

# Qualitätssteigerung in der Intensivmedizin durch Telemedizin: Beispiel ERIC

Björn Weiss, Nicolas Paul, Ben Kraufmann, Claudia D. Spies und das ERIC-Konsortium



Quelle: KH Krauskopf

Telemedizinische Versorgungsprogramme sind in der Intensivmedizin weltweit verbreitet und haben einen positiven Effekt auf Mortalität und Behandlungsdauer. Dieser Beitrag zeigt anhand der neuen Versorgungsform „Enhanced Recovery after Intensive Care (ERIC)“, wie Telemedizin in der Intensivmedizin eingesetzt werden kann, um die Qualität der akuten intensivmedizinischen Behandlung zu steigern.

## ABKÜRZUNGEN

ARDS	Acute Respiratory Distress Syndrome
DSGVO	Datenschutzgrundverordnung
ERIC	Enhanced Recovery after Intensive Care
ICU	Intensive Care Unit
ITS	Intensivstation
PICS	Post-Intensive Care Syndrome
QI	Qualitätsindikator
RCT	randomisiert-kontrollierte Studie
SOP	Standard Operating Procedure

## Einleitung

### Versorgungsqualität in der Intensivmedizin

Mehr als 2 Mio. Menschen werden jährlich in Deutschland auf Intensivstationen (ITS) behandelt [1]. Der schon heute große Bedarf an Intensivmedizin wird in den nächsten Jahren voraussichtlich noch weiter ansteigen [2]. Obwohl Durchschnittsalter und Krankheitsschwere der Patienten kontinuierlich ansteigen, sinkt die Mortalitätsrate seit Jahren. Was daraus resultiert, ist eine neue Kohorte von Überlebenden, die unter charakteristischen Langzeitfolgen der intensivmedizinischen Behandlung leiden, welche insbesondere 3 funktionelle Domänen betreffen [3]:

**FALLBEISPIEL****Telemedizinische Konsultation**

Die 35-jährige Frau Musterfrau wird mit dem Leitsymptom „Dyspnoe“ in ihr regionales Krankenhaus eingeliefert. Die Diagnose „atypische Pneumonie“ wird schnell gestellt. Dennoch ist der Fall komplex. Auffällig sind Arthralgien seit mehreren Wochen und ein Exanthem sowie ein nur moderat erhöhtes Entzündungsniveau. Die Patientin wird isoliert und es erfolgt bei respiratorischer Insuffizienz die Verlegung auf die Intensivstation, wo sich der Zustand verschlechtert, sodass sie vom diensthabenden Anästhesisten intubiert werden muss.

Das Krankenhaus nimmt am telemedizinischen Programm der Charité – Universitätsmedizin Berlin teil, und es erfolgt eine Akutvorstellung über die Televisite. Gemeinsam mit den Kollegen und Kolleginnen wird eine strukturierte Visite anhand der Qualitätsindikatoren (QIs) der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung von Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) durchgeführt und ein diagnostischer Plan festgelegt.

Zunächst kann festgestellt werden, dass alle QI der Behandlung erfüllt sind und unter der etablierten Beatmung und einer inspiratorischen Sauerstofffraktion (FiO<sub>2</sub>) von 0,4 ein zufriedenstellender Gasaustausch bei geringen bis moderaten Beatmungsdrücken erzielt werden kann – eine akute Verlegung wird daher zunächst nicht veranlasst. Es wird allerdings eine rheumatologische Diagnostik initiiert, die das Ergebnis eines positiven Anti-Jo-1 ELISAs bringt und letztlich die Diagnose einer Polymyositis ergibt. Es wird eine Therapie mittels Glukokortikoiden induziert, die eine rasche Verbesserung der Situation nach sich zieht.

- Mobilität und physische Funktionen: Viele Patienten zeigen auch Jahre nach der Entlassung von der ITS noch Beeinträchtigungen in der Bewältigung täglicher Basisaktivitäten sowie eine verringerte Muskelkraft.
- Langfristige mentale Gesundheit: Post-Intensivpatienten leiden vermehrt an Depressionen, posttraumatischen Belastungsstörungen und Angststörungen.
- Kognitive Funktionen: Viele Patienten zeigen nach ihrem Intensivaufenthalt Beeinträchtigungen ihrer kognitiven Funktionen. Zudem ist das Risiko für die Erkrankung an Demenz erhöht.

Zusammenfassend werden diese Beeinträchtigungen als Post-Intensive Care Syndrome (PICS) bezeichnet [4].

Neben den bereits etablierten, traditionellen Parametern des Behandlungsergebnisses, wie Mortalität und Intensivbehandlungsdauer, spielen gerade in der oben beschriebenen neuen Kohorte von Überlebenden funktionelle Beeinträchtigungen und deren Management eine entscheidende Rolle. Eine zentrale Frage ist, welche Strategien angewendet werden können, um die Langzeitfolgen einer Intensivbehandlung zu minimieren und ein verbessertes Überleben nach Intensivtherapie zu gewährleisten.

**HINTERGRUNDWISSEN****Funktionelle Langzeitbeeinträchtigungen nach Intensivaufenthalt**

- 4 von 10 invasiv beatmeten Patienten zeigen 3 Monate nach Entlassung kognitive Beeinträchtigungen, bei einem Viertel der Patienten entsprechen diese einer milden Alzheimer-Erkrankung. In vielen Fällen persistierten diese Einschränkungen auch noch 1 Jahr nach Entlassung.
- Jeder 3. Patient beschreibt Symptome einer Depression, und 7% der Patienten zeigen Symptome einer posttraumatischen Belastungsstörung.
- Circa jeder 4. Patient berichtet über Probleme bei der Bewältigung seiner Alltagsaufgaben auch Monate nach Entlassung von der Intensivstation.

[5, 6]

**Merke**

**Durch eine Senkung der Mortalität steigt die Anzahl an Patienten mit funktionellen Langzeitbeeinträchtigungen, da vulnerable Patientengruppen die Intensivbehandlung überleben, die ein höheres Risiko für Langzeitschäden aufweisen.**

Neben den Herausforderungen der akuten intensivmedizinischen Versorgung stellt die Vermeidung eben dieser Langzeitfolgen hohe Anforderungen an Personal, technische Ausstattung und Prozessqualität. Bestrebungen zu einer hohen Standardisierung können helfen sicherzustellen, dass Intensivmedizin diesen neuen Ansprüchen gerecht werden kann. Durch die Verwendung einer Vielzahl von Leitlinien, die verschiedene Bereiche der intensivmedizinischen Versorgung abdecken, z. B. Management von Delir, Sedierung und Analgesie (DAS-Leitlinie), soll eine flächendeckende, standardisierte Versorgung sichergestellt werden.

Neben der Formulierung dieser Leitlinien ist ein weiterer kritischer Schritt die Implementierung in die klinische Versorgung. Einer Studie zufolge könnten durch die konsequente Umsetzung von 5 evidenzbasierten Therapien in der Intensivmedizin, z. B. der Beatmung mit niedrigen Tidalvolumina bei Patienten mit akutem Lungenversagen (Acute Respiratory Distress Syndrome, ARDS), in den USA jährlich ca. 167 000 Patienten mehr überleben [7].

Den Bestrebungen zur Sicherstellung der Behandlungsqualität steht ein sich weiter verschärfender Mangel an qualifiziertem Personal gegenüber, insbesondere in ländlichen Regionen. Es wird z. B. in einer US-amerikanischen Studie vorhergesagt, dass im Jahr 2030 lediglich 65% der benötigten Arbeitsstunden qualifizierter Intensivmediziner zur Verfügung stehen werden [8]. Diese Entwicklung

ist insbesondere deshalb als kritisch anzusehen, da eine ausreichende personelle Ausstattung in der Intensivmedizin nachweislich mit einer niedrigeren Mortalitätsrate assoziiert ist [9].

Telemedizinische Versorgungsstrukturen können für diese beiden Problemstellungen Abhilfe schaffen. Zum einen kann mittels telemedizinischer Unterstützung eine breite Patientenversorgung durch spezialisierte, erfahrene Intensivmediziner ermöglicht werden. Zum anderen bietet Telemedizin die Möglichkeit, aus externer Perspektive Zweitmeinungen zu geben, bei der Einhaltung von Behandlungsstandards zu unterstützen und somit die Behandlungsqualität der Patienten insgesamt zu verbessern und so Langzeitfolgen abzumildern.

Ein sehr aktuelles Beispiel ist die COVID-19-Pandemie, in der Kapazitäten in der Intensivmedizin zu einer zentralen Herausforderung wurden, denn kritisch kranke Patienten mit dem Bedarf an hochspezialisierter Behandlungsexpertise mussten auch in kleinen Kliniken ohne ARDS-Schwerpunkt behandelt werden. Hier konnten telemedizinische Versorgungsstrategien analog zum unten beschriebenen ERIC-Projekt angewendet werden, um die Behandlung der Patienten an ein Zentrum anzubinden.

## Telemedizinische Versorgungssysteme in der Intensivmedizin

### Struktur existierender telemedizinischer Programme

Telemedizinische Versorgungssysteme in der Intensivmedizin finden bislang vornehmlich in den USA breite Anwendung, wo im Jahr 2014 bereits 7,9% der Intensivbetten telemedizinisch angebunden waren [10]. Diese Systeme können innerhalb eines bestehenden Krankenhausnetzwerks etabliert worden sein, in dem die einzelnen Häuser denselben Träger besitzen, oder innerhalb eines neu geschaffenen Netzwerks, das eine Verbindung unabhängiger Krankenhäuser darstellt, die im Rahmen der telemedizinischen Versorgung zusammenarbeiten und ihre intensivmedizinischen Ressourcen bündeln. Alternativ initiiert ein großes Krankenhaus (z. B. ein Universitätsklinikum) ein telemedizinisches Programm und bindet kleinere, unabhängige Krankenhäuser in der Umgebung an, die von der intensivmedizinischen Expertise profitieren und die Qualität ihrer intensivmedizinischen Versorgung verbessern möchten [11].

### Personelle und technische Ausstattung

Telemedizinische Versorgungsprogramme bestehen typischerweise aus einer Tele-Intensivstation (Tele-ICU), auch Cockpit genannt, und angebundenen Intensivstationen, die als Remote-ICUs bezeichnet werden. Remote-ICUs sind diejenigen Intensivstationen, die mit der Tele-ICU telemedizinisch verbunden sind. Hinsichtlich der

Dienststruktur gibt es unterschiedliche Modelle, wobei man grundsätzlich ein Visitenystem von einem Bereitschaftssystem unterscheiden kann. Viele Tele-Intensivprogramme funktionieren mit einer Mischung aus beidem, was typischerweise als „Round-and-Response“-System bezeichnet wird.

Spezielle Ausstattungsmerkmale einer Tele-ICU sind die Zertifizierung (z. B. nach der DGAJ), der Nachweis von speziellen Kompetenzen, die Präsenz von Fachärzten mit Zusatzqualifikation Intensivmedizin rund um die Uhr, 365 Tage im Jahr, und ein Qualitätsmanagementprogramm. Mindeststandards sind in der AWMF-Leitlinie „Telemedizin in der Intensivmedizin“ (AWMF-Register Nr. 001/034) ausführlich dargelegt.

Das medizinische Personal wird durch administratives ergänzt, das sich um die Organisation des telemedizinischen Netzwerks kümmert, sowie Techniker, welche die Funktionalität der Infrastruktur sicherstellen. Neben qualifiziertem Personal befindet sich in jeder Tele-ICU Equipment, das eine hochauflösende, audiovisuelle Übertragung zwischen den Standorten ermöglicht. Automatische Alarmsysteme können das Personal in der Tele-ICU darauf aufmerksam machen, dass bestimmte Vital- oder Beatmungsparameter außerhalb eines Normbereichs liegen. So kann die Tele-ICU Probleme früh erkennen und ggf. intervenieren (► **Abb. 1**) [11].

Auch die Remote-ICUs sind mit telemedizinischen Visitenwagen oder Robotern ausgestattet, die eine Direktübertragung in die Tele-ICU ermöglichen. Grundvoraussetzung ist eine problemlos funktionierende Breitband-

## HINTERGRUNDWISSEN

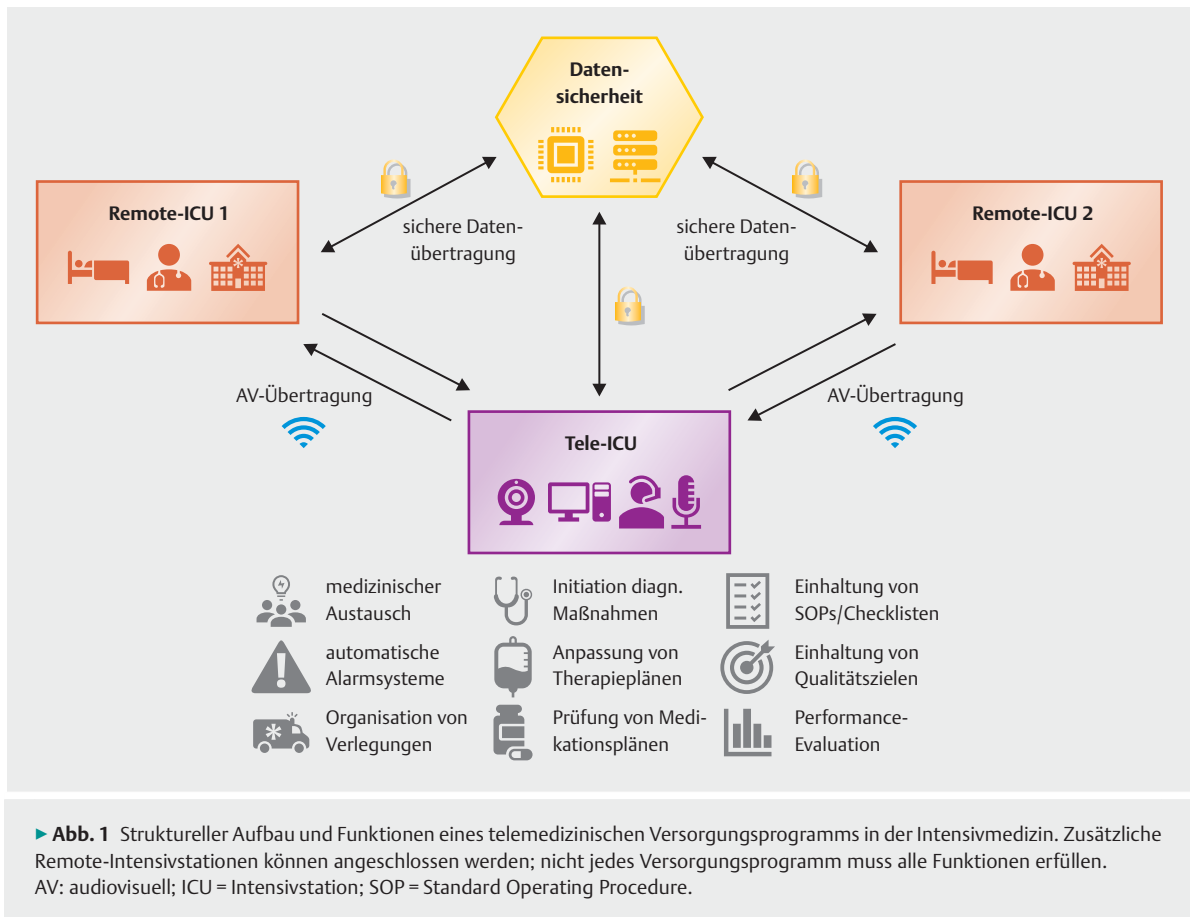
### Telemedizinische Systeme in der Intensivmedizin

Personal:

- Facharzt/Fachärztin mit Zusatzbezeichnung Intensivmedizin
- Fachkrankenschwester/-pflegerin mit Weiterbildung Intensivpflege
- administratives Personal zur Koordination und Dokumentation
- ggf. Techniker

Technik:

- Verbindung mittels audiovisueller Übertragungsgeräte zwischen Tele-ICU und Remote-ICUs
- stabile Internetverbindung an allen Standorten mit hoher Übertragungsrate
- ggf. Zugang der Tele-ICU zu den Vital- und Beatmungsparametern in Echtzeit
- ggf. Zugang der Tele-ICU zur elektronischen Patientenakte mit Befunden, radiologischen Bildern und Laborwerten
- digitales Dokumentationssystem
- ggf. Alarmsystem, das die Tele-ICU bei Über-/Unterschreitung bestimmter Werte benachrichtigt



verbindung in jedem Patientenzimmer. Darüber hinaus sollte die Remote-ICU Zugang zu den relevanten Patientendaten erhalten. Das kann Vorbefunde aus der elektronischen Patientenakte, radiologische Bilder, Untersuchungsbefunde und aktuelle Laborwerte einschließen.

### Merke

Wichtig für den reibungslosen Ablauf eines telemedizinischen Programms ist neben erfahrem Personal und technischer Infrastruktur auch die Akzeptanz in den telemedizinisch angebundenen Krankenhäusern.

### Funktionen telemedizinischer Versorgungssysteme

Telemedizinische Versorgungssysteme bilden im Wesentlichen 6 Bereiche ab, wobei nicht jedes telemedizinische Programm alle Aspekte abdeckt (► **Abb. 1**) [11]:

- regelmäßige, telemedizinische Visiten der betreuten Patienten. Diese sind interdisziplinär, multiprofessionell und flexibel zu gestalten. Sie können auch Spezialvisiten einschließen (z. B. Neurologie, Infektiologie).
- kontinuierliche Überwachung der Patienten der Remote-ICU durch Übertragung von Vitalparametern, Beatmungs- und Perfusoreinstellungen in Echtzeit.

- Erstellung und Modifikation von Tageszielen sowie von Behandlungsplänen; Indikationsstellung und Initiation geeigneter Therapien.
- Erkennen von Notfallsituationen und Veranlassung adäquater Interventionen.
- Unterstützung bei der Einhaltung existierender Standard Operating Procedures (SOPs), Behandlungsstandards und Leitlinien.
- Entwicklung und Implementierung neuer SOPs und Behandlungsstandards.

Telemedizinische Versorgungsprogramme variieren in dem Grad der Autonomie, den die Tele-ICU in der Patientenversorgung besitzt. Hierbei bewegen sich die meisten telemedizinischen Programme zwischen 2 Polen unterschiedlicher Kompetenz: Manche Programme erlauben die gemeinsame tägliche Visite, die konsiliarisch das medizinische Personal in der Remote-ICU berät, wobei die Verantwortung der Behandlung in der Remote-ICU verbleibt. Zugriff auf Vital-, Beatmungsparameter, Perfusoreinstellungen oder die elektronische Patientenakte bestehen hierbei in der Regel nicht oder nur eingeschränkt. Andere Programme bieten hingegen umfangreichen Zugriff auf die Patientendaten und geben der Tele-ICU die Möglichkeit, in Rücksprache mit dem medizinischen Personal vor Ort die Behandlungspläne zu modifizieren, Indi-

		Auswirkungen				
		1: klein	2: mittel	3: groß	4: kritisch	5: dramatisch
Eintrittswahrscheinlichkeit	1: sehr unwahrscheinlich	1	1	2	3	4
	2: unwahrscheinlich	1	2	2	3	4
	3: möglich	2	2	3	4	4
	4: wahrscheinlich	2	3	4	4	5
	5: hochwahrscheinlich	3	3	4	5	5

► **Abb. 2** Beispielhafter Risikoindex anhand einer Matrix für die Bewertung von Einzelrisiken einer telemedizinischen Infrastruktur. Beispielsweise könnte ein Risikoszenario „Abbruch der Internetverbindung“ heißen. Diese Störung tritt mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit ein und hat eine gewisse Schwere (je nach Leistungsumfang der Tele-ICU). Ist der Risikoindex ohne Gegenmaßnahmen bei z. B. 4, so kann er mit adäquaten Gegenmaßnahmen (z. B. redundante Internetverbindung, Ausweichmöglichkeit via Telefon, Vorhandensein voller ärztlicher Expertise vor Ort) auf 1 oder 2 gesenkt werden.

kationen für diagnostische oder therapeutische Verfahren zu stellen, auf Akutereignisse zu reagieren und somit eine sehr aktive Rolle in der täglichen medizinischen Versorgung zu übernehmen [11].

In Deutschland sind vornehmlich erstere Programme zu finden, da die Gesetzeslage eine Substitution von Leistungen und eine reine Fernbehandlung nicht zulässt. In internationalen Programmen ist die Situation anders. Hier wird z. B. der Spezialist nur noch telemedizinisch hinzugeschaltet, bespricht mit dem „Remote-Site-Physician“, dem Arzt vor Ort, die Therapie und kann ggf. direkte Anordnungen geben und intervenieren.

Ein wesentlicher Punkt in der Umsetzung telemedizinischer Programme sind datenschutzrechtliche Überlegungen sowie die Abschätzung datenschutzrechtlicher Folgen bei der Anwendung digitaler Verfahren zur telemedizinischen Versorgung. Elektronische Fallakten oder gemeinsame Dokumentationen sowie der Austausch von Daten sind grundsätzlich Verarbeitungstätigkeiten, die gemäß der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) der Europäischen Union einer Datenschutzfolgenabschätzung bedürfen. Wesentliche Punkte sind hier die Datenflüsse, der Zweck der Verarbeitung, die erhobenen Datenkategorien und gesetzliche Fristen sowie die genaue Beschreibung der betroffenen Personengruppen, der Anwendungen und ihrer Schnittstellen. Am Ende muss eine dezidierte Risikobewertung erstellt werden, die Risiken anhand von Eintrittswahrscheinlichkeiten sowie Schwere bewertet und in einem Risikoindex darlegt (eine beispielhafte Risikoindexbewertung ist in ► **Abb. 2** zu finden).

Die in der Europäischen Union geltende DSGVO weist fundamentale Unterschiede zum Datenschutz in den Vereinigten Staaten auf. Dort liegen keine allgemeingültigen Datenschutzgesetze vor, sondern branchenspezifische

Richtlinien und Gesetzgebungen. Oft verpflichten sich Unternehmen zu eigenen Datenschutzmaßnahmen. Darüber hinaus bestehen in den Vereinigten Staaten weitreichendere Zugriffsmöglichkeiten von staatlicher Seite. Die unterschiedlichen Anforderungen, die der Datenschutz an telemedizinische Projekte in der Europäischen Union und den Vereinigten Staaten stellt, können transatlantische Kooperationen erschweren.

### Klinischer Nutzen

Mittlerweile existiert eine Vielzahl an Studien über den klinischen Nutzen telemedizinischer Programme in der Intensivmedizin [12–16]. Schwerpunkt dieser Studien ist meist nicht die Untersuchung des Einflusses der Telemedizin auf die Behandlungsqualität, sondern der Einfluss auf ICU- und Krankenhausmortalität sowie Dauer des ICU- und Krankenhausaufenthalts.

Ein kürzlich durchgeführtes systematisches Review mit Metaanalyse von Chen et al. resümierte, dass telemedizinische Programme in der Intensivmedizin mit einer verringerten ICU- und Krankenhausmortalität assoziiert waren und die ICU-Verweildauer verkürzten, jedoch keinen Einfluss auf die Krankenhausverweildauer hatten [12]. Ein anderes systematisches Review von Young et al. kam zu dem ähnlichen Fazit, dass eine telemedizinische Versorgung die ICU-Mortalität und die ICU-Verweildauer verkürzt [13]. In dieser Arbeit wurde jedoch keine Assoziation zu Krankenhausmortalität und -verweildauer gefunden. Daran anschließend fand ein Review mit Metaanalyse von Wilcox und Adhikari Verringerungen der ICU- und Krankenhausmortalität sowie eine Verkürzung der ICU- und Krankenhausverweildauer [14].

Ein telemedizinisches Programm hat u. a. über den schnellen Zugang zu einem erfahrenen Intensivmediziner, sensitive Alarmsysteme, die verbesserte Einhaltung medizinischer Standards und häufigere interdisziplinäre

Visiten positive Effekte auf Mortalität und Verweildauer [15]. Zudem konnte in einer Studie gezeigt werden, dass durch eine telemedizinische Versorgung die Einhaltung von Standards zur Verhinderung von tiefen Beinvenenthrombosen und Stressulzera verbessert werden konnte [16].

Dennoch muss betont werden, dass Studien zur Untersuchung telemedizinischer Interventionen in der Intensivmedizin nur Vorher-Nachher-Studien sind, die insgesamt sehr unterschiedliche und heterogene Interventionen untersuchten. Zudem wurden bei den vorhandenen Studien eine geringe methodische Einheitlichkeit, eine zu wenig detaillierte Beschreibung der untersuchten Interventionen und eine unzureichende Darlegung der Ergebnisse kritisiert [17]. Wie von Mackintosh et al. gefordert, besteht hier ein großer Bedarf an Cluster-randomisierten Studien oder randomisierten Studien im Stepped-Wedge-Design, die eine klare Beschreibung der untersuchten Interventionen und des Kontexts, in dem sie eingeführt wurden, liefern. Idealerweise sollten diese Studien Nachuntersuchungen jeweils 12 und 24 Monate nach der telemedizinischen Behandlung durchführen, um Langzeiteffekte zu detektieren [17].

#### Merke

**In der Intensivmedizin gibt es noch keine Ergebnisse randomisiert-kontrollierter Studien (RCTs), die den Einfluss von Telemedizin auf die intensivmedizinische Versorgung und das Behandlungsergebnis untersuchen.**

## Das Projekt: Enhanced Recovery after Intensive Care (ERIC)

### Studiendesign, Ziele und Qualitätsindikatoren

ERIC ist eine multizentrische, Cluster-randomisierte, kontrollierte Studie im Stepped-Wedge-Design aus der ersten Förderwelle des Innovationsfonds mit einer geplanten Fallzahl von 1431 Patienten. ERIC erprobt und evaluiert eine neue Versorgungsform in der Intensivmedizin [18, 19]. Es wird untersucht, ob sich durch eine telemedizinische Intervention auf der ICU die Qualität der akut-intensivmedizinischen Versorgung verbessern und die funktionellen Langzeitfolgen nach ICU-Aufenthalt vermindern lassen. Langzeitfolgen betreffen vor allem die 3 PICS-Domänen mentale Gesundheit, kognitive Funktionen und Mobilität, sowie zusätzlich die gesundheitsbezogene Lebensqualität.

Die Prozessqualität der intensivmedizinischen Behandlung wird anhand der Einhaltung von QIs der DIVI für die akut-intensivmedizinische Behandlung evaluiert (► **Tab. 1**) [20]. Die DIVI hat für diese QIs eine detaillierte Beschreibung mit Benchmarks festgelegt und die Population, auf die sie anwendbar sind, beschrieben. Die QIs

► **Tab. 1** Qualitätsindikatoren (QIs) der akuten intensivmedizinischen Versorgung [20]. QI V „Überwachung der Maßnahmen zur Infektionsprävention“ und QI X „Leitung der Intensivstation“ werden in ERIC nicht täglich erfasst und stellen keine primären Endpunkte der Studie dar, sodass die ursprünglich 10 DIVI-QIs in ERIC auf 8 QIs reduziert werden.

Nr.	Qualitätsindikator
I	tägliche multiprofessionelle und interdisziplinäre klinische Visite mit Dokumentation von Tageszielen
II	Management von Sedierung, Analgesie und Delir
III	patientenadaptierte Beatmung
IV	frühzeitige Entwöhnung von einer invasiven Beatmung (Weaning)
VI	Maßnahmen zum Infektionsmanagement
VII	frühe enterale Ernährung
VIII	Dokumentation einer strukturierten Patienten- und Angehörigenkommunikation
IX	Frühmobilisation

sind evidenzbasiert, relevant, operationalisierbar, verständlich und in ihrer Umsetzung quantifizierbar. Sie betreffen die Dimensionen Prozessqualität, Ergebnisqualität und strukturelle Qualität. Die Operationalisierung der QIs in eine strukturierte Visite ist ein wesentliches Novum in ERIC.

Die DIVI hat in aktuell 3. Auflage 10 QIs definiert, wobei die Einhaltung von 8 QIs auf individueller Patientenebene täglich als primärer Endpunkt der Studie gemessen wird. Die QIs V „Überwachung der Maßnahmen zur Infektionsprävention“ und X „Leitung der Intensivstation“ können auf täglicher Basis und Patientenebene nicht erfasst werden. Als sekundäre Endpunkte der Studie werden die in ► **Tab. 2** dargestellten Parameter bis zu 6 Monate nach Entlassung von der Intensivbehandlung erfasst.

#### Merke

**Die Qualitätsindikatoren bilden Aspekte und Bereiche der Intensivmedizin ab, in denen relevante Abweichungen zum evidenzbasierten Standard auftreten können. Sie sind für das Behandlungsergebnis relevant und beeinflussen insbesondere auch funktionelle Domänen. Sie werden regelmäßig überarbeitet und verändern sich somit über die Zeit.**

### Telemedizinisches Netzwerk

In der Charité – Universitätsmedizin Berlin wurde am Campus Virchow-Klinikum ein telemedizinischer Hub etabliert: die Tele-ICU. Diese wurde mit telemedizinischem Equipment (Computer, Bildschirme, Kameras, Mikrofone) ausgestattet und ist 7 Tage pro Woche tagsüber mit einem erfahrenen Facharzt mit Zusatzbezeich-

► **Tab. 2** Sekundäre Endpunkte bei ERIC. Die sekundären Endpunkte werden bei jedem Patienten bis zu 6 Monate nach Entlassung von der Intensivstation erhoben.

sekundärer Endpunkt	Erhebungsinstrument
mentale Gesundheit – Depression, posttraumatische Belastungsstörung, Angststörung	Impact of Event Scale – revised (IES-R); Patient Health Questionnaire-4 (PHQ-4)
kognitive Funktionen	MiniCog; Animal Naming Test
physische Gesundheit/Mobilität	Handkraftmessung; Timed Up-and-Go (TuG)
gesundheitsbezogene Lebensqualität	EuroQol-5 Dimensions-5 Level (EQ-5D-5L)
patientenbezogene Funktionalität	WHO Disability Assessment Schedule 2.0 (WHODAS 2.0)
ambulante, mechanische Ventilation	Anzahl der Tage mechanischer Beatmung nach Entlassung von der ITS
Organdysfunktion	Einschätzung der Funktion der Organsysteme des Patienten durch den behandelnden Hausarzt
pulmonale Symptome/Dyspnoe	Modified British Medical Research Council-(mMRC-)Dyspnoe-Skala
Mortalität	Krankenhausmortalität; Sterblichkeit bis zu 6 Monate nach Entlassung von der ITS

nung Intensivmedizin besetzt, nachts wurde ein analog qualifizierter Bereitschaftsdienst etabliert, der einen 24/7/365-Service garantiert. In einem 6 Mio. Einwohner umfassenden Gebiet in Berlin und umliegenden Teilen Brandenburgs, mit jährlich insgesamt ca. 150 000 ICU-Aufnahmen, wurden im Projektzeitraum 11 Intensivstationen an die Tele-ICU angeschlossen. Damit wurde das erste telemedizinische Netzwerk in der Intensivmedizin im Nordosten Deutschlands etabliert. Auf der ICU jedes Zentrums befindet sich ein telemedizinischer Visitenroboter, welcher eine sichere, stabile audiovisuelle Übertragung zur Tele-ICU ermöglicht (► **Abb. 3**). Dieser Visitenroboter ist manuell zwischen Patientenbetten beweglich.

### Einschlusskriterien, Kontroll- und Interventionsphase

Angeschlossene Kliniken können Patienten in die Studie einschließen, die folgende Kriterien erfüllen:

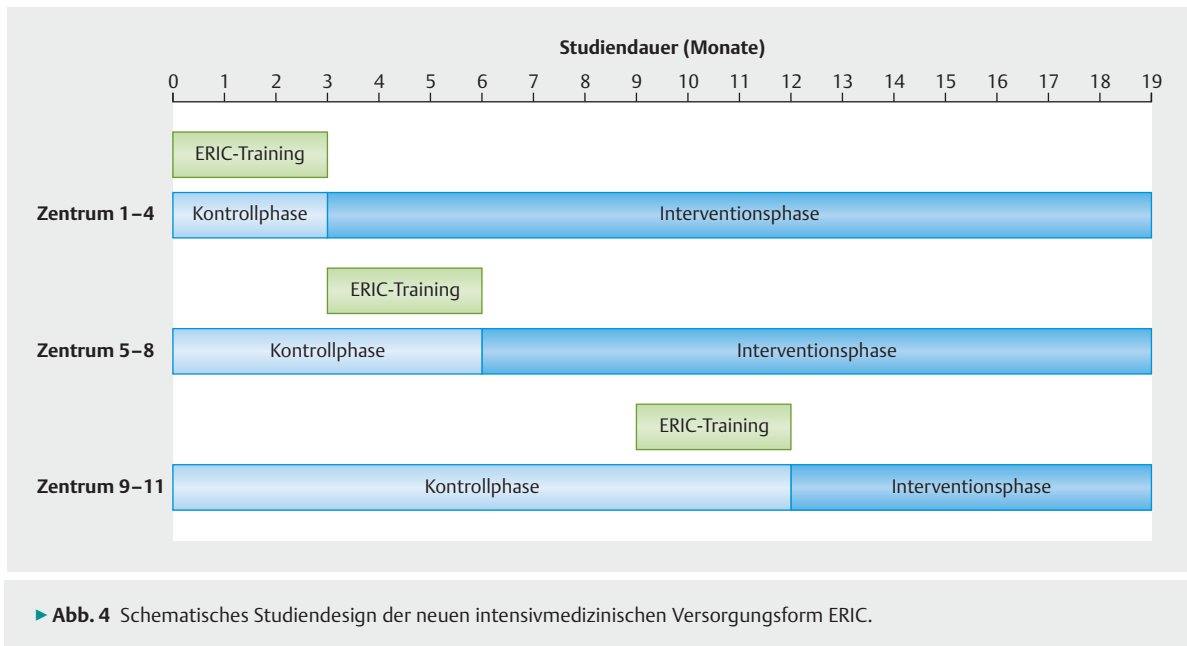
- Alter > 18 Jahre
- voraussichtliche ICU-Verweildauer von mind. 1 Tag
- Vorliegen einer schriftlichen Einverständniserklärung des Patienten oder gesetzlichen Vertreters

Alle Zentren beginnen zunächst in der Kontrollphase der Studie, in der noch keine telemedizinische Versorgung stattfindet (► **Abb. 4**). Eingeschlossene Patienten erhalten eine konventionelle intensivmedizinische Versorgung, und anhand der Dokumentation auf der ICU wird für jeden Patienten die Einhaltung jedes QIs an jedem Tag in einem binären Ja-Nein-System erfasst. Im Verlauf wird hieraus die prozentuale QI-Adhärenz abgeleitet.

Gemäß Studienprotokoll wechseln die teilnehmenden Zentren in 3 Randomisierungsblöcken nach entweder 3, 6 oder 12 Monaten von der Kontroll- in die Interventionsphase. Die Randomisierungsblöcke 1 und 2 bestehen aus je 4 Zentren, Randomisierungsblock 3 umfasst 3 Zentren.



► **Abb. 3** Telemedizinischer Visitenroboter „Vita“ der Firma Teladoc Health. Dargestellt ist die Vorderansicht des Geräts im Einsatz auf einer Beispielstation.



Nach dem Wechsel in die Interventionsphase werden die Patienten 1-mal pro Tag telemedizinisch durch erfahrene Intensivmediziner der Tele-ICU visitiert. Diese Visiten finden immer interdisziplinär und in einem Dialog mit den behandelnden Kollegen in der Remote-ICU, dem Patienten und den Ärzten der Tele-ICU statt. Eine audiovisuelle Übertragung wird durch den telemedizinischen Visitenroboter ermöglicht. Bei den Visiten wird auf die Einhaltung der 8 QIs der DIVI geachtet, die auf Basis der Informationen aus den Visiten und der klinischen Dokumentation der Remote-ICU in einem binären Ja-Nein-System bewertet und erfasst wird (► **Abb. 5**). In einem Bereitschaftsdienst sind erfahrene Intensivmediziner der Tele-ICU 24 h am Tag erreichbar und stehen für telemedizinische Konsile zur Verfügung.

Drei Monate, bevor ein Zentrum in die Interventionsphase wechselt, nehmen einzelne Mitarbeiter an dem ERIC-Training teil. In einem Blended-Learning-Konzept, das einen eLearning-Kurs für jeden QI, Simulationstraining im Simulationszentrum der Charité – Universitätsmedizin Berlin und ein Training vor Ort beinhaltet, werden Teilnehmer in den QIs sowie im Umgang mit dem telemedizinischen Visitenroboter geschult. Nach erfolgreichem Abschluss des Trainings tragen die Teilnehmer diese Kenntnisse dann als Multiplikatoren in ihre Zentren.

### Merke

**Primärer Endpunkt von ERIC ist die Adhärenz zu 8 QIs der DIVI in der akut-intensivmedizinischen Versorgung. Sekundäre Endpunkte sind funktionelle Aspekte des Behandlungsergebnisses (z. B. kognitive Funktionen oder mentale Gesundheit) bis zu 6 Monate nach Entlassung von der ICU.**

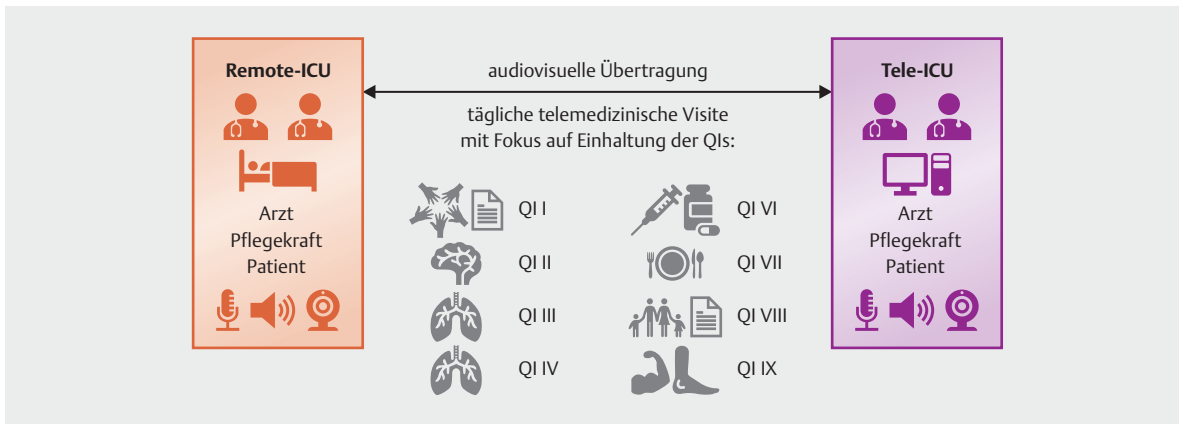
### Ablauf einer Televisite

Teilnehmenden Remote-ICUs wird im ERIC-Televisiten-system neben einer 24-stündigen Erreichbarkeit ein festes Terminzeitfenster pro Tag zugewiesen. Die Visite erfolgt in einem Tandem aus Facharzt mit Zusatzbezeichnung Intensivmedizin und spezialisierter Fachkrankpflege. Direkt vor der Televisite erfolgt der Anruf auf der Intensivstation, bei dem besprochen wird, wer visitiert wird und mit wem die Televisite stattfinden wird. Nachdem die Intensivstation den Televisitenwagen positioniert und den Verbindungsaufbau freigegeben hat, erfolgt ein End-zu-End-verschlüsselter Verbindungsaufbau (► **Abb. 3** für ein Bild des Geräts).

Die Kamera wird nun durch das Tele-ICU-Team gesteuert, und es folgt eine anhand der QIs strukturierte Visite. Während der Visite werden typischerweise im Rahmen des QI I („Tägliche multiprofessionelle Visite mit Dokumentation von Tageszielen“) auch allgemeine medizinische oder spezialpflegerische Fragen besprochen. Der zeitliche Umfang einer Visite beträgt bei der 1. Konsultation ca. 15–20 min und wird an den darauffolgenden Tagen bedarfsadaptiert gekürzt, sodass seitens der Tele-ICU ca. 4 Televisiten pro Stunde und Arbeitsplatz erfolgen können. Pro Tag sind somit ca. 30 Televisiten an 1 Arbeitsplatz möglich.

Wichtige Faktoren für eine Akzeptanz der Visiten sind Personalkontinuität, ein gutes Zeitmanagement und Regelmäßigkeit sowie der interdisziplinäre und multiprofessionelle Charakter. Transparenz ist ebenso ein wesentlicher Faktor – insbesondere, wenn sich verschiedene Meinungen zu diagnostischen oder therapeutischen Entscheidungen ergeben. Im Falle von Unstimmigkeiten ist





► **Abb. 5** Prinzip der telemedizinischen Visite in der Interventionsphase. QI I: tägliche multiprofessionelle Visite mit Dokumentation von Tageszielen; QI II: Management von Sedierung, Analgesie und Delir; QI III: patientenadaptierte Beatmung; QI IV: frühzeitige Entwöhnung von einer invasiven Beatmung (Weaning); QI VI: Maßnahmen zum Infektionsmanagement; QI VII: frühe enterale Ernährung; QI VIII: Dokumentation einer strukturierten Patienten- und Angehörigenkommunikation; QI IX: Frühmobilisation. ICU = Intensivstation.

ein professionelles, standardisiertes Vorgehen hilfreich, das mit einem gemeinsamen Fehlermanagement unterlegt ist, um z. B. Fallkonferenzen im Format von Morbiditäts- und Mortalitätskonferenzen auch klinikübergreifend möglich zu machen.

### Intersektorales Case-Care-Management und Post-ICU-Nachsorge

In einem intersektoralen Ansatz werden Patienten als Teil eines Case-Care-Managements 3 und 6 Monate nach der Entlassung von der ICU nachuntersucht. Zum einen wird der Hausarzt der Patienten kontaktiert und die aktuelle Versorgungssituation erfasst, zum anderen werden Patienten zu beiden Zeitpunkten auf funktionelle Langzeitbeeinträchtigungen in den PICS-Domänen sowie auf ihre gesundheitsbezogene Lebensqualität hin untersucht. Unter der Verwendung des Testsets von Spies et al. erhalten Patienten nach 3 Monaten ein kurzes, ca. 30-minütiges Screening zu PICS-relevanten Beeinträchtigungen [21].

Das Screening wird entweder durch den Hausarzt, durch geschultes Studienpersonal in der Ambulanz der Klinik für Anästhesiologie m. S. operative Intensivmedizin der Charité – Universitätsmedizin Berlin oder als Hausbesuch durchgeführt. Nach 6 Monaten erhalten Patienten eine 2., erweiterte, durch geschultes Studienpersonal durchgeführte Nachuntersuchung mit ausführlicheren Testinstrumenten, um Beeinträchtigungen in den PICS-Domänen zu detektieren. Zusätzlich stehen Intensivmediziner der Tele-ICU den Hausärzten über einen Bereitschaftsdienst 24 h am Tag für Anfragen zur Versorgung der gemeinsamen Patienten zur Verfügung.

### FALLBEISPIEL

#### Entlassung und Rehabilitation

Nach insgesamt 10 Tagen intensivmedizinischer Behandlung kann Frau Musterfrau in eine Frührehabilitation entlassen werden. Nach 3 Monaten erfolgt die 1. standardisierte Nachuntersuchung durch die Hausärztin und die PICS-Hochschulambulanz der Charité – Universitätsmedizin Berlin. Hier zeigt sich, dass die Patientin unter einer akuten Belastungsreaktion leidet, die sich durch eine Bewusstseinsminderung und eine eingeschränkte Aufmerksamkeit mit Rückzugstendenzen äußert. Der Patientin kann eine psychotherapeutische Unterstützung angeboten werden, die zu einer Besserung der Symptomatik führt.

### Merke

Durch das ERIC-Versorgungskonzept werden klassische Sektorengrenzen durchbrochen und Patienten auch nach ihrer Entlassung nachverfolgt, um die Kommunikation mit den ambulanten Behandlern und das langfristige Behandlungsergebnis zu verbessern.

### Gesundheitsökonomische Evaluation

Neben der klinischen Auswertung wird eine gesundheitsökonomische Evaluation durchgeführt, welche die neue Versorgungsform ERIC mit der konventionellen intensivmedizinischen Versorgung vergleicht. In einer Kosten-Effektivitäts-Analyse sowie einer Kosten-Nutzwert-Analyse werden direkte und indirekte Kosten sowie Ergebnisse bis zu 12 Monate nach Entlassung von der ICU erfasst und extrapoliert. In dem beschriebenen Fallbeispiel war

die Symptomatik in der 6-Monats-Kontrolluntersuchung deutlich verbessert und die Patientin hatte in der gesundheitsbezogenen Lebensqualität keine Einschränkung mehr.

## Ausblick: Was kann Telemedizin zur Qualitätssicherung leisten?

Der Bedarf an Intensivmedizin wird in den nächsten Jahren voraussichtlich weiter steigen. Bei einer gleichzeitigen Zunahme an Komplexität und einem sich verschärfenden Mangel an Intensivmedizinern können telemedizinische Versorgungssysteme einen wichtigen Beitrag leisten, um vorhandene Ressourcen möglichst effizient einzusetzen und gleichzeitig die Qualität der Behandlung auf der Intensivstation zu steigern. Insbesondere in den USA sind solche Versorgungssysteme in verschiedenen Ausprägungen bereits sehr verbreitet, und erste Studienergebnisse zeigen vielversprechende Effekte auf Mortalität und Verweildauer. Als erste randomisiert-kontrollierte Studie untersucht ERIC, inwieweit sich durch telemedizinische Versorgung in der Intensivmedizin die Behandlungsqualität auf der Intensivstation steigern lässt und funktionelle Langzeitbeeinträchtigungen in Form eines PICS verringert werden können.

### KERNAUSSAGEN

- Steigende Aufnahmezahlen in der Intensivmedizin und zunehmende Komplexität der Behandlung stellen Intensivmediziner vor neue Herausforderungen.
- Telemedizinische Versorgungskonzepte können helfen, vorhandene Ressourcen bestmöglich einzusetzen und die Qualität der intensivmedizinischen Versorgung zu steigern, indem evidenzbasierte Medizin umgesetzt wird.
- Determinanten für den Erfolg telemedizinischer Programme in der Intensivmedizin sind medizinisch erfahrenes Personal, eine funktionierende technische Ausstattung sowie die Akzeptanz in den telemedizinisch angebundenen ICUs.
- In Studien wurde belegt, dass telemedizinische Programme in der Intensivmedizin die ICU- und Krankenhausmortalität und -verweildauer senken können. Es gibt allerdings wenige Studien, die untersucht haben, ob sich mittels Telemedizin die Qualität intensivmedizinischer Versorgung direkt verbessern lässt.
- ERIC untersucht in der ersten RCT zu Tele-Intensivmedizin eine neue Versorgungsform, die durch telemedizinische Versorgung von Intensivpatienten die Adhärenz zu den QIs der DIVI verbessern möchte.
- In einem Case-Care-Management werden Sektorengrenzen überwunden und Patienten in Zusammenarbeit mit den behandelnden Hausärzten auf funktionelle Langzeitbeeinträchtigungen und Vorliegen eines PICS untersucht.

### Interessenkonflikt

ERIC ist ein Innovationsfondprojekt (Förderkennzeichen 01NVF16011).

### Autorinnen/Autoren



#### Björn Weiss

Dr. med., Oberarzt der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin, Charité – Universitätsmedizin Berlin. Seit 2010 an der Klinik von Univ.-Prof. Dr. med. Claudia Spies tätig, Facharzt für Anästhesiologie mit Zusatzbezeichnung Intensivmedizin.

2016–2019 gewähltes Vorstandsmitglied der European Society of Intensive Care Medicine, NEXT Committee Chair.



#### Nicolas Paul

2011–2018 Studium der Humanmedizin und der Gesundheitsökonomie (M. Sc.) an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. Seit 2019 Arzt in Weiterbildung und wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin, Charité – Universitätsmedizin Berlin unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. med. Claudia Spies.



#### Ben Kraufmann

Diplom-Informatiker und seit 2010 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS mit den Schwerpunktthemen Standardisierung und Interoperabilität im Bereich E-Health.



#### Claudia Spies

Univ.-Prof. Dr. med., seit 2005 Direktorin der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt Operative Intensivmedizin, Charité – Universitätsmedizin Berlin mit den Standorten Charité Campus Virchow-Klinikum und Charité Campus Mitte. Darüber hinaus seit 2006 Ärztliche Leiterin des CharitéCentrums 7 für Anästhesiologie und Intensivmedizin. Von 2011–2014 Prodekanin für Studium und Lehre der Charité – Universitätsmedizin Berlin. Seit 2011 gewähltes Mitglied der Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften. Seit 2009 im Präsidium der „Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften“ (AWMF) und zurzeit Vorsitzende der Ständigen Kommission „Leitlinien“ der AWMF.

### Korrespondenzadresse

#### Univ.-Prof. Dr. med. Claudia Spies

Charité – Universitätsmedizin Berlin  
Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt  
operative Intensivmedizin (CCM, CVK)  
Augustenburger Platz 1  
13353 Berlin  
Deutschland  
claudia.spies@charite.de

## Literatur

---

- [1] Statistisches Bundesamt. Grunddaten der Krankenhäuser 2015. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt; 2016
- [2] Milbrandt EB, Kersten A, Rahim MT et al. Growth of intensive care unit resource use and its estimated cost in Medicare. *Crit Care Med* 2008; 36: 2504–2510. doi:10.1097/CCM.0b013e318183ef84
- [3] Lilly CM, Swami S, Liu X et al. Five-year trends of critical care practice and outcomes. *Chest* 2017; 152: 723–735. doi:10.1016/j.chest.2017.06.050
- [4] Needham DM, Davidson J, Cohen H et al. Improving long-term outcomes after discharge from intensive care unit: report from a stakeholders' conference. *Crit Care Med* 2012; 40: 502–509. doi:10.1097/CCM.0b013e318232da75
- [5] Pandharipande PP, Girard TD, Jackson JC et al. Long-term cognitive impairment after critical illness. *N Engl J Med* 2013; 369: 1306–1316. doi:10.1056/NEJMoa1301372
- [6] Jackson JC, Pandharipande PP, Girard TD et al. Depression, post-traumatic stress disorder, and functional disability in survivors of critical illness in the BRAIN-ICU study: a longitudinal cohort study. *Lancet Respir Med* 2014; 2: 369–379. doi:10.1016/S2213-2600(14)70051-7
- [7] Pronovost PJ, Rinke ML, Emery K et al. Interventions to reduce mortality among patients treated in intensive care units. *J Crit Care* 2004; 19: 158–164. doi:10.1016/j.jcrc.2004.07.003
- [8] Angus DC, Kelley MA, Schmitz RJ et al. Current and projected workforce requirements for care of the critically ill and patients with pulmonary disease: can we meet the requirements of an aging population? *JAMA* 2000; 284: 2762–2770. doi:10.1001/jama.284.21.2762
- [9] Pronovost PJ, Angus DC, Dorman T et al. Physician staffing patterns and clinical outcomes in critically ill patients: a systematic review. *JAMA* 2002; 288: 2151–2162. doi:10.1001/jama.288.17.2151
- [10] Kahn JM, Cicero BD, Wallace DJ et al. Adoption of intensive care unit telemedicine in the United States. *Crit Care Med* 2014; 42: 362–368. doi:10.1097/CCM.0b013e3182a6419f
- [11] Breslow MJ. Remote ICU care programs: current status. *J Crit Care* 2007; 22: 66–76. doi:10.1016/j.jcrc.2007.01.006
- [12] Chen J, Sun D, Yang W et al. Clinical and economic outcomes of telemedicine programs in the intensive care unit: a systematic review and meta-analysis. *J Intensive Care Med* 2018; 33: 383–393. doi:10.1177/0885066617726942
- [13] Young LB, Chan PS, Lu X et al. Impact of telemedicine intensive care unit coverage on patient outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med* 2011; 171: 498–506. doi:10.1001/archinternmed.2011.61
- [14] Wilcox ME, Adhikari NKJ. The effect of telemedicine in critically ill patients: systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2012; 16: R127. doi:10.1186/cc11429
- [15] Lilly CM, McLaughlin JM, Zhao H et al. A multicenter study of ICU telemedicine reengineering of adult critical care. *Chest* 2014; 145: 500–507. doi:10.1378/chest.13-1973
- [16] Lilly CM, Cody S, Zhao H 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. doi:10.1001/jama.2011.697
- [17] Mackintosh N, Terblanche M, Maharaj R et al. Telemedicine with clinical decision support for critical care: a systematic review. *Syst Rev* 2016; 5: 176. doi:10.1186/s13643-016-0357-7
- [18] ClinicalTrials.gov. Identifier: NCT03671447, Enhanced Recovery After Intensive Care (ERIC) (14.09.2018). Im Internet (Stand: 22.10.2020): [www.clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03671447](http://www.clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03671447)
- [19] Adrion C, Weiss B, Paul N et al. Enhanced Recovery after Intensive Care (ERIC): study protocol for a German stepped-wedge cluster randomized controlled trial to evaluate the effectiveness of a critical care telehealth program on process quality and functional outcomes. *BMJ Open* 2020; 10: e036096. doi:10.1136/bmjopen-2019-036096
- [20] Kumpf O, Braun JP, Brinkmann A et al. Quality indicators in intensive care medicine for Germany – third edition 2017. *Ger Med Sci* 2017; 15: Doc10. doi:10.3205/000251
- [21] Spies CD, Krampe H, Paul N et al. Instruments to measure outcomes of post-intensive care syndrome in outpatient care settings – results of an expert consensus and feasibility field test. *J Intensive Care Soc* 2020. doi:10.1177/1751143720923597

## Bibliografie

---

Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2021; 56: 41–51  
DOI 10.1055/a-1130-4996  
ISSN 0939-2661  
© 2021, Thieme. All rights reserved.  
Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,  
70469 Stuttgart, Germany