



## MEDIZINISCHE INFORMATIK IN DER DIGITALEN GESELLSCHAFT

# Im Spannungsfeld vielfältiger Aufgaben

Die Medizinische Informatik trägt wesentlich dazu bei, Prozesse der Patientenversorgung und der medizinischen Forschung zu gestalten. Zunehmend rücken gesellschaftliche, ethische und rechtliche Rahmenbedingungen in den Fokus.

Ursula Hübner, Hans-Ulrich Prokosch, Bernhard Breil

**M**it der Digitalen Agenda 2014 – 2017 und dem Wissenschaftsjahr 2014, das unter dem Motto „Digitale Gesellschaft“ (1) steht, trägt die Politik der vorangeschrittenen Digitalisierung des Alltags Rechnung. Dies gilt auch und gerade für die Medizin und das Gesundheitswesen. So benennt die Bundesregierung in der Digitalen Agenda (2) explizit das Innovationspotenzial in der Medizin durch Digitalisierung.

Das Fach Medizinische Informatik steht im Spannungsfeld seiner Anwendungen von den Molekülen, Zellen und Organen zu den individuellen Patienten, Populationen und der Gesellschaft (3, 4). Die Medizinische Informatik trägt wesent-

lich dazu bei, Prozesse der Patientenversorgung und medizinischen Forschung unter Einsatz der Elektronischen Patientenakte (EPA) und vernetzter Systeme zu gestalten. Zunehmend rücken auch ethische und rechtliche Rahmenbedingungen in den Fokus.

**Definition:** *Die Medizinische Informatik ist die Wissenschaft der systematischen Erschließung, Verwaltung, Aufbewahrung, Verarbeitung und Bereitstellung von Daten, Informationen und Wissen in der Medizin und im Gesundheitswesen. Sie ist von dem Streben geleitet, damit zur Gestaltung der bestmöglichen Gesundheitsversorgung beizutragen (5).*

Heutige Entwicklungen in der Medizin beruhen auf frühen Grund-

lagenarbeiten der Medizinischen Informatik. Bereits in den 80er Jahren initiierten führende deutsche Medizinische Informatiker ein erstes Pilotprojekt zur Etablierung eines Hessischen Krebsregisters. Ab 1990 wurde der in klinischen Registern benutzte Datenstandard, die „Basisdokumentation für Tumorkranke“ (6), verbessert. Er bildet die Grundlage für eine einheitliche klinische Krebsregistrierung im Rahmen des Gesetzes „zum Aufbau von bundesweiten klinischen Registern“ aus dem Jahr 2013 (7).

Analog werden auch die bahnbrechenden Arbeiten von Friedrich Wingert zur systematischen Nomenklatur der Medizin (Systemati-

Hochschule Osnabrück, Forschungsgruppe Informatik im Gesundheitswesen: Prof. Dr. rer. nat. Hübner

Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Medizinische Informatik: Prof. Dr. biol. hom. Prokosch

Hochschule Niederrhein, Fachbereich Gesundheitswesen: Prof. Dr. rer. medic. Breil

Abbildung: Fotolia/Waveform/Mediamicro

zed Nomenclature in Medicine, SNOMED) (8, 9) aktuell wieder aufgegriffen. So führte die Initiative des Bundesgesundheitsministeriums zum „Einsatz von Ordnungssystemen und Terminologien in der Medizin“ jüngst zu einer konsentierten Empfehlung von SNOMED CT (Clinical Terms) sowie von LOINC (Logical Observation Identifiers Names and Codes) für die Codierung zum Zweck des standar-

medizinischen Bedürfnissen und den Anforderungen an Sicherheit und Nutzen.

Eine wichtige Aufgabe der Medizinischen Informatik besteht in der Konzeption und Erstellung von Werkzeugen zur IT-Unterstützung klinischer Prozesse, das heißt, zur kontextabhängigen Bereitstellung von aktuellen und umfassenden Patienteninformationen für diagnostische und therapeutische Entscheidungen auf der Basis medizinischen Wissens (16) und zur Kommunikation zwischen den Prozessbeteiligten. Dazu wurden zahlreiche Ansätze erarbeitet (17), die zu Implementierungen in marktgängigen Systemen führten (18). Der Grad der IT-Prozess-Unterstützung ist ein Merkmal für die Güte der IT in einer Einrichtung und kann daher zu Benchmarking-Zwecken genutzt werden (19).

Medizinische Workflows enden selten an den Grenzen einer Einrichtung, sondern setzen sich im ambulanten Bereich fort. Neue Anwendungen der Telemedizin und Telematik unterstützen die digitale Kommunikation zwischen den unterschiedlichen

in einer Gesundheitsregion (22, 23) sowie die elektronische Selbsteinschätzung von Patienten in klinischen Studien oder für Krebsregister (24) genannt.

Weitere Einsatzgebiete sind Anwendungen für die Diagnostik, Therapieplanung und die Therapie individueller Patienten, insbesondere die digitale Signalanalyse, zum Beispiel von (Langzeit-)EKGs, und die Bildverarbeitung. Bei hochauflösenden (multimodalen) Aufnahmen reichen die 2-D- und 3-D-Anwendungen von der Detektion auffälliger Strukturen, etwa in der Mammographie und Pathologie (25, 26), bis hin zur Bewertung von Läsionen, zum Beispiel zur Differenzierung zwischen benignen und malignen Befunden (27).

**Diagnostik und Therapieplanung**

Beispiele für die Therapieplanung sind die Dosisplanung in der Strahlentherapie (28) sowie die Zugangs- und Resektionsplanung in der Neurochirurgie (29). Eine direkte Therapieunterstützung wird durch Navigationsverfahren geleistet (30). Neue oder verbesserte Aufnahmetechniken wie diffusionsgewichtete Magnetresonanztomographen führen zu neuen Möglichkeiten, etwa im Umgang mit

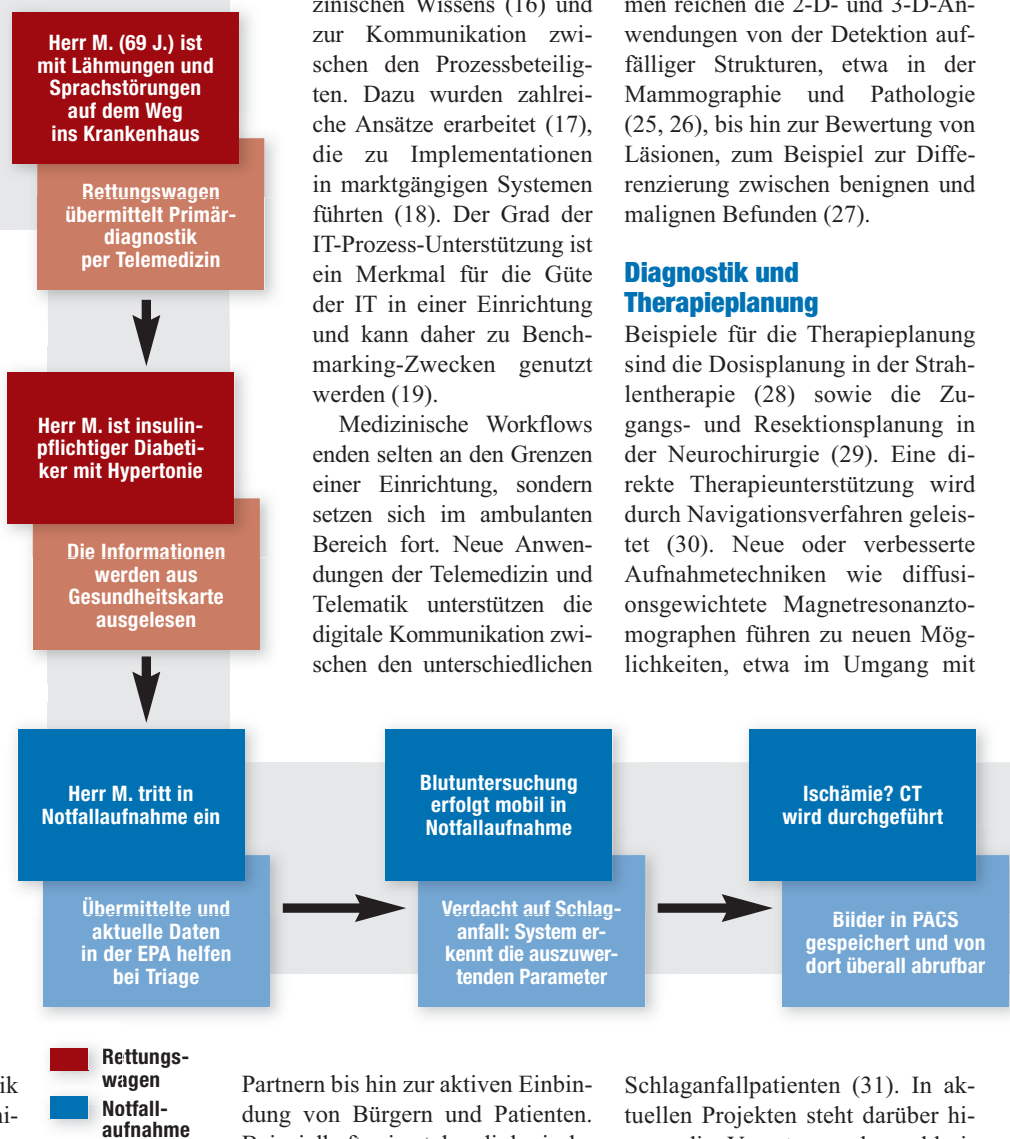
**IT-gestützte schnelle Versorgung von Schlaganfallpatienten mit guter Nachsorge** bis hinein ins häusliche Umfeld. Das dieser Abbildung zugrunde liegende vollständige Fallbeispiel ist in der eTabelle verfügbar.

disierten Datenaustausches für Versorgung und Forschung.

1973 stellten Rosenkranz und Reichertz ein Pharmakotherapie- und Informationssystem für die Unterstützung der patientenbezogenen Therapie (10) vor. Aktuelle Arbeiten der AG Arzneimittelinformationssysteme der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS) (11, 12), weisen auf die Chancen von IT in der Arzneimitteltherapiesicherheit (AMTS) hin. Sie empfehlen unter anderem eine umfassende standardisierte Aufbereitung von Medikamentendaten, damit AMTS-Prüfungen von Kontraindikationen und Wechselwirkungen realisiert werden können.

Dass IT heute in vielen Bereichen von Diagnostik und Therapie noch nicht die Rolle spielt, die ihr prophezeit wurde, liegt weniger an der Technik selbst, sondern vor allem an organisatorischen Belangen (13) und an einer mangelnden Einbindung von Anwendern einschließlich der Patienten (14, 15).

Als Anwendungswissenschaft trägt die Medizinische Informatik innovative Technologien in die Bereiche des Gesundheitswesens hinein und transformiert sie nach den



Partnern bis hin zur aktiven Einbindung von Bürgern und Patienten. Beispielhaft seien teleradiologische Konsile in ländlichen Gebieten (Teleradiologienetzwerk in Vorpommern [20]), Telemonitoring bei kardiologischen Patienten in der Rehabilitationsphase (Herz- und Diabeteszentrum NRW in Bad Oeynhausen [21]), das Etablieren einer sektorenübergreifenden EPA

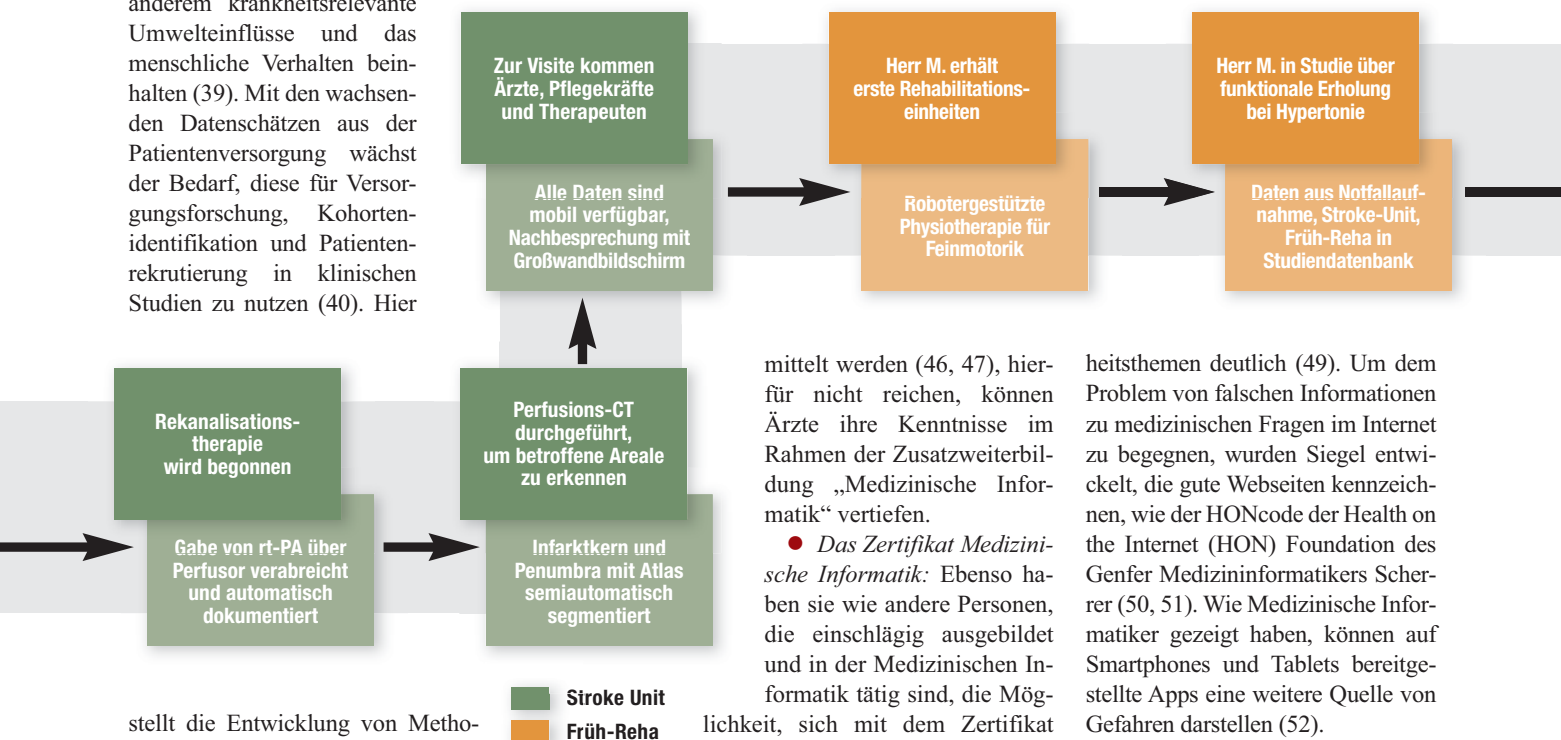
Schlaganfallpatienten (31). In aktuellen Projekten steht darüber hinaus die Vernetzung der zahlreichen Medizingeräte (zum Beispiel im Operationssaal) mit den entsprechenden Informationssystemen im Vordergrund (32).

Die Diagnostik wird sich dezentralisieren, das heißt vom Krankenhaus zum Patienten bewegen. Zum Beispiel können Herzinfarkt-

symptome bereits heute mit wenigen im (Auto-)Sitz oder in der Kleidung (Smart Wearables) integrierten Sensoren zuverlässig erkannt werden (33).

### Lösungen für Datenquantität und -qualität

Vor allem im Zeitalter der Personalisierten Medizin ist die Medizinische Informatik der Lösungsanbieter für das Management und die Analyse großer Datenmengen (34, 35). Beispielhaft seien hier Remote-Data-Entry-Systeme in multizentrischen Studien, Systeme zum Management von Biomaterialproben und von genomischen Hochdurchsatzdaten sowie die Integration phenotypischer Patientendaten mit molekularen und genomischen Daten genannt (36–38). Künftig wird hierzu eine Fülle weiterer Daten hinzukommen, die mit dem Begriff Exposom umschrieben werden und unter anderem krankheitsrelevante Umwelteinflüsse und das menschliche Verhalten beinhalten (39). Mit den wachsenden Datenschätzen aus der Patientenversorgung wächst der Bedarf, diese für Versorgungsforschung, Kohortenidentifikation und Patientenrekrutierung in klinischen Studien zu nutzen (40). Hier



stellt die Entwicklung von Methoden der Medizinischen Informatik zur Bewertung der Datenqualität einen wichtigen Aspekt der medizinischen Forschung dar (41).

• *Vom Informatiker zum Medizininformatiker:* Die Medizinische Informatik ist ein stark interdisziplinär geprägtes Fach, in dem die Informatik als Methoden- und Technologiedisziplin auf die Anwendungsdo-

mane Medizin und Gesundheitswesen trifft (42, 43). Der Medizinische Informatiker ist häufig in erster Linie ein Informatiker, der vor allem auf den anwendungsbezogenen Methoden der Informatik wie Daten- und Wissensmanagement sowie Software-Engineering und Projektmanagement aufsetzt (44). Inhalte für die Studienangebote in Medizinischer Informatik, Gesundheitsinformatik und E-Health finden sich in den Empfehlungen der International Medical Informatics Association (45).

• *Vom Arzt zum Medizinischen Informatiker:* Mit einer zunehmenden tiefen Integration von IT in die Versorgungsprozesse stehen Ärzte in der Verantwortung, IT-Projekte zu leiten und IT sinnvoll zum Einsatz zu bringen. Da oft die Grundkenntnisse in medizinischen Informations- und Klassifikationssystemen, die im Medizinstudium ver-

fahrungen und Leitungskompetenz in Medizinischer Informatik, Medizin und Management (48).

• *Zusammenarbeit mit anderen Berufen:* Der starke interdisziplinäre Charakter der Medizinischen Informatik macht dieses Fach zur Brückendisziplin, welche über die Vermittlung zwischen den jeweiligen Fachwelten Innovationen erst ermöglicht: beispielsweise mit Physikern und Ingenieuren an der Nahtstelle zwischen Medizintechnik und Medizinischer Informatik oder mit Biologen und Mathematikern in der Genomforschung sowie mit Psychologen zur Gestaltung der Mensch-Computer-Schnittstelle.

Dass Medizinische Informatik sich nicht nur an Ärzte, Pflegekräfte und andere Gesundheitsberufe wendet, wurde spätestens seit der breiten Nutzung des Internets von Bürgern und Bürgerinnen auch zu Gesund-

mittelt werden (46, 47), hierfür nicht reichen, können Ärzte ihre Kenntnisse im Rahmen der Zusatzweiterbildung „Medizinische Informatik“ vertiefen.

• *Das Zertifikat Medizinische Informatik:* Ebenso haben sie wie andere Personen, die einschlägig ausgebildet und in der Medizinischen Informatik tätig sind, die Möglichkeit, sich mit dem Zertifikat Medizinische Informatik für leitende Positionen in Einrichtungen des Gesundheitswesens und in der Industrie zu qualifizieren. Dieses Zertifikat, das von der GMDS, der Gesellschaft für Informatik und dem Berufsverband der Medizinischen Informatiker gemeinsam vergeben wird, bescheinigt methodische Fachkenntnisse, praktische Er-

heitsthemen deutlich (49). Um dem Problem von falschen Informationen zu medizinischen Fragen im Internet zu begegnen, wurden Siegel entwickelt, die gute Webseiten kennzeichnen, wie der HONcode der Health on the Internet (HON) Foundation des Genfer Medizininformatikers Scherrer (50, 51). Wie Medizinische Informatiker gezeigt haben, können auf Smartphones und Tablets bereitgestellte Apps eine weitere Quelle von Gefahren darstellen (52).

### Gesellschaftliche Verantwortung

Einen anderen Ansatz verfolgen Personal Health Records beziehungsweise elektronische Gesundheitsakten. Sie haben das Potenzial, das Gesundheitsverhalten von Menschen signifikant und positiv zu beeinflussen (53). In Deutschland lie-

gen erste Erfahrungen vor, aus denen hervorgeht, dass neben einer verbesserten Integration von Befunddaten vor allem noch eine intensivere Einbeziehung der Ärzte nötig ist (54). Die Erschließung des Wohnumfeldes für die Gesundheitsversorgung mittels Methoden des Ambient Assisted Living (AAL) ist ein weiterer Schritt, intelligente Technologien näher an den Patienten und an den Bürger zu bringen, das heißt, in kritischen Situationen besser medizinisch-pflegerisch zu überwachen und dadurch beispielsweise zur Sturzprophylaxe und Sturzdetektion beizutragen (55).

Die Forderung nach Patientenzentrierung verlangt auch von der Medizinischen Informatik einen Perspektivenwechsel (56). Dieser schlägt sich an vielen Stellen nieder, zum Beispiel in der Messung der Lebensqualität im Kontext von Kosten-Nut-

Balance zwischen Vertraulichkeit und Verfügbarkeit herauszuarbeiten.

Im Zuge der Erschließung immer weiterer Datenquellen zum Beispiel durch mobile Endgeräte und tragbare Sensoren und der Einbettung von Informations- und Kommunikationstechnologie in alle Aktivitäten des täglichen Lebens wird die Medizinische Informatik noch viel stärker als bislang gefordert sein, öffentliche Diskussionen zu initiieren, Problemfelder offenzulegen und dem Datenschutz gerecht werdende technisch-organisatorische Lösungsansätze anzubieten.

Mit seinen rasanten Entwicklungen ist das Gesundheitswesen ein kontinuierlich lernendes System (60). In immer wiederkehrenden Feedbackschleifen gewinnen Ärzte neue

Erkenntnisse und stehen kontinuierlich vor den Herausforderungen der Prozessoptimierung für Patientenversorgung, Forschung und Lehre. Dazu müssen viele, komplexe und multivariabile Datensätze, die heute oft als „Big Data“ bezeichnet werden, intelligent aufbereitet und ausgewertet werden. Letztendlich tragen Medizinische Informatiker dazu bei, aus diesen „Big Data“ „Smart Data“ zu generieren (61), die helfen, faktenorientierte Entscheidungen für eine bessere Patientenversorgung und eine höhere Patientensicherheit zu treffen.

### Ausblick auf die digitale Medizin 2020

IT-Unterstützung beginnt im Rettungsfahrzeug und endet zu Hause beim Patienten. Technologien, die heute verfügbar sind, werden sich in den nächsten Jahren weiter durchsetzen und flächendeckend in der Patientenversorgung eingesetzt werden. Das *Fallbeispiel* gibt einen Eindruck, wie die Medizin im Jahr 2020 durch elektronische Verfahren noch effektiver unterstützt werden kann (*Grafik, eTabelle*). Zentrale Optionen, die beispielhaft erläutert werden, sind die schnellere Weiterleitung aktueller Informationen, umfassendere Verfügbarkeit von Daten für die Forschung, geeignete elektronische Mittel für Pflege und Rehabilitation sowie assistive Technologien im häuslichen Umfeld.

Zitierweise dieses Beitrags:  
Dtsch Arztebl 2014; 111(46): A 2102–6

**Anschrift für die Verfasser:**  
Prof. Dr. rer. nat. Ursula Hübner  
Hochschule Osnabrück, Forschungsgruppe  
Informatik im Gesundheitswesen  
u.huebner@hs-osnabrueck.de

**Literatur im Internet:**  
[www.aerzteblatt.de/lit4814](http://www.aerzteblatt.de/lit4814)

**eTabelle:**  
[www.aerzteblatt.de/142102](http://www.aerzteblatt.de/142102)  
oder über QR-Code



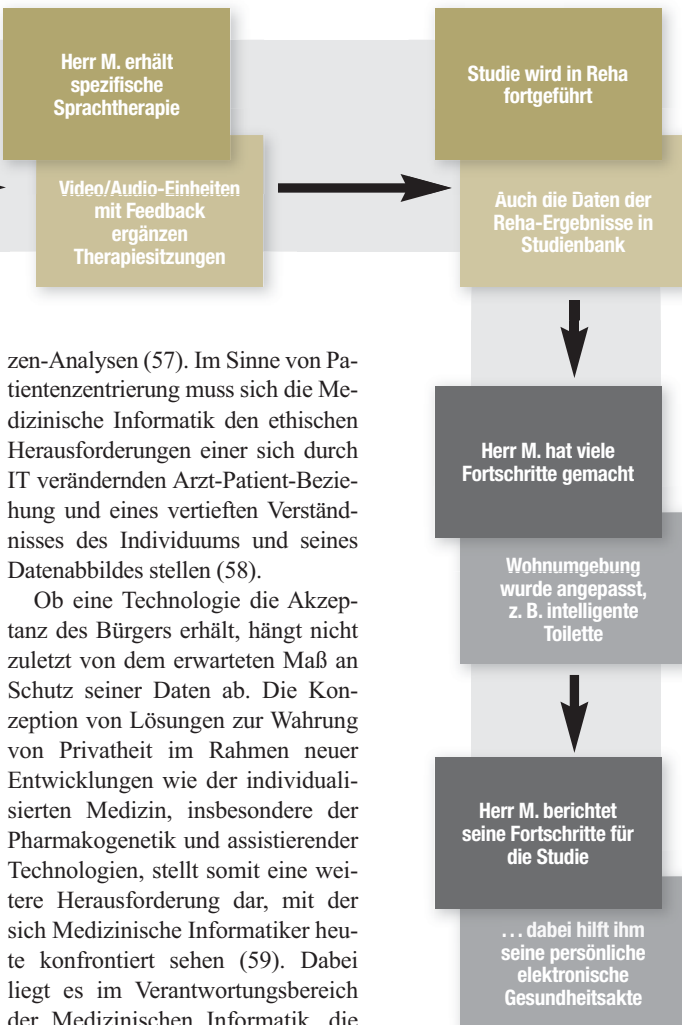
Der Artikel wurde gemeinschaftlich durch alle Mitglieder des Fachausschusses Medizinische Informatik der GMDS und der Gesellschaft für Informatik erstellt.

Wir bedanken uns bei Prof. Dr. med. Florian Stögbauer, Klinikum Osnabrück, für die Gestaltung des klinischen Fallbeispiels, bei Prof. Dr. Ivo Wolff, Hochschule Mannheim, und Prof. Dr. Thomas Derserno né Lehmann, RWTH Aachen, für den Beitrag zur Bildverarbeitung.

zen-Analysen (57). Im Sinne von Patientenzentrierung muss sich die Medizinische Informatik den ethischen Herausforderungen einer sich durch IT verändernden Arzt-Patient-Beziehung und eines vertieften Verständnisses des Individuums und seines Datenabbildes stellen (58).

Ob eine Technologie die Akzeptanz des Bürgers erhält, hängt nicht zuletzt von dem erwarteten Maß an Schutz seiner Daten ab. Die Konzeption von Lösungen zur Wahrung von Privatheit im Rahmen neuer Entwicklungen wie der individualisierten Medizin, insbesondere der Pharmakogenetik und assistierender Technologien, stellt somit eine weitere Herausforderung dar, mit der sich Medizinische Informatiker heute konfrontiert sehen (59). Dabei liegt es im Verantwortungsbereich der Medizinischen Informatik, die

■ Reha  
■ Zu Hause





## LITERATURVERZEICHNIS DÄ 48/2014:

## MEDIZINISCHE INFORMATIK IN DER DIGITALEN GESELLSCHAFT

# Im Spannungsfeld vielfältiger Aufgaben

Die Medizinische Informatik trägt wesentlich dazu bei, Prozesse der Patientenversorgung und der medizinischen Forschung zu gestalten. Zunehmend rücken gesellschaftliche, ethische und rechtliche Rahmenbedingungen in den Fokus.

Ursula Hübner, Hans-Ulrich Prokosch, Bernhard Breil

## LITERATUR

- Bundesministerium für Bildung und Forschung (bmbf). Digitale Gesellschaft [www.digital-ist.de/meta/das-wissens-schaftsjahr/die-digitale-gesellschaft.html](http://www.digital-ist.de/meta/das-wissens-schaftsjahr/die-digitale-gesellschaft.html).
- Die Bundesregierung. Digitale Agenda 2014–2017. [www.bundesregierung.de/Content/DE/\\_Anlagen/2014/08/2014-08-20-digitale-agenda.pdf;jsessionid=08A51174FDE9F4C44F1636DD616ECCF0.s3t1?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2014/08/2014-08-20-digitale-agenda.pdf;jsessionid=08A51174FDE9F4C44F1636DD616ECCF0.s3t1?__blob=publicationFile&v=2).
- Kuhn KA, Knoll A, Mewes HW, et al.: Informatics and medicine—from molecules to populations. *Methods Inf Med* 2008; 47(4): 283–95.
- Kulikowski CA, Shortliffe EH, Currie LM, et al.: AMIA Board white paper: definition of biomedical informatics and specification of core competencies for graduate education in the discipline. *J Am Med Inform Assoc* 2012; 19(6): 931–8.
- Fachausschuss Medizinische Informatik der GMDS. [http://gmds.de/fachbereiche/informatik/wir\\_ueber\\_uns.php](http://gmds.de/fachbereiche/informatik/wir_ueber_uns.php).
- Dudeck J, Wagner G, Grundmann E, Hermanek P (eds): *Basisdokumentation für Tumorkranke*. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer 1994.
- Krebsregistergesetz tritt in Kraft. [www.aerzteblatt.de/nachrichten/53960/Krebsregistergesetz-tritt-in-Kraft](http://www.aerzteblatt.de/nachrichten/53960/Krebsregistergesetz-tritt-in-Kraft).
- Wingert F: Automated Indexing Based on SNOMED. *Meth Inform Med* 1985; 24: 27–34.
- Wingert F. SNOMED. *Systematische Nomenklatur der Medizin*. Alphabetischer Index. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer 1984.
- Rosenkranz KO, Reichertz PL: DAVID – A Dialogsystem for Acquisition and Validation of Information on Drugs. In: Anderson J, Forsythe JM (eds): *Medinfo 74*. Amsterdam, Oxford: North Holland 1974: 883–8.
- Ammenwerth E, Neubert A, Criegee-Rieck M: Der Weg zu neuen Ufern. *Deutsches Ärzteblatt* 2014; 111(26): 976–79.
- Ammenwerth E, Aly AF, Bürkle T, et al.: Zum Einsatz von Informationstechnologie zur Verbesserung der Arzneimitteltherapiesicherheit (Memorandum AMTS-IT) *GMS Med Inform Biom Epidemiol* 2014; 10(1). Doc03. [www.egms.de/static/de/journals/mibe/2014-10/mibe000152.shtml](http://www.egms.de/static/de/journals/mibe/2014-10/mibe000152.shtml).
- Knaup P, Ammenwerth E, Dujat C, et al.: Assessing the prognoses on health care in the information society 2013 – thirteen years after. *J Med Syst* 2014, Jul; 38(7): 73. doi: 10.1007/s10916-014-0073-6.
- Ball MJ: Hospital information systems: perspectives on problems and prospects, 1979 and 2002. *Int J Med Inf* 2003; 69: 83–9.
- Ückert F, Ammenwerth E, Dujat C, et al.: Past and Next 10 Years of Medical Informatics. *J Med Syst* 2014; 38: 74. DOI 10.1007/s10916-014-0074-5.
- Lenz R, Reichert M: IT support for health-care processes – premises, challenges, perspectives. *Data Knowl. Eng* 2007; 61(1): 39–58.
- Gooch P, Roudsari A: Computerization of workflows, guidelines, and care pathways: a review of implementation challenges for process-oriented health information systems. *J Am Med Inform Assoc* 2011; 18(6): 738–48.
- Kraus S, Castellanos I, Toddenroth D, Prokosch HU, Bürkle T: Integrating Arden-Syntax-based clinical decision support with extended presentation formats into a commercial patient data management system. *J Clin Monit Comput* 2013. DOI 10.1007/s10877-013-9430-0.
- Thye J, Straede MC, Liebe JD, Hübner U: IT-Benchmarking of Clinical Workflows: Concept, Implementation, and Evaluation. *Stud Health Technol Inform* 2014; 198: 116–24.
- Institut für Angewandte Informatik. *Teleradiologisches Netzwerk Mecklenburg-Vorpommern*. [www.telerad-mv.de](http://www.telerad-mv.de).
- Institut für angewandte Telemedizin. [www.hdz-nrw.de/institute/angewandte-telemedizin/aufgaben](http://www.hdz-nrw.de/institute/angewandte-telemedizin/aufgaben).
- Heinze O, Birkle M, Köster L, Bergh B: Architecture of a consent management suite and integration into IHE-based Regional Health Information Networks. *BMC Med Inform Decis Mak* 2011; 11: 58. doi: 10.1186/1472-6947-11-58.
- Infopat-Projekt. [www.infopat.eu](http://www.infopat.eu).
- Ashley L, Jones H, Thomas J, et al.: Integrating Patient Reported Outcomes With Clinical Cancer Registry Data: A Feasibility Study of the Electronic Patient-Reported Outcomes From Cancer Survivors (ePOCS) System. *J Med Internet Res* 2013; 15(10): e230. doi:10.2196/jmir.2764.
- Hupse R, Samulski M, Lobbes MB, et al.: Computer-aided detection of masses at mammography: interactive decision support versus prompts. *Radiology* 2013; 266(1): 123–9. doi: 10.1148/radiol.12120218.
- Gurcan MN, Boucheron LE, Can A, Madabhushi A, Rajpoot NM, Yener B: *Histopathological Image Analysis: A Review*. *Biomedical Engineering, IEEE Reviews* 2009; 2: 147–71.
- Doi K: Computer-Aided Diagnosis in Medical Imaging: Historical Review, Current Status and Future Potential. *Comput Med Imaging Graph* 2007; 31: 198–211.
- Chiesa C, Maccauro M, Romito R, et al.: Need, feasibility and convenience of dosimetric treatment planning in liver selective internal radiation therapy with (90Y) microspheres: the experience of the National Tumor Institute of Milan. *Q J Nucl Med Mol Imaging* 2011; 55(2): 168–97.
- Ferrolì P, Tringali G, Acerbi F, et al.: Advanced 3-dimensional planning in neurosurgery. *Neurosurgery*. 2013; 72 Suppl 1: 54–62. doi: 10.1227/NEU.0b013e3182748ee8.
- Cleary K, Peters TM: Image-guided interventions: technology review and clinical applications. *Annu Rev Biomed Eng* 2010; 12: 119–42.

31. Tong E, Hou Q, Fiebach JB, Wintermark M: The role of imaging in acute ischemic stroke. *Neurosurg Focus* 2014; 36(1): E3.
32. Grätzel von Grätz P: Das vernetzte Krankenhaus. *VDE Dialog* 2014; 2: 13–6. ([www.ornet.org/wp-content/uploads/2014/04/VDE-dialog-ORNET.pdf](http://www.ornet.org/wp-content/uploads/2014/04/VDE-dialog-ORNET.pdf)).
33. Stoppa M, Chiolerio A: Wearable electronics and smart textiles: a critical review. *Sensors (Basel)*. 2014 Jul 7; 14(7): 11957–92. doi: 10.3390/s140711957.
34. Shah NH, Tenenbaum JD: The coming age of data-driven medicine: translational bioinformatics' next frontier. *J Am Med Inform Assoc* 2012; 19(e1): e2–e4.
35. Bellazzi R: Big Data and Biomedical Informatics: A Challenging Opportunity. *Yearb Med Inform* 2014, 8–13. <http://dx.doi.org/10.15265/IY-2014-0024>.
36. Krüger-Brand HE: Vernetzte Medizinische Forschung: IT-Strategie erforderlich. *Dtsch Arztebl* 2010; 107(17): 798.
37. Danciu I, Cowan JD, Basford M, et al.: Secondary use of clinical data: The Vanderbilt approach. *J Biomed Inform* 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbi.2014.02.003>.
38. Murphy S, Churchill S, Bry L: Instrumenting the health care enterprise for discovery research in the genomic era. *Genome Res* 2009; 19(9): 1675–81. DOI 10.1101/gr.094615.109.
39. Sanchez FM, Gray K, Bellazzi R, Lopez-Campos G: Exosome Informatics: considerations for the design of future biomedical research information systems. *J Am Med Inform Assoc* 2014; 21(3): 386–90. doi: 10.1136/amiajnl-2013-001772.
40. Köpcke F, Prokosch HU: Employing Computers for the Recruitment into Clinical Trials: A Comprehensive Systematic Review. *J Med Internet Res* 2014; 16(7): e161.
41. Breil B, Semjonow A, Müller-Tidow C, Fritz F, Dugas M: HIS-based Kaplan-Meier plots--a single source approach for documenting and reusing routine survival information. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2011 Feb 16; 11: 11. doi: 10.1186/1472-6947-11-11.
42. Haux R: On Determining Factors for Good Research in Biomedical and Health Informatics – Some Lessons Learned. *Yearb Med Inform* 2014; 9: 255–64. <http://dx.doi.org/10.15265/IY-2014-0025>.
43. van Bommel JH: Medical informatics is interdisciplinary avant la lettre. *Methods Inf Med* 2008; 47: 318–21.
44. Hübner U, Liebe J: Zur Stellenlage von Medizinischen Informatikerinnen und Informatikern in deutschen Krankenhäusern. *Forum der Medizin Dokumentation und Medizin Informatik* 2013; 15(3): 70–3.
45. Mantas J, Ammenwerth E, Demiris G, et al.: IMIA Recommendations on Education Task Force. Recommendations of the International Medical Informatics Association (IMIA) on Education in Biomedical and Health Informatics. First Revision. *Methods Inf Med* 2010; 49(2): 105–20.
46. Röhrig R, Stausberg J, Dugas M: GMSD project group "Medical Informatics Education in Medicine". Development of national competency-based learning objectives "Medical Informatics" for undergraduate medical education. *Meth Inf Med* 2013; 52: 184–8.
47. Dugas M, Röhrig R, Stausberg J: Lernzielkatalog Medizinische Informatik – Wissen und Verantwortung. *Dtsch Arztebl* 2013; 110(6): 243.
48. Zertifikat Medizinische Informatik. [www.gmds.de/organisation/zertifikate/medizin\\_informatik.php](http://www.gmds.de/organisation/zertifikate/medizin_informatik.php).
49. Kummervold PE, Chronaki CE, Lausen B, et al.: eHealth trends across Europe 2005–2007: A Population-Based Survey. *J Med Internet Res* 2008; 10(4): e42.
50. Health on the Internet Foundation. HONcode. [www.healthonnet.org/HONcode/German](http://www.healthonnet.org/HONcode/German).
51. Boyer C, Baujard V, Geissbuhler A: Evolution of health web certification through the HONcode experience. *Stud Health Technol Inform* 2011; 169: 53–7.
52. Albrecht UV: Transparency of health-apps for trust and decision making. *J Med Internet Res* 2013; 15(12): e277.
53. Lau AY, Sintchenko V, Crimmins J, Magrabi F, Gallego B, Coiera E: Impact of a web-based personally controlled health management system on influenza vaccination and health services utilization rates: a randomized controlled trial. *J Am Med Inform Assoc* 2012; 19(5): 719–27.
54. Kirchner H: Nutzen und Akzeptanz von elektronischen Gesundheitsakten. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben der Barmer GEK 2010 – Kurzfassung. Wuppertal, Barmer GEK. [www.barmergek.de/barmer/web/Portale/Versicherte/Rundum-gutversichert/Infothek/Broschueren\\_und\\_Downloads/PDFs\\_Bilder\\_Broschueren\\_und\\_Downloads/Downloads/Forschung/Abschlussbericht.property=Data.pdf](http://www.barmergek.de/barmer/web/Portale/Versicherte/Rundum-gutversichert/Infothek/Broschueren_und_Downloads/PDFs_Bilder_Broschueren_und_Downloads/Downloads/Forschung/Abschlussbericht.property=Data.pdf).
55. Marschollek M: Decision support at home (DS@HOME) – system architectures and requirements. *BMC Med Inform Decis Mak* 2012; 12: 43.
56. Winter A, Alt R, Ehmke J, et al.: Manifest: Kundeninduzierte Orchestrierung komplexer Dienstleistungen – Gestaltung eines Paradigmenwechsels. *Informatik Spektrum* 2012; 35(6): 399–408.
57. Goldschmidt A, Händel A: Und es gibt sie doch noch! Editorial. *Forum der Medizin Dokumentation und Medizin Informatik* 2014; 16(1): 3.
58. Rienhoff O, Hamer B: Telemedizin und Ethik – Sicht des Arztes und Medizininformatikers. In: Niederlag W, Lemke HU, Bondolfi A, Rienhoff O: Ethik & Informationstechnik am Beispiel der Telemedizin. Dresden: Health Academy 2003; 110–20.
59. Pommerening K: Personalisierte Medizin und Informationstechnologie – Aspekte des Datenschutzes. In: Niederlag W, Lemke HU, Rienhoff O: Personalisierte Medizin und Informationstechnologie. Dresden: Health Academy 2010; 239–50.
60. McGlynn EA, Lieu TA, Durham ML, et al.: Developing a data infrastructure for a learning health system: the PORTAL network. *J Am Med Inform Assoc* 2014. doi:10.1136/amiajnl-2014-002746.
61. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Smart Data – Innovationen aus Daten. [www.bmwi.de/DE/Service/wettbewerbe,did=596106.html](http://www.bmwi.de/DE/Service/wettbewerbe,did=596106.html).

#### FOLGENDE PUBLIKATIONEN LAGEN DEM FALLBEISPIEL ZUGRUNDE

- Dachs RJ, Burton JH, Joslin J: A User's Guide to the NINDS rt-PA Stroke Trial Database. *PLoS Med* 2008; 5(5): e113.
- Deutsche Gesellschaft für Neurologie. Akuttherapie des ischämischen Schlaganfalls. Leitlinie 2012. AWMF-Leitlinie. Verfügbar unter [www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/030-0461\\_S1\\_Akuttherapie\\_des\\_ischämischen\\_Schlaganfalls\\_2012\\_1.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/030-0461_S1_Akuttherapie_des_ischämischen_Schlaganfalls_2012_1.pdf).
- Sale P, Lombardi V, Franceschini M: Hand robotics rehabilitation: feasibility and preliminary results of a robotic treatment in patients with hemiparesis. *Stroke Res Treat* 2012; 2012: 820931. doi: 10.1155/2012/820931.
- Kraftvolle Innovation (2012). [www.alle-achtung.at/index.php?id=249&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=1823&cHash=a698c8a6af97d7c23139ec4f7cc1ed37](http://www.alle-achtung.at/index.php?id=249&tx_ttnews[tt_news]=1823&cHash=a698c8a6af97d7c23139ec4f7cc1ed37).
- Kulla M, Röhrig R, Helm M, et al.: Nationaler Datensatz „Notaufnahme“: Entwicklung, Struktur und Konsentierung durch die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensivmedizin und Notfallmedizin. *Anaesthesist* 2014; 63: 243–52.

## eTABELLE

## Medizin im Jahr 2020 – ein Fallbeispiel

Medizinische Versorgung	Unterstützung durch elektronische Systeme
Herr M. (69 J.), alleinlebend, wird mit verwaschener Sprache, Wortfindungsstörungen und einer Lähmung des rechten Arms und Beins vom Rettungsdienst in die Notaufnahme eines Krankenhauses eingeliefert.	Mittels eines mobilen Systems wurde die primäre Diagnostik (z. B. klinische Prüfung der Motorik/Sensorik, EKG) im Rettungswagen dokumentiert und über eine Telemedizin-Anwendung zusammen mit der Verdachtsdiagnose an die Notaufnahme/Stroke-Unit des Krankenhauses übermittelt.
Aus dem Notfalldatensatz auf seiner elektronischen Gesundheitskarte geht hervor, dass Herr M. insulinpflichtiger Diabetiker und Bluthochdruckpatient ist. Ebenso ist zu entnehmen, welche Medikamente er einnimmt.	Diese Information wurde mittels eines mobilen Kartenlesers von der elektronischen Gesundheitskarte des Patienten ausgelesen.
Es werden Maßnahmen getroffen, den Blutzuckerwert in den Normbereich zu bringen, sowie Maßnahmen zur Stabilisierung des Blutdrucks und weiterer Vitalfunktionen.	Über die mobile Telemedizin-Anwendung werden der Notfallaufnahme die aktuellen physiologischen Parameter und die bereits durchgeführten Maßnahmen übermittelt.
Bei Eintreffen des Patienten in der Notfallaufnahme erfolgt eine schnelle Triage, um die Notwendigkeit weiterer Maßnahmen und die Dringlichkeit der Einleitung von Therapiemaßnahmen abzuklären.	In der Notaufnahme des Krankenhauses befindet sich ein Ambulanzinformationssystem (als Modul der elektronischen Patientenakte – EPA) im Einsatz, das Triageverfahren (z. B. Manchester Triage) unterstützt. Die aus dem Rettungswagen übermittelten Daten wurden bereits über Schnittstellen in dieses System übertragen.  Entsprechende Analyseergebnisse aus der Labordiagnostik und anderen Medizingeräten werden über Geräteschnittstellen in die EPA übermittelt.
Bei Ankunft in der Notfallaufnahme werden der neurologische Status und die Vitalfunktionen erhoben. Der Neurologe erkennt anhand der Daten aus dem Rettungswagen, ob eine Verschlechterung eingetreten ist.	Die Angaben werden in der zentralen EPA dokumentiert und stehen damit allen in die Behandlung eingebundenen Akteuren zur Verfügung. Die Dateninhalte der EPA sind an den Datensatz „Notaufnahme“ angepasst.
Das vom Notarzt abgenommene Blut wird in einem mobilen Analysegerät in der Notaufnahme untersucht, um schnell Ergebnisse vorliegen zu haben.	Da Verdacht auf akuten Schlaganfall vorliegt, erkennt das System, dass die Parameter des Blutbildes, der Gerinnung, des Blutzuckers, der Elektrolyte und der Nierenwerte ausgewertet werden müssen.
Es soll eine Blutung ins Hirn ausgeschlossen werden. Dazu wird ein CT durchgeführt.	Die Bilder werden in einem elektronischen Bildarchiv (Picture Archiving and Communication System, PACS) gespeichert und in der EPA verlinkt. Dadurch stehen diese zeitnah auf der Stroke-Unit zur Verfügung.
Der Patient wird nach Durchführung der Erstmaßnahmen ärztlich und pflegerisch auf der Stroke-Unit aufgenommen und an eine Überwachungsapparatur angeschlossen.	Die Auswertung einer entscheidungsunterstützenden Funktion, die auf einer entsprechenden medizinischen Leitlinie beruht, führt zum Vorschlag der erforderlichen diagnostischen Maßnahmen. Workflow-Mechanismen unterstützen die schnelle und effiziente elektronische Anordnung der Diagnostik. Die damit erhobenen Befunde werden an die EPA übermittelt.
Die CT-Bilder lassen auf einen ischämischen Hirninfarkt schließen. Die Ärzte entscheiden sich für eine Rekanalisationstherapie, da die Blutgerinnungswerte nicht dagegen sprechen.	Die Gabe von rt-PA (recombinant tissue-type plasminogen activator) wird über einen Perfusor verabreicht und automatisch in der EPA registriert.
Es soll überprüft werden, welche Areale betroffen sind.	Zur Darstellung des Infarktkerns und der Penumbra wird ein Perfusions-CT durchgeführt. Ein digitaler Hirnatlas, der auf die CT-Bilder gelegt wurde, lässt genau erkennen, wo der Infarktkern und die Penumbra liegen. Diese Gebiete werden später semi-automatisch segmentiert.
Der Zustand des Patienten wird engmaschig überwacht.	Der Monitor im Patientenzimmer ist mit der digitalen Leitstelle in der Stroke-Unit vernetzt. Von dort können die Monitoraten von den Ärzten und Pflegekräften eingesehen werden. Werte außerhalb des Normbereichs werden akustisch angezeigt sowie über Smartphone an das zuständige Pflegepersonal bzw. die Ärzte gemeldet. Alle aufgezeichneten Überwachungsparameter landen nach Abzeichnung durch das ärztliche Personal ebenfalls in der EPA des Patienten.
Die Pflege erstellt einen Pflegeplan zur Frühmobilisation des Patienten.	Das elektronische Pflegedokumentationssystem schlägt Maßnahmen zur Vermeidung einer Aspirationspneumonie, von Beinvenenthrombosen und Dekubitalgeschwüren vor, ebenso Maßnahmen zur Kompensation von Defiziten und zum Anbahnen von Bewegungsmustern.
Zur Visite kommen Ärzte, Pflegekräfte, Ergo- und Physiotherapeuten zusammen.	Alle unterschiedlichen Berufsgruppen haben bislang in einer gemeinsamen Akte elektronisch dokumentiert. Diese Angaben sind mobil während der Visite einsehbar (Visitenwagen mit Notebook oder Tablet-PC). In einer kurzen Nachbesprechung im Stationszimmer steht ein großer Monitor zur Verfügung, auf dem alle relevanten Bilder, der Verlauf der physiologischen Parameter und weitere Informationen übersichtlich dargestellt werden.
Nach 72 Stunden wird auf der Visite entschieden, den Patienten in die neurologische Frührehabilitation zu entlassen, die sich in derselben Einrichtung wie die Stroke-Unit befindet.	Alle Einträge der EPA der Stroke-Unit stehen in der EPA der Frühreha zur Verfügung.  Die in der EPA dokumentierten Inhalte des nationalen Datensatzes „Notaufnahme“ werden zusätzlich in anonymisierter Form an das Deutsche Notaufnahmeregister übermittelt und dienen damit einem deutschlandweiten Qualitätsmanagement.

Medizinische Versorgung	Unterstützung durch elektronische Systeme
<p>Der Patient soll in eine Studie zur Untersuchung der Auswirkungen von Hypertonie auf die funktionale Erholung nach rt-PA Therapie in Abhängigkeit des Schlaganfalltyps aufgenommen werden.</p>	<p>Im Informationssystem des Krankenhauses sind Mechanismen integriert, welche kontinuierlich die Inhalte der EPA abfragen und auf Übereinstimmung mit den Ein- und Ausschlusskriterien der an diesem Klinikum aktuell etablierten Klinischen Studien überprüfen. Im aktuellen Fall erhielten die Ärzte der Notaufnahme einen Hinweis auf die gerade laufende Studie.</p> <p>Die zu untersuchenden Merkmale wie demografische Angaben zum Patienten, Vitalwerte und Laborwerte, CT-Befund, Zeit der Gabe von rt-PA und Dosis, neurologischer Verlauf, Schlaganfalltyp und klinische Ergebnisse wurden im Verlauf des Aufenthalts in der Stroke Unit und der Frühreha der EPA entnommen und nach einer semi-automatischen Qualitätskontrolle der Daten in die Studiendatenbank übernommen.</p>
<p>Herr M. befindet sich in der Reha und erhält spezifische sprachtherapeutische Einheiten.</p>	<p>Diese werden ergänzt durch zusätzliche digitale video- und audiogestützte Sequenzen mit Feedback in den Selbstübungsphasen.</p>
<p>Die Symptome bilden sich im Laufe der nächsten 5 Monate immer mehr zurück.</p>	<p>Der Versuch durch eine roboterunterstützte Physiotherapie der Hand- und Fingermotorik eine Verbesserung herbeizuführen, bringt Erfolge, aber ...</p>
<p>... in Arm und Bein fehlt weiterhin die Kraft, obwohl Herr M. beide Gliedmaßen bewegen kann. Die Aphasie hat sich fast vollständig zurückgebildet.</p>	<p>Da der Toilettengang die Mithilfe einer weiteren Person beanspruchen würde, entscheidet sich Herr M. für eine „intelligente Toilette“ mit Sprachsteuerung. Seitdem kann er wieder eigenständig die Toilette besuchen. Für das Handhaben von Gegenständen – insbesondere wenn Kraft nötig ist, wie z.B. beim Öffnen von Flaschen, hilft ihm die Exoskelett-Hand, die über EEG-Signale gesteuert wird.</p>
<p>Herr M. berichtet seine Fortschritte für die Studie</p>	<p>Dabei hilft ihm seine persönliche elektronische Gesundheitsakte.</p>