

Computer und Medizin

Mediale Spannungsverhältnisse im deutschen Gesundheitswesen seit den 1960ern

LAURA NIEBLING, TOBIAS KUSSEL & DAVID FREIS

Der Computer – das unbekannte Wesen
(FASSBINDER im Deutschen Ärzteblatt 1974: 2871)

Von der Hausarztpraxis bis zum High-Tech-Operationsaal haben sich Computer in den vergangenen Jahrzehnten als wichtiges Instrument der medizinischen Tätigkeit etabliert. Computer erfassen, speichern, bearbeiten und übertragen medizinische Daten, sie organisieren und verwalten den ärztlichen Arbeitsalltag und sie fungieren zunehmend als Begleiter, bisweilen sogar schon als Ersatz für Fachleute in der modernen Medizin. Die Geschichte dieser Computer, ihrer Netzwerke und Datenzentren begann in beiden deutschen Staaten in den 1960er-Jahren. Damals wie heute ist sie begleitet von Hoffnungen und Zukunftsvisionen, aber auch von Kontroversen und technischen Dystopien und von Ambivalenzen zwischen Konzepten und der alltäglichen Arbeitspraxis in der Medizin. Debatten zu Bildlichkeit, Datenschutz, ethischer Verantwortlichkeit und dem Verhältnis von Ärzt*innen, Patient*innen und Maschine prägen den Diskurs um Computer als medizinisches Medium. Sie begleiten und gestalten die Computermedizin bis hin zur Entwicklung einer digitalen „Medizin 4.0“, also der Verbindung von Informations- und Kommunikationstechnologien für Apparate (Computermedizin), Netzwerke (Internetmedizin) und Datennutzung (Big Data, Künstliche Intelligenz, Personalisierte Medizin) im Gesundheitssektor.

Es bedarf eines Blicks in die Geschichte des Computers, um diese komplexen Entwicklungen verstehen und einordnen zu können – um zu verstehen, wie es zu den facettenreichen medizinischen Computerkulturen, genauer der digitalen Medizinkultur, kam und nach welchen Strukturen und inhärenten Logiken sie heute befragt werden können oder sogar müssen. Doch der Gegenstand selbst erweist sich als sperrig. Thomas HAIGH (2018: 2) identifiziert in der Computergeschichts-

schreibung verschiedene Ansätze, die den Computer als Rechenmaschine und als Informationsmaschine perspektivieren. Hinzu kommen Lesarten des Computers – respektive der auf ihm basierenden, interaktiv genutzten, digitalen Medien – als „neue Kulturmaschinen“ (COY 1995: 37) und allgemein seit den 1990er Jahren zunehmend als „Medium“ (BOLZ, KITTLER & THOLEN 1994). Die Einbettung in diese verschiedenen „Master Narratives“ (HAIGH 2018: 1) findet mit einer Zeitverzögerung von etwa zwei bis drei Jahrzehnten statt und verweist auf konkrete Nutzungshorizonte, aber auch auf Fragen, inwiefern technische Objekte konzeptuell in einer Weltvermittlung fungieren (KRÄMER 1998, für eine Übersicht über die sich wandelnden Lesarten ALPSANCAR 2012: 11–14).

Im medizinischen Einsatzfeld impliziert dies verschiedene Perspektiven auf den technischen Apparat, der zunächst ein internes Verhältnis von Hard- und Software mitbringt, in dem bereits die Komponenten häufig eine „umwegige Vorgeschichte“ (HEILMANN 2012: 5) aufweisen, und der zudem in wachsender Verbindung mit einer Geräteperipherie und Infrastruktur steht. Insbesondere die frühe Telemetrie greift auf frühe Utopien einer Medizin auf Distanz zurück, bei der Geräte Daten erfassen und übermitteln. Der mit diesen Formen der Übertragung verbundene Überbegriff der Telemedizin – die Diagnose und Behandlung auf Distanz – hatte bereits mit der Nutzung früherer Übertragungsmedien wie Telegrafien, Telefon oder Fernseher begonnen. Der Computer markierte in dieser Entwicklung durch seine Form als multimediales Konfigurationsobjekt jedoch eine neue Ära medizinischer Datenübertragung, die damit zugleich auch zur Datenverarbeitung wurde. Die elektronischen Daten waren mit diesen Geräten zunehmend mobil erhebbbar, mitführbar

und übertragbar und erweiterten die digitale Medizin, beziehungsweise E-Health, um den Aspekt der m-Health.¹

Umfassendere Darstellungen für den deutschsprachigen Raum wie HARTMUT WEHRS *Die Geschichte der Health-IT* (2019) sind vor diesem Hintergrund sachgemäß selten, eher finden sich Zeitzeugenberichte aus der Informatik wie Claus O. KÖHLERS *Historie der medizinischen Informatik in Deutschland von den Anfängen bis 1980* (2003). Wesentlich für den vorliegenden Schwerpunkt der *Curare* ist hierbei die Feststellung, dass die Bedeutung und Interpretation des Computers sich in den historischen Herleitungen fachbedingt, von den Informations- bis zu den Geisteswissenschaften, erheblich unterscheidet (u. a. HILLGÄRTNER 2008: 14). In der Medizin selbst reichen die historischen Einordnungen von der angewandten Medizin bis zur Medizintechnik und -informatik. Die Computergeschichte wird damit bis heute immer wieder aufs Neue geschrieben, nicht als „convenient, natural and unmediated account of clear-cut facts“, sondern als „a historically specific organization of experts, research, resources, and interpretive frames [...] in response to present and presumably historical events“ (GEOGHEGAN 2008: 67). Ein solcher aktueller Anlass ist auch die vorliegende Ausgabe. In den Texten von Autor*innen aus den verschiedenen Teilbereichen des Themenkomplexes lohnt sich also stets der Blick darauf, wie Computer diskutiert werden, welche Vorgeschichte ihnen vorangestellt wird und wie dies den Blick auf die heutige Nutzung bestimmt.

Als Einführung in diese Ausgabe seien hierfür jedoch zunächst einige Grundlagen zusammengefasst. Hierzu werden vier theoretische Stränge historischer Geschichtsdiskurse – zum Computer als infrastrukturellem Knotenpunkt, zum Computer als Wissensmaschine, zum Computer als Kollege und zum Computer als Überwachungsgerät – eingeführt und diskutiert.

Auftakt: Der Computer als Werkzeug, Antagonist und wissenschaftliches Objekt

Als Verbindung von Computer und medizinischer Arbeit entwickelte sich die digitale Medizin in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Sie begann mit Überlegungen zur Informatik als Fach und zur Rolle des Computers in Krankenhäusern und Arzt-

praxen. Von dort entwickeln sich entlang von Entwicklungen wie der Robotik, der Telematikinfrastruktur, der mobilen Gesundheitstechnologie und der plattformbasierten Wissensarchitektur fach- und problemgeleitete Diskurse zur Dokumentation und Organisation, zur Überwachung und Verwaltung und zur Rolle von Nähe und Distanz.

Die Möglichkeit, Computer für biomedizinische Anwendungen zu nutzen, wurde ab 1947 auf Konferenzen der Ingenieurwissenschaften diskutiert (COLLEN & SHORTLIFFE 2015: 75). Die experimentelle Entwicklung der frühesten Computermedizin erfolgt bereits zu diesem Zeitpunkt in enger Verzahnung mit dem akademischen Diskurs. Universitäten, insbesondere Universitätskrankenhäuser, blieben dabei ein wichtiger Ort für frühe Tests – und nehmen bis heute diese Rolle als Nukleationspunkte ein. Wie im Gesamtkomplex der Telematik, also der Verbindung von Telekommunikations- und Informationstechnologien, bestand auch in der deutschen Entwicklung der Informationswissenschaften im Gesundheitswesen schon früh eine enge Verbindung in den französischsprachigen Raum (für die Telematik NORA & MINC 1979). Der französische Mediziner Francois Grémy initiierte bereits 1966 einen Lehrplan für die medizinische Anwendung von Computertechnologien und einen Lehrstuhl für „Informatique Médicale“ am Hôpital de la Pitié-Salpêtrière. Er publizierte unter anderem zur Anwendung von Computern in diagnostischen Verfahren und im Kontext von Entscheidungstheorien (GRÉMY & JOLY 1967: 322–329; GRÉMY, SALMON & JOLY 1969: 88–95). Zeitschriften, wie die seit 1969 erscheinende *Revue Informatique Médicale* boten auch für Kolleg*innen im benachbarten Deutschland die Möglichkeit einer akademischen Auseinandersetzung mit dem entstehenden Forschungs- und Anwendungsfeld.

In Deutschland gilt heute Peter Leo Reichertz, Professor des Lehrstuhls für Biometrie und Medizinische Informatik an der Medizinischen Hochschule Hannover und ein Freund Grémys, als „sicherlich bedeutsamster Medizin-Informatiker“ (KÖHLER 2003: 8). Einem deutschen Abstract seines 1970 erschienen Artikels „Requirements for Configuration and Management of Integral Medical Computer Center“ (REICHERTZ 1970: 1–8) wird die Einführung des Begriffs Medizinische Informatik zugeschrieben, der sich daraufhin im deutschsprachigen Raum „sehr schnell durchsetzte“ (KÖH-

LER 2003: 8). Jenseits der akademischen Projekte fanden sich auch in den Krankenhäusern und Arztpraxen einzelner Bundesländer bereits Ende der 1960er erste Bestrebungen, Computer einzusetzen.

Das Verhältnis von Maschine und Mensch war dabei von Beginn an komplex: „Während die einen wahre Wunderdinge erwarten, [...] beschwören andere die Entmenschlichung der Medizin durch die Technik herauf“ (JA 1969: 553). Ende der 1960er-Jahre wurde auf journalistischen Kanälen, wie dem *Deutschlandfunk*, sowie im Fach Medizininformatik „viel geschrieben und gesprochen“ (*ebd.*) über Computer. „Computer: Werkzeug der Medizin“ war beispielsweise der Titel eines Kolloquiums zur Datenverarbeitung und Medizin, das 1968 im Schloß Reinhartshausen stattfand. Die ärztliche Arbeit und die elektronische Datenverarbeitung erscheine doch „einigermaßen gegensätzlich, manchem sogar als reichlich unvereinbar“ (GRIESSER 1970: 1), heißt es in den Proceedings. Dem Arzt als „Individuum“ stünde „ein seelenloses technisches Gebilde [gegenüber], das durch die allerdings unzutreffende Bezeichnung ‚Elektronengehirn‘ einen Hauch von Unheimlichkeit besitzt“ (*ebd.*). Andererseits sei der Computer hilfreich bei Routinearbeiten, als Entlastung und als zusätzliche Wahrnehmungsmaschine – vor allem aber kenne er „keine Emotionen, vor allem keine die Arbeit hemmende schlechte Laune und kein Wochenende“ (*ebd.*: 1f.), kurz: er war bereits 1968 die perfekte Antwort auf die Herausforderungen der Medizin von heute. Dieser Diskurs über Kosten und Nutzen prägt die Technologieaneignung und die gesamte genealogische Entwicklung des Computers als Teil der Medizin wesentlich. Untersuchungen ärztlicher Praktiken und der digitalen Medizinkultur(en), sind dabei implizit stets informiert von den im Folgenden skizzierten Transformationsprozessen, durchaus aber auch von einem Nebeneinander der Fächer und Fachdiskurse.

Computer als Knotenpunkte: Vom Großrechner zu Krankenhausinformationssystemen

Die ersten Arbeitsfelder des Computers, in der Form von Großanlagen, die ganze Rechenzentren füllten, waren „ausschließlich rechnerischer oder buchhalterischer Art“ (HEILMANN 2012: 5). Auf der Grundlage solcher Großanlagen wurden Ende der 1940er-Jahre erste Rechenzentren einge-

richtet. Diese entstanden ab den späten 1950er-Jahren an den Universitäten in der BRD und ab den frühen 1960er-Jahren in der DDR, von wo sie in den kommenden zwei Dekaden zunehmend medizinische Lehrinrichtungen versorgen sollten. Die Verortung der Rechenanlagen an den Hochschulen wurde auch gesetzlich festgeschrieben – das neue hessische Hochschulgesetz benannte 1978 beispielsweise in § 28 die „Krankenversorgung“ als einen Arbeitsbereich der Hochschulrechenzentren (RADLOFF & WEISEL 2022). Diese Nutzung an medizinischen Hochschulen, hatte dabei zunächst zwei Anwendungsebenen: Klinikverwaltung zum einen und Forschung und Lehre zum anderen (HELD *et al.* 2009: 49).

Die medizinischen Rechenzentren waren dabei eher selten in die Entwicklung nationaler Rechenzentrumsstrukturen eingebunden und die Kontrolle über die Rechenzentren – ob intern oder über die Hochschulzentren – war wesentlich standortabhängig (*ebd.*). Hier zeigt sich bereits ein impliziter Sonderstatus der Computernutzung an den Kliniken,² der verstärkt wurde durch eigene Rechenzentren in Krankenhäusern, deren Netzinfrastruktur intern oder durch die Länder entwickelt wurde. Zur Entwicklung von EDV-Strukturen an Krankenhäusern ergaben sich ab den späten 1960er-Jahren diverse Bund- und Länderprogramme, darunter die vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) geförderten Projekte wie BAIK. Dieses lief ab 1967 und in einer ersten Modellphase bis 1982. Ausgehend von diesen wachsenden Rechnernetzwerken, in denen zunehmend auch kompaktere Computer in den Stationen der Krankenhäuser Einsatz fanden, wuchs die Bedeutung von Computern im medizinischen Alltag. Das Projekt DIPAS (1972) band zudem auch erstmals zwölf Arztpraxen mit Rechnern (Datex-L-Fernschreiber Siemens T200) an Kliniknetzwerke zurück. Das wichtigste Großprojekt dieser Zeit war allerdings DOMINIG, das in drei Teilprojekten – für das öffentliche Gesundheitswesen, die Krankenhäuser und die niedergelassenen Praxen – ab den frühen 1970er-Jahren entwickelt werden sollte.³

Die frühe Geschichte des Computers in der Medizin verbindet sich durch diese technischen Infrastrukturen und Nutzungen vor allem mit dem Schlagwort der „elektronischen Datenverarbeitung“, das zunächst für das Management einzel-

ner Institutionen und zunehmend für ganze Gesundheitssysteme Anwendungshorizonte fand (KÖHLER 2003: 10). Aus diesen ersten Dokumentationsverbänden entwickelten sich lokale Krankenhausinformationssysteme (KIS), im Englischen *Medical Information Systems* (MIS), im Englischen deren Einrichtung wurden auf internationalen Konferenzen bereits 1970 festgehalten (COLLEN 1970: 1–16); erste deutsche Grundlagenwerke, die die medizinische Datenverarbeitung in KIS-Konzepten weiterdachten, erschienen 1972 (eine Übersicht: KÖHLER 2003: 31; von Köhler selbst: KÖHLER 1982). Die Umsetzungen blieben allerdings Ländersache, was bis heute in der fragmentierten (Datenschutz-)Gesetzeslage nachwirkt. Der „EDV-Gesamtplan für die Wissenschaft im Land Berlin 1972–1976“ prognostizierte beispielsweise für West-Berlin einen erhöhten Bedarf an Rechenzentrumskapazitäten für die Kliniken und machte Vorschläge für ein solches zukünftiges Krankenhausinformationssystem (HELD *et al.* 2009: 153–154).

Es folgten weitere Infrastrukturprojekte in den 1980er- und 1990er-Jahren und auch die Verbindung der Informationssysteme über die Krankenhäuser hinaus, wie bereits in den frühen Projekten angedacht, wurde immer wieder diskutiert. Das prominenteste Beispiel hierfür ist das Projekts MEDKOM, für das die Bundespost ursprünglich Ende der 1980er in verschiedenen Städten Glasfaser-Overlaynetzwerke (und zwischen den Städten Glasfaser-Fernnetze) zur Verbindung vieler westdeutscher Kliniken verlegen wollte (DÄ-N 1986: A-105.). Die Verbindung der Medizininformatik mit der praktizierten Medizin offenbarte jedoch in Deutschland sowie international Kommunikationsdifferenzen. Der Medizininformatiker Claus O. KÖHLER erinnert sich der Akteur*innen der frühen Phase der Einrichtung von Krankenhausinformationssystemen, ebenso wie von Computer allgemein, vor allem als

Mediziner, die die Praxis gut kannten. Einerseits mussten sie auf Grund mangelnder Programmierkräfte ihre Vorstellungen solcher Systeme selbst umsetzen, hatten jedoch andererseits die Chance, ihren großen praktischen Bezug zu der Thematik einzubringen. (2003: 32)

In den folgenden Jahrzehnten entwickelten sich sukzessiv Modelle für die Konzeption und Umsetzung, allerdings blieb der Einsatz von Compu-

ternetzwerken ein zentrales Problem der Kommunikation zwischen Medizin und Informatik im Besonderen. Noch 2000 hieß es über Krankenhausinformationssysteme, sie seien teilweise „dominated by medical informatics concerns with technological solutions which may lack a clinical justification for their existence“ (GARCIA DE AN-COS 2000: 102). Die Einrichtung vor Ort stellte dabei nur die eine Hälfte des Problems – die bundesweite Verknüpfung in Deutschland die andere. Im Jahr 2004 wurden im Zuge der Modernisierung der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV-Modernisierungsgesetz) schließlich die Grundlagen für eine Telematikinfrastruktur festgeschrieben. Diese wurde durch das deutsche E-Health-Gesetzes 2015 in Verbindung mit der elektronischen Gesundheitskarte langfristig verpflichtend für Krankenhäuser und Arztpraxen, befindet sich allerdings weiterhin in der aktiven Umsetzung.

Personal Computer und Geräte: Vom Krankenhaus ins eigene Zuhause

Auf den Stationen der Krankenhäuser erfolgte der Einsatz von Computern ab den 1970er- und bis in die 2000er-Jahre individuell – es setzten sich sukzessiv Personal Computer für die Stationszimmer durch und mobile Visitenwagen ermöglichten sogar das Mitführen eines PCs mit Monitor auf den Visiten. Ein konkretes Bild der Verbreitung von Computern in Krankenhäusern ergibt sich aus einer Studie zur EDV-Nutzung an deutschen Kliniken aus dem Jahr 1983 (LORDIECK & REICHERTZ 1983). Hierbei wurden insgesamt 1074 Kliniken untersucht, von denen in 868 Krankenhäusern insgesamt 2463 EDV-Aktivitäten verzeichnet wurden, wohingegen 172 Häuser noch keine EDV einsetzten, aber dies zumindest planten (*ebd.*: 83f., 145).⁴ Das erste Patientendatenmanagementsysteme (PDMS) war bereits in den 1970er-Jahren das Göttinger Informationssystem für Intensivmedizin (GISI).⁵ Es sammelte Informationen zur Befundung und Therapie vor, während und nach Operationen (SCHILLINGS *et al.* 1986: 120–124). Abschluss gibt der Bericht neben der Quantität vor allem auch über die Rolle der Computer in den Krankenhäusern. Der Einsatz der EDV wurde in der längeren Nutzung von einer Reihe von Erfolgsfaktoren abhängig gemacht – darunter wesentlich die Schulung des Personals, die zu einer „Steige-

rung der Motivation und Akzeptanz“ (LORDIECK & REICHERTZ 1983: 142) der Systeme führe.

Dieser Nutzungszusammenhang galt im selben Maße, wenn nicht noch mehr, für die Praxen, deren technische Ausstattung wesentlich von der individuellen Neigung, Kenntnis aber auch den Finanzierungsmöglichkeiten der Ärzt*innen abhing. 1984 wurde beispielsweise auf der Messe Medica mit dem Philipps P 3100 ein komplett konzipiertes „Einstiegsmodell“ (WZ 1985: 440) im niedrigeren Preissegment vorgestellt, das mit Betriebssystem und einem Programmpaket für das Patient*innenmanagement ausgestattet war, 1985 stellte Siemens auf der Medica mit Sisymed ein modular anpassbares PC-System aus, das nicht nur günstigere Anschaffungskosten als die Konkurrenz versprach, sondern auch explizit „auf EDV-Laien zugeschnitten“ (WZ/EG 1985: 3474) sein sollte. Dennoch schätzt der auf Technologie spezialisierte Medizjournalist Hartmuth WEHRS, dass die Anzahl der „EDV-Ärzte“ zum Ende der 1980er-Jahre noch bei „vielleicht ein bis zwei Prozent“ lag (WEHRS 2019: 103). Hierzu passt, dass 1989 im Rahmen der Medica (Teilbereich: Medica informatica) immer noch grundständige EDV-Einführungskurse angeboten wurden – „für alle, die noch keine EDV haben, aber wissen möchten, was EDV in der Praxis leistet“ (DEUTSCHES ÄRZTEBLATT 1989: A-2474). Die Anpassung an die technischen Möglichkeiten wurde vor allem von der Einführung der elektronischen Krankenversicherungskarte Mitte der 1990er-Jahre wesentlich vorangetrieben (WEHRS 2019: 104), wobei Statistiken zum Ende der 1990er-Jahre deutliche Unterschiede in der Computernutzungsdichte zwischen den medizinischen Fachrichtungen zeigten – von 40 Prozent bei Laborärzt*innen bis zu nur 10 Prozent bei Kinderärzt*innen (*ebd.*: 107).

Die Rolle der Computer in der deutschen Medizin veränderte sich auch durch neue Endgeräte von Smartphones und Tablets bis hin zu spezialisierten Gadgets, die in mobiler Form viele Funktionen eines Computers überall verfügbar machten. Eine erhebliche Rolle in der Computergeschichte spielt die Verschlankung hin zu Handheld-Geräten. Erste Laptops und Notebooks wurden bereits in den 1980er-Jahren vertrieben und auch frühe Tabletcomputer kamen bereits Ende der 1980er-Jahre auf den Markt. Ein Beitrag aus dem Jahr 1995 pries den Leser*innen des *Deutschen Ärzteblatts* ein

neues Laptopset mit Datenfernübertragung zum Praxiscomputer (über Telefon und Modem) an und proklamierte, damit wäre „die Praxis mobil gemacht“ (WZ 1995: A-450).

Ab den 2000er-Jahren entwickelten sich mit der Ausbreitung von mobilen Technologien dann die eigentlichen Konzepte der mobile Health (mHealth), die ab 2003 unter diesem Begriff in der Literatur in Erscheinung traten (BASHSHUR, SHANNON, KRUPINSKI & GRIGSBY 2011: 489) und ab den 2010er-Jahren auch breiter diskutiert wurden (MALVEY & SLOVENSKY 2014: 1–19). Zu dieser gehörten in der deutschen Medizin zunehmend Studien, Debatten und Anwendungsversuche zur medizinischen Nutzung von Tablets – beispielsweise zur Frage der Hygiene der Tablets am Krankenbett (PRAMANN, GRAF & ALBRECHT 2012: A706–A3), zur Technologie für Haus- oder Pflegeheimbesuche sowie zur Videoübertragung aus dem Rettungswagen (BERGRATH & CZAPLIK 2016: 255). Ergänzend zu diesen Angeboten aus der Medizin wuchs zudem die Zahl an Geräten, beispielsweise Fitnessuhren oder in Smart Homes, mit denen Nutzer*innen sich selbst überwachen (lassen) können.⁶

Die zunehmende Vernetzung von Ärzt*innen und Patient*innen legt den Grundstein für eine breitere Nutzung der Telemedizin, also der medizinischen Arbeit auf Distanz. Die Telekonsultation zwischen Kolleg*innen, wie sie in Projekten wie dem Hannoveraner Pilotversuch MEDKOM (Medizinische Kommunikation, 1986–1994) bereits erprobt worden war, stellt hierbei eine wichtige Form dar. In Deutschland wurde im klinischen Bereich in den 2010er-Jahren zunehmend eine Überführung verschiedener Projekte in einen Regelbetrieb geplant – beispielhaft genannt seien hier die Molekularen Tumorboards (MTB), die *unter anderem* interklinische Online-Schalten zur Diskussion seltener Tumorerkrankungen beinhalten (SCHICKHARDT, HORAK, FRÖHLING & WINKLER 2020: 431–437).

In den Praxen, also vor allem an der Schnittstelle der Ärzt*innen und Patient*innen, dauerte die Umstellung auch aus juristischen Gründen länger. Hier bestand für die Erstdiagnose über Computer zunächst ein Verbot ausschließlicher Fernbehandlungen. Dieses wurde erst 2018 vom Deutschen Ärztetag aufgehoben (KRÜGER-BRAND 2018: A965–A968), die Fernbehandlung bleibt jedoch in der Medizin umstritten. Ein wesentliches Argument gegen eine Behandlung über den Com-

puter ist dabei seit mehreren Dekaden ein Diktat der fünf Sinne - also einer idealtypischen Erfassung des Zustands der Patient*innen mit allen Sinnen; gemeint vor allem vom Händedruck, über die Betrachtung bis zum Abhören. Dies gilt oftmals als Grundmaxime medizinischer Arbeit: zur Behandlung „gehöre unbedingt der persönliche Kontakt“ (SCHMIDT 1997: A-92).

Computer als Black Box: der deutsche Sonderfall der Krankenakte

Eine eigene Geschichte innerhalb der medizinischen Dokumentation in Deutschland hat die elektronische Patient*innenakte (ePA). Im Jahr 1968 präsentierte Lawrence WEED erstmals sein Konzept eines problemorientierten Krankenblatts – sein Buch mit dem gleichnamigen Titel erschien 1978 auch in Deutschland (WEED 1978). Erst die Einführung von Computern zur Datenverarbeitung versprach jedoch, den Mehraufwand einer umfassenden Dokumentation bewältigbar zu machen, der bis dahin „aufgrund der vielen doppelten Schreibarbeit mit reinen papierbasierten Akten nicht konsequent“ (HAAS 2004: 12) umsetzbar war. Neben den Krankenakten in Krankenhäusern, die als Teil von medizinischen Informationssystemen konzipiert und genutzt wurden, stellte vor allem die individualisierte, an eine elektronische Karte gekoppelte Gesundheitsakte, für deutsche Bundesbürger*innen eine Herausforderung dar.

Sein 1968 im Bethesda-Klinikum im Kontext des BAIK programmierter Arztbrief, argumentiert Wolfgang GIERE, könnte als erste deutsche Form einer ePA verstanden werden.⁷ Er enthielt bereits Informationen zur Patient*innenidentifikation, Anamnese, Laborwerten und Therapievor schlägen, die auf dem Großrechner gespeichert waren. Die Daten wurden über Lochkarten eingelesen und dann in der Akte vollautomatisch erstellt, der ausgedruckte Arztbrief konnte vom Arzt kontrolliert und unterschrieben werden (GIERE 2021). Im folgenden Jahr beriet die Bundesärztekammer – vor allem mit Blick auf Versuche in Schweden – bereits über die Grundlagen für eine bundesweite Datenbank (STE 1969: 3389) und im *Deutschen Ärzteblatt* wurde ein Vortrag Gerhard OBERHOFERS im Seminar „Anwendung des Computers in der Medizin“ anlässlich der 2. Diagnostik-Woche in Düsseldorf abgedruckt, der ein System diskutierte,

um zumindest „im Bereich einer Region [...] alle Krankenhäuser, Kliniken und alle praktizierenden Ärzte [...] durch ‚terminals‘“ (OBERHOFER 1970: 3005) zu verbinden.

GIERES Akten und die zu jener Zeit diskutierten Konzepte konnten sich allerdings ebenso wenig durchsetzen wie ein erster Versuch mit Versichertenkarten aus Kunststoff Ende der 1970er-Jahre.⁸ Vorläufer der elektronischen Krankenakten wurden stattdessen zunächst die analogen Krankenscheine auf Papier – in der DDR inkludiert in den Sozialversicherungsausweis –, mit denen gesetzlich Versicherte ihre Behandlungen abrechnen konnten. Diese sollten im wiedervereinigten Deutschland 1992 durch eine elektronische Krankenversichertenkarte ersetzt werden, die schließlich 1995 eingeführt wurden. Diese Karten dienten jedoch zunächst nur als Verbindung zu den Krankenkassen.

Neue Impulse für eine tatsächliche elektronische Krankenakte ergaben sich erst 2001 im Zuge des Lipobay-Skandals. Die schwerwiegenden Wechselwirkungen des Cholesterin-Medikaments zeigten einmal mehr die Notwendigkeit für Medikamentenübersichten in der Form von individualisierten Patient*innenakten. Aus einem Arzneimittelpass wurden bald bundespolitische Konzepte eines Gesundheitspasses, der auf der Krankenversichertenkarte hinterlegt werden sollte. GIERE formulierte 2002 im *Deutschen Ärzteblatt* deshalb vor dem Hintergrund seiner langjährigen Bemühungen um elektronische Akten wesentliche „Prüfsteine“ für eine digitale Patient*innenakte (2002: A344). Darin forderte er vor allem eine aktive Akte, die Patient*inneninformationen (Krankengeschichte) und etablierte Datenbanken (Register) zusammenführen konnte und den Behandelnden von „einer unsichtbaren Schar hilfreicher DV-Agenten automatisiert und selektiv zum aktuellen Patientenproblem relevante Zusatzinformation“ (*ebd.*) anbieten sollte. Hier zeigte sich einmal mehr die Hoffnung einer gezielten Datenverarbeitung, die eine computergestützte, vernetzte Medizin – also Computer in jedem Krankenhaus und jeder Praxis – zur Grundlage eines modernen Gesundheitswesens machte.

Ein Jahr später, 2003, folgte das Gesetz zur Modernisierung der gesetzlichen Krankenversicherung, das eine eGK vorsah, in der Patient*innenakten allerdings zunächst noch optional waren

(ELMER 2016: 98). Die Gesundheitskarte wurde jedoch bereits in ihrer Konzeption zum Aushandlungsfeld verschiedener Interessen:

Ärzte und Apotheker, die Krankenkassen und Patientenverbände sowie die Gesundheitsindustrie und auch die Datenschützer meldeten sich zu Wort. [...] Aus der einfachen Verschreibungsliste wuchs ein höchst komplexes System, das Deutschland eine ‚telemedizinische Infrastruktur‘ beschaffen sollte. (BOCHERS 2011)

Zu diesem System gehörten wiederholte Anläufe, Karten über die Krankenversicherungen auszustellen, aber auch Lesegeräte für die Karten in Krankenhäusern und Praxen zu installieren.

Nachdem die Einführung zunächst 2006 noch scheiterte, wurden die Krankenversichertenkarten bis Ende 2014 sukzessive durch eGKs ersetzt. Eine Ergänzung der eGK um elektronische Patient*innenakten und Arztbriefe, wie sie bereits 1969 erprobt wurde, wurde im E-Health-Gesetz 2015 skizziert und ist seit 2021 verpflichtend. Sie basiert auf einer Telematikinfrastruktur, der modernen Variante der bereits 1969 geforderten Datenbank, an die nun alle Praxen – teils gegen deren offenen Widerstand – angeschlossen sein müssen.

Der Computer als Datenschleuder: Vorsicht in der Medizin

Auf der CEBIT 2004 noch beworben als das „größte ‚Bürokratieabbauprojekt‘, das es im Gesundheitswesen je gegeben habe“ (Ulla Schmidt zitiert in KRÜGER-BRAND 2004: A889), wandelte sich die Wahrnehmung der eGK und der mit ihr verbundenen Krankenakten bald zu einer „unerträgliche[n] Geschichte“ (SCHWEIM 2007: 1) mit explodierten Kosten. An der Patient*innenakte zeigt sich im Kleinen ein wesentliches Bedenken in der deutschen computergestützten Medizin, das auch ein allgemeines Merkmal der deutschen Digitalisierungsgeschichte ist. Denn die Medizin agiert mit Daten, die „zum Teil höchst sensibel“ (BAUER 2018: 4) sind und weder weitergegeben noch manipuliert werden sollten.

Bereits 1969 finden sich in den Plänen für eine bundesweite Datenbank warnende Hinweise, diese Strukturen seien „überhaupt nur dann gerechtfertigt [...], wenn bei ihrer Inanspruchnahme der Mißbrauch absolut unmöglich sei“ (STE 1969:

3390). Tatsächlich hat Deutschland im Bereich des Datenschutzes in gewisser Weise eine Vorreiterstellung. Das Bundesland Hessen erließ bereits 1970 das Hessische Datenschutzgesetz, das als erstes seiner Art weltweit sogar der Einrichtung des ersten nationalen Datenschutzgesetzes 1977 vorgriff (GENZ 2004: 9). Die 1970er- und 1980er-Jahre markierten allgemein die Wende hin zu einer bundesweiten (und international) kritischen Auseinandersetzung mit dem Schutz von Computern und deren gespeicherten und geteilten Inhalten – exemplifiziert in der Gründung des Chaos Computer Clubs 1981, den KGB-Hacks zwischen 1985 und 1989 und Publikationen wie Clifford STOLLS *The Cuckoo's Egg* (1989). Hiervon war auch die Medizin betroffen, die ab den 1970er-Jahren zunehmende Debatten zum Datenmissbrauch in der Medizin führte (KÖHLER 2003: 32).

Der Datenschutzdiskurs wurde dabei über Dekaden hinweg von konservativen Positionen dominiert, die dem technologischen Wandel mit Skepsis und Vorsicht begegneten. Während manche den eGKs das Potential einer erhöhten Transparenz und Effizienz des Gesundheitswesens zuschrieben, erklärten andere, beispielsweise in einem Kommentar im *Deutschen Ärzteblatt* 2001, die Risiken der Gesundheitskarte seien „weitaus größer als die zu erwartenden positiven Effekte“ (FLINTROP 2001: A2920). Sorge besteht bis in die Gegenwart hinein über den elektronischen Speicherort – auf einer Karte oder auf zentralen Servern – und um den dadurch möglichen Zugriff Unbefugter auf die Daten. Der Deutsche Ärztetag positionierte sich hierbei besonders deutlich gegen die bundespolitischen Projekte und lehnte zwischen 2007 und 2013 die eGK aus Kosten- und Sicherheitsgründen mehrfach ab.

Dem Computer – und in Erweiterung seinen Infrastrukturen und den mit ihm verbundenen Speichermöglichkeiten (hier den Chips auf der Gesundheitskarte) – kommt in dieser soziotechnischen Debatte um Sicherheit die Rolle einer „Black Box“ zu, wie Rainer C. BECKER in seiner Wissensgeschichte des Computers aufgezeigt hat (2012: 87). Einige Akteure, darunter Erwin Böttlinger, sehen deshalb im „deutschen ‚Totschlagargument‘ Datenschutz“ (zitiert in DEUTSCHES ÄRZTEBLATT 2019) eines der wesentlichen Hindernisse für die digitale Medizin. Der Datenschutz bleibt jedenfalls bis heute eine Herausforderung, wie die

aktuellen Debatten um die Patient*innenakte, die Corona-Warn-App und das Digitale-Versorgung-Gesetz (DVG) zeigen.

Personal Computer als Informationsmaschine: Medizinwebseiten und Medizindatenbanken im Internet

Die in den 1960er-Jahren auch in der Medizin-informatik formulierte Vision von einem „Universalcomputer“, der in Zukunft schwierige Differentialdiagnosen stellen, die optimale Therapie empfehlen: kurz Entscheidungsfunktionen übernehmen würde“, bezeichnete Rudolf GROSS 1988 im *Deutschen Ärzteblatt* noch etwas spöttisch als „übertriebene[n] Optimismus“, der ins Gegenteil umgeschlagen sei (1988: A-305). Zum einen hätten die technischen Möglichkeiten der Computer bis in die 1970er-Jahre für die Darstellung und Verknüpfung von Krankheiten und Symptomen nicht ausgereicht, zum anderen seien die Ärzt*innen und Krankenhäuser „weder personell, räumlich, finanziell in der Lage, noch in der Grundeinstellung willens, sich solcher mechanisierter und elektronischer Hilfen zu bedienen“ (ebd.). Erst mit der Erfindung des Mikroprozessors, und der Einführung des darauf basierenden Personal Computer (PC), erweiterte sich das Nutzungsspektrum in der Informationsgesellschaft erheblich. In den 1970er-Jahren kamen erstmals auch für Privatpersonen erschwingliche Geräte auf den Markt, Firmen wie Commodore, IBM und Apple begannen bis in die frühen 1980er-Jahre, den Markt auszubauen und in Deutschland lag der Absatz von PCs beispielsweise 1986 bereits bei 300.000 Geräten (VARCHIM 1988: 91). GROSS sah deshalb 1988 in der neuen Technologie und ihren technischen Möglichkeiten eine Chance für die Krankenhäuser und Praxen der Zukunft – wenn auch weiterhin mit der klaren Ansage:

Die vielen unprogrammierbaren Situationen des einzelnen Kranken, das unerläßliche Individualisieren in Diagnose und Therapie, [...] werden den Arzt in absehbarer Zeit genau so wenig überflüssig machen wie die vieldeutig formulierte ‚Künstliche Intelligenz‘ das menschliche Gehirn (1988: A-306).

Die hier implizierte Sorge vor einem Ersetzen oder Übertreffen menschlicher Kompetenz durch Maschinen wurde schon früh zu einem der Leitmoti-

ve des medizinischen Fachdiskurs über den Computer. Eine Karikatur von Manfred Limmroth aus den frühen 1990er-Jahren bringt dies pointiert auf den Punkt, in der ein Arzt bei einem Kind Röteln diagnostiziert, die Symptome im Computer sucht und – inzwischen selbst erkrankt – feststellt: „Sind aber keine, sagt der Computer!“

Hier zeichnet sich ein Komplex um die Medizin als Wissensfeld ab, in dem der Computer als Rechen- und Informationsmaschine zunehmend im Stande ist, die datenbasierten Anforderungen des Faches – also einer evidenzbasierten, leitlinien-gestützten Medizin (für eine Übersicht: KARBACH 2010: 4–21) – zu bewältigen. Diese Fähigkeiten erweiterten sich bis in die 2010er-Jahre erheblich, der Standpunkt einer qualitativen Überlegenheit menschlicher Diagnostik und Entscheidung wird deshalb zunehmend den quantifizierbaren Wissensanforderungen einer spezialisierten Medizin gegenübergestellt. Langfristig wirkt sich dies auf verschiedene Bereiche der computerbasierten Medizin aus – wie im Folgenden zunächst exemplarisch an der Rolle von Datenbanken gezeigt werden soll.

Das Netz der medizinischen Fakten

Bereits 1969 wurde mit dem Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) in Köln eine erste Institution ins Leben gerufen, um Medizininformationen zu bündeln und bereitzustellen. Erst im Verlauf der späten 1970er-Jahre entstanden jedoch Vernetzungsmöglichkeiten, die einen Zugriff auf Datenbanken – 1977 waren es weltweit nur etwa 300 – möglich machten (WEHRS 2019: 348). Eine wichtige Neuerung in der Computernutzung ergab sich mit der graduellen Anbindung an die Netzknotenpunkte, die sich zum heutigen Internet entwickelten. Bereits Mitte der 1980er-Jahre wurden die Computerzentren der Universitäten Karlsruhe und Dortmund an das 1981 gegründete *Computer Science Network* (CSNet) angeschlossen. Es kam im Verlauf der 1980er zur Gründung verschiedener Datennetze durch einzelne Bundesländer und zur Einrichtung des *Deutschen Forschungsnetzes* (DFN) sowie der internationalen Backbone-Infrastruktur des *National Science Foundation Networks* (NFSNET), deren Navigation über Webbrowser (und das World Wide Web) ab dessen kommerziellem Start 1990/1991 (Prototypen

existierten bereits 1989) wesentlich zur Entwicklung des Internets in seiner gegenwärtigen Form beitrug. Bedeutsam für den Erfolg der Netzwerke war der PC, der nun Gesundheitsinformationen auf Datenträgern oder aus dem Netz aufrufen oder einrichten konnte. Zu Beginn der 1980er-Jahre existierten in Deutschland etwa 200 Datenbanken, „von denen 50 online abfragbar waren“ (WEHRS 2019: 348).⁹ Ende der 1980er-Jahre ermöglichte der Datex-P-Zugang der Deutschen Bundespost Zugriff auf die DIMDI-Datenbanken, darunter insbesondere die weltweit genutzte Datenbank Medline (*Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*, online zugänglich seit 1971). Hinzu kamen CDs mit Repositorien, die oftmals erheblich günstiger waren als die Datenbankzugänge.

In der Folge entwickelte sich ein eigenes Genre der Ratgeberliteratur, darunter das mehrfach neu aufgelegte *Medicine and the Internet* (MCKENZIE 1996) oder der *Physicians' Guide to the Internet* (HANCOCK 1996). Im deutschsprachigen Raum legte Florian KORFF mit *Internet für Mediziner* (1996, korrigierter erster Nachdruck 1997) einen wichtigen Leitfaden vor, der im Internet zugleich Problemstellung und Lösungsansatz für eine Medizin im Informationszeitalter sah:

Die Selektion der relevanten Informationen ist oft mühsam und vor allem in der zur Verfügung stehenden Zeit kaum zu bewältigen. [...] Andererseits verkürzt sich auch die Halbwertszeit medizinischen Wissens immer stärker. Der Druck auf den Einzelnen wächst, immer auf dem neusten Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse zu sein. Dies hat zur Folge, daß neue Methoden der gezielten und effektiven Informationsgewinnung ihren Einzug in die Medizin nehmen werden (KORFF 1997: 1).

Die von KORFF prognostizierte Situation trat schon wenige Jahre später ein. In einem Beitrag zur Ausbildung im Bereich der Gesundheits-Telematik bemerkte Mark A. MUSEN von der *Stanford University School of Medicine* eine gesellschaftlich beförderte Technologieaneignung in der digitalen Wissensvermittlung. Die meisten medizinischen Berufe nähmen Internet und World Wide Web aus ihrer privaten Nutzung heraus als selbstverständlich hin, die nächste Generation, so seine Prognose im Jahr 2000, sei bereits „certain to be computer literate“ (2000: 40).

Ein wichtiger diskursiver Baustein der ubiquitären Informationsangebote im Netz war fast von Beginn an die Qualität medizinischer Informationen. So wurde beispielsweise bereits 1996 im Rahmen eines Telemedizin-Schwerpunkts der Bayerischen Landesärztekammer die wissenschaftliche Aktualität der Internetaus- und weiterbildung von Ärzt*innen diskutiert (SCHMIDT 1997: A-92). Die Nutzung von Computern zur Selbstbewertung sowie zur Verbreitung von Gesundheitsinformationen wurde auch auf der Tagung „Use of the Internet and World-Wide Web for Telematics in Healthcare“ in Genf 1995 als Herausforderung identifiziert. Als Reaktion darauf wurde unter anderem 1996 die *Health on the Net Foundation* (HON) ins Leben gerufen, deren Netcodes ein Qualitätsmanagement für Gesundheitsinformationen ermöglichen sollten.

Die Herausforderung, die sich vor allem in den letzten Jahren schon vor der Covid-19-Pandemie abzeichnet, ist eine Nutzung des Internets als Plattform für Gesundheitsinformationen in Zeiten medizinischer Fake News (SWIRE-THOMPSON & LAZER 2020: 433–451) – insbesondere auch in Deutschland (SCHENK 2021: A1258–A5). Computer haben sich an dieser Schnittstelle von medizinischen Informationen und einem wachsenden Laienpublikum zunehmend von Wissensmaschinen zu Informationsdisseminatoren gewandelt, die Gesundheitskompetenz (*Health Literacy*) unter anderem an Computer- und Informationskompetenzen (*Computer/Information Literacy*) rückbinden. Ärzt*innen käme in diesem Feld oftmals die Rolle der „Lotsen im Informationsnebel“ zu, wie es Franz-Joseph Bartmann, Präsident der Ärztekammer Schleswig-Holstein und Vorsitzender des Ausschusses Telematik der Bundesärztekammer, 2015 formulierte (DEUTSCHES ÄRZTEBLATT 2015).

Kollege Computer: Medizintechnik in der Diagnostik und im OP

Das Nutzungsspektrum des Computers in der Medizin differenzierte sich jenseits der Dokumentation und Informationsdarstellung zudem in verschiedenen Formen aus, die wesentlich mit seiner Rolle als multimedialer Datenmaschine zusammenhängen. Hier spielt in Anlehnung an frühe Konzepte der Kybernetik in vielfältiger Form die Frage des technischen Körpers eine Rolle, dem

„ein Parallelisieren von menschlicher und maschineller Leistung eingeschrieben“ (ALPSANCAR 2012: 12) ist. Der Computer und seine Peripherie, für die in Praxen und Krankenhäusern zunehmend ganze Räume umgebaut werden müssen, stehen in einer „funktionalen Äquivalenz zwischen Körperorganen und Computern“ (*ebd.*). Insbesondere im Bereich der Medizintechnik, also einzelner oder im Verbund geschalteter „Instrumente, Apparate, Vorrichtungen, Hilfsmittel und Hilfsgeräte sowie notwendige Einrichtungsgegenstände, die zur Erkennung (Diagnostik), Behandlung (Therapie), Überwachung (Monitoring) und Verhütung (Prävention) von Erkrankungen beim Menschen eingesetzt werden“ (KRAMME & KRAMME 2007: 4), spielt der Computer als koordinative Befehlsmaschine eine Rolle.

Seine Position als gleichberechtigter Kollege neben behandelnden Ärzt*innen wurde dabei bereits Ende der 1960er-Jahre diskutiert. So hieß es beispielsweise im *Deutschen Ärzteblatt* in einer Rezension eines Radiobeitrags leicht süffisant: „Aber auch bei dieser stark eingeschränkten diagnostischen Tätigkeit von Kollege Computer dürfte noch eine Weile vergehen, bis der Kollege nun wirklich kommt“ (JA 1969: 553). Ähnlich bemerkt ein Beitrag zur Reform des Medizinstudiums bereits die Vorzüge des Computers – übersichtliche Dokumentation, Abnehmen von Routineaufgaben wie Laborauswertungen, exaktere Messwerte –, man müsse jedoch im Blick behalten, „daß der Computer als ‚Vollidiot mit Lichtgeschwindigkeit‘, der nicht einmal bis drei zählen kann, nicht selbstständig, das heißt nicht ohne Programm seine Diagnosen stellen kann. Er ist lediglich eine Diagnostikhilfe“ (ALBERS 1969: 428).

Computer als Diagnostiker

Die Frage nach den diagnostischen Fähigkeiten von Computern entwickelten sich besonders prominent am Bereich der Bilddiagnostik. Ab den 1970er-Jahren wurden zunehmend Bilddokumentations- und -verarbeitungssysteme, sogenannte PACS-Systeme (*Picture Archiving and Communication Systems*), entwickelt, die vor allem in Verbindung mit Radiologie-Informationssystemen (RIS) zum Einsatz kamen. Hierbei wurden Computer mit weiterer Medizintechnik, darunter dem ab den späten 1960er-Jahren entwickelten Compu-

tertomographen, verbunden, um Bilder zu erstellen, zu übermitteln, zu archivieren und zu bearbeiten. Sowohl die Geräte als auch die PACS-Software waren jedoch keine problemlose Anschaffung für Krankenhäuser. Grund dafür waren unter anderem ein unübersichtlicher Markt, die Kosten der Anschaffung und bspw. damit zusammenhängende Probleme mit den Schnittstellen (sog. DICOM-Schnittstellen), für die 1985 ein Standard (bis 1993 noch ACR/NEMA-Standard) festgelegt wurde. Dieser Standard war eine wichtige Antwort auf die wesentliche Herausforderung der Interoperabilität, die bei Computeranwendungen, Medizintechnik und medizinischen Netzwerken bis heute auftritt.

Wie lange die Einführung der Systeme teilweise benötigte, zeigt sich in der Praxis. So hieß es 1997 noch in einem deutschen Lehrbuch, dass „ein Großteil der medizinischen Bilder“ weiterhin „durch die konventionelle Röntgentechnik“ entstünden, also als analoge Röntgenfilme vorlägen (PELIKAN & TOLXDORFF 1997: 64). Diese Situation veränderte sich erst im Verlauf der nächsten zwanzig Jahren. Im Jahr 2012 konstatierte das *Deutsche Ärzteblatt*: „Digitale Bildarchivierungs- und Kommunikationssysteme (Picture Archiving and Communication System, PACS) auf Basis des DICOM-Standards sind inzwischen fester Bestandteil in der Radiologie und Nuklearmedizin“ (KRÜGER-BRAND 2012: A1566) – ihre Einsatzgebiete wurden zu diesem Zeitpunkt zudem auf andere medizinische Fachbereiche erweitert.

Die diagnostischen Möglichkeiten auf der Grundlage von computergenerierten Bildern haben hierbei ebenfalls eine erweiterte, projektgebundene Geschichte. So wurde beispielsweise in den 1990er-Jahren bereits an vielen Standorten Gebrauch von Virtual-Reality-Programmen gemacht, um Studierende in Anatomie auszubilden, Operationsverläufe zu planen und Operationen zu begleiten (GEISLER 1994: A980f.). Im Jahr 1996 war Virtual Reality ein wichtiger Bestandteil der Medienstraße der Medica (MARX 1996: A3034). Unter dem Stichwort „Per Mauseklick ins Rückenmark“ (*ebd.*) wurde der Computer als ein Gerät neu gedacht, das in der Medizin jene Daten verbildlicht, die in der normalen medizinischen Praxis nicht und nur schwierig zugänglich wären. Diese Medizinbilder wurden zudem durch den Einsatz um Graphen und Tabellen ergänzt, die eine weitere Form der Verbildlichung von medizinischen

Daten – oder aber der medizinischen Möglichkeiten des medialen Eingriffs selbst – darstellen (SCHLAPS & SCHLEGEL 1986: 461–468). Diese fanden besonders in den 2010er-Jahren im Rahmen mobiler Gesundheitsgadgets zunehmend auch jenseits der Medizin Verbreitung.

Hier verbindet sich mit dem Computer als Bildmaschine eine gänzlich neue Wahrnehmung medizinischer Arbeit, in der dem „Gott im Rechner“ als „Alleinherrscher über die von ihm geschaffene Welt des Scheins“ eine komplexe neue Rolle zugesprochen wird (GEISLER 1994: A-890). Denn die bildgebenden Medizingeräte stehen heute für die neuen Möglichkeiten der digitalen Bildbearbeitung, „die nicht auf Anw[endungen] in der Röntgendiagnostik beschränkt blieb, sondern die gesamte bildgebende Diagnostik der Med[izin] revolutioniert hat“ (BORCK 2007: 268). Der Computer wird in diesen Zusammenhängen deshalb häufig als Produzent „eigenständige[r] mediale[r] Konfigurationen von Wissen über den menschlichen Körper“ (STOLLFUSS 2017: 149) gelesen, das von ihm generierte Bild zur fundamentalen erkenntnisleitenden Perspektive der modernen Medizin erhoben (OSTHER 2013: 4). Die Diagnostik von Computern wird damit zu einem wesentlichen Element medizinischer Arbeit, die entstehenden Graphen und Bilder – beispielsweise in der Radiologie – haben jedoch bis heute nur Nutzen, wenn sie „zweckgerichtet“ (SANDFORT 2019: 24), also in direktem Bezug zu Diagnosen, erstellt werden.

Roboter und KI: Kommt der „Eiserne Chirurg“?

Ein zweiter wesentlicher Baustein der medizintechnischen Debatte um „Kollege Computer“ ist die Robotik, die sich vor allem in den letzten 30 Jahren entwickelt hat und zu deren Einsatzfeld vor allem die Chirurgie gehört, deren Operationssäle als medizinische Arbeitsräume neu gedacht werden mussten. Prominenter Vorreiter dieser Entwicklung war in Deutschland der OP 2000. Dieser Operationsaal wurde über mehrere Jahrzehnte konzipiert und schließlich auf der Weltausstellung im Jahr 2000 vorgestellt. Er verband u. a. bildgebende Verfahren, Operationsassistenten und Telekommunikationsmöglichkeiten. Eines der ersten deutschen Systeme, das hingegen breiter in den Einsatz kam, war in den 1990er-Jahren der auch weltweit genutzte Robodoc. Während das Robodoc-System

zu Beginn der 2000er-Jahre aufgrund seiner Anforderungen bei OPs (z. B. große Eingriffsbereiche statt kleiner Schnitte) und aufgrund von Komplikation und daraus folgenden juristischen Prozessen in die Diskussion geriet (BE 2006: A3291; KRÜGER-BRAND 2006: A1836), setzten sich andere Robotersysteme langfristig durch und gewannen vor allem im Übergang zu den 2000er-Jahren im OP-Bereich an Popularität. So zeichnete ein Artikel im *Spiegel* Roboter bereits 2000 als Behandlungsargument von Patient*innen und erklärt zudem auch, Ärzt*innen würden die „Genauigkeit, eiserne Ruhe, eine Stahlhand, die nicht zittert, und verlässliche Topform zu jeder Zeit des Tages“ (BERNDT 2000) schätzen.

Der Robotik wurde 2001 auch im *Deutschen Ärzteblatt* attestiert, dass sie „einen Evolutionssprung in der operativen Medizin bedeuten“ (FEDERSPIL, STALLKAMP & PLINKERT 2001: A 2879) könne, sollten die Systeme und ihre Anwendungsroutinen weiterhin ausgebaut werden. Bedeutsam ist für die Betrachtung die Differenzierung in Roboter und Manipulatoren, deren Unterschiede in der Arbeitspraxis häufig nicht klar genug benannt wurden (*ebd.*). Unter Manipulatoren versteht man Maschinen und Systeme, die computerbasiert und mit Sensoren ausgestattet sind, um menschliche Handlungen auszuführen, während Roboter als programmierte, aber selbstbestimmte Einheiten Aufgaben umsetzen können. Um die Jahrtausendwende fanden sich bereits „weltweit über 500 Robotersysteme, zumeist Manipulatoren“ (*ebd.*), die vor allem in der Chirurgie als Assistenzsysteme im Einsatz waren. Diese klare Fokussierung auf Trägersysteme bediente die Annahme, dass vielerorts „die menschliche Wahrnehmung und Flexibilität nicht durch künstliche Sensoren und ein Computerprogramm ersetzt werden kann“, mehr noch: „Der ‚Eiserne Chirurg‘ gilt bisher jedoch technisch als nicht realisierbar – und ist auch nicht wünschenswert“ (*ebd.*).

Heute werden Manipulatoren beispielsweise – anders als noch der Robodoc – im Bereich minimalinvasiver Operationen eingesetzt, aber Robotersysteme verschiedener Ausprägungen werden auch weiterhin als Assistenz in der modernen Medizin diskutiert – beispielsweise als Antwort auf den Pflegenotstand (SAVAGE 2022) und jüngst als mögliche Helfer im Kontext der Covid-19-Pandemie (BAUER *et al.* 2021: 601–604). In dieser Debatte geht es stets auch um die Frage nach der Eigen-

ständigkeit, die im Idealfall aufgrund flexibler Programmierung eine selbstlernende und situativ reagierende Handlungsweise bedeutet. Indirekt sind der ‚Eiserne Chirurg‘ und viele Roboterentwürfe damit Manifestation von Konzepten der künstlichen Intelligenz, deren Rolle in der Medizin als Assistenz und Ersatz des medizinischen Personals seit Jahrzehnten die Debatten begleitet. Der Computer rückt hierbei als beständig lernende Befehlsmaschine in den Hintergrund, die Oberfläche der Programme oder Roboter sind die Schnittstelle zum medizinischen Alltag.

Ohne an dieser Stelle mit Konzepten und Geschichte der Künstlichen Intelligenz zu weit vom Thema abzukommen (dazu z. B. HAUGELAND 1985 oder aktuell ERNST, KALDRACK, SCHRÖTER & SUDMANN 2019), sei festgestellt, dass die Rolle einer als „intelligent“ gelesenen Technologie und ihr Verhältnis zum menschlichen Körper, insbesondere in der Mensch-Maschine-Interaktion in der Medizin viel Diskussionsraum einnimmt. „Riesige Heilstätten mit Krankenhausmaschinen als selbstlernende Matrizensystem“, in denen unter anderem „überdimensionale Intensivstationen, überwacht vom unerbittlichen Auge der elektronischen Krankenschwester“ ihren Platz haben, wurden bereits 1969 in einem Festvortrag des Medizinteoretikers Heinrich Schippergers als dystopischer Entwurf für das Jahr 2000 diskutiert (zitiert in SCHADEWALDT 1970: 3017). Dieser mahnende Blick auf futurologische Entwürfe für das „aus vorgefertigten Kunststoffelementen fabrizierte Wegwerfkrankenhaus der Zukunft“ (ebd.) hat in Material und Technik deutliche Verweise auf den gegenwärtigen, computer-basierten Krankenhausbetrieb. In diesem werden durch digitale Techniken Körper neu gedacht.

Eine „Hybridisierung des menschlichen Körpers“ (Christoph Hubig zitiert in KRÜGER-BRANDT 2014: A2210) begann bereits mit mechanischen Implantaten und findet in digitalen Geräten heute eine vielgestaltige Ausprägung, in der die Technik als Rahmenbedingung des Körpers neu gedacht werden muss. Sie bringt eigene medizinethische Debatten mit sich, die sich mit den Folgen der Selbstvermessung und des *Quantified Self* befassen. Dieses kann einer medizinischen Behandlung – also dem Dialog Ärzt*in/Patient*in – dienen und wird u. a. auch in einer computergestützten Versorgung einer überalterten Gesellschaft diskutiert.

Denn das Argument, das Operationsroboter oder die medizinische KI durch ihre Neutralität und – vermeintlich – ohne körperliche Einschränkungen die vielleicht besseren Mediziner*innen sein könnten, kommt in der Debatte einer computergeleiteten, robotergestützten Medizin kontinuierlich wieder auf und wird auch in Studien überprüft. Der Computer ist hierbei offen oder im Hintergrund Grundlage der „modernsten – und das heißt oft: apersonalen, hochtechnisierten – medizinischen Techniken“ (SCHADEWALDT 1974: 391), die den Beruf der Ärzt*innen wieder einmal einem Wandel unterwerfen. Ihre Rolle als „Spezialisten zwischen Mensch und Wissenschaft“ (ebd.) rührt am Kern vieler Debatten um den Computer in der Medizin.¹⁰

Der Computer in der Medizin: Werkzeug, Helfer, Ersatz

Von den Großrechneranlagen über die PCs bis hin zu internetbasierten Gadgets hat sich das Bild von Computern und ihrem Platz in der technologisierten (Medizin-)Welt in den letzten 70 Jahren erheblich gewandelt. Der Computer ist zum bestimmenden Element der Informationsgesellschaft geworden, denn „[m]it der universalen diskreten Maschine ist das Mediensystem geschlossen. Speicher und Übertragungsmedien gehen beide in einer Prinzipschaltung auf, die alle anderen Informationsmaschinen simulieren kann“ (KITTLER 1989: 196). Für die Medizin changiert die Wahrnehmung dieses „Medium[s], das alle anderen Medien kassiert“ (DOTZLER 1994: 57) jedoch, wie für viele Arbeitsbereiche, zwischen visionärem Einsatz und erheblicher Skepsis. Historisch wird er teilweise als Werkzeug gerahmt, als Assistenzsystem, aber auch kontrovers diskutiert als Ersatz eines ärztlichen Personals für die schnelle, diffizile und ökonomisierte moderne Medizin.

Wie die kursorischen Beispiele zeigen, lag und liegt eine wesentliche Herausforderung der medizinischen Computernutzung auf der Ebene der dauerhaften Implementierung und einer breiten Interoperabilität. In den Krankenhäusern erfolgte häufig eine projektgebundene Einrichtung, die jedoch die Notwendigkeit für Infrastrukturen, die eingerichtet und langfristig bezahlt werden mussten, nur vorübergehend löste. Hinzu kam und kommt bis heute die Notwendigkeit ein-

dizinisches Personal zu beschäftigen, das die Einrichtung begleiten konnte und das in der Lage war, die Geräte zu bedienen – vor allem vor dem Hintergrund einer Vielfalt der Marktanbieter, die im Wettbewerb miteinander eine heterogene EDV-Landschaft rund um die „Universalmaschine“ Computer generierten. Während Einzelprojekte zufriedenstellend liefen, scheiterte eine breitere Implementation deshalb häufig. Die Geschichte der medizinischen Computernutzung lässt sich damit häufig besser über Einzelprojekte – in der Forschung, aber auch der medizinischen Arbeitspraxis –, individuelle Akteur*innen und systemische Verhältnisse erzählen als mit großen Narrativen.

Darüber hinaus zeigen sich in der Zusammenschau auch noch weitere Herausforderungen und Debattenstränge – darunter prominent in Deutschland der Datenschutz, aber auch die Rolle des Computers zwischen Instrument, Wissensmaschine und eigenständiger medizinischer Entität. Ein futurologischer Ausblick im *Deutschen Ärzteblatt* prognostizierte 1969 mit optimistischem Ton für das 21. Jahrhundert eine „Automatisierung und Computerisierung der gesamten Medizin“, aus der eine organische Verbindung von Mensch und hochintelligenter, selbstlernender Maschine und eine Universalssprache „aus automatisierter Kommunikation“ erwachsen würde (GRAUL & FRANKE 1969: 804). Visionen dieser Art durchsetzen die Geschichte des Computers in der deutschen Medizin. Ihnen gegenüber stehen jedoch zu jeder Zeit erhebliche bürokratische, technische, praktische und auch ethische Hürden. In vielerlei Hinsicht verwehrt sich die Medizin bis heute ihrer Digitalisierung – und das hängt vor allem auch am ambivalenten Verhältnis des begreifbaren Körpers und der mitweilen kaum fassbaren Maschine.

Anmerkungen

1 Es gibt keine allgemein gültige Definition der Begriffe, unter *E-Health / Digital Health* werden jedoch zumeist alle Prozesse im Gesundheitswesen verstanden, die mithilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) realisiert werden. *M-Health* meint in diesem Zusammenhang spezifisch die Nutzung mobiler Endgeräte, *digitale Medizin* i. d. R. konkret die medizinische Arbeit und *Telemedizin* legt einen Fokus auf die medizinischen Anwendungen über Distanz. Grundlage für alle Vorgänge sind die Infrastrukturen der *Gesundheitstelematik*. Eine ausführlichere, kritische Taxonomie wesentlicher Begriffe, ihrer Entwicklungsgeschichte und Zusammenhän-

ge bieten BASHSHUR und Kolleg*innen (2011: 484–494) sowie für Deutschland DOCHOW (2017: 56–95).

2 Dieser Sonderstatus wird retrospektiv durchaus kritisch befragt. So heißt es in einer Chronik der deutschen Rechenzentren: „Das übliche Argument, dass die IT der Kliniken grundsätzlich anders sei, trägt bei genauerer Betrachtung definitiv nicht“ (HELD *et al.* 2009: 49).

3 BAIK stand als Akronym für „Befunddokumentation und Arztbriefschreibung im Krankenhaus“, DIPAS für „Dokumentations- und Informationsverbesserung in der Praxis des Arztes durch EDV-Services“, DOMINIG für „DV-Einsatz zur Lösung überbetrieblicher Organisations- und Managementaufgaben durch Integration des Normierten Informationsflusses zwischen verschiedenen Einrichtungen des Gesundheitswesens“.

4 Bei der Computernutzungen entfielen bezeichnenderweise nur 40 EDV-Anwendungen auf den Behandlungsbereich – u. a. Nuklearmedizin –, 51 auf den Dokumentationsbereich – u. a. medizinische Dokumentation und Arztbriefe – und 61 auf den Diagnosebereich – u. a. im Labor. Der erhebliche Teil der Anwendungen betraf das Management von Patient*innen – insbesondere deren Aufnahme, Entlassung und die Abrechnung – sowie von Krankenhauspersonal und Material (LORDIECK & REICHERTZ 1983: 83f.).

5 Für viele Systeme gibt es solche frühen Beispiele aus den 1970er-Jahren, die sich jedoch lange nicht durchsetzen. PDMS-Systeme konnten sich beispielsweise bis in die 2010er-Jahre an vielen Standorten aus Kostengründen und aufgrund des ‚unübersichtlichen Marktangebots‘ kaum etablieren (RÖHRIG & WREDE 2011: 411).

6 Die Bandbreite der Angebote hat heute einen kaum mehr zu überblickenden Umfang. In der Medizin versucht man dies zumindest in Ansätzen zu kontrollieren, indem die Quantität und Qualität einiger Angebote begleitend reflektiert wird (PRAMANN, GÄRTNER & ALBRECHT 2012: A1201–A1202).

7 Diese ersten Versuche existierten damit beispielsweise parallel zu ähnlichen Entwicklungen in den USA, die auch prägend für deutsche Überlegungen waren. Konzepte für computergestützte Patientenverwaltungen gehen in den USA sogar bis in die 1950er-Jahre zurück – u. a. mit Verweisen auf ein ‚elektronisches Gehirn‘ zur Datenverwaltung. Erste Programme, um computergestützt Patientendaten aufzunehmen und zu speichern, stellten 1968 u. a. die Computer STored Ambulatory Record (COSTAR) und die Problem Oriented Medical Record (POMR) dar, wovon COSTAR bis heute Anwendung findet (MCDONALD, TANG & HRIPCSAK 2014: 394).

8 Der Vortrag OBERHOFFERS liefert mit technischen (Software, schnelle Zentralcomputer), ökonomischen (Investitionskosten) und juristischen (Schweigepflicht) Aspekten hierbei eine gute, zeitgenössische Einschätzung möglicher Probleme der Zeit (1970: 3005).

9 Hier nicht eingehender diskutiert ist die Rolle der CD-Rom, die ebenfalls zur Verfügung stand und mit Praxis- und Klinikcomputern genutzt werden konnten. Hier tut sich eine große Forschungslücke auf. Auf der CeBIT 1987 existierte beispielsweise ein Schwerpunkt auf Kommunikations- und Informationstechnik, bei dem unter anderem CDs als Speichermedien fürs Krankenhaus diskutiert wurden, auf der Medica 1989 (im Rahmen der

CeBIT) ging es unter anderem um die Frage „Datenbank-Informationen Online oder auf CD-Rom?“ (DEUTSCHES ÄRZTEBLATT 1989: A-2474).

10 Darunter neben der zur Mensch-Maschine-Verbindung übrigen prominent auch die zur Gentechnologie, hier taucht beispielsweise das Kriterium der „Menschlichkeit“ (SCHLOOT 1983: 65–69) auf.

Literatur

- ALBERS, DIETRICH 1970. Die Zukunft beginnt in diesem Augenblick. *Deutsches Ärzteblatt* 6: 426–429.
- ALPANCAR, SUZANA 2012. *Das Ding namens Computer. Eine kritische Neulektüre von Vilém Flusser und Mark Weiser*. Bielefeld: transcript.
- BASHSHUR, RASHID; SHANNON, GARY; KRUPINSKI, ELIZABETH & GRIGSBY, JIM 2011. The Taxonomy of Telemedicine. *Telemedicine and e-Health* July/August: 484–494.
- BAUER, CHRISTOPH 2018. Der vernetzte Alltag und Daten. In BAUER, CHRISTOPH; EICKMEIER, FRANK & ECKARD, MICHAEL (eds) *E-Health: Datenschutz und Datensicherheit*. Wiesbaden: Springer VS: 3–21.
- BAUER, JOCHEN et al. 2021. Pandemic Robot. *Current Directions in Biomedical Engineering* 7 (2): 601–604.
- BE 2006. Robodoc-Methode verlangt besondere Aufklärung. *Deutsches Ärzteblatt* 103 (48): A3291.
- BECKER, RAINER C. 2012. *Black Box Computer. Zur Wissenschaftsgeschichte einer universellen kybernetischen Maschine*. Bielefeld: transcript.
- BERGRATH, S. & M. CZAPLIK 2016. Relevanz der Telemedizin. In LITMATHE, JENS (ed) *Neurologische Notfälle*. Heidelberg: Springer: 253–263.
- BERNDT, CHRISTINA 2000. Roboter im OP. <https://www.spiegel.de/politik/roboter-im-op-a-0c68ce8e-0002-0001-0000-000016215325> [07.09.2021].
- BOCHERS, DETLEF 2011. Elektronische Gesundheitskarte: Es begann vor zehn Jahren. <https://www.heise.de/news/ticker/meldung/Elektronische-Gesundheitskarte-Es-begann-vor-zehn-Jahren-1318512.html> [07.09.2021].
- BOLZ, NORBERT; KITTLER, FRIEDRICH & THOLEN, GEORG CHRISTOPH 1994 (eds). *Computer als Medium*. München: Wilhelm Fink.
- BORCK, CORNELIUS 2007. Computertomographie. In GERABEK, WERNER E. et al. (eds) *Enzyklopädie Medizingeschichte. Band 1: A – G*. Berlin: De Gruyter: 268–269.
- COLLEN, MORRIS F. 1970. General Requirements for a Medical Information System (MIS). *Computers and Biomedical Research* 3 (5): 393–406.
- COLLEN, MORRIS F. & SHORTLIFFE, EDWARD H. 2015. The Creation of a New Discipline. In COLLEN, MORRIS F. & BALL, MARION J. (eds) *The History of Medical Informatics in the United States*. London: Springer: 75–123.
- COY, WOLFGANG 1995. Automat – Werkzeug – Medium. *Informatik Spektrum* 18 (1): 31–38.
- DÄ-N 1986. MEDKOM – Das Bildschirmkonsilium. *Deutsches Ärzteblatt* 84 (3): A-104–A105.
- DEUTSCHES ÄRZTEBLATT 1989. Medica '89 Kurzprogramm. *Deutsches Ärzteblatt* 86 (36): A-2474.
- 2015. „Ärztliche Präsenz und direkte Interaktion sind aber auch in Zukunft unverzichtbar“. <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/61641/Aerztliche-Praesenz-und-direkte-Interaktion-sind-aber-auch-in-Zukunft-unverzichtbar> [07.09.2021].
- 2019. Digitalgesetz: Datenschützer warnen vor Datenweitergabe für die Forschung. <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/107143/Digitalgesetz-Datenschutz-er-warnen-vor-Datenweitergabe-fuer-die-Forschung> [07.09.2021].
- DOCHOW, CARSTEN 2017. *Grundlagen und normativer Rahmen der Telematik im Gesundheitswesen*. Baden-Baden: Nomos.
- DOTZLER, BERNHARD J. 1994. Nachrichten aus der früheren Welt – und Zukunft. Zur Programmierung der Literatur mit und nach Babbage. In BOLZ, NORBERT; KITTLER, FRIEDRICH & THOLEN, GEORG CHRISTOPH (eds) *Computer als Medium*. München: Wilhelm Fink: 39–69.
- ELMER, ARNO 2016. Elektronische Gesundheitskarte und Telematikinfrastruktur – Plattform für ein sicher vernetztes Gesundheitswesen. In ANDELFINGER, VOLKER P. & HÄNISCH, TILL. (eds) *eHealth. Wie Smartphones, Apps und Wearables die Gesundheitsversorgung verändern werden*. Wiesbaden: Springer VS: 97–105.
- ERNST, CHRISTOPH; KALDRACK, IRINA; SCHRÖTER, JENS & SUDMANN, ANDREAS 2019 (eds). Schwerpunktthema: Künstliche Intelligenzen. *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 2.
- FASSBINDER, ELMAR 1974. Der Computer – das unbekannte Wesen. *Deutsches Ärzteblatt* 71 (40): 2871–2876.
- FEDERSPIL, PHILIPP A.; STALLKAMP, JAN & PLINKERT, PETER K. 2001. Robotik – Ein Evolutionssprung in der operativen Medizin? *Deutsches Ärzteblatt* 98 (44): A 2879–A2884.
- FLINTROP, JENS 2001. Die Gefahr des Missbrauchs ist groß. *Deutsches Ärzteblatt* 98 (45): A2920.
- GARCIA DE ANCOS, JOSÉ 2000. Societal and Professional Issues of Telematics in Healthcare. In RIGBY, MICHAEL; ROBERTS, RUTH & THICK, MICHAEL (eds) *Taking Health Telematics into the 21st Century*. Abingdon: Radcliff Medical: 101–109.
- GEISLER, LINUS S. 1994. Medizin des Scheins? Virtuelle Realität und Medizin. *Deutsches Ärzteblatt* 91 (13): A890–A893.
- GENZ, ALEXANDER 2004. *Datenschutz in Europa und den USA. Eine rechtsvergleichende Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung der Safe-Harbor-Lösung*. Gießen: Deutscher Universitätsverlag.
- GEOGHEGAN, BERNARD DIONYSIUS 2008. The Historiographic Conceptualization of Information: A Critical Survey. *IEEE – Annals of the History of Computing*: 66–81.
- GIERE, WOLFGANG 2002. Prüfsteine für die digitale Patientenakte. *Deutsches Ärzteblatt* 99 (6): A344–A347.
- 2021. 50 Jahre elektronische Patientenakte. <https://www.baik.de/50-jahre-epa> [08.07.2022].
- GRAUL, E. H. & FRANKE, H. W. 1969. Futurologie und Medizin. *Deutsches Ärzteblatt* 12: 800–804.
- GRÉMY, F. & JOLY, H. 1967. Le Problème de l'aide Diagnostique par les Calculateurs Électroniques. *Rev Fr Etud Clin Biol* 12 (4): 322–329.
- GRÉMY, F.; SALMON, D. & JOLY, H. 1969. Some Aspects of Decision Theory in Medicine. Application of Bayes Theorem. *Rev Fr Etud Clin Biol* 14 (1): 88–95.

- GRIESSER, G. 1970. Ärztliche Tätigkeit und elektronische Datenverarbeitung. In EHLERS C. TH.; HOLLBERG, N. & PROPPE A. (eds) *Computer: Werkzeug der Medizin*. Berlin: Springer: 1–14.
- GROSS, RUDOLF 1988. Perspektiven einer computerisierten Medizin. *Deutsches Ärzteblatt* 85 (6): A305–A306.
- HAAS, PETER 2004. *Medizinische Informationssysteme und elektronische Krankenakten*. Berlin: Springer.
- HAIGH, THOMAS 2018. Finding a Story for the History of Computing. *Working paper series / SFB 1187 Medien der Kooperation* 3. Siegen: Universität Siegen / SFB 1187.
- HANCOCK, LEE 1996. *Physicians' Guide to the Internet*. Philadelphia: Lippincott-Raven.
- HAUGELAND, JOHN 1985. *Artificial Intelligence. The very Idea*. Cambridge: MIT Press.
- HEILMANN, TILL 2012. *Textverarbeitung. Eine Mediengeschichte des Computers als Schreibmaschine*. Bielefeld: transcript.
- HELD, WILHELM *et al.* 2009. Geschichte der Zusammenarbeit der Rechenzentren in Forschung und Lehre. Vom Betrieb der ersten Rechner bis zur heutigen Kommunikation und Informationsverarbeitung. https://www.zki.de/fileadmin/user_upload/Downloads/ZKI_Chronik_2009_01.pdf [10.08.2021].
- HILLGÄRTNER, HARALD 2008. *Das Medium als Werkzeug. Plädoyer für die Rehabilitierung eines abgewerteten Begriffes in der Medientheorie des Computers*. Frankfurt am Main: Universitätsbibliothek.
- JA 1969. Computer ohne Wunder. *Deutsches Ärzteblatt* 66 (9): 553.
- KARBACH, UTE 2010. *Medizinische Leitlinien. Ärztliche Deutungsmuster und Leitlinienkonformität – Eine Annäherung*. Berlin: LIT.
- KITTLER, FRIEDRICH 1989. Die künstliche Intelligenz des Weltkriegs: Alan Turing. In KITTLER, FRIEDRICH & THOLEN, GEORG CHRISTOPH (eds) *Arsenale der Seele. Literatur- und Medienanalyse seit 1870*. München: Wilhelm Fink: 187–202.
- KORFF, FLORIAN 1997. *Internet für Mediziner*. Heidelberg: Springer.
- KÖHLER, CLAUS O. 1982. *Ziele, Aufgaben, Realisation eines Krankenhausinformationssystems*. Berlin: Springer.
- 2003. Historie der Medizinischen Informatik in Deutschland von den Anfängen bis 1980. 16.09.2003: Keynote Medizinische Informatik GMD 2003 (Münster). Veröffentlicht online: 2003. http://www.informierung.de/cokoehler/HistorieMI_Koehler_text.pdf [13.08.2021].
- KRÄMER, SYBILLE 1998 (ed). *Medien – Computer – Realität. Wirklichkeitsvorstellungen und neue Medien*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- KRAMME, RÜDIGER & KRAMME, HEIKE 2007. Die Rolle der Technik in der Medizin und ihre gesundheitspolitische Bedeutung. In KRAMME, RÜDIGER (ed) *Medizintechnik: Verfahren – Systeme – Informationsverarbeitung*. Heidelberg: Springer: 3–7.
- KRÜGER-BRAND, HEIKE E. 2004. Elektronische Gesundheitskarte: Ambitionierter Zeitplan. *Deutsches Ärzteblatt* 101 (14): A889.
- 2006. Medizintechnik: Nicht alle Visionen werden verwirklicht. *Deutsches Ärzteblatt* 103 (26): A1836.
- 2012. Integriertes Bildmanagement. *Deutsches Ärzteblatt* 109 (31–32): A1566.
- 2014. Technisierung der Medizin: „Die Technik ist uns auf den Leib gerückt“. *Deutsches Ärzteblatt* 111 (50): A2208–A2212.
- 2018. Fernbehandlung: Weg frei für die Telemedizin. *Deutsches Ärzteblatt* 115 (20–21): A965–A968.
- LORDIECK, WOLFGANG & REICHERTZ, PETER L. 1983. *Die EDV in den Krankenhäusern der Bundesrepublik Deutschland. Das Ergebnis einer Umfrage*. Berlin: Springer.
- MALVEY, DONNA & SLOVENSKY, DONNA J. (2014): *mHealth – Transforming Healthcare*. New York: Springer.
- MARX, CATRIN 1996. Medica 1996 – Medizin im Wandlungsprozess: Per Mausclick ins Rückenmark. *Deutsches Ärzteblatt* 93 (46): A3034.
- MCDONALD, CLEMENT J.; TANG PAUL C. & HRIPCSAK, GEORGE 2014. Electronic Health Record Systems. In SHORTLIFFE, EDWARD H. & CIMINO, JAMES J. (eds) *Biomedical Informatics. Computer Applications in Health Care and Biomedicine*. London: Springer: 391–423.
- MCKENZIE, BRUCE C. 1996. *Medicine and the Internet. Introducing Online Resources and Terminology*. Oxford: Oxford University Press.
- MUSEN, MARK A. 2000. Design and Use of Clinical Ontologies: Curricular Goals for the Education of Health-Telematics Professionals. In IAKOVIDIS, I.; MAGLAVERA, S. & TRAKATELIS, A. (eds) *User Acceptance of Health Telematics Applications. Education and Training in Health Telematics*. Amsterdam: IOS Press: 40–48.
- NORA, SIMON & MINC, ALAIN 1979. *Die Informatisierung der Gesellschaft*. Frankfurt am Main: Campus.
- OBERHOFFER, GERHARD 1970. Gedanken zu einer gemeinsamen medizinischen Datenbank von Klinik und Praxis. *Deutsches Ärzteblatt* 41: 3005–3008.
- OSTHERR, KIRSTEN 2013. *Medical Visions: Producing the Patient through Film, Television, and Imaging Technologies*. Oxford: Oxford University Press.
- PELIKAN, ERICH & TOLXDORFF, THOMAS 1997. Medizinische Bildverarbeitung. In SEELOS, HANS-JÜRGEN (ed) *Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie*. Berlin: de Gruyter: 63–81.
- PRAMANN, OLIVER; GRAF, KAROLIN & ALBRECHT, URS-VITO 2012. Tablet-PC im Krankenhaus: Hygienische Aspekte beachten. *Deutsches Ärzteblatt* 109 (14): A706–A3.
- PRAMANN, OLIVER; GÄRTNER, ARMIN & ALBRECHT, URS-VITO 2012. Mobile Helfer am Krankenbett. *Deutsches Ärzteblatt* 109 (22–23): A1201–A1202.
- RADLOFF, JÜRGEN & JUTTA WEISEL 2022 (2003/2013). Chronik des Hochschulrechenzentrums 1963–2013: Die Großrechner-Ära. <https://www.uni-marburg.de/de/hrz/ueberuns/profil/geschichte/1963-1983-die-grossrechner-aera> [08.07.2022].
- REICHERTZ, PETER L. 1970. Requirements for Configuration and Management of Integral Medical Computer Center. *Methods Inf Med.* 9 (1): 1–8.
- RÖHRIG, R. & WREDE, C. 2011. Patientendatenmanagementsysteme. *Intensivmedizin und Notfallmedizin* 5: 411–416.
- SANDFORT, SARAH 2019. *Bilder ohne Bildlichkeit? Zur Produktion und Rezeption radiologischer Bilder*. Bielefeld: transcript.

- SAVAGE, NEIL 2022. Robots Rise to Meet the Challenge of Caring for Old People. <https://www.nature.com/articles/d41586-022-00072-z> [08.07.2022].
- SCHADEWALDT, HANS 1970. Freiheit im Krankenhaus – Freiheit fürs Krankenhaus. *Deutsches Ärzteblatt* 41: 3017–3022.
- 1974. Spezialisten zwischen Menschen und Wissenschaft – eine Krise des Arzt-Berufs? *Deutsches Ärzteblatt* 6: 391–398.
- SCHENK, MAREN 2021. Internistenkongress: Wie Fake News in der Medizin groß werden. *Deutsches Ärzteblatt* 118 (25): A1258–A5.
- SCHICKHARDT, CHRISTOPH; HORAK, PETER; FRÖHLING, STEFAN & WINKLER, EVA C. 2020. Das Molekulare Tumorboard. Ethische Herausforderungen und Empfehlungen für die Praxis. *Der Onkologe* 26: 431–437.
- SCHILLINGS, H.; TIMMERMANN, U.; SCHAEFER, J. & EHLERS, C. TH. 1986. Rechnergestützte Patientendokumentation im Göttinger Informationssystem für Intensivmedizin (GISI). In EHLERS, C. TH. & BELAND, H. (eds) *Perspektiven der Informationsverarbeitung in der Medizin. Kritische Synopse der Nutzung der Informatik in der Medizin*. Berlin: Springer: 120–124.
- SCHLAPS, DIETER & SCHLEGEL, WOLFGANG 1986. Bildgebende Verfahren für die medizinische Diagnostik. *Deutsches Ärzteblatt* 83 (8): 461–468.
- SCHLOOT, WERNER 1983. Menschlichkeit: Grenzen der Forschung in Biologie und Medizin (1). *Deutsches Ärzteblatt* 80 (6): 65–69.
- SCHMIDT, KLAUS 1997. Telemedizin: Die neuen Medien werden vielseitig genutzt. *Deutsches Ärzteblatt* 94 (3): A-92.
- SCHWEIM, HARALD G. 2007. Die unerträgliche Geschichte der Gesundheitskarte in Deutschland. *GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie* 3 (1): 1–5.
- STE 1969. Medizinische Datenbanken. *Deutsches Ärzteblatt* 66 (48): 3389–3390.
- STOLL, CLIFFORD 1989. *The Cuckoo's Egg: Tracking a Spy through the Maze of Computer Espionage*. New York: Doubleday.
- STOLLFUSS, SVEN 2017. Animierte Anatomie – Zum Wissen algorithmischer Bewegungsbildlichkeit in der modernen Medizin. In BRUCKNER, FRANZISKA; FEYERSINGER, ERWIN; KUHN, MARKUS & REINERTH, MAIKE SARAH (eds) *In Bewegung setzen ... – Beiträge zur deutschsprachigen Animationsforschung*. Wiesbaden: Springer VS: 149–168.
- SWIRE-THOMPSON, BRIONY & LAZER, DAVID 2020. Public Health and Online Misinformation: Challenges and Recommendations. *Annual Review of Health* 41: 433–451.
- VARCHIM, J.-UWE 1988. Meß- und Steuerungssysteme mit IEC-Bus-Geräten und PC. In SCHUMNY, HARALD (ed) *Personal Computer in Labor, Versuchs- und Prüffeld*. Berlin: Springer: 91–113.
- WEED, LAWRENCE 1978. *Das problemorientierte Krankenblatt*. Stuttgart: Schattauer. [org. 1968. Medical Records that Guide and Teach. *N Engl J Med* 278: 593–599].
- WEHRS, HARMUT 2019. *Die Geschichte der Health-IT. Die Entwicklung von Klinik-IT und Praxiscomputer*. Mörfelden-Walldorf: Antares.
- WZ 1985. Philips Praxis-Computer: Preiswerter Einstieg möglich. *Deutsches Ärzteblatt* 82 (7): 440.
- WZ/EG 1985. Computer – passend für alle Praxisgrößen. *Deutsches Ärzteblatt* 82 (46): 3474.
- WZ 1995. Mobiler Notebook Koffer. *Deutsches Ärzteblatt* 92 (7): A-450–A-451.



LAURA NIEBLING, Dr. phil., ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Medienwissenschaft der Universität Regensburg. Sie arbeitet dort an einem Habilitationsprojekt zur Technikgeschichte und Medientheorie der digitalen Medizin (netzwerke) in der BRD seit den 1970ern. Arbeits- und Lehrschwerpunkte sind vor allem Geschichte und aktuelle Formen von digitalen Medienkulturen, Musik- und Medientechnologie sowie Methoden der Medienwissenschaft. Publikationen u. a.: *Rockumentary – Theorie, Geschichte, Industrie* (Marburg 2018), *Audiowelten* (Würzburg 2021, mit Burkhard/van Keeken/Jost/Pfleiderer), *Handbuch Digitale Medien und Methoden* (im Erscheinen, mit Stollfuß/Raczkoski).

Universität Regensburg
Lehrstuhl für Medienwissenschaft
Institut für Information und Medien, Sprache und Kultur
Universitätsstraße 31, 93053 Regensburg
e-mail: laura.niebling@ur.de



DAVID FREIS, PhD in History and Civilization (European University Institute), ist Akademischer Rat an der Professur für Ethik der Medizin an der Universität Augsburg und vertritt dort die Geschichte und Theorie der Medizin. Zu seinen Arbeitsschwerpunkten gehören die Geschichte medizinischer Zukunftsvorstellungen im 20. Jahrhundert, die Geschichte medizinischer Technologien und Medien, sowie die Geschichte der Psychiatrie und Psychotherapie. Publikationen u. a.: *Psycho-Politics between the World Wars: Psychiatry and Society in Germany, Austria, and Switzerland* (Palgrave Macmillan, 2019) sowie Artikel in *History of the Human Sciences*, *Medical History*, *Transcultural Psychiatry* und *European Journal for the History of Medicine and Health*.

Universität Augsburg
Medizinische Fakultät
Professur für Ethik der Medizin
Stenglinstraße 2, 86156 Augsburg
e-mail: david.freis@uni-a.de



TOBIAS KUSSEL, Dr. rer. nat., arbeitet als Kryptograf und Informatiker am Deutschen Krebsforschungszentrum Heidelberg und promovierte an der Technischen Universität Darmstadt interdisziplinär zu Forschungsfragen an dem Kreuzungspunkt von Statistischer Physik, Kryptografie und Medizininformatik. Seine Forschungsschwerpunkte sind Privatsphäre-schützende Analysen, Secure Multi-Party Computation, Graphsysteme und die Dynamik Komplexer Systeme.

Deutsches Krebsforschungszentrum
Verbundinformationssysteme (E260)
Im Neuenheimer Feld 580, 69120 Heidelberg
e-mail: tobias.kussel@dkfz-heidelberg.de