Standards Board; 1998 [zitiert 28. September 2022]. Verfügbar unter: <http://www.math.uaa.alaska.edu/~afkjm/cs401/IEEE830.pdf>
256. IONOS Digital Guide Redaktion. Das Pflichtenheft: Alle Anforderungen eines Projekts im Blick [Internet]. IONOS Digital Guide. 2020 [zitiert 29. September 2022]. Verfügbar unter: <https://www.ionos.de/digitalguide/websites/webentwicklung/pflichtenheft/>
257. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. DIN EN ISO 9000:2015 Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe. Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin; 2015.
258. IEEE Computer Society. ISO/IEC/IEEE 29148:2018-11 System-und Software-Engineering - Lebenszyklus-Prozesse - Requirements Engineering [Internet]. Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin; 2018 [zitiert 15. September 2021]. Verfügbar unter: <https://www.beuth.de/de/norm/iso-iec-ieee-29148/299567544>
259. Johner C. Funktionale Anforderungen versus nicht-funktionale Anforderungen [Internet]. Wissen zu medizinischer Software. 2018 [zitiert 15. September 2021]. Verfügbar unter: <https://www.johner-institut.de/blog/iec-62304-medizinische-software/funktionale-und-nicht-funktionale-anforderungen/>

260. V-Modell XT Bund - IT-Stab des Bundesministerium des Inneren. Produkte, Anforderungen und Analysen, Anforderungen (Lastenheft) [Internet]. Teil 5: V-Modell-Referenz Produkte. 2013 [zitiert 15. September 2021]. Verfügbar unter: [http://gsb.download.bva.bund.de/BIT/V-Modell\\_XT\\_Bund/V-Modell%20XT%20Bund%20HTML/14794f684e963e8.html](http://gsb.download.bva.bund.de/BIT/V-Modell_XT_Bund/V-Modell%20XT%20Bund%20HTML/14794f684e963e8.html)
261. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. DIN EN ISO 9241-11:2018-11, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion\_ - Teil\_11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte (ISO\_9241-11:2018); Deutsche Fassung EN\_ISO\_9241-11:2018 [Internet]. Berlin: Beuth Verlag GmbH; 2018 Nov [zitiert 2. Januar 2022] S. 46. Verfügbar unter: <https://www.beuth.de/de/-/-/279590417>
262. Bevana N, Kirakowskib J, Maissela J. What is Usability. In: In Proceedings of the 4th International Conference on HCI. 1991.
263. Interaction Design Foundation. What is Usability? [Internet]. The Interaction Design Foundation. 2020 [zitiert 2. Januar 2022]. Verfügbar unter: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/usability>
264. Schrappe M, Spahn J, Berwick DM, Durkin P. APS-Weißbuch Patientensicherheit: Sicherheit in der Gesundheitsversorgung: neu denken, gezielt verbessern. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2018. 585 S.
265. World Health Organization. Quality of care: patient safety. Resolution WHA 55.18. 55th World Health Assembly [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2002 März [zitiert 2. Januar 2022]. Report No.: Resolution WHA 55.18. Verfügbar unter: <https://www.who.int/patientsafety/worldalliance/ea5513.pdf>
266. Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin (ÄZQ) im Auftrag von BÄK und KBV. Definitionen und Klassifikation zur Patientensicherheit — Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin [Internet]. Definition und Klassifikationen zur Patientensicherheit. 2021 [zitiert 5. Januar 2022]. Verfügbar unter: <https://www.aezq.de/patientensicherheit/definition-ps/#>
267. Klauber J, Geraedts M, Friedrich J, Wasem J, Herausgeber. Krankenhaus-Report 2019: Das digitale Krankenhaus [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2019 [zitiert 28. März 2021]. Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-58225-1>

268. Sellge E, Hagenmeyer EG. Digitalisierung und Patientensicherheit. In: Klauber J, Geraedts M, Friedrich J, Wasem J, Herausgeber. Krankenhaus-Report 2019: Das digitale Krankenhaus [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2019 [zitiert 2. Januar 2022]. S. 129–44. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-58225-1\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-662-58225-1_10)
269. Thomeczek C, Bock W, Conen D, Ekkernkamp A, Everz D, Fischer G, u. a. Das Glossar Patientensicherheit - Ein Beitrag zur Definitionsbestimmung und zum Verständnis der Thematik „Patientensicherheit“ und „Fehler in der Medizin“. Gesundheitswesen. Dezember 2004;66(12):833–40.
270. Dusberger T. Synergien von IT-Sicherheit und Patientensicherheit. Krankenh-IT J. 2009;(5):24–5.
271. Leitgeb N. Anwendungssicherheit. In: Leitgeb N, Herausgeber. Sicherheit von Medizingeräten: Recht — Risiko — Chancen [Internet]. Vienna: Springer; 2010 [zitiert 8. Januar 2022]. S. 77–81. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-211-99368-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-211-99368-2_3)
272. Leitgeb N. Wie sicher ist sicher genug? In: Leitgeb N, Herausgeber. Sicherheit von Medizingeräten: Recht — Risiko — Chancen [Internet]. Vienna: Springer; 2010 [zitiert 8. Januar 2022]. S. 41–76. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-211-99368-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-211-99368-2_2)
273. Leitgeb N. Umgebungssicherheit. In: Leitgeb N, Herausgeber. Sicherheit von Medizingeräten: Recht — Risiko — Chancen [Internet]. Vienna: Springer; 2010 [zitiert 8. Januar 2022]. S. 89–106. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-211-99368-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-211-99368-2_6)
274. Hastenteufel M, Renaud S. Software als Medizinprodukt: Entwicklung und Zulassung von Software in der Medizintechnik [Internet]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2019 [zitiert 8. Januar 2022]. Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-658-26488-8>
275. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Sicherheitsanforderungen an digitale Gesundheitsanwendungen - Technische Richtlinie BSI TR-03161 [Internet]. Bonn: Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik; 2020 Apr S. 28. Report No.: 1.0. Verfügbar unter: <https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/TechnischeR>

ichtlinien/TR03161/BSI-TR-03161.pdf;jsessionid=FA3B1CD263D3EAB142B6CA35B73F67B4.internet481?\_\_blob=publicationFile&v=1

276. Krempel S. IT-Sicherheit: BSI warnt vor hohen Risiken bei Gesundheits-Apps [Internet]. heise online. 2020 [zitiert 8. Januar 2022]. Verfügbar unter: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/IT-Sicherheit-BSI-warnt-vor-hohen-Risiken-bei-Gesundheits-Apps-4704094.html>
277. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Pressemitteilung des BSI TR-03161 Sicherheitsanforderungen an digitale Gesundheitsanwendungen [Internet]. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. 2020 [zitiert 8. Januar 2022]. Verfügbar unter: <https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Standards-und-Zertifizierung/Technische-Richtlinien/TR-nach-Thema-sortiert/tr03161/tr-03161.html;jsessionid=FA3B1CD263D3EAB142B6CA35B73F67B4.internet481?nn=460950>
278. Alexey Tschudnowsky. Secure Software Development Lifecycle - Sichere App-Entwicklung [Internet]. 2021 Sep 17 [zitiert 1. August 2022]; gematik Fachportal - Online Event. Verfügbar unter: <https://fachportal.gematik.de/veranstaltung/veranstaltung-detail/sichere-app-entwicklung>
279. Dombrowski JU, Göricke M. Gerätesicherheit im Spannungsfeld der Cyber-Kriminalität [Internet]. Health Systems DACH; 2018 Apr 10 [zitiert 1. August 2022]; Hamburg. Verfügbar unter: [https://www.philips.de/c-dam/b2bhc/de/ueber-uns/events/medientechnikforum/Geraetesicherheit-im-Spannungsfeld-Cyber-Security\\_M.Goericke.pdf](https://www.philips.de/c-dam/b2bhc/de/ueber-uns/events/medientechnikforum/Geraetesicherheit-im-Spannungsfeld-Cyber-Security_M.Goericke.pdf)
280. Leitgeb N. Hygiene. In: Leitgeb N, Herausgeber. Sicherheit von Medizingeräten: Recht — Risiko — Chancen [Internet]. Vienna: Springer; 2010 [zitiert 8. Januar 2022]. S. 87–8. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-211-99368-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-211-99368-2_5)
281. Just HM, Roggenkamp E, Reinhardt A. Hygiene und Medizintechnik. In: Kramme R, Herausgeber. Medizintechnik: Verfahren - Systeme - Informationsverarbeitung [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2017 [zitiert 9. Januar 2022]. S. 11–33.

(Springer Reference Technik). Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-48771-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-662-48771-6_3)

282. Kramme R, Herausgeber. Medizintechnik: Verfahren - Systeme - Informationsverarbeitung [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2017 [zitiert 17. April 2021]. Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-48771-6>
283. Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe (ABAS). TRBA 001 Allgemeines und Aufbau des Technischen Regelwerks zur Biostoffverordnung - Anwendung von Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe - TRBA [Internet]. Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS); 2007 Nov [zitiert 9. Januar 2022] S. 82–3. (Gemeinsames Ministerial Blatt). Report No.: 4. Verfügbar unter: [https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRBA/pdf/TRBA-001.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRBA/pdf/TRBA-001.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
284. Samuel Weirich. Konzeptionierung, Entwicklung und programmatische Umsetzung eines telemedizinischen Versorgungsnetzwerkes für die Notfallmedizin. [Gießen]: Technische Hochschule Mittelhessen; 2022.
285. O'Sullivan, Seán F, Weirich, Samuel, Friedl, Thomas, Schneider, Henning. Emergency Talk Application (ETA) – Results of an ongoing simulation and usability trial (U-Sim-ETA) | Digitale Vernetzung von Sektoren in der Notfallversorgung. In: 16 DGINA Jahrestagung Abstractband [Internet]. Kassel: DGINA; 2021 [zitiert 12. Juni 2022]. S. 22–3. Verfügbar unter: [https://www.dgina-kongress.de/fileadmin/congress/media/dgina2021/pdf/DGINA\\_2021\\_Abstractband.pdf](https://www.dgina-kongress.de/fileadmin/congress/media/dgina2021/pdf/DGINA_2021_Abstractband.pdf)
286. iPad mini (5. Generation) [Internet]. Apple Support. [zitiert 6. Februar 2022]. Verfügbar unter: <https://support.apple.com/de-de/guide/ipad/ipad0c15e4c4/ipados>
287. Land Hessen – Hessisches Ministerium für Soziales und Integration Regierungspräsidium Darmstadt. Rahmenlehrplan des Landes Hessen - Notfallsanitäterin / Notfallsanitäter [Internet]. Darmstadt: Regierungspräsidium Darmstadt; 2014 Feb [zitiert 18. Dezember 2022]. Verfügbar unter: [https://www.skverlag.de/fileadmin/files\\_content/Gesetze\\_und\\_Verordnungen/Hessen\\_Rahmenlehrplan\\_NotSan.pdf](https://www.skverlag.de/fileadmin/files_content/Gesetze_und_Verordnungen/Hessen_Rahmenlehrplan_NotSan.pdf)

288. Bundesrat. Beschluss des Bundesrates - Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für Notfallsanitäterinnen und Notfallsanitäter (NotSan-APrV) [Internet]. Berlin: Beschluss des Bundesrates; 2023 Okt [zitiert 18. Dezember 2022]. Report No.: 728/13.  
Verfügbar unter:  
<https://www.bundesrat.de/SharedDocs/beratungsvorgaenge/2013/0701-0800/0728-13.html>
289. Verein Für soziales Leben e.V. § 8 NotSan-APrV: Benotung [Internet]. [zitiert 18. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <http://www.notfallsanitaeter-aktuell.de/pruefungsverordnung/benotung.html>
290. Brooke J. SUS - A quick and dirty usability scale. Usability Eval Ind. 30. November 1995;(189):7.
291. Lewis JR, Sauro J. Item Benchmarks for the System Usability Scale. J Usability Stud. 2018;13(3):158–67.
292. U.S. General Services Administration (GSA) Technology Transformation Service. System Usability Scale (SUS) [Internet]. System Usability Scale (SUS). Department of Health and Human Services; 2013 [zitiert 3. Oktober 2021]. Verfügbar unter: <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>
293. Bangor A, Kortum PT, Miller JT. An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. Int J Hum-Comput Interact. 29. Juli 2008;24(6):574–94.
294. Bernhard Rummel. System Usability Scale – jetzt auch auf Deutsch. [Internet]. SAP User Experience Community. 2015 [zitiert 3. Februar 2021]. Verfügbar unter: <https://experience.sap.com/skillup/system-usability-scale-jetzt-auch-auf-deutsch/>
295. Seán F O’Sullivan, Samuel Weirich, Thomas Friedl, Henning Schneidr. Endet die Telemedizin beim Telenotarzt Konzept? Emergency Talk Networks – Ein Konzept für ein lokales digitales Notfallnetzwerk von morgen. Anesthesiologie Intensivmed. März 2021;62(Supplement Nr. 5):S90–1.
296. O’Sullivan, Seán F, Weirich, Samuel, Schneider, Henning. A Low-Cost Concept for Telemedicine in EMS in Giessen - Session #73 [Internet]. Presentation gehalten auf der: HIMSS21 Global Health Conference & Exhibition; 2021 Aug 10 [zitiert 12. Juni

2022]; Las Vegas, Nevada, USA. Verfügbar unter:  
[https://www.himss.org/sites/hde/files/handout-73\\_463.pdf](https://www.himss.org/sites/hde/files/handout-73_463.pdf)

297. O'Sullivan SF, Schneider H. Developing telemedicine in Emergency Medical Services: A low-cost solution and practical approach connecting interfaces in emergency medicine. J Med Access. 1. Januar 2022;6:27550834221084656.
298. LUPUS-Electronics GmbH. Handbuch LE 200 WLAN Version 1.5 (Kamera Firmware v2.21.2.21) [Internet]. Otto-Hahn-Str. 12, 76829 Landau: LUPUS-Electronics GmbH; 2016 Okt [zitiert 27. November 2019] S. 59. Verfügbar unter: [https://www.lupus-electronics.de/shop/documents/lupusnethd-le200\\_v1.5.pdf](https://www.lupus-electronics.de/shop/documents/lupusnethd-le200_v1.5.pdf)
299. LUPUS-Electronics GmbH. Datenblatt LE 200 WLAN [Internet]. Otto-Hahn-Str. 12, 76829 Landau: LUPUS-Electronics GmbH; 2016 Okt [zitiert 27. November 2019] S. 4. Verfügbar unter: [https://www.lupus-electronics.de/shop/documents/Datenblatt\\_LE200\\_WLAN.pdf](https://www.lupus-electronics.de/shop/documents/Datenblatt_LE200_WLAN.pdf)
300. König Electronics. Datasheet: König CMP-MIC9 [Internet]. König Electronics; 2019 Nov [zitiert 27. November 2019] S. 1. Verfügbar unter: [https://datasheets.content4us.com/en\\_us/datasheet/1101239](https://datasheets.content4us.com/en_us/datasheet/1101239)
301. Trust.com - 2.0-Lautsprecherset [Internet]. [zitiert 25. Oktober 2020]. Verfügbar unter: <https://www.trust.com/de/product/19830-letto-compact-2-0-speaker-set>
302. Teltonika Networks. RUT950 - 4G LTE-WLAN-Dual-SIM-Router [Internet]. Vilnius, Lithuania: UAB Teltonika; 2020 Okt [zitiert 25. Oktober 2020] S. 14. Verfügbar unter: <https://teltonika-networks.com/de/product/rut950/>
303. Telekom Deutschland GmbH. SIM-Karten-Formate: Alle wissenswerten Informationen | Telekom [Internet]. SIM-Karten-Formate: Alle wissenswerten Informationen | Telekom. 2020 [zitiert 25. Oktober 2020]. Verfügbar unter: <https://www.telekom.de/unterwegs/sim-karten-formate>
304. Schneider Electric SE. APC Back-UPS Pro 900VA, AVR, 230 V, CIS - APC Germany [Internet]. 2020 [zitiert 25. Oktober 2020]. Verfügbar unter: <https://www.apc.com/shop/de/de/products/APC-Back-UPS-Pro-900VA-AVR-230-V-CIS/P-BR900G-RS>

305. Jason Bauer. How To Port Forward a Router [Internet]. Network Utilities - How to port forward a router. 2018 [zitiert 26. Oktober 2020]. Verfügbar unter: <https://portforward.com/help/portforwarding.htm>
306. greg-lindsay. Neuigkeiten in Windows 10, Version 1903 - What's new in Windows [Internet]. [zitiert 20. August 2021]. Verfügbar unter: <https://docs.microsoft.com/de-de/windows/whats-new/whats-new-windows-10-version-1903>
307. Release Notes for Cisco Jabber 12.9 - What's New in Release 12.9 [Cisco Jabber for Windows] [Internet]. Cisco. [zitiert 20. August 2021]. Verfügbar unter: [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice\\_ip\\_comm/jabber/12\\_9/cjab\\_b\\_release-notes-cisco-jabber-129/cjab\\_b\\_release-notes-cisco-jabber-129\\_chapter\\_00.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice_ip_comm/jabber/12_9/cjab_b_release-notes-cisco-jabber-129/cjab_b_release-notes-cisco-jabber-129_chapter_00.html)
308. Cisco Systems Inc. On-Premises Deployment for Cisco Jabber 14.0 - Deploy Cisco Jabber Applications and Jabber Softphone for VDI [Cisco Jabber for Android] [Internet]. Cisco. 2021 [zitiert 10. Februar 2022]. Verfügbar unter: [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice\\_ip\\_comm/jabber/14\\_0/cjab\\_b\\_deploy-jabber-on-premises-14\\_0/cjab\\_b\\_deploy-jabber-on-premises-129\\_chapter\\_010000.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice_ip_comm/jabber/14_0/cjab_b_deploy-jabber-on-premises-14_0/cjab_b_deploy-jabber-on-premises-129_chapter_010000.html)
309. Karlstetter F. Definition: On-Premises (On-Prem) - Was ist On-Premises? [Internet]. 2017 [zitiert 10. Februar 2022]. Verfügbar unter: <https://www.cloudcomputing-insider.de/was-ist-on-premises-a-623402/>
310. GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH. Corpuls C3 Produktbroschüre & Zulassungen [Internet]. 86916 Kaufering / Germany; 2016 Juni S. 6. Verfügbar unter: <https://corpuls.world/wAssets/docs/broschueren/broschuere-corpuls3-de-min.pdf>
311. GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH. corpuls3 - modularer Patientenmonitor und Defibrillator | corpuls [Internet]. 86916 Kaufering / Germany: GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH; 2016 Juni [zitiert 26. Oktober 2020] S. 6. Verfügbar unter: <https://corpuls.world/produkte/corpuls3/>
312. GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH. corpuls.web LIVE | corpuls [Internet]. 86916 Kaufering / Germany: GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH; 2017 Mai [zitiert 25. Oktober 2020] S. 6. Verfügbar unter: <https://corpuls.world/produkte/corpuls-web/live.php>

313. Produktspezifikationen des HP ProDesk 400 G3 Desktop Mini Business PC | HP® Kundensupport [Internet]. [zitiert 20. August 2021]. Verfügbar unter: <https://support.hp.com/at-de/product/hp-prodesk-400-g3-desktop-mini-pc/15287510/document/c05366498>
314. HP Compaq LA1956x 19 Zoll LED Backlit LCD-Monitor Benutzerhandbücher | HP® Kundensupport [Internet]. [zitiert 20. August 2021]. Verfügbar unter: <https://support.hp.com/de-de/product/hp-compaq-la1956x-19-inch-led-backlit-lcd-monitor/5219467/manuals>
315. HP 125 Kabelgebundene Tastatur - HP Store Deutschland [Internet]. [zitiert 20. August 2021]. Verfügbar unter: <https://www.hp.com/de-de/shop/product.aspx?id=266C9AA&opt=ABD&sel=ACC>
316. HP optische USB-Scroll-Maus - HP Store Deutschland [Internet]. [zitiert 20. August 2021]. Verfügbar unter: <https://www.hp.com/de-de/shop/product.aspx?id=QY777AA&opt=&sel=ACC>
317. Logitech C270 HD Webcam, 720p-Videogespräche mit Geräuschunterdrückung [Internet]. [zitiert 20. August 2021]. Verfügbar unter: <https://www.logitech.com/de-de/products/webcams/c270-hd-webcam.html>
318. LogiLink®. LogiLink® Stereo Headset - EAN: 4260113563588 [Internet]. [zitiert 20. August 2021]. Verfügbar unter: [http://www.logilink.org/Produkte\\_LogiLink/Eingabegeraete\\_Multimedia/Stereo\\_Headsets/Stereo\\_Headset.htm](http://www.logilink.org/Produkte_LogiLink/Eingabegeraete_Multimedia/Stereo_Headsets/Stereo_Headset.htm)
319. Microsoft Corporation. Internet Explorer - Microsoft Download Center Home [Internet]. Internet Explorer. 2019 [zitiert 10. Februar 2022]. Verfügbar unter: <https://www.microsoft.com/en-us/download/internet-explorer.aspx>
320. Google Ireland Limited. Google Chrome - Download the Fast, Secure Browser from Google [Internet]. Google Chrome Home. 2022 [zitiert 10. Februar 2022]. Verfügbar unter: <https://www.google.com/chrome/>
321. Das „Rendezvous-System“ erobert die Welt [Internet]. AerzteZeitung.de. 2014 [zitiert 10. Februar 2022]. Verfügbar unter: <https://www.aerztezeitung.de/Panorama/Das-Rendezvous-System-erobert-die-Welt-232966.html>

322. Redaktion ComputerWeekly.de. Was ist Webanwendung (Webapplikation oder Web-App)? - Definition von WhatIs.com [Internet]. Whatis.com/de. 2020 [zitiert 11. Februar 2022]. Verfügbar unter: <https://whatIs.techtarget.com/de/definition/Webanwendung-Webapplikation-oder-Web-App>
323. User: sugandha18bcs3001. Difference Between Web application and Website [Internet]. GeeksforGeeks. 2022 [zitiert 11. Februar 2022]. Verfügbar unter: <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-web-application-and-website/>
324. IONOS Digital Guide Redaktion. Was ist eine Web-App? Definition und Web-App-Beispiele [Internet]. IONOS Digitalguide. 2021 [zitiert 11. Februar 2022]. Verfügbar unter: <https://www.ionos.de/digitalguide/websites/web-entwicklung/verschiedene-app-formate-was-ist-eine-web-app/>
325. Red Hat, Inc. What is open source? [Internet]. Opensource.com. 2022 [zitiert 11. Februar 2022]. Verfügbar unter: <https://opensource.com/resources/what-open-source>
326. Kent Walker. Making Open Source software safer and more secure [Internet]. Google Kexowrd. 2022 [zitiert 11. Februar 2022]. Verfügbar unter: <https://blog.google/technology/safety-security/making-open-source-software-safer-and-more-secure/>
327. Google Developers. Why Open Source? [Internet]. Google Open Source. 2022 [zitiert 11. Februar 2022]. Verfügbar unter: <https://opensource.google/documentation/reference/why>
328. WebRTC.org website - opensource community. About and Frequent Questions | WebRTC GitHub [Internet]. 2021 [zitiert 20. September 2021]. Verfügbar unter: <https://webrtc.github.io/webrtc-org/faq/#what-is-webrtc>
329. Google Developers - WebRTC. WebRTC - Google Developers [Internet]. WebRTC. [zitiert 20. September 2021]. Verfügbar unter: <https://webrtc.org/?hl=de>
330. W3C Media Relations Coordinator. Web Real-Time Communications (WebRTC) verändert die Kommunikationslandschaft; wird eine Empfehlung des World Wide Web Consortium (W3C) und zu mehreren Standards der Internet Engineering Task

Force (IETF) [Internet]. Web Real-Time Communications (WebRTC) verändert die Kommunikationslandschaft; wird eine Empfehlung des World Wide Web Consortium (W3C) und zu mehreren Standards der Internet Engineering Task Force (IETF). 2021 [zitiert 20. September 2021]. Verfügbar unter: <https://www.w3.org/2021/01/pressrelease-webrtc-rec.html.de>

331. WebRTC 1.0: Real-Time Communication Between Browsers - W3C Recommendation 26 January 2021 [Internet]. W3C Recommendation. 2021 [zitiert 20. September 2021]. Verfügbar unter: <https://www.w3.org/TR/webrtc/>
332. cubos Internet GmbH. Alarmierung & Krisenmanagement für alle Branchen | GroupAlarm [Internet]. 2022 [zitiert 11. Februar 2022]. Verfügbar unter: <https://www.groupalarm.com/>
333. World Health Organisation. WHO | Global initiative on health technologies [Internet]. World Health Organization; [zitiert 12. Januar 2021]. Verfügbar unter: [https://www.who.int/medical\\_devices/appropriate\\_use/en/](https://www.who.int/medical_devices/appropriate_use/en/)
334. umlaut SE. Telenotarzt-App [Internet]. 2021 [zitiert 4. April 2022]. Verfügbar unter: <https://www.umlaut.com/de/telenotarzt-app>
335. Hicks LL, Boles KE, Hudson ST, Madsen RW, Kling B, Tracy J, u. a. Using Telemedicine to Avoid Transfer of Rural Emergency Department Patients. *J Rural Health*. 2001;17(3):220–8.
336. American College of Emergency Physicians (ACEP) Telehealth Section. Review of Telehealth Literature Whitepaper [Internet]. Irving, TX; 2018 [zitiert 15. Februar 2021]. Verfügbar unter: <https://www.acep.org/globalassets/sites/acep/blocks/section-blocks/telemd/final-whitepaper---sans-definition-8-7-19.pdf>
337. Natafagi N, Shane DM, Ullrich F, MacKinney AC, Bell A, Ward MM. Using tele-emergency to avoid patient transfers in rural emergency departments: An assessment of costs and benefits. *J Telemed Telecare*. 1. April 2018;24(3):193–201.
338. Zachrison KS, Boggs KM, Hayden EM, Espinola JA, Camargo CA. Understanding Barriers to Telemedicine Implementation in Rural Emergency Departments. *Ann Emerg Med*. 1. März 2020;75(3):392–9.

# 11 Anhang

## Fragebogen zur Telemedizin Demoumgebung

### Fragebogen zur Telemedizin-Demo

#### Anwender und Standort

	Frage	Antwort
1	Datum & Uhrzeit	
2	Zu testendes System	<input type="checkbox"/> Stationäres System <input type="checkbox"/> Mobiles System
3	Standort des Anwenders	<input type="checkbox"/> Klinik <input type="checkbox"/> Praxis <input type="checkbox"/> Universität <input type="checkbox"/> Daheim <input type="checkbox"/> Büro
4	Lichtverhältnisse	<input type="checkbox"/> Hell / Tagsüber <input type="checkbox"/> Dunkel / Nachts
5	Verwendetes Gerät	<input type="checkbox"/> Smartphone <input type="checkbox"/> Tablet <input type="checkbox"/> Laptop <input type="checkbox"/> Desktop

#### Bild- und Videoübertragung

	Frage	Antwort
6	Ist ein Zugriff auf die Kamera möglich ?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
7	Wird nach dem Login ein flüssiges Bild angezeigt?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
8	Können Sie die Kamera bewegen?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
9	Welches Bild wird Ihnen in der Ausgangsposition angezeigt?	
10	Welches Bild wird Ihnen auf der linken Seite angezeigt?	
11	Welches Bild wird Ihnen auf der rechten Seite angezeigt?	

#### Audioübertragung

	Frage	Antwort
12	Konnten Sie eine Audionachricht hören?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
13	Was wurde in dieser Audionachricht gesagt?	

#### Übertragungsqualität

	Frage	N/A	Schulnoten	1	2	3	4	5	6
14	Beschreiben Sie die Bildqualität	<input type="checkbox"/>	Sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ungenügend
15	Beschreiben Sie die Audioqualität	<input type="checkbox"/>	Sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ungenügend

- 1 -



Emergency Talk Network  
emergency-talk.com



**Telemedizin**

	<i>Frage</i>	N/A	1	2	3	4	5	6	7	
16	Ich fühle mich wohl, (mit dem Arzt) über das Telemedizinsystem zu kommunizieren	<input type="checkbox"/>	Stimme nicht zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stimme zu
17	Telemedizin ist eine akzeptable Möglichkeit Gesundheitsdienste in Anspruch zu nehmen	<input type="checkbox"/>	Stimme nicht zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stimme zu
18	Ich würde telemedizinische Leistungen nochmal nutzen	<input type="checkbox"/>	Stimme nicht zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stimme zu
19	Insgesamt bin ich zufrieden mit diesem Telemedizinsystem	<input type="checkbox"/>	Stimme nicht zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stimme zu

**Feld für Kommentare / Kritik / Anregungen**

**Vielen Dank für Ihre Teilnahme !**



## Skript des vordefinierten Testszenarios

### Szenario 1 – Akutes Koronarsyndrom

#### Ausgangssituation

RTW wurde alarmiert zum häuslichen internistischen unklaren Notfall bei einem 40-jährigen Patienten (=Pat.). Alarmierung war initial durch den Hausarzt (=HA) bei unklarer Allgemeinzustands Reduktion. Seit mehreren Wochen kommt es subjektiv zu einer zunehmenden leichten Belastungsdyspnoe, aber ohne schwerfällige Einschränkungen des Alltags (Einkaufen, Treppensteigen, etc.). Der Pat. kann noch problemlos selbstständig die Tür öffnen. Da der Hausarzt leider einen vollen Warteraum in der Praxis hat und der Patient keine Möglichkeit hatte zum Hausarzt zu kommen, forderte der Hausarzt für den Pat. einen RTW zur weiteren Abklärung an.

#### Lage:

Die Einsatzstelle befindet sich in der Patientenwohnung in einem Mehrfamilienhaus in einem Vorort von Gießen und ist ca. 15-20 Minuten Fahrzeit vom evangelischen Krankenhaus (= ev.KH) entfernt. Nächstes Notarzteinsatzfahrzeug (=NEF = Notarztzubringer) ist 10 Min entfernt, dieses ist aber in einem anderen Einsatz gebunden auf der A45.

#### Szenariostart:

Der Patient öffnet selbstständig die Tür und setzt sich direkt auf einen Stuhl/Sofa. Sie/Er beschreibt plötzlich zunehmende Dyspnoe und retrosternale Beschwerden. Diese Schmerzen strahlen in den linken Arm aus. Diese seien atemunabhängig, bewegungsunabhängig und auch nicht auf Druck auslösbar.

#### Anamnese:

Notfallsanitäter (=NotSan) bestätigt durch gezielte Anamneseerhebung (z.B. anhand ABCDE- & OPQRST-Schema) diese Symptome und stellt die Verdachtsdiagnose: „Akutes Koronarsyndrom/ ACS“

#### Vitalwerte (Beispielhaft)

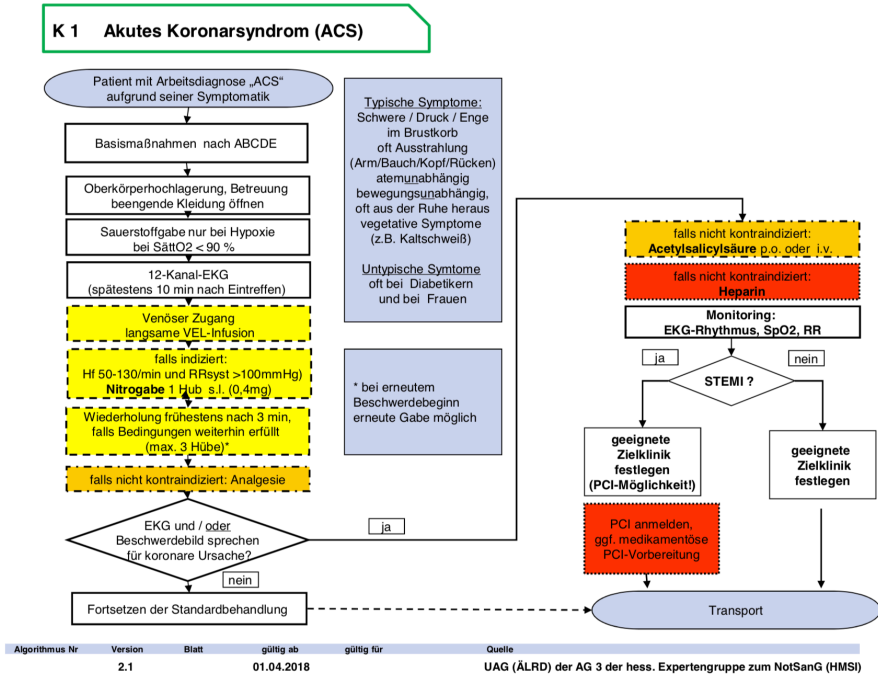
AF	SpO2	HF	RR	Temp.	BZ
20 /min	98 %	120 /min	140/90 mmHg	37,0 °	110 mg/dl

#### Maßnahmen:

Orientierend an den Algorithmen des Landes Hessen für NotSan (1) werden die Basismaßnahmen durch NotSan und Rettungssanitäter (=RettSan) durchgeführt

- 1.) Basismaßnahmen nach ABCDE, sowie 12-Kanal-EKG
- 2.) 12-Kanal EKG: keine signifikanten ST- Strecken Hebungen bei tachykarder Herzfrequenz von 110/min

- 3.) Nachforderung eines Notarztes zum ACS über die Leitstelle Gießen, sowie Anfrage nach regional verfügbaren Herzkatheter Laboren (=HKL) (z.B: IVENA Anmeldezahlen durchgeben am Dienst-Handy „PZC: 332-40-1“). Leitstelle Gießen meldet das ein HKL im ev KH zur Verfügung stünde, aber kein NEF zur Verfügung stünde außer eines überörtlichen Notarztes (ca.25 min entfernt). Leitstelle bietet an den Telenotarzt (=TNA) im ev KH zu alarmieren und diesen dem RTW zuzuschalten. RTW nimmt dieses Angebot an.
- 4.) Behandlung nach Algorithmus (siehe unten)

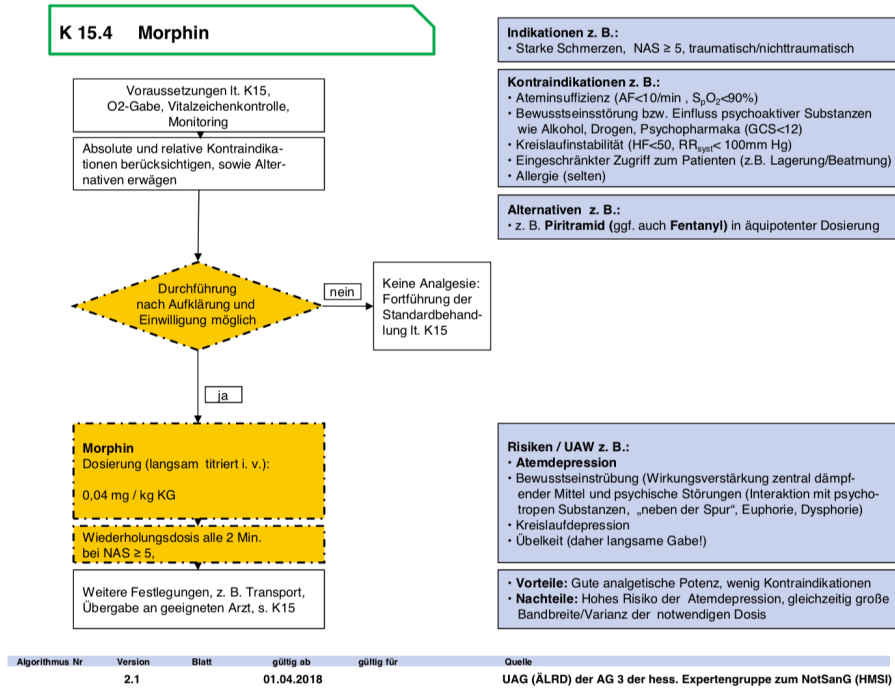


- 5.) Telenotärztin/Telenotarzt (Diensthabende(r) Internistin/Internist der zentralen Notaufnahme des ev. KH) schaltet sich zu.
- 6.) Übergabe des Patienten an TNÄ/TNA durch die RD Besatzung

AF	SpO2	HF	RR
17 /min	97 %	105 /min	130/90 mmHg

- 7.) Telenotarzt befragt nochmal den Patient kurz nach Symptomen (Thorakaler Druckschmerz, Schmerz-Ausstrahlung, Familiäre Genese, Vorerkrankungen) und befundet das 12-Kanal- EKG (anhand von Corpuls Web App).
- 8.) Telenotarzt stimmt der Diagnose des RD zu und weist den RD an ASS 250mg i.v., sowie Heparin 5000 i.E. i.v. zu geben. (1)

- 9.) Gabe eines Analgetikums möglich: Delegation an NotSan durch TNÄ/TNA  
 Morphin Dosierung 0,04mg/kgKG. Hier werden bei einem ca 80 kg schweren Pat. 3mg i.v. verabreicht. (1)

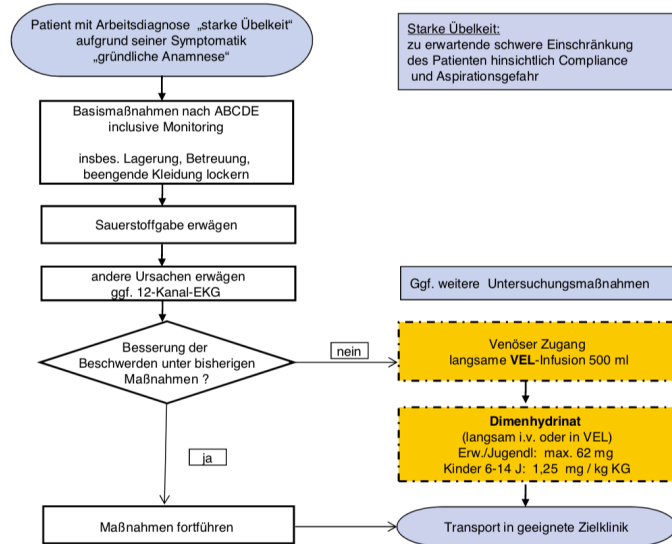


Vitalwerte

AF	SpO2	HF	RR
15 /min	96 %	100 /min	130/90 mmHg

- 10.) Nach Medikamentengabe könnte der Transport ins HKL des ev. KH. Veranlasst werden.
- 11.) Das HKL wird durch den Telenotarzt informiert und vorbereitet.
- 12.) Patient äußert weiter Schmerzen: Zur Zeit keine Besserung der thorakalen Schmerzen, weshalb der Telenotarzt anweist, weitere 3mg Morphin i.v. durch den NotSan verabreichen zu lassen.
- 13.) Zur Prophylaxe von Übelkeit durch Morphingabe weist der Telenotarzt an Dimenhydrinat (Vomex®) zugeben. 31mg = 5 ml (Halbe Ampulle) direkt i.v. und weitere 31mg = 5 ml in die Vollelektrolytlösung zu geben. (1)
- 14.) Nach letzter Medikamentengabe: Transport des Patienten durch den RD ins ev KH. Bei Bedarf/Komplikationen/etc. soll der RTW sich bei TNÄ/TNA melden.

## K 16 Starke Übelkeit



Algorithmus Nr. 2.1 | Version 2.1 | Blatt 01.04.2018 | gültig ab 01.04.2018 | gültig für UAG (ÄLRD) der AG 3 der hess. Expertengruppe zum NotSanG (HMSI) | Quelle

AF	SpO2	HF	RR
13 /min	98 %	90 /min	130/95 mmHg

### Medizinische Hintergrundinformationen zum Patienten

Männlicher Patient, ca 40 Jahre alt, ca 80 kg, 1,80m groß, langjähriger Einwohner eines Gießener Vorortes, Beruf: Handwerker

### SAMPLER

S Thorax Schmerz  
 A Allergie gegen Nüsse  
 M Keine Dauermedikation  
 P Keine Vorerkrankungen, Blinddarmentfernung in der Kindheit  
 L Letzte Mahlzeit morgens: Eine Tasse Kaffee & ein Brötchen  
 E Kein traumatisches Ereignis, plötzlicher Beginn der Brustschmerzen  
 R Raucher und familiäre Vorbelastung: Vater mit 40 Herzinfarkt

### Abkürzungen

AF	Atemfrequenz
BZ	Blutzucker
EKG	Elektrokardiogramm
Ev. KH	Evangelisches Krankenhaus Mittelhessen Gießen
HF	Herzfrequenz
IVENA	Interdisziplinärer Versorgungsnachweis
kgKG	Kilogramm Körpergewicht
NAS	Numerische Analogskala
NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
NotSan	Notfallsanitäter
PZC	Patientenzuweisungscode
RetSan	Rettungssanitäter
RR	Blutdruck
SpO2	Sauerstoffsättigung
Temp.	Körpertemperaturmessung auricular
TNÄ/TNA	Telenotärztin/ Telenotarzt
VAS	Visuelle Analogskala
ZNA	Zentrale Notaufnahme

### Quellen

- (1) Algorithmen zur Notfallversorgung, Lehrmeinung für die Notfallsanitäter-Ausbildung an den hessischen Rettungsdienstschulen, Hessisches Ministerium für soziales und Integration, <https://rettungsdienstschule-gelnhausen.de/algorithmus/Algorithmen-Notfallversorgung-NotSan.pdf>  
(25.06.19 14:10 Uhr)

## Erfassungsbogen U-Sim ETA Trial

### Erfassungsbogen - ETA

<i>Organisation</i>	<b>Einheit</b>	<b>Messwert</b>	
<b>Datum</b>	<i>dd.mm.yyyy</i>		
<b>Aufklärungsbogen unterschrieben?</b>		<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
<b>Datenschutzbogen unterschrieben?</b>		<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
<b>Szenario</b>	<i>Name auf Protokoll</i>		
<b>Versuch Nr</b>	<i>Fortlaufende Zahl</i>		
<b>Szenario Beginn</b>	<i>Uhrzeit (hh:min:sec)</i>		
<b>Szenario Ende</b>	<i>Uhrzeit (hh:min:sec)</i>		
<b>Anwendern Fragebogen zurückgegeben?</b>		<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein

<b>Medizinische Parameter</b>			
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Messwert</b>	
Diagnosestellung	<i>Uhrzeit (hh:min:sec)</i>		
Diagnosestellung	<i>Personal</i>	<input type="checkbox"/> RD	<input type="checkbox"/> TNA
Notarzttruf durch RD	<i>Uhrzeit (hh:min:sec)</i>		
Anforderung eines TNA?		<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Eintreffen TNA an Einsatzstelle	<i>Uhrzeit (hh:min:sec)</i>		
Entfernen TNA v. Einsatzstelle	<i>Uhrzeit (hh:min:sec)</i>		

<b>Maßnahmen/Interventionen</b>			
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Messwert</b>	
Invasive / heilkundliche Maßnahme durch RD <i>(Definition nach entsprechenden NotSan Algorithmen)</i>	<i>Uhrzeit (hh:min:sec)</i>	<b>1</b>	
		<b>2</b>	
		<b>3</b>	
		<b>4</b>	
		<b>5</b>	
		<b>6</b>	
Invasive / heilkundliche Maßnahme durch RD <i>(Definition nach entsprechenden NotSan Algorithmen)</i>	<i>Maßnahme (Art / Medikamentenname)</i>	<b>1</b>	
		<b>2</b>	
		<b>3</b>	
		<b>4</b>	
		<b>5</b>	
		<b>6</b>	
Invasive / heilkundliche Intervention <b>delegiert</b> über Telemedizin an RD	<i>Uhrzeit (hh:min:sec)</i>	<b>1</b>	
		<b>2</b>	
		<b>3</b>	
		<b>4</b>	
		<b>5</b>	
		<b>6</b>	
Invasive / heilkundliche Intervention <b>delegiert</b> über Telemedizin an RD	<i>Maßnahme (Art / Medikamentenname)</i>	<b>1</b>	
		<b>2</b>	
		<b>3</b>	
		<b>4</b>	
		<b>5</b>	
		<b>6</b>	

Invasive / heilkundliche Intervention <b>angeleitet</b> über Telemedizin an RD	Uhrzeit (hh:min:sec)	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
Invasive / heilkundliche Intervention <b>angeleitet</b> über Telemedizin an RD	Maßnahme (Art / Medikamentenname)	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	

Technische Parameter						
Parameter	Einheit	Messwert				
Technischer Ausfall	Anzahl & Beschreibung (Wo?)		Bild	Ton	RD	TNA
		1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technischer Ausfall	Uhrzeit (hh:min:sec) Beginn / Ende	1				
		2				
		3				
		4				
Führte der technische Ausfall zu einer Einschränkung im Einsatz	Ja/nein/sonstige		Ja	Nein	Sonstige	
		1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Wenn ja, welche?	Freitext					
Führte dieser Ausfall zur Patientengefährdung?	Ja/Nein/Sonstige		Ja	Nein	Sonstige	
		1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Patientengefährdung? Wenn ja welche?	Freitext					
Wurde der technische Ausfall kompensiert?	Ja / Nein/ Sonstige		Ja	Nein	Sonstige	
		1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Kompensation des technischen Ausfalls, wenn Ja, Beschreibung wie?	Freitext: Beispiel: Maßnahme der Reparatur/Ersatz (z.B.: Neustart Tablet durch RD)	1				
		2				
		3				
		4				

<b>RD-Algorithmus konformes Arbeiten</b>			
<i>Wie viele Punkte des Algorithmus abgearbeitet</i>	<i>Anzahl (entsprechend NotSan Algorithmus)</i>	Durchgeführt	
		Maximal möglich	
<i>Welche Punkte des Algorithmus <b>nicht</b> abgearbeitet</i>	<i>Maßnahme (Art / Medikamentenname) (entsprechend NotSan Algorithmus)</i>	<b>1</b>	
		<b>2</b>	
		<b>3</b>	
		<b>4</b>	
		<b>5</b>	
		<b>6</b>	

# Fragebogen zur System-Gebrauchstauglichkeit (SUS)

## Fragebogen zur System-Gebrauchstauglichkeit

1. Ich denke, dass ich das System gerne häufig benutzen würde.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Ich fand das System unnötig komplex.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Ich fand das System einfach zu benutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Ich glaube, ich würde die Hilfe einer technisch versierten Person benötigen, um das System benutzen zu können.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in diesem System waren gut integriert.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Ich denke, das System enthielt zu viele Inkonsistenzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit diesem System sehr schnell lernen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Ich fand das System sehr umständlich zu nutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Ich fühlte mich bei der Benutzung des Systems sehr sicher.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Ich musste eine Menge lernen, bevor ich anfangen konnte das System zu verwenden.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Fragen zum Anwender

<i>Anwender Parameter</i>						
<i>Frage</i>	<i>Bemerkung</i>	<i>Antwort</i>				
Datum	<i>Tag-Monat-Jahr</i>					
Alter	<i>Bitte in Jahren angeben</i>					
Geschlecht	<i>Bitte eins ankreuzen</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Männlich	Weiblich	Divers	Keine Angabe	
Höchste notfallmedizinische Ausbildung	<i>Bitte eins ankreuzen</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		NFS Azubi	RettSan	RettAss	NotSan	Notarzt
Berufserfahrung im RD	<i>Bitte in Jahren &amp; Monate angeben</i>					

## Feld für Kommentare / Kritik / Anregungen

# Protokoll einer Expertendiskussion

09.02.18      Konzeption eines telemedizinischen Systems im Rettungsdienst      JLU Gießen

## Expertendiskussion zur Konzeption eines Telenotarztsystems

---

### Teilnehmer

Seán O'Sullivan	Doktorand, Medizinstudent, Rettungsassistent und Notfallsanitäter
Prof. H. Schneider	Dekan FB Gesundheit THM, Institutsleitung medizinische Informatik JLU
Prof. F. Marx	Professur am FB Gesundheit, ehemaliger ärztlicher Leiter Rettungsdienst, Leitender Notarzt, Fachkrankenpfleger
N. Friedhoff	Leitung der Notaufnahme des evangelischen Krankenhauses Mittelhessen, Notärztin, Allgemeinmedizinerin
M. Krug	Kardiologie evangelische Krankenhaus Mittelhessen, Notarzt, Rettungsassistent
K. Eckhardt	Leitung IT Abteilung evangelisches Krankenhaus Mittelhessen

---

### Gemeinsam definierte Grundanforderungen

Grundanforderungen
Patientensicherheit
Datensicherheit
Niedrige Anschaffungskosten
Kosteneffizienz
Standardkomponenten
Einfache Installation
Einfache Bedienung
Vorhandene Webanwendung
Weltweit nutzbar

- Patientensicherheit (*Wichtigster Punkt*)  
Als wichtigster Punkt definiert worden, da es zu keiner Zeit und unter keinen Umständen zu einem Schaden eines Patienten kommen darf. Durch die Nutzung von Technik soll der aktuelle Patientenzustand mindestens bewahrt, im Idealfall verbessert werden
- Datensicherheit (*Wichtiger Punkt*)  
Alle Daten eines Patienten sind strengsten vertraulich zu behandeln und sind nur mit Zustimmung des Patienten nutzbar. Für die Anwendung eines Telemedizin Systems müssen die höchsten rechtlichen und technischen Standards genutzt werden die Aktuell vorhanden sind. Es soll nicht nur objektive Sicherheit erstellt werden, sondern auch ein subjektives Sicherheitsgefühl für den Patienten generieren, um keinen weiteren Stress in einer notfallmedizinischen Situation auszulösen.
- Niedrige Anschaffungskosten  
Ein begrenztes Budget im Gesundheitswesen stellt leider einen Flaschenhals für viele Innovationen und Neuerungen, insbesondere in der IT dar. Um möglichst zügig eine

praxisreife Lösung zu etablieren, müssen bei Auswahl der einzelnen Komponenten für das telemedizinische Konzept kosteneffektive Lösungen gewählt werden. Idealerweise können auch Techniken, Hardware, Software etc. aus anderen Wirtschaftsbereichen angewandt werden, sofern diese den hohen Standards im Gesundheitswesen entsprechen.

- Kosteneffizienz  
Der Nutzen eines telemedizinischen Konzeptes wird an der Steigerung der Effizienz im Vergleich zum aktuellen rettungsdienstlichen System gemessen. Steigende Notarzteinsätze, steigende Vorhaltezahlen an Material und Personal in der Präklinik und in den Notaufnahmen bei steigenden Patientenzahlen, Fachkräftemangel, sowie viele weitere nicht näher ausgeführte Gründe führen zu einer Überforderung und zu unnötigen Kosten im aktuellen Gesundheitssystem. Dementsprechend muss ein solches Konzept eine Entlastung der aktuellen Strukturen begünstigen.
- Standardkomponenten  
Sofern es zum Ausfall einzelner Komponenten kommt, muss gewährleistet werden, dass handelsübliche Bauteile verwendet werden. Damit kann durch angelerntes Personal eine Fehlerursachensuche durchgeführt werden und schnell eine Lösung erarbeitet werden. Durch Vermeidung hochspezialisierter Technik kann mit basalen technischen Kenntnissen eine Fehlerbehebung durchgeführt werden. Ebenfalls sind Ersatzteile einfacher zu integrieren
- Einfache Installation  
Grundlegende IT Kenntnisse aus dem Alltag sollten ausreichen um Hardware, Software, sowie weitere Technik installieren zu können, sofern ein solcher Bedarf besteht. Ebenfalls sollte das Verbinden einzelner Komponenten möglich sein ohne tiefgründige IT Kenntnisse.
- Einfache Bedienung  
Eine intuitive und einfache Bedienung sorgt für die schnellste Akzeptanz und höchste Zufriedenheit bei Anwendern. In einem sowieso schon geistig und körperlich hochanspruchsvollem Umfeld, bei unablässig ansteigenden Belastungen und einem medizinischen Bereich in dem jeder Fehler schwerwiegende Folgen hat, dürfen dem Anwender keine zusätzlichen Hindernisse gestellt werden.
- Vorhandene Webanwendung  
Eine vorhandene Anbindung an das Internet ermöglicht berechtigten Nutzern einen weltweiten direkten Zugriff. Durch diese örtliche Unabhängigkeit wird gewährleistet, dass eine direkte Korrespondenz mit Spezialisten innerhalb kürzester Zeit gewährleistet werden kann und eine möglichst breite Anwendung des Konzeptes gewährleistet werden kann.

- Weltweit nutzbar  
Ein Konzept, das eine grundlegende weltweite Anwendbarkeit ermöglicht, kann auch in anderweitig strukturierten Gesundheitssystemen genutzt und überprüft werden. Natürlich sind lokale und nationale Vorgaben bindend und erfordern eine entsprechende Spezifizierung, aber durch Anwendung des grundlegenden Konzeptes kann dem höheren Ziel einer weltweiten Effizienzsteigerung der Gesundheitssysteme gedient und eine bessere individuelle Patientenversorgung ermöglicht werden. Ebenfalls könnte durch die internationale Anbindung eine einfachere Konsultation von Spezialisten erfolgen. Insbesondere in grenznahen Regionen könnten damit bürokratische oder physische Hürden durch solch pragmatische technische Ansätze überwunden werden.
  
- Nutzung vorhandener Hard- und Software im Krankenhaus und Rettungsdienst  
Um die entstehenden Kosten für das jeweilige Material, die Schulung von Personal, die Instandhaltung etc. möglichst niedrig zu halten, sollten wenn möglich vorhandene Hardware und Software eingesetzt werden bzw. die Kosten in einem möglichst niedrigen Bereich gehalten werden. Daher sollten die Anwendung eines telemedizinischen Systems in vorhandene IT Strukturen eingebettet werden und marktübliche Hardware und Softwarelösungen verwenden.

## 12 Publikationsverzeichnis

### **The Journal of Medicine Access**

O'Sullivan SF, Schneider H. Developing telemedicine in Emergency Medical Services: A low-cost solution and practical approach connecting interfaces in emergency medicine. The Journal of Medicine Access. 2022;6. doi:10.1177/27550834221084656

### **Deutscher Interdisziplinärer Notfallmedizin Kongress (DINK) 2021**

O'Sullivan SF, Weirich S, Friedl T, Schneider H. Endet die Telemedizin beim Telenotarzt Konzept? Emergency Talk Networks – Ein Konzept für ein lokales digitales Notfallnetzwerk von morgen. Anästh Intensivmed. März 2021;62(Supplement Nr. 5):S90–1.

### **Deutsche Gesellschaft Interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin Jahrestagung (DGINA) 2021**

O'Sullivan SF, Weirich S, Friedl T, Schneider H. Emergency Talk Application (ETA) – Results of an ongoing simulation and usability trial (U-Sim-ETA) | Digitale Vernetzung von Sektoren in der Notfallversorgung. In: 16 DGINA Jahrestagung Abstractband [Internet]. Kassel: DGINA; 2021 [zitiert 12. Juni 2022]. S. 22–3. Verfügbar unter: [https://www.dgina-kongress.de/fileadmin/congress/media/dgina2021/pdf/DGINA\\_2021\\_Abstractband.pdf](https://www.dgina-kongress.de/fileadmin/congress/media/dgina2021/pdf/DGINA_2021_Abstractband.pdf)

### **Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS) 2021**

O'Sullivan SF, Weirich S, Schneider H. A Low-Cost Concept for Telemedicine in EMS in Giessen - Session #73 [Internet]. Presentation gehalten auf der: HIMSS21 Global Health Conference & Exhibition; 2021 Aug 10 [zitiert 12. Juni 2022]; Las Vegas, Nevada, USA. Verfügbar unter: [https://www.himss.org/sites/hde/files/handout-73\\_463.pdf](https://www.himss.org/sites/hde/files/handout-73_463.pdf)

### **Deutsche Gesellschaft Interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin Jahrestagung (DGINA) 2021**

O'Sullivan SF, Schneider H. Konzeption eines telemedizinischen Systems in der präklinischen Versorgung von Patienten im Rettungsdienst. Anästh Intensivmed. März 2020;61(Supplement Nr. 5):S.88-S.90.

## **Weitere Informationen und Veröffentlichungen**

Emergency Talk Application (ETA) Projektwebsite

Link: <https://emergency-talk.com/>

Arbeitsgruppe Technologien in der Notfallmedizin

Link: <https://www.thm.de/ges/forschung/arbeitsgruppen/technologien-in-der-notfallmedizin>

Mobilität und Gesundheitsvorsorge im ländlichen Raum | Ringvorlesung „Verantwortung Zukunft“ (Live Stream vom 11.01.2023, dauerhaft online verfügbar )

Link: <https://youtu.be/BbZVnFBiNMg>

Eröffnung des eHealth Kompetenzzentrum und Vorstellung der Anwendung der Telemedizin im Rettungsdienst (vom 11.04.2018, ab 17:40 min, dauerhaft online Verfügbar)

Link: <https://www.hessenschau.de/tv-sendung/video-59330.html>

## 13 Danksagung

Herr Prof. Dr. Henning Schneider, Leiter des Institutes für medizinische Informatik am Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen möchte ich für die Überlassung dieses Themas bedanken. Insbesondere seine unermüdliche Unterstützung, Beratung und Offenheit sowie seine stetige Förderung und Fähigkeit Menschen für die Forschung, Anwendung und das Feld der medizinischen Informatik zu begeistern möchten ich mich bedanken.

Ebenso möchte ich mich bei den Mitarbeitenden, Studierenden und allen Unterstützenden der Arbeitsgruppe Technologien in der Notfallmedizin der Technischen Hochschule Mittelhessen des Fachbereichs Gesundheit, sowie des Instituts für medizinische Informatik des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen bedanken. Ohne Ihre tatkräftige Unterstützung wären die unterschiedlichen Konzepte, Versuche und Ergebnisse nicht in der Form zustande gekommen.

Unzählige weitere gute Menschen, insbesondere Freunde und Kollegen, haben mich stets unterstützt, sowie ein offenes Ohr gehabt. Durch Ihre Begeisterung, Motivation aber auch kritischen Diskussionen haben sie mich stets ermutigt diese Arbeit weiter zu verfolgen.

Ohne meine Familie und Partnerin wäre mein akademischer und beruflicher Werdegang und insbesondere diese Arbeit nicht in dieser Form entstanden. Die stetige Unterstützung in allen Lebenslagen, sowie die Herausforderungen des Alltags begleiten einen immer und können nur gemeinsam gemeistert werden. Dafür bedanke ich mich zutiefst!

Ebenso bei meinen besonderen vierbeinigen Freunden. Ohne die täglichen Gassi- und Spaziergänge wären einige Ideen oder Lösungen so nie entstanden. Danke dafür!