

Unfallchirurg 2020 · 123:843–848  
<https://doi.org/10.1007/s00113-020-00859-7>  
 Online publiziert: 27. August 2020  
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von  
 Springer Nature 2020

**Redaktion**

D.A. Back, Berlin  
 D. Pfföringer, München



## H. Trentzsch<sup>1</sup> · G. Osterhoff<sup>2</sup> · R. Heller<sup>3,4</sup> · U. Nienaber<sup>5</sup> · M. Lazarovici<sup>1</sup> · AG Digitalisierung · der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU) · Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung (NIS) der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)

<sup>1</sup> Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM), Klinikum der Universität München, LMU München, München, Deutschland

<sup>2</sup> Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische Chirurgie, Universitätsklinikum Leipzig, Leipzig, Deutschland

<sup>3</sup> Institute for Experimental Endocrinology, Charité– Universitätsmedizin Berlin, Corporate Member of Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin Institute of Health, Berlin, Deutschland

<sup>4</sup> Heidelberg Trauma Research Group, Department of Trauma and Reconstructive Surgery, Center for Orthopedics, Trauma Surgery and Spinal Cord Injury, Heidelberg University Hospital, Heidelberg, Deutschland

<sup>5</sup> AUC – Akademie der Unfallchirurgie GmbH, Köln, Deutschland

# Herausforderungen der Digitalisierung in der Traumaversorgung

**Einleitung**

Das Thema Digitalisierung in der Medizin ist eines der am intensivsten diskutierten Themen der Zeit und hat vor dem Hintergrund der COVID-19-Pandemie („coronavirus disease 2019“) zusätzlichen Schub gewonnen. Die zunehmende Digitalisierung des gesellschaftlichen Lebens verändert die Anforderungen an eine moderne Gesundheitsversorgung und bietet zugleich Chancen und Risiken für ein patientenzentriertes, effizientes Gesundheitssystem [1]. Vor diesem Hintergrund stellt sich für die Schwerverletztenversorgung die Frage, wie durch Digitalisierung neue, zukunftsorientierte und innovative Anwendungsmöglichkeiten erschlossen werden können.

Digitale Entwicklungen können die Errungenschaften aus Informationstech-

nologie und Medizintechnik zusammenführen. Sie besitzen großes Potenzial, die Gesundheitsversorgung effizienter zu gestalten und Diagnostik wie Therapien zu verbessern [1]. Dafür müssten die bisher getrennt voneinander arbeitenden Datenquellen (z. B. Dokumentationssysteme und medizinische Geräte) miteinander vernetzt werden, um Datenströme zu verbinden und Patientendaten kontinuierlich zu erheben. Dem Datenschutz kommt in diesem sensiblen Bereich besondere Bedeutung zu.

» Informationen aus digitalen Patientenakten sollten in Echtzeit auch systemübergreifend verfügbar sein

Ansichts der zunehmenden Verbreitung von digitalen Patientenakten ist der Wunsch verständlich, die darin enthaltenen Informationen dem Behandlungsteam für die Entscheidung zur Durchführung oder Unterlassung von diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen in Echtzeit verfügbar zu machen. Eine wesentliche Hürde besteht darin, die Daten plattformübergreifend nutz-

bar zu machen. Einheitliche Standards für Schnittstellen und Speicherung sind Schlüsselfaktoren. Je höher die Qualität und Vergleichbarkeit der Datensätze sind, desto leichter kann es gelingen, sie einer übergeordneten Nutzung zugänglich zu machen. Der Transfer von einem System in das andere scheint im ersten Moment banal, stellt in der Praxis jedoch eine erhebliche Hürde dar.

Dieser Beitrag beschreibt neue Anwendungsmöglichkeiten durch Digitalisierung in der Schwerverletztenversorgung und zeigt Problemfelder auf, die sich derzeit noch als Barrieren erweisen.

## „Big Data“ und künstliche Intelligenz – Zukunftsperspektive für die Datenauswertung

„Big Data“ ist ein Sammelbegriff für eine Vielzahl unterschiedlicher Verfahren, mit denen Datenmengen, welche zu groß, zu komplex, zu schnelllebig oder zu schwach strukturiert sind, um sie mit manuellen und herkömmlichen Methoden der Datenverarbeitung auszuwerten, erschlossen werden können [2].

Künstliche Intelligenz (KI) beschreibt allgemein den Versuch, menschliche Entscheidungsstrukturen nachzubilden.

H. Trentzsch ist stellvertretender Leiter der Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung (Sektion NIS) der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU). U. Nienaber ist Mitglied der Sektion NIS. H. Trentzsch und U. Nienaber gehören dem AK TraumaRegister in der Sektion NIS an. R. Heller, G. Osterhoff sind Mitglieder des AK Digitalisierung der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU).

Hieraus ergibt sich eine enorme Bandbreite an Ansätzen bis hin zur Simulation menschlichen Denkens [3].

„Intelligence Augmentation“ (IA) ist eine alternative Konzeptualisierung künstlicher Intelligenz. Im Unterschied zur klassischen Definition von KI fokussiert IA auf die positive Ergänzung menschlicher Kognition durch computergesteuerte kognitive Technologien. Die Wahl des Wortes „augmentation“ bestärkt im Sinne von „erweitern“ die unterstützende Rolle der KI bei der Lösung von Problemen [4].

» Alle Daten müssen in eine nahtlose und benutzerfreundliche Plattform integriert werden

Die aktuell erfolgreichsten Ansätze in der KI-Forschung basieren auf „Machine Learning“, insbesondere in der Form von „Deep Learning“. Hierbei erlernt das Programm unter Anwendung einer sehr großen Zahl von positiven und negativen Beispielen die relevanten Merkmale der im Fokus stehenden Situation und bildet diese automatisch in internen Strukturen ab. Der wesentliche Unterschied zur „klassischen“ KI ist dieser automatische Aufbau interner Abbildungen, die nicht vorab bestimmt werden müssen [5, 6].

Von Ärzten wird erwartet, dass sie aus verfügbaren Informationen Diagnosen ableiten und Empfehlungen zur Behandlung unter Abwägung aller verknüpften Faktoren aussprechen. Im chirurgischen Setting schließt das eine technische Komponente hinsichtlich der Verfahrenswahl ein. Hier bieten sich eine Vielzahl möglicher Anwendungsgebiete für KI und IA, um komplexe Zusammenhänge aufzuzeigen. Es ist aber essenziell die Abgrenzung von Kausalität zu betonen, denn rechnerische Zusammenhänge zwischen einzelnen Parametern oder hochdimensionalen Clustern können zufällig sein oder aufgrund weiterer, u.U. unbekannter Einflussgrößen („Confounder“) entstehen. Es liegt in der Verantwortung des Fragestellers, die Interpretation der Ergebnisse unter Beachtung von Mög-

lichkeiten und Grenzen dieser Methoden vorzunehmen.

Um das volle Potenzial dieser Technologien auszuschöpfen und gleichzeitig ihre Risiken zu minimieren, müssen alle Bausteine in eine nahtlose und benutzerfreundliche Plattform integriert werden, auf die Patienten und Ärzte vertrauen können und die den ethischen Ansprüchen unserer Gesellschaft standhält. Um das Vertrauen zu gewährleisten, ist die Rückverfolgbarkeit der Systemprozesse von entscheidender Bedeutung, um die Einschränkungen nicht transparenter Systeme zu überwinden und die Rechenschaftspflicht bei falschen Diagnosen oder Behandlungskomplikationen zu gewährleisten. KI-Systeme in der Patientenversorgung werden auch kritisch gesehen. Studien von besserer methodischer Qualität zwingend notwendig [7].

### Anwendungen an der Nahtstelle zwischen prähospitaler und frühklinischer Traumaversorgung

Neben infrastrukturellen und prozeduralen Anforderungen an die Rettungskette kommt dem Informationsfluss zwischen den verschiedenen Sektoren von prähospitaler und innerklinischer Versorgung eine wichtige Bedeutung zu, um die erforderlichen Ressourcen für die bestmögliche Behandlung rechtzeitig bereitstellen zu können. Prähospitaler Triage und Telematik zur Übermittlung von Unfall- und Vitaldaten des Patienten an die Zielklinik noch vor der Aufnahme im Schockraum sind mögliche Anwendungsgebiete.

### Triage

Angesichts eingeschränkter diagnostischer Möglichkeiten müssen Notärzte und Rettungskräfte Zustandseinschätzungen anhand limitierter Informationen treffen, um den Transfer in ein geeignetes Traumazentrum einzuleiten. Zwar existieren Hilfestellungen, wie z.B. in der S3-Leitlinie „Polytrauma/Schwerer Verletzten-Behandlung“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), diese gehen jedoch selbst für erfahrenes medizinisches Personal

teils mit hohen Übertriageraten einher [8].

Die KI kann genutzt werden, um präklinisch erhobene Vitalparameter, Informationen zu Unfallmechanismus und Patientencharakteristika zur Abschätzung der Verletzungsschwere heranzuziehen, um dann die Verfügbarkeit der zur Behandlung erforderlichen Kapazitäten der nächstgelegenen Krankenhäuser abzufragen und die nächste, geeignete, aufnahmebereite Klinik vorzuschlagen. Anhand von Leitstellendaten gelingen z.B. Vorhersagen für die stationäre oder ambulante Versorgung von Notfallpatienten [9]. Mit besseren Daten könnten in ähnlicher Weise Vorhersagen über Intensivbehandlungs- oder Operationsbedürftigkeit getroffen werden. Schon heute existieren Systeme wie IVENA (<https://www.ivena-hessen.de>) und IG-NRW (<https://www.ig.nrw.de>), welche Krankenhauskapazitäten erfassen und die Zuweisung von Patienten anhand der benötigten Ressourcen steuern. KI könnte diese Instrumente verbessern.

### Telematik

Digitale Systeme können Daten vom Einsatzort direkt in den Schockraum senden. Systeme wie „peeBOX“ erlauben die sichere Übertragung von EKG-Daten in Echtzeit über Mobilfunk [10]. Für andere Daten gestaltet sich die Übertragbarkeit noch schwierig, v.a. weil standardisierte Schnittstellen fehlen [11]. Die Anmeldung von Schwerverletzten über digitale Dokumentationssysteme ist schon heute möglich. Welchen Wert solche Systeme für das Behandlungsergebnis besitzen ist unklar. Damit sie funktionieren, müssen die Systeme mit entsprechenden Daten befüllt werden, was zusätzliche Zeit kostet, wenn die Daten nicht automatisch erhoben werden. Automatisierung kann helfen, diese Zeit zu sparen, ist aber auch fehleranfällig.

Anwendungen zur Situationseinschätzung sind beschrieben: So konnten mithilfe von maschinellem Lernen anhand der pulsoxymetrisch gemessenen Sauerstoffsättigung und validierten Herzfrequenzen Abschätzungen der Verletzungsschwere und der Notwendigkeit

zur Notfallintervention getroffen werden [12].

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, das Rettungsteam durch einen nicht vor Ort befindlichen Experten via Teleassistenz zu unterstützen. Dies wird z.B. in der Region um Aachen mit über 18.000 Einsätzen (<https://www.telenotarzt.de/>) und in Ostbayern ([13], <https://www.telenotarzt.bayern/>) erfolgreich umgesetzt. Dabei wird Rettungsdienstpersonal per Videotelefonie durch speziell qualifizierte Notärzte beraten und angewiesen. Der nächste Schritt sind Telepräsenzsysteme mittels „Augmented Reality“, die für die telemedizinische Konsultation am Unfallort und in der Klinik entwickelt werden. Diese Systeme erlauben es, durch dreidimensionale (3D-)Rekonstruktion den Experten in Echtzeit „virtuell“ an den Ort des Geschehens zu bringen, was seine Situationseinschätzung und Interventionsmöglichkeiten verbessern soll [14].

### » Digitale Systeme können Daten vom Einsatzort direkt in den Schockraum senden

Wesentliche Voraussetzung für das Gelingen der Vernetzung von Präklinik und Traumazentren ist neben einer möglichst automatisierten, elektronischen Einsatzdokumentation die Schaffung standardisierter Schnittstellen mit definierten Datensätzen (z. B. auf Basis von standardisierten Datensätzen wie z. B. dem minimalen Notfalldatensatz [MIND] und dem des Notarzteinsetzprotokolls der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin [DIVI]). Darüber hinaus muss eine Vernetzung der Medizingeräte in den Rettungsmitteln (Rettungswagen, Hubschrauber) mit den Krankenhäusern erfolgen. Ein Schritt in diese Richtung unternahm das Projekt OR.NET, welches anhand standardisierter Schnittstellen Beschreibungen ermöglicht, Medizinprodukte gegen Geräteprofile anderer Hersteller zu testen [15].

Unfallchirurg 2020 · 123:843–848 <https://doi.org/10.1007/s00113-020-00859-7>  
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

H. Trentzsch · G. Osterhoff · R. Heller · U. Nienaber · M. Lazarovici · AG Digitalisierung · der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU) · Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung (NIS) der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)

### Herausforderungen der Digitalisierung in der Traumaversorgung

#### Zusammenfassung

Die zunehmende Digitalisierung des gesellschaftlichen Lebens eröffnet neue Möglichkeiten für die moderne Gesundheitsversorgung. Dieser Beitrag beschreibt innovative Anwendungsmöglichkeiten, die mithilfe von Methoden wie „Big Data“, künstlicher Intelligenz (KI), „Intelligence Augmentation“ (IA) und „Machine Learning“ helfen könnten, die Schwerverletztenversorgung der Zukunft nachhaltig zu verbessern. Für die erfolgreiche Anwendung dieser Methoden müssen geeignete Datenquellen erschlossen werden. Das TraumaRegister DGU® (TR-DGU, Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V.) stellt in Deutschland im Bereich der Schwerverletztenversorgung gegenwärtig die größte Datenbasis dar, die für digitale Innovationen potenziell genutzt

werden könnte. Hieran lassen sich beispielhaft gut Problemfelder wie Datentransfer, Interoperabilität, Vereinheitlichung von Datensätzen, Parameterdefinitionen und die Sicherstellung des Datenschutzes aufzeigen, die noch wesentliche Herausforderungen für die Digitalisierung der Traumaversorgung darstellen. Neben der Weiterentwicklung neuer Analysemethoden muss auch weiter nach Lösungen für die Frage gesucht werden, wie die intelligente Verknüpfung der relevanten Daten aus den verschiedenen Datenquellen am besten gelingen kann.

#### Schlüsselwörter

Interoperabilität von Gesundheitsinformationen · Datenspeicherung · Datenschutz · Elektronische Patientenakte · Register

### Challenges of digitalization in trauma care

#### Abstract

The increasing digitalization of social life opens up new possibilities for modern health care. This article describes innovative application possibilities that could help to sustainably improve the treatment of severe injuries in the future with the help of methods such as big data, artificial intelligence, intelligence augmentation, and machine learning. For the successful application of these methods, suitable data sources must be available. The TraumaRegister DGU® (TR-DGU) currently represents the largest database in Germany in the field of care for severely injured patients that could potentially be used for digital innovations. In this context, it is a good example of

the problem areas such as data transfer, interoperability, standardization of data sets, parameter definitions, and ensuring data protection, which still represent major challenges for the digitization of trauma care. In addition to the further development of new analysis methods, solutions must also continue to be sought to the question of how best to intelligently link the relevant data from the various data sources.

#### Keywords

Health information interoperability · Data warehousing · Data protection · Electronic health records · Registries

### Anwendungen im Schockraum und während der operativen Phase

Potenzielle Anwendungen für IA-gestützte Systeme finden sich in 4 klinischen Bereichen:

- Analyse und Interpretation anamnestischer Daten und Untersuchungsergebnissen [16–21],

- Interpretation radiologischer Datensätze [22–24],
- OP-Assistenzsystem aus dem Bereich der Robotik [25],
- Entscheidungsfindung/-assistenz [26].

Beispielhaft erwähnt sei eine randomisierte, kontrollierte klinische Studie zur computergestützten Entscheidungsfindung, die zeigt, dass mit Unterstützung

digitaler Algorithmen die Fehlerrate in den ersten 30 min der Schockraumversorgung signifikant reduziert werden kann [26]. Assistenzsysteme unterstützen zudem die Datenerhebung für die innerklinische Triage [19]. Im Vergleich erwiesen sich „menschliche“ und „künstliche“ Intelligenz dabei als gleichwertig [20].

Für IA besteht augenscheinliches Potenzial, Routineprozesse zu automatisieren und somit Kapazitäten für Prozesse zu schaffen, welche bislang nicht von Algorithmen geleistet werden können. Viele erfolgversprechende Ansätze, bei denen Algorithmen für maschinelles Lernen anhand von Routinedaten den Anwender auf interessante Muster hinweisen sollen, sind in Erforschung.

### Aktuelle Probleme und Barrieren aus Sicht des TraumaRegister DGU®

Das TraumaRegister DGU® (TR-DGU) stellt in Deutschland im Bereich der Schwerverletztenversorgung gegenwärtig die größte Datenbasis dar, die für digitale Innovationen genutzt werden könnte. Das TR-DGU ist keine Behandlungsdokumentation, sondern stellt Kennzahlen der zeit- und prozesskritischen Aspekte der Akutbehandlung zum Zweck der Qualitätssicherung bereit. Darüber hinaus erhält es Parameter, die Fragen zur Verbesserung der Schwerverletztenversorgung beantworten sollen [27].

» Das TR-DGU stellt im Bereich der Schwerverletztenversorgung gegenwärtig die größte Datenbasis dar

Zurzeit endet die Datenerfassung mit der Entlassung des Patienten aus der Akutbehandlung. Da zur Beurteilung des Behandlungserfolgs aber Langzeitergebnisse benötigt werden, wie z. B. Schmerzreduktion oder Wiedererlangen der Arbeitsfähigkeit, wird momentan die Erfassung des Ein-Jahres-Behandlungsergebnisses implementiert. Erst wenn diese Daten in ausreichendem Maße zur

Verfügung stehen, wird man überprüfen können, ob es möglich ist, mit einem so komprimierten Datensatz, Entscheidungen bei komplexen Verläufen durch IA maßgeblich zu verbessern oder zu beschleunigen. Auf dem Weg existieren noch eine Reihe von Herausforderungen und Barrieren.

### Datentransfer

Ein wichtiger Schritt in Richtung Digitalisierung aus Sicht des TR-DGU wäre eine Effizienzsteigerung bei der Datenerhebung durch Import aus bestehenden digitalen Datenquellen. Der Datensatz umfasst derzeit 198 Parameter. Der Umfang bleibt trotz regelmäßiger Anpassungen an den medizinischen Fortschritt über die Jahre aber relativ konstant [27]. Alle Parameter sind Routinedaten und finden sich daher alle in der Patientenakte wieder, welche zunehmend elektronisch geführt wird. Es liegt daher nahe, die Daten elektronisch importieren zu wollen. Schon jetzt bietet das TR-DGU eine XML-Schnittstelle. Die Diversität der Systeme erschwert jedoch den Import von Daten. Die Schnittstellen benötigen deshalb regelhaft individuelle Anpassungen. Das betrifft sowohl unterschiedliche Bereiche innerhalb einer Klinik (Notaufnahme, Intensiv- und Normalstation, [bildgebende] Diagnostik, Labor) als auch verschiedene Kliniken, die dasselbe System in unterschiedlicher Konfiguration benutzen. Die Anpassung ist zeit- und kostenintensiv und kann nur von der jeweils eigenen EDV-Abteilung erarbeitet werden.

### Interoperabilität, Vereinheitlichung von Datensätzen und Parameterdefinitionen

Krankenhausinformationssysteme (KIS) sind eher abrechnungstechnisch orientiert und entsprechen weniger einer Behandlungsdokumentation. So werden Diagnosen z. B. über ICD-10 verschlüsselt, der Gesundheitszustände mit Diagnose oder Symptome beschreibt. Für medizinisch-wissenschaftliche Fragestellungen eignen sind Codesysteme, die anatomisch gegliedert sind und Verletzungen nach ihrem Schweregrad be-

schreiben besser. Das TR-DGU benutzt die „abbreviated injury scale“ (AIS), die sich in derselben Exaktheit nicht in den ICD-10 („International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems“) übertragen lässt [28]. Auch andere, in KIS verwendeten Kataloge, wie z. B. der Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS), sind nicht optimal für die Verwendung in langlaufenden medizinischen Registern, da die Bedeutung der einzelnen Codes ständigen Anpassungen unterliegt und somit nicht konstant bleibt.

Eine faszinierende Zukunftsvision ist es, Bilddaten im Register zu hinterlegen. Erste Vorstöße dazu gab es schon. Eine automatisierte Mustererkennung zur Analyse von CT-Bildern mit KI/IA wurde für das TR-DGU aber noch nicht realisiert.

» Interoperabilität erfordert die Vereinheitlichung der Daten nach internationalen Standards

Zur nahtlosen Weitergabe von Daten über Systemgrenzen hinweg (Interoperabilität) ist die Vereinheitlichung der Daten nach internationalen Standards, wie z. B. „logical observation identifiers names and codes“ (LOINC) für Laborwerte [29] oder medizinische Terminologiesysteme wie „systematized nomenclature of medicine clinical terms“ (SNOMED CT; [30]) erforderlich. Damit ist vor einem Transfer von Daten aus KIS-Systemen in Registeranwendung, aber eben auch in neuartige KI und IA-Systeme, zunächst eine Normalisierung der Daten auf der Basis einheitlicher Definitionen notwendig. Gute Lösungen lieferte das Verbundforschungsprojekt „Verbesserung der Versorgungsforschung in der Akutmedizin in Deutschland durch den Aufbau eines Nationalen Notaufnahmeregisters“ (AKTIN) der Gruppe um das DIVI-Notaufnahmeprotokoll (DIVI-NAP), welches in Zusammenarbeit mit KIS-Herstellern eine elektronische Umsetzung des ehemals papierbasierten Protokolls für den Aufbau eines nationalen Notaufnahmeregisters ermöglichen soll [31]. Dank enger Abstimmung mit dem TR-DGU sind die Parameter des

TR-DGU von der Präklinik bis zum Ende der Schockraumphase im DIVI-NAP entsprechend abgebildet.

Bei der Umsetzung ist Beständigkeit wichtig. KIS-Hersteller müssen frühzeitig informiert werden, um ihre Systeme bei Änderungen anpassen zu können. Anpassungen sind immer mit Kosten verbunden. Werden sie versäumt, dann fehlen Dateneingabefelder oder sind veraltet, was wiederum zu fehlenden oder fehlerhaften Daten führt. Es scheint sinnvoll, die Verantwortung für die Konstanz in die Hände der wissenschaftlichen Fachgesellschaften zu geben.

## Datenschutz

Aus dem Blickwinkel des Datenschutzes sind Gesundheitsdaten besonders schützenswert. Ihre Nutzung unterliegt strengen Anforderungen, die u. a. im Bundesdatenschutzgesetz, der Europäischen Datenschutzgrundverordnung und den Landeskrankengesetzen niedergelegt sind. Das hat Auswirkungen auf die Organisationsform von medizinischen Datenbanken.

### » Das TR-DGU ist zentral organisiert

Die Dateneingabe des TR-DGU erfolgt über eine webbasierte Applikation, mit der die Daten auf einem zentralen Server gespeichert werden. Diese Weiterleitung ist nur mit Einverständniserklärung des Patienten möglich. Mit dem erhöhten Verwaltungsaufwand erkaufte man sich bessere Möglichkeiten zur Datenanalyse, weil pro Fall individuelle Rohdaten verfügbar sind. Gerade im Bereich der Schwerverletztenversorgung kann das Einholen der Einverständniserklärung jedoch Probleme bereiten (Bewusstlosigkeit/Nichteinwilligungsfähigkeit des Patienten, schweres Schädel-Hirn-Trauma [SHT], Verlegung in ein anderes Krankenhaus, Versterben im Schockraum), sodass dem Krankenhaus Fälle für die Beurteilung der Behandlungsqualität verloren gehen können. Die Betrachtung der Versorgungsqualität unter Ausnahme bestimmter Patientengruppen stellt deren Sinn grundsätzlich in Frage. Hier

wäre der Gesetzgeber gefragt, die vom ihm eingeforderte Verpflichtung der Krankenhäuser zur externen Qualitätssicherung auch zu ermöglichen.

Ein alternatives Vorgehen, wie es z. B. von AKTIN praktiziert wird, ist die dezentrale Datenspeicherung in „Data Warehouses“ innerhalb der lokalen IT-Infrastruktur der teilnehmenden Kliniken. Die Daten werden aus den klinik-internen Systemen gezogen und lokal gespeichert. Für die Berichterstattung stellt eine zentrale Stelle Anfragen an diese „Data Warehouses“, die dann aggregierte Daten zurückschicken. Damit entfällt die Notwendigkeit für den Datentransfer das Patienteneinverständnis einholen zu müssen. Die Möglichkeiten zur wissenschaftlichen Auswertbarkeit der Daten sind aber im Vergleich zur zentralen Datenspeicherung eingeschränkt. Man wird zeitnah Konzepte erarbeiten müssen, wie sich beim momentanen Stand der Technik, der Datenschutz und die Anforderungen einer externen Qualitätssicherung mit einem leistbaren Aufwand für die Krankenhäuser verbinden lassen.

## Fazit für die Praxis

- Die Digitalisierung der Traumaversorgung steht noch am Anfang einer vielversprechenden und spannenden Entwicklung.
- Wenngleich die endgültige Entwicklung und damit der Stellenwert von künstlicher und augmentierter Intelligenz in Orthopädie und Unfallchirurgie vom heutigen Standpunkt aus noch schwer zu beurteilen ist, so besteht Einigkeit darin, dass damit enorme Chancen für das Fach verbunden sind.
- Neben der Weiterentwicklung zukunftsgerichteter Analysemethoden als Instrumente für das Erkennen von komplizierten Verläufen und dem Herbeiführen komplexer Entscheidungen bleibt die größte Herausforderung die Bereitstellung von geeigneten Daten und die Suche nach Lösungen um die verschiedenen Datenquellen intelligent zu verknüpfen.

- Generell sollte bei der Weiterentwicklung der Digitalisierung i. Allg., aber auch mit speziellem Blick auf das TraumaRegister DGU®, an Konzepte gedacht werden, die keine (weiteren) Insellösungen erzeugen, sondern die für viele Kliniken eine Verbesserung gegenüber der jetzigen Situation bringen.

## Korrespondenzadresse

### Dr. med. H. Trentzsch

Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM), Klinikum der Universität München, LMU München  
Schillerstr. 53, 80336 München, Deutschland  
heiko.Trentzsch@med.uni-muenchen.de

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** R. Heller erhält für seine Forschungsarbeit finanzielle Unterstützung durch die Oskar-Helene-Heim-Stiftung, Berlin, Deutschland. H. Trentzsch, G. Osterhoff, U. Nienaber und M. Lazarovici geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

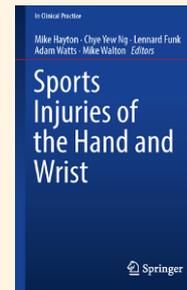
## Literatur

1. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Referat Gesundheitsforschung; Medizintechnik (2020) Digitalisierung in der Medizintechnik. [https://www.bmbf.de/upload\\_filestore/pub/Digitalisierung\\_in\\_der\\_Medizintechnik.pdf](https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Digitalisierung_in_der_Medizintechnik.pdf). Zugegriffen: 18.8.2020
2. Christl W (2014) Kommerzielle digitale Überwachung im Alltag – Erfassung, Verknüpfung und Verwertung persönlicher Daten im Zeitalter von Big Data: Internationale Trends, Risiken und Herausforderungen anhand ausgewählter Problemfelder und Beispiele Wien 2014. [https://crackedlabs.org/dl/Studie\\_Digitale\\_Ueberwachung.pdf](https://crackedlabs.org/dl/Studie_Digitale_Ueberwachung.pdf). Zugegriffen: 18.8.2020
3. Nilsson NJ (2010) The quest for artificial intelligence—a history of ideas and achievements. Cambridge University Press, Cambridge
4. Kirste M (2019) Augmented Intelligence – Wie Menschen mit KI zusammen arbeiten. In: Wittpahl V (Hrsg) Künstliche Intelligenz: Technologie | Anwendung | Gesellschaft. Springer, Berlin, Heidelberg, 558–71
5. Bhattad PB, Jain V (2020) Artificial intelligence in modern medicine—the evolving necessity of the present and role in transforming the future of medical care. *Cureus* 12(5):e8041 (e)
6. Darcy AM, Louie AK, Roberts LW (2016) Machine learning and the profession of medicine. *JAMA* 315(6):551–552

7. Liu X, Faes L, Aditya U, Kale M, Siegfried K, Wagner B, Fu DJ, Bruynseels A et al (2019) A comparison of deep learning performance against health-care professionals in detecting diseases from medical imaging: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Digit Health* 1(6):e271–e297
8. Dami F, Golay C, Pasquier M, Fuchs V, Carron PN, Hugli O (2015) Prehospital triage accuracy in a criteria based dispatch centre. *BMC Emerg Med* 15:32
9. Hegenberg K, Trentzsch H, Pruckner S (2019) Differences between cases admitted to hospital and discharged from the emergency department after emergency medical services transport. *BMJ Open* 9(9):e30636
10. Bergrath S, Czaplík M, Rossaint R, Hirsch F, Beckers SK, Valentin B et al (2013) Implementation phase of a multicentre prehospital telemedicine system to support paramedics: feasibility and possible limitations. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 21:54
11. Rogers H, Madathil KC, Agnisarman S, Narasimha S, Ashok A, Nair A et al (2017) A systematic review of the implementation challenges of telemedicine systems in ambulances. *Telemed J E Health* 23(9):707–717
12. Mackenzie CF, Hu P, Sen A, Dutton R, Seebode S, Floccare D et al (2008) Automatic pre-hospital vital signs waveform and trend data capture fills quality management, triage and outcome prediction gaps. In: *AMIA Annu Symp Proc*, S318–322
13. Koncz V, Kohlmann T, Bielmeier S, Urban B, Prückner S (2019) Telenotarzt. *Unfallchirurg* 122(9):683–689
14. ARTEKMED (2018) Nicht vor Ort, aber doch verfügbar: Virtuelle Präsenz im medizinischen Notfallbereich. <https://www.technik-zum-menschen-bringen.de/projekte/artekmed>. Zugegriffen: 18.8.2020
15. Kasparik M, Schmitz M, Andersen B, Rockstroh M, Franke S, Schlichting S et al (2018) OR.NET: a service-oriented architecture for safe and dynamic medical device interoperability. *Biomed Tech* 63(1):11–30
16. Elkin PL, Schlegel DR, Anderson M, Komm J, Ficheur G, Bisson L (2018) Artificial intelligence: Bayesian versus heuristic method for diagnostic decision support. *Appl Clin Inform* 9(2):432–439
17. Jungmann SM, Klan T, Kuhn S, Jungmann F (2019) Accuracy of a Chatbot (Ada) in the diagnosis of mental disorders: comparative case study with lay and expert users. *JMIR Form Res* 3(4):e13863
18. Koren G, Souroujon D, Shaul R, Bloch A, Leventhal A, Lockett J et al (2019) “A patient like me”—An algorithm-based program to inform patients on the likely conditions people with symptoms like theirs have. *Medicine* 98(42):e17596
19. Aronsky D, Jones I, Raines B, Hemphill R, Mayberry SR, Luther MA et al (2008) An integrated computerized triage system in the emergency department. In: *AMIA Annu Symp Proc*, S16–20
20. Warnberg Gerdin L, Khajanchi M, Kumar V, Roy N, Saha ML, Soni KD et al (2020) Comparison of emergency department trauma triage performance of clinicians and clinical prediction models: a cohort study in India. *BMJ Open* 10(2):e32900
21. Weber LM, Nowicka M, Soneson C, Robinson MD (2019) diffcyt: differential discovery in high-dimensional cytometry via high-resolution clustering. *Commun Biol* 2:183
22. Chung SW, Han SS, Lee JW, Oh KS, Kim NR, Yoon JP et al (2018) Automated detection and classification of the proximal humerus fracture by using deep learning algorithm. *Acta Orthop* 89(4):468–473
23. Gyftopoulos S, Lin D, Knoll F, Doshi AM, Rodrigues TC, Recht MP (2019) Artificial intelligence in musculoskeletal imaging: current status and future directions. *AJR Am J Roentgenol* 213(3):506–513
24. Lindsey R, Daluiski A, Chopra S, Lachapelle A, Mozer M, Sicular S et al (2018) Deep neural network improves fracture detection by clinicians. *Proc Natl Acad Sci USA* 115(45):11591–11596
25. Zhao JX, Li C, Ren H, Hao M, Zhang LC, Tang PF (2020) Evolution and current applications of robot-assisted fracture reduction: a comprehensive review. *Ann Biomed Eng* 48(1):203–224
26. Fitzgerald M, Cameron P, Mackenzie C, Farrow N, Scicluna P, Gocentas R et al (2011) Trauma resuscitation errors and computer-assisted decision support. *Arch Surg* 146(2):218–225
27. Trentzsch H, Maegele M, Nienaber U, Paffrath T, Lefering R (2018) Der Datensatz des TraumaRegister DGU®, seine Entwicklung über 25 Jahre und Fortschritte in der Schwerverletztenversorgung. *Unfallchirurg* 121(10):794–801
28. Hartensuer R, Nikolov B, Franz D, Weimann A, Raschke M, Juhra C (2015) Vergleich von ICD-10 und AIS mit der Entwicklung einer Methode zur automatisierten Umwandlung. *Z Orthop Unfall* 153(6):607–612
29. LOINC und RELMA 2020 [Available from: <https://www.dimdi.de/dynamic/de/klassifikationen/weitere-klassifikationen-und-standards/loinc-relma/>]. Zugegriffen: 18.8.2020
30. Krüger-Brand HE (2020) SNOMED CT: Meilenstein für die Standardisierung. *Dtsch Arztebl Int* 117(15):766–768
31. Kulla M, Brammen D, Greiner F (2016) Vom Protokoll zum Register – Entwicklungen für ein bundesweites Qualitätsmanagement in deutschen Notaufnahmen. The development of a national data set, quality indicators and an emergency department registry by the DIVI. <https://doi.org/10.3238/DIVI.2016.0012-0020>

*M. Hayton, C.Y. Ng, L. Funk, A. Watts, M. Walton (Hrsg.)*  
**Sports Injuries of the Hand and Wrist**

**Springer Publishing 2019, 1. Auflage, 295 S., 125 Abb., (ISBN: 978-3-030-02133-7), Softcover 108,99 EUR**



Dieses Buch integriert die Handchirurgie in das sehr diverse Fachgebiet der Sportmedizin. Die namhaften Herausgeber haben eine renommierte Autorenschaft für dieses weit gefächerte Thema gewinnen können. Spezifisch abgehandelt werden Frakturen am Handskelett, Sehnenverletzungen, Ringbandläsionen, intrinsische Bandverletzungen der Handwurzel, Läsionen des triangulären fibroartikulären Komplexes (TFCC), Sehnenentzündungen und insbesondere Verletzungen im Boxsport und das Kompartmentsyndrom des Unterarms.

Die Kapitel sind prägnant und fokussiert aufgebaut. Zahlreiche hervorragende Abbildungen vermitteln unterstützend die Thematik. Zeitgemäße operative und konservative Verfahren werden unter dem Aspekt der Athletenversorgung diskutiert. Die Literaturverzeichnisse der Kapitel sind umfassend und berücksichtigen den aktuellen Wissensstand.

Didaktisch ausgezeichnet sind die “Key learning points” am Anfang der Kapitel. Abgerundet werden die Kapitel mit spezifischen Fragen und Antworten, die die Kapitelinhalte rekapitulieren. Im Fachbereich Sportmedizin/Handchirurgie haben die Herausgeber eine übergreifende Monographie über sport-spezifische Verletzungen erstellt. Dieses Buch vermittelt nicht nur dem sportaffinen Handchirurgen relevantes Wissen auf einprägsame Weise, sondern dient auch Sportmedizinern anderer Fachdisziplinen als Orientierungshilfe für die weitere Versorgung.

**C. Spies (Bad Rappenau)**