

publiziert bei:	 AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin
-----------------	---

AWMF-Register Nr.	001/037	Klasse:	2e
--------------------------	----------------	----------------	-----------

Telemedizin in der prähospitalen Notfallmedizin

S2e-Leitlinie der

Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI)

und

Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V. (APS)

Bundesverband der Ärztlichen Leitungen Rettungsdienst Deutschland e.V. (BV ÄLRD)

Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands e.V. (BAND)

Deutscher Berufsverband Rettungsdienst e.V. (DBRD)

Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin e.V. (DGIM)

Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V. (DGK)

Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. (DGKJ)

Deutsche Gesellschaft für Neurologie e.V. (DGN)

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (DGOU)

Deutsche Gesellschaft für Rettungsdienst und präklinische Notfallversorgung e.V. (DGRN)

Deutsche Gesellschaft für Telemedizin e.V. (DGTelemed)

Deutsche Gesellschaft für Interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin e.V. (DGINA)

Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V. (DIVI)



Herausgeberin der Leitlinie und federführende Fachgesellschaft

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI)
Neuwieder Str. 9
90411 Nürnberg
Tel.: 0911 / 933 78-0
E-Mail: dgai@dgai-ev.de

Kontakt

Prof. Dr. med. Stefan K. Beckers (Leitlinienkoordination)
Klinik für Anästhesiologie,
Uniklinik RWTH Aachen
Pauwelsstr. 30
52074 Aachen
ars@ukaachen.de

Zitierweise

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI): S2e-Leitlinie
Telemedizin in der prähospitalen Notfallmedizin (AWMF Registernummer 001–037), Version
2.0 (04.07.2025), verfügbar unter <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/001-037>.
Zugriff am 04.07.2025.

Schlüsselwörter/Keywords

Schlüsselwörter: Prähospitaler Notfallversorgung, Rettungsdienst, Telenotfallmedizin,
Telenotarzt

Keywords: Pre-hospital emergency care, Emergency Medical Service, tele-emergency
medicine, tele-emergency physician

Was gibt es Neues?

Bei der vorliegenden Leitlinie handelt es sich um die erstmalige Erstellung einer evidenzbasierten S2e-Leitlinie zur „Telemedizin in der prähospitalen Notfallmedizin“. Sie stellt eine methodische und inhaltliche Neuentwicklung gegenüber der gleichnamigen S1-Leitlinie aus dem Jahr 2015 dar.

Die neue Leitlinie basiert auf einer systematischen Literaturrecherche, strukturierter Evidenzbewertung und formalen Konsensusverfahren gemäß dem Regelwerk der AWMF. Im Unterschied zur Vorgängerversion wurden keine Empfehlungen aus der S1-Leitlinie übernommen. Sämtliche Empfehlungen der vorliegenden Leitlinie wurden neu entwickelt, methodisch fundiert und konsentiert.

Neben dem methodischen Upgrade wurden neue Themenbereiche aufgenommen, die in der S1-Leitlinie noch keine Berücksichtigung fanden – insbesondere auf Basis zwischenzeitlich veröffentlichter wissenschaftlicher Evidenz, technischer Entwicklungen sowie praktischer Erfahrungen aus der Anwendung von Telenotarzt-Systemen in mehreren Bundesländern.

Darüber hinaus enthält die Leitlinie erstmals sogenannte „Good Clinical Practice Points (GPP)“, die für praxisrelevante Fragestellungen ohne belastbare Evidenz entwickelt und konsentiert wurden.

Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Leitlinie das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Leitlinie verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

Inhaltsverzeichnis

HERAUSGEBERIN DER LEITLINIE UND FEDERFÜHRENDE FACHGESELLSCHAFT.....	3
WAS GIBT ES NEUES?	4
0. GELTUNGSBEREICH UND ZWECK	7
0.1 ZIELSETZUNG UND FRAGESTELLUNG	7
0.2 VERSORGBEREICH	7
0.3 PATIENTENZIELGRUPPE	7
0.4 ADRESSATEN	7
0.5 WEITERE DOKUMENTE ZU DIESER LEITLINIE	7
0.6 BEISPIELHAFTE FORSCHUNGSFRAGEN	8
PRÄAMBEL.....	9
1. TECHNIK.....	14
2. SYSTEMSTRUKTUR	30
3. VERSORGBEFELDER	52
4. ZUSAMMENSETZUNG DER LEITLINIENGRUPPE	77
4.1 LEITLINIENKOORDINATION/ANSPRECHPARTNER.....	77
4.2 BETEILIGTE FACHGESELLSCHAFTEN UND ORGANISATIONEN.....	78
4.3 PATIENTEN-/BÜGERBETEILIGUNG	83
4.4 METHODISCHE BEGLEITUNG.....	83
5. INFORMATIONEN ZU DIESER LEITLINIE	84
5.1 METHODISCHE GRUNDLAGEN.....	84
5.2 SYSTEMATISCHE RECHERCHE UND AUSWAHL DER EVIDENZ.....	84
5.3 KRITISCHE BEWERTUNG DER EVIDENZ.....	84
5.4 KONSENSFINDUNG	84
5.5 EMPFEHLUNGSGRADUIERUNG UND FESTSTELLUNG DER KONSENSSTÄRKE	85
6. REDAKTIONELLE UNABHÄNGIGKEIT	86
6.1 FINANZIERUNG DER LEITLINIE	86
6.2 DARLEGUNG VON INTERESSEN UND UMGANG MIT INTERESSENKONFLIKTEN	86
7. VERABSCHIEDUNG	87
8. GÜLTIGKEITSDAUER UND AKTUALISIERUNGSVERFAHREN	88

9. VERWENDETE ABKÜRZUNGEN..... 89

10. LITERATURVERZEICHNIS 91

0. Geltungsbereich und Zweck

0.1 Zielsetzung und Fragestellung

Sicherung der notfallmedizinischen Versorgung in der Fläche; effizienterer Ressourceneinsatz konventioneller Notärzte; Steigerung der Leitlinienadhärenz und hieraus resultierende optimierte Versorgungsqualität.

Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung in der Notfallmedizin (insbesondere in strukturschwachen, ländlichen Regionen)

0.2 Versorgungsbereich

Diagnostik und Therapie, prähospital

0.3 Patientenzielgruppe

Erwachsene, Kinder/Jugendliche

Notfallpatienten (kritisch kranke und verletzte Patienten; nicht lebensbedrohlich erkrankte oder verletzte Patienten)

0.4 Adressaten

Notärzte, Leitende Notärzte, Notfallmediziner, Rettungsdienstfachpersonal, Träger des Rettungsdienstes

0.5 Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie

- Leitlinienreport mit Evidenztabellen
- Kurzversion

Abzurufen unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/001-037#anmeldung>

0.6 Beispielhafte Forschungsfragen

Es besteht eine Vielzahl an Forschungsfragen und bisher wenig hochwertige Evidenz für spezifische Detailfragen. Aus diesem Grund wurde in der Methodik der systematischen Literaturrecherche eine weitreichende Suchstrategie gewählt und kein Ausschluss auf Grund der Studienqualität durchgeführt. Ausführliche Beschreibungen finden sich im Leitlinienreport. Nachfolgend ist eine exemplarische Auswahl an Forschungsschwerpunkten aufgeführt.

- Technische Umsetzung von Telemedizin in der prähospitalen Notfallmedizin
 - Netzabdeckung/Übertragungsqualität
 - Vitaldatenübertragung
 - Sonografie-Übertragung
 - Videoübertragung
- Versorgungsfelder mit Inanspruchnahme von Telekonsultationen
 - Kardiologische Notfälle (Akutes Koronarsyndrom, Herzrhythmusstörungen, EKG-Beurteilung)
 - Neurologische Notfälle (insbesondere Schlaganfall)
 - Akute Schmerzen (traumatologisch/nicht-traumatologisch)
- Rahmenbedingungen für telenotfallmedizinische Anwendungen
 - Qualifizierung von Personal
 - Patientensicherheit
 - Anwenderakzeptanz
 - Einfluss auf Rettungsdienst-Merkmale (Ressourcennutzung, Diagnosequalität, Transportraten etc.)

Das angewandte PICO-Format wird nachfolgend an Hand eines ausgewählten **Beispiels** aufgeführt.

Tabelle 1: Beispielhaftes PICO-Format

Population	Patienten jeden Alters, jeden Geschlechts, jeder Merkmalsausprägung mit akuten Schmerzen, welche die prähospitaler Notfallversorgung (den Rettungsdienst) in Anspruch nehmen
Intervention	Durchführung einer telenotfallmedizinischen Konsultation im Rahmen der Versorgung
Comparator	Andere Versorgung (ohne telenotfallmedizinische Konsultation oder mit andersartiger Unterstützung z.B. Callback)
Outcome	Erfolg und Sicherheit der Analgesie

Aus vielen offenen Schwerpunktthemen konnte im Rahmen des Leitlinienprozesses zukünftiger Forschungsbedarf identifiziert werden. Dieser wird in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

Präambel

Hintergrund & Ziele der Leitlinie

In der prähospitalen Notfallversorgung etablieren sich in Deutschland aktuell Telenotarzt-Systeme und Konzepte in unterschiedlichen Ausprägungen und Reifegraden. Sowohl durch den Gemeinsamen Bundesausschuss (GBA), als auch auf der Ebene verschiedener Bundesländer wurde die Etablierung dieser ergänzenden Versorgungsstruktur befürwortet oder inzwischen in den gesetzlichen Regelungen verankert.^{1,2} Grundlage dafür bildeten die positiv bewerteten GBA-Projekte Land| Rettung³ und Telenotarzt Bayern⁴ sowie die Erfahrung etablierter Telenotarztstandorte und der bisher publizierten wissenschaftlichen Beiträge.

„Es wird empfohlen, die im Projekt Telenotarzt Bayern (O1NVF16013) erzielten Erkenntnisse an die Gesundheitsministerien der Länder weiterzuleiten. Die Gesundheitsministerien der Länder werden gebeten, auf Basis der Erkenntnisse aus dem Projekt zu prüfen, ob die Etablierung eines Telenotarzt-Konzepts im jeweiligen Bundesland sinnvoll ist und, ob in diesem Zusammenhang eine Reform der bestehenden rettungsdienstlichen Gesetze auf Landesebene notwendig ist.“⁴

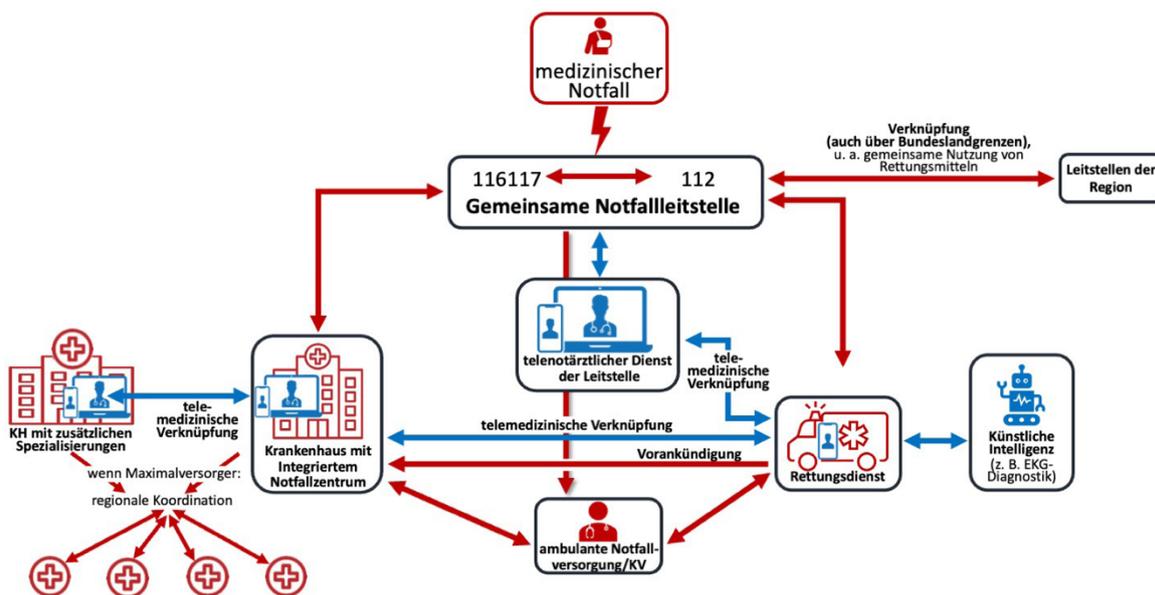


Abbildung 1: Netzwerk und telemedizinische Verknüpfungen im Rettungswesen⁵

Aus der zunehmenden Verbreitung und Ausdifferenzierung der Systeme resultiert neben einem hohen Bedarf des Austausches zwischen den Standorten auch der Bedarf an wissenschaftlich basierten Empfehlungen sowie einheitlichen Definitionen im Themenfeld der an Bedeutung gewinnenden prähospitalen Telenotfallmedizin.

Die vorliegende S2e-Leitlinie stellt mit ihren 21 evidenzbasierten Empfehlungen und 9 Good Clinical Practice Points (GPP) als Weiterentwicklung der vorhergehenden gleichnamigen S1-(Struktur)Empfehlung eine erste evidenzbasierte Leitlinie für die prähospital telenotfallmedizinische Versorgung dar. Hierbei stehen vor allem die Fortentwicklung der bestehenden rettungsdienstlichen Strukturen und der bedarfsgerechte Ressourceneinsatz sowie die

Verbesserung der Patientenversorgung und -sicherheit durch evidenzbasierte Empfehlungen im Fokus.

Für die Entwicklung der Leitlinie konnte die von der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) beauftragte Leitlinienkoordination ein interdisziplinäres und interprofessionelles Konsortium aus insgesamt neun (weiteren) Fachgesellschaften, vier Berufsverbänden und Interessensgruppenvertretungen sowie fünf Experten aus dem Themenfeld der Notfallmedizin und Telenotfallmedizin zusammenstellen. Die eingehende Auseinandersetzung mit der Literatur konnte ergänzend zukünftige Forschungsbedarfe identifizieren.

Rahmenbedingungen der vorliegenden Empfehlungen

Die hier konsentierten Schlüsselempfehlungen sind im Kontext der in Deutschland bestehenden rettungsdienstlichen Versorgungsstrukturen zu betrachten. Insbesondere müssen geltende Regularien und gesetzliche Grundlagen vor allem der für den Rettungsdienst zuständigen Bundesländer sowie Anforderungen an den Datenschutz lokal umgesetzt und eingehalten werden. Die Rechtsgutachten - insbesondere von Katzenmeier und Fehn⁶, beschreiben die grundlegenden rechtlichen Rahmenbedingungen für die Implementierung und den Betrieb von Telenotarzt-Systemen. Des Weiteren wurde 2020 eine Erweiterung um die Themen Notfallsanitätäergesetz (NotSanG) und Datenschutzgrundverordnung (DGSVO) durch Katzenmeier eingebracht.⁶

Die telemedizinische Versorgung von prähospitalen Notfallpatienten stellt eine Ergänzung in einem Rettungsdienstsystem dar, welches in den vergangenen Jahren zunehmendem Druck und Herausforderungen in Infrastruktur- und Personalfragen ausgesetzt ist. Die Telenotfallmedizin hat Potenzial den physischen Notarzt für ein breites Einsatzspektrum durch die Möglichkeit einer Telekonsultation zu ersetzen und damit die Ressource Notarzt zielgerichteter einzusetzen. Telemedizin darf zudem das eigenständige und eigenverantwortliche Handeln von Notfallsanitätern nicht einschränken, welche nach dem Notfallsanitätäergesetz (NotSanG) festgelegte und erlernte medizinischen Maßnahmen beherrschen und somit zur Wirkung bringen sollen.⁷

Des Weiteren wird die rettungsdienstliche Verantwortlichkeit in den Rettungsdienstgesetzen der Bundesländer geregelt, welche zumeist Trägern der Rettungsdienste die Verantwortung für medizinische Ressourcenzuweisung in der Notfallrettung im Sinne der kommunalen Selbstverwaltung übertragen, in dem diese Indikationskataloge festlegen, nach welchen die Alarm- und Ausrückeordnungen lokal umgesetzt werden. Daher sollten die vorliegenden Empfehlungen auf lokaler Ebene überprüft und im Kontext der Ausprägung des verfügbaren telenotfallmedizinischen Systems betrachtet werden. In der Auffassung der Leitliniengruppe sollte in diesem Zusammenhang weniger von vorgegebenen Telenotarzt*indikationen* sondern vielmehr von einem möglichen Einsatzspektrum für ein Telenotfallmedizin-System ausgegangen werden. Das behandelnde Rettungsteam vor Ort kann so nach eigenem Ermessen die Unterstützung des Telenotarztes in Form einer Telekonsultation einholen.

Die während des Leitlinienprozesses verabschiedete Anpassung des Betäubungsmittelgesetzes (BtmG) von Juli 2023 beeinflusst ebenfalls den Handlungsrahmen der Notfallsanitäter und darf nicht unerwähnt bleiben. Diese besagt, dass „Abweichend von Absatz 1 die in Anlage III bezeichneten Betäubungsmittel durch Notfallsanitäter im Sinne des NotSanG ohne vorherige ärztliche Anordnung im Rahmen einer heilkundlichen Maßnahme

verabreicht werden dürfen, wenn diese nach standardisierten ärztlichen Vorgaben handeln, ein Eintreffen eines Arztes nicht abgewartet werden kann und die Verabreichung zur Abwendung von Gefahren für die Gesundheit oder zur Beseitigung oder Linderung erheblicher Beschwerden erforderlich ist.“

Weiterführend ist nach Absatz 2 dafür erforderlich, dass die standardisierten ärztlichen Vorgaben

1. den handelnden Notfallsanitätern in Textform vorliegen,
2. Regelungen zu Art und Weise der Verabreichung enthalten und
3. Festlegungen darüber treffen, in welchen Fällen das Eintreffen eines Arztes nicht abgewartet werden kann.

Aus dieser gesetzlichen Änderung ergeben sich insbesondere für den Rechtsrahmen der Opioid-Anwendungen im Rettungsdienst in Zukunft neue Rahmenbedingungen, welche in den Jahren, aus denen die Literatur dieser Leitlinie entspringt, noch nicht bestanden. Dies wird bei den entsprechenden vorliegenden Empfehlungen diskutiert und berücksichtigt.

Definitionen

Gemäß der AG Telemedizin der Bundesärztekammer ist *„Telemedizin ein Sammelbegriff für verschiedenartige ärztliche Versorgungskonzepte, die als Gemeinsamkeit den prinzipiellen Ansatz aufweisen, dass medizinische Leistungen der Gesundheitsversorgung der Bevölkerung in den Bereichen Diagnostik, Therapie und Rehabilitation sowie bei der ärztlichen Entscheidungsberatung über räumliche Entfernungen (oder zeitlichen Versatz) hinweg erbracht werden. Hierbei werden Informations- und Kommunikationstechnologien eingesetzt.“*⁸

Die Nutzung entsprechender Ressourcen im Sinne einer ausschließlichen Fernbehandlung sind seit 2020 auch in der (Muster-)Berufsordnung für Ärzte (MBO-Ä) in § 7 Abs. 4 Satz 3 legitimiert: *„Eine ausschließliche Beratung oder Behandlung über Kommunikationsmedien ist im Einzelfall erlaubt, wenn dies ärztlich vertretbar ist und die erforderliche ärztliche Sorgfalt insbesondere durch die Art und Weise der Befunderhebung, Beratung, Behandlung sowie Dokumentation gewahrt wird und der Patient auch über die Besonderheiten der ausschließlichen Beratung und Behandlung über Kommunikationsmedien aufgeklärt wird.“*⁹

Der **Telenotarzt (TNA)** stellt in seiner Funktion als Rettungsmittel eine ärztliche Ressource dar, welche auf Anforderung umgehend zur Unterstützung des vor Ort befindlichen Rettungsteams in den Einsatz hinzugezogen werden kann. Dabei ist ein Telenotarzt *„ein in der prähospitalen Notfall- und Rettungsmedizin erfahrener Arzt, welcher mit Hilfe von Audio-, Vitaldaten-, Foto- und ggf. Videoübertragung in Echtzeit Patienten im Rettungsdienst mitversorgt“*.¹⁰ In seiner Rolle als reguläres Einsatzmittel werden hier die gleichen Grundprinzipien und Handlungsmaximen angenommen wie für jede andere rettungsdienstliche Ressource. Dazu zählen unter anderem Prinzipien der Medikamentensicherheit, wertschätzenden und zielgerichteten Kommunikation, Einsatz- und Patientensicherheit etc.

Die **Telenotfallmedizin** verfolgt dabei das Ziel, als anerkannte Ergänzung zu den bestehenden Rettungsmitteln im individuellen Bedarfsfall durch schnelle Verfügbarkeit das vor Ort befindliche Rettungsteam zu unterstützen und damit die Versorgungssicherheit zu erhöhen und das arztfreie Intervall zu reduzieren. Der sinnvolle Einsatz telenotfallmedizinischer

Systeme kann dadurch die Verfügbarkeit „physischer“ Notärzte für die Fälle erhöhen, in denen eine Präsenz vor Ort auch weiterhin erforderlich sein wird und somit die Leistungsfähigkeit des Rettungsdienstes steigern, gleichzeitig aber dabei helfen unnötige Einsätze physischer Notärzte zu vermeiden.

Im Fall eines medizinischen Notfalls entsendet die zuständige Leitstelle eine rettungsdienstliche Ressource, im Regelfall mindestens bestehend aus einem Rettungswagen (RTW). Das auf dem RTW befindliche Personal stellt das **Rettungsteam** für diesen Einsatz und agiert trotz unterschiedlicher bestehender Qualifikationen und Erfahrung als ein Team zur Versorgung des Patienten. Je nach Erfordernis kann es weitere Rettungsmittel wie das Notarzteinsatzfahrzeug (NEF) oder auch einen Telenotarzt in den Einsatz hinzuziehen, welche dann ebenfalls Teil des Rettungsteams werden.

Im Fall einer Arzt-Arzt Konsultation zwischen Notarzt und Telenotarzt handelt es sich um eine Beratung im Sinne einer Zweitmeinung durch den Telenotarzt, da entsprechend der Auffassung der Rechtsgutachten nach Katzenmeier und Fehn⁶ die Verantwortung für den Patienten bei dem vor Ort befindlichen Arzt bleibt. Dies ist unabhängig von Ausbildungsstand, Erfahrung oder beruflicher Funktionsstellung.

Die **rettungsdienstliche Telekonsultation** wird aufgefasst als der operative Teilprozess der direkten Kontaktaufnahme zwischen Rettungsteam und Telenotarzt, bei dem zwei oder mehr Beteiligte Daten und Informationen zu einem Rettungseinsatz austauschen. Sie ist Teil der **telenotfallmedizinischen Unterstützung**, welche sich ein im Einsatz vor Ort befindliches Rettungsteam bei einem Telenotarzt in einem Telenotarzt-System einholen kann.

Neben der telemedizinischen Anbindung einer notärztlichen Ressource findet auch in weiteren Fachrichtungen die Etablierung von **spezifischen telemedizinisch angebotenen Konsilärzten** statt. Insbesondere in der Neurologie und Kardiologie bestehen etablierte, evidente telemedizinische Konzepte, welche für spezifische Notfall-Fragestellungen hinzugezogen werden können. Im Rahmen der Implementierung von Telenotarzt-Systemen ist es sinnvoll, eine Vernetzung bzw. Integration von weiteren verfügbaren Telekonsildiensten spezialisierter Fachrichtungen strukturell zu berücksichtigen.

Gültigkeit

Die dargestellten Empfehlungen beziehen sich in der Regel auf ein Umfeld mit Verfügbarkeit eines Telenotarzt-Systems. Hier bietet die Leitlinie die Chance sowohl dem Rettungsteam vor Ort, als auch den aus der Ferne beteiligten Telenotärzten Handlungssicherheit zu verschaffen. Eine lokal praktizierte, oft auf menschlichen Netzwerken basierende, telefonische Einsatzberatung (Callback), welche bisher oft die einzige Alternative bei Fragen, Problemen oder medizinischem Unterstützungsbedarf jedoch fehlender Verfügbarkeit eines Arztes darstellte, kann zukünftig von umfänglichen, rechts- und patientensicheren Systemen abgelöst werden.

Weiterhin bleibt anzumerken, dass die Empfehlungen zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Leitlinie dem aktuellen Stand der Wissenschaft entsprechen. Auf Grund des raschen Wachstums und stetiger Forschung hat die AWMF eine Gültigkeit von maximal fünf Jahren für Leitlinien festgelegt. Die DGAI bemüht sich um regelhafte und rechtzeitige Aktualisierung der

Leitlinien, jedoch sollte bei der Anwendung einer Leitlinie die Gültigkeit der Empfehlungen mit dem aktuellen Stand der Wissenschaft abgeglichen werden.

Die Mitglieder des Leitlinienkonsortiums erhielten keine Vergütung für Ihre Tätigkeit. Sowohl Erklärungen zu Interessenkonflikten, als auch die Methodik der Leitlinienerstellung, Evidenzfindung sowie des Konsensverfahrens sind in separaten Dokumenten im Detail beschrieben und bei der AWMF herunterzuladen.

Literatur

Das Leitlinienkonsortium verfolgte im Rahmen der systematischen Literaturrecherche das Ziel, wissenschaftliche Erkenntnisse mit Einfluss auf die prähospitalen Notfallversorgung durch den Rettungsdienst einzuschließen. Dabei ist die gängige Kernfragestellung der verfügbaren Literatur die Frage der sicheren Anwendbarkeit (technisch, medizinisch und praktisch), Nicht-Unterlegenheit oder Überlegenheit im Sinne einer schnelleren Verfügbarkeit einer Telekonsultation für einen bestimmten definierten Anwendungsfall, ohne dabei ein erhöhtes Risiko für die Patientenversorgung in Kauf zu nehmen. Die Methodik der systematischen Literaturrecherche wird ausführlich in einem Methodendokument zur Leitlinie beschrieben. Ergänzend wurde verfügbare sog. *Graue* Literatur mit Stellenwert zur Thematik (z.B. Rechtsgutachten, GBA-Berichtswesen) in die jeweilige Diskussion eingebracht und kann dem Literaturverzeichnis entnommen werden.

Insbesondere in den Fachbereichen der Tele-Kardiologie und Tele-Neurologie besteht eine Überschneidung mit den jeweiligen Leitlinien der fachspezifischen Versorgung und kann dort weitergehend nachgelesen werden. In dieser Leitlinie konzentrieren sich die Empfehlungen auf den Anwendungsfall der prähospitalen Notfallversorgung im Rettungsdienst.

Das Leitlinienkonsortium dankt der DGAI für die Initiierung des Prozesses sowie der AWMF für die Betreuung des Erstellungsprozesses und hofft, dass diese erste Version einer evidenzbasierten Leitlinie für Telemedizin in der prähospitalen Notfallmedizin Berücksichtigung bei der Implementierung von Telenotarzt-Systemen in Deutschland findet.

1. Technik

Technik
Koordinierende Autoren:
T. Carduck, S.K. Beckers
Autoren:
T. Luiz, P. Brinkrolf, D. Fischer, D. Overheu, T. Carduck, S.K. Beckers

Technische Grundlagen

Telenotfallmedizin findet in einem komplexen technischen Umfeld statt, und ihre Möglichkeiten und weitere Entwicklung werden in hohem Maße durch die verfügbare Technologie beeinflusst. Zum besseren Verständnis dieser Rahmenbedingungen wird nachfolgend ein Überblick über die Mobilfunktechnologie gegeben.

Mobilfunkstandards

Anfang der Neunziger Jahre des 20. Jahrhunderts wurde der Mobilfunkstandard GSM (Global System for Mobile Communications) für digitale Mobilfunknetze eingeführt. GSM war primär v.a. für Telefonate, SMS, die seinerzeit noch stark verbreitete FAX-Übertragung und die Datenübertragung mit sehr niedriger konstanter Übertragungsrate gedacht. In der Folgezeit wurde GSM in mehreren Schritten um die sog. paketorientierte Datenübertragung mit immer höheren Bandbreiten erweitert. Die über die Jahre stetig leistungsfähigeren 3G-Netze wurden in Deutschland bis Ende 2021 aufgrund der breiteren Verfügbarkeit der 4G-Netze abgeschaltet. Die mit der 4G-Technologie verfügbaren Übertragungsbandbreiten decken die Bedürfnisse heutiger telenotfallmedizinischer Anwendungen im Wesentlichen ab.

Die bislang jüngste Entwicklungsstufe 5G, d.h. die fünfte Mobilfunkgeneration, bietet neben nochmals höheren Übertragungsbandbreiten den Vorteil einer deutlich kürzeren Latenzzeit (5G: ca. 1 ms versus 4G: 10–100 ms). Diese liegt unter der Reaktionszeit des menschlichen Gehirns und ermöglicht erstmals eine wirkliche Echtzeitkommunikation. Ein möglicher Anwendungsfall in der Telemedizin ist die Unterstützung bei der Durchführung invasiver, z.B. ultraschall- oder augmented reality-gestützter Verfahren. Erste notfallmedizinische Forschungsvorhaben unter Nutzung der 5G-Technologie wurden bereits begonnen.^{11,12}

Tabelle 2 stellt die verschiedenen Mobilfunkstandards im Überblick dar. Aktuell sind in Deutschland drei große Netzbetreiber tätig, deren Netze durch eine Vielzahl an Mobilfunkanbietern genutzt werden. Ein vierter Netzbetreiber befindet sich aktuell im Netzaufbau. Die in der Tabelle genannten Übertragungsraten sind theoretisch mögliche Maximalwerte, die in der Praxis häufig nicht erreicht werden. Je nach Mobilfunkvertrag stellt der Anbieter den Kunden u.U. auch nur eine deutlich unter den o.g. Werten liegende Bandbreite bereit. Zudem variieren die Angaben teilweise je nach Quelle. Relevante Faktoren für die reale Übertragungsraten sind v.a. die Anzahl der in einer Mobilfunkbasisstation aktuell eingebuchten Benutzer, die Signalstärke bzw. Entfernung zur nächsten Basisstation, die technische Ausstattung des mobilen Endgerätes und zahlreiche weitere Faktoren. So wurde seitens der Regulierungsbehörden für den 5G-Standard eine Kapazität je Basisstation von 20

Gbit/sec. im Downlink^{1*} und 10 Gbit/sec. im Uplink^{2*} vorgegeben. Diese müssen sich jedoch alle in dieser Basisstation eingebuchten Teilnehmer/mobilen Endgeräte teilen. Die realen mittleren Downlinkraten liegen daher z.B. bei 5G-Netzen bei ca. 300 Mbit/sec. und bei ca. 150 Mbit/sec. bei 4G/LTE-Netzen. Die Uplinkraten liegen etwas um den Faktor 3–5 niedriger. Bei der Kommunikation über Satellitenfunknetze reicht die Übertragungsbandbreite je nach Gerät und Vertrag von wenigen kbit/sec. bis zu ca. 10 Mbit/sec. im Downlink und ca. 1 Mbit/sec. im Uplink.

Tabelle 2: Übersicht der Mobilfunkgenerationen

Mobilfunk-generation	Bezeichnung	Abkürzung	Übertragungsrate (Downlink/Uplink)	Flächen-deckung (Deutschland)
2G	General Packet Radio Service	GPRS	55 /36 kbit/sec.	99,8 %
2,5G	Enhanced Data Rates for GSM Evolution	EDGE	220 /110 kbit/sec.	
3G	Universal Mobile Telecommunications System	UMTS	384 / 128 kbit/sec.	Nicht mehr verfügbar
„3.5G“	High Speed Packet Access	HSPA	14,4 Mbit/5,8 Mbit/sec.	Nicht mehr verfügbar
„3.9G“	High Speed Packet Access Plus, release 10	HSPA+	168,8 / 23 Mbit/sec.	Nicht mehr verfügbar
4G	Long Term Evolution	LTE	300 / 50 Mbit/sec. u. U. noch darüber	97,4 %
5G			Theoretisch 2.000 / 150 Mbit/sec. In der Praxis deutlich niedriger	Ca. 90,6 % (5G stand-alone) bzw. 92,5 % (gesamte 5G-Versorgung)

Netzabdeckung

Je nach Quelle werden unterschiedliche Berechnungsverfahren angewandt. So geben die Netzbetreiber in der Regel den Abdeckungsgrad der Haushalte an, während die Bundesnetzagentur den Flächendeckungsgrad nennt. Letzterer ist für die Telenotfallmedizin v.a. bei Einsätzen außerhalb von Wohngebieten, sowie während des Transports von Bedeutung. Nachfolgend wird auf den Abdeckungsgrad in der Fläche Bezug genommen. Stand Juli 2024 wird 99,8 % der Fläche in Deutschland durch mindestens einen Netzbetreiber zumindest im 2G-Standard abgedeckt. Sog. „Funklöcher“, d.h. Örtlichkeiten ohne jegliche Mobilfunkabdeckung, bestehen dabei in Stadtstaaten, sowie in den Bundesländern mit

^{1*} Downlink bezeichnet den Datenfluss vom Telekommunikationsnetz (Mobilfunk oder Satellit) zum Endgerät

^{2*} Uplink bezeichnet den Datenfluss vom Endgerät zum Telekommunikationsnetzwerk (Mobilfunk oder Satellit)

funktechnisch einfacher Topographie nicht mehr, während sie in Bayern noch ca. 0,6 % und in Rheinland-Pfalz noch ca. 0,4 % der Fläche ausmachen.

Der 3G-Standard ist seit Ende 2021 in Deutschland nicht mehr verfügbar. Auch Mitte 2024 ist 4G erst auf 97,4 % der Fläche Deutschlands durch mindestens einen Netzbetreiber verfügbar.¹³ Keiner der drei Netzbetreiber erreichte dabei deutschlandweit einen Abdeckungsgrad von mehr als ca. 92 %.¹⁴ Der schlechteste Versorgungsgrad besteht in Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz und Thüringen mit max. 96,2 % Abdeckung.¹⁴ Für die Telenotfallmedizin besonders relevant ist der Anteil sog. „weißer Flecken“, d.h. weder mit 4G noch 5G versorgter Örtlichkeiten (definiert als sog. Gitterzellen mit einer Größe von 100 x 100 m). Dieser lag bundesweit bei 2,26 %, mit erheblichen regionalen Unterschieden. So betrug der Anteil in den Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg ca. 0 %, in Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz und Thüringen jedoch mehr als 3,3 %.¹⁴ Auf Kreisebene waren in 39 Kreisen mehr als 5 % der Fläche, davon in 10 Kreisen sogar mehr als 10 % der Fläche, betroffen.¹⁵

Problembereiche sind v.a. dünn besiedelte Kreise und Kreise mit schwieriger Topographie, wie Mittelgebirgen, ausgedehnten Waldgebieten und tief eingeschnittenen Flusstälern, mit entsprechenden grundsätzlichen Einschränkungen bei der Nutzung der Telenotfallmedizin.

Der Netzausbau im 5G-Standard wurde in den letzten Jahren stark vorangetrieben. Stand Juli 2024 liegt die Flächenabdeckung durch mindestens einen Netzbetreiber bei ca. 92,5 %.¹³ Allerdings nutzt aktuell noch ein erheblicher Teil der 5G-Basisstationen Elemente des 4G-Netzes, mit der Folge, dass noch nicht alle Vorteile von 5G genutzt werden können, v.a. die kurzen Latenzzeiten. Diese leistungsstarke sog. 5G-stand-alone-Versorgung war im Juli 2024 auf 90,6 % der Fläche Deutschlands verfügbar.

Detailliertere Darstellungen zur Netzverfügbarkeit in Tabellen und Karten finden sich auf den Internetseiten der Bundesnetzagentur.¹⁶

Dateiumfang und benötigte Übertragungsbandbreiten

Für ein digital übertragenes *12-Kanal-EKG* beträgt der (einmalige) Dateiumfang lediglich maximal einige Hundert Kbyte. Eine Übertragung im 2 bzw. 2,5G-Netz ist damit zeitraubend, sofern nicht die Bandbreite mehrerer verfügbaren Netze durch entsprechende Techniken gebündelt wird.

Ein *Digitalphoto* weist bei einer Auflösung von 300 dotch per inch (dpi) und einer Bildgröße von 21 x 30 cm, entsprechend ca. 8,5 Megapixel, eine Dateigröße von ca. 1,3 Mbyte auf.

Bei einer immer noch sehr guten Auflösung von 200 dpi, entsprechend ca. 4,6 Megapixel, reduziert sich die Dateigröße auf ca. 0,5 Mbyte. Entsprechend der Auflösung und Anzahl der Photos wird erst im 4G-Netz eine zügige Übertragung möglich.

Videoübertragungen

Üblicherweise werden bei Videos zur Darstellung bewegter Bildinhalte mindestens 25 oder 30 Bilder/Sekunde übertragen (frames per second, fps).

Bei einer Auflösung der Qualitätsstufe HD (auch 720 p genannt) hat ein Einzelbild eine Größe von 1280 x 720 Pixel. Bei der Auflösung Full-HD steigt die Größe auf 1920 x 1080 Pixel und bei sog. Quad-HD/QHD-Auflösung auf 2560 x 1440 Pixel. Eine 60-sekündige aufgezeichnete HD-Video-Datei mit einer Rate von 30 fps hat dementsprechend einen Umfang von ca. 3,5 Mbyte, ein Full-HD-Video gleicher Länge und Framerate von ca. 5 Mbyte und eine QHD-Video-Datei von mind. 20 Mbyte. Die benötigte Bandbreite bei der Live-Übertragung eines Videos („live-

streaming“) in HD-Auflösung liegt bei ca. 3 Megabit/sec, bei Full-HD-Auflösung bereits bei mind. 5–6 Megabit/sec., und bei QHD ca. 10 Megabit/sec und höher.

Eine Videoauflösung im Format HD oder Full-HD bei ausreichender framerate von 25 fps und mehr ist für übliche PC-Arbeitsplätze mit Monitorgrößen von bis zu 27 Zoll ein guter Kompromiss zwischen Bildqualität und notwendigen Übertragungsraten.

1.1	Empfehlung
Empfehlungsgrad B ↑	Für Telenotfallmedizin sollte eine geeignete technische Verbindung verfügbar sein.
Literatur, Evidenzgrad	Felzen 2016 ¹⁷ : LoE 2a Hirsch 2016 ¹⁸ : LoE 2a Schlingloff 2022 ¹⁹ : LoE 2b Gilligan 2018 ²⁰ : LoE 3
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Die Mobilfunktechnologie entwickelt sich fortlaufend weiter. Die Interpretation von Studien in der Telenotfallmedizin muss daher den dabei verwendeten Mobilfunkstandard und den jeweiligen Netzausbau berücksichtigen. Insgesamt ist die Zahl an Studien in peer-reviewed Journals noch sehr überschaubar, und es fehlt an randomisierten Studien zu primär technischen Fragestellungen. Die nachfolgend aufgeführten Studien wurden im Hinblick auf folgende, für die Telenotfallmedizin relevanten Aspekte betrachtet: Fehlender Verbindungsaufbau, Verbindungsabbrüche, sowie eingeschränkte Bandbreite zur Datenübertragung. Letztere hat abhängig vom Grad und der Dauer der Bandbreiteneinschränkung unterschiedliche Auswirkungen: Reduzierte Auflösung oder Aussetzer bei Video-Streams, lediglich intermittierende anstelle kontinuierlicher Vitaldatenübertragung, lange Latenzen bei der Übertragung von größeren Dateien wie Foto- oder Videoaufnahmen, sowie eingeschränkte Tonqualität. Die konkreten Konsequenzen für die jeweilige Telekonsultation müssen dabei im individuellen Kontext bzw. Szenario bewertet werden. In dem von 2012 bis 2014 laufenden EU-Projekt „Live-City“ in Dublin, Irland, fielen bei 33 von 34 Rettungsdienst-Einsätzen erhebliche technische Probleme bei der Datenübertragung zwischen dem Einsatzort bzw. Rettungswagen und dem Telemedizin-Arbeitsplatz in der Klinik auf. Beobachtet wurden sowohl häufige Verbindungsabbrüche als auch Übertragungsraten, die deutlich unter den theoretisch möglichen Raten des genutzten Mobilfunkstandards 3G HSPA lagen. Die Autoren führen hierfür u.a. eine insgesamt unbefriedigende Abdeckung des einzigen genutzten Mobilfunknetzes an.²⁰ In einer Studie zum Aachener Telenotarztssystem, welches einen großstädtischen Versorgungsbereich abdeckt, wurde im Jahr 2013 die Qualität der Datenübertragung im Telenotarzteinsatz bei Nutzung der Netze zweier unterschiedlicher Mobilfunknetzbetreiber (D1, D2) untersucht. Dabei wurden nur die Ergebnisse eines einzigen Einwählversuchs berücksichtigt. Die Audioverbindung war in allen Fällen möglich. Beim Live-Streaming der Vitaldaten wurde in 80 % der Einsätze von technischen Störungen berichtet, wobei jedoch insgesamt nur bei 6 % der Einsätze eine telenotärztliche Beurteilung der Vitaldaten unmöglich gewesen wäre. Insgesamt ergab sich ein leichter Vorteil zugunsten des Betreibers des D1-Netzes. Die Übertragung von 12-Kanal-EKGs war bei beiden Netzbetreibern jeweils bei knapp 90 % der Einsätze erfolgreich. Angaben zum Einsatzspektrum oder Diagnosen fehlen.¹⁸ In einer weiteren Studie aus Aachen wurde die Qualität der Datenübertragung während des Telenotarzteinsatzes unter Nutzung von 2G und 3G-Technologie, mit Bündelung der Bandbreiten unterschiedlicher, parallel verfügbarer Netze untersucht. Führende Diagnosen waren dabei kardiovaskuläre Notfälle, gefolgt von Traumata. Ca. ein Drittel der Patienten wies eine potentielle oder akute Vitalgefährdung gemäß dem NACA-Score auf. Die Datenübertragung umfasste die Sprachtelefonie, die Übertragung von 12-Kanal-EKG, das Live-Vitaldatenstreaming, die Übertragung von Digitalfotos sowie situationsabhängig das Live-Videostreaming aus dem Rettungswagen mit einer Auflösung von

max. 1280 x 720 Pixel und einer Bildrate von 30/min. Verglichen wurde der Zeitraum des Forschungsprojekts 2009/2010 (143 Einsätze) mit der Zeit des späteren Routinebetriebs im Jahre 2014, bei welchem bereits deutlich weiterentwickelte Techniken genutzt wurden (493 Einsätze). Dabei sank die Rate an fehlendem Verbindungsaufbau und Verbindungsabbrüchen bei der Sprachtelefonie von 11 % während des Forschungsprojekts auf nur noch 2 % beim Routinebetrieb. Die Rate an qualitativ eingeschränkten Telefonaten sank von 20 % auf 5 %. Die Übertragung von 12-Kanal-EKGs scheiterte während des Forschungsprojekts in 22 % der Fälle, im späteren Routinebetrieb in 7 % der Fälle. Qualitative Einschränkungen in der Datenübertragung bestanden 2009/2010 in 9 % der Fälle, in 2014 noch in 5 % der Fälle. Beim Vitaldatenstreaming betrug der Anteil an gescheiterten Verbindungen im Forschungsprojekt noch 20 % und sank im Routinebetrieb auf 4 %. Qualitativ beeinträchtigte Verbindungen fielen von 26 % auf 5 %. Scheiterte die Übertragung von Digitalfotos in 2009/2010 noch in 11 % der Fälle, sank dieser Anteil in 2014 auf 4 %. Entsprechend nahm auch die Rate qualitativ beeinträchtigter Datenübertragungen von 12 % auf 2 % ab. Beim Videostreaming waren initial noch 5 % gescheiterte Übertragungen zu verzeichnen, später nur noch 3 %. Qualitative Beeinträchtigungen sanken von 11 % auf 1 %. Erheblich störende Hintergrundgeräusche im Telefonat wurde von den Telenotärzten im Forschungsprojekt in 8,1 % der Fälle und im Routinebetrieb nur noch in 1,7 % der Fälle vermerkt. Die Bewertung der Übertragungsqualität von Digitalfotos durch die Telenotärzte wurde während des Forschungsprojekts in 73,4 % der Fälle als exzellent oder gut bewertet, und im Routinebetrieb in 93,1 % der Fälle. Die Qualität des Videostreamings wurde initial in 88,9 % der Fälle als exzellent oder gut bewertet, in der Routine in 92,0 % der Fälle. Der klinische Nutzen der Fotoübertragung wurde in 70,3 % der Fälle im Forschungsprojekt und in 93,9 % der Fälle im Routineeinsatz als hilfreich oder sehr hilfreich bewertet. Für das Videostreaming stieg diese Quote von 50,0 % im Forschungsprojekt auf 87,1 % im Routineeinsatz.¹⁷ Eine neuere Untersuchung aus dem vorwiegend ländlich strukturierten Rettungsdienstbereich Goslar in Niedersachsen analysierte insgesamt 1.968 Telenotarzteinsätze aus dem Jahr 2021. Hierbei wurden mit einer verschlüsselten Telemedizin-App ausgestattete Smartphones mit Zugriff auf die 3G- bzw. 4G-Netze der beiden größten Mobilnetzbetreiber eingesetzt. Das Einsatzspektrum umfasste ähnlich wie in der o.g. Aachener Studie vornehmlich kardiovaskuläre Notfälle und Traumata, wobei der Anteil an Einsätzen mit potentieller oder akuter Lebensgefahr 3,5 % betrug. Die Verbindung zum Telenotarzt erfolgte mittels bidirektionaler Videotelefonie und Live-Vitaldatenstreaming. Insgesamt war nur in 1,1 % der Fälle ein Einsatzabbruch aufgrund technischer Schwierigkeiten beim Verbindungsaufbau oder der Übertragung erforderlich.^{19,21,22} Notfälle auf See stellen zwar eine seltene Einsatzkategorie dar, die jedoch zahlreiche Herausforderungen aufweist (beim Verzicht auf z.B. NotSan, geringere medizinische Kompetenz der Hilfeleistenden vor Ort, lange Transferzeiten auf das Festland, fehlender terrestrischer Mobilfunk). In einer kleinen Untersuchung aus den Jahren 2018–2019 mit 20 simulierten Patienten sowie 12 realen Notfallpatienten an Bord eines Versorgungsschiffes war es mittels einer Hochleistungssatellitenverbindung (Downlink 8 Mbit/sec., Uplink 1 Mbit/sec.) in 70 % der simulierten Notfälle, sowie bei allen realen Notfällen möglich, eine telemedizinische Verbindung (Telefonie und Vitaldatenstreaming) zu Kliniken an Land herzustellen. Eine Videoübertragung wurde nicht vorgenommen. Die Fälle einer fehlgeschlagenen Verbindung betrafen alle das Deck des Schiffes, wo nur eine ungenügende WLAN-Abdeckung herrschte, weswegen keine Daten zum Satellitenfunkterminal übertragen werden konnten.²³ Die Ergebnisse der genannten Studien zeigen den beeindruckenden Fortschritt der in der Telenotfallmedizin genutzten Technologie, mit heute nur noch geringen technisch bedingten Einsatzabbrüchen. Einschränkend ist anzumerken, dass die zitierten Studien aus nur wenigen

Telemedizinzentren stammten, weswegen weitere Analysen im real-life-Betrieb aus anderen, v.a. auch ländlichen, Regionen wichtig sind. Generell ist aus Sicht der Telenotfallmedizin die rasche Schließung der noch bestehenden Lücken im Mobilfunknetz, zumindest des 4G-Standards, im ländlichen Bereich zu fordern. In bestimmten Regionen, v.a. im offshore-Bereich oder in sehr entlegenen Regionen an Land, wird allerdings nur die (teure) Satellitenkommunikation eine Verbindung ermöglichen.

Mit der digitalen Datenübertragung einhergehende potentielle Risiken sollten bereits bei der Planung von Telenotarztendiensten systematisch analysiert und durch entsprechende technische und organisatorische Maßnahmen minimiert werden. Ein wichtiger Punkt (s.o.) ist die Netzabdeckung im Mobilfunk, die anhand von öffentlich zugänglichen Daten der Bundesnetzagentur und der Netzbetreiber, den bisherigen Erfahrungen im Rettungsdienst über bekannte Funklöcher, den geplanten Ausbaumaßnahmen der Netzbetreiber und ggf. zusätzlichen speziellen Messfahrten analysiert werden sollte. Die geplante Aufnahme telenotfallmedizinischer Dienste und die dazu nötige Versorgungssicherheit sollte zudem gegenüber den für den weiteren Netzausbau zuständigen öffentlichen Stellen kommuniziert werden. Möglichen Sicherheitsrisiken durch unautorisierten Datenzugriff und/oder die Manipulation von Daten soll durch entsprechende technische und organisatorische Maßnahmen wie Verschlüsselung und entsprechend reglementierte Zugriffsrechte begegnet werden. Das Trouble-Shooting bei technischen Störungen sollte in der Anwenderschulung und entsprechenden Verfahrensanweisungen und Handbüchern dargelegt sein. Wichtige Maßnahmen zur Minimierung von Störungen und Sicherheitsrisiken sind technische und personelle Redundanzen, Vorrangzugang in den Netzen, ggf. das Umrouting auf andere Telenotarztzentralen, sowie vertraglich zugesicherte kurze Reaktionszeiten der beteiligten IT-Dienstleister.

1.2	Empfehlung
GPP	Jeder Anwender soll im Rahmen der Sorgfaltspflicht und in der individuellen Notfallsituation prüfen, ob eine ausreichende Übertragungsqualität für die Telekonsultation gewährleistet ist.
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Es gibt bislang für die Telekonsultation keine festgelegten oder evidenzbasierten Standards zur Übertragungsqualität. Daher müssen die in einem Einsatz Beteiligten (Notfallsanitäter, Telenotarzt) eigenverantwortlich, situativ in Abhängigkeit von der jeweiligen Einsatzsituation entscheiden, ob eine Telekonsultation unter den gegebenen technischen Rahmenbedingungen noch sicher, effektiv und effizient durchgeführt werden kann. Die Sicherstellung der dem Patienten geschuldeten Sorgfaltspflicht ist zu beachten. Zur Sicherung einer konstant hohen Versorgungsqualität ist dabei zu fordern, dass an den einzelnen Telenotarztstandorten entsprechende interne Standards und Verfahrensanweisungen etabliert werden. Solange mangels breiter Verfügbarkeit und Funktionalität der elektronischen Patientenakte wichtige patientenbezogene Dokumente wie Medikationspläne, Arztbriefe oder Patientenverfügungen nicht in einem standardisierten Format, z.B. als PDF-Dokument, einsehbar sind, ist die Übermittlung als digitale Fotografie oder ggf. Live-Videostream im Vergleich zu einer telefonischen/verbalen Schilderung der Inhalte die wesentlich bessere Alternative. Bislang liegen keine Studien vor, welche die Sicherheit, Effektivität und Effizienz von Telenotarzteinsätzen bzw. bestimmten Telenotarztszenarien mit versus ohne Einsatz von Live-Video-Streaming zum Inhalt hatten. Ebenfalls nicht untersucht ist auch die Frage, welche Videoauflösung für bestimmte klinische Fragestellungen, z.B. Beurteilung von äußeren Verletzungen bei Traumapatienten oder standardisierte neurologische Befunderhebung im Rahmen der prähospitalen telemedizinisch unterstützten Schlaganfalldiagnostik notwendig ist. Diese und vergleichbare Fragestellungen sollten daher parallel zum Ausbau von Telenotarztdiensten in prospektiven Studien beantwortet werden.

1.3	Empfehlung
Empfehlungsgrad B ↑	Auf der Strecke der mobilen Datenübertragung sollte zur Erhöhung der Verfügbarkeit und technischen Qualität der Datenübertragung der Zugang zu mehreren Mobilfunknetzen parallel (oder eine Vorrangnutzung) vorgehalten werden.
Literatur, Evidenzgrad	Felzen 2016 ¹⁷ : LoE 2a Hirsch 2016 ¹⁸ : LoE 2a Gilligan 2018 ²⁰ : LoE 3
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Die Mobilfunktechnologie hat eine erhebliche Entwicklung erfahren. Dies betrifft sowohl die Netztechnologie an sich, und dabei v.a. die Datenübertragungsraten, als auch die Verfügbarkeit in der Fläche (Netzabdeckung). Dies ist bei der Interpretation der vorliegenden Literatur zu beachten, die häufig noch auf die Nutzung älterer Mobilfunkstandards (2G, 3G) referenziert und dabei zumeist zur Erhöhung der Verbindungs- und Übertragungsqualität die Bündelung der Bandbreite mehrerer, parallel verfügbarer Mobilfunknetze anführt (s. Darstellungen zu Empfehlung 1.1). Die Möglichkeit eines Zugangs zu mehreren Netzen und/oder die Vorrangnutzung von Netzen stellt jedoch auch heute noch ein Plus an Versorgungssicherheit dar, da, wie einleitend ausgeführt, aktuell kein Netzbetreiber eine 100 %ige Netzabdeckung gewährleisten kann, v.a. im ländlichen Raum (s. Tabelle 2 (Einleitung)). Die Thematik ist auch in Szenarien relevant, bei denen an einer einzigen Basisstation sehr viel Teilnehmende gleichzeitig eingebucht sind, welche eine erhebliche Übertragungsbandbreite in Anspruch nutzen, z.B. Video-Live-Streaming bei Großveranstaltungen oder an touristisch hochfrequentierten Örtlichkeiten.

Die praktische Umsetzung einer sicheren Netzversorgung obliegt den Akteuren vor Ort. In einem darzulegenden Konzept soll eine Betrachtung der Routineverfahren inklusive Darstellung von Alternativen und Ausweichverfahren erfolgen, um eine möglichst durchgängige Datenverbindung im stationären, wie auch im mobilen Einsatzfall (z.B. Verlegungsfahrten) im Vorhinein zu beschreiben.

Die letztendliche technische Umsetzung, z.B. Einsatz von Netzbündelungsverfahren, Aufspannen eigener lokaler WLAN-Netze etc. sollten die Telenotarztstandorte auf der Basis einer individuellen Bedarfsanalyse und Analyse der technischen Rahmenbedingungen entscheiden.

1.4	Empfehlung
Empfehlungsgrad B ↑	Es ist möglich, Vitaldaten von Patienten (z.B. HF, SpO2, EKG, NIBD) im Rettungseinsatz technisch sicher zu übertragen. Bei Inanspruchnahme einer telenotfallmedizinischen Anwendung sollte eine Übertragung von erforderlichen Vitaldaten erfolgen.
Literatur, Evidenzgrad	Felzen 2016 ¹⁷ : LoE 2a Hirsch 2016 ¹⁸ : LoE 2a Schlingloff 2022 ¹⁹ : LoE 2b Mastella 2022 ²³ : LoE 4 ↓ Bergrath 2012 ²⁴ : LoE 3 Bergrath 2011 ²⁵ : LoE 2a Czaplik 2014 ²⁶ : LoE 2a
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

In einer Studie zum Aachener Telenotarztsystem wurde in den Jahren 2009-2010 die Qualität des Vitaldaten-Live-Streamings bei insgesamt 157 Telenotarzteinsätzen untersucht. Die verwendete Mobilfunktechnologie (2G und 3G, ggf. mit Bündelung mehrerer parallel verfügbarer Netze) ermöglichte Übertragungsraten von bis zu 6 Mbit/sec. im Downlink und bis zu 1,4 Mbit/sec. im Uplink. In knapp 140 dieser Einsätze kam ein Vitaldaten-Live-Streaming zum Einsatz. Dieses scheiterte bei ca. 20 % der Patienten und war bei weiteren ca. 25 % qualitativ beeinträchtigt.²⁵ In einer weiteren sehr kleinen Studie aus Aachen im Erhebungszeitraum 2010 wurde die Qualität der Vitaldatenübertragung während 18 Telenotarzteinsätzen bei Patienten mit der Verdachtsdiagnose „Schlaganfall“ unter Nutzung von 2G und 3G-Technologie, mit Bündelung der Bandbreiten unterschiedlicher, parallel verfügbarer Netze, und einer maximalen Bandbreite von 6 Mbit/sec. im Downlink und 1,4 Mbit/sec. im Uplink untersucht. Die Vitaldatenübertragung war bis auf 1 Einsatz bei allen Patienten (94 %) möglich²⁴. Die Aachener Arbeitsgruppe untersuchte ferner im Jahre 2012 die Machbarkeit der Datenübertragung inkl. der Vitaldatenübertragung mit der o.g. Technologie an insgesamt 55 Testfällen an verschiedenen Orten im großstädtischen und im eher ländlichen Raum. Je nach Verfügbarkeit und Stärke der Mobilfunknetze war, v.a. im 2G-Netz, keine kontinuierliche, sondern nur eine intermittierende (1-Minuten-Intervall) Anzeige der Vitaldaten möglich. Der Wechsel vom intermittierenden zum kontinuierlichen Modus nahm deutlich mehr Zeit in Anspruch als umgekehrt. Es fehlen Angaben dazu, wie häufig eine Vitaldatenübertragung nicht möglich war, bzw. wie häufig lediglich im intermittierenden Modus.²⁶ In einer weiteren Studie aus Aachen wurde die Qualität der Vitaldatenübertragung während 597 Telenotarzteinsätzen ebenfalls unter Nutzung von 2G und 3G-Technologie und Bündelung der Bandbreiten unterschiedlicher, parallel verfügbarer Netze, untersucht. Führende Diagnosen waren dabei kardiovaskuläre Notfälle, gefolgt von Traumata. Etwa ein Drittel der Patienten wies eine potentielle oder akute Vitalgefährdung gemäß dem NACA-Score auf. Der Anteil an gescheiterten Verbindungen lag im Forschungsprojekt in den Jahren 2009/2010 noch 20 %, im Routinebetrieb im Jahr 2014 dagegen nur noch 4 %. Qualitativ beeinträchtigte Verbindungen fielen von 26 % im Forschungsprojekt auf 5 % im Routinebetrieb.¹⁷ Eine weitere Untersuchung zum Telenotarztsystem Aachen verglich im Jahr 2013 die Qualität des Vitaldaten-Live-Streamings bei 120 Telenotarzteinsätzen in zwei unterschiedlichen D-Mobilfunknetzen. Angaben zum genutzten Mobilfunkstandard und

dessen maximale Bandbreite fehlen. In 6 % der Fälle war es nicht möglich, Vitaldaten zu übertragen. Bei weiteren 28 % war die Übertragung so beeinträchtigt, dass ein negativer Einfluss auf die Telekonsultation angegeben wurde. In weiteren 46 % war eine Qualitätsminderung zu beobachten, die jedoch keinen Einfluss auf die Telekonsultation hatte. Nur in 9 % der Fälle waren überhaupt keine technischen Probleme zu verzeichnen. Die Qualität wurde bei einem Provider mit „eher gut“ und beim zweiten Provider mit „eher gut bis ausreichend“ bewertet.¹⁸ Eine neuere Untersuchung aus dem vorwiegend ländlich strukturierten Rettungsdienstbereich Goslar in Niedersachsen analysierte insgesamt 1.968 Telenotarzteinsätze aus dem Jahr 2021. Hierbei wurden fähige Smartphones mit Zugriff auf die 3G bzw. 4G-Netze der beiden größten Mobilnetzbetreiber eingesetzt. Das Einsatzspektrum umfasste ähnlich wie in der o.g. Aachener Studie vornehmlich kardiovaskuläre Notfälle und Traumata, wobei der Anteil an Einsätzen mit potentieller oder akuter Lebensgefahr 3,5 % betrug. Die Verbindung zum Telenotarzt beinhaltete auch ein Live-Vitaldatenstreaming. Insgesamt musste nur in 1,1 % der Fälle ein Einsatz aufgrund technischer Schwierigkeiten beim Verbindungsaufbau oder der Übertragung abgebrochen werden, wobei nicht angegeben wurde, ob es sich um einen kompletten Verbindungsverlust oder nur um Ausfälle einzelner Datenströme, wie der Vitaldaten, handelte.¹⁹ Notfälle auf See stellen eine seltene Einsatzkategorie mit speziellen Herausforderungen dar (geringere medizinische Kompetenz der Hilfeleistenden vor Ort, lange Transferzeiten auf das Festland, fehlender terrestrischer Mobilfunk). In einer kleinen Untersuchung aus den Jahren 2018–2019 mit 12 Notfallpatienten war es mittels einer Hochleistungssatellitenverbindung (Downlink 8 Mbit/sec., Uplink 1 Mbit/sec.) in allen Fällen möglich, Vitaldaten an ein Telemedizinzentrum an Land zu senden.²³ Zusammenfassend ist mit der heute verfügbaren Technik im weit überwiegenden Teil der Fälle eine kontinuierliche Vitaldatenübertragung zum Telenotarztarbeitsplatz möglich.

Bislang liegen keine Untersuchungen zur Frage vor, in welchem Intervall die Vitaldaten übermittelt werden sollen und ob, bzw. wie, das Übertragungsintervall Einfluss auf die Patientensicherheit, den Zeitbedarf für das Telekonsil sowie die Akzeptanz bei den Beteiligten hat. Es liegt jedoch auf der Hand, dass die kontinuierliche Übertragung von Vitaldaten (EKG, SpO₂, etCO₂, RR, ggf. invasive Drücke) gerade in dynamischen Szenarien, bei akuter, vitaler Bedrohung sowie bei nebenwirkungsreichen Maßnahmen die Beurteilung des Patientenzustands erleichtert und zeitaufwendige, mit dem Risiko von Übermittlungsfehlern behaftete, verbale Nachfragen reduziert, sowie die Einsatzsupervision durch den Telenotarzt erst sinnhaft ermöglicht. Daneben sind die erforderlichen Daten auch von den Fragestellungen abhängig, die das Rettungsteam vor Ort an die telenotärztliche Unterstützungskomponente heranträgt.

1.5	Empfehlung
Empfehlungsgrad B ↑	Es ist sicher möglich, eine Videoübertragung (unter den vorherrschenden Bedingungen der Netzqualität) anzuwenden. Die Videoübertragung sollte zur Verfügung stehen.
Literatur, Evidenzgrad	Schlingloff 2022 ¹⁹ : LoE 2b Gilligan 2018 ²⁰ : LoE 3 Schlingloff 2022 ²¹ : LoE 3 Bergrath 2011 ²⁵ : LoE 2a Geisler 2019 ²⁷ : LoE 2a
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

In einem von 2012 bis 2014 laufenden EU Projekt („Live City“) wurde in Dublin, Irland, eine telemedizinische bidirektionale Videoverbindung unter Nutzung der 3G-HSPA-Technologie zwischen Rettungswagen und Klinik getestet, zunächst in 47 Testanwendungen und nachfolgend an 34 Realeinsätzen. Die Autoren berichten, dass in 33 der 34 Einsätze technische Probleme zu verzeichnen waren, die sowohl die im Rettungswagen verwendete Hardware als auch die Verschlüsselungssoftware und das Mobilfunknetz betrafen. Problematisch waren v.a. Latenzen beim Verbindungsaufbau sowie Verbindungsabbrüche und niedrige Datenübertragungsraten, v.a. innerhalb von Wohnungen und im fahrenden Rettungswagen. Die im verwendeten Mobilfunkstandard grundsätzlich mögliche Uplink-Bandbreite von mehreren Mbit/sec. wurde in der Praxis weit unterschritten. Insgesamt war nach Einschätzung der Autoren die eingesetzte Technik nicht ausgereift genug für die Routineanwendung.²⁰ In einer Studie aus Aachen wurde die Videoverbindung bei 37 Telenotarzteinsätzen aus der Initialphase dieses Projekts (2009/2010) analysiert. Rettungswagen und Telenotarzt konnten dabei im 3G-Standard unter Bündelung parallel verfügbarer Netze (maximaler Downlink 6 Mbit/sec., maximaler Uplink 1,4 Mbit/sec.) audiovisuell miteinander kommunizieren, wobei die Live-Videoverbindung auf 8 Bilder/sec. und eine Auflösung von 384 x 288 Pixel beschränkt war. Etwa ein Drittel der Patienten war potentiell oder aktuell vital bedroht. Technische Ausfälle verhinderten die Videoverbindung in 3 % der Fälle. Die Qualität der Videoverbindung wurde vom Telenotarzt in 89 % der Fälle als exzellent oder gut klassifiziert, der klinische Nutzen in 50 % der Fälle als sehr hilfreich oder hilfreich.²⁵ In einer Studie aus Berlin wurden im Zeitraum 2013 bis 2014 in 2 Subkohorten insgesamt 103 Patienten mit Verdacht auf akuten Schlaganfall teleneurologisch in einer sog. mobilen Stroke Unit, MSU (spezieller Rettungswagen mit CT, zusätzlichem Fachpersonal, bidirektionaler audiovisueller Verbindung zu einem Schlaganfallzentrum und der Möglichkeit zur Fibrinolyse vor Ort) videogestützt untersucht.²² Die Datenübertragung erfolgte unter Nutzung von 3G- und 4G-Mobilfunkstandard. Technische Probleme verhinderten die Untersuchung in 7 % der Fälle. In den übrigen Fällen wurde die Qualität der Audioverbindung durch das MSU-Team im Median mit der (Schul-)Note 1,9 und durch den neurologischen Konsiliaris mit median 3,1 bewertet. Bezüglich der Qualität der Videoverbindung lagen die Bewertungen bei Median 1,8 (MSU) bzw. 2,6 (neurologischer Konsiliaris). Damit lagen die Zuverlässigkeit und Qualität der Videoverbindung weitaus höher als in einer früheren Untersuchung aus derselben Metropole.²⁷ In zwei Beiträgen aus dem Landkreis Goslar, die beide auf dieselbe Patientenkohorte referenzierten, wurde bei mehr als 1.900 Telenotarzteinsätzen routinemäßig eine Videotelefonie im 4G-Mobilfunkstandard genutzt. Nur in 1 % dieser Einsätze war ein Einsatzabbruch wegen technischer Probleme zu verzeichnen. Allerdings wird in den publizierten Daten nicht differenziert, ob es zu Schwierigkeiten bei der Audio-, Video-

oder Datenübertragung kam.^{19,21} Somit lässt sich festhalten, dass infolge der steten Verbesserung der Mobilfunktechnologie und des Netzausbaus eine Videoübertragung heute nicht nur in Großstädten, sondern auch in ländlichen Regionen routinemäßig möglich ist.

Videoübertragungen (Live-Streaming oder im Intervall gesendete Aufnahmen) können gegenüber der rein verbalen Übermittlung von Informationen und der Übertragung von Vitaldaten, aber auch gegenüber der Übertragung von Einzelbildern die Informationsfülle und -qualität erheblich steigern. Neben der Inaugenscheinnahme der räumlichen Umgebung liegt der Vorteil der Videoübertragung v.a. in der direkten Visualisierung und Beurteilung äußerer Symptome sowie der Videotelefonie mit Patienten. Angesichts der positiven Ergebnisse der jüngsten Publikationen hinsichtlich der technischen Qualität und der subjektiven Bewertung des Nutzens dieses Verfahrens liegt die breite Anwendung in der Telenotfallmedizin nahe. Denkbar ist auch, dass eine zusätzliche Videoübertragung die Kommunikation vereinfachen und Kommunikationsfehler reduzieren kann. Daten zum realen klinischen Nutzen beschränken sich allerdings auf wenige Studien aus dem Bereich der Schlaganfallversorgung mit MSU. Studien, die positive Effekte auf die Kommunikation zwischen Telenotarzt und Patient und die Akzeptanz telemedizinisch delegierter Maßnahmen bzw. Entscheidungen, untersuchen, fehlen bislang. Gleichfalls fehlen Daten zu möglichen Zeitverlusten oder zum Treffen falscher Entscheidungen bei Verbindungsproblemen oder unzureichender Videoqualität, zu einer möglichen Ablenkung vom Patienten, sowie zu möglichen missbräuchlichen Zugriffen incl. der Manipulation von Daten.

Eine entscheidende Voraussetzung für die Implementierung telenotfallmedizinischer Dienste ist die Akzeptanz der Beteiligten. In einer Befragung von Patienten, Rettungsdienstpersonal und Personal von Notaufnahmen in Dublin, Irland, befürworteten 98,5 % der Patienten eine audiovisuelle Kommunikation zwischen dem Rettungsdienst und der aufnehmenden Klinik. Mit 91 % lag der Anteil positiver Bewertungen beim Rettungsdienstpersonal ähnlich hoch. Etwas niedriger (76 %) lag die Zustimmungsrate beim Pflegepersonal in Notaufnahmen von Kliniken, während sie bei Notaufnahmeärzten mit 89 % ebenfalls sehr hoch war. Die Erwartungen der Patienten an die Technik betrafen v.a. zeitkritische Erkrankungen, bei denen der Technik eine prognoseentscheidende oder sogar lebensrettende Rolle zugesprochen wurde. Negative Erwartungen wurden nicht geäußert. Die wichtigsten vom Rettungsdienst erwarteten Vorteile waren die medizinische Beratung am Einsatzort, u.a. zur Medikamentendosierung, Vermeidung unnötiger Kliniktransporte und Vorbereitung der Notaufnahme auf die Patienten. Als mögliche Risiken wurden v.a. unzuverlässige Verbindungen, Zeitverluste sowie unzureichende Robustheit der Ausrüstung angegeben. Das Notaufnahmepersonal betrachtete vor allem die bessere Vorbereitung der Klinik auf Notfallpatienten und die damit verbundenen Zeitgewinne als Vorteil, während Datenschutz und technische Limitierungen die am häufigsten geäußerten Bedenken darstellten.

Es handelte sich allerdings um eine relativ kleine (142 Teilnehmende) monozentrische Studie.²⁰ Bislang liegen zwar keine Fallberichte oder systematischen Untersuchungen über die missbräuchliche Nutzung der Videoübertragung vor, die gesetzlichen Grundlagen, wie z.B. in der DSGVO geregelt, gebieten hier aber ein vigilantes und sensibles Vorgehen. Somit sind zur Erhöhung von Datenschutz und -sicherheit entsprechende technische Vorkehrungen, u.a. die Nutzung aktueller Verschlüsselungstechnologien, sowie rechtlich-organisatorische und einsatztaktische Regelungen, wie die obligate Zustimmung aller Beteiligten zur Videoübertragung, und die Beschränkung der Videoübertragung auf einsatzrelevante Zeiträume und Zielsubjekte und -objekte notwendig.

Die Vorhaltung von MSU ist aus logistischen und finanziellen Gründen auf wenige Metropolregionen beschränkt. Zudem erfolgt die teleneurologische Untersuchung erst im Inneren der MSU, also zu einem relativ späten Zeitpunkt des Einsatzes. Es bleibt zu klären, ob und welche Vorteile eine teleneurologische Untersuchung auch in einem „normalen“ Rettungswagen oder ggf. sogar direkt am Notfallort bietet. Zu klärende Punkte dabei sind die zeitnahe Verfügbarkeit entsprechender Konsiliarier, die notwendigen technischen Anforderungen an die Videoverbindung, sowie die Auswirkungen auf wichtige klinische Endpunkte wie Diagnosesicherung, Auswahl der Zielklinik und Zeit bis zum Therapiebeginn (iv. Lyse/Rekanalisierung) bei ischämischem Schlaganfall.

Weitere Szenarien, bei denen Nutzen und Risiken einer Videoübertragung prospektiv analysiert werden sollten, sind z.B. Traumata, sowie Fragestellungen wie Behandlungs- und Mitfahrtverweigerung, und möglicher Transportverzicht.

Es liegen bislang keine Untersuchungen bzw. Daten zu nicht-einwilligungsfähigen Patienten, Kindern, sowie Patienten mit unzureichenden deutschen Sprachkenntnissen vor.

Im Rettungswagen fix verbaute Videokameras bieten den Vorteil einer stabilen Position ohne Bewegungsartefakte, eines gut steuerbaren Blickwinkels und einer guten Beleuchtung. Für eine Face-Face-Kommunikation zwischen Telenotarzt und Patient, Fahrzeugbesatzung oder Dritten ist allerdings ein zusätzliches Gerät notwendig, und die Videoübertragung ist auf das Fahrzeuginnere beschränkt. Die Verwendung von Smartphones mit integrierter App zur verschlüsselten bidirektionalen audiovisuellen Kommunikation ist demgegenüber sehr flexibel einsetzbar. Um Zeitverluste und Störungen zu minimieren, sind klare Regeln bezüglich des Einsatzes der Kamera, der Kamerapositionierung sowie ggf. wiederholte Rückmeldungen über die Qualität der Verbindung notwendig. Die Positionierung in einer gesonderten transparenten Tasche, z.B. Brustharnisch, kann vorteilhaft sein.

1.6	Empfehlung
Empfehlungsgrad 0 ⇔	Es ist technisch sicher möglich, eine vor Ort durchgeführte Notfall-Sonografie-Untersuchung per Video zu übertragen. Diese Möglichkeit kann bei Systemverfügbarkeit genutzt werden.
Literatur, Evidenzgrad	Berlet 2022 ²⁸ : LoE 4 ↓ Hermann 2022 ²⁹ : LoE 2a Siu 2023 ³⁰ : LoE 2a Adhikari 2014 ³¹ : LoE 2a
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Mit der zunehmenden Verbreitung der prähospitalen Sonographie rückt auch der Einsatz dieses Verfahrens in der Telenotfallmedizin stärker in den Fokus. In einer älteren Untersuchung aus den USA wurden im Rahmen eines simulierten Massenanfalls an Verletzten eine FAST-Untersuchung (**F**ocused **A**ssessment with **S**onography in **T**rauma) an 19 gesunden Probanden durchgeführt und parallel mittels eines Smartphones in einer sehr geringen Auflösung von 176 x 144 Pixel gefilmt. Diese Videoaufnahme wurde danach an ein Traumazentrum an mehrere Notfallmediziner in einer Notaufnahme zur Begutachtung übertragen, was im Median 82 Sekunden dauerte. Alle Übertragungen waren erfolgreich, und die Videoqualität wurde mit ca. 7,5 von 10 Punkten bewertet. Bei drei der Probanden wurden allerdings fraglich falsch positive Befunde erhoben.³¹ Eine Studie aus München adressierte die Übertragungsqualität des Live-Streamings von sonographischen Untersuchungen aus dem Inneren von Rettungswagen unter Nutzung der 5G-Technologie, wobei auch Zustände mit beeinträchtigter Übertragungsqualität simuliert wurden. Die Qualität des empfangenen Sonographiestreams wurde von insgesamt 20 Klinikärzten im Grundzustand und bei erhöhter Netzlast jeweils mit „gut“ bewertet, die Latenzzeiten im Grundzustand ebenfalls mit „gut“, jedoch bei hoher Netzlast nur noch mit „ausreichend“. Wurde bei hoher Netzlast eine technische Optimierung mittels sog. „slicing“ vorgenommen, wurden Bildqualität und Latenzzeiten jeweils mit „gut“ bewertet. Angaben zu den Sonographiebefunden und dem genauen Untersuchungsgang wurden nicht gemacht.²⁸ In einer Machbarkeitsstudie in Wien wurden bei 24 vorwiegend internistischen Patienten insgesamt 27 Notfallsonographien im Notarztdienst durchgeführt, davon in 67 % der Fälle eine transthorakale Sonographie der Lunge und des Herzens, sowie in 29 % nur des Herzens. Parallel erfolgte eine Datenübertragung im 4G-Mobilfunkstandard in die Klinik. Insgesamt waren in 29 % der Fälle technische oder organisatorische Störungen zu verzeichnen. Im Mittel wurde die Qualität des Sonographie-Stream als exzellent bewertet. Diese Studie belegte somit erstmals die Anwendbarkeit der Telesonographie im 4G-Mobilfunkstandard unter Realbedingungen. Allerdings fehlen aufgrund des Charakters der Studie Angaben zu den konkreten sonographischen Befunden sowie den potentiellen klinischen Konsequenzen.²⁹ In einer Studie in Massachusetts, USA, führten 8 Mitglieder eines Intensivtransportdienstes mit zuvor nur minimaler FAST-Erfahrung zunächst eine eigenständige eFAST-Sonographie (**e**xtended **F**ocused **A**ssessment with **S**onography in **T**rauma) durch und anschließend eine telemedizinisch supervidierte weitere eFAST-Sonographie. Die Befunde (Perikarderguss, intrathorakale Flüssigkeit, Pneumothorax, intraabdominelle Flüssigkeit) wurden mittels eines Sonographie-Simulators erhoben und über ein weitverbreitetes Videokonferenzsystem an einen anleitenden Supervisor übertragen. Angaben zur Bandbreite des zur Übertragung genutzten Netzes fehlen. Der Untersuchungsgang verlängerte sich bei der Telesonographie

um ca. 3 Minuten. Die diagnostische Treffsicherheit nahm unter Telesonographie von 65 % auf 92,5 % zu. Die mentale Belastung, emotionale negative Reaktionen und subjektiv empfundene Performanz wurden bei der eigenständigen Untersuchung als höher eingeschätzt.³⁰ Zusammengefasst konnte in mehreren Simulationsszenarien unter Nutzung unterschiedlicher Generationen von Mobilfunkstandards, sowie einer einzelnen Studie im realen Rettungsdienst die technische Machbarkeit der Telesonographie demonstriert werden. Neben der technischen Machbarkeit ist auch die konkrete Durchführung und die korrekte Anlotung für die korrekte Befundung maßgeblich. Die momentanen Ausbildungen von Rettungsfachpersonal sowie von Notärzten in Deutschland sehen noch keine standardisierten Notfallsonografie-Ausbildungen vor. Belege für den konkreten klinischen Nutzen fehlen bislang.

2. Systemstruktur

Systemstruktur	
Koordinierender Autor:	
F. Schlingloff	
Autoren:	
F. Schlingloff, T. Steffen, P. Gretenkort, T. Grübl, H.M. Grusnick, S. Prückner, M. Sassen, R. Strametz, S.K. Beckers, H. Schröder	

2.1	Empfehlung
Empfehlungsgrad B ↑	Zur effektiveren Ressourcennutzung in der prähospitalen Notfallmedizin sollte ein TNA-System eingeführt werden, um Arzt-besetzte Rettungsmittel zielgerichteter einzusetzen.
Literatur, Evidenzgrad	Bergrath 2021 ³² : LoE 2a Schröder 2020 ³³ : LoE 2a Felzen 2020 ³⁴ : LoE 3 Süss 2020 ³⁵ : LoE 3 Kowark 2023 ³⁶ : LoE 1b
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Die tatsächliche Präsenz eines Notarztes an der Einsatzstelle kann durch intensiverte Ausbildung des Rettungsdienstfachpersonals, optimierte Ausstattung der Rettungsmittel und den Einsatz der Telenotfallmedizin zunehmend reduziert werden.

Felzen et al. befragten in 2017/2018 Notärzte und werteten 1.410 Einsätze anhand der Protokolle aus. Dabei bewerteten die primär alarmierten Notärzte in 46,7 % bzw. die nachalarmierten Notärzte in 31,7 % der Fälle ihre physische Anwesenheit an der Einsatzstelle als nicht erforderlich. Die Notärzte waren bei diesen Einsätzen dennoch für durchschnittlich 26 min im Einsatz gebunden. In 29,8 % der Einsätze lag eine vitale Bedrohung der Patienten mit unmittelbarem Interventionsbedarf für den Notarzt vor.³⁴ Eine weitere Arbeit aus Deutschland konnte zeigen, dass nach Einführung der Telenotfallmedizin die Einsatzbeteiligung eines Notarztes in Präsenz reduziert werden konnte. Die Telenotärzte waren im Vergleich zu den Notärzten vor Ort nur ca. halb so lange im Einsatz gebunden. Verglichen wurden 14.484 Notarzteinsätze aus 2016 mit 14.716 Notarzteinsätzen sowie 1.282 Einsätze des Telenotarztes aus 2018 (nach Einführung des TNA-Systems in 2017). Notärzte waren in beiden Zeiträumen durchschnittlich 62 min (± 36 min) gebunden. Nach Einführung der Telenotfallmedizin sank die Beteiligungsrate eines Notarztes vor Ort um 6,3 %. Die Telenotärzte waren durchschnittlich nur 26 min (± 14 min) im Einsatz gebunden. Lediglich in 4,5 % der TNA-Einsätze wurde zusätzlich ein Notarzt zum Einsatzort alarmiert. In 1,4 % der Notarzteinsätze überbrückte ein TNA die Zeit bis zum Eintreffen des Notarztes.³⁵ Eine weitere deutsche Studie evaluierte die Implementierung eines TNA-System von 2015 bis 2016. Notarzteinsätze vor Ort wurden signifikant um 7 % reduziert. Da in 8,9 % aller Rettungsdiensteinsätze ein TNA konsultiert wurde, stieg insgesamt die Rate der Arztkontakte im Rettungsdienst an. Durch die Nutzung der Telenotfallmedizin konnte dafür die Anforderungsrate von Notarztssystemen aus anderen Rettungsdienstbereichen (RTH und NEF)

ebenfalls um fast 50 % gesenkt werden.³² Schröder et al. untersuchten den Einsatz des TNA bei Sekundärtransporten in den Jahren 2018 und 2019. Von 2.333 Notarztanforderungen für den Sekundärtransport konnte in 17,8 % der Fälle die Indikation für eine ärztliche Begleitung durch das vorherige Arzt-zu-Arzt-Gespräch zwischen TNA und Krankenhausarzt revidiert werden. Nur in 0,2 % wurde ein Notarzt für den Sekundärtransport nachgefordert. In 13,5 % der Sekundäreinsätze unterstützte der TNA das Transportteam.³³

Mit der 2023 in Critical Care veröffentlichten randomisiert kontrollierten TEMS-Studie konnte gezeigt werden, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen Telenotarzt und Notarzt in Bezug auf die Komplikationsrate gibt (Kontrollgruppe n=1676; Interventionsgruppe n=1544). Damit stellt der Telenotarzt eine sichere zusätzliche Ressource im Rettungsdienst dar, welche die Versorgungsqualität steigert. Hinsichtlich Dokumentations-, Anamnese- und Behandlungsqualität ist der Telenotarzt dem Notarzt bei gleichzeitig kürzerer Arztbindungszeit überlegen.³⁶

Die hier zugrunde liegenden Daten zeigen eine deutliche Ressourcenschonung notarztbesetzter Rettungsmittel für Primär- und Sekundäreinsätze durch den Einsatz der Telenotfallmedizin. Oftmals ist eine fachliche Beratung und/oder Delegation von Maßnahmen bzw. einer Medikamentenapplikation nach Austausch und Bewertung aller vorliegenden Befunde ausreichend.

Durch den Einsatz der Telenotfallmedizin können Notärzte zielgerichteter in die Versorgung kritisch kranker Patienten eingebunden werden. Telenotärzte können Notärzte vor Ort bei besonders komplexen Einsatzgeschehen durch ihre Expertise unterstützen oder Tätigkeiten, wie z.B. eine Krankenhausvoranmeldung, übernehmen. Je nach Zustand und Komplexität des Falles sind sie in der Lage, mehrere Einsätze parallel zu unterstützen und können somit hoch-effizient wirken, ohne die Sicherstellung der flächendeckenden Versorgung durch Notärzte zu gefährden.

2.2	Empfehlung
Empfehlungsgrad B ↑	Wenn bei festgestelltem Bedarf einer Notarzt-Unterstützung durch das Rettungs-Team vor Ort ein Notarzt nicht zeitgerecht zur Verfügung steht, sollte zusätzlich auf ein verfügbares TNA-System zurückgegriffen werden.
Literatur, Evidenzgrad	Bergrath 2021 ³² : LoE 2a Humburg 2022 ³⁷ : LoE 4 Schröder 2021 ³⁸ : LoE 2b Charash 2011 ³⁹ : LoE 2a Bussières 2017 ⁴⁰ : LoE 3
Konsensstärke	Konsens (18/19); Ablehnung durch DGOU

Besonders bei längeren Anfahrtswegen kann ein Telenotarzt das bereits eingetroffene Rettungsdienstfachpersonal bis zum Eintreffen des Notarztes vor Ort unterstützen. Bergrath und Kollegen beschreiben z.B. einen Fall aus Deutschland mit einer vorzeitigen Beendigung von Reanimationsmaßnahmen durch das Rettungsdienstfachpersonal gemeinsam mit dem TNA bei langer Latenzzeit und hohem Patientenalter vor Eintreffen des bereits alarmierten Notarztes auf der Anfahrt.³² Ebenso beschreibt eine weitere Kasuistik aus Deutschland die Stabilisierung eines kritisch kranken Notfallpatienten mit akuter Pankreatitis bis zum Eintreffen des Notarztes mit dem Rettungshubschrauber und dann vorliegender Transportfähigkeit des Patienten.³⁷ Kollegen aus Kanada mit der dort niedrigen Bevölkerungsdichte in weiten ländlichen Bereichen innerhalb geringer Infrastruktur zeigten in einer großen Erhebung für verschiedene Bereiche der prähospitalen Notfallmedizin das Potenzial telemedizinischer Unterstützung von Rettungsfachpersonal nach schrittweiser Einführung verschiedener Maßnahmen. Z.B. wurden aus 53.000 in ein Krankenhaus übermittelten EKGs von 2006 bis 2014 1.009 ST-Streckenhebungsinfarkte detektiert und die umgehende Zuführung der Patienten zur nächsten Herzkathetereinheit veranlasst. Weiter wurde von 2010 bis 2014 bei 2.135 Anfragen von Rettungsdienstfachpersonal in 91 % eine Fentanyl-Gabe telemedizinisch delegiert, ohne beschriebene Komplikationen. Ferner wurden von 2011 bis 2014 auf 1.799 Anfragen zu einer fernmündlichen Todesbescheinigung 80 % davon erteilt und 34 % der Patienten einer Gerichtsmedizin zugeführt, wobei das Rettungsdienstfachpersonal jeweils das entsprechende Dokument angeleitet ausfüllte.⁴⁰ Aus den USA wurde 2010 eine prospektive Doppelblindstudie an einem Simulator mit dargestellten stumpfen sowie penetrierenden Traumaszenarien vorgestellt. Hier wurde Rettungsdienstfachpersonal (n=12) einer mittleren Ausbildungsstufe (vergleichbar Rettungsassistent) von 11 Chirurgen des Studienkrankenhauses (mind. 2 Jahre Berufserfahrung) und 2 Notfallmedizinern bei der Behandlung telemedizinisch mit Audio- und Videoübertragung unterstützt. Die Kontrollgruppe (n=8) hatte lediglich die Möglichkeit via Funk mit einer medizinischen Leitstelle zu kommunizieren. 11 Teilnehmer der Interventionsgruppe führten angeleitet eine Nadelthoraktomie und eine Perikardiozentese durch, obwohl diese Techniken vorher von keinem der Teilnehmer beobachtet oder erlernt wurde. Weiter verabreichten 9 Teilnehmer der Interventionsgruppe den simulierten Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma und Herniationszeichen Mannitol und führten eine therapeutische Hyperventilation durch. In der Kontrollgruppe fanden diese Maßnahmen nicht statt³⁹. Eine deutsche Studie wertete retrospektiv 10.362 durch einen bereits etablierten TNA unterstützte Rettungsdiensteinsätze von 2015 bis einschließlich 2018 aus. Bei diesen

Einsätzen boten 41,4 % der Patienten pathologische Vitalwerte oder eine vitalbedrohliche Diagnose, wobei in nur 20 % dieser Fälle zusätzlich ein Notarzt vor Ort war, der in der Hälfte der Fälle nachalarmiert wurde. In 65,6 % der TNA-Einsätze konnten die Vitalparameter durch die Intervention des TNA wieder normalisiert werden. Die häufigsten delegierten Medikamentenverabreichungen lagen von Urapidil (n=450), Metoprolol (n=140) und Theodrenalin/Cafedrin (Akrinor, n=97) vor.³⁸ Diese Daten zeigen den hohen Stellenwert der Telenotfallmedizin für Systeme ohne Notarzt oder in arztbegleiteten Rettungsdienststrukturen das Unterstützungspotential bis zum Eintreffen des Notarztes, um zielgerichtete Notfallmaßnahmen schneller zu etablieren.

Telenotfallmedizin kann helfen die medizinische Versorgungsqualität in sehr ländlichen Gegenden zu sichern. Genauere und langfristige Risikoauswertungen müssen künftig die Kosten-Nutzen-Relation näher untersuchen. Der Notarzt vor Ort ist bei kritisch kranken Patienten demnach aber auch nicht ersatzlos ersetzbar.

2.3	Empfehlung
Empfehlungsgrad 0 ⇔	Die telenotfallmedizinische Konsultation kann zur Entscheidungsfindung einer zielgerichteteren Weiterversorgung und strukturierten Voranmeldung von Patienten bei ausgewählten Indikationsfeldern eingesetzt werden.
Literatur, Evidenzgrad	Breuer 2021 ⁴¹ : LoE 4 Hara 2015 ⁴² : LoE 2b Fugok 2018 ⁴³ : LoE 2b
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Die effiziente Nutzung von Ressourcen gewinnt in Zeiten des Personalmangels und der Überbeanspruchung von Notaufnahmen, Notfallpraxen und KV-Dienste einen noch höheren Stellenwert. Eine sinnvolle Patientenbahnung bereits prähospital kann damit signifikant zu einer Entlastung von Versorgungsstrukturen beitragen. Durch den Telenotarzt wird zusätzlich eine ärztliche Einschätzung und Triage bereits mit den nicht-arztbesetzten Rettungswagen, Krankentransportwagen oder neuen Rettungsmitteln wie zum Beispiel den „Gemeinde-Notfallsanitäter“ oder „NotSan-Erkunder“ möglich. Auch die rechtssichere Aufklärung bei Transportverzicht- oder -verweigerung ist so ressourcenschonend möglich. In einer Untersuchung aus Berlin von Breuer et al. wurden sämtliche Einsätze des Rettungsmittels „NotSan-Erkunder“ innerhalb eines Monats (28.3.2020–28.4.2020) mit vollständiger Dokumentation (n=310) analysiert. Der NotSan-Erkunder wurde in der ersten Welle der COVID-19 Pandemie in den Dienst genommen und wurde hauptsächlich zum Einsatzstichwort „akute respiratorische Erkrankung“ alarmiert. In 90 % dieser Einsätze erfolgten Rücksprache und Entscheidungsfindung für die weitere Bahnung des Patienten mit dem Telenotarzt. 51 % der Patienten wurden mit dem Rettungsdienst transportiert. 28 % der Patienten wurden an den Hausarzt verwiesen, 11 % an den KV-Dienst. In 4 % wurde ein „KV-Erkunder“ der Leitstelle nachalarmiert, in 6 % wurde der Einsatz mit dem Stichwort „Sonstiges“ beendet, der Patient suchte also zum Beispiel selbstständig ein Testzentrum o.ä. auf. Insgesamt wurden 49 % der Patienten nicht durch den Rettungsdienst transportiert und es wurden weder ein RTW noch ein Notarzt für diesen Einsatz gebunden.⁴¹

In der Untersuchung von Breuer et al. findet sich allerdings keine weitere Abklärung des klinischen Verlaufs der Patienten nach Transportverzicht. Es handelt sich um eine retrospektive Analyse ohne Kontrollgruppe. Bei dem Empfehlungsgrad, der aus dieser Literaturstelle resultiert, handelt es sich also in vollständigem Konsens um eine „Kann“-Empfehlung.

2.4	Empfehlung
GPP	Die telenotfallmedizinische Konsultation zur Entscheidungsfindung einer möglichen Patientenbeförderung stellt eine typische Fragestellung dar und sollte bei bestehendem Unterstützungsbedarf des Rettungsdienstes erfolgen.
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Entscheidungsfindungen über das Erfordernis einer Patientenbeförderung sind regelhaft Teil des rettungsdienstlichen Alltags. Die Teilnehmenden an der Leitlinienerstellung sind sich einig, dass diese Fragestellung häufig ist und gegebenenfalls auch zu Nachforderungen von Notarzteinsatzfahrzeugen führt, die dann lediglich zur Entscheidungsunterstützung entsandt werden müssen. Diese Entscheidungsfindung kann nach einheitlicher Einschätzung des Leitlinienkonsortiums rechtssicher und bei ausreichender Patientensicherheit bezüglich der Richtigkeit der Entscheidung auch ohne physische Anwesenheit eines Notarztes mittels telemedizinischer Unterstützung getroffen werden. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass in diesen Entscheidungsfällen üblicherweise keine Therapiemaßnahmen erforderlich sind, die die Anwesenheit des Notarztes vor Ort erfordern. Zur adäquaten Beurteilung im Rahmen einer telenotfallmedizinischen Konsultation sollte die Übermittlung der Vitalwerte auch ein 12-Kanal-EKG umfassen, wenn dies für den Einsatzfall von Bedeutung ist.

Diese Anforderung telemedizinischer Unterstützung ist allerdings von der Feststellung des Unterstützungsbedarfes durch das Rettungsteam vor Ort abhängig. Viele Entscheidungen für und gegen eine Beförderung können auch vor Ort ohne weiteren Unterstützungsbedarf getroffen werden. Dies entspricht auch dem Willen des Gesetzgebers, der im § 4 Absatz 2 Nr. 1 b NotSanG ausgeführt hat, dass Notfallsanitäter eigenverantwortlich den Patientenzustand einschätzen und neben der Erforderlichkeit ärztlicher Unterstützung auch über die Notwendigkeit von Maßnahmen entscheiden. Zu diesen Maßnahmen gehört auch die Feststellung einer Beförderungsindikation oder die Feststellung des Fehlens solcher Indikationen.

Um den Rettungsdienst ressourcenschonend zu gestalten, sollte daher bei Feststellung eines ärztlichen Beratungs- und Entscheidungsbedarfes durch das Rettungsteam eine telenotfallmedizinische Unterstützung herangezogen werden.

Die systematische Literaturrecherche im Rahmen des Leitlinienprozesses konnte in diesem Themenfeld keine ausreichende Evidenz für genau diesen Anwendungsfall hervorbringen. Dennoch zeigten einzelnen Arbeiten, insbesondere mit Bezug zur Transportabklärung während der COVID-19 Pandemie⁴¹, dass durch Telekonsultationen Patienten vermehrt im häuslichen Setting verbleiben konnten, wodurch Krankenhausressourcen geschont wurden. Die Machbarkeit scheint für diesen Anwendungsfall gegeben, wenn auch keine Daten bestehen, welche die Entscheidungsfindung bzgl. der Patientenbeförderung zwischen Telenotärzten und physischen anwesenden Notärzten vergleicht.

2.5	Empfehlung
Empfehlungsgrad 0 ⇔	TNA-Systeme können in der Dispositionsentscheidung von Sekundäreinsätzen unterstützen. In differenzierten Situationen können telenotärztlich begleitete Sekundäreinsätze durchgeführt und dadurch die Ressource Notarzt geschont werden.
Literatur, Evidenzgrad	Schröder 2020 ³³ : LoE 2a Brinkrolf 2022 ⁴⁴ : LoE 3 Pedrotti 2021 ⁴⁵ : LoE 2b
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Entsprechend der DIN 13050 ist der Sekundärtransport definiert als der „Einsatz zur Beförderung von Patienten von einer Gesundheitseinrichtung bzw. einem Krankenhaus unter sachgerechter Betreuung einschließlich der Erhaltung und/oder Überwachung lebenswichtiger Körperfunktionen zu weiterführenden medizinischen Versorgungseinrichtungen und zurück“.⁴⁶ In qualitativer Erweiterung wird der Intensivtransport als „Beförderung eines intensivüberwachungs- und behandlungsbedürftigen Patienten“ definiert. Häufig angewandte Synonyme sind die Begriffe Sekundäreinsatz oder Verlegetransport. Entsprechend der geltenden GBA-Richtlinie ist für die Auswahl des Beförderungsmittels „ausschließlich die zwingende medizinische Notwendigkeit“ maßgeblich, „im Einzelfall unter Beachtung des Wirtschaftlichkeitsgebots“.⁴⁷ Für die Auswahlentscheidung sind deshalb laut GBA insbesondere der aktuelle Gesundheitszustand des Patienten und die Gefährlichkeit zu berücksichtigen. In der Umsetzung der Sekundärtransporte besteht eine hohe Heterogenität zwischen den Ländern, sowie häufig auch regional. Insbesondere für die Allokation einer rettungsdienstlichen Ressource im Rahmen eines Sekundärtransports bestehen bisher keine einheitlichen Abklärungs- oder Dispositionsprozesse.

Im Kontext der vorliegenden Empfehlung wird in den nachfolgenden Ausführungen sowohl die Ressourcenentscheidung basierend auf der vorherigen Abklärung sowie die eigentliche Durchführung von telenotärztlicher Begleitung von Sekundärtransporten differenziert.

Ressourcenallokation nach vorheriger Abklärung

Der hier einbezogenen Literatur ist gemein, dass die fachliche Abklärung der Verlegung und dann die Ableitung einer Ressourcenauswahl erfolgte. Alle drei Arbeiten konnten darauf basierend eine Reduktion der arztbegleiteten Sekundärtransporte in unterschiedlich starker Ausprägung verzeichnen. Die brasilianische Arbeit von Pedrotti et al.⁴⁵ zeigte eine Einsparung der Notarztbegleitung in n=2.840 Fällen, auf Basis einer durch eine Notaufnahmepflegekraft angewandten Checkliste, welche telenotärztlich überprüft wurde. Für den Aachener Rettungsdienst zeigten Schröder et al.³³ eine Reduktion der Notarztbegleitungen von 68,2 % auf 30,5 % nach Einführung eines Checklisten-basierten Arzt-Arzt-Gesprächs, durchgeführt durch den Telenotarzt. Hier wurde weitergehend differenziert, dass die Sekundärtransporte alleinig durch RTW durchgeführt von 31,5 % auf 59,8 % anstiegen und der Telenotarzt letztlich 9,7 % der Verlegungen begleitete. Die Abklärung über den Telenotarzt führte neben der Einsparung der Notarztressource demnach nur zu einem deutlich geringen Anteil der telenotärztlichen Begleitung und in der Mehrheit zu selbstständiger Abarbeitung durch RTW. Über die Gesamtheit von n=2.333 Verlegeanforderungen wurde in 17,8 % das angeforderte

Rettungsmittel heruntergestuft (dies umfasste auch die Abstufung von ITW auf RTW + Notarzt sowie von RTW auf KTW). Aus der Telenotarzteinführung in Greifswald beschrieben Brinkrolf et al. eine Reduktion der Notarztbeteiligung bei Sekundärtransporten von 15,2 % vor auf 7,5 % nach Einführung des Telenotarztes.⁴⁴

Bei allen Arbeiten handelt es sich um retrospektive Datenanalysen (ohne Verblindung und Randomisierung). In der Arbeit von Brinkrolf et al. sind außerdem methodisch die Zahlen der eingeschlossenen Einsätze nicht gänzlich rückverfolgbar. Auf Grund der noch geringen Studienlage und Neuheit des Anwendungsfeldes wurde hier der Empfehlungsgrad 0 konsentiert. Schröder et al. berichten für die ohne Notarztbegleitung abgeklärten Sekundärtransporte von 5 Fällen (0,2 %), in denen vor Transportbeginn durch das Rettungsteam ein Notarzt nachgefordert wurde. Ein Rückschluss ob dies an einer Zustandsveränderung des Patienten oder Fehleinschätzung in der Abklärung liegt, ist aus den Daten nicht ersichtlich. Auch da die Organisation und Leistungsfähigkeit des Verlegetransports der Rettungsdienststräger als sehr heterogen eingeschätzt werden und keine einheitlichen Vorgaben bestehen, wird mit dieser Empfehlung insbesondere eine sinnvolle Möglichkeit der patientensicheren Ressourceneinsparung des physisch anwesenden Notarztes anerkannt und als deutlicher Nutzen für den Rettungsdienst gewertet. Dabei wurde ebenfalls berücksichtigt, dass dem eigenständig tätigen, qualifizierten Rettungsteam eine telenotärztliche Ressource im Bedarfsfall zur Seite stehen kann, wodurch das Leitlinienkonsortium unter der Voraussetzung einer qualifizierten Abklärung der Verlegung keine relevanten Schädigungspotenziale sieht.

In allen drei Arbeiten wurden Patienten mit instabilen Vitalwerten, endotracheal intubierte Patienten sowie auch Patienten mit ST-Hebungsinfarkten weiterhin notärztlich begleitet. Insbesondere bei kontinuierlichen Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der vitalen Körperfunktionen (wie der Katecholamintherapie bei Kreislaufversagen oder der Beatmung bei respiratorischer Insuffizienz) wurde bereits in der vorherigen Verlegeabklärung die Begleitung durch eine ärztliche Ressource festgelegt.

Die Abklärung der Sekundäreinsätze wurde durch notfallmedizinisch fachkundiges Personal mit Kenntnissen des betreffenden Versorgungssektors sowie unter Zuhilfenahme von Checklisten durchgeführt. Bei Pedrotti et al. erfolgte die Abklärung durch eine Notfallpflegekraft unter notärztlicher Supervision, bei Schröder et al. und Brinkrolf et al. durch den jeweilig tätigen Telenotarzt (ebenfalls mit Zusatzbezeichnung Notfallmedizin). Kohärent zu den Studiendurchführungen ist auch in der Einschätzung des Leitlinienkonsortiums und der Experten eine Systemkenntnis bzgl. der regionalen Ausstattung der Rettungsmittel sowie der Qualifikation des Personals (Besetzung der Rettungsmittel, ggf. zusätzliche Schulungen im Sekundärtransport) essentiell zur Entscheidungsfindung bzgl. der angemessenen rettungsdienstlichen Ressource.

Telenotärztlich begleitete Sekundärtransporte

Während in der brasilianischen Arbeit⁴⁵ die Zuverlegungen von n=2.840 ernsthaft erkrankten, jedoch klinisch stabilisierten Patienten telemedizinisch begleitet wurden, kam es dabei in 22 Fällen zu einer angeleiteten Intervention durch den Telenotarzt. Das Diagnosespektrum der Patienten beinhaltete führend Sepsis (28 %), akutes Koronarsyndrom (8,5 %), Herzrhythmusstörungen (6,7 %), venöse Thrombembolie (6, %), akutes Abdomen (3,6 %), Atemstörung (3,3 %) sowie Herzinsuffizienz (2,5 %). Bei den Interventionen während des Transports handelte es sich um Sauerstoffgabe, Analgesie, Volumengabe und Blutdrucksenkung. Schröder et al.³³ berichten für das Diagnosespektrum telenotärztlich begleiteter Sekundärtransporte von n=356 Patienten eine Verteilung auf das akute Koronarsyndrom (24,7 %), Schlaganfall (15,4 %), Hirnblutung (7,3 %), Sepsis (6,5 %), Herzrhythmusstörungen (5,6 %) und Atemstörungen (3,9 %).

Ergänzend zu der obigen Erläuterung der Evidenzgrundlage, kann bzgl. der Durchführung einer telemedizinischen Begleitung von Sekundärtransporten festgestellt werden, dass nur in der Arbeit von Pedrotti⁴⁵ konkrete Angaben zu notwendigen Interventionen während des Transports zu finden sind. Der Nutzen der Ressourceneinsparung der Arztbegleitung unter Berücksichtigung der auf einem Transport notwendigen Interventionen begründet aus Sicht des Leitlinienkonsortiums die Möglichkeit der telenotärztlichen Begleitung mit dem Empfehlungsgrad 0. Im Kontext der Ausbildung der Notfallsanitäter in Deutschland gehören die dort aufgeführten Interventionen in das Kompetenzniveau der eigenständigen Durchführung durch Notfallsanitäter. In der Bewertung des Konsortiums bleibt die telenotfallmedizinische Unterstützung eine machbare und schnell verfügbare Hilfestellung für Problemstellungen während eines Sekundärtransportes.

Es handelt sich bei den telemedizinisch begleiteten Patienten (ohne ärztliche Ressource im Rettungsmittel) um nicht akut vital gefährdete Patienten. Pedrotti et al. berichten den expliziten diagnosebezogenen Ausschluss von Patienten mit Beatmung, ST-Hebungsinfarkt oder Schlaganfall, während bei Schröder et al. bei Fehlen von Instabilitätskriterien auch Patienten mit Schlaganfall oder Hirnblutung telenotärztlich begleitet wurden. Genaue Angaben zur Transportdistanz und Dauer finden sich ausschließlich bei Pedrotti et al. (Zuverlegungen von 7–25 km, mit Transportzeiten zwischen 10–30 Minuten), wohingegen Schröder et al. nicht ausschließlich Zuverlegungen zur höheren Versorgungsstufe, sondern neben Notfall- bzw. dringlichen Verlegungen auch Weiterverlegungen in Rehabilitationseinrichtungen betrachteten, jedoch ohne Angaben zu Transportstrecke oder -zeit. Bzgl. einer expliziten Angabe zur pädiatrischen Patientengruppe benennen Pedrotti et al. den Studienausschluss von Kindern < 15 Jahren.

Keine der Arbeiten macht Angaben zur tatsächlichen Dauer des telenotärztlichen Kontaktes (der Konsultation) während des Transports. Es lässt sich daraus nicht ableiten, ob es sich um eine kontinuierliche Begleitung oder eine bedarfsorientierte Unterstützung handelte.

Ergänzende Referenzen

- § DIN 13050 „Rettungswesen – Begriffe“ in der geltenden Fassung
- Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Verordnung von Krankenfahrten, Krankentransportleistungen und Rettungsfahrten nach § 92 Absatz 1 Satz 2 Nummer 12 SGB V (https://www.g-ba.de/downloads/62-492-3026/KT-RL_2022-10-20_iK-2023-01-11.pdf , Zugriff: 01.02.2024)

2.6	Empfehlung
Empfehlungsgrad B ↑	Zur Entscheidung über einen medizinisch begründeten Transport im Offshore-Bereich oder ähnlich unzugänglichen Bereichen sollte bei Verfügbarkeit eine telenotfallmedizinische Unterstützung in Anspruch genommen werden.
Literatur, Evidenzgrad	Stilz 2022 ⁴⁸ : LoE 2a
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

In abgelegenen Versorgungsbereichen, wie z.B. im Offshore-Bereich, sind medizinische Einrichtungen und medizinische Fähigkeiten vor Ort nur begrenzt verfügbar. Medizinische Notfallevakuierungen in ein Krankenhaus können teilweise nur verzögert erfolgen, sie sind zeitaufwendig und kostenintensiv. Der Einsatz von Telenotfallmedizin kann im Offshore-Bereich die Rate der Notfallevakuierungen senken. Des Weiteren kann die Telenotfallmedizin mit Blick auf die Dringlichkeit (Notfall- versus Routinetransport) bei der Dispositionsentscheidung unterstützen.

2022 veröffentlichten Stilz et al.⁴⁸ die erste quantitative Studie, die den Effekt von Telenotfallmedizin auf die Rate von Notfallevakuierungen in abgelegenen Versorgungsbereichen untersucht. Es handelt sich um eine kontrollierte und prospektiv angelegte Kohortenstudie, die von 2016 bis 2020 durchgeführt wurde. In der Interventionsgruppe in den USA (n=384) wurde bei Kontakt mit erfahrenen Notfallmedizinern an Land Telenotfallmedizin genutzt. Überwiegend wurden die Videokommunikation (81 %) und die Übertragung von Vitalparametern (31 %) genutzt. In der Kontrollgruppe (n=261) stand keine Telenotfallmedizin bei den Arztkontakten zur Verfügung. Daten für die Kontrollgruppe wurden aus Offshore-Einrichtungen eingeschlossen, für die entweder Großbritannien oder Malaysia zuständig waren. Sitz et al. konnten nach Auswertung von insgesamt 645 Arztkontakten mit qualifizierten Notfallmedizinern an Land zeigen, dass ohne die Verfügbarkeit von Telenotfallmedizin Notfallevakuierungen aus dem Offshore-Bereich in der Kontrollgruppe häufiger waren (Interventionsgruppe Odds ratio 3,58 und 95 % Konfidenzintervall 1,79–5,23 vs. 2,88 und 1,6–5,23 in der Kontrollgruppe).

Durch den Einsatz von Telenotfallmedizin wurden Patienten von den Offshore-Einrichtungen weniger als Notfalltransport und mehr als geplanter Routinetransport an Land gebracht. In den USA wurde Telenotfallmedizin eingesetzt. 6 % wurden notfallmäßig evakuiert, 20,3 % mit Routinetransporten verlegt und 73,7 % verblieben Offshore. In den Einrichtungen von Großbritannien (keine Telenotfallmedizin verfügbar) wurden 15,4 % als Notfall und 9,1 % mit einem Routinetransport verlegt, 75,4 % verblieben Offshore. In den Offshore-Bereichen unter der Aufsicht von Malaysia (keine Telenotfallmedizin verfügbar) wurden 18,6 % als Notfall evakuiert, 27,9 % mit einem Routinetransport an Land verlegt und 53,5 % der Patienten verblieben im Offshore-Bereich.

Aufgrund der begrenzten Stichprobengröße wurde keine statistische Analyse zum Zusammenhang zwischen der Verwendung der spezifischen technischen Telemedizinanwendung und dem Outcome der Patienten durchgeführt.

Der Einsatz der Telenotfallmedizin kann die Rate an Notfallevakuierungen aus dem Offshore-Bereich senken. Da Notfalltransporte im Offshore-Bereich abhängig von Ort und Wetter, nicht immer unmittelbar durchführbar und teuer sind, kann der Einsatz von Telenotfallmedizin in Offshore-Bereichen eine schnellere und zielgerichtete Versorgung von Notfallpatienten gewährleisten.

2.7	Empfehlung
Empfehlungsgrad 0 ⇔	Im Rettungsdiensteinsatz kann bei bestimmten Einsatzszenarien ohne unmittelbare Vitalbedrohung der TNA eingesetzt werden, ohne dass es zu einer Einschränkung der Diagnose- und Versorgungsqualität kommt.
Literatur, Evidenzgrad	Kowark 2023 ³⁶ : LoE 1b Quadflieg 2020 ⁴⁹ : LoE 2a Skorning 2012 ⁵⁰ : LoE 2b Brokmann 2016 ⁵¹ : LoE 3 Chinprasatsak 2017 ⁵² : LoE 2b Rörtgen 2013 ⁵³ : LoE 3
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Die Beurteilung der Diagnose- und Versorgungsqualität eines Rettungsdiensteinsatzes kann bei gegebener Strukturqualität sowohl anhand von Prozessmerkmalen, als auch am Behandlungsergebnis erfolgen. Ein entscheidendes Prozessmerkmal ist die Leitlinienadhärenz, die durch Erfassung der erreichten Zwischenschritte eines definierten Versorgungsalgorithmus überprüft werden kann. Daneben kann der benötigte Zeitaufwand für bestimmte Versorgungsschritte ein vergleichendes Prozessmerkmal sein.

In zwei randomisierten Simulationsstudien bearbeiteten Notarzt-geleitete Teams mit und ohne TNA-Unterstützung standardisierte Einsatzszenarien (STEMI, Polytrauma) mit definierten Komplikationen bzw. standardisierte Einsatzszenarien ohne hochinvasive Prozeduren (Verbrennung, Intoxikation, Nierenkolik, Barotrauma). Die Leitlinienadhärenz war für die Mehrzahl der zu beurteilenden Handlungsschritte in der Prüfgruppe signifikant besser.^{50,53} In einer der Studien wurde zusätzlich der Zeitbedarf für die Information der Klinik gemessen, welcher für die Prüfgruppe relevant kürzer und signifikant ausfiel.⁵⁰

Zu den gut beurteilbaren Ergebnisparametern im Realbetrieb zählt die erzielte Schmerzlinderung bei durchgeführter Analgesie. Da eine Randomisierung im Realbetrieb aus methodischen Gründen schwierig ist, wurde der Vergleich der Prüfgruppe „Rettungsdienst mit TNA“ mit einer historischen Kontrollgruppe von Rettungsdienst und Notarzt anhand einer Matched Pair - Analyse durchgeführt. Die Analgesie war in beiden Gruppen effektiv, die vom Patienten angegebene Schmerzreduktion sogar signifikant besser in der Prüfgruppe bei gleicher Rate an Nebenwirkungen. Darüber hinaus war die Dokumentationsqualität in der TNA-Gruppe hochsignifikant besser.⁵¹

Eine weitere Studie verglich Realeinsätze von „Rettungsdienst und TNA“ mit Notarzteinsätzen im Hinblick auf die gestellten Diagnosen anhand der Übereinstimmung mit den späteren klinischen Diagnosen. In beiden Gruppen zeigte sich für die meisten Diagnosen identisch eine weitgehende Übereinstimmung mit den klinischen Diagnosen. Eine Ausnahme stellte die Diagnose Krampfanfall dar, die vom TNA signifikant häufiger als Schlaganfall fehldiagnostiziert wurde.⁴⁹

Anders als in einer Simulation ist die randomisierte Zuordnung von TNA und Notarzt im realen Einsatzbetrieb praktisch nicht möglich, so dass trotz Vorliegen randomisierter Studien mit statistischer Signifikanz (und wegen deren geringer Fallzahl) zunächst ein Empfehlungsgrad „0“ resultiert. Die Kann-Empfehlung wurde zudem aufgrund der begrenzten Evidenzlage auf Einsätze ohne unmittelbare Vitalbedrohung eingeschränkt. Sichere Hinweise auf eine

relevante Einschränkung der Diagnose- und Versorgungsqualität durch den TNA wurden in keiner der Studien gefunden. Methodische Klarheit könnte durch umfangreiche prospektive Datenerfassung im parallelen Realbetrieb von Systemen mit und ohne TNA-Option (z.B. Rettungsbezirke mit ähnlicher geografischer Struktur) gewonnen werden. Aufgrund zu erwartender geringer Unterschiede und geringer Raten an unerwünschten Nebeneffekten oder Komplikationen wären zur statistischen Sicherung aber entsprechend große Kollektive und Zeiträume erforderlich.

Mit der 2023 in Critical Care veröffentlichten randomisiert kontrollierten TEMS-Studie konnte gezeigt werden, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen Telenotarzt und Notarzt in Bezug auf die Komplikationsrate gibt (Kontrollgruppe n=1676; Interventionsgruppe n=1544). Damit stellt der Telenotarzt eine sichere zusätzliche Ressource im Rettungsdienst dar, welche die Versorgungsqualität steigert. Hinsichtlich Dokumentations-, Anamnese- und Behandlungsqualität ist der Telenotarzt dem Notarzt bei gleichzeitig kürzerer Arztbindungszeit überlegen.³⁶

2.8	Empfehlung
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Bedarf des Rettungsfachpersonals und/oder der Notärzte vor Ort, sollte ein TNA zur Verbesserung von (Patienten-) Sicherheit und Leitlinienadhärenz konsultiert werden.
Literatur, Evidenzgrad	Kowark 2023 ³⁶ : LoE 1b Humburg 2022 ³⁷ : LoE 4 Skorning 2012 ⁵⁰ : LoE 2b Rörtgen 2013 ⁵³ : LoE 3 Brokmann 2017 ⁵⁴ : LoE 2a Bergrath 2019 ⁵⁵ : LoE 2a Follmann 2021 ⁵⁶ : LoE 4 Bergrath 2013 ⁵⁷ : LoE 2b
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Der Empfehlungsgrad B für diese Empfehlung ergibt sich aus dem Vorliegen mehrerer Studien der Evidenzklasse 2b (zwei Simulationsstudien^{50,53}, drei mit Patienten^{54,56,57}), zweier Fallberichte^{37,56} sowie einer randomisiert kontrollierten Studie³⁶.

Ausgehend von prospektiv kontrollierten Simulationsstudien wurden seit 2012 in verschiedenen Studiensettings telenotfallmedizinische Unterstützungsmöglichkeiten für Rettungsdienstteams untersucht.

Skorning et al. verglichen 2012 erstmals die Adhärenz von Behandlungsalgorithmen, medizinischer Sicherheit und Einsatzzeitintervallen zwischen Rettungsdienst-Teams mit Notarzt in Verbindung mit und ohne telemedizinische notärztliche Assistenz in standardisierten Simulationsszenarien.⁵⁰ In dieser prospektiven kontrollierten Single-center-Simulationsstudie zeigten Rettungsteams mit Unterstützung eine deutlich höhere Adhärenz an Behandlungsalgorithmen, eine höhere Patientensicherheit, d.h. Behandlungsfehler konnten vermieden werden, bei nicht verlängerter Einsatzdauer. Diese Ergebnisse wurden im Rahmen einer randomisiert-kontrollierten Simulationsstudie⁵³ und dem Vergleich der notfallmedizinischen Versorgung in Rettungs-Teams mit telenotärztlicher Unterstützung im Vergleich zu herkömmlichen Teams mit NA vor Ort bestätigt. Hier wurden konkret als Endpunkte die Qualität der notfallmedizinischen Versorgung anhand prädefinierter Scoring-Items für definierte Simulationsszenarien untersucht. Als Ergebnis schlussfolgerten die Autoren, dass eine Versorgung durch Rettungsdienst-Teams mit telenotfallmedizinischer Unterstützung der Versorgung von Teams mit Notärzten vor Ort in diesem Studiensetting (31 vs. 31 Szenarien) nicht unterlegen ist. Eine grundsätzliche Limitierung dieser beiden Simulationsstudien besteht darin, dass die höchste rettungsdienstliche Qualifikation Rettungsassistent war, da diese noch vor Einführung des NotSanG durchgeführt wurden. Letztlich zielten sie jeweils auf eine Nicht-Unterlegenheit der telemedizinischen Unterstützung ab.

Die grundsätzliche Machbarkeit und hohe Akzeptanz der telenotfallmedizinischen Unterstützung von Rettungsfachpersonal (zu dem Zeitpunkt Rettungsassistent) berichten Bergrath et al. 2013 im Rahmen des Forschungsprojektes TemRas, bei dem 296 Einsätze in städtischen und ländlichen Einsatzbereichen unterstützt wurden. In dieser observativen, nicht randomisierten Studie hob man die Möglichkeit der Delegation von für Rettungsassistenten nicht freigegebenen Medikamenten, die Unterstützung bei Interpretation der EKG-Diagnostik sowie die Verkürzung des Arzt-freien Intervalls hervor. In zwei weiteren prospektiv, nicht-

randomisierten Interventionsstudien wurde die telenotfallmedizinisch unterstützte Versorgung im Vergleich zur notärztlichen Versorgung vor Ort spezifisch für die Symptomkomplexe hypertensiver Notfall und hypertensiver Entgleisung⁵⁴ sowie stabile Patienten mit Akutem Koronarsyndrom (ACS) (ohne STEMI)⁵⁵ untersucht. Insgesamt wurden hier selektiv 260 Patienten vs. 292 einer historischen Kontrollgruppe betrachtet und es wurde eine vergleichbare Behandlungsqualität, mit vermutlich deutlichem Zeitvorteil gegenüber Nachforderung eines Notarztes berichtet sowie keine Kurzzeit-Komplikationen dokumentiert. Für das Themenfeld hypertensiver Notfall und hypertensiver Entgleisung wurde konkret geschlussfolgert, dass Nitrendipin, Nitroglycerin, Metoprolol und Urapidil telenotärztlich mit hoher Sicherheit und Leitlinienadhärenz delegiert werden können.⁵⁴ Bei ACS-Patienten können ASS, Heparin und Morphin mit hoher Sicherheit und Leitlinienadhärenz delegiert werden, wobei damit Ergebnisse einer früheren Studie⁵¹ bezüglich Leitlinienadhärenz und Sicherheit der Medikamentendelegation bestätigt wurden.

Die in diesen drei Publikationen dargestellte rechtliche Bewertung der Medikamentengabe durch nichtärztliches Rettungsfachpersonal mit einem sehr restriktiven Ansatz galt zu diesem Zeitpunkt nicht gleichermaßen für alle Regionen Deutschlands, allerdings war das Berufsbild Notfallsanitäter zum Zeitpunkt der Datenerhebung gerade erst in einem Gesetz verabschiedet worden, jedoch noch nicht praktisch umgesetzt.

Mit der Reform des NotSanG im Jahre 2020 hat sich die Rechtsstellung der Notfallsanitäter geändert, mit der Möglichkeit der eigenverantwortlichen Durchführung heilkundlicher, auch invasiver, in der Ausbildung erlernter und beherrschter Maßnahmen. Studien, die die Qualität der TNA-delegierten Medikamentengabe mit derjenigen vergleichen, die durch RTW-Besetzungen ohne Mitwirkung eines physischen Notarztes oder TNA erfolgte (sog. NotSanG § 2a, bzw. § 4 (2) 1c, bzw. § 4 (2) 2c Maßnahmen), existieren bislang nicht.

Der Aspekt der möglichen Unterstützung bei lebensbedrohlichen Einsatzsituationen durch eine telenotärztliche Ressource wird in zwei Fallberichten deutlich. Follmann et al. berichten 2021 von einer invasiven Intervention durch den Notarzt vor Ort auf Anweisung des Telenotarztes, die letztlich eine Anleitung zu lebensrettenden Maßnahmen darstellt.⁵⁶

Humburg et al. schildern zudem einen Fall, bei dem komplexe Versorgungsmaßnahmen umgesetzt werden mussten, um den Patientenzustand bis zum Eintreffen eines physisch an der Einsatzstelle präsenten Notarztes zu stabilisieren. Diese Ergebnisse finden sich kongruent in einer retrospektiven Kohortenstudie, die auch zu der konkreten Empfehlung 2.2 „Ist kein Notarzt verfügbar, kann ein Telenotarzt zur Überbrückung auch bei potentiell lebensbedrohlichen Krankheitsbildern eingesetzt werden“ beiträgt.³⁸

Mit der 2023 in Critical Care veröffentlichten randomisiert kontrollierten TEMS-Studie konnte gezeigt werden, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen Telenotarzt und Notarzt in Bezug auf die Komplikationsrate gibt (Kontrollgruppe n=1676; Interventionsgruppe n=1544). Damit stellt der Telenotarzt eine sichere zusätzliche Ressource im Rettungsdienst dar, welche die Versorgungsqualität steigert. Hinsichtlich Dokumentations-, Anamnese- und Behandlungsqualität ist der Telenotarzt dem Notarzt bei gleichzeitig kürzerer Arztbindungszeit überlegen.³⁶

2.9	Empfehlung
Empfehlungsgrad 0 ⇔	Die Delegation von Medikamentengaben ist durch telenotfallmedizinische Unterstützung sicher durchführbar und kann genutzt werden.
Literatur, Evidenzgrad	Kowark 2023 ³⁶ : LoE 1b Schröder 2021 ³⁸ : LoE 2b Brokmann 2017 ⁵⁴ : LoE 2a Bergrath 2019 ⁵⁵ : LoE 2a
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Eine i.v.-Medikamentengabe birgt seit jeher ein hohes Risiko für Fehler, zum Beispiel durch Verwechslung des Medikaments, Über- oder Unterdosierung oder aber auch mangelnde Abfrage nach bekannten Allergien oder Wechselwirkung mit der bestehenden Medikation⁵⁸. In allen Bereichen der Akutmedizin, wie auch dem prähospitalen Rettungsdiensteinsatz, ist dieses Risiko durch Faktoren wie Dringlichkeit der Situation, wechselnde Teams und Unübersichtlichkeit des Arbeitsplatzes noch höher.⁵⁹ Dem wird begegnet durch konsequente Schulung in Crew Resource Management (CRM) und Kommunikationsmethoden, die die Sicherheit erhöhen sollen: Closed-Loop-Kommunikation, Read-back- und Feed-Back-Strategien sowie Cross-checks (4-Augen-Prinzip).

Im telenotfallmedizinischen Einsatz findet die Kommunikation zwischen Telenotarzt und einsatzführendem Rettungsdienstmitarbeiter virtuell, in der Regel über Headset, statt. Die Wahrnehmung des Telenotarztes ist durch den Schlüssellockeffekt des virtuellen Einsatzes eingeschränkt. Der Einsatzführer vor Ort muss sowohl die Kommunikation mit dem Telenotarzt als auch mit seinem Teampartner und dem Patienten steuern.

Trotzdem haben Untersuchungen gezeigt, dass die Leitlinienadhärenz im telenotfallmedizinischen Einsatz bei einem ACS hoch und mit der eines Teams mit Notarzt vor Ort vergleichbar ist.⁵⁵ Beim hypertensiven Notfall zeigt sich die Leitlinienadhärenz im telenotfallmedizinischen Einsatz ebenfalls ebenbürtig, die Dokumentationsqualität sowie die Anamneseerhebung gleichzeitig verbessert.⁵⁴ Im Einsatz bei potentiell lebensbedrohlichen Zuständen konnte der Einsatz eines Telenotarztes die Vitalparameter der Patienten signifikant verbessern und konnte 80 % der Einsätze ohne Bedarf eines physischen Notarztes vor Ort abarbeiten.³⁸ In keiner der Untersuchungen zeigten sich vermehrt Nebenwirkungen nach Medikamentengabe bei Delegation durch den Telenotarzt.

Bergrath et al. untersuchten in einer retrospektiven prä-post-Interventionsstudie die Leitlinienadhärenz bei Patienten mit akutem Koronarsyndrom in prähospitalen Rettungsdienst-Teams mit Notarzt vor Ort versus Teams mit Telenotarzt. Hierzu wurden 101 Fälle in der Studiengruppe (RD+TNA) mit 120 Fällen einer historischen Kontrollgruppe (RD+NA) verglichen. Die Leitlinienadhärenz bezüglich der Anlage eines 12-Kanal-EKG, Gabe von Aspirin, Heparin und Morphin, der Gabe von Sauerstoff und der korrekten Auswahl der Zielklinik, war in beiden Gruppen gleich. Ein signifikanter Unterschied zeigte sich allerdings in der Gabe von Glyceroltrinitrat, welches in der Studiengruppe (RD+NA) signifikant seltener trotz bestehender Indikation gegeben wurde (54 % vs. 75 %). Die Gabe von Glyceroltrinitrat wurde zum damaligen Zeitpunkt nach Ausschluss eines rechtsventrikulären Infarkts von Leitlinien empfohlen, allerdings bei „anhaltenden thorakalen Beschwerden“.⁶⁰ Die zurückhaltende Gabe in beiden Studiengruppen dieser Untersuchung mag der Tatsache geschuldet sein, dass nach früher und leitliniengerechter Gabe von Morphin keine anhaltenden thorakalen Beschwerden mehr bestanden. (Anmerkung der Autoren: Aktuell gibt es keine generelle Empfehlung mehr

zur Gabe von Nitraten bei ACS⁶¹). In dieser Untersuchung war allerdings die Einsatzzeit der Studiengruppe (RD+TNA) signifikant länger als in der Kontrollgruppe („erster Kontakt bis Ankunft Krankenhaus“ 48.7 ± 11 min vs. 35.5 ± 8.1 min). Hierbei ist zu bedenken, dass das Team vor Ort in der Studiengruppe aus zwei Rettungsdienstmitarbeitern besteht, während es sich in der Kontrollgruppe um vier Personen vor Ort handelt (drei Rettungsdienstmitarbeiter + ein Notarzt). Aufgaben wie Medikamente aufziehen und applizieren sowie den Patienten von der Wohnung in den RTW transportieren sind in einem 2-köpfigen Team zeitaufwändiger als in einem 4-köpfigen Team. 2-köpfige Rettungsdienstteams sind allerdings derzeit in den meisten Ländern weltweit die Regel.

In einer Untersuchung von Brokmann et al.⁵⁴ wurde das Management von hypertensiven Krisen und ebenfalls die Leitlinienadhärenz zwischen Rettungsdienst-Teams mit Telenotarzt und konventionellem Notarzt verglichen. Hierbei wurden von April 2014 bis März 2015 prospektiv Daten erhoben. In die Auswertung wurden alle telenotärztlichen Einsätze bei hypertensiven Entgleisungen und Krisen eingeschlossen. Eine historische Kontrollgruppe wurde aus Einsätzen mit derselben Indikation mit konventionellem Notarzt vor Einführung des Telenotarztes gebildet. 159 telenotärztliche Einsätze wurden mit 172 Einsätzen mit konventionellem Notarzt verglichen. Dabei zeigte sich der Erfolg der Behandlung gemessen an der Blutdruck-Reduktion in beiden Gruppen als gleich häufig, während es in der Gruppe mit Telenotfallmedizin signifikant weniger Fälle gab, in denen der Blutdruckabfall stärker als empfohlen war. Zudem zeigte sich in der Interventionsgruppe mit Telenotfallmedizin eine signifikant bessere Dokumentation und Anamneseerhebung. Dies ist ein möglicher Effekt der Checklisten-basierten Software am telenotärztlichen Arbeitsplatz.

Schröder et al.³⁸ untersuchten Einsätze eines Telenotarztes bei Patienten in potentiell lebensbedrohlichen Zuständen in einer retrospektiven, single-center Kohortenstudie. Hierfür wurden alle telenotärztlichen Einsätze aus einem Zeitraum von vier Jahren analysiert (2015–2018) bei denen entweder der NACA-Score (4–6) oder die Vitalparameter einen potentiell lebensgefährlichen Zustand indizierten, ein Notarzt vor Ort diese Einschätzung abgab oder eine definierte lebensbedrohliche Diagnose bestand. Eingeschlossen wurden 4.293 Einsätze (41,4 %). Primäres Outcome waren die Vitalparameter, die zu Beginn und zu Ende des Einsatzes in einem potentiell lebensbedrohlichen Bereich lagen. Sekundäre Outcome-Parameter waren die Dosis der verabreichten Medikamente sowie die Dokumentationsqualität.

Von den genannten Einsätzen konnten 80,1 % ohne konventionellen Notarzt abgearbeitet und die Vitalparameter normalisiert oder signifikant verbessert werden. Die Medikamentendosierungen, die vom TNA delegiert worden waren, entsprachen prähospital üblichen Dosierungen. Die Dokumentationsqualität war in beiden Gruppen der Studie hoch. Aus dieser Datenlage resultiert die hier getroffene, einstimmige „Kann-Empfehlung“.

Weitere Untersuchungen mit dem Fokus auf Leitlinienadhärenz aller am Rettungsdienst Beteiligten sind in regelmäßigen Abständen notwendig.

Mit der 2023 in Critical Care veröffentlichten randomisiert kontrollierten TEMS-Studie konnte gezeigt werden, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen Telenotarzt und Notarzt in Bezug auf die Komplikationsrate gibt (Kontrollgruppe n=1676; Interventionsgruppe n=1544). Damit stellt der Telenotarzt eine sichere zusätzliche Ressource im Rettungsdienst dar, welche die Versorgungsqualität steigert. Hinsichtlich Dokumentations-, Anamnese- und Behandlungsqualität ist der Telenotarzt dem Notarzt bei gleichzeitig kürzerer Arztbindungszeit überlegen.³⁶

2.10	Empfehlung
GPP	Ein Telenotarzt-Einsatz soll inhaltlich mindestens gemäß aktuellem DIVI-Standard (aktuell MIND 4.0) für notärztliche Dokumentation erfasst werden. Delegierte Maßnahmen sollen explizit erfasst werden. Eine Überarbeitung des MIND 4.0 Datensatzes für den Telenotarzt-Einsatz sollte zeitnah erfolgen und u.a. technische Verbindungen und Übertragungsqualität enthalten.
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Als Teil der prähospitalen Notfallrettung unterliegt die Telenotfallmedizin ebenfalls den Empfehlungen und gesetzlichen Grundlagen zur medizinrechtlich korrekten Dokumentation der einsatztaktischen und medizinischen Daten. Wie bei allen Diagnose- und Therapiemaßnahmen muss für die nachfolgenden Behandler eine Befund- und Therapiedokumentation erfolgen.

Die „*Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin*“ (DIVI) hat eine definierte und autorisierte Menge an Merkmalen und Merkmalsbeschreibungen der prähospitalen Notfallrettung durch Rettungs- und Notarztdienst aufgestellt. Dieser „Minimale Notfalldatensatz“ (MIND, aktuell 4.0) ist ein Kerndatensatz, der somit auch für prähospitaler telenotärztliche Einsätze als Mindeststandard anzusehen ist.

Im telenotfallmedizinischen Einsatz befindet sich das telenotfallmedizinische Personal (z.B. Telenotarzt) grundsätzlich nicht physisch am Einsatzort des Rettungsmittels bzw. Patienten. Somit besteht die Gesamteinsatzdokumentation aus einer rettungsdienstlichen und einer telenotfallmedizinischen Dokumentation, welche in der Regel zunächst getrennt voneinander erstellt wird.

Bedingt durch die aktuell fehlende flächendeckende elektronische Datenerfassung im Rettungsdienst stellt die Einsatzdokumentation des Rettungsmittels vor Ort hier bei Übergabe des Patienten den wesentlichen und sicheren Informationsfluss aus dem Einsatz an den Weiterbehandler dar. Diese wird meist erst im Nachgang durch die Dokumentation des Telenotarztes auf Anforderung des Patienten oder Weiterbehandlers ergänzt.

Nahezu alle am Patienten getroffenen Maßnahmen werden durch die Einsatzkräfte vor Ort durchgeführt und entsprechend dokumentiert (Durchführungsverantwortung). Ausnahmen hiervon bilden in seltenen Fällen z.B. direkte Aufklärungsgespräche durch den Telenotarzt.

Inhaltlich in der Dokumentation zu trennen sind Maßnahmen und Feststellungen, die durch die Einsatzkräfte am Patienten eigenverantwortlich entschieden wurden und solche, die vom Telenotarzt entschieden (Delegationsverantwortung) und an das Team vor Ort delegiert wurden. Um die telenotärztliche Delegationsverantwortung in diesen Fällen klar festzuhalten, muss dies in der Einsatzdokumentation ebenfalls inhaltlich für den Weiterbehandler sichtbar getrennt erfasst werden.

Die Zustimmung des Patienten respektive der Betreuenden zu einer telenotfallmedizinischen Behandlung sind je nach Situation einzuholen und ebenfalls zu dokumentieren.

Die Übermittlung der telenotärztlichen Dokumentation erfolgt systemabhängig in der Regel in elektronischer Form an das Rettungsmittel bzw. an den Weiterbehandler (z.B. Klinik, Arztpraxis etc.).

Dementsprechend müssen technische Voraussetzungen zur Gewährleistung der sogenannten Informationssicherheit gegeben sein. Hierzu gehören insbesondere der Datenschutz und die

Datensicherheit. Die jeweils geltenden Datenschutzbedingungen und diesbezüglichen gesetzlichen Bestimmungen müssen selbstverständlich auch bei telenotärztlichen Versorgungskonzepten eingehalten werden und durch den lokalen oder Landesdatenschutzbeauftragten überprüft und genehmigt sein.

Die grundlegenden Forderungen sind, dass ein unberechtigter Zugriff auf die Daten durch eine geeignete Authentifizierung verhindert wird. Mit einer dem aktuellen Stand der Technik entsprechenden Verschlüsselung muss dies gewährleistet sein.

Zukünftig ist es sinnhaft und für den Informationsfluss während der Patientenbehandlung sicherer, wenn die eingesetzten telenotfallmedizinischen Systemkomponenten durch geeignete Schnittstellen den Datenaustausch zwischen Telenotarzt, Rettungsmitteln und angebundenen medizinischen Versorgern idealerweise bei Übergabe des Patienten an einen Weiterbehandler gewährleisten. Dies beinhaltet auch die Einsichtsmöglichkeit des Rettungsfachpersonals vor Ort in das telenotärztliche Protokoll, um Transparenz auch für Übergabesituationen sicherzustellen.

2.11	Empfehlung
Empfehlungsgrad 0 ⇔	Ein TNA-System kann ohne Einschränkung der Patientenzufriedenheit und -akzeptanz im Rettungseinsatz eingesetzt werden.
Literatur, Evidenzgrad	Brinkrolf 2022 ⁴⁴ : LoE 3
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

In einer retrospektiven Analyse von 1.465 TNA-Einsätzen im Vergleich zu 25.353 NEF-Einsätzen im Rettungsdienstbereich Landkreis Vorpommern-Greifswald⁴⁴ wurden in einem Subset von 3.814 befragten Patienten Daten von 260 telemedizinisch und 1.342 nichttelemedizinisch Versorgten analysiert. Der Aussage „Zusammenfassend war ich mit der Betreuung und Versorgung im Rettungseinsatz zufrieden.“ stimmten 87 % der telemedizinisch versorgten Patienten voll zu im Vergleich zu 84 % der nichttelemedizinisch Versorgten. Die Autoren gehen basierend auf diesen Zahlen von einer Nicht-Unterlegenheit der telemedizinischen Versorgung gegenüber der nichttelemedizinischen Versorgung aus.

Da vergleichende Daten zu patientenrelevanten klinischen Endpunkten wie unerwünschte Ereignisse/Komplikationen fehlen, ist eine Bewertung der Nutzen-Risiko-Relation nicht möglich. Die Ergebnisse zur Patientenzufriedenheit sind aus der Publikation eines Kongressbeitrages zitiert, der nur in Form eines Abstracts vorliegt.

Der Empfehlungsgrad begründet sich durch ein mindestens moderates Bias-Risiko bedingt durch folgende Limitationen: Es ist unklar, ob die untersuchten Endpunkte vor Beginn des Projekts prospektiv definiert wurden und ob hierfür eine Berechnung der notwendigen Fallzahlen vorgenommen wurde. Es wird nicht angegeben welche weiteren, hier nicht berichteten Parameter, untersucht wurden. Es ist unklar, inwieweit die Unterscheidung der Verwendung telenotfallmedizinischer Ressourcen die Gesamtzufriedenheit beeinflusst oder ob hier eine Diskriminierungsproblematik seitens der Befragten vorliegt, zumal scheinbar nicht explizit die Akzeptanz der telenotfallmedizinischen Versorgung erhoben wurde. Die Dokumentationsinstrumente und die Skalierung der Fragen sind nicht explizit beschrieben. Bei Befragung nach Einsatz bei entlassenen Patienten bestehen Risiken für Hindsight- und Selektionsbias. Da nur deutschsprachige Patienten eingeschlossen wurden, obwohl sich der Rettungsdienstbereich in der Grenzregion zu einem nicht-deutschsprachigen Land befindet, besteht zudem ein weiteres Risiko für Selektionsbias.

2.12	Empfehlung
GPP	Zur Sicherstellung einer hochqualitativen und einheitlichen Fort- und Weiterbildung von Telenotärzten soll ein Muster-Curriculum der Bundesärztekammer mit definierten Eingangsvoraussetzungen etabliert werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Telenotarzt-Systeme setzen spezifische fachliche und kommunikative Fähigkeiten bei den Telenotärzten voraus. Angesichts dieser Entwicklung ist es von entscheidender Bedeutung, eine einheitliche Ausbildung für Telenotärzte zu etablieren.

Die Einführung von Telenotarzt-Systemen hat das Potenzial, die prähospitalen Notfallmedizin entscheidend zu verändern und den Zugang zu medizinischer Versorgung in unterschiedlichsten Situationen zu verbessern. Jedoch gehen mit diesen Chancen auch Risiken einher, die durch eine einheitliche Ausbildung minimiert werden müssen.

Erstens stellt die Telenotfallmedizin spezielle Anforderungen an die medizinische Fachkompetenz der Telenotärzte. Sie müssen in der Lage sein, Notfallsituationen auf der Grundlage von über Distanz vermittelten Informationen präzise zu beurteilen und angemessene medizinische Entscheidungen zu treffen. Eine standardisierte Qualifizierung gewährleistet, dass Telenotärzte über das erforderliche Wissen und die Fähigkeiten verfügen, um effektiv in dieser spezialisierten Umgebung zu arbeiten.

Zweitens erfordert die Telenotfallmedizin ausgeprägte und von Präsenzeinsätzen abweichende kommunikative Fähigkeiten, da die Interaktion mit Patienten und anderen medizinischen Fachkräften über digitale Plattformen erfolgt. Eine einheitliche Ausbildung sorgt dafür, dass Telenotärzte nicht nur medizinisch kompetent, sondern auch in der Lage sind, klar und effektiv zu kommunizieren. Dies ist entscheidend für eine erfolgreiche telemedizinische Beratung und trägt zur Patientenzufriedenheit bei.

Darüber hinaus schafft eine einheitliche Ausbildung eine Grundlage für einheitliche Qualitätsstandards in der Telenotfallmedizin. Dies ist essenziell, um die Patientensicherheit zu gewährleisten und das Vertrauen in telemedizinische Dienste zu stärken.

Die Bundesärztekammer (BÄK) hat mit Unterstützung der Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands e.V. (BAND e.V.) und dem Bundesverband der Ärztlichen Leitungen Rettungsdienst Deutschland e.V. (ÄLRD e.V.) diesem Bedürfnis Rechnung tragend am 19. Oktober 2023 das BÄK-Curriculum „Telenotarzt/Telenotärztin“ publiziert.

Dieses sieht eine Weiterbildung im Umfang von 28 Unterrichtseinheiten (UE) mit abschließendem Kolloquium einer Dauer von 2 UE vor. Die Voraussetzungen im Sinne einer Eingangsqualifikation für die Teilnahme an der Weiterbildung definiert die BÄK folgendermaßen:

- Nachweis der Anerkennung als Fachärztin bzw. Facharzt in einem Gebiet mit unmittelbarem Bezug zur klinischen und rettungsdienstlichen Notfall- und Intensivmedizin sowie der Zusatz-Weiterbildung Notfallmedizin
- Nachweis von mindestens 2 Jahren regelmäßiger und andauernder Tätigkeit als Notärztin bzw. Notarzt, mindestens jedoch 500 eigenständig absolvierte Notarzteinsätze (primäre und sekundäre) nach Erwerb der Zusatzbezeichnung Notfallmedizin
- Erfahrung in der eigenverantwortlichen Führung von Personen und in Strukturen

Zudem soll die regelmäßige Ausübung der Rettungsdiensttätigkeit Voraussetzung für eine Telenotarztstätigkeit sein.

2.13	Empfehlung
GPP	Ergänzende Versorgungsstrukturen, wie z.B. NotSan-Erkunder, Gemeindenotfallsanitäter, Akutgesundheitsdienst (o.ä.) werden regionspezifisch für nicht-lebensbedrohliche Notfälle eingesetzt. Neben Verfahrensanweisungen und Checklisten kann auch die Zusammenarbeit mit einem telenotfallmedizinischen System berücksichtigt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

In Deutschland wurden in den vergangenen Jahren verschiedene ergänzende bzw. alternative Versorgungskonzepte pilotiert und implementiert. Hier seien beispielhaft die folgenden Ressourcen genannt (nicht abschließend): Gemeindenotfallsanitäter (Region Oldenburg)⁶², Rettungseinsatzfahrzeug (Nordfriesland⁶³, Regensburg⁶⁴), HanseSani (Bremen)⁶⁵, NotSan-Erkunder (Frankfurt)⁶⁶. Ziel dieser zusätzlichen Versorgungsstrukturen ist es, Notfallrettungsmittel wie Rettungswagen und Notarzt-Einsatzfahrzeuge bedarfsgerecht bei lebensbedrohlichen Notfällen einsetzen zu können und niederschwelligere Anliegen mit weniger dringlichen Akutfällen/niedrigprioritären Einsätzen durch diese alternativen Ressourcen zu versorgen; in Frankfurt z.B. auch mit dem Fokus einer bestimmten Patientengruppe und innerhalb eines bestimmten Viertels. Patienten sollen bei all diesen Ressourcen vor allem vor Ort untersucht und versorgt werden und in die richtigen weiteren Versorgungsstrukturen geleitet werden. Die Qualifikationsanforderungen sowie Weiterbildungen sind sehr heterogen, ebenso unterscheiden sich die Ressourcen in Ausstattung und Versorgungsaufträgen (inkl. unterschiedlicher Algorithmen).⁶⁷ In Oldenburg wurde die telemedizinische Anbindung an die Telemedizinzentrale der Anästhesiologie im Klinikum Oldenburg nur selten in Anspruch genommen. Die Gemeindenotfallsanitäter sind maßgeblich in Kontakt mit den jeweiligen Haus- oder Fachärzten der Patienten und außerhalb der normalen Öffnungszeiten mit den Ärzten der kassenärztlichen Versorgung. Waren diese nicht verfügbar für eine ärztliche Rücksprache, wurde die telemedizinische Verbindung zur Telemedizinzentrale hergestellt.⁶² In der Literatur gab es zum Zeitpunkt der Leitlinienerstellung keine Evidenz für weitere Einsätze von Telemedizin bei diesen Ressourcen. Viele Patienten mit prähospitalen Hilfeersuchen können jedoch von solchen alternativen Strukturen, die für somatische oder auch sozialmedizinische Belange ohne direkte notfallmedizinische Dringlichkeit Sorge tragen, profitieren. Es erscheint sinnvoll auch solchen Strukturen den Zugang zum bzw. die Konsultation des Telenotarztes zu ermöglichen, auch wenn ggf. andere Ansprechpartner wie Haus-/Fach-/KV-Ärzte deutlich öfter konsultiert werden mögen. Es ist vorstellbar, dass die Unterstützung eines TNA bei der Einordnung von Befunden, Vitalparametern, Beschwerden oder die Delegation von Maßnahmen durch den TNA dabei helfen, die bestmögliche Versorgung für diese Patienten zu ermöglichen und die vorhandenen Ressourcen effizient einzusetzen. So kann die Weiterversorgung oder ggf. eine Rettungsmitteldisposition optimiert werden. Ggf. kann in der Zukunft auch durch eine Erweiterung der Möglichkeiten der Telematikinfrastruktur eine Einsicht in die elektronische Patientenakte durch die Konsultation des Telenotarztes etabliert werden. Auch die Erstellung von e-Rezepten oder e-Arbeitsunfähigkeitsbescheinigungen wäre über eine solche Struktur in der Zukunft denkbar.

3. Versorgungsfelder

Versorgungsfelder	
Koordinierender Autor:	
H. Audebert	
Autoren:	
H. Audebert, S. Spethmann, W. Armbruster, C. Kill, M. König, O. Özkurtul, C. Perings, H. Schröder, A. Sommer, E. Wranze-Bielefeld, B. Büchele, T. Luiz	

3.1	Empfehlung
Empfehlungsgrad B ↑	Ein telenotfallmedizinisches System sollte bei Bedarf durch das Rettungsteam zur Unterstützung der Durchführung einer Analgesie sowohl für den traumatologischen als auch nicht traumatologischen Schmerz herangezogen werden, einschließlich der Verabreichung von BTM-pflichtigen Analgetika.
Literatur, Evidenzgrad	Renza 2022 ⁶⁸ : LoE 2b Gnirke 2019 ⁶⁹ : LoE 2b Lenssen 2017 ⁷⁰ : LoE 3 Brokmann 2016 ⁷¹ : LoE 2b
Konsensstärke	Konsens (18/19); Ablehnung durch DBRD

Eine wirksame Analgesie stellt eine regelmäßig erforderliche, dringliche Maßnahme des Rettungsteams dar, auch ohne dass unmittelbar lebensbedrohliche Verletzungen oder Erkrankungen schmerzursächlich sind. Auch wenn akute Schmerzen keine Lebensgefahr darstellen, so haben sie negative Auswirkungen auf verschiedenste Krankheitsbilder⁷², da durch den Schmerz eine adrenokortikale Stressreaktion und sympathische Aktivierung erfolgt, welche zu Tachykardie, Hypertonie, Hypoventilation sowie weiteren pathophysiologischen Effekten führen kann. Damit sind bei akuten Schmerzen wesentliche Folgeschäden bei Ausbleiben unverzüglicher Behandlung zu befürchten. Daher stellt die Analgesie eine Grundkompetenz auch von nicht-ärztlichem Rettungsdienstpersonal dar.

In der 2016 publizierten ersten Arbeit⁷¹ zur Analgesie durch Rettungsteams mit Hilfe eines Telenotarztes wurden im matched-pairs Design Analgesie Fälle mit Telenotarzt (n=106) mit historischen Analgesie Fällen mit Notarzt (n=80) verglichen, da eine Randomisierung im rettungsdienstlichen Realbetrieb aus methodischen Gründen schwierig ist. Die Häufigkeit von Komplikationen zeigte als primärer Endpunkt gleich niedrige Ergebnisse ohne signifikante Unterschiede in beiden Gruppen sowie als häufigste Nebenwirkung Übelkeit und Erbrechen in 11 % in beiden Gruppen. Auch wenn die Schmerzreduktion (gemessen am NRS-Delta) in der TNA-Gruppe geringer ausfiel, wurden keine signifikanten Unterschiede in der Qualität der Schmerzreduktion gemessen.

In der von Lenssen publizierten Analyse⁷⁰ aus Aachen von 149 Fällen telenotfallmedizinisch unterstützter Analgesie durch Rettungsdienstpersonal im Vergleich zur einer historischen Kontrollgruppe mit Behandlung durch einen Notarzt (n=199) konnten keine signifikanten

Unterschiede in Wirksamkeit (gemessen an der Reduktion der NRS) oder im Auftreten kritischer Komplikationen oder Nebenwirkungen festgestellt werden. Die Nutzung der Analgetika unterschied sich jedoch teils signifikant zwischen den Gruppen. So wurde Morphin häufiger in der TNA-Gruppe verwendet, wohingegen Piritramid häufiger in der Notarztgruppe Anwendung fand. Fentanyl wurde ausschließlich in der Notarztgruppe appliziert, da zu dem Zeitpunkt keine Fentanyl Anwendung für die TNA-Gruppe verfügbar war. Trotz der unterschiedlichen analgetischen Vorgehensweise wurden keine signifikanten Unterschiede in der Reduktion der NRS und dem Auftreten von Nebenwirkungen festgestellt. Die Behandlungsdokumentation war in der Gruppe der Analgesie Fälle mit Telenotarzt vollständiger.

Die Untersuchung von Wirkungen und Nebenwirkungen der Analgesie konnten in einer weiteren Arbeit mit einem Standortvergleich konkretisiert werden.⁶⁹ Dabei wurde die Analgesie unter Zuhilfenahme eines telenotfallmedizinischen Systems in Aachen (n=728) verglichen mit der Unterstützung im reinen Call-Back System (n=878) in der Rettungsdienst Kooperation in Schleswig-Holstein gGmbH (RKiSH). Die Analgesie wurde in Aachen häufiger mit Morphin durchgeführt (in ähnlicher Dosierung wie in der RKiSH), wohingegen in der RKiSH häufiger Midazolam mit Esketamin verabreicht wurde (jedoch in geringerer Dosierung als in Aachen). An beiden Standorten war die Analgesie gleichermaßen effektiv. Das höhere Auftreten von Übelkeit und Erbrechen (6 % i.d. RKiSH und 12 % in Aachen) bringen die Autoren mit der deutlich häufigeren Morphingabe in Aachen in Verbindung, woraus ebenfalls eine häufigere Durchführung der Antiemese resultierte.

In einer prospektiven Pilot-Untersuchung durchgeführt in der Tschechischen Republik wurde die Sufentanilgabe bei traumatischem Schmerz durch Rettungsdienstpersonal ohne Notarzt (Kompetenz Gruppe) mit der Gabe durch Rettungsdienstpersonal und telefonischer Notarztkonsultation (Konsultation Gruppe) verglichen.⁶⁸ Hier zeigten sich in beiden Gruppen keine kritischen Komplikationen, wenn auch anzumerken ist, dass die angewandte Dosis Sufentanil im Mittel bei 9,1 µg bzw. 9,4 µg lag. Außerdem lag die mittlere dokumentierte NRS in der Kompetenz Gruppe signifikant höher mit 7,9 im Vergleich zu 6,4. Diesen Unterschied schreiben die Autoren einem möglichen Bias der Selbstwirksamkeit der Kompetenz Gruppe zu. Diese Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das Patientenkollektiv mit traumatisch bedingtem Schmerz und der Anwendung von Sufentanil, was die Übertragbarkeit in das deutsche Rettungsdienstsystem limitiert.

Zusammenfassend beruht die bisherige Studienlage auf Observationsstudien vom Standort Aachen und der RKiSH sowie einer internationalen Arbeit. Die Analgesie durch Rettungsdienstpersonal in einem telenotfallmedizinischen System war auf Basis der Daten der Durchführung mit Notarzt vor Ort nicht unterlegen und kann sicher und mit therapeutischem Erfolg durchgeführt werden. Unterschiede zwischen einem vollumfänglichen telenotfallmedizinischen System und einfachem Call-Back konnten für die Analgesie nicht gezeigt werden. Es liegen zum Zeitpunkt der Literaturrecherche keine Daten vor, welche die Durchführung von Analgesie durch Notfallsanitäter mit und ohne Telenotarzt miteinander vergleichen. Es gibt jedoch Arbeiten, welche die sichere Durchführung von Analgesie durch Notfallsanitäter aufzeigen. Insbesondere wenn sich in dem Kontext der Analgetikaapplikationen Fragen ergeben, oder z.B. die Algorithmen-basierten Dosierungen nicht ausreichen, oder Kontraindikationen für bestimmte Analgetika bestehen, ist die

telenotärztliche Konsultation sinnvoll und sollte durch das Rettungsteam in Anspruch genommen werden.

Prospektive Vergleichsstudien (unter den Ausbildungsvoraussetzungen der dreijährigen Notfallsanitäterausbildung) zu der Fragestellung, ob eine telenotfallmedizinische Versorgung einer Algorithmen-basierten eigenverantwortlichen Therapie durch Rettungsfachpersonal gleichwertig oder überlegen ist, liegen zum aktuellen Zeitpunkt nicht vor.

Ablehnung durch den DBRD

Die Gründe der Ablehnung dieser Empfehlung durch den DBRD liegen in der bereits überholten Rechtslage. Im Juli 2023 wurden durch den Bundesgesetzgeber das NotSanG in § 2a NotSanG und §4 Absatz 2 Nr. 1c NotSanG und § 13 Absatz 1b BtmG und mitgeltenden Verordnungen geändert. Aufgrund der Änderungen des gesetzlichen Rahmens ist es rechtlich nun problemlos und rechtssicher möglich, dass Notfallsanitäter Analgesie auch unter der Verwendung von Betäubungsmitteln (BtM) zur Anwendung bringen. Die bis zu dieser Gesetzesänderung zum Teil genutzten Absicherungen mittels Telemedizin zur Sicherstellung einer BtmG-konformen Anwendung sind nun entfallen. Somit sind die verwendeten Daten unter veralteten juristischen Voraussetzungen erhoben und verwertet worden.

Zudem suggeriert diese Empfehlung unserer Meinung nach, dass Analgesie telenotfallmedizinischen Hilfebedarf hat. Die Auswertung der dieser Empfehlung zugrunde gelegten Daten betrachtete aufgrund der Quellenauswahl lediglich Analgesie, die mittels telenotfallmedizinischer Unterstützung erfolgt. Dabei wird nicht deutlich, dass die Analgesie traumatischer und nicht traumatischer Schmerzen originäre Aufgabe der Notfallsanitäter ist und dies auch explizit in den entsprechenden Gesetzesbegründungen des NotSanG benannt wurde. Analgesie durch Notfallsanitäter ist ohne weitere notärztliche oder telenotfallmedizinische Unterstützung sicher und wirksam möglich. Es ist daher nicht zielführend, durch Empfehlungen zu suggerieren, dass eine über die vollkommene ausreichenden Notfallsanitäterkompetenzen hinausgehende telenotfallmedizinische Unterstützung zur Analgesie erforderlich sei. Notfallsanitäter dürfen eigenverantwortlich die in der Ausbildung erlernten und beherrschten Maßnahmen auch invasiver oder medikamentöser Art ausführen. Das Beherrschen ist durch die Prüfung nachgewiesen. Dies ist unabhängig von eigenständigen Maßnahmen entsprechend § 4 Absatz 2 Nr. 2c NotSanG, die in Delegation durchgeführt werden. Weitere Regelungen sind hier nicht mehr erforderlich und führen nicht zu der vom Gesetzgeber erwarteten Systementlastung, sondern zu zusätzlichen Kosten ohne nachgewiesenen Qualitätsvorteil. Auch die Verwendung von BtM erfordert nicht mehr die ärztliche Unterstützung und kann ohne telenotfallmedizinischen Vorbehalt unter den Voraussetzungen des BtmG erfolgen.

3.2	Empfehlung
GPP	Die prähospitaler EKG-Beurteilung durch einen TNA kann zur Erhöhung der diagnostischen Sicherheit und Einleitung einer adäquaten Versorgung eingesetzt werden.
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Die Rationale für eine prähospitaler telenotfallmedizinische EKG-Beurteilung liegt sowohl in einer Erhöhung der diagnostischen Sicherheit als auch der Optimierung des Prozesses der Notfallversorgung, v.a. der Disposition in geeignete Zielkliniken und der Verbesserung der innerklinischen Logistik. Im Gegensatz zur Beurteilung eines telemetrisch übertragenen EKG durch Kardiologen (s. Empfehlung 3.3) liegen für die Beurteilung durch nicht-kardiologische („allgemeine“) Telenotärzte keine Studien vor, welche auf die o.g. Aspekte fokussierten. Es liegen stattdessen lediglich Einzelfallberichte oder Fallserien vor, die zwar auch Patienten mit pathologischen EKG-Befunden inkludierten, jedoch nicht auf diese beschränkt waren. Aus dem Telenotarztzentrum in Aachen wurde 2021 ein Fallbericht publiziert, in welchem eine Präsenznotärztin bei der Diagnose und Behandlung einer lebensbedrohlichen ventrikulärer Tachykardie telenotärztlich unterstützt wurde. Die Unterstützungsleistung erstreckte sich dabei auf die Beurteilung des EKG, die Bewertung der Kritikalität der Situation, die Beratung zur Analgosedierung bei der notwendigen Kardioversion, wonach sich der Patient stabilisierte, und die Voranmeldung in der Zielklinik zur perkutanen Koronarintervention aufgrund eines nach der Kardioversion erkennbaren Hinterwandinfarkts.

Eine thailändische Studie untersuchte in einem prospektiv-randomisierten Vergleich die Versorgungsqualität von 100 Patienten, die von sog. Advanced Life Support (ALS) Units rettungsdienstlich versorgt wurden: Gruppe 1 umfasste 27 Patienten ohne telenotärztliche Unterstützung, Gruppe 2 umfasste 73 Patienten mit telenotärztlicher Unterstützung über ein holistisches System mit Videotelefonie, Live-Vitaldatenstreaming und EKG-Telemetrie. Es wurde ein breites Einsatzspektrum versorgt, wobei nur 27 Fälle kardiovaskuläre Erkrankungen betrafen, und davon wiederum nur 3 Patienten mit einem ACS. Für das Gesamtklientel wurde eine signifikant bessere diagnostische Qualität und Versorgungsqualität bei denjenigen Patienten berichtet, die durch ALS-Units ohne Präsenznotarzt, aber mit telenotärztlicher Unterstützung versorgt wurden, im Vergleich zu einer fehlenden telenotärztlichen Unterstützung. Bei gleichzeitiger Beteiligung von Präsenznotärzten, die allerdings nur eine kleine Fallzahl umfasste, ging die telenotärztliche Versorgung ohne zusätzlichen Benefit einher. Die fachliche Qualifikation der Telenotärzte („emergency physicians“) wurde nicht näher beschrieben, und für die Subgruppe der kardiovaskulären Fälle wurden keine Einzelergebnisse berichtet. Auch unterblieben Angaben zu möglichen technischen Problemen, möglichen Zeitverlusten oder Details zu Fehldiagnosen und der Behandlungsqualität.⁵² Die Studie trägt somit keine Erkenntnisse zur Qualität der prähospitalen EKG-Beurteilung durch Telenotärzte bei.

Schröder et al.³⁸ berichteten über eine Serie von 4.293 potentiell oder akut lebensbedrohlichen Fällen unter insgesamt 10.263 Telenotarzteinsätzen des Aachener Telenotarztensystems im Zeitraum 2015–2018. 2.007 dieser Patienten wiesen eine oder mehrere kritische Störungen von Vitalfunktionen auf. Darunter waren 509 Patienten mit einem ACS ohne ST-Hebung (NSTEMI), 117 Patienten mit einem ACS mit ST-Hebung (STEMI) oder neuem Linksschenkelblock, 234 Fälle einer tachykarden Rhythmusstörung und 62 Fälle einer bradykarden Arrhythmie. Von den STEMI-Patienten wurden 66,7 % allein telenotärztlich versorgt, von den NSTEMI-Patienten 82,7 %. Tachykarde Arrhythmien konnten in 74,1 % der

Fälle ohne Präsentnotarzt versorgt werden, wobei in 60 % der Fälle Metoprolol zum Einsatz kam. Bradykarde Arrhythmien erforderten dagegen in über der Hälfte der Fälle (52,9 %) zusätzlich den Einsatz eines Präsenznotarztes.

Auch in dieser Publikation fehlen Angaben zu etwaigen technischen Problemen oder möglichen Fehldiagnosen, und die Versorgungsqualität wurde nur indirekt über die Veränderung von Vitalparametern bezogen auf die Kollektive, nicht die individuellen Patienten, dargestellt.

Vor dem Hintergrund der fehlenden Evidenz ergibt sich hier eine Expertenempfehlung.

Davon unabhängig sollten die Rettungsmittel zur EKG-Telemetrie ertüchtigt werden, wie dies in der ESC-Leitlinie zum Akuten Koronarsyndrom 2023 herausgestellt wird⁶¹, auch wenn diese Ausstattung in den aktuellen Normen für Rettungsdienstfahrzeuge noch nicht enthalten ist. Um mögliche Fehlinterpretationen des EKG und/oder Zeitverluste bei der Patientenversorgung zu vermeiden, ist die Einweisung und Schulung des Rettungsdienstes in der Ableitung und Übertragung des Ruhe-EKG von zentraler Bedeutung. Darüber hinaus sollte die Qualität der EKG-Interpretation durch (allgemeine) Telenotärzte in Studien systematisch untersucht werden, um eine Grundlage für evidenzbasierte Empfehlungen zu schaffen.

3.3	Empfehlung
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Verdacht auf ein akutes Koronarsyndrom (z.B. STEMI) sollte eine telenotfallmedizinische EKG-Übertragung mit fachspezifischer Beurteilung und/oder Informationsübermittlung an den Weiterversorger genutzt werden, um die Zeit bis zur Diagnose und zur interventionellen Therapie (z.B. PCI) zu verkürzen.
Literatur, Evidenzgrad	Brunetti 2015 ⁷³ : LoE 2b Brunetti 2017 ⁷⁴ : LoE 2a Clemmensen 2010 ⁷⁵ : LoE 4 Brunetti 2020 ⁷⁶ : LoE 2b Caldarola 2017 ⁷⁷ : LoE 4 Brunetti 2014 ⁷⁸ : LoE 2b Saberian 2020 ⁷⁹ : LoE 2a
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Die Minimierung von Zeitverzögerungen zwischen dem Symptombeginn und dem Beginn der Reperfusion ist ein zentraler Ansatz in der Versorgung des akuten ST-Hebungsinfarkts (STEMI) sowie Hochrisikopatienten mit Akutem Koronarsyndrom, ACS, ohne ST-Hebungen, NSTEMI. Der Schnittstelle zwischen Rettungsdienst und Klinik kommt dabei eine entscheidende Bedeutung zu. Wichtige Elemente sind die schnellstmögliche Ableitung und Interpretation eines Ruhe-EKG nach Erreichen der Einsatzstelle, die Option zur drahtlosen Übermittlung (Telemetrie) eines EKG in eine Zielklinik oder eine andere Stelle, an der eine EKG-Befundung durch Kardiologen erfolgt, der Aufbau regionaler ACS-Versorgungsnetzwerke, der primäre Transport von STEMI-Patienten in Kliniken mit der Möglichkeit der sofortigen perkutanen Koronarintervention (PCI) mit Vorabinformation des Behandlungsteams sowie die direkte Übergabe der Patienten im Herzkatheterlabor, unter Umgehung der Notaufnahme oder der Intensivstation.^{61,77}

Bereits im Jahr 2000 war in Dänemark per Gesetz die Ausstattung aller Rettungsmittel mit der Möglichkeit zur Ableitung und Übertragung von 12-Kanal-EKGs gefordert und bis zum Jahr 2008 landesweit umgesetzt worden.⁸⁰ Die Forderung nach Ausstattung der Rettungsmittel mit der Option zur EKG-Übertragung wurde erst mehr als 2 Jahrzehnte später auch in die europäischen Leitlinien zur Versorgung von ACS-Patienten übernommen.⁶¹

Der Benefit einer EKG-Übertragung von der Einsatzstelle mit fachspezifischer kardiologischer Beurteilung wurde in zahlreichen Studien analysiert, mit Ursprung vornehmlich in Dänemark und Italien. Einschränkend ist anzumerken, dass keiner der Studien ein prospektiver, randomisierter kontrollierter Vergleich zugrunde lag.

Eine frühe Arbeit aus Kopenhagen verglich Patienten mit akutem Thoraxschmerz, welche in den Jahren 2003–2005 nach prähospitaler Übertragung eines 12-Kanal-EKG und nachfolgendem kardiologischen Telekonsil triagiert und bei Vorliegen eines STEMI direkt in ein Zentrum zur notfallmäßigen Durchführung einer PCI transportiert wurden (n=146), mit einem historischen Vergleichskollektiv von 89 STEMI-Patienten aus der DANAMI-2-Studie, die sekundär aus einer lokalen Klinik in ein PCI-Zentrum verlegt wurden. Das Zeitintervall zwischen dem Notruf und der PCI lag in der Tele-EKG-Gruppe im Median bei 74 Minuten, in der Kontrollgruppe bei 127 Minuten. Die sog. door-to-balloon Zeit war in der Telemetrie-Gruppe mit 34 versus 97 Minuten im Median 63 Minuten kürzer als in der Kontrollgruppe. In der

Telemetriegruppe traten bei 18 % der Übertragungen technische Probleme auf. Der kardiologische Konsiliarist konnte in 97 % der Fälle telefonisch erreicht werden, davon in 5 % der Fälle allerdings nur unter Schwierigkeiten.⁸¹

In einer prospektiven Observationsstudie aus Michigan wurde die Versorgung von STEMI-Patienten der Jahre 2003–2008 verglichen, die entweder nach vorheriger EKG-Telemetrie vom Rettungsdienst in eine der 3 beteiligten Kliniken transportiert wurden (n=108), oder erst in der Klinik ein EKG erhalten hatten (n=241), wobei der Transport in der letztgenannten Gruppe entweder durch den Rettungsdienst oder privat erfolgte. Primäre Endpunkte waren die door-to-balloon Zeit und der Anteil an Patienten mit einer leitliniengerechten door-to-balloon Zeit von maximal 90 Minuten, sekundäre Endpunkte waren die Klinikmortalität und die Dauer des Klinikaufenthalts. Die door-to-balloon Zeit lag in der Telemetrie-Gruppe mit im Mittel 60,2 versus 90,5 Minuten um 30 Minuten bzw. 33 % niedriger als in der Gruppe ohne Telemetrie, allerdings wurden in der Arbeit keine Angaben über (möglicherweise verlängerte) Prähospitalzeiten gemacht. Der Anteil an Patienten, die innerhalb von 90 Minuten eine PCI erhielten, betrug 97,4 % versus 61,5 %. Die Dauer des Klinikaufenthaltes und die Krankenhaussterblichkeit unterschieden sich nicht signifikant.⁸²

Eine Arbeitsgruppe aus Süditalien verglich 123 vom Rettungsdienst versorgte STEMI-Patienten der Jahre 2012–2013, die nach EKG-Telemetrie direkt in ein PCI-Zentrum transportiert wurden, mit 174 Kontrollpatienten, die im selben Zeitraum vom Rettungsdienst aus Nicht-PCI-Kliniken sekundär in PCI-Zentren verlegt wurden. Endpunkt war die Zeit zwischen dem ersten abgeleiteten EKG und der PCI. In der Telemetrie-Gruppe war die Zeit bis zur PCI mit 41 versus 94 Minuten um 57 % kürzer als in der Kontrollgruppe. Nicht überraschend war der Zeitvorteil in Regionen mit größerer Entfernung zum nächsten PCI-Zentrum am größten. Die wichtigsten Limitationen lagen wie in der dänischen Studie in der fehlenden Randomisierung und dem Fehlen einer Kontrollgruppe von STEMI-Patienten, die ohne vorherige EKG-Telemetrie vom Rettungsdienst direkt in ein PCI-Zentrum transportiert wurden.⁷⁸

In einer weiteren Fall-Kontroll-Studie derselben Region wurde das Outcome von 100 STEMI-Patienten, die nach prähospitaler EKG-Telemetrie und kardiologischem Telekonsil vom Rettungsdienst direkt in ein PCI-Zentrum transportiert wurden, mit einer Kontrollgruppe von 140 STEMI-Patienten verglichen, die aus einer lokalen Klinik mit dem Rettungsdienst sekundär in ein PCI-Zentrum verlegt wurden. In der erstgenannten Gruppe lag die Zeit bis zum Reperfusionbeginn um 32 Minuten bzw. 35 % niedriger als bei den erst sekundär in ein PCI-Zentrum transportierten Patienten. Während sich die Sterblichkeit nach 6 Monaten zwischen den beiden Gruppen und in der Subgruppe mit niedrigem Sterberisiko nicht unterschied, zeigte sich bei Patienten mit intermediärem Risiko eine relative Risikoreduktion um 15,4 % und in der Gruppe mit hohem Risiko um 27,3 % ($p < 0,05$). Limitierende Faktoren waren wiederum die fehlende Randomisierung, das Fehlen einer Kontrollgruppe von STEMI-Patienten, die ohne vorherige EKG-Telemetrie vom Rettungsdienst direkt in ein PCI-Zentrum transportiert wurden, die Definition der o.g. Subgruppen erst in der post-hoc-Analyse, sowie fehlende Angaben zu möglichen technischen Problemen bei der Telemetrie und zu möglichen Fehldiagnosen.⁸³

In einer weiteren monozentrischen Observationsstudie in einer ländlich-bergigen Region Süditaliens wurde bei 23 vom Rettungsdienst versorgten STEMI-Patienten das EKG telemetrisch übermittelt und durch Kardiologen befundet. Diese Patienten wurden mit einer Kontrollgruppe von 24 STEMI-Patienten und Notaufnahmeverorgung ohne prähospitaler EKG-Übertragung verglichen, die sich direkt in der Klinik vorstellten. Nach Adjustierung der Entfernung zum Herzkatheterlabor ging die Telemetrie mit einer im Mittel ca. 40 % kürzeren Zeit bis zur Herzkatheteruntersuchung einher (absoluter Unterschied: 33 Minuten).

Wichtigster limitierender Faktor dieser Studie war neben der sehr kleinen Patientenzahl das Fehlen einer vom Rettungsdienst versorgten Kontrollgruppe ohne EKG-Telemetrie, da diese in dieser Region im Rettungsdienst standardmäßig durchgeführt wird. Außerdem fehlten Angaben zu möglichen technischen Problemen oder Fehldiagnosen.⁷⁶

In einer weiteren Fall-Kontroll-Studie aus Teheran, Iran, wurden STEMI-Patienten der Jahre 2017–2018 verglichen, die entweder nach prähospitaler EKG-Telemetrie und nachfolgendem kardiologischen Telekonsil vom Rettungsdienst direkt in das Herzkatheterlabor transportiert wurden (n=183), oder aber ohne präklinische EKG-Ableitung und -Telemetrie in der Notaufnahme übergeben wurden und erst nach Diagnose des STEMI in das Herzkatheterlabor gebracht wurden (n=115). Das Intervall zwischen dem ersten medizinischen Kontakt und der PCI war in der erstgenannten Gruppe mit median 58 Minuten um 21 Minuten bzw. 27 % kürzer als in der letztgenannten Gruppe. Dies war vornehmlich auf die Verkürzung der door-to-balloon Zeit zurückzuführen. Die linksventrikuläre Ejektionsfraktion zum Zeitpunkt der Entlassung war in beiden Gruppen vergleichbar. Der Mittelwert der Wahrscheinlichkeit der 6-Monats-Sterblichkeit auf der Basis des sog. GRACE-Scores war in der Telemetriegruppe signifikant geringer als in der Vergleichsgruppe (p=0,004). Allerdings war das Risiko der 6-Monats-Sterblichkeit in der multivariablen logistischen Regression zwischen den Gruppen nicht signifikant unterschiedlich (p=0,199). Limitierungen dieser Studie waren neben der fehlenden realen Sterblichkeit das Fehlen einer Randomisierung, die Beschränkung auf ein einziges Zentrum, und fehlende Angaben zur Häufigkeit technischer Probleme und Fehldiagnosen.⁷⁹

Brunetti et al. untersuchten 2017 in einer Metaanalyse von insgesamt 11 nicht-randomisierten Studien der Jahre 2005–2014 mit insgesamt 7.552 Patienten mit Verdacht auf einen STEMI die Effekte der EKG-Telemetrie bzw. des kardiologischen Telekonsils auf das Intervall bis zur Rekanalisation mittels PCI. Die Nutzung der Telemedizin ging in allen 11 Studien gegenüber den Kontrollgruppen ohne Telemedizin mit einer Verkürzung dieses Intervalls einher, wobei die absolute Zeiteinsparung in den einzelnen Studien von 19 bis 114 Minuten reichte. Einschränkend ist neben der fehlenden Randomisierung das Fehlen von Details der eingeschlossenen Studien, z.B. hinsichtlich der Adjustierung der Kontrollgruppen, der Qualität der EKG-Übertragung und möglichen Fehldiagnosen anzumerken.⁷⁴

Zwar liegen zahlreiche Studien zu den Effekten der EKG-Telemetrie bzw. des kardiologischen Telekonsils bei STEMI vor, die Studien erstreckten sich allerdings über unterschiedliche Zeiträume und häufig noch unter Nutzung eines geringeren technischen Standards als er heute verfügbar ist. Keine dieser Studien entstammte dem deutschen Rettungswesen und keine der Untersuchungen war als prospektiv randomisierter Vergleich angelegt. Angaben zu einer möglichen Adjustierung der Vergleichsgruppen fehlten meist. Zudem wurde in keiner der Studien die fachliche Qualifikation der Rettungsdienstbesetzungen näher beschrieben, und Angaben zur Übertragungsqualität oder möglichen Fehldiagnosen bzw. Fehlzusweisungen fehlten in den meisten Untersuchungen, ebenso wie Informationen über mögliche Verzögerungen bei Myokardinfarkten ohne eindeutige EKG-Veränderungen. Dies erhöht das Risiko eines systematischen Bias.

Die Endpunkte fokussierten vornehmlich auf die Latenz zwischen medizinischem Erstkontakt und der PCI, d.h. einem wichtigen Parameter der Prozessqualität, wobei in einem Teil der Studien auch leicht differierende Marker verwendet wurde. Nur ein Teil der Studien betrachtete auch klinische Endpunkte wie Ejektionsfraktion und Sterblichkeit, wobei hierzu die erwartete Sterblichkeit anhand des GRACE2-Scores anstelle real beobachteter Ergebnisse verwendet wurde.

Die Datenlage rechtfertigt aufgrund der beobachteten deutlich kürzeren door-to-balloon Zeit in der Telemetrie-Gruppe dennoch die Empfehlung zur prähospitalen EKG-Telemetrie, wobei die Qualität dieser Maßnahmen durch entsprechende Schulung des Rettungsdienstpersonals und prospektive Erfassung des Nutzens (contact-to-balloon Zeit bzw. door-to-balloon Zeit, Disposition in die korrekte Zielklinik, Rate an korrekt übertragenen und interpretierten EKGs, klinische Endpunkte wie Ejektionsfraktion und Sterblichkeit) sowie Etablierung eines dauerhaft verfügbaren kardiologischen Telekonsils sichergestellt und überprüft werden sollte (s. auch nachfolgender Abschnitt).

Die Basis einer sicheren telemetrischen gestützten EKG-Diagnostik liegt in der anatomisch korrekten Platzierung der EKG-Elektroden, der technisch störungsfreien Ableitung und der ungestörten Übertragung. Dies erfordert eine entsprechende Schulung des Rettungsdienstpersonals, EKG-Monitore inkl. Telemetriemodulen, die für den Einsatz im Rettungsdienst geeignet sind, sowie korrekt gewartet und bedient werden, und eine ausreichend bandbreitenstarke Mobilfunkverbindung.⁷⁵ Bezüglich der Qualität der durchgeführten EKGs ist bemerkenswert, dass bereits in Studien um die Jahrtausendwende 99,7 % der prähospital abgeleiteten EKGs eine Diagnosestellung ermöglicht hätten.⁸⁴ Die technische Basis und Zuverlässigkeit der mobilen Datenübertragung wurde bereits in Kapitel 1 dieser Leitlinie ausführlich betrachtet. Dabei wird der in den vergangenen Jahrzehnten erzielte technologische Fortschritt deutlich, mit der Möglichkeit, heute neben dem EKG auch Vitaldaten, Standbilder und ggf. auch bewegte Bilder zu übertragen und all diese Daten in einer speziellen Software integriert zu betrachten, wenngleich die in früheren Übersichtsarbeiten⁷⁵ angesprochenen Übertragungsprobleme in abgelegenen Regionen oder innerhalb von Gebäuden auch heute noch nicht komplett ausgeschlossen sind.

Die prähospitale EKG-Telemetrie ist als Teil eines umfassenden Maßnahmenbündels zur Optimierung der Versorgung von Patienten mit akutem Koronarsyndrom zu verstehen.

Die italienische Gesellschaft für Kardiologie hat hierzu bereits 2017 ein Konsensuspapier veröffentlicht, in welchem auch detaillierte Anforderungen an die technische Qualität der EKG-Ableitung und -Übertragung, die fachliche Qualifikation der Beteiligten, die Notwendigkeit von Ablaufprotokollen, die Festlegung von Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten, die Wahrung des Datenschutzes, sowie die Erhebung und Analyse von Qualitätsindikatoren erhoben wurden. Besonders hervorgehoben wird darin die gemeinsame Verantwortung aller Beteiligten für die Patientensicherheit und Versorgungsqualität.⁷⁷ Vergleichbare Qualitätsstandards fehlen bislang in Deutschland, ebenso ein nationales Register zur Qualitätssicherung in der Telenotfallkardiologie.

3.4	Empfehlung
Empfehlungsgrad B ↑	Bei stabilen Patienten mit akutem Koronarsyndrom kann die prähospital pharmakologische Therapie telenotfallmedizinisch mit hoher Sicherheit und Leitlinienadhärenz durchgeführt werden. Diese Möglichkeit sollte bei Bedarf genutzt werden.
Literatur, Evidenzgrad	Kowark 2023 ³⁶ : LoE 1b Brokmann 2016 ⁵¹ : LoE 3 Bergrath 2019 ⁵⁵ : LoE 2a
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Das akute Koronarsyndrom ist eines der häufigsten Krankheitsbilder im Rettungsdienst.⁸⁵ Es umfasst eine sehr heterogene Patientenpopulation: 1. Patienten mit instabiler Angina pectoris und unauffälligem EKG; 2. Patienten mit Ischämiezeichen im EKG, aber ohne ST-Hebung (NSTEMI), die entweder a) klinisch stabil sein können, oder b) eine akute kardiale und/oder respiratorische Instabilität aufweisen; 3. Patienten mit ST-Hebungsinfarkt (STEMI), a) ohne und b) mit kardiogenem Schock. Bei Patienten der Gruppen 2b und 3 ist im deutschen Rettungsdienstsystem, aufgrund des häufigen Erfordernisses invasiver Maßnahmen und der akuten Vitalgefährdung, regelhaft die Indikation zur Entsendung eines Notarztes an die Einsatzstelle geboten. Bei den übrigen Patienten ist das Risiko einer Verschlechterung bis zur Ankunft in der Klinik nur gering und es sind prähospital in der Regel keine komplexen bzw. risikoreicheren Maßnahmen wie Katecholamingabe, endotracheale Intubation oder Reanimation notwendig, so dass die Frage nach dem hierfür notwendigen Rettungsmitteltyp von besonderer Bedeutung ist. In einer kleinen Studie hat das Aachener TNA-Zentrum im Rahmen des Projekts „TemRAS“ die Versorgungsqualität von ACS-Patienten untersucht. 38 dieser Patienten wurden im Zeitraum 2012–2013 in vier Gebietskörperschaften in Nordrhein-Westfalen telenotärztlich durch Rettungsassistenten versorgt. Die Anforderung des TNA erfolgte dabei in allen Fällen durch die vor Ort befindliche Rettungswagenbesatzung. Den TNA-Patienten wurde mittels matched-pairs-Analyse ein historisches Vergleichskollektiv von 39 Patienten mit konventioneller notärztlicher Versorgung aus den Jahren 2011–2012, also vor Einführung des TNA-Systems, gegenübergestellt. Die telenotärztlich unterstützte Versorgung wurde prospektiv elektronisch erfasst, die Analyse der konventionellen Notarzteinsätze basierte auf der retrospektiven Auswertung der papiergebundenen Notarztprotokolle. Die leitliniengerechte Versorgung war hinsichtlich Ableitung eines 12-Kanal-EKGs, sowie der Gabe von ASS, Heparin, und Morphin in den beiden Gruppen vergleichbar. Die Sauerstoffgabe erfolgte dagegen in der TNA-Gruppe häufiger leitliniengerecht (Anmerkung: seinerzeitige Schwelle zur O₂-Gabe: 95 %).⁵¹ In einer größeren prospektiven Folgestudie aus Aachen wurde erneut die telenotärztlich delegierte Versorgung von stabilen ACS-Patienten durch Rettungsassistenten (n=101), hier im Zeitraum 2014–2015, mit der konventionellen notärztlichen Versorgung am Einsatzort im Jahre 2014, vor Einführung des TNA-Dienstes in die Regelversorgung (n=120), verglichen. Die TNA-Einsätze erfolgten wie in der vorherigen Studie alle im Rahmen einer Nachforderung durch die Rettungswagenbesatzung am Einsatzort, ganz überwiegend bei ACS-Patienten ohne ST-Hebungsinfarkt. Endpunkte waren: Leitlinienadhärenz, Komplikationsrate, Angemessenheit der Zielklinik und Latenz vom medizinischen Erstkontakt bis zur Ankunft in der Klinik. Die Methodik der Datengewinnung und -auswertung war mit der vorherigen Studie vergleichbar. Der Anteil an STEMI-Patienten war in beiden Gruppen niedrig, in der TNA-Gruppe allerdings nochmals etwas niedriger (4 % vs. 13 %). Die Vitalparameter waren überwiegend normwertig, die Schmerzen lagen in der

TNA-Gruppe signifikant um etwa 1 Punkt auf der 11-teiligen NRS-Skala niedriger (3,3 vs. 4,5 Punkte). Die Leitlinienadhärenz war in Bezug auf die Ableitung eines 12-Kanal-EKGs, die Gabe von Sauerstoff, ASS, Heparin und Morphin ähnlich. Lediglich in Bezug auf die Gabe von Nitraten bestand bei konventioneller notärztlicher Versorgung ein signifikanter Unterschied. Keine Unterschiede ergaben sich in Bezug auf die Eignung der Zielklinik und die Komplikationsrate, die in beiden Gruppen bei 0 % lag. Die Verweildauer an der Einsatzstelle war in der TNA-Gruppe um ungefähr ein Drittel länger als in der Notarztgruppe, die Latenz zwischen first-medical-contact und Klinikankunft bei Patienten mit STEMI oder high risk ACS mit 48,7 min. vs. 35,5 min. um ca. 40 % länger.⁵⁵ Im Rahmen der ersten prospektiv randomisierten kontrollierten telenotfallmedizinischen Studie (*TEMS-Studie*) wurden in Aachen in der konventionellen Behandlungsgruppe von 1767 Patienten insgesamt 1.548 notärztlich (sowie 20 Patienten telenotärztlich) und in der telenotfallmedizinischen Gruppe von 1764 Patienten 552 telenotärztlich (und 99 durch einen konventionellen Notarzt) versorgt. Diese Population inkludierte in der Kontrollgruppe 211 ACS-Patienten und in der telenotfallmedizinischen Gruppe 177 ACS-Patienten. In der Gesamtpopulation, und damit auch in der Gruppe der ACS-Patienten, trat weder in der Gruppe der telenotärztlich versorgten Patienten noch in der im Rahmen eines konventionellen Notarzteinsatzes versorgten Patienten eine auf die Art der prähospitalen Versorgung bezogene vital bedrohliche Komplikation auf. Weitere Analysen wurden nur für die Gesamtpopulation publiziert.³⁶ *Zusammengefasst liegt bislang eine begrenzte Evidenz vor, nach der Patienten mit einem stabilen ACS, v.a. NSTEMI, telenotärztlich mit hoher Leitlinienadhärenz und Patientensicherheit versorgt werden können.*

Die vorliegenden Fall-Kontroll-Studien zeigen alle eine zumindest gleichwertige Qualität der konventionellen notärztlichen Versorgung und der telenotärztlich unterstützten Versorgung von ACS-Patienten. Dies bestätigte sich in der prospektiv-randomisierten Aachener Studie, die allerdings keine prädefinierte Subgruppe von ACS-Patienten aufwies. In der o.g. Studie von Bergrath 2019⁵⁵ war die Zeit bis zur Aufnahme in der Zielklinik signifikant verlängert. Dies ist in Bezug auf das Ziel einer möglichst raschen Revaskularisierung als prinzipiell ungünstig zu bewerten. Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass bei den Patienten in der TNA-Gruppe aufgrund des telefonischen Meldebildes in der Leitstelle primär nicht von einem notarztepflichtigen Zustand ausgegangen worden war. Wäre in diesen Fällen ein konventioneller Notarzt an die Einsatzstelle nachalarmiert worden, hätte dies gegenüber der fast unmittelbar möglichen Hinzuschaltung notärztlicher Expertise in Form des TNA zu einer stärkeren zeitlichen Verzögerung geführt. In dem im November 2023 veröffentlichten neuen Notarztindikationskatalog (NAIK) der Bundesärztekammer wird das Leitsymptom „akuter starker Brustschmerz oder Brustschmerz mit relevanten Begleitsymptomen“ weiterhin als Präsenz-Notarztindikation bewertet. Mit Verweis auf fehlende Studien wird dabei aktuell für diese Patienten keine Indikation für die primäre Disposition eines TNA anstelle eines konventionellen Notarztes gesehen.⁸⁶ Aktuell sollte daher bei vital instabilen ACS-Patienten weiterhin ein konventioneller Notarzt disponiert werden. Bei langer Eintreffzeit des konventionellen Notarztes kann jedoch erwogen werden, *überbrückend* einen Telenotarzt, wo verfügbar, einzubeziehen. Die Fragestellung einer telenotärztlichen oder ggf. telekardiologischen Versorgung auch bei diesen Hochrisikopatienten sollte wissenschaftlich weiter evaluiert werden.

Mit der 2023 in Critical Care veröffentlichten randomisiert kontrollierten TEMS-Studie konnte gezeigt werden, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen Telenotarzt und Notarzt in Bezug auf die Komplikationsrate gibt. Damit stellt der Telenotarzt eine sichere zusätzliche

Ressource im Rettungsdienst dar, welche die Versorgungsqualität steigert. Hinsichtlich Dokumentations-, Anamnese- und Behandlungsqualität ist der Telenotarzt dem Notarzt bei gleichzeitig kürzerer Arztbindungszeit überlegen.³⁶ Die Auswertungen beziehen sich auf die gesamte Kontrollgruppe (n=1676) und Interventionsgruppe (n=1544) der Studie; davon waren Patienten mit einem akuten Koronarsyndrom n=188 in der Kontroll- und 115 in der Interventionsgruppe, wie die Autoren in Tabelle 2 aus Supplement 3 der Arbeit aufschlüsseln.

Die o.g. Empfehlung wurde auf der Grundlage von Studien zu rettungsdienstlichen Primäreinsätzen zu Patienten im Erwachsenenalter getroffen. Zwar führen Telenotärzte in der täglichen Praxis je nach regionalen Spezifika auch Sekundärtransporte bei ACS-Patienten (v.a. Transport zur oder von der Akut-PCI zwischen Kliniken höherer und niedriger Versorgungsstufe) durch. Allerdings liegt bislang keine Studie vor, welche die Effektivität und Sicherheit der telenotärztlichen Unterstützung bei diesen Transporten analysiert, so dass dazu noch keine Empfehlungen ausgesprochen wurden.

3.5	Empfehlung
Empfehlungsgrad B ↑	Es ist möglich die pharmakologische Therapie des hypertensiven Notfalls mittels Glyceroltrinitrat, Metoprolol und Urapidil telenotfallmedizinisch mit hoher Sicherheit und Leitlinienadhärenz zu unterstützen. Diese Möglichkeit sollte bei Bedarf genutzt werden.
Literatur, Evidenzgrad	Kowark 2023 ³⁶ : LoE 1b Brokmann 2017 ⁵⁴ : LoE 2a
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Zur telenotfallmedizinischen Versorgung von Patienten mit hypertensiver Entgleisung oder hypertensivem Notfall liegen bislang nur wenig Daten vor. Dabei wurde in einer nicht-randomisierten Untersuchung des Telenotarztzentrums Aachen in einem großstädtischen Rettungsdienstbereich die Versorgungsqualität durch Telenotärzte mit derjenigen bei Behandlung durch konventionelle Notärzte verglichen. Die TNA-Gruppe umfasste 159 Patienten (davon 105 mit hypertensiver Entgleisung und 54 mit hypertensivem Notfall), die im Zeitraum 2014–2015 durch telenotärztlich beratene Rettungsassistenten behandelt wurden. Diese Gruppe wurde mit einem historischen Vergleichskollektiv von 172 Patienten verglichen (davon 112 hypertensive Entgleisungen und 60 hypertensive Notfälle), die im Zeitraum 2013–2014 konventionell durch einen Notarzt versorgt wurden. Die Rettungsassistenten konnten als First-line-Therapie bei hypertensiver Entgleisung im Rahmen einer Standardarbeitsanweisung, ohne Konsultation eines TNA, 5 mg *Nitrendipin* s.l. verabreichen. Sofern die Rettungsassistenten telemedizinische Unterstützung benötigten, konnten sie von der Einsatzstelle aus einen TNA konsultieren. Die Verbindung zum TNA umfasste minimal die Audioverbindung, sowie die Echtzeitübertragung der Vitaldaten. Je nach Situation konnten zusätzlich ein 12-Kanal-EKG oder digitale Photos übertragen werden, oder aus dem Inneren des Rettungswagens eine Live-Videoübertragung initiiert werden. Der TNA-Arbeitsplatz beinhaltete eine Software, die kontextsensitiv Checklisten und Algorithmen auf Basis der aktuellen Behandlungsleitlinien zur Verfügung stellte. Dieselben Checklisten und Algorithmen standen dem Rettungsfachpersonal in Form eines schriftlichen Booklets zur Verfügung.

Im Rahmen der telenotärztlich delegierten Versorgung war den Rettungsassistenten die Gabe folgender Medikamente erlaubt: *Urapidil* in Einzelboli von 5–10 mg i.v. bis zur Maximaldosis von 50 mg, *Metoprolol* in 1 mg-Boli i.v. bis zur Maximaldosis von 10 mg, und *Glyceroltrinitrat* s.l. 0,4 mg, das ggf. alle 3–5 Minuten repetiert werden durfte. Primärer Endpunkt war die Blutdruckdifferenz zum Ende des Einsatzes im Vergleich zum Ausgangswert. Sekundäre Endpunkte waren die Differenz der Herzfrequenz am Einsatzende im Vergleich zum Ausgangswert, die Verteilung der Blutdrucksenkung in 4 vordefinierten Kategorien, die verabreichten Medikamente und die kontextspezifische Anamnese (Allergien, Vormedikation, Vorerkrankungen). Die Alters- und Geschlechtsverteilung der beiden Gruppen waren weitgehend identisch. In der TNA-Gruppe war das Symptom Angina pectoris mit 14,4 % signifikant seltener als in der NA-Gruppe (26,8 %), während die übrigen Symptome ähnlich häufig beobachtet wurden. Die mit dem NACA-Score klassifizierte Schwere des Notfalls lag in der TNA-Gruppe mit $3,12 \pm 0,52$ geringgradig, aber signifikant, unter dem Vergleichswert der NA-Gruppe ($3,26 \pm 0,48$). Die initialen systolischen Blutdruckwerte betragen in der TNA-Gruppe im Mittel 205 ± 19 mmHg und in der NA-Gruppe im Mittel 206 ± 22 mmHg. Die Messwerte zum Einsatzende betragen in der TNA-Gruppe im Mittel 170 ± 24 mmHg und in der

NA-Gruppe 162 ± 20 mmHg. In der TNA-Gruppe fielen die Blutdrucksenkungen damit geringer aus als bei konventionell notärztlicher Versorgung aber gleichzeitig auch seltener über die empfohlene Senkung über 25 % des Ausgangswertes hinaus. Unter Berücksichtigung des Leitsymptoms „Brustschmerz“ und des NACA-Scores wurden die einzelnen Substanzen in den beiden Gruppen vergleichbar häufig angewendet, wobei mit Abstand Urapidil am häufigsten verwendet wurde (TNA: 65 %; NA: 70 %). Unerwünschte Medikamentenwirkungen wurden während des Einsatzes in keiner der beiden Gruppen beobachtet. Die zeitliche Bindung des TNA war mit 30,9 Minuten signifikant niedriger als die des konventionellen NA mit 46,9 Minuten. Limitierungen dieser Studie lagen zum einen im Studiendesign (fehlende Randomisierung, retrospektive Auswertung der papiergestützten Protokolle der konventionellen NA-Einsätze versus prospektive primär digitale Datenerfassung bei den TNA-Einsätzen). Zum anderen konnte der weitere Verlauf nach Aufnahme in die Klinik nicht erfasst werden.⁵⁴

Weitere Erkenntnisse zur Sicherheit der telenotfallmedizinischen Versorgung hypertensiver Patienten ergeben sich aus der ersten randomisiert-prospektiven Studie zum Telenotarzt, (TEMS-Studie³⁶), mit insgesamt 3.220 Patienten. Bei der Einsatzmitteldisposition wurde randomisiert primär entweder nur ein Rettungswagen oder aber ein RTW zusammen mit einem Notarzt im Rendez-vous-Verfahren disponiert. Im Fall der primären isolierten RTW-Disposition oblag es der Entscheidung der RTW-Besatzung, zusätzlich eine TNA-Unterstützung einzubeziehen oder ggf. einen konventionellen Notarzt nachzufordern. Von den 1764 Patienten im RTW+TNA Arm wurden 893 Patienten lediglich durch einen Rettungswagen versorgt, weitere 552 Patienten zusätzlich telenotärztlich und 99 Patienten durch einen nachgeforderten Präsenz-Notarzt behandelt. In der Gesamtpopulation waren auch 117 Fälle mit hypertensivem Notfall eingeschlossen. Im RTW+TNA Arm wurden von 60 hypertensiven Notfällen 36 nur durch den RTW versorgt und 24 zusätzlich durch einen (Tele-) Notarzt. Von den konventionell notärztlich versorgten Patienten erlitt während der prähospitalen Behandlungsphase niemand eine bedrohliche Komplikation oder, sofern eine Klinikeinweisung resultierte, während der ersten 24 Stunden der Klinikbehandlung. Unter den Patienten, die in die TNA-Gruppe randomisiert wurden, verstarb ein Patient, bei dem kein Kontakt mit dem Telenotarzt gesucht wurde und der entgegen den Leitlinien nicht antihypertensiv therapiert worden war, an einer intrakraniellen Blutung. Weitere Analysen wurden nur für die Gesamtpopulation publiziert.³⁶

Zusammengefasst liegt bislang eine begrenzte Evidenz vor, nach der Patienten mit einer hypertensiven Entgleisung bzw. einem hypertensiven Notfall sicher telenotärztlich versorgt werden können. Anmerkung: Die im Jahre 2018, also einige Jahre nach der o.g. Studie von Brokmann et al., publizierten Guidelines der European Society of Cardiology⁸⁷ sowie die Empfehlungen der European Society of Hypertension aus dem Jahre 2023⁸⁸ empfehlen für die hypertensive Entgleisung „hypertensive urgency“ in der Regel keine akute parenterale Blutdrucksenkung mehr, im Gegensatz zum hypertensiven Notfall („hypertensive emergency“).

Die oben beschriebene Fall-Kontroll-Studie zeigt eine gleichwertige Qualität und Sicherheit der konventionellen notärztlichen Versorgung und der telenotärztlich unterstützten Versorgung von hypertensiven Patienten. In der prospektiv-randomisierten TEMS-Studie war keine Subgruppe von hypertensiven Patienten prädefiniert worden. Die Daten rechtfertigen die Einstufung mit dem Empfehlungsgrad B.

Es wäre wünschenswert, wenn in weiteren prospektiven Studien größere Patientenzahlen untersucht würden und eine differenzierte Analyse nach spezifischen Endorganschäden (z.B. hypertensive Enzephalopathie, ACS, Lungenödem) erfolgen würde. Prospektive Vergleichsstudien zu der Fragestellung, ob die Algorithmen-basierte eigenverantwortliche Therapie durch Rettungsfachpersonal oder die telenotfallmedizinische Versorgung vorteilhaft ist, liegen nicht vor.

Die Evidenz für ein klinisches Benefit durch eine prähospitalen Blutdrucksenkung ist insgesamt sehr gering. In den letzten Jahren ergaben mehrere Studien Hinweise für ungünstige Effekte bei intrazerebralen Blutungen.⁸⁹⁻⁹¹ Studien zur telenotärztlich unterstützten Versorgung von Kindern mit hypertensiver Entgleisung bzw. hypertensivem Notfall liegen nicht vor. Die o.g. Empfehlung bezieht sich deshalb auf erwachsene Notfallpatienten.

Die Wirkung der Medikamentengabe sollte durch eine engmaschige Blutdruckkontrolle, möglichst mit Live-Streaming der Werte, überwacht werden. Auf mögliche Blutdruckdifferenzen zwischen der linken und rechten Extremität ist zu achten. Wichtige Punkte zur Vermeidung von Messfehlern sind die Auswahl der richtigen Manschettengröße, das korrekte Anlegen der Manschette, und die korrekte Position des Arms während der Messung. Auch sollte in lokalen Protokollen festgelegt werden, wie mit Patienten zu verfahren ist, bei welchen die oszillometrische Blutdruckmessung aufgrund z.B. von Herzrhythmusstörungen oder Bewegungsartefakten gestört ist.

3.6	Empfehlung
GPP	Zur telenotfallmedizinischen Diagnostik und Therapie von Herzrhythmusstörungen sollte die Echtzeit-Übertragung des EKG möglich sein.
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Herzrhythmusstörungen gehören zu den häufigsten Symptomen der Herz-Kreislauf-Medizin und stellen in der Notfallversorgung eine relevante diagnostische und therapeutische Herausforderung dar. Dies umso mehr als Arrhythmien vielfältig, elektropathophysiologisch komplex und ihre Differentialtherapie herausfordernd ist. Hier sind in der Behandlungsführung eindeutig ausgewiesene Spezialisten gefordert.

Bedauerlicherweise existieren keine wissenschaftlich belastbaren Vergleichsstudien zur EKG-Interpretationseffizienz zwischen verschiedenen, im Notfallsystem tätigen Berufsgruppen vor, so dass unter pragmatischen Aspekten der Gruppe fachärztlicher Kardiologen die wohl größte Kompetenz zugesprochen werden muss, insbesondere als sie quasi tagtäglich hiermit konfrontiert werden.

Ebenso besteht eine wissenschaftliche Lücke eines randomisierten Vergleichs in der Interpretation EKG dokumentierter Arrhythmien und anschließender Handlungskonsequenzen durch den Notarzt vor Ort versus einer kardiologisch fachärztlich geführten Teleintervention.

Jenseits von Fallberichten⁵⁶, die einerseits die Effizienz einer korrekten EKG-Übertragung in ein notärztlich besetztes Telemetriezentrum und andererseits die sich anschließende, leitliniengerechte Therapie der korrekt identifizierten Arrhythmie dokumentieren, liegt aktuell keine belastbare wissenschaftliche Evidenz für die Sinnhaftigkeit oder gar Überlegenheit einer telenotärztlichen Verfügbarkeit in diesem notfallmedizinischen Setting vor.

Gleichwohl erscheint es dennoch nachvollziehbar, dass in kritischen Fällen und bei möglicherweise auf dem Gebiet der Elektrokardiographie eingeschränkter eigener Expertise die Hinzuziehung fachärztlicher Kompetenz auf dem Wege der Telemedizin hilfreich bisweilen sogar lebensrettend sein kann.

Die Machbarkeit einer solchen 12-Kanal-Übertragung und ihre eindeutige Interpretierbarkeit wurden mehrfach gezeigt.^{17,36,56}

So erscheint der Analogieschluss im weitesten Sinne zulässig, dass eine korrekte Interpretation eines EKGs im ACS durch einen telemedizinisch tätigen Kardiologen folglich auch ebenso eine korrekte Interpretation einer Arrhythmie, mit nachfolgend leitliniengerechter therapeutischer Intervention, ermöglichen kann. Wissenschaftlich bewiesen ist allerdings auch diese Annahme bisher nicht.

Telemedizin in der prähospitalen Notfallversorgung von Patienten mit neurologischen Symptomen
Historische Entwicklung, technische Ansätze und genutzte Telekommunikationstechnologien

Aufgrund der guten audiovisuellen Erfassbarkeit neurologischer Funktionen erlaubt die telemedizinische Untersuchung eine reliable Erfassung von neurologischen Symptomen aus der Entfernung insbesondere beim Schlaganfall.⁹²⁻⁹⁴ Aufgrund der zeitabhängigen Effektivität der systemischen Lysetherapie und möglicher Zeiteinsparungen durch eine prähospitale Symptomerfassung mit konsekutiver Vorabinformation der Notaufnahme-Teams wurde die telemedizinische Untersuchung fast zeitgleich mit der Einführung der Telemedizin in der akutstationären Schlaganfallversorgung als sinnvolles Instrument zur Versorgungsverbesserung erkannt.^{95,96} Während der frühen Anwendungsjahre (ca. 2002 bis 2012) stellte die eingeschränkte bzw. instabile Bandbreite der mobilen Datenübertragung die Hauptlimitation für eine derartige Anwendung dar. So konnten anfangs nur einzelne Fotos übermittelt werden⁹⁶ und die Übertragung eines Video-Streams war durch Abbrüche, insbesondere zu Zeiten einer hohen Nutzung in Übertragungszellen, eingeschränkt.^{24,97} Nach Einführung des 4G- (LTE) Übertragungsstandards wurde die telemedizinische Untersuchung vor oder während des Rettungsdiensttransportes stabiler und zuverlässiger.²² Zusätzlich wurden technische Maßnahmen wie die Bündelung mehrerer Verbindungen und Multikanalkonnektivität zur Verbesserung der Übertragungssicherheit umgesetzt.^{24,98}

In den meisten publizierten Studien wurden technische Betriebseinschränkungen während der (versuchten) Video-basierten Untersuchungen berichtet, mit Ausfallraten zwischen 60 %⁷ bei Übertragung mit dem 3G- (UMTS) Standard und nur noch 7 % mit dem 4G-Standard in einer jüngst publizierten Studie aus Neuseeland.⁹⁹ Eine Nutzung der Telemedizin wurde auch bei der Übertragung von Computertomographie-Daten aus mobilen Stroke Units¹⁰⁰ oder von Ultraschalldaten aus dem Rettungswagen berichtet.¹⁰¹

3.7	Empfehlung
Empfehlungsgrad B ↑	Es ist möglich Patienten mit Großgefäßverschlüssen durch eine vom Rettungsteam vor Ort assistierte und per Video an einen neurovaskulären Experten übertragene neurologische Untersuchung telemedizinisch sicher zu beurteilen. Diese Möglichkeit sollte bei Systemverfügbarkeit zur gezielten Zuweisung von Patienten mit möglicher Indikation zur endovaskulären Behandlung genutzt werden.
Literatur, Evidenzgrad	Scott 2022 ⁹⁹ : LoE 1b Bhatt 2021 ¹⁰² : LoE 2a
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Mehrere Studien befassten sich mit der Korrektheit klinischer Entscheidungen auf Basis von prähospitalen teleneurologischen Untersuchungen.^{22,27,99,100,103,104} Dabei ergab sich im Stockholm-Stroke-Triage-System, für die durch das Rettungsdienstpersonal erfolgte und dann telefonisch an das weiterversorgende Krankenhaus übermittelte Information, eine relativ gute Prädiktion von großen Verschlüssen großer hirnversorgender Arterien. Eine clusterrandomisierte Studie in Neuseeland zeigte eine 100 %ige Identifikation von Patienten mit Großgefäßverschluss und Thrombektomieindikation im Rahmen einer durch Neurologen durchgeführten telemedizinischen Untersuchung auf dem Weg in das Krankenhaus im Vergleich zu einer nur 71 %igen korrekten Indikationsstellung bei Verwendung eines standardisierten Scores für Großgefäßverschlüsse durch Rettungsfachpersonal im Range von Paramedics.⁹⁹

Die methodische Qualität der für die Empfehlung herangezogenen Studien ist als hoch einzuschätzen und erfüllt bzgl. des Evidenzgrades auch die Voraussetzung für eine starke Empfehlung. Aufgrund der verbleibenden Unsicherheit, inwieweit die Ergebnisse im schwedischen¹⁰⁵ oder neuseeländischen⁹⁹ Gesundheitssystem auf die deutsche prähospitalen Notfallversorgung übertragbar sind, wurde der Empfehlungsgrad auf B herabgestuft.

In den wesentlichen Arbeiten erfolgte eine teleneurologische Untersuchung bzw. Einschätzung durch neurologische Fachärzte oder speziell geschulte Notfallmediziner. Daher ist eine Übertragung der Empfehlung auf eine Untersuchung durch nicht-neurologische Notfallmediziner nicht möglich.

Die methodische Qualität der für die Empfehlung herangezogenen Studien ist als hoch einzuschätzen. In beiden Studien werden die unmittelbaren Konsequenzen auf klinische Entscheidungen dargestellt, in der schwedischen Stockholm-Stroke-Triage-Studie auch Effekte auf die Prozesszeiten und das klinische Outcome berichtet.

3.8	Empfehlung
Empfehlungsgrad 0 ⇔	Eine ausführliche neurologische Untersuchung des Schlaganfalls (NIHSS) durch einen teleneurologischen Konsiliardienst ist mit ähnlicher Genauigkeit wie vor Ort durchführbar. Diese Möglichkeit kann bei diagnostischer Unsicherheit und Systemverfügbarkeit genutzt werden.
Literatur, Evidenzgrad	Winter 2019 ²² : LoE 2b Geisler 2019 ²⁷ : LoE 2a Liman 2012 ⁹⁷ : LoE 2b Scott 2022 ⁹⁹ : LoE 1b Bhatt 2021 ¹⁰² : LoE 2a Wu 2014 ¹⁰⁶ : LoE 2a Wu 2017 ¹⁰⁷ : LoE 2a Chapman Smith 2016 ¹⁰⁸ : LoE 4 ↓ Van Hooff 2013 ¹⁰⁹ : LoE 2b
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Die Durchführbarkeit und Genauigkeit der teleneurologischen Symptomerfassung wurde in einer vereinfachten Untersuchung während des Rettungstransportes¹¹⁰ bzw. ohne Untersuchungsassistenz¹⁰⁹ im Rettungswagen evaluiert. In den Studien zur Reliabilität der prähospitalen telemedizinischen Untersuchung wurden entweder ein Standard-Szenario eines einzelnen Patienten¹¹⁰ oder verschiedene Schlaganfallsimulationen durch mehrere Darsteller verwendet.^{22,97,106,108,111–113} Die Vergleiche zwischen vor-Ort und telemedizinischer Untersuchung während des Rettungsdiensttransportes ergaben dabei eine befriedigende (moderate) (weighted Kappa 0,4–0,5)¹¹³ oder eine befriedigend bis gute (weighted Kappa=0,69)⁹⁷ Zuverlässigkeit (Reliabilität).

Eine Evaluation der Reliabilität von prähospitalen telemedizinischen Untersuchungen im Rahmen der realen Patientenversorgung erfolgte aus Gründen der Durchführbarkeit bisher nur auf Mobilien Stroke Units (MSU).^{27,102,107} In einer US-amerikanischen Studie wurde die durch vaskuläre Neurologen erfolgte telemedizinische Erhebung und durch einen Paramedic vor-Ort erfolgte Erhebung eines vereinfachten Schlaganfall-Scores (FAST-ED) verglichen, und dabei eine hohe Übereinstimmung (intraclass correlation 0,94) festgestellt. In einer anderen US-amerikanischen Studie wurde die 'National Institutes of Health Stroke Scale' (NIHSS) Untersuchung durch vaskuläre Neurologen auf der MSU und telemedizinisch verglichen und dabei eine Interrater-Reliabilität von 0,88 und ein weighted Kappa von 0,71 errechnet.¹⁰⁷ In einer deutschen Studie wurde die vor-Ort-Untersuchung durch einen MSU-Notarzt mit der telemedizinischen Untersuchung einem aus dem Krankenhaus zugeschalteten Neurologen verglichen. Dabei zeigte sich eine hohe Interrater-Reliabilität für die standardisierte Schlaganfallererfassung nach dem NIHSS-Summen-Score (K=0.86). In einer clusterrandomisierten Studie in Neuseeland wurde zwar keine Reliabilitätsuntersuchung durchgeführt, die auf dem NIHSS basierte, teleneurologische Untersuchung während des Transportes in das Krankenhaus ergab jedoch eine vollständige Identifikation von Patienten mit Großgefäßverschluss und Thrombektomieindikation.⁹⁹

Die methodische Qualität der für die Empfehlung herangezogenen Studien ist unterschiedlich. Großenteils wurden die Ergebnisse in Simulationsszenarien gewonnen. Nur eine Studie

evaluierte die Reliabilität der teleneurologischen Untersuchung im Rahmen der realen Notfallversorgung auf einer Mobilen Stroke Unit.²⁷ Aufgrund der eingeschränkten Übertragbarkeit auf die Notfallversorgung in konventionellen Rettungswagen wurde der Empfehlungsgrad 0 konsentiert.

In den veröffentlichten Studien erfolgte die telemedizinische Untersuchung überwiegend durch neurologische Fachärzte. Eine Übertragung der Ergebnisse bzw. Empfehlung auf eine Untersuchung durch nicht neurologische Notfallmediziner ist daher nicht möglich.

3.9	Empfehlung
Empfehlungsgrad B ↑	Eine prähospitaler teleneurologische Untersuchung und strukturierte Voranmeldung sind Möglichkeiten die intrahospitalen Zeitintervalle zu verkürzen. Diese Möglichkeit sollte bei Systemverfügbarkeit genutzt werden.
Literatur, Evidenzgrad	Bergrath 2012 ²⁴ : LoE 3 Geisler 2019 ²⁷ : LoE 2a Scott 2022 ⁹⁹ : LoE 1b Itrat 2016 ¹⁰⁰ : LoE 2a Bhatt 2021 ¹⁰² : LoE 2a Bowry 2018 ¹⁰³ : LoE 2a Bowry 2015 ¹⁰⁴ : LoE 2a Wu 2017 ¹⁰⁷ : LoE 2a Chapman Smith 2016 ¹⁰⁸ : LoE 4 ↓ Van Hooff 2013 ¹⁰⁹ : LoE 2b Bilotta 2020 ¹¹⁴ : LoE 2b Belt 2016 ¹¹⁵ : LoE 2a Soda 2017 ¹¹⁶ : LoE 3 Al Kasab 2021 ¹¹⁷ : LoE 2b ↓ Taqui 2017 ¹¹⁸ : LoE 2a Mazya 2020 ¹¹⁹ : LoE 2a Weinberg ¹²⁰ 2020: LoE 3 Kandimalla 2021 ¹²¹ : LoE 4 Eder 2021 ¹²² : LoE 2a Walter 2012 ¹²³ : LoE 2b Cerejo 2015 ¹²⁴ : LoE 2b Lazarus 2020 ¹²⁵ : LoE 1a
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

In mehreren Szenarien wurden die Effekte der prähospitalen Untersuchung von Schlaganfallpatienten auf die prä- und intrahospitalen Zeiten untersucht. Eine frühe Telemedizinanwendung in Deutschland mit Videountersuchung durch Nicht-Neurologen ergab keine signifikanten Differenzen in den prä- und intrahospitalen Prozessen.²⁴ Die Dauer einer von Neurologen durchgeführten telemedizinischen Schlaganfalluntersuchung auf mobilen Stroke Units wurde mit einer Spanne zwischen 8 und 19 Minuten angegeben^{27,100} und 18 Minuten für eine telemedizinische Untersuchung während des Patiententransportes im normalen Rettungswagen.¹¹³ Die Vorab-Information der Krankenhausteams über ein durch Rettungsassistenten erhobenes Schlaganfall-Assessment und eine Checklistenabfrage war in zwei Kohorten des deutschen Stroke-Angel-Projekts mit einer 4 Minuten kürzeren Zeit von Klinik-Ankunft bei Lysebeginn (door-to-needle) und einem höheren Anteil von door-to-needle-Zeiten unter 20 Minuten assoziiert¹²². Im Vergleich zu einer historischen Kohorte vor Implementierung einer telefonbasierten Schlaganfalleinschätzung durch neurologische Fachärzte oder geschulte Assistenzärzte im Krankenhaus ergab sich keine Veränderung der

Zeiten von Symptom- bis Lysebeginn, aber eine erhebliche 69-minütige Verkürzung von Symptombeginn bis Leistenpunktion bei der Thrombektomie.¹²⁶

In einer US-amerikanischen Studie war die Einführung einer gemeinsamen Untersuchung durch nicht-ärztliches Rettungsdienstpersonal und zugeschalteten Notaufnahmeärzten in Rettungswagen mit telemedizinischer Ausrüstung mit einer 5,9 Minuten kürzeren Zeit von Krankenhausankunft bis CT-Untersuchung assoziiert.¹¹⁴ Ein Vergleich von Patienten mit telemedizinischer Untersuchung (durch Neurologen) im Rettungswagen und Voranmeldung im Krankenhaus, und Voranmeldung im Krankenhaus versus konventioneller Versorgung in New Jersey (USA) ergab eine 13 Minuten kürzere door-to-needle-Zeit.¹¹⁵ Eine 17 Minuten kürzere door-to-needle-Zeit wurde nach einer Erweiterung eines bereits bestehenden Telemedizin-Netzwerkes durch eine telemedizinische Schlaganfalluntersuchung im Rettungsdienst in South Carolina (USA) berichtet.¹¹⁷

Die Ergebnisse der für die Empfehlung herangezogenen Studien zeigen eine relativ hohe Varianz. Neuere Studien berichten über insgesamt höhere Zeiteinsparungen, insbesondere wenn die telemedizinische Evaluation in eine strukturierte Schlaganfallversorgung eingebunden war.^{117,126} Aufgrund der heterogenen Ergebnisse und der fehlenden bzw. geringen Zeiteinsparung in den (älteren) deutschen Projekten wurde der Empfehlungsgrad 0 konsentiert.

In den meisten veröffentlichten Studien erfolgte die telemedizinische Untersuchung durch neurologische Fachärzte. Eine Übertragung der Ergebnisse bzw. Empfehlung auf eine Untersuchung durch nicht neurologische Notfallmediziner ist daher nur eingeschränkt möglich.

Die methodische Qualität der für die Empfehlung herangezogenen Studien ist durch die nicht-randomisierten Vergleich deutlich eingeschränkt.

Weitere Ergebnisse in der verfügbaren Literatur

Diagnostische Genauigkeit und klinische Validität

Mehrere Studien befassten sich mit der Korrektheit klinischer Entscheidungen auf Basis von prähospitalen teleneurologischen Untersuchungen.^{22,27,99,100,127} Dabei ergab sich im Stockholm-Stroke-Triage-System für die durch das Rettungsdienstpersonal erhobene und dann telefonisch an das weiterversorgende Krankenhaus übermittelte Information eine relativ gute Prädiktion von großen Arterienverschlüssen.¹⁰⁵ Eine clusterrandomisierte Studie in Neuseeland zeigte eine bessere Identifikation von Patienten mit Thrombektomieindikation im Rahmen einer durch Neurologen durchgeführten telemedizinischen Untersuchung auf dem Weg in das Krankenhaus im Vergleich zur Erhebung eines standardisierten Scores für Großgefäßverschlüsse durch Rettungsassistenten (Paramedics).⁹⁹

Patienten-Outcomes

Die adjustierte Evaluation des Stockholm-Stroke-Triage-Projekts ergab eine signifikante Erhöhung des Anteils der Patienten ohne Behinderung (mRS 0–1) 3 Monate post-Schlaganfall nach Einführung des nichtärztlichen Schlaganfallassessments im Rettungsdienst (mit telefonischer Rücksprache mit Neurologen oder speziell geschulten Ärzten) im Vergleich zur Prä-Implementierungsphase.¹⁰⁵

Unterscheidung von Schlaganfällen und Stroke Mimics

In einem Vergleich von jeweils durch Neurologen durchgeführten vor-Ort- und teleneurologischen Untersuchungen von Patienten mit Verdacht auf akuten Schlaganfall auf mobilen Stroke Units gab es nur sehr wenige unterschiedliche diagnostische Einschätzungen in Bezug auf eine Schlaganfall- oder Nicht-Schlaganfall-Diagnose.²⁷ Eine andere deutsche Studie verglich die diagnostische Korrektheit zwischen der telemedizinischen Untersuchung durch nicht-neurologische Notärzte im konventionellen Rettungsdienst und der Untersuchung durch Neurologen in der Notaufnahme. Hier zeigt sich eine relative häufige Bestätigung einer prähospitalen Schlaganfall-Diagnose, allerdings wurde die telemedizinische Diagnose eines epileptischen Anfalls in 68 % im Krankenhaus nicht bestätigt und stattdessen ein Schlaganfall diagnostiziert.⁴⁹

3.10	Empfehlung
GPP	Bei akut vital bedrohten Patienten kann eine telenotärztliche Unterstützung je nach Situation dazu beitragen, komplexe Versorgungsmaßnahmen umzusetzen und den Zustand von Patienten bis zum Eintreffen eines physisch an der Einsatzstelle präsenten Notarztes zu stabilisieren.
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

In der prähospitalen Notfallversorgung stellen akut vital bedrohte Patienten eine besondere Herausforderung aufgrund der zeitlichen Dringlichkeit der Behandlung bzw. Stabilisierung dar, die in der Regel unmittelbare und oftmals komplexe, aber im Alltag eher selten durchzuführende medizinische Maßnahmen (z.B. Thoraxentlastungspunktion etc.) erforderlich machen.

Insbesondere in ländlichen oder schwer zugänglichen Gebieten kann die Ankunft eines Notarztes aufgrund von Entfernungen oder infrastrukturellen Herausforderungen verzögert sein und dadurch zu einer verspäteten Durchführung solcher zeitkritischen und komplexen Maßnahmen führen.

Durch die frühzeitige Einbindung eines Telenotarztes können Rettungskräfte vor Ort unmittelbar auf dessen Expertise zugreifen und auch seltene, aber akut indizierte komplexe medizinische Maßnahmen auch vor Anwesenheit eines Notarztes durch eine leitliniengerechte Therapieanweisung überbrückend beginnen.

Entgegen der Evidenz zur allgemeinen Unterstützung des Rettungsteams vor Ort vor Eintreffen eines Notarztes durch einen Telenotarzt (s. Empfehlung 2.2) fehlt diese im Falle von vital bedrohten Patienten und komplexen Versorgungsmaßnahmen.

Solche notwendigen Versorgungsmaßnahmen zur Stabilisierung des Patienten können aber nach Einschätzung des Leitlinienkonsortiums rechtssicher und mit ausreichender Patientensicherheit bezüglich der Richtigkeit der Entscheidung auch vor Anwesenheit eines Notarztes mittels telemedizinischer Unterstützung getroffen werden.

Eine telenotärztliche Unterstützung kann daher in solchen zeitkritischen und komplexen Situationen eine wertvolle Ergänzung zu den bestehenden Notfallstrukturen darstellen. Die Anforderung eines Telenotarztes in diesen Fällen zur Unterstützung vor Eintreffen des Notarztes sollte allerdings durch das Rettungsteam vor Ort entschieden werden.

3.11	Empfehlung
GPP	Das Trainieren von telenotfallmedizinischen Anwendungen soll erfolgen und sollte auch szenario-basiertes Simulationstraining beinhalten.
Konsensstärke	Starker Konsens (19/19)

Bezogen auf bestehende Telenotarzt-Systeme verantworten die Träger der Rettungsdienste den Einsatz von qualifiziertem Personal für die Tätigkeit am Telenotarztarbeitsplatz. Vor dem Jahr 2020 bestanden bzgl. der Qualifizierung von Telenotärzten keine definierten Anforderungen, lediglich die Erfahrungen der in Dienst befindlichen Standorte konnte dafür berücksichtigt werden.^{128,129} Darin wurden unter anderem Kenntnisse über die Abläufe und Schwierigkeiten von Rettungseinsätzen, Durchführung von Parallelkonsultationen sowie priorisierendes Vorgehen thematisiert. Nach der Absichtserklärung zur landesweiten Einführung von Telenotarzt-Systemen in NRW entschieden sich die Ärztekammern Nordrhein und Westfalen-Lippe ein Qualifikationscurriculum zu erarbeiten. Im August 2020 wurde durch beide Ärztekammern in NRW das erste gemeinsame Qualifikationscurriculum Telenotarzt verabschiedet, auf dessen Basis zeitnah erste Kurskonzepte entwickelt und implementiert wurden.¹³⁰ Am 19.10.2023 wurde darauf basierend das Musterweiterbildungscurriculum „Qualifikation Telenotarzt/Telenotärztin“ von der Bundesärztekammer (BÄK) in der 1. Auflage mit einem Umfang von 28 Unterrichtseinheiten (UE) verabschiedet. Im Rahmen des dritten Moduls (Kommunikation und Kommunikationsverhalten, inkl. Führung, 12 UE) sind ein Mindestanteil von 8 UE „Praktische Anwendungsübungen“ in Kleingruppen gefordert.¹³¹ Eine Vorgabe über die Umsetzung der Anwendungsübungen erfolgt nicht.

Auch wenn es in der Literatur für die Durchführung Szenario-basierter Simulationstrainings unter telenotfallmedizinisch tätigen Ärzten bislang keine Evidenz gibt, befürwortet das Leitlinienkonsortium diese eindeutig. Insbesondere aus der Patientensicherheitsforschung der letzten Jahrzehnte ist bekannt, dass simulationsbasierte Verfahren den Vorteil bieten, dass definierte Szenarien standardisiert vorbereitet und geübt werden können, ohne dass die Schädigung eines bzw. einer Erkrankten oder Verletzten riskiert wird. Insbesondere in der Notfallmedizin können durch simulationsbasierte Kursformate Defizite in Outcome-relevanten Fähigkeiten und Fertigkeiten etwas optimiert und die Kompetenzen der Auszubildenden verbessert werden.¹³²

Auf dieser Basis besteht Konsens im Leitlinienkonsortium, dass auch für die Anwendung von Telemedizin in der Notfallmedizin Szenario-basiertes Simulationstraining durchgeführt werden sollte.

4. Zusammensetzung der Leitliniengruppe

4.1 Leitlinienkoordination/Ansprechpartner

Leitlinienkoordinator:

Prof. Dr. med. Stefan K. Beckers

Klinik für Anästhesiologie,

Uniklinik RWTH Aachen

Pauwelsstr. 30

52074 Aachen

ars@ukaachen.de

Leitliniensekretariat:

Marina Sander

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V. (DGAI)

Neuwieder Str. 9

90411 Nürnberg

Tel: 0911 / 933 78 28

msander@dgai-ev.de

4.2 Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen

Tabelle 3: Mitglieder der Leitliniengruppe

Mandatstragende	Fachgesellschaft / Organisation	Zeitraum	Zusätzliche Funktion
Dr. Armbruster, Werner	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI)	01.10.2022 bis Fertigstellung	
Prof. Dr. Audebert, Heinrich	Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN)	25.09.2020 bis Fertigstellung	Leitung AG Infrastruktur / Lenkungsgruppe Leitung Autorengruppe Versorgungsfelder
Prof. Dr. Beckers, Stefan	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)	22.06.2020 bis Fertigstellung	Leitlinienkoordination Leitung Autorengruppe Technik
Dr. Büchele, Benjamin	Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN)	25.09.2020 bis Fertigstellung	
Fischer, Daniel	Bundesverband Ärztlicher Leitungen Rettungsdienst e.V. (BV ÄLRD)	24.09.2020 bis Fertigstellung	
Flake, Frank	Deutscher Berufsverband Rettungsdienst e.V. (DBRD)	06.07.2020 bis 31.12.2020 und 11.10.2024 bis Fertigstellung	
Gliwitzky, Bernhard	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und	03.08.2020 bis 30.09.2022	

Mandatstragende	Fachgesellschaft / Organisation	Zeitraum	Zusätzliche Funktion
	Notfallmedizin (DIVI)		
Dr. Gretenkort, Peter	Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands e.V. (BAND)	16.09.2020 bis Fertigstellung	
Dr. Gröning, Ingmar	Deutsche Gesellschaft für interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin e.V. (DGINA)	30.09.2020 bis Fertigstellung	
Dr. Grübl, Tobias	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI)	01.10.2022 bis Fertigstellung	
Grusnick, Hans-Martin	Deutscher Berufsverband Rettungsdienst e.V. (DBRD)	06.07.2020 bis Fertigstellung	
Dr. Helms, Thomas Maria	Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V. (DGK)	14.10.2020 bis 16.04.2021	
Prof. Dr. Hoffmann, Florian	Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. (DGKJ)	13.07.2020 bis Fertigstellung	
Horter, Johannes	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und	03.08.2020 bis 30.09.2022	

Mandatstragende	Fachgesellschaft / Organisation	Zeitraum	Zusätzliche Funktion
	Notfallmedizin (DIVI)		
Prof. Dr. Kill, Clemens	Deutsche Gesellschaft für Rettungsdienst und präklinische Notfallmedizin (DGRN)	10.02.2021 bis Fertigstellung	
Dr. Landgraf, Irmgard	Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin e.V. (DGIM)	20.10.2020 bis 16.04.2021	
Dr. Lenz, Wolfgang	Bundesverband Ärztlicher Leitungen Rettungsdienst e.V. (BV ÄLRD)	25.08.2020 bis 13.08.2021	
König, Marco	Deutscher Berufsverband Rettungsdienst e.V. (DBRD)	06.07.2020 bis 01.07.2024	
Dr. Mach, Carsten	Deutsche Gesellschaft für interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin e.V. (DGINA)	14.10.2020 bis Fertigstellung	
Meilwes, Martin	Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V. (APS)	20.07.2020 bis Fertigstellung	Beauftragter zur Bewertung von Interessenkonflikten / Lenkungsgruppe
Prof. Dr. Möckel, Martin	Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin e.V. (DGIM)	20.10.2020 bis Fertigstellung	
Dr. Özkurtul, Orkun	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und	22.10.2020 bis Fertigstellung	

Mandatstragende	Fachgesellschaft / Organisation	Zeitraum	Zusätzliche Funktion
	Unfallchirurgie (DGOU)		
Prof. Dr. Perings, Christian Andreas	Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V. (DGK)	14.10.2020 bis Fertigstellung	
Dr. Reifferscheid, Florian	Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands e.V. (BAND)	16.09.2020 bis Fertigstellung	
Dr. Sassen, Martin Christian	Bundesverband Ärztlicher Leitungen Rettungsdienst e.V. (BV ÄLRD)	05.10.2020 bis Fertigstellung	Leitung AG Rahmenbedingungen / Lenkungsgruppe
Dr. Schröder, Hanna	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGA)	22.06.2020 bis Fertigstellung	Leitlinienkoordination
Prof. Dr. Schürholz, Tobias	Deutsche Gesellschaft für Telemedizin e. V. (DG Telemed)	17.07.2020 bis Fertigstellung	
Univ.-Prof. Dr. Spethmann, Sebastian	Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin e.V. (DGIM)	30.09.2020 bis Fertigstellung	
Dr. Steffen, Tobias	Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte	10.11.2020 bis Fertigstellung	Leitung AG Versorgungsfelder / Lenkungsgruppe

Mandatstragende	Fachgesellschaft / Organisation	Zeitraum	Zusätzliche Funktion
	Deutschlands e.V. (BAND)		
Prof. Dr. Strametz, Reinhard	Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V. (APS)	20.07.2020 bis Fertigstellung	Beauftragter zur Bewertung von Interessenkonflikten / Lenkungsgruppe
Dr. Wranze-Bielefeld, Erich	Deutsche Gesellschaft für Rettungsdienst und präklinische Notfallmedizin (DGRN)	10.02.2021 bis Fertigstellung	
Weitere Teilnehmende	Funktion & Fachgesellschaft / Organisation	Zeitraum	Zusätzliche Funktion
Dr. Brinkrolf, Peter	Experte Tele-notfallmedizin	30.09.2020 bis Fertigstellung	
Carduck, Thomas	Leitlinienkoordination	22.06.2020 bis Fertigstellung	Leitung Autorengruppe Technik
Prof. Dr. Gräsner, Jan-Thorsten	Experte Tele-notfallmedizin	15.08.2020 bis 27.04.2021	
Jacobsen, Nils	Experte Tele-notfallmedizin	01.04.2021 bis 13.03.2022	
PD Dr. Luiz, Thomas	Experte Tele-notfallmedizin	11.08.2020 bis Fertigstellung	
Dr. Marian, Thomas	Experte Tele-notfallmedizin	20.10.2021 bis 31.12.2022	
Dr. Overheu, Daniel	Experte Tele-notfallmedizin	10.08.2020 bis Fertigstellung	
Peters, Stephan	Experte Tele-notfallmedizin	01.04.2021 bis 06.07.2022	Leitung AG Technik / Lenkungsgruppe
PD Dr. Prückner, Stephan	Experte Tele-notfallmedizin	04.09.2020 bis Fertigstellung	

Mandatstragende	Fachgesellschaft / Organisation	Zeitraum	Zusätzliche Funktion
Dr. Schlingloff, Friederike	Expertin Tele-notfallmedizin	31.03.2022 bis Fertigstellung	Leitung Autorengruppe Systemstruktur
Dr. Sommer, Anja	Leitlinienkoordination	22.06.2020 bis Fertigstellung	

4.3 Patienten-/Bürgerbeteiligung

Um die Perspektiven von Patienten, insbesondere vor dem Hintergrund der Patientensicherheit, zu berücksichtigen, wurde das Aktionsbündnis Patientensicherheit bereits von Beginn an in die Entwicklung dieser Leitlinie einbezogen. Beide Mandatsträger des APS haben den Prozess intensiv begleitet und bei der Entwicklung der neuen Empfehlungen dazu beigetragen, eine sichere Patientenversorgung zu fördern.

4.4 Methodische Begleitung

Die Beratung bei der Entwicklung der Leitlinie erfolgte insbesondere durch Frau Dr. Susanne Blödt (AWMF-Institut für Medizinisches Wissensmanagement) als eine externe und unabhängige Methodikerin.

5. Informationen zu dieser Leitlinie

5.1 Methodische Grundlagen

Die Methodik zur Erstellung dieser Leitlinie richtet sich nach dem AWMF-Regelwerk zur Leitlinienentwicklung.

Quelle: *Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF)- Ständige Kommission Leitlinien. AWMF-Regelwerk „Leitlinien“. Auflage 2.1 2023. Verfügbar: <https://www.awmf.org/regelwerk/>*

5.2 Systematische Recherche und Auswahl der Evidenz

Eine ausführliche Beschreibung zur Recherche und Auswahl der Evidenz finden Sie im Leitlinienreport dieser Leitlinie. Die Grundlage für das Upgrade der Leitlinie auf ein S2e-Niveau bildet die bestehende S1-Leitlinie .

5.3 Kritische Bewertung der Evidenz

Die kritische Bewertung der Evidenz erfolgte nach dem im Manual zur Bewertung des Biasrisikos in Interventionsstudien beschriebenen Prinzipien, insbesondere nach den Vorgaben des ROBINS-I Tools. Eine ausführliche Darstellung findet sich im Leitlinienreport.

Quelle: *Cochrane Deutschland, Institut für Medizinische Biometrie und Statistik, Freiburg, Arbeitsgemeinschaft der*

Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften- Institut für Medizinisches Wissensmanagement,

Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin. „Manual zur Bewertung des Biasrisikos in Interventionsstudien“. 2. Auflage, 2021. Verfügbar bei: Cochrane Deutschland:

<https://www.cochrane.de/de/literaturbewertung;> ; AWMF:

<https://www.awmf.org/leitlinien/awmf->

[regelwerk/II-entwicklung.html;](regelwerk/II-entwicklung.html) ÄZQ: <https://www.leitlinien.de/methodik>. DOI: 10.6094/UNIFR/194900, <https://freidok.uni-freiburg.de/data/194900>.

5.4 Konsensfindung

Ein strukturiertes Konsensusverfahren unter neutraler Moderation ist für die Erstellung einer S2e-Leitlinie nicht erforderlich und wurde innerhalb dieser Leitlinie nicht angewandt. Die Stärke des Konsens aller Empfehlungen wurde daher im informellen Konsensusverfahren festgelegt.

5.5 Empfehlungsgraduierung und Feststellung der Konsensstärke

Festlegung des Empfehlungsgrades

Neben der methodisch aufbereiteten Evidenz werden bei der Graduierung der Empfehlung die klinische Erfahrung und die Patientenpräferenz berücksichtigt. Zusätzlich werden weitere Kriterien wie Konsistenz der Studienergebnisse; klinische Relevanz der Endpunkte und Effektstärken; Nutzen-Schaden-Verhältnis; ethische, rechtliche, ökonomische Verpflichtungen; Patientenpräferenzen; Anwendbarkeit auf die Patientenzielgruppe und das deutsche Gesundheitssystem, Umsetzbarkeit im Alltag/in verschiedenen Versorgungsbereichen bei der Graduierung der Empfehlung berücksichtigt.

In Tabelle 4 ist die verwendete Empfehlungsgraduierung dargestellt.

Tabelle 4: Dreistufiges Schema zur Graduierung von Empfehlungen

Empfehlungsgrad	Beschreibung	Ausdrucksweise
A	Starke Empfehlung	Soll /Soll nicht
B	Schwache Empfehlung	Sollte /sollte nicht
0	Empfehlung offen	Kann erwogen /verzichtet werden

Feststellung der Konsensstärke

Die Konsensstärke wurde gemäß informellem Konsensusverfahren festgestellt und wie in Tabelle 5 klassifiziert.

Tabelle 5: Feststellung der Konsensstärke

Klassifikation der Konsensusstärke	
Starker Konsens	> 95% der Stimmberechtigten
Konsens	> 75-95% der Stimmberechtigten
Mehrheitliche Zustimmung	> 50-75% der Stimmberechtigten
Keine mehrheitliche Zustimmung	< 50% der Stimmberechtigten

6. Redaktionelle Unabhängigkeit

6.1 Finanzierung der Leitlinie

Grundsätzlich erfolgte die Erstellung der Leitlinie ohne finanzielle Unterstützung für alle Mitwirkenden. Im Rahmen von Präsenzveranstaltungen (Auftaktveranstaltung und Konsensuskonferenz) wurden finanzielle Mittel für Räumlichkeiten und Verpflegung durch die DGAI sowie die Klinik für Anästhesiologie der Uniklinik RWTH Aachen bereitgestellt.

6.2 Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten

Alle Teilnehmer des Leitlinienkonsortiums haben zu Beginn der Mitwirkung ihre Interessenkonflikterklärungen über das Online-Portal zu den Interessenerklärungen der AWMF (<https://interessenerklaerung-online.awmf.org/>) eingereicht. Unmittelbar vor der Konsensuskonferenz im April 2023 hat eine Aktualisierung der Erklärungen durch alle Beteiligte stattgefunden.

Eine Überprüfung und Bewertung der Interessenkonflikterklärungen wurde jeweils im Vier-Augen-Prinzip durch die Mandatsträger des Aktionsbündnis Patientensicherheit, Herrn Prof. Dr. Strametz sowie Herrn Meilwes, vollzogen. In dem Rahmen haben beide Mandatsträger des APS ihre Interessenkonflikterklärungen gegenseitig geprüft und zur Wahrung der Neutralität wurden diese zusätzlich einer Prüfung durch die Steuerungsgruppe unterzogen. Dabei folgten sowohl die Bewertung als auch die möglichen Konsequenzen den Vorgaben des AWMF-Regelwerkes.

Die dargelegten Interessenkonflikterklärungen und entsprechende Konsequenzen sind transparent in Tabellenform im Leitlinienreport aufgeführt.

7. Verabschiedung

Die verabschiedete Version der Leitlinie wurde im Zeitraum vom 26.02.2025 an die Vorstände und Präsidien der oben genannten beteiligten Fachgesellschaften und Organisationen übermittelt und bis zum 21.05.2025 von ihnen zur Veröffentlichung autorisiert.

Die Leitlinie wurde vom geschäftsführenden Vorstand der Deutschen Gesellschaft Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. am 03.07.2025 verabschiedet.

8. Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren

Die Leitlinie ist ab dem **21.06.2025** bis zur nächsten Aktualisierung, voraussichtlich bis zum 20.06.2030, gültig. Die Gültigkeitsdauer beträgt maximal 5 Jahre und ist abhängig vom eingeschätzten Aktualisierungsbedarf. Kommentare und Hinweise für den Aktualisierungsprozess sind ausdrücklich erwünscht und können an das Leitliniensekretariat gesendet werden.

Marina Sander

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V. (DGAI)

Neuwieder Str. 9

90411 Nürnberg

Tel: 0911 / 933 78 28

msander@dgai-ev.de

9. Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung
ACS	Akutes Koronarsyndrom
ÄLRD e.V.	Ärztliche Leitungen Rettungsdienst Deutschland e.V.
ALS-Unit	Advanced-Life-Support Unit
APS	Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V.
BÄK	Bundesärztekammer
BAND	Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands e.V.
BtmG	Betäubungsmittelgesetz
BV ÄLRD	Bundesverband der Ärztlichen Leitungen Rettungsdienst Deutschland e.V.
CRM	Crew Ressource Management
DBRD	Deutscher Berufsverband Rettungsdienst e.V.
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V.
DGIM	Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin e.V.
DGINA	Deutsche Gesellschaft für Interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin e.V.
DGK	Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V.
DGKJ	Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V.
DGN	Deutsche Gesellschaft für Neurologie e.V.
DGOU	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V.
DGRN	Deutsche Gesellschaft für Rettungsdienst und präklinische Notfallversorgung e.V.
DGSVO	Datenschutzgrundverordnung
DGTelemed	Deutsche Gesellschaft für Telemedizin e.V.
DIVI	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V.
dpi	dots per inch
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
FAST	Focused Assessment with Sonography in Trauma

Abkürzung	Erläuterung
fps	frames per second
GBA	Gemeinsamer Bundesausschuss
GPP	Good Clinical Practice Points
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Mobilfunkstandard Global System for Mobile Communications
HSPA	High Speed Packet Access
HSPA+	High Speed Packet Access Plus, release 10
KTW	Krankentransportwagen
KV	Kassenärztliche Vereinigung
LTE	Long Term Evolution
MBO-Ä	(Muster-)Berufsordnung für Ärzte
MSU	Mobile Stroke Units
NA	Notararzt
NACA	National Advisory Committee for Aeronautics
NAIK	Notarztindikationskatalog
NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
NIHSS	National Institutes of Health Stroke Scale
NotSanG	Notfallsanitätäergesetz
PCI	Perkutane Koronarintervention
RD	Rettungsdienst
RkiSH	Rettungsdienst Kooperation in Schleswig-Holstein
RTW	Rettungstransportwagen
STEMI	ST-Strecken-Hebungsinfarkt
TNA	Telenotarzt
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System

10. Literaturverzeichnis

Das Literaturverzeichnis weist sämtliche in diesem Dokument verwendete Literatur aus. Zur besseren Zuordenbarkeit handelt es sich bei Literaturstellen, die nachfolgend fettgedruckt sind, um Publikationen, die zur Bildung einer Empfehlung beigetragen haben.

1. Rettungsdienstgesetz Bayern. Accessed September 8, 2024. <https://rettungsdienstgesetz.de/bayern/>
2. Niedersächsisches Rettungsdienstgesetz. Accessed September 4, 2024. <https://voris.wolterskluwer-online.de/browse/document/fb1b051a-da43-37f7-b3fb-9d90005b5cda>
3. Bundesausschuss Innovationsausschuss. Beschluss LandRettung – Zukunftsfeste notfallmedizinische Neuausrichtung eines Landkreises. Accessed September 1, 2024. <https://innovationsfonds.g-ba.de/beschluesse/landrettung-zukunftsfeste-notfallmedizinische-neuausrichtung-eines-landkreises.32>
4. Bundesausschuss Innovationsausschuss. Beschluss Projekt Telenotarzt Bayern. Accessed September 8, 2024. https://innovationsfonds.g-ba.de/downloads/beschluss-dokumente/46/2020-12-18_Telenotarzt-Bayern.pdf
5. Regierungskommission für eine moderne und bedarfsgerechte Krankenhausversorgung. Neunte Stellungnahme Und Empfehlung Der Regierungskommission Für Eine Moderne Und Bedarfsgerechte Krankenhausversorgung Reform Der Notfall-Und Akutversorgung: Rettungsdienst Und Finanzierung. Accessed September 8, 2024. https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/K/Krankenhausreform/BMG_Stellungnahme_9_Rettungsdienst_bf.pdf
6. Stefania Schrag-Slavu LM. *Rechtsgutachten „Rechtsfragen Des Einsatzes Des Telenotarzt-Systems Im Rettungsdienst Des Landes NRW.“*
7. Bundesministerium der Justiz. Gesetz über den Beruf der Notfallsanitäterin und des Notfallsanitäters*. Accessed September 8, 2024. <https://www.gesetze-im-internet.de/notsang/BJNR134810013.html>
8. Bundesärztekammer. Bekanntmachung 2019. Accessed September 4, 2024. https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/_old-files/downloads/pdf-Ordner/Recht/HinweiseErlaeuterungenFernbehandlung.pdf
9. Bundesärztekammer. Bekanntmachung 2020. doi:https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/_old-files/downloads/pdf-Ordner/Recht/_Bek_BAEK_Fernbehandlung_Online_FINAL_10.12.2020.pdf
10. Bundesärztekammer. BÄK-Curricula. Accessed September 4, 2024. <https://www.bundesaerztekammer.de/themen/aerzte/aus-fort-und-weiterbildung/aerztliche-fortbildung/baek-curricula>
11. Bundesministerium für Digitales & Verkehr. Rettungskette 5G. Accessed September 6, 2024. <https://rettungskette5g.de/>
12. Rettungskette Digital. Telerettung 5G. Accessed September 6, 2024. <https://www.5g-telerettung.de/de>
13. Bundesnetzagentur. Öffentliche Netze. Accessed September 6, 2024. <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Frequenzen/OeffentlicheNetze/Mobilfunknetze/mobilfunknetze-node.html>

14. Mobilfunk-Monitoring - Flächenversorgung nach Mobilfunknetzbetreiber. Accessed September 6, 2024. https://gigabitgrundbuch.bund.de/GIGA/DE/MobilfunkMonitoring/Downloads/Auswertung_Bund_anbieterspezifisch.pdf?__blob=publicationFile&v=1
15. Monitoring Mobilfunk - Flächenversorgung auf Kreisebene. Accessed September 1, 2024. https://gigabitgrundbuch.bund.de/GIGA/DE/MobilfunkMonitoring/Downloads/Auswertung_kreisebene.pdf?__blob=publicationFile&v=1
16. Bundesnetzagentur. Mobilfunk-Monitoring. Accessed September 6, 2024. <https://gigabitgrundbuch.bund.de/GIGA/DE/MobilfunkMonitoring/start.html>
17. Felzen M, Brokmann JC, Beckers SK, et al. Improved technical performance of a multifunctional prehospital telemedicine system between the research phase and the routine use phase – an observational study. *J Telemed Telecare*. 2016;23(3):402-409. doi:10.1177/1357633X16644115
18. Hirsch F, Brokmann JC, Beckers SK, et al. Availability, performance, and functionality of telemedical data transfer by ambulance services: Prospective, single center analysis of telemedical 12-channel ECG and real-time vitality data using mobile services in an urban setting. *Notfall und Rettungsmedizin*. 2016;19(5):373-379. doi:10.1007/s10049-016-0152-y
19. Schlingloff F, Marian T, Seeger I, Steffen T. „Telenotfallmedizin Niedersachsen“— a pilot study: Prehospital telemedicine in a rural, mountainous region in Germany. *Notfall und Rettungsmedizin*. Published online November 4, 2022. doi:10.1007/S10049-022-01086-W/FIGURES/6
20. Gilligan P, Bennett A, Houlihan A, et al. The doctor can see you now: A key stakeholder study into the acceptability of ambulance based telemedicine. *Ir Med J*. 2018;111(6):769. Accessed September 8, 2024. <https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&id=L622528049&from=export>
21. Schlingloff F, Langewand S, Beltau M, et al. Crew resource management in tele-emergency medicine. *Notarzt*. 2022;38(6):315-317. doi:10.1055/a-1947-6866
22. Winter B, Wendt M, Waldschmidt C, et al. 4G versus 3G-enabled telemedicine in prehospital acute stroke care. *International Journal of Stroke*. 2019;14(6):620-629. doi:10.1177/1747493019830303
23. Mastella G, Darstein L, Raufhake C, et al. Offshore telemedicine emergency service: a 1-year experience. *Journal of Public Health (Germany)*. 2022;30(1):5-10. doi:10.1007/s10389-021-01511-3
24. Bergrath S, Reich A, Rossaint R, et al. Feasibility of Prehospital Teleconsultation in Acute Stroke – A Pilot Study in Clinical Routine. Schlachetzki F, ed. *PLoS One*. 2012;7(5):e36796. doi:10.1371/journal.pone.0036796
25. Bergrath S, Rörtgen D, Rossaint R, et al. Technical and organisational feasibility of a multifunctional telemedicine system in an emergency medical service – an observational study. *J Telemed Telecare*. 2011;17(7):371-377. doi:10.1258/jtt.2011.110203
26. Czaplík M, Bergrath S, Rossaint R, et al. Employment of Telemedicine in Emergency Medicine. *Methods Inf Med*. 2014;53(02):99-107. doi:10.3414/ME13-01-0022
27. Geisler F, Kunz A, Winter B, et al. Telemedicine in Prehospital Acute Stroke Care. *J Am Heart Assoc*. 2019;8(6):e011729. doi:10.1161/JAHA.118.011729

28. Berlet M, Vogel T, Gharba M, et al. Emergency Telemedicine Mobile Ultrasounds Using a 5G-Enabled Application: Development and Usability Study. *JMIR Form Res.* 2022;6(5):e36824. doi:10.2196/36824
29. Hermann M, Hafner C, Scharner V, et al. Remote real-time supervision of prehospital point-of-care ultrasound: a feasibility study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2022;30(1):23. doi:10.1186/s13049-021-00985-0
30. Siu M, Dan J, Cohen J, et al. Impact of Telemedicine on Extended Focused Assessment With Sonography for Trauma Performance and Workload by Critical Care Transport Personnel. *Air Med J.* Published online 2023. doi:10.1016/j.amj.2022.12.008
31. Adhikari S, Blaivas M, Lyon M, Shiver S. Transfer of Real-time Ultrasound Video of FAST Examinations from a Simulated Disaster Scene Via a Mobile Phone. *Prehosp Disaster Med.* 2014;29(3):290-293. doi:10.1017/S1049023X14000375
32. Bergrath S, Brokmann JC, Beckers S, Felzen M, Czaplik M, Rossaint R. Implementation of a full-scale prehospital telemedicine system: evaluation of the process and systemic effects in a pre-post intervention study. *BMJ Open.* 2021;11(3):e041942. doi:10.1136/bmjopen-2020-041942
33. Schröder H, Brockert AK, Beckers SK, et al. Indikationsgerechte Durchführung von Sekundärtransporten im Rettungsdienst – Hilft der Arzt in der Leitstelle? *Anaesthesist.* 2020;69(10):726-732. doi:10.1007/s00101-020-00817-3
34. Felzen M, Beckers SK, Brockert A. K, et al. How often are emergency medical physicians needed on the scene?: A survey among emergency physicians in an emergency medical service system with telemedical care. *Notfall und Rettungsmedizin.* 2020;23(6):441-449. doi:10.1007/s10049-019-00643-0
35. Süß R, Dewenter C, Ekinci A, Laslo T, Fleßa S. Telemedicine emergency system - Potential of preclinical emergency care in rural areas. *Gesundheitsökonomie und Qualitätsmanagement.* 2020;25(3):163-168. doi:10.1055/a-1100-2639
36. Kowark A, Felzen M, Ziemann S, et al. Telemedical support for prehospital emergency medical service in severe emergencies: an open-label randomised non-inferiority clinical trial. *Crit Care.* 2023;27(1). doi:10.1186/s13054-023-04545-z
37. Humburg D, Timpe M, Wranze-Bielefeld E, Martens F, Rupp D, Sassen MC. Der Telenotarzt als „Einsatzleiter“ zur Stabilisierung eines kritisch kranken Patienten. *Notfall + Rettungsmedizin.* 2022;25(8):578-584. doi:10.1007/s10049-021-00945-2
38. Schröder H, Beckers SK, Ogrodzki K, et al. Tele-EMS physicians improve life-threatening conditions during prehospital emergency missions. *Sci Rep.* 2021;11(1). doi:10.1038/s41598-021-93287-5
39. Charash WE, Caputo MP, Clark H, et al. Telemedicine to a moving ambulance improves outcome after trauma in simulated patients. *Journal of Trauma - Injury, Infection and Critical Care.* 2011;71(1):49-55. doi:10.1097/TA.0b013e31821e4690
40. Bussi eres S, Tanguay A, Hébert D, Fleet R. Unit e de Coordination Clinique des Services Pr ehospitaliers d'Urgence: A clinical telemedicine platform that improves prehospital and community health care for rural citizens. *J Telemed Telecare.* 2017;23(1):188-194. doi:10.1177/1357633X15627234
41. Breuer F, Pommerenke C, Ziemann B, Stiepak JK, Poloczek S, Dahmen J. Introduction of emergency paramedic investigators in the context of the COVID-19 pandemic in the Berlin emergency medical service. *Notfall und Rettungsmedizin.* 2021;24(7):1033-1042. doi:10.1007/s10049-020-00786-5
42. Hara T, Nishizuka T, Yamamoto M, Iwatsuki K, Natsume T, Hirata H. Teletriage for patients with traumatic finger injury directing emergency medical transportation

- services to appropriate hospitals: A pilot project in Nagoya City, Japan. *Injury*. 2015;46(7):1349-1353. doi:10.1016/j.injury.2015.02.022
43. Fugok K, Slamon NB. The Effect of Telemedicine on Resource Utilization and Hospital Disposition in Critically Ill Pediatric Transport Patients. *Telemedicine and e-Health*. 2018;24(5):367-374. doi:10.1089/tmj.2017.0095
 44. Brinkrolf P, Kuntosch J, Metelmann B, et al. Ist das Telenotarzt-System eine sinnvolle Ergänzung im ländlichen Raum? – Eine Analyse aus medizinischer und ökonomischer Perspektive. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2022;65(10):1007-1015. doi:10.1007/s00103-022-03581-4
 45. Pedrotti CHSS, Accorsi TADD, De Amicis Lima K, et al. Cross-sectional study of the ambulance transport between healthcare facilities with medical support via telemedicine: Easy, effective, and safe tool. *PLoS One*. 2021;16(9):e0257801. doi:10.1371/journal.pone.0257801
 46. § DIN 13050 „Rettungswesen – Begriffe“ in Der Geltenden Fassung.
 47. Gemeinsamer Bundesausschuss. Richtlinie über die Verordnung von Krankenfahrten, Krankentransportleistungen und Rettungsfahrten nach § 92 Absatz 1 Satz 2 Nummer 12 SGB V. Published online 2022:1-9. <https://www.g-ba.de/richtlinien/25/>
 48. Stiliz I, Freire de Carvalho M, Toner S, Berg J. A Prospective Investigation of the Impact of Telemedicine and Telemetry on Global Medical Evacuation Rates. *J Occup Environ Med*. 2022;64(12). Accessed September 8, 2024. https://journals.lww.com/joem/Fulltext/2022/12000/A_Prospective_Investigation_of_the_Impact_of.13.aspx
 49. Quadflieg LTM, Beckers SK, Bergrath S, et al. Comparing the diagnostic concordance of tele-EMS and on-site-EMS physicians in emergency medical services: a retrospective cohort study. *Sci Rep*. 2020;10(1):17982. doi:10.1038/s41598-020-75149-8
 50. Skorning M, Bergrath S, Rörtgen D, et al. Teleconsultation in pre-hospital emergency medical services: Real-time telemedical support in a prospective controlled simulation study. *Resuscitation*. 2012;83(5):626-632. doi:10.1016/j.resuscitation.2011.10.029
 51. Brokmann JC, Conrad C, Rossaint R, et al. Treatment of Acute Coronary Syndrome by Telemedically Supported Paramedics Compared With Physician-Based Treatment: A Prospective, Interventional, Multicenter Trial. *J Med Internet Res*. 2016;18(12):e314. doi:10.2196/jmir.6358
 52. Chinprasatsak S SSKP, Maporn K, Chinprasatsak S, et al. Telegraphic medicine systems improve medical diagnosis in pre-hospital settings: a pilot study in a tertiary care hospital. *Chotmaihet thangphaet [Journal of the Medical Association of Thailand]*. 2017;100(6):686-691. Accessed September 8, 2024. <https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&id=L616901440&from=export>
 53. Rörtgen D, Bergrath S, Rossaint R, et al. Comparison of physician staffed emergency teams with paramedic teams assisted by telemedicine - a randomized, controlled simulation study. *Resuscitation*. 2013;84(1):85-92. doi:10.1016/j.resuscitation.2012.06.012
 54. Brokmann JC, Rossaint R, Müller M, et al. Blood pressure management and guideline adherence in hypertensive emergencies and urgencies: A comparison between telemedically supported and conventional out-of-hospital care. *The Journal of Clinical Hypertension*. 2017;19(7):704-712. doi:10.1111/jch.13026

55. **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.* 2019;25(4):1528-1537. doi:10.1177/1460458218775157**
56. **Follmann A, Schröder H, Neff G, Rossaint R, Hirsch F, Felzen M. When emergency physician and tele-emergency physician save life together: A case description on the application of prehospital telemedicine for ventricular tachycardia with hemodynamic instability. *Anaesthetist.* 2021;70(1):34-39. doi:10.1007/s00101-020-00872-w**
57. **Bergrath S, Czaplik M, Rossaint R, et al. Implementation phase of a multicentre prehospital telemedicine system to support paramedics: feasibility and possible limitations. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2013;21(1):54. doi:10.1186/1757-7241-21-54**
58. Institute of Medicine (US) Committee on Quality of Health Care in America. *To Err Is Human.* (Kohn LT, Corrigan JM, eds.). National Academies Press; 2000. doi:10.17226/9728
59. Rall M, Lackner CK. Crisis Resource Management (CRM). *Notfall + Rettungsmedizin.* 2010;13(5):349-356. doi:10.1007/s10049-009-1271-5
60. Nikolaou NI, Arntz HR, Bellou A, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 8. Initial management of acute coronary syndromes. *Resuscitation.* 2015;95:264-277. doi:10.1016/j.resuscitation.2015.07.030
61. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J.* 2023;44(38):3720-3826. doi:10.1093/eurheartj/ehad191
62. Seeger I, Klausen A, Thate S, et al. Community emergency paramedics as an innovative resource in emergency care—first results of an observational study. *Notfall und Rettungsmedizin.* 2021;24(3):194-202. doi:10.1007/s10049-020-00715-6
63. Pilotprojekt im Rettungsdienst Nordfriesland: So kommen Notfallsanitäter schneller zum Einsatzort. Accessed November 28, 2024. <https://www.nordfriesland.de/Kreis-Verwaltung/Aktuelles/Pilotprojekt-im-Rettungsdienst-Nordfriesland-So-kommen-Notfallsanit%C3%A4ter-schneller-zum-Einsatzort.php?object=tx,2271.1.1&ModID=7&FID=2271.10192.1&NavID=2271.37>
64. Bayerisches Staatsministerium des Inneren für S und I. Neues Rettungseinsatzfahrzeug: Herrmann startet Pilotprojekt. Accessed November 28, 2024. <https://www.stmi.bayern.de/med/aktuell/archiv/2022/220413rettungseinsatzfahrzeug/>
65. Blum M, Redelsteiner C, Konertz M, Danneberg S. Projekt HanseSani in Bremen: Wenn der Rettungsdienst zu „einfachen“ Einsätzen gerufen wird. *Rettungsdienst.* 2023;205(46).
66. Passet H, Richter S. Projekt NotSan-Erkunder: Einsatzkräfte für das Frankfurter Bahnhofsviertel. *Rettungsdienst.* 2023;205(46).
67. Lubasch JS, Beierle S, Marewski VS, et al. Alternative Versorgungskonzepte für niedrigprioritäre Einsätze im deutschen Rettungsdienst – deskriptive Ergebnisse einer Online-Befragung. *Z Evid Fortbild Qual Gesundhwes.* Published online November 2024. doi:10.1016/j.zefq.2024.07.008
68. **Renza M, Sykora R, Peran D, et al. Pilot implementation of the competence of Czech paramedics to administer sufentanil for the treatment of pain in acute trauma**

- without consulting a physician: observational study. *BMC Emerg Med.* 2022;22(1). doi:10.1186/s12873-022-00622-8
69. Gnirke A, Beckers SK, Gort S, et al. Analgesia in the emergency medical service: comparison between tele-emergency physician and call back procedure with respect to application safety, effectiveness and tolerance. *Anaesthetist.* 2019;68(10):665-675. doi:10.1007/s00101-019-00661-0
 70. Lenssen N, Krockauer A, Beckers SK, et al. Quality of analgesia in physician-operated telemedical prehospital emergency care is comparable to physician-based prehospital care - a retrospective longitudinal study. *Sci Rep.* 2017;7(1):1536. doi:10.1038/s41598-017-01437-5
 71. Brokmann JC, Rossaint R, Hirsch F, et al. Analgesia by telemedically supported paramedics compared with physician-administered analgesia: A prospective, interventional, multicentre trial. *European Journal of Pain (United Kingdom).* 2016;20(7):1176-1184. doi:10.1002/ejp.843
 72. Michael M, Hossfeld B, Häske D, Bohn A, Bernhard M. Analgesia, sedation and anaesthesia in emergency care. *Anesthesiologie und Intensivmedizin.* 2020;61(2):51-65. doi:10.19224/ai2020.051
 73. Brunetti ND, Tarantino N, Dellegrottaglie G, et al. Impact of telemedicine support by remote pre-hospital electrocardiogram on emergency medical service management of subjects with suspected acute cardiovascular disease. *Int J Cardiol.* 2015;199:215-220. doi:10.1016/j.ijcard.2015.06.124
 74. Brunetti ND, De Gennaro L, Correale M, et al. Pre-hospital electrocardiogram triage with telemedicine near halves time to treatment in STEMI: A meta-analysis and meta-regression analysis of non-randomized studies. *Int J Cardiol.* 2017;232:5-11. doi:10.1016/j.ijcard.2017.01.055
 75. Clemmensen P, Loumann-Nielsen S, Sejersten M. Telemedicine fighting acute coronary syndromes. *J Electrocardiol.* 2010;43(6):615-618. doi:10.1016/j.jelectrocard.2010.06.012
 76. Brunetti ND, Dell'Anno A, Martone A, et al. Prehospital ECG transmission results in shorter door-to-wire time for STEMI patients in a remote mountainous region. *Am J Emerg Med.* 2020;38(2):252-257. doi:10.1016/j.ajem.2019.04.046
 77. Caltarola P, Gulizia MM, Gabrielli D, et al. ANMCO/SIT Consensus Document: Telemedicine for cardiovascular emergency networks. *European Heart Journal, Supplement.* 2017;19(Suppl D):D229-D243. doi:10.1093/eurheartj/sux028
 78. Brunetti ND, Di Pietro G, Aquilino A, et al. Pre-hospital electrocardiogram triage with tele-cardiology support is associated with shorter time-to-balloon and higher rates of timely reperfusion even in rural areas: data from the Bari- Barletta/Andria/Trani public emergency medical service 118 regist. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2014;3(3):204-213. doi:10.1177/2048872614527009
 79. Saberian P, Tavakoli N, Hasani-Sharamin P, Sezavar S, Dadashi F, Vahidi E. The effect of prehospital telecardiology on the mortality and morbidity of ST-segment elevated myocardial infarction patients undergoing primary percutaneous coronary intervention: A cross-sectional study. *Turk J Emerg Med.* 2020;20(1):28. doi:10.4103/2452-2473.276380
 80. Clemmensen P, Schoos MM, Lindholm MG, et al. Pre-hospital diagnosis and transfer of patients with acute myocardial infarction—a decade long experience from one of Europe's largest STEMI networks. *J Electrocardiol.* 2013;46(6):546-552. doi:10.1016/j.jelectrocard.2013.07.004

81. Sejersten M, Sillesen M, Hansen PR, et al. Effect on Treatment Delay of Prehospital Teletransmission of 12-Lead Electrocardiogram to a Cardiologist for Immediate Triage and Direct Referral of Patients With ST-Segment Elevation Acute Myocardial Infarction to Primary Percutaneous Coronary Intervention. *Am J Cardiol.* 2008;101(7):941-946. doi:10.1016/j.amjcard.2007.11.038
82. Rao A, Kardouh Y, Darda S, et al. Impact of the prehospital ECG on door-to-balloon time in ST elevation myocardial infarction. *Catheterization and Cardiovascular Interventions.* 2010;75(2):174-178. doi:10.1002/ccd.22257
83. Brunetti ND, Bisceglia L, Dellegrottaglie G, et al. Lower mortality with pre-hospital electrocardiogram triage by telemedicine support in high risk acute myocardial infarction treated with primary angioplasty: Preliminary data from the Bari-BAT public Emergency Medical Service 118 registry. *Int J Cardiol.* 2015;185:224-228. doi:10.1016/j.ijcard.2015.03.138
84. Kudenchuk PJ, Maynard C, Cobb LA, et al. Utility of the prehospital electrocardiogram in diagnosing acute coronary syndromes: the Myocardial Infarction Triage and Intervention (MITI) project. *J Am Coll Cardiol.* 1998;32(1):17-27. doi:10.1016/S0735-1097(98)00175-2
85. Pedersen CK, Stengaard C, Friesgaard K, et al. Chest pain in the ambulance; prevalence, causes and outcome - a retrospective cohort study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2019;27(1):84. doi:10.1186/s13049-019-0659-6
86. Bundesärztekammer. Empfehlungen für einen Indikationskatalog für den Notarzt-Einsatz Handreichung für Disponenten in Rettungsleitstellen und Notdienstzentralen (NAIK). *Ärztebl.* 2023;120(48):A1-13. doi:10.3238/ärztebl.NAIK2023
87. Williams B, Mancia G, Spiering W, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J.* 2018;39(33):3021-3104. doi:10.1093/eurheartj/ehy339
88. Mancia G, Kreutz R, Brunström M, et al. 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension. *J Hypertens.* 2023;41(12):1874-2071. doi:10.1097/HJH.0000000000003480
89. Schwabauer E, Piccininni M, Freitag E, et al. Effects of Mobile Stroke Unit dispatch on blood pressure management and outcomes in patients with intracerebral haematoma: Results from the Berlin_Prehospital Or Usual Care Delivery in acute Stroke (B_PROUD) controlled intervention study. *Eur Stroke J.* 2024;9(2):366-375. doi:10.1177/23969873231213156
90. van den Berg SA, Uniken Venema SM, Reinink H, et al. Prehospital transdermal glyceryl trinitrate in patients with presumed acute stroke (MR ASAP): an ambulance-based, multicentre, randomised, open-label, blinded endpoint, phase 3 trial. *Lancet Neurol.* 2022;21(11):971-981. doi:10.1016/S1474-4422(22)00333-7
91. Bath PM, Woodhouse LJ, Krishnan K, et al. Prehospital Transdermal Glyceryl Trinitrate for Ultra-Acute Intracerebral Hemorrhage: Data From the RIGHT-2 Trial. *Stroke.* 2019;50(11):3064-3071. doi:10.1161/STROKEAHA.119.026389
92. Wang S, Lee SB, Pardue C, et al. Remote Evaluation of Acute Ischemic Stroke. *Stroke.* 2003;34(10). doi:10.1161/01.STR.0000091847.82140.9D
93. Handschu R, Littmann R, Reulbach U, et al. Telemedicine in Emergency Evaluation of Acute Stroke. *Stroke.* 2003;34(12):2842-2846. doi:10.1161/01.STR.0000102043.70312.E9

94. Shafqat S, Kvedar JC, Guanci MM, Chang Y, Schwamm LH. Role for Telemedicine in Acute Stroke. *Stroke*. 1999;30(10):2141-2145. doi:10.1161/01.STR.30.10.2141
95. Levine SR, Gorman M. „Telestroke” : the application of telemedicine for stroke. *Stroke*. 1999;30(2):464-469. doi:10.1161/01.STR.30.2.464
96. LaMonte MP, Cullen J, Gagliano DM, et al. TeleBAT: Mobile telemedicine for the brain attack team. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2000;9(3):128-135. doi:10.1053/jscd.2000.5867
97. **Liman TG, Winter B, Waldschmidt C, et al. Telestroke ambulances in prehospital stroke management: Concept and pilot feasibility study. *Stroke*. 2012;43(8):2086-2090. doi:10.1161/STROKEAHA.112.657270**
98. Johansson A, Esbjörnsson M, Nordqvist P, et al. Technical feasibility and ambulance nurses' view of a digital telemedicine system in pre-hospital stroke care – A pilot study. *Int Emerg Nurs*. 2019;44:35-40. doi:10.1016/j.ienj.2019.03.008
99. **Scott IM, Manoczki C, Swain AH, et al. Prehospital Telestroke vs Paramedic Scores to Accurately Identify Stroke Reperfusion Candidates: A Cluster Randomized Controlled Trial. *Neurology*. 2022;99(19):E2125-E2136. doi:10.1212/WNL.0000000000201104**
100. Itrat A, Taqui A, Cerejo R, et al. Telemedicine in prehospital stroke evaluation and thrombolysis taking stroke treatment to the doorstep. *JAMA Neurol*. 2016;73(2):162-168. doi:10.1001/jamaneurol.2015.3849
101. Mort A, Eadie L, Regan L, et al. Combining transcranial ultrasound with intelligent communication methods to enhance the remote assessment and management of stroke patients: Framework for a technology demonstrator. *Health Informatics J*. 2016;22(3):691-701. doi:10.1177/1460458215580353
102. **Bhatt NR, Frankel MR, Nogueira RG, et al. Reliability of Field Assessment Stroke Triage for Emergency Destination Scale Use by Paramedics: Mobile Stroke Unit First-Year Experience. *Stroke*. Published online May 20, 2021:STROKEAHA120033775. doi:10.1161/STROKEAHA.120.033775**
103. **Bowry R, Parker SA, Yamal JM, et al. Time to Decision and Treatment With tPA (Tissue-Type Plasminogen Activator) Using Telemedicine Versus an Onboard Neurologist on a Mobile Stroke Unit. *Stroke*. 2018;49(6):1528-1530. doi:10.1161/STROKEAHA.117.020585**
104. **Bowry R, Parker S, Rajan SS, et al. Benefits of Stroke Treatment Using a Mobile Stroke Unit Compared With Standard Management. *Stroke*. 2015;46(12):3370-3374. doi:10.1161/STROKEAHA.115.011093**
105. Keselman B, Berglund A, Ahmed N, et al. The Stockholm Stroke Triage Project: Outcomes of Endovascular Thrombectomy before and after Triage Implementation. *Stroke*. 2022;53(2):473-481. doi:10.1161/STROKEAHA.121.034195
106. **Wu TC, Nguyen C, Ankrom C, et al. Prehospital Utility of Rapid Stroke Evaluation Using In-Ambulance Telemedicine. *Stroke*. 2014;45(8):2342-2347. doi:10.1161/STROKEAHA.114.005193**
107. **Wu TC, Parker SA, Jagolino A, et al. Telemedicine Can Replace the Neurologist on a Mobile Stroke Unit. *Stroke*. 2017;48(2):493-496. doi:10.1161/STROKEAHA.116.015363***
108. Chapman Smith SN, Govindarajan P, Padrick MM, et al. A low-cost, tablet-based option for prehospital neurologic assessment. *Neurology*. 2016;87(1):19-26. doi:10.1212/WNL.0000000000002799

109. Van Hooff RJ, Cambron M, Van Dyck R, et al. Prehospital unassisted assessment of stroke severity using telemedicine: A feasibility study. *Stroke*. 2013;44(10):2907-2909. doi:10.1161/STROKEAHA.113.002079
110. Gonzalez MA, Hanna N, Rodrigo ME, Satler LF, Waksman R. Reliability of prehospital real-time cellular video phone in assessing the simplified national institutes of health stroke scale in patients with acute stroke: A novel telemedicine technology. *Stroke*. 2011;42(6):1522-1527. doi:10.1161/STROKEAHA.110.600296
111. Van Hooff RR, De Smedt A, De Raedt S, et al. Unassisted telestroke scale (UTSS): Unassisted assessment of stroke severity through a telemedicine system. *Cerebrovascular Diseases*. 2013;35:640. doi:10.1159/000353129
112. Eadie L, Regan L, Mort A, et al. Telestroke assessment on the move: Prehospital streamlining of patient pathways. *Stroke*. 2015;46(2):e38-e40. doi:10.1161/STROKEAHA.114.007475
113. Chapman Smith SN, Brown PC, Waits KH, et al. Development and Evaluation of a User-Centered Mobile Telestroke Platform. *Telemedicine and e-Health*. 2019;25(7):638-648. doi:10.1089/tmj.2018.0044
114. Bilotta M, Sigal AP, Shah A, et al. A Novel Use of Prehospital Telemedicine to Decrease Door to Computed Tomography Results in Acute Strokes. *Journal for Healthcare Quality*. 2020;42(5):264-268. doi:10.1097/JHQ.0000000000000229
115. Belt GH, Felberg RA, Rubin J, Halperin JJ. In-Transit Telemedicine Speeds Ischemic Stroke Treatment. *Stroke*. 2016;47(9):2413-2415. doi:10.1161/STROKEAHA.116.014270
116. Soda H, Ziegler V, Shammas L, et al. Telemedical prenotification in acute stroke treatment: Experiences from the Stroke Angel initiative from 2004 until the present. *Nervenarzt*. 2017;88(2):120-129. doi:10.1007/s00115-016-0266-y
117. Al Kasab S, Almallouhi E, Grant C, et al. Telestroke Consultation in the Emergency Medical Services Unit: A Novel Approach to Improve Thrombolysis Times. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2021;30(5):105710. doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.105710
118. Taqui A, Cerejo R, Itrat A, et al. Reduction in time to treatment in prehospital telemedicine evaluation and thrombolysis. *Neurology*. 2017;88(14):1305-1312. doi:10.1212/WNL.0000000000003786
119. Mazya M V, Berglund A, Ahmed N, et al. Implementation of a Prehospital Stroke Triage System Using Symptom Severity and Teleconsultation in the Stockholm Stroke Triage Study. *JAMA Neurol*. 2020;77(6):691-699. doi:10.1001/jamaneurol.2020.0319
120. Weinberg J, Sweid A, Roussis J, et al. The impact of the Implementation of a MSU on a Stroke Cohort. *Clin Neurosurg*. 2020;67(SUPPL 1):129. doi:10.1093/neuros/nyaa447-386
121. Kandimalla J, Vellipuram AR, Rodriguez G, Maud A, Cruz-Flores S, Khatri R. Role of Telemedicine in Prehospital Stroke Care. *Curr Cardiol Rep*. 2021;23(6):71. doi:10.1007/s11886-021-01473-8
122. Eder PA, Laux G, Rashid A, et al. Stroke Angel: Effect of Telemedical Prenotification on In-Hospital Delays and Systemic Thrombolysis in Acute Stroke Patients. *Cerebrovascular Diseases*. 2021;50(4):420-428. doi:10.1159/000514563
123. Walter S, Kostopoulos P, Haass A, et al. Diagnosis and treatment of patients with stroke in a mobile stroke unit versus in hospital: A randomised controlled trial. *Lancet Neurol*. 2012;11(5):397-404. doi:10.1016/S1474-4422(12)70057-1

124. Cerejo R, John S, Buletko AB, et al. A Mobile Stroke Treatment Unit for Field Triage of Patients for Intraarterial Revascularization Therapy. *Journal of Neuroimaging*. 2015;25(6):940-945. doi:10.1111/jon.12276
125. Lazarus G, Permana AP, Nugroho SW, Audrey J, Wijaya DN, Widyahening IS. Telestroke strategies to enhance acute stroke management in rural settings: A systematic review and meta-analysis. *Brain Behav*. 2020;10(10). doi:10.1002/brb3.1787
126. Berglund A, Svensson L, Sjöstrand C, et al. Higher Prehospital Priority Level of Stroke Improves Thrombolysis Frequency and Time to Stroke Unit. *Stroke*. 2012;43(10):2666-2670. doi:10.1161/STROKEAHA.112.652644
127. Yamal JM, Rajan SS, Parker SA, et al. Benefits of stroke treatment delivered using a mobile stroke unit trial. *International Journal of Stroke*. 2018;13(3):321-327. doi:10.1177/1747493017711950
128. Metelmann C, Renzing N, Gräsner JT, et al. Prähospitaler Telenotfallmedizin. *Notfallmedizin up2date*. 2020;15(04):381-395. doi:10.1055/a-1131-6472
129. Felzen M, Hirsch F, Brokmann JC, Rossaint R, Beckers SK. Requirements and qualifications of emergency physicians in the prehospital telemedicine setting: Development of a competency-based model for qualification. *Notfall und Rettungsmedizin*. 2018;21(7):590-597. doi:10.1007/s10049-018-0443-6
130. Schröder H, Felzen M, Fischer D, et al. Telenotarztqualifikation: Einheitliche Ausbildung sinnvoll. *Dtsch Arztebl*. 2022;6(119):A225.
131. Bundesärztekammer. BÄK-Curriculum Telenotarzt/Telenotärztin. 2023. Accessed November 30, 2024. https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/BAEK/Themen/Aus-Fort-Weiterbildung/Fortbildung/BAEK-Curricula/BAEK-Curriculum_Telenotarzt_Telenotaerztin_2023.pdf
132. Chakravarthy B, Ter Haar E, Bhat SS, McCoy CE, Kent Denmark T, Lotfipour S. Simulation in medical school education: Review for emergency medicine. *Western Journal of Emergency Medicine*. 2011;12(4):461-466. doi:10.5811/westjem.2010.10.1909

Versionsnummer: 2.0

Erstveröffentlichung: 11/2015

Überarbeitung von: 06/2025

Nächste Überprüfung geplant: 06/2030

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online