



S. Kluge | M. Heringlake

S. Schwab | E. Muhl (Hrsg.)

begründet von C. Putensen | M. Quintel

G.W. Sybrecht

DIVI Jahrbuch 2018 | 2019

Fortbildung und Wissenschaft
in der interdisziplinären Intensivmedizin
und Notfallmedizin

Schwerpunkt
„Digitale Transformation“



Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft

S. Kluge | M. Heringlake
S. Schwab | E. Muhl (Hrsg.)

DIVI Jahrbuch 2018/2019



Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft

S. Kluge | M. Heringlake
S. Schwab | E. Muhl (Hrsg.)

DIVI Jahrbuch 2018/2019

Fortbildung und Wissenschaft
in der interdisziplinären Intensivmedizin
und Notfallmedizin

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

Gast-Herausgeber Schwerpunkt „Digitale Transformation“: Rainer Röhrig

mit Beiträgen von

B. Bein | A.E. Berggreen | J. Berrouschot | P. Böttger | D. Brammen | S. Brandt | G. Braun
S. Braune | P. Brinkrolf | M. Buerke | M. Burgmaier | R. Büttner | P. Chojecki | M. Czaplík
S. Demirakca | V. von Dossow | G. Elke | C. Epple | M. Ertmer | A.W. Flemmer | R. Gärtner
M. Gaßner | A. Ginski | A. Gottschalk | H.V. Groesdonk | N. Haake | K. Hahnenkamp
M. Heinrich | H. Heinze | C. Henker | M. Heringlake | F. Hoffmann | S. John | G. Kähler
B. Kammer | M. Kulla | M. Kurz | J. Langgartner | M. Lehner | H. Lemm | V. Mann
M. Maschmeier | H. Maurer | T.S. Meisel | H. Messmann | B. Metelmann | C. Metelmann
G. Michels | M.F. Müller | W. Müllges | H. Niehaus | S. Pemmerl | R. Pfister | J. Piek
K. Pilarczyk | D. Przewozny | S. Rehberg | S. Reith | J. Renner | M. Rieck | B. Ryłski
O.W. Sakowitz | D. Sallek | F.H. Saner | A. Scherag | D. Schibilsky | C. Schmidt | H. Schmidt
S. Schmidt | C. Spies | P.M. Spieth | T. Steiner | M. Sykora | H.-J. Trappe | R.F. Trauzeddel
S. Treskatsch | G. Trummer | V. Voigt | A. Weimann | K. Weinert | B. Weiß



Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft

Das Herausgeberteam

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

Prof. Dr. med. Matthias Heringlake
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Campus Lübeck
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Ratzeburger Allee 160
23538 Lübeck

Prof. Dr. med. Dr. h. c. Stefan Schwab
Universitätsklinikum Erlangen
Neurologische Klinik
Schwabachanlage 6
91054 Erlangen

Prof. Dr. med. Elke Muhl
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Campus Lübeck
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Ratzeburger Allee 160
23538 Lübeck

Gast-Herausgeber Schwerpunkt „Digitale Transformation“
Prof. Dr. med. Rainer Röhrig
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Fakultät für Medizin und Gesundheitswissenschaften
Department für Versorgungsforschung
Abteilung Medizinische Informatik
Ammerländer Heerstraße 140
26129 Oldenburg

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

ISBN 978-3-95466-441-2 (eBook: PDF)

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 mbH & Co. KG 2019

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.

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: Pauline Braune und Anna-Lena Spies, Berlin
Layout & Satz: zweiband.media, Agentur für Mediengestaltung und -produktion GmbH, Berlin
Druck: druckhaus köthen GmbH, Köthen

Zuschriften und Kritik an:

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

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

im DIVI Jahrbuch 2018/2019 finden Sie ausgewählte Beiträge aus dem wissenschaftlichen Teil und dem Fortbildungsteil des diesjährigen DIVI-Kongresses. Damit möchten wir Ihnen einen Überblick über aktuelle Themen der Intensiv- und Notfallmedizin geben. Hierbei wird auch die Interdisziplinarität der DIVI mit den unterschiedlichen Fachgruppen (Anästhesie, Chirurgie, Innere Medizin, Kinder- und Jugendmedizin, Neurologie und Neurochirurgie) berücksichtigt.

Als Schwerpunktthema haben wir uns in diesem Jahr für das Thema „Digitale Transformation“ entschieden. Der digitale Wandel macht vor keiner Branche halt: Medien, Handel, Logistik und Banken sind dabei, sich neu zu erfinden. Die Digitalisierung wird auch die Gesundheitswirtschaft in den nächsten Jahren deutlich verändern. Durch die Organisation von Prof. Dr. Rainer Röhrig, dem langjährigen Sprecher der DIVI-Sektion Informationstechnologie und Medizintechnik, finden Sie vier hochaktuelle Beiträge zu diesem Thema im vorliegenden Buch. Dabei geht es um so wichtige Themen wie Big Data und personalisierte Medizin in der Intensivmedizin (Prof. Dr. Scherag), das DIVI Notaufnahmeprotokoll (Dr. Brammen et al.), Telemedizinische Unterstützung für Rettungskräfte am Unfallort (Dr. Metelmann et al.) sowie um die Digitalisierung in der Intensivmedizin (Chojecki et al.). Die Experten zeigen in ihren Beiträgen Chancen, Herausforderungen und Grenzen auf und gehen der Frage nach, wie die Digitalisierung die Intensiv- und Notfallmedizin verändern wird.

Darüber hinaus werden viele weitere hochaktuelle Fragestellungen bearbeitet. Das DIVI Jahrbuch versteht sich dabei als Ergänzung zum DIVI-Kongress, der sich nicht zuletzt durch seine vielfältigen Möglichkeiten zum Gedanken- und Erfahrungsaustausch steigender Teilnehmerzahlen erfreut.

Wir freuen uns sehr, dass es uns erneut gelungen ist, eine so große Anzahl an renommierten Autorinnen und Autoren zu gewinnen. An dieser Stelle bedanke ich mich stellvertretend für alle Herausgeber bei den Autorinnen und Autoren für ihren Beitrag.

Wir wünschen Ihnen viel Freude bei der Lektüre!

Dezember 2018, im Namen der Herausgeber

Prof. Dr. med. Stefan Kluge

Die Autorinnen und Autoren

Prof. Dr. med. Berthold Bein, M.A., DEAA

Asklepios Klinik St. Georg
Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin,
Notfallmedizin und Schmerztherapie
Lohmühlenstraße 5
20099 Hamburg

Dr. med. Astrid Ellen Berggreen

Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Campus Lübeck
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Ratzeburger Allee 160
23538 Lübeck

Prof. Dr. med. Jörg Berrouschot

Klinikum Altenburger Land
Klinik für Neurologie und Neurologische
Intensivtherapie
Am Waldessaum 10
04600 Altenburg

Priyanka Böttger

St. Marienkrankenhaus Siegen
Herz und Gefäßzentrum Südwestfalen
Klinik für Innere Medizin II
Kardiologie, Angiologie, Internistische
Intensivmedizin
Kampenstraße 51
57072 Siegen

Dr. med. Dominik Brammen, DESA

Universitätsklinikum Magdeburg A.ö.R.
Universitätsklinik für Anaesthesiologie und
Intensivtherapie
Leipziger Straße 44
39120 Magdeburg

Dr. med. Sebastian Brandt

Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Campus Lübeck
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Ratzeburger Allee 160
23538 Lübeck

Dr. med. Georg Braun

Akademisches Lehrkrankenhaus der
Ludwig-Maximilians-Universität München
Klinikum Augsburg
Medizinische Klinik 3
Stenglinstraße 2
86156 Augsburg

Dr. med. Stephan Braune, MPH, EDIC

St. Franziskus-Hospital Münster
IV. Medizinische Klinik – Internistische
Intensivmedizin und Notaufnahme
Hohenzollernring 70
48145 Münster

Dr. med. Peter Brinkrolf

Universitätsmedizin Greifswald
Klinik für Anästhesiologie
Anästhesie, Intensiv-, Notfall- und Schmerzmedizin
Ferdinand-Sauerbruch-Straße
17475 Greifswald

Prof. Dr. med. Michael Buerke

St. Marienkrankenhaus Siegen
Herz und Gefäßzentrum Südwestfalen
Klinik für Innere Medizin II
Kardiologie, Angiologie, Internistische
Intensivmedizin
Kampenstraße 51
57072 Siegen

PD Dr. Dr. med. Mathias Burgmaier

Universitätsklinikum Aachen
Medizinische Klinik I
Klinik für Kardiologie, Angiologie und
Internistische Intensivmedizin
Pauwelsstraße 30
52074 Aachen

Prof. Dr. Roland Büttner

Caritas-Krankenhaus St. Josef
Kooperations- und Akademisches Lehrkrankenhaus
der Universität Regensburg
Landshuter Straße 65
93053 Regensburg

Paul Chojecki, Dipl.-Psych.

Fraunhofer HHI
Einsteinufer 37
10587 Berlin

PD Dr. Dr. Michael Czaplik

Uniklinik RWTH Aachen
Klinik für Anästhesiologie, Sektion Medizintechnik
Pauwelsstraße 30
52074 Aachen

Dr. med. Süha Demirakca

Universitätsmedizin Mannheim
Klinik für Neonatologie
Theodor Kutzer Ufer 1-3
68167 Mannheim

Univ.-Prof. Dr. med. Vera von Dossow

Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum
Herz- und Diabeteszentrum NRW
Institut für Anästhesiologie und Schmerztherapie
Georgstraße 11
32545 Bad Oeynhausen

PD Dr. med. Gunnar Elke

UKSH, Campus Kiel
Klinik für Anästhesiologie und
Operative Intensivmedizin
Arnold-Heller-Straße 3, Haus 12
24105 Kiel

Corina Epple
Klinikum Hanau
Klinik für Neurologie
Leimenstraße 20
63450 Hanau

Martin Ertmer
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Anästhesiologie m. S. operative
Intensivmedizin
Charitéplatz 1
10117 Berlin

Univ.-Prof. Dr. med. Andreas W. Flemmer
Neonatologie der Universitäts-Kinderklinik
Perinatalzentrum der LMU-München, Großhadern
Marchioninistraße 15
81377 München

Prof. Dr. med. Roland Gärtner
Ludwig-Maximilians-Universität München
Med. Klinik IV der LMU
Ziemssenstraße 1
80336 München

Dr. med. Martina Gaßner
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Anästhesiologie m. S. operative
Intensivmedizin
Campus Charité Mitte, Campus Virchow-Klinikum
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Dr. Angela Ginski
St. Franziskus-Hospital Münster
Klinik für Anästhesie und operative Intensivmedizin
Hohenzollernring 70
48145 Münster

PD Dr. Antje Gottschalk
Universitätsklinikums Münster
Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin
und Schmerztherapie
Albert-Schweitzer-Campus 1, Gebäude A 1
48149 Münster

Prof. Dr. med. Heinrich Volker Groesdonk
Universitätsklinikum des Saarlandes
Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und
Schmerztherapie
Kirrbergerstraße
Gebäude 57
66421 Homburg/Saar

Dr. med. Nils Haake, LL.M.
imland Klinik Rendsburg
Klinik für Intensivmedizin
Lilienstraße 20-28
24768 Rendsburg

Univ.-Prof. Dr. med. Klaus Hahnenkamp
Universitätsmedizin Greifswald
Klinik für Anästhesiologie
Anästhesie, Intensiv-, Notfall- und Schmerzmedizin
Ferdinand-Sauerbruch-Straße
17475 Greifswald

PD Dr. med. Martina Heinrich
Klinikum der Universität München
Kinderchirurgische Klinik im Dr. von Haunerschen
Kinderspital
Lindwurmstraße 4
80337 München

PD Dr. med. Hermann Heinze, MHBA
Agaplesion Diakonieklinikum Hamburg
Klinik für Anästhesiologie
Hohe Weide 17
20259 Hamburg

Dr. med. Christian Henker
Universitätsmedizin Rostock
Abteilung für Neurochirurgie
Schillingallee 35
18057 Rostock

Prof. Dr. med. Matthias Heringlake
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Campus Lübeck
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Ratzeburger Allee 160
23538 Lübeck

PD Dr. med. Florian Hoffmann
Klinikum der Universität München
Interdisziplinäre Kinderintensivstation
Kinderklinik und Kinderpoliklinik
im Dr. von Haunerschen Kinderspital
Lindwurmstraße 4
80337 München

Prof. Dr. Stefan John
Klinikum Nürnberg Süd
Medizinische Klinik 8
Internistische Intensivmedizin
Breslauer Straße 201
90471 Nürnberg

Prof. Dr. med. Georg Köhler
Universitätsmedizin Mannheim
Zentrale Interdisziplinäre Endoskopie ZIE
Theodor-Kutzer-Ufer 1-3
68167 Mannheim

Dr. Birgit Kammer
Klinikum der Universität München
Klinik und Poliklinik für Radiologie, Kinderradiologie
im Dr. von Haunerschen Kinderspital
Lindwurmstraße 4
80337 München

PD Dr. med. Martin Kulla, DESA
Bundeswehrkrankenhaus Ulm
Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin,
Notfallmedizin und Schmerztherapie
Oberer Eselsberg 40
89081 Ulm

Dr. med. Matthias Kurz
Ludwig-Maximilians-Universität München
Klinik für Anästhesiologie
Marchioninistraße 15
81377 München

PD Dr. med. Julia Langgartner

Klinikum Landshut gGmbH
Spezielle Internistische Intensivmedizin
Robert-Koch-Straße 1
84034 Landshut

Dr. med. Markus Lehner

Luzerner Kantonsspital
Kinderchirurgische Klinik
Kinderspital
6000 Luzern 16
Schweiz

Dr. med. Henning Lemm

St. Marienkrankenhaus Siegen
Herz und Gefäßzentrum Südwestfalen
Klinik für Innere Medizin II
Kardiologie, Angiologie, Internistische Intensivmedizin
Kampenstraße 51
57072 Siegen

Dr. med. Valesco Mann

Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH,
Standort Gießen
Hessisches Kinderherzzentrum Gießen,
Sektion Kinderherzanästhesie
Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin
und Schmerztherapie
Rudolf-Buchheim-Straße 7
35392 Gießen

Dr. Miriam Maschmeier

Universitätsklinikum Münster
Albert-Schweitzer-Campus 1
Gebäude A14
48149 Münster

Dr. med. Holger Maurer

Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Campus Lübeck
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Ratzeburger Allee 160
23538 Lübeck

Dr. med. Tanja Simone Meisel

Universitätsklinikum des Saarlandes
Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und
Schmerztherapie
Kirrbergerstraße
Gebäude 57
66421 Homburg/Saar

Prof. Dr. med. Helmut Messmann

Akademisches Lehrkrankenhaus der
Ludwig-Maximilians-Universität München
Klinikum Augsburg
Medizinische Klinik 3
Stenglinstraße 2
86156 Augsburg

Dr. med. Bibiana Metelmann

Universitätsmedizin Greifswald
Klinik für Anästhesiologie
Anästhesie-, Intensiv-, Notfall- und Schmerzmedizin
Ferdinand-Sauerbruch-Straße
17475 Greifswald

Dr. med. Camilla Metelmann

Universitätsmedizin Greifswald
Klinik für Anästhesiologie
Anästhesie-, Intensiv-, Notfall- und Schmerzmedizin
Ferdinand-Sauerbruch-Straße
17475 Greifswald

Prof. Dr. med. Guido Michels

Universität zu Köln
Klinik III für Innere Medizin
Herzzentrum
Kerpener Straße 62
50937 Köln

Prof. Dr. med. Matthias Friedrich Müller

Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH,
Standort Gießen
Hessisches Kinderherzzentrum Gießen,
Sektion Kinderherzanästhesie
Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin
und Schmerztherapie
Rudolf-Buchheim-Straße 7
35392 Gießen

Prof. Dr. med. Wolfgang Müllges

Universitätsklinikum Würzburg
Neurologische Klinik
Josef-Schneider-Straße 11
97080 Würzburg

PD Dr. med. Heidi Niehaus

Georg-August-Universität Göttingen
Klinik für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie
Robert-Koch-Straße 40
37075 Göttingen

PD Dr. med. Sylvia Pemmerl

Caritas-Krankenhaus St. Josef
Zentrale Notaufnahme
Landshuter Straße 65
93053 Regensburg

Prof. Dr. med. Roman Pfister

Universität zu Köln
Klinik III für Innere Medizin
Herzzentrum
Kerpener Straße 62
50937 Köln

Prof. Dr. med. Dr. h.c. Jürgen Piek

Universitätsmedizin Rostock
Abteilung für Neurochirurgie
Schillingallee 35
18057 Rostock

Dr. med. Kevin Pilarczyk, MHBA

imland Klinik Rendsburg
Klinik für Intensivmedizin
Lilienstraße 20-28
24768 Rendsburg

David Przewozny

Fraunhofer HHI
Einsteinufer 37
10587 Berlin

Die Autorinnen und Autoren

Prof. Dr. med. Sebastian Rehberg
Evangelisches Klinikum Bethel gGmbH
Klinik für Anästhesiologie, Intensiv-, Notfallmedizin,
Transfusionsmedizin und Schmerztherapie
Burgsteig 13
33617 Bielefeld

PD Dr. med. Sebastian Reith
Universitätsklinikum Aachen
Medizinische Klinik I
Klinik für Kardiologie, Angiologie und
Internistische Intensivmedizin
Pauwelsstraße 30
52074 Aachen

Prof. Dr. med. Jochen Renner
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Campus Kiel
Klinik für Anästhesiologie und Operative
Intensivmedizin
Arnold-Heller-Straße 3, Haus 12
24105 Kiel

Martin Rieck
St. Franziskus-Hospital Münster
Klinik für Anästhesie und operative Intensivmedizin
Hohenzollernring 70
48145 Münster

PD Dr. Bartosz Ryłski
Universitäts-Herzzentrum Freiburg • Bad Krozingen
Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie
Hugstetter Straße 55
79106 Freiburg

Prof. Dr. med. Oliver W. Sakowitz
Klinikum Ludwigsburg
Neurochirurgisches Zentrum Ludwigsburg-Heilbronn
Posilipostraße 4
71640 Ludwigsburg

Daniel Salleck
Klinikum Nürnberg Süd
Medizinische Klinik 8
Internistische Intensivmedizin
Breslauer Straße 201
90471 Nürnberg

Prof. Dr. med. Fuat H. Saner
Universitätsklinikum Essen
Klinik für Allgemein-, Viszeral- und
Transplantationschirurgie
Zentrum für Chirurgie
Hufelandstraße 55
45147 Essen

Univ.-Prof. Dr. André Scherag
Universitätsklinikum Jena
Institut für Medizinische Statistik, Informatik und
Datenwissenschaften
Bachstraße 18
07743 Jena

Dr. med. David Schibilsky
Universitäts-Herzzentrum Freiburg • Bad Krozingen
Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie
Hugstetterstraße 55
79106 Freiburg

Dr. med. Christian Schmidt
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Campus Lübeck
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Ratzeburger Allee 160
23538 Lübeck

Univ.-Prof. Dr. med. Hartmut Schmidt
Universitätsklinikum Münster
Albert-Schweitzer-Campus 1
Gebäude A14
48149 Münster

Dr. med. Sebastian Schmidt, DESA
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Anästhesiologie m. S. operative
Intensivmedizin
Campus Charité Mitte, Campus Virchow-Klinikum
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Univ.-Prof. Dr. med. Claudia Spies
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Anästhesiologie m. S. operative
Intensivmedizin
Campus Charité Mitte, Campus Virchow-Klinikum
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Prof. Dr. med. Peter Markus Spieth, M.Sc.
Universitätsklinikum Dresden
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und
Intensivtherapie
Fetscherstraße 74
01307 Dresden

Prof. Dr. med. Thorsten Steiner, MD, MME
Klinikum Frankfurt Höchst
Neurologische Klinik
Gotenstraße 6-8
65929 Frankfurt

Univ.-Prof. Dr. Marek Sykora, PhD, M.Sc.
Krankenhaus der Barmherzigen Brüder
Neurologische Abteilung
Johannes von Gott Platz 1
1020 Wien
Österreich

Univ.-Prof. Dr. med. Hans-Joachim Trappe
Ruhr-Universität Bochum
Marien Hospital Herne
Medizinische Klinik II (Schwerpunkte Kardiologie und
Angiologie)
Hölkeskampring 40
44625 Herne

Dr. med. Ralf Felix Trauzeddel
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Campus Charité Mitte und Campus Virchow-Klinikum
Klinik für Anästhesiologie m. S. operative
Intensivmedizin
Charitéplatz 1
10117 Berlin

Univ.-Prof. Dr. med. Sascha Treskatsch
Klinik für Anästhesiologie m. S. operative
Intensivmedizin
Charité – Universitätsmedizin Berlin,
corporate member of Freie Universität Berlin,
Humboldt-Universität zu Berlin,
and Berlin Institute of Health
Campus Benjamin Franklin
Hindenburgdamm 30
12203 Berlin

PD Dr. Georg Trummer
Universitäts-Herzzentrum Freiburg • Bad Krozingen
Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie
Hugstetter Straße 55
79106 Freiburg

Dr. Verena Voigt
Uniklinik RWTH Aachen
Klinik für Anästhesiologie, Sektion Medizintechnik
Pauwelsstraße 30
52074 Aachen

Prof. Dr. Arved Weimann, M.A.
Klinikum St. Georg gGmbH
Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Onkologische
Chirurgie mit Abteilung Klinische Ernährung
Delitzscher Straße 141
04129 Leipzig

Dr. med. Kerstin Weinert
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Campus Lübeck
Klinik für Allgemeine Chirurgie
Ratzeburger Allee 160
23538 Lübeck

Dr. med. Björn Weiß
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Anästhesiologie m. S. operative
Intensivmedizin
Campus Charité Mitte, Campus Virchow-Klinikum
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Inhalt

I	Schwerpunkt Digitale Transformation _____	1
1	„Big Data“ und personalisierte Medizin in der Intensivmedizin _____ <i>André Scherag</i>	3
2	Das DIVI Notaufnahmeprotokoll _____ <i>Dominik Brammen und Martin Kulla</i>	9
3	Telemedizinische Unterstützung für Rettungskräfte am Notfallort ____ <i>Bibiana Metelmann, Camilla Metelmann, Klaus Hahnenkamp und Peter Brinkroff</i>	15
4	Digitalisierung in der Intensivmedizin _____ <i>Paul Chojecki, Michael Czaplik, Verena Voigt und David Przewozny</i>	23
II	Biomarker-Diagnostik _____	31
1	Biomarker der Inflammation _____ <i>Martin Rieck, Angela Ginski und Stephan Braune</i>	33
2	Biomarker bei Ischämie _____ <i>Sebastian Reith und Mathias Burgmaier</i>	45
3	Biomarker des akuten Nierenversagens _____ <i>Daniel Salleck und Stefan John</i>	53
III	Delir-Prävention und Management _____	63
1	Delir in der Intensivmedizin: Inzidenz und Diagnostik _____ <i>Vera von Dossow</i>	65
2	Delirprävention: neue Aspekte _____ <i>Björn Weiß, Sebastian Schmidt, Martina Gaßner und Claudia Spies</i>	73
IV	Endokrinologische Notfall- und Intensivmedizin _____	85
1	Bedeutung der Schilddrüsenfunktion in der Intensivmedizin _____ <i>Roland Gärtner</i>	87
2	Steuerung des Blutzuckers beim Intensivpatienten – alles klar? ____ <i>Antje Gottschalk</i>	97
3	Welche Rolle spielen die Nebennieren in der Intensiv- und Notfallmedizin? _____ <i>Roland Büttner</i>	109

V	Ernährungsmanagement in der Intensivmedizin	119
1	Ernährung des Intensivpatienten – aktuelles zur Pharmakotherapie mit Arginin, Selen, Vitamin B1 und Vitamin D	121
	<i>Gunnar Elke und Arved Weimann</i>	
2	Komplikationen von Ernährungssonden und PEG/PEJ	129
	<i>Georg Kähler</i>	
VI	Gastrointestinale Notfälle und Komplikationen	139
1	Prophylaxe und Therapie gastrointestinaler Komplikationen: postoperative Darmatonie	141
	<i>Kerstin Weinert</i>	
2	Hepatopulmonales Syndrom und portopulmonale Hypertonie	151
	<i>Julia Langgartner</i>	
3	Gastrointestinale Blutung – Endoskopie und mehr	161
	<i>Helmut Messmann und Georg Braun</i>	
VII	Hämodynamisches Monitoring	169
1	Perioperatives hämodynamisches Monitoring und minimal invasives Monitoring	171
	<i>Jochen Renner</i>	
2	Transpulmonale Thermodilution	177
	<i>Berthold Bein</i>	
3	Pulmonalarterienkatheter	185
	<i>Matthias Heringlake, Hermann Heinze, Sebastian Brandt und Christian Schmidt</i>	
VIII	Management akuter Leitsymptome in der Intensivmedizin	193
1	Akutes Koronarsyndrom – Diagnostik und initiale Therapie	195
	<i>Michael Buerke, Priyanka Böttger und Henning Lemm</i>	
2	Aortendissektion	213
	<i>Georg Trummer und Bartosz Rylski</i>	
3	Die akute postoperative ST-Streckenhebung: Wann muss ich was machen?	219
	<i>David Schibilsky</i>	
4	Dyspnoe – Differenzialdiagnostik in der Intensiv- und Notfallmedizin	225
	<i>Guido Michels und Roman Pfister</i>	

5	Synkope – Differenzialdiagnostik in der Intensivmedizin _____	233
	<i>Hans-Joachim Trappe</i>	
6	Akutes Abdomen – Differenzialdiagnose in der Akutmedizin _____	245
	<i>Sylvia Pemmerl</i>	
7	Behandlung von Störungen der Oxygenierung _____	255
	<i>Peter Markus Spieth</i>	
8	Intensivtherapie nach Lebertransplantation – eine besondere Herausforderung _____	265
	<i>Fuat H. Saner, Miriam Maschmeier und Hartmut H. Schmidt</i>	
IX Neonatologische und pädiatrische Notfälle _____		289
1	Versorgungsstrategien für das Schockraummanagement polytraumatisierter Kinder – Notwendigkeit eines interdisziplinären Algorithmus _____	291
	<i>Florian Hoffmann, Martina Heinrich, Matthias Kurz, Birgit Kammer und Markus Lehner</i>	
2	Notfälle bei außerklinischer Geburt bei Früh- und Neugeborenen ____	305
	<i>Andreas W. Flemmer</i>	
3	Same Same but Different: Intensivmedizin bei Kindern am Beispiel der Therapie respiratorischer Erkrankungen _____	317
	<i>Süha Demirakca</i>	
X Neurologisch-neurochirurgische Intensiv- und Notfallmedizin ____		327
1	Ischämischer Schlaganfall – Basistherapie, Stroke Unit, Telemedizin __	329
	<i>Jörg Berrouschot</i>	
2	Management der intrazerebralen Blutung (ICB) _____	337
	<i>Oliver W. Sakowitz</i>	
3	Hirnblutungen und Nicht-Vitamin-K-abhängige orale Antikoagulantien (NOAC) – Gegenmittel, Probleme und Lösungen aus neurologischer Sicht _____	343
	<i>Thorsten Steiner und Corina Epple</i>	
4	Diagnostik und Therapie spinaler Durchblutungsstörungen _____	351
	<i>Wolfgang Müllges</i>	
5	Querschnittssyndrome: Spinale Entzündungen _____	359
	<i>Christian Henker und Jürgen Piek</i>	
6	Hirn-Herz-Interaktion in der neurologischen Intensivmedizin _____	369
	<i>Marek Sykora</i>	

XI	Pharmakologisches Management in der Intensiv- und Notfallmedizin	375
1	Unfraktioniertes und fraktioniertes Heparin – Welches Konzept für welchen Patienten?	377
	<i>Tanja S. Meisel und Heinrich Volker Groesdonk</i>	
2	Stellenwert mechanischer Systeme zur Thromboseprophylaxe	387
	<i>Sebastian Brandt und Holger Maurer</i>	
3	Hat Suprarenin® ausgedient?	395
	<i>Matthias Heringlake, Holger Maurer und Astrid Ellen Berggreen</i>	
4	Inotrope und vasoaktive Substanzen – Vasopressoren: Wann und welche?	405
	<i>Heidi Niehaus und Sebastian Rehberg</i>	
XII	Ultraschalldiagnostik	415
1	Grundlagen der perioperativen Ultraschalldiagnostik und der Notfall-TEE-Untersuchung	417
	<i>Matthias Friedrich Müller und Valesco Mann</i>	
2	Konzepte zum fokussierten Ultraschall in der Intensivmedizin	423
	<i>Nils Haake und Kevin Pilarczyk</i>	
3	Echokardiographie-basiertes, hämodynamisches, zielorientiertes Therapiekonzept	439
	<i>Martin Ertmer, Ralf Felix Trauzeddel und Sascha Treskatsch</i>	



Schwerpunkt
Digitale Transformation

1 „Big Data“ und personalisierte Medizin in der Intensivmedizin

André Scherag

In kaum einem medizinischen Fach drängt sich der Begriff „Big Data“ so auf wie in der Intensivmedizin. Folgt man den üblichen Definitionen von „Big Data“, so sind hier die V-Kriterien in der Intensivmedizin allesamt erfüllt (17). Im Einzelnen sind dies große Datenmengen („volume“), die Geschwindigkeit, mit welcher diese generiert werden bzw. verfügbar sein müssen („velocity“) und sehr unterschiedliche, heterogene Daten(quellen) („variety“), die zudem eine unterschiedliche Gültigkeit oder Qualität haben können („veracity“). Als Beispiele aus der Intensivmedizin können dies Befunde aus der Bildgebung, mikrobiologische Befunde oder Laborwerte der klinischen Chemie in Kombination mit automatisierten Blutdruck- oder EKG-Messungen, Angaben zur Medikation und zur künstlichen Beatmung etc. sein.

Im Unterschied zur Onkologie werden Omic-Daten in der Intensivmedizin bisher selten und wenn, dann meist nur im Forschungskontext (15) erhoben. Es ist davon auszugehen, dass dieser Bereich wohl am schnellsten auf dem Gebiet der Pathogendiagnostik Einzug in die Routineversorgung finden wird. Hierbei sei angemerkt, dass Omic-Daten bezüglich der „Big Data“ Kriterien meist nur das des Datenvolumens erfüllen. Viele Omic-Daten, wie beispielsweise Genomsequenzdaten, sind klar strukturiert, zeitlich eher stabil und je nach Technologie mit (sehr) geringen Messfehlern behaftet. Natürlich ergeben sich aber auch hier Herausforderungen bezüglich der Datenvorverarbeitung, -analyse und Ergebnisinterpretation. Im Zuge der rasanten technischen Entwicklungen der Omic-Technologien wurden auch Begriffe wie „personalisierte Medizin“, „individualisierte“ Medizin, „Präzisionsmedizin“ oder „stratifizierte Medizin“ geprägt. Damit verbunden ist der Wunsch nach Präventionen, Diagnosen, Therapien und Prognosen, die auf die Patientin/den Patienten maßgeschneidert sind. Erfolgversprechende Beispiele finden sich ebenfalls meist in der Onkologie (z.B. 9).

Bezogen auf die Intensivmedizin ist für die Zukunft zu erwarten, dass es dort auch zu „Big Data“ Anwendungen kommen wird, die möglicherweise die Hoffnungen auf eine personalisierte Medizin erfüllen.

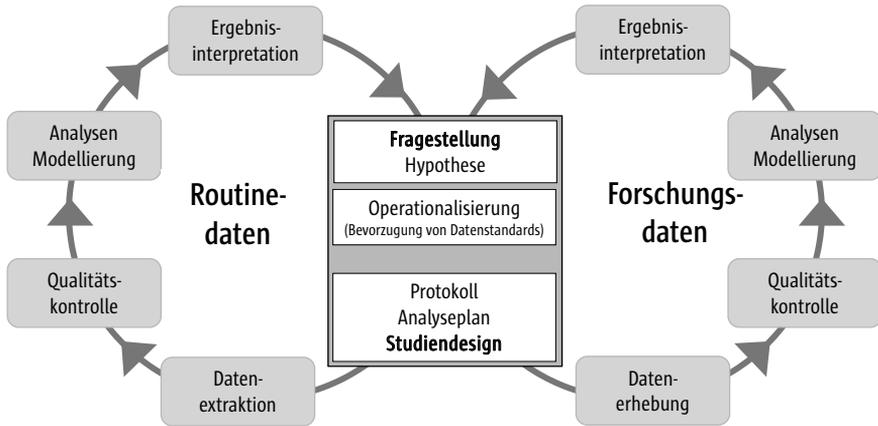


Abb. 1 Perspektiven von „Big Data“ und personalisierter Medizin durch die Integration „klassischer“, klinischer Forschung (rechter Kreis) in die datengetriebene Wissenschaft (linker Kreis, gelegentlich „data science loop“ genannt).

Der folgende Text soll aufzeigen, wie ein möglicher Weg aussehen kann, um solche Ziele zu erreichen und welche Herausforderungen dabei zu meistern sind (s. Abb. 1). Dabei erhebt die knappe Darstellung keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit. Sie ist geprägt von der Idee, die Prinzipien der evidenzbasierten Medizin auf die neuen Anwendungsbereiche, die durch Digitalisierung entstehen, auszuweiten.

1.1 Voraussetzungen für den Umgang mit „Big Data“ in der Intensivmedizin

Auf vielen intensivmedizinischen Stationen sind umfangreiche, patientenbezogene Routinedaten in Form eines „Patientendatenmanagementsystems“ (PDMS) bereits jetzt digital verfügbar. Innerhalb der Krankenhäuser können diese Systeme im Rahmen des jeweiligen Krankenhausinformationssystems mit anderen Quellsystemen verbunden sein. Prinzipiell ist eine solche Verknüpfung mehrerer strukturierter Datenquellen möglich. Weitere Daten wie z. B. Informationen aus Arztbriefen müssen zunächst durch Methoden des „natural language processing“ so aufbereitet werden, dass sie weiterverarbeitet werden können. Hierbei ergeben sich u. a. die Fragen, was Rohdaten sind (kontinuierliche EKG-Kurven oder Aggregate), wie diese gemessen, dokumentiert und interpretiert werden und welche Angaben als „normal“ gelten können (12). Diese Angaben können selbst innerhalb eines Krankenhauses zwischen Stationen variieren. Über verschiedene Krankenhäuser (oder sogar über die Sektorengrenzen) hinweg sind diese Herausforderungen entsprechend größer. So ist das Thema „Interoperabilität“ ein Schlüssel, um im Gesundheitswesen überhaupt erst „Big Data“ Anwendungen zu ermöglichen. Es muss daher erreicht werden, dass Daten anhand international standardisierter und hochsicherer Kommunikations- und Speicherverfahren („Integrating the Healthcare Enterprise“; IHE) einrichtungsübergreifend vorbereitet und organisiert werden. Im Rahmen der Medizininformatik-Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (www.medizininformatik-initiative.de/de/start) werden im Verbund „Smart Medical Information Techno-

logy for Healthcare“ (SMITH; www.smith.care) hierzu auf der Basis international standardisierter Formate (HL7 CDA, HL7 FHIR etc.) integrative Datenrepositorien (in Form „lebender“, lieferantenneutraler Archivsysteme) mit Metadatenverzeichnissen aufgesetzt und gepflegt. Die Themen Datenschutz, Datensicherheit sowie Beweiserhaltung und Revisionsicherheit, welchen im Krankenhaus besondere Bedeutung zukommt, haben dabei höchste Priorität. Ein Beispiel für die entstehenden Herausforderungen bei der konkreten Umsetzung solcher Standards ist im Bereich Notfallmedizin das Projekt AKTIN (<https://aktin.org/de-de/>), das im Rahmen dieses Jahrbuches noch ausführlicher diskutiert wird (s. Kap. I.2.4). Abschließend sei angemerkt, dass all diese Maßnahmen zwar zur Datenqualität beitragen, sie selbst aber keine notwendigen Bedingungen für Datenqualität sind. Ein aktuelles Beispiel aus der Intensivmedizin kann dies verdeutlichen. Rhee et al. (14) verglichen einfache epidemiologische Maßzahlen wie Inzidenz- oder Mortalitätsraten der Sepsis, wenn diese auf der Basis abrechnungsrelevanter oder klinischer Daten aus elektronischen Patientenakten verschiedener Krankenhäuser ermittelt wurden. Die Autoren schlussfolgern, dass für das Monitoring einfacher epidemiologischer Maßzahlen der Sepsis klinische Daten objektivere Schätzungen liefern. Die Datenqualität der klinischen Daten aus elektronischen Patientenakten war für die zu beantwortende Fragestellung besser – auch wenn die oben angerissenen eher technischen Hintergründe für beide Datenquellen ähnlich waren.

1.2 Routinedaten und Forschungsdaten

Auch wenn die Herausforderungen im Bereich der routinemäßig erhobenen Patientendaten bereits erheblich sind, so ist dies nur ein Teil der Diskussion um „Big Data“. Der Mehrwert von „Big Data“ ergäbe sich insbesondere, wenn Daten aus sehr unterschiedlichen Datenquellen zusammengeführt würden. Als denkbare Datenquellen werden in der Literatur meist patienten-generierte Daten aus dem Bereich sozialer Medien oder mobiler Anwendungen oder Abrechnungsdaten der Krankenkassen (z.B. Diagnosen, Prozeduren und Medikamente) genannt. Selbst wenn man annehmen würde, dass die Frage der Einwilligung zur Verknüpfung mit solchen Datenquellen geklärt wäre, so fehlt es derzeit an entsprechenden Infrastrukturen, um die Daten zusammenzuführen und weiterzugeben. Viel naheliegender ist die bessere Integration von Routine- und Forschungsdaten. Fokussieren wir den Bereich der klinischen Studien, wo Datenqualität die Voraussetzung für Patientensicherheit und valide Schlussfolgerungen ist. Auch hier finden sich umfangreiche Bestrebungen, Datenstandards zum Austausch von Daten zu etablieren (z.B. CDISC; www.cdisc.org) – selbstverständlich auch verknüpft mit der Idee, Studien effektiver durchführen zu können. Es ist für die Zukunft wichtig, dass diese Bemühungen im Bereich der klinischen Studien mit den oben beschriebenen ähnlich angelegten Bestrebungen aus dem Bereich der Routinedaten in der Krankenversorgung stärker verknüpft werden. Fernziel ist ein „lernendes Gesundheitssystem“ (1); mittelfristige Ziele sind die Reduktion des Dokumentationsumfangs, Datenvalidierungsschritte bereits bei der Dateneingabe oder eine schnellere Identifikation von Patientinnen und Patienten, die für eine klinische Studie rekrutiert werden könnten; dies sind Beispiele für positive, konkrete Folgen eines solchen Zusammenspiels.

1.3 „Personalisierte“ Medizin und ihr Einfluss auf Studiendesigns

Bereits zum jetzigen Zeitpunkt sollte klar geworden sein, dass es keinen prinzipiellen Unterschied zwischen „Big Data“ und anderen Daten gibt – Differenzen bestehen selbstverständlich aufseiten der Hard- und Software (11) und zwar in Abhängigkeit von der jeweiligen Fragestellung. Aktuell finden sich im Gesundheitsbereich nur wenige Beispiele für „Big Data“ Anwendungen (2, 5). Viel zitierte Erfolge wie von Gulshan et al. (8), die „deep learning“ Algorithmen für die Diagnose von diabetischer Retinopathie auf der Basis von Retinabildern einsetzen, basieren im Testdatensatz auf lediglich ~12.000 Bildern von etwa 6.000 Patientinnen und Patienten. Aber auch wenn alle Kriterien für „Big Data“ erfüllt sein sollten, so sind die Daten in den allermeisten Fällen reine Beobachtungsdaten. Die große Datenmenge führt zwar zu einer größeren Präzision der Schätzung; systematische Fehler, die zu verzerrten Schätzern führen können, werden hierdurch jedoch nicht adressiert. Häufig hört man dann als Reaktion, dass es bei „Big Data“ Anwendungen ohnehin nur um Korrelationen gehe; dass die Daten für sich selbst sprechen und dass mit einem genügend großen Datensatz ein Modell trainiert werden könne, das seine Validität dann zeige, wenn man es auf neue Testdaten anwende. Diese Einschätzung kann zutreffend sein, ist aber wiederum von der präzisen Fragestellung abhängig. Geht es beispielsweise um einen Wirksamkeitsnachweis, also um die Frage, ob ein bestimmtes therapeutisches Verfahren im Vergleich zu einer Kontrolltherapie bei einer bestimmten Indikation bezogen auf eine bestimmte Zielgröße wirksam ist, so sind Daten einer Beobachtungsstudie nicht geeignet, diese Frage zu beantworten. Es gibt zwar viele aktuelle methodische Entwicklungen zum Thema Kausalität aus Beobachtungsdaten (13); diese sind jedoch zum aktuellen Zeitpunkt und nach Meinung des Autors mehr als Ergänzung statt als Ersatz für randomisierte, klinische Studien zu sehen. Entsprechend rückt nach der Fragestellung und ihrer Operationalisierung das Thema „Studiendesign“ ins Zentrum der Betrachtungen. Durch das Thema „personalisierte“ Medizin werden aktuell neuartige Studiendesigns für Therapiestudien der Phase II propagiert (16). Erkenntnisse der Onkologie, dass sich beispielsweise Erkrankungen mit ähnlicher klinischer Manifestation molekular oft stark unterscheiden, sind Treiber dieser Designüberlegungen. Ob sich diese Beobachtungen und die damit verbundenen Designs auch auf Fragestellungen der Intensivmedizin übertragen lassen, ist offen. Wenn die technischen Voraussetzungen für standortübergreifende Datensammlungen vorliegen, wird es in den nächsten Jahren sicher auch in der Intensivmedizin zu einer präziseren, datengetriebenen Charakterisierung von Patientenzuständen kommen.

In der Intensivmedizin ist die „Randomized, Embedded, Multifactorial Adaptive Platform trial for Community-Acquired Pneumonia (REMAP-CAP)“ Studie (NCT02735707) ein erstes Beispiel für die Anwendung neuartiger „adaptiver“/„flexibler Studiendesigns“, deren gemeinsame Eigenschaft darin besteht, dass Charakteristiken der Studiendesigns während des Studienverlaufs adaptiert werden können (3, 4, 18). Hierzu gehören beispielsweise die Änderung der Fallzahl, das Beenden von Studienarmen bei mehrarmigen Studien oder das Fokussieren der Rekrutierung auf Patientensubgruppen in sogenannten „enrichment designs“. Mögliche Vorteile sind eine kürzere Studiendauer oder die Anpassung des Designs im Studienverlauf auf der Basis neuer Erkenntnisse. Demgegenüber stehen aber auch mögliche Nachteile wie eine schlechtere Interpretierbarkeit der Ergebnisse, praktische Herausforderungen bei der Stu-

diendurchführung oder eine möglicherweise geringe Datenbasis der Ergebnisse. Das konkrete Ziel von REMAP-CAP ist es, bei erwachsenen Patienten mit schwerer ambulant erworbener Pneumonie, die auf Intensivstationen behandelt werden, verschiedene Behandlungsoptionen gegeneinander zu testen. Dies sind zum Beispiel unterschiedliche antibiotische Regime, zu deren in vivo Wirksamkeit wenig bekannt ist. In REMAP-CAP werden im randomisierten Vergleich mehrere solcher Behandlungsoptionen gleichzeitig untersucht (Details s. <http://prepare.ersnet.org/workpackages/workpackage-5.aspx>). Der primäre Endpunkt ist die Krankenhaussterblichkeit; es werden aber auch andere allgemeine oder behandlungsspezifische sekundäre Endpunkte ausgewertet.

1.4 Fazit

„Big Data“ und „personalisierte Medizin“ sind Themen, die die gesamte Medizin und so auch die Intensivmedizin in den nächsten Jahren beschäftigen werden. Es ist sicher realistisch anzunehmen, dass viele aktuelle, „vollmundige Heilsversprechen“ nicht realisierbar sein werden (10) – wie auch durch den aktuellen Fall IBM-Watson belegt. Dennoch wird es – ähnlich wie im Beispiel des Assistenzsystems zur Diagnose von diabetischer Retinopathie – zu innovativen digitalen Lösungen kommen. Neben technisch-methodischen Voraussetzungen, die hier kurz angerissen wurden, ist es essenziell, dass zukünftige Fragestellungen im Bereich „Big Data“ und personalisierter Medizin erfolgreich wohl nur durch multidisziplinäre Teams adressierbar sein werden, damit Risiken und Nebenwirkungen auch für digitale Anwendungen minimiert werden (6). Die konsequente Anwendung der Prinzipien der evidenzbasierten Medizin, erweitert um eine Perspektive einer „Algorithmen-Ethik“ (7) ist hierbei notwendig, um die klinische, patientenorientierte biomedizinische Forschung voranzubringen.

Literatur

1. Angus, D.C. (2015). Fusing Randomized Trials With Big Data: The Key to Self-learning Health Care Systems? *JAMA*, 314(8), 767–768. doi:10.1001/jama.2015.7762
2. Beam, A.L., & Kohane, I.S. (2018). Big Data and Machine Learning in Health Care. *JAMA*, 319(13), 1317–1318. doi:10.1001/jama.2017.18391
3. Berry, S.M., Connor, J.T., & Lewis, R.J. (2015). The platform trial: an efficient strategy for evaluating multiple treatments. *JAMA*, 313(16), 1619–1620. doi:10.1001/jama.2015.2316
4. Bhatt, D.L., & Mehta, C. (2016). Adaptive Designs for Clinical Trials. *N Engl J Med*, 375(1), 65–74. doi:10.1056/NEJMra1510061
5. Binder, H., & Blettner, M. (2015). Big data in medical science – a biostatistical view. *Dtsch Arztebl Int*, 112(9), 137–142. doi:10.3238/arztebl.2015.0137
6. Cabitza, F., Rasoini, R., & Gensini, G.F. (2017). Unintended Consequences of Machine Learning in Medicine. *JAMA*, 318(6), 517–518. doi:10.1001/jama.2017.7797
7. Courtland, R. (2018). Bias detectives: the researchers striving to make algorithms fair. *Nature*, 558(7710), 357–360. doi:10.1038/d41586-018-05469-3
8. Gulshan, V., Peng, L., Coram, M., Stumpe, M.C., Wu, D., Narayanaswamy, A. et al. (2016). Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs. *JAMA*, 316(22), 2402–2410. doi:10.1001/jama.2016.17216

9. Hyman, D.M., Puzanov, I., Subbiah, V., Faris, J.E., Chau, I., Blay, J.Y. et al. (2015). Vemurafenib in Multiple Non-melanoma Cancers with BRAF V600 Mutations. *N Engl J Med*, 373(8), 726–736. doi:10.1056/NEJMoa1502309
10. Joyner, M.J., Paneth, N., & Ioannidis, J.P. (2016). What Happens When Underperforming Big Ideas in Research Become Entrenched? *JAMA*, 316(13), 1355–1356. doi:10.1001/jama.2016.11076
11. Kersting, K.M., U. (2018). From Big Data to Big Artificial Intelligence? *Künstliche Intelligenz*, 32, 3–8.
12. Manrai, A.K., Patel, C.J., & Ioannidis, J.P.A. (2018). In the Era of Precision Medicine and Big Data, Who Is Normal? *JAMA*, 319(19), 1981–1982. doi:10.1001/jama.2018.2009
13. Pearl, J. & Mackenzie, D. (2018). *The Book of Why: The New Science of Cause and Effect: Basic Books*.
14. Rhee, C., Dantes, R., Epstein, L., Murphy, D.J., Seymour, C.W., Iwashyna, T.J. et al. (2017). Incidence and Trends of Sepsis in US Hospitals Using Clinical vs Claims Data, 2009–2014. *JAMA*, 318(13), 1241–1249. doi:10.1001/jama.2017.13836
15. Scherag, A., Schoeneweck, F., Kesselmeier, M., Taudien, S., Platzer, M., Felder, M. et al. (2016). Genetic Factors of the Disease Course after Sepsis: A Genome-Wide Study for 28Day Mortality. *EBioMedicine*, 12, 239–246. doi:10.1016/j.ebiom.2016.08.043
16. Simon, R. (2017). Critical Review of Umbrella, Basket, and Platform Designs for Oncology Clinical Trials. *Clin Pharmacol Ther*, 102(6), 934–941. doi:10.1002/cpt.814
17. Weber, G.M., Mandl, K.D., & Kohane, I.S. (2014). Finding the missing link for big biomedical data. *JAMA*, 311(24), 2479–2480. doi:10.1001/jama.2014.4228
18. Woodcock, J., & LaVange, L.M. (2017). Master Protocols to Study Multiple Therapies, Multiple Diseases, or Both. *N Engl J Med*, 377(1), 62–70. doi:10.1056/NEJMra1510062

Danksagung

Diese Arbeit wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF),
FZK 01E01502 und 01ZZ1803C gefördert.



Univ.-Prof. Dr. André Scherag

André Scherag ist Direktor des Instituts für Medizinische Statistik, Informatik und Datenwissenschaften und Ko-Sprecher des Integrierten Forschungs- und Behandlungszentrums „Center for Sepsis Control and Care“ (CSCC) am Universitätsklinikum Jena. Er leitet u.a. die Mitteldeutsche Sepsis Kohorte (MSC), die von 3.000 Patientinnen und Patienten Langzeitfolgen einer Sepsis erfasst. Zudem ist er Ko-Sprecher des Verbundes SMITH („Smart Medical Information Technology for Healthcare“) im Rahmen der Medizininformatik-Initiative des BMBF. Die Integration von Krankenhausroutinedaten zur Verbesserung von Forschung und Versorgung ist hierbei im Fokus. Sein Hauptinteresse gilt dem Übergang zwischen molekularen, komplexen Daten und evidenzbasierter Medizin und dreht sich z.B. um die Frage, wie eine „personalisierte“ Medizin evidenzbasiert werden kann.

2 Das DIVI Notaufnahmeprotokoll

Dominik Brammen und Martin Kulla

2.1 Hintergrund

In Anlehnung an das Notarzteinsatzprotokollprotokoll hat sich 2007 die Sektion Notaufnahmeprotokoll zur Entwicklung eines Standardwerkzeuges für die Dokumentation in der Notaufnahme (1) gegründet. Nach Abgleich der damaligen best-practice in Form von zahlreichen Papierformularen, wurde ein inhaltlich standardisiertes Formular entwickelt, das bei jedem Patienten in der Notaufnahme Verwendungen finden kann. Dieses sogenannte Basismodul kann bei Bedarf durch weitere Module ergänzt werden. Für die Dokumentation von Konsilen wird das namensgleiche Modul verwendet. Bei überwachungspflichtigen Patienten kann entsprechend einer Intensivakte das Überwachungsmodul für die zeitorientierte Dokumentation von Vitalparametern, Medikamentendokumentation, Respirationswerten und weiteren Maßnahmen verwendet werden. Bei der Schockraumversorgung traumatologischer Patienten findet das Trauma-Modul Anwendung. Dieses bildet hauptsächlich die Dateninhalte des TraumaRegister DGU® ab und wird bei der Zertifizierung von Traumazentren im TraumaNetzwerk als ausreichender Dokumentationsstandard akzeptiert (2). Das Modul Neurologie kann zur fachneurologischen Dokumentation in der Notaufnahme verwendet werden, während das Modul Anästhesie die noch nicht abgebildeten Datenelemente zur Dokumentation des Kerndatensatzes Anästhesie 3.1 erfasst. Die Datenelemente aller Module des Notaufnahmeprotokolls sind im Datensatz Notaufnahme definiert (3).

Für jedes Modul des Notaufnahmeprotokolls existiert bei der Sektion Notaufnahmeprotokoll eine elektronische PDF-Druckvorlage zur Vervielfältigung auf Papier, allerdings keine ausfüllbare Word-Dokumentenvorlage, PDF-Formular oder ähnliche digitale Form der Formulare. Das Notaufnahmeprotokoll kann kostenfrei von der Webseite der DIVI www.divi.de/notaufnahmeprotokoll bezogen und verwendet werden.

2.2 Digitalisierung der Datensatzpflege und -weiterentwicklung

Der Datensatz Notaufnahme wurde zunächst in einer Access-Datenbank von Microsoft® gepflegt. Im Rahmen der zunehmend aufwendigen Koordination der über Deutschland verteilten Mitglieder der Sektion Notaufnahmeprotokoll und zur Unterstützung der vernetzten Arbeitsweise wurde von einem Sektionsmitglied eine Webapplikation zur Datensatzpräsentation, -pflege und Diskussion von Datenelementen für die zweite Datensatzversion 2015.1 entwickelt <http://notaufnahme.data-set.org>. In der Zwischenzeit wurde die Webapplikation durch die Online-Plattform ART-DECOR (www.art-decor.org) aus dem Umfeld internationaler Standardisierungsorganisationen abgelöst.

2.3 Allgemeine Ziele der Digitalisierung

Bereits 2004 hat der Gesetzgeber im § 67 des fünften Buch des Sozialgesetzbuches treffend die Ziele der Digitalisierung in der Medizin wie folgt definiert:

„(1) Zur Verbesserung der Qualität und Wirtschaftlichkeit der Versorgung soll die papiergebundene Kommunikation unter den Leistungserbringern (...) sobald und so umfassend wie möglich durch die elektronische und maschinell verwertbare Übermittlung von Befunden, Diagnosen, Therapieempfehlungen (...) ersetzt werden.“ (4)

Die elektronische und maschinelle Verwertbarkeit der übermittelten Informationen stellt dabei den zentralen Punkt dieser Forderung dar und ist eine Umschreibung für die oft geforderte Interoperabilität. Damit elektronisch übermittelte Informationen verwertbar sind, muss der Empfänger diese maschinell lesen können. D.h. die beiden Informationen austauschenden Kommunikationspartner müssen sich auf eine sogenannte Schnittstelle einigen. Dazu sind unter anderem rein technische Kommunikationsstandards wie z.B. das Netzwerkprotokoll TCP/IP notwendig.

2.3.1 Allgemeine Technische Standards zur Datenübermittlung

Für medizinische Informationen gibt es ebenfalls technische Standards zur Datenübermittlung. Dabei meint der Begriff technischer Standard zunächst einmal eine syntaktische Standardisierung, wie die Informationen bei der elektronischen Kommunikation übermittelt werden. Ein Standard definiert dabei das verwendete Dateiformat, an welcher Stelle welche Datenfelder stehen, wie lang diese sind und welchen Zeichensatz sie verwenden. Bei der Datenübermittlung im stationären Sektor hat sich, zumindest für die Kernfunktionalitäten wie Patientenstammdatenverwaltung oder Laborwertübermittlung, der internationale Standard HL7 (Health Level 7) in der Version 2 als nachrichtenbasiertes System etabliert. Während nachrichtenbasierte

Schnittstellen für Patientenstammdaten oder Laborwertübermittlung gut funktionieren, stoßen sie bei kontextbezogenen Informationen wie einer Behandlungsdokumentation in der Notaufnahme an ihre Grenzen. Die HL7-Version 3 hat mit der Clinical Document Architecture kurz CDA eine spezialisierte XML-Version entwickelt, mit der sich Informationen zu Dokumenten zusammenfassen und austauschen lassen. Der Standard erlaubt dabei in der maximalen Ausbaustufe die Inhalte strukturiert sowie kodiert zu übermitteln und so vom empfangenden System auch inhaltlich „verstanden“ und weiterverwendet zu werden.

Im ambulanten Sektor haben sich die von der kassenärztlichen Vereinigung herausgegebenen Standards im Umfeld von KV-Connect durchgesetzt. In diesem Bereich existiert ein eArztbrief, der sich aktuell in der Einführung befindet.

Insgesamt existieren eine Vielzahl von medizinischen, technischen Standards die teilweise international harmonisiert, teilweise national herausgegeben bis hin zu von Fachgesellschaften wie der DIVI selbst entwickelt werden. Dabei gibt es große Überschneidungen und Überlappungen zwischen den verschiedenen Standards, ohne dass diese beliebig austauschbar wären. Je weniger Verbreitung ein eingesetzter Standard hat, umso höher wird der Implementierungs- und Wartungsaufwand in den einsetzenden IT-Systemen.

2.3.2 Allgemeine semantische Standards

Neben der technischen Standardisierung ist es für die Erreichung von Interoperabilität notwendig, die Informationen verständlich zu übermitteln. Es reicht dabei nicht, die syntaktische Position einer übermittelten Information zu kennen, die semantische Bedeutung muss ebenfalls bekannt sein.

Syntaktische Standardisierung bedeutet, dass Sender und Empfänger denselben Satzbau verwenden. Semantische Standardisierung ist dann gegeben, wenn beide Seiten die gleichen Wörter einer gemeinsamen Sprache verwenden und somit Begriffe auch dieselbe Bedeutung haben. Ein Beispiel aus der Praxis wäre der Satz: „Der Patient hat einen HWI“. Syntaktisch ist der Satz lesbar. Semantisch kann es aber vorkommen, dass Kardiologen und Urologen nicht kompatibel sind.

Sender und Empfänger müssen unter der übermittelten Information daher das möglichst gleiche Konzept verstehen und die gleiche Kodierung verwenden. Wenn das sendende IT-System den systolischen Blutdruck als „RRsys“ kodiert sendet und das empfangende System „BP-SYS“ erwartet, dann wird keine interoperable Nutzung der Daten ohne weitere Anpassungsleistungen möglich sein. Der Einsatz von möglichst weit verbreiteten Standards senkt dabei den Implementierungs- und Wartungsaufwand erheblich. In Deutschland sind im Moment der ICD10- und der OPS-Katalog als semantische Standards für die Übermittlung von Diagnosen- und Maßnahmenklassifizierungen durch die DIMDI-Behörde und die Nutzung im DRG-System breit eingeführt. Für Laborwerte existiert mit LOINC (www.loinc.org) ein kostenfrei verfügbarer Standard, der bisher allerdings noch zu wenig Verbreitung in Laborsystemen gefunden hat. Für feiner granuliert klinische Informationen wie z.B. den Glasgow Coma Scale existiert zwar international mit SNOMED CT (www.snomed.org) ein semantischer Standard der auch in Europa weite Verbreitung findet, allerdings in Deutschland noch nicht national lizenziert ist. Die Nutzung ist daher für jeden Anwender mit individuellen Kosten verbunden.



- *Interoperabilität ist die Fähigkeit von zwei IT-Systemen möglichst nahtlos zusammenzuarbeiten und Informationen auszutauschen sowie zu nutzen.*
- *Interoperabilität erfordert den Einsatz von Standards.*
- *Syntaktische Standards sind notwendig, um Informationen zwischen Systemen auszutauschen.*
- *Semantische Standards sind notwendig, um die ausgetauschten Informationen ohne weitere Interpretationsschritte zu verstehen.*

2.4 Das digitale, interoperable Notaufnahmeprotokoll

Im Rahmen des BMBF-geförderten Verbundforschungsprojektes „Verbesserung der Versorgungsforschung in der Akutmedizin in Deutschland durch den Aufbau eines nationalen Notaufnahmeregisters“ (kurz AKTIN) wurde das Notaufnahmeprotokoll einer digitalen Transformation unterworfen. Mit dem AKTIN-Projekt soll ein dezentrales Notaufnahmeregister aufgebaut werden, dessen Dateninhalte sich aus der elektronischen Routinedokumentation entsprechend dem Notaufnahmeprotokoll in Notaufnahmeinformationssystemen (EDIS) befüllt. Dazu wurde das Basis-Modul und das Trauma-Modul des Notaufnahmeprotokolls syntaktisch mit HL7-CDA und semantisch mit ICD10, OPS, LOINC und SNOMED CT standardisiert. Wegen der fehlenden nationalen Lizenz von SNOMED CT wurde eine vorübergehende Lösung mit proprietären Codes bis zur Verfügbarkeit von SNOMED CT gewählt. Der Implementierungsleitfaden des Notaufnahmeprotokoll-Basis-Moduls ist seit 2015 verfügbar und wurde in der Zwischenzeit von namhaften Herstellern von Krankenhausinformationssystemen und spezialisierten Notaufnahmeinformationssystemen implementiert. In 15 Modellkliniken sind insgesamt acht unterschiedliche IT-Systeme im Einsatz und erzeugen zu jedem Kontakt in der Notaufnahme ein Notaufnahmeprotokoll-CDA. Diese CDAs können krankenhausintern in Befundservern der weiteren internen Nutzung zur Verfügung gestellt werden. Zusätzlich wird das Notaufnahmeprotokoll-CDA unter Nutzung von Bestandteilen von internationalen, standardisierten Schnittstellen wie IHE.XDSb oder HL7 FHIR an einen lokalen Notaufnahmeregisterserver übermittelt und dort für lokales Qualitätsmanagement sowie anonymisierte Datenanfragen verwendet. Schließlich könnte das Notaufnahmeprotokoll-CDA über gesicherte Telematikinfrastrukturen entsprechend § 291f SGB V als elektronischer Brief bei ambulanter Versorgung in der Notaufnahme eingesetzt werden.

! Bei Neuanschaffungen von IT-Systemen in z.B. der Notaufnahme sollte unbedingt die Einhaltung von Interoperabilitätsstandards wie HL7, IHE-Profilen oder dem Notaufnahmeprotokoll-CDA in das Lastenheft geschrieben werden. Klinische Anwender haben ein weitgehendes Interesse an der Einhaltung von Interoperabilitätsstandards und sollten diese beim Beschaffungsprozess einfordern.



Take home messages:

- *Durch die Verwendung des Notaufnahmeprotokolls steht ein konsentierter Standard für die Dokumentation aller Aspekte der Notaufnahmebehandlung bereit, der unnötige Doppeldokumentation vermeidet.*
- *Durch die elektronische Implementation mit einem Notaufnahmeformationssystem (EDIS) wird die Sekundärnutzung der Daten wesentlich erleichtert.*
- *Für den standardisierten Export des elektronischen Notaufnahmeprotokolls steht mit der Umsetzung als HL7-CDA ein syntaktisch und durch Nutzung von ICD10, OPS, LOINC und, bis zur nationalen Lizenzierung von SNOMED CT, vorübergehend proprietären Codes semantisch standardisierte und hochstrukturierte Schnittstelle zu Verfügung.*

Literatur

1. Walcher F, Kulla M. Kerndatensatz „Notaufnahme“. Dtsch Arztebl. 2011;108(12):A 626–628.
2. Walcher F, Kulla M, Klinger S, Röhrig R, Wyen H, Bernhard M, et al. Standardisierte Dokumentation im Schockraum mit dem Kerndatensatz „Notaufnahme“ der DIVI. Unfallchirurg. 2012 18;115(5):457–64. URL: <http://link.springer.com/10.1007/s00113-012-2220-1>
3. Kulla M, Brammen D, Greiner F, Hörster A, Lefering R, Somasundaram R, et al. Vom Protokoll zum Register – Entwicklungen für ein bundesweites Qualitätsmanagement in deutschen Notaufnahmen. DIVI. 2016;7(1):12–20.
4. Bundesrepublik Deutschland. Sozialgesetzbuch (SGB) Fünftes Buch (V) – Gesetzliche Krankenversicherung – (Artikel 1 des Gesetzes vom 20. Dezember 1988, BGBl. I S. 2477, 2482), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 2. Dezember 2014 (BGBl. I S. 1922) geändert worden ist. Bundesgesetzblatt [Internet]. 2014;(V):1–262. URL: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/sgb_5/gesamt.pdf



Dr. med. Dominik Brammen, DESA

Dominik Brammen ist Facharzt für Anästhesiologie mit Zusatzbezeichnung Notfallmedizin und spezielle Intensivmedizin am Universitätsklinikum Magdeburg. Seit Jahren befasst er sich mit klinischer Datenverarbeitung und hat das Zertifikat medizinische Informatik der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie erworben. Dominik Brammen ist seit 2013 Projektleiter des BMBF-geförderten Verbundforschungsprojektes AKTIN.



PD Dr. med. Martin Kulla, DESA

Nach dem Studium der Humanmedizin an der Universität Ulm erfolgte die Ausbildung zum Facharzt für Anästhesie am Bundeswehrkrankenhaus Ulm. Erwerb der Zusatzbezeichnungen Notfallmedizin und Intensivmedizin sowie des Europäischen Anästhesiediploms. Regelmäßig Auslandseinsätze als Notarzt, Anästhesist oder Leiter eines Rettungszentrums der Deutschen Bundeswehr an verschiedenen Standorten in Afrika, auf dem Balkan und Afghanistan. Seit 2012 Oberarzt der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin am Bundeswehrkrankenhaus in Ulm. Neben der operativen Anästhesie und der prähospitalen Notfallmedizin (RTH Christoph 22) ist ein weiterer Aufgabenschwerpunkt die Betreuung der Zentralen Interdisziplinären Notaufnahme. Zusätzlich liegt die Betreuung der Studenten im Praktischen Jahr als Lehrbeauftragter in seiner Verantwortung. Abschluss der Habilitation im Fach Anästhesiologie an der Universität Ulm im Jahr 2017. Dr. Kulla ist stellvertretender Sprecher der Sektion Notaufnahmeprotokoll der DIVI, Mitglied im AK Notfallmedizin der DGAI sowie Mitglied der Sektion NIS der DGU.

3 Telemedizinische Unterstützung für Rettungskräfte am Notfallort

Bibiana Metelmann, Camilla Metelmann, Klaus Hahnenkamp und Peter Brinkrolf

Telemedizin bietet die Möglichkeit, mithilfe von Informations- und Kommunikationsmitteln medizinisches Wissen über eine räumliche Distanz hinweg zu übertragen. Damit kann Expertise an den Ort gebracht werden, an dem sie gebraucht wird. Dies bietet große Potenziale auch für die Notfallmedizin, sodass Konzepte entwickelt wurden, wie Rettungskräfte telemedizinisch unterstützt werden können. Dieses Kapitel beschreibt Szenarien, in denen Telemedizin im Rettungsdienst eingesetzt werden kann.

3.1 Wie funktioniert eine telemedizinische Unterstützung für Rettungskräfte am Notfallort?

Die telemedizinische Unterstützung für Rettungskräfte am Notfallort wird in der Regel durch Einbindung eines Telenotarztes ermöglicht. Hierbei handelt es sich um einen erfahrenen Notarzt mit zusätzlicher telemedizinischer Ausbildung (6), welcher an einem zentralen Arbeitsplatz tätig ist und in Echtzeit die Einsatzkräfte aus der Ferne anleiten kann. Ein Telenotarzt kann als zusätzliche Ressource im Rettungsdienst sowohl von der Leitstelle als auch von den Einsatzkräften vor Ort kontaktiert werden. Die Rettungswagen werden für die Zusammenarbeit mit dem Telenotarzt mit speziell entwickelter Technik ausgerüstet. Diese ermöglicht eine gesicherte Live-Übertragung von Vitaldaten, Foto- und Videomaterial sowie die Kommunikation mit dem Rettungsdienstpersonal an der Einsatzstelle per Headset. Sowohl die Übertragung der Vitalparameter als auch die Sprechverbindung kann unmittelbar am Einsatzort gestartet werden. Zusätzlich kann eine hochauflösende Kamera benutzt werden, die Videos des Patienten live an den Telenotarzt überträgt. Auf dieser