

## Telemedicine in the four pillars of anaesthesiology

### Position paper of The German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (DGAI) and German Society of Telemedicine (DG Telemed)

G. Marx · M. Dusch · M. Czaplik · F. Balzer · J.-C. Brokmann · R. Deisz · V. von Dossow · B. Ellger · J.-T. Gräsner · C. von der Groeben · D. Hadzidiakos · A. Heller · C. Nau · S. Weiß · C. Wunder · T. Wurmb · G. van Aalst · R. Beckers · R. Rossaint

► **Zitierweise:** Marx G, Dusch M, Czaplik M, Balzer F, Brokmann JC, Deisz R et al: Telemedizin für die vier Säulen der Anästhesiologie. Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) und der Deutschen Gesellschaft für Telemedizin (DG Telemed). *Anästh Intensivmed* 2019;60:191–207. DOI: 10.19224/ai2019.191

## Telemedizin für die vier Säulen der Anästhesiologie

### Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) und der Deutschen Gesellschaft für Telemedizin (DG Telemed)

#### Zusammenfassung

Das deutsche Gesundheitssystem steht vor der Herausforderung, eine hochqualitative und flächendeckende Gesundheitsversorgung bei zunehmendem Ärztemangel auch in Zukunft sicherzustellen. Telemedizinische Kooperationsstrukturen können dazu beitragen, Expertenwissen in unterversorgten Regionen rund-um-die-Uhr zur Verfügung zu stellen und die Behandlungsqualität kosteneffektiv und nachhaltig zu verbessern.

In den Bereichen Tele-Intensivmedizin und Tele-Notfallmedizin konnten positive Ergebnisse auf die Versorgung schwerkranker Patienten anhand zahlreicher internationaler Studien und auch deutschlandweiter Projekte demonstriert werden. In der Anästhesie bieten ergänzende Tele-Konsultationen die Möglichkeit, eine fachärztliche Supervision von der präoperativen Risikoevaluation bis zur postanästhesiologischen Betreuung bedarfsgerecht und unverzüglich zu ermöglichen. Auch in der Schmerztherapie kann Telemedizin dazu beitragen, eine zeitnahe und individualisierte Betreuung zu unterstützen.

Mit dem Ziel, die Überführung telemedizinischer Modelle in die Regelversorgung zu erleichtern, schlägt die Ständige Kommission Telemedizin der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin (DGAI) und die Deutsche Gesellschaft für Telemedizin (DG Telemed) methodische Mindestanforderungen für telemedizinische Anwendungen vor.

#### Summary

The German health care system currently faces the challenge of having to provide continued high-quality care nationwide despite a shrinking pool of qualified physicians. Cooperation structures based on telemedicine can deliver around-the-clock expert knowledge even to regions having a weak infrastructure, and thereby improve the quality of care in a cost-effective and sustainable manner.

In tele-intensive care medicine and tele-emergency medicine, a number of international studies and projects in Germany demonstrated that there had been positive results in the care of seriously ill patients. As far as anaesthesiology is concerned, tele-consultations offer the possibility of tailor-made and immediate specialist supervision, ranging from pre-surgical risk evaluation all the way to post-anaesthesiological support. In the area of pain management, telemedicine can equally help to provide timely and individualised care.

The Permanent Commission for Telemedicine of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (DGAI) and the German Society of Telemedicine (DG Telemed) suggests a catalogue of minimum requirements for telemedical applications with the goal of facilitating the inclusion of these applications in standard care.

#### Schlüsselwörter

Kompetenz – Telemedizin – Behandlungsqualität – Digitalisierung

#### Keywords

Competence – Telemedicine – Health Care Quality – Digitalisation

### Präambel

**Die ständige Kommission Telemedizin und eHealth der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) wurde 2015 im Rahmen des DAC 2015 gegründet. Nach Erstellung der beiden deutschlandweit ersten AWMF-Leitlinien im Bereich Telemedizin über die Bereiche Tele-Intensivmedizin und Tele-Notfallmedizin haben sich die Mitglieder der Kommission entschlossen, die Bedeutung der Telemedizin für die Anästhesiologie zu analysieren und fokussiert darzulegen. Dieses Positionspapier ist gemeinsam mit der Deutschen Gesellschaft für Telemedizin erarbeitet worden. Neben der Telemedizin gibt es im Bereich eHealth, mHealth und „Artificial Intelligence“ weitere sehr spannende Möglichkeiten für unser Fachgebiet, die in diesem ersten Positionspapier aus Kapazitätsgründen nicht mit einbezogen werden.**

Die Leistungsfähigkeit des deutschen Gesundheitssystems steht gegenwärtig durch den weit fortgeschrittenen demografischen Wandel vor umfangreichen Herausforderungen. Zum einen verfolgen wir den Anspruch, für die gesamte Bevölkerung einen breiten Zugang zu einer medizinischen Versorgung auf hohem Niveau sicherzustellen. Zum anderen sagen aktuelle Statistiken einen Mangel von über 100.000 Ärzten für das Jahr 2030 voraus [1]. Bereits jetzt wird Deutschland im europäischen Vergleich als das Land mit den ältesten Einwohnern angesehen und besitzt weltweit nach Japan die zweitälteste Bevölkerung – und dies bei steigender Lebenserwartung, wodurch sich die demografische Situation in Deutschland noch mehr verschärfen wird. Vor dem Hintergrund des stark wachsenden Anteils der älteren Bevölkerung und dem dadurch ansteigenden medizinischen und pflegerischen Versorgungsbedarf sowie des Fachkräftemangels bei einem insgesamt schrumpfenden Erwerbspersonenpotenzial, ist die Gestaltung einer modernen, zukunftssicheren Gesundheitsversorgung somit essentiell. Ein hierfür vielversprechender Lösungsansatz liegt darin,

die Versorgungsstruktur in Deutschland durch intensive Digitalisierung anpassungsfähiger und leistungsfähiger zu machen. Telemedizin und Digitalisierung werden in den kommenden Jahren nicht nur in Deutschland, sondern genauso in Europa zur Lösung der dringendsten Herausforderungen beitragen. Das Potenzial des anvisierten digitalen Wandels kann das deutsche Gesundheitswesen dahingehend reformieren, sodass unter Einsatz von Telemedizin und Künstlicher Intelligenz auch zukünftig eine hochqualitative und zugleich wirtschaftliche Versorgung unserer Patienten erreicht werden kann. Schon heute werden im klinischen Alltag durch den medizinisch-technischen Fortschritt zunehmend immer mehr Routinedaten automatisiert oder manuell digital erfasst – die Erfassung von medizinischen Werten und Parametern ist aber lediglich der Anfang im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung. Die weitere Nutzungsmöglichkeit dieser Patientendaten ist für die medizinische Forschung im Hinblick auf Früherkennung, Behandlung und Vorbeugung von Krankheiten von erheblichem Wert. Die aus den Daten gewonnenen Erkenntnisse können zukünftig die Behandlungsqualität im Sinne einer patientenorientierten Gesundheitsversorgung verbessern und nutzen allen Patienten. Bevor diese Daten für die Patientenversorgung und medizinische Forschung genutzt werden können, müssen diese jedoch erst systematisch erfasst, aufbereitet und schließlich analysiert und die daraus resultierenden Ergebnisse klar dargestellt werden. Zusätzlich müssen diese medizinisch-wissenschaftlichen Informationen für behandelnde Ärzte zeit- und ortsunabhängig zur Verfügung stehen. Auch hierfür müssen entsprechende Voraussetzungen geschaffen werden, denn nur so kann das Behandlungsergebnis verbessert und letztlich ein echter Nutzen für die Patienten generiert werden. Ein Ansatz für die Bewältigung der demografischen Entwicklung und des sich zunehmend verschärfenden Mangels an dringend notwendigen medizinischen Experten liegt in innovativen telemedizinischen Kooperationsstrukturen. Durch derartige

Versorgungsstrukturen wird Expertenwissen aus allen Medizinbereichen jederzeit und allorts verfügbar gemacht und überwindet insbesondere Versorgungsengpässe in ländlichen Regionen. Eine ortsunabhängige, wohnortnahe und stets verfügbare medizinische Expertise ist somit gesichert und garantiert einen deutschlandweit flächendeckenden Zugang zu einer qualitativ hochwertigen Gesundheitsversorgung.

Die Anästhesiologie mit ihren vier Säulen – Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie – bietet exzellente Ansatzpunkte für die aktuellen Entwicklungen telemedizinischer Versorgungsmöglichkeiten. Der positive Effekt auf das Behandlungsergebnis konnte bisher in zahlreichen Studien gezeigt werden.

### Begriffsdefinition

Das Ziel von Telemedizin besteht darin, mittels digitaler Informationstechnik eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Behandler, Experte und Patient zu gewährleisten und dadurch den Gesundheitszustand von Patienten und ihre individuelle Lebensqualität unabhängig von räumlichen und zeitlichen Distanzen zu optimieren. Die Nutzung digitaler, telemedizinischer Technik kann dabei zu keiner Zeit Ärzte ersetzen. Stattdessen liegt der Fokus von Telemedizin darin, diverse Gesundheitsberufe und medizinische Disziplinen aus dem stationären und ambulanten niedergelassenen Bereich stärker miteinander zu vernetzen. Als additive Methode durch ärztliche Kooperation macht Telemedizin spezialisierte Expertise flächendeckend in allen Regionen Deutschlands verfügbar und steigert somit die Qualität der Patientenversorgung [2].

Telemedizin ist bisher nicht eindeutig definiert. Die Bundesärztekammer versteht Telemedizin bspw. als „Sammelbegriff für verschiedenartige ärztliche Versorgungskonzepte, die als Gemeinsamkeit den prinzipiellen Ansatz aufweisen, dass medizinische Leistungen der Gesundheitsversorgung der Bevölkerung in den Bereich Diagnostik, Therapie und

Rehabilitation sowie bei der ärztlichen Entscheidungsberatung über räumliche Entfernungen (oder zeitlichen Versatz) hinweg erbracht werden. Hierbei werden Informations- und Kommunikationstechnologien genutzt.“

Die Deutsche Gesellschaft für Telemedizin ([www.dgtelemed.de](http://www.dgtelemed.de)) definiert Telemedizin als „die Erbringung konkreter medizinischer Dienstleistungen in Überwindung räumlicher Entfernungen durch Zuhilfenahme moderner Informations- und Kommunikationstechnologien. Telemedizin ist ein Teilgebiet der Telematik (...) und fällt unter den weiten Oberbegriff E-Health.“

Das Bundesministerium für Gesundheit ergänzt seine Begriffsdefinition um einen Ausblick in die Zukunft der Patientenversorgung: „Telemedizin ermöglicht es, unter Einsatz audiovisueller Kommunikationstechnologien trotz räumlicher Trennung z.B. Diagnostik, Konsultation und medizinische Notfalldienste anzubieten. In Zukunft kann Telemedizin vor allem für den ländlichen Raum ein Bestandteil der medizinischen Versorgung werden.“ Im Rahmen des Gesetzes für sichere digitale Kommunikation und Anwendungen im Gesundheitswesen (E-Health-Gesetz) möchte das Bundesministerium für Gesundheit telemedizinische Leistungen weiter stärken und eine zeitnahe Anwendung für Patienten umsetzen (<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/e/e-health-gesetz.html>).

Die folgende Definition der Autoren Marx und Beckers aus dem Jahr 2015 unterscheidet sich im Wesentlichen kaum, differenziert Telemedizin des Weiteren aber in verschiedene Anwendungsformen und dient in diesem Manuskript als Grundlage [2].

„Telemedizin, verstanden als die Therapie, Beratung und Diagnostik via Nutzung moderner Telekommunikations- und Informationstechnik über Ortsgrenzen hinweg. Telemedizin bietet ein vielseitiges Anwendungsspektrum, Telemedizin kann entweder zwischen Ärzten und Patienten („doc2patient“) oder zwischen zwei Ärzten, bspw. zwischen Haus- und Facharzt („doc2doc“) eingesetzt werden. Telemedizin kann hierbei

in drei unterschiedlichen Formen zur Anwendungen kommen. Dazu gehören:

- Telekonsile zum interdisziplinären Austausch zwischen Ärzten, z.B. bei Tele-Tumorkonferenzen
- Telemonitoring zum kontinuierlichen Monitoring von Vitalparametern durch medizinische Experten, z.B. das Blutdruckmonitoring
- Teletherapie, wie z.B. die internetgestützte Psychotherapie [2].“

### Telemedizin in der Anästhesie

#### Defizite und Potential telemedizinischer Unterstützungssysteme in der Anästhesie

Mit der zunehmenden Lebenserwartung und im Zuge des demographischen Wandels steigt die Prävalenz chronischer Erkrankungen in der Bevölkerung. Diverse Grunderkrankungen und Komorbiditäten beeinflussen das perioperative Management des Patienten erheblich und betreffen das präoperative Risiko-Assessment, die postanästhesiologische Nachbetreuung, nicht zuletzt aber die intraoperative Beaufsichtigung und Behandlung. Letztlich besteht das Ziel des Anästhesisten darin, dieses – durch das Vorliegen verschiedener Erkrankungen per se erhöhte Narkoserisiko – auf ein Minimum zu reduzieren. Der erhöhte Aufwand ist naturgemäß mit einem gesteigerten Ressourcenbedarf, allem voran einem Personalbedarf, verbunden. Dem gegenüber steht allerdings der zunehmende Fachkräftemangel, der ärztliches und pflegerisches Personal gleichermaßen betrifft.

Um diese große Herausforderung zu lösen, bedarf es eines multimodalen Lösungsansatzes. Vor dem Hintergrund der sehr guten Erfahrung in anderen medizinischen Bereichen, z.B. Notfallmedizin und Intensivmedizin, national wie international, sollte Telemedizin als eine Lösungskomponente gesehen werden. In Abhängigkeit von den individuellen Erfordernissen und Anforderungen können so Videokonsile durchgeführt, Daten übertragen und mit Hilfe von „intelligenten Algorithmen“ vorab bewertet und beispielsweise priorisiert werden.

Telemedizinische Systeme können also dafür eingesetzt werden, bei Bedarf eine unverzügliche, zielgerichtete Telekonsultation mit einem Experten zu initiieren. Auf diese Weise werden Wartezeiten bzw. Wegezeiten minimiert, insbesondere dann, wenn sich der zuständige Fach- oder Oberarzt in Rufbereitschaft befindet und zunächst anreisen müsste. Beratungen und Nachfragen des Weiterbildungsassistenten können niederschwelliger initiiert werden, die Qualität der Patientenversorgung wird verbessert und eine fachärztliche Supervision ermöglicht.

Die virtuelle Präsenz oder „Tele-Präsenz“ des Oberarztes wird dabei umso wichtiger, je detaillierter und umfassender der Eindruck wird, den er vom Patienten bzw. der klinischen Situation vor Ort erhält. Hierfür ist es gegebenenfalls erforderlich, nicht nur Video-, Audio-, und Bilddaten auszutauschen, sondern auch einen Fernzugriff auf Geräte und (Informations-)Systeme zu ermöglichen – unter Berücksichtigung des Datenschutzes und sonstiger normativer Vorgaben.

#### Präoperative Evaluation: Anamnese, körperliche Untersuchung und Risikoeinschätzung

Die präoperative Evaluation zielt darauf ab, das perioperative anästhesiologische Risiko – vor allem bei Patienten mit erhöhtem Risiko – auf ein vertretbares Minimum zu reduzieren. Hierfür müssen bisher nicht bekannte oder behandelte – für die Anästhesie relevante – Erkrankungen erkannt beziehungsweise ihre Therapie optimiert werden. Dadurch werden die Dauer des stationären Aufenthaltes, die Anzahl abgesetzter Operationen und schlussendlich die Kosten vermindert [3].

Grundlage jeder präoperativen Risikoeinschätzung ist die strukturierte Durchführung einer Anamnese inkl. Blutungsanamnese, eine orientierende körperliche Untersuchung sowie die Ermittlung der körperlichen Belastung des Patienten. Sollte der nach einem standardisierten Schema durchgeführte Prozess keine Anhaltspunkte für eine relevante Vorer-

krankung ergeben, so sind keine weiterführenden Untersuchungen erforderlich [4].

Im Sinne der Ressourcen- und innerklinischen Prozessoptimierung müssen diejenigen Patienten identifiziert werden, die einer intensiveren Aufmerksamkeit bedürfen. Bei diesen Patienten sind häufig zusätzliche Untersuchungen zur Einschätzung der kardiovaskulären, pulmonalen oder sonstigen Risiken erforderlich. Liegen entsprechende, ausreichend aktuelle Befunde nicht vor, so kann das eine anästhesiologische „Wiedervorstellung“ des Patienten erforderlich machen.

Neben der Risikoevaluierung muss der Patient präoperativ auch über die geplanten anästhesiologischen Maßnahmen und die damit verbundenen Risiken informiert werden. Der Zeitbedarf hierfür schwankt ebenfalls individuell – je nach Patient – erheblich. Während einige Patienten bereits sehr informiert sind und – wenn überhaupt – lediglich gezielte, konkrete Nachfragen haben, müssen bei anderen zunächst eine Vertrauensbasis geschaffen und einfühlsam und individuell angepasste Prozeduren und Risiken erläutert werden.

Einige mittlerweile auf dem Markt verfügbare Softwareprodukte unterstützen bei der Patientenaufklärung mit Hilfe moderner Visualisierungen, Animationen und kurzer Videosequenzen. Potenzielle Vorteile ergeben sich nicht nur aus der Nutzung moderner Medien, sondern auch aus einem individualisierbaren Prozess (für den entsprechenden Eingriff, die geplanten Maßnahmen und den individuellen Patienten) bzw. frei definierbaren Inhalten. Vor dem Hintergrund der technischen Möglichkeiten erscheint es gerade bei ambulanten, medienaffinen Patienten sinnvoll, ihnen den Zugriff auf entsprechende Informationen und Fragebögen bereits vorab zu Hause zu ermöglichen. Ein solches System könnte nicht nur zur Information und Anamneseerhebung mittels elektronischer Fragebögen eingesetzt werden, sondern auch zur Durchführung einer Online-Telekonsultation mit einem Anästhesis-

ten zur Klärung dezidierter Fragen oder zur Erhebung eines visuellen Eindrucks des Patienten.

Auf diese Weise sind verschiedene Vorteile für den innerklinischen Prozess, aber auch für den Patienten zu erwarten: Verkürzung von Warte- und Wegezeiten in die Anästhesieambulanz für den Patienten, Steigerung der Patientenzufriedenheit, Vermeidung von Wiedervorstellungen, bessere Einbindung niedergelassener Ärzte bei notwendigen präoperativen Untersuchungen, Ressourcenschonung.

Tatsächlich sind derartige Überlegungen nicht neu. In einer 2004 veröffentlichten Pilotstudie begaben sich Patienten zur anästhesiologischen Voruntersuchung in eine Klinik. Dort half eine anwesende Krankenschwester bei der Durchführung von Maßnahmen, die ein räumlich entfernter, „tele-präsenter“ Anästhesist anordnete. Neben der Anamneseerhebung wurden verschiedene klinische Untersuchungsmethoden durchgeführt, wie die Inspektion der oberen Luftwege mittels elektronischen Stethoskops. Fast alle Teilnehmer aus den beteiligten Gruppen (Ärzte, Pflegekräfte, Patienten) waren mit der Qualität der präoperativen Untersuchung hochzufrieden [5]. In einer weiteren 2016 publizierten US-amerikanischen Studie wurden 335 Patienten per Telekonsultation aufgeklärt. Bei 98% der Patienten waren vor Durchführung der Operation keine weiteren Untersuchungen mehr erforderlich. Die Autoren errechneten eine Kostenersparnis in Höhe von 134.640,00 US-Dollar, also rund 400 US-Dollar pro beteiligtem Patienten [6].

Die Durchführung von Telekonsultationen sowie die Nutzung elektronischer Fragebögen und Aufklärungsmedien erscheint vor dem Hintergrund der steigenden Technikakzeptanz, der zunehmenden Verfügbarkeit ausreichender Internetbandbreiten im häuslichen Umfeld sowie der Verknappung fachärztlicher Ressourcen und steigender Kosten auf der anderen Seite als sehr zukunftsweisend und sinnvoll. In einigen Fällen kann eine alleinige Videotelefonie hinreichend sein, um eine „vorläufige Frei-

gabe“ zur Operation auszusprechen (vorbehaltlich einer kurzen orientierenden Untersuchung unmittelbar vor dem Eingriff). Technisch prinzipiell möglich und klinisch sinnvoll wäre auch die Nutzung eines elektronischen Stethoskops, eines elektronischen Blutdruckmessgerätes sowie die Durchführung einer Pulsoxymetrie.

### Telekonsultation im Operationsaal

Ein telemedizinisches Unterstützungssystem im OP kann eine bidirektionale Videotelefonie zwischen Assistenz- und Oberarzt, einen (lesenden) Zugriff auf alle Gerätedaten aus der Ferne (Patientenmonitor, Anästhesiegerät, Spritzenpumpen etc.) und einen Zugriff auf das Patientendatenmanagementsystem und das Krankenhausinformationssystem ermöglichen.

Während im Notarztwesen beziehungsweise im Rettungsdienst Systeme mit ähnlichem Funktionsumfang verfügbar sind, ist die Vernetzung beziehungsweise Digitalisierung im Krankenhaus – eine Voraussetzung für eine adäquate Umsetzung der oben genannten telemedizinischen Funktionalitäten – noch nicht sehr weit fortgeschritten. Im Prinzip sind die im Rettungsdienst erlangten Erkenntnisse und Architekturen jedoch relativ einfach zu übertragen. Den visuellen Eindruck der Lage vor Ort könnte eine im OP-Saal befindliche Kamera (fest installierte Raumkamera, an der Kleidung des Anästhesisten fixierte Bodycam o.ä.) übermitteln. Daten aus den oben genannten anästhesiologisch relevanten Geräten lassen sich in der Regel über Schnittstellen auslesen und ebenfalls übertragen. Um dem relativ aufwendigen und kostspieligen Auslesen der proprietären, hersteller- und teilweise gerätespezifischen Protokolle und Schnittstellen entgegenzuwirken, beschäftigen sich einige Arbeitsgruppen und Industrieunternehmen in gemeinsamen interdisziplinären Projekten mit dem Thema der „herstellerübergreifenden Vernetzung in OP-Saal und Klinik“ [7]. In diesem Zusammenhang wurden neue IEEE-Standards erarbeitet und

der OR.NET e.V. als gemeinnütziger Verein gegründet (www.or.net.org). Die technische Umsetzung eines „Tele-Supervision“-Demonstrators für die Anästhesie war eines der Ergebnisse eines BMBF-geförderten „Leuchtturmprojektes“ [8]. Wesentliches Ziel eines Tele-Supervision-Systems ist die Qualitätsverbesserung. Erfahrene Kollegen oder der betreuende Oberarzt sollen bereits „niederschwelliger“ bei akuten Fragen oder schwierigen Entscheidungsprozessen involviert werden, (sich anbahnende) Probleme können so gegebenenfalls frühzeitig erkannt werden.

Der wesentliche Vorteil telemedizinischer Systeme besteht darin, dass der Experte sich im Prinzip in beliebiger Entfernung vom Patienten befinden kann. Vor diesem Hintergrund eignen sich solche Systeme auch für Konsile zwischen weit entfernten Anästhesisten. Manche operativen Eingriffe erfordern sehr spezielles anästhesiologisches Knowhow oder Erfahrung. In strukturschwachen Regionen kann manchmal beides fehlen. In einer 2009 veröffentlichten Fallserie wird beschrieben, wie erfahrene Kinderanästhesisten aus Philadelphia beim anästhesiologischen Management zur Durchführung von Lebertransplantationen bei Kindern in Indien unterstützen konnten [9]. In einer weiteren Publikation werden 25 Eingriffe beschrieben, die auf der japanischen Insel Sado stattgefunden haben und von der Uniklinik von Yokohama beratend betreut wurden [10].

### Postanästhesiologische Visite

Die postanästhesiologische Visite sollte am Ende jeder anästhesiologischen Betreuung stehen. Sie dient der Qualitätssicherung, der Dokumentation und gegebenenfalls der Therapie etwaiger gesundheitlicher Probleme, die sich im Anschluss an die Narkose ergeben haben und der Erfassung des Patientenfeedbacks. Während die Visite bei stationären Patienten in der Regel relativ einfach durchführbar ist, stellen ambulante Eingriffe besondere logistische Herausforderungen dar. Videotelefonate scheinen zumindest bei dieser Patientengruppe ein sehr probates Mittel zu sein,

das gewöhnlichen Telefonaten deutlich überlegen ist. Bislang fehlen zu diesem Anwendungsbereich allerdings Studien, die einen etwaigen Nutzen untersuchen.

### Telemedizin in der Intensivmedizin

Die steigende Lebenserwartung sowie die Anzahl schwerkranker und pflegebedürftiger Patienten steigt stetig an und stellt unser Gesundheitssystem im Rahmen dieser demografischen Entwicklung vor enorme Herausforderungen. Diese Situation resultiert in einem erhöhten intensivmedizinischen Bedarf und steht damit im direkten Konflikt zu einer knapper werdenden, qualitativ hochwertigen Patientenversorgung infolge des gleichzeitigen Personalmangels im ärztlichen und pflegerischen Bereich [11–54]. Der Inhalt dieses Unterkapitels Intensivmedizin wurde auch im Handbuch Anästhesie 2018 auf der gleichen Basis behandelt [55].

### Überblick

Insbesondere profitiert die Intensivmedizin von dem digitalen Wandel im deutschen Gesundheitswesen. Die Intensivstationen in Deutschland versorgen mehr als 2 Millionen Patienten jährlich, alleine ein Drittel der Patienten werden in Universitätskliniken oder Häusern der maximalen Versorgungsstufe behandelt.

Von den behandelten Patienten erkranken ca. 11% an einer Blutvergiftung (Sepsis), die Sterberate bei einer solchen Erkrankung liegt im Krankenhaus bei über 50% und gehört somit zu der dritthäufigsten Todesursache in Deutschland mit 75.000 Todesfällen pro Jahr. Darüber hinaus entstehen bei der Behandlung einer Sepsis immense Behandlungskosten von bis zu 4,5 Milliarden Euro.

Es besteht ein Defizit an Experten, um eine bedarfsgerechte und flächendeckende Patientenversorgung zu ermöglichen. Um die Mortalität und Morbidität zu senken, ist eine 24/7-Besetzung der Intensivstationen durch Fachärzte mit Zusatzqualifikation Intensivmedizin vorteilhaft [11], durch den Mangel an Ärzten allerdings nicht umsetzbar.

Zudem ist die wohnortnahe Patientenversorgung in Spezialzentren eine große Herausforderung. Telemedizin ist ein Lösungsansatz, um eine flächendeckende und qualitativ hochwertige Patientenversorgung zu etablieren und zu garantieren. In den letzten 20 Jahren hat die telemedizinische Versorgung immer mehr an Bedeutung gewonnen; insbesondere bei der Betrachtung der Vereinigten Staaten, wo nur 15% der Intensivstationen durch Intensivmediziner besetzt werden [12], wird die Wichtigkeit eines telemedizinischen Netzwerkes deutlich. Eine Vielzahl von mono- und multizentrischen Studien hat gezeigt, dass eine telemedizinische Vernetzung das Behandlungsergebnis verbessert und somit die flächendeckende, medizinische Patientenversorgung sicherstellt [13] (Abb. 1, 2 und 3).

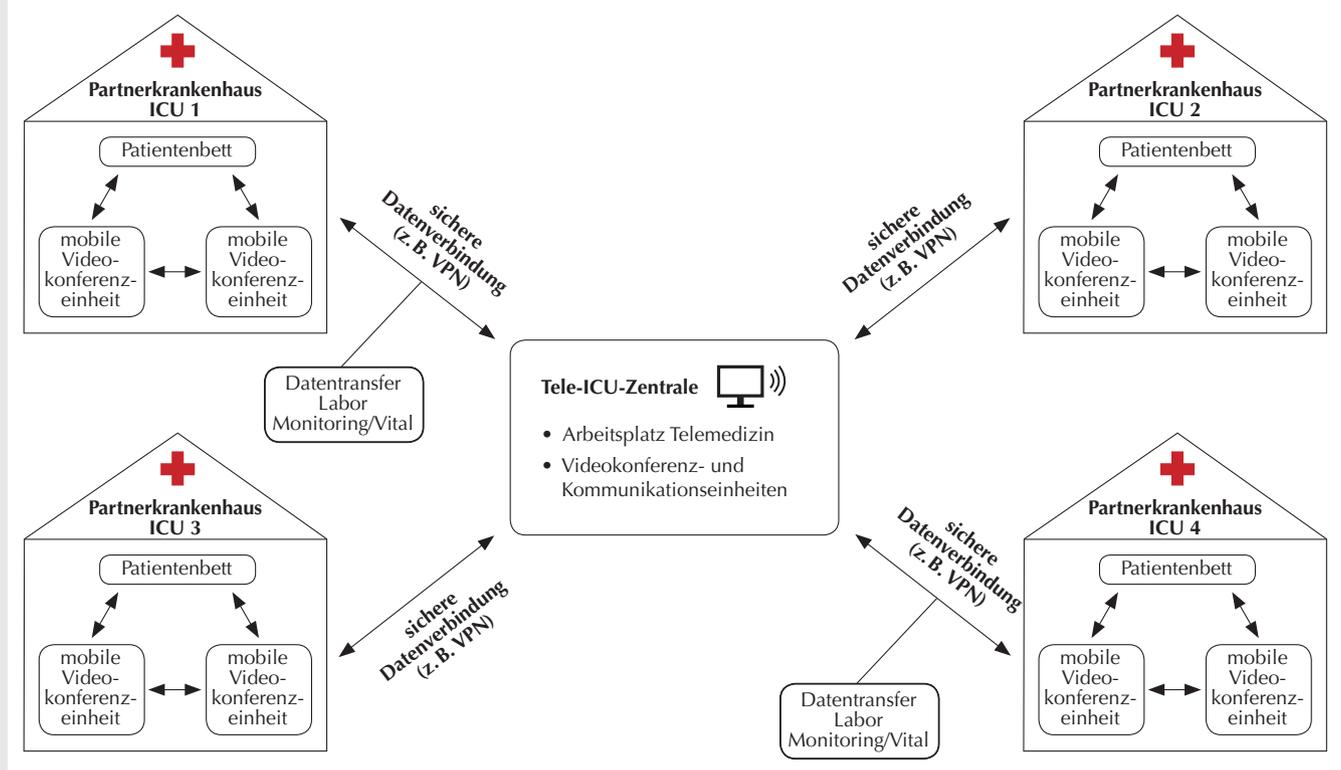
Aufgrund der heterogenen Infrastruktur der Gesundheitssysteme existieren verschiedene Ansätze bei der technischen und organisatorischen Umsetzung von telemedizinischen Maßnahmen, woraus sich große inhaltliche Unterschiede ergeben [14].

### Einfluss von Tele-Intensivmedizin auf Mortalität und Verweildauer

In zahlreichen prospektiven Längsschnittstudien werden im Prä-Post-Design die Mortalität und Verweildauer im Krankenhaus und auf der Intensivstation beobachtet und miteinander verglichen. Es sei an dieser Stelle auf die immanente methodische Schwäche eines reinen Prä-Post-Vergleichs und die damit verbundene reduzierte Vergleichbarkeit vieler Untersuchungen hingewiesen [15], da randomisiert-kontrollierte Studien aus methodischer Sicht auf Patientenebene häufig inadäquat sind. Eine individuelle Randomisierung erhöht das Risiko für Kontaminationseffekte und sollte vorzugsweise über eine Cluster-Randomisierung auf Praxisebene bspw. innerhalb eines Stepped-wedge-Designs stattfinden, da sich andernfalls die empirische Varianz der Studie reduziert.

In der wissenschaftlichen Literatur wird in über 15 Beobachtungsstudien ein positiv erzielter Effekt auf die Mortalität und Verweildauer festgestellt [11,12,16–

Abbildung 1



Grundlegende tele-intensivmedizinische Organisationsstruktur und technisches Setup.

22]. Lilly et al. (2010) berichten in ihrer Studie an 28.429 Patienten auf 26 Intensivstationen von einer Reduktion der Mortalität und Verweildauer durch den Einsatz telemedizinischer Interventionen [23]. Die Autoren konstatieren auch drei Jahre später in der bislang größten multizentrisch angelegten Studie mit 118.990 Patienten auf 56 Intensivstationen in 32 Krankenhäusern eine reduzierte Mortalität und Verweildauer im Krankenhaus sowie auf der Intensivstation.

In dieser Studie konnten wichtige Einflussfaktoren erkannt werden, die mit einem positiven Behandlungsergebnis verbunden waren [24]:

- interdisziplinäre Visiten mit einem Tele-Intensivmediziner innerhalb der ersten Stunde nach Aufnahme auf die Intensivstation
- höhere Leitlinienadhärenz
- zeitnahe Alarmreaktion.

Auch McCambridge et al. konnten in ihrer Studie eine von 21,4% auf 14,7% gesunkene Krankenhausmortalität ver-

zeichnen [25]. In einer retrospektiven, multizentrischen Fall-Kontroll-Studie von Kahn et al. konnte ebenfalls eine verminderte Krankenhausmortalität durch telemedizinische Interventionen gezeigt werden [22].

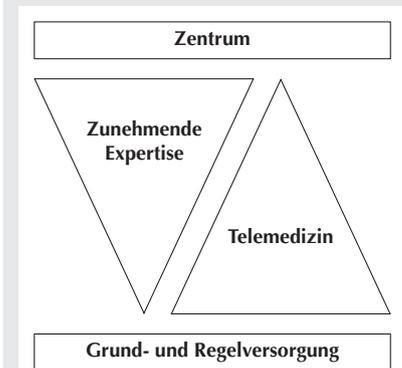
Als Gründe für die niedrigere Mortalität und verkürzte Verweildauer der inkludierten Patienten wurde in mehreren Studien die Reduktion von Komplikationen und eine geringere Anzahl an Behandlungsfehlern genannt [12,17,21].

Die positiven Effekte von Tele-Intensivmedizin auf die genannten Studienendpunkte konnten sowohl in der Fläche als auch an Zentren der Maximalversorgung festgestellt werden. Der größte Effekt zeigte sich hierbei auf Intensivstationen mit einem Mangel an Intensivmedizinern, hohen Mortalitätsraten und langer Verweildauer der Patienten [26].

Die systematische Überprüfung dieser Ergebnisse wird im Wesentlichen auch durch die Metaanalysen von Wilcox

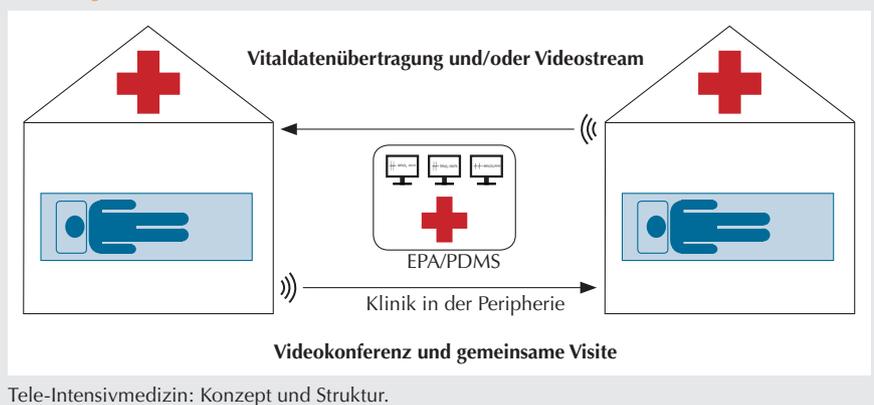
et al. und Young et al. bestätigt. Wilcox et al. untersuchten bis zum Jahr 2012 insgesamt elf Beobachtungsstudien, in denen unter Einfluss von Teleintensivmedizin die Sterblichkeit in der Intensivmedizin (Risk Ratio (RR) 0,79; 95% Konfidenzintervall (KI), 0,65–0,96;

Abbildung 2



Modell der innovativen zukünftigen Regionalstruktur der Gesundheitsversorgung.

Abbildung 3



Tele-Intensivmedizin: Konzept und Struktur.

9 Studien, n=23.526) als auch die Krankenhausmortalität (RR 0,83; 95% KI 0,73–0,94; 9 Studien, n=47.943) gesenkt werden konnte. Darüber hinaus führte der Einsatz tele-intensivmedizinischer Anwendungen zu einer signifikant kürzeren Verweildauer der Patienten auf der Intensivstation und im Krankenhaus [27].

In einer weiteren systematischen Übersichtsarbeit mit Metaanalyse von Young et al. wurden 13 Studien im Prä-Post-Design mit insgesamt 41.374 Patienten auf 35 Intensivstationen ausgewertet. Hier ergaben sich für die Studienendpunkte in Abhängigkeit zur Station unterschiedliche Ergebnisse: Während Tele-Intensivmedizin mit einer reduzierten Mortalität (gepoolte Odds Ratio 0,80; 95% KI 0,66–0,97; P=0,02) und einer verkürzten Verweildauer (Mittelwertdifferenz -1,26 Tage; 95% KI -2,21–-0,30; P=0,01) auf der Intensivstation assoziiert war, waren im Gegensatz dazu keine Effekte bei der Krankenhausmortalität und der Krankenhausverweildauer erkennbar [28].

Daneben zeigen auch vier weitere Studien keinen positiven Einfluss von Telemedizin auf die Mortalität oder Verweildauer – weder auf der Intensivstation noch im Krankenhaus [29–32]. Dieses Ergebnis lässt sich kritisch betrachtet jedoch dadurch erklären, dass nur ein kleiner Anteil an Patienten telemedizinisch betreut worden ist [11]. In der Untersuchung von Thomas et al. wurden beispielsweise nur knapp ein

Drittel der Intensivpatienten zusätzlich telemedizinisch behandelt, weil sie sich in einer akuten Notfallsituation befanden. Hierüber ließ sich wiederum feststellen, dass der Erkrankungsgrad ein bedeutender Einflussfaktor für die Effektivität von Telemedizin ist, denn der Anteil der Patienten mit höherer Erkrankungsschwere profitierte von einer stärkeren Reduktion der risikoadjustierten Mortalität [30]. Darüber hinaus lässt sich anhand der Arbeit von Nassar und seinen Kollegen feststellen, dass die Mortalität der Intensivpatienten in der Präinterventionsphase mit 3% vergleichsweise niedrig war [31].

### Qualitätssicherung

Durch Tele-Intensivmedizin können positive Ergebnisse bei der Behandlung von kritisch kranken Patienten generiert werden, die unter anderem aus einer verbesserten Behandlungsqualität auf der Intensivstation resultiert.

Gemessen an den meisten Indikatoren für Qualität in der Intensivmedizin ermöglichen telemedizinische Interventionen eine Verbesserung der Leitlinienadhärenz [33]. Lilly et al. haben eine verbesserte Leitlinienadhärenz bei der Prophylaxe gegen tiefe Venenthrombosen, zur Herz-Kreislauf-Protektion, zur Prävention von Stressulzera und bei der Prävention Katheter-assoziiertes Blutstrominfektionen und Ventilator-assoziiertes Pneumonien erkennen können [34]. Durch telemedizinische Visiten konnten Sedierungsprotokolle einge-

halten und Sedativa optimiert sowie die Koordination mit SBTs (spontaneous breathing trials) erleichtert werden [35].

Einen positiven Effekt auf die invasive Beatmung mit verbesserter Adhärenz zu lungenprotektiver Beatmung mit niedrigem Tidalvolumen konnte klinisch beobachtet werden [36]. Die Rate invasiver Beatmungen konnte reduziert und die Beatmungszeit gesenkt werden [25]. Eine verminderte Mortalität konnte durch die Reduktion von Ventilator-assoziierten Pneumonien [19] generiert werden [36]. Die Anzahl an Stürzen aus dem Bett und die Rate akzidenteller Extubation durch den Patienten konnten durch telemedizinisches Monitoring von Patienten gesenkt werden [37].

Deisz et al. konnten kürzlich bei Sepsispatienten zeigen, dass durch telemedizinische Unterstützung die Behandlungsqualität der Sepsis durch höhere Leitlinienadhärenz verbessert und zusätzlich die Krankenhausmortalität reduziert werden konnten [38].

Des Weiteren konnte durch die Teilnahme eines Pharmakologen an den telemedizinischen Visiten Fehlmedikationen reduziert und Wechselwirkungen von Arzneimitteln besser berücksichtigt werden [12]. Eine Optimierung der intensivmedizinischen Behandlung konnte durch Telepharmazie und Tele-Intensivmedizin ermöglicht werden [13]. Zusammenfassend gibt es zahlreiche Anhaltspunkte, dass es gelingt, durch Tele-Intensivmedizin die Standardisierung verschiedener Prozesse und dadurch konsekutiv die Compliance zu evidenzbasierter Medizin zu erhöhen. In Summe ergibt sich ein positiver Effekt auf die Patientensicherheit [39].

### Einfluss auf Transporte und Wiedereinweisungen

Im Bereich der Interhospitaltransporte zeigt Telemedizin unterschiedliche Ergebnisse. In einer Untersuchung von Palanqui et al. wurden täglich Televisiten zwischen 525 Patienten eines entlegenen australischen Krankenhauses und Intensivmedizinern einer regionalen Klinik durchgeführt. Durch die direkte Patientenbeurteilung und Therapiepla-

nung mit Hilfe von telemedizinischen Anwendungen konnte eine signifikante Verringerung von Patiententransporten aufgezeigt werden [32].

Im Vergleich hierzu weist eine aktuelle Studie von Pannu et al. sogar eine erhöhte Häufigkeit an Interhospitaltransporten von wenig spezialisierten zu ressourcenintensiven Intensivstationen auf. Die Resultate ließen sich nicht durch einen Anstieg der Erkrankungsschwere begründen [40].

Aus diesem Grund ist im Einzelfall zu entscheiden, welche Patientengruppe von einer Verlegung in eine spezialisierte Klinik einen Nutzen haben und welche Patienten mit telemedizinischem Fachwissen in der Fläche betreut werden können. Bei Patienten mit schwerer Sepsis und septischem Schock wurde gezeigt, dass durch Intensivtransporte Antibiotika- und Volumengaben zeitlich hinauszögert wurden und dadurch die Leitlinienadhärenz reduziert wurde [41].

### Gesundheitsökonomische Aspekte

Angesichts des steigenden Kostendrucks im Gesundheitssystem rückt die Frage der Kosteneffizienz mehr in den Fokus. Grundsätzlich ist hervorzuheben, dass hierfür kein allgemeingültiges Verfahren existiert und genaue Kosten-Nutzen-Analysen im Einzelfall getätigt werden müssen. Ferner stellt sich die Frage, in welchem Ausmaß die Ergebnisse amerikanischer Studien auf das deutsche Gesundheitssystem angewendet werden können. Bis zum heutigen Zeitpunkt existieren hierzu keine Analysen aus der Bundesrepublik Deutschland.

In einem Literaturreview, der 76 Studien ab dem Jahr 2001 analysiert, wurden heterogene Resultate im Hinblick auf die Kostenersparnis nachgewiesen. Die Schätzung für die anfängliche Einführung und die Betriebskosten des ersten Jahres betrug 50.000 bis 100.000 US-Dollar pro tele-intensivmedizinischem Bett. Es wurde die Annahme getroffen, dass für 100 Intensivbetten Installationskosten in Höhe von drei bis fünf Millionen US-Dollar anfallen werden. Insgesamt 300.000 US-Dollar für 100 Bettplätze wurden für die jährlichen Betriebskosten

(Mehraufwand, Personal, Instandhaltung) kalkuliert. Die Personalkosten pro Jahr wurden auf 1–2 Millionen US-Dollar pro 100 Bettplätzen geschätzt. Die Einführung eines Teleintensiv-Supports führte trotz der anfänglich hohen Investitionskosten in den meisten Fällen zu einer langfristigen Kostenersparnis, die einen positiven Einfluss auf die folgenden Aspekte hatten: höhere Leitlinienadhärenz mit einer Verringerung von Mortalität und Komplikationen, effizientere Arbeit des Personals auf der Intensivstation, kürzere Verweildauer der Patienten, verbesserte Ertragslage der Krankenhäuser sowie verbesserte Nutzung der Intensivbetten [42–43]. In diesem Zusammenhang muss erwähnt werden, dass ein Rückgang der Implementierungskosten in den nächsten Jahren aufgrund des Preisverfalls im Hardwarebereich erwartet werden kann.

In einer weiteren durchgeführten Kosten-Wirksamkeits-Analyse wurde bei der Mehrzahl der Fälle eine Kosteneffizienz durch den Einsatz telemedizinischer Interventionen demonstriert [44].

Letztendlich muss eine Abwägung der Investition durch Implementierung und Aufrechterhaltung eines Tele-Supports gegen die reale Kostenersparnis durch positive Effekte vorgenommen werden [45], wobei mehrheitlich die Kostenersparnis durch positive Effekte die Implementierungskosten übersteigt [46]. Im Fokus der täglichen Arbeit sollte trotz gesundheitsökonomischer Betrachtungen weiterhin die optimierte Behandlungsqualität mit verbessertem Outcome für die Patienten stehen.

### Akzeptanz

Um Telemedizin erfolgreich und nachhaltig im Gesundheitssystem implementieren zu können ist es wichtig, die Akzeptanz bei Patienten, Angehörigen, Pflegekräften und Ärzten zu fördern und zu sichern. Patienten wie auch ihre Angehörigen waren einer ergänzenden tele-intensivmedizinischen Versorgung positiv gegenüber eingestellt und mit der Art der Behandlung zufrieden [47, 48]. Wie Young et al. in einer Metaanalyse zeigen, war die Akzeptanz der behandelnden Pflegekräfte und Ärzte

gegenüber Telemedizin in der Versorgung nach anfänglicher Unschlüssigkeit hoch. Demnach wurde von mehr als 82% aller Befragten der positive Einfluss auf die Patientenversorgung wahrgenommen [49]. Darüber hinaus wurde in weiteren Studien neben einer verbesserten Zusammenarbeit im Team [50] auch eine deutlich zielgerichtete Kommunikation und eine erhöhte Zufriedenheit der Mitarbeiter [51] festgestellt. In der Übersichtsarbeit von Young et al. wurden in den inkludierten Studien Fehlfunktionen des Systems und die Erteilung ambivalenter Therapieempfehlungen als potenzielle Barrieren bei der erfolgreichen Umsetzung von Telemedizin beschrieben [49]. Coletti et al. fanden bei der Befragung von Assistenzärzten heraus, dass diese durch Telemedizin bei ihrer täglichen Arbeit entlastet werden: sie fühlten sich weniger überfordert und konnten sich besser auf dringende Aufgaben konzentrieren [52]. Daraus ergibt sich insgesamt auch ein günstiger Einfluss auf die Aus- und Weiterbildung.

### Leitlinie

2015 konsentierten die DGAI 10 Berliner Thesen zur Zukunft der anästhesiologischen Intensivmedizin. Es wurde u.a. folgende Forderung für die Gesundheitsversorgung formuliert: „Jeder kritisch kranke Intensivpatient soll in Deutschland mit gleich hoher Qualität versorgt werden. Für diese Aufgabe werden regionale intensivmedizinische Netzwerke unterschiedlicher Versorgungsstufen entwickelt!“ [53].

In innovativen Entwicklungsbereichen wie der Telemedizin sind dafür strikt definierte Qualitätskriterien für Prozesse und Strukturen von besonderer Bedeutung. Die Kommission Telemedizin und eHealth der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) hat Strukturempfehlungen zur Telemedizin in der Intensivmedizin [54] herausgegeben. Die AWMF hat diese anschließend als S1-Leitlinie anerkannt. Damit war diese Leitlinie für Tele-Intensivmedizin die erste Leitlinie im Bereich Telemedizin in der Bundesrepublik Deutschland!

### Telemedizin in der prähospitalen Notfallmedizin

Auch in der prähospitalen Notfallmedizin kann die Telemedizin ressourcenschonend, kosteneffektiv und qualitätsverbessernd eingesetzt werden. Aktuell werden in der BRD 44% aller anfallenden Notfalleinsätze gemeinsam von Rettungsassistenten und Notärzten bewältigt [56,57]. Diese sog. „Notarztquote“ von 44% liegt häufig in ländlichen Bezirken deutlich höher als in städtischen [57,58]. So betrug 2013 die Notarztquote in der Stadt Aachen nur ca. 33%. Die primäre Notarztalarmierung sollte eigentlich nur bei potentieller Lebensgefahr des Patienten erfolgen, d.h. zeitgleich mit der Alarmierung des Rettungswagens. Bei der Entscheidung, den Notfalleinsatz primär mit oder ohne Notarzt zu disponieren, hat der Disponent zwar anhand von Checklisten einige objektive Kriterien und dezidierte Einsatzszenarien, die seine Entscheidung bestimmen, jedoch gibt es aufgrund unklarer Meldebilder zahlreiche subjektive Entscheidungen. Diese fallen häufig zugunsten einer primären Notarzt-disposition, da man keinesfalls den Patienten gefährden möchte. Insgesamt kommt es zu einer ca. doppelt so häufigen wie notwendigen Disposition des Notarztes, d.h. ca. 50% der Patienten könnten ohne Schaden zu nehmen auch nur von dem Rettungsassistenten oder den künftigen Notfallsanitätern betreut werden. Hier kann die prähospitale Telenotfallmedizin ein Sicherheitsnetz bieten, da der Telenotarzt bei Eintreffen der Rettungsassistenten/Notfallsanitäter jederzeit virtuell dazu geschaltet werden kann. Da bei den meisten Notarzteinsätzen die manuelle Fähigkeit des Notarztes gar nicht benötigt wird, sondern lediglich die sofortige leitliniengerechte ärztliche Diagnostik und Therapie, kann diese auch in adäquater Weise durch einen Telenotarzt erfolgen. Wenn zurückhaltender bzw. strikter disponiert werden könnte, wäre es auch möglich, den bundesweit stetig steigenden Einsatzzahlen und damit der zunehmenden Auslastung entgegenzuwirken. Auch bei einer fehlenden Verfügbarkeit eines Notarztes [59,60]

könnte dem Patienten eine ärztliche Diagnostik und Therapie mit Eintreffen eines telemedizinisch ausgestatteten Rettungswagens zur Verfügung gestellt werden. Über den Telenotarztdienst ließe sich auch die Sicherstellungszeit, in der 95% aller Einsätze durch einen Arzt bedient werden, wieder verkürzen. Dieses Zeitintervall von Alarmierung bis zum Eintreffen des Notarztes verlängerte sich relevant von 1995 bis 2012/2013 von 18,6 auf 28,2 Minuten [56,57].

### Telemedizinische Ansätze in der Notfallmedizin

Seit vielen Jahren wird in der Notfall- und Akutmedizin beim akuten Schlaganfall Telemedizin inklusive einer Videokonsultation vor allem zur Verlegung des Patienten in ein geeignetes Krankenhaus eingesetzt [61–65]. Ebenso ist im Rahmen der prähospitalen Diagnostik und Therapie des Myokardinfarktes der Benefit einer Übertragung des 12-Kanal-EKGs an einen Kardiologen nachgewiesen [66–69]. Eine Studie belegte in dieser Patientengruppe nicht nur die schnellere Versorgung im Herzkatheterlabor, sondern auch eine höhere Überlebensrate der Patienten [70]. Nachteil der bisherigen telenotfallmedizinischen Anwendungen ist jedoch die krankheitsspezifische Ausrichtung der einzelnen genutzten Telemedizinapplikationen.

Daher wurde an der RWTH Aachen die Entwicklung eines weltweit einmaligen holistischen Telemedizin-konzeptes für das gesamte notfallmedizinische Spektrum initiiert und vorangetrieben [71–76]. Dieses telenotärztliche System ist als ergänzendes Strukturelement des existierenden boden- und luftgebundenen Rettungssystems zu verstehen. Gleichzeitig soll es bei höherer Versorgungsqualität aufgrund von Effizienzgewinnen kompensierend für steigende Einsatzzahlen und fehlende Notärzte sein und einen zielgerichteten Einsatz von Notärzten erlauben.

### Das Aachener Telenotarztssystem

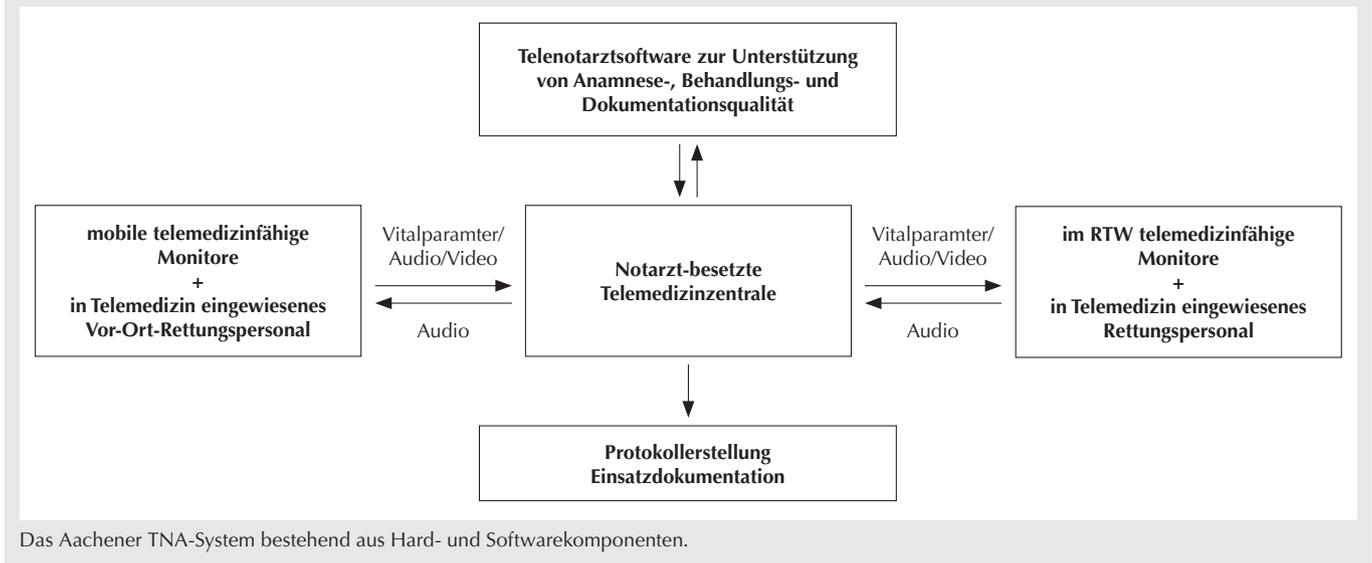
Das mit Hilfe von zwei Drittmittel-geförderten Projekten entstandene Aachener Telenotarzt (TNA)-System besteht

aus fünf Hard- und Softwarekomponenten [72,77]: TNA-Arbeitsplatz, TNA-Software, mobile und im Rettungswagen fest eingebaute telemedizinfähige Monitore und Übertragungseinheiten sowie weitgehend automatisiert erstellte Einsatzprotokolle und -dokumentationen (Abb. 4). Innerhalb dieser Teilbereiche bilden IT-Netzwerk und medizintechnische Komponenten ein medizinisches IT-Netzwerk. Das IT-Netzwerk gewährleistet den sicheren Datenaustausch in Echtzeit (Sprache, Vitalparameter, Bilder, Videostream, EKG-Kurven etc.). Die telematische Anbindung der Einsatzstelle erfolgt unter Nutzung herkömmlicher, redundant ausgelegter Mobilfunkverbindungen entweder direkt über die ultramobile Kommunikationseinheit oder über eine im Rettungswagen fest verbaute Übertragungseinheit. Sämtlicher per Mobilfunk übertragener Datenverkehr wird gesondert nach aktuellem Stand der Technik verschlüsselt.

An der Einsatzstelle stellt eine Kommunikationseinheit parallel über mehrere Mobilfunknetze die Verbindung zur TNA-Zentrale her. Die am Notfallort eintreffenden Rettungsassistenten sind mit einem Bluetooth-Headset ausgestattet, das mittels eines Knopfdrucks eine Übertragung aller Vitalparameter an den Telenotarzt initiieren und gleichzeitig eine Sprachverbindung zu ihm herstellen kann. Bei Wunsch des Telenarztes können zusätzlich Fotos und Videos mit einem in das System eingebundenen Smartphone verschlüsselt übertragen werden. Dies wird insbesondere zur Erfassung des Notfallszenarios, von Medikamentenlisten oder Arztbriefen genutzt.

Die TNA-Zentrale ist personell mit erfahrenen Notfallmedizinern besetzt. Der konsultierte TNA erstellt anhand von auf seinem Bildschirm aufrufbaren Diagnosealgorithmen die Erstdiagnose und delegiert wiederum mit Hilfe von Behandlungsalgorithmen die entsprechende Behandlung des jeweiligen Krankheitsbildes. Die für diesen Zweck spezifisch entwickelte TNA-Software, die an die jeweiligen geltenden Diagnose- und Behandlungsleitlinien adaptiert ist,

Abbildung 4



Das Aachener TNA-System bestehend aus Hard- und Softwarekomponenten.

ermöglicht eine einheitliche, qualitativ hochwertige und leitliniengetreue Patientenversorgung. Zudem kann der Telenotarzt bei seltenen Krankheitsbildern oder bei Vergiftungen zusätzliche, umfassende Informationsquellen zu Rate ziehen. Nach der Vor-Ort-Versorgung begleitet der TNA virtuell den Patienten, über eine fest verbaute Kommunikationseinheit im Rettungswagen, ins Krankenhaus. Während des Transportes stehen weiterhin alle Vitalparameter und – falls gewünscht – ein Live-Videostream zur Verfügung. In der Praxis zeigt sich allerdings, dass der Telenotarzt in dieser Phase selten noch aktiv in die Therapie des Patienten eingreifen muss.

### Routineeinsatz des Aachener TNA-Systems

Bevor das Aachener TNA-System in den Routineeinsatz ging, wurde es 2010–2013 ausgiebig in mehr als 1.000 Praxiseinsätzen optimiert und getestet. Einerseits wurde bewiesen, dass die Übertragung von Vitaldaten und Fotos sowie der Aufbau und die Aufrechterhaltung der Audiokommunikation jederzeit zuverlässig funktioniert und die Daten schnell und vollständig vom Einsatzort in die TNA-Zentrale versandt werden konnten. Andererseits konnte bei tele-notärztlicher Versorgung, trotz einer Halbierung der ärztlichen Bindungszeit,

eine gleiche oder höhere Anamnese-, Behandlungs- und Dokumentationsqualität belegt werden [71–77].

Nach einer Überführung des TNA-Systems in eine praxistaugliche Version wurde es kassenfinanziert ab dem 2. Quartal 2014 ergänzend zum boden- und luftgebundenen Rettungsdienst in der Stadt Aachen in die Routine-Notfallversorgung eingebunden [78–80]. In den ersten 42 Monaten nach Einführung konnten, mit Ausnahme zweier gut beherrschbarer allergischer Reaktionen auf Medikamentengabe, komplikationslos mehr als 9.000 Einsätze erfolgreich telemedizinisch durchgeführt werden. Die fünf häufigsten Diagnosen, bei denen das TNA-System zum Einsatz kommt, sind Trauma, hypertensive Blutdruckentgleisung, akuter Schlaganfall, akutes Koronarsyndrom und gastrointestinale Notfälle. Hierbei fand keine direkte Disposition für einen TNA statt, sondern seitens der Disponenten lediglich die Einsatzdisposition „Rettungsassistenten alleine“ oder „Rettungsassistenten mit konventionellem Notarzt“. Werden für einen Notfall alleine Rettungsassistenten disponiert, so haben diese jederzeit die Möglichkeit, den TNA zu kontaktieren. Dies ist allerdings für bestimmte Krankheitsbilder, wie aber auch bei allen Medikamentengaben, verpflichtend.

Gleichzeitig wurden die für Disponenten obligatorischen Indikationen für eine Notarzt-Primäralarmierung strikter an den Notarzkatalog der Bundesärztekammer angelehnt [81]. Es ist durchaus denkbar, dass eine vom Disponenten ausgehende primäre Disposition für den TNA bei entsprechenden Meldebildern eine gute – vielleicht auch bessere – Alternative zu einer in gewissem Umfang freiwilligen Kontaktierung des TNA durch die Rettungsassistenten darstellt. Die Strukturempfehlung der DGAI zur **Telemedizin in der prähospitalen Notfallmedizin** schlägt die in Tabelle 1 dargestellten Indikationen vor [82].

Es ist sicher davon auszugehen, dass mit einer breiteren Erfahrung in der Telenotfallmedizin dieser Indikationskatalog überarbeitet werden wird und vermutlich die Indikationen für den TNA ausgeweitet werden.

Unter den aktuellen Prämissen werden in der Stadt Aachen derzeit ca. 11% aller Rettungsdiensteinsätze mit Hilfe des TNA bewältigt; 22% mit einem konventionellen Notarzt und 67% ausschließlich über Rettungsassistenten bzw. Notfallsanitäter. Nimmt man die Züricher Notarztquote von 7,5–9% als die in der BRD vermutlich niedrigste anzustrebende Notarztquote, so ergibt sich hier noch ein erhebliches Änderungs-/

Tabelle 1

Mögliche Indikationen für Telenotarzt und konventionellen Notarzt.

Telenotarztindikationen	Konventionelle Notarztindikationen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• hypertensive Entgleisung</li> <li>• Schmerztherapie bei nicht lebensbedrohlichen Erkrankungen</li> <li>• Schlaganfall (ohne Bewusstlosigkeit)</li> <li>• Hypoglykämie</li> <li>• Hilfestellung bei unklaren Notfällen</li> <li>• Hilfestellung bei der EKG-Interpretation</li> <li>• Transportverweigerung (rechtliche Absicherung für den RettAss)</li> <li>• Sekundärverlegungen nach definierten Kriterien</li> <li>• zur Überbrückung bis zum Eintreffen des Notarztes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reanimation, schwere Kreislaufinsuffizienz</li> <li>• Bewusstlosigkeit</li> <li>• ST-Hebungsinfarkt (STEMI)</li> <li>• Krampfanfall</li> <li>• schwere Atemnot, Zyanose, Ateminsuffizienz</li> <li>• Polytrauma, Hochrasanztrauma</li> <li>• pädiatrischer Notfall</li> <li>• PsychKG-Indikation, psychiatrischer Notfall mit Minderjährigen</li> <li>• schwere Unfälle (VU, BU, Eisenbruch, eingeklemmte Person...)</li> <li>• Feuer mit Personenschaden</li> <li>• besondere Einsatzlagen (Geiselnahme, Amoklage...)</li> <li>• „der akute lebensbedrohende Notfall“</li> </ul>

Optimierungspotential unserer aktuellen Versorgungsstruktur [83]. Insbesondere die Telenotfallmedizin hat dabei das Potential, diese Veränderung unter Beibehaltung des konventionellen Notarztes qualitätsoptimiert zu ermöglichen.

Auch wenn oftmals von Ärzten bezweifelt wird, dass Telemedizin in Kombination mit Softwareunterstützung zu einer gleichen beziehungsweise gar besseren Diagnostik und Therapie im Vergleich zum konventionellen Arzt-Patienten-Kontakt führen kann, so zeigen doch alle von im Rahmen des Aachener TNA-Systems durchgeführten Studien – bei Ausschluss bestimmter Meldebilder wie z. B. Polytrauma, Reanimation, schwere Atemstörung/Ateminsuffizienz – eine mindestens gleichbleibende bis bessere Diagnose- und Behandlungsqualität [84–87].

Gleichzeitig lässt sich eindeutig auch ein ökonomischer Benefit feststellen: Die durchschnittliche Gesprächsdauer des TNA beträgt ca. 10 Minuten; die Gesamtdauer des TNA-Einsatzes beträgt etwa 27 Minuten und liegt damit weit unterhalb der durchschnittlichen Notarzteinsatzdauer. Hierdurch werden wiederum ärztliche Ressourcen frei für die wirklich lebensbedrohlichen Notfälle. Wird eine TNA-Zentrale nicht nur für einen Rettungsdienstbezirk, sondern überregional für mehrere Rettungsdienstbezirke genutzt (wie dies aktuell in Aachen geschieht), so sind die

ökonomischen Effekte noch ausgeprägter. Während eine 24/7-Besetzung eines konventionellen Notarztes maximal 4.000–4.500 Notfälle pro Jahr bewältigen kann, so bewältigt eine 24/7-TNA-Besetzung jährlich bis zu 12.000 Notfalleinsätze. Darüber hinaus kann häufig auch auf die zusätzliche Einrichtung eines weiteren 24/7-Notarztes in einem Rettungsdienstbezirk verzichtet werden, wenn 1.000–2.000 Fälle eines kleineren Rettungsdienstbezirkes über eine überregionale TNA-Zentrale bewältigt werden können. Allerdings wird der Telenotarzt nie komplett den Vor-Ort-Notarzt ersetzen können. So ist beispielsweise die Reanimation im Rahmen des Herzkreislaufstillstandes mit einem durch einen Arzt begleitetes Rettungsteam erfolgreicher als eine Reanimation, die nur von Rettungsassistenten alleine vorgenommen wird [88]. Daher werden in ländlichen Gebieten voraussichtlich keine oder kaum Notarztstandorte eingespart werden können, jedoch wird dort mit dem TNA-System das ärztlichtherapiefreie Intervall verkürzt werden können. Andererseits kann vermutlich in Städten mit einer hohen Anzahl von parallelen, 24/7-betriebenen Notarztbereitstellungen durch die Einführung des Telenotarztes eine Reduktion des konventionellen Notarztbedarfes erreicht werden. Zusätzlich können bei Nutzung des TNA für Sekundärtransporte nicht beatmeter und kreislaufstabiler Patienten

konventionell arztbegleitete Transporte reduziert werden. So werden in Aachen derzeit etwa 30% der Sekundärverlegungen von Intensivstationen zur weiterführenden Diagnostik, Intervention oder auch Behandlung durch den TNA bewältigt, was zu einer enormen Entlastung der zunehmenden arztbegleiteten Interhospitaltransporte führt.

Insgesamt muss konstatiert werden, dass die Telemedizin auch in der Notfallmedizin einen ökonomischen Weg darstellt, trotz erheblich zunehmender Rettungsdienstseinsätze die ärztliche Diagnose- und Behandlungsqualität zu optimieren und die Versorgung lebensbedrohlicher Notfälle mit Notärzten auch weiterhin zu ermöglichen.

### Telemedizin in der Schmerztherapie

Die Zahl der Patienten mit chronischen Schmerzen wird in Deutschland auf 8–16 Millionen geschätzt. Chronischer Schmerz hat damit eine hohe Prävalenz in der Bevölkerung. Die Kapazität spezialisierter Einrichtungen hingegen ist limitiert und darüber hinaus weist ihre Verteilung erhebliche regionale Unterschiede auf. Abgesehen von einigen, wenigen Ballungszentren, wie z. B. dem Großraum München, besteht eine Unterversorgung mit schmerztherapeutischen Einrichtungen. Dies geht zum einen mit langen Wartezeiten bei der Terminvergabe, zum anderen mit langen Anfahrtswegen einher. Insbesondere bei der Behandlung chronischer Schmerzen stellen sowohl lange Wartezeiten als auch lange Anfahrtswege eine erhebliche Belastung für die Patienten dar. Der Therapieerfolg wird dadurch gefährdet.

Telemedizin ist gut geeignet diese räumlichen und zeitlichen Distanzen durch den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien zu verringern. Nötig sind effektive Interventionen, die sicher und unkompliziert durch die primärversorgenden Ärzte angewandt werden können. Die technische Entwicklung führt auch für den Bereich Schmerzmedizin zu einer rasant wachsenden Zahl einsetzbarer Instrumente.

Für diese Instrumente die passenden medizinischen Einsatzgebiete zu suchen, erscheint uns nicht zielführend. Vielmehr sollten diejenigen Bereiche in der schmerzmedizinischen Patientenversorgung identifiziert werden, bei denen durch die Verringerung von räumlichen oder aber zeitlichen Distanzen zwischen Patienten und Behandler Verbesserungen erzielt werden können. Insbesondere in den nachfolgenden Bereichen könnte der Einsatz von moderner Informations- und Kommunikationstechnologie zu einer Verbesserung der Versorgung beitragen:

### Schmerzdiagnostik

Bei chronischen Schmerzen wird die korrekte Diagnose vielfach erst nach einem Jahr und länger gestellt. Lange Wartezeiten für Erstkontakt in einer spezialisierten Einrichtung tragen dazu bei. Allgemeingültige Richtlinien über die vertretbare Dauer der Wartezeiten gibt es bislang nicht. Wartezeiten von sechs Monaten und mehr können jedoch zur Gesundheitsverschlechterung der Patienten beitragen und sollten daher vermieden werden. Bisher existiert keine belegbare Evidenz, dass die Telemedizin dieses Dilemma lösen kann. Nach unserer Auffassung besitzt die Telemedizin jedoch das Potential, die Wartezeiten bei der Schmerzdiagnostik zu verkürzen. Erste Untersuchungen scheinen die prinzipielle Anwendbarkeit telemedizinischer Konsultationen in der Schmerzmedizin zu belegen. Bei der Behandlung chronischer Kopfschmerzen war die telemedizinische Konsultation dem direkten Arzt-Patienten-Kontakt bezüglich der Parameter Patientenzufriedenheit, Compliance und Wirksamkeit nicht unterlegen [89]. Auch bei komplexen körperlichen Untersuchungen konnte die telemedizinische Technik erfolgreich erprobt werden [90].

### Symptom- und Analgetikamanagement im Anschluss an eine Konsultation

Bei der Behandlung von Patienten mit chronischen Schmerzen liegen in der Regel mehrere Wochen bis Monate zwischen den einzelnen Arztkontakten.

Eine Progredienz der Symptome oder aber Nebenwirkungen bei der Einnahme der verordneten Medikamente bleiben so oftmals über lange Zeiträume ohne Konsequenz. Letztere sind auch der Grund für Defizite bei der Compliance. Ein automatisiertes, telefonisches oder aber internetbasiertes Monitoring der geschilderten Symptome sowie des Einnahmeverhaltens der Medikation könnte eine optimierte Anpassung der Analgesie zwischen den einzelnen Arztterminen ermöglichen. In einer vielbeachteten Studie wurde die Kombination dreier unterschiedlicher Methoden untersucht: 1. eine automatisierte Erhebung der Schmerzsymptome durch interaktive Anrufe oder über Internet, 2. Anrufe der Patienten durch eine Pflegekraft im Fall von Symptomprogredienz, Nebenwirkungen oder einem problematischen Einnahmeverhalten, 3. Schmerzmittelmanagement über einen symptomgetriggerten, stufenartigen Algorithmus. Dies hat zu einem verbesserten Outcome der Patienten beigetragen. Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe konnte der Anteil von Patienten mit einer Verbesserung der Schmerzen gesteigert werden. Umgekehrt war für Patienten der Kontrollgruppe die Wahrscheinlichkeit einer Verschlechterung höher. Neben einer Verbesserung der Schmerzen konnte in der genannten Studie eine höhere Patientenzufriedenheit festgestellt werden [91].

Über einen Beobachtungszeitraum von einem Jahr wurden in dieser Studie pro Patient 3–4 Stunden der Pflegekraft und etwa 1 Stunde Arztzeit aufgewendet. Die Autoren errechneten, dass eine einzelne Pflegekraft auf diese Weise jährlich 500–600 Patienten mit der Unterstützung durch eine 0,25 Arztstelle versorgen könnte.

### Rückfallpräventionsmodelle

Verhaltenstherapeutische Interventionen stellen einen wichtigen Baustein bei der Behandlung chronischer Schmerzen dar. Bewährt haben sich neben den Einzeltherapien vor allem Gruppentherapien. Diese können ambulant, teilstationär oder stationär erfolgen. Ein relevantes Problem stellt die Quote an Rückfällen

in chronische Schmerzen sowie ungünstiges Schmerzverhalten nach Abschluss der Behandlung dar. Das telemedizinische, telefonbasierte Instrument „Therapeutic Interactive Voice Response (TIVR)“ konnte in mehreren Studien seine Wirksamkeit bezüglich einer Verringerung der Rückfallquote, einer weiteren Verbesserung der Schmerzsituation sowie bei der Reduktion von Medikamenten belegen. Das Programm besteht aus 4 Komponenten: 1. ein internetbasiertes Schmerztagebuch, 2. internetbasierte Review-Videos der in der Gruppentherapie erlernten Fähigkeiten, 3. internetbasierte Refresher-Videos der erlernten Copingstrategien, 4. ein monatliches, individualisiertes Feedback durch den Therapeuten auf Band [92,93].

### Webbasierte Symptom- und Selbstmanagementprogramme

In Begleitung der allgemeinmedizinischen Behandlung von Patienten mit chronischen Schmerzen und zur Überbrückung der Zeit bis zu einem Termin in einer spezialisierten Einrichtung könnten Selbstmanagementprogramme dazu beitragen, einen weiteren Progress bei bestimmten Erkrankungen zu verhindern. Ein vielzitiertes Beispiel dafür ist das webbasierte Programm „Living well with Fibromyalgia“. Es besteht aus 13 Modulen, welche sich den folgenden drei Sektoren zuordnen lassen: Krankheitskunde, Fähigkeiten in Symptomanagement, Fähigkeiten in Änderungen des Lebensstils. Im Vergleich zur Kontrollgruppe konnte in dieser Studie eine Verringerung der Schmerzintensität sowie eine Verbesserung der Funktionalität gemessen werden. Nach Abzug der Entwicklungskosten stellt dieses rein webbasierte Programm zudem eine sehr günstige Versorgungsstruktur dar [94].

### Telemedizin von der Innovation in die Regelversorgung

Die Deutsche Gesellschaft für Telemedizin begrüßt die vielfältigen Aktivitäten und Projekte der deutschen Anästhesiologie. Der wichtige und schlüssige nächste Schritt ist der Weg von der Innovation in die Regelversorgung. Genau dafür ist

immer noch kein Gesamtkonzept zur Weiterentwicklung existent. Auch ist die Frage berechtigt, ob die derzeit geforderte „Methodenbewertung“ bei Themen der Digitalisierung durch den Gemeinsamen Bundesausschuss immer notwendig ist, da digitale Anwendungen vorwiegend keine neuen medizinischen Behandlungsmethoden darstellen, sondern in der Regel neue Strukturen und Prozesse der Zusammenarbeit induzieren, bei etablierten medizinisch-therapeutischen Methoden. Außerdem ist es wichtig, sich zu vergegenwärtigen, dass Digitalisierung sich durch kurze Innovationszyklen auszeichnet. Das BMG wurde bereits 2016 durch die Gesundheitsministerkonferenz (GMK) aufgefordert, den Weg digitaler Anwendungen in die Regelversorgung zu erleichtern, indem man dem (lediglich) prozessverbessernden Charakter der Telemedizin Rechnung trägt und eine Methodenbewertung erspart. Die Bund-Länder-Arbeitsgruppe (BLAG) Telemedizin hat dazu eine 3-stufige Klassifizierung telemedizinischer Anwendungen und korrespondierender Nutzenbewertung empfohlen. Das Fachforum Telemedizin der ZTG GmbH aus Bochum hat dieses Konzept zudem nochmals ausdifferenziert. Im Folgenden schlagen wir auf Basis dieser BLAG-Klassifizierung die Entwicklung methodischer Mindestanforderungen und verständlicher Handlungsoptionen vor:

#### Mindestanforderungen Kategorie 1:

Es handelt sich um telemedizinische Anwendungen, die lediglich analoge Medien oder Verfahren der Präsenzmedizin ersetzen, ohne den eigentlichen Prozess neu zu definieren. Sie können erbracht werden, wenn die allgemeinen Vorgaben zur Qualitätssicherung sowie die Sicherstellung der technischen und datenschutzrechtlichen Aspekte eingehalten werden. Aufgrund der vorhandenen Methodenevidenz ist keine erneute Bewertung durch den G-BA erforderlich.

#### Empfehlung für ein Entscheidungsverfahren für Kategorie 1

- Diese Kategorie unterliegt nicht den Antragsverfahren gemäß §§ 135 ff. SGB V.

- Eine entsprechende Klarstellung durch das BMG ist erforderlich.
- Diese Forderung sollte durch die BLAG unterstützt werden.
- Anwendungsbeispiele:
  - Videosprechstunde/Telepsychotherapie bei bekannten Patienten (dies ist bereits umgesetzt worden)
  - Telekonsil (beratend).

#### Mindestanforderungen Kategorie 2:

Es handelt sich um telemedizinische Anwendungen, die vornehmlich den Prozess reformieren, ohne dabei die zugrunde liegenden medizinischen Methoden zu verändern. Telemedizinische Anwendungen, die etablierte medizinisch-therapeutische Methoden unterstützen, können erbracht werden, wenn die allgemeinen Vorgaben zur Qualitätssicherung sowie die Sicherstellung der technischen und datenschutzrechtlichen Aspekte eingehalten werden. Aufgrund der vorhandenen Methodenevidenz ist keine erneute Bewertung durch den G-BA erforderlich.

#### Empfehlung für ein Entscheidungsverfahren für Kategorie 2

- Änderung SGB V notwendig (§ 135 SGB V).
- Eine entsprechende Gesetzgebungsinitiative ist erforderlich.
- Anwendungsbeispiele:
  - Telemonitoring (z. B. CardioMems, Gerinnungs- und Blutzuckermonitoring).
  - Telekonsil (akut medizinisch entscheidende Konsultation, z. B. Tele-Stroke, Telenotarzt).

#### Mindestanforderungen Kategorie 3:

Alle neuen Anwendungen, die auf einem noch nicht evidenzbasierten medizinischen Modell basieren, müssen durch hochwertige, prospektive RCT-Studien evaluiert werden.

#### Empfehlung für ein Entscheidungsverfahren für Kategorie 3

Evaluation durch hochwertige, prospektive RCT-Studien.

### Zusammenfassung

**Der digitale Wandel wird unser Gesundheitswesen umfassend umgestalten. Positive Effekte sind zu erreichen, wenn die vielversprechenden Möglichkeiten neuer Technologien genutzt und konsequent für die Patientenversorgung eingesetzt werden. Innovative Anwendungen auf der Grundlage schnellerer und sicherer Netze (Gigasetz und 5G) eröffnen uns neue Wege, mit denen Deutschland seine qualitativ hochwertige Gesundheitsversorgung trotz der demografischen Entwicklung zukünftig beibehalten und weiter ausbauen kann.**

Telemedizin kann im gesamten Spektrum der Anästhesiologie angewendet werden und bietet neue Versorgungsmöglichkeiten, mit denen die Gesundheitsversorgung nachhaltig gestaltet werden kann. Wollen wir Telemedizin als ein neues bedeutsames und notwendiges Instrument der Leistungserbringung und Qualitätssicherung in der deutschen Gesundheitsversorgung etablieren, stellt uns dies aber auch vor neue strukturelle Herausforderungen.

Telemedizin ist nicht nur eine einfache Übersetzung von analogen zu digitalen Prozessen. Telemedizin induziert neue Prozessabläufe und Strukturen. Hierzu ist der Aufbau und die Organisation von regionalen digitalen Gesundheitsnetzwerken erforderlich, damit sich die neuen Prozessabläufe in den klinischen Alltag der Versorgungseinrichtungen fest etablieren können. Diese neuen Strukturen werden sich ganz im Sinne eines echten Patientennutzens positiv auf die Gesundheitsversorgung des Einzelnen auswirken.

Für unsere Patienten bedeutet Telemedizin als zusätzliche Behandlungsform in vielen Bereichen eine verbesserte Behandlungs- und Lebensqualität durch eine bessere intersektorale Zusammenarbeit von Ärzten aus dem stationären und ambulanten Bereich, bei der die Vorteile einer wohnortnahen Versorgung mit einer hohen Spezialisierung kombiniert werden können. Dadurch werden regionale Ungleichgewichte in der Versorgung oder Verfügbarkeit von

medizinischer Expertise überwunden und strukturelle Versorgungslücken langfristig geschlossen. Der Behandlungsbedarf kann wohnortsnah angemessen medizinisch betreut werden, sodass die Patienten in naher Zukunft selbst bei speziellen Erkrankungen in ihrem häuslichen Umfeld verbleiben können.

Verschiedenen medizinischen Fachdisziplinen eröffnet Telemedizin durch die stärkere Vernetzung von Gesundheitseinrichtungen die Möglichkeit zu interdisziplinärer Kooperation und einer engen Zusammenarbeit. Telemedizin wird unsere ärztliche Tätigkeit nicht ersetzen, sondern uns durch neue digitale Tools bei unseren Arbeitsaufgaben unterstützen und Arbeitsprozesse erleichtern, um eine evidenzbasierte qualitativ hochwertige Behandlung sicherzustellen. Die Nutzung digitaler Technik wird darüber hinaus neue Berufs- und Arbeitsfelder schaffen und neue Kompetenzen und Qualifikationen fordern, mit denen wir die Aus- und Weiterbildung junger Kollegen verbessern werden.

Die Einführung telemedizinischer Verfahren wird unter anderem durch juristische Aspekte und technische Hürden begrenzt. Zusätzlich sind Aspekte zum Thema Datenschutz und Datenmanagement weiterhin zu beachten. Wenn sich telemedizinische Verfahren in unsere Versorgungsstruktur etablieren sollen, bleibt es zukünftig weiterhin unsere Aufgabe, diese Anwendungen sorgfältig auf ihre klinische Anwendbarkeit, Unbedenklichkeit und ihren klinischen Nutzen zu evaluieren.

Das Potential der Digitalisierung für eine bessere Patientenversorgung ist enorm. Die Anästhesiologie hat jetzt die einmalige Chance, die Telemedizin in Deutschland aktiv mitzugestalten.

### Literatur

- Berger R: Untersuchung zum Fachkräftemangel im Gesundheitswesen 2014
- Marx G, Beckers R: Telemedicine in Germany. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 2015;58:1053–1055
- Ferschl MB, Tung A, Sweitzer B, Huo D, Glick DB: Preoperative clinic visits reduce operating room cancellations and delays. *Anesthesiology* 2005;103:855–859
- DGAIInfo: Präoperative Evaluation erwachsener Patienten vor elektiven, nicht herz-thoraxchirurgischen Eingriffen. Gemeinsame Empfehlung der DGAI, DGCH und DGIM. *Anästh Intensivmed* 2017;58:349–364
- Wong DT, Kamming D, Salenieks ME, Go K, Kohm C, Chung F: Preadmission anesthesia consultation using telemedicine technology: a pilot study. *Anesthesiology* 2004;100:1605–1607
- Wood EW, Strauss RA, Janus C, Carrico CK: Telemedicine Consultations in Oral and Maxillofacial Surgery: A Follow-Up Study. *J Oral Maxillofac Surg* 2016;74:262–268
- Czaplik M, Voigt V, Kenngott H, Clusmann H, Hoffmann R, Will A, et al: Why OR.NET? Requirements and perspectives from a medical user's, clinical operator's and device manufacturer's points of view. *Biomed Tech* 2018;63:5–10
- Köny M, Benzko J, Czaplik M, Marscholke B, Walter M, Rossaint R, et al: The Smart Operating Room – smartOR. In *Distributed Networks: Intelligence, Security, and Applications*. Qurban A. Memon. CRC Press Taylor & Francis Group 2017;292–316. <https://www.crcpress.com/Distributed-Networks-Intelligence-Security-and-Applications/Memon/p/book/9781138077010> (Zugriffsdatum: 21.03.2019)
- Fiadjoe J, Gurnaney H, Muralidhar K, Mohanty S, Kumar J, Viswanath R, et al: Telemedicine consultation and monitoring for pediatric liver transplant. *Anesth Analg* 2009;108:1212–1214
- Miyashita T, Mizuno Y, Sugawara Y, Nagamine Y, Koyama Y, Miyazaki T, et al: A pilot study of tele-anaesthesia by virtual private network between an island hospital and a mainland hospital in Japan. *J Telemed Telecare* 2015;21:73–79
- Kruklytis RJ, Tracy JA, McCambridge MM: Clinical and financial considerations for implementing an ICU telemedicine program. *Chest* 2014;145:1392–1396
- Cummings J, Krsek C, Vermoch K, Matuszewski K: University Health System Consortium ICU Telemedicine Task Force. Intensive care unit telemedicine: review and consensus recommendations. *Am J Med Qual* 2007;22:239–250
- Breslow MJ: Remote ICU care programs: current status. *Crit Care* 2007;22:66–76
- Deisz R, Marx G: Telemedicine in the ICU – the possibilities and limitations of an innovation. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2016;111:723–728
- Mackintosh N, Terblanche M, Maharaj R, Xyrichis A, Franklin K, Keddie J, et al: Telemedicine with clinical decision support for critical care: a systematic review. *Syst Rev* 2016;5:176
- Breslow MJ, Breslow MJ1, Rosenfeld BA, Doerfler M, Burke G, Yates G, Stone DJ, et al: Effect of a multiple-site intensive care unit telemedicine program on clinical and economic outcomes: an alternative paradigm for intensivist staffing. *Crit Care Med* 2004;32:31–38
- Kohl BA, Fortino-Mullen M, Praestgaard A, Hanson CW, Dimartino J, Ochroch EA: The effect of ICU telemedicine on mortality and length of stay. *J Telemed Telecare* 2012;18:282–286
- Zawada ET, Herr P, Larson D, Fromm R, Kapaska D, Erickson D: Impact of an intensive care unit telemedicine program on a rural health care system. *Postgrad Med* 2009;121:160–170
- Ruesch C, Mossakowski J, Forrest J, Hayes M, Jahrsdoerfer M, Comeau E, et al: Using nursing expertise and telemedicine to increase nursing collaboration and improve patient outcomes. *Telemed J E Health* 2012;18:591–595
- Sadaka F, Palagiri A, Trotter S, Deibert W, Gudmestad D, Sommer SE, et al: Telemedicine intervention improves ICU outcomes. *Crit Care Res Pract* 2013;45:6389
- Rosenfeld BA, Dorman T, Breslow MJ, Pronovost P, Jenckes M, Zhang N, et al: Intensive care unit telemedicine: Alternate paradigm for providing continuous intensivists care. *Crit Care Med* 2000;28:3925–3931
- Kahn JM, Le TQ, Barnato AE, Hravnak M, Kuza CC, Pike F, et al: ICU Telemedicine and Critical Care Mortality: A National Effectiveness Study. *Med Care* 2016; 54:319–325
- Lilly CM, Thomas EJ: Tele-ICU: experience to date. *Intensive Care Med* 2010;25:16–22
- Lilly CM, McLaughlin JM, Zhao H, Baker SP, Cody S, Irwin RS, et al: A multicenter study of ICU telemedicine reengineering of adult critical care. *Chest* 2014;145:500–507
- McCambridge M, Jones K, Paxton H, Baker K, Sussman EJ, Etchason J: Association of health information technology and teleintensivist coverage with decreased mortality and ventilator

## Guidelines and Recommendations

## Special Articles

- use in critically ill patients. *Arch Intern Med* 2010;170:648–653
26. Ahn Y, Jasmer RM, Shaughnessy T: Perspectives on the Electronic ICU. *ICU Dir* 2012;3:64–69
  27. Wilcox ME, Adhikari NKJ: The effect of telemedicine in critically ill patients: systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2012;16:R127
  28. Young LB, Chan PS, Lu X, Nallamothu BK, Sasson C, Cram PM: Impact of telemedicine intensive care unit coverage on patient outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med* 2011;171:498–506
  29. Morrison JL, Cai Q, Davis N, Yan Y, Berbaum ML, Ries M, et al: Clinical and economic outcomes of the electronic intensive care unit: results from two community hospitals. *Crit Care Med* 2010;38:2–8
  30. Thomas EJ, Lucke JF, Wueste L, Weavind L, Patel B: Association of telemedicine for remote monitoring of intensive care patients with mortality, complications, and length of stay. *JAMA* 2009;302:2671–2678
  31. Nassar BS, Vaughan-Sarrazin MS, Jiang L, Reisinger HS, Bonello R, Cram P: Impact of an intensive care unit telemedicine program on patient outcomes in an integrated health care system. *JAMA Intern Med* 2014;174:1160–1167
  32. Panlaqui OM, Broadfield E, Champion R, Edington JP, Kennedy S: Outcomes of telemedicine intervention in a regional intensive care unit: a before and after study. *Anaesth Intensive Care* 2017;45:605–610
  33. Abstracts of the Society of Critical Care Medicine 40th Critical Care Congress. San Diego, California, USA. January 15–19, 2011. *Crit Care Med* 2010;38:A1–A306
  34. Lilly CM, Cody S, Zhao H, Landry K, Baker SP, McIlwaine J, et al: Hospital mortality, length of stay, and preventable complications among critically ill patients before and after tele-ICU reengineering of critical care processes. *JAMA* 2011;305:2175–2183
  35. Forni A, Skehan N, Hartman CA, Yogaratnam D, Njoroge M, Schifferdecker C, et al: Evaluation of the impact of a tele-ICU pharmacist on the management of sedation in critically ill mechanically ventilated patients. *Ann Pharmacother* 2010;44:432–438
  36. Kalb T, Raikhelkar J, Meyer S, Ntimba F, Thuli J, Gorman MJ, et al: A multicenter population-based effectiveness study of teleintensive care unit-directed ventilator rounds demonstrating improved adherence to a protective lung strategy, decreased ventilator duration, and decreased intensive care unit mortality. *J Crit Care* 2014;29:691.e7–14
  37. Khunlertkit A, Carayon P: Contributions of tele-intensive care unit (Tele-ICU) technology to quality of care and patient safety. *J Crit Care* 2013;28:315.e1–12
  38. Deisz R, Rademacher S, Gilger K, et al: additional telemedicine rounds are a successful performance improvement strategy for sepsis management – an observational multicenter study. *J Med Internet Res* 2019;21:e11161
  39. Fuhrman SA, Lilly CM: ICU Telemedicine Solutions. *Clin Chest Med* 2015;36:401–407
  40. Pannu J, Sanghavi D, Sheley T, Schroeder DR, Kashyap R, Marquez A, et al: Impact of Telemedicine Monitoring of Community ICUs on Interhospital Transfers. *Crit Care Med* 2017;45:1344–1351
  41. Faine BA, Noack JM, Wong T, Messerly JT, Ahmed A, Fuller BM, et al: Interhospital Transfer Delays Appropriate Treatment for Patients With Severe Sepsis and Septic Shock: A Retrospective Cohort Study. *Crit Care Med* 2015;43:2589–2596
  42. Coustasse A, Deslich S, Bailey D, Hairston A, Paul DA: Business case for tele-intensive care units. *Perm J* 2014;18:76–84
  43. Franzini L, Sail KR, Thomas EJ, Wueste L: Costs and cost-effectiveness of a telemedicine intensive care unit program in 6 intensive care units in a large health care system. *J Crit Care* 2011;26:329.e1–6
  44. Yoo BK, Kim M, Sasaki T, Melnikow J, Marcin JP: Economic Evaluation of Telemedicine for Patients in ICUs. *Crit Care Med* 2016;44:265–274
  45. Kumar G, Falk DM, Bonello RS, Kahn JM, Perencevich E, Cram P: The costs of critical care telemedicine programs: a systematic review and analysis. *Chest* 2013;143:19–29
  46. Deslich S, Coustasse A: Expanding technology in the ICU: the case for the utilization of telemedicine. *Telemed JE Health* 2014;20:485–492
  47. Golembeski S, Willmitch B, Kim SS: Perceptions of the care experience in critical care units enhanced by a tele-ICU. *AACN Adv. Crit Care* 2012;23:323–329
  48. Whitten P, Love B: Patient and provider satisfaction with the use of telemedicine: overview and rationale for cautious enthusiasm. *J Postgrad Med* 2005;51:294–51300
  49. Young L B, Chan P S, Cram P: Staff acceptance of tele-ICU coverage: a systematic review. *Chest* 2011;139:279–288
  50. Lazzara EH, Benishek LE, Patzer B, Gregory ME, Hughes AM, Heyne K, et al: Utilizing Telemedicine in the Trauma Intensive Care Unit: Does It Impact Teamwork? *Telemed JE Health* 2015;21:670–676
  51. Romig MC, Latif A, Gill RS, Pronovost PJ, Sapirstein A: Perceived benefit of a telemedicine consultative service in a highly staffed intensive care unit. *J Crit Care* 2012;27:426.e9–16
  52. Coletti C, Elliott DJ, Zubrow MT: Resident perceptions of a tele-intensive care unit implementation. *Telemed JE Health* 2010;16:894–897
  53. Marx G, Koch T: Die Zukunft der anästhesiologischen Intensivmedizin. 10 Berliner Thesen der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästh Intensivmed* 2015;56:525–527
  54. Telemedizin in der Intensivmedizin: Strukturempfehlungen der DGAI. [https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/001-034I\\_S1\\_Telemedizin\\_Intensivmedizin\\_2016-08.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/001-034I_S1_Telemedizin_Intensivmedizin_2016-08.pdf) (Zugriffsdatum: 21.03.2019)
  55. Marx G: Hot Topic Telemedizin. In: Beck G, Fiedler F, Meißner W, Rosenberger P, Zacharowski K (Hrsg.): *Handbuch Anästhesie 2018*. Wiesbaden: med update GmbH 2018;1–24
  56. Behrendt H, Schmiedel R, Auerbach K: Überblick über die Leistungen des Rettungsdienstes in der Bundesrepublik Deutschland im Zeitraum 2004/2005. *Notfall Rettungsmed* 2009;12:383–388
  57. Deutscher Bundestag: Bericht über Maßnahmen auf dem Gebiet der Unfallverhütung im Straßenverkehr 2012 und 2013; 2014 Aug. Report No.: Drucksache 18/2420. <http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/18/024/1802420.pdf> (Zugriffsdatum: 21.03.2019)
  58. Stelle zur trägerübergreifenden Qualitätssicherung im Rettungsdienst Baden-Württemberg (SQR-BW): Qualitätsbericht 2013: SQR-BW. <https://www.sqrbw.de/de/sqr-bw/qualitaetsberichte> (Zugriffsdatum: 21.03.2019)
  59. Reimann B, Maier BC, Lott R, Konrad F: Gefährdung der Notarztversorgung im ländlichen Gebiet. *Notfall Rettungsmed* 2004;7:200–204
  60. Luiz T, van Lengen RH, Wickenkamp A, Kranz T, Madler C: Operational availability of ground-based emergency medical services in Rheinland-Palatinate:

## Special Articles

## Guidelines and Recommendations

- State-wide web-based system for collation, display and analysis. *Anaesthesist* 2011;60:421–426
61. Demaerschalk BM, Bobrow BJ, Raman R, Kiernan TE, Aguilar MI, Ingall TJ, et al: Stroke team remote evaluation using a digital observation camera in Arizona: the initial mayo clinic experience trial. *Stroke* 2010;41:1251–1258
  62. Audebert H J, Schenkel J, Heuschmann P U, Bogdahn U, Haberl R L: Effects of the implementation of a telemedical stroke network: the Telemedic Pilot Project for Integrative Stroke Care (TEMPiS) in Bavaria, Germany. *Lancet Neurol* 2006;5:742–748
  63. Audebert HJ, Kukla C, Clarmann von Claranau S, Kuhn J, Vatankhah B, Schenkel J, et al: Telemedicine for safe and extended use of thrombolysis in stroke: the Telemedic Pilot Project for Integrative Stroke Care (TEMPiS) in Bavaria. *Stroke* 2005;36:287–291
  64. Meyer BC, Raman R, Hemmen T, Obler R, Zivin JA, Rao R, et al: Efficacy of site-independent telemedicine in the STRoKE DOC trial: a randomised, blinded, prospective study. *Lancet Neurol* 2008;7:787–795
  65. Audebert HJ, Schultes K, Tietz V, Heuschmann PU, Bogdahn U, Haberl RL, et al: Long-term effects of specialized stroke care with telemedicine support in community hospitals on behalf of the Telemedical Project for Integrative Stroke Care (TEMPiS). *Stroke* 2009;40:902–908
  66. Sejersten M, Sillesen M, Hansen PR, Nielsen SL, Nielsen H, Trautner S, 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;101:941–946
  67. Terkelsen CJ, Norgaard BL, Lassen JF, Gerdes JC, Ankersen JP, Romer F, et al: Telemedicine used for remote prehospital diagnosing in patients suspected of acute myocardial infarction. *J Intern Med* 2002;252:412–420
  68. Dhruva VN, Abdelhadi SI, Anis A, Gluckman W, Hom D, Dougan W, et al: ST-Segment Analysis Using Wireless Technology in Acute Myocardial Infarction (STAT-MI) trial. *J Am Coll Cardiol* 2007;50:509–513
  69. Adams GL, Campbell PT, Adams JM, Strauss DG, Wall K, Patterson J, et al: Effectiveness of prehospital wireless transmission of electrocardiograms to a cardiologist via hand-held device for patients with acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2006;98:1160–1164
  70. Sanchez-Ross M, Oghlakian G, Maher J, Patel B, Mazza V, Hom D, et al: The STAT-MI (ST-Segment Analysis Using Wireless Technology in Acute Myocardial Infarction) trial improves outcomes. *JACC Cardiovasc Interv* 2011;4:222–227
  71. Skorning M, Bergrath S, Rortgen D, Brokmann JC, Beckers SK, Protogerakis M, et al: E-health in emergency medicine – the Research project Med-on-@ix. *Anaesthesist* 2009;58:273–279 und 282–284
  72. Czaplík M, Bergrath S, Rossaint R, Thelen S, Brodziak T, Valentin B, et al: Employment of telemedicine in emergency medicine. Clinical requirement analysis, system development and first test results. *Methods Inf Med* 2014;53:99–107
  73. Bergrath S, Czaplík M, Rossaint R, Hirsch F, Beckers S K, Valentin B, et al: Implementation phase of a multicentre prehospital telemedicine system to support paramedics: feasibility and possible limitations. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2013;21–54
  74. Bergrath S, Rossaint R, Lensen N, Fitzner C, Skorning M: Prehospital digital photography and automated image transmission in an emergency medical service – an ancillary retrospective analysis of a prospective controlled trial. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2013;21–23
  75. Skorning M, Bergrath S, Rörtgen D, Beckers SK, Brokmann J C, Gillmann B, et al: Teleconsultation in pre-hospital emergency medical services: real-time telemedical support in a prospective controlled simulation study. *Resuscitation* 2012;83:626–632
  76. Bergrath S, Czaplík M, Rossaint R, Hirsch F, Beckers SK, Valentin B, et al: Implementation phase of a multicentre prehospital telemedicine system to support paramedics: feasibility and possible limitations. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2013;21–54
  77. Bergrath S, Rörtgen D, Rossaint R, Beckers SK, Fischermann H, Brokmann JCh, 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
  78. Felzen M, Brokmann JC, Beckers SK, Czaplík M, Hirsch F, Tamm M, 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* 2017;3:402–409
  79. Brokmann JC, Rossaint R, Bergrath S, Valentin B, Beckers SK, Hirsch F, et al: Potenzial und Wirksamkeit eines telemedizinischen Rettungsassistenzsystems. Prospektive observationelle Studie zum Einsatz in der Notfallmedizin. *Anaesthesist*. 2015;64(6):438–445
  80. Czaplík M, Brokmann J, Hochhausen N, Beckers SK, Rossaint R: Current capabilities of telemedicine in anaesthesiology. *Anaesthesist*. 2015;64(3):183–189
  81. Vorstand der Bundesärztekammer: Indikationskatalog für den Notarztzeinsatz. Handreichung für Telefondisponenten in Notdienstzentralen und Rettungsleitstellen Stand 22.02.2013. [http://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/NAIK-Indikationskatalog\\_fuer\\_den\\_Notarzteinsatz\\_22022013.pdf](http://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/NAIK-Indikationskatalog_fuer_den_Notarzteinsatz_22022013.pdf) (Zugriffsdatum: 21.03.2019)
  82. DGAI Kommission für Telemedizin: Telemedizin in der prähospitalen Notfallmedizin: Strukturempfehlung der DGAI. *Anäst Intensivmed* 2016;57:2–8
  83. Stadt Zuerich: Einsatzzahlen Rettungsdienst SRZ. [www.stadt-zuerich.ch/sanitaet](http://www.stadt-zuerich.ch/sanitaet) (Zugriffsdatum: 21.03.2019)
  84. Bergrath S, Reich A, Rossaint R, Rörtgen D, Gerber J, Fischermann H, et al: Feasibility of prehospital teleconsultation in acute stroke – A pilot study in clinical routine. *PLoS ONE* 2012;7:e36796
  85. Brokmann JC, Rossaint R, Mueller M, Fitzner C, Villa L, Beckers SK, et al: Blood pressure management and guideline adherence in hypertensive emergencies and urgencies: A comparison between telemedically supported and conventional out-of-hospital care. *J Clin Hypertens Greenwich*. 2017;19(7):704–712
  86. Felzen M, Brokmann JC, Beckers SK, Czaplík M, Hirsch F, Tamm M, et al: Treatment of acute coronary syndrome by telemedically supported paramedics compared with physician-based treatment: A prospective, interventional, multicenter trial. *J Telemed Telecare* 2017;3:402–409
  87. Brokmann JC, Rossaint R, Hirsch F, Beckers SK, Czaplík M, Chowanetz M, et al: Analgesia by telemedically supported paramedics compared with physician-administered analgesia: A prospective, interventional, multicentre trial. *Eur J Pain* 2016;7:1176–1184
  88. Böttiger BW, Bernhard M, Knapp J, Nagele P: Influence of EMS-physician presence on survival after out-of-hospital

## Guidelines and Recommendations

## Special Articles

- cardiopulmonary resuscitation: systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2016;20:4,1–8
89. Müller KI, Alstadhaug KB, Bekkelund SI: Acceptability, feasibility, and cost of telemedicine for nonacute headaches: a randomized study comparing video and traditional consultation. *J Med Internet Res* 2016;18:e140
90. Russel TG, Blumke R, Richardson B, Truter P: Telerehabilitation mediated physiotherapy assessment of ankle disorders. *Physiotherapy Research International* 2010;15(3):167–175
91. Kroenke K, Krebs EE, Wu J, Yu Z, Chumbler NR, Bair MJ: Telecare collaborative management of

- chronic pain in primary care. *JAMA* 2014;312(3):240–248
92. Naylor MR, Keefe FJ, Brigidi B, Naud S, Helzer JE: Therapeutic Interactive Voice Response for chronic pain reduction and relapse prevention. *PAIN* 2008;134(3):239–240
93. Naylor MR, Naud S, Keefe FJ, Helzer JE: Therapeutic Interactive Voice Response (TIVR) to reduce analgesic medication use for chronic pain management. *The J Pain* 2010;11(12):1410–1419
94. Williams DA, Kuper D, Segar M, Mohan N, Sheth M, Clauw DJ: Internet-enhanced management of fibromyalgia: A randomized controlled trial. *PAIN* 2010;151(3):694–702.

Korrespondenz-  
adresse

**Prof. Dr. med.  
Gernot Marx, FRCA**

Klinik für Operative Intensivmedizin  
und Intermediate Care  
Uniklinik RWTH Aachen  
Pauwelsstraße 30  
52074 Aachen, Deutschland  
Tel.: 0241 8080444  
Fax: 0241 803380444  
E-Mail: gmarx@ukaachen.de

**An der Erstellung des Positionspapiers der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) und der Deutschen Gesellschaft für Telemedizin (DG Telemed): Telemedizin für die vier Säulen der Anästhesiologie haben maßgeblich mitgewirkt (in alphabetischer Reihenfolge):**

**G. van Aalst**

Deutsche Gesellschaft für Telemedizin, Berlin

**F. Balzer**

Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin  
Charité Berlin

**R. Beckers**

Deutsche Gesellschaft für Telemedizin, Berlin

**J.-C. Brokmann**

Zentrale Notaufnahme  
Uniklinik RWTH Aachen

**M. Czaplik**

Klinik für Anästhesiologie  
Uniklinik RWTH Aachen

**R. Deisz**

Klinik für Operative Intensivmedizin und Intermediate Care  
Uniklinik RWTH Aachen

**V. von Dossow**

Institut für Anästhesiologie und Schmerztherapie  
Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum

**M. Dusch**

Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
Medizinische Hochschule Hannover

**B. Ellger**

Klinik für Anästhesiologie, Schmerztherapie und Intensivmedizin  
Klinikum Westfalen

**J.-T. Gräsner**

Institut für Rettungs- und Notfallmedizin (IRUN)  
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein

**C. von der Groeben**

Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie  
Universitätsklinikum Frankfurt

**D. Hadzidiakos**

Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin  
Charité Berlin

**A. Heller**

Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin  
Uniklinikum Augsburg

**G. Marx**

Klinik für Operative Intensivmedizin und Intermediate Care  
Uniklinik RWTH Aachen,  
Deutsche Gesellschaft für Telemedizin, Berlin

**C. Nau**

Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein

**R. Rossaint**

Klinik für Anästhesiologie  
Uniklinik RWTH Aachen

**D. S. Weiß**

Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie  
Regionale Kliniken Holding GmbH

**C. Wunder**

Klinik für Anästhesie und Operative Intensivmedizin  
Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart

**T. Wurmb**

Klinik und Poliklinik für Anästhesie  
Universitätsklinikum Würzburg