

S. Kluge | M. Sander | F. Hoffmann
C. Waydhas (Hrsg.)

DIVI Jahrbuch 2025 | 2026

Schwerpunkt:
Globale und nationale
Gesundheitsbedrohungen

Hot Topic: End-of-life Care
in der Intensivmedizin



S. Kluge | M. Sander
F. Hoffmann | C. Waydhas (Hrsg.)

DIVI Jahrbuch 2025 | 2026



Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft

S. Kluge | M. Sander
F. Hoffmann | C. Waydhas (Hrsg.)

DIVI Jahrbuch 2025 | 2026

**Schwerpunkt: Globale und nationale
Gesundheitsbedrohungen
Hot Topic: End-of-life Care in der Intensivmedizin**

begründet von
C. Putensen | M. Quintel | G.W. Sybrecht

mit Beiträgen von
J. Albers | C. Baethge | M. Bellgardt | S. Berthold | K. Bihlmaier | K.-F. Bodmann
G. Braun | S. Brenner | V. Burst | D. Drees | J. Dutzmann | T.J. Eggardt | A. Ekkernkamp
T. Els | S. Fortenbacher | S. Frank | K. Fuest | C. Geffers | H. Görler | J.-T. Gräsner
S. Grautoff | F. Grundeis | M. Habicher | L. Häger | A. Hajdukova | H.-C. Hansen
E. Heimberg | M. Heringlake | J. Herzog-Niescery | K. Hinrichs | D. Hirschl
P. Hofmann | S. Ivanossich von Küstenfeld-Grefenberg | N. Jacobsen | U. Janssens
S. Jöbges | S. John | S. Kluge | F. Kuhlmann | S. Kunzmann | S. Laudi | P. Lebiedz
K.M. Lücking | S. Mache | A. Meidert | H. Messmann | G. Michels | M. Möckel
L. Mulack | A. Müller | C. Müller-Brandes | U. Münch | L.H. Muras | F. Nauck
G. Neitzke | T. Piegeler | F. Regner | S. Reith | R. Riegel | T. Rothoef | S. Rotthaus
A. Sachkova | O.W. Sakowitz | F. Salomon | M. Sander | S. Schemke | K. Schmidt
E. Schneck | C. Seeber | A.-H. Seidlein | C. Sommer | C.D. Spinner | H. Stanze
E. Tautz | F. Thalhammer | F. Thienel | G. Trummer | S. Utzolino | B. Weiß
D. Wichmann | C. Willam



Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft

Das Herausgeber-Team

Prof. Dr. med. Stefan Kluge
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Klinik für Intensivmedizin
Martinistraße 52
20246 Hamburg

Univ.-Prof. Dr. med. Michael Sander, FESAIC
Justus-Liebig-Universität Gießen
Universitätsklinikum Gießen, UKGM GmbH
Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin
und Schmerztherapie
Rudolf-Buchheim-Straße 7
35392 Gießen

Prof. Dr. med. Florian Hoffmann
Klinikum Dritter Orden
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
Menzinger Straße 44
80638 München

Prof. Dr. med. Christian Waydhas
Universitätsklinikum Essen
Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
Unfallchirurgische Intensivmedizin
Hufelandstr. 55
45147 Essen

MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
Unterbaumstr. 4
10117 Berlin
www.mwv-berlin.de

ISBN 978-3-7753-0020-9 (eBook: PDF)
ISBN 978-3-7753-0021-6 (eBook: ePub)
ISSN 2941-7422

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Informationen sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Berlin, 2026

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Im vorliegenden Werk wird zur allgemeinen Bezeichnung von Personen nur die männliche Form verwendet, gemeint sind immer alle Geschlechter, sofern nicht gesondert angegeben. Sofern Beitragende in ihren Texten gendergerechte Formulierungen wünschen, übernehmen wir diese in den entsprechenden Beiträgen oder Werken.

Die Verfasser haben große Mühe darauf verwandt, die fachlichen Inhalte auf den Stand der Wissenschaft bei Drucklegung zu bringen. Dennoch sind Irrtümer oder Druckfehler nie auszuschließen. Daher kann der Verlag für Angaben zum diagnostischen oder therapeutischen Vorgehen (zum Beispiel Dosierungsanweisungen oder Applikationsformen) keine Gewähr übernehmen. Derartige Angaben müssen vom Leser im Einzelfall anhand der Produktinformation der jeweiligen Hersteller und anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden. Eventuelle Errata zum Download finden Sie jederzeit aktuell auf der Verlags-Website.

Produkt-/Projektmanagement: Anna-Lena Spies, Berlin
Layout, Satz und Herstellung: Meta Systems Publishing & Printservices GmbH, Wustermark

Zuschriften und Kritik an:

MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Unterbaumstr. 4, 10117 Berlin, lektorat@mwv-berlin.de



Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser!

Die *End-of-life Care in der Intensivmedizin* und *Globale und nationale Gesundheitsbedrohungen* bilden die Schwerpunkte des aktuellen *DIVI-Jahrbuchs 2025* | 2026.

Während das erste Thema für alle in der Notfall- und Intensivmedizin Tätigen Teil unserer täglichen Praxis und von andauernder konkreter Relevanz ist, möchte man sich mit dem zweiten Thema oft nur ungern beschäftigen und es findet sich meist am Ende der Prioritätenliste wieder, wohl wissend, dass es nötig wäre, sich damit mehr auseinanderzusetzen.

Für eine gute Behandlung am Lebensende sind gute Kenntnisse über die Pathophysiologie des Sterbeprozesses, über die Abgrenzung zwischen kurativer und palliativer Medizin sowie die nicht-medikamentösen und medikamentösen Möglichkeiten der Symptomlinderung die Grundlage. Essenziell sind darüber hinaus die sog. Soft-Skills der Kommunikation, des Einfühlungsvermögens und des Respekts, aber auch der Fähigkeit zu Führen. Dies alles muss nicht nur *klug*, sondern auch *achtsam* eingesetzt werden.

In neun Beiträgen erhalten Sie nicht nur Anregungen, sondern konkrete Vorschläge zur Gestaltung für Ihren Arbeitsbereich. Dies reicht von der Indikationsfindung über die Einbeziehung verfügbarer Expertise in das Behandlungsteam bis zur Kommunikation mit den Patienten, den Angehörigen und innerhalb des Teams. Darüber hinaus widmen sich die Beiträge den Möglichkeiten, was man schon im Vorfeld vorbereiten (Stichwort: Advanced Care Planning) und was nach Abschluss einer stationären Intensivmedizin im ambulanten Bereich bedacht werden kann.

Globale und nationale Gesundheitsbedrohungen scheinen immer näher zu kommen. Die Überschwemmung im Ahrtal hat uns vor Augen geführt, dass auch wir nicht von Naturkatastrophen verschont werden und die Heraufbeschwörung eines Krieges allenthalben verstärkt das Gefühl der tiefen Beunruhigung. Dies sollte aber nicht zur Lähmung, sondern zur aktiven Beschäftigung mit den Möglichkeiten einer Vorsorge führen. In diesem Sinne werden im *DIVI Jahrbuch* eine Reihe von essenziellen Aspekten der Krisenplanung besprochen, teils mit konkreten Vorschlägen, was Sie in Ihrem beruflichen Umfeld vorbereiten können, beziehungsweise, worüber Sie sich in Ihrem Krankenhaus, Ihrer Abteilung, Ihrer Einheit Gedanken machen sollten. Diese Sammlung an Beiträgen stellt einen ausgezeichneten Einstieg für konkrete Planungen vor Ort dar. Neben diesen beiden Schwerpunktthemen erwartet Sie ein breites Spektrum an Inhalten zu *notfall- und intensivmedizinischen Krankheitsbildern* sowie *neuen und aktuellen Behandlungsempfehlungen*. Einzelne Beiträge herauszugreifen, das Inhaltsverzeichnis zeigt die ganze Liste der hochinteressanten Artikel, ist immer schwierig. Trotzdem sei auf die im engeren Sinne nicht-medizinischen Abhandlungen über das Crowding in den Notaufnahmen und über die Gewalt hingewiesen, denen das Personal leider allzu oft ausgesetzt ist.

Unser besonderer Dank gilt den vielen renommierten Autorinnen und Autoren, die wir für das aktuelle *DIVI Jahrbuch* gewinnen konnten.

Wir hoffen, dass Sie sich von der Mischung aus relevanten und hochaktuellen Beiträgen, die von ausgewiesenen Fachexperten erstellt wurden, angesprochen fühlen und für Ihre Tätigkeit hilfreiche Anregungen und Informationen daraus ziehen und nutzen können.

Ihr

Herausgeber-Team im Oktober 2025

Die Autorinnen und Autoren

PD Dr. med. Jörg Albers, MHBA

Universitätsmedizin Mainz
Klinik und Poliklinik für Herz- und Gefäßchirurgie
Langenbeckstraße 1
55131 Mainz

Prof. Dr. med. Christopher Baethge

Deutsches Ärzteblatt
Dieselstraße 2
50589 Köln

PD Dr. med. Martin Bellgardt

Katholisches Klinikum Bochum
St. Josef-Hospital
Klinik für Anästhesie und operative Intensivmedizin
Gudrunstraße 56
44791 Bochum

Dr. med. Stephan Berthold

LMU Klinikum München
Klinik für Anästhesiologie
Marchioninstraße 15
81377 München

Dr. med. Dr. rer. nat. Karl Bihlmaier

Universitätsklinikum Erlangen
Medizinische Klinik 4
Ulmenweg 18
91054 Erlangen

Dr. med. univ. Klaus-Friedrich Bodmann

Kliniken Nordoberpfalz AG
Infektiologie
Söllnerstraße 16
92637 Weiden

Dr. med. Georg Braun

Universitätsklinikum Augsburg
Organisatorischer Ärztlicher Leiter des Departments
für Internistische Intensivmedizin
Stenglinstraße 2
86156 Augsburg

Prof. Dr. med. Sebastian Brenner

Universitätsklinikum Carl Gustav Carus an der
Technischen Universität Dresden
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
Fachbereich Neonatologie und Pädiatrische
Intensivmedizin
Fetscherstraße 74
01307 Dresden

Prof. Dr. med. Volker Burst

Universitätsklinikum Köln AöR
Schwerpunkt Klinische Akut- und Notfallmedizin
Kerpener Straße 62
50937 Köln

Dr. med. Dominik Drees

Katholisches Klinikum Bochum
St. Josef-Hospital
Klinik für Anästhesie und operative Intensivmedizin
Gudrunstraße 56
44791 Bochum

PD Dr. med. Jochen Dutzmann

Universitätsklinikum Halle (Saale), AöR
Klinik für Innere Medizin III
Ernst-Grube-Straße 40
06120 Halle (Saale)

Dr. med. Tizia Johanna Eggardt

Charité – Universitätsmedizin Berlin
Campus Charité Mitte
Medizinische Klinik mit Schwerpunkt Nephrologie
und Internistische Intensivmedizin
Charitéplatz 1
10117 Berlin

Prof. Dr. med. Axel Ekkernkamp

BG Klinikum Unfallkrankenhaus Berlin (ukb)
Warener Straße 7
12683 Berlin
(bis 30.06.2025)

Prof. Dr. med. Thomas Els

Neurologische Gemeinschaftspraxis
Pallotti 22
Vinzenz-Pallotti-Straße 22
51429 Bergisch Gladbach

Dr. med. Silke Fortenbacher, MHBA

Paracelsus Medizinische Privatuniversität Nürnberg
Klinikum Nürnberg Campus Süd
Medizinische Klinik 8-Kardiologie
Internistische Intensivmedizin
Breslauer Straße 201
90471 Nürnberg

PD Dr. med. Sandra Frank, MHBA

LMU Klinikum München
Klinik für Anästhesiologie
Campus Innenstadt
Nussbaumstraße 20
80336 München

Die Autorinnen und Autoren

PD Dr. med. Kristina Fuest
TUM Klinikum Rechts der Isar
Klinik für Anästhesiologie & Intensivmedizin
Ismaninger Straße 22
81675 München

Prof. Dr. med. Christine Geffers
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Institut für Hygiene und Umweltmedizin
Campus Benjamin Franklin
Hindenburgdamm 30
12203 Berlin

PD Dr. med. Heidi Görler
Medizinische Hochschule Hannover
Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations-
und Gefäßchirurgie
Carl-Neuberg-Straße 1
30625 Hannover

Prof. Dr. med. Jan-Thorsten Gräsner
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Institut für Rettungs- und Notfallmedizin
Arnold-Heller-Straße 3 – Haus 808
24105 Kiel

Dr. med. Steffen Grautoff, EBCEM
Amt für Bevölkerungsschutz
Kreis Herford
Abteilung Rettungsdienst
Amtshausstraße 3
32051 Herford

Dr. med. Felicitas Grundeis
Universitätsklinikum Leipzig
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und
Intensivtherapie
Liebigstraße 20
04103 Leipzig

Dr. med. Marit Habicher
Justus-Liebig-Universität Gießen
Universitätsklinikum Gießen, UKGM GmbH
Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin
und Schmerztherapie
Rudolf-Buchheim-Straße 7
35392 Gießen

Dr. med. Lukas Häger
Universitätsklinikum Tübingen
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
Kinderheilkunde II: Kinderkardiologie, Intensivmedizin
und Pulmologie
Hoppe-Seyler-Straße 1
72076 Tübingen

Dr. med. Univ. Comenius Andrea Hajdukova
Klinikum am Gesundbrunnen
Neurochirurgisches Zentrum Ludwigsburg-Heilbronn
Standort Heilbronn
Am Gesundbrunnen 20–26
74078 Heilbronn

Prof. Dr. med. Hans-Christian Hansen
Neurologische Gemeinschaftspraxis
Pallotti 22
Vinzenz-Pallotti-Straße 22
51429 Bergisch Gladbach

Dr. med. Ellen Heimberg
Universitätsklinikum Tübingen
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
Kinderheilkunde II: Kinderkardiologie, Intensiv-
medizin und Pulmologie
Hoppe-Seyler-Straße 1
72076 Tübingen

Prof. Dr. med. Matthias Heringlake
Herz- und Diabeteszentrum Mecklenburg-Vorpom-
mern – Klinikum Karlsburg
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Greifswalder Straße 11
17495 Karlsburg

PD Dr. med. Jennifer Herzog-Niescery
Katholisches Klinikum Bochum
St. Josef-Hospital
Klinik für Anästhesie und operative Intensivmedizin
Gudrunstraße 56
44791 Bochum

Dr. med. Katharina Hinrichs
Städtisches Klinikum Dresden – Standort
Friedrichstadt
Klinik für Akut- und Notfallmedizin
Friedrichstraße 41
01067 Dresden

Dr. med. David Hirschl
Herz- und Diabeteszentrum Mecklenburg-Vorpom-
mern – Klinikum Karlsburg
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Greifswalder Straßen
17495 Karlsburg

Philipp Hofmann
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Klinikapotheke
Gebäude Nord 19
Martinistraße 52
20246 Hamburg

Die Autorinnen und Autoren

Silke Ivanossich von Küstefeld-Grefenberg
LMU Klinikum München, Campus Innenstadt
Dr. von Haunersches Kinderspital
Lindwurmstraße 4
80337 München

Dr. med. Nils Jacobsen
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Institut für Rettungs- und Notfallmedizin
Arnold-Heller-Straße 3 – Haus 808
24105 Kiel

Prof. Dr. med. Uwe Janssens
St.-Antonius-Hospital Eschweiler gGmbH
Klinik für Innere Medizin und Internistische
Intensivmedizin
Dechant-Deckers-Straße 8
52249 Eschweiler

Dr. med. Susanne Jöbges, DEAA, EDIC, M.A. Medizinethik
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
CCM/ CVK
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Prof. Dr. med. Stefan John
Paracelsus Medizinische Privatuniversität
Nürnberg & Universität Erlangen-Nürnberg
Klinikum Nürnberg Campus Süd
Medizinische Klinik 8-Kardiologie
Internistische Intensivmedizin
Breslauer Straße 201
90471 Nürnberg

Prof. Dr. med. Stefan Kluge
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Klinik für Intensivmedizin
Martinistraße 52
20246 Hamburg

Felix Kuhlmann
Fresenius Medical Care GmbH
Else-Kröner-Straße 1
61352 Bad Homburg v.d. Höhe

Dr. med. univ. Sophie Kunzmann
Universitätsklinikum Freiburg
Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie
Universitäts-Herzzentrum Freiburg/Bad Krozingen,
Standort Freiburg
Hugstetter Straße 55
79108 Freiburg

PD Dr. med. Sven Laudt, M.A.
Universitätsklinikum Leipzig
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und
Intensivtherapie
Liebigstraße 20
04103 Leipzig

Prof. Dr. med. Pia Lebedz
Christliches Krankenhaus Quakenbrück gGmbH
Klinik für konservative Intensivmedizin
Danziger Straße 2
49610 Quakenbrück

Dr. med. Klaus Michael Lücking
Universitätsklinikum Freiburg
Stabsstelle Organspende
Hugstetter Straße 55
79106 Freiburg

PD Dr. Dr. Stefanie Mache
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime
Medizin (ZfAM)
Arbeitsgruppe Psychische Gesundheit
Seewartenstraße 10a, Haus 1
20459 Hamburg

PD Dr. med. Agnes Meidert
LMU Klinikum München
Klinik für Anästhesiologie
Marchioninistraße 15
81377 München

Prof. Dr. med. Helmut Messmann
Universitätsklinikum Augsburg
Direktor der Medizinischen Klinik 3
Stenglinstraße 2
86156 Augsburg

Prof. Dr. med. Guido Michels
Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier
Notfallzentrum
Nordallee 1
54292 Trier

Univ.-Prof. Dr. med. Martin Möckel
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Campus Charité Mitte und Virchow-Klinikum
Zentrale Notaufnahmen, Chest Pain Units,
Hochschulambulanz
Charitéplatz 1
10117 Berlin

Die Autorinnen und Autoren

Lisa Mulack

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Klinikapotheke
Gebäude Nord 19
Martinistraße 52
20246 Hamburg

Prof. Dr. med. Anika Müller

Charité – Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
CCM/CVK
Charitéplatz 1
10117 Berlin

Dr. med. Christine Müller-Brandes

Auf der Bult – Kinder- und Jugendkrankenhaus
Abteilung Anästhesie-, Kinderintensiv- und
Notfallmedizin
Janusz-Korczak-Allee 12
30173 Hannover

Urs Münch, Dipl.-Psych.

DRK Kliniken Berlin Westend
Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Minimalinvasive
Chirurgie
Spandauer Damm 130
14050 Berlin

Dr. med. Lennart Henry Muras

Herz- und Diabeteszentrum Mecklenburg-
Vorpommern – Klinikum Karlsburg
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Greifswalder Straße 11
17495 Karlsburg

Prof. em. Dr. Friedemann Nauck

Georg-August-Universität Göttingen
Klinik für Palliativmedizin
Robert-Koch-Straße 40
37075 Göttingen

Dr. med. Gerald Neitzke

Medizinische Hochschule Hannover
Institut für Ethik, Geschichte und Philosophie der
Medizin
Carl-Neuberg-Straße 1
30625 Hannover

Univ.-Prof. Dr. med. Tobias Piegeler, MBA, DESAIC

Universitätsklinikum Leipzig
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und
Intensivtherapie
Liebigstraße 20
04103 Leipzig

Frida Regner, B.Sc.

Universitätsklinikum Carl Gustav Carus an der
Technischen Universität Dresden
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
Fachbereich Neonatologie und Pädiatrische
Intensivmedizin
Fetscherstraße 74
01307 Dresden

Prof. Dr. med. Sebastian Reith

St. Franziskus-Hospital GmbH
Kardiologie, Angiologie und Elektrophysiologie
Hohenzollernring 70
48145 Münster

Raffael Riegel

GFO-Kliniken Bonn
Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin
Hermannstraße 37
53225 Bonn

Dr. med. Tobias Rothoeft

Katholisches Klinikum Bochum
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin der
Ruhr-Universität Bochum im St. Josef-Hospital
Alexandrinestraße 5
44791 Bochum

Stephan Rotthaus

rotthaus medical GmbH
Zuweiser- und Personalstrategien für Kliniken
Schlettstadter Straße 120
14169 Berlin

Dr. med. Alexandra Sachkova

Universitätsmedizin Göttingen
Klinik für Anästhesiologie
Robert-Koch-Straße 40
37075 Göttingen

Prof. Dr. med. Oliver W. Sakowitz

RKH Klinikum Ludwigsburg
Neurochirurgisches Zentrum Ludwigsburg-Heilbronn
Posilipostraße 4
71640 Ludwigsburg

Prof. Dr. med. Fred Salomon

Tulpenweg 21
32657 Lemgo

Die Autorinnen und Autoren

Univ.-Prof. Dr. med. Michael Sander, FESAIC
Justus-Liebig-Universität Gießen
Universitätsklinikum Gießen, UKGM GmbH
Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin
und Schmerztherapie
Rudolf-Buchheim-Straße 7
35392 Gießen

Dr. med. Simon Schemke
Herz- und Diabeteszentrum Mecklenburg-
Vorpommern – Klinikum Karlsburg
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Greifswalder Straße 11
17495 Karlsburg

Kai Schmidt
Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophen-
hilfe (BBK)
Referat N.II.2 KRITIS Sektoren 1, Cyber-Sicherheit und
Cyber-AZ Abteilung N Zivile Notfallplanung
Emil-Nolde-Straße 7
53113 Bonn

Prof. Dr. med. Emmanuel Schneck
Justus-Liebig-Universität Gießen
Universitätsklinikum Gießen, UKGM GmbH
Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin
und Schmerztherapie
Rudolf-Buchheim-Straße 7
35392 Gießen

Dr. med. Christian Seeber
Universitätsklinikum Leipzig
Zentrale Notaufnahme
Liebigstraße 20
04103 Leipzig

Dr. rer. med. Anna-Henrikje Seidlein, M.Sc., B.A.
Universitätsmedizin Greifswald
Institut für Ethik und Geschichte der Medizin
Ellernholzstraße 1–2
17487 Greifswald

Christian Sommer
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Klinikapotheke
Gebäude Nord 19
Martinistraße 52
20246 Hamburg

Prof. Dr. med. Christoph Daniel Spinner, MBA
TUM Klinikum
Klinik und Poliklinik für Innere Medizin II
Ismaninger Straße 22
81675 München

Prof. Dr. Henrikje Stanze
Hochschule Bremen
Neustadtswall 30
28199 Bremen

Dr. med. Esther Tautz
Universitätsklinikum Freiburg
Interdisziplinäre Medizinische Intensivtherapie (IMIT)
Hugstetter Straße 55
79106 Freiburg

Univ.-Prof. Dr. med. univ. Florian Thalhammer
Universitätsklinik für Urologie
Allgemeines Krankenhaus & Medizinische
Universität Wien
Währinger Gürtel 18-20
1090 Wien
Österreich

Dr. med. Florian Thienel
Christliches Krankenhaus Quakenbrück
Diabetes-Zentrum/Endokrinologie
Danziger Straße 2
49610 Quakenbrück

Prof. Dr. med. Georg Trummer
Universitätsklinikum Freiburg
Zentrum für Notfall- und Rettungsmedizin
Breisacher Straße 153
79110 Freiburg

Prof. Dr. med. Stefan Utzolino
Universitätsklinikum Freiburg
Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie
Chirurgische Intensivtherapie CIT
Hugstetterstraße 55
79106 Freiburg

Prof. Dr. med. Björn Weiß
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
CCM/CVK
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Prof. Dr. med. Dominic Wichmann
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Klinik für Intensivmedizin
Martinistraße 52
20251 Hamburg

Prof. Dr. med. Carsten Willam
Universitätsklinikum Erlangen
Medizinische Klinik 4
Ulmenweg 18
91054 Erlangen

Inhalt

I	Globale und nationale Gesundheitsbedrohungen	1
1	Gesundheitsversorgung im Kriegsfall <i>Axel Ekkernkamp</i>	3
2	Bedrohungen durch Pandemien – Herausforderungen für die Intensivmedizin <i>Christoph Daniel Spinner und Stefan Kluge</i>	9
3	MANV-Konzepte in Deutschland und Europa <i>Nils Jacobsen und Jan-Thorsten Gräsner</i>	23
4	Versorgungsengpässe bei Arzneimitteln <i>Christian Sommer, Lisa Mulack und Philipp Hofmann</i>	30
5	Versorgungsengpässe bei Medizinprodukten <i>Felix Kuhlmann</i>	38
6	Personal am Limit – Strategien gegen den Fachkräftemangel in der Intensivmedizin <i>Stephan Rotthaus</i>	45
7	Predatory Journals – Wie können wir die Opfer schützen? <i>Christine Laine, Dianne Babski, Vivienne C. Bachelet, Till W. Bärnighausen, Christopher Baethge, Kirsten Bibbins-Domingo, Frank Frizelle, Laragh Gollogly, Sabine Kleinert, Elizabeth Loder, João Monteiro, Eric J. Rubin, Peush Sahni, Christina C. Wee, Jin-Hong Yoo, Lilia Zakhama für das International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE)</i>	52
8	Cyberangriffe als Gesundheitsgefahr <i>Kai Schmidt</i>	57
II	Management akuter Notfälle in Akut- und Intensivmedizin	63
1	Akute Pankreatitis <i>Georg Braun und Helmut Messmann</i>	65
2	Akute Herzinsuffizienz <i>Sebastian Reith</i>	73
3	Akutes Nierenversagen <i>Carsten Willam und Karl Bihlmaier</i>	82
4	Prophylaxe und Therapie der Anastomoseninsuffizienz <i>Stefan Utzolino</i>	90

5	Intrazerebrale Blutung – intensivmedizinische Besonderheiten _____	98
	<i>Andrea Hajdukova und Oliver W. Sakowitz</i>	
6	Koma, Minimally Conscious State, Syndrom reaktionsloser Wachheit _____	107
	<i>Thomas Els und Hans-Christian Hansen</i>	
7	Polytrauma und Blutung: Welcher Patient gehört in den Schockraum? _____	116
	<i>Katharina Hinrichs</i>	
III Lunge und Beatmung _____		123
1	Evidence to Decision – von der Evidenz zur Empfehlung _____	125
	<i>Felicitas Grundeis</i>	
2	Akutes Lungenversagen – Beatmungsverfahren und Beatmungsparameter ____	131
	<i>Alexandra Sachkova</i>	
3	Akutes Lungenversagen – vvECMO-Therapie _____	137
	<i>Sven Laudi</i>	
IV Herzchirurgische Intensivmedizin _____		145
1	Basics zum hämodynamischen Monitoring nach Herz-OP _____	147
	<i>Jörg Albers</i>	
2	Antikoagulation beim postoperativen herzchirurgischen Patienten _____	159
	<i>Sophie Kunzmann und Georg Trummer</i>	
3	Chirurgische Therapieoptionen der chronischen Herzinsuffizienz – ECLS, Assist Device und Herztransplantation _____	167
	<i>Heidi Görler</i>	
4	Perioperatives Kreislaufversagen: Volumen-, Inotropika- und Vasopressorentherapie _____	178
	<i>Matthias Heringlake, Lennart Henry Muras, Simon Schemke und David Hirschl</i>	
V Pädiatrische Notfälle _____		187
1	Stromunfall beim Kind _____	189
	<i>Ellen Heimberg und Lukas Häger</i>	
2	Thermische Verletzungen bei Kindern – State of the Art in der Versorgung ____	198
	<i>Christine Müller-Brandes</i>	
3	Erkennen und initiale Maßnahmen beim kindlichen Krampfanfall _____	206
	<i>Silke Ivanossich von Küstenfeld-Grefenberg</i>	
4	Erkennen und initiale Behandlung des Schocks im Kindesalter _____	214
	<i>Frida Regner und Sebastian Brenner</i>	

VI Infektionsprophylaxe und Infektionsmanagement _____ 223

- 1 Infektionsprophylaxe: Hautdesinfektion vor invasiven und operativen Maßnahmen _____ 225
Christine Geffers
- 2 Perioperative Antibiotikaprophylaxe – gibt es etwas Neues? _____ 233
Christian Seeber
- 3 Multiresistente Erreger auf der Intensivstation _____ 239
Klaus-Friedrich Bodmann und Florian Thalhammer
- 4 Verdacht auf Pilzinfektion – was nun? _____ 245
Dominic Wichmann

VII Hämodynamik und Elektrolythaushalt _____ 251

- 1 „Goal-directed Therapy“ im OP und auf der Intensivstation _____ 253
Michael Sander, Emmanuel Schneck und Marit Habicher
- 2 Sauerstoffangebot und Sauerstoffverbrauch – Messmethoden und Zielwerte ____ 264
Agnes Meidert und Stephan Berthold
- 3 State of the Art – Steuerung der Volumentherapie _____ 271
Marit Habicher und Michael Sander
- 4 Kristalloide, Kolloide, Blutprodukte – wann welche Substanzen? _____ 278
Sandra Frank
- 5 Hyponatriämie: Was ist wichtig in der Intensiv- und Notfallmedizin? _____ 285
Volker Burst
- 6 Bedrohliche Störungen im Kalziumhaushalt _____ 293
Silke Fortenbacher und Stefan John
- 7 Diabetische Ketoazidose in der Intensiv- und Notfallmedizin _____ 305
Pia Lebiecz und Florian Thienel

VIII Sedierung _____ 313

- 1 Sedierung – Was tun bei speziellen und schwierigen Patientengruppen? _____ 315
Martin Bellgardt, Dominik Drees, Tobias Rothoefl und Jennifer Herzog-Niescery
- 2 Überwachung und Steuerung der Sedierungstiefe _____ 326
Kristina Fuest
- 3 Sedierungsfreie Intensivmedizin – Ist das möglich? _____ 333
Björn Weiß und Anika Müller

IX HOT TOPIC: End-of-life Care in der Intensivmedizin	343
1 End-of-Life Care in der Akut- und Notfallmedizin <i>Steffen Grautoff und Guido Michels</i>	345
2 Der Weg zur Therapiezieländerung <i>Raffael Riegel und Gerald Neitzke</i>	351
3 Timely integration von Palliative Care in die Intensivmedizin <i>Tizia Johanna Eggardt und Susanne Jöbges</i>	360
4 Begleitung im Sterben auf der Intensivstation – eine interprofessionelle Aufgabe <i>Anna-Henrikje Seidlein und Fred Salomon</i>	371
5 Wie sag ich's richtig? Kommunikation mit Angehörigen und Patient:innen <i>Urs Münch und Esther Tautz</i>	378
6 Palliative Care in der außerklinischen Intensivpflege – eine besondere Situation <i>Susanne Jöbges und Jochen Dutzmann</i>	386
7 Richtig vorsorgen – von ACP bis Vorsorgevollmacht <i>Henrikje Stanze und Friedemann Nauck</i>	394
8 Der zeitlich begrenzte Therapieversuch in der Intensivmedizin <i>Jochen Dutzmann</i>	401
9 Kommunikative (Hilfs-)Mittel bei der Betreuung Sterbender <i>Uwe Janssens</i>	408
X Ausnahmesituationen in der Notaufnahme	425
1 Prävention von Aggression und Gewalt in der Notaufnahme <i>Stefanie Mache</i>	427
2 (Over)Crowding in der Notaufnahme <i>Martin Möckel</i>	435
XI Umgang mit Organspendern	443
1 Organspende in der intensivmedizinischen Entscheidungsfindung am Lebensende <i>Klaus Michael Lücking</i>	445
2 „Organprotektive“ Intensivtherapie des (potenziellen) Organspenders – und ihre Grenzen <i>Tobias Piegeler</i>	454



Globale und nationale Gesundheitsbedrohungen

1 Gesundheitsversorgung im Kriegsfall

Axel Ekkernkamp

Wenn einen Intensivmediziner etwas wirklich dauerhaft fordert, dann sind es MANV-Lagen (Massenanfall von Verletzten). Denn nach der präklinischen Versorgung und der Anbehandlung in der Notaufnahme braucht es Spezialisten, die die Behandlung Schwererkrankter oder Schwerverletzter gezielt steuern können. Die COVID-19-Pandemie hat eindrucksvoll bewiesen, wie schnell sich die behandelnden Ärzte auf den Intensivstationen auf die teilweise extremen Herausforderungen einstellen konnten. In der zweiten, deutlich dramatischeren Coronawelle gelang es ihnen, durch kluges Management und die Zentrierung auf geeignete Kapazitäten die Behandlung messbar zu verbessern, was vielen Patienten vermutlich das Leben gerettet hat. Dieses Wissen und diese Erfahrung können für Deutschlands Gesundheitssystem noch extrem wichtig werden: bei einer neuen Pandemie. Oder bei kriegerischen Auseinandersetzungen, mit denen wir möglicherweise konfrontiert werden.

Blick in die Zukunft

2029 ist es soweit: Russland fühlt sich stark genug, seinen imperialistischen Machtanspruch auch auf weitere ehemalige Gebiete der Sowjetunion auszuweiten und greift die baltischen Staaten an – und dann ist er da, der NATO-Bündnisfall, der besagt, dass ein Angriff auf ein Mitgliedsland des Verteidigungsbündnisses als Angriff auf alle Bündnispartner gewertet wird. Deutschland ist im Krieg, keine hundert Jahre nach Ende des verheerenden Zweiten Weltkriegs mit Abermillionen Toten.

Natürlich ist das nur ein Szenario. Nach Ansicht vieler Experten, die sich mit Sicherheitspolitik beschäftigen, ist das aber leider ein durchaus realistisches. Ein Krieg unter deutscher Beteiligung – das ist inzwischen für Generationen von Deutschen schier unvorstellbar geworden, spätestens nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion und dem Ende des sogenannten Kalten Kriegs zwischen Warschauer Pakt und NATO vor 35 Jahren. Kein Wunder, dass sich auch Politik und Gesellschaft über Jahrzehnte kaum Gedanken darüber machen wollten, wie sich der Staat auf bewaffnete Konflikte vor der Haustür vorbereiten müsste. Das betrifft längst nicht nur die Verteidigungsfähigkeiten, sondern etwa auch den Umgang mit Kritischen Infrastrukturen.

1.1 Auswirkungen im Kriegsfall

Für die Gesundheitsversorgung würde das beschriebene Szenario derzeit folgende Auswirkungen haben: Deutschland dient als logistische Drehscheibe für bis zu 750.000 alliierte Soldaten. Deren Gesundheitsversorgung muss sichergestellt werden – von möglichen Impfungen bis zur Akutversorgung verletzter Militärangehöriger. Man rechnet zu Beginn mit bis zu 3.000 verwundeten Soldaten täglich, so Generalarzt Johannes Backus in einem Interview mit der „Süddeutschen Zeitung“ im Dezember 2024 (1), die in Deutschland behandelt werden müssen. Längst nicht alle Krankenhäuser sind in der Lage, Kriegsverletzungen adäquat zu versorgen. So erfordern kriegsbedingte Verletzungen an Gefäßen und Gliedmaßen eine hohe Expertise. Nach 48 Stunden – so die Rechnung von Experten – wären geeignete Kliniken wie die fünf Bundeswehrkrankenhäuser, die neun BG-Unfallkliniken, Universitätsklinika und Maximalversorger ausgelastet. Das deutsche Gesundheitssystem wäre am Limit.

Die klare Aussage vom Expertenrat „Gesundheit und Resilienz“ der letzten Bundesregierung, aber auch von Vertretern aus Ärzteverbänden und Politik: Deutschland ist mit seinem Gesundheitssystem auf das beschriebene Szenario derzeit nicht (ausreichend) vorbereitet. „Gesundheitssicherheit (Health Security) hat in Deutschland seit Ende des Kalten Kriegs keinen hohen Stellenwert. Wir waren früher resilienter und besser vorbereitet auf Krisen, auch militärischer Art“, sagt Professor Dr. Leif Erik Sander von der Charité – Universitätsmedizin Berlin und Leiter der AG „Health Security“ im Expertenrat (2).

1.2 Maßnahmen

Um eine resiliente Gesundheitsversorgung im Kriegsfall sicherzustellen, bedarf es eines ganzen Bündels von Maßnahmen – organisatorisch, ausstattungsmäßig und personell. Nur so werden sich die Herausforderungen der Gesundheitssicherheit stemmen lassen. Ein Kraftakt, der nicht nur erhebliche finanzielle Ressourcen benötigt, sondern auch gesellschaftliche Akzeptanz fordert: Im Kriegsfall muss die Bevölkerung verstehen lernen, dass die bislang gewohnte, rasche medizinische Versorgung unter Umständen eingeschränkt

werden muss – etwa, indem nicht dringliche Operationen verschoben werden. Der ambulante Bereich wird nach Möglichkeit Aufgaben übernehmen müssen, die im Normalfall eher ein stationäres Setting erfordern und der Öffentliche Gesundheitsdienst wird deutlich in die akute Versorgung mit einbezogen werden müssen. Während der COVID-19-Pandemie wurden Pläne für Notfallkrankenhäuser entwickelt und teilweise – wie im Berliner Messezentrum – sogar umgesetzt. Diese Pläne müssen auf veränderte Anforderungen im Kriegsfall modifiziert werden.

1.2.1 Ausstattung

Krankenhäuser, die mit der Versorgung von Kriegsverletzten beauftragt werden, müssen eine umfangreichere Ausstattung vorhalten. Dazu gehören erhöhte Intensiv- und OP-Kapazitäten, größere Stationen für Schwerbrandverletzte, zusätzliche Isolierstationen, weil die Verbreitung multiresistenter Keime in Kriegszeiten erheblich zunehmen kann, und möglicherweise auch Opfer chemischer, biologischer, radiologischer oder nuklearer (CBRN) Waffen behandelt werden müssen. Der Ausbau von Telemedizin-Kapazitäten, gerade auch im Intensivbereich, ist erforderlich, um auch über Distanzen medizinische Unterstützung gewährleisten zu können.

1.2.2 Anforderungen Personal

Damit verbunden sind erhöhte quantitative und qualitative Anforderungen an das medizinische Personal. Gerade im CBRN-Bereich muss in den meisten Fällen erst umfangreiches Wissen erworben werden. Das betrifft sowohl die Ärzteschaft als auch Pflegekräfte. Der schon jetzt in vielen Bereichen vorherrschende Fachkräftemangel und Pflegenotstand werden sich im Kriegsfall weiter verschärfen. Es müssen Maßnahmen ergriffen werden, bei Bedarf auf mehr Pflegepersonal zurückgreifen zu können. Durch hohe Arbeitsbelastung ist dem System in den vergangenen Jahren ein hoher Anteil qualifizierten Personals verloren gegangen. Diese Kapazitäten müssen wieder für die Versorgung zur Verfügung stehen.

1.2.3 Organisation und Logistik

Entscheidend für eine Gesundheitsversorgung im Kriegsfall sind Organisation und Logistik. Es bedarf einer engen, abgestimmten Zusammenarbeit von zivilen Gesundheitseinrichtungen, Hilfsorganisationen, Bevölkerungsschutz und Bundeswehr. Militärmedizin und ziviles Gesundheitssystem haben sich in den vergangenen Jahrzehnten weitgehend entfremdet, eine deutliche förderalismusbedingte Fragmentierung schwächt das System zusätzlich.

1.2.4 Zivil-militärische Zusammenarbeit

Die Zusammenarbeit muss insbesondere im Gesundheitsbereich auf eine neue Ebene gehoben werden. Der Sanitätsdienst der Bundeswehr ist auf die Unterstützung durch zivile Gesundheitseinrichtungen und den gesundheitlichen Bevölkerungsschutz angewiesen. Denn die Herausforderungen sind enorm: Schwer kriegsverletzte Patienten müssen nach der Triagierung durch Intensivmediziner strategisch auf Deutschland verteilt werden, ähnlich wie während der COVID-19-Pandemie, als im sogenannten Kleeblatt-Verfahren Erkrankte in Regionen transportiert wurden, in denen Krankenhäuser noch über Versorgungskapazitäten verfügten. Mit dem Unterschied, dass im Kriegsfall nicht Dutzende, sondern Hunderte, wenn nicht sogar Tausende Patienten verlegt werden müssen – mit entsprechenden Anforderungen an die Transportlogistik, von der Steuerung bis zum Vorhalten benötigter Transportmittel (Flugzeuge, Busse, Rettungswagen etc.). Mit den bisherigen Kleeblatt-Kapazitäten wäre das nicht zu schaffen. Es müssen Arzneimittel, Verbandsmaterial und viele weitere Medizinprodukte in großen Mengen zur Verfügung stehen. Das erfordert erhebliche Anstrengungen in der Logistik der Materialbevorratung. Insbesondere auch für CBRN-Fälle müssen spezialisierte Produkte, etwa zur Dekontamination, vorgehalten werden.

Die zivil-militärische Zusammenarbeit im Gesundheitsbereich kann im Kriegsfall nur gelingen, wenn durch regelmäßige Übungen, die entsprechend evaluiert werden, eine wirkliche Verzahnung der Kooperationspartner erreicht werden kann. Der Expertenrat nennt als Voraussetzungen eine „substanzielle materielle Ausstattung sowie deren lageangepasste Skalierbarkeit“ (3). Was bislang dafür noch fehlt, ist ein Gesundheitssicherstellungsgesetz, das Zuständigkeiten und Aufgabenzuteilung regelt. Der frühere Bundesgesundheitsminister Prof. Karl Lauterbach hatte es bereits angekündigt, die Abstimmung zwischen dem federführenden BMG, dem Bundesverteidigungsministerium und dem Bundesinnenministerium steht noch ganz am Anfang. Die Bundeswehr hat zudem in ihrem Operationsplan Deutschland (OPLAN DEU) die zivil-militärische Zusammenarbeit definiert, der auch auf die Kooperation des Zentralen Sanitätsdienstes der Bundeswehr mit zivilen Gesundheitseinrichtungen eingeht.

1.2.5 Krisenzentren

Zur Steuerung aller Maßnahmen im Gesundheitsbereich müssen spezielle Krisenzentren geschaffen werden, die alle erforderlichen Aktivitäten koordinieren. Dort müssen alle Informationen zentral zusammenlaufen, um jederzeit ein Lagebild erstellen zu können. Diese Rolle fällt naturgemäß den fünf Bundeswehrkrankenhäusern zu. Eingebunden werden könnten auch die BG-Kliniken, die sich spätestens seit der COVID-19-Pandemie den Ruf erworben haben, als Spezialkrankenhäuser für Unvorhergesehenes schwierige Lagen

meistern zu können, und die durch ihre monistische Finanzierung und dank ihrer besonderen Rechtskonstruktion anders agieren können als Häuser in der überwiegend SGB V geprägten deutschen Kliniklandschaft. Komplettiert werden könnte die Expertise durch geeignete Universitätsklinika. Andere Länder besitzen bereits nationale Zentren für Gesundheitssicherheit, die die Zusammenarbeit koordinieren.

Ein „Zentrum für Health Security“ muss sich auch für Situationen rüsten, die mit der eigentlichen Versorgung von Patienten nichts zu tun haben: den Kritischen Infrastrukturen. Schon heute sind Krankenhäuser immer wieder Cyberattacken ausgesetzt. Noch sind dafür vor allem Kriminelle verantwortlich, doch digitale Angriffe sind Teil einer hybriden Kriegsführung, von der auch Kliniken betroffen sind. Die Gesundheitsversorgung ist bedroht, wenn die Energieversorgung gestört wird. Ohne Wasser und ohne Strom ist auch eine Patientenversorgung nach wenigen Stunden/Tagen nicht mehr adäquat leistbar. Im Krieg werden Krankenhäuser zum Angriffsziel feindlicher Kräfte, wie die Zerstörung von Kliniken in der Ukraine eindringlich bewiesen hat. Zahlreiche Krankenhäuser in Deutschland verfügen noch über stillgelegte unterirdische Kapazitäten, teilweise sogar in Bunkern. Sie sind in vielen Fällen während des Kalten Kriegs entstanden und sollten nach Möglichkeit modernisiert und reaktiviert werden. Kölner Kliniken wollen eine unterirdische Intensivstation nach israelischem Vorbild errichten.



Take home messages:

Klar ist: Um eine Gesundheitsversorgung im Kriegsfall gewährleisten zu können, müssen umgehend erhebliche finanzielle Mittel aufgewendet werden. Wenn sich das Szenario als realistisch erweisen sollte, bleiben gerade mal vier Jahre. Man sollte sie nutzen!

Literatur

1. Hütten F (2024) Wie gut wären deutsche Krankenhäuser auf einen Krieg vorbereitet? In: Süddeutsche Zeitung. URL: <https://www.sueddeutsche.de/gesundheit/krankenhaeuser-versorgung-kriegsverletzungen-li.3141086?reduced=true> (abgerufen am 18.06.2025)
2. Gesundheitsstadt Berlin GmbH (2025) Interview mit Prof. Dr. Leif Erik Sander im Vorfeld der Fachtagung KRITIS. Newsletter. URL: <https://5ygv9.r.ag.d.sendibm3.com/mk/mr/sh/1t6AVsd2XFnIGBqdcFwge7zV86fjH/wMLhuDdUMCd2> (abgerufen am 31.07.2025)
3. 7. Stellungnahme des ExpertInnenrats der Bundesregierung: „Gesundheit und Resilienz“ vom 10.12.2024. URL: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975196/2324428/eb6c7820531c595dd5b2b59c29158039/2024-12-10-7-stellungnahme-expertinnenrat-data.pdf> (abgerufen am 31.07.2025)



Prof. Dr. med. Axel Ekkernkamp

Axel Ekkernkamp ist Arzt und Manager. Er fungierte bis zu seinem Ruhestand am 30.06.2025 als Geschäftsführer Medizin der BG Kliniken und als Ärztlicher Direktor und Geschäftsführer des BG Klinikums Unfallkrankenhaus Berlin (ukb). Er ist Mitglied zahlreicher Fachgremien, dazu gehört auch der Wehrmedizinische Beirat des Bundesministers für Verteidigung. Axel Ekkernkamp ist Mitbegründer und Organisator der renommierten Fachtagung „KRITIS – Krankenhaus in Krise, Terror, Krieg“, die in Kooperation mit Gesundheitsstadt Berlin e.V. jährlich im ukb stattfindet.

2 Bedrohungen durch Pandemien – Herausforderungen für die Intensivmedizin

Christoph Daniel Spinner und Stefan Kluge

2.1 Einleitung

2.1.1 Definition und Relevanz von Pandemien

Pandemien stellen globale Gesundheitskrisen dar, die durch die schnelle und weitreichende Ausbreitung eines neuartigen Erregers über Länder und Kontinente hinweg gekennzeichnet sind. Im Gegensatz zu saisonalen Epidemien, die regional begrenzt bleiben, überschreiten Pandemien geografische Grenzen und beeinflussen gleichzeitig große Teile der Weltbevölkerung. Ihre Definition beruht nicht nur auf der schieren Zahl der Infizierten oder Todesfälle, sondern auch auf der Fähigkeit des Erregers, sich effizient von Mensch zu Mensch zu übertragen und weit verbreitete Krankheitswellen auszulösen (1). Die Relevanz von Pandemien für die Intensivmedizin ist erheblich. Sie stellen eine der größten Bedrohungen für die Kapazität und Funktionalität von Gesundheitssystemen weltweit dar. Während einer Pandemie kommt es typischerweise zu einem massiven Anstieg an kritisch kranken Patienten, die intensivmedizinische Versorgung benötigen – von respiratorischer Unterstützung über Nierenersatztherapie bis hin zur Kreislaufstabilisierung, wie dies beispielweise auch zuletzt bei der neuartigen Coronaviruserkrankung 2019 (COVID-19) der Fall war (2). Dies führt zu einer extremen Belastung der Intensivstationen, sowohl in Bezug auf Personal als auch auf Material und Bettenkapazität. Die Bewältigung einer Pandemie erfordert nicht nur die Anpassung

klinischer Vorgehensweisen und Protokolle und die schnelle Implementierung neuer Therapien, sondern auch eine strategische Planung zur Ressourcenallokation, zur Sicherstellung der Patientenversorgung und zum Schutz des medizinischen Personals. Pandemien decken systemische Schwachstellen auf und erzwingen eine Neubewertung von Bereitschaftsplänen und Resilienzstrategien im Gesundheitswesen (3).

2.1.2 Historische Beispiele und Lehren aus vergangenen Pandemien und deren Bedeutung für die Intensivmedizin

Die Geschichte der Menschheit ist untrennbar mit der Geschichte von Pandemien verbunden. Jede große Seuche hat nicht nur viel Leid verursacht und die Demografie ganzer Regionen verändert, sondern auch tiefgreifende Auswirkungen auf Gesellschaften, Wirtschaftssysteme und nicht zuletzt die Entwicklung der Medizin gehabt.

Eines der verheerendsten Beispiele ist der „Schwarze Tod“ im 14. Jahrhundert, der weite Teile Europas dezimierte. Die Pest offenbarte die gravierenden Mängel des damaligen medizinischen Verständnisses und der Behandlungsansätze. Sie führte jedoch auch zu einem bewussteren Umgang mit Hygiene und der Etablierung erster Quarantänemaßnahmen, auch wenn deren Wirksamkeit damals nur begrenzt verstanden wurde. Diese Katastrophe legte den Grundstein für eine kritischere Auseinandersetzung mit Krankheitsursachen und -verbreitung, wenngleich es Jahrhunderte dauerte, bis das Konzept von Mikroorganismen als Krankheitserreger etabliert war (4).

Ein jüngerer und für die moderne Intensivmedizin relevanteres Beispiel ist die „Spanische Grippe“ von 1918–1920. Diese Influenzapandemie infizierte schätzungsweise ein Drittel der Weltbevölkerung und forderte Millionen von Todesopfern. Zu dieser Zeit gab es weder Impfstoffe noch antivirale Medikamente oder Antibiotika zur Behandlung sekundärer bakterieller Infektionen, die oft zum Tod führten. Die Gesundheitssysteme waren völlig überfordert. Krankenhäuser wurden in Sporthallen und öffentlichen Gebäuden eingerichtet. Die Lehren aus der Spanischen Grippe betonten die Notwendigkeit robuster öffentlicher Gesundheitsmaßnahmen – wie „Social Distancing“, Versammlungsverbote und das Tragen von Masken –, um die Ausbreitung einzudämmen. Sie verdeutlichte auch die Notwendigkeit einer besseren internationalen Koordination und Forschung im Bereich der Infektionskrankheiten (5; 6). Besonders für die Intensivmedizin zeigte sich der enorme Bedarf an Personal und grundlegenden Ressourcen, da viele Patienten eine schwere respiratorische Insuffizienz entwickelten.

Auch die Erfahrungen mit Epidemien durch das Severe Acute Respiratoryvirus Syndrom – „SARS“ (2002–2004) oder das Middle East Respiratoryvirus Syndrom – „MERS“ (seit 2012) lieferten wichtige Erkenntnisse. Obwohl regional begrenzt, zeigten diese Coronaviren die schnelle Übertragbarkeit neuartiger Erreger und die Gefahr für medizinisches Personal. Sie unterstrichen die

Bedeutung der frühzeitigen Erkennung, schnellen Diagnostik, strikter Infektionskontrolle und der Entwicklung von Impfstoffen und Therapien. Die Notwendigkeit einer klaren, transparenten Kommunikation mit der Öffentlichkeit und einer internationalen Zusammenarbeit zur Bewältigung solcher Ausbrüche wurde evident.

Die jüngste „COVID-19-Pandemie“ (ab 2020) hat die Intensivmedizin weltweit an ihre absolute Belastungsgrenze gebracht und war vor allem bei alten Menschen mit einer hohen Mortalität assoziiert (2). Sie hat die Vulnerabilität moderner Gesundheitssysteme gegenüber einem schnellen und massiven Zustrom kritisch kranker Patienten schonungslos offengelegt. Engpässe bei Beatmungsgeräten, Personal, Schutzausrüstung und Bettenkapazitäten waren vielerorts die Regel (7). Die Erfahrungen der vergangenen Jahre haben gezeigt, dass die Intensivmedizin nicht nur auf die akute Patientenversorgung fokussiert sein kann, sondern eine zentrale Rolle in der strategischen Pandemieplanung und -bewältigung spielen muss. Die Lehren aus diesen historischen Ereignissen sind wichtig: Sie mahnen zur ständigen Wachsamkeit, zur Investition in Prävention und Forschung, zur Stärkung der öffentlichen Gesundheitsinfrastruktur und zur Schaffung von Resilienz in der Intensivmedizin, um für zukünftige Pandemien besser gerüstet zu sein.

2.2 Epidemiologische Grundlagen

2.2.1 Übertragungswege und Infektionsdynamik

Epidemiologie: Übertragungswege und Infektionsdynamik einer Pandemie

Die Epidemiologie, als die Lehre von der Verteilung, den Determinanten und Mustern von Krankheiten in der Bevölkerung, ist das Herzstück des Verständnisses von Pandemien. Insbesondere die Analyse von Übertragungswegen und Infektionsdynamiken ist entscheidend für die Entwicklung effektiver Präventions- und Kontrollstrategien. Eine Pandemie ist per definitionem das Ergebnis einer effizienten und nachhaltigen Mensch-zu-Mensch-Übertragung eines neuartigen Erregers über weite geografische Gebiete (1).

Übertragungswege

Die primären Übertragungswege von pandemischen Erregern sind vielfältig und entscheidend für die Infektionsdynamik. Die häufigsten umfassen (nach 8, s. Abb. 1):

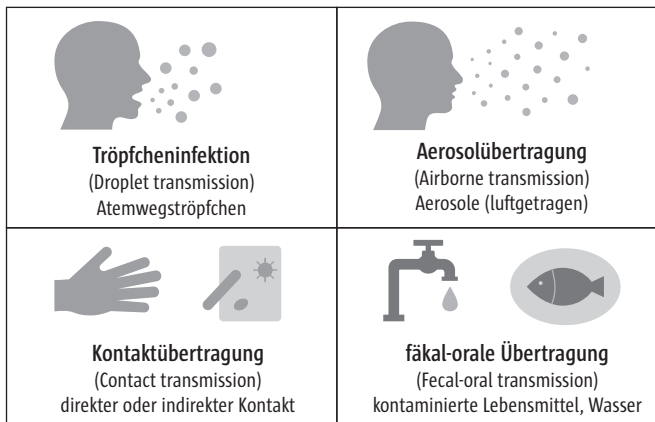


Abb. 1 Übersicht der relevantesten Übertragungswege bei Pandemien

- **Tröpfcheninfektion (Droplet Transmission):** Viele Atemwegserreger, wie Influenzaviren oder SARS-CoV-2, verbreiten sich, wenn infizierte Personen beim Husten, Niesen oder Sprechen größere Tröpfchen ($> 5 \mu\text{m}$) ausstoßen, die dann von anderen Personen inhaliert oder über die Schleimhäute aufgenommen werden. Die Reichweite dieser Tröpfchen ist typischerweise begrenzt (ca. 1–2 Meter) (8).
- **Aerosolübertragung (Airborne Transmission):** Kleinere Partikel ($< 5 \mu\text{m}$), sogenannte Aerosole, können über längere Distanzen in der Luft schweben und sich in geschlossenen Räumen über größere Zeiträume akkumulieren. Für einige pandemische Erreger, wie Masern oder Tuberkulose, aber auch für SARS-CoV-2 unter bestimmten Bedingungen, spielt die Aerosolübertragung eine wichtige Rolle, da sie die Infektionskontrolle erschwert (8).
- **Kontaktübertragung (Contact Transmission):** Dies kann direkt (z.B. Hautkontakt) oder indirekt über kontaminierte Oberflächen (Fomites) erfolgen, wenn der Erreger von einer Oberfläche auf die Hände und dann auf Schleimhäute (Augen, Nase, Mund) übertragen wird. Obwohl oft weniger dominant als respiratorische Wege bei Pandemien, trägt sie zur Verbreitung bei (8).
- **Fäkal-orale Übertragung:** Bei Erregern wie Noroviren oder Cholera kann die Übertragung über kontaminierte Lebensmittel oder Wasserwege erfolgen. Obwohl seltener der primäre Treiber globaler respiratorischer Pandemien, ist dieser Weg bei anderen Arten von globalen Ausbrüchen relevant.

Infektionsdynamik

Die Infektionsdynamik einer Pandemie wird durch verschiedene epidemiologische Parameter bestimmt (9, s. Abb. 2):

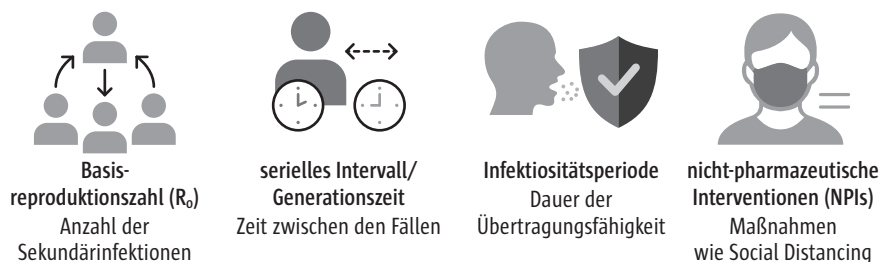


Abb. 2 Übersicht relevanter Einflussgrößen auf Pandemien

- **Basisreproduktionszahl (R_0):** Dieser Wert gibt an, wie viele Sekundärinfektionen eine einzelne infizierte Person in einer vollständig anfälligen (immun-naiven) Bevölkerung im Durchschnitt verursacht. Ein R_0 -Wert über 1 bedeutet, dass die Infektion exponentiell wächst und sich potenziell zu einer Pandemie entwickeln kann.
- **Seriellles Intervall/Generationszeit:** Das serielle Intervall ist die Zeit zwischen dem Symptombeginn bei einem primären Fall und dem Symptombeginn bei einem Sekundärfall, der von diesem infiziert wurde. Die Generationszeit ist die Zeit zwischen der Infektion eines primären Falls und der Infektion eines Sekundärfalls. Kurze Intervalle können zu einem schnelleren Anstieg der Fallzahlen führen.
- **Infektiositätsperiode:** Die Zeitspanne, in der eine infizierte Person den Erreger auf andere übertragen kann. Eine lange Infektiositätsperiode, insbesondere, wenn Personen bereits präsymptomatisch oder asymptomatisch infektiös sind, erschwert die Eindämmung erheblich.
- **Bevölkerungsimmunität:** Das Ausmaß der Immunität in der Bevölkerung (durch frühere Infektionen oder Impfungen) beeinflusst maßgeblich die weitere Infektionsdynamik. Mit zunehmender Immunität sinkt die effektive Reproduktionszahl (R_e) und die Pandemie kann abklingen.
- **Nicht-pharmazeutische Interventionen (NPIs):** Maßnahmen wie Social Distancing, Maskenpflicht, Lockdowns, Kontaktverfolgungen und Reisebeschränkungen beeinflussen die Infektionsdynamik direkt, indem sie die Übertragungspfade unterbrechen und die effektive Reproduktionszahl senken.

Das Verständnis dieser epidemiologischen Grundlagen ermöglicht es der Intensivmedizin, sich auf den zu erwartenden Patientenzustrom vorzubereiten, Ressourcen zu planen und die Auswirkungen von Kontrollmaßnahmen auf die Intensivbettenbelegung zu prognostizieren. Die kontinuierliche Überwachung dieser Parameter während einer Pandemie ist essenziell für die Anpassung der Strategie.

2.2.2 Zoonosen und das Risiko neuer Pandemien

Zoonosen, also Krankheiten, die von Tieren auf den Menschen übertragen werden können, stellen die primäre Quelle für die meisten potenziellen Pandemieerreger dar. Über 70% der neu auftretenden Infektionskrankheiten haben einen zoonotischen Ursprung. Viele dieser Erreger zirkulieren unbemerkt in Tierpopulationen, oft ohne diese selbst durch Erkrankungssymptome zu beeinträchtigen. Das Risiko des „Spillover“ – der Übertritt des Erregers von Tier auf Mensch – wird durch eine Reihe von Faktoren erhöht (10; 11):

- **Zunehmende Mensch-Tier-Interaktion:** Die Ausweitung menschlicher Siedlungen in Wildtierlebensräume, Entwaldung und die Intensivierung der Landwirtschaft erhöhen den Kontakt zwischen Menschen, Nutztieren und Wildtieren. Dies schafft mehr Gelegenheiten für Erreger, die Artengrenze zu überwinden.
- **Intensive Tierhaltung und Wildtierhandel:** Große Bestände genetisch ähnlicher Tiere in der Massentierhaltung oder der Handel mit Wildtieren (insbesondere auf Märkten, wo verschiedene Arten auf engstem Raum zusammenkommen) bieten ideale Bedingungen für die Mutation von Viren und deren Anpassung an den menschlichen Wirt. Beispiele wie die Vogelgrippe (H₅N₁, H₇N₉) und die Coronaviren SARS-CoV-1 und SARS-CoV-2 unterstreichen diese Gefahr.
- **Klimawandel:** Veränderungen in Ökosystemen durch den Klimawandel können die Verbreitungsgebiete von Vektoren (wie Mücken und Zecken) erweitern oder die Wanderung von Tierpopulationen beeinflussen, was zu neuen Kontakten und damit zu neuen Spillover-Ereignissen führen kann.

2.2.3 Rolle globaler Mobilität und Urbanisierung

Sobald ein zoonotischer Erreger erfolgreich auf den Menschen überggesprungen ist und die Fähigkeit zur nachhaltigen Mensch-zu-Mensch-Übertragung entwickelt hat, spielen globale Mobilität und Urbanisierung eine entscheidende Rolle bei der schnellen Transformation eines lokalen Ausbruchs in eine weltweite Pandemie:

- **Globale Mobilität:** Der internationale Reiseverkehr, insbesondere der Flugverkehr, ermöglicht es einem Erreger, innerhalb weniger Stunden oder Tage Kontinente zu überqueren. Ein infizierter Reisender kann den Erreger von einem Ursprungsort in eine weit entfernte Metropole tragen, bevor Symptome auftreten oder eine Diagnose gestellt wird. Dies beschleunigt die globale Ausbreitung dramatisch, wie bei SARS, H₁N₁ und COVID-19 eindrücklich zu beobachten war (12).
- **Urbanisierung und Bevölkerungsdichte:** Städtische Gebiete sind Hotspots für die Ausbreitung von Infektionskrankheiten. Hohe Bevölkerungsdichte, die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel und große Versammlungen

erleichtern die schnelle Übertragung von Mensch zu Mensch. Von den Städten aus können Erreger dann in ländliche Gebiete oder über Reiseknotenpunkte in andere Städte exportiert werden. Die Urbanisierung schafft zudem komplexe soziale Netzwerke, die die Ausbreitung weiter begünstigen (13).

Die Kombination dieser Faktoren – das hohe Potenzial zoonotischer Übertragungen und die beschleunigte globale Verbreitung durch Mobilität und Urbanisierung – erhöht das Risiko und die Geschwindigkeit zukünftiger Pandemien erheblich. Für die Intensivmedizin bedeutet dies, dass die Vorwarnzeiten kürzer werden und die Belastung durch einen plötzlichen Anstieg von Patienten weltweit fast gleichzeitig eintreten kann.

2.3 Auswirkungen auf die Intensivmedizin

Pandemien stellen die Intensivmedizin vor erhebliche Herausforderungen auf struktureller, personeller und klinischer Ebene. Innerhalb kurzer Zeit kann es zu einem exponentiellen Anstieg schwer erkrankter Patientinnen und Patienten kommen, die eine intensivmedizinische Behandlung benötigen. Dies führt zu einer raschen Auslastung oder Überlastung vorhandener Kapazitäten, einschließlich Beatmungsplätzen, Monitoring-Systemen und spezialisierten Fachkräften.



Ein zentrales Problem ist der Ressourcenmangel: Engpässe bei Beatmungs- und Dialysegerätegeräten, Medikamenten (z.B. Sedativa, Vasopressoren) sowie persönlicher Schutzausrüstung können die Versorgungsqualität unmittelbar beeinträchtigen. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an das medizinische Personal erheblich. Lange Einsatzzeiten, psychische Belastung und ein erhöhtes Infektionsrisiko führen zu personellen Ausfällen, was die Lage zusätzlich verschärft.

Darüber hinaus erfordert eine Pandemie eine rasche Umstrukturierung bestehender Versorgungskonzepte. Elektive Eingriffe müssen reduziert oder verschoben werden, um intensivmedizinische Kapazitäten freizusetzen. In vielen Einrichtungen wird ein gestuftes Eskalationskonzept etabliert, das unter anderem die interdisziplinäre Koordination, die Einrichtung temporärer Intensivstationen sowie die Entwicklung von Triage-Kriterien beinhaltet.

Auch ethische Fragestellungen treten verstärkt in den Vordergrund: Bei limitierter Verfügbarkeit lebensrettender Maßnahmen müssen Entscheidungen über Priorisierung getroffen werden, was eine erhebliche moralische Belastung für das medizinische Personal mit sich bringt.

Langfristig kann eine Pandemie auch zu strukturellen Veränderungen führen – etwa durch Investitionen in die Intensivmedizin, Digitalisierung, Schu-

lung und Kapazitätsausbau –, die das System widerstandsfähiger gegen zukünftige Krisen machen.

2.4 Managementstrategien in der Intensivmedizin

Während der Pandemie sind in der Intensivmedizin Managementstrategien entscheidend, um sowohl eine hohe Versorgungsqualität sicherzustellen als auch die begrenzten Ressourcen effizient zu nutzen. Sie umfassen sowohl organisatorische als auch klinische Ansätze, die je nach Schwere und Art der Pandemie angepasst werden müssen. Nachfolgend sind einige der wichtigsten Managementstrategien zusammengefasst.

1. Kapazitätsmanagement

- **Erhöhung der Intensivkapazitäten:** Um auf den Anstieg der schwer erkrankten Patienten reagieren zu können, müssen in der Regel zusätzliche Intensivbetten und Maschinen (z.B. Beatmungsgeräte) bereitgestellt werden. Dies kann durch temporäre Intensivstationen oder die Umwandlung von anderen Klinikbereichen (z.B. OP-Räume, Aufwachräume) erfolgen.
- **Ressourcenoptimierung:** Effizienter Einsatz von Geräten, Medikamenten und Pflegepersonal ist zentral. Hierzu gehört auch das Monitoring von Beatmungsgeräten und intensivmedizinischen Ressourcen in Echtzeit sowie der Einsatz von Telemedizin und digitalen Systemen zur Überwachung und Koordination.

2. Personalmobilisierung und -management

- **Umschichtung von Personal:** Angesichts des plötzlichen Anstiegs von Intensivpatienten kann es notwendig sein, Personal aus anderen Bereichen (z.B. Normalstation, Anästhesie, Notfallmedizin) auf Intensivstationen zu verlagern. Diese Fachkräfte müssen entsprechend geschult und auf ihre neuen Aufgaben vorbereitet werden.
- **Psychologische Unterstützung für das Personal:** Die hohe Arbeitsbelastung und die psychische Belastung durch die ständige Konfrontation mit kritischen Patienten können zu Erschöpfung und Burnout führen. Strategien zur psychologischen Unterstützung des medizinischen Personals sind daher unerlässlich, beispielsweise durch regelmäßige Pausen, Supervision und psychologische Beratung.
- **Schulung und Fortbildung:** Die rasche Implementierung von Trainingsprogrammen zur Intensivpflege sowie zu speziellen, pandemiebedingten Protokollen (z.B. Umgang mit neuen Krankheitsbildern) ist notwendig, um die Effizienz des Teams zu maximieren.

3. Klinisches Management

- **Früherkennung und präemptive Behandlung:** Ein frühzeitiges Erkennen von schwerwiegenden Verläufen, insbesondere bei Patienten mit Risikofaktoren, ist entscheidend. Dies erfordert regelmäßige Monito-

ring-Strategien und die Nutzung von Entscheidungsunterstützungssystemen.

- **Evidenzbasierte Protokolle:** Die Entwicklung und Umsetzung standardisierter, evidenzbasierter Behandlungsprotokolle sind wichtig, um die Effizienz und Konsistenz in der Versorgung zu gewährleisten. Bei COVID-19 beispielsweise wurde in vielen Kliniken ein standardisiertes Vorgehen bei der Beatmung, der Antikoagulation und der Therapie von Sekundärinfektionen etabliert. Grundlage war die S3-Living Guideline zur Therapie von COVID-19 (14).

4. Triage und ethische Entscheidungsfindung

- **Priorisierung von Patienten:** Angesichts begrenzter Ressourcen müssen während einer Pandemie präzise Triage-Kriterien festgelegt werden. Dabei werden Faktoren wie das Alter, der Gesundheitszustand und die Überlebenswahrscheinlichkeit berücksichtigt. Dies ist eine der ethisch herausforderndsten Entscheidungen im Krisenmanagement. In Deutschland wurden von der DIVI, gemeinsam mit weiteren Fachgesellschaften, im Rahmen der COVID-19-Pandemie Empfehlungen dazu vorgelegt. Allerdings gab es nachfolgend eine intensive gesellschaftliche und juristische Diskussion, u.a. mit der Frage ob hierbei Vorerkrankungen berücksichtigt werden sollten (15).

5. Logistik und Lieferkettenmanagement

- **Sicherstellung der Versorgung mit Medikamenten und Geräten:** Eine Pandemie führt oft zu Engpässen bei der Versorgung mit medizinischen Gütern. Das Management von Lieferketten muss aufgestockt werden, um eine kontinuierliche Verfügbarkeit von Medikamenten, Beatmungsgeräten, Schutzmaterialien und diagnostischen Tests zu gewährleisten.
- **Koordination zwischen den Krankenhäusern:** Es ist wichtig, eine enge Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Gesundheitseinrichtungen sicherzustellen, um Patienten effizient zu verteilen und Kapazitäten optimal auszunutzen. Im Rahmen der COVID-19-Pandemie wurde in Deutschland von Bund und Ländern zusammen mit Intensivmedizinern ein Konzept entwickelt, über das im Notfall COVID-19-Intensivpatienten aus Regionen mit hohem Infektionsgeschehen verlegen können: das Kleeblattkonzept. Es funktioniert nach einem Ampelschema.

6. Forschung und Datenanalyse

- **Datenüberwachung und -analyse:** Die kontinuierliche Sammlung von klinischen Daten und deren Analyse sind essenziell, um die Auswirkungen der Pandemie besser zu verstehen und frühzeitig auf Veränderungen reagieren zu können. Dies kann durch die Etablierung eines nationalen oder internationalen Registers von Intensivpatienten erfolgen, das auch für die Forschung von entscheidender Bedeutung wäre. Während der COVID-19-Pandemie erfasste das im April 2020

etablierte DIVI-Intensivregister täglich die freien und belegten Behandlungskapazitäten in der Intensivmedizin von etwa 1.100 Akut-Krankenhäusern in Deutschland. Zudem wurden aktuelle Fallzahlen intensivmedizinisch behandelter COVID-19-Patienten aufgezeichnet.

- **Forschung zu Therapieoptionen:** In vielen Pandemien gibt es einen dringenden Bedarf an schneller Forschung zu effektiven Therapien. Klinische Studien müssen schnell initiiert werden, um die besten Behandlungsansätze zu identifizieren und zu validieren. Hierbei ist die schnelle Integration von Forschungsergebnissen in die klinische Praxis von entscheidender Bedeutung.

2.5 Prävention und Pandemievorsorge

2.5.1 Impfungen und antivirale Therapien

Für die Intensivmedizin sind Impfungen und antivirale Therapien die Eckpfeiler der Pandemievorsorge. Ihre Relevanz, insbesondere im Kontext von Influenza- und COVID-19-Pandemien, liegt in der direkten Entlastung medizinischer Kapazitäten.

- **Impfungen** reduzieren primär das Risiko schwerer Krankheitsverläufe, Hospitalisierungen und Todesfälle. Bei Influenza gewährleisten sie durch jährliche Anpassungen einen Basisschutz, der die saisonale und pandemische Belastung des Systems minimiert. Die rasante Entwicklung von COVID-19-Impfstoffen hat eindrücklich gezeigt, wie schnell präventiver Schutz für eine zuvor naive Bevölkerung bereitgestellt werden kann. Dies führt zu einer substanziellen Reduktion des Patientenzustroms auf Intensivstationen und schützt zudem unser Personal (16).
- **Antivirale Therapien** dienen als komplementäre Strategie. Bei Influenza können Neuraminidase-Hemmer die Krankheitsdauer und -schwere verkürzen, wenn sie frühzeitig eingesetzt werden. Für COVID-19 stehen mittlerweile zugelassene spezifische antivirale Medikamente wie Nirmatrelvir/Ritonavir oder Remdesivir zur Verfügung, die bei Risikopatienten schwere Verläufe effektiv verhindern können. Der frühzeitige Einsatz dieser Therapien reduziert die Progression zur kritischen Erkrankung und damit den Bedarf an intensivmedizinischer Versorgung (17).

2.5.2 Bedeutung von Surveillance-Systemen und Frühwarnmechanismen und Interdisziplinäre Zusammenarbeit

In Pandemien sind robuste Surveillance-Systeme und Frühwarnmechanismen unerlässlich, um das Auftreten und die Ausbreitungsdynamik neuartiger Erreger zeitnah zu detektieren und den zu erwartenden Patientenzustrom frühzeitig zu antizipieren. Dies ermöglicht eine proaktive Ressourcenallokation und Anpassung der Versorgungskapazitäten. Gleichzeitig ist eine enge

interdisziplinäre Zusammenarbeit innerhalb des Gesundheitssystems – von der Notaufnahme über die Infektiologie bis zur Intensivmedizin – sowie eine strikte internationale Kooperation unabdingbar. Nur der koordinierte Austausch von Daten, Wissen und Strategien über Ländergrenzen hinweg gewährleistet eine effektive, globale Reaktion auf pandemische Bedrohungen, minimiert die Belastung kritischer Infrastrukturen und schützt das medizinische Personal (18).

2.6 Zukunftsausblick und Lessons Learned

Neben der Notwendigkeit der Früherkennung, der Identifikation neuer Pandemie-Erreger und der Ableitung entsprechender Maßnahmen zur Kontrolle kommt auch der Entwicklung von Impfstoffen und von neuen spezifischen Therapeutika sowie der internationalen Kollaboration und dem Austausch wissenschaftlicher Erkenntnisse eine wichtige Rolle zu. Die konsequente Verfolgung evidenzbasierter Ansätze in der Pandemie kann wesentlich dazu beitragen, dass wir die Erfolge im Kampf gegen frühere Pandemien auch in Zukunft fortsetzen können.

Ein zentraler Aspekt für die Zukunftsfähigkeit des Gesundheitswesens ist die Stärkung der Resilienz der Intensivmedizin. Hierzu gehören der gezielte Ausbau personeller und infrastruktureller Ressourcen, flexible Versorgungsstrukturen und digitale Steuerungsinstrumente ebenso wie eine belastbare Versorgungskette für Arzneimittel, Schutzmaterialien und Medizintechnik. Interprofessionelle Aus- und Fortbildung, standardisierte Eskalationspläne sowie die Integration intensivmedizinischer Expertise in übergeordnete Krisenstäbe können die Reaktionsfähigkeit in zukünftigen Pandemien entscheidend verbessern.



Take home messages:

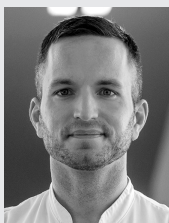
- *Pandemien sind ein Stresstest für die Intensivmedizin: Sie führen zu Ressourcenengpässen und erfordern schnelle Anpassungen in der Versorgung.*
- *Historische Lehren bleiben hochaktuell: Von Hygiene- und Quarantänemaßnahmen bis hin zur Bedeutung internationaler Kooperation.*
- *Epidemiologische Parameter sind entscheidend für die Einschätzung des Verlaufs und die Planung intensivmedizinischer Kapazitäten.*
- *Zoonosen und globale Mobilität erhöhen das Risiko künftiger Pandemien erheblich.*
- *Resilienz der Intensivmedizin muss durch personelle, strukturelle und digitale Maßnahmen gestärkt werden.*
- *Managementstrategien wie Kapazitätssteigerung, Triage, Logistik und Personalunterstützung sichern die Versorgung in Krisenzeiten.*

- *Impfungen und antivirale Therapien entlasten die Intensivmedizin und reduzieren Mortalität.*
- *Surveillance und internationale Zusammenarbeit sind unverzichtbar für eine wirksame Pandemievorsorge.*

Literatur

1. Morens DM, Folkers GK, Fauci AS (2009) What is a pandemic? *J Infect Dis* 200(7), 1018–21. DOI: 10.1086/644537. PMID: 19712039
2. Karagiannidis C, Mostert C, Hentschker C, Voshaar T, Malzahn J, Schillinger G, Klauber J, Janssens U, Marx G, Weber-Carstens S, Kluge S, Pfeifer M, Grabenhenrich L, Welte T, Busse R (2020) Case characteristics, resource use, and outcomes of 10,021 patients with COVID-19 admitted to 920 German hospitals: an observational study. *Lancet Respir Med* 8(9), 853–862. DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30316-7. Epub 28.07.2020. PMID: 32735842; PMCID: PMC7386882
3. Woolhouse ME, Gowtage-Sequeria S (2005) Host range and emerging and reemerging pathogens. *Emerg Infect Dis* 11(12), 1842–7. DOI: 10.3201/eid1112.050997. PMID: 16485468; PMCID: PMC3367654
4. Tognotti E (2013) Lessons from the history of quarantine, from plague to influenza A. *Emerg Infect Dis* 19(2), 254–9. DOI: 10.3201/eid1902.120312. PMID: 23343512; PMCID: PMC3559034
5. Palese P (2004) The great influenza *The epic story of the deadliest plague in history*. *J Clin Invest* 114(2), 146. DOI: 10.1172/JCI22439. PMCID: PMC450178
6. Osterholm MT (2005) Preparing for the next pandemic. *N Engl J Med* 352(18), 1839–42. DOI: 10.1056/NEJMp058068. PMID: 15872196
7. Busch, S (2020) Corona-Krise: Welche Folgen hat die Pandemie für unser Gesundheitssystem? Bundeszentrale für politische Bildung Bonn
8. CDC (2021) Scientific Brief: SARS-CoV-2 Transmission. URL: https://archive.cdc.gov/www_cdc_gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-briefs/sars-cov-2-transmission.html (abgerufen am 12.08.2025)
9. White LF, Wallinga J, Finelli L, Reed C, Riley S, Lipsitch M, Pagano M (2009) Estimation of the reproductive number and the serial interval in early phase of the 2009 influenza A/H1N1 pandemic in the USA. *Influenza and Other Respiratory Viruses* 3(6), 267–76. DOI: 10.1111/j.1750-2659.2009.00106.x. PMID: 19903209; PMCID: PMC2782458
10. Jones KE, Patel NG, Levy MA, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL, Daszak P (2008) Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* 451(7181), 990–3. DOI: 10.1038/nature06536. PMID: 18288193; PMCID: PMC5960580
11. Daszak P, Cunningham AA, Hyatt AD (2000) Emerging infectious diseases of wildlife – threats to biodiversity and human health. *Science* 287(5452), 443–9. DOI: 10.1126/science.287.5452.443. Erratum in: *Science* 287(5459), 1756. PMID: 10642539
12. Daon Y, Thompson RN, Obolski U (2020) Estimating COVID-19 outbreak risk through air travel. *J Travel Med* 27(5), taaa093. DOI: 10.1093/jtm/taaa093. PMID: 32502274; PMCID: PMC7313812
13. Amirzadeh M, Sobhaninia S, Buckman ST, Sharifi A (2023) Towards building resilient cities to pandemics: A review of COVID-19 literature. *Sustain Cities Soc* 89, 104326. DOI: 10.1016/j.scs.2022.104326. Epub 28.11.2022. PMID: 36467253; PMCID: PMC9703866
14. Kluge S, Janssens U, Schälte G et al. (2025) S3-Leitlinie Empfehlungen zur Therapie von Patienten mit COVID-19. Stand 28.02.2025. URL: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/113-001> (abgerufen am 12.08.2025)
15. Marckmann G, Neitzke G, Schildmann J et al. (2020) Entscheidungen über die Zuteilung intensivmedizinischer Ressourcen im Kontext der COVID-19-Pandemie [Decisions on the allocation of intensive care

- resources in the context of the COVID-19 pandemic: Clinical and ethical recommendations of DIVI, DGINA, DGAI, DGIIN, DGNI, DGP, DGP and AEM]. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 115(6), 477–85. DOI: 10.1007/s00063-020-00708-w
16. Poland GA, Ovsyannikova IG, Crooke SN, Kennedy RB (2020) SARS-CoV-2 Vaccine Development: Current Status. *Mayo Clin Proc* 95(10), 2172–2188. DOI: 10.1016/j.mayocp.2020.07.021. Epub 30.07.2020. PMID: 33012348; PMCID: PMC7392072
 17. Brady DK, Gurijala AR, Huang L, Hussain AA, Ligan AL, Pembridge OG, Ratangee BA, Sealy TT, Vallone KT, Clements TP (2024) A guide to COVID-19 antiviral therapeutics: a summary and perspective of the antiviral weapons against SARS-CoV-2 infection. *FEBS J* 291(8), 1632–1662. DOI: 10.1111/febs.16662. Epub 05.11.2022. PMID: 36266238; PMCID: PMC9874604
 18. Madhav N, Oppenheim B, Gallivan M et al. (2017) Pandemics: Risks, Impacts, and Mitigation. In: Jamison DT, Gelband H, Horton S et al. (Hrsg.) *Disease Control Priorities: Improving Health and Reducing Poverty*. 3. Aufl. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank Washington (DC). URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK525302/> (abgerufen am 12.08.2025)
 19. World Health Organization (WHO) (2024) Learnings from COVID-19 for future respiratory pathogen pandemic preparedness: a summary of the literature. URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/376201/9789240086531-eng.pdf> (abgerufen am 12.08.2025)



Prof. Dr. med. Christoph Daniel Spinner, MBA

Christoph Daniel Spinner studierte Humanmedizin von 2003–2010 in Freiburg, Kapstadt und Zürich. Er promovierte 2010 zum Thema Hepatitis-B-Virus-Polymerase und war von 2010–2017 Assistenzarzt in München (Klinikum rechts der Isar der TUM). 2015 erhielt er die Facharztanerkennung für Innere Medizin; 2017 habilitierte er sich über HIV-Prävention und -Therapie und wurde anschließend Oberarzt und leitet seither den Bereich klinische Infektiologie am heutigen TUM Klinikum. Seit 2019 ist er zugleich Chief Medical Information Officer (CMIO), 2022 übernahm er die Leitung der Stabsstelle Medizin und Strategie in der ärztlichen Direktion, und 2023 wurde er außerplanmäßiger Professor. Er ist Facharzt für Innere Medizin mit Infektiologie und Notfallmedizin, war Vorstandsmitglied der Deutschen AIDS-Gesellschaft sowie Corona-Experte. Forschungsschwerpunkte: Infektionskrankheiten (insbesondere HIV und HIV-Prävention), späte klinische Translation von Anti-Infektiva sowie Digitalisierung im Klinikbetrieb.



Prof. Dr. med. Stefan Kluge

Stefan Kluge studierte Humanmedizin an den Universitäten Gießen, Hamburg und Durban (SA). Er begann seine Facharztausbildung 1995 in der Medizinischen Klinik des Krankenhauses St. Joseph Stift in Bremen und wechselte 1999 als wissenschaftlicher Mitarbeiter an die Medizinische Kern- und Poliklinik des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf. 2005 wurde er zum Oberarzt ernannt, 2009 erfolgte die Habilitation für das Fach Innere Medizin und 2014 die Ernennung zum Professor. Der Facharzt für Innere Medizin mit der Schwerpunktbezeichnung Pneumologie und spezieller Weiterbildung in interner Intensivmedizin leitet seit 2009 als Direktor die Klinik für Intensivmedizin am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf. Forschungsschwerpunkte sind Beatmung, extrakorporaler Lungenersatz, Sepsis und invasive Mykosen.

3 MANV-Konzepte in Deutschland und Europa

Nils Jacobsen und Jan-Thorsten Gräsner

Globale und nationale (Gesundheits-)Bedrohungen wie Naturereignisse, große Unfälle oder Terroranschläge können in kurzer Zeit zu einem Massenanfall von Verletzten (MANV) führen. Darunter versteht man gemäß der Definition des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) einen Notfall mit so vielen Verletzten oder Erkrankten, dass er mit den regulär verfügbaren präklinischen und klinischen Ressourcen nicht bewältigt werden kann (1). Ein MANV stellt also eine Großschadenslage dar, die besondere organisatorische Maßnahmen erfordert. Im Folgenden werden aktuelle MANV-Konzepte in Deutschland dargestellt und mit ausgewählten internationalen Modellen verglichen; anhand der Flutkatastrophe im Ahrtal 2021 wird ihre Praxistauglichkeit diskutiert.

3.1 Struktur und Planung

In Deutschland liegt die operative Verantwortung für die präklinische und klinische Versorgung bei MANV grundsätzlich bei den Bundesländern. Daher existieren in den Ländern eigene MANV-Alarm- und Einsatzpläne, die sich in Begrifflichkeiten und Organisation teilweise unterscheiden. Dennoch gibt es überregionale Rahmenkonzepte, die eine Harmonisierung anstreben. So wurde bereits 2006 ein erstes bundeseinheitliches Rahmenkonzept für die überörtliche MANV-Hilfe vorgestellt. Ab 2019 wurde ein aktualisiertes Rahmenkonzept schrittweise umgesetzt (2). Ein Kernelement aller Konzepte ist die phasen- und stufenweise Alarmierung sowie Ressourcenstaffelung je nach

Ausmaß der Schadenslage. Um Großschadensereignisse einheitlich zu analysieren und entsprechende Maßnahmen einzuleiten, wurden bundesweit vier Versorgungsstufen für MANV definiert. Diese Stufen berücksichtigen die Zahl der Betroffenen sowie die verfügbaren Schutzkapazitäten:

- Versorgungsstufe 1 (bis ca. 50 Verletzte) entspricht der Bewältigung im Regelrettungsdienst
- Stufe 2 (ca. 50–500 Betroffene) erfordert überörtliche Unterstützung
- Stufe 3 (bis ca. 1.000 Betroffene) macht länderübergreifende und ggf. internationale Hilfe nötig
- Stufe 4 (> 1.000 Betroffene) steht für außergewöhnliche Katastrophenlagen mit Einsatz von Bundesressourcen

Die vier Stufen dienen als bundesweite Planungsrichtlinie im Bevölkerungsschutz.

3.2 Einsatzorganisation und Triage

Bei einem MANV werden in der Regel früh besondere Führungsstrukturen im Rettungsdienst aktiviert. Üblicherweise übernehmen ein Leitender Notarzt (LNA) und ein Organisatorischer Leiter Rettungsdienst (OrgL) gemeinsam die medizinisch-taktische Einsatzleitung an der Schadensstelle. Sie koordinieren mit der Feuerwehr-Gesamteinsatzleitung die Abschnittsbildung und setzen Prioritäten nach dem Prinzip der Triage. Die erste Sichtung („Vorsichtung“) erfolgt oft bereits durch das zuerst eintreffende Rettungsteam, um Patienten in Dringlichkeitskategorien (Farbcodes meist Rot = sofort, Gelb = später, Grün = leicht verletzt, Schwarz = verstorben/ohne Prognose) einzuteilen. Diese Kategorien sind in Deutschland weitgehend standardisiert und mit internationalen Triagekategorien kompatibel. Allerdings fehlt bislang eine bundesweit einheitliche Empfehlung für einen spezifischen Triage-Algorithmus. Regional werden verschiedene Systeme (z.B. PRIOR, mSTaRT) gelehrt und angewandt. Diese uneinheitliche Ausbildungslage wurde zuletzt kritisch diskutiert. Eine Harmonisierung der Algorithmen ist in Aussicht gestellt. Zur Verbesserung der Sichtungskonzepte fanden in den vergangenen Jahren Expertenkonsensus-Konferenzen unter Federführung des BBK statt, bei denen Definitionen und Begriffe vereinheitlicht sowie Ausbildungsempfehlungen erarbeitet wurden (u.a. 2019).

3.3 Rettungsmittel und Behandlungsplätze

Ein zentrales Prinzip deutscher MANV-Konzepte ist es, durch gestufte Alarmierung schnell zusätzliche Rettungsmittel, Personal und Material an den Ort des Geschehens zu bringen, um die Diskrepanz zwischen Behandlungsbedarf und -kapazität zu verringern. Je nach Schadensbild werden spezialisierte

Einheiten nachgefordert, zum Beispiel zusätzliche Notarzt-Einsatzfahrzeuge (NEF), Rettungs- und Krankentransportwagen (RTW/KTW) oder Betreuungs- und Logistikeinheiten. An der Einsatzstelle werden Patientenablagen für die Vorsichtung, Behandlungsplätze für die strukturierte medizinische Versorgung und Bereitstellungsräume für nachrückende Kräfte eingerichtet. Mehrere Länder haben modulare Behandlungsplatz-Konzepte eingeführt, wie die Behandlungsplatz-Bereitschaft 50 (BHP-B 50) in Nordrhein-Westfalen. Dieses standardisierte Modul kann pro Stunde mindestens 50 Patienten versorgen und besteht aus mobilen Behandlungsstationen (Zelte/Container) mit entsprechender Ausstattung und Personal zur Triage, Erstversorgung und Transportvorbereitung (7). Wichtig ist die Abstimmung mit der Klinikversorgung: Viele Regionen nutzen Hospitalverbundpläne, welche die Aufnahmekapazitäten der Kliniken erfassen und eine koordinierte Patientenverteilung ermöglichen. Zudem haben die meisten Krankenhäuser interne Notfallpläne (z.B. Absage elektiver Eingriffe) zur schnellen Ressourcenmobilisierung im Rahmen ihrer Krankenhausalarm- und Einsatzplanung.

3.4 Überregionale Hilfe

Übersteigen Ereignisse die Kapazitäten eines Landkreises oder Bundeslandes, greifen Konzepte der überörtlichen Hilfe (ÜMANV). Nachbarregionen entsenden dabei gemäß festgelegten Alarm- und Ausrückeordnungen definierte Kontingente an Rettungsmitteln. Überregional stellt der Bund seit 2007 mit aktuell 61 Einheiten die Medizinische Task Force (MTF) bereit – standardisierte, arztbesetzte taktische Einheiten mit Fahrzeugen, Material und Personal, die speziell für MANV-Lagen und den Zivilschutz konzipiert sind (6). MTF-Module können eigenständig Behandlungsplätze betreiben, zahlreiche Patienten über weite Distanzen transportieren oder bei Klinikevakuierungen unterstützen. Im Ereignisfall werden die MTF durch die Länder angefordert und vom BBK zentral koordiniert. Außerdem hält der Bund Sanitätsmaterial- und Arzneimittelreserven vor und stellt Zivilschutz-Hubschrauber (ZSH) für Erkundung und Spezialtransporte bereit. Deutschland hat damit ein engmaschiges Geflecht aus lokalem Rettungsdienst, Landeskatastrophenschutz und Bundesressourcen etabliert. Schwachstellen bestehen in der Heterogenität der Konzepte: Unterschiede in Terminologie und Aufbau können im Ernstfall die Zusammenarbeit erschweren. Die Fluthilfe 2021 im Ahrtal offenbarte konzeptionelle Unterschiede zwischen den Bundesländern; daher wird eine stärkere Standardisierung der überregionalen Einheiten gefordert (5). Zudem kommt es im Krisenfall mancherorts zu Mehrfachbelastungen von Einsatzkräften, die in mehreren Organisationen (z.B. Feuerwehr, THW, Hilfsdienste) parallel engagiert sind, was personelle Reserven schmälert. Daher wird diskutiert, den Bevölkerungsschutz teilweise zu professionalisieren, um langfristig dem steigenden Bedarf gerecht zu werden (8).

3.5 Europäische Modelle im Vergleich

Im Wesentlichen existieren zwei historisch unterschiedliche Ansätze im Rettungsdienst, die auch bei Großschadenslagen eine Rolle spielen: das anglo-amerikanische Paramedic-System und das kontinentale Notarztsystem. Ersteres („Scoop and Run“) ist vor allem in englischsprachigen Ländern verbreitet und zeichnet sich dadurch aus, dass nichtärztliches Personal (Paramedics) Patienten sehr zügig wie möglich in Krankenhäuser transportiert, wo spezialisierte Notfallteams bereitstehen. Demgegenüber steht das in weiten Teilen Kontinentaleuropas übliche Prinzip „Stay and Stabilize“, bei dem Notärzte zum Einsatzort kommen und die Patienten zunächst vor Ort umfassend versorgen. In der Praxis nähern sich jedoch beide Modelle bei Großschadenslagen an. Anglo-amerikanische Systeme setzen inzwischen mobile Ärzteteams (z.B. per Rettungshubschrauber) zur Sichtung und für invasive Maßnahmen ein. In arztzentrierten Systemen erkannte man, dass bei einer großen Zahl Schwerverletzter eine schnelle Transportpriorisierung wichtiger ist als eine zeitaufwändige Individualtherapie vor Ort. Moderne europäische Konzepte betonen daher Triage und „Load and Go“ für kritisch Verletzte, kombiniert mit einer gezielten Vor-Ort-Stabilisierung der übrigen Patienten (3). Ein weiterer Unterschied besteht in der Einsatzleitung: Anglo-amerikanische Länder verwenden das Incident Command System (ICS) mit einem Einsatzleiter (On-Scene Commander) und standardisierten Führungsfunktionen. In vielen europäischen Ländern sind medizinische und technische Leitungsstrukturen zum Teil getrennt, doch wird zunehmend eine integrierte Führungsstruktur empfohlen. So hat es sich bewährt, bei Großereignissen gemeinsame Lagezentren oder Krisenstäbe einzurichten, in denen Vertreter von Rettungsdienst, Feuerwehr, Polizei und Verwaltung eng zusammenarbeiten. Auch in arztgestützten Systemen (z.B. Frankreich, SAMU/SMUR) und in paramedizinisch geprägten Systemen (z.B. Großbritannien, Medical Incident Officer) gibt es klar definierte ärztliche Leitungsrollen. Es existieren z.B. NATO-Standardisierungsvereinbarungen (STANAG) zur Triage und medizinischen Versorgung bei Großschadenslagen, die auch im zivilen Bereich genutzt werden (farbcodierte Triagekarten, einheitliche Sichtungskategorien) (9). Insgesamt lässt sich festhalten, dass überall eine schnelle Transportentscheidung in Kombination mit adäquater Versorgung vor Ort als Schlüssel zum Einsatzerfolg angesehen wird. Unterschiede bestehen vor allem in der personellen Ressourcenstruktur (ärztliche vs. nichtärztliche Erstversorger) und in der institutionellen Verankerung des Rettungsdienstes (eigenständiger medizinischer Dienst vs. Eingliederung in Feuerwehr oder Polizei). Für Deutschland bedeuten diese Vergleiche, dass das gut ausgebaute, notärztlich organisierte System zwar insgesamt gut funktioniert, aber durch optimierte Kommunikations- und Führungsstrukturen flankiert sein muss, um auch bei umfassenden Großschadenslagen handlungsfähig zu bleiben.

3.6 Erkenntnisse aus Flutkatastrophe im Ahrtal 2021

Im Juli 2021 führte ein Starkregenereignis im Ahrtal (Rheinland-Pfalz) zu einer Flutwelle, die ganze Ortschaften zerstörte. Über 180 Menschen kamen ums Leben – das schwerste Naturereignis in Deutschland seit Jahrzehnten. Strom-, Telefon- und Straßeninfrastruktur brachen zusammen, was zu Chaos und improvisierten Rettungsaktionen führte. Überregionale Hilfe traf verspätet ein. Als Reaktion wurde ein landesweiter Krisenstab eingerichtet, dem ein Sachgebiet Gesundheit in räumlicher Nähe zugeordnet, jedoch abgetrennt untergebracht wurde, was zu einsatztaktischen Schwierigkeiten führte (4).

Aus dem Einsatz ergeben sich wichtige Lehren:

- Klare Aufgabenteilung zwischen Grundversorgung und Notfallversorgung ist essenziell, um Personal effizient einzusetzen.
- Robuste, redundante Kommunikationswege (z.B. Satellitentelefone) sind für die Führungsfähigkeit unerlässlich.
- Frühzeitig integrierte Führung von medizinischen und technischen Kräften verbessert die Koordination deutlich.

Darüber hinaus zeigte sich die Bedeutung regelmäßiger Großschadensübungen, eines professionellen Managements spontaner Helfer und flexibler Versorgungsstrukturen: Trotz massiver Infrastrukturausfälle wurden rasch provisorische medizinische Anlaufstellen aufgebaut und rund um die Uhr betrieben. Viele der vorgesehenen Konzepte haben sich im Kern bewährt – unter extremen Bedingungen.

3.7 Fazit

Deutschland verfügt über umfassende Konzepte und Ressourcen, um einen Massenanfall von Verletzten zu bewältigen. Rettungsdienst und Katastrophenschutz sind in mehrstufigen Alarm- und Versorgungsplänen organisiert, die von lokalen Ereignissen (MANV-Stufe 1) bis zu nationalen Katastrophenlagen (MANV-Stufe 4) reichen. Zentrale Elemente sind eine effektive Triage, modulare Behandlungsplätze und überregionale Unterstützung durch spezialisierte Kräfte (z.B. MTF). Dennoch haben Ereignisse wie die Ahrtal-Flut 2021 gezeigt, dass kein Konzept ohne regelmäßige Überprüfung auskommt. Klare Verantwortlichkeiten, redundante Kommunikation und integrierte Führung sind entscheidend, um theoretische Pläne erfolgreich in die Praxis umzusetzen. In Zukunft gilt, aus Erfahrungen zu lernen und die technische Ausstattung, Begriffe/Algorithmen sowie die Aus- und Fortbildung weiter zu verbessern. Insgesamt sind die deutschen MANV-Konzepte leistungsfähig; dennoch sind regelmäßige Anpassungen an neue Gefahrenlagen unerlässlich.



Take home messages:

- *Bei einem MANV sind eine strukturierte Führung und effektive Triage entscheidend, um begrenzte Ressourcen optimal einzusetzen.*
- *Gestufte Alarmierungspläne, modulare Behandlungsplätze und überregionale Einheiten (z.B. Medizinische Task Forces) erhöhen die Versorgungskapazität bei Großschadenslagen erheblich.*
- *Regelmäßige Großschadensübungen und die kontinuierliche Weiterentwicklung der Konzepte (Standardisierung, Ausbildung) sind unerlässlich, um auf neue Bedrohungen vorbereitet zu sein.*

Literatur

1. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (o.D.) Massenanfall von Verletzten. URL: https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Gesundheitlicher-Bevoelkerungsschutz/Sanitaetsdienst/MANV/manv_node.html, Zugriffen: 31. Juli 2025
2. Deutscher Bundestag (2019). Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage zur Umsetzung der Konzeption Zivile Verteidigung. Drucksache 19/8634 (21.03.2019)
3. Dick WF (2003). Anglo-American vs. Franco-German emergency medical services system. *Prehospital and Disaster Medicine*, 18(1), 29–35
4. Rohde A, Schmidbauer W, Didion N et al. Medizinische Herausforderungen in der Starkregenkatastrophe im Ahrtal 2021. *Notfall Rettungsmed* 28, 1–8 (2025). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10049-024-01428-w>
5. Bayerisches Zentrum für besondere Einsatzlagen (BayZBE) (2021) Konzeptionsanalyse BayZBE: Lessons Learned des Ahrtal-Hochwassers Juli 2021 (Version 1.0, Stand: 20.09.2021)
6. Medizinisches Katastrophen-Hilfswerk Deutschland (MHW) (o.D.). Konzept Behandlungsplatz 50 und Gerätewagen BHP50 (Pilotprojekt 2008). URL: <http://www.mhw-deutschland.de/aktuelles/projekte/national/behandlungsplatz-50-und-ger%C3%A4tewagen-bhp50>, Zugriffen: 05. Juni 2025
7. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (o.D.). Die Medizinische Task Force des Bundes. URL: https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Gesundheitlicher-Bevoelkerungsschutz/Sanitaetsdienst/MTF/mtf_node.html, Zugriffen: 31. Juli 2025
8. Voss M (2022) Zustand und Zukunft des Bevölkerungsschutzes in Deutschland – Lessons to learn. KFS Working Paper Nr. 20, Version 4. Katastrophenforschungsstelle, Freie Universität Berlin. URL: https://www.geo.fu-berlin.de/geog/fachrichtungen/anthrogeog/katastrophenforschung/publikationen/Lessons_to_learn_2022.pdf, Zugriffen: 31. Juli 2025
9. NATO (2021) Allied Medical Publication AMedP-1.10: Medical Aspects in the Management of a Major Incident/Mass Casualty Situation, Edition B, Version 1. NATO Standardization Office. URL: https://www.coemed.org/files/stanags/03_AMEDP/AMedP-1.10_EDB_V1_E_2879.pdf, Zugriffen: 31. Juli 2025



Dr. med. Nils Jacobsen

Nils Jacobsen ist Facharzt für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin und stellvertretender ärztlicher Direktor am Institut für Rettungs- und Notfallmedizin des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein in Kiel. Er ist aktiver Leitender Notarzt und engagiert sich in der präklinischen Notfallversorgung und der medizinischen Weiterbildung.



Prof. Dr. med. Jan-Thorsten Gräsner

Jan-Thorsten Gräsner ist Facharzt für Anästhesiologie und Notfallmedizin. Seit 2015 leitet er das Institut für Rettungs- und Notfallmedizin am Universitätsklinikum Schleswig-Holstein in Kiel. Als langjähriger Notarzt, Sprecher des Organisationskomitees des Deutschen Reanimationsregisters und Leitender Notarzt engagiert er sich für das Qualitätsmanagement in der Notfallmedizin und setzt sich für die Weiterentwicklung des Rettungswesens ein.

4 Versorgungsengpässe bei Arzneimitteln

Christian Sommer, Lisa Mulack und Philipp Hofmann

Das Bundesinstitut für Arzneimittel (BfArM) dokumentiert und bewertet Lieferengpässe von Humanarzneimitteln. Grundlage dafür sind die Meldungen von Lieferengpässen für versorgungsrelevante und versorgungskritische Arzneimittel durch pharmazeutische Unternehmen, die auf einer Selbstverpflichtung beruhen. Im Jahr 2024 wurden 892 Lieferengpässe bei Arzneimitteln gemeldet (1). Davon betrafen 65 Meldungen als versorgungsrelevant eingestufte Wirkstoffe. Nicht jeder Lieferengpass stellt gleich ein Versorgungsproblem dar. Um die Versorgungssicherheit mit Arzneimitteln zu erhöhen, hat der Gesetzgeber das Arzneimittel-Lieferengpassbekämpfungs- und Versorgungsverbesserungsgesetz (ALBVVG) auf den Weg gebracht, das am 27. Juli 2023 in Kraft getreten ist. Es wurden neue Regelungen für Kinderarzneimittel, Antibiotika und einige Krebsmedikamente getroffen. Allerdings handelt es sich hierbei um lediglich 2% aller Arzneimittel. Das für die Intensivmedizin erforderliche Spektrum an Arzneimitteln geht weit darüber hinaus.

In der Novellierung der Apothekenbetriebsordnung (ApBetrO) wurde in § 30 geregelt, dass parenteral anzuwendende Arzneimittel und Antibiotika zur intensivmedizinischen Versorgung in ausreichender Menge vorrätig gehalten werden müssen, die mindestens dem durchschnittlichen Bedarf der intensivmedizinischen Abteilungen des jeweils versorgten Krankenhauses für sechs Wochen entsprechen. Zwar ist eine angemessene Bevorratung mit essenziellen Arzneimitteln aufgrund der stetig zunehmenden Lieferengpass-Problematik erforderlich, allerdings scheitert die Bevorratung daran, dass Ware nicht lieferbar ist oder nur in Kontingenten ausgeliefert wird, die nur einem Bruchteil des monatlichen Verbrauchs entsprechen.

Dies zeigte sich insbesondere bei parenteral anzuwendenden Arzneimitteln zur intensivmedizinischen Versorgung. Im Rahmen der Corona-Pandemie wurde die vorrätig zu haltende Menge bereits verdoppelt. Diese wurde nun nochmals verdoppelt, bei parenteralen Antibiotika sogar vervierfacht. Eine solche Bevorratung ist kein triviales Unterfangen.

4.1 Lieferengpassmanagement einer Klinikapotheke

Die zusätzlich zu bevorratenden Arzneimittel haben nicht nur zusätzlichen materiellen und personellen Aufwand zur Folge. Insbesondere hochvolumige Parenteralia benötigen auch erheblich mehr Platz. Bauliche Erweiterungen sind erforderlich und es gilt eine Vielzahl an Vorschriften und behördlichen Anzeigepflichten zu beachten. Dies alles benötigt auch Zeit und Zeit ist ein entscheidender Faktor im Lieferengpassmanagement.

Um die Versorgung aufrecht erhalten zu können, ist es erforderlich, dass eine Klinikapotheke frühzeitig erste Anzeichen eines Lieferengpasses wahrnimmt und schnell Maßnahmen ergreift. Bestände und Reichweiten, geplante Liefertermine, durchschnittliche Verbräuche für Stationen und Funktionsbereiche des eigenen Krankenhauses, sowie ggf. weiterer versorgter Kliniken, ergeben sich aus der Materialwirtschaftssoftware. Handelsübliche Programme besitzen jedoch nicht die notwendigen Features, um die entsprechenden Daten schnell individuell zusammenzustellen oder Maßnahmen automatisiert abzuleiten. Einige Klinikapotheken haben sich deshalb Add-ons programmieren lassen oder eigene Programme entwickelt.

Eine weitere Herausforderung ergibt sich daraus, dass in Deutschland in der Regel materialwirtschaftlich kein Fallbezug besteht. Ist beispielsweise der Wirkstoff Ampicillin von einem Lieferengpass betroffen, gibt es keine Möglichkeit, zu erfassen, wie viele Tagesdosen aktuell in einem Krankenhaus in der kalkulierten Therapie der ambulant erworbenen Meningitis oder in einer anderen Indikation angewendet werden. Anders im Closed Loop Medication Management: In diesem vollständig digital abgebildeten Medikationsprozess verordnen Ärzte Arzneimittel elektronisch (computerized physician order entry) mit elektronischer Entscheidungsunterstützung (clinical decision support). Jede Verordnungsänderung wird durch Stationsapotheker überprüft und auftretende arzneimittelbezogene Probleme – auch Lieferengpässe – werden im Rahmen pharmazeutischer Interventionen geklärt (2). Anschließend erfolgt die patientenbezogene Lieferung der Arzneimittel als Unit Doses, die dann vom Pflegepersonal verabreicht und digital dokumentiert werden. In einem solchen Prozess sind neben materialwirtschaftlichen Daten auch klinische Informationen wie Indikationen und Behandlungsdauer, Allergien, aktuelle und Dauerdiagnosen, Laborwerte etc. vorhanden. Stationsapotheker können im interprofessionellen Team Deeskalationen, Oralisierungen oder Therapieumstellungen empfehlen, sodass sie zur nächsten Applikationszeit auch logistisch so umgesetzt sind, dass der Patient bestmöglich versorgt ist.