

**Rainer Müller (2000) Vortrag: „Entwicklungen in der Biomedizin und Biotechnologie - Anmerkungen aus gesundheitswissenschaftlicher Sicht“,  
Wissenschaftlicher Arbeitskreis, Kommende, Sozialinstitut des Erzbistums Paderborn, Dortmund, 4./5.2.2000**

## **1. Wissenschaftsentwicklung, Biomedizin und Säkularisierung unseres Mensch- und Weltbildes**

"Was die Enzyklika *Fides et Ratio* angeht, so zeigt sich der Papst zwar besorgt über die Philosophien des Rationalismus, aber eigenartigerweise bekümmert ihn der wahre Gegner überhaupt nicht: der technologische Fortschritt! ... Was heute jedoch die Gefahr für die Menschheit darstellen könnte, ist die Wissenschafts- und Technologieentwicklung! Diese ist erstens grenzenlos geworden, ihre Beschleunigung kennt keine Bremsen mehr. Sie ist zweitens unaufhaltsam. Es gibt keine Säulen des Herkules mehr, jenseits deren der neugierige Odysseus Schiffbruch erleiden müsste. Und drittens ist der wissenschaftlich-technische Fortschritt unumkehrbar. Es gibt keinen Weg zurück: Nachdem die Atombombe einmal erfunden worden ist, kann man diese Erfindung nicht mehr beseitigen! Nachdem einmal der genetische Code des Menschen entdeckt wurde, lässt sich dieses Wissen nicht mehr rückgängig machen! Und das ist furchterregend! Und was kann die Kirche zu diesen Entwicklungen schon sagen? Die Säkularisierung unseres Weltbildes beruht auf der Wissenschaftsentwicklung" (Die Zeit vom 29. Dezember 1999, S. 42, in einem Interview mit dem italienischen Philosophen Norberto Bobbio zum Thema "Wir wissen immer weniger").

Die Wissenschaftsentwicklung bestimmt nicht nur die Säkularisierung des Weltbildes - wie Bobbio meint -, sondern auch die Säkularisierung unseres Bildes vom Menschen bzw. das Bild, das einzelne Menschen von sich selbst machen. Für unseren Umgang mit Schmerzen, Leiden, Krankheit und Tod ist zu fragen, inwiefern sich die wissenschaftlichen und technischen Entwicklungen in veränderten und neuen anthropologischen Leitbildern ausdrücken und das Denken sowie Handeln der pflegerischen und ärztlichen Profession und anderer Verantwortlicher im System der Gesundheitssicherung bestimmen. Zwar verfügt die Schulmedizin nicht über ein explizit ausgearbeitetes und allgemein verbindliches Menschenbild, doch als praktische Wissenschaft kommt die Medizin nicht ohne ein Bild vom Menschen aus, weil sie nicht geschichtslos agiert und auf aktuelle oder zukünftige Hilfsbedürftigkeit von einzelnen Personen ausgerichtet ist.

Die Entwicklungen in der Biomedizin bzw. Biotechnologie sind deshalb von besonderer Relevanz, weil sie tief in unsere existentielle Situation, nicht nur bei Krankheit und Todesgefahr oder bei Zeugung, Schwangerschaft bzw. Geburt, eingreift, sondern sie prägt mit ihren Angeboten, Bildern, Versprechungen und durch am eigenen Körper bzw. Leib erlebten Interventionen Wünsche, Hoffnungen und Phantasien. Leib- und Körperbilder, die wir uns von uns selbst machen, werden durch Biomedizin und Biotechnologie moduliert.

Mir geht es nicht um die Frage, ob Technik und naturwissenschaftliche Entwicklungen Segen oder Fluch bzw. apokalyptische Drohung oder paradiesische Verheißung bzw. Traum oder Traumata meint. Ich will nicht eingehen auf die Bioethik-Konvention des Europarates oder das Menschenrechtsübereinkommen zur Biomedizin, auch nicht auf die Privatisierung

des Wissens über das menschliche Genom und das sonstige Wissen der Biologie durch das Patentrecht und damit einhergehende Monopolisierung der Nutzung der biologischen Erkenntnisse in wenigen Großkonzernen, ebenso nicht auf die ungeheure Diskrepanz in der globalen Perspektive, welche Bevölkerungsgruppen den Nutzen aus dem Fortschritt der Biomedizin ziehen. Immerhin müssen sich 92 % der Weltbevölkerung mit 8 % der Gesamtausgaben begnügen (Bulard 2000). Mir geht es zunächst nur darum, unsere Wahrnehmung über das starke Anwachsen der Komplexität in diesem Feld zu schärfen und danach zu fragen, wie denn die vielfältigen Entwicklungen der Biomedizin und Biotechnologie in unser alltagsweltliches Handeln, Denken, Fühlen und unsere Sinnstiftung diffundieren. In der angesprochenen Enzyklika "Fides et ratio" vom September 1998 wird die derzeitige Situation als Sinnkrise angesprochen. Es heißt dort: "Wir müssen feststellen, daß eines der gewichtigsten Fakten in unserer derzeitigen Situation in der "Sinnkrise" besteht. Die häufig wissenschaftlich geprägten Ansichten über Leben und Welt haben eine derartige Vermehrung erfahren, daß wir wirklich erleben, wie das Phänomen der Bruchstückhaftigkeit des Wissens um sich greift. Genau das macht die Suche nach einem Sinn schwierig und oft vergeblich. Noch dramatischer ist es, daß sich in diesem wirren Geflecht aus Daten und Fakten, zwischen denen man lebt und die den eigentlichen Gang des Daseins auszumachen scheinen, nicht wenige fragen, ob es überhaupt noch sinnvoll sei, eine Sinnfrage zu stellen. Die Mehrzahl der um eine Antwort streitenden Theorien bzw. die unterschiedlichen Sicht- und Interpretationsweisen in bezug auf die Welt und das Leben des Menschen verschärfen nur diesen radikalen Zweifel, der leicht auf einen Zustand des Skeptizismus und der Gleichgültigkeit oder auf die verschiedenen Äußerungen des Nihilismus hinausläuft" (Sekretariat der Deutschen Bischofskonferenz 1998, S. 83).

Mein Beitrag kann keinen umfassenden Überblick über die Entwicklung der Technologie in der Medizin bzw. in der Krankenversorgung oder der gesundheitlichen Sicherung geben. Es soll jedoch zum Ausdruck gebracht werden, daß gesellschaftliche Bedingungen, Ausgestaltungen von Arbeitsprozessen, Formung zwischenmenschlicher Beziehungen in fast allen Lebensbereichen unser Menschenbild, das Selbstbildnis der Menschen, die inhaltlichen Anforderungen an Menschen, mit ihrer Krankheit umzugehen und die Erwartungen von Patienten gegenüber der Medizin sowie die professionellen Handlungsmuster der Gesundheitsberufe außerordentlich stark geprägt werden durch die Form der technischen Dimension in diesen Beziehungen. Sowohl die Natur, hier in Gestalt des menschlichen Körpers, wie auch die Sozialbeziehungen werden in Zukunft stärker, intensiver und vielfältiger von Technik durchdrungen sein. Die Grenze zwischen Natur, Technik und Gesellschaft wird noch undeutlicher werden. Unsere herkömmlichen Verständnisse, Annahmen, Deutungen und Konzeptionen von dem, was es heißt, Mensch zu sein, Mann zu sein, Frau zu sein, Kind, Vater, Mutter, Familie, Fötus, wird durch die neuen Technologien in Frage gestellt und verändert und zwingt uns, als kulturelle Einheit wie als Person zur Reflexion nicht nur unseres Körperverständnisses, sondern eben auch unserer sozialen Rollen und schließlich unseres Menschenbildes (Williams 1997). Von daher wird die Frage „Was soll technisiert bzw. mechanisiert werden?“ in den „natürlichen“ Zusammenhängen wie auch in den gesellschaftlichen Beziehungen als allgemeine gesellschaftliche Fragestellung noch virulenter werden. So ruft der Deutsche Studienpreis/Körper Stiftung im Jahre 2001 zum 3. Forschungswettbewerb für Studierende zum Thema "Bodycheck - Wie viel Körper braucht der Mensch?" auf (<http://www.studienpreis.de>) auf. Als "Wissenswertes zum Wettbewerbsthema" werden in der Ausschreibungsbroschüre behandelt: "No-body is perfect - Repara-

tur, Umbau und Neuschaffung des Körpers", "Technikkörper: Roboter", "Körpertechnik: Virtuelle Welten", "Der Konstruierte Körper", "Körperkonjunktur oder Leibvergessenheit?"

## **2. Medizinisch-technischer Fortschritt**

In der Medizin wird jede Erweiterung der Möglichkeiten, die Ziele der Medizin in den Punkten Vermeidung von Krankheit, Heilung von aufgetretenen Krankheiten, Verhinderung des vorzeitigen vermeidbaren Todes, zu verfolgen, als Fortschritt bezeichnet.

Betont werden soll jedoch, daß zunehmend medizinisch-ärztliche Leistungen nicht mehr ausschließlich krankheitsorientiert sind, sondern Methoden, Verfahren und Strategien angewendet werden, die den Wünschen nach einem bestimmten Lebensstil entgegenkommen (z.B. Viagra als potenzförderndes Mittel; Pharmazeutika, die die Körpergestalt prägen oder die Leistungsfähigkeit steigern (Doping im Sport) oder Psychopharmaka, die das Wohlbefinden beeinflussen). Sowohl die krankheitsorientierten wie auch die „lebensstilbezogenen“ medizinischen Technologien setzen am Körper des Menschen an und greifen in diesen ein. Die Reichweite der biomedizinischen Technologien ist jedoch nicht nur auf den einzelnen konkreten Körper begrenzt, sondern zielt mittlerweile bereits darauf, die genetische Ausstattung der eigenen Nachkommen zu beeinflussen.

Eine Definition von biomedizinischer Technologie bzw. Technik ist äußerst schwierig. Die Schwierigkeiten ergeben sich aus der Vielzahl und Heterogenität der Einzeltechnologien bzw. ihrer Anwendungen. Eine Klassifikation des medizinischen Technikensembles wird auch dadurch erschwert, daß nur fließende Grenzen zwischen dem Technischen und dem Nicht-Technischen auszumachen sind. Ebenso ist es kaum möglich, zwischen harter, weicher und keiner Technik zu unterscheiden (Feuerstein, Badura 1991, S. 36).

Nach der Definition des Office for Technology Assessment der USA (OTA) gehören zur Medizintechnik Medikamente, Instrumente, Prozeduren und Verfahren sowie Organisationssysteme, in denen eine Technologie innerhalb der gesundheitlichen Versorgung angewandt wird (U.S. Congress, 1994, S. 19, zitiert nach: Bitzer u.a. 1998, S. 1). Mit dieser umfassenden Definition wird der Tatsache Rechnung getragen, daß durch die Verknüpfung spezifischer Einzeltechnologien es zu einer neuen komplexeren Technologie kommt. Die Transplantationsmedizin stellt z.B. einen solchen Systemverbund, bestehend u.a. aus Gendiagnostik, Immunologie, Klonierung, „virtueller Mensch“, I u. K-Technik, minimal invasive Chirurgie, Nano-Technologie dar.

Die Schwierigkeit, den Begriff der Medizintechnik zu konzeptualisieren ist auch der Unschärfe des Technikbegriffes in den Sozialwissenschaften und der Ökonomie geschuldet. Es fällt schwer, theoretisch wie empirisch die Eingebundenheit von Technik und hier Medizintechnik in hoch komplexe Funktionssysteme mit ihren Dimensionen in physischer, psychischer, sozioemotionaler, technischer, wissenschaftlicher, organisatorischer, rechtlicher und normativer Hinsicht zu analysieren. Die Technikgeneseforschung hat auf die sozialen Kontextbedingungen der Entwicklung wie auch Technikanwendung hingewiesen. Technik wird in diesem Kontext nicht als unabhängige Größe verstanden, sondern als eine soziale Konfiguration, also als eine Interaktion von Instrumenten bzw. Maschinerie mit sozialen Akteuren (Dierkes, Hoffmann 1992). In diesem Verständnis verliert die Grenze zwischen Technischem und Sozialem an Schärfe; gerade die neuen Technologien sind in ihren Kon-

strukturen und Dimensionen auf die potentiellen Benutzer und auf soziale Arrangements ausgerichtet und nicht nur auf reine technische Funktionslogiken (Feuerstein 1990).

Der medizintechnische Fortschritt wird als eine Technisierungsspirale beschrieben (Feuerstein 1994). Diese Spirale wird als ein systemischer Verselbständigungsprozeß interpretiert. Die expansive Nutzung von Medizintechnik, obwohl deren therapeutischer und z.T. auch diagnostischer Effekt kaum oder nicht hinreichend geklärt ist, hat sich mit der Frage auseinandersetzen, wie dennoch der Prozeß der Durchsetzung medizinischer Techniken verläuft und wie eine Evaluation der Technikgenese bzw. der Folgeabschätzungen möglich ist<sup>1</sup>. Zu den Triebkräften von „technology push“ oder „demand pull“ der Medizintechnik, also was für Interessen oder Motive treibt Technik bzw. welche Anforderungen und Nachfragen fordern die Technikentwicklungen heraus, gibt es eine Reihe von Erklärungsansätzen (Jaufmann, Kistler 1992).

Die technik-logische Erklärung unterstellt, daß der Einsatz von Diagnostiktechnik immer wieder einen weiteren Bedarf nach Technisierung der Diagnostik provoziert (Kirchberger 1986).

In dem medizintheoretischen Interpretationsmuster wird eine Affinität von naturwissenschaftlich orientierter Medizin mit den spezifischen Eigenschaften von Medizintechnik unterstellt. Der naturwissenschaftliche Blick verlange eine Objektivität durch Technik bei der Befundung (Arnold 1988).

Die legitimationsstrategische Interpretation der Technikspirale verweist darauf, daß technikdominierte Konzepte als Kriterium der Qualität medizinischer Leistung schlechthin anerkannt seien (Schnabel 1992).

Die professionspolitische Interpretation der Wachstumsspirale verweist auf die Tatsache, daß die Ausbildung zu einem Facharzt die Anwendung bestimmter Untersuchungstechniken verlangt. Der modernste Stand der Technik erlaube es, gegenüber konkurrierenden Kollegen im Vorteil zu sein (Feuerstein 1994, S. 122-124).

Die psychologischen Interpretationen der Ausweitung von Medizintechnik verweisen auf die psychischen Entlastungseffekte und Distanzierungsmöglichkeiten vom untersuchenden Arzt gegenüber dem leidenden Kranken und auf den „Machbarkeitswahn“ in der Medizin (Feuerstein 1994, S. 124-127).

Bei der politisch-ökonomischen Interpretation wird auf eine Handlungsrationalität auch im Medizinbereich hingewiesen, die allein betriebswirtschaftlich motiviert bzw. profitorientiert ist (Reinhardt 1984).

Bei der systemtheoretischen Interpretation der ständig steigenden Medizintechnikspirale wird auf die vielfältige Wechselbeziehung des Medizineinsatzes, der medizinischen Spezialisierung und der Arbeitsteilung eingegangen. In den Spezialisierungen kommt es zu

---

<sup>1</sup> Seit einiger Zeit werden medizinisch-ärztliche Leistungen durch Verfahren der Evidence Based Medicine (Evidenzbasierte Medizin) bewertet. Die Evidenz-basierte Medizin ist eine empirische Methode der Verwissenschaftlichung der Medizin durch eine Qualitätsrangfestlegung für medizinische Evidenzen. Damit kommt es in der medizinisch-ärztlichen Praxis zu einer Integration der klinischen Expertise, bezogen auf den Patienten, mit externen Evidenzen aus systematischer Forschung. Es werden in der EBM verschiedene Arten der Evidenzen unterschieden; an der Spitze stehen die Metaanalysen von randomisierten kontrollierten Studien (randomised clinical trials). Im Arzneimittelbereich gilt z.B. die zweithöchste Evidenzklasse, nämlich die doppelblinde klinische Prüfung, auf einer niedrigen Stufe stehen gut geplante nicht randomisierte Studien, dann folgen Expertenwissen auf Grund kasuistischer Beobachtungen und auf der unteren Stufe stehen klinische Erfahrungen. Deutlich wird, daß die Evidenz basierte Medizin einen Vorrang wissenschaftlicher Evidenz vor ärztlicher Erfahrung oder Intuition, d.h. also von probabilistischer vorhermeneutischer Evidenz postuliert (Hart 2000). Bisher sind nur etwa 10-15 % der diagnostischen bzw. therapeutischen Interventionen nach solchen Kriterien einer rationalistischen, probabilistischen Evaluation überprüft.

einer Verselbständigung der Technologien und ihrer Spezialisten. Ihnen kommt es auf eine Funktionssteigerung durch technischen Fortschritt, Zugewinn an Handlungskompetenz, Machbarkeit und Kontrolle in ihren Aufgabenstellungen an (Feuerstein 1994, S. 130-132).

### **3. Technikfolgenabschätzung und vorausschauende Technikbewertung - Health Technology Assessment**

Technikfolgenabschätzung als Aufgabenstellung parlamentarischer demokratischer Kontrolle begann in den USA 1973. Der amerikanische Kongress richtete das Office of Technology Assessment (OTA) ein. Dieses Institut bediente den Kongress auf Antrag mit politikbezogenen Analysen komplexer technikbezogener Sachverhalte. 1987 hat der Deutsche Bundestag eine Enquete-Kommission „Gestaltung der technischen Entwicklung; Technikfolgenabschätzung und -bewertung“ eingesetzt (Catenhusen 1994). Als Folge davon wurde im März 1993 beschlossen, ein Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) nach Ablauf eines dreijährigen Modellversuchs einzurichten.

Sowohl für den nationalen als auch für den internationalen Kontext fehlt es an einer umfassenden und übergreifenden Abschätzung sowie Bewertung einer zukünftigen Medizin am Beginn des 21. Jahrhunderts (Petermann, Sauter 1996, S. 43). Für die Bundesrepublik Deutschland ist eine zentrale Stelle mit Koordinations- und Kommunikationsfunktion für Health Technology Assessment-Aktivitäten nicht vorhanden (Büro für Technologiefolgen - Abschätzung beim Deutschen Bundestag 1996; Bitzer u.a. 1998). Die Reformgesetzgebung der Ministerin Fischer hatte ein solches Institut im Artikel 19 vorgesehen, es wurde jedoch nicht realisiert.

Das Büro hat eine Studie zum „Stand der Technikfolgen-Abschätzung in Bereich der Medizintechnik“ erstellen lassen (Janus 1995, zitiert nach Petermann, Sauter 1996).

In dieser Studie wurde die internationale Literatur über Medizintechnik gesichtet und 815 Projekte bzw. Studien für Technikfolgenabschätzung im Bereich der Medizintechnik für den Zeitraum von 1980 bis 1995 ausgewertet. Die Definition des Begriffs „Medizintechnik“ wurde weit gefaßt und zugrunde gelegt wurden die einzelnen Technologien der vorne genannten sieben Felder. Die meisten der Studien, nämlich knapp die Hälfte, befaßten sich mit Heilung, knapp ein Drittel mit Problemen der Diagnose. Auf Krankheitsmanagement und „übergreifende Themen und Sonstiges“ entfielen 10 % der Publikationen. 5 % der Arbeiten behandelten Fragen des „Systemmanagements“. Nur wenige Studien hatten Themen zur „Prävention“, zu „Critical Care“ und „Survival“ zum Inhalt. Als Einzelthemen standen im Vordergrund: Magnetresonanz-Tomographie, DNA-Diagnostik, Home-Care-Technologien, Knochenmarktransplantationen, Angioplastie, Laseranwendung, Lithotripsie, Radiotherapie, Oxygentherapie, luk-Systeme. Nur wenige Studien, obwohl von großem öffentlichen Interesse, setzen sich mit Reproduktionsmedizin, mit minimalinvasiver Chirurgie, mit Intensivmedizin und neuromedizinischen Themen auseinander. Als Folgedimensionen, die Gegenstand dieser Studien waren, standen fast ausschließlich technik- bzw. ökonomiezentrierte Aspekte, also Wirksamkeit, Sicherheitsaspekte, Technikdiffusion und -distribution im Vordergrund. Randständig wurden psychosoziale und ethische Aspekte bearbeitet. Nur wenig Aufmerksamkeit wurde organisatorischen, rechtlichen und politischen Fragen gewidmet. Dies war auch bei den Publikationen zur Transplantationsmedizin der Fall. Medizinische bzw. betriebswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Überlegungen sind die überwiegenden Themenstellungen in den Publikationen.

Für folgende Trends, die für die Technologieanwendung in der Medizin sehr folgenreich sind, wurde festgestellt, daß sie kaum bearbeitet sind:

- Medizinische Laseranwendung: Als Querschnittstechnologie wird sie in der Bundesrepublik öffentlich stark gefördert;
- Home-Care-Technologien: Wegen der demographischen Entwicklung und den Überlegungen von Kosteneinsparungen hat sie eine hohe Relevanz. Die Möglichkeiten der Selbstmedikation durch moderne Technologien sollen veranschaulicht werden mit dem Hinweis auf die zunehmende Zahl von Personen über 65 Jahren, die sich mittels einer "Home-Drug-Infusion-Therapy" selbst versorgt. In den USA ist dies schon eine große Zahl von ca. 50.000 (OTA: Home Drug Infusion Therapy under Medicare, Washington 1992, zit. nach Janus, S. 106, 107).
- Nano-Technologie: Im Gegensatz zur Mikro-System-Technik, bei der es um die Miniaturisierung von technischen Geräten geht, zielt die Nano-Technologie darauf, molekulare Maschinen herzustellen. Mit ihnen ist es dann möglich, die Encyclopädia britannica auf die Größe eines Stecknadelkopfes schrumpfen zu lassen. Viren und Bakterien werden als Nano-Maschinen angesehen und können biotechnologisch als Zellreparaturmaschinen bei der Behandlung von Krankheiten eingesetzt werden oder mit ihnen die menschliche Biologie restrukturiert werden. Als eine typische Querschnittstechnologie ist sie nicht nur im Bereich der Chirurgie, sondern ebenso auf dem Gebiet der Neurotechnologie und der Biosensorik sowie im Hinblick auf die Entwicklung künstlicher Organe (Implantate, Stimulatoren) bedeutungsvoll. Mit den Nano-technologisch produzierten Mikromaschinen werden im Körperinneren, in Femtosekunden (= 100 billionstel Sekunden) Zellreparaturen ausgeführt.
- Neuromedizin: Obwohl die Neurobiologie massiv gefördert wird, gibt es kaum Studien, im Sinne der Technologiefolgenabschätzung. Es existieren eine Fülle von Techniken sowohl chirurgischer als auch pharmakologischer Art zur gezielten Beeinflussung des menschlichen zentralen Nervensystems. Als problematisch werden diese Techniken angesehen, weil dadurch Möglichkeiten der Durchleuchtung, Steuerung und Modifikation der menschlichen Persönlichkeit eröffnet sind. Es geht selbstverständlich um therapeutische Erfolge. Allerdings ist auf Mißbrauchmöglichkeiten etwa bei Psychopharmaka in nicht zu unterschätzendem Ausmaß in der Öffentlichkeit wie in der Fachöffentlichkeit hingewiesen worden, es fehlt allerdings an einer umfassenden Untersuchung des gesamten Feldes dieser Technologien und ihrer möglichen Implikationen.
- Transplantationsmedizin: Nach Schätzung der UNESCO wird im Jahre 2000 jeder zweite chirurgische Eingriff eine Verpflanzung von Organen oder Geweben sein.
- Xenotransplantation und Transplantationen von Hirnteilen werfen zahlreiche ethische, ökonomische und politische Fragen auf, die nicht bearbeitet werden.

Wenig behandelt wurden ebenfalls zentrale Entwicklungstrends, wie demographische Entwicklungen und Fragen der Umweltbelastung als Quelle von Risiken für die Gesundheit der

Bevölkerung. Ebenso unterentwickelt sind die Auseinandersetzungen um die strukturellen Trends im Gesundheitswesen, die mit der Computerisierung und Informatisierung verknüpft sind. Die Janusstudie kommt zu dem Ergebnis, daß in den Technologiefolgenabschätzungen expostorientierte Evaluationen vorrangig sind und sie sehr stark auf technizistische und ökonomische Kriterien ausgerichtet sind. Demokratieorientierte Bilanzierungen, also Fragen der Partizipation und der Organisation von öffentlichen Diskursen werden kaum zum Gegenstand von Studien. Dies sei jedoch notwendig, um eine strategische Debatte über die erhofften und erwünschten Zukünfte der Medizin zu organisieren und eben auch mögliche alternative Entwicklungspfade einer „Medizin 2000“ auszuarbeiten. Es wird festgestellt, daß in der Bundesrepublik Deutschland keine Stelle oder Einrichtung sich mit der Technikvorausschau und der Technikfolgenabschätzung im Bereich der Medizin auseinandersetzt. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für eine öffentliche Debatte, um die Zukünfte der Medizin. Beispielhaft kann hier auf Erfahrungen in den Niederlanden hingewiesen werden. Als Reaktion auf die Geburt des Schafes Dolly im Frühjahr 1997 wurden in mehreren Sitzungen des niederländischen Parlamentes diskutiert, welche Bedeutung dies für die Gesellschaft hat. Parlament und Regierung forderten die niederländische Einrichtung für Technikfolgenabschätzung, nämlich das Rathenau-Institut auf, eine Reihe von Veranstaltungen zu organisieren. Ziel war es, eine Diskussion mit soviel Argumenten und Meinungen wie möglich zu führen, um schließlich deutlich zu machen, wie die Niederländer über Klonierung denken und welche Grenzen zu ziehen seien. Es wurden Anhörungen, Workshops und Diskussionsveranstaltungen zum Thema Klonen und Klonieren sowie eine Bevölkerungsumfrage durchgeführt. Technikfolgenabschätzung wurde als ein öffentlicher Prozeß organisiert (Rathenau instituuat 1993).

Nachfolgend sollen einige wesentliche Bereiche der medizinischen bzw. biotechnischen Entwicklungen kurz beschrieben werden:

#### **4. Biomedizinische-biotechnologische Entwicklungen**

##### **Transplantationsmedizin**

Die Transplantationsmedizin gehört zu dem Bereich, in dem in den letzten 20 Jahren die tiefgreifendsten Fortschritte erzielt wurden. Auch hier ist der Systemcharakter, nämlich die Verknüpfung verschiedener Einzeltechnologien zu einem Gesamtsystem, zu bedenken. Grundlagenforschung verzahnt sich hier sehr unmittelbar mit der klinischen Anwendung. Ziel der Organtransplantation ist es, einen „drohenden“ oder akuten Funktionsausfall eines Organs durch ein entsprechendes auszutauschen. In der Organtransplantation stehen spektakuläre Interventionen wie Herztransplantation neben den Alltagsroutinen, wie Hautverpflanzungen oder eben auch Bluttransfusionen.

Im Bereich der Transplantationsmedizin lassen sich unter dem Gesichtspunkt von Technologiefolgeabschätzung folgende Bereiche benennen: Evaluation des medizinischen Erfolgs, Analyse der Erfolgsbedingungen, ökonomische Fragen und Probleme der Organgewinnung. Der medizinische Erfolg einer Transplantation wird an zwei Kriterien gemessen: die postoperative Lebenszeit des Patienten und die postoperative Lebensqualität. So liegen die Überlebensraten bei Transplantationen von Nieren, Lebern und Herzen nach fünf Jahren bei 85, 65 und 70 %. Die Lebensqualität ist von vielfältigen Bedingungen abhängig. Hier spielt die Rehabilitation eine große Rolle. Bei der Analyse der Erfolgsbedingungen sind zwei Kriterien zu

beachten: institutionelle Voraussetzungen des Transplantationszentrums und Kriterien für die Auswahl der zu transplantierenden Patienten. Bei der Bewertung der ökonomischen Fragen wird ins Feld geführt, daß Transplantationen sehr kostspielig sind. Ein zentrales Problem der Transplantationsmedizin ist das Mißverhältnis zwischen Nachfrage nach Organen und den tatsächlich zur Verfügung stehenden Transplantaten. Im Juni 1994 warteten in der Bundesrepublik 10.298 Personen auf eine Transplantation. Im Vordergrund stehen hier Personen, die auf eine Niere warten (9.104) Organ (Janus, ohne Jahrgang, S. 51).

### **Xenotransplantation**

Bei der Xenotransplantation werden Organe von Affen, vor allem aber von Schweinen, auf Menschen übertragen. Es stellen sich nicht nur ethische, juristische, sondern auch noch eine Reihe von medizintechnischen Problemen wie etwa die Überwindung der schnellen Abstoßung des transplantierten tierischen Organs wie auch eine Lösung der Risiken von möglichen Übertragungen von Viren. Zu dieser Neulandtechnologie liegen einige Studien und Bilanzierungen vor (TAB-Brief Nr. 15, Dezember 1998, S. 27).

Ein möglicher zeitlicher Verlauf der Einführung der Xenotransplantation in die klinische Praxis könnte folgendermaßen aussehen (TAB-Brief Nr. 16/Juni 1999, S. 25):

<b>Entwicklungsschritt</b>	<b>Möglicher Zeitraum</b>
klinische Versuche zur Xenotransplantation von Zellen und Geweben	bereits laufend bis 2005 zunehmend
extrakorporale Perfusionen von Lebern aus transgenen Schweinen	bereits beantragt? 2000 bis 2002
Transplantation von Nieren aus transgenen Schweinen zur Überbrückung	2002 bis 2005
Transplantation von Herzen aus transgenen Schweinen zur Überbrückung	2003 bis 2008
Xenotransplantat überlebt bis zu einem Jahr	2010
weite Verbreitung der Xenotransplantation von Organen	2015 bis 2020

## Telematik

Der integrierte Einsatz telekommunikativer (Telekommunikation) und informatorischer (Informatik) Techniken (Telematik) wird sowohl die Versorgungsprozesse umstrukturieren, als auch einen starken Einfluß auf die spezifischen medizinischen diagnostischen und therapeutischen Ziele haben und insgesamt grundlegend die institutionellen Strukturen in ihren Vernetzungen und Dynamiken verändern. Die Telematik verknüpft administrative Prozesse mit den verschiedenen Bereichen der klinischen Medizin, wie z.B. Labor, Bild- und Signalverarbeitung in der Diagnostik, medizinisch-ärztliche Interventionsbereiche (Intensivmedizin, Anästhesiologie). Der Einsatz der Telematik zeichnet sich ebenfalls ab bei der ambulanten Betreuung chronisch Kranker (z.B. Diabetes-Programme, Bluthochdruckbehandlung, Versorgung von Krebskranken). Rechtliche Regelungen wie Einführung der Chipkarte (Klose, Litsch, Niemeyer 1999) als Versichertenalausweis oder die Änderung der Krankenhausfinanzierung werden einen Schub der Ausgestaltung der Telematik bewirken. Die Telematik wird als *die* Errungenschaft angesehen, um im personalintensiven Bereich der Medizin die Schere zwischen den wachsenden Möglichkeiten der Medizin in Diagnostik und Therapie und den begrenzten finanziellen Ressourcen zu schließen. Die weitere starke Diffusion von Telematik wird die Arbeitsbedingungen, Arbeitsanforderungen, Qualifikationen und Arbeitsteilungen im Gesundheitssektor stark verändern. Standardisierungen werden sich zwangsweise einstellen. Die Schnittstellen zwischen den verschiedenen Sektoren und die Spezialisierungen zwischen Arzt, Pflege, Patient und sonstigen Dienstleistungen werden neu strukturiert. Ökonomische Evaluationen telematischer Projekte und Anwendungen wurden durchgeführt (Schulenburg u.a. 1995 nach Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen 1995, S. 104).

In der Bundesrepublik hat es verschiedene Verbundprojekte zur Telemedizin gegeben bzw. sind laufend, die z.T. auch im Rahmen des EU-Förderprogramms finanziell gefördert werden. Zu nennen sind beispielsweise das BERMED-Projekt. In diesem Projekt wird auf lokaler und regionaler Ebene eine Kooperation zwischen Ärzten und Forschern im Gebiet der Radiologie organisiert. Zu nennen ist weiterhin das Projekt MEDICUS. Hier geht es um die Bildverarbeitung im Medium von ISDN zur Unterstützung der Krebstherapie. Im Projekt MEDCOM, ein Verbundprojekt der Deutschen Bundespost mit Krankenhäusern und Forschungseinrichtungen wird vorhandenes Expertenwissen per Videokonferenzen ausgetauscht (Paul 1992, S. 165). Ein "Medizinverbundnetz Deutschland" (MVD) wurde konzipiert (Dürr 2000). Zu den vielfältigen Problemen und den überzogenen Erwartungen der Telemedizin läuft eine kritische Debatte (Hufnagel, Nguyen-Dobinsky 2000). Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen fördert ein Zentrum für Telekommunikation und Multimedia-Anwendung im Gesundheitswesen (ZTMG) ([http://www.nrw.de/themen/gesundheit/entschl8b\\_99.htm](http://www.nrw.de/themen/gesundheit/entschl8b_99.htm)).

In die telemedizinischen Netzstrukturen ist auch die Pflege eingebunden. Hier spielt insbesondere die Einführung von EDV in den Organisationsablauf eine wichtige Rolle. Nachhaltige Auswirkungen für den Computereinsatz im Pflegesektor wird bei der Pflegeplanung und der Pflegedokumentation erwartet (Streich 1993).

In diesem Zusammenhang ist auf die Entwicklungen der wearable (tragbaren) Computer zu verweisen. Mit den am Körper getragenen PCs und mit ihnen auch am Körper ange-

brachten sensorischen Geräten werden Tätigkeiten optimiert, wie z.B. durch die Noah-Weste. Das Universitätsklinikum Regensburg hat die Noah-Software (Notfall-Organisations- und Arbeitshilfe für das schnelle prähospitalen Notfallmanagement) entwickelt. Die Noah-Weste enthält ein Radiomodem, ein Display, Batterie und Hardware. Drahtlos wird mit Labors, Therapeuten und Datenbanken kommuniziert (Computer Zeitung 31, 1999, S. 12).

Die Bedeutung der medizinischen Telematik ist insbesondere unter Arbeitsmarktgesichtspunkten und unter ökonomischen Perspektiven zu betrachten. Etwa 12 % der Arbeitsplätze in Deutschland sind direkt bzw. indirekt mit der Gesundheitsversorgung verknüpft. Der medizinischen Telematik wird ein Einsparungseffekt zugeschrieben; so wird für den USA-Markt über die Integrationsleistung der Telematik ein jährliches Einsparvolumen von 36 Milliarden Dollar kalkuliert (Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen, Sondergutachten 1997, S. 202). Der Telematik hat eine umwälzende Bedeutung für die zukünftige Versorgungswirklichkeit. Es ist schwer abzuschätzen, wie schnell dieser Prozeß vonstatten gehen wird; ebenso schwierig ist es, vorauszusehen in welche Richtung die Strukturierung laufen wird. Es wird deshalb vorgeschlagen, auf nationaler wie regionaler Ebene, Arbeitsgemeinschaften zu fördern oder zu bilden, „die sich um wichtige inhaltlich-technische Themenkomplexe kümmern und als Beratungs- und Initiierungskommissionen für Modellvorhaben in ihren Bereichen und auch für Anregungen für Modellvorhaben in benachbarten Themenbereichen dienlich wären“ (ebenda, S. 222).

Als die generelle Herausforderung des telematischen Zeitalters wird angesehen, jedem Teilnehmer durch erschwingliche Hard- und Software öffentliches, digital verfügbares Wissen jederzeit in Echtzeit und an allen Orten zur Verfügung zu stellen. 1996 haben etwa 37 % der über 15 Millionen erwachsenen Internetnutzer regelmäßig medizinische Inhalte abgefragt. Es wird von einer telematischen Gesellschaft gesprochen. Die Frage ist, wie demokratisch läßt sich diese Telegesellschaft organisieren. Sie ist interaktiv und teilnehmerorientiert, während die industrielle Gesellschaft hierarchisch und beobachterorientiert war. Durch Telematik wird ein struktureller Wandel in sämtlichen Institutionen des Staates und der Gesellschaft geschaffen werden. Man spricht auch von einer neuartigen Ko-Evolution durch die Telematik zwischen psychischen und sozialen Systemen (Schmidt 1999, S. 300).

### **Mikrosensoren, Mikroaktoren und Mikrosysteme**

Mikrosensoren, Mikroaktoren und -systeme werden als Implantate in den Körper eingebaut, um organische Funktionen zu erfassen und zu korrigieren. Solche Sensoren und Aktoren werden in ein telemetrisches System integriert und als telemetrisches Endosystem implantiert. Solche Systeme werden mittlerweile bei Diabetes, Hydrozephalus, Bluthochdruck, Grauer Star, Heilung von Knochenbrüchen u.a. eingesetzt. Immer mehr Organe bzw. Teile davon lassen sich durch Prothesen ersetzen bzw. technische Instrumente unterstützen Organfunktionen. Hunderttausendfach werden Hüft- und Knieprothesen eingepflanzt. Ebenso häufig werden bei Rhythmusstörungen des Herzens Schrittmacher implantiert. Blutzucker-Sensor und Insulin-Pumpe steuern selbsttätig den Blutzucker-Spiegel. Implantierbare Nieren oder Lungen sind als technische Mikrosysteme bereits in der Erprobung. Technische Prothesen werden mittlerweile mit körpereigenen Zellen und Geweben verknüpft (z.B. bei „Kunstadern“). So werden immunologische Abstoßungsreaktionen ver-

mieden und technische Steuerungsnotwendigkeiten überflüssig. Künftig sollen Körperzellen im Labor mittels kerntransferbasierten Klonens hergestellt werden. Bei der Transplantation von solchen autologen Geweben sind die Zellen mit dem Spender fast identisch.

Durch die Zusammenarbeit von Ingenieuren, Elektrotechnikern, Informatikern und Biologen in der Neurowissenschaft werden implantierbare „künstliche“ Ohren und Augen entwickelt. Gearbeitet wird an „Gehirnprothesen“, d.h. an „neuronalen“ Maschinen (Kurzweil 1999). Die Neuro-Implantate sollen Gedächtnis, logische Fähigkeiten verbessern und die Sinneswahrnehmungen verfeinern sowie Krankheiten heilen. Über Neuro-Implantate soll eine virtuelle Realität in unserem Kopf erzeugt werden. Über drahtlose Verbindungen treten wir in Kommunikation mit dem World Wide Web. Nach Ray Kurzweil werden wir uns darüber nicht mehr bewußt sein, "woher der Input unseres Gehirns kommt, aus unserem biologischen Hirn, aus einem Neuro-Implantat oder aus dem World Wide Web. Irgendwann werden sich Menschen, die keine Maschinen in sich tragen, nur noch schwer mit Implantat-Anwendern unterhalten können" (Interview mit Ray Kurzweil, in: Konr@d Wissenschaft. Technik, September/August 1999, S. 140).

## **Cyberspace, Cyborg**

Der Begriff Cyberspace geht auf den kanadischen Schriftsteller William Gibson zurück. Cyberspace ist der Schauplatz seiner Science-Fiction-Literatur (1984, 1995). Cyberspace meint einen computer-generierten fragtalen (unendlich erweiterbaren) Raum, der es möglich macht, beliebige Modellwelten zu simulieren und ständig neue Perspektiven darin einzunehmen. Das Besondere von Cyberspace ist nicht nur die Generierung von künstlichen Welten, sondern die Möglichkeit, in diese als Teilnehmer einzutreten, also eine Endoperspektive einzunehmen.

Im Cyberspace interagieren in technologisch vermittelten Umgebungen Menschen, aber ebenfalls Maschinen. Solche Umgebungen ermöglichen neue Formen der Körperlosigkeit und der Wiederverkörperung, man bewegt sich also in virtuellen Welten. Die Nutzung virtueller Datenräume hat für die bildgebenden Verfahren und die Eingriffsformen und Eingriffstiefen in der Medizin eine wachsende Bedeutung.

„Cyberspace Artificial Reality“ oder „Virtual Environment“ vermittelt dreidimensionale Darstellungen und Interaktionstechniken, die dem Benutzer den Eindruck vermitteln, als befände er sich innerhalb des synthetisierten Szenarios (Immersion). Der Benutzer agiert mit Gesten und Körperbewegungen in einer vom Computer generierten Welt. Als wichtigste Einsatzgebiete für die virtuelle Realität in der Medizin werden folgende Bereiche angesehen: medizinische Bildverarbeitung, Visualisierung, Simulation, Ausbildung, minimalinvasive Diagnostik und Therapie, Chirurgie, Strahlentherapie, Psychiatrie, Unterstützung von Behinderten (van Eimeren u.a. 1996). Unter dem „virtuellen Menschen“ wird die computer-gestützte Simulation von Bau und Funktion von Organen, Organsystemen sowie des gesamten menschlichen Körpers verstanden. Unterschieden werden muß zwischen dem allgemeinen anatomischen Modell und der Abbildung des individuellen Körpers. Hiermit wird eine detaillierte dreidimensionale Abbildung des menschlichen Körpers bereitgestellt und mit der synthetischen Abbildung der individuellen anatomischen Verhältnisse bzw. seiner morphofunktionalen Zusammenhänge in Beziehung gebracht. Das anatomische Modell

wurde bereits durch heute verfügbare bildgebende Verfahren, wie Kernspin- und Röntgencomputertomographie sowie kryotechnische Großflächenschnitte hergestellt. Mit diesem Modell werden, gestützt durch Multimediatechniken, Informationen über Anatomie, Bewegungsabläufe und physiologische Funktionen bereitgestellt. In Arbeit sind Darstellungen von pathologischen Veränderungen von Organen (z.B. Carzinome).

Um das einzelne Individuum bzw. den Patienten als „virtuellen“ Menschen herzustellen, bedient man sich der überlagerungsfreien bildgebenden Verfahren, wie der Röntgencomputertomographie, der Kernspintomographie, der Single Photon Emission Tomographie und Positron Emission Tomographie und der Funktions- bzw. Perfusionsanalyse. Auf der Basis dieser bildgebenden Methoden in Verbindung mit den Methoden der digitalen Bildanalyse werden also synthetische Abbilder des Individuums in seinen anatomischen Verhältnissen erzeugt. Durch die dreidimensionalen Darstellungen können dann Abbildungen der anatomischen Verhältnisse hergestellt werden, um gezielte Interventionen chirurgischer, therapeutischer und sonstiger Art vorzunehmen.

Durch die Immersion des Benutzers in die virtuelle Umgebung, die Verfügbarkeit neuer 3D-Eingabegeräte und die automatische Lokalisation des Benutzers in der Szene, wird virtuelle Realität zu einer neuen Form der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Die neue virtuelle Realität erlaubt eine Erweiterung im Sinne eines „shared virtual workspace“, so daß mehrere Benutzer an einem Modell im Objektraum agieren. Mit dem virtuellen Cyberspace-Menschen wird im Umgang mit kranken Menschen die Auseinandersetzung um wissensbasierte Systeme auf der Ebene von Diagnostik und Therapie auf der einen Seite, mit den alltagsweltlichen bzw. lebensweltlichen Deutungsmustern von Ärzten und Patienten auf der anderen Seite, auf eine neue Ebene gebracht.

Der Konflikt zwischen den in der Interaktion mit kranken Menschen erworbenen Erfahrungskennntnissen, Intuitionen, nicht-wissensbasierten Bildern, Einschätzungen und „Künsten“ einerseits und der naturwissenschaftlich- technischen Hard- sowie Software andererseits, erhält eine neue Qualität. Die Auseinandersetzung zwischen Medizin als naturwissenschaftlich-technisches Erkenntnis- und Handlungssystem mit dem ärztlichen bzw. pflegerischen Erkennen und Handeln als Heilkunst und Heilkunde wird sich dadurch verschärfen. Es ist zu fragen „Wieviel Fortschritt verträgt der Mensch?“ (Geisler 1996). Mit der parallel in der Gesellschaft sich entwickelnden „Ikonomanie der Medizin“ besteht die Gefahr, daß mit dem Bildermachen eine Konkurrenz zum Sich-Gedanken-Machen in der Medizin auftritt. Bekannt ist, daß Abbildungen als sogenannte harte Daten und Expertensysteme, die formalisiertes Wissen klinischer Experten als Grundlage für Entscheidungen per Computer anbieten, keineswegs immer den weichen Daten des „klinischen Blicks“ überlegen sind. Zum anderen besteht die Gefahr, daß das Bildermachen als Ersatz für eine tiefergehende Auseinandersetzung mit der Krankheits- und Erkrankungsgeschichte des Patienten geht. Geisler spricht davon, daß Gesundheit zum käuflichen Software-Paket wird, dessen Preislimit und Verteilungsmodalitäten ein übergeordnetes Gesundheitssystem bestimmen. Der Mensch drohe zur „Wetware“ zu verkommen. Es trete eine Sinnentleerung der uralten Begriffe von krank und gesund, behindert oder heil auf. Die klassische Arzt-Patient-Beziehung werde zur Arzt-Apparat-Patienten-Beziehung.

Für den Akteur im Cyberspace, ob nun Arzt oder Akteur in der Cyber-Techno-Kultur, spaltet sich die Existenz des Menschen. Man befindet sich gleichzeitig in zwei Räumen: dem realen

Raum hinter der Schnittstelle, in dem der Körper sich befindet und dem virtuellen, in dem man körperlos oder in beliebiger Gestalt, verkleidet auf- oder eintauchen kann, in dem das Hineinschlüpfen in einen Wunschkörper möglich wird, der sich jederzeit wieder ablegen läßt und der all die Zeichen der materiellen Endlichkeit und Vergänglichkeit nicht kennt (Rötze 1998, S. 619). In der Szene-Zeitschrift für die digitale Revolution "Wired" (= verdrahtet; weired: gaga, verrückt) heißt es über die massenhaft möglichen Träume der Cyberkultur: "Computer, die von Gedanken gesteuert werden, implantierte Gedächtnis-Chips, biotechnische Gliedmaßen oder natürlich der explizite Wunsch, mit dem Gehirn direkt an den Cyberspace, die weltweit verbundenen Computernetzwerke, angeschlossen zu sein ... . Science Fiction hat so viele Bilder von technologisch aufgerüsteten Menschen ausgebrütet, daß die gegenwärtige Arbeit an Neuroprothesen und an Computern, die vom Geist gesteuert werden, im Vergleich dazu geradezu rückschrittlich erscheinen" (zitiert nach Rötze 1998, S. 619). In Filmen werden bereits die Zukunftsvisionen auf die körperlichen Metamorphosen oder Übergänge in einen anderen Körper mit neuen Eigenschaften, auf neue Mensch-Maschine-Systeme hingewiesen.

Im postbiologischen Zeitalter der Verschmelzung von Körper und Maschine wird über Möglichkeiten geforscht, wie sich eine dauerhafte Koppelung des Gehirns mit dem Computer realisieren läßt. Das menschliche Gehirn hat sich über die Evolution entwickelt. "Robotergerirne" und ihre Weiterentwicklung haben eine viel kürzere Evolutionszeit (Koevolution). Während ein Cyborg ein roboterähnliches Konstrukt mit einem Menschengehirn darstellt, so ist der Android ein menschenähnliches Konstrukt mit einem Robotergerirn (als einem hoch entwickelten Computer). Es wird diskutiert, ob sich in diesen Mensch-Maschine-Konstruktionen ein Phasenübergang vom Ich-orientierten sterblichen Menschen zum Ich-orientierten unsterblichen Cyborg zu sehen ist. Im Cyberspace geht es nicht nur um Reisen im Raum, sondern eben um Verwandlungen und Transsubstantiationen, um die Möglichkeit über sich als Mensch hinauszugehen, seine biologische und geistige Verfassung zu transzendieren. Es werden technische mit religiösen Utopien vereint. Auf die Cyber-Technologie beziehen sich Sekten, wenn sie auch nur Randerscheinungen zunächst sind, so drückt sich in ihnen doch eine bestimmte Symptomatik des digitalen Zeitalters aus.

## **Molekularbiologie, Genforschung, Gentechnologie**

Mit dem internationalen Human-Genom-Projekt zur Entschlüsselung des gesamten menschlichen Genoms werden mehr und mehr Erkenntnisse gewonnen, die zeigen, daß nicht nur Erkrankungen, sondern auch menschliches Verhalten durch genetische Einflüsse bestimmt werden. In der medizinischen Praxis wird die genetische Diagnostik und die Verfügbarkeit einfacher zu handhabender genetischer Tests wichtig werden. Eine Basisinnovation in der Gendiagnostik sind die DNA-Chips (Sauter 1998, S. 5). Ohne großen Aufwand lassen sich mit ihnen Anlagen für genetisch bedingte Krankheiten oder auch genetisch angelegte Überempfindlichkeiten gegenüber bestimmten Stoffen oder Medikamenten diagnostizieren. In der medizinischen Praxis z.B. können durch DNA-Chips für den einzelnen Patienten paßgenaue verträgliche Therapeutika eingesetzt werden. In der Onkologie werden sie benutzt, um auf das Individuum bezogene Prognosen zu erstellen, Therapieverläufe zu überwachen oder in Gewebeproben nach Tumorgewebe und Mikrometastasen zu fahnden. Durch Frühdiagnostik kann eine gezielte Vorsorge für „Risikopatienten“ (z.B. Gen BRCA1 für erbliche Formen des Brustkrebses) praktiziert werden. In der pränatalen Medi-

zin kommen die genetischen Analysen bei der sogenannten Präimplantationsdiagnostik (PID) zum Einsatz.

Sehr große Hoffnungen werden heute auf gentherapeutische Methoden gesetzt. Bei der Gentherapie werden Gene in den Körper des Menschen eingebracht, um „Fehlfunktionen“ von Genen des Patienten abzuschalten, zu ersetzen oder durch funktionsfähige Genprodukte zu ergänzen (Therapie von Genen). Andererseits kann zur Bekämpfung von Krankheitssymptomen eine Therapie mit Genen durchgeführt werden. Als die eigentliche Anwendung von Gentherapie wird die Behandlung von genetischen Dispositionen angesehen. Die gentherapeutischen Konzepte zielen jedoch nicht nur auf Körperzellen, die nicht an Nachkommen weitergegeben werden, sondern auch auf Fortpflanzungszellen (Keimbahnzellen). Die Keimbahntherapie wurde in Deutschland 1990 mit dem Embryonenschutzgesetz allerdings verboten (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag 1994).

Die somatische Gentherapie ist als ein Ansatz zur kausalen Behandlung von Krankheiten anzusehen. Dieser Therapie wird ein hohes Potential und ein breites Anwendungsspektrum zugeschrieben. Auch in der Prävention und bei der Verbesserung der Lebensqualität wird die somatische Gentherapie eingesetzt werden. Pharmaindustrie-Unternehmen wie z.B. Novartis und Roche sind forschend hier aktiv. Sie sehen hier ein bedeutendes wirtschaftliches Potential (Rüegsegger, Eckhardt 1999).

"Was die Natur in einem Zeitraum von 2 bis 3 Milliarden hervorgebracht hat, wird also nicht mehr nur ausschließlich im Labor manipuliert, sondern es werden intracelluläre genetische Veränderungen produziert. Die Gentechnologie schafft informationstragende Moleküle unter biochemischen extracellulären Bedingungen, die der Organismus selbst in Zellen transportiert, sie reproduziert und ihre Eigenschaften testet. Der ganze Organismus wird also zu einen "Locus technicus"; er wird zu einem Repräsentationsraum, in dem neue genotypische und phänotypische Muster erprobt und artikuliert werden" (Reinberger 1996, S. 201). Die Molekularbiologie konstruiert also nicht mehr länger Reagenzglasbedingungen, sondern sie konstruiert Objekte, d.h. also informationstragende Moleküle, die in das Milieu der intakten Zellen verpflanzt werden. Der Organismus wird also zu einem Labor. Es geht nicht mehr nur um das Verstehen des Lebens, also um eine extracelluläre Repräsentation intracellulärer Prozesse, sondern um die intracelluläre Repräsentation eines extracellulären Projektes, d.h. die Umschreibung des Lebens (Reinberger 1996, S. 291). Durch Quanten-Computer und Nano-Technologien werden entscheidende Fortschritte in der Gen-Technik erwartet. Die Prozedur des Molekularbiologen ist also als molekulares Engineering zu bezeichnen und unterscheidet sich von den traditionellen Formen der Intervention, der Biowissenschaften und der Medizin. Es geht um die Reprogrammierung metabolischer Vorgänge und nicht nur um ihre Modifikation. Das Humangenom-Projekt steht für diese Intention. Die Molekularbiologie verbündet sich mit dem humangenetischen Beratungssystem, dem medizinisch-technischen Komplex, der Biotechnologie-Industrie und der forensischen Medizin. Es entwickelt sich ein neues medizinisches Paradigma, die molekulare Medizin. Für die Definition von Gesundheit und Krankheit wiederum ist diese Entwicklung von Bedeutung, da in der Sicht der Genetiker das Schicksal der menschlichen Gesundheit in den etwa 100.000 Genen verankert ist. Mag dies auch ein Mißverständnis sein, so kann nicht bezweifelt werden, daß die Molekularisierung von Krankheiten und ihre möglichen Heilungen Auswirkungen auf die Annahmen von Patienten haben werden, welche medizinische

Hilfe sie erwarten können. Die Molekularbiologie wird die Denkstile einer neuen Generation von Ärzten verändern. Mit der Hoch- und Überschätzung der komplexen genetischen Skriptur und der Regulierung ihrer Expression wird Krankheit als Druckfehler angesehen, den man durch Intervention korrigieren kann. Doch auch für die nächste Generation wird die DNA-gestützte Genetik von Bedeutung, da sie Option eröffnet, auf die "Gesundheit" der Fortpflanzungszellen und der Föten einzuwirken.

Es wurde darauf verwiesen, daß die gegenwärtige Auseinandersetzung um die Molekularbiologie eine tiefgehende Transfiguration der alten Frage des genetischen Determinismus impliziere (Reinberger, 1996, S. 298). Die traditionelle Dichotomie zwischen Natur und Erziehung bzw. Biologie und Kultur greift nicht mehr. Die moderne Wissenschaft mit ihren Technologien eröffnet die Möglichkeit, die Menschen von den Zwängen der Natur zu befreien. Das Ziel der Sozialgeschichte ist nicht mehr, die Naturgeschichte zu überwinden, sondern sie umzugestalten. Der Auftrag der Gesellschaft besteht nicht mehr darin, unsere natürliche genetische Konstitution zu neutralisieren, sondern sie zu verändern. Die Unterscheidung zwischen dem Natürlichen und dem Sozialen macht keinen rechten ontologischen Sinn mehr (Reinberger 1996, S. 298).

## **Klonierung**

Unter der Genforschung sind auch die Technologien des Klonens zu subsumieren. Ein Klon ist ein Individuum, das mit einem anderen genetisch identisch ist. In der Natur kommen beim Menschen genetisch identische Individuen vor (eineiige Zwillinge). Zur künstlichen Erzeugung von Klonen höherer Organismen werden zwei Verfahren benutzt: einmal das Embryosplitting (Embryoteilung) und das Klonen durch Zellkerntransplantation. Bei dem zweiten Verfahren wird das genetische Programm des Zellkerns (das gewünschte Erbgut) einer totipotenten Zelle (Eizelle) oder einer nicht mehr totipotenten Zelle, sei es eine embryonale, fötale oder sogar eine differenzierte Körperzelle in eine unbefruchtete Eizelle übertragen, deren Zellkern zuvor entfernt worden war. Das heißt also, es ist grundsätzlich möglich, ein erwachsenes Individuum und dessen genetisches Programm zu vervielfältigen. Das heißt gleichzeitig auch, daß über diesen Fortpflanzungsweg ein neues Individuum entsteht, dessen Existenz nicht auf Befruchtung einer Eizelle durch eine Spermienzelle beruht.

Die Reproduktionstechnologie hat gezeigt, daß die Entwicklungen in der Tiermedizin ohne große Probleme auf die Humanmedizin zu übertragen sind. Das Klonschaf Dolly macht offenkundig, daß es vom Klonen eines Säugetieres bis zu dem eines Menschen prinzipiell nicht mehr weit ist. Zur Klonierung beim Menschen sind eine Reihe von Stellungnahmen getroffen worden und ein striktes Verbot des Klonens von Menschen gefordert worden. Nicht das Klonen selbst wurde als verwerflich bezeichnet, schließlich leben etwa ohne Eingriff des Menschen etwa 0,2 % aller Menschen, immerhin einige Millionen, als eineiige Zwillinge. Es steht zu befürchten, daß die Visionen, die sich mit Klonen und Cyber-Kultur verknüpfen, die die Grenzen zwischen dem Künstlichen und Natürlichen verschieben, der Wucht der technischen Evolution in Verknüpfung mit dem freien Markt nicht mehr standhält

## 5. Medizintechnologie, Biomedizin und Körperbilder

In der Medizinsoziologie und in der Auseinandersetzung um eine Medizintheorie wird die Meinung vertreten, daß Verständnisse von Gesundheit, Krankheit oder Unwohlsein als soziale Konstruktionen angesehen werden können. Um den Konstruktivismus gibt es derzeit eine heftige Auseinandersetzung. Für die Frage der Wirkung der Technisierung von Körper und unseren Verständnissen über den Körper halte ich jedoch diesen Zugang für ertragreich. Die Diskussion ist nicht nur für die Wissenschaftstheorie und Epistemologie (Erkenntnislehre) von Relevanz, sondern auch für unser alltägliches Verständnis vom Körper bzw. Leib. In der psychosomatischen Medizin in der Heidelberger Tradition von Viktor von Weizsäcker (1962) und Herbert Plügge (1967) hat sich diese Unterscheidung zwischen Leib und Körper etabliert. Psychosomatiker haben sich intensiv damit auseinandergesetzt, wie denn die Verschränkung vom leiblichen Ich, verborgener Leiblichkeit und gegenständlicher Körperlichkeit ist. Die Psychosomatik sucht nach den pathologischen Prozessen und den Grenzziehungen zwischen normal und noch gesund bzw. schon pathologisch. Betont wird, daß wir beides haben, Körperlichkeit und Leiblichkeit, die ineinander verschränkt sind und für unsere personale Identität grundlegend sind und eben auch in der Frage von gesund sein, krank werden ihre spezifische Ausdrucksfähigkeit haben. Psychosomatiker sprechen vom "leibhaftigen Ich" und vom "Körper haben".

Die Konstruktivisten sprechen von embodiment, wenn sie die täglichen Erfahrungen mit dem Körper beschreiben. Die Vergesellschaftung des Körpers bzw. des Leibes ist das Thema zahlreicher Autoren (Merleau-Ponty 1966, Foucault 1992). Anthropologen und Sozialhistoriker haben den historischen Prozeß zum Thema "Erfindung des Menschen. Schöpfungsträume und Körperbilder" bzw. "Embodied Experience" im Wechsel von historischen Perioden und soziokulturellen Kontexten beschrieben (Lupton 2000). Der Begriff Bodyimage wird benutzt, um die lebensweltlichen Erfahrungen des Körpers zusammenzubringen mit den soziokulturellen Interpretationen, Deutungen und Zuschreibungen, um zu beschreiben, wie wir über den Körper bzw. Leib und unsere Vorstellung darüber denken, empfinden und uns ausdrücken. Unser individuelles Körperbild (bodyimage) wird über unseren Lebenslauf und in unserer Biographie ausgebildet; es ist dynamisch und unterliegt permanent einer persönlichen subjektiven Revision und Transformation in der Interaktion unseres leiblichen Ichs, unserer körperlichen Erfahrung mit den Anforderungen und Reizen der Umwelt. Hier nun sind die Diskurse und eben auch die Bilder, die uns von unserem Inneren, von uns als Körper, als Abbilder oder im Cyberspace angeboten werden, einflußreich. Gerade die ungeheure Entwicklung im Bereich der Medizin zur Visualisierung der inneren Teile unseres Körpers bis hinunter auf die DNA-Ebene trägt nicht unwesentlich zu einer Veränderung unseres Körperbildes bei. Doch nicht nur die Visualisierung, sondern eben auch die konkrete Implementation und Verinnerlichung von Pharmaka, technischen Geräten oder biotechnologisch industriell hergestellten biologischen Substraten, verändern unser Verstehen, unser Empfinden, unser Deuten von unserem Körper bzw. Leib. Unser Körperbild ist als konstruiert aus der eigenen inneren Leiblichkeitswahrnehmung und Körpererfahrung im Sinne von Lust und Freude, Schmerz und Leid, aber eben auch von den Bildern und Diskursen über die Gestaltbarkeit, Machbarkeit von Lust und Freude, Begrenzung von Leid und Schmerz oder Verlängerung des Lebens bzw. Hinausschiebens des Todes anzusehen.

Die Geschichte der Aufklärung ist die Geschichte der Erfindung des Menschen mit seinen je spezifischen soziokulturellen Körperbildern. Krankheits- und Gesundheitsverständnisse sind also durch Wissenschaft und Technologie nicht unwesentlich geprägt. Alfons Labisch hat diesen Prozeß unter dem Titel "Homo hygienicus, Gesundheit und Medizin in der Neuzeit" (Labisch 1992) beschrieben. In der Hygienekonzeption verband sich auf der Basis der Kenntnisse der Mikrobiologie und später der Immunologie ein moralischer Impetus in der Verknüpfung von Sauberkeit und Sittlichkeit mit Gesundheit und wurde als der Lebensstil der Moderne kreiert. Die Infektionslehre (Virologie, Bakteriologie) und die damit verknüpfte Immunologie haben in den letzten Jahren wesentlich unsere Körper- und Leiblichkeitsbilder geprägt, vor allem in der Auseinandersetzung mit Sexualität und HIV bzw. AIDS. Die diagnostischen und therapeutischen Verfahren der klinischen naturwissenschaftlichen Medizin seit Anfang des 19. Jahrhunderts haben den menschlichen Körper verobjektiviert und in Maß und Zahl physikalisch, chemisch ermittelter Parameter bzw. in der morphologischen Beschreibung der Pathologie klassifiziert. Was verborgen war, wurde mehr und mehr dem medizinischen Blick unterworfen und sichtbar gemacht. Nach Vilem Flusser werden wir dank der Bilder, wie sie durch die Visualisierungstechnologien möglich werden, "eigentlich überhaupt erst wieder fähig, aus der sich verflüchtigt habenden Welt der Abstraktionen ins konkrete Erleben, Erkennen, Werten und Handeln zurückzukehren" (Flusser 1992, S. 44, zit. nach Hagner 1996, S. 278). Nach ihm ist der Preis für eine solche Entwicklung darin zu sehen, daß "das Erforschen der tieferen Zusammenhänge, das Erklären, Aufzählen, Erzählen, Berechnen, kurz das historische wissenschaftliche textuelle lineare Denken von einer neuen einbildenden oberflächlichen Denkart" verdrängt wird. Die Tiefenbohrungen des alten Denkens würden durch oberflächliche Einblicke der Hirnbilder abgelöst. Nach ihm geht es nicht darum, daß das Subjekt abgeschafft wird, sondern daß eine andere Anthropologie in Anschlag gebracht wird, die tatsächlich nur noch im doppelten Sinne Oberflächenstrukturen hervorbringt.

Es könnte ja sein, daß die alte Frage nach dem Leib-Seele-Problem in nicht allzu ferner Zeit als ein Relikt einer vergangenen Epoche angesehen werden kann (Hagner 1996, S. 283).

## 6. Literatur

Arnold, M.: Humanität kontra Kostendämpfung im Krankenhaus?, in: Krankenhausökonomie in Wissenschaft und Praxis, Kulmbach 1988, S. 22-29

Bitzer, E. u.a.: Bestandsaufnahme, Bewertung und Vorbereitung der Implementation einer Datensammlung „Evaluation medizinischer Verfahren und Technologien“ in der Bundesrepublik, Baden-Baden 1998

Büro für Technologiefolgen-Abschätzung bei Deutschen Bundestag: Stand und Perspektiven naturwissenschaftlicher und medizinischer Problemlösungen bei der Entwicklung gentherapeutischer Heilmethoden, TAB-Arbeitsbericht Nr. 25, Mai 1994

Büro für Technologiefolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag: TAB-Brief Nr. 11, Oktober 1996

Büro für Technologiefolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag: TAB-Brief Nr. 15/Dezember 1998, S. 27: Wachsende Skepsis im Diskurs zur Xenotransplantation

Büro für Technologiefolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag: TAB-Brief Nr. 16/Juni 1999, S. 25, 26: Xenotransplantation. Kein Durchbruch absehbar

Bulard, M: Nachrichten vom biologisch-medizinischen Komplex, in: Le Monde diplomatique, Januar 2000, S. 12-13

Catenhusen, W.-M.: Risiken und Chancen von Zukunftstechnologie - Fragestellungen und Ergebnisse vorausschauender Technikbewertung, in: Fricke, W. (Hg.): Jahrbuch Arbeit und Technik 1994, Bonn 1994, S. 283-294

Dierkes, M.; Hoffmann, U.: Technikgenese als sozialer Prozeß, WZB-Mitteilungen 57/1992

Dürr, A.M.: Erst kommt das Denken, dann die Technik. Den Paradigmawechsel im Gesundheitswesen Deutschland schaffen. Zur inhaltlichen Konzipierung des Medizinverbundnetzes Deutschland (MVD), in: Heiß, G. (Hg.): Wie krank ist unser Gesundheitswesen? Das Gesundheitswesen in Deutschland und Europa an der Schwelle zum 21. Jahrhundert, Mainz 2000, S. 720-740

Eimeren, van, W. u.a.: Der virtuelle Mensch. Techniken - Erwartungen - Analysen, Bonn 1996

Feuerstein, G.: Menschenbilder in der Informatik. Zur technischen Modellierung des Benutzers und zur Rolle der sozialwissenschaftlichen Technikforschung, in: Tschiedel, R. (Hg.): Die technische Konstruktion der gesellschaftlichen Wirklichkeit, München 1990, S. 281-301

Feuerstein, G.; Badura, B.: Patientenorientierung durch Gesundheitsförderung im Krankenhaus. Zur Technisierung, Organisationsentwicklung, Arbeitsbelastung und Humanität im modernen Medizinbetrieb, Düsseldorf 1991

Feuerstein, G.: Zielkomplexe und Technisierungsprozesse im Krankenhaus, in: Badura, B.; Feuerstein, G.: Systemgestaltung im Gesundheitswesen, Weinheim, München 1994, S. 83-154

Feuerstein, G.: Schnittstellen im Gesundheitswesen, in: Badura, B.; Feuerstein, G.: Systemgestaltung im Gesundheitswesen, Weinheim, München 1994, S. 211-253

Flusser, V.: Ins Universum der technischen Bilder, Göttingen 1992

Foucault, M.: Überwachen und Strafen, Frankfurt a.M. 1992

Geisler, L.S.: Wieviel Fortschritt verträgt der Menschen, in: Kaiser, G. u.a. (Hg.): Die Zukunft der Medizin, Frankfurt/New York 1996, S. 262-268

Gibson, W.: Neuromancer, Victor Gollancz Ltd., Britain 1984, Hammersmith, London 1995

Hagner, M.: Der Geist bei der Arbeit. Überlegungen zur visuellen Repräsentation cerebraler Prozesse, in: Borck, C. (Hg.): Anatomien medizinischen Wissens, Frankfurt a.M. 1996, S. 259-286

Hart, D.: Evidenz-basierte Medizin und Gesundheitsrecht, in: MedR 2000, Heft 1, S. 1-5

Hufnagel, P., Nguyen-Dobinsky, T.: Telemedizin - Revolution im Gesundheitswesen - oder nur eine weitere Drehung der Kostenspirale? In: Heiß, G. (Hg.): Wie krank ist unser Gesundheitswesen? Das Gesundheitswesen in Deutschland und Europa an der Schwelle zum 21. Jahrhundert, Mainz 2000, S. 764-808

JANUS: Stand der Technikfolgenabschätzung im Bereich Medizintechnik, im Auftrag des Deutschen Bundestages, bearbeitet von K. Bayertz, R. Paslack, G. Schütte, A. Traude, Bad Oeynhausen, ohne Jahresangabe

Jaufmann, D., Kistler, E.: Genese, Diffusion und Folgen von Medizintechnologien, in: Ifs-Frankfurt a.M., INIFES-Stadtbergen, ISF-München, SOFI-Göttingen (Hg.): Jahrbuch sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung. Schwerpunkt: Technik und Medizin, Berlin 1992, S. 17-147

Kirchberger, S.: Technischer Fortschritt in der Medizin. Strukturen der Leistungsentwicklung und der Leistungserbringung, in: Argument Sonderband AS 141, 1986, S. 7-28

Klose, J.; Litsch, M.; Niemeyer, M.: Krankenversichertenkarte: Heilsbringer und/oder Teufelswerk? herausgegeben vom Wissenschaftlichen Institut der AOK (WIdO), Bonn 1999

Kurzweil, R.: Homo s@piens. Leben im 21. Jahrhundert, Köln 1999

Labisch, Alfons: Homo hygienicus, Gesundheit und Medizin in der Neuzeit, Frankfurt/New York 1992

Lupton, D.: The social construction of medicine and the body, in: Albrecht, G. u.a. (Hg.): Handbook of social studies in health and medicine, London u.a. 2000, S. 50-63

Merleau-Ponty, M.: Phänomenologie der Wahrnehmung, Berlin 1996

Paul, G.: Die Informatisierung des Krankenhauses, in: Ifs-Frankfurt a.M., INIFES-Stadtbergen, ISF-München, SOFI-Göttingen (Hg.): Jahrbuch sozialwissenschaftliche Technikberichterstattung. Schwerpunkt: Technik und Medizin, Berlin 1992, S. 149-177

Petermann, Th.; Sauter, A.: Stand der Technikfolgen - Abschätzung im Bereich der Medizintechnik, TA-Monitoring, TAB-Arbeitsbericht Nr. 39, Büro für Technologiefolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, April 1996

Plügge, H.: Der Mensch und sein Leib, Tübingen 1967

Rathenau institut: Klonen von Tieren - Ein TA-Projekt als öffentlicher Diskurs, in: TAB-Brief Nr. 16/Juni 1999, herausgegeben vom Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, S. 18-19

Reinberger, H.-J.: Jenseits von Natur und Kultur, in: Borck, C. (Hg.): Anatomien medizinischen Wissens, Frankfurt a.M. 1996, S. 287-306

Reinhardt, U.E.: Diskussion des Beitrags von Balabam und Goldfar, in: Culyer, A.J.; Horisberger, B. (Hg.): Technologie im Gesundheitswesen. Medizinische und wirtschaftliche Aspekte, Berlin u.a. 1984, S. 39-46

Rüeggsegger, A., Eckhardt, A.: Gentherapie - Bericht des Schweizer Wissenschaftsrates, in: TAB-Brief Nr. 16, Juni 1999, S. 29-31

Rötze, F.: Posthumanistische Begehrlichkeiten. Selbstbestimmung oder Selbstzerstörung, in: van Dülmen, R. (Hg.): Erfindung des Menschen. Schöpfungsträume und Körperbilder 1500 bis 2000, Wien, Köln, Weimar 1998, S. 609-632

Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen: Gesundheitsversorgung und Krankenversicherung 2000, Baden-Baden 1995

Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen: Gesundheitswesen in Deutschland. Kostenfaktor und Zukunftsbranche, Sondergutachten 1997, Band 2 Fortschritt und Wachstumsmärkte, Finanzierung und Vergütung, Baden-Baden 1997/98

Sauter, A.: Biomedizin: Zwischen Vermeidung von Leid und Verheißung von Glück, in: TAB-Brief Nr. 15/Dezember 1998, S. 4-8, siehe auch: Genetische Tests als medizinische Routineuntersuchung? im selben TAB-Brief, S. 23-24

Schnabel, B.-E.: Eigensinn oder Sachzwang? Forschungsfragen zur Anwendungslogik kurativer Techniken, in: Ehlert, W. (Hg.): Sozialverträgliche Technikgestaltung und/oder Technisierung von Sachzwang?, Opladen 1992, S. 125-136

Schmidt, A.P.: Der Wissensnavigator. Das Lexikon der Zukunft, Stuttgart 1999

Schulenburg, J.-M. u.a.: Ökonomische Evaluation telemetischer Projekte und Anwendungen, Baden-Baden 1995

Sekretariat der Deutschen Bischofskonferenz (Hg.): Enzyklika FIDES ET RATIO von Papst Johannes Paul II. an die Bischöfe der katholischen Kirche über das Verhältnis von Glaube und Vernunft, Bonn 1998

Streich, W.: Computerisierung der stationären Pflege?, in: Badura, B.; Feuerstein, G.; Schott, Th. (Hg.): System Krankenhaus. Arbeit, Technik und Patientenorientierung, München 1993, S. 227-238

Weizsäcker, v. V.: Gesammelte Schriften Bd. 6, Frankfurt a.M. 1962

Williams, S.J.: Modern Medicine and the "uncertain Body": From Corporeality to Hyperreality? In: Soc.Sci.Med. Volume 45, No. 7, 1997, pp. 1041-1049