

F..I..f..F..Kommunikation

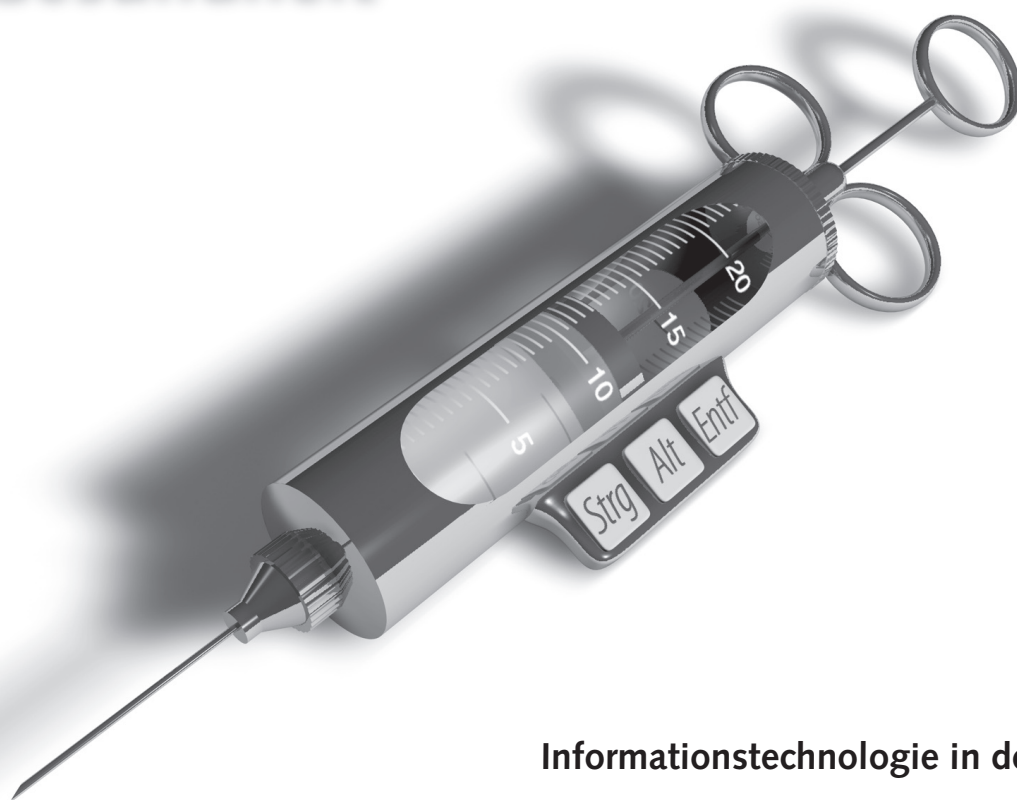
Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e.V.

24. Jahrgang 2006

Einzelpreis: 5 EUR

1/2006 - März 2006

Gesundheit



Informationstechnologie in der Medizin

Bilder aus dem Körperinneren

Datenschutz in Arztpraxen und Kliniken

Burn-Out in IT-Jobs

ISSN 0938-3476

• Elektronische Arbeitsmärkte • Jahrestagung 2006 • Brief an das FIfF •

Inhalt

Ausgabe 1/2006

Schwerpunkt Gesundheit

- 12 Zur Geschichte der Computer in der Medizin
- Rudolf Seising
- 16 Operationsplanung über das Internet
- Holger Bourquain, G. Prause und H.-O. Peitgen
- 19 Suggestivkraft digitaler medizinischer Bilder
- Britta Schinzel
- 24 Vom Anblick zum Einblick
- Dietrich Meyer-Ebrecht
- 26 Visionen vom verbesserten Menschen
- Ralf E. Streibl
- 31 Neue Informationstechnologie und Gesundheit
- Jiri Silny
- 33 Technikrisiken in der juristischen Betrachtung
- Martin Riemer
- 35 Wenn der Akku leer ist
- Anja Gerlmaier und Erich Latniak
- 38 Wearable Computing im Gesundheitswesen
- Michael Lawo et al.
- 42 Neue Technologien für die Krebsfrühdagnostik
- Dietrich Meyer-Ebrecht und Alfred Böcking
- 46 Aktion "Datenschutz in meiner Arztpraxis"
- Thilo Weichert
- 49 Archivierte Blutproben - Ein Paradies für Genforscher?
- Klaus-Peter Görlitzer
- 52 Von der Gesundheit zu e-Health
- Bernard Robben
- 54 Die Fuzziness medizinischen Denkens
- Rudolf Seising
- 57 FlfF-Broschüre "Die elektronische Gesundheitskarte"
- Dagmar Boedicker

- 03 Editorial
- Dietrich Meyer-Ebrecht und Ralf E. Streibl

Aktuell

- 09 Bericht aus einem Forschungsprojekt über elektronische Arbeitsmärkte
- Andreas Brand und Alfons Schmid

FlfF e.V.

- 04 Brief an das FlfF
- Hans-Jörg Kreowski
- 05 Nachlese der FlfF-Jahrestagung 2005
- Stefan Hügel
- 08 Vorankündigung FlfF-Jahrestagung 2006
- 09 Tagungsankündigung „Informatik in der DDR Teil 2“

Rubriken

- 07 Lesen - Neues für den Bücherwurm
- 63 Impressum
- 64 Schluss-FlfF

Editorial

Informatik/Informationstechnik und Gesundheit — ein Begriffspaar mit so vielfältigen Korrespondenzen und Assoziationen, dass es einer umfassenden Behandlung dickbändiger Werke bedürfte, gerade auch wenn die gesellschaftsrelevanten Aspekte gewürdigt werden sollen. Und diese sind *per se* evident, denn Gesundheit, ihre Bewahrung, Verbesserung und Wiederherstellung gehören zu den obersten Anliegen der Gesellschaft. Wissenschaft und Technik werden vielfältig in ihren Dienst genommen, so natürlich auch Informatik und Informationstechnik, deutlich sichtbar nicht nur in neuen diagnostischen und therapeutischen Verfahren, sondern auch in veränderten Strukturen des Gesundheitswesens. Welchen — nicht zuletzt wirtschaftlichen — Stellenwert auch die Politik der Liaison Gesundheitswesen und Informationstechnologie beimisst, unterstreichen umfangreiche und langfristige Förderprogramme wie „Forschung und Technologie im Dienste der Gesundheit“ des BMBF mit seinem IT-Fokus oder „IST Health“, das medizinisch orientierte Segment des EU-Programmes „Informationsgesellschaft und -technologie“. Weniger deutlich sind die Bezüge zwischen Informationstechnik und Gesundheit, wenn es um Einflüsse der Technik auf die Gesundheit geht. Doch auch diese sind vielfältig. Ihre öffentliche Wahrnehmung rangiert oft zwischen „hinderlich“ und „bedrohlich“, nicht verwunderlich also, dass die Berichterstattung teils zurückhaltend („wir wollen keine schlafenden Hunde wecken“), teils emotional gefärbt ist.

Gesundheit/Krankheit, Informatik/Informationstechnik und die Betrachtung gesellschaftlicher Einbettungen und Folgewirkungen sind daher ein wichtiges Thema für unser Forum. Auf den knapp 50 Seiten des Themenschwerpunktes können wir bestenfalls punktuelle Bezüge aufgreifen. Dennoch, auch diese können dazu dienen, die Relevanz deutlich zu machen, die Diskussion anzustoßen und durch Sachinformation zu untermauern. Mit Absicht haben wir daher, Heterogenität in Kauf nehmend, die Palette der Themen ausladend gewählt, von historischen Betrachtungen über den Methoden- und Technologieeinsatz im Gesundheitswesen, Gefährdungspotentiale der IT im täglichen Gebrauch bis zu Entwicklungen und Folgewirkungen im Arbeitsleben.



Rudolf Seising stellt die historische Entwicklung des IT-Einsatzes im Gesundheitswesen dar, die praktisch auf die Anfänge der Computertechnik selbst zurückgeht. Auf historische Wurzeln geht auch ein ergänzender Kurzbeitrag von Dietrich Meyer-Ebrecht ein, der darüber informiert, wie uns Informatik im Verband mit Physik und Technik die Augen für das Innere des Körpers geöffnet und mit einem neuen Typus rekonstruierter digitaler 3D-Bilder der medizinischen Diagnostik entscheidende Impulse gegeben haben. Das Autorenteam Holger Bourquain, Heinz-Otto Peitgen und Guido Prause liefert einen eindrucksvollen Bericht über die Nutzung der 3D-Bildgebung im Verband mit computergrafischer Visualisierung für die Planung komplizierter Operationen. Britta Schinzel zeigt in ihrem Beitrag über die wissenschaftliche Nutzung dieser Modalitäten, dass jedoch der „neue Einblick“ nicht gleichzusetzen ist mit „Einsicht“ und dass die visuellen Darstellungen kritisch zu hinterfragen sind, gerade wenn es gilt, daraus Rückschlüsse auf systemische oder funktionale Phänomene zu ziehen. Digitale Bilder spielen auch in einem Bericht über neue Strategien in der Krebsfrüherkennung von Alfred Böcking und Dietrich Meyer-Ebrecht eine zentrale Rolle; Hoffnungen richten sich auf die computergestützte Mikroskopbildanalyse als Lösungsansatz für einen zuverlässigen und bezahlbaren Breitereinsatz.

Nicht erst seit der Entschlüsselung des menschlichen Genoms geistern Visionen und Horrorgestalten von der (technischen) Verbesserung des Menschen durch die Welt. Ralf E. Streibl knüpft in seinem Beitrag an Zukunftsentwürfe der Science Fiction an und betrachtet aus diesem Blickwinkel mögliche Folgen derartiger Eingriffe.

Die Informationstechnik ist nicht nur Helferin, sie birgt auch Risiken ganz unterschiedlichen Charakters. Sehr aktuell ist die Debatte über befürchtete Gesundheitsschäden durch die zunehmende Nutzung von Funknetzen für die Datenübertragung. Jiri Silny greift auf die umfassende Datenbank seines Forschungszentrums für Elektro-Magnetische Umweltverträglichkeit (*femu*) zurück, wenn er auf der Basis der heutigen Erkenntnis entwarnt, aber auch zur Vorsicht rät: „Ein Gegenbeweis dafür, dass Felder keine Wirkung auf den Organismus ausüben, könnte hingegen auf Grund der großen biologischen Variabilität des Organismus und der Individuen nur in unzähligen Untersuchungen vorgenommen werden; ein

derartiger Nachweis ist deshalb praktisch nicht durchführbar.“ In dieser immer noch offenen Situation interessiert natürlich auch die Haftungsfrage, zu der *Martin Riemer* in einem Kasten aus juristischer Sicht informiert.

Ein anderer Aspekt sind Gesundheitsgefahren, die sich aus der für IT-Berufe charakteristischen Arbeitssituation ergeben. *Anja Gerlmaier* und *Erich Latniak* schreiben aus arbeitswissenschaftlicher Sicht über die Folgen der dort typischen Dauerbelastungen und über Maßnahmen, wie gegengesteuert werden kann. Befürchtet werden muss, dass derartige Belastungen auch in IT-fernen Arbeitsumgebungen zunehmen, wenn IT-basierte Arbeitsmittel dem Personal im wahrsten Sinne des Wortes „auf die Haut rücken“. Über ‚wearable computing‘ im klinischen Einsatz schreiben *Michael Lawo* und seine Co-Autoren, die ein Pilotprojekt am Krankenbett durchgeführt haben.

Risiken provoziert die Informationstechnik auch gerade im Gesundheitswesen im Hinblick auf die wachsenden Bestände digital kodierter personenbezogener Information. Was geschieht beispielsweise mit Gewebe- oder Blutproben, die im Zuge medizinischer Untersuchungen oder Behandlungen entnommen werden? Am Beispiel der Blutentnahme bei Neugeborenen beschreibt *Klaus-Peter Görlitzer*, wie leicht heutzutage potenzielle Gendatenbanken entstehen können, die der Kontrolle der Betroffenen und dem Bewusstsein der Öffentlichkeit weitgehend entzogen sind. Für viele offensichtlicher, jedoch ebenfalls sehr kritisch zu betrachten, ist der tagtägliche Umgang mit hochsensiblen Patientendaten in Arztpraxen. *Thilo Weichert* beschreibt das wichtige und nachahmenswerte Projekt „Datenschutz in meiner Arztpraxis“ in Schleswig-Holstein, das für das Problem sensibilisieren und zur Behebung der Defizite auffordern soll — auch angesichts der kommenden Elektronischen Gesundheitskarte, die das Datenmissbrauchsrisiko potenzieren wird. Den Inhalt ei-

ner gerade druckfrischen Broschüre des FfF zur Elektronischen Gesundheitskarte stellt *Dagmar Boedicker* in Kurzform vor. Die komplette Broschüre ist über die FfF-Geschäftsstelle sowie über das Internet erhältlich.

Bernd Robben nimmt die aktuellen Diskussionen über die Gesundheitskarte zum Anlass, unter Bezugnahme auf Ivan Illich und Michel Foucault deutlich zu machen, dass es um weit mehr geht, als die Einführung oder Erweiterung einer Telematik-Infrastruktur. Es gilt, diesen gesellschaftlichen Wandel wahrzunehmen und darauf zu reagieren. Schliesslich beschäftigt sich ein weiterer Artikel von *Rudolf Seising* mit dem Ansatz, das fuzzy-Konzept für die maschinelle Unterstützung der medizinischen Diagnostik zu nutzen.

Unser SchlussFfF greift noch einmal die historische Entwicklung auf: die unheilvolle Vergangenheit der Gesundheitskarte in der NS-Zeit, die Missbrauchsängste verständlicher macht, aber auch zu konstruktivem Handeln motiviert, nicht jede Technikentwicklung als unvermeidbar zu akzeptieren, sondern wo nötig durch Kontrollmaßnahmen in gesellschaftsverträgliche Bahnen zu lenken.

Im allgemeinen Teil des Heftes haben wir noch einen „Nachzügler“ aus Heft 4/2005 aufgenommen: *Andreas Brand* und *Alfons Schmid* berichten aus einem Forschungsprojekt über Elektronische Arbeitsmärkte.

Wir wünschen nun eine anregende Lektüre und hoffen wie immer, dass sich dabei auch kontroverse Gedanken regen; die FfF-Kommunikation soll ein Forum sein, auf dem nicht nur informiert wird sondern auch Meinungen zu Wort kommen — vielleicht auch Ihre oder eure Kommentare?

Hans-Jörg Kreowski

Brief an das FfF



Liebe Mitglieder des FfF, liebe Leserinnen und Leser der FfF-Kommunikation,

auf der Mitgliederversammlung des FfF am 5. November 2005 wurde ich als Vorsitzender ohne Gegenstimmen bei zwei Enthaltungen wiedergewählt. Ich nehme das Ergebnis als Ermutigung und Auftrag, mich nach Kräften für das FfF einzusetzen. Zu hohe Erwartungen muss ich aber dämpfen, denn als Hochschul-lehrer für Theoretische Informatik bin ich in Lehre und Forschung stark eingebunden. Die Arbeit für das FfF ist zusätzlich; und ein Stück Privatleben hätte ich auch noch gern.

Die Mitgliederversammlung war Teil der 21. FfF-Jahrestagung am 5. und 6. November 2005 an der Fachhochschule München. Auch an dieser Stelle möchte ich allen Helferinnen und Helfern, allen Vortragenden und Teilnehmenden danken, dass sie zu dieser rundum gelungenen Veranstaltung beigetragen haben.

Dank gebührt auch der Fachhochschule München als Mitveranstalterin der Tagung und dem Medienpartner Radio LORA für die Audioaufzeichnung und -ausstrahlung. Das Tagungsthema *Versteckte Computer – Unkontrollierbare Vernetzung* ist hoch aktuell und wird uns im FfF sicher in vielerlei Hinsicht auch zukünftig beschäftigen. Die erste große Computerisierungswelle begann in den 40er und 50er Jahren des vorigen Jahrhunderts mit Großrechnern, die ganze Räume füllten und doch anfangs weniger Rechenleistung lieferten als mancher Taschenrechner heute. Ein neuer Schub kam in den 80er Jahren mit der Verbreitung der PCs. Inzwischen stehen – zumindest auf der Nordhalbkugel und das auch nicht wirklich fair verteilt – auf vielen Schreibtischen und in vielen Privaträumen Computer und werden für vielerlei Zwecke genutzt. Parallel ist das Internet aufgebaut worden,

das den Datenaustausch zwischen Millionen von Computern möglich macht. Langsam zeichnet sich aber noch eine weitere Entwicklungsphase ab. Computer oder sonstige digitale Bauelemente werden in alle mögliche Maschinen, Fahrzeuge, Geräte und Gegenstände eingebettet, um so versteckt Überwachungs- und Steuerungsaufgaben zu erfüllen. Es wird immer leichter, Computer mit sich herumzutragen oder sie an vielen Orten jeder Zeit verfügbar zu machen. Hinzu kommt, dass auch die Vernetzbarkeit – lokal, ad hoc, drahtlos, nach Bedarf – immer einfacher wird. Das eröffnet zusätzlich zu den vielen Einsatzgebieten der Informations- und Kommunikationstechnik völlig neue Chancen und Möglichkeiten. Wie aber technische Umwälzungen immer auch soziale Umwälzungen mit sich bringen, so sind versteckte Computer und unkontrollierbare Vernetzung nicht bloß technische Errungenschaften mit segensreicher Wirkung, sondern stellen auch Datenschutz, informationelle Selbstbestimmung und die Privatsphäre in Frage, weil tendenziell alles, was wir tun und sagen, an jedem Ort zu jeder Zeit aufgezeichnet und ausgewertet werden kann. Aber die Auswirkungen dieser Technologien werden noch viel weiter reichen. Sie werden Arbeitsprozesse nachhaltig verändern; sie werden gravierende Folgen für den Alltag haben und einen kulturellen Wandel nach sich ziehen, der sich jetzt allenfalls erahnen lässt.

Gerade wegen dieses engen Zusammenhangs zwischen technischer Entwicklung und gesellschaftlichen Auswirkungen ist es unumgänglich, Technologien immer auch mit Blick auf ihre Folgen einzusetzen. Da aber sowohl auf Seiten der Wirtschaft als auch bei der staatlichen Förderung dieser Aspekt nur eine nachgeordnete und verschwindend geringe Rolle spielt, müssen kritische nichtstaatliche Einrichtungen und Initiativen wie das FfF aktiv werden. Die Aufgaben, die zu bewältigen sind, und die Auseinandersetzungen, die geführt werden müssen, sind gewaltig, dagegen wirken Gruppen wie das FfF klein und

schwach. Aber Bangemachen gilt nicht, technologische Veränderungen können nicht den einseitig Technikgläubigen oder denen überlassen werden, die nur ihre Interessen und Profite im Auge haben.

Die Veränderungen im Bereich von Informations- und Kommunikationstechnik sind jedoch keine Phänomene, die isoliert betrachtet werden dürfen, sondern sind Teile vielfältiger gesellschaftlicher Prozesse. Dazu gehören, um mit meinem eigenen Arbeitsfeld anzufangen, die massiven Umverteilungen im universitären Bereich weg von der alltäglichen Lehre hin zur sogenannten Spitzenforschung, die unter dem Stichwort Exzellenzinitiative betrieben wird, genauso wie der Arbeitsplatzabbau im vier- und fünfstelligen Bereich in fast allen Großunternehmen unter dem Vorwand der Globalisierung. Von „sozialer Marktwirtschaft“ kann schon lange nicht mehr die Rede sein, wenn es je zutraf, und die verfassungsmäßig verankerte Sozialbindung des Eigentums ist zur Farce verkommen. Wenn, wie es in den Industrienationen zunehmend geschieht, ein großer Teil der Bevölkerung und insbesondere der Jugend chancen-, perspektiv- und arbeitslos in Vorstadtgettos verbannt wird, darf sich niemand über soziale Unruhen wundern, wie sie gerade in Frankreich ausgebrochen sind. Diese Kolumne ist schließlich nicht der rechte Platz, um näher auszuführen, was Hunger, Terror und Krieg als beunruhigende weltweite Probleme mit der arroganten und verantwortungslosen Politik der Weltmacht USA und ihrer Verbündeten zu tun haben. Die angerissenen Beispiele zeigen aber vielleicht, dass es nötig ist, das FfF als Teil der sozialen Bewegung zu sehen. Das vergrößert nicht nur die Herausforderungen, denen wir gegenüberstehen, sondern kann auch etwas hoffnungsvoll stimmen, weil wir nicht allein stehen.

Mit fiffigen Grüßen,
Hans-Jörg Kreowski

Stefan Hügel

Versteckte Computer – Unkontrollierbare Vernetzung

Nachlese zur 21. FfF-Jahrestagung 2005

Computer werden immer beweglicher. Ihre Technik ist inzwischen so weit entwickelt, dass der Einsatz von Computern überall, jederzeit und in Verbindung mit vielen anderen Tätigkeiten möglich wird. RFID-Tags erlauben die Lokalisierung von Objekten und Personen und das Abrufen und Verarbeiten von gespeicherten Informationen. Mit den Chancen und Risiken dieser Technologien und mit weiteren aktuellen Themen beschäftigte sich die 21. Jahrestagung des FfF.

Die Tagung fand dieses Mal in München an der Fachhochschule statt und war mit gut 70 Teilnehmerinnen und Teilnehmern – trotz der gegenüber sonstigen Tagungen kürzeren Dauer – gut besucht. Erfreulich war, dass auch Interessierte gekommen waren, die nicht aus dem unmittelbaren Umfeld der Informatik stammen.

Den Beginn der Tagung markierte ein aktueller Vortrag aus dem Umfeld von Militär und Informatik, in dem rechtliche und ethi-

sche Fragen der Mitarbeit in Informatik-Projekten eine Rolle spielten: Florian Pfaff, Major der Bundeswehr berichtete von seiner Verweigerung der Mitarbeit an einem Software-Projekt, dessen Ergebnisse im Irak-Krieg hätten eingesetzt werden können. Diese Verweigerung – aufgrund einer immerhin im Wehrstrafgesetz vorgeschriebenen Prüfung der Rechtswidrigkeit – führte zu einem truppendienstgerichtlichen Verfahren und einer Strafanzeige wegen Gehorsamsverweigerung. Ergebnis war zunächst die Degradierung.

Es folgte darauf eine Berufungsverhandlung vor dem Bundesverwaltungsgericht, bei der das Urteil aufgehoben wurde. Ein Soldat darf die Mitarbeit verweigern, wenn er seine Gewissensgründe zur Ablehnung der Teilnahme an einem völkerrechtswidrigen Angriffskrieg ernsthaft darlegen kann (vgl. dazu auch den Artikel von Florian Pfaff: *Der Störenkrieg* in der FIF-Kommunikation 3/2005).

Am Nachmittag ging es dann weiter mit einem Vortrag von Wolfgang Coy, der unter dem Titel *Volksvermögen und geistiges Eigentum* einen philosophiegeschichtlichen Abriss der Positionen zu geistigem Eigentum gab. Sowohl im Zeitverlauf seit der Antike als auch in unterschiedlichen Kulturkreisen gibt es verschiedene Sichtweisen geistigen Eigentums – von der Anerkennung des Rechts zu seiner wirtschaftlichen Verwertung bis zur Sichtweise geistiger Leistungen als Allgemeingut.

In drei Arbeitsgruppen wurden dann einzelne Themen vertieft: Die erste wurde von Ingrid Rügge (Universität Bremen) organisiert und beschäftigte sich mit Technologien des *Wearable Computing*. Die zweite, von Klaus Wiegerling und Jessica Heesen (Universität Stuttgart) vorbereitete, hatte Szenarien des *Ubiquitous Computing* und ihre Bewertung zum Inhalt. Die dritte wurde von Christine Fischer durchgeführt und suchte nach Möglichkeiten, wie das FIF durch konkrete Aktivitäten mehr seiner Vorstellungen umsetzen und dabei gleichzeitig gestärkt und professionalisiert werden könnte.

Der zweite Tag war ausschließlich dem „eentlichen“ Tagungsthema gewidmet: Versteckte Computer – Unkontrollierbare Vernetzung? Sarah Spiekermann von der Humboldt-Universität zu Berlin eröffnete ihn mit dem Thema *Ubiquitous Computing – soziale und ökonomische Aspekte bei einer Technikfolgenabschätzung*. Sie definierte dabei zunächst Ubiquitous Computing (Allgegenwärtiges Computing) innerhalb der Dimensionen Einbettung (Embeddedness) und Mobilität, wobei Ubiquitous Computing in beiden Dimensionen einen hohen Grad erreicht hat – im Gegensatz zur „traditionellen“ Informatik, bei der beide Dimensionen nur gering ausgeprägt sind. RFID-Chips ermöglichen eine Interaktion mit der Umwelt – dadurch aber auch eine Kontrolle durch die Umwelt. Dabei sind aber nicht alle Überwachungsmöglichkeiten erst durch RFID-Chips entstanden, sondern waren bereits zuvor vorhanden, beispielsweise die indirekte Leistungskontrolle durch Prozessüberwachung. Auf jeden Fall wird Ubiquitous Computing aber zu einer Zunahme der Datenspuren führen, die der Einzelne hinterlässt.

Für die meisten Befragten scheint der Datenschutz in dem Zusammenhang eine untergeordnete Rolle zu spielen – sei es durch fehlendes Wissen über die hinterlassenen Spuren, den scheinbar geringen Informationswert der Daten („Wen interessiert es schon, ob ich im Supermarkt fünf oder sechs Eier einkaufe?“) oder die Erwartung dass diese Informationen in der Datenmenge

untergehen. Letzteres verkennt aber die fortgeschrittenen Techniken der Datenauswertung.

Dennoch besteht bei vielen ein Gefühl der fehlenden Kontrolle über die eigenen Daten, weswegen z.B. bei RFID-Chips, die an Waren eines Supermarkts angebracht sind, 73 % der Befragten – trotz eingebauter technischer Schutzmaßnahmen – ein völliges Löschen an der Ladenkasse befürworten.

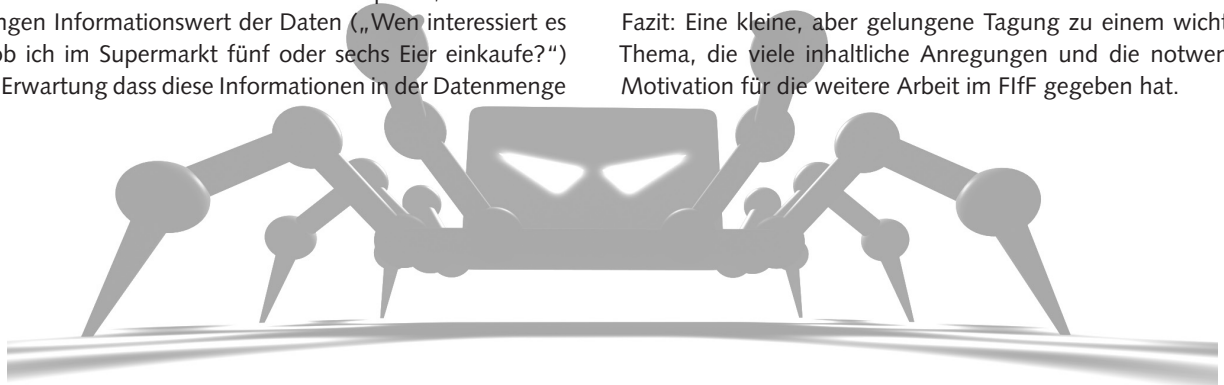
Seine Fortsetzung fand das Thema in der darauf folgenden von Dagmar Boedicker moderierten Podiumsdiskussion, an der Hans-Jörg Kreowski, Ingrid Rügge, Klaus Wiegerling, Albrecht Schmidt und Sarah Spiekermann teilnahmen. Hans-Jörg Kreowski wies in seinem Eingangsstatement darauf hin, dass die RFID-Technologie eigentlich nicht neu ist und wie in vielen Fällen die Diskussion darüber viel zu spät eingesetzt habe. Er plädierte dafür, solche Diskussionen früher zu führen, um auf politische Entscheidungen, wie z.B. die Subventionierung und Förderung von Forschungsvorhaben, einwirken zu können.

Klaus Wiegerling wies auf die Änderung der Wahrnehmung und des Verhaltens hin, die sich bei dem Einzelnen durch neue Medien einstellt. Die Frage sei: „Wie ändert sich mein Verhalten, wenn ich von einer Umgebung ausgehen muss, die mehr über mich weiß als ich selbst?“ Albrecht Schmidt rief in Erinnerung, dass letztendlich Probleme nicht durch Technik, sondern durch die beteiligten Menschen gelöst werden (müssen). Dafür ist das Verständnis über die Abläufe notwendig. Sarah Spiekermann forderte die Abkehr von einer Technik, die menschliches Verhalten voraussagt und schlug Identitäts- bzw. Privacy-Management-Systeme vor, die die Privatheit des Einzelnen sicherstellen sollen.

In der folgenden Diskussion wurde betont, dass letztendlich der mündige Bürger das Entscheidende ist. Organisationen wie das FIF können dazu durch Aufklärung und (Politik-)Beratung beitragen. Bemängelt wurde fehlende kritische Distanz, insbesondere auch in der Wissenschaft. Dem Argument, man könne sich den Gefahren der Technologie entziehen, indem man sie nicht nutzt, wurde mit dem Hinweis auf den sozialen Druck begegnet, der eine solche Verweigerung oft erschwert, wenn nicht unmöglich macht.

Neben dem inhaltlichen Programm gab es wie üblich die FIF-Mitgliederversammlung bei der u.a. ein neuer Vorstand gewählt wurde. Hans-Jörg Kreowski wurde als Vorsitzender des Vorstands bestätigt; als Stellvertreterin nimmt Dagmar Boedicker die Stelle von Peter Bittner ein, der aus dem Vorstand ausscheidet. Neue Mitglieder sind Michael Riemer und Stefan Hügel.

Fazit: Eine kleine, aber gelungene Tagung zu einem wichtigen Thema, die viele inhaltliche Anregungen und die notwendige Motivation für die weitere Arbeit im FIF gegeben hat.



Lesen – Neues für den Bücherwurm

Ralf E. Streibl

BioSkop – Zeitschrift zur Beobachtung der Biowissenschaften

hrsg. vom BioSkop e.V., Essen



Viermal pro Jahr – mittlerweile im 9. Jahrgang – erscheint die Zeitschrift BioSkop, herausgegeben vom gleichnamigen Verein mit Sitz in Essen, dessen bundesweit und darüber hinaus verteilte Mitglieder ihn als Forum zur Beobachtung der Biowissenschaften und ihrer Technologien gegründet haben. Zusammengeschlossen

haben sich Menschen mit ganz unterschiedlichem Hintergrund, die sich in ihren Arbeits- und Lebensbereichen (Journalismus, Wissenschaft, Initiativen, Behindertengruppen, Kirche u.v.m.) kritisch mit den Machtwirkungen moderner Biowissenschaften auseinandersetzen. Die von Klaus-Peter Görlitzer redaktionell betreute Zeitschrift beschäftigt sich demzufolge mit Themen wie Humangenetik, Transplantationsmedizin, Humanexperimente, Euthanasie, Bioethik, Rationalisierung und Computerisierung im Gesundheitswesen. Darüber gibt es regelmäßig Hinweise auf Materialien, Berichte über Aktionen und mehr.

Viele Beiträge in der Zeitschrift verdeutlichen, dass in den Biowissenschaften heutzutage oft die Machbarkeit und insbesondere die „Nützlichkeit“ im Sinne kommerzieller Interessen vor alles andere, d.h. auch vor ethische Betrachtungen gestellt wird. „Das Gemachte ist dem Gewordenen prinzipiell überlegen, lautet die Grundannahme in Technologie und Wissenschaft“, heißt es dazu in der Selbstdarstellung des Trägervereins.

BioSkop greift brisante Themen auf – von der Reproduktionsmedizin über Arzneimittelversuche, Datenschutzfragen, Organspende bis Euthanasie reicht das Spektrum der Beiträge der letzten Hefte. Bei vielen der angesprochenen Themen mögen die meisten Menschen die Kritik teilen, bei anderen Fragen (z.B. Sterbehilfe) kann ich mir vorstellen, dass die Meinungen in der Gesellschaft – insbesondere wenn es um die eigene Betroffenheit geht – auch weit auseinander gehen. Doch gerade der oft sehr geringe Wissensstand in der Öffentlichkeit und die Tabuisierung mancher Themen zeigen, wie wichtig es ist, derartige Fragen stärker in die öffentliche Diskussion zu bringen. Denn wie bei anderen „neuen Technologien“ hinkt im Bereich der Biowissenschaften die ethische Debatte der technischen Entwicklung weit

hinterher, und eine menschenzentrierte juristische Regulation dieses Bereiches bleibt wohl noch lange ein Wunschtraum.

BioSkop kann man im Abonnement oder als Einzelhefte beziehen. Darüberhinaus kann auch eine Hörversion auf Cassette bestellt werden. Seit einiger Zeit ist der „newsletter Behindertenpolitik“ der Zeitschrift beigeheftet.

Weitere Informationen im Internet: www.bioskop-forum.de

Die Überwachungsmafia

von Pär Ström



„Das gute Geschäft mit unseren Daten“ lautet der Untertitel dieses 2005 in Deutschland erschienen Buches. Die Originalausgabe kam bereits zwei Jahre vorher in Schweden heraus. Es handelt sich um eine leicht zu lesende, mit vielen Beispielen gewürzte Zusammenschau verschiedener Überwachungsszenarien. Zu Beginn des Buches wird anschaulich unterschieden zwischen Individuen, Unternehmen sowie Staaten jeweils als Überwachte und als Überwacher. Im ersten Teil des Buches beschäftigt sich der Autor mit einer ganzen Reihe unterschiedlicher Überwachungsszenarien, die in ihrer Durchführung und Wirkung ausführlich beschrieben werden, meist jedoch ohne dass vertieft auf technische Details eingegangen würde. In Fallberichten, Anekdoten und konstruierten Szenarien wird geschildert, was passieren kann, wenn nach personenbezogenen Datenspuren „gegoogelt“ wird, wenn Chips in Waren versteckt oder gar im Körper implantiert werden, wie verschiedene Geräte (Computer, Fernsehen, Telefon, Autos etc.) die Nutzeraktivitäten protokollieren, was mit Videoüberwachung und Biometrie heute schon möglich ist und weiteres mehr.

Ström, der als Referent des öfteren auch von größeren Unternehmen eingeladen wird, schildert die Gesellschaft auf einer Skala zwischen Anarchie und Überwachungsstaat. Er warnt in

seinem Buch davor, dass die westlichen Demokratien dabei immer mehr auf die Überwachungsseite diffundieren. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich der Autor im zweiten Teil des Buches mit der Abwägung vom Nutzen neuer Technologien und ihren Gefahren für die Privatsphäre, Freiheit und Demokratie.

Alles in allem ist „Überwachungsmafia“ ein Buch, das durch seine vielen griffigen Beispiele vor allem auch Laien für die Problematik der Überwachung sensibilisieren kann. Seine Warnung:

„Früher war die Privatsphäre durch die ‚Mühen des Alltags‘ in natürlicher Weise geschützt, nämlich durch den räumlichen Abstand, den erforderlichen zeitlichen bzw. sonstigen Aufwand. Die digitale Revolution ist im Begriff, diese Mühen zu beseitigen“.

Pär Ström: Die Überwachungsmafia. München: Hanser, 2005. 340 Seiten, ISBN: 3-446-22980-9

F...I...f...F... Jahrestagung 2006

www.fiff.de/2006

Das Thema lautet passend zum „Jahr der Informatik“



Die 22. Jahrestagung des Forums InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e. V. (FIfF) findet am 4. und 5. November 2006 an der Hochschule Bremen statt, mit einer öffentlichen Vorveranstaltung am Abend des 3. November in der Bremer Innenstadt. Die Organisation der Tagung vor Ort übernimmt Andreas Spillner, der von einer regionalen Organisationsgruppe unterstützt wird.

Hochschule Bremen
Zentrum für Informatik
und Medientechnologien
3./4. - 5.11.2006

Kontakt

FIfF-Geschäftsstelle
 Goetheplatz 4
 D-28203 Bremen
 Tel.: 0421 - 33 65 92 55
 Fax: 0421 - 33 65 92 56
2006@fiff.de



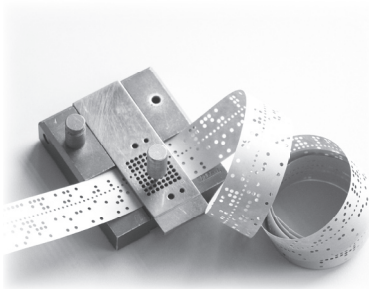
A. Spillner
 Hochschule Bremen
 Flughafenallee 10
 D-28199 Bremen
 Tel.: 0421 - 5905 5467
 Fax: 0421 - 5905 5484
spillner@informatik.hs-bremen.de

Lochbänder, ESER und PC 1715: Symposium "Informatik in der DDR, Teil 2"

Zu einem Symposium „Informatik in der DDR – Eine Bilanz, Teil 2“ lädt die Fachhochschule Erfurt am 11. und 12. Mai 2006 nach Erfurt ein. Ein erstes Symposium zum Thema wurde im Oktober 2004 in Chemnitz durchgeführt. Wie damals sind Frau Prof. Dr. Gabriele Schade von der FH Erfurt, Herr Prof. Dr. Friedrich Naumann von der TU Chemnitz und Herr Prof. Dr. Wilfried Brauer von der Gesellschaft für Informatik die Veranstalter.

In Chemnitz, der sächsischen Industriestadt, in der sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts eine technisch hoch stehende Rechen- und Büromaschinenindustrie herausbildete, ging es inhaltlich vor allem um die Anfangsphasen (50er und 60er Jahre des 20. Jahrhunderts) der Entwicklung der Informatik in der DDR.

Auch Erfurt und Thüringen haben eine besondere Rolle in der Informatikgeschichte der DDR. Im Raum Erfurt waren es die Werke der Optima, des VEB Funkwerk und der Mikroelektronik, welche die DDR informationstechnisch stark mitbestimmten. Darüber hinaus gab es jedoch weitere regionale Größen wie Carl Zeiss Jena, die Mercedes-Werke in Zella-Mehlis und ROBOTRON in Sömmerda mit entscheidendem Einfluss auf die Informatik und deren Entwicklung in Soft- und Hardware.



Nach den beeindruckenden Erfahrungen und Erzählungen der „Pioniere“ beim Symposium in Chemnitz wird dieses Mal besondere Beachtung finden:

- ESER und SKR in Entwicklung und Anwendung,
- die Forschung, Entwicklung und Produktion von Personalcomputern,
- die Rolle der Akademie der Wissenschaften der DDR,
- der Beitrag von Institutionen und Forschungseinrichtungen der VVB.

Daneben werden auch Themen beleuchtet wie die

- Informatikausbildung an den Schulen und Hochschulen,
- Internationale Kooperationen und Beziehungen in Forschung und Wissenschaft,
- die Informatik in der Gesellschaft,
- die regionalen Besonderheiten Thüringens für die Geschichte der Informatik.

Neben den thematischen Vorträgen und Gesprächen mit anderen Interessenten besteht die Möglichkeit, das Elektromuseum Erfurt zu besuchen, welches auf Vereinsbasis historische Raritäten der Vergangenheit bewahrt und präsentiert. Der abendliche Empfang im historischen Rathausfestsaal sowie das Angebot einer Stadtführung am 13. Mai 2006 bilden das kleine Rahmenprogramm des Symposiums.

Ausführliche Informationen zu Inhalten und Anmeldung gibt es unter www.ai.fh-erfurt.de/informatik-in-der-ddr.de

Kontakt: Stefanie Wiegand, informatikgeschichte@fh-erfurt.de oder Tel. 0361/ 6700484.

Andreas Brand und Alfons Schmid

Bericht aus einem Forschungsprojekt über elektronische Arbeitsmärkte

Die vernetzende Informations- und Kommunikationstechnik (IuK) hat sich in den 1990er Jahren rasant verbreitet und wird auch auf den Arbeitsmärkten verwendet. Bisher weiß man nur wenig über den Einfluss der neuen elektronischen Medien auf den Arbeitsmarkt. Das Forschungsprojekt „Struktur und Funktionsweise elektronischer Arbeitsmärkte“ versucht daher den Einfluss von spezifischen IuK-Techniken auf den Arbeitsmarkt und beim Arbeitshandeln mehrerer Akteure festzustellen.

Wie wird durch IuK-Techniken das Funktionieren in Teilarbeitsmärkten beeinflusst oder mittels neuer netzwerkartiger Arbeitsformen erst ermöglicht – dies war die Ausgangsfrage unseres Forschungsprojektes. Es wurde zunächst nicht der Vergleich zwischen elektronischen und traditionellen Medien angestrebt. Im Zentrum standen vielmehr die auftretenden und beeinflussenden Akteure, Regelungen und IuK-Techniken, bevor wir uns dem Funktionieren in einem unternehmensexternen und einem unternehmensinternen Teilarbeitsmarkt und bei der neuen Arbeitsform „Arbeitsnetze“ zugewandt haben (Becher 2005).

Mittels Experteninterviews wurden auf jedem der drei Teilarbeitsmärkte jeweils zwei Fallstudien durchgeführt:¹

Im ersten, einem externen elektronischen Teilarbeitsmarkt, untersuchten wir eine private Jobbörse und einen privaten Marktplatz für Dienstleistungen, der Werkverträge vermittelt. Wir stellten fest, dass Jobbörse und Marktplatz einerseits die Suche nach geeigneten Partnern vereinfacht, andererseits durch einen Informationsüberfluss bestimmt wird. Gerade bei der Jobbörse ist dieser Effekt durch die vielen zu filternden Daten bezüglich verschiedener Berufe bzw. Tätigkeiten verstärkt vorhanden. Allerdings entfaltet die Jobbörse ihre Stärke nur bei klar spezifizierbaren, standardisierbaren Berufsbildern. Aus diesem Grund sind Face-to-Face-Treffen weiterhin nötig, um weitere nicht-standardisierbare Informationen z.B. über Soft-Skills zu erhalten. Bei dem Marktplatz für Dienstleistungen besteht kein

großer Informationsüberfluss, da dort nur wenige zu filternde Daten wie Honorar und Fähigkeiten eine Auswahl bestimmen. Unterstützt wird dies durch eine Zertifizierung der Teilnehmer und durch Reputationssysteme, wobei Face-to-Face-Treffen zur Gewinnung weiterer Informationen keine Rolle spielen (Becher 2005, Becher 2004).

Im zweiten, einem internen elektronischen Teilarbeitsmarkt, wurde auf der Grundlage des Intranets in einer Großbank eine Jobbörse eingeführt. Sie ermöglicht, dass sich der betriebsinterne zu einem unternehmensinternen elektronischen Teilarbeitsmarkt ausweitet, was die schnelle und verbreitete Information vieler Arbeitnehmer unterstützt. Dies fördert die Flexibilität des Unternehmens, da Stellen eher mit entsprechend qualifizierten Arbeitnehmern besetzt werden. Dadurch wird die Stabilität des Unternehmens gefördert, da kein unternehmensspezifisches Wissen verloren geht (Kawai 2004).

Bei der Fallstudie des Arbeitsteams in Unternehmen stimmen sich die Akteure immer häufiger über elektronische Medien, wie Groupware, an verschiedenen räumlich verteilten Standorten ab. Die untersuchte virtuelle Arbeitsgruppe entwickelte eine Software, wobei der freie Zugang der Groupware eine einfache Kontrolle ermöglichte. Es werden dadurch Abstimmungsprobleme eher erkannt, jedoch in häufigen Face-to-Face-Treffen besprochen.

Neue Arbeitsformen haben sich durch die Nutzung der IuK-Technik gebildet, wobei wir die vollkommen virtuell ablaufende Softwareentwicklung in einem vertikalen und einem horizontalen Arbeitsnetz als Beispiele des dritten Teilarbeitsmarkts untersuchten. Das vertikale Arbeitsnetz ist eher hierarchisch, wobei ein Großunternehmen im Zentrum steht und immer wieder auf ein Netzwerk von Selbständigen zurückgreift, die gegen Bezahlung Leistungen erbringen. Daneben analysierten wir als horizontales Arbeitsnetz ein Open-Source-Projekt, bei dem Privatleute freiwillig, nicht erlösorientiert dezentral zusammenarbeiten. Nicht nur beim horizontalen Arbeitsnetz, sondern auch beim vertikalen spielen kooperative Elemente wie Vertrauen und Reziprozität eine große Rolle. Dagegen wurden im horizontalen Arbeitsnetz auch hierarchische Elemente wie eine Reputations- oder Postenpyramide vorgefunden (Brand 2005).

Die Nutzung der IuK-Technik ist aber auch begrenzt, da sich nicht alle komplexen Sachverhalte über die IuK-Technik vermitteln lassen und die Abstimmung von Zielen behindert ist. Dieses Problem wird z.B. beim virtuellen, vertikalen Arbeitsnetz der Selbständigen durch häufige Face-to-Face-Treffen gelöst. Beim Open-Source-Projekt wird diese Kommunikationsbehinderung durch die freiwillige Aufgabenübernahme mit Softwareentwicklung sowie einiger anderer Regelungen umgangen. Ganz vermeiden lassen sich aber persönliche Treffen zwischen den Mitarbeitern nicht, obwohl die hohe räumliche Verteilung der Mitarbeiter dies einschränkt. Die Treffen nehmen dafür eine sehr wichtige Funktion der Motivationssteigerung und der effizienten Absprache ein.

Insgesamt konnten wir nicht erkennen, dass sich durch die Nutzung ähnlicher IuK-Techniken ein allumfassender elektronischer Arbeitsmarkt bildet, d.h. dass die Grenzen zwischen abhängiger und selbständiger Erwerbsarbeit sowie zwischen einer unternehmensinternen oder -externen Stellenbesetzung verschwinden. Vielmehr ist der Einfluss der IuK-Technik in den Teilarbeitsmärkten recht unterschiedlich, obwohl z.T. die gleiche IuK-Technik angewandt wurde.

Diese Unterschiedlichkeit trat in allen Fallstudien auf, wobei wettbewerbliche Elemente als Vergleichsinstrumente, hierarchische Elemente als Machtverhältnisse der Über-/Unterordnung und kooperative Elemente als konsensbezogene Verhandlungen in Erscheinung traten. In Jobbörsen und dem Internet-Marktplatz für Dienstleistungen herrscht wie erwartet vor allem Wettbewerb, im hierarchischen Unternehmen gilt dies für die interne Jobbörse auch. In der Arbeitsgruppe im Unternehmen existieren neben den vorherrschenden hierarchischen auch kooperative Elemente. Die Arbeitsnetze sind eher kooperativer Art, haben aber mehr oder weniger hierarchische bzw. wettbewerbliche Elemente (Becher 2005, Kawai 2004, Brand 2005).

In einem Verlängerungsprojekt „Koordinierung elektronischer Arbeitsmärkte – Wettbewerb, Hierarchie und Kooperation auf elektronischen Teilarbeitsmärkten“ haben wir an diese Ergebnisse angeknüpft. Wir interessierten uns in einem ersten Schwerpunkt für die Verbreitung des elektronischen Arbeitsmarkts mit seiner IuK-Technik bei den deutschen Betrieben und führten



Alfons Schmid ist Professor für polit. Bildung und Arbeitslehre, Schwerpunkt Ökonomie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. Forschungsschwerpunkte: Neue Kommunikationstechnologien und Beschäftigung, Betrieblicher Qualifikationsbedarf und Qualifikationsentwicklung, Regionale Beschäftigungsentwicklung, Regionale Arbeitsmarktpolitik und Telelearning.



Andreas Brand, Diplom-Soziologe, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt Elektronische Arbeitsmärkte (PELM) am Institut für polit. Bildung und Arbeitslehre an der Universität Frankfurt am Main. Arbeitsschwerpunkte: qualitative und quantitative empirische Arbeitsmarktforschung mit dem Schwerpunkt auf neuen Informations- und Kommunikationstechnologien, Institutionstheorien, Funktionsweise virtueller Gruppen, virtuelle Zusammenarbeit bei elektronischen Arbeitsnetzen von Selbständigen und Open-Source-Projekten.

Die Autoren

eine standardisierte telefonische Befragung von betrieblichen Personalverantwortlichen durch. Dabei wurden Betriebe aus den IuK-Technik-Branchen untersucht, da wir in diesen technisch fortschrittlichen Branchen mit einem verstärkten Auftreten einer elektronischen Rekrutierung rechneten. Im Folgenden stellen wir erste Ergebnisse aus diesem Forschungsprojekt dar:

Die Bedeutung des elektronischen Arbeitsmarkts ist erheblich, da ca. 31% aller Betriebe den elektronischen Arbeitsmarkt nutzen, die vom 1. Januar 2004 bis zum 30. September 2004 Stellen besetzt haben. Wenn Unternehmungen den Schritt zur elektronischen Rekrutierung gemacht haben, so erfolgt ein Großteil ihrer Stellenvergabe über elektronische Medien. 60% aller Betriebe mit elektronischem Arbeitsmarkt besetzen 60% und mehr ihrer Stellen mittels dieser Medien. Dabei sind Großunternehmen überrepräsentiert, und zwischen den Branchen bestehen große Nutzungsunterschiede. Die Rekrutierung über elektronische Medien ergänzt im Allgemeinen die traditionellen Suchwege wie Zeitungsanzeigen, wobei diese Medien die traditionellen Suchwege bis zu einem gewissen Grad ersetzen.

Es werden vor allem aus dem betriebsexternen Arbeitsmarkt Stellen über elektronische Medien besetzt, wobei viele Betriebe nicht aus ihrer Belegschaft (interner Arbeitsmarkt), sondern nur extern besetzen. Dennoch rekrutieren einige Betriebe aus dem internen elektronischen Arbeitsmarkt, wobei sich dieser vor allem bei Großbetrieben etabliert hat. Sehr selten besetzen Betriebe Stellen elektronisch mit Arbeitnehmern aus „befreundeten“ Unternehmen eines Unternehmensnetzwerks.

Eine Unterteilung in einen betriebsinternen oder -externen Arbeitsmarkt besteht weiterhin, doch sind empirische Anzeichen zu sehen, dass die Grenzen zwischen den Arbeitsmarktteilbereichen bzgl. der Mediennutzung aufweichen. Konkret bedeutet dies, dass z.B. die Kanäle Bewerberdatenbank, Anzeige/Rekrutierungstool auf eigener Homepage und E-Mail-Initiativbewerbung besonders bei großen Betrieben sowohl für die interne als auch für die externe Rekrutierung genutzt werden. Überraschend war, dass ein sehr hoher Anteil der Betriebe angab, vor allem Arbeitskräfte mit Berufsausbildung elektronisch zu besetzen. Etwas weniger Betriebe rekrutieren Arbeitskräfte mit Fachhochschul-/Universitätsabschluss elektronisch, was auf einen größeren Einfluss von nicht-elektronischen Rekrutierungsformen wie persönlicher Kontakte schließen lässt. Aber immerhin 30% der Betriebe besetzen auch Un- und Angelernte elektronisch. Anders bei einer betriebsinternen Stellenbesetzung: Hier werden neben den Arbeitskräften mit Berufsausbildung besonders häufig Hochqualifizierte besetzt, wohingegen die Un- und Angelernten eher nicht von den elektronischen Medien profitieren.

Bei der elektronischen Stellenbesetzung aus dem dominierenden externen Arbeitsmarkt stellen die Betriebe vor allem Anzeigen in die Jobbörsen, wälzen aber den Aufwand der zeitaufwändigen Suche und Vorauswahl von passenden Anzeigen eher auf die Arbeitssuchenden ab. Die Jobbörse der Bundesagentur für Arbeit ist bei den Betrieben wegen ihrer kostenlosen Anzeigen relativ beliebt und wird deswegen besonders für die Rekrutierung von Un- und Angelernten verwendet. Zur Werbung von Arbeitskräften mit Fachhochschul-/Universitätsabschluss setzen die Betriebe dagegen vor allem auf kostenpflichtige Anzeigen in privaten Jobbörsen. Dieser Suchaufwand der Arbeitskräfte mit Fachhochschul-/Universitätsabschluss ist mit dem Signalisieren

von Qualifikation und Engagement verbunden und zeigt sich auch bei der Nutzung von Anzeige-/Rekrutierungstools auf der betrieblichen Homepage und E-Mail-Initiativbewerbungen. Dagegen suchen bei Arbeitskräften mit Berufsausbildung die Betriebe selbst zusätzlich aktiv in allen Jobbörsen nach passenden Arbeitnehmern.

In einem zweiten Fokus der Befragung griffen wir die Unterschiedlichkeit der Teilarbeitsmärkte wieder auf und wandten uns wettbewerblichen, hierarchischen und kooperativen Elementen bei der elektronischen Stellenbesetzung zu. Alle drei Elemente konnten in den jeweiligen Arbeitsmärkten nachgewiesen werden. Als Beispiel ziehen wir hier die betriebsexterne elektronische Rekrutierung heran.

Auf der Seite der Arbeitssuchenden stellten wir einen hohen Wettbewerb um formale Qualifikationen wie Berufsabschluss und geforderte Kenntnisse fest. Aus der betrieblichen Sicht helfen sich Arbeitnehmer recht wenig z.B. über Verwandtschafts- und Freundschaftsnetzwerke bei der Arbeitssuche. Wir konnten aber keine Hierarchie zwischen den Arbeitssuchenden feststellen. Auf der Seite der Betriebe besteht zwar bei einem geringen Anteil der Betriebe Wettbewerb, eine hierarchisch-starke Stellung bzw. kooperative Beziehungen bei der Rekrutierung, einige Betriebe nutzen aber keine dieser Elemente.

Auch zwischen Betrieben und Arbeitssuchenden konnten wir die Hierarchie, d.h. die größere Macht der Betriebe abbilden, was sich auch bei den Vertragsverhandlungen und insbesondere bei Konflikten zwischen den Seiten auswirkt. Einen Einfluss der wettbewerblichen, hierarchischen und kooperativen Elemente der Rekrutierung auf die Verwendung des fixen Gehalts, des vom Unternehmenserfolg abhängigen variablen oder des von der individuellen Leistung abhängigen variablen Gehalts konnten wir aber nicht feststellen. Auch einen Bezug zwischen der Verwendung elektronischer Kanäle wie Jobbörse, Datenbank etc. und diesen Elementen konnte nicht nachgewiesen werden.

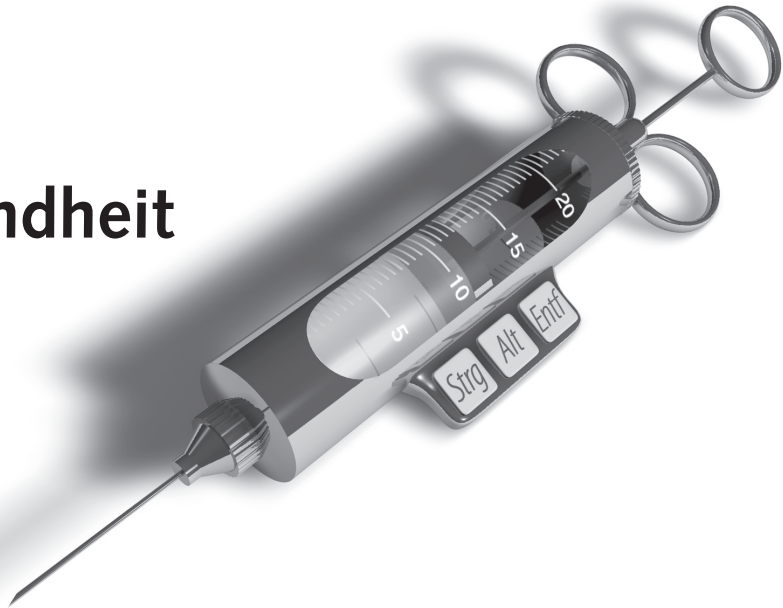
- 1 Weitere Informationen zu den Fallstudien, Forschungsberichten, Arbeitspapieren, etc. siehe:
www.soz.uni-frankfurt.de/arbeitslehre/pelm/docs/

Literatur

- Becher C et al (2005) Elektronische Arbeitsmärkte. Empirie der Struktur und Funktionsweise elektronischer Arbeitsmarktplätze in Teilarbeitsmärkten. Rainer Hampp Verlag, München und Mering 2005
- Becher C und Schmid A (2004) Internet Job Exchange as a Perfect Labour Market Place? An Empirical Case Study; in: *Economia & Lavoro*, 2004, Anno XXXVIII, n. 1, 181–201
- Brand A und Schmid A (2005) Koordination in einem Open Source-Projekt. Arbeitspapier aus dem DFG-Projekt Struktur und Funktionsweise elektronischer Arbeitsmärkte [www.soz.uni-frankfurt.de/arbeitslehre/pelm/docs/KOORDINATION_IN_OPEN_SOURCE-PROJEKT_Brand-Schmid.pdf]
- Kavai A und Schmid A (2004) Beschäftigungsflexibilität durch interne Jobbörsen. Wettbewerb und Hierarchie auf unternehmensinternen elektronischen Arbeitsmärkten. In: O. Struck, C. Köhler (Hg.), *Beschäftigungsstabilität im Wandel*, München und Mering, 247–265.

Schwerpunkt

Gesundheit



Rudolf Seising

Zur Geschichte der Computer in der Medizin

Die Informationstechnologie hat auch die Geschichte der Medizin in der zweiten Hälfte des zurückliegenden Jahrhunderts entscheidend mitgeprägt. Allerdings ist vielfach kaum zu unterscheiden, wie weit Computer die Lösung bereits vorliegender Probleme, die Erfüllung lang gehegter Wünsche wirtschaftlich vertretbar ermöglicht oder der Medizin gar neue Impulse gegeben haben. Dreidimensionale Bildgebungstechniken wie die Computer-Tomographie, um ein Beispiel zu nennen, waren ohne digitale Rechentechnik praktisch gar nicht denkbar. Von systemimmanenter Bedeutung sind jedoch die steigende Informationsflut und der ausuferndere Informationsfluss in den medizinischen Einrichtungen, deren Dynamik der Einzug der Computer als Problemlöser unzweifelhaft wiederum stetig weiter angefacht hat. Ein kleiner geschichtlicher Abriss soll deshalb in erster Linie diesem Aspekt der Computer in der Medizin gewidmet sein.

Mit ihrer Entwicklung zu Beginn des 20. Jahrhunderts findet die Elektrotechnik auch bald Eingang in die Medizin: So konnten mit der von Lee de Forest (1873-1961) im Jahre 1907 entwickelte Vakuumtriode die sehr schwachen elektrischen Körpersignale verstärkt werden. 1932 unterstützte das *American Institute of Electrical Engineers* (AIEE) eine erste Diskussionsrunde über 'electromedical problems', der in den sieben darauf folgenden Jahren nationale Konferenzen zur elektronischen Technik in Medizin und Biologie folgten, gesponsert von AIEE, vom *Institute of Radio Engineers* (IRE) und von der *Instrument Society of America*. 1952 wurde innerhalb der IRE die *Professional Group on Medical Electronics* (PGME) gegründet, die drei Jahre später schon 1000 Mitglieder zählte (Lusted 1955, S. 581). Inzwischen waren schon viele elektronische Geräte in medizinischen Laboratorien selbstverständlich geworden: Verstärker, Geiger-Müller-Rohre, Photozellen; Blut-, Nerven- und Gewebezellen konnten mit der TV-Technik gezählt, Krebszellen gezielt bestrahlt werden. Es gab Thermoelemente zur Messung der Körpertempe-

ratur, Blutdruck- und Blutflussmessgeräte, Elektrokardiographie und -enzephalographie zur Aufzeichnung der Herz- bzw. Hirntätigkeit, Ultraschall- und Röntgentechnik.

Für den das *Airbone Instruments Laboratory* (AIL), New York, in Fragen elektronischer Methoden in der Medizin beratenden Mathematiker und Mediziner Lee Browning Lusted (1922 bis 1994) galt schon damals, „electronic instruments are important medical tools“. Er argumentierte aber nicht nur mit den oben erwähnten elektronischen Geräten, auf die in den biomedizinischen Labor nicht mehr verzichtet werden konnte, er nahm auch viele der später entwickelten Anwendungen vorweg: „In addition to the devices presented, a host of 'ancillary' electronic devices are used in medicine. A few examples illustrate the wide range of uses – radios for hospital patients, digital computers for large-scale data problems, image amplifiers for x-ray fluoroscopy, closed-circuit television for teaching, mass spectrometers, pocket radio receivers for personal paging of doctors in a hospi-

tal, tape recorders for teaching purposes and special count-rate meters for work on isotopes." Um auch zukünftig Erfolge beim Einsatz elektronischer Entwicklungen in der Medizin verzeichnen zu können, rief Lusted daher zum Teamwork zwischen Medizinern und Ingenieuren auf (Lusted 1955, S. 584).

Informationsexplosion – Computer sind nicht unbeteiligt

Auch Computer wurden in der Medizin schon bald nach ihrer Erfindung genutzt. In den 1950er Jahren konnte man auf Computer zwar erst in Buchhaltungsabteilungen der Krankenhäuser treffen, die dort mittels Lochkarten Daten verarbeiteten, doch es gab schon Mediziner, die einen Nutzen dieser neuen Maschinen auch im Gesundheitswesen erkannten. Unter ihnen zirkulierte die unveröffentlichte Denkschrift *Electronic Techniques in Medical Practice* des als Pionier der Fernstechnik bekannten Vladimir K. Zworykin (1898-1982), der damals am *Rockefeller Institute* als Direktor der *Medical Electronic Research Group* arbeitete und sich in dieser Schrift für die Nutzung der Computer für die ärztliche Diagnose aussprach.

1956 fragte das *Air Research and Development Command* der *U.S. Air Force* bei der *Division of Medical Sciences* des *National Research Council* nach den möglichen Anwendungen der Computer in Biologie und Medizin an, und einer am 5. Oktober 1956 am *Harvard Computation Laboratory* organisierten Zusammenkunft zu diesem Thema folgte schon am 29. November dieses Jahres eine vom *National Institute of Health* (NIH) und der *PGME* ausgerichtete Konferenz über „Electronic Techniques for Mathematical Operations in Biology and Medicine“. Ermuntert durch deren großen Erfolg, bereitete die *PGME* dann für März 1957 ein *Symposium on the Applications of Computers in Biology and Medicine* für die jährliche *IRE Convention* vor.

1959 zeigten mehrere Ereignisse die Tendenz der US-amerikanischen Biomedizin zur Computerisierung auf: Am 14. Januar organisierte Zworykin am *Rockefeller Institute* eine *Conference on Diagnostic Data Processing* (Eden 1960, S. 232). Am 9. und 16. Juli fanden zwei Hearings über den Gebrauch automatischer Datenverarbeitung in der Medizin vor dem von Senator Hubert H. Humphrey (1911-1978) geleiteten *Subcommittee on Reorganization and International Organization* statt, in denen entsprechende Entwicklungen von der Regierung zu organisieren und fördern empfohlen wurde.

Schließlich publizierte der kurz zuvor Gründungspräsident der *National Biomedical Research Foundation* (NBRF) gewordene Zahnmediziner und Elektrotechniker Robert Steven Ledley (geb. 1926) zusammen mit Lee B. Lusted, der nun Radiologe am *Clinical Center* des *NIH* war, 1959 in der Zeitschrift *Science* den Artikel *Reasoning Foundations of Medical Diagnoses* (Ledley & Lusted 1959), in dem sie Logik, Wahrscheinlichkeits- und Spieltheorie für die medizinische Diagnostik analysierten und diese schließlich für die Computerisierung erschlossen (siehe dazu in diesem Heft Seising „Ganz gesund, etwas unwohl, sehr krank...“).

Die Zusammenarbeit von Ledley und Lusted hatte 1957 begonnen, als beide sich sowohl mit Computern als auch in ihrem medizinischen Umfeld mit der „Informationsexplosion“ konfrontiert sahen. Die in der Medizin anfallenden Daten wurden immer zahlreicher und ihre Haltung und Verwaltung problematisch. Automatisierte Berechnungs- und Verarbeitungsmethoden durch die neuen auf elektronischem Instrumentarium basierenden Informations- und Kommunikationstechniken versprachen hier große Verbesserungen. Lusted erinnerte sich später: „I felt that medical data could be processed by computers and that medical information could be made more useful to physicians by repacking it in a more usable form. I wasn't sure how this could be done but the idea of making information more useful by making it more usable stuck with me (Lusted 1987, S. 173).“

In den frühen 1950er Jahren war die Mehrheit der Mediziner allerdings gegen die Computerunterstützung eingestellt; sie befürchtete dass die Tätigkeiten der Ärzte schließlich vollends von Computern übernommen würden (Lusted 1979, S. 4). Für die Forschung sah das anders aus: Als Ledley 1960 einen drei Jahre zuvor von der US-Air Force und dem *NIH* in Auftrag gegebenen Bericht über den Einsatz von Computern in der biomedizinischen Forschung veröffentlichte, konnte er sehr viel mehr bereits eingesetzte Rechner dokumentieren, als vermutet worden war.

Frühe Telemedizin – zu früh und zu kurz gesprungen

Sein 1960 erschienenes Buch *Digital Computer and Control Engineering* leitete Ledley mit Szenarien möglicher Anwendungen der Digitalcomputer ein, und er betonte ihren Nutzen für die medizinische Diagnostik. Darüber hinaus brachte er dann auch die Vision zu Papier, „that the physician can directly communi-



Rudolf Seising

Dr. phil. Rudolf Seising ist Diplom-Mathematiker, Wissenschaftstheoretiker und –historiker. Er promovierte 1995 mit einer Arbeit über „Probabilistische Strukturen in der Quantenmechanik“ und habilitierte sich 2004 mit der Arbeit *Die Entstehung der Fuzzy Set Theorie und ihrer ersten Anwendungen - Ihre Entwicklung bis in die 70er Jahre des 20. Jahrhunderts*, die 2005 als Buch (*Die Fuzzifizierung der Systeme*, Stuttgart: Steiner) erschien.

Er war wissenschaftlicher Mitarbeiter bzw. Assistent an der Universität der Bundeswehr München in den Fakultäten Informatik und Sozialwissenschaften. Seit 2002 ist er Universitätsassistent an der Medizinischen Universität Wien und seit 2005 zudem Privatdozent im Institut für Geschichte der Naturwissenschaften an der Ludwig-Maximilians Universität zu München.

cate with the computer by telephone, teletype, radio etc.". Der Computer könne (1) einen Behandlungsplan festlegen, der die Chance des Patienten zur Heilung maximiert, (2) die Anzahl der notwendigen Labortests und Diagnoseprozeduren für jeden Patienten minimieren und (3) genauere Diagnoseergebnisse aufgrund der früher erhobenen Daten auswerten" (Ledley 1960).

Lusted übernahm Ledleys Vision eines „regional medical data network“, als er 1962 in einem Zeitschrifteneditorial die Entwicklung eines „medical center information processing system“ anregte (Lusted 1962), doch zunächst gab es lediglich teleradiologische Pionierarbeiten über Fernsehsysteme: 1959 realisierte Albert Jutras über eine Entfernung von fünf Meilen ein Kabel-TV-System zwischen Krankenhäusern in Montreal zur Röntgenbilderübertragung (Jutras 1959). Fünf Jahre später wurde in einem ersten interaktiven TV-Telemedizinprojekt zur medizinischen Betreuung eine geschlossene TV-Verbindung zwischen dem Psychiatrischen Institut Nebraska in Omaha und dem 112 Meilen entfernten Staatlichen Krankenhaus Norfolk in Betrieb genommen, und 1967 errichtete man eine interaktive TV-Verbindung zwischen dem Massachusetts General Hospital und dem Internationalen Flughafen Logan, Boston (Benschoter 1971). Höhepunkt dieser Entwicklungen war zum Ende der 1970er Jahre das Projekt STARPAHG, *Space Technology Applied for Rural Papago Advances Health Care*, das in den USA bei der NASA zur Überwachung der physiologischen Funktionen der Astronauten des Apollo-Programms sowie zur medizinischen Versorgung der Papago-Indianer in zwei Reservaten diente (Bashshur 1980). Da die Kosten für diese frühen Systeme sehr hoch waren, es damals keinerlei kommerzielle medizinische Informations- und Kommunikationsausrüstungen gab und die Möglichkeiten der Mensch-Computer-Interaktion noch sehr begrenzt waren, schiefen diese Versuche zur Telemedizin in den 1970er Jahren vorerst ein (Navein & Driscoll 2000).

Time Sharing – ein Sprung nach vorn

Parallel zu den frühen Telemedizin-Projekten setzten sich andere Aufgaben der Computer im Gesundheitswesen durch, wie in einem Beiheft der *New York Times* über die *Information Revolution* aus dem Jahre 1966 zu lesen war:

„In recent years, the computer has been put to a broader use – the „online“ gathering of data directly from patients, the immediate processing of this data by a computer and the almost simultaneous display of the results to medical personnel“ (Baruch & Barnett 1965).

Beispielsweise wurden die Messdaten des Blutdrucks oder der Temperatur bei einer Herzkatheteruntersuchung direkt an einen Computer gesandt, der daraus eine kalkulierte Blutflussrate berechnete oder die Effizienz der Lungen, Kohlendioxid im Blutfluss abzubauen und durch Sauerstoff zu ersetzen. Da solche Messungen und Berechnungen nun schnell und damit auch während einer Operation am offenen Herzen durchführbar waren, konnten auf diese Weise das körperliche Befinden und die Auswirkungen der Operation „im Auge behalten“ werden.

Ähnliche Beobachtungsaufgaben erledigten Computer der 1960er Jahre auf den neu eingerichteten Intensivstationen – „a boring job that human beings do badly: watching for signs

which appear infrequently but which are important when they do appear“ (Baruch & Barnett 1965). Die hier eingesetzten, relativ kleinen und preiswerten, so genannten „on-line computers“ waren allerdings nicht in der Lage, mehrere „jobs“, womöglich von unterschiedlichen Benutzern initiiert, zur gleichen Zeit zu bearbeiten. Ein dazu nötiges Rechnerbetriebskonzept wurde erst zu dieser Zeit entwickelt. Joseph Carl Robnet Licklider (1915 bis 1990), damals Vizepräsident von *Bolt Beranek and Newman* (BBN) und später erster Direktor (1962 bis 1964) des *Information Processing Technology Office* (IPTO) im US-amerikanischen Verteidigungsministerium, in dessen Auftrag auch das ARPANET entwickelt und von BBN-Technikern realisiert wurde, schrieb in seinem Beitrag für das schon erwähnte Beiheft der *New York Times*:

„Actually, the computer switches about from one man to another, working with each for a fraction of a second and keeping accurate track of all their needs and all their programs. That mode of computer operation is called time sharing“ (Licklider 1965).

Das Timesharing-Konzept hatte den großen Vorteil, dass viele Benutzeraufträge vom Computersystem scheinbar gleichzeitig bedient werden konnten. Dazu wurde die Rechenzeit des Computers auf alle anstehenden Aufträge verteilt, denen jeweils ein Bruchteil der gesamten Rechenzeit (time slot) zuerkannt wurde. Danach rechnete der Computer im nächsten „Zeitfenster“ für den nächsten in der Reihe stehenden Auftrag.

Computerunterstützung im Krankenhaus – der Bedarf wächst

Auch in Europa war man sich der Notwendigkeit bewusst, die Rechnertechnologie in der Medizin zu nutzen, wie Gustav Wagner, der Direktor des Heidelberger Instituts für Dokumentation, Information und Statistik des Deutschen Krebsforschungszentrums 1966 schrieb:

„So verfügt, um nur ein Beispiel zu nennen, ein mittleres Krankenhaus heute über 10...20, eine medizinische Universitätsklinik über 30...40 laufend und über weitere 60...80 bei Bedarf durchgeführte biochemische Reaktionen. Der Umfang dessen, was in der Medizin dokumentiert werden könnte, ist schier unübersehbar geworden. Wir stehen – wie Proppe es formuliert hat (Proppe 1964) – vor einem »embarras de richesse«. Diese heute in der Klinik anfallende Fülle von Daten und Befunden lässt sich in herkömmlicher Weise nicht mehr bewältigen. Hier sind elektronische Datenverarbeitungsanlagen echte Hilfen, auf die moderne Medizin einfach nicht mehr verzichten kann“ (Wagner 1966, S. 304).

Mit Hilfe von Computern ließen sich Krankenhausprozessabläufe – Aufnahme, Diagnose, Therapie, Heilung und Entlassung – beschleunigen. Ohne dieses Werkzeug zur Datenverarbeitung wäre die Qualität der ärztlichen Tätigkeiten sicherlich hinter den von der medizinischen Wissenschaft mittlerweile bereitgestellten Möglichkeiten weit zurückgeblieben, denn die Entwicklungen auf den Gebieten der Diagnose und Therapie hatten zu einem rasanten Anwachsen der Information über jeden einzelnen Patienten geführt, die ohne Computer-Hilfe gar nicht vollständig

berücksichtigt werden konnte. So trat neben die medizinische Dokumentation die medizinische Diagnostik als Anwendungsgebiet der Computer. Hier eiferte man den erfolgreichen Systemen aus den USA nach (Seising 2004).

Die Medizinische Fakultät der Wiener Universität erhielt 1967 auf Initiative des damaligen Vorstands der II. Medizinischen Universitätsklinik, Karl Fellingner, eine mit einem IBM System/360 Modell 30 ausgerüstete ‚Computerstation‘, „die sämtlichen Kliniken und Instituten der Fakultät zur Verfügung“ stand (IBM 1968). Fellingner, der auch dieser ‚Station‘ vorstand, erhoffte sich von diesem Digitalcomputer große Unterstützung:

„Zunächst einmal im Sinne eines groß angelegten Dokumentationssystems für alle Krankengeschichten, einschließlich aller Labor- und Funktionswerte, was schon aus zahlenmäßigen Gründen wegen der explosiven Vermehrung dieser Befunde unerlässlich erscheint; ein Beispiel: Im Jahre 1964 wurden an dieser Klinik ca. 80.000 Untersuchungen im Zentrallabor durchgeführt 1968 waren es schon über 180.000, dazu kamen noch ca. 120.000 Untersuchungen in Speziallaboratorien; so weit man das bisherige Jahr abschätzen kann, wird sich diese Zahl schon heuer wieder um mindestens 25% erhöhen. – Vom Arzt aus gesehen heißt das, dass sich ein klinischer Oberarzt, der etwa 30 Betten führt, täglich mit über 300 Befunden kritisch auseinandersetzen soll, wobei zu bedenken ist, dass die immer subtileren neuen Methoden ein großes (und ständig neu hinzukommendes) engeres Fachwissen zwecks richtiger Wertung und Einordnung der gelieferten Laborbefunde voraussetzen. Das menschliche Gehirn wird hier zunehmend an seine Leistungsgrenze gedrängt und die zunehmende Flut von Befunden, Berechnungen, Einzelwerten kann eben in Kürze nur mehr durch einen Computer aufgefangen werden, der sie registriert, sichtet, einordnet, Labor- und Gerätefehler kritisch analysiert und anmerkt und sie womöglich bereits zu einem logisch geordneten System entwickelt“ (Fellinger 1968, S. 6).

Der Computer wurde in den Krankenhäusern der 1960er Jahre auch auf anderen Sektoren nutzbringend eingesetzt. Im Bereich der Therapie waren zwar generell nicht derart umfangreiche Berechnungen wie für die Diagnostik durchzuführen, doch konnte der Computer für die Berechnungen der Dosierungen zur radioaktiven Strahlungstherapie ebenso erfolgreich eingesetzt werden, wie bei der schon erwähnten Patientenüberwachung im OP, zur intensiven Betreuung im Anschluss an Operationen oder in Schockzentren. In allen diesen Bereichen sollte die letzte Entscheidung über diagnostische und therapeutische Maßnahmen dem Arzt selbstverständlich vorbehalten bleiben, der daher auf Informationen über die Patienten aus den verschiedenen Bereichen des Krankenhauses gegebenenfalls auch schnell zugreifen können musste.

Vernetzung – ein steiniger Weg in die Zukunft...

Die Technologie zur Vernetzung von Rechenanlagen entwickelte sich viel schneller als die Krankenhausinformationssysteme. Beide Konzepte kamen in den 1960er Jahren auf, doch lässt sich die Erfolgsgeschichte vom ARPANET zum Internet

nicht auf den Gesundheitsbereich übertragen. Weit unterschätzt wurden ganz offensichtlich nicht-technische Probleme, mit denen die Vernetzung von Computern an Arbeitsplätzen und in zentralen Einrichtungen konfrontiert ist: Sicherheit, Zuverlässigkeit, Integrität und vor allem der Schutz persönlicher Daten. So tut man sich selbst zu Beginn des 21. Jahrhunderts noch schwer mit gut funktionierenden Krankenhaus-Informationssystemen (KIS), wie das Kapitel über KIS im 2002 erschienenen Handbuch der Medizinischen Informatik nicht verschweigt:

„Die aktuelle Bedeutung der Informationsverarbeitung im Krankenhaus ergibt sich auch aus einer rein kostenbezogenen Analyse. So schätzte man bereits 1993, dass innerhalb der Europäischen Union ca. € 3,5 Mrd in KIS investiert wurden. Eine neuere Untersuchung besagt, dass in Europa gegenwärtig für KIS € 2,6 Mrd ausgegeben werden, in den USA sind es € 3 Mrd (...). Trotz dieser erheblichen Aufwände zeigen Untersuchungen, dass 75...98% der untersuchten rechnerunterstützten Anwendungsbausteine als Fehlschlag zu werten waren (...). Diesen Analysen zufolge waren und sind organisatorische Einflüsse Schlüsselfaktoren für den Erfolg bzw. Misserfolg von rechnerunterstützten Werkzeugen der Informationsverarbeitung“ (Winter 2002, S. 537).

Literatur

- Baruch J J, Barnett G O (1965) The Computer in the Hospital. In: *The New York Times*, May 23, Section 11 Advertisement: The Information Revolution, S. 11
- Benschoter R (1971) CCTV-pioneering Nebraska medical centre. In: *Educational Broadcasting*, October, S. 1–3
- Bushshur R L (1980) Technology Serves the People; the Story of a Cooperative Telemedicine Project by NASA, the Indian Health Service and the Papago People, US Government Printing Office, Washington, DC
- Eden M, Ed (1960) Proceedings of Conference on Diagnostic Data Processing. In: *IRE Transactions on Medical Electronics*, ME-7, S. 232
- Fellinger K (1968) *Computer in der Medizin – Probleme, Erfahrungen, Projekte*. Wien: Verlag Brüder Hollinek
- IBM (1968) Wiener Universitätsklinik erhält Computerstation. *IBM Nachrichten*, Jahrgang 1968/69, Heft 189, S. 237
- Jutras A J (1959) Teleroentgen diagnosis made by means of videotape recording. In: *American Journal of Roentgenology*, 82, S. 1099–1102
- Ledley R S, Lusted L B (1959) Reasoning Foundations of Medical Diagnosis, *Science*, 3, 130, 3366, S. 9–21
- Ledley R S (1960) *Digital Computer and Control Engineering*. New York, Toronto, London: McGraw-Hill Book Company Inc
- Licklider J C R (1965) Computers: Thinking Machines or Thinking Aids? In: *The New York Times*, May 23, Section 11 Advertisement: The Information Revolution, S. 13
- Lusted L B (1955) Medical Electronics. In: *The New England Journal of Medicine*, April 7, S. 580–585
- Lusted L B (1979) Twenty Years of Medical Decision Making Studies. In: *Proceedings of the Third Annual Symposium on Computer Application in Medical Care*, Washington D.C., S. 4–8
- Lusted L B (1987) Some Roots of Clinical Decision Making. In: *The Association for Computing Machinery (ACM) Conference on the History of Medical Informatics*. S. 165–193.
- Lusted L B (1962) Quantification in the Life Sciences. In: *IRE Transactions on Bio-Medical Electronics*, January, S. 1–3

Navein J, Driscoll P (2000) Telemedicine and the future of pre-hospital care. In: *Pre-hospital Immediate Care*, 4, S. 46–50

Proppe A (1964) Die ärztliche Aufgabe und die Dokumentation. In: *Method. Inform. Med.* Vol. 5, Nr. 3, S. 10–17

Seising R (2004) Zwischen Symptomen und Diagnosen: vom Raum medizinischen Wissens, seiner unscharfen Struktur und deren

technologischer Bewältigung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. In: *Technikgeschichte* Bd. 71, Heft 1, S. 19–57

Winter A et al (2002) Krankenhausinformationssysteme. In: Lehmann T, Bexten E M z Eds *Handbuch der Medizinischen Informatik*, Hanser: München. S. 473–552

Holger Bourquain, Guido Prause, Heinz-Otto Peitgen

Operationsplanung über das Internet

Bild- und Risikoanalyse bei komplizierten Operationen

An der erfolgreichen Trennung siamesischer Zwillinge vergangenen Mai in Singapur waren auch Experten aus Bremen beteiligt: Die umfangreichen Daten aktueller bildgebender Diagnoseverfahren wurden via Internet zu MeVis Distant Services übertragen und dort mit Hilfe einer Spezial-Software analysiert und für die Operationsplanung aufbereitet.

Die bildgebende Diagnostik, insbesondere die Schichtbilduntersuchungen Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT), haben in den letzten Jahren einen erheblichen Qualitätsgewinn durch technische Verbesserungen erfahren. Es ist inzwischen möglich Bilddaten des menschlichen Körpers mit einer Auflösung von unter einem Millimeter zu erstellen. Dies führt zu einer immensen Zunahme des Datenvolumens, wobei die anfallenden Bildinformationen trotzdem in der gleichen Zeit durch die Ärztinnen und Ärzte befundet werden müssen. In den achtziger Jahren bestand z. B. eine typische CT-Untersuchung der Leber aus 20 bis 25 Schichtbildern, die für die Diagnoseerstellung auf Film ausgedruckt und an einem Schaukasten betrachtet wurden. Eine aktuelle Untersuchung besteht hingegen aus bis zu 1500 Einzelaufnahmen, die betrachtet und ausgewertet werden müssen. In vielen Fällen beschränkt sich daher die Analyse auf die Betrachtung von nachträglich mit größerer Schichtdicke berechneten Bildern, um die Anzahl der Daten zu reduzieren. Zusätzlich werden Reformatierungen angefertigt, d.h. indem zum Beispiel nur eine bestimmte Bildzeile jedes Einzelbildes mithilfe eines Computers zusammengesetzt wird, können Schnittbilder in Längsachse des Körpers erstellt werden. Stark kontrastierte Strukturen wie Gefäße werden mittels des so genannten „Volume Rendering“ als 3-D Modell dargestellt. Eine getrennte Darstellung einzelner Gefäßsysteme ist nicht möglich, sofern diese nicht separat kontrastiert sind. Zusätzlich ist die Abgrenzung zu anderen Strukturen nur möglich, sofern sich deren abgebildeten physikalischen Eigenschaften genügend unterscheiden. Dies ist für viele Strukturen, insbesondere Tumore, jedoch oft nicht der Fall.

Leberchirurgie

Leberoperationen gelten als risikoreich, da sich mit den beschriebenen, herkömmlichen Analysemethoden der exakte Aufbau des komplexen Organs nicht ermitteln lässt. Viel Fingerspitzengefühl und Erfahrung sind notwendig, um die Funktionsfähigkeit nach der Operation zu gewährleisten. Das Centrum

für Medizinische Diagnosesysteme und Visualisierung (MeVis) an der Universität Bremen hat eine Software entwickelt, die das Gefäßsystem der Leber detailgenau berechnet, krankhafte Strukturen analysiert und die Risiken verschiedener Eingriffs-szenarien für den Funktionserhalt gegeneinander abwägt. Seit Januar 2005 können Krankenhäuser, Forschungseinrichtungen und radiologische Zentren weltweit den Service auch als technische Dienstleistung über das Internet nutzen. Die Dienstleistung wurde zuvor im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojektes etabliert und evaluiert.

Trennung Siamesischer Zwillinge

Noch vor wenigen Monaten teilten sich Anjeli und Anggi aus Indonesien einen Körper. Die Mädchen waren als siamesische Zwillinge auf die Welt gekommen. Sie waren am Becken zusammengewachsen und besaßen eine gemeinsame Leber. Die Lebenserwartungen siamesischer Zwillinge gilt als gering – vor allem dann, wenn sie gemeinsame Organe besitzen. Eine chirurgische Trennung der Körper, aus denen beide Kinder mit funktionsfähigen Organen hervorgehen, stellt Mediziner vor große Herausforderungen. Die Operationen dauern oft Tage und sind deshalb extrem belastend und risikoreich. Bei der Operationsvorbereitung spielen daher die Sicherheit und Genauigkeit der Diagnose und Planung eine zentrale Rolle.

Dass Anjeli und Anggi am 21. Mai 2005 ihre zweite Geburt erleben konnten, ist eine medizinische und informationstechnologische Meisterleistung. Gelungen ist sie Prof. K. C. Tan vom Gleneagles Hospital in Singapur und Prof. E. M. Kiely vom Great Ormond Street Childrens Hospital in London, die das Geschwisterpaar über zehn Stunden operierten. Die Planung des riskanten Eingriffs stützten sie auf die Analyse von MeVis Distant Services (MDS), der jüngsten Ausgründung des Bremer Forschungs- und Entwicklungszentrums MeVis.

Mithilfe der Spezial-Software „MeVis LiverAnalyzer“ analysierte das Team um den Radiologen und MDS-Vorstand Dr. Holger Bourquain den detailgenauen Aufbau der gemeinsamen Leber und die Gefäßsysteme an der Verbindungsstelle. Hierfür werteten sie CT-Daten der Zwillinge aus, die zuvor vom Krankenhaus in Singapur via Internet an die Weser geschickt wurden. Mithilfe des „MeVis LiverViewer“ berechnete MDS die risikoärmste Schnittführung und die spätere Funktionsfähigkeit der getrennten Leberteile. Mit Erfolg: Die Operation verlief ohne Komplikationen und nur mit minimalem Blutverlust. Schon nach kurzer Zeit konnten die Ärzte von einer künstlichen Beatmung und Intensivbetreuung der 15 Monate alten Mädchen absehen und sie auf die reguläre Station verlegen. „Dank der korrekten Analyse von MDS konnten wir im Vorfeld sehen, dass eine Teilung der Leber theoretisch möglich ist, ohne die Blutversorgung des Organs ernsthaft zu gefährden“, erläutert Prof. Tan. „Die Operation konnte so verhältnismäßig schnell und damit schonend durchgeführt werden.“

Die Dienstleistung

Die technische Dienstleistung, die MDS anbietet, ist in dieser Form weltweit einzigartig. Der „MeVis LiverAnalyzer“ analysiert CT- und MRT-Aufnahmen, die nach vorheriger Pseudonymisierung über gesicherte Internetverbindungen nach Bremen geschickt werden. Eine Pseudonymisierung wird durchgeführt, um sensible Patientendaten wie Name oder Geburtsdatum, die für die Analysen nicht benötigt werden, durch Werte zu erset-

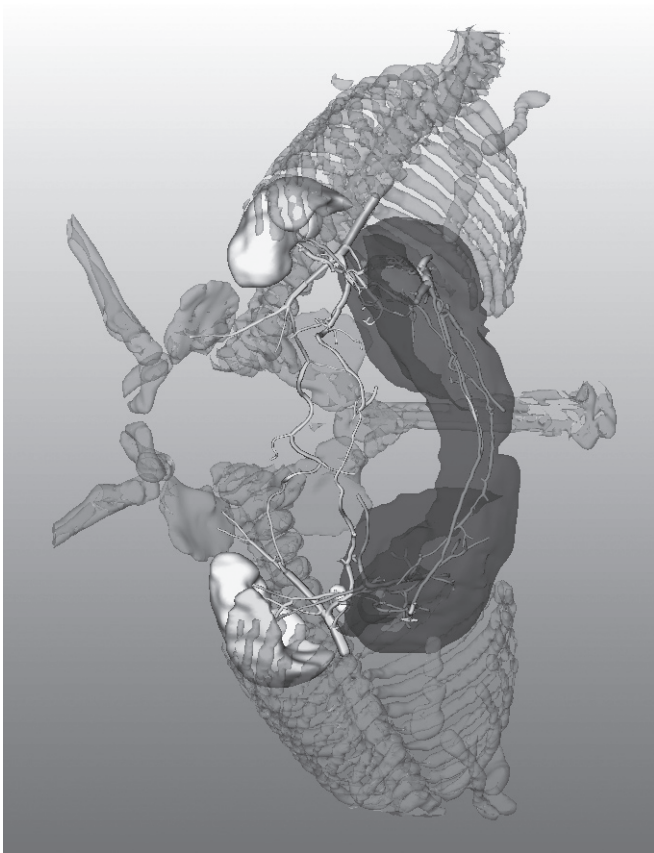


*Mitglieder des MDS Teams
bei der Besprechung von Analyseergebnissen*

zen, die keine Rückschlüsse auf die untersuchte Person erlauben. Anwendungsbereiche sind vor allem Tumorchirurgie und Leberlebendspenden. Bei der Analyse werden die Gefäßsysteme, Organe und eventuell vorhandene Tumore aus den Bilddaten extrahiert (segmentiert). Basierend auf diesen Ergebnissen können die patientenindividuellen Versorgungsgebiete der Gefäßsysteme berechnet werden, die funktionelle Einheiten des Organs darstellen und nach Möglichkeit erhalten werden. Mithilfe des „MeVis LiverViewer“ werden die Risiken eines Eingriffs für verschiedene Resektionsstrategien vorab berechnet und die optimale Schnittführung ermittelt. Bisher konnten Radiologen und Chirurgen einen Eingriff ausschließlich anhand von zweidimensionalen CT-Aufnahmen planen. Das Problem dabei ist, dass die vier stark verästelten Gefäßsysteme, die das Organ durchziehen und es versorgen, nur im Anschnitt und nicht in ihrer räumlichen Struktur in den Aufnahmen sichtbar sind. Im Regelfall kann der Chirurg erst während eines Eingriffs endgültig über die Schnittführung entscheiden. Die Softwareassistenten erlauben die Bewertung verschiedener Resektionsstrategien bereits im Vorfeld der Operation und schließen damit diese Risikolücke. Diese präoperativ gewonnen Erkenntnisse haben Einfluss auf die Festlegung der Resektionsstrategie und eventuell notwendige Gefäßrekonstruktionen, wie Lang et al (2005) in ihrem Artikel detailliert darlegen.

Leberlebendspende

In der Leberlebendspende wird einem gesunden, freiwilligen Spender, im Allgemeinen ein Verwandter des Empfängers, ein Teil der Leber entnommen und in den Empfänger transplantiert. Dies ist nur möglich, da die Leber auch beim Erwachsenen nachwächst, die so genannte Regeneration. In der Erwachsenen-Leberlebendspende wird meist der größere rechte Leberlappen transplantiert, der durch den rechten Pfortaderast versorgt wird. In der Grenzfläche zwischen rechtem und linkem Leberlappen verläuft eine große Vene, die mittlere Lebervene. Diese Vene leitet Blut aus beiden Leberlappen ab, so dass der Abfluss in einem Leberlappen gestört ist, je nachdem ob die Vene in das Transplantat eingeschlossen wird oder in dem verbleibenden Leberanteil verbleibt. Beide Varianten lassen sich im Vorfeld der Operation am Computer simulieren und die abflussgestörten, gefährdeten Anteile quantifizieren um die individuelle optimale Resektionsstrategie festzulegen. Diese Risikoanalyse wurde von



*Analyseergebnis der siamesischen Zwillinge.
Dargestellt ist die gemeinsame Leber (auf der rechten Seite)
mit den verbundenen Gefäßen. Zusätzlich sind die beiden
Milzen und Nieren hervorgehoben.*

Bourquain et al (2003) beschrieben. Harms et al (2005) stellen fest, dass diese zusätzlichen Informationen die Spenderauswahl beeinflussen.

Die Technik

Einzige technische Voraussetzung in den Krankenhäusern: ein PC mit Standardsoftware und ein Internetzugang. Die Ergebnisse der Analyse und die Vorschläge zur risikoärmsten Schnittführung versendet MDS als PDF-Datei, ergänzt um Bilder im JPG-, PNG- oder TIF-Format. Außerdem erhalten die Kliniken kurze Videosequenzen im AVI-Format und Powerpoint-Präsentationen. Vor Ort werden die Informationen dann in der digitalen Patientenakte abgelegt oder ausgedruckt. Zusätzlich können die Chirurgen und Radiologen vor Ort mit der Software die patientenindividuellen 3D-Modelle interaktiv betrachten, weitere Resektionen an den 3D-Modellen planen und diese bezüglich der mit ihnen assoziierten Risiken bewerten.

Bei der Entwicklung der Softwareassistenten griffen die Wissenschaftler vom Bremer Forschungs- und Entwicklungszentrums MeVis auf Analyse- und Visualisierungsverfahren in der fraktalen Geometrie zurück. Rund ein Jahrzehnt erforschten sie Modelle, die berechnen, wie sich selbst organisierende Systeme – also auch Gefäße beim Wachstum – verhalten. Ein umfangreiches Projekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), in dem die Software in Kooperation mit führenden Chirurgen in Deutschland, Europa, den USA und Japan weiter entwickelt und getestet wurde, öffnete den Forschern schließlich international die Türen der bedeutendsten Kliniken für leberchirurgische Eingriffe. Im September 2005 erhielt die Software die Zulassung der US-amerikanischen Food and Drug Administration (FDA). Eine Vorläuferversion wurde von Bourquain et al (2002) beschrieben. Von der Präsenz auf dem amerikanischen

Markt erwartet MDS jährlich Aufträge im dreistelligen Bereich. Bis heute wurden mit Hilfe der Software weltweit über 1.300 Patienten- bzw. Spenderdaten analysiert und für eine Operationsplanung ausgewertet. Des Weiteren wurden die Softwareassistenten für Forschungszwecke, z.B. zur Untersuchung der Regeneration der Leber nach Leberlebendspende in mehr als 200 Fällen eingesetzt.

Klinische Partner

Dank der zunehmenden Digitalisierung in den Krankenhäusern kann MDS heute weltweit in Operationsplanungen und kritische Entscheidungsprozesse eingebunden werden. Über 60 Krankenhäuser, Arztpraxen und Forschungsinstitute aus Europa, Asien, Amerika, Afrika und Ozeanien nutzen inzwischen den digitalen Service – 15 Einrichtungen davon in Deutschland. Darunter sind die Universitätskliniken in Essen, Frankfurt, Freiburg, Köln, Leipzig, Lübeck und Tübingen sowie das Allgemeine Krankenhaus Celle und das Robert-Bosch-Krankenhaus in Stuttgart.

Aber die Krankenhäuser profitieren mit risikoärmeren und zielgerichteten Behandlungsprozessen nicht nur medizinisch von der Datenanalyse aus Bremen. „Komplizierte Leberoperationen fallen verhältnismäßig selten an“, sagt Prof. Karl Oldhafer vom Allgemeinen Krankenhaus in Celle. „Mit einem Fall pro Woche liegen wir bereits über dem bundesweiten Durchschnitt. Es würde sich finanziell dennoch nicht lohnen, die Datenanalyse mit dem ‚MeVis LiverAnalyzer‘ bei uns vor Ort durchzuführen. Die Personalkosten für einen Spezialisten wären einfach zu hoch.“ Eine weitere Kostenschraube in den Krankenhäusern, an der MDS dreht, sind die Ausgaben, die sich durch Komplikationen, unnötige oder nicht optimal geplante Operationen ergeben. Nach Schätzungen können durch die Vermeidung von onkologischen Leberoperationen, die während des Eingriffs ab-



Prof. Dr. Heinz-Otto Peitgen, 1945 in Bruch bei Köln geboren, studierte in Bonn Mathematik, Physik und Ökonomie. Nach seiner Promotion und Habilitation in Mathematik wurde er auf eine Professur für Mathematik an die Universität Bremen berufen. Seit 1992 ist er Direktor des Centrums für Komplexe Systeme und Visualisierung (CeVis) an der Universität Bremen. 1995 gründete er das Centrum für Medizinische Diagnosesysteme und Visualisierung (MeVis) GmbH, dessen Geschäftsführer er ist.

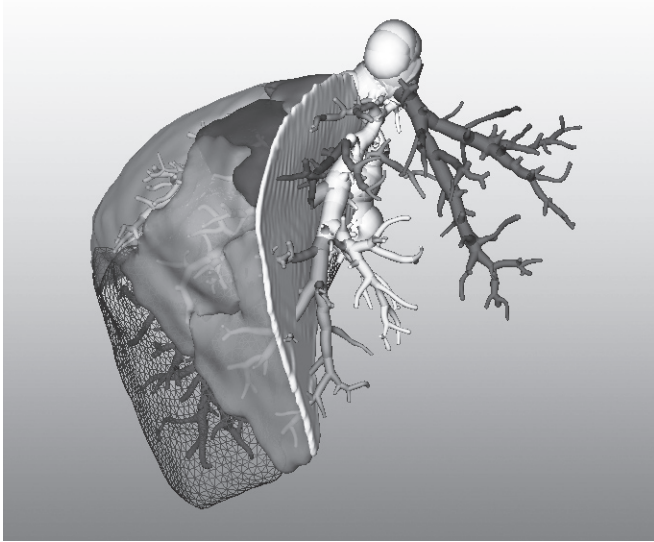


Dr. Guido Prause wurde 1962 in Kiel geboren und gehört MeVis seit 1997 an. Er studierte Informatik an der Universität Kiel und promovierte anschließend an der Klinik für Kinderkardiologie der Universität Kiel auf dem Gebiet der medizinischen Bildanalyse. Als Stipendiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft verbrachte er zwei Jahre als Gastwissenschaftler an der University of Iowa in den USA. Seit 1999 ist er Prokurist und Mitglied der Geschäftsleitung von MeVis.



Dr. Holger Bourquain wurde 1961 in Dortmund geboren und gehört MeVis seit 2001 an. Nach seinem Medizinstudium an der Ruhruniversität Bochum und der Universität Essen arbeitete er als Assistenz- bzw. Oberarzt in der Radiologie bzw. Neuroradiologie zweier Kliniken. Er promovierte an der Westfälischen Wilhelms Universität Münster zum Dr. med. Seit 2004 ist er zusätzlich als Vorstandsvorsitzender der MeVis Distant Services AG tätig.

Die Autoren



Risikoanalyse bei der Planung einer Leberlebenspende. Hervorgehoben sind die Entsorgungsgebiete der Lebervenen. Das Entsorgungsgebiet einer atypischen, großen unteren rechten Lebervene ist als Drahtgitter dargestellt.

gebrochen werden müssen, da sich der Befund aufgrund der Lage oder Ausdehnung als inoperabel herausstellt, mehr als zwei Millionen Euro jährlich eingespart werden. Die Operationszeit kann, wie Prof. K.C. Tan berichtet, zum Beispiel bei der Leberlebenspende deutlich reduziert werden, da die anatomischen Verhältnisse bereits vor dem Eingriff genau bekannt sind.

Perspektiven

Obwohl die Softwareassistenten für die Planung von Leberoperationen entwickelt wurden, kann die Technik auch zur Planung von Operationen an anderen Organen wie beispielsweise der Bauchspeicheldrüse, der Lunge oder den Nieren eingesetzt werden. Dies ist in der Vergangenheit bereits bei über 150 Patienten erfolgt. Über die Erfahrungen mit kindlichen Tumoren und den

Einfluss auf die Therapieplanung haben Fuchs et al (2005) berichtet. Die langfristige Vision bei MDS geht noch einen Schritt weiter: Geplant ist in naher Zukunft Software zur Verfügung stellen, die der Chirurg auch während einer Operation nutzen kann. Intraoperative Bildgebung wie etwa der Ultraschall können den Entscheidungsprozess zum Beispiel bei unvorhergesehenen Situationen unterstützen. Außerdem kann der Arzt die realen Gegebenheiten mit den präoperativen Bildern abgleichen und damit zusätzliche Informationen gewinnen.

Literatur

- Bourquain, H.; Schenk, A.; Link, F.; Preim, B.; Prause, G.; Peitgen, H.O. (2002): HepaVision2: A software assistant for preoperative planning in living-related liver transplantation and oncologic liver surgery. In: Lemke, H.U. et al (Hrsg.): Computer Assisted Radiology and Surgery: Berlin: Springer, S.341-346.
- Bourquain, H.; Schenk, A.; Peitgen, H.O. (2003): Computer-assisted planning and decision-making in living-donor liver transplantation. In: Tanaka, K. et al (Hrsg.): Barcelona: Prous Science, S.23-28.
- Fuchs, J.; Warmann, S.W.; Szavay, P.; Kirschner, H.J.; Schafer, J.F.; Hennemuth, A.; Scheel-Walter, H.G.; Bourquain, H.; Peitgen, H.O. (2005): Three-dimensional visualization and virtual simulation of resections in pediatric solid tumors. In: Journal of Pediatric Surgery, 2005 (2), S.364-370.
- Harms, J.; Bartels, M.; Bourquain, H.; Peitgen, H.O.; Schulz, T.; Kahn, T.; Hauss, J.; Fangmann, J. (2005): Computerized CT-based 3D visualization technique in living related liver transplantation. In: Transplantation Proceedings, 2005 (2), S.1059-1062.
- Lang, H.; Radtke, A.; Hindennach, M.; Schroeder, T.; Fruhauf, N.R.; Malago, M.; Bourquain, H.; Peitgen, H.O.; Oldhafer, K.J.; Broelsch, C.E. (2005): Impact of virtual tumor resection and computer-assisted risk analysis on operation planning and intraoperative strategy in major hepatic resection. In: Archives of Surgery, 2005 (7), S.629-638.

Britta Schinzel

Über die Suggestivkraft digitaler medizinischer Bilder und die Verleitung zu voreiligen Schlussfolgerungen

Essentiell gestützt auf informatische Methoden und informationsverarbeitende Technologien sind in den letzten drei Jahrzehnten neue bildgebende Verfahren entstanden, die die biomedizinischen Methoden und Paradigmen grundlegend aufgemischt und einen enormen Zuwachs an Material für Erkenntnis gebracht haben.

Dabei präsentieren sich die Visualisierungen des denkenden Gehirns als Ergebnis epistemologisch neutralen technisch-naturwissenschaftlichen Handwerks unter Rückbezug auf die naturwissenschaftliche Objektivität der für diese Verfahren genutzten physikalischen Effekte. Der Körper erscheint transparent, direkt, auch online einsichtig und präzise zugänglich. Digitale Bilder des Körpers, seiner Organe oder seiner Funktionen sollen objektive und unbeeinflusste Wahrheiten darstellen. Doch bei genauerer

Betrachtung haben sich mit ihnen tief greifende Veränderungen der Sicht des Menschen auf sich selbst, auf seinen Körper und das „Menschsein“ allgemein etabliert. So beispielsweise die Annahme, dass die Verortung von Krankheiten und menschlichen Eigenschaften im Körper zu sehen und in diesen Bildern repräsentabel sei, dass sich auch das Subjekt Mensch in den lebenden Körperbildern erschließt (Schmitz 2004). Selbst die neue, mittlerweile neurologisch begründete Willensfreiheitsdebatte

(Hochhuth 2005) ist eine der Konsequenzen dieser Verdinglichung des Menschen im Neurochemischen und Neurophysiologischen – mit Auswirkungen auf das Selbstbild des Menschen.

Zum Verständnis immer komplexer werdenden wissenschaftlichen Wissens werden zunehmend Visualisierungen, wie Tabellen, Diagramme, Kurven, Graphiken und Bilder verwendet (Schinzel 2004a). Auch wenn sie in der Regel mit Text kommentiert werden müssen, erlauben sie ein rasches Erfassen von Zusammenhängen auf einen Blick. Das Bild „spricht für sich selbst“, scheinbar ohne unser Zutun, und deshalb wird ihm auch leichthin Objektivität zugesprochen. Der Eindruck von unmittelbarer Einsicht entsteht jedoch nicht notwendigerweise, und wenn er sich einstellt, so beruht er einerseits auf einer dem Menschen kognitiv angemessenen Darstellung (z.B. kann ein verwaschtes Bild trotz evtl. größerer Bildinformation schlechter erkannt werden als nach der Filterung), und andererseits auf kulturellen Sehtraditionen (z.B. die Relativierung perspektivischer Größenunterschiede) oder spezifischen Seherfahrungen (z.B. das Lesenkönnen von Ultraschallbildern), denen das Bild in diesem Fall genügt. Was also gesehen wird, ist wesentlich auch von vorangegangenen Erfahrungen abhängig.

„Pictorial Turn“

Insbesondere zur Vermittlung naturwissenschaftlich-technischen Wissens haben Bilder als Erklärungshilfe oder als Veranschaulichung zum Text an Bedeutung gewonnen: der „*pictorial turn*“ (Mitchell 1997). Auch die Medizin argumentiert zunehmend visuell durch die Verwendung technisch konstruierter Bilder, die aus einer Einheit aus Schrift, Bild und Zahl bestehen (Coy 2002). Mit der Wirkung heutiger naturwissenschaftlich-technischer Bilder erklärt der Linguist Ludwig Jäger sogar den Siegeszug der Naturwissenschaften über die textbasierten Geisteswissenschaften. Mehr noch, mit der besonders eindrücklichen Bebilderung des Gehirns und der mit bildgebenden Verfahren darin visualisierten Denkvorgänge postuliert er „den Auszug des Geistes aus den Geisteswissenschaften in die Neurowissenschaften“.

Konstruktive Aspekte medizinischer bildgebender Verfahren

In den vergangenen drei Jahrzehnten erhielt die Medizin immense Impulse durch die Einführung mehrerer neuer bildgebender Verfahren: Computer-Tomographie (CT), Positronen-Emissions-Tomographie (PET), Single-Photon-Emissions-Computer-Tomographie (SPECT), 3D-Ultraschall, Magnetresonanztomographie (MR), funktionelle Magnetresonanztomographie (fMR) und Magnet-Enzephalographie (MEG) – viel umfassender als die klassische Röntgenfotographie eröffnen diese nicht-invasiven Verfahren den Blick in den unverletzten lebenden Körper (Abb. 1). Neben den neuen Möglichkeiten für die medizinische Diagnostik und Therapie leisten sie auch wichtige Beiträge für die Grundlagenforschung. Gemeinsam ist den neueren Techniken die bisher unbekannte Fähigkeit zu metabolischen (d.h. den neurophysiologischen Stoffwechsel betreffend) und mi-



Abbildung 1: Magnetresonanztomogramm (MR) des Schädels, senkrechter Schnitt nahe der Mittelebene; sichtbar wird die Topologie des Hirns (Quelle: Meyer-Ebrecht D, 2004)

strukturellen Untersuchungen am lebenden und denkenden Menschen. Damit wird nicht nur eine Verzahnung zwischen den medizinischen Grundlagenwissenschaften, welche sich mit den synaptischen, zellulären, genetischen und neuronalen Grundlagen der Gehirnfunktion beschäftigen, und klinischen Untersuchungen direkt am lebenden Menschen möglich, sondern auch eine solche mit anderen Wissenschaften, die sich mit kognitiven und psychischen Eigenschaften des Gehirns befassen.

Doch wie ihr Name sagt, liefern diese digitalen Körpervisualisierungen keine direkten Abbilder, sondern es sind mittels neurowissenschaftlicher, informatischer, mathematischer und computergestützter Prozesse hergestellte, errechnete Bilder. Es handelt es sich bei diesen Verfahren um komplizierte Kombinationen physikalischer Effekte (teils auf atomarer Ebene), technischer Apparaturen, mathematischer und statistischer Verfahren und computergestützter Algorithmen und Berechnungen. Auf dem Weg vom Aufnahmegerät zum Bild des individuellen Gehirns werden eine Vielzahl von Entscheidungsstellen durchlaufen: Die physikalischen Einstellungen der Maschine (z. B. die Stärke des Magnetfeldes), eine Vielzahl kombinierter mathematischer Algorithmen und informationstechnischer Verfahren, die Auswahl bestimmter computergestützter Verfahren. Sie alle beeinflussen, was im Bild erscheint, was fehlt, was hervorgehoben wird (Schinzel 2003). Wegen der Komplexität der Herstellung und der noch geringen Kenntnisse im durch die Verfahren dargestellten mikrostrukturellen Bereich ist es für viele in der Praxis etablierten Kontrastmechanismen unbekannt, was sie eigentlich zeigen, es existieren oft bestenfalls Plausibilitätsklärungen, kein tieferes Verständnis, so der Radiologe Jürgen Hennig (Hennig 2001).

Auch wenn sich die so erzeugten Bilder auf einen Referenzkörper beziehen, sind die neuen Bildmaschinen nicht nur verfei-

nerte exteriorisierte Sinnesorgane des Menschen (Hagner 1996). Sie sind vielmehr auf die menschliche Wahrnehmung bestimmter parametrisierter Gewebephänomene hin konstruiert und enthalten bereits interpretierende Modelle, Algorithmen und Gestaltungselemente. Dies gilt insbesondere für den Endteil der Bildkonstruktion, die informatische Visualisierung aus den bereits aufbereiteten, gereinigten und weiter bearbeiteten Daten. In vielen Zwischenschritten der so genannten „Visualisierungs-Pipeline“ (Hoehne 1996) werden dabei von verschiedenen Herstellern und Labors Entscheidungen getroffen, bezüglich der Filterung, Interpolation, Segmentierung oder 3D-Rekonstruktion über Rendering-Verfahren. Dem Endprodukt sind diese in das schließlich präsentierte Bild eingehenden Modelle und Paradigmen nicht mehr anzusehen. D.h. sie verdecken die Auswahl technischer Verfahren, die im einen Fall zur „Objektivität“ des Bildes (hier: Genauigkeit der Referenz auf den Originalkörper) beitragen, im anderen aber ihr abträglich sein können (was sich in falsch positiven oder falsch negativen Artefakten niederschlagen kann). Entsprechend kann ein solches Bild auch verschiedene mögliche Bedeutungen transportieren, wie die An- oder Abwesenheit einer pathologischen Struktur. Daher bedarf es von Seiten der diese Bilder betrachtenden Ärzte nicht nur einschlägiger „Lese-Erfahrungen“ und eines geschulten Blicks, der individuelle Abweichungen von pathologischen Strukturen unterscheiden kann, sondern einer abwägenden Gesamteinschätzung, die erst in Kombination mit dem klinischen Eindruck zu einer Diagnose befähigt. Die erstaunlich realistisch anmutenden Bilder verdecken aber auch die physiologischen und mathematischen Modellannahmen, die bildlichen Konnotationen und Darstellungskonventionen, sowie den Adressatenbezug der Bildpräsentation (Bilder für die klinische Diagnose, für den chirurgischen Eingriff, zur Demonstration für Patienten, für die Lehre, zur Weiterbearbeitung in Atlanten), die alle in den Bearbeitungs- und Visualisierungsprozess der Ausgangsdaten eingegangen sind.

Weiterverwendung der medizintechnischen Bilder und Verfahren

Wissenschaft und Industrie bedienen sich zunehmend vor allem der funktionellen Bildgebung (SPECT, PET, fMR), um Aussagen über kognitive Vorgänge und menschliches Verhalten aus den so genannten Aktivierungsbildern abzuleiten: Bei definierten Anregungen oder Denkanforderungen werden zu diesem Zweck die im Bild sichtbaren Orte größerer Blutversorgung im

Gehirn analysiert (Abb. 2). Dieses Vorgehen setzt die Annahme einer Korrespondenz zwischen Anatomie, Struktur und Funktion voraus. Die fMR ist eine dynamische Anwendung der statischen MR, bei der zur Untersuchung einer möglichen Vielzahl physiologischer Vorgänge sequentielle Wiederholungen immer derselben Aufnahme unter Variation eines zu bestimmenden Parameters durchgeführt werden. Der dynamisch veränderliche Parameter kann dabei im Durchfluss eines Kontrastmittels zur Messung der Durchblutung bestehen oder in der Aktivierung von Hirnregionen durch Reize (z.B. Licht oder Berührung) oder Denksportaufgaben.

Diese Möglichkeit der Beobachtung lokaler Hirnaktivierungen hat in den letzten Jahren einen Siegeszug durch die Neurowissenschaften angetreten. Niemand kann sich der Faszination dieser Bilder so leicht entziehen. Die beeindruckende Darstellung des Endresultats der Auswertung kann leicht darüber hinwegtäuschen, dass eine lange Kette von Auswertungsschritten erforderlich ist, um diese Ergebnisse aus den gemessenen Daten herauszufiltern (Hennig 2001). Diese Auswertungsprogramme korrigieren eine Reihe von Störungen auf der Basis modellbasierter Annahmen, sind also bereits *interpretierende* Automatisierungsschritte. Die endgültigen Bilder entstehen erst durch Überlagerung von anatomischen Aufnahmen (individuellen bei fMR oder standardisierten bei PET) und den farbkodierten Darstellungen der Aktivierungsareale. Daraus folgt, dass die Bilder variable Darstellungen erzeugen und Artefakte enthalten können, kurz dass sie von ihrer technischen Erzeugung abhängig sind. J. Hennig weist auf die Gefahr hin, die medizinische Bildgebung als „black box“ zu behandeln, ohne Kenntnis der radiologischen Erzeugungsprozesse und ihrer Zusammenhänge mit physiologischen und neurologischen Verhältnissen.

Dennoch schließen viele Wissenschaftler, auch in Distanz zu Radiologie und Medizin, umstandslos auf funktionelle Abläufe im Gehirn. So schließen Kognitions- und Lernforscher nicht nur auf die Orte von Denk- und Lernvorgängen, sondern auch auf diese selbst, Musikologen oder Kunstwissenschaftler auf musikalische oder künstlerische Aktivitäten, Werbefachleute auf die Erzeugung von Aufmerksamkeit durch Werbeträger, Neurotheologen auf die Lokalisierung und damit den Beweis religiöser Erfahrungen im Gehirn bis hin zu Gottesbeweisen und Beweisen der Existenz von Engeln. Und Psychologen haben neuerdings auf die Möglichkeiten des fMR zur Verwendung als Lügendetektoren hingewiesen. Es gibt kaum mehr Gebiete und Wissenschaften,

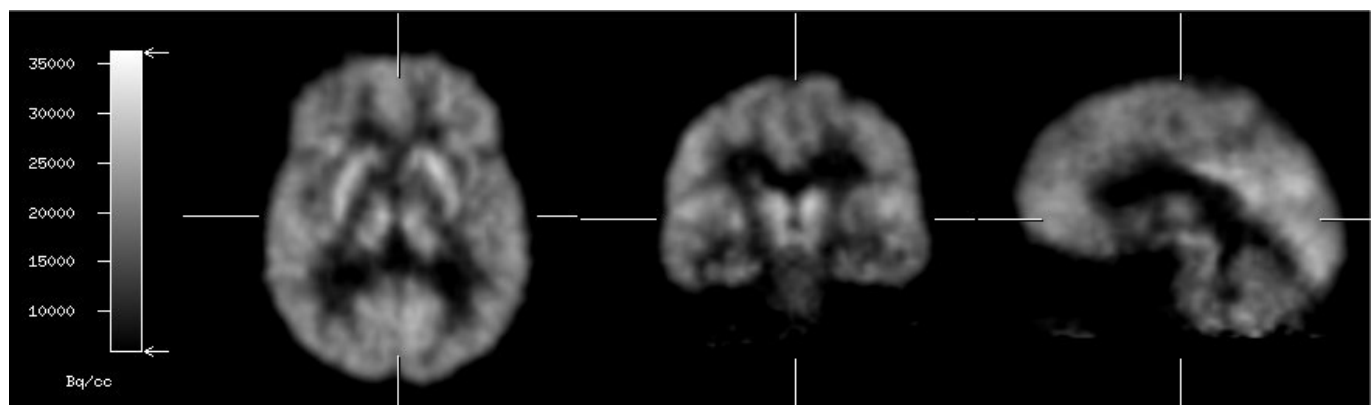


Abbildung 2: Das Positronen-Emissions-Tomogramm (PET) des Hirns mit dem „Standard-Tracer“ F18-Fluorodeoxyglucose stellt den Glukoseverbrauch dar. Die Skala in Bq/cc stellt die Aktivitätskonzentration dar; sie kann in Stoffwechseleinheiten umgerechnet werden (Quelle: Forschungszentrum Jülich GmbH, Institut für Medizin, PET)

die sich mit der Kognition und dem Verhalten von Menschen befassen, die das Präfix „Neuro“- für die Verwendung funktionaler Bildgebung des Gehirns nicht adoptiert haben. Dass von situationsbedingten Momentaufnahmen ausgesuchter Einzelpersonen und sehr künstlich anmutenden Untersuchungsbedingungen generalisiert wird, dass aufgrund der noch geringen Kenntnisse über mikrostrukturelle Vorgänge im Gehirn unbekannt ist, was diese Bilder eigentlich vorzeigen und was aus ihnen zu schließen erlaubt wäre, stört die Flut an Untersuchungen und die empirisch noch schlecht fundierten angeblich wissenschaftlichen Veröffentlichungen kaum. Man befindet sich ja mittels der neuesten Technologien an vorderster Front der Forschung...

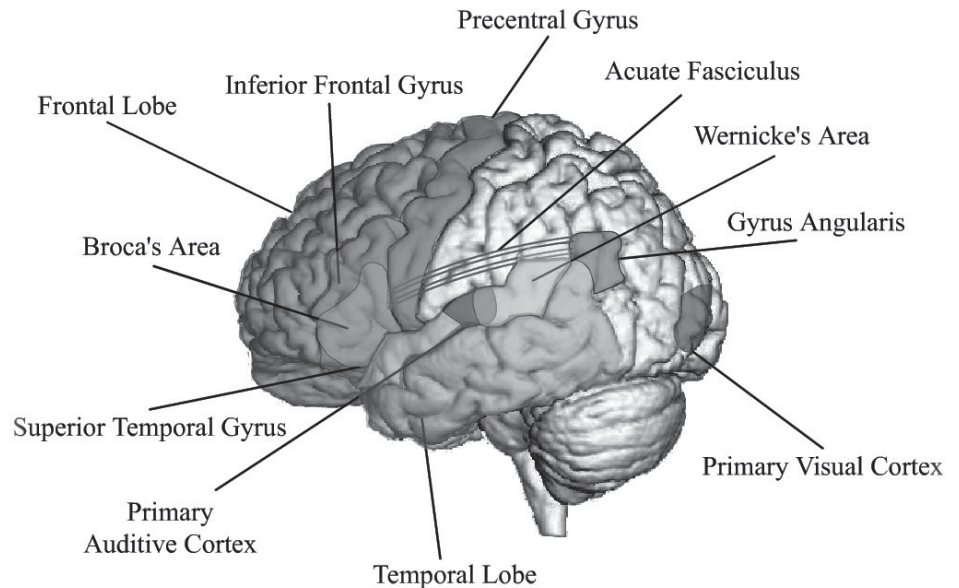


Abbildung 3: Hirnatlas (Quelle: Schmitz S, GERDA, Universität Freiburg, 2001)

Normierungen

Problematisch sind auch die Standardisierungsbemühungen bei der Verbildlichung des Körpers. Mit Projekten, wie dem *Human Brain Project* (Masanneck 2001a), sollen das Gehirn und seine Funktionen immer detaillierter in den wissenschaftlichen Blick genommen werden. Es hat zum Ziel, möglichst viele Daten „vom Gen bis zum Verhalten“ in Datenbanken zur Verfügung zu stellen und zu integrieren. Weiter sollen daraus ein generalisiertes anatomisches 3D-Standardgehirn sowie funktionelle oder krankheitsbedingte Hirnatlanten erstellt werden, um zu einem umfassenderen Verständnis von „normaler“ und „abnormaler“ Gehirnfunktion zu gelangen (Abb. 3). Zur anatomischen Standardisierung stehen verschiedene Mittelungsverfahren zur Verfügung, um die vergleichende Gebietsbestimmung vorzunehmen: landmarkenorientiert (am Schädelknochen), volumentreu oder durch Transformationen, linearer, affiner und höherer Ordnung. Da die anatomischen Verhältnisse individuell sehr verschieden sind, haben alle Mittelungsverfahren Probleme bei der Verwendung als Normierungsinstanz. Deshalb bedient man sich u.a. deformierbarer Atlanten und Wahrscheinlichkeits- und Variabilitätsatlanten mit graphischen Darstellungen statistischer Eigenschaften auf den anatomischen Umrissen (Thompson 2000). Dieses Vorgehen erklärt rechnerisch bestimmte Variationsgrenzen anstelle von deskriptiv-statistischen Vorfindungen

oder soziokulturellen Vorschreibungen zur Norm, die nicht mit Naturgesetzen zu verwechseln sind (Masanneck 2001b). In ihrer kritischen Analyse hat Masanneck zudem aufgezeigt, wie sich im *Human Brain Project* kulturelle Definitionen des gesunden bzw. kranken Geistes mit angenommenen hirnanatomischen Ursachen vermischen.

Die angenommene Korrespondenz zwischen Funktion und Anatomie hat den Wunsch nach funktioneller Kartographierung erzeugt, was 1967 zur Schaffung eines Standardsystems der funktionellen Neuroanatomie auf der Basis eines standardisierten Gehirns (einer Frau) von Talairach führte. Bessere neuroanatomische Zuordnung erlaubt heute Atlanten wie ECHBD oder MNI. Mit der u.U. gestörten Funktion durch Krankheit entsteht der Wunsch, diese und Korrespondenzen zwischen pathologischen Strukturen und gestörter Funktion ins Bild zu setzen. So zeigen sich manche neurologischen Erkrankungen, wie die Parkinsonsche Erkrankung, die Multiple Sklerose, die Alzheimer-Krankheit, aber auch psychische Erkrankungen in funktionellen Hirnbildern als physiologische Abweichungen. Für eine Reihe solcher Erkrankungen, wie endogene Depression oder Schizophrenie, wurden krankheitsspezifische neuroanatomische, neurophysiologische oder funktionelle Atlanten hergestellt (Narr 2001). Für die Schizophrenie gibt es sogar geschlechtsdifferenzierte Atlanten. Die Bebilderung der Krankheit kann leicht dazu führen, dass Diagnose und Therapiebedürftigkeit statt anhand klinischer Befunde nun anhand der bildlichen Evidenz gestellt



Britta Schinzel

Nach ihrem Studium der Mathematik und Physik stieg sie in die Compilerentwicklung in der deutschen Computerindustrie ein. Von dort wechselte sie in die Theoretische Informatik, zunächst an der TH Darmstadt, um sich dort zu habilitieren, dann an die RWTH Aachen. Sie ist Professorin für Informatik und Gesellschaft an der Universität Freiburg, wo sie sich mit Gender Studies in Naturwissenschaft und Technik und mit Neuen Medien in der Hochschullehre befasst.

werden. Doch zeigt ein Bild, das Ähnlichkeiten mit dem Krankheitsatlas hat, im Einzelfall wirklich eine individuelle Erkrankung, oder auch nur die Gefahr einer solchen? Und was ist Ursache und was Wirkung?

Weitere Differenzierungen durch Gruppierungen gibt es nach Geschlecht, Alter, oder auch (in den USA) nach Ethnien, mit dem Ziel, für die Gruppe spezifische Krankheitsmuster zu identifizieren. Manche Risiken und Nebenwirkungen sind leicht vorstellbar, andere liegen tiefer im erkenntnistheoretischen Wandel (Schmitz 2004, Schinzel 2004b).

Bei der Betrachtung von „Geschlecht im Gehirn“ mittels bildgebender Verfahren untersuchten Schmitz und Nikoleyczik (Nikoleyczik 2004) neurowissenschaftliche funktionelle Sprachuntersuchungen, die als Nachweis von Unterschieden gelten: „Shaywitz et al. (Shaywitz 1995) fanden bei der Reimerkennung mit Hilfe von fMR bei 19 Probanden eine stärkere linksseitige Aktivierung im vorderen Hirnlappen, bei 11 von 19 Probandinnen eine ausgeprägte beidseitige Aktivierung. Allerdings fanden sich keine parallelen Leistungsunterschiede. Diese viel zitierte Studie wird als Beleg für eine stärkere Bilateralität der generellen (!) Sprachverarbeitung bei Frauen gegenüber Männern herausgestellt und wird auch populärwissenschaftlich so rezipiert“. Zur Herstellung von Evidenz werden nur jene Bilder herangezogen, die Unterschiede zeigen: „Es wird dabei allerdings nicht berücksichtigt, dass das aktuelle Bild der Hirnstruktur oder -funktion das Ergebnis einer individuellen Historie (wie sie über Konzepte der Hirnplastizität erklärt wird) repräsentiert. Damit ist es selbst wissenschaftsimmanent kein Beleg für eine biologische Determination...“ Jedoch „... [in einer Studie] mit 100 Personen, fanden sich keine Geschlechterdifferenzen in den Sprachleistungen und bezüglich der Aktivierungs-Asymmetrie der untersuchten Hirnareale. Die Forschungsgruppe hat in ihrer Publikation außerdem eine ‚von der Norm‘ abweichende Darstellungsart gewählt, indem in den Visualisierungen der Gehirnaktivitäten nicht nur nach ‚Männern‘ und ‚Frauen‘ unterschieden wurde, sondern die Daten auch zufällig zu zwei Gruppen zugeordnet, ausgewertet und visualisiert wurden. Auch hier fanden sich keine Unterschiede (Frost 1999).“ Doch wird diese Arbeit im Unterschied zu Shaywitz et. al. kaum zitiert. Anelis Kaiser (Kaiser 2004) konnte zeigen, dass die Einstellung der fMR Einfluss auf die Darstellung von lateralisierten Sprachleistungen hat: Einmal zeigten sich bei denselben Personen Geschlechtsunterschiede, einmal nicht, einmal sogar waren bei den Männern die Seiten vertauscht. Welche Schäden die Popularisierung angeblich fundierter wissenschaftlicher Studien in Büchern wie denen von Pease & Pease „Warum Männer nicht zuhören und Frauen schlecht einparken können“ für die geschlechtliche Zuschreibung von Kompetenzen und in Folge für die Berufsorientierung, etc. anrichtet, möge einmal wissenschaftlich untersucht werden...

Literatur

- Coy W (2002) Visuelle Argumentationen, darin: „Visuelle Argumentationen – zur Eigenständigkeit technischer Bilder im Erkenntnisprozess“ und „Die Konstruktion technischer Bilder – Eine Einheit von Schrift, Bild und Zahl“. Online: [<http://waste.informatik.hu-berlin.de/Forschung/VisArg/>] (25.05.2004)
- Frost JA et al (1999) Language processing is strongly left lateralized in both sexes: Evidence from functional MRI. *Brain* 122 (2): 199–208
- Hagner M (1996) Der Geist bei der Arbeit. Überlegungen zur visuellen Repräsentation cerebraler Prozesse. S. 259–286, in: Borck, Cornelius (Hg.): *Anatomien medizinischen Wissens. Medizin – Macht – Moleküle*. Frankfurt/M, Fischer Taschenbuch Verlag
- Hennig J (2001) Chancen und Probleme bildgebender Verfahren für die Neurologie. *Freiburger Universitätsblätter* 153 (3): 67–86
- Hochhuth M (2005) Die Bedeutung der neuen Willensfreiheitsdebatte für das Recht, *Juristenzeitung* (JZ) 745–753
- Hoehne KH, Pommert A (1996) Volume Visualization. S. 423–443, in: Toga, Arthur W. & Mazziotta, John C. (Hg.): *Brain mapping: The methods*. San Diego: Academic Press
- Kaiser A et al (2004) Does sex/gender influence language processing? Men show bilateralization in a language production task. Poster. *Human Brain Mapping Conf*, Budapest
- Masanek C (2001a) Das Human Brain Project- Hirnforschung im 21. Jahrhundert; in Schinzel (ed.): *Interdisziplinäre Informatik: Neue Möglichkeiten und Probleme für die Darstellung komplexer Strukturen am Beispiel neurobiologischen Wissens*; *Freiburger Universitätsblätter*, 3, 2001, Rombach, Freiburg [nessus.loni.ucla.edu/icbm/index0.html]
- Masanek C (2001b) Das Human Brain Project – Hirnforschung im 21. Jahrhundert. *Freiburger Universitätsblätter* 153 (3): 87–104
- Mitchell WJT (1997) Der Pictorial Turn, in: Kravagna, Christian (Hrsg.): *Privileg Blick. Kritik der visuellen Kultur*, Berlin, 15–40
- Narr KL et al (2001) 3D Mapping of Gyral Shape and Cortical Surface Asymmetries in Schizophrenia: Gender Effects. *American Journal of Psychiatry* 158 (2): 244–255. Online: [http://www.loni.ucla.edu/~thompson/SZ/schizo_atlas.html] (29.06.2004)
- Nikoleyczik K (2004) NormKörper: ›Geschlecht‹ und ›Rasse‹ in biomedizinischen Bildern. In: Schmitz, Sigrid; Schinzel, Britta (Hrsg.): *Grenzgänge. Genderforschung in Informatik und Naturwissenschaften*. Ulrike Helmer Verlag: Königstein, 133–148
- Schmitz S (2004) Körperlichkeit in Zeiten der Virtualität. In: Schmitz, Sigrid; Schinzel, Britta (Hrsg.): *Grenzgänge. Genderforschung in Informatik und Naturwissenschaften*. Ulrike Helmer Verlag: Königstein, 118–132
- Schinzel B (2003) Körperbilder in der Biomedizin. S. 245–264, in: Frei Gerlach, Franziska; Kreis-Schinck, Annette; Opitz, Claudia & Ziegler, Béatrice (Hg.): *Körperkonzepte: Interdisziplinäre Studien zur Geschlechterforschung*. Münster: Waxmann
- Schinzel B (2004a) Epistemische Veränderungen durch die Informatisierung der Naturwissenschaften In: Schmitz, Sigrid; Schinzel, Britta (Hrsg.): *Grenzgänge. Genderforschung in Informatik und Naturwissenschaften*. Ulrike Helmer Verlag: Königstein, 30–49
- Schinzel B (2004b) Digitale Bilder: Körpervisualisierungen durch bildgebende Verfahren in der Medizin. In Coy, Wolfgang (Hrsg.): *Bilder als technisch-wissenschaftliche Medien*, Workshop der Alcatel-Stiftung und des Helmholtzzentrums der HU Berlin [waste.informatik.hu-berlin.de/Forschung/VisArg/2004]
- Shaywitz BA et al (1995) Sex differences in the functional organization of the brain for language. *Nature* 373: 607–609
- Thompson et al (2000) Mathematical/Computational Challenges in Creating Deformable and Probabilistic Atlases of the Human Brain. *Human Brain Mapping* 9: 81–92

Vom Anblick zum Einblick

Ein Algorithmus entschlüsselt die dreidimensionale Innenwelt des Körpers

Die Dominanz der visuellen Wahrnehmung prägt auch das diagnostische Vorgehen des Arztes. Endoskopie und Pathologie ergänzten schon früh die durch Anblick vermittelten Eindrücke. Mit der Entdeckung der Röntgenstrahlen durch Conrad Wilhelm Röntgen — 1896 erste spektakuläre Veröffentlichung eines Bildes durchstrahlter Hände — wurde das Bild vom Inneren des Menschen zu einem unverzichtbaren Medium der medizinischen Diagnostik. Da Röntgenstrahlen lediglich „Schattenbilder“ erzeugen, zweidimensionale Projektionen der dreidimensionalen Objekte, lernen Röntgenärzte in einer intensiven Spezialausbildung, die Räumlichkeit der diagnostisch relevanten Körperbereiche aus einer für den Laien oft verwirrenden Überlagerung aller im Strahlengang liegenden Strukturen zu interpretieren.

Als einen nächsten Meilenstein in der Geschichte der medizinischen Bildgebung präsentierte Geoffrey Hounsfield 1973 erstmals einen neuen, ebenfalls mittels Röntgenstrahlen erzeugten Bildtyp, das *computed tomogramme*, zu deutsch ein ‚errechnetes Schnittbild‘, das die körperinneren Strukturen wie eine Aufsicht auf eine virtuelle Schnittfläche durch den zu untersuchenden Körper wiedergibt. Die Computer-Tomographie (kurz CT), wie sie heute genannt wird, ist ein einzigartiges Beispiel für das synergetische Zusammenwirken von Physik, Mathematik, Ingenieurwissenschaft und Informatik.

Bereits 1917 veröffentlichte der Mathematiker Johann Radon eine Integraltransformation, die später nach ihm benannte Radon-Transformation, mit der er bewies, dass die vollständige Information über eine zweidimensionale Funktion aus (eindimensionalen) Parallelprojektionen in der Funktionsebene rekonstruiert werden kann. Sei die ‚Funktions‘-Ebene nun ein Querschnitt des Körpers, eine dünne Scheibe mit nichthomogener Stoffverteilung, können Projektionsfunktionen mittels Röntgenstrahlen gewonnen werden, indem ein Strahlenfächer die Scheibe in der Querschnittsebene durchstrahlt und eine Detektorzeile auf der Strahlenaustrittsseite die entlang des Strahlenganges summierte Absorption misst. Röntgenquelle und Detektorzeile rotieren um

den Körper, um die benötigten Projektionsfunktionen in mehreren Hundert Winkelinkrementen aufzunehmen.

Der heute vorwiegend praktizierte Berechnungsansatz für die Rekonstruktion der Absorptionsverteilung in der Ebene der projizierten Schicht macht wiederum eine Anleihe in der Signaltheorie: Er fußt auf der Dualität von Signalfunktion und Frequenzspektrum, die miteinander über die Fourier-Transformation verbunden sind. Analog zu den eindimensionalen Signalfunktionen im Zeitbereich werden Bilder als zweidimensionale Ortsbereichsfunktionen behandelt und mittels zweidimensionaler Fourier-Transformation in ebenfalls zweidimensionale Ortsfrequenzspektren transformiert. Im Spektralbereich nun lässt sich die Bildsynthese elegant als Überlagerung der Fouriertransformierten der Projektionsfunktionen ausdrücken.

Vor dem Eintritt ins Schlaraffenland liegt aber bekanntlich der Gießberg: Formulieren lässt sich die Problemlösung zwar elegant in einer *kontinuierlichen* Betrachtungsweise — die technische (digitale) Realität ist aber *diskret*, begonnen mit den quantisierten Messwerten aus den ca. 500 bis 1000 Einzelelementen des Strahlendetektors über die in Winkelschritten gepulste Röntgenstrahlung bis hin zur Pixelmatrix des rekonstruierten Bildes. Zur Überwindung der sich daraus ergebenden numerischen Probleme war wieder die Mathematik gefordert, um Messwertverfälschungen und Bildartefakte zu minimieren. Hochspezialisierte Prozessoren leisten den für die Durchführung der Transformationen und Filterprozesse erforderlichen hohen Rechenaufwand quasi in Echtzeit. So produziert ein moderner so genannter Spiral-CT im Sekundentakt mehrere hundert mm-dicht gestaffelte 500-500-Pixel-Schnittbilder; jedes Pixel stellt den Absorptionsfaktor eines submillimetergroßen Volumenelementes mit Zehntelprozent-Genauigkeit dar!

Umwälzend für die medizinische Diagnostik war, dass CT-Bilder (Abbildungen 1 bis 3) zwei entscheidende Neuerungen kombinieren: Sie geben Gestalt und Struktur der zu untersuchen-

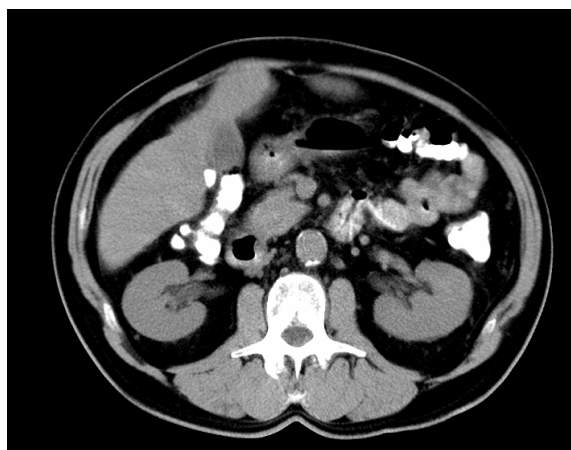


Abbildung 1 (links):
CT-Schnittbild des
Schädels in Augenhöhe

Abbildung 2 (rechts):
CT-Schnittbild des
Abdominalbereiches in
Höhe der Leber

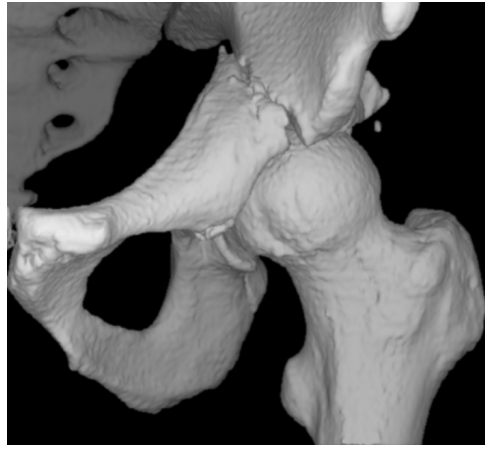
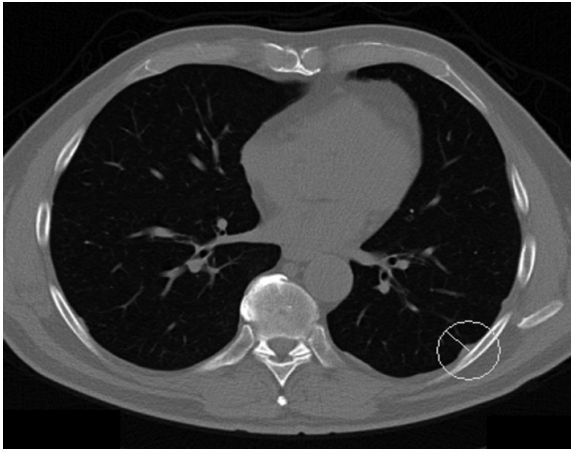


Abbildung 3 (links):
CT-Schnittbild der
Lunge; Verdacht auf
Rippenfelltumor (Kreis)

Abbildung 4 (rechts):
Aus CT-Schnittbildern
synthetisierte
3D-Visualisierung des
Hüftgelenkes

den Organe mit einer Auflösung in Bruchteilen von Millimetern geometrisch exakt und ohne Überlagerung benachbarter Objekte wieder. Mit der hochgenauen Angabe einer diagnostisch aussagekräftigen physikalischen Eigenschaft, der Röntgenstrahlendichte jedes in einem Bildelement verkörperten Volumenelementes der Körpermaterie, wurde erstmals eine Gewebedifferenzierung (z.B. Tumorgewebe gegenüber gesundem Gewebe) möglich.

Es brauchte einige Jahre, bis anfängliche Skepsis (Kommentar von Radiologen zu den ersten Prototypen mit 80-80-Pixel-großen Schnittdarstellungen: „Das sind doch keine *Bilder!*“) überwunden war und der diagnostische Gewinn in seiner Breite wahrgenommen wurde. Dann aber, Anfang der 80er Jahre, brach eine Euphorie aus: Kein Klinikum, das auf sich hielt, konnte es sich noch leisten, auf ein CT (Kaufpreis ½ Million Euro aufwärts) zu verzichten. Die Investitionsbudgets der Kliniken waren zu jener Zeit noch großzügig und die Gebührenordnungen expansionsfähig; die Großgeräteindustrie konnte mit den kostspieligen Systemen hohe Gewinne erzielen und entsprechend auch in deren Weiterentwicklung investieren. Mit verbesserter Technologie und Algorithmik, unterstützt durch die fortschreitende Leistungssteigerung der Computertechnik, erreichten Qualität und Geschwindigkeit der Bilddarstellung rasch die heutigen Standards.

Mehr noch, die Euphorie der dreidimensionalen Darstellung des Körperinneren erfasste, stimuliert durch reichlich Fördermitteln, auch die Forschung: Weitere physikalische Effekte wurden methodisch und technologisch für die Raumbildererfassung gefügig gemacht, so die Magnetresonanztomographie (MR) und die Bilderfassung mittels stoffwechselaktiver Isotope, die *Single-Photon Emission Computed Tomography* (SPECT) und die *Positron Emission Tomography* (PET). Auch die bis dahin zweidimensionale Ultraschall-Bildgebung wurde zu einer dreidimensionalen Darstellung weiterentwickelt.

Obwohl CT-Systeme und im Gefolge weitere 3D-Bildgebungstechniken seit nunmehr zwei Jahrzehnten in die klinische Routine eingezogen sind, harret ein Problem seiner grundsätzlichen Lösung: Eine dichte Sequenz von Schnittbildern ergibt einen dreidimensionalen Datenkörper, der eine vollständige Abbildung des inneren Aufbaues eines opaken Objektes darstellt. Eine unmittelbare und gleichzeitig umfassende Visualisierung existiert jedoch bisher nicht, denn für unsere an der natürlichen Umgebung geschulte visuelle Wahrnehmung ist der Durchblick durch

einen strukturiert stoffgefüllten Raum ein Widerspruch an sich. So wird in der radiologischen Diagnostik heute immer noch die Nebeneinander- oder Nacheinander-Darstellung der Schnittbilder praktiziert, und Radiologen werden umfassend im räumlichen Verständnis der so dargestellten Körperregionen geschult.

Alternativ werden mittels dreidimensionaler Segmentierung aus dem Bilddatenkörper Grenzflächen wie etwa die Hüllen von Organen, Knochen oder Gefäßen herausgelöst (Abbildung 4). Aus dieser Information generiert die Computergrafik opake oder transluzente Raumvisualisierungen, in denen jedoch die dreidimensionale Feinstruktur der Teilvolumina verloren gegangen ist. Raum ist hier für innovative Darstellungstechniken, die das Raumverständnis objektinnerer dreidimensionaler Feinstrukturen unmittelbar vermitteln. Informatik, Mathematik und Ingenieurwissenschaften haben uns Modalitäten für ein „neues“ Sehen beschert — ein neues Wahrnehmen müssen wir vielleicht erst noch lernen, um ihre Optionen umfassend zu nutzen zu können.

Abgeschlossen ist die Entwicklung sicherlich nicht, und sicher werden Informatik und Informationstechnik weiterhin eine essentielle Rolle als Werkzeug und Medium spielen. Jedoch werden heute, nicht zuletzt angesichts der immer knapper werdenden Budgets im Gesundheitswesen, auch kritische Stimmen vernnehmbar: Die Detailliertheit und Vielgestaltigkeit des Einblickes in den Körper führt dazu, dass kaum ein Mensch, erst einmal „durch die Röhre geschoben“, noch ohne Befund wieder herauskommt — nur, vom Befund bis zu einer Diagnose, auf die man eine wirksame Therapie aufbauen kann, kann der Weg lang sein. Andererseits sind der Erkenntnis über fundamentale Ursachen pathologischer Prozesse enge Grenzen gesetzt, da die komplexen Wirkungsmechanismen der Biologie eine schlüssige Rückverfolgung der vielgliedrigen Kausalkette von (sub)zellulären oder gar molekularen Vorgängen zu den makroskopischen Abbildungen ihrer Folgen kaum zulassen.

Menschen-Bilder

Visionen vom verbesserten Menschen

„I'll never understand what possessed my mother to put her faith in God's hands – rather than those of her local geneticist.“ (Vincent in Gattaca)

„Es scheint den Wissenschaftlern nichts größere Freude zu bereiten, als am menschlichen Körper maschinelle Strukturen zu entdecken.“ (Bammé et al. 1983, S.53)

Die Analyse und Manipulation des Erbgutes benötigt leistungsfähige Computer und Software. Ohne diese wären wohl weder das 1996 geborene Klonfah Dolly (Wilmut, Campbell, Tudge 2001) noch die Entschlüsselung des menschlichen Erbgutes möglich gewesen. Um das letztgenannte Ziel zu erreichen riefen 1990 eine Reihe von Industriestaaten das Human Genome Project ins Leben. Gleichzeitig veranlassten Hoffnungen auf Gewinne verheißende neue Felder die Privatwirtschaft ebenfalls zu entsprechenden Forschungsanstrengungen. Im Jahr 2001 berichtete das Magazin „Science“ in seiner Februarausgabe dann ausführlich über die unterschiedlichen Strategien von Human Genome Project und der privaten Firma Celera Genomics und gab die erfolgreiche Entschlüsselung bekannt. Die Nachricht ging in Windeseile um die Welt, doch mit der wissenschaftlichen Erfolgsmeldung werden die gesellschaftlichen und ethischen Fragen immer brennender.

Gerade solche Fragen sind es, die schon seit langem das literarische und filmische Genre der Science Fiction beschäftigen. Im weitesten Sinne geht es um die „Verbesserung“ des Menschen mittels wissenschaftlicher Erkenntnisse sowie die daraus resultierenden Folgen für den Einzelnen und die Gesellschaft. Im Folgenden sollen unter Bezugnahme auf einige solche Szenarien Motive sowie Gefahrenpotentiale dieser Entwicklungen vorgestellt und diskutiert werden.

Wie funktioniert der Mensch? Das Geheimnis des Lebens war für forschende Geister schon immer ein lockender Bereich. Dies im Blick, schlägt Wolfgang Coy im Eingangskapitel seines Buches über Industrieroboter eine Brücke zu prominenten Gelehrten verschiedener Fachgebiete, die sich mit solchen Fragen beschäftigt haben – von Leonardo da Vincis anatomischen Skizzen und der von ihm und Albrecht Dürer betriebenen „Geometrisierung des Körpers“ bis hin zu Mendels Kreuzungsexperimenten. „Die Funktion des menschlichen Körpers soll aus seinen Teilen verstanden werden“, so Coy (1985, S.9). Doch das Verstehen

sei dann in der industrialisierten Welt mit ihrem Fokus auf die Verwertbarkeit gegenüber der Triade „Analysieren – Konstruieren – Beherrschen“ in den Hintergrund getreten.

Es gibt unzählige Science-Fiction-Filme, in denen direkt oder indirekt die Veränderung des Erbgutes thematisiert wird. Schon recht früh wurde beispielsweise der 1896 veröffentlichte Roman *The Island of Dr. Moreau* von H.G. Wells, in dem ein Gott spielender Wissenschaftler bizarre Mischwesen aus Mensch und Tier erzeugt, ein erstes Mal verfilmt (*Island of Lost Souls*, USA 1933, R: Erle C. Kenton). Den „mad scientist“ – diesem Charakter begegnet man in vielen Filmen zu diesem Thema – spielte Charles Laughton, in späteren Verfilmungen übernahmen mit Burt Lancaster (*The Island of Dr. Moreau*, USA 1977, R: Don Taylor) und Marlon Brando (*The Island of Dr. Moreau*, USA 1996, R: John Frankenheimer) ebenfalls bekannte Stars die Titelrolle. Über 100 Jahre nach Erscheinen des Buches integrierten nun Forscher menschliche Stammzellen in die Gehirne von Mäuseembryonen (Rötzer 2005). Und ebenfalls letztes Jahr startete die EU das CHIMBRIDS-Projekt¹, in dem die naturwissenschaftlichen, ethischen, philosophischen und rechtlichen Aspekte der Erzeugung transgener Mensch-Tier-Mischwesen zu medizinischen Zwecken untersucht und erörtert werden sollen.

Wunsch Kinder

Kann man ein menschliches Wesen künstlich erschaffen? Diese Frage – oder dieser Wunsch – taucht von alten Schöpfungsmythen über den Golem und Frankensteins Geschöpf bis zu Capeks Robotern und manchen Visionen der Künstlichen Intelligenz immer wieder auf (vgl. Coy 1985). Das verwendete Material scheint dabei unwichtig, die Phantasien und Forschungsanstrengungen richten sich auf den jeweils modernen Stand der Technik: Alchemie, Medizin und Elektrizität, Mechanik, Elektronik, Gentechnik. Macht ist dabei ein zentrales Motiv: Macht im Prozeß der



Ralf E. Streibl

Ralf E. Streibl, Diplom-Psychologe, Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Studienzentrum Informatik der Universität Bremen, Mitglied der FfF-Regionalgruppe Bremen.



*Neugeborenen-Screening:
„Früher sagte man, ein Kind, das
mit Liebe gezeugt wird, habe eine
größere Chance, glücklich zu wer-
den. Das sagt man heute nicht
mehr.“ (Gattaca)*

Schöpfung, Macht über das geschaffene Wesen und Stärkung der eigenen Macht in der Gesellschaft mit Hilfe eines machtvollen Gehilfen (vgl. Streibl 2004). „Künstliche Menschen stellen sich dem erwartungsvollen, dem Fortschritt aufgeschlossenen Zeitgenossen als die bessere Version menschlicher Möglichkeiten dar“, schreibt Wolfgang Coy (1985, S.131) und fährt fort: „Die zweite Schöpfung verspricht so die Perspektive besserer (oder nachgebesserter) Schöpfung: In ihr zeigt sich eine unbewußte gesellschaftliche Utopie, die Hoffnung auf magische oder technische Lösungen“. Doch die Hoffnung kann enttäuscht werden, die Schöpfung misslingen, die Macht missbraucht werden oder sich gegen den Schöpfer und andere Menschen richten – entsprechende Szenarien werden in vielen Filmen zu diesem Thema entwickelt. Science Fiction wird hier zu einer (mehr oder minder tiefgehenden) Reflektionsinstanz für die Folgen neuer technischer Entwicklungen.

Die Rekombination des Erbgutes bei der biologischen Fortpflanzung ist ein Spiel des Zufalls. Wäre es – so eine oft gestellte Frage – daher nicht sinnvoll, dem Zufall Zügel anzulegen und das „Optimale“ aus der Fortpflanzung herauszuholen? Der Film *Gattaca* (USA 1997, R: Andrew Niccol) entstand zu einer Zeit, als weltweit fieberhaft an der Entschlüsselung des Erbgutes gearbeitet wurde. Die Buchstaben A, G, T und C, aus denen sich auch der Filmtitel zusammensetzt, werden im Vor- und Abspann des Filmes hervorgehoben – eine Hommage an die Nukleotidbasen der DNS (Adenin, Guanin, Thymin, Cytosin).

Gattaca: Vincent Freeman ist ein sogenanntes „Gotteskind“: Er wurde auf natürlichem Wege gezeugt in einer Gesellschaft, welche die genetische Ausstattung ihres Nachwuchses nicht mehr dem Zufall überlässt. Eine Krankenschwester hält das Bein des Neugeborenen fest und entnimmt ihm eine Blutprobe², während der Vater gespannt zusieht. Sie liest ihm die Ergebnisse der

sofort durchgeführten Analyse dieser Probe vom Bildschirm vor: „Neurological condition: 60% probability. Manic depression: 42% probability. Attention deficit disorder: 89% probability. Heart disorder: ... 99% probability. Early fatal potential. Life expectancy: 30.2 years.“ Die Wahrscheinlichkeiten bestimmen Vincents weiteres Leben und führen zu permanenter Diskriminierung. So wird er z.B. nicht in den Kindergarten aufgenommen, da dessen Versicherung nicht haften würde, falls er dort einmal hinfällt.

Eine ferne Vision? Mitnichten. Auch heute klassifiziert man Menschen als „behindert“ oder „autistisch“ und erzeugt damit häufig Schubladen sich selbst erfüllender Prophezeiungen (vgl. Feuser 1996, Streibl 2000). „Die psychiatrischen Diagnosen haben inzwischen einen kategorialen Wert erlangt, insofern nämlich, als sie eine Etikettierung, eine Stigmatisierung des Kranken darstellen, über die hinaus es keine Möglichkeit der Aktion oder Annäherung gibt“, kritisiert Basaglia (1974, S.7). Wer bestimmt die Normen, nach denen eingestuft wird? Schon jetzt gibt es Gerichtsurteile, welche die Geburt eines behinderten Kindes als „Schaden“ ansehen, für den der pränatal untersuchende Arzt haften müsse (vgl. z.B. Kröncke 2001). In seinem Essay über „pränatale Diagnostik und postnatale Solidarität“ stellt Lehmann (1996) fest, dass die gesellschaftliche Toleranz gegenüber Behinderungen sinkt, während die „Nachfrage der Eltern nach fehlerfreiem Nachwuchs“ steigt.

In Reaktion auf ihre Erfahrungen beschließen Vincents Eltern, dass ihr zweites Kind auf dem in ihrer Gesellschaft „natürlichen“ Weg gezeugt werden soll: es wird in vitro von Genetikern konstruiert. Die Eltern können – wie beim Autokauf – die Parameter ihres Wunschkindes konfigurieren: sie entscheiden sich für einen Jungen mit hellbraunen Augen, dunklem Haar und heller Haut. Die Eltern betrachten die befruchteten Eizellen auf dem



*Besuch beim Genetiker:
„Nach der Überprüfung blieben,
wie sie sehen, zwei gesunde
Jungen und zwei sehr gesunde
Mädchen übrig...“ (Gattaca)*

Fernsehschirm, während der Genetiker sie informiert, er habe natürlich auch alle potentiell abträglichen Beschwerden ausgeschaltet: vorzeitige Kahlheit, Kurzsichtigkeit, Alkoholismus und Suchtanfälligkeit, Neigung zur Gewalt, Fettleibigkeit usw. Er beruhigt die Eltern: „Keep in mind: The child, it's still you. Simply the best of you. You could conceive naturally 1000 times and never get such a result“.

Die Entstehung eines Kindes wird zur Konstruktion. In Fortschreibung der Erfahrungen im Bereich industrieller Fertigung beschreibt Aldous Huxley in seinem 1932 erschienen Roman *Brave New World* eine luxuriöse Wohlstandsgesellschaft („im Jahr 632 nach Ford“), die ihr Fortbestehen und ihr Klassensystem durch Systematisierung und Maschinisierung der Fortpflanzung, ergänzt durch mediale Konditionierung der verschiedenen Kasten sowie Psychopharmaka, sichert.

Anders als in *Gattaca*, wo die Eizelle nach der optimierten Befruchtung im Reagenzglas wieder der Mutter eingepflanzt wird, die das Kind dann bis zur Geburt austrägt, ist in *Brave New World* auch die Entwicklung der Embryonen industrialisiert. Sie wachsen in Nährtanks heran und werden dabei bereits vorgeburtlich auf ihre späteren Aufgaben in der Gesellschaft vorbereitet. So wird beispielsweise bei Delta- oder Epsilon-Embryonen – den späteren Arbeitern – die Sauerstoffzufuhr reduziert, um zu hohe Intelligenz zu verhindern. In Huxleys Dystopie werden konsequent die Interessen der Wirtschaftlichkeit und Verwertung benannt, wie sie als Ordnungsvorstellungen und Herrschaftsprinzipien seit der Industrialisierung dem System Fabrik innewohnen (Coy 1985, S.148) und auch Kern der Bestrebungen hinsichtlich der Patentierbarkeit „lebender Produkte“ sind (vgl. Feuser 2002).

Die in Deutschland bislang nicht so bekannte Verfilmung von *Brave New World* (USA 1998, R: Leslie Libman & Larry Williams)³ beginnt mit einer Szene, in der eine junge Frau eine Gruppe von Schulkindern durch die Reproduktionshallen führt, in denen die in vitro gezeugten Embryos in einzelnen Tanks heranwachsen. Sie erklärt:

„This is how life begins – for all of us. The male and female DNA are matched to make sure everything turns out just right. The



In der Reproduktionshalle: „You mean, they were MOTHERS and FATHERS?!“ – „There is no need to use bad language!!“ (Brave New World)

„Der Wunsch nach optimaler Vorprogrammierung der genetischen Ausstattung des Nachwuchses gipfelt wieder einmal in der Vorstellung, selbst Intelligenz oder ›Genialität‹ ließen sich durch die richtige genetische Kombination produzieren. Der Partner wird dann nicht um seiner selbst willen ausgewählt, nicht mit der Zuneigung für ihn wird der Wunsch nach einem gemeinsamen Kind verknüpft, sondern wichtig wird die ›Tauglichkeit‹ seines Genmaterials, die nach kulturell gerade gültigen Standards beurteilt wird. Zur Zeit scheint die ›naturwissenschaftliche Intelligenz‹ – was immer das sei – hoch im Kurs zu stehen. Die Wunschrichtung ist deutlich: Statt eines Golfs einen Mercedes. Das Genmaterial von der ›Samenbank für Nobelpreisträger‹ verheißt Stellenwert in der sozialen Rangleiter.“ (Bammé et al. 1983, S.103)

egg is fertilized. The DNA are combined and the baby starts to grow. Before the wars men and women would match up their own DNA. Then ... anything could happen – it was very dangerous. The children belonged to them – like objects. They didn't value freedom like we do today. It was called ‚family‘. Hm, we've come a long way since then!“

Ein Schüler antwortet :

„Today we have no crime, no disease, no war, no aging, no suffering. Each of us is genetically designed to fit perfectly into our place in society. So everyone is happy.“

Ein Mädchen fragt, wie denn in früheren Zeiten Kinder „dekantiert“ worden seien. Als die Lehrerin antwortet, dass Kinder stattdessen geboren wurden, kommt seitens der Kinder die Frage: „... you mean – like animals?!“ – „It's hard to believe“, entgegnet die Lehrerin. „Yes, it was a very painful, dangerous and degrading experience!“

In *Brave New World* wird der Nachwuchs komplett konstruiert, um in der Reproduktion ihrer Mitglieder die immerwährende Reproduktion der Gesellschaft sicherzustellen. Deren Leitspruch lautet: „Community, Identity, Stability“ (Huxley 1969, S. 4). „Ninety-six identical twins working ninety-six identical machines“, läßt Huxley den Direktor voll Enthusiasmus eines der Ziele des Reproduktionsverfahrens beschreiben. In *Gattaca* hingegen sind die gentechnisch vorausgewählten und verbesserten Kinder noch immer Individuen, Kinder ihrer Eltern. Der zwischengeschaltete Ingenieursprozess soll sie optimal auf die Gesellschaft vorbereiten, in die sie hineingeboren werden. Doch wieviel Variabilität, wieviel Individualität bleibt noch, wenn „Optimierung“ das erklärte Ziel ist?

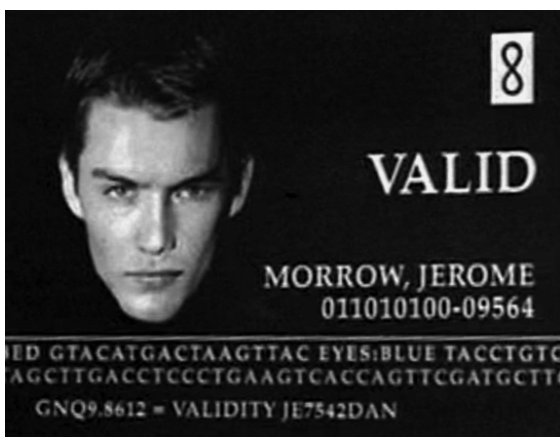
Menschenoptimierung

Neben der bereits angesprochenen Problematik der Definition dessen, was „normal“ sei (vgl. hierzu auch Caplan 2005), liegt eine weitere Schwierigkeit in den impliziten Werten. Im Hintergrund steht der Traum vom optimalen oder gar Superwesen. Der Idee einer „Verbesserung“ des Einzelnen liegt ein übersteigertes Leistungs- und Konkurrenzdenken zugrunde. Doch wenn Leistung eine Frage der Konstruktion wird, was besagt sie dann noch? Und wenn alle optimal sind, wer ist dann der Beste?

Der genetische Code, so lautet ein verbreiteter Irrtum, sei etwas Ähnliches wie ein festgelegtes Programm, welches unsere physischen und psychischen Eigenschaften bestimmt. Der oft geführte Disput, was durch die Erbanlagen und was durch die Umwelt verursacht werde, hat sich jedoch durch Forschungen relativiert: Viele Gene höherer Lebewesen wie des Menschen weisen – abhängig von Umgebungseinflüssen – phasenweise aktivere oder inaktivere Zustände auf. Einfluss auf die Regulation der Genaktivität haben dabei Signale aus der jeweiligen Zelle selbst, aus dem Gesamtorganismus, aus der Außenwelt (z.B. Nahrung, Klima, Umweltbelastungen) und nicht zuletzt auch psychische Faktoren, die vom Gehirn in biologische Vorgänge wie bioelektrische Impulse und Nerven-Botenstoffe umgewandelt werden. Die große Mehrheit der Krankheiten (98%) hat keine Veränderungen der DNA-Sequenz als Ursache. Das Geheimnis von Gesundheit bzw. Krankheit liege in den meisten Fällen, so Bauer (2005, S.234), in der Regulation der Gene.

In diesem Licht bestätigen sich die Warnungen vor den Folgen allzu genetisch-deterministischer Weltbilder, die dazu führen, dass die Aufmerksamkeit zu sehr auf den Genen liegt. Die realen Verursacher von Schäden könnten damit leicht aus dem Blick geraten (Bammé et al. 1983, S.99) und die Möglichkeiten, die sich im Einzelfall bieten, würden übersehen.

Da seine genetische In-Validität ihm alles verbaut, insbesondere auch seinen Traum verhindert, ins All fliegen zu dürfen, nimmt Vincent durch Vermittlung eines Gen-Maklers die Identität des genetisch perfekten Jerome an, der seit einem Unfall auf den Rollstuhl angewiesen ist. Er gibt dessen Urin- und Blutproben als die seinen aus, „verliert“ Jeromes Haare und Hautschuppen usw. Jenseits der DNA-Kontrollen hat es der genetisch minder ausgestattete Vincent schon als Jugendlicher – z.B. im Wettstreit mit seinem genetisch perfekten Bruder – gelernt, sich mit Willenskraft dem gesellschaftlichen Gen-Determinismus zu widersetzen und sich den Anforderungen erfolgreich zu stellen. Der perfekt konstruierte Jerome hingegen – er nennt sich nach dem Identitätstausch mit Vincent „Eugene“ (Eugenik = Erbgesundheitslehre) – hat durch seinen Unfall de facto seine gesellschaftliche Rolle verloren. Um seinen Lebensstandard zu wahren, bleibt ihm nur der Untergrund-Verkauf seiner genetischen Identität.



Die Computeranalyse der Urinprobe entscheidet: valid or in-valid (Gattaca)

Grundlage für die Gendiagnostik und die gesellschaftlichen Reaktionen in *Gattaca* ist ein darwinistisches Wertesystem: Den genetisch am besten ausgestatteten Menschen stehen Tür und Tor offen. Sie leben ein behagliches Leben, während die genetisch Beeinträchtigten als Außenseiter leben oder als Hilfsarbeiter niedrige Arbeiten verrichten. Das Prinzip des „survival of the fittest“ erweitert sich über die gen-deterministische Perspektive hinaus. Die Bedrohung oder Herausforderung liegt sowohl für den genetisch beeinträchtigten Vincent als auch für den unfallgeschädigten Jerome in der sozial rigiden Umwelt, die durch Ausgrenzung, technische Überwachung und permanente genetische Kontrollen gekennzeichnet ist. Folgerichtig ist Vincents gelungene Anpassung ebenfalls sozialer und nicht biologischer Natur: Er umgeht das System und betrügt es. Der auf die Spitze getriebene Sozialdarwinismus wird vom Outsider mit Erfolg unterlaufen.

Als kurz vor Erreichen seines Wunschzieles Vincent doch noch von der Überwachungsmaschinerie entlarvt wird, setzt sich ein Mensch, der Arzt, der die Urinprobe überwacht, über das Maschinenurteil hinweg. Er wusste schon lange, dass Vincent nicht der war, für den er sich ausgab. Vor dem Hintergrund eines eigenen „in-validen“ Kindes sieht er das gnadenlose System genetischer Optimierung und Kontrolle differenzierter, kritischer und damit menschlicher. Ein Happy-End? Während Vincent in einer Rakete dem selbst gewählten Exil auf einer anderen Welt entgegenfliegt, wählt Jerome für sich den Freitod in einer Brennkammer – mit einer Medaille, die an seine früheren Leistungen erinnert, um den Hals.

So wie das „Gotteskind“ Vincent die gen-optimierte Gesellschaft herausfordert, so wird die von Huxley geschilderte „schöne neue Welt“ durch einen „Wilden“ herausgefordert. Auf natürliche Weise gezeugt und geboren, aufgewachsen außerhalb der alles regulierenden Gesellschaft, kommt er als Erwachsener in die Stadt. Zunächst fasziniert und gefesselt von den Unterhaltungsangeboten erkennt er jedoch schnell, dass es sich dabei um Schein und leere Hüllen handelt.

Das Glück aus dem Konditionierungszentrum lässt der Wilde nicht gelten. Er will keine Bequemlichkeiten. Er will Gefahren und Freiheit, Tugend und Sünde. Er fordert das Recht auf Unglück, Alter, Hässlichkeit, Impotenz und vieles weitere mehr.

Auf die anschließende Frage, was nun mit dem „Wilden“ geschehen werde, antwortet der „Controller“: „*Nothing happens to him. John is the exception that proves the rule. He proves that our system is so stable we can even tolerate a savage in our midst.*“

Informationsideologie

Aktuelle Forschungsbestrebungen, wirtschaftliche Verwertungsinteressen und warnende Utopien verweisen auf eine deutliche Entwicklung: Biologie wird immer mehr zur Technik. Während sich früher Ingenieure von der Vielfalt der Natur und ihrem Einflusreichtum haben inspirieren lassen, dringen heute technokratische Weltbilder und Ingenieurs-Werkzeuge immer weiter in die „Wissenschaft von der belebten Natur und den Gesetzmäßigkeiten im Ablauf des Lebens von Pflanze, Tier und Mensch“ (Duden 2001) ein.

Erbgut wird als Information betrachtet, die man nicht nur analysieren, sondern die man auch beliebig bearbeiten kann. Die Vorstellungen reichen von intensivem „Data Mining“ auf den Genen über die Beherrschung einer Vielzahl von Krankheiten bis hin zur Konstruktion neuer Hochleistungscomputer, die nicht mehr elektronisch, sondern auf DNA-Basis funktionieren sollen – einen ersten Prototyp präsentierte Adleman bereits 1994 (vgl. auch Zimmer 1999).

Doch es gibt auch kritische Stimmen: Bereits 1978 warnte Herbig vor einer eugenischen Politik, die sich auf vielfältige Daten aus Genanalysen etc. stützt. Kliche und Moser (1994) befürchten u.a., dass die zunehmende Durchleuchtung des Erbguts zu einem medizinischen „Datenschatten“ führt, der sowohl von Arbeitgebern, Versicherungen, Behörden vielfältig missbraucht werden könnte und – als self-fulfilling prophecy – auch das Verhalten des Betroffenen selbst beeinflussen kann (über Vermeidungsverhalten, Schwächegefühle, Ängste). Krankheit würde zunehmend als genetischer Defekt aufgefasst, die bereits heute durch Medizintechnik und Pharmaindustrie massiv beförderte Reparaturmentalität gegenüber dem menschlichen Körper würde auf dieser Ebene verstärkt werden und einer weiteren Technikgläubigkeit Vorschub leisten. Unter Bezugnahme auf Chorover (1982) warnen die Autoren: „Der verbreitete Wunsch nach Krankheits-Beherrschung wirkt als Köder für eine gleitende, naturwüchsig scheinende Durchsetzung einer in ihren herrschaftswissenschaftlichen Potentialen unbedachten ‚Zurichtung des Menschen‘“ (Kliche & Moser, 1994, S.226f).

Heute lässt sich mit den Informationen des menschlichen Erbguts bereits gut verdienen. Im Januar 2000 gewährte die isländische Regierung der privaten Firma DeCode Genetics eine 12jährige Lizenz zur kommerziellen Auswertung der medizinischen, genetischen und genealogischen Daten der isländischen Bevölkerung mittels einer zentralen Datenbank (vgl. Rötzer 2000). Und da offenkundig mit derartigen Informationen ein Geschäft zu machen ist, folgten andere Länder (Tonga, Estland) schnell dem isländischen Beispiel. In Estland konnte das ursprüngliche Ziel, knapp eine Million Esten – zwei Drittel der Bevölkerung – als Gen-Spender zu gewinnen, aufgrund von Finanzierungsproblemen noch nicht realisiert werden (Steiner 2004). Und in Großbritannien, wo die Polizei mit den Daten von drei Millionen Menschen über die größte Gen-Datenbank der Welt verfügt, gibt es beim Gesundheitsministerium erste Überlegungen, in Zukunft die Erbgut-Informationen aller Briten gleich nach der Geburt zu speichern (Zagatta 2006).

- 1 Weitere Informationen unter <http://www.chimbrids.org/>
- 2 Ein Blick in die Gegenwart: Datenschützer kritisieren die langfristige Archivierung der Blutproben von Neugeborenen, wie sie in deutschen Kliniken jahrelang betrieben wurde und teilweise noch wird (vgl. hierzu auch die Beiträge von Görlitzer in diesem Heft).
- 3 Es mutet erstaunlich an, dass dieses klassische Werk erst vergleichsweise spät verfilmt wurde. Vor der genannten Produktion gab es eine frühere Adaption für das Fernsehen (USA 1980, R: Burt Brinkerhoff), die wohl nie in Deutschland gesendet wurde. Die geringe Aufmerksamkeit, die der 1998er Verfilmung in Deutschland zu Teil wurde, mag auch am deutschen Titel „Die geklonte Zukunft“ anstelle des griffigen „Schöne neue Welt“ liegen. Beide Filme sind erstaunlicherweise auch nicht in dem sonst sehr umfassenden Übersichtswerk von Seeßlen und Jung (2003) genannt.

Literatur

- Adleman, L. (1994): Molecular Computation of Solutions to a Combinatorial Problem. In: Science, 266 (11), S.1021-1024.
- Bammé, A.; Feuerstein, G.; Genth, R.; Holling, E.; Kahle, R.; Kempin, P. (1983): Maschinen-Menschen, Mensch-Maschinen. Grundrisse einer sozialen Beziehung. Reinbek: Rowohlt.
- Basaglia, F. (1974): Was ist Psychiatrie? In: Basaglia, F. (Hrsg.): Was ist Psychiatrie? Frankfurt/M., S.7-18.
- Bauer, J. (2005): Das Gedächtnis des Körpers. Wie Beziehungen und Lebensstile unsere Gene steuern. 3. Aufl. München: Piper.
- Caplan, A. (2005): Would you have allowed Bill Gates to be born? Advances in prenatal genetic testing pose tough questions. <http://www.msnbc.msn.com/id/7899821/> (updated 31.5.2005)
- Chorover, S.L. (1982): Die Zurichtung des Menschen. Von der Verhaltenssteuerung durch die Wissenschaften. Frankfurt: Campus.
- Coy, W. (1985): Industrieroboter. Zur Archäologie der zweiten Schöpfung. Berlin: Rotbuch.
- Duden (2001): Das Fremdwörterbuch. 7. Aufl. Mannheim: Dudenverlag.
- Feuser, G. (1996): „Geistigbehinderte gibt es nicht!“. Projektionen und Artefakte in der Geistigbehindertenpädagogik. In: Geistige Behinderung, 1, S.18-25.
- Feuser, G. (2002): Patente, Rendite, Wirtschaftsstandort. Statement anlässlich der Ausstellung „Der imperfekte Mensch“ in Berlin. http://www.imperfekt.de/lic_sta_feuser_tex2.html
- Herbig, J. (1978): Die Gen-Ingenieure. Durch Revolutionierung der Natur zum Neuen Menschen? München: Hanser.
- Huxley, A. (1969): Brave New World. New York: Perennial Library. (Original 1932).
- Kliche, T.; Moser, H. (1994): Gentechnologie. In: Asanger, R.; Wenninger, G. (Hrsg.): Handwörterbuch Psychologie. 5. Aufl. Beltz: Psychologie Verlags Union, S.226-231.
- Kröncke, G. (2001): Der Schaden, geboren zu sein. In: Süddeutsche Zeitung, 30.11.2001. Online: http://www.trisomie21.de/schadenersatz_wegen_trisomie_sz.html
- Lehmann M. (1996): Verhindertes behindertes Leben. Die Weltwoche, Nr. 41, 10.10.1996, S. 49-53.
- Rötzer, F. (2000): Gendatenbank für eine Nation. In: telepolis, 07.02.2000. <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/6/6611/1.html>
- Rötzer, F. (2005): Mäuse mit menschlichen Gehirnzellen. In: telepolis, 14.12.2005. <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/21/21569/1.html>
- Seeßlen, G.; Jung, F. (2003). Science Fiction. Geschichte und Mythologie des Science Fiction Films (zwei Bände). Marburg: Schüren.
- Steiner, E. (2004): Biotechnologie in Estland: Goldgräberstimmung. In: Deutsches Ärzteblatt, 101 (45), <http://www.aerzteblatt.de/v4/archiv/artikel.asp?id=44158>
- Streibl, R.E. (2000): Behinderung in der Informationsgesellschaft. In: FlfF-Kommunikation, 13 (2), S.6-10.
- Streibl, R.E. (2004): „Dieses Kind ist die Hoffnung der Welt.“ Facetten omnipotenter MachtSchöpfung im Film „Demon Seed“. In: FlfF-Kommunikation, 21 (1), S.41-43.
- Wilmot, I.; Campbell, K.; Tudge, C. (2001): Dolly. Der Aufbruch ins biotechnische Zeitalter. München: Hanser.
- Zagatta, M. (2006): Gen-Tests auf Verdacht. London legt die größte Erbgut-Datenbank der Welt an. In: „Europa heute“, Deutschlandfunk, 11.01.2006. <http://www.dradio.de/dlf/sendungen/europaheute/457215/>
- Zimmer, R. (1999): Ein universeller DNA-Computer. Vom Chip zu den Erbmolekülen. In: Der GMD-Spiegel, (3/4), S.24-28.

Stand aller genannten Internetadressen: März 2006.

Neue Informationstechnologie und Gesundheit

Digital modulierte Mikrowellen neuer Kommunikationssysteme, wie z. B. Mobilfunk, wecken in der Öffentlichkeit Sorgen oder sogar Ängste vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen. Zur Erläuterung des aktuellen Wissensstandes werden hier die Ergebnisse der weltweiten Literatur zum Thema zusammengefasst.

Zahllose Kommunikationssysteme unter Anwendung digital modulierter Mikrowellen haben im letzten Jahrzehnt eine breite Nutzung erfahren. Neben dem digitalen GSM- und UMTS-Mobilfunk und drahtlosen Telefonen zählen zu diesen Systemen z. B. WLAN (Wireless Local Area Network), Bluetooth und RFID (Radio Frequency Identification). Die Einführung dieser neuen Technologien wirft eine Reihe gesellschaftlicher Fragen auf, die erst allmählich soziologisch, psychologisch, pädagogisch, kommunikationswissenschaftlich und medizinisch angegangen werden (Höflich 2005).

In diesem Beitrag stehen die etwaigen gesundheitsrelevanten Wirkungen der von diesen Systemen gesendeten elektromagnetischen Wellen im Vordergrund. In einer zum Teil vehement geführten öffentlichen Diskussion werden diesen digital modulierten elektromagnetischen Feldern unterschiedliche gesundheitsschädigende Einflüsse, von subjektiven Beschwerden bis hin zum Krebs, angelastet. Hinzu kommt die objektiv nachvollziehbare Tatsache, dass die Immission des Menschen durch die digital modulierten Mikrowellen der neuen Technologien, insbesondere durch die nah am Körper betriebenen Geräte, deutlich ansteigt. Bereits heute sind Szenarien mit mehreren am Körper betriebenen Geräten (z.B. GSM-Handys, Bluetooth-Peripherie, drahtlose EKG-Überwachung) und/oder in unmittelbarer Nähe des Körpers sendenden Systemen (z. B. UMTS-Handys, WLAN-Laptops, verschiedene RFID-Systeme) nicht nur denkbar, sondern Realität. Die stärkste, meist lokale Immission des Nutzers verursacht dabei heute das GSM-Handy.

Methode und Material der Bewertung

Zur Beurteilung des aktuellen Wissensstandes über Effekte der Felder neuer Technologien wird mit dem Vorteil der Ausgewogenheit die weltweite wissenschaftliche, vor allem medizinisch/biologische Literatur zum Thema herangezogen. Dazu werden aus dem heutigen Bestand von über 10.000 Publikationen diejenigen Arbeiten ausgesucht, die den Feld- und Modulationskennwerten der neuen Technologien am besten entsprechen. Im nächsten Schritt steht die Suche nach nachvollziehbaren und vor allem wissenschaftlich belegten Wirkungsmechanismen dieser Felder im Organismus im Vordergrund. Derartige Kenntnisse würden die gezielte weitere Suche nach bestimmten Symptomen erleichtern. Aber unabhängig davon, ob nachgewiesene Wirkungsmechanismen vorliegen oder nicht, müssen tatsächliche Einflüsse der Felder auf die Gesundheit in experimentellen medizinischen Untersuchungen belegt werden. Ein Gegenbeweis dafür, dass Felder keine Wirkung auf den Organismus

ausüben, könnte hingegen auf Grund der großen biologischen Variabilität des Organismus und der Individuen nur in unzähligen vielen Untersuchungen vorgenommen werden; ein derartiger Nachweis ist deshalb praktisch nicht durchführbar.

Zur Überprüfung eines Zusammenhangs zwischen den Mikrowellen und der Gesundheit werden unterschiedliche medizinisch/biologische Untersuchungen herangezogen, die verschiedenartige Aussagekraft besitzen. Untersuchungen an Menschen haben hierbei eine hohe Wertigkeit, aus ethischen Gründen kommen nur epidemiologische Studien und, in wenigen Fällen, Provokationsstudien in Frage. Die Epidemiologie vergleicht die Häufigkeit definierter Erkrankungen und/oder Beschwerden bei exponierten und nicht exponierten Personengruppen. Das Verhältnis der Häufigkeiten ist ein statistisches Maß, bezeichnet als Odds Ratio (OR) oder Relatives Risiko (RR) für die Beurteilung der Stärke eines Zusammenhangs. Eine OR bzw. RR von 1 stellt kein Risiko dar, statistisch signifikante Werte über 2 müssen hingegen ernst genommen werden. Die Voraussetzung für aufschlussreiche epidemiologische Untersuchungen sind möglichst große Fall- und Kontrollgruppen, die die Bevölkerung repräsentieren, und bezüglich einer Reihe von Faktoren wie Alter, Geschlecht, Rasse, Lebensgewohnheiten und der Exposition selbst gut gepaart sind. Damit auch Wirkungen der Langzeitexposition auf verschiedene Erkrankungen, wie z. B. Krebs, mit einer Latenzzeit von mehr als 10 Jahren erkannt werden, wird meist eine retrospektive Untersuchung über längere Zeiträume, unter Zuhilfenahme von Krankheitsregistern, vorgenommen.

Die Epidemiologie liefert eine statistische Abschätzung des Risikos bestimmter Umwelttoxine, ohne die Frage der tatsächlichen Ursächlichkeit beantworten zu können. Hierzu werden tierexperimentelle Untersuchungen, vor allem mit kleinen Tieren (Mäuse, Ratte, etc.) vorgenommen. Mit der Applikation von Feldern, die im Vergleich zum Alltag wesentlich stärker sind und im Tierexperiment mehrmonatige Expositionen erlauben, werden Zustände simuliert, die bezüglich der Dosis mit einer Langzeitexposition der Menschen in der Praxis vergleichbar sind. Unter Heranziehung genetisch manipulierter Tiere können darüber hinaus sehr spezifische Einflüsse auf bestimmte Erkrankungen studiert werden.

In Provokationsstudien mit Betroffenen wird im Labor überprüft, ob die gemeldeten Beschwerden, wie z. B. Einsetzen von Kopfschmerzen, tatsächlich von definierten Feldern ausgelöst werden können. Im bewährten Design werden Doppelblindversuche (die Exposition ist weder dem Probanden, noch dem Versuchsleiter bekannt) mit mehrfachen Wiederholungen durchgeführt.

Die so genannten „in vitro“- , d.h. Reagenzglas-Untersuchungen, werden vorrangig zum Nachvollziehen gemeldeter Effekte und mutmaßlicher Wirkungsmechanismen herangezogen. Wegen der Isolierung lebender Zellen vom Körper müssen die gewonnenen Ergebnisse am gesamten Organismus, z. B. im Tierexperiment, überprüft werden, bevor eine Abwägung der Konsequenzen für den Menschen vorgenommen werden kann.

Ein vollständiges Zitieren der zugehörigen Literatur ist wegen des großen Umfangs nicht möglich, die im Anhang aufgeführten Publikationen sollen als Literaturverweise verstanden werden. Detaillierte Recherchen können im EMF-Portal (www.femu.rwth-aachen.de) kostenfrei vorgenommen werden.

Ergebnisse

Wirkungsmechanismen der Mikrowellen im Organismus

Bisherige Studien stützen nur thermische Effekte starker Mikrowellen in lebender Materie. Eine Erwärmung von Gewebe über 41°C kann, je nach Dauer der Erwärmung, zur Schädigung oder sogar zum Absterben der Körperzellen führen. Zu den primär thermischen Effekten zählt auch das so genannte „Mikrowellenhören“, bei dem starke gepulste Mikrowellen im Kopf thermoplastisch eine akustische Welle und eine Wahrnehmung erzeugen. Athermische Effekte von Mikrowellen im Gewebe konnten bisher trotz vieler Ansätze nicht reproduzierbar belegt werden. In populärwissenschaftlichen Abhandlungen wird zwar häufig den digital modulierten Mikrowellen eine besondere Wirksamkeit nachgesagt, bei der die niederfrequente Umhüllende zur Geltung kommen soll. Dazu müssten die Mikrowellen im Körper zunächst gleichgerichtet werden. Bisher konnten allerdings keine Gewebestrukturen im Körper gefunden werden, die eine Gleichrichtung der Mikrowellen bewirken.

Die Mikrowellen der neuen Kommunikationssysteme sind so ausgelegt, dass auch im ungünstigsten Fall eines Handy-Betriebs maximal eine harmlose Erwärmung einzelner Körperpartien im Bereich von wenigen Zehntel Grad auftreten kann. Wegen der Unkenntnis athermischer Effekte der Mikrowellen im Körper fehlen jedoch bisher jegliche Hinweise auf mögliche Arten und Orte der Wirkung digital modulierter Mikrowellen des Alltags im Organismus, die experimentellen Überprüfungen müssen daher breit angelegt werden.



Jiri Silny

Prof. Dr. Jiri Silny, nach Doppelstudium Promotion in der Elektrotechnik (1976) und Habilitation in der Medizin (1986). Die Schwerpunkte seiner wissenschaftlichen Arbeit sind die elektromagnetische Wechselwirkung im Organismus, deren Anwendung in der medizinischen Diagnostik und Therapie sowie ihre umweltmedizinischen Konsequenzen. Er leitet das Forschungszentrum für Elektro-Magnetische Umweltverträglichkeit (femu) im Universitätsklinikum der RWTH Aachen (www.femu.rwth-aachen.de).

Einfluss auf das Krebsgeschehen

Die Vorgänge des Krebsgeschehens werden in der Aufspaltung und Änderung molekularer Bindungen in der die genetische Information tragenden DNA gesehen. Im Gegensatz zur ionisierenden Strahlung, wie z. B. Röntgen- oder Gammastrahlen, können Mikrowellen mit einer elementaren Energie, die um mehrere Zehnerpotenzen unter der Bindungsenergie der Moleküle und Atome liegt, eine derartige DNA-Schädigung nicht verursachen.

Zur experimentellen Überprüfung eines mutmaßlichen Zusammenhangs zwischen Mikrowellen der neuen Technologie und dem Krebsgeschehen wurden zahlreiche epidemiologische, tierexperimentelle und Reagenzglas-Untersuchungen mit unterschiedlichen Endpunkten durchgeführt. In über 20 retrospektiven epidemiologischen Studien, die zum Teil breite Bevölkerungsgruppen in der EU abdecken, stand das Risiko eines Tumors, insbesondere im Bereich des Kopfes, bei Nutzern digitaler Handys und schnurloser digitaler Telefone im Vordergrund. Dabei wurden, neben den herkömmlichen Faktoren, auch die Häufigkeit und Dauer der Handynutzung wie auch die Seitigkeit des Telefonierens und der Krebserkrankungen berücksichtigt. Nur wenige Studien mit kleinen Feld- und Kontrollgruppen zeigten für bestimmte Datensätze schwach erhöhte, aber meist nicht signifikante OR-Werte über 2, wogegen die meisten Studien mit OR-Werten um 1 einen Zusammenhang zwischen Handynutzung und Krebs nicht bestätigen können. Tierexperimente zur Überprüfung eines eventuellen Langzeiteffekts der Mikrowellen liefern Ergebnisse, die insgesamt eine Korrelation zwischen Krebs und Mobilfunk nicht bestätigen. Nur eine von 18 Studien hat eine höhere Inzidenz von Lymphomen für Gruppen mit einer starken Mobilfunkexposition ergeben. Die restlichen 17 Studien zeigen dagegen keinen Effekt, obwohl zum Teil stärkere Felder, wesentlich größere Tiergruppen und längere und besser definierte Expositionen gewählt wurden.

Die Resultate der mehreren 100 Reagenzglas-Untersuchungen zu verschiedenen Endpunkten sind widersprüchlich und brachten bisher keine konsistenten Hinweise auf eine Beteiligung von Mobilfunkfeldern am Krebsgeschehen.

Die bisherige Literatur (Dasenbrock 2005, Lönn 2005, Moulder 2005, Silny 2004, Vijayalaxmi 2005) stützt nicht den postulierten Zusammenhang zwischen der Exposition durch die GSM-Mobilfunkfelder und dem Krebsgeschehen. Dementsprechend ist die Wahrscheinlichkeit einer derartigen Wirkung für die wesentlich schwächeren Felder von WLAN, Bluetooth oder GSM- bzw. UMTS-Basisstationen des Mobilfunks noch wesentlich niedriger.

Neurodegenerative Erkrankungen

Erkrankungen des zentralen Nervensystems (ZNS) wie z. B. Multiple Sklerose, Parkinson oder Schizophrenie werden in einer erhöhten Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke (BHS) gesucht. Eine Forschungsgruppe (Salford 2003)

Technikrisiken in der juristischen Betrachtung

Sowohl die Rechts- als auch die Naturwissenschaften befassen sich u.a. mit Risiko- und Gefahrenabwehr. Wer im Umwelt- und Gesundheitsrecht vor der Frage steht, ob von technischen Anlagen Gesundheitsrisiken oder sogar Gefahren ausgehen, z.B. Mobilfunk-Basisstationen, Bahnstromleitungen, Agrarbau mit gentechnisch verändertem Getreide angenommen ein Bürger strengt dagegen ein Gerichtsverfahren an bedarf zur Klärung dieser Frage der Mithilfe durch Sachverständige. Denn aus eigener Sachkunde heraus können Richter die sich auftuenden medizinischen und naturwissenschaftlichen Fragen, wie sich z.B. nichtionisierende Strahlung auf den menschlichen Organismus auswirkt, nicht beantworten. In den 1990er Jahren hatten Gerichtsverfahren vor Verwaltungs- und Zivilgerichten gegen „Elektrosmog-Anlagen“ regelrecht Hochkonjunktur; inzwischen ist es um diese Fragen wieder ruhiger geworden. Die Kläger behaupteten negative gesundheitliche Auswirkungen der elektromagnetischen Felder (vgl. hierzu auch Silny in diesem Heft) und verlangten Unterlassung. Ganz überwiegend wurde aber entschieden, dass bei Einhaltung der Grenzwerte der 26.BImSchV die Anlagen betrieben werden dürfen.

Weiterhin interessant – als Folgefrage für den interdisziplinären Diskurs zwischen Juristen und Naturwissenschaftlern – bleibt daraus vor allem: Welche Partei hat das Vorliegen/die Abwesenheit welcher Risiken/Gefahren darzulegen und zu beweisen? Wenn ein Kläger behauptet, seine Gesundheit würde durch den Betrieb einer technischen Anlage in der Nachbarschaft gefährdet, dann ist er in einem zivilrechtlichen Unterlassungsprozess für diesen Vortrag beweispflichtig. Ähnlich im verwaltungsgerichtlichen Verfahren: Hier muss das Gericht im Wege der Amtsermittlung zu der Überzeugung gelangen, dass von der Anlage Gesundheitsbeeinträchtigungen ausgehen oder drohen. Kann der Nachweis nicht erbracht werden, verliert der Kläger.

Wie aber verhält es sich mit der Beweislast, wenn zu einer jungen Technik noch keine abschließenden wissenschaftlichen Erkenntnisse dazu vorliegen, ob vom Betrieb der Anlage Risiken oder Gefahren ausgehen? Kann dem Kläger zugemutet werden, sich auch dann noch den Emissionen auszusetzen, wenn Spätfolgen nicht gänzlich ausgeschlossen werden können? Und unter welchen Umständen können welche Beweiserleichterungen – bis hin zur Beweislastumkehr – zur Anwendung kommen?

Oftmals hielten es die Kläger in den ‚Elektrosmog-Prozessen‘ fälschlicherweise für ausreichend, Risiken unter Rückgriff auf wissenschaftlich zumeist nicht sonderlich fundierte Studien, oder genauer: Meinungskundgaben einschlägig bekannter „politischer Wissenschaftler“, zu behaupten und im Gegenzug von den Anlagenbetreibern den positiven Nachweis der Unschädlichkeit der Anlagen abzufordern. Die Gerichte sind diesem Ansinnen nicht gefolgt, würde die Einführung neuer Techniken dadurch doch praktisch unmöglich, wenn der Anlagenbetreiber stets mit naturwissenschaftlicher Sicherheit deren Unschädlichkeit beweisen müsste. So hoch dürfen die Anforderungen nicht gestellt werden. Andererseits darf auch nicht verkannt werden, dass die Abwesenheit epidemiologischer Erkenntnisse nicht von den Betroffenen zu verantworten ist, die nicht mit dem Risiko behaftet werden dürfen, Spätfolgen zu tragen und Opfer eines Feldversuches zu werden. Die widerstreitenden Interessen – technischer Fortschritt und Wirtschaftswachstum auf der einen, weitest möglicher Gesundheitsschutz auf der anderen Seite – treten somit zuweilen in ein Spannungsverhältnis. Eine durch und durch zeitlose Frage, vor der zukünftige Generationen genauso stehen werden, wie wir heute.

Grob gesprochen: Je größer die potentiellen Risiken/Gefahren einer technischen Anlage, je mehr und je nachhaltiger Menschen zu Schaden kommen können, desto größer müssen die Sicherheitsvorkehrungen und Voruntersuchungen ausfallen und desto eher wird sich eine Beweislastverschiebung weg vom Kläger hin zum Anlagenbetreiber für den Nachweis der Unschädlichkeit rechtfertigen lassen.

Riemer M (2005) Einflüsse epidemiologischer Forschung auf das Strahlenschutzrecht (Dissertation), Uni-Edition Berlin, ISBN 3-937151-400, bison.ub.uni-bielefeld.de/volltexte/2005/746/index.html.

Dr.PH Martin Riemer ist Rechtsanwalt in Brühl/Rheinland

HerzKreislauf

beobachtete in Tierexperimenten eine erhöhte Durchlässigkeit der BHS unter Einwirkung starker Mikrowellenfelder. In einer Überprüfung durch mehrere unabhängige Gruppen (Franke 2005, Finnie 2002) wird gezeigt, dass zwar die Durchlässigkeit der BHS physiologisch durch Erwärmung schwach erhöht wird, die ZNS-Krankheiten aber nicht mit athermischen Wirkungen von Mobilfunkfeldern in Verbindung gebracht werden können.

Eine Publikation (Braune 1998) berichtet über die Beeinflussung des systolischen und diastolischen Blutdrucks bei Probanden, die im Labor Feldern von GSM-Handys ausgesetzt waren. Eigene Replikationen der Autoren (Braune 2002) und andere Studien mit größeren Probandengruppen konnten diese Ergebnisse nicht belegen.

Subjektive gesundheitliche Beschwerden

Subjektive Beschwerden wie Kopfschmerz, Migräne, Schwindel, Müdigkeit, etc. sind alt bekannte gesundheitliche Schwächen, deren objektiver Nachweis noch nicht möglich ist und deren Ursachen nicht bekannt sind. Eine Reihe von Betroffenen, die sich als ‚Elektrosensible‘ bezeichnen, stellt eine Beziehung zwischen diesen Beschwerden und elektromagnetischen, insbesondere den Feldern neuer Kommunikationssysteme, her. Bisherige epidemiologische Untersuchungen und Provokationsstudien mit ‚Elektrosensiblen‘ konnten allerdings diese Zuordnung nicht bestätigen (Rubin 2005, Seitz 2005).

Schlafstörungen

Schlafstörungen werden von einigen Hausbewohnern in unmittelbarer Nähe der Mobilfunkbasisstationen beanstandet. Auch einige initiale Studien mit Probanden im Schlaflabor (Mann 1996), die Mikrowellen des Mobilfunks ausgesetzt waren, ergaben einen Einfluss auf den Schlaf. Nachfolgende größere und besser kontrollierte Probandenstudien, bei denen neben subjektiven Berichten auch objektive Kriterien der Schlafqualität aus dem Elektroenzephalogramm herangezogen wurden, konnten dagegen keine Beeinträchtigung des Schlafes, auch nicht durch die Mobilfunkfelder der Handys, feststellen. Die initialen Befunde konnten von den Autoren selbst in eigener Wiederholung nicht bestätigt werden (Mann 2004).

Einfluss auf kognitive Funktionen

In der Literatur werden vereinzelt unterschiedliche Beeinflussungen der kognitiven Leistungen durch die GSM- oder UMTS-Felder beschrieben (Preece 1999, Koivisto 2000, Authors 2004). In Tests der Gedächtnis- und Lernleistung sowie der Reaktionszeit werden statistisch schwach signifikante Effekte ermittelt, deren gesundheitliche Relevanz unklar ist. In einer Überprüfung konnte keiner dieser berichteten Effekte bestätigt werden (Haarala 2003), was die Zuverlässigkeit der bisherigen Hinweise in Frage stellt. Die Gesamtbewertung der Literatur zeigt keine konsistenten Effekte der Mobilfunkfelder auf die kognitiven Leistungen.

Störungen elektronischer Implantate

Elektronische Implantate wie z. B. Herzschrittmacher, Kardioverter Defibrillatoren, Nerven- und Muskelstimulatoren oder Cochlear-Implantate können insbesondere durch die nah am Körper betriebenen GSM-Handys empfindlich gestört werden. Unter bestimmten Umständen kann die Störung, insbesondere der ersten zwei Aggregattypen, für den Träger sogar lebensbedrohlich sein. Deshalb wird den Trägern dieser Implantate empfohlen, einen Abstand zwischen dem betriebenen Handy und dem Implantat von mindestens 15 cm einzuhalten. Das Risiko einer Störung elektronischer Implantate durch den UMTS-Mobilfunk ist wesentlich geringer, eine Beeinträchtigung der Implantate durch wesentlich schwächere Felder der GSM- und UMTS-Basisstationen sowie WLAN und Bluetooth ist sehr unwahrscheinlich.

Zusammenfassung

Die schnelle und zum Teil flächendeckende Einführung neuer Kommunikationstechnologien unter Anwendung digital modulierter Mikrowellen ist von gesundheitlichen Beschwerden aus der Bevölkerung und Berichten über Effekte aus initialen medizinisch/technischen Untersuchungen begleitet. Es werden Beeinträchtigungen des Wohlbefindens, subjektive Beschwerden, Beeinflussung der Denk- und Gedächtnisprozesse, Einfluss auf neuro-degenerative Erkrankungen und Krebs als Folge der Exposition durch die elektromagnetischen Felder der neuen Technologie gemeldet. In der Öffentlichkeit werden durch diese Meldungen Sorgen und Ängste vor den neuen Technologien gesteigert.

Viele der initialen medizinischen Untersuchungen weisen offensichtliche Mängel in der angewandten medizinischen oder technischen Methodik auf. Diesbezügliche Kritik hat dazu geführt, dass in neueren Studien beide Aspekte gleichrangig und wesentlich sorgfältiger geplant und in der Durchführung berücksichtigt werden.

Heute stehen für die Bewertung des Wissensstandes über 1000 Publikationen allein über Einflüsse von Mikrowellen auf den Organismus zur Verfügung. Trotz vielfältiger Ansätze konnten keine nachvollziehbaren athermischen Wirkungsmechanismen der in der Praxis vorkommenden Mikrowellen belegt, und in Replikationen initialer Studien konnten keine der gemeldeten direkten athermischen Effekte der Mikrowellen im Organismus bestätigt werden. Dieses Ergebnis schließt starke gesundheitlich relevante Einflüsse der von den neuen Technologien benutzten Mikrowellen aus, wobei in Anbetracht des Forschungsfortgangs subtile Einflüsse noch nicht gänzlich ausgeschlossen werden können.

Die Störanfälligkeit der elektronischen Implantate wie Herzschrittmacher oder Kardioverter-Defibrillatoren auf gepulst modulierte Mikrowellen hat sich dagegen bestätigt. Deshalb sollen herkömmliche GSM-Handys nur in einem sicheren Abstand von mehr als 15 cm vom elektronischen Implantat betrieben werden. Andere Quellen, wie z. B. UMTS-Handys oder wesentlich schwächere digital modulierte Mikrowellen der UMTS- und GSM-Basisstationen, WLAN, Bluetooth, etc., sind dagegen als harmlos einzustufen.

Literatur

- Authors NL (2004) TNO study on the effects of GSM and UMTS signals on well-being and cognition Gr, (2004/13E): 1–55
- Braune S et al (1998) Resting blood pressure increase during exposure to a radiofrequency electromagnetic field. *Lancet*, 351: 207
- Braune S et al (2002) Influence of a radiofrequency electromagnetic field on cardiovascular and hormonal parameters of the autonomic nervous system in healthy individuals. *Radiat Res*, 158 (3): 352–356
- Dasenbrock C (2005) Animal carcinogenicity studies on radiofrequency fields related to mobile phones and base stations. *Toxicol Appl Pharmacol*, 207: 342–346
- Finnie JW et al (2002) Effect of long-term mobile communication microwave exposure on vascular permeability in mouse brain. *Pathology*, 34 (4): 344–347
- Franke H et al (2005) Electromagnetic Fields (GSM 1800) Do not Alter Blood-Brain Barrier Permeability to Sucrose in Models In Vitro With High Barrier

Tightness. Bioelectromagnetics, 26: 529–535

Haarala C et al (2003) Effect of a 902 MHz electromagnetic field emitted by mobile phones on human cognitive function: A replication study. Bioelectromagnetics, 24 (4): 283–288

Höflisch J, Gebhardt J; Hrsg (2005) Mobile Kommunikation. Perspektiven und Forschungsfelder, Peter Lang Verlagsgruppe — Europäischer Verlag der Wissenschaften: Frankfurt am Main u.a. (ISBN 3-631-51542-1)

Koivisto M et al (2000) Effects of 902 MHz electromagnetic field emitted by cellular phones on response times in humans. NeuroReport, 11: 413–415

Lönn S, et al (2005) Long-Term Mobile Phone Use and Brain Tumor Risk. Am J Epidemiol, 161: 526–535

Mann K, Roeschke J (1996) Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep. Neuropsychobiology, 33(1): 41–47

Mann K, Rösche J (2004) Sleep under exposure to high-frequency electromagnetic fields. Sleep Med Rev, 8 (2): 95–107

Moulder JE et al (2005) Mobile phones, mobile phone base stations and cancer: a review. Int J Radiat Biol, 81(3): 189–203

Preece AW et al (1999) Effect of a 915-MHz simulated mobile phone signal on cognitive function in man. Int J Radiat Biol, 75(4): 447–456

Rubin GJ et al (2005) Electromagnetic hypersensitivity: a systematic review of provocation studies. Psychosom Med, 67 (2): 224–232

Salford LG et al (2003) Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. Environ Health Perspect, 111 (7): 881–883

Seitz H et al (2005) Electromagnetic hypersensitivity (EHS) and subjective health complaints associated with electromagnetic fields of mobile phone communication—a literature review published between 2000 and 2004. Sci Total Environ, 349 (1–3): 45–55

Silny J et al (2004) Gesundheitsrelevante Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder des Mobilfunks und anderer neuer Kommunikationssysteme Umweltmed Forsch Prax, 9 (2): 127

Vijayalaxmi, OG (2005) Controversial cytogenetic observations in mammalian somatic cells exposed to extremely low frequency electromagnetic radiation: a review and future research recommendations. Bioelectromagnetics, 26 (5): 412–430

Link

Forschungszentrum für Elektro-Magnetische Umweltverträglichkeit (*femu*) im Universitätsklinikum der RWTH Aachen
<www.femu.rwth-aachen.de>

Anja Gerlmaier, Erich Latniak

Wenn der Akku leer ist

Gesundheitliche Auswirkungen flexibler Formen der Wissensarbeit

Projektmanagement, Mobil- und Teamarbeit oder Vertrauensarbeitszeit: Flexible Formen der Arbeit halten Einzug in die Unternehmen. Sie beschenken den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern nicht nur mehr Selbstverantwortung und Freiheiten. Widersprüchliche Arbeitsanforderungen, Leistungsintensivierung und entgrenzte Arbeit stellen die Kehrseite des „new way of work“ dar.

Und die Dauerbelastungen bleiben nicht ohne Folgen für die Gesundheit: Nach einer jüngst für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) durchgeführten Studie zeigt jeder dritte Beschäftigte in IT-Projekten Anzeichen einer chronischen Erschöpfung, leiden Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in IT-Projekten im Vergleich zu anderen Tätigkeitsgruppen deutlich häufiger unter psychosomatischen Störungen wie Nervosität, Schlafproblemen und Magenbeschwerden.

Neue Arbeit = gute Arbeit?

Aus arbeitswissenschaftlicher Sicht dominierte lange Zeit die optimistische Erwartung, dass die Arbeit in Projekten aufgrund von Kooperationsmöglichkeiten, hohem Anreizgrad und vielen Freiheiten weitgehend gesundheitsförderlich sein müsste. Aktuelle Studien verweisen jedoch eher auf gegenteilige Tendenzen eines zunehmenden Humanressourcenverschleißes. Im Bereich qualifizierter Angestelltentätigkeiten wächst der Anteil von Personen, die unter Termin- und Leistungsdruck leiden, sind lange Arbeitszeiten in vielen Unternehmen an der Tagesordnung (Bolinger 2004).

Die Befunde werfen die Frage auf, welche besonderen Belastungskonstellationen in der Projektarbeit dafür verantwortlich sind, dass immer mehr Beschäftigte „ausbrennen“ (das ‚Burn-out‘-Syndrom, siehe Kasten). Ergebnisse einer vom BMBF geförderten Studie zur „Nachhaltigkeit von Projektarbeit“, bei der sieben IT-Projekte in unterschiedlichen Unternehmen untersucht wurden, verweisen als Ursachen von Burnout in diesem Bereich vor allem auf vielfältige Widersprüche in der Arbeit (Gerlmaier 2005).

Belastungen in der Projektarbeit

Zu den häufigsten Ursachen psychischer Belastungen in den untersuchten IT-Projekten zählten Zeitdruck, nicht geplante Zusatzaufwände, Arbeitsunterbrechungen und Lernbehinderungen, die sich durch restriktive Zeitvorgaben und Abgabetermine als Probleme gegenseitig aufschaukelten und zu ausufernden Arbeitszeiten beitrugen. Als wichtige Quelle von Zeitdruck und Zusatzaufwand wurde in allen untersuchten Projektgruppen das Dilemma benannt, während des Arbeitsprozesses mit immer neuen Anforderungen und Änderungswünschen konfrontiert

zu werden, trotz des Zusatzaufwandes jedoch an die geplanten Auslieferungstermine gebunden zu sein („Planungsdilemma“).

Auch die Praxis vieler IT-Unternehmen, Mitarbeiter in mehreren Projekten gleichzeitig einzusetzen, stellte eine häufige Ursache von Stress dar. Als sehr belastend wurde vor allem der Umstand erlebt, dass mehrere Projektverantwortliche, zum Teil auch Kunden, Weisungen erteilen konnten, den Projektmitarbeiterinnen und –mitarbeitern aber häufig angemessene Einflussmöglichkeiten auf die Priorisierung, Zeitplanung und Organisation der jeweiligen Arbeitsaufgaben fehlten („Auslastungsdilemma“). Zu massiven Arbeitsverdichtungen kam es insbesondere dann, wenn sich zeitkritische und arbeitsintensive Phasen überschneiden. Auslastungsprobleme entstanden oft, wenn zusätzliche Kontroll- und Dokumentationsaufgaben in das Projektteam verlagert wurden (z.B. Mehrfachdokumentation von Aufwänden, Erstellung von Statusberichten), dafür jedoch keine zusätzliche Bearbeitungszeit zur Verfügung gestellt wurde.

Daneben spielten Unterbrechungen und Arbeitsbehinderungen im Belastungsgeschehen eine wichtige Rolle. Fünf von sieben Projektgruppen berichteten von Behinderungen durch die Verwendung aufgabenunangemessener Hardware- oder Softwarekomponenten. Darüber hinaus beeinträchtigten in vielen Projekten fehlende Entscheidungen auf Management- oder Kunden-seite die Entwicklungsarbeit. Dies führte oft dazu, dass Arbeiten unterbrochen oder Aufgaben verschoben werden mussten, jedoch weiterhin erwartet wurde, dass die Projekttermine eingehalten werden. Besonders Teams mit Schnittstellen zu Kunden oder anderen Vertragspartnern hatten darüber hinaus mit Arbeitsbehinderungen durch fehlende Voraussetzungen zu kämpfen, wie z.B. Datenleitungen, die umständlich beschafft werden mussten, was wiederum zu Zeitproblemen bei der Bewältigung der „eigentlichen“ Arbeit führte.

Als Belastung wurde in vielen Projektgruppen schließlich das Dilemma erlebt, sich permanent in neue Methoden und Arbeitsinhalte einarbeiten zu müssen, jedoch hierfür vom Projektmanagement keine ausreichende Zeit und Unterstützung zu bekommen (so genannte Aneignungsbehinderungen).

Kritische Ereignisse verschärfen die Belastungssituation

Neben diesen latenten Belastungseinflüssen spielten kritische Ereignisse im Projekt eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Stress und Burnout. Emotionale Belastungen durch sich aufschaukelnde Konflikte mit Kunden, Vorgesetzten und Kollegen, aber auch Vertragsprobleme mit dem Kunden, die auf das Projektgeschehen durchschlugen oder die Ankündigung eines massiven Arbeitsplatzabbaus im Unternehmen hatten einen maßgeblichen Einfluss auf das Befinden. Sie führten nicht nur zu Stress, sondern wirkten sich insgesamt auch negativ auf die Motivation und die Leistungsfähigkeit aus.

Zur Aufschaukelung vieler der beschriebenen Belastungen trug vor allem bei, dass viele der

Beschäftigten für die Bewältigung derartiger Problemsituationen keinen ausreichenden Einfluss auf die Gestaltung ihrer Arbeitsprozesse oder Ressourcen hatten. Häufig wurde davon berichtet, dass Vorschläge zur Entlastung und Optimierung von Projektablaufen vom Projektmanagement mit dem Verweis auf mögliche Sanktionen durch den Kunden verwehrt wurden.

Auswirkungen auf die Gesundheit

Trotz vielfältiger Ressourcen in der Arbeit wie einer freien Arbeitszeiteinteilung oder eines als förderlich wahrgenommenen Sozialklimas konnte bei den teilnehmenden Projektmitarbeiterinnen und –mitarbeitern ein deutlich erhöhtes gesundheitliches Risiko festgestellt werden: 41% der Befragten wiesen massive Anzeichen einer chronischen Erschöpfungssymptomatik auf, 31% konnten nach der Arbeit nicht mehr „abschalten“, was als Vorstufe zum Burnout gilt. Im Vergleich zu anderen Berufsgruppen litten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den untersuchten IT-Projekten deutlich häufiger unter Müdigkeitsgefühlen, Nervosität und Schlafstörungen.

Was schützt vor Burnout, was nicht?

Die Ergebnisse werfen die Frage auf, welche Maßnahmen geeignet sein können, um gesundheits- und kompetenzförderliche Arbeitsbedingungen zu erreichen und die Gefahr von Burnout und Ressourcenverschleiß zu vermindern. Die Studie liefert verschiedene Ansatzpunkte, wie Projektarbeit „nachhaltig“ gestaltet werden kann, um ein schädigungsfreies Arbeiten und damit den Erhalt der Arbeitsfähigkeit bis zum Eintritt in das Rentenalter zu gewährleisten.

Konsequentes Human Resources Management verspricht Erfolge

Wie gesund, lernfähig und motiviert Projektmitarbeiter sind, hängt maßgeblich von den betrieblichen Aktivitäten zum Human Resource Management ab: Beschäftigte in Unternehmen mit einem mitarbeiterorientierten Human Resource Manage-

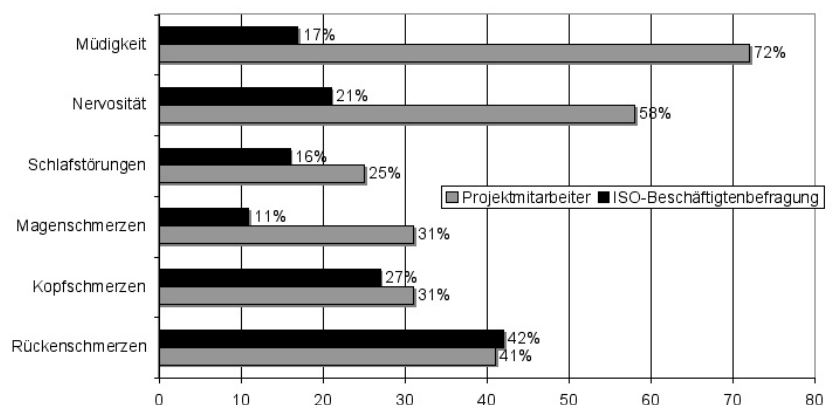


Abbildung 1: Häufigkeit psychosomatischer Beschwerden: Vergleich von Projektbeschäftigten mit Personen einer repräsentativen Beschäftigtenumfrage des ISO (Bauer 2004), Quelle (Gerlmaier 2005a)

Der Begriff "Burnout" wurde erstmals 1974 vom New Yorker Arzt und Psychotherapeuten Dr. Herbert Freudenberger als Krankheitsbezeichnung verwandt und heißt "Ausgebrannt sein". Beim "Burnout-Syndrom" handelt es sich um einen andauernden und schweren Erschöpfungszustand mit sowohl seelischen als auch körperlichen Beschwerden. Was mit Burnout gemeint ist, ist eine langdauernd zu hohe Energieabgabe für eine zu geringe Wirkung bei ungenügendem Energienachschub. Es ist etwa so, wie wenn eine Autobatterie nicht mehr über die Lichtmaschine nachgeladen wird, dennoch aber Höchstleistungen abgeben soll (Burisch 1994).

ment, leiden — das zeigen korrelationsstatische Analysen der Ergebnisse — weniger unter psychischer Erschöpfung, Desillusionierung und Lernproblemen. Sie schätzten ihre aktuelle Leistungsfähigkeit im Vergleich zur besten je erreichten Leistungsfähigkeit, dem *work ability index* (Ilmarinen 1993) höher ein und bewerten den wirtschaftlichen Erfolg ihrer Projekte deutlich positiver als Beschäftigte in Unternehmen mit einem weniger ausgeprägten HRM.

Zeitnahe Erholung statt Sabbaticals

Die Dauer der psychischen Anspannung, der Projektbeschäftigte im Projektverlauf ausgesetzt waren, hat ebenfalls einen maßgeblichen Einfluss auf die Entstehung von Burnout. Mitarbeiter, die länger als zwei Monate hintereinander unter Stress stehen, leiden deutlich häufiger unter Burnout-Symptomen als Mitarbeiter, die weniger lang unter Stress standen. Regelmäßige Erholungspausen bei der Arbeit sind somit zur Prävention von Burnout und Stress deutlich wirksamer als Angebote von Blockurlaubszeiten oder Sabbaticals nach intensiven Arbeitsphasen. Sie sind deshalb diesen vorzuziehen.

Einen wichtigen Einfluss auf den Erschöpfungszustand der Projektbeschäftigten hat in diesem Kontext auch die betriebliche Arbeitszeitpolitik. Kontensysteme, Regelungen zur Wochenendarbeit oder Pausenmodelle können einen Ausgangspunkt dafür bilden, verbindliche betriebliche Regelungen für zeitnahe und angemessene Entlastungsphasen zu entwickeln. Diese entfalten ihre präventive Wirkung jedoch nur dann, wenn sie von den Beschäftigten und Führungskräften gleichermaßen respektiert

und „gelebt“ werden. Das setzt einerseits voraus, dass die „Awareness“ des Managements für einen nachhaltigen Personaleinsatz erhöht wird, beispielsweise durch Schulungen der Führungskräfte. Eine Problemsensibilisierung ist andererseits auch für viele der Projektbeschäftigten notwendig. Workshops zum Arbeits- und Erholungsmanagement können dazu beitragen, Zusammenhänge zwischen der individuellen Arbeitsweise und ihren Folgen zu erkennen, gemeinsam mit Kollegen und Vorgesetzten Strategien zur Erholung zu entwickeln und diese umzusetzen, beispielsweise die Einhaltung regelmäßiger Pausen trotz hoher Arbeitsintensität.

Räume für Reflexion schaffen

Sowohl Mitarbeiter- als auch führungsorientierte Trainingskonzepte können letztlich nur dann langfristig greifen, wenn es gelingt, widersprüchliche Arbeitssituationen, die gleichzeitig zu einer Arbeitsintensivierung und –extensivierung im Projekt beitragen, zum Gegenstand der regulären Kommunikation in den Unternehmen zu machen. Die Reflexion kritischer Projektsituationen stellt hierbei einen wichtigen Ausgangspunkt dar, Prozesse zu optimieren und langfristig für eine Entlastung der Projektbeschäftigten zu sorgen.

Literatur

- Bauer F, Groß H, Lehmann K, Munz E (2004) Arbeitszeit 2003. Arbeitszeitgestaltung, Arbeitsorganisation und Tätigkeitsprofile. ISO: Köln.
- Burisch M (1994) Das Burnout-Syndrom: Theorie der inneren Erschöpfung. Berlin: Springer.
- Bollinger H (2001) Neue Formen der Arbeit – neue Formen des Gesundheitsschutzes: Das Beispiel Projektarbeit, WSI-Mitteilungen 11, S. 685–691.
- Gerlmaier A, Latniak E (2005) Nachhaltige Arbeitsgestaltung von Projektarbeit im IT-Bereich: Ansatzpunkte und Grenzen, in L. Packebusch, B. Weber; S. Laumen (Hrsg.), Psychologie der Arbeitssicherheit und Gesundheit: Prävention und Nachhaltigkeit, Kröning: Asanger, S. 101–104.
- Ilmarinen J, Tuomi K (1993) Work ability index for aging workers. In J. Ilmarinen (Hrsg.), Ageing and Work, Proceedings 4, Helsinki, S. 142 – 151.



Autorin und Autor

Anja Gerlmaier, Dr. phil., Dipl.-Psych., Arbeits- und Organisationspsychologin, seit 2002 wissenschaftliche Mitarbeiterin des Forschungsschwerpunkts „Arbeitszeit und Arbeitsorganisation“ am Institut Arbeit und Technik, Gelsenkirchen; Arbeitsgebiete: Stress- und Belastungsforschung, Gesundheitsprävention, Arbeits- und Organisationsgestaltung.

Erich Latniak, Dr. rer. soc., Sozialwissenschaftler, wissenschaftlicher Mitarbeiter des Forschungsschwerpunkts „Arbeitszeit und Arbeitsorganisation“ am Institut Arbeit und Technik, Gelsenkirchen; Arbeitsgebiete: Arbeitsorganisation, Arbeitsgestaltung und Personalentwicklung, zeitweise Berater in betrieblichen Restrukturierungsprojekten.

Wearable Computing

Ein Ansatz zur Reduktion des administrativen Druckes im Gesundheitswesen

Im EU Projekt wearIT@work¹ wurde unter dem Gesichtspunkt maximaler Nutzerakzeptanz ein in die Kleidung von Patienten, pflegerischem und ärztlichem Personal integriertes IT-System auf der Basis der vorhandenen IT-Systeme und Infrastruktur entwickelt und erprobt. Es wurde versucht, Medienbrüche zu reduzieren und die Dokumentation von Prozessen zu automatisieren. Erste Ergebnisse werden mit ihren Stärken und Schwächen hier diskutiert.

Die Dokumentationspflicht erzeugt vor allem im Krankenhaus bei allen Beteiligten einen erheblichen administrativen Druck (Herschbach 1993). Die Dokumentation gehört zu den wenig geliebten Pflichten und die Akteure sind dankbar, wenn sie durch IT-Systeme unterstützt werden können. Doch ist dieses, wie Untersuchungen im Rahmen des Projektes wearIT@work gezeigt haben, nicht so ohne weiteres möglich. Um nur ein Beispiel zu nehmen: Während einer Morgenvsiste in der chirurgischen Abteilung waren vom ärztlichen/pflegerischen Team in nur 20 Minuten 15 Patienten aufzusuchen, zu untersuchen, Behandlungen und Medikationen zu verordnen. Es waren Notizen hinsichtlich der Verordnungen zu machen und anschließend im Büro Termine mit anderen Abteilungen zu vereinbaren und in das IT-System zu übertragen. Der nicht unerhebliche als nicht-pflegerisch und nicht-ärztlich wahrgenommene Nachbearbeitungsaufwand und die mit Medienbrüchen unweigerlich verbundene Möglichkeit von Übertragungsfehlern führen dazu, dass bei allen Beteiligten eine hohe Bereitschaft besteht, durch entsprechende Systeme Verbesserungen herbei zu führen. Hierbei gilt es, die besonderen Erfordernisse im Krankenhaus wie z.B. die Hygiene zu beachten.

Der Wearable-Computing-Ansatz

Im Rahmen des Projektes wearIT@work sollen in die Kleidung integrierte IT-Systeme den Benutzern helfen, mit der IT-Infrastruktur zu interagieren. Es werden neuartige Konzepte der Nutzung entwickelt und erprobt. Dabei steht nicht die technologi-

sche Entwicklung, sondern die Anwendung im Vordergrund. Im Projekt soll der erfolgreiche Einsatz solcher Konzepte nachgewiesen werden. Es wurden vier mögliche Anwendungsgebiete identifiziert, die Flugzeugwartung, der Einsatz in der Automobilproduktion, die Feuerwehr und das Gesundheitswesen. Dabei ist im Gegensatz zum *pervasive computing* oder *ubiquitous computing* das den Benutzern dediziert in die Kleidung integrierte und zugeordnete aktive IT-System nicht nur ein Identifikationsmechanismus, sondern verschafft auch aktiven Zugang zu den umgebenden Systemen. Bei *wearable computing* wird nicht am Computer selbst gearbeitet, vielmehr unterstützt das System beiläufig die primär durchzuführenden Aufgaben (Herzog 2003, Boronowsky 2005).

Was hiermit gemeint ist, kann sehr gut mit dem in Abbildung 1 dargestellten Interaktionsschema verdeutlicht werden. Hierzu betrachten wir Menschen, System und die umgebende reale Welt. Bei konventionellen mobilen Anwendungen basiert die Interaktion auf einem mittels geeignetem HCI (*human computer interface*) angepassten Arbeitsplatzrechner, dargestellt auf der linken Seite der Abbildung 1: Um das System (z.B. ein Mobiltelefon oder einen PDA) zu bedienen, ist eine Fokussierung auf das Interface erforderlich. Im Gegensatz dazu sind Wearable-Computing-Systeme (Abbildung 1 rechts) so ausgelegt, dass sie permanent in Interaktion mit der realen Welt und den verfügbaren menschlichen Sinnen sind, um Aktionen zu identifizieren und dem Menschen oder dem System situationsbedingt geeignete Informationen bereitzustellen.

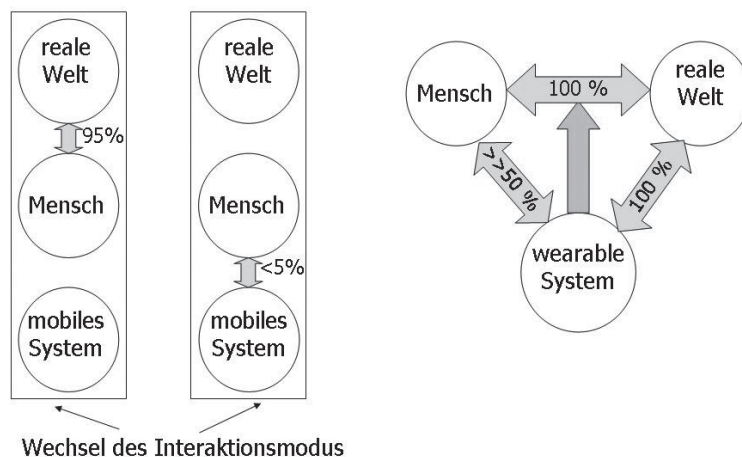


Abbildung 1: Interaktionskonzepte des mobilen und Wearable Computing

So ist ein Navigationssystem, das z.B. eine Touristin oder ein Tourist in einer fremden Stadt verwendet, im Gegensatz zum Routenplaner ein Wearable System. Auch das Mobiltelefon mit Freisprecheinrichtung und automatischer Rufannahme ist im Gegensatz zum in der Hand gehaltenen Gerät ein *wearable system*, genauso wie ein Hörgerät, das sich ohne manuelle Interaktion an die Geräuschkulisse in der Umgebung anpasst. Ein weiteres Beispiel für einfache Wearable-Computing-Systeme ist der von Sportlern getragene Vitaldatengurt mit Fitnessüberwachungsfunktion im Gegensatz zum stationären Pulsmesser oder EKG.

Das wesentliche Kennzeichen von Wearable-Computing-Systemen ist also die Möglichkeit, dass Nutzerinnen und Nutzer gleichzeitig mit der

realen Welt und mit dem System interagieren. Voraussetzung dafür sind teilweise sehr komplexe Sensorsysteme zur Kontexterkenkung und an die Nutzungssituation angepasste Benutzungsschnittstellen, die genau diese Simultantität ermöglichen, wie nachfolgend erläutert wird. Eine Zusammenstellung aktuell verfügbarer Technologie findet sich in (Rügge 2002).

Ziel des *wearable computing* ist, dem Menschen die Ausführung primärer Tätigkeiten zu ermöglichen, ohne diese Tätigkeit (z.B. das Laufen oder Fahren in unseren obigen Beispielen) zu stören, weil sich die Nutzer nicht dem System zuwenden müssen und so ihrer primären Tätigkeit die volle Aufmerksamkeit widmen können. Die Systeminteraktion muss folglich minimal sein, um optimales Systemverhalten zu erreichen. Dieses kann nur erreicht werden, wenn Sensoren in ausreichendem Maße Informationen liefern, z.B. die aktuelle Arbeitsumgebung zu erkennen und den aktuellen Arbeitsfortschritt möglichst eindeutig zu bestimmen. Aufgrund des zu diesen Informationen gehörenden Kontextes bietet das System entsprechend nützliche Informationen, z.B. wie in der Arbeit fortzufahren ist. Eine weitere Herausforderung für die Systemgestaltung ist es, die kognitive Last der Nutzer minimal zu gestalten. Die 1:1 Übertragung von Arbeitsplatzrechner-HCI-Konzepten auf das Wearable-Computing-HCI ist damit ausgeschlossen.

Die oben genannten Beispiele machen bereits deutlich, dass bisher nicht vorhandene Systemkomponenten – zumindest für die Kontexterkenkung und das HCI – zusätzlich erforderlich werden. Die Kontexterkenkung erfordert einen sensiblen Umgang hinsichtlich der Führung in der Benutzung, um zu vermeiden, dass die nutzende Person vom System getrieben wird. Ferner sind Informationen über das Nutzerverhalten unter Datenschutzgesichtspunkten zu bewerten.

Die gesuchten Systeme müssen zulassen, dass Arbeitsprozesse flexibel sind und bleiben. Die Systeme erfordern Redundanzen, um bei Ausfall von Systemkomponenten immer noch einen von den Nutzern beherrschbaren Prozess zu gewährleisten.

Entwicklung

Im Rahmen des Projektes *wearIT@work*¹ wurden im ersten Projektzyklus insgesamt sechs Demonstratoren entwickelt. Hierunter befindet sich einer für das Gesundheitswesen (Abbildung 2), fünf weitere wurden für die oben genannten drei weiteren Anwendungen entwickelt. Unter Federführung des Projektpartners SAP Research, der GESPAG als Krankenhausbetreiber, dem dortigen Anbieter des KIS (Krankenhaus Informationssystem) SYSTEMA, des Systemintegrators TEAM und der UMIT als Entwicklungspartner für das verwendete sensorgestützte Interaktionssystem wurde eine im wesentlichen auf Standardkomponenten basierende Lösung erarbeitet, entwickelt, installiert und getestet.

In Voruntersuchungen zur Nutzerakzeptanz wurden verschiedene Komponenten des *wearable computing* mit dem pflegerischen und ärztlichen Personal erprobt. Dabei wurden

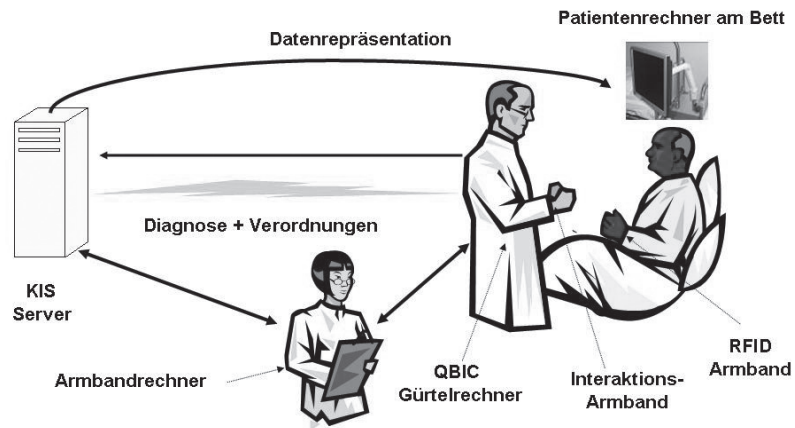


Abbildung 2: *wearIT@work*-Demonstrator für das Gesundheitswesen

head-mounted displays vom ärztlichen wie vom pflegerischen Personal als auf die Patienten befremdlich wirkend abgelehnt. Aus rechtlichen Gründen konnten hierzu keine Befragungen direkt bei den Patienten durch das Projektteam erfolgen. Die gewünschten Headsets zur Sprachein- und -ausgabe zeigten vor allem in der Inneren Abteilung Probleme, wenn gleichzeitig das Stethoskop verwendet wurde. Eine besondere Forderung war die zu gewährleistende Desinfektion bzw. Desinfizierbarkeit der Hände bzw. des in die Hände des ärztlichen Personals genommenen Geräts. D.h. alle vom ärztlichen Personal während einer Untersuchung anzufassenden Systemkomponenten müssen desinfizierbar sein! Dieses hatte zur Folge, dass Tablet-PCs als Interaktionsgeräte wie auch vom ärztlichen Personal in der Hand zu haltende Zeigegeräte ausschieden.

Es wurden daher spezielle vom ärztlichen Personal zu tragende Armbänder entwickelt. Die Benutzerschnittstelle des für das vom Pflegepersonal auf der Basis eines PDA erstellten Interaktionsgerätes erhielt eine zusätzliche Schicht für das Bestellsystem im KIS. Die übrigen Systemteile sind Komponenten der im Krankenhaus in Steyr vorhandenen IKT-Infrastruktur. Hierzu gehören das WLAN, das den Zugang zum KIS ermöglicht, und ein am Bett der Patienten montierter Bildschirm, der von diesen i.d.R. für Unterhaltungszwecke benutzt wird, aber Zugangsberechtigten auch als Ausgabemedium des KIS dienen kann.

Patienten und Pflegepersonal tragen Armbänder, die neben den bereits heute üblichen Namen des Trägers im vorliegenden System auch ein RFID-Tag zur Identifikation durch das ärztliche Personal enthält. Das ärztliche Personal trägt unter dem Kittel einen QBIC-Gürtelschnallen-Computer² mit WLAN-Anschluss, ein Headset für die Spracheingabe, ein Armband mit einem RFID-Lesegerät und eines mit einem Bewegungssensor. Die Trennung wurde vorgenommen, damit sowohl Rechts- als auch Linkshänder das System bedienen können. Das Pflegepersonal trägt neben dem RFID-Tag einen PDA mit WLAN-Zugang zum KIS.

Die Bedienung z.B. während einer Visite geschieht wie folgt: Wenn das ärztliche Personal ein Krankenzimmer betritt und das oben beschriebene Wearable-Computing-System aktiviert hat, schaltet das am Patientenbett befindliche System vom Patienten-Unterhaltungsmodus auf den ärztlichen Zugang zum KIS um. Wenn die Ärztin oder der Arzt die Hand einer Patientin oder eines Patienten erfasst, wird dieses vom RFID-Leser des ärztlichen

Personals registriert und das entsprechende Krankenblatt auf dem Bildschirm angezeigt. Das ärztliche Personal kann, während es mit den Patienten oder dem Pflegepersonal spricht, durch vertikale und horizontale Unterarmbewegungen ähnlich wie durch eine Maus mit dem System interagieren, um z.B. aktuelle Berichte oder Diagnosen abzurufen. Durch eine spezifische Unterarmbewegung lässt sich auch beiläufig das Headset aktivieren, um Verordnungen aufzunehmen und im KIS zu speichern.

Während der Visite kann dann das pflegerische Personal die im KIS aufgenommene Verordnung z.B. zu einer Röntgenuntersuchung in eine Anforderung im Bestellsystem des KIS mittels des PDA umsetzen. Hierzu wurde ein spezielles Interface entwickelt (Abbildung 3), das berücksichtigt, dass nur ein relativ kleiner Bildschirm verfügbar ist und eine 1:1-Übertragung der Maskensteuerung vom Arbeitsplatzrechner nicht akzeptiert wird.

Da bei der Visite ärztliches und pflegerisches Personal gemeinsam am Bett des Patienten zugegen sind, wird die Anforderung automatisch autorisiert. Am Patientenbett kann damit der gesamte mit der Visite verbundene Arbeitsprozess einschließlich aller Dokumentation abgeschlossen werden. Die sonst an den Arbeitsplätzen des pflegerischen und ärztlichen Personals erforderlichen Nacharbeiten können entfallen.

Erste Untersuchungen haben gezeigt, dass die beschriebene Vorgehensweise technisch möglich ist und zumindest von dem gegenüber Innovationen sehr aufgeschlossenen beteiligten Team auch akzeptiert wird. Bedenken bestehen hinsichtlich der Gestensteuerung, der Ausfallsicherheit und der rechtlichen Machbarkeit in Details der gefundenen Lösung. Andererseits konnte mit dem Demonstrator auch die Integrationsfähigkeit von heute existierenden Systemen (wie das KIS in Steyr) mit ‚wearable‘-Applikationen nachgewiesen werden. So kann trotz des neuen Paradigmas der ‚wearable‘-Applikationen die Nachhaltigkeit bezüglich bereits getätigten IT-Investitionen versprochen werden.

In weiteren Untersuchungen wird daher der Demonstrator im Krankenhaus der GESPAG in Steyr durch zehn ärztliche und pflegerische Teams unterschiedlicher Fachabteilungen im praktischen Einsatz weiter erprobt. Vor allem die für das ärztliche Personal ungewohnte Gestensteuerung soll dabei auf ihre Akzeptanz weiter untersucht werden. Die Möglichkeit, die vom Pflegepersonal verwendeten PDAs durch am Unterarm zu tragende Systeme zu ersetzen, soll im folgenden Projektzyklus ebenfalls überprüft werden. Die in den bisherigen Untersuchungen verwendeten Bluetooth-Headsets zur Sprachein- und -ausgabe sollen durch am Kittel befestigte Mikrophone und Lautsprecher ersetzt und erprobt werden. Auch sollen andere Interaktionsmöglichkeiten, z.B. mittels in Schuhe integrierter Sensorsysteme, betrachtet werden. Hier stellt sich die Frage nach dem geeigneten Interface. Auch ist zu klären, ob die durch die Autorisierung der vom Pflegepersonal eingegebenen, aber vom ärztlichen Personal zu veranlassenden Verordnungen durch die mittels RFID-Technologie durch Annäherung initiierte Authentifizierung unter rechtlichen Gesichtspunkten die bisher vom ärztlichen Personal zu leistende Unterschrift ersetzen darf.

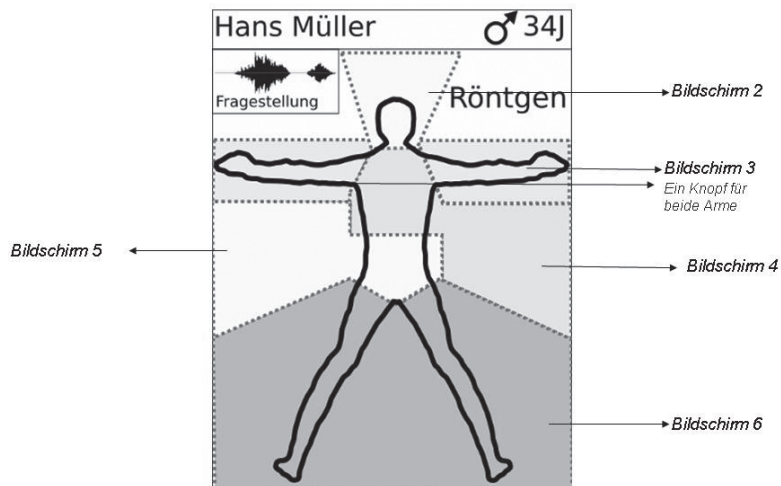


Abbildung 3: Beispiel eines wearable-HCI für die Bestellung von Röntgenaufnahmen

Schlussbemerkung

Im vorliegenden Beitrag wurde über einen im Rahmen des integrierten EU-Projektes *wearIT@work* für das Gesundheitswesen entwickelten Wearable-Computing-Demonstrator berichtet. Systemkomponenten und Systemverhalten wurden beschrieben. Fragen der Nutzerakzeptanz und der rechtlichen Zulässigkeit der verfolgten Lösungskonzepte sind weiter zu untersuchen. Hier wird Neuland beschritten und so wie es einiger Versuche, Zeit und Übung bedurfte, um beispielsweise die Maus als Standardinteraktionsgerät für graphische Benutzerschnittstellen zu etablieren, sind hier ähnliche Hürden noch zu nehmen, ganz unabhängig von den rechtlichen Fragestellungen hinsichtlich der Sicherheit und Zuverlässigkeit der beschriebenen Lösung.

Der mit dem Demonstrator angestrebte Rationalisierungseffekt bei der Dokumentation der Arbeitsprozesse ist sehr deutlich. Wenn dieser Rationalisierungseffekt auch der eigentlichen ärztlichen und pflegerischen Tätigkeit zugute kommen mag, da er das unter starkem Zeitdruck arbeitende Personal an anderer Stelle zeitlich entlastet, so sind auch hier wie durch jede Rationalisierung vergleichbare Negativwirkungen zu befürchten, wie wir sie aus Produktion und Verwaltung kennen.

Dank

Diese Arbeit wurde von der EU durch das IST-Projekt „*wearIT@work: Empowering the Mobile Worker by Wearable Computing*“ (IP 004216-2004) unterstützt. Die Autoren sind Mitglieder des Projektteams. Sie möchten sowohl der Kommission für ihre Unterstützung als auch allen 36 *wearIT@work*-Projektpartnern für ihre bisherige und zukünftige Arbeit in diesem Forschungsvorhaben danken. Ohne diese Unterstützung und konstruktive Zusammenarbeit hätten die vorgestellten Ergebnisse nicht erreicht werden können.

Literatur

- Herschbach P (1993) Arbeitssituation und Arbeitsbelastung bei Ärzten und Ärztinnen im Krankenhaus. In: Badura B, Feuerstein G, Schott T (Hrsg): System Krankenhaus. Juventa, Weinheim, München, 122–137
- Herzog O, Rügge I, Boronowsky M, Nicolai T (2003) Potenziale des Wearable Computing in der Industrie - am Beispiel der Inspektion. In: J. Gausemeier, M. Grafe (Hrsg.): Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung, 2. Paderborner Workshop Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung, 4. und 5. Juni 2003, Heinz Nixdorf Museums Forum, 21–39.
- Rügge I (2002) Studie „Technologische und anwendungsorientierte Potenziale mobiler, tragbarer Computersysteme“. Universität Bremen, TZI-Bericht Nr. 24/2002. (aktualisierte Online-Version³)

Boronowsky M et al (2005) Wearable Mobile Computing - a Paradigm for Future European eWork. In P. Cunningham, (Hrsg): eAdoption and the Knowledge Economy: Issues, Applications, Case Studies. IOS Press, Amsterdam, 1441–1447

Links

- 1 www.wearitatwork.com
- 2 www.wearable.ethz.ch/qbic.0.html
- 3 matrix.wearlab.de/studie/studie.html

Die Autoren



Dr. Kurt Adamer ist OA und Facharzt für Chirurgie am LKH Steyr, Oberösterreich, weiters Notarzt, Arzt für Allgemeinmedizin und Sachverständiger für Flugmedizin. Studium der Psychologie und Medizin, Promotion an der med. Fakultät Wien, derzeit Master-Studium für Gesundheitsmanagement an der Donauuniversität Krems. Mehrmonatige Studienaufenthalte in Sevilla, Paris, Heidelberg und Basingstoke, Autor von diversen notfallmedizinischen und chirurgischen Publikationen



Felix Frick ist Prokurist und Mitglied der Geschäftsleitung der Systema Human Information Systems GmbH und studierte Betriebswirtschaft mit Vertiefung in Controlling und Betriebsinformatik an der Universität Linz. Schwerpunkte seiner beruflichen Tätigkeit waren und sind die Entwicklung von klinischen Informationssystemen wie Laborinformationssysteme und klinische Workflow-Systeme.



Prof. Dr. Otthein Herzog leitet seit 1993 die Arbeitsgruppe Künstliche Intelligenz an der Universität Bremen, leitet den Sonderforschungsbereich 637 „Autonome Logistische Systeme“, ist Vorstand des Technologiezentrums Informatik und des Mobile Technology Research Center in Bremen nachdem er 16 Jahre für die IBM gearbeitet hatte. Er ist Koautor und Herausgeber von sechs Büchern und mehr als 80 Fachartikeln. Sein besonderes Interesse gilt dem Technologietransfer auf der Basis solider Grundlagenforschung.



Prof. Dr. Michael Lawo ist seit 2004 am TZI der Universität Bremen als Technischer Manager des wearIT@work Projektes und verfügt über 15 Jahre Erfahrung als Manager in der IT-Industrie. Er studierte an der Ruhr-Universität Bochum und wurde an der Universität Essen promoviert und habilitiert. Er ist Autor, Koautor und Mitherausgeber von fünf Büchern und mehr als 100 Beiträgen zu Numerischen Methoden und Rechneranwendungen, Optimierung, IT-Sicherheit und Wearable Computing.



Prof. Dr. Paul Lukowicz ist seit 2003 ordentlicher Professor und Leiter des Instituts für Technische Informatik und Kommunikationstechnik an der UMIT in Innsbruck und hat an der ETH Zürich das Wearable Computing Lab mit aufgebaut und geleitet. An der Universität Karlsruhe machte er 1992 ein Diplom in Informatik, 1993 in Physik und promovierte in Informatik auf dem Gebiet der Rechnerarchitektur und optischer Kommunikationstechnik.



Dr. Thomas Ziegert ist Senior Researcher bei SAP Research in Darmstadt. Seine Hauptforschungsinteressen sind mobile und multimodale Anwendungen, ubiquitäre Systeme und Wearable Computing. Die Promotion in der Informatik erwarb Dr. Ziegert an der Technischen Universität Dresden.

Krebsfrühdiagnostik — wenn neue Technologien Hilfe versprechen

Beträchtliche Mittel sind in die Entwicklung und Einführung neuer Technologien für die Gesundheitsversorgung investiert worden, und dennoch sind in der Bekämpfung der Krebserkrankungen, zweithäufigste krankheitsbedingte Todesursache, bisher nicht die erhofften durchschlagenden Fortschritte gemacht worden. Hohe Erwartungen richten sich auch an moderne informationstechnische Verfahren und Werkzeuge, die nicht nur neue Problemlösungen versprechen, sondern auch unverzichtbar für deren effektiven und effizienten Einsatz erscheinen.

Gerade im Gesundheitswesen jedoch treffen Innovationen auf systemimmanente Hindernisse auf unterschiedlichen Ebenen, die den Weg bis zum routinemäßigen Einsatz lang und mühsam machen. Welche Optionen der Einsatz neuer digitaler Bildverarbeitungsmethoden und -technologien für eine wirkungsvolle Krebsfrühdiagnostik verspricht und welche nichttechnischen Schwierigkeiten zu überwinden sind, soll an einem aktuellen Vorhaben für eine Computer-gestützte zytopathologische Krebs(früh)diagnostik illustriert werden.

Über 200.000 Todesfälle pro Jahr fordert Krebs allein in Deutschland, jährlich verursacht er um die 350.000 Neuerkrankungen. Grundlagenforschung, medizinischer und technischer Fortschritt haben die Erkenntnisse erweitert und die therapeutischen Möglichkeiten verbessert — durchschlagend waren die Erfolge nicht. Primärpräventive Maßnahmen (wenn sie denn angenommen werden) helfen, die Risiken einer Krebsentstehung zu mindern. Ist der Krebs aber erst klinisch in Erscheinung getreten, sind die Chancen für eine dauerhafte Heilung nicht mehr groß, wie sich aus den genannten Zahlen ableiten lässt. Auch aufwändige (und zudem häufig zusätzlich sehr belastende) Therapien haben die Situation nicht grundsätzlich verbessert. Was macht den Kampf gegen diese Volkskrankheit so schwierig?

Die Chancen für eine langfristige Heilung sind umso höher, je früher therapeutisch eingegriffen werden kann, d.h. je besser

ein sich bildender maligner, d.h. bösartiger Tumor noch eingegrenzt und ohne verbleibende Reste entfernt oder zur Rückbildung veranlasst werden kann. Eine maligne Tumorerkrankung ist jedoch im Frühstadium leider selten mit deutlich sichtbaren oder spürbaren Symptomen verbunden. Bis dahin hat sich ein Tumor oft schon zu weit entwickelt, um eine restlose Entfernung ohne massive Beeinträchtigung seiner Umgebung zu erlauben. Geprägt wurde der Begriff des ‚therapeutischen Fensters‘, das Zeitfenster von der frühesten Entdeckbarkeit bis zur Entwicklung eines nicht mehr dauerhaft therapierbaren Stadiums. Verbesserte therapeutische Verfahren haben zu einem späteren Schließen dieses Zeitfensters geführt. Wirkungsvoller aber wird jede Anstrengung sein, mit verbesserten Frühdiagnosemethoden das Fenster bereits früher zu öffnen, da sich damit nicht nur die Heilungschancen erhöhen, sondern auch der Therapieaufwand senken ließe. Hierzu ein kurzer Blick auf die etablierten Verfahren der Krebsdiagnostik, ihre unterschiedlichen Ansatzpunkte, ihre Optionen und Grenzen und natürlich auf die Rolle der Informationstechnik zur Ausschöpfung ihres Potenzials.

Krebsdiagnostik: vom Organ zum Zellkern

Mehrdimensionale Bildaufnahmesysteme (Röntgen-Computertomographie, Magnetresonanztomographie, nuklearmedizinische und Ultraschall-basierte Bildgebung, die sich nicht zuletzt



Die Autoren

Univ.-Prof. Dr. med. Alfred Böcking ist Direktor des Instituts für Cytopathologie, Universitätsklinikum der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Von 1982 bis 1994 war er Leiter der Abteilung Pathologie und Zytologie am Universitätsklinikum Aachen. Er ist Facharzt für Pathologie und Fellow der Internationalen Akademie für Cytologie. Sein Forschungsschwerpunkt ist die gesamte mikroskopische Krebsdiagnostik an Zellen. Er entwickelte die Methode der Diagnostischen DNA-Bildzytometrie, mit der manche Krebse um Jahre früher als mit der herkömmlichen Gewebsdiagnose diagnostiziert werden können.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dietrich Meyer-Ebrecht war von 1984 bis 2004 Inhaber des Lehrstuhles für Messtechnik und Bildverarbeitung an der RWTH Aachen. Davor war er Forschungsgruppenleiter im Philips Forschungslaboratorium Hamburg. Das Diplom in Elektrotechnik und den Dr.-Ing. erhielt er an der TH Braunschweig. Sein Forschungsschwerpunkt ist die digitale Bildverarbeitung, speziell in medizinischen Anwendungen. Nach seiner Emeritierung koordiniert er u.a. das im Beitrag dargestellte Forschungsprojekt Multimodale Zellanalyse.

auf komplexe digitale Signalverarbeitungsverfahren stützen) liefern räumliche und funktionale Darstellungen der Organe und mithin auch von Tumorbildungen — allerdings erst, wenn sie bereits ein raumforderndes Stadium erreicht haben. So werden mit einem modernen Spiral-Tomographen so genannte Rundherde in der Lunge bereits ab einem Durchmesser von 4 mm entdeckt. Trotzdem ist das therapeutische Fenster nur wenigen Monaten lang, wenn sich die so entdeckten ‚Knoten‘ als Lungenkrebs erweisen (was glücklicherweise bei weitem nicht immer der Fall ist). Auch wegen der kostspieligen Gerätetechnik eignet sich eine Krebsdiagnostik auf Organebene nur in Ausnahmen zur wirksamen Früherkennung.

Eine Standardmethode der Sicherung von Krebsdiagnosen ist die Gewebeuntersuchung unter dem Mikroskop (Histopathologie), die routinemäßig für die diagnostische Abklärung eines verdächtigen Befundes eingesetzt wird. Kriterien sind Auffälligkeiten der Gestalt von Zellen und Struktur ihrer Verbände. Auch hierfür muss der Tumor bereits ein Gewebe bildendes Stadium erreicht haben und zumindest einige mm groß sind. Zudem erfordert die Entnahme von Gewebeproben einen blutigen Eingriff, nicht ohne Unannehmlichkeiten und Risiken für den Patienten — für ein Screening zur präventiven Frühdiagnostik schon aus diesem Grunde nicht geeignet.

Für eine frühe Krebsdiagnostik aufschlussreicher als die Ebene des Zellverbandes ist die Zelle selbst und ihr Kern. Krebs entsteht in einzelnen Zellen nach einer Reihe von Transformationen des Erbgutes, der DNA, die unter anderem zu einer pathologisch gesteigerten Zellteilungsrate sowie zur Störung des Gleichgewichtes zwischen Zellteilung und Zelltod führen. Die Zytopathologie verfügt über eine Vielzahl von Analysemethoden, um in mikroskopischen Präparaten Tumorzellen und deren Vorstufen zu entdecken und bezüglich des Tumortyps zu klassifizieren. Analysiert werden hier nicht nur die Gestalt des Zellkernes und des ihn umgebenden Zytoplasmas sondern insbesondere Zellkerneigenschaften wie DNA-Gehalt, Chromatinmuster oder das Vorhandensein bestimmter Kernproteine. Hinzu kommt eine wachsende Zahl so genannter immunzytochemischer Marker, die das Auftreten Tumortyp-spezifischer Proteine signalisieren. Mit diesen Methoden können bösartige Tumoren auf Zell- und Zellkernebene um Monate bis Jahre früher als mit allen anderen Methoden entdeckt und oft auch präzise bezüglich der notwendigen Therapiemaßnahmen eingeordnet werden. Die Gewinnung zytologischer Präparate ist zudem kaum mit Unannehmlichkeiten, Schmerzen oder gar den Risiken eines blutigen Eingriffs verbunden: Untersuchungsmaterial wird mittels Abstrichen von Schleimhäuten, als Sediment aus Körperflüssigkeiten oder als so genanntes Feinnadelpunktat aus den inneren Organen gewonnen. Unter (ggf. endoskopischer) Ultraschallbildführung kann nahezu jeder Punkt des Körpers auf wenige mm genau mit den nur 0,65 mm dicken Punktionsnadeln erreicht werden.

Obwohl die Vorteile einer Krebsdiagnostik auf Zell- und Zellkernebene gerade für eine frühzeitige Entdeckung bösartiger Tumoren überzeugend erscheinen, hat die diagnostische Zytopathologie insbesondere in Deutschland bisher wenig Bedeutung. Ein einziger spezieller Lehrstuhl existiert derzeit noch an deutschen Universitäten. Bislang gab es nur eine allgemein bekannte systematische Anwendung der Zytopathologie: die Gebärmutterhalskrebs-Vorsorge. Immerhin hat der Einsatz unten

beschriebener Computer-gestützter Verfahren in jüngster Zeit die Mundkrebs-Frühdiagnose an Zellabstrichen als eine weitere Anwendung etabliert.

Die mangelnde Wahrnehmung dieser hier zu Lande fast exotischen Fachdisziplin ist nicht der einzige Grund für die kaum vorhandene Ausschöpfung des Potenzials ihrer Diagnosemethoden. Blockierend wirkt sich vornehmlich die besondere Situation in der präventiven Diagnostik gegenüber der kurativen Diagnostik aus: Untersucht werden soll nicht erst, wenn deutliche Symptome oder sogar Beschwerden den Arztbesuch veranlassen; Vorsorgeuntersuchungen sollen vielmehr große Gruppen mit hoher Wahrscheinlichkeit noch gesunder Menschen erfassen, um die (relativ) wenigen Neuerkrankungen im Frühstadium zu entdecken. Die Einführung entsprechender Vorsorgeprogramme fordert von der Gesundheitspolitik die Verlagerung erheblicher Ressourcen (welche erbitterten Widerstände hierzu überwunden werden müssen, insbesondere zu Zeiten knapper werdender Budgets, soll hier nicht erörtert werden...). Für ein breit angelegtes Vorsorgeprogramm steht auch das Fachpersonal nicht im erforderlichen Umfang zur Verfügung, insbesondere wenn bei den derzeit gängigen Diagnosemethoden ein langes Training für die visuelle Auswertung des Untersuchungsmaterials erforderlich ist.

Maschinelle Diagnosen — ein Sakrileg?

Die Frage stellt sich daher, ob maschinelle Auswerteverfahren — in diesem Fall auf digitalen Bildanalysetechniken basierende Entscheidungshilfen — diese Kluft schließen können. Und ob sie es dürfen! Aus ärztlicher Sicht ist dies ethisch nicht ohne Weiteres vertretbar, denn die Verantwortung für den einzelnen Befund muss in jedem Fall beim Arzt bleiben. Ein ‚deadlock‘? Oder müsste die Ethik-Frage im Bereich der Präventivdiagnostik anders gestellt werden: Wenn eine von Ärzten geleistete Diagnostik in der Breite nicht verfügbar ist, weil die Ressourcen fehlen, sich aber eine bezahlbare und zuverlässige maschinelle Alternative böte, dürfte man diese dann der Öffentlichkeit vorenthalten? Müsste man in diesem Fall nicht die Zahl der möglichen negativen Fehldiagnosen (übersehene Tumoren, die jedoch ohne Untersuchung vermutlich auch nicht frühzeitig entdeckt worden wären) gegen die Zahl der früh entdeckten Neuerkrankungen aufwiegen, die anderenfalls in diesem Stadium noch nicht aufgefunden wären? Von einem Präzedenzfall erfahren wir derzeit aus China: eine maschinell unterstützte zytopathologische Gebärmutterhalskrebs-Frühdiagnose.

Für Gebärmutterhalskrebs gibt es, wie erwähnt, auch hier zu Lande eine zytopathologische Frühdiagnostik, den so genannten PAP-Test, den jede Frau ab dem 20. Lebensjahr einmal pro Jahr durchführen lassen sollte: Ein Zellabstrich wird nach Papancolaou auf dem Objektträger eingefärbt, so dass pathologische Zellen unter dem Mikroskop u.a. an ihrer Gestalt erkennbar werden. Die Befundung erfolgt heute üblicherweise visuell, d.h. subjektiv. Sie erfordert ein langjähriges Training. Mit maschinellen Mustererkennungsverfahren wurden bisher keine durchschlagenden Erfolge erzielt — was kaum verwundert, denn schon die Experten tun sich schwer, die Merkmale nach denen sie vermutlich klassifizieren, zu artikulieren oder sogar quantitativ zu beschreiben.



Abbildung 1: DNA-Bildzytometrie ‚at work‘ im Institut für Cytopathologie des Universitätsklinikums Düsseldorf

Quantifizierbar = objektivierbar

Einen anderen Weg geht ein schon über zwanzig Jahre altes Verfahren, das jüngst wieder an Bedeutung gewinnt: die DNA-Bildzytometrie. Als Indikator für die Transformation einer Zelle zu einer Krebszelle dient die DNA-Masse im Zellkern. Die Korrelation zwischen einer Veränderung der DNA-Masse und einer malignen Transformation wird durch neuere zellbiologische Forschungsarbeiten belegt, die die Genese einer Krebszelle durch einen progressiven Prozess des Auftretens von überzähligen oder fehlenden Chromosomen, Bruchstücken und Fehlkombinationen erklären (Duesberg 2003) — ein direkter ursächlicher Zusammenhang also zwischen einer *messbaren* Größe und einem pathologischen Befund! Und messbar wird diese Größe mit Mitteln der digitalen Mikroskopbildverarbeitung: Der auf den Objektträger aufgebrauchte Zellabstrich wird mit einem Farbstoff eingefärbt, der sich stöchiometrisch an die DNA anlagert (Feulgen-Färbung) — die Farbstoffmenge ist also zur DNA-Masse proportional. In digitalisierten Mikroskopbildern wird die integrale optische Dichte innerhalb der mittels Segmentierung gefundenen Berandung der Zellkerne gemessen. Diese ist nach einigen Normierungs- und Korrekturschritten ein zuverlässiges Maß für die DNA-Masse. An die Stelle einer subjektiven Beurteilung des starken Variationen unterworfenen Erscheinungsbildes der Zellen tritt jetzt die Beurteilung des Histogrammes (Häufigkeitsverteilung) der über mehrere Hundert Zellen ermittelten DNA-Masse. Für eine Entscheidung ‚unauffällig‘-, ‚auffällig‘-, ‚positiv‘ werden verbindliche Grenzwerte vorgegeben. Hier kommt zum Tragen, dass quantitative Darstellungen in ihrer Interpretation weit weniger inter- und intraindividuellen Schwankungen unterlegen sind als die subjektiven Deutungen bei einer visuellen Bildinspektion.

Obschon die diagnostische Zuverlässigkeit der Methode in ihrer langjährigen Vorgeschichte vielfach nachgewiesen wurde (Böcking 1995) und mehrere Produkte auf den Markt gebracht wurden (und wieder verschwanden ...), fand die DNA-Bildzytometrie lange Zeit nur punktuell Anwendung. Mehrere Gründe kommen zusammen: Die bisher angebotenen Systeme aus Mikroskop, Videokamera und Arbeitsplatzrechner waren schwierig zu bedienen und erforderten zum Teil eine zeitraubende interaktive Vorgehensweise. In der am Arbeitsgerät Mikroskop orientierten Arbeitswelt pathologischer Kliniken und Institute blieben diese Geräte Fremdkörper. Keines bot die konzeptionellen

Voraussetzungen wie Interfaces zu Laborinformationssystemen, Patientendatenbanken, digitalen Bildarchiven, Abrechnungssystemen etc., um sich in die Workflow-Systemlandschaft pathologischer Institute oder Labors einfügen zu lassen. Und schließlich fand die Methode bislang keinen dem Arbeitsaufwand und der Investition angemessenen Eingang in die Gebührenordnungen: Trotz überzeugender Vorteile wird sie nicht kostendeckend vergütet, so dass schon ein besonderes Interesse (und Verantwortungsbewusstsein!) vorliegt, wenn eine Ärztin oder ein Arzt die Investition und den Zeiteinsatz dennoch nicht scheut.

Ohne Computereinsatz keine Breitenwirkung

Anders in China: Dort startete eine Pathologin in Zusammenarbeit mit einem chinesischen Mikroskophersteller und unterstützt von einer kanadischen Gruppe vor Kurzem eine Initiative zur Gebärmutterhalskrebs-Vorsorge (Sun 2005). Da in China Experten für eine visuelle zytopathologische Befundung nicht in einer für einen Breitereinsatz erforderlichen Zahl verfügbar waren, machte sie sich den Vorteil der DNA-Bildzytometrie zunutze, dass ein Screening-Automat ermüdungsfrei verdächtige Präparate suchen kann, die sodann von geschulten Fachkräften weiter untersucht werden. In einer umfangreichen Studie konnte angesichts der Zahl frühzeitig entdeckter Positivbefunde die Rechtfertigung eines systematischen Einsatzes des Verfahrens dargestellt werden. Im Gespräch war von der Initiatorin zu hören, „fall you [Europeans] asleep – we will take over“ ...

Nun löst eine Ablösung der visuellen Inspektion durch ein computergestütztes Messverfahren noch nicht eine grundsätzliche Problematik der Präventivdiagnostik. Diese wird anhand eines Zahlenbeispiels deutlich: Als Beispiel soll wiederum die Gebärmutterhalskrebs-Vorsorge dienen. Für die Treffsicherheit des hier zu Lande eingesetzten PAP-Testes (s.o.) wird eine Sensitivität (Verhältnis richtig-positiv zu gesamt-positiv) von maximal 80% und eine Spezifität (Verhältnis richtig-negativ zu gesamt-negativ) von bis zu 98,8% angegeben (Soost 1990). Für Gebärmutterhalskrebs wird in Deutschland eine Inzidenz (Zahl der jährlich zu erwartenden Neuerkrankungen) von 15 auf 100.000 genannt. Werden nun z.B. 100.000 Untersuchungen durchgeführt, dann kann erwartet werden, dass bei der o.g. Treffsicherheit 12 der 15 Neuerkrankungen entdeckt, drei dagegen übersehen werden. Andererseits werden 1.200 (!) Fehlalarme ausgelöst: Ängste werden geweckt, Nachuntersuchungen mit neuerlicher Einbestellung der Patientin sind erforderlich, und möglicherweise werden sogar unnötige operative Eingriffe eingeleitet — für breit angelegte Vorsorgediagnostikprogramme (*screenings*) sind die Folgekosten einer unzureichenden Spezifität ein maßgebliches Hindernis.

Sensitivität und Spezifität eines Diagnoseverfahrens sind miteinander verknüpft — ein klassisches Entscheidungsproblem bei überlappenden Merkmalverteilungen: Setzt man die Schwelle niedrig, werden die Falsch-Negativen minimiert, aber auf Kosten der Falsch-Positiven, und vice versa — wir stehen vor einer fatalen Ethik-gegen-Ökonomie-Abwägung! Aus diesem Dilemma helfen nur treffsicherere Diagnoseverfahren, also die Verbindung einer hohen Sensitivität mit einer annähernd 100%igen Spezifität. Die Zytopathologie kann zwar ein ganzes Arsenal von Diagnoseverfahren vorweisen, jedoch genügt keines diesem Anspruch. Nun kann sich die Zytopathologie helfen, indem bei

zweifelhaften Befunden weitere Verfahren hinzugezogen werden — so genannte adjuvante Verfahren, die komplementäre Information hinzufügen, indem das Untersuchungsmaterial mit unterschiedlichen Farbstoffen oder immunzytochemischen Markern präpariert wird. So kann z.B. nach einer morphologischen Färbung (Papanicolaou oder MGG) eine Feulgen-Färbung für die DNA-Zytometrie und/oder nach einer Silbernitrat-Behandlung eine Analyse bestimmter Kernproteine, der AgNORs, die ein Indikator für die Zellteilungsaktivität sind, erfolgen. Der Schlüssel zu einer höheren diagnostischen Treffsicherheit liegt in der Zusammenführung sich ergänzender Analysen.

Merkmalsfusion — computergestützt perfektioniert

Nun kann sogar eine noch viel schärfere Aussage gewonnen werden, wenn die Analyseergebnisse jeder der eingesetzten Färbungen oder Markerbehandlungen auf *individuelle* Zellen bezogen werden können, anstatt lediglich pauschal für ein Zellkollektiv oder gar für unterschiedliche Kollektive zu gelten. In dem Forschungsprojekt *Multimodale Zellanalyse* (MMZA), einer Kooperation zwischen dem Institut für Cytopathologie des Universitätsklinikums Düsseldorf und dem Lehrstuhl für Bildverarbeitung der RWTH Aachen, konnte demonstriert werden, dass dies unter dem Einsatz computergestützter Bildverarbeitung realisierbar ist (Böcking 2004, Meyer-Ebrecht 2004). Dazu wird ein Präparat wiederholt entfärbt und erneut präpariert. Da die Zellen weitgehend soweit am Objektträger fixiert sind, dass sie sich nicht verlagern, besteht die Chance, lokalisierte und analysierte Zellen bei einer Folgeanalyse wieder anzusteuern. Ein computersteuerbares Mikroskop ist dafür notwendig und ein zwar nicht wenig aufwändiger, aber automatisch ablaufender Rechenprozess für die Relokalisierung und bildpunktgenaue Registrierung der Zellkerne (Durchmesser 8 bis 10 µm). Vorläufige Ergebnisse zeigen, dass beispielsweise in Schilddrüsenzellpräparaten (gewonnen mittels einer Feinnadelpunktion) in zwei aufeinander folgenden Analysen Tumorzellen sicher entdeckt und mit einer dritten Analyse erstmalig vor einem invasiven Eingriff in gutartige und bösartige Tumoren differenziert werden können — ein unschätzbarer therapeutischer Vorteil, denn im ersten Fall ist eine Totalresektion der Schilddrüse vermeidbar.

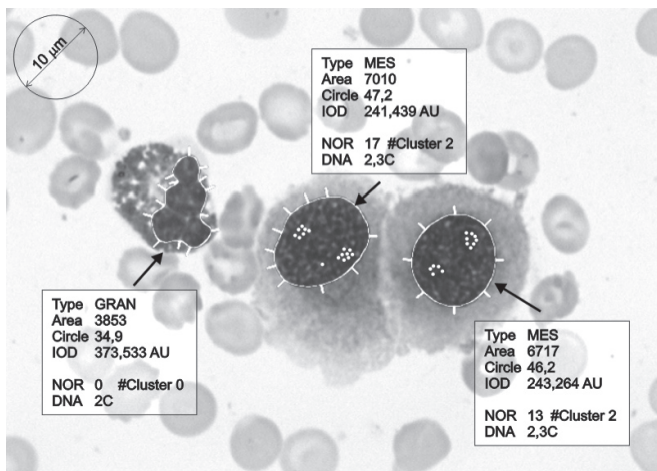


Abbildung 2: Fusion von Analyseergebnissen individueller Zellen, Forschungsprojekt Multimodale Zellanalyse (MMZA)

Dieses Verfahren erscheint zunächst aufwändig. Jedoch sorgt eine ‚Strategie der schrittweisen Einengung‘ des Unsicherheitsbereiches für die gebotene Effizienz. Schwellen für den Abbruch der Analyse werden auf jeder Stufe der Analyse so gesetzt, dass insbesondere die Erwartung Falsch-Negativer vertretbar niedrig wird. Zwischen ‚sicher Negativ‘ und ‚sicher Positiv‘ verbleibt eine Zone von Präparaten mit verdächtigen Zellen (die Pathologie hat hierfür die Bezeichnung ‚dysplastische Zellen‘ geprägt: „... kommen Sie in einem viertel Jahr noch einmal wieder ...“). Nur diese müssen jeweils einem weiteren, ggf. aufwändigeren Analyseschritt unterzogen werden. Dies scheint schließlich ein gangbarer Weg für die Einführung einer computergestützten teil- oder vollautomatischen Vorselektion zu sein, wenn sicher gestellt werden kann, dass die Falsch-Negativ-Rate so weit minimiert werden kann, dass das ‚Restrisiko‘ eines unentdeckten Positivbefundes zu verantworten ist, und wenn nicht gleichzeitig auch eine weitgehende Vermeidung von Fehlalarmen gefordert werden muss. Erst mit Maßnahmen wie dieser wird der Weg für eine verantwortbare und bezahlbare Krebsfrühdagnostik geebnet.

Innovation — ein steiniger Weg...

Zuvor ist eine der medizintechnischen Forschung innewohnende prinzipielle Barriere zu überwinden: Neue Verfahren, ermöglicht z.B. durch den Einsatz innovativer Technologien, müssen zunächst im klinischen Einsatz validiert werden, bevor sie in den Fachgremien anerkannt und (Gewinn versprechend) in die Leistungsverzeichnisse aufgenommen werden — Laborexperimente genügen nicht. Für den zumindest routinenahen klinischen Einsatz reichen auch Laborprototypen selten aus. Sie müssen hinsichtlich Zuverlässigkeit, Funktionsumfang, Benutzerinterface etc. schon produktnah ausgereift und ausgestaltet sein, um nicht nach Kurzem frustriert in die Ecke gestellt zu werden. In der universitären Forschung fehlen dazu die Ressourcen, oft auch die Erfahrungen und vielleicht auch die Motivation. Die Industrie, die innovationsfreudig war, solange es um Großgeräte ging und aus den Investitionen in Kliniken üppige Entwicklungsbudgets abgezweigt werden konnten, ist derzeit weniger denn je bereit, Risiken zu übernehmen und in die Validierungsphase innovativer Konzepte zu investieren — ein Teufelskreis!

Dank

Das Forschungsprojekt *Multimodale Zellanalyse* (MMZA) wird durch den *Mirka-und-Viktor-Pollak-Fonds für biomedizinische Technik* gefördert.

Literatur

- Böcking A et al (1995) Consensus report of the ESACP task force on standardization of diagnostic DNA image cytometry, *Anal Cell Pathol*, 8(1), 67–74
- Böcking A et al (2004) Towards a single cell cancer diagnosis. Multimodal and Monocellular Measurements of Markers and Morphology (5M), *Cell Oncol*, 26, 73–79
- Duesberg P, Li R (2003) Multistep carcinogenesis, a chain reaction of aneuploidizations, *Cell Cycle*, 2(3), 202–210

Meyer-Ebrecht (2004) Multimodal Cell Analysis (MMCA): A new method for highly accurate and early non-invasive cancer diagnoses, BMT 2004: 38th Annual Congress of the German Society for Biomedical Engineering, Ilmenau, Germany, 410–411

Soost HJ, Baur S (1990) Gynäkologische Zytodiagnostik, Georg Thieme Verlag, 1990, Stuttgart

Sun XR et al (2005) Detection of Cervical Cancer and High Grade Neoplastic Lesions by a Combination of Liquid-based Sampling Preparation and DNA

Measurements Using Automated Image Cytometry, Cell Oncol, 27(1) 33–41

Links

Zytopathologische Krebsdiagnostik: www.sanfte-krebsdiagnostik.de
Multimodale Zellanalyse (MMZA): www.lfb.rwth-aachen.de/mmza

Thilo Weichert

„Datenschutz in meiner Arztpraxis“

Eine Aktion des Unabhängigen Landesentrums für Datenschutz Schleswig-Holstein

Das Unabhängige Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein (ULD) führt gemeinsam mit der Ärzte- und der Zahnärztekammer des Landes seit Ende 2001 die Aktion „Datenschutz in meiner Arztpraxis“ durch. Ziel dieser langfristig angelegten Aktion ist der nachhaltige Schutz des Patientengeheimnisses im Medizinbereich.

Das Patientengeheimnis

Der Hippokratische Eid von ca. 400 v. Ch. enthält die älteste Datenschutzregelung, die es gibt. Sein Ziel ist es, die für die Heilbehandlung erforderliche Vertrauensbeziehung zwischen Arzt und Patienten zu schützen. Dieses Vertrauen ist in Gefahr, wenn Patientengeheimnisse offenbart werden. An den Patientendaten haben viele Interesse: Krankenversicherungen, Arbeitgeber, Pharmaunternehmen, die Werbewirtschaft, ... auch die Polizei oder Sozialbehörden. Eine gute Behandlung setzt ein Vertrauensverhältnis zwischen Arzt und Patient voraus. Die Missachtung des Datenschutzes in der Arztpraxis beeinträchtigt diese Vertrauensbasis. Daher ist es nicht nur im Interesse der Patienten, sondern ureigenes Interesse der Ärzte, einen möglichst hohen Datenschutzstandard zu verwirklichen.

Datenschutzaufsichtsbehörden und Ärztekammern haben genügend praktische Erfahrungen bei der Anwendung der Normen zum Patientengeheimnis. Diese Erfahrungen waren bisher nirgendwo bedarfsgerecht und systematisch aufbereitet. Dies ist aber nötig, damit diese in breitem Umfang in die Praxis Eingang finden können. Das bisherige Informationsdefizit dürfte einer der Gründe dafür sein, dass es kaum einen Sektor gibt, in dem derart offensichtlich und flächendeckend gegen den Datenschutz verstoßen wurde und wird wie im Medizinbereich.

Nicht dass dies bewusst und vorsätzlich erfolgen würde. Viele Datenschutzverstöße im ärztlichen Bereich basieren auf Unkenntnis, Sorglosigkeit und Nachlässigkeit. Berichte über Patientenakten in Müllcontainern, offenen Computerbildschirmen in Arztpraxen, Eröffnungen von Krebsdiagnosen im Beisein anderer Patientinnen und Patienten oder unzulässige Datenübermittlungen an Arbeitgeber oder Versicherungen zeigen, dass im Alltag immer wieder Pannen passieren, die manchmal nur peinliche Situationen für die Betroffenen heraufbeschwören, teilweise aber auch für diese existenzielle Konsequenzen haben, etwa wenn

durch undichte Kanäle Informationen über eine HIV-Infektion in der Nachbarschaft die Runde machen, wenn ein Arbeitgeber kündigt, weil auf der Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung eine ärztliche Diagnose aufgeführt ist, die dort nichts zu suchen hat, oder wenn Patientendaten durch ein technisches Versehen oder wegen ungenügender Sicherungen im Internet weltweit zugänglich werden.

Konzept der Aktion

Dies ist der Hintergrund der gemeinsamen Aktion „Datenschutz in meiner Arztpraxis“ des Unabhängigen Landesentrums für Datenschutz (ULD), der Ärztekammer (ÄK) und der Zahnärztekammer (ZÄK) Schleswig-Holstein. Günstige Startbedingung für die Aktion war, dass das ULD in Schleswig-Holstein für die Datenschutzaufsicht im öffentlichen wie im nicht-öffentlichen Bereich zuständig ist und die beiden Standesorganisationen nicht nur ein unverkrampftes, sondern ein positives Verhältnis zum Datenschutz hatten und haben. Deren gemeinsame Idee war es, die Sensibilisierung aller Beteiligten – von den Patienten über das Hilfspersonal bis hin zur Ärzteschaft – in Sachen Datenschutz voranzubringen. Nach der Sensibilisierung sollte die Information über die Regelungen und die Umsetzung des Patientengeheimnisses kommen, dann der aktive Anreiz, um schließlich den Kenntnissen und Erkenntnissen Taten folgen zu lassen.

So bedurfte es nur noch einer besonderen Initiative, eines Logos und einer Schirmherrin. Die Initiative ging vom ULD aus. Das Logo – ein freundliches Aktions-Maskottchen und der auf ein Heftpflaster gedruckte Schriftzug S(ICH)ER – wurde gemeinsam nach einem Studierenden-Wettbewerb an einer Kunsthochschule ausgewählt. Und für die Schirmherrschaft stellte sich gerne die damalige Gesundheits- und Sozialministerin des Landes Heide Moser zur Verfügung. Die Aktion startete zunächst bei den ambulanten (Zahn-)Arztpraxen. Doch war sie von An-

fang an auf eine Ausweitung angelegt und erfasst auch ärztliche Dienstleister und nicht zuletzt die Kliniken und Krankenhäuser.

Die Kammern und das ULD waren sich schnell einig, dass die Aktion auf Information, Beratung und Überzeugung aufbauen muss. Mit Aufsicht, Kontrolle und Sanktionen wäre bei den Ärzten eher Verunsicherung und Abwehr bewirkt worden als die Bereitschaft, effektiv in der eigenen Praxis Verbesserungen durchzuführen. Dass die grundlegende Norm des Patientengeheimnisses eine Strafrechtsnorm ist (§ 203 StGB), muss dabei nicht verschwiegen werden: Sollten selbst nachhaltige Überzeugungsversuche nicht fruchten, so können immer noch repressive Datenschutzkontrollen und Beanstandungen, strafrechtliche Ermittlungen und gerichtliche Verurteilungen zur Anwendung gebracht werden.

Die Aktion ist langfristig angelegt und besteht aus vielen verschiedenen Modulen. So können spätere Aktionsteile auf den vorangegangenen Erfahrungen aufbauen. Die Aktionspartner und die beteiligten Ärzte und Patienten können die Aktion mitgestalten. Über allgemeine Aufklärungen kann zur Beantwortung spezieller Fragestellungen vorgedrungen werden. Der modulare Aufbau basiert auch auf der Erkenntnis, dass eine nachhaltige Verbesserung des Datenschutzes im medizinischen Bereich einen langen Atem benötigt.

Zugleich sollten sämtliche Module Vorbildcharakter haben. Patienten und Ärzte können v.a. auf lokaler Ebene erreicht werden. Daher war es sinnvoll, auf Landesebene tätig zu werden und die einschlägigen Organisationen einzubinden, also z.B. die Berufskammern oder auch die regionalen Patientenombudsstellen. Weitere denkbare Kooperationspartner sind die Verbraucherschutzzentralen sowie Patientenberatungsstellen. Die Aktion sollte gerne Ausstrahlung über Schleswig-Holstein hinaus haben. Dies wird zum einen durch das Informationsangebot erreicht, das im Internet abrufbar ist (s.u.), zum anderen dadurch, dass Institutionen anderer Länder Teile oder nur einzelne Module der Aktion kopieren. Tatsächlich wurde über die Aktion in medizinischen wie datenschützerischen Publikationen bundesweit und im deutschsprachigen Ausland berichtet. Kassen(zahn)ärztliche Vereinigungen, Kammern und Datenschutzkontrollinstanzen aus anderen Ländern haben einzelne Aktionsbestandteile kopiert.

- Der Beginn der Aktion lag darin, dass Ende 2001 sämtliche Ärzte und Zahnärzte in Schleswig-Holstein über die Aktion informiert wurden. Dabei wurden umfassend nicht nur die Probleme, sondern auch die Problemlösungen für eine Verbesserung des Datenschutzes in der Praxisorganisation dargelegt. Mit Hilfe eines Selbstchecks wurde es den Ärztinnen und Ärzten ermöglicht, in Kürze den eigenen Datenschutzstandard zu kontrollieren und zu verbessern.
- Im März 2002 erhielten wieder sämtliche Zahnärzte und Ärzte ein Plakat zur Aktion und Patienteninformationsblätter. Mit beidem können die Patientinnen und Patienten über den Datenschutz informiert und kann zugleich um deren Vertrauen geworben werden.
- Der offizielle Startschuss erfolgte im April 2002 gemeinsam mit der Schirmherrin. Über die Medien wurden Öffentlichkeit und Patienten über die Aktion informiert.



- Neben einem umfassenden Internetangebot wurde ein ergänzendes individuelles Beratungs- und ein allgemeines Schulungsangebot zur Verfügung gestellt. In das Programm der Datenschutzakademie Schleswig-Holstein wurden Kurse für Ärzte und Praxismitarbeitende aufgenommen.
- Als besonderes Schulungsangebot finden seit Herbst 2002 in den Ausbildungsgängen zur Arzthelferin / Zahnmedizinischen Fachangestellten in den Berufsschulen Spezialkurse durch Mitarbeiter des ULD statt.
- Im Jahr 2003 wurden landesweit an 600 (Zahn-)Arztpraxen Fragebögen gesandt, in denen eine Bestandsaufnahme vor Ort und eine entsprechende Rückmeldung vorgenommen wurde.
- In diesem Jahr erfolgte auch eine Erweiterung der Aktion auf Kliniken und Krankenhäuser in Zusammenarbeit mit der Krankenhausgesellschaft Schleswig-Holstein (KG SH) mit einer umfangreichen Checkliste und weiteren Hilfen.

Zum Aktionsbeginn standen sieben Bereiche der Arztpraxis im Vordergrund:

1. Empfang,
2. Wartebereich,
3. Behandlungsbereich,
4. Elektronische Datenverarbeitung,
5. Patientenrechte,
6. Datenübermittlungen und
7. Praxisverwaltung.

Im Selbstcheck können Ärztinnen und Ärzte feststellen: Reicht die Diskretionszone am Empfang? Kann ein wartender Patient vertrauliche Gespräche mithören? Sind die Behandlungstüren geschlossen? Befinden sich Patientenakten und Karteikarten stets unter Verschluss und nicht für jedermann einsehbar etwa auf dem Tresen oder im Behandlungsraum? Erhält der Patient Einsicht in seine Akte? Sind die Patientendaten in der EDV auch wirklich gegen den Zugriff Unberechtigter gesichert, etwa gegen Hackerangriffe über das Internet oder gegen die neugierige Einsichtnahme in der Praxis? Für jeden dieser Bereiche werden den Ärzten Tipps gegeben, mit denen sie ohne großen Aufwand und aus eigener Initiative erkennbare Vertraulichkeitsverbesserungen bewirken können.

Erfahrungen

Die ersten Reaktionen der Ärzteschaft waren eher verhalten. Oft wurde das ULD gefragt, ob dem Patientengeheimnis wirklich die behauptete Bedeutung zukommt. Dies veranlasste das

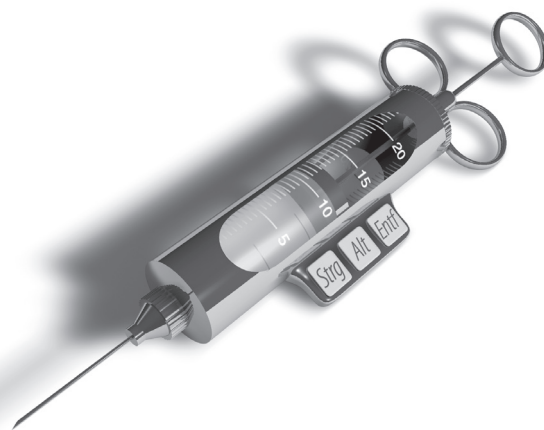
ULD zu einer Passantenbefragung in der Kieler Innenstadt. Der Ergebnis war überdeutlich: 95% der Befragten erklärten, dass ihnen die Sicherstellung des Patientengeheimnisses in der Arztpraxis wichtig sei. 88% erklärten, sie würden den Arzt wechseln, wenn sie der Meinung wären, dass das Patientengeheimnis nicht gewahrt wird. Über 50% konnten von eigenen Erfahrungen mit ärztlicher Indiskretion berichten.

Die Kooperation mit den Berufsschulen hat sich als äußerst effektiv erwiesen. Während die Resonanz auf das Schulungsangebot bei der Ärzteschaft eher verhalten war, war die der (Zahn-)Arzthelferinnen überwältigend: Fast alle konnten aus ihrer Ausbildungspraxis von Missständen berichten. Und fast alle zeigten großes Verständnis und Engagement. Dies war aber sehr weitgehend verknüpft mit Skepsis, ob das von ihnen Gelernte auch von ihren Chefs akzeptiert werden würde. Als sich herumsprach, welch lebendiger praxisnaher Unterricht vom ULD angeboten wird, rissen sich die Berufsschulen geradezu darum, diesen Lehrstoff anbieten zu können.

Vor allem über die Printmedien wird versucht, die Patientinnen und Patienten direkt anzusprechen. Deren Einbindung stand zunächst nicht im Vordergrund, um den Ärzten die Möglichkeit zu geben, aus freien Stücken eine gesetzeskonforme und vertrauenswürdige Praxis zu etablieren. Es macht aber Sinn, die Patientinnen und Patienten über ihre Rechte zu informieren und sie zu ermuntern, Missstände festzustellen und gegenüber den Arztpraxen oder auch den Kammern bzw. den Datenschutzaufsichtsbehörden zu monieren. Anfang 2003 wurde im Internet eine umfassende Darstellung der Datenschutzrechte der Patienten auf die Aktionsseite gestellt. Weitere Patientenaktionen werden folgen.

Bei der durchgeführten Fragebogenaktion in (Zahn-)Arztpraxen war eine geringe Resonanz bei den Ärzten, dagegen ein hoher Rücklauf bei den Zahnärzten festzustellen. Ein Ergebnis war, dass eine hohe Sensibilität beim Umgang mit konventionellen Patientenakten besteht. Zugleich wurden aber große Defizite bei der elektronischen Verarbeitung und bei der Einschaltung Dritter, z.B. den Privatärztlichen Verrechnungsstellen, offensichtlich.

Im Jahr 2005 kam es zu einer Schwerpunktverlagerung wegen der in Aussicht stehenden Einführung der elektronischen Gesundheitskarte (eGK): Medizinische Verbände, Ärzteorganisationen, Krankenhäuser aber auch Patientenvertreter stellten die mehr als berechtigte Frage, inwieweit sich mit der eGK noch das Patientengeheimnis wahren lässt. Tatsächlich führt die Einbindung der medizinischen Leistungsanbieter in ein bundesweites Netz zwangsläufig zu einer riskanten Öffnung der EDV mit Patientendaten nach Außen. Die Notwendigkeit zur elektronischen Kommunikation hatte sich schon zuvor im Rahmen von regi-



onalen Praxisnetzen, dem von Softwareanbietern geförderten Verordnungsmonitoring, der sog. Integrierten Versorgung, der Chronikerprogramme (Disease Management Programme) oder dem Outsourcing von anspruchsvollen Archivierungsaufgaben (v.a. Bildarchivierung) abgezeichnet. Spätestens mit der Einführung der eGK wird aus dem bisherigen faktischen ein rechtlicher Zwang. Dass die eGK nun doch nicht flächendeckend Anfang 2006 eingeführt wurde, ist insofern von Vorteil, als mehr Zeit zur Verfügung steht, um bei dem Aufbau der Telematik-Infrastruktur Datenschutzbelange zu berücksichtigen.

Die eGK zwingt dazu, von der bisherigen Empfehlung von Datenschützern und Ärzteorganisationen abzugehen, die Patientendatenverarbeitung von sämtlichen Netzzugängen abzuschotten. Nunmehr besteht die anspruchsvolle Aufgabe darin, die Netzzugänge so sicher zu gestalten, dass sie auch von den technisch zumeist wenig versierten Ärztinnen und Ärzten gehandhabt werden können. Dies wiederum stellt hohe Anforderungen an die Software-Anbieter, bei deren Produkten die Datenschutzkonformität zu einem Knock-out-Kriterium auf dem Markt wird. Dem Bedarf an Schaffung von Vertrauen zu datenschutzkonformen IT-Produkten kann durch die vom ULD verliehenen Datenschutz-Gütesiegel entsprochen werden. Es sind in großem Umfang IT-Produkte im Medizinbereich, die bisher ein entsprechendes Zertifikat erlangt haben.

Um der Glaubwürdigkeit des Anliegens des Datenschutzes Nachdruck zu verleihen, ist es nötig, neben dem präventiven Ansatz der Aktion den repressiven, d.h. kontrollierenden Datenschutz nicht zu vernachlässigen. Hierbei bestehen im Wesentlichen drei sich ergänzende Ansätze: 1. die Einzelfallprüfung im Rahmen von Eingaben und Hinweisen, 2. die systematische Prüfung durch Schwerpunktsetzungen (z.B. Aktenvernichtung, Outsourcing, Netzanbindung) und 3. die Abwehr von unzulässigen Informationsanforderungen durch Dritte. Gerade im Hinblick auf die Wünsche der gesetzlichen und der privaten Kran-

Thilo Weichert



Dr. Thilo Weichert, Politologe und Jurist, ist Landesbeauftragter für den Datenschutz Schleswig-Holstein und damit zugleich Leiter des Unabhängigen Landeszentrums für Datenschutz (ULD) in Kiel. Er war von 1990 bis 2004 Vorsitzender der Deutschen Vereinigung für Datenschutz (DVD e.V.) und ist weiterhin Mitglied des DVD-Vorstands.

kenversicherungen kommt der Unterstützung der Ärzteschaft gegenüber der Anforderung von Patientendaten derzeit hohe Priorität zu.

Hinweise

Um die Nachhaltigkeit der Aktion „Datenschutz in meiner Arztpraxis“ zu sichern, stellt das ULD sämtliche Aktionsunterlagen im Netz zur Verfügung. Diese sind unter <http://www.datenschutzzentrum.de/medizin/arztprax/index.htm> übersichtlich erschlossen. Da diese Inhalte immer weiter ausgebaut werden, ist zwar kein umfassender Überblick, wohl sind aber Themen-Beispiele möglich:

- Das Patientengeheimnis - Rechtslage und Konsequenzen,
- Datenschutzrechte der Patienten,
- Praxisorganisation: Wird in Ihrer Praxis das Patientengeheimnis gewahrt?
- Datenschutzbeauftragte in der Arztpraxis,
- Externe Datenschutzbeauftragte und Patientengeheimnis,
- Datenschutzgerechte Entsorgung von Patientenunterlagen,
- Patientendatenverarbeitung im Auftrag,
- Online-Umfrage über den Schutz des Patientengeheimnisses,
- Fortbildungsangebote,

- Häufig gestellte Fragen zum Bereich ambulante Arztpraxen,
- Checkliste für Krankenhäuser,
- Archivierung von Krankenhausakten.

Das Patientenfaltblatt und das Plakat „Datenschutz in meiner Arztpraxis“ können bestellt werden beim

- Unabhängigen Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein, Holstenstr. 98, 24103 Kiel, Tel.: 0431 988-1200, Fax: 0431 988-1223, Email: mail@datenschutzzentrum.de.

Dort können auch Auskünfte erlangt werden ebenso wie bei der

- Ärztekammer Schleswig-Holstein - Rechtsabteilung, Bismarckallee 8-12, 23795 Bad Segeberg, Email: rechtsabteilung@aecksh.org und der
- Zahnärztekammer Schleswig-Holstein, Patientenberatungsstelle, Westring 498, 24106 Kiel, Email: central@zaek-sh.de.

Weitere Informationen zum Medizindatenschutz finden sich unter <http://www.datenschutzzentrum.de/medizin> sowie im virtuellen Datenschutzbüro unter <http://www.datenschutz.de>

Klaus-Peter Görlitzer

Archivierte Blutproben Ein Paradies für Genforscher?

Blutentnahmen – schon von Geburt an – sind im Krankenhaus und in der Arztpraxis Routine. Doch was geschieht nach der Analyse mit den Proben? Patientinnen und Patienten, die sich auf ihr Recht auf informationelle Selbstbestimmung berufen, stoßen hier bei den Datensammlern auf Widerstände. Aus der Sicht des Datenschutzes wird vor „potentiellen Gendateien“ gewarnt. Und die vor fast einem Jahr erlassenen neuen Vorschriften werden in der Praxis oft nur halbherzig umgesetzt.

Fast alle Eltern lassen das Blut ihres Babys auf Anzeichen für angeborene Erkrankungen testen. Über das Ergebnis der freiwilligen Untersuchung werden sie nur dann unaufgefordert informiert, wenn es auffällig ist. Die Wahrscheinlichkeit ist gering: Weniger als eines von tausend Kindern wird hierzulande mit einer schweren Stoffwechsel- oder Hormonstörung geboren.

Bei der Analyse wird die getrocknete Blutprobe nicht vollständig verbraucht, ein Rest verbleibt auf der Testkarte. Mitte 2003 machten Datenschützerinnen und Datenschützer öffentlich, was im Zeitalter der Molekulargenetik brisant ist: Viele Labors bewahren Restblutproben, die sie durch das Neugeborenen-screening erhalten haben, einfach auf – ohne Wissen der Betroffenen.

Mit der Sammelei muss es inzwischen eigentlich vorbei sein. Denn seit April 2005 gelten neue Richtlinien zur „Früherken-

nung von Krankheiten bei Kindern“. Und die sind eindeutig: Sie verlangen, dass Labors die Restblutproben spätestens nach drei Monaten „vernichten“ müssen. Beschlossen hat die neue Vorschrift, die im Bundesanzeiger veröffentlicht wurde, der Gemeinsame Bundesausschuss (G-BA). Das Gremium aus Ärzten, Krankenkassen, Kliniken und Patientenvertretern legt fest, welche Leistungen die gesetzliche Krankenversicherung unter welchen Voraussetzungen erstattet. Mit der Drei-Monats-Frist werde „Datenschutzaspekten Vorrang eingeräumt“, schreibt G-BA-Vorsitzender Rainer Hess zur Begründung; darüber müssten Eltern ebenso schriftlich aufgeklärt werden wie über Zweck und Aussagekraft des Screenings.

Handlungsbedarf war spätestens im Juli 2003 öffentlich geworden. Seinerzeit alarmierte Friedrich von Zezschwitz, damals Hessens Datenschutzbeauftragter, den Landtag. Das Universitätsklinikum Gießen führe eine zentrale Datei, die Blutproben

und Namen aller Menschen erfasse, die nach 1972 in Hessen geboren wurden. Anfang 2004 zogen Hamburger Datenschützer nach, sie waren bei einer Prüfung im Uniklinikum Eppendorf (UKE) fündig geworden: Auf „Tausenden von Karten“, gesammelt seit 1992, lagerten Blutproben im UKE, die mit den Personalien von Kindern und Müttern verbunden seien; die Befunde seien elektronisch gespeichert.

Solche Blutprobensammlungen seien „besonders gefahrenträchtig“, sie könnten als „potenzielle Gendatenbank“ genutzt werden, warnte von Zezschwitz. Sein damaliger Hamburger Kollege Hans-Hermann Schrader verwies darauf, dass Uni-Kliniken zunehmend den kommerziellen Wert menschlicher Körpersubstanzen entdeckten und diese auch für zahlungskräftige ForscherInnen und Firmen bereit hielten.

Derartige Zweckentfremdungen sind bislang öffentlich nicht bekannt geworden. Fest steht indes: Zumindest am Hamburger UKE wurden in der Vergangenheit anonymisierte Neugeborenen-Blutproben an forschende Kinderärzte und -ärztinnen im eigenen Haus weitergegeben. Details wollte der für das Screening verantwortliche Professor Alfried Kohlschütter auf Anfrage einer Mutter nicht verraten.

Das Auswerten von Testblut für Forschungsprojekte ohne Einwilligung der Eltern sollen die aktualisierten Kinder-Richtlinien des G-BA ausschließen. Doch an die neue Pflicht zum Vernichten der Blutproben nach drei Monaten müssen sich diverse Screening-Ärztinnen und -Ärzte wohl erst gewöhnen.

Zum Beispiel Professorin Annette Grüters und Laborleiter Oliver Blankenstein vom Berliner Uni-Klinikum Charité. Im Juli 2005

Klaus-Peter Görlitzer

„Erweitertes Neugeborenen-Screening“

Die Reihenuntersuchung von Babys auf angeborene Erkrankungen ist seit Jahrzehnten alltäglich. Die Früherkennung, bezahlt von den Krankenkassen, wurde im April 2005 auf insgesamt zwölf seltene Stoffwechsel- und Hormonstörungen ausgedehnt.

Aus der Ferse des Neugeborenen entnehmen Ärzte/Ärztinnen, Hebammen oder Pflegekräfte eine Blutprobe zwecks Testung. Ist das Labor-Ergebnis auffällig, folgt eine diagnostische Untersuchung. Denn erst sie kann klären, ob das Baby tatsächlich krank ist oder nicht. Die zwölf gesuchten „Zielkrankheiten“ sind nicht heilbar. Aber Ärzte/Ärztinnen können sie zumindest lindern. Zwei Beispiele: Bei Phenylketonurie, die ohne Therapie zu geistiger Behinderung führen kann, soll eine Spezialdiät helfen. Hypothyreose, eine Unterfunktion der Schilddrüse, wird mit Hormongaben behandelt.

Als Vorbild für das erweiterte Screening gilt ein Modellprojekt in Bayern. Dort wurden zwischen 1999 und 2004 Blutproben von 688.987 Säuglingen getestet. Bei 567 Babys wurden Stoffwechsel- oder Hormonstörungen entdeckt.

teilten sie einer jungen Mutter auf Anfrage mit: „Hier in Berlin sehen wir das größere Problem nicht im eventuellen Missbrauch gelagerter Restblutproben, sondern in einem eventuell notwendigen Nachweis einer fehlerhaften Abnahme, Zuordnung oder Bestimmung im Labor.“ Was sie daraus folgern, widerspricht den neuen Regeln: „Wir halten es daher für richtig und wichtig, in Ihrem und unserem Interesse die Probe nicht wie vorgesehen frühzeitig zu vernichten. In Berlin haben wir uns auf eine Vernichtung zur Volljährigkeit Ihres Kindes, d.h. nach 18 Jahren, entschieden.“

Eine wissenschaftliche Nutzung der Trockenblutproben, schreiben die beiden Charité-Ärzte, sei „zur Zeit nicht beabsichtigt“. Dann geben sie noch einen Hinweis: „Falls Sie eine Aushändigung oder Vernichtung der Probe zum jetzigen Zeitpunkt wünschen, müssten Sie uns dies noch einmal ausdrücklich zur Kenntnis geben.“

Aktionstipp:

Fragen Sie mal nach!

Ob zur Diagnostik, bei Vorsorgeuntersuchungen, vor einer Operation, für Gentests oder bei klinischen Studien – stets werden Körpersubstanzen wie Blut und Gewebe benötigt. Was vielen Patienten und Patientinnen nicht klar ist: Entnommene Proben werden oft auch zu wissenschaftlichen und kommerziellen Zwecken weiter genutzt. So konnten etliche „Biobanken“ mit Körpersubstanzen und medizinische Daten ohne Wissen der Betroffenen entstehen. Heute gelten sie als wertvolle Ressourcen für GenforscherInnen und Pharmafirmen.

Eine **Aktion für Transparenz** hat *BioSkop – Forum zur Beobachtung der Biowissenschaften* gestartet. Mitmachen kann jede und jeder: Schreiben Sie an Kliniken und Labore, fragen Sie Ihre Ärztinnen und Ärzte! Lassen Sie sich über den Verbleib Ihrer Körpersubstanzen aufklären! Verlangen Sie die Aushändigung der Proben und gespeicherten Daten oder deren sofortige Vernichtung! Beim Formulieren hilft BioSkop gern weiter, Beispiele und ein Dossier zu Biobanken auf der Homepage des gemeinnützigen Vereins: www.bioskop-forum.de

Kontakt: BioSkop e.V., c/o Erika Feyerabend, Telefon (0201) 5366706, Fax (0201) 5366705, Mail: info@bioskop-forum.de

Auf Nummer sicher gehen

Ein Kommentar von Klaus-Peter Görlitzer

Jederzeit müssten die Bürgerinnen und Bürger wissen können, wer was wann und bei welcher Gelegenheit über sie weiß. So verlangt es das „Volkszählungsurteil“, mit dem das Bundesverfassungsgericht 1983 das „Recht auf informationelle Selbstbestimmung“ begründet hat.

Seither sind Computertechnik und elektronische Netzwerke gigamäßig fortgeschritten, und im Alltag ist das schöne Grundrecht oft schwer durchsetzbar – besonders für Patienten oder Patientinnen. Vielen ist gar nicht klar, welche Behandlungsdaten, Befunde und Körpersubstanzen wo und zu welchem Zweck gespeichert, genutzt oder beforscht werden.

Ein krasses Beispiel sind die Restblutproben-Sammlungen, die diverse Labors im Zusammenhang mit dem Baby-Screening auf angeborene Erkrankungen angelegt haben – stillschweigend, teilweise seit Jahrzehnten. Dass dies überhaupt ans Tageslicht kam, ist Datenschützerinnen und Datenschützern zu verdanken. Sie riefen vor rund zweieinhalb Jahren ins Bewusstsein, dass solche Blutsammlungen auch als „potenzielle Gendateien“ genutzt, vermarktet und missbraucht werden könnten.

Doch die Screening-Ärzte und -Ärztinnen, verharren seitdem einfach auf Tauchstation. Die Labors hätten verloren gegangenes Vertrauen durchaus wieder gewinnen können: Sie hätten sämtliche getesteten Kinder und ihre Eltern unaufgefordert anschreiben, über archivierte Blutproben informieren und auch fragen können, ob sie mit einer weiteren Lagerung der Testkarten einverstanden seien oder nicht. Diesen Aufwand, verursacht durch Versäumnisse der Screener, halten diese offenbar für unnötig. Ein Klinikchef, ein Politiker, ein Datenschützer oder ein Patientenverband, der den Ärztinnen und Ärzten hier auf die Sprünge helfen könnte, ist nicht in Sicht.

Dabei gelten seit April 2005 mit den reformierten Kinder-Richtlinien eindeutige Regeln, die verbindlich festlegen, dass Restblutproben spätestens nach drei Monaten zu vernichten sind. Passieren wird dies wohl nur, wenn Eltern beherzt nachhaken. Wer auf Nummer sicher gehen will, sollte vom Screening-Zentrum nach erfolgter Blut-Analyse schriftlich verlangen, dass ihm die Karte mit den Restblutproben schleunigst zugeschickt wird.

Wie man uneinsichtige Medizinerinnen und Mediziner bewegen will, geltendes Recht im Klinikalltag zu befolgen, ist eine offene Frage; Kontrollen sind jedenfalls ebensowenig vorgesehen wie Sanktionen bei Verstößen.

Nichts sagen die neuen Richtlinien zum Verbleib alter Proben, die vor April 2005 im Rahmen des Screenings entnommen wurden. Auch fehlt eine öffentliche Übersicht, aus der man ersehen könnte, in welchen Unikliniken und privaten Labors Restblutproben seit wann lagern. Dies zu klären, hat sich die FDP-Politikerin Gisela Piltz bemüht – vergeblich. Ihre Anfrage beschied die damalige Gesundheitsstaatssekretärin Marion Caspers-Merk (SPD) im September 2003 so: „Der Bundesregierung liegen keine Erkenntnisse darüber vor, wo etwaige Blutprobenreste bis zu ihrer Vernichtung aufbewahrt werden.“ Auskünfte darüber könnten nur die Bundesländer erteilen, deren Aufgabe es sei, die Einhaltung von Datenschutz und ärztlichem Berufsrecht zu überwachen.

In Hessen, wo die Blutproben-Sammelei zuerst aufgefliegen ist, hat sich nach der öffentlichen Intervention des Datenschutzbeauftragten etwas getan. Dort seien sämtliche Restblutproben, die vor 1996 entnommen wurden, in diesem Sommer vernichtet worden, versichert die Medizinerin Angela Wirtz aus dem Sozialministerium. Die zwischen 1996 und April 2005 angelegten Testkarten würden verschlüsselt aufbewahrt und erst zerstört, wenn die betroffenen Kinder zehn Jahre alt geworden sind. Auf dieses Vorgehen, das allerdings nicht dem Geist der neuen Kinder-Richtlinien folgt, hätten sich Ministerium, Gießener Screeningzentrum und Datenschützer und Datenschützerinnen geeinigt. Ähnliches wurde Ende 2004 auch in Hamburg vereinbart. Im Uniklinikum der Hansestadt sollen pseudonymisierte Restblutproben maximal fünf Jahre lagern.



Klaus-Peter Görlitzer

Klaus-Peter Görlitzer (Hamburg), recherchiert, schreibt und spricht als Freier Wissenschaftsjournalist schwerpunktmäßig über Biomedizin, Ethik und Datenschutz. Außerdem redigiert er *BioSkop - Zeitschrift zur Beobachtung der Biowissenschaften*. Kontakt: www.goerlitzer.homepage.t-online.de

Von der Gesundheit zu e-Health

Plädoyer für eine selbstbestimmte Gesundheitskarte

„Das Recht auf Einsicht in Krankenunterlagen gehört zum informationellen Selbstbestimmungsrecht jedes Bürgers, das unsere Verfassung schützt. ... Das ist vom Bundesverfassungsgericht in einem am Dienstag bekannt gegebenen Beschluss entschieden worden.“ Diese Meldung meiner lokalen Bremer Tageszeitung (Weser-Kurier von Mittwoch, 25. Januar 2006) verdeutlicht mit präziser Schärfe, was in der westlichen Industriegesellschaft unter Gesundheit zu verstehen ist. Über die Gesundheit der Bevölkerung wacht der Staat. „Mehr neue Fälle von Brustkrebs registriert – Gesundheitsbehörde: Teilnahme am Screening könnte ein Grund sein“ ist eine andere Überschrift des Weser-Kuriers am selben Tag. Und eine dritte Meldung finde ich bei meiner Morgen-Lektüre: „Röntgen-Unfall lässt Radiologen rätseln – Till Spiro: Unsere Geräte sind sicher“.

Bürger müssen sich das Recht, über ihre eigene Gesundheit zu bestimmen, vor Gericht erkämpfen. Dort bekommen sie Recht innerhalb des Systems der medizinischen Technokratie, das über die Gesundheit der Bevölkerung wacht. Ich lese die lokale Tageszeitung zum Thema deshalb sorgfältiger, weil wir in der Bremer FfF-Regionalgruppe über die Einführung der Gesundheitskarte diskutieren. Schnell haben wir den Datenschutz und die Datensicherheit der Informations- und Kommunikationstechnologien als ein wichtiges Thema ausgemacht. In diese Richtung gehen auch die Stellungnahme der Gesellschaft für Informatik vom 10. März 2005 (www.gi-ev.de/themen/sicherheit/gesundheitskarte/) und die Broschüre zur Gesundheitskarte des FfF (www.fif.de/themen/Beh/EGK/Brosch). Datenschutz und Datensicherheit sind wichtige Themen für das FfF. Dem stimme ich vorbehaltlos zu. Trotzdem bleibt bei mir ein fades Gefühl. Werden wir mit dieser Kritik den Veränderungen im Gesundheitswesen durch die Einführung der neuen „Rahmenarchitektur für die Telematikinfrastruktur des Gesundheitswesens“ gerecht? Mir scheint: Es ist unabdingbar, darüber nachzudenken, was wir mit Gesundheit meinen.

Die Medikalisierung des Lebens

„Die etablierte Medizin hat sich zu einer ernsten Gefahr für die Gesundheit entwickelt.“ Mit diesen Worten beginnt Ivan Illich seine Studie über die „Nemesis der Medizin“ (1995, S. 9). Ivan Illich übte nicht nur in seinen Schriften eine radikale Kritik der Medikalisierung des Lebens, sondern hat diese Kritik auch vorgelebt. Als er an Krebs erkrankte, verweigerte er die Behandlung seines Körpers durch eine technokratische Medizin. Selbstbestimmt zu leben und zu sterben, blieb bis an sein Lebensende seine Maxime. Er wehrte sich dagegen, in eine Situation gebracht zu werden, in der „Ministranten in Weiß und OP-Grün“ ihn in „antiseptische Gerüche“ hüllten und um ihn einen unwürdigen „Totentanz“ der Apparate-Medizin aufführten (Illich 1995, S. 71). „Die Weigerung des Patienten, auf eigene Faust zu sterben, bringt ihn in armselige Abhängigkeit“ (Illich 1995, S. 74).

Illich untersuchte die „pharmazeutische Invasion“ in einer historischen Perspektive. Er ging davon aus, dass jede Kultur eigene Heilmittel, aber auch Gifte und Drogen hervorbringt, welche sie in rituellen Handlungen zur Anwendung bringt, um Leben zu

bewahren oder zu zerstören. Sein Ideal war die Hervorbringung eines harmonischen Ausgleichs im Gebrauch der wirksamen Mittel entsprechend den jeweiligen kulturellen Gegebenheiten. Er war misstrauisch gegenüber dem Fortschrittsdenken einer immer effektiveren Medizin: „Stark wirksame medizinischen Drogen zerstören leicht die historisch gewachsene Struktur, die das ausgewogene Verhältnis jeder Kultur zu ihren Giften regelt; für gewöhnlich fügen sie der Gesundheit mehr Schaden als Nutzen zu, und schließlich begründen sie eine neue Einstellung, die den Körper als eine von mechanischen Bedienungsknöpfen betriebene Maschine auffaßt“ (Illich 1995, S. 47f).

Wenn in den reichen westlichen Industrienationen für Menschen tödliche Krankheiten besiegt würden und die Menschen länger lebten, sei dies weniger ein Erfolg des Fortschritts der Medizin als der einer besseren Hygiene und vor allem einer besseren Ernährung. Wie begrenzt die Kunst der Ärzte sei, lasse sich auch daran ablesen, dass sich nicht die maximale, sondern nur die durchschnittliche Lebensdauer verlängert habe (Illich 1995, S. 59). Illich behauptete: „Mit der Wandlung des Arztes vom Handwerker, der seine Kunst an ihm persönlich bekannten Individuen ausübt, zum Techniker, der wissenschaftliche Regeln auf Patientenkategorien anwendet, hat die Kurpfuscherei einen anonymen, fast respektablen Status gewonnen“ (Illich 1995, S. 25).

In einem Nachwort, das er der Neuauflage seines Buches hinzufügte, spitzte Illich seine Kritik sogar noch weiter zu. 1975 habe er Gesundheit noch kybernetisch begriffen, als das „Ausmaß, in dem Menschen mit ihren inneren Zuständen und ihren Umweltbedingungen fertig werden“ (Illich 1995, S. 206). Gesundheit als selbstreferentiellen Steuerungsvorgang zu verstehen, führe zu einem Systemdenken, das nicht den Menschen sehe, sondern das „'Ego' als Immunsystem“. An die Stelle des „Erkenne dich selbst“ trete die Forderung „Lass prüfen, wie es deinem Immunsystem geht“ (Illich 1995, S. 213). Illich analysierte die Moderne, die ihn befremdet, aus der Distanz. Er verstand sich als Lehrer der Kunst des Leidens, einer Auffassung vom Menschen, die den Tod nicht ignoriert. Zutiefst war er erschrocken über die Reduktion des Menschen auf „ein Leben“, die Biologisierung des Menschen. In diesem Punkt stimmte der konservative Denker Illich mit dem Theoretiker der Biomacht Michel Foucault überein.

Biomacht und Biopolitik

„Mir scheint, dass eines der grundlegenden Phänomene des 19. Jahrhunderts in dem bestand und noch besteht, was man die Vereinnahmung des Lebens durch die Macht nennen könnte: Wenn Sie so wollen, eine Machtergreifung auf den Menschen als Lebewesen, eine Art Verstaatlichung des Biologischen oder zumindest eine gewisse Tendenz hin zu dem, was man die Verstaatlichung des Biologischen nennen könnte.“ (Foucault 1999, S. 276)

In den modernen Industriegesellschaften wird Medizin zur nationalen staatlichen Aufgabe. Das sich entwickelnde biomedizinische Dispositiv legt den Status des Lebens und der Krankheit neu fest durch das Auftauchen der klinischen Medizin, in der „die Gesundheit an die Stelle des Heils tritt“ (Foucault 1996, S. 244).

Die Medizin transformiert sich dabei zu einer Wissenschaft, bei der es nicht mehr nur um die Ansammlung einer Reihe von therapeutischen Techniken geht, sondern um die Erzeugung eines medizinischen Wissensraums, in dem eine methodische Definition des „nichtkranken Menschen“ das Konzept der Gesundheit festlegt. Mit der „Geburt der Biopolitik“ werden jene „gelehrigen Körper“ erzeugt, „die in den vom Kapitalismus entwickelten Produktionstechniken funktionieren werden“ (Bertani 2003, S. 234).

Anders als im Mittelalter und in der frühen Neuzeit ist die vorherrschende Form der Machtdurchsetzung nicht mehr an einen Souverän, sondern an die „Disziplinarmacht“ gebunden. Das heißt, sie ist nicht um das Gesetz zentriert, welches der Souverän durchsetzt, sondern um die Norm, dem sich das gesellschaftlich verfasste Individuum unterwirft. Die Norm zielt prinzipiell auf die gesamte Existenz ab, auf das Innere des Individuums, auf die „Seele: das Gefängnis des Körpers“ (Foucault 1994, S. 42). Die „Disziplinarmacht“ definiert die im medizinischen Wissensdispositiv vorgeschriebenen Verhaltensweisen als Naturwahrheit, als Regulativ, als Mechanismus der Prüfung. Gesundheit und physisches Wohlergehen nicht des Individuums, sondern der Bevölkerung werden wesentliche Ziele der politischen Macht.

Nachhaltig verändert sich dabei das Verhältnis zum Tod. Hatte der mittelalterliche oder antike Souverän das Recht, Menschen zu töten oder leben zu lassen, so beginnt mit der Moderne eine Transformation, die darin besteht, „leben zu machen und sterben zu lassen“ (Foucault 1999, S. 278). Michel Foucault analysiert diese gesellschaftliche Transformation des Dispositivs der Gesundheit lange bevor es im Rahmen von Gentechnik und ‚life science‘ politisch breit diskutiert wird (vgl. Geyer 2001). Gesundheit und Leben werden patentiert. Patentiert wird heute

weltweit alles, was Gewinn verspricht: Lebewesen, ihre Teile und Gene. Gekauft und verkauft, zur Ware wird alles, was Menschen machen oder tun – selbst wenn es die unmittelbarsten Hilfeleistungen für Bedürftige sind wie Trinkwasser, Nahrung oder medizinischer Beistand.

eHealth – Die Informatisierung der Gesundheit

Im Informatik-Diskurs wird die Versachlichung des Lebens und die moderne Verwaltung der Gesundheit eHealth genannt. „Unter eHealth fasst man Anwendungen von IT-Systemen zur Verarbeitung von Gesundheitsdaten zusammen,“ definiert das Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung den Terminus. Auf der letzten Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik gab es einen Workshop zum Thema eHealth. Ohne Zweifel ist in diesem Zusammenhang die mit der Einführung der elektronischen Gesundheitskarte geplante Telematikinfrastruktur Teil einer neuen Kontrolle der Gesundheit der Bevölkerung. Die Gesundheit, die an die Stelle des Heils getreten ist, wird perfekt elektronisch verplant nicht nur im nationalstaatlichen Rahmen, sondern global. Sie lässt sich nicht mehr deutsch benennen, sondern wird in der Weltsprache der I&K-Technologien zur eHealth für globalisierte, fraktionierte Subjekte.

Gesundheitliche Selbstbestimmung

Wie sieht unter diesen Bedingungen eine emanzipative Gesundheitspolitik aus? Ich schlage vor, dass wir es – neben Datenschutz und Datensicherung – zu einer Aufgabe des FfF machen, uns mit der Gesundheitskarte als Patienten einen verständlichen und leicht zugänglichen Zugang zu den Informationen zu schaffen, die unter den Bedingungen der Biopolitik unsere Gesundheit konstituieren. Dabei geht es um mehr als nur Software-Ergonomie. Foucault hat es in der Sprache der 70er Jahre so formuliert:

„Unsere Ziele bestehen nicht darin, eine interdisziplinäre Gruppe zu bilden, die es erlaubte, sich mit anderen Ausübenden der verschiedenen Wissenschaften zu vereinigen, sondern darin, den Bruch zwischen wissenschaftlichem Wissen und Alltagspraxis, zwischen Handarbeit und Kopfarbeit zurückzuweisen. Wir lehnen die Abschottung ab, die uns von anderen Berufen isoliert hat, insbesondere von den Handarbeitern, um all das zu verstehen und zu erforschen, was in die Beziehung zwischen gesunden und kranken Menschen, in die Beziehung Arzt-Patient eingeht. Nichts scheint uns neben-sächlich, um diesem Typ von Beziehungen die Stirn zu bieten, so zahlreich, komplex und reich hier die Vari-



Bernard Robben

Dr.-Ing. Bernard Robben ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am artecLab – Laboratory for Art, Work and Technology der Universität Bremen. Sein Forschungsschwerpunkt ist die Theorie des Computers als Medium. Er ist Mitglied der Bremer Regionalgruppe des FfF.

ahlen auch sind, und so sehr wir auf feststellen müssen, wie tiefgehend unsere Tendenz ist, den Anderen zu ‚verschuldigen‘.“ (Foucault 1976a, S. 94)

Literatur

- Bertani, M. (2003): Zur Genealogie der Biomacht. In: Stingelin, M. (Hrsg.): Biopolitik und Rassismus, Frankfurt/M.: Suhrkamp Verlag.
- Foucault, M. (1976): Mikrophysik der Macht – Über Strafrecht, Psychiatrie und Medizin. Berlin: Merve Verlag.
- Foucault, M.: Vorlesung vom 17. März 1976. Erschienen in: Foucault, M. (1999): In Verteidigung der Gesellschaft. Vorlesungen am Collège de France (1975-76), Frankfurt/M.: Suhrkamp Verlag, S. 276-305.
- Im Internet abrufbar unter:
www.uni-muenster.de/PeaCon/global-texte/g-bio/g-bio-n/foucault-vorlesung-17-3-76.htm

- Foucault, M. (1994): Überwachen und Strafen – Die Geburt des Gefängnisses. Frankfurt/M.: Suhrkamp Verlag (Original: Surveiller et punir. La naissance de la prison, 1975).
- Foucault, M. (1996): Die Geburt der Klinik – Eine Archäologie des ärztlichen Blicks, Frankfurt/M.: Fischer Verlag (Original: Naissance de la Clinique, 1963).
- Geyer, Ch. (Hrsg.) (2001): Biopolitik – Die Positionen. Frankfurt/M.: Suhrkamp Verlag.
- Illich, I., (1995): Die Nemesis der Medizin – Die Kritik der Medikalisierung des Lebens. München: Verlag C.H. Beck. (4., überarbeitete Auflage. Original: Limits to Medicine, 1976).
- Wiesing, U. (Hrsg.) (2004): Ethik in der Medizin – Ein Studienbuch. Stuttgart: Philipp Reclam jun.
- e-Health Workshop auf der 35. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik:
www.informatik2005.de/fileadmin/dateien_redaktion_2005/Agenda/Agenda_EHE.pdf

Rudolf Seising

Ganz gesund, etwas unwohl, sehr krank...

Die Fuzziness medizinischen Denkens und ihre Rolle in der medizinischen Philosophie und in der computerunterstützten Diagnostik

Entscheidungsprozesse, hier die Diagnosefindung, mittels Fuzzy-Logik zu modellieren, erscheint vielversprechend. Ein Rückblick auf die philosophischen und mathematischen Denkansätze zu diesem Thema erscheint im Hinblick auf zukünftige Ansätze für eine maschinelle Diagnoseunterstützung hilfreich.

Bis in die 1950er Jahren gehen die Diskussionen zurück, Computer zur Unterstützung der Ärzte bei ihrer diagnostischen Tätigkeit einzusetzen (siehe dazu Seising „Zur Geschichte der Computer in der Medizin“ in diesem Heft). Dazu wurden zunächst in den USA, später auch in Europa Programme benutzt, die auf boolescher Logik bzw. Wahrscheinlichkeitstheorie basierten. So entstand beispielsweise 1968 am Wiener Institut für Medizinische Computerwissenschaften das Computer-Assisted Diagnosis-System CADIAG. Etwa 20 Jahre später entwickelte Klaus-Peter Adlassnig dazu ein *Fuzzy-Logik-Modell* (Adlassnig 1980), mit dem in der „Fuzzy-Version“ CADIAG-II dieses Systems das medizinisch-diagnostische Wissen zwischen Symptomen und Krankheiten (Auftreten bzw. Beweiskraft eines Symptoms bei einer Krankheit) mit Fuzzy-Sets und linguistischen Variablen dargestellt wurde. Die Wissensbasis dieses Systems bestand aus Krankheitsprofilen und Symptomkombinationen für insgesamt 262 Krankheiten. Als im Jahre 2004 die Großrechneranlage im Wiener Allgemeinen Krankenhaus abgeschaltet wurde, bedeutete dies auch das vorläufige Ende der computerunterstützten Diagnostik mit Fuzzy-Sets. In Zukunft soll sie jedoch integrierter Bestandteil einer PC-basierten Expertensystemplattform werden.

Diagnosis (Pullen 1944, S. vii.). Eine Eindämmung, wenn schon keine Ausmerzung dieser Fehlerquelle erhoffte man sich durch die in den 1950er Jahren propagierte Unterstützung durch die damals neuen Computer.

Ärzte sind Menschen, und Menschen sind fehlbar. Sie sind nicht in der Lage, immer alle Möglichkeiten zu bedenken, und so berücksichtigen ihre aufgrund der bei einem Patienten vorgefundenen Symptome gestellten Diagnosen kaum alle möglichen Krankheiten, zumal darunter auch sehr seltene sind. Immerhin gibt es wahre Künstler auf diesem Gebiet, wie der Mediziner und Medizinhistoriker Logan Clendening im Lehrbuch *Methods of Diagnosis* von 1947 betonte: „How to guard against incompleteness I do not know. But I do know that, in my judgement, the most brilliant diagnosticians of my acquaintance are the ones who do remember and consider the most possibilities (Clendening & Hashinger 1947, S. 57)“. Wie verfährt ein diagnostizierender Arzt mit diesen Möglichkeiten? Wie schließt er jene aus, während er diese als eventuell vorliegende Krankheit ansieht? Dazu sagte der polnische Mediziner und Philosoph Ludwik Fleck (1896-1961) schon 1926 auf der IV. Sitzung der Gesellschaft der Freunde der Geschichte der Medizin in Łwow:

„The belief has been expressed that errors in diagnosis are more often errors of omission than of commission“ – darauf verweist Roscoe LeRoy Pullen in seinem 1944 erschienenen Buch *Medical*

„Gerade die besten Diagnostiker sind am häufigsten nicht imstande, konkret anzugeben, wonach sie sich in der gegebenen Diagnose gerichtet haben, wenn sie nur

erklären, dass das ganze Aussehen typisch für den und den Krankheitsfall ist (Fleck 1983, S. 40).“

Er wandte sich gegen die in der polnischen Medizinphilosophie um die Wende zum 20. Jahrhundert vertretene These, dass medizinische Diagnostik das Ergebnis logischen Schließens sei: „In der Medizin tritt der in seiner Art einzigartige Umstand auf, dass je schlechter der Arzt desto »logischer« seine Therapie ist (Fleck 1983, S. 41.)“. Über einige besondere Merkmale des ärztlichen Denkens hieß dieser ein Jahr später veröffentlichte Vortrag (Fleck 1927), in dem Fleck von einem „besonderen Stil“, einem „Denktyp“ der Ärzte sprach:

„Während der Naturwissenschaftler typische, normale Phänomene sucht, studiert der Arzt gerade die nicht typischen, nicht normalen, krankhaften Phänomene. Und dabei trifft er auf diesem Weg sofort auf einen gewaltigen Reichtum und Individualität dieser Phänomene, die die Vielheit ohne klare, abgegrenzte Einheiten begleiten, voller Übergangs- und Grenzzustände. Es gibt keine genaue Grenze zwischen dem, was gesund ist, und dem, was krank ist, und nirgends trifft man wirklich ein zweites Mal auf dasselbe Krankheitsbild. Aber diese unerhört reiche Vielheit immerfort anderer und anderer Varianten muss gedanklich bezwungen werden, denn dies ist die Erkenntnisaufgabe der Medizin (Fleck 1983, S. 37.).“

Fleck betonte zum einen die auch im Gesundheitswesen unübersehbare Informationsflut und zum anderen die fehlenden Grenzen zwischen den Krankheitsphänomenen. Elemente eines abstrakt vorgestellten „Raums der Erkrankungen“ gingen nahtlos ineinander über, und hier verlassen sich Ärztinnen und Ärzte offenbar mehr auf ihre Erfahrung und Intuition als auf streng rational formulierte Regeln. Nicht dieser Philosophie sondern dem einsetzenden Trend der „Elektronengehirne“ und „Künstlichen Intelligenzen“ verschrieb man sich dagegen in den USA nach dem II. Weltkrieg, als die Möglichkeiten der Digitalrechner publik geworden waren, und das verstandesmäßige Vorgehen eines Arztes wurde rational-logisch interpretiert.

Logik und Wahrscheinlichkeiten in der medizinischen Diagnose

„Could an electronic computer with its extensive memory capacity and data-processing facility help the physician avoid some of the diagnostic errors of omission? ... Could the computer be programmed to analyze the patient's signs and symptoms and to give a differential diagnosis? If the computer could be programmed to analyze the patient's data, should logical analysis processes be followed similar to those used by the physician? Diagnosis is, of course, a mental process, but what kind of mental process is it?“ (Clendening & Hashinger 1947, S. 1.)

Während Fleck diese Fragen aus der Einleitung zu dem schon genannten Buch *Methods of Diagnosis* sicherlich mit „Nein“ beantwortet hätte, ließen sich die Medizinwissenschaftler Lee Browning Lusted und Robert Steven Ledley durch ihr „Ja“ zu einem Programm inspirieren, die medizinische Diagnose in logische und probabilistische Schlussweisen zu übersetzen. In ihrem 1959 erschienenen Artikel *Reasoning Foundations of Medical Diagnosis*,

der heute als Auftakt für die Entwicklung der „Medizinischen Informatik“ gilt, stellten sie Symptome und andere Anzeichen (z. B. Fieber, Blutdruckhöhe) und Krankheiten (z. B. Lungenentzündung) durch Variablen $x, y, \dots$ dar, während sie Aussagen darüber durch entsprechende Großbuchstaben $X, Y, \dots$ kennzeichneten. Steht nun Y für die Aussage „der Patient hat das Attribut y “, so ist $\neg Y$ deren Negation „der Patient hat nicht das Attribut y “. Die Ausdrücke $X \cdot Y$ und $X + Y$ repräsentieren dementsprechend die kombinierten Aussagen „der Patient hat die Attribute x und y “ bzw. „der Patient hat Attribut x oder Attribut y oder beide“. Schließlich symbolisiert $X \Rightarrow Y$ die Aussage „wenn der Patient das Attribut x hat, dann hat er Attribut y “.

Solche Lehrbuchregeln sind allerdings nur nützlich, wenn ihre Prämissen sicher erfüllt sind, was oft nicht der Fall ist, und daher finden sich in der Literatur eher Regeln wie: „If a patient has disease 2, then there is only a certain chance that he will have symptom 2 – that is, say, approximately 75 out of 100 patients will have symptom 2.“ Ledley und Lusted ließen daher auch Schlüsse mit (bedingten) Wahrscheinlichkeiten für die medizinische Diagnostik zu: „Since »chance« or »probabilities« enter into »medical knowledge«, then chance, or probabilities, enter into the diagnosis itself (Ledley & Lusted 1959, S. 13.).“

Nicht-sichere Diagnosen sind unsichere Diagnosen: Was bedeutet es für einen bestimmten Patienten, wenn in $\frac{3}{4}$ der auftretenden Fälle seiner Symptome eine bestimmte Erkrankung vorlag? In seinem Beitrag für ein drei Jahre später erschienenes mehrbändiges Werk über Computer in der biomedizinischen Forschung verwies Lusted auf diese „inadequacy of conventional mathematical methods for dealing with biological problems“ (Lusted 1965, S. 321), und er rief nach neuen mathematischen Methoden zur Sammlung und Codierung anfallender Informationen in der Medizin. Dabei zitierte er wörtlich aus dem 1962 erschienenen Artikel „From Circuit Theory to System Theory“ des Elektrotechnikprofessors Lotfi A. Zadeh, der die Situation folgendermaßen zusammenfasste:

„In fact, there is a fairly wide gap between what might be regarded as „animate“ system theorists and „inanimate“ system theorists at the present time, and it is not at all certain that this gap will be narrowed, much less closed, in the near future.“

There are some who feel that this gap reflects the fundamental inadequacy of the conventional mathematics – the mathematics of precisely-defined points, functions, sets, probability measures, etc. – for coping with the analysis of biological systems, and that to deal effectively with such systems, which are generally orders of magnitude more complex than man-made systems, we need a radically different kind of mathematics, the mathematics of fuzzy – or cloudy quantities which are not describable in terms of probability distributions“ (Zadeh 1962, S. 857).

Fuzzy-Sets und Fuzzy-Systeme

1962 hatte Zadeh diese „neue Mathematik“ noch gar nicht näher spezifiziert. Erst drei Jahre später veröffentlichte er seine Theorie der Fuzzy-Sets in einer wissenschaftlichen Zeitschrift (Zadeh 1965a). Während in der gewöhnlichen Mengenlehre jedes Objekt

des Universe of discourse entweder Element einer bestimmten Menge M ist (Indikatorfunktion $I_M(x) = 1$) oder nicht ($I_M(x) = 0$), sind Fuzzy-Sets „unscharfe Mengen“: An die Stelle der Indikatorfunktion setzte Zadeh eine Zugehörigkeitsfunktion μ , die jedem Objekt des Universe of discourse seinen Zugehörigkeitsgrad zum jeweiligen Fuzzy-Set A zuweist, der jeden Wert zwischen 0 und 1 annehmen kann ($0 \leq \mu_A(x) \leq 1$). Das Komplement A' eines Fuzzy-Set A hat die Zugehörigkeitsfunktion $\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x)$ für alle, $x \in X$. Dies bedeutet, dass ein Element mit dem Zugehörigkeitswert $\mu_A(x)$ zu A und mit dem Zugehörigkeitswert $\mu_{A'}(x)$ zu dessen Komplement gehört. Anders als in der klassischen (zweiwertigen) Logik gilt der Satz vom Widerspruch $\neg(A \wedge \neg A)$ in der Fuzzy-Logik also nicht!

Zadeh schuf diese Theorie unscharfer Mengen, um die in der Realität vorzufindenden Klassen von Objekten, für die wir keine genau definierten Zugehörigkeitskriterien haben, mathematisch behandeln zu können. Anders als in der exakten Mathematik, wo wir scharfe Mengen vorfinden, seien wir in den empirischen Wissenschaften und in der Technik mit „fuzzy sets“ konfrontiert. Er hatte sich zuvor viele Jahre mit der Systemtheorie in der Elektrotechnik beschäftigt und mit seinem zu Beginn der 1960er Jahre eingeführten „state-space-approach“ zusätzlich zu *Input* und *Output* abstrakter Systeme auch den Zustand (*state*) des Systems berücksichtigt. Bezeichnen u_t , v_t und s_t Input, Output und Zustand des Systems, so charakterisieren das Systemverhalten zwei Zustandsgleichungen: $s_{t+1} = f(s_t, u_t)$, $t=0, 1, 2, \dots$ und $v_t = g(s_t, u_t)$ (Zadeh 1964). Diese Zustandsgleichungen waren zwar schon aus der Automatentheorie bekannt, doch wurden sie erst jetzt auch in der abstrakten Systemtheorie benutzt. Als Zadeh im Frühjahr 1965 auf dem Symposium on System Theory am Polytechnic Institute in Brooklyn über „A New View on System Theory“ sprach, vollzog er eine „Fuzzifizierung der Systeme“ (Seising 2005), indem er den Begriff des Fuzzy-Systems einführte: „A system S is a fuzzy system if (input) $u(t)$, output $y(t)$, or state $x(t)$ of S or any combination of them ranges over fuzzy sets.“ (Zadeh 1965b, S. 33). Anders als der noch im Programm aufgeführte Vortragstitel hieß der Beitrag, den Zadeh im darauf folgenden Jahr veröffentlichte „Fuzzy Sets and Systems“.

Fuzzy-Sets und Fuzzy-Systeme in der Medizin

Der argentinische Philosoph Mario Bunge (geb. 1919) zog in dem die Philosophie der Medizin betreffenden Kapitel „Iatrophilosophie“ (griechisch: *iatros* = Arzt, eigentlich: „der Pfeile entfernt“) seines 1980 veröffentlichten Buchs *Epistemologia* (Bunge 1980) die Systemtheorie heran, um sich einer bisher fehlenden allgemein akzeptierten Theorie der Krankheit und der Gesundheit zu nähern: Ein konkretes System habe eine bestimmte Anzahl von Eigenschaften, die von Funktionen repräsentiert werden. Wenn das System z. B. ein menschliches Wesen ist, dann können die Glukosekonzentration in seinem Blut, sein Blutdruck, Körpergewicht etc. durch Funktionen dargestellt werden. Alle so dargestellten Eigenschaften des Systems bilden dessen Zustand, und offenbar gibt es Zustände, in denen der Organismus gesund ist und solche, in denen er krank ist. Befindet sich ein biologisches System in einem gesunden Zustand, dann arbeitet der Organismus optimal, ansonsten ist er krank.

Einen diesem systemtheoretischen Zugang verwandten, nämlich fuzzy-systemtheoretischen Ansatz diskutiert der iranisch-deutsche Mediziner und Medizinphilosoph Kazem Sadegh-Zadeh seit den 1980er Jahren, um die Bedeutung der Begriffe Gesundheit und Krankheit in der Medizinthorie zu fassen, die seiner Meinung nach nicht über die klassische Logik zugänglich sind. Er wählte den fuzzy-logischen Zugang für eine neue Theorie: „health is a matter of degree, illness is a matter of degree, and disease is a matter of degree“ (Sadegh-Zadeh 2000, S. 607). Schon 1982 hatte er den Begriff der *patienthood* („von einer Krankheit geplagt“, „being afflicted by a malady“) in die Diskussion eingebracht (Sadegh-Zadeh 1982) „of which the notion of *health* will be the additive inverse in the following sense: *health* = 1 – *patienthood*“. Im Jahre 2000 präsentierte er ein grobes Gerüst seiner neuen Theorie.

Es sei Ω die Menge der Menschen. Zu einem bestimmten Zeitpunkt haben wir eine Fuzzy-Teilmenge P (die Menge der Patienten) von Ω „whose members are to various extents characterized by discomfort, pain, endogenously threatened life, loss of autonomy, loss of vitality, and loss of pleasure. The extent to which an individual is a member of this fuzzy set P is called the degree of patienthood.“ Die Zugehörigkeitsfunktion $\mu_p(x) \in (0,1)$ gibt den Grad der patienthood für ein Individuum $x \in \Omega$ an. Sadegh-Zadeh definierte das Fuzzy-Set $H = \{(x, \mu_h(x)) \mid x \in \Omega\}$ (die Menge aller gesunden Menschen) als das Komplement von P (patienthood). Ist $\mu_p(x)$ der Zugehörigkeitsgrad der patienthood von x und $\mu_h(x)$ der Zugehörigkeitsgrad der Gesundheit von x , dann gilt $\mu_h(x) = 1 - \mu_p(x)$.

Was ist nun eine *Krankheit*? Sadegh-Zadeh verwirft die begriffliche Dichotomie, nach der ein Individuum entweder gesund oder krank ist. Vielmehr seien „gesund“ und „krank“ zwei fuzzy-Zustände unter vielen anderen möglichen, in denen sich ein Organismus befinden kann. Der Gesundheitszustand (*state-of-health*) wird so als eine *linguistische Variable* definiert (Abbildung 1), die über dem Fuzzy-Set H Gesundheit (*health*) operiert und linguistische Werte der Termmenge $T_{state-of-health} = \{\text{well, not well, very well, very very well, extremely well, ill, not ill, more or less ill, very ill, very very ill, extremely ill, not well and not ill, ... etc. ...}\}$ annehmen kann.

Computerunterstützte Diagnostik mit Fuzzy-Sets

Das Wiener System CADIAG-II war eines der ersten medizinischen Expertensysteme, in denen mit Hilfe von Fuzzy-Sets „medizinische

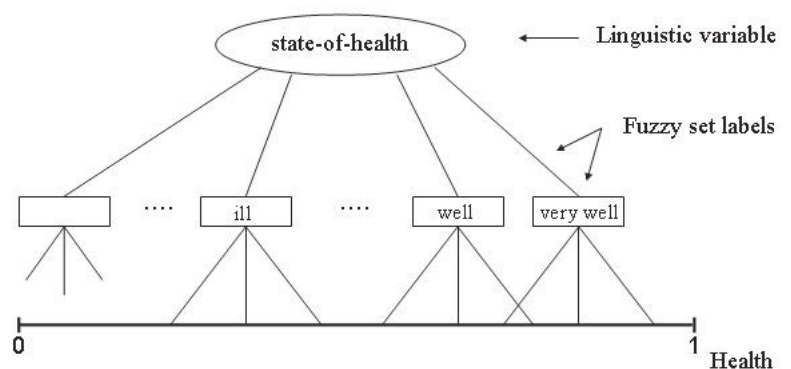


Abbildung 1: Linguistische Variable *state-of-health* nach (Sadegh-Zadeh 2000)

ches Wissen“ dargestellt wurde. An die Stelle von Zahlenwerten treten linguistische Ausdrücke: *fast immer, sehr oft, selten, ziemlich hoch, eher schwer, viel, kaum etwas*. Es sind doch auch eher solche Ausdrücke, mit denen sich Ärzte untereinander oder mit ihren Patienten verständigen. Ob es sich nun um Fieber, Bauchschmerzen, Dickleibigkeit oder Alkoholgenuss handelt, genaue Messwerte sind oftmals nicht geeigneter eine Diagnose zu stellen, als jene vagen Ausdrücke, die die menschliche Sprache uns bietet, damit ein Entscheidungsspielraum genutzt werden kann, der oftmals nötig ist. Ärztliche Erfahrung und Intuition und das ganzheitliche Betrachten aller Eigenschaften eines Patienten, die seinen Zustand ausmachen, führen eher zu verantwortlichen Beurteilungen als logisch scharfe Schlussweisen. Mit der Fuzzy-Set-Theorie gibt es ein wissenschaftliches Werkzeug, dass genügend vage ist, um diesen besonderen medizinischen Denkstil zu berücksichtigen, wenn Computerprogramme zur Unterstützung der Ärzte bei der Diagnostik herangezogen werden sollen. Andererseits arbeitet ein solches Fuzzy-System logisch genug, um auch alle in Frage kommenden Krankheiten bei der Diagnostik zu berücksichtigen, wenn sie in der Wissensbasis gespeichert wurden. Den menschlichen Fehler des Übersehens macht ein solches System dabei nicht.

Literatur

- Adlassnig K-P (1980) A Fuzzy Logical Model of Computer-Assisted Medical Diagnosis, *Methods of Information in Medicine* 19, S. 141-148
- Bunge M (1980) *Epistemología: ciencia de la ciencia*. Ariel, Barcelona
- Cleddening L, Hashinger E H (1947) *Methods of Diagnosis*. St Louis: C. V. Mosby Co
- Fleck L (1927) O niektórych swoistych ceceach my lekarskiego. *Archiwum Historji I Filozofji Medycyny oraz Historji Nauk Przyrodniczych*, vol. 6, S. 55-64

- Für eine deutsche Übersetzung dieses Artikels von Boguslaw Wolniewicz und Thomas Schnelle siehe (Fleck 1983).
- Fleck L (1983) Über einige besondere Merkmale des ärztlichen Denkens. In: Ludwik Fleck: *Erfahrung und Tatsache*. Gesammelte Aufsätze. Mit einer Einleitung herausgegeben von L. Schäfer und Th. Schnelle. Frankfurt: Suhrkamp, S. 37-43
- Ledley R S, Lusted L B (1959) Reasoning Foundations of Medical Diagnosis, *Science*, 3, 130, 3366, S. 9-21
- Lusted L B (1965) Computer Techniques in Medical Diagnosis, in: Stacy, Ralph W., Waxmann, Bruce D. (Eds.): *Computers in Biomedical Research* I. New York, London: Academic Press, S. 319-338
- Pullen R L (1944) *Medical Diagnosis*. Philadelphia: W. B. Saunders Co
- Sadegh-Zadeh K (1982) *Organism and disease as fuzzy categories*, presented at the conference on Medicine and Philosophy, Humboldt University of Berlin, July 2
- Sadegh-Zadeh K (2000) Fuzzy Health, Illness, and Disease. In: *Journal of Medicine and Philosophy*, Vol. 25, Nr. 5, S. 605-638
- Seising R (2005) Die Fuzzifizierung der Systeme. *Die Entstehung der Fuzzy Set Theorie und ihrer ersten Anwendungen – Ihre Entwicklung bis in die 70er Jahre des 20. Jahrhunderts*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag (Boethius: Texte und Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften Band 54)
- Zadeh L A (1962) From Circuit Theory to System Theory. In: *Proceedings of the IRE*, Vol. 50, Nr. 5, S. 856-865
- Zadeh L A (1964) The Concept of State in System Theory. In: M. D. Mesarovic: *Views on General Systems Theory*. Proceedings of the Second Systems Symposium at Case Institute of Technology. Huntington, New York: Robert E. Krieger Publ. Comp., S. 39-50
- Zadeh L A (1965a) Fuzzy Sets, *Information and Control*, 8, S. 338-353
- Zadeh L A (1965b) Fuzzy Sets and Systems. In: J. Fox (ed.): *System Theory*. Microwave Res. Inst. Symp. Series XV, Brooklyn, New York: Polytechnic Press, S. 29-37

Dagmar Boedicker

Alles auf eine Karte?

FIfF-Broschüre zur elektronischen Gesundheitskarte

Ab Januar 2006 wird die elektronische Gesundheitskarte (eGK) schrittweise eingeführt, und wer sich im Internet darüber informieren möchte, findet eine Fülle an Material. So viel, dass wir vom FIfF e.V. fanden, ein kleiner Leitfaden sei nötig, um sich in der Vielfalt zu orientieren. Für diejenigen, die nicht selbst im Internet auf die Suche gehen möchten, ist das Angebot dagegen karg. Sind Sie von Ihrer Krankenversicherung schon informiert worden? Wenn nicht, kann diese Broschüre weiterhelfen. Sie enthält kurze und übersichtliche Angaben zur eGK, ihrem Zweck und ihren Funktionen, der Sicherheit, den Beteiligten und nicht Beteiligten an der Einführung und ihren Interessen. Wir haben Fachleute gebeten, ihre Sicht auf mögliche Auswirkungen, die Situation der Patienten und die technische Infrastruktur zu erläutern.

Die Autoren sind

- Peter Friemelt von der Bundesarbeitsgemeinschaft der PatientInnenstellen
- Klaus-Peter Görlitzer von der Zeitschrift BIOSKOP
- Peter Pharow vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
- Dagmar Boedicker vom FIfF e.V.

Die Broschüre enthält ein Glossar, damit Sie das technische und gesundheitspolitische Fachchinesisch rund um die Karte besser überblicken können, und eine kommentierte Liste von Internet-Seiten, damit Sie sich leichter zurechtfinden, wenn Sie selbst weiter suchen wollen.

Wenn Sie sich für diese Broschüre interessieren, können Sie sie zum Preis von 3,50 Euro zuzüglich Versandkosten bei unserer Geschäftsstelle bestellen (Adresse siehe Impressum), unter ISBN 978-3-9802468-9-7 im Buchhandel beziehen, oder kostenlos von unserer Website als PDF-Datei herunterladen: <http://www.fiff.de>

Information auf Ihrer Karte

In der ersten und zweiten Ausbaustufe sind ausschließlich Verwaltungsdaten vorgesehen, drei Ausbaustufen mit den folgenden Daten sind geplant:

- Versicherungsdaten, d.h. Name, Geburtsdatum, Geschlecht und (nach manchen Quellen) Anschrift, die ersten zehn Stellen der Krankenversichertennummer, Versichertenstatus und Zuzahlungsstatus, Kennnummer der Krankenkasse, Kennnummer und Gültigkeitsdauer der Karte (1. Ausbaustufe)
- Europäische Krankenversichertenkarte, und damit die Berechtigung, im europäischen Ausland behandelt zu werden (1. Ausbaustufe)
- eRezept, für die papierlose Übertragung eines Rezepts (2. Ausbaustufe)

Diese Daten sind Pflicht. Freiwillig sind die folgenden Daten für die medizinischen Funktionen der Karte:

- Notfalldatensatz, beispielsweise Blutgruppe, Allergien, Herzkrankheit, Asthma (2. Ausbaustufe)
- Dokumentation der eingenommenen Arzneimittel (3. Ausbaustufe)
- eine vollständige elektronische Patientenakte mit Arztbrief, Patientenquittung, die über vom Arzt erbrachte Leistungen und deren vorläufige Kosten informiert, Bilddaten und
- andere medizinische Daten, beispielsweise aktuelle Diagnosen, Impfungen und Röntgenuntersuchungen sowie von den Patienten selbst zur Verfügung gestellte Daten wie der Hinweis auf eine Patientenverfügung (3. Ausbaustufe)

Und was kostet der Spaß?

Es gibt ein großes Einsparpotenzial im Gesundheitswesen: Von vielen Experten ist es immer wieder aufgezeigt worden.¹ Allein die Medienbrüche zwischen dem Ausschreiben eines Rezepts in der Arztpraxis und der Abrechnung mit der Krankenkasse führen zu bis zu fünf Bearbeitungen des selben Rezepts. Durch ver-

Wer darf was bei Ihren Daten?

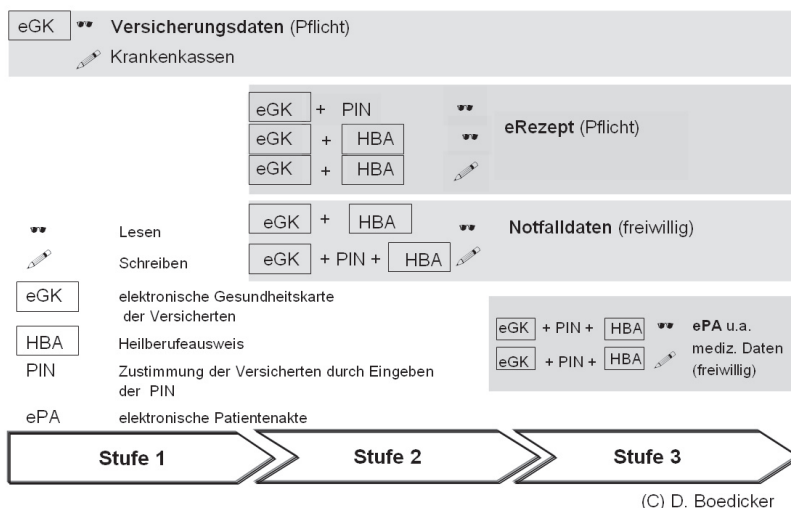


Abb. 1: Wer darf was bei Ihren Daten

minderte Porto- und Personalkosten im Umgang mit Arztbriefen wird mit jährlichen Einsparungen von ca. 200 Mio. € gerechnet². Andererseits ist die Einführung der eGK auch nicht billig, und die Versicherten zahlen sie über ihre Beiträge natürlich mit. Die Investitionen in die Karte und die Infrastruktur werden auf 1,4 Milliarden Euro geschätzt³.

Interessenlage der Betroffenen

Wie Sinn und Zweck der eGK zu beurteilen sind, hängt natürlich von der Perspektive ab. Die Betroffenen gehören zu mehreren Gruppen mit teils übereinstimmenden, teils auseinander laufenden Interessen:

- Patienten und ihre Vertretungen
- Ärzte und andere Beschäftigte im Gesundheitswesen (Heilberufler⁴) und ihre Vertretungen sowie Kliniken
- Krankenkassen und andere Versicherungen
- Anbieter der Infrastruktur für die eGK
- nationale und EU-Politik

In ihrer Eigenschaft als Versicherte haben die Patienten ein Interesse an gleich bleibenden oder sinkenden Beitragszahlungen, noch größer dürfte aber ihr Interesse an guten und vollständigen Gesundheitsleistungen sein. Wie viel Bedeutung sie dem Schutz ihrer personenbezogenen Daten beimessen, lässt sich schwer abschätzen, so auch, ob sie mehr aktive Beteiligung an Entscheidungen in der Gesundheitspolitik und ihrer Umsetzung wünschen. Bei der bisherigen Debatte um die eGK haben sich vorwiegend die (gesetzlichen) Krankenversicherungen als ihre Vertreter geriert, sehr zu Lasten der Selbstorganisationen, die über fehlende Partizipationsmöglichkeiten klagten.

Dagmar Boedicker



Dagmar Boedicker ist technische Redakteurin und Trainerin für Softwaredokumentation. Sie hat Politikwissenschaft studiert und ist stellvertretende Vorsitzende des FfF e.V.

Die potenziellen Vorteile sind offensichtlich: Die Karte erlaubt es (hoffentlich) den Patienten, ihr Recht auf die eigenen Gesundheitsdaten durchzusetzen, was sie bisher oft

nicht konnten. Einige tausend Todesfälle durch *unerwünschte Arzneimittelereignisse* im Jahr könnten verhindert werden⁵. Der stärkeren Autonomie und den besseren Informationsmöglichkeiten steht eine größere Gefährdung der informationellen Selbstbestimmung gegenüber, u.a. weil Daten in einer großen Datenbank für Hacker verlockender sind als die in einer einzelnen Arztpraxis gesammelten Akten⁶. Auch wird die Verantwortung für die eigene Gesundheit wachsen, vielleicht bis hin zu höheren Beitragssätzen bei gesundheitsschädlichem Verhalten.

Die Dokumentation durch die und auf der Karte ist haftungsrechtlich relevant, Fehler in der Behandlung lassen sich leichter nachweisen. Aber auch das Vertrauensverhältnis zwischen Arzt und Patient dürfte sich verändern, wenn beispielsweise eine Ärztin hinter dem Schreibtisch ausführlich die gespeicherten Daten betrachtet, der Patient aber nur die Rückseite ihres Monitors sieht. Das ist eine Sorge der Ärzte.

Wie bei allen technischen Veränderungen bleibt abzuwarten, welche sozialen Folgen sich ergeben; es lässt sich aber schon jetzt vorhersagen, dass die Einführung Verhaltensänderungen sowohl bei Versicherten als auch bei Heilberuflern hervorbringen wird. Wer sich mit der IT auskennt, wird sich rasch auch mit der eGK und ihrer Nutzung zurechtfinden, das gilt aber keineswegs für alle Versicherten. Kinder, Alte oder anderweitig auf wenig vertrautem Fuß mit der Technik stehende Menschen werden sich voraussichtlich mit der Karte schwer tun, ihre Möglichkeiten wenig nutzen und ihren Risiken hilfloser ausgeliefert sein.

Ärzte und andere Beschäftigte im Gesundheitswesen haben ein Interesse daran, die Verwaltungsarbeiten zurückzudrängen und mehr Zeit für den praktischen Teil ihrer Arbeit zu haben. Vor allem Kliniken scheinen von der Digitalisierung des Gesundheitswesens positive Entwicklungen zu erwarten. Der gemeinsame Zugriff auf eine zentral gespeicherte, wohl geordnete Patientendaten würde zeitraubende Telefonate, unsichere (und eigentlich verbotene) Faxe und die schlichte Unkenntnis früherer Befunde vermeiden. Sofern sie auf eigene Rechnung arbeiten, wie Ärzte und Apotheker, wollen sie Kosten sparen, was auch im Interesse ihrer abhängig Beschäftigten an deren Arbeitsplatz liegt. Aber neue Technik bringt immer auch neue Arbeitsbedingungen mit sich, Fortbildungsbedarf, möglicherweise Arbeitsverdichtung und mehr Zeitdruck. Und sie müssen möglicherweise investieren: Die Erstausrüstung mit Computer, Lesegerät und Software kostet etwa tausend Euro⁷, und nicht alle Praxen und Apotheken sind schon vollständig informatisiert.

Nach dem Konzept SAVeD der Kassenärztlichen Bundesvereinigung (KBV) sollen zugelassene Kassenärzte über ihre Kassenärztliche Vereinigung (KV) als Portal einen sicheren Internet-Zugang erhalten, bei diesem Modell würde die elektronische Anbindung niedergelassener Ärzte an die KV sehr eng⁸. Das wiederum dürfte den Interessen der Kassenärztlichen Vereinigungen sehr entgegenkommen, war doch ihre Rolle als Vertreter aller niedergelassenen Ärzte in den letzten Jahren keineswegs unumstritten.

Zumindest in der Einführungsphase der eGK lässt sich nicht ausschließen, dass es länger dauert ein Rezept auszustellen oder einzulösen. Das dürfte für Ärzte und Apotheker unangenehm werden, bei denen großer Andrang herrscht. Und es ist noch nicht geklärt, wie eine andere Person ein Rezept abholen kann – braucht sie dann die eGK und PIN der Patientin?

Krankenkassen mussten in den letzten Jahren oft als Prügelknabe für Kostensteigerungen herhalten, wenn es beispielsweise um Vorstandsgehälter ging. Sie haben natürlich den Wunsch, Kosten zu reduzieren und wollen den Missbrauch der nicht fälschungssicheren bisherigen Krankenversichertenkarte abstellen, aber auch den Missbrauch bei der Abrechnung von Leistungen durch die Heilberufler.

Für die Anbieter der erforderlichen Infrastruktur ist die Technik des Gesundheitswesens ein erfolgversprechender Markt mit überdurchschnittlichem Wachstum. In der Medizintechnik steht Deutschland international an 2. Stelle nach den USA⁹. Allerdings sind die Koordinierungsaufgaben bei einem solchen Projekt gewaltig, und an ihnen sind eben nicht nur die verschiedenen IT-Unternehmen beteiligt.

Die nationale Politik als Verantwortliche für die sozialen Sicherheitssysteme strebt einerseits eine nachhaltige Finanzierbarkeit des Gesundheitswesens an, erwartet aber sicher auch – vergleichbar mit *Toll Collect* – Innovation und eine technische Führungsposition auf diesem Markt. Zahlreiche Ökonomen halten das Gesundheitswesen für ein wichtiges Feld für konkurrierende Strategien. Die Europäische Union will gemäß ihren Lissabon-Plänen die führende Wirtschaftsregion der Welt werden. Wohl deshalb steht *eHealth* schon lange auf ihrem Zeitplan.

Zu weiteren Fakten und Nebenwirkungen empfehlen wir die Lektüre unserer Broschüre „Die elektronische Gesundheitskarte“.

Zu bestellen im
IfF-Büro!



- 1 beispielsweise Ellis Huber: *Die Gesundheitsrevolution*. Aufbau-Verlag GmbH, Berlin 2004
- 2 AutorInnenteam: *Telematik im Gesundheitswesen: Der Gesundheitsspass*. BAGP-Rundbrief 1/2002 (<http://patientenstellen.de>)
- 3 Astrid Dörner: *Gesundheitskarte soll jetzt endlich starten*. Handelsblatt vom 16.11.2005, S. 16
- 4 Heilberufler sind Personen, die einen Heilberuf ausüben und deshalb potenziell Zugriff auf die eGK haben. Dazu brauchen sie einen entsprechenden Berufsausweis.
- 5 Dirk Asendorpf: *Alles auf eine Karte*. Die Zeit vom 9.6.2005
- 6 Siegfried Jedamzik, Arzt und Vorsitzender des Ingolstädter Praxisnetzes GO IN, berichtete auf einer Podiumsdiskussion der GuHT in München von massiven „Hackerangriffen“ auf zentral gespeicherte Patientendaten in den Niederlanden. (BAG_rb2-2005.pdf, S. 10)
- 7 Dirk Asendorpf: *Alles auf eine Karte*. Die Zeit vom 9.6.2005
- 8 Ärzte Zeitung, 28.02.2005
- 9 Deutschlandfunk, 16.11.05, Wirtschaft am Mittag

Im FIfF haben sich rund 700 engagierte Frauen und Männer aus Lehre, Forschung, Entwicklung und Anwendung der Informatik und Informationstechnik zusammengeschlossen, die sich nicht nur für die technischen Aspekte, sondern auch für die gesellschaftlichen Auswirkungen und Bezüge des Fachgebietes verantwortlich fühlen. Wir wollen, dass Informationstechnik im Dienst einer lebenswerten Welt steht. Das FIfF bietet ein Forum für eine kritische und lebendige Auseinandersetzung – offen für alle, die daran mitarbeiten wollen oder auch einfach nur informiert bleiben wollen.

Vierteljährlich erhalten Mitglieder die Fachzeitschrift FIfF-Kommunikation mit Artikeln zu aktuellen Themen, problematischen Entwicklungen und innovativen Konzepten für eine verträgliche Informationstechnik. In vielen Städten gibt es regionale AnsprechpartnerInnen oder Regionalgruppen, die dezentral Themen bearbeiten und Veranstaltungen durchführen. Jährlich findet an wechselndem Ort eine Fachtagung statt, zu der TeilnehmerInnen und ReferentInnen aus dem ganzen Bundesgebiet und darüber hinaus anreisen. Darüber hinaus beteiligt sich das FIfF regelmäßig an weiteren Veranstaltungen, Publikationen, vermittelt bei Presse- oder Vortragsanfragen ExpertInnen, führt Studien durch und gibt Stellungnahmen ab etc. Das FIfF kooperiert mit zahlreichen Initiativen und Organisationen im In- und Ausland.

Das FIfF-Büro

Geschäftsstelle FIfF e.V.

Goetheplatz 4, D-28203 Bremen

Tel.: (0421) 33 65 92 55, Fax: (0421) 33 65 92 56

E-Mail: fiff@fiff.de

Die aktuellen Bürozeiten entnehmen Sie bitte unseren Webseiten.

Bankverbindung:

Sparda Bank Hannover eG

Kontoverbindung: 927929

BLZ 250 905 00

IBAN: DE05250905000000927929

BIC: GENODEF1S09

FIfF im Netz

Das ganze FIfF:

www.fiff.de

FIfF-Mailingliste

An- und Abmeldungen an: fiff-l-request@fiff.de

Beiträge an: fiff-l@fiff.de

Mailingliste Videoüberwachung:

An- und Abmeldung an: cctv-l-request@fiff.de

Beiträge an: cctv-l@fiff.de

FIfF-Vorstand

- **Prof. Dr. Hans-Jörg Kreowski (Vorsitzender)** Bremen
- **Dagmar Boedicker (stellv. Vorsitzende)** München
- **Stefan Hügel** München
- **Werner Hülsmann** Mörgen-Eppishausen
- **Prof. Dr. Klaus Köhler** München
- **Prof. Dr. Dietrich Meyer-Ebrecht** Aachen
- **Ulrich Moser** Gottmadingen
- **Michael Riemer** Bremen
- **Prof. Dr. Joseph Weizenbaum** Berlin

Beirat

Michael Ahlmann (Bremen); **Prof. Dr. Wolfgang Coy** (Berlin); **Prof. Dr. Wolfgang Däubler** (Bremen); **Prof. Dr. Christiane Floyd** (Hamburg); **Prof. Dr. Klaus Fuchs-Kittowski** (Berlin); **Prof. Dr. Thomas Herrmann** (Dortmund); **Prof. Dr. Wolfgang Hesse** (Marburg); **Prof. Dr. Michael Grütz** (Konstanz); **Ulrich Klotz** (Frankfurt); **Prof. Dr. Herbert Kubicek** (Bremen); **Prof. Dr. Hans-Peter Löhr** (Berlin); **Dipl.-Ing. Werner Mühlmann** (Oppburg); **Prof. Dr. Frieder Nake** (Bremen); **Prof. Dr. Rolf Oberliesen** (Bremen); **Prof. Dr. Arno Rolf** (Hamburg); **Prof. Dr. Alexander Rossnagel** (Kassel); **Prof. Dr. Gerhard Sagerer** (Bielefeld); **Prof. Dr. Britta Schinzel** (Freiburg); **Prof. Dr. Dirk Siefkes** (Berlin); **Prof. Dr. Marie-Theres Tinnefeld** (München); **Dr. Gerhard Wohland** (Waldorfhäslach)

Überregionale Arbeitskreise des FIF

AK »Videoüberwachung und Bürgerrechte«

Peter Bittner, Humboldt-Universität – Institut für Informatik
Unter den Linden 6, 10099 Berlin
bittner@informatik.hu-berlin.de
www.ak-videoueberwachung.de

AK »RUIN« (Rüstung und Informatik)

Kontakt über das FIF-Büro Bremen

Regionalgruppen und regionale Ansprechpartner

Aachen

Prof. Dr.-Ing.
Dietrich Meyer-Ebrecht
Tel. (0241) 89498959
dme@fiff.de

Berlin

Peter Bittner
Humboldt-Universität
Institut für Informatik
Unter den Linden 6
10099 Berlin
bittner@informatik.hu-berlin.de

Berlin

Irina Piens
Schlesische Str.29
10997 Berlin
piens@prz.tu-berlin.de

Braunschweig

TU Braunschweig
Fachschaft Informatik
ASTa-Fach
Katharinenstraße 1
38106 Braunschweig

Bielefeld

c/o Angewandte Informatik
Technische Fakultät
Universität Bielefeld
Postfach 100 131
33502 Bielefeld
fiff-bi@TechFak.Uni-Bielefeld.de

Bremen

Prof. Dr. Hans-Jörg Kreowski
Uni Bremen
FB Informatik/Mathematik
Postfach 330 440
28334 Bremen
Tel.: (0421) 218-2956
<http://fiff.informatik.uni-bremen.de>
fiff@informatik.uni-bremen.de

Darmstadt

Julia Stoll
Heinheimer Str. 29-31
64289 Darmstadt
Tel.: (06151) 71 21 81
julias@acm.org

Erlangen/Fürth/Nürnberg

Klaus Thielking-Riechert
Am Dummetsweiher 9
91056 Erlangen
k.thielking@link-n.cl.sub.de

Freiburg

Prof. Dr. Britta Schinzel
Universität Freiburg
Institut für Informatik und
Gesellschaft
Friedrichstr. 50
79098 Freiburg im Breisgau
Tel.: (0761) 203-4953
Fax: (0761) 203-4960
schinzel@modell.iig.uni-freiburg.de

Frankfurt

Ingo Fischer
Dahlmannstraße 31
60385 Frankfurt am Main

Hannover

Bernhard Pfitzner
Liebigstr. 10
30163 Hannover

Heilbronn

Michael Müller
FH Heilbronn, FB
Max-Planck-Straße 39
74081 Heilbronn
Tel.: (07131) 50 43 64
michael.mueller@fh-heilbronn.de

Jena

Prof. Dr. Eberhard Zehendner
Institut für Informatik
Friedrich-Schiller-Universität
07740 Jena
Tel.: (03641) 946385
Fax: (03641) 946372
zehendner@acm.org

Kaiserslautern

Harald Weber
Institut für Technologie und
Arbeit
Technische Universität
Kaiserslautern
Gottlieb-Daimler-Straße /
Geb. 42
67663 Kaiserslautern
harald.weber@ita-kl.de

Karlsruhe

Prof. Dr. Thomas Freytag
Weltzienstr. 35
76135 Karlsruhe
Tel.: (0721) 815416 (p)
fiff@thomas-freytag.de

Kiel

Hans-Otto Kühl
Alte Kieler Landstraße 118
24768 Rendsburg
Tel.: (04331) 201-2187

Koblenz

Dr. Michael Möhring
Uni Koblenz-Landau
FB Informatik
Rheinau 3-4
56075 Koblenz
Tel.: (0261) 9119477
Fax: (0261) 37524
moeh@infko.uni-koblenz.de

Konstanz

Ulrich Moser
Schlossstrasse 7
78244 Gottmadingen
Tel.: (07731) 74261 (p)
+41-79-3112051 (d)
fiff-kn@apis-security.com

München

Bernd Rendenbach
Leerbichlallee 19
82031 Grünwald
Tel.: (089) 6410547
Bernd.Rendenbach@epost.de

Münster

Werner Ahrens
Scharnhorststr. 21
48151 Münster

Oldenburg

Universität Oldenburg
Fachschaft Informatik
Ammerländer Heerstraße
26129 Oldenburg
Fachschaft.Informatik@informatik.uni-oldenburg.de

Paderborn

Harald Selke
Heinz Nixdorf Institut
Universität Paderborn
Fürstenallee 11
33102 Paderborn
hase@uni-paderborn.de

Stuttgart

Kurt Jaeger
Mezgerstraße 34
70563 Stuttgart
Tel.: (0711) 8701309
(0711) 90074-23
Fax: (0711) 7289041
pi@lf.net

Tübingen

Jochen Krämer
Sand 13
72076 Tübingen
Tel.: (07071) 29-5957
fiff@informatik.uni-tuebingen.de

Ulm

Bernhard C. Witt
Reuttier Str. 15
89231 Neu-Ulm
bcw@uni-ulm.de

Kopieren, ausfüllen und einsenden an:

FIfF e.V.
Goetheplatz 4
D-28203 Bremen
Fax: (0421) 33 65 92 56



Vielzweckschnipsel

Das möchte ich:

- ☐ aktives Mitglied des FIfF werden.
Normale Mitgliedschaft mit Stimmrecht und Bezug der FIfF-Kommunikation. Der Mindestbeitrag ist für Verdienende **60 Euro** und für Studierende und Menschen in vergleichbarer Situation **15 Euro**.
- ☐ förderndes Mitglied des FIfF werden.
Mitgliedschaft ohne Stimmrecht, z.B. für Institutionen. Der Mindestjahresbeitrag beträgt **60 Euro**.
- ☐ die FIfF-Kommunikation zum Preis von **20 Euro** jährlich frei Haus abonnieren.
- ☐ dem FIfF etwas spenden.
- ☐ Ich überweise den Betrag auf das **Konto 927929** bei der Sparda Bank Hannover eG, BLZ **250 905 00** oder nutze die internationale Kontonummer **IBAN: DE05250905000000927929**, **BIC: GENODEF1509**.
- ☐ Der Mitglieds- bzw. Abobeitrag soll per Lastschriftverfahren von meinem Konto abgebucht werden.

Datum

Unterschrift

Einzugsermächtigung

Hiermit ermächtige ich das FIfF widerruflich, meinen Mitgliedsbeitrag durch Lastschrift einzuziehen. Wenn das Konto keine Deckung aufweist, besteht keine Verpflichtung des Geldinstituts, die Lastschrift auszuführen.

Name: _____

Jahresbeitrag: _____ EUR, erstmals: _____

Konto-Nr.: _____ BLZ: _____

Geldinstitut: _____

Datum

Unterschrift

Wir werden ihre Daten nach §28 BDSG nur für eigene Zwecke verarbeiten und keinem Dritten zugänglich machen.

Die/der bin ich:

Name: _____

Straße: _____

Wohnort: _____

ggf. Mitgliedsnummer: _____

Telefon (privat): _____ (Arbeit): _____

Email: _____

Was sonst noch so geht:

- ☐ Ich möchte mehr über das FIfF wissen, bitte schickt mir:

- ☐ Ich möchte gegen Rechnung und zuzüglich Portokosten bestellen:

- ☐ Ich möchte das FIfF über einen Artikel oder ein Buch informieren:

- ☐ Ich möchte zur FIfF-Kommunikation beitragen mit

- ☐ einem Manuskript zur Veröffentlichung

- ☐ einer Anregung (siehe unten)

- ☐ Der Vielzweckschnipsel ist nichts für mich. Ich möchte einen richtigen Brief schreiben.

Die FIfF-Kommunikation bittet um Beiträge!

Die FIfF-Kommunikation lebt von der aktiven Mitarbeit ihrer Leserinnen und Leser! Interessante Artikel sowie Fotos und Zeichnungen zur Illustration (mit Quellenangaben und Nachdruckgenehmigung) sind immer herzlich willkommen. Die Bearbeitung wird erleichtert, wenn Beiträge elektronisch und zusätzlich auf Papier der Redaktion zugehen. Die Redaktion behält sich Kürzungen und Titeländerungen vor.

Geplante Themenschwerpunkte der nächsten Hefte:

Heft 2/2006

Redaktionsschluss: 4.5.2006

Heft 3/2006

„Globalisierung“

Redaktionsschluss: 4.8.2006

Daneben sind immer auch Artikel zu aktuellen Themen willkommen. Bitte setzen Sie sich mit der Redaktion in Verbindung:

redaktion@fiff.de oder über die Geschäftsstelle des FIfF e.V.

Das FIfF-Büro

Geschäftsstelle FIfF e.V.

Goetheplatz 4, D-28203 Bremen

Tel.: (0421) 33 65 92 55, Fax: (0421) 33 65 92 56

E-Mail: *fiff@fiff.de*

Bürozeiten:

Bitte entnehmen Sie diese der Webseite.

Bankverbindung:

Sparda Bank Hannover eG

Kontoverbindung: 927929BLZ 250 905 00

IBAN: DE05250905000000927929 BIC: GENODEF1S09

Wichtiger Hinweis:

Postvertriebsstücke wie die FIfF-Kommunikation werden von der Post auch auf Antrag nicht nachgesandt; daher bitten wir alle Mitglieder und Abonnenten, dem FIfF-Büro jede Adressänderung rechtzeitig bekannt zu geben!

Impressum

Herausgeber	Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e.V. (FIfF)
Verlagsadresse	FIfF Geschäftsstelle Goetheplatz 4 D-28203 Bremen Tel. (0421) 33 65 92 55 <i>fiff@fiff.de</i>
Erscheinungsweise	vierteljährlich
Erscheinungsort	Bremen
ISSN	0938-3476
Auflage	1.200 Stück
Heftpreis	5 Euro. Der Bezugspreis für die FIfF-Kommunikation ist für FIfF-Mitglieder im Mitgliedsbeitrag enthalten. Nichtmitglieder können die FIfF-Kommunikation für 20 Euro pro Jahr (inkl. Versand) abonnieren.
Hauptredaktion	Dagmar Boedicker, Carsten Büttemeier
Schwerpunktredaktion	Ralf E. Streibl, Dietrich Meyer-Ebrecht
V.i.S.d.P.	Harald Selke
FIfF-Überall	In dieser Rubrik der FIfF-Kommunikation ist jederzeit Platz für Beiträge aus den Regionalgruppen und den überregionalen AKs. Aktuelle Informationen bitte per E-Mail an <i>hubert@msf.de</i> . Ansprechpartner für die jeweiligen Regionalgruppen finden Sie im Internet auf unserer Webseite http://www.fiff.de/regional
Lesen, SchlussFIfF	Beiträge für diese Rubriken bitte per E-Mail an Claus Stark: <i>claus@fiff.de</i>
Layout	Carsten Büttemeier
Titelbild	Matthias Krauß
Druck	Meiners Druck, Bremen

Die FIfF-Kommunikation ist die Zeitschrift des „Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e.V.“ (FIfF). Die Beiträge sollen die Diskussionen unter Fachleuten anregen und die interessierte Öffentlichkeit informieren. Namentlich gekennzeichnete Artikel geben die jeweilige AutorInnen-Meinung wieder.

Nachdruckgenehmigung wird nach Rücksprache mit der Redaktion in der Regel gerne erteilt. Voraussetzung hierfür sind die Quellenangabe und die Zusendung von zwei Belegexemplaren. Für unverlangt eingesandte Artikel übernimmt die Redaktion keine Haftung.

Schluss- E..I..f..F..

Der ‚Gesundheitspaß‘ im Dritten Reich

Zur Geschichte der Medizinischen Informatik und der eGK

Die Rolle der Medizinischen Dokumentation und Statistik im Dritten Reich wird unter Medizininformatikern selten, wenn überhaupt reflektiert. Das liegt vielleicht daran, dass es Informatik als Disziplin noch nicht gab. Dennoch, schon im Nationalsozialismus wurde eine ‚Medizininformatik‘ betrieben. Und auch die eGK, unsere heutige elektronische Gesundheitskarte, hatte einen unseligen Vorläufer.

Am 14.7.1933 wurde das „Gesetz zur Verhütung erbkranken Nachwuchses“ von der nationalsozialistischen Reichsregierung verabschiedet. Eine wesentliche Voraussetzung zur konsequenten Durchführung dieses Gesetzes war der schnelle und zielgerichtete Zugriff auf das Datenmaterial aus mehreren Volkszählungen und Erhebungen in den psychiatrischen Anstalten, Pflegeheimen, Gesundheitsämtern, Krankenkassen und Zuchtanstalten (Götz Aly, Karl-Heinz Roth: Die restlose Erfassung – Volkszählen, Identifizieren und Aussondern im Nationalsozialismus, 1984). Medizininformatiker und Biostatistiker — wie wir sie heute nennen würden — schufen die wissenschaftliche und technische Basis für die „Sterilisierung und Aussonderung Gemeinschaftsunfähiger“, indem sie mit Hilfe damals modernster Lochkarten- und Rechentechnik die deutsche Bevölkerung einem feinen Raster der Erfassung und Klassifikation aussetzten.

In Hamburg ging man noch einen Schritt weiter: Für jeden Hamburger Bürger sollte ein ‚Gesundheitspaß‘ angelegt werden. Das Hamburger ‚Gesundheitspaßar-

chiv‘, das Instrument zur „Durchordnung des Volkes, wie sie unter nationalsozialistischer Führung vor sich geht“, organisierte und verwaltete sie. Von den Vertrauensarztkarten der AOK und den Invalidenakten der Landesversicherungsanstalt, von Geburts- und Todesbescheinigungen bis zu Protokollen schulärztlicher Untersuchungen und Meldungen der Krankenhäuser liefen alle nur denkbaren Schriftstücke durch das Archiv und füllten so die Gesundheitsakten der Hamburger Bürger. 1939 waren bereits 3/4 aller Hamburger erfasst und ‚verkartet‘, als zu Kriegsbeginn die „erbpflegerischen Maßnahmen“ vorübergehend zurückgestellt — und erst einige Jahre nach Kriegsende ganz eingestellt wurden.

Der Hamburger ‚Gesundheitspaß‘ und die Aktensammlungen der Nationalsozialisten gehören zur Geschichte der Medizinischen Informatik und der elektronischen Gesundheitskarte. Sie macht verständlich, warum sich heute — und gerade in Deutschland — schärfste Kritik an dem Vorgehen unserer Gesundheits- und Sozialtechniker entzündet.

Aus: Bertrand, U.; Kuhlmann, J.; Stark, C.: *Der Gesundheitschip – Vom Arztgeheimnis zum gläsernen Patienten*, Campus Verlag, 1995

Copyright: Campus Verlag. Gekürzter und leicht veränderter Nachdruck mit freundlicher Genehmigung des Verlags.

Geeignete Texte für den Schluss-Fiff bitte mit Quellenangabe an Claus Stark (Adresse siehe Impressum) senden.