

7. Anhang: VDI-Richtlinie 3780 in Auszügen*

*Auslassungen (S. 68 u. 89) sind durch >> ... << markiert.

Vorbemerkung

VDI-Richtlinien sollen aktuelle und zukünftige Entwicklungen in der Technik umreißen. "In ihnen werden unter anderem zukunftsweisende Empfehlungen aufgestellt sowie Beurteilungs- und Bewertungskriterien gegeben. Sie behandeln im wesentlichen Themen, deren Entwicklung noch nicht beendet ist" (Richtlinie VDI 1000).

Die Technikbewertung (einschließlich der darin enthaltenen Technikfolgen Abschätzung) ist ein solches Thema, das zukunftsweisender Empfehlungen bedarf. Diese sollen das Problembewußtsein für die Gestaltbarkeit der Technik fördern, damit neue technische Entwicklungen verantwortbar und akzeptabel werden.

Technik im Sinne dieser Richtlinie umfaßt:

- die Menge der nutzenorientierten, künstlichen, gegenständlichen Gebilde (Artefakte oder Sachsysteme);
- die Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen und
- die Menge menschlicher Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden.

Technikbewertung bezieht sich mithin nicht nur auf die gegenständlichen Sachsysteme, sondern auch auf die Bedingungen und Folgen ihrer Entstehung und Verwendung.

Zielgruppe der Richtlinie sind alle Verantwortlichen und Betroffenen in Wissenschaft, Gesellschaft und Politik, die an Entscheidungen über technische Entwicklungen beteiligt und mit der Gestaltung der entsprechenden gesellschaftlich-kulturellen Rahmenbedingungen befaßt sind, insbesondere Ingenieure, Wissenschaftler, Planer und Manager, die neue technische Entwicklungen bewertend gestalten.

Zweck der Richtlinie ist es, allen Beteiligten ein gemeinsames Verständnis für Begriffe, Methoden und Wertebereiche zu vermitteln. Die Richtlinie soll durch systematisches Analysieren von Zielen, Werten und Handlungsalternativen begründete Entscheidungen ermöglichen. Die hier vorgelegten Ausführungen über Werte im technischen Handeln und über Methoden und Institutionen der Technikbewertung beanspruchen nicht, gebrauchsfertige Rezepte dafür zu liefern, wie die Aufgabe einer konkreten Technikbewertung eindeutig zu lösen sei. Sie liefern begriffliche Klärungen und theoretische Grundlagen für die Diskussion der Technikbewertung.

Technikbewertung bedeutet hier das planmäßige, systematische, organisierte Vorgehen, das

- den Stand einer Technik und ihre Entwicklungsmöglichkeiten analysiert,
- unmittelbare und mittelbare technische, wirtschaftliche, gesundheitliche, ökologische, humane, soziale und andere Folgen dieser Technik und möglicher Alternativen abschätzt,
- aufgrund definierter Ziele und Werte diese Folgen beurteilt oder auch weitere wünschenswerte Entwicklungen fordert,
- Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten daraus herleitet und ausarbeitet,

so daß begründete Entscheidungen ermöglicht und gegebenenfalls durch geeignete Institutionen getroffen und verwirklicht werden können.

Gesellschaftliche Urteile über Techniken und ihre Wirkungen hat es in der öffentlichen Meinung und im Marktverhalten der Wirtschaftsbürger schon immer gegeben. Auch haben Unternehmen und andere Technikproduzenten stets nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten über die Einführung von Innovationen entschieden; inzwischen ist in vielen Unternehmen die Wertanalyse nach DIN 69 910 eingeführt, die als Entscheidungskriterium ausdrücklich auch "Verbesserungen im humanitären Bereich" nennt; die Technikbewertung wird zunehmend als Unternehmensaufgabe erkannt.

Das Neuartige der Technikbewertung im Sinne dieser Richtlinie ist die Breite des Bewertungshorizontes und die gesellschaftliche Organisation der Bewertungsprozesse. Möglichst alle Folgen einer Technik für Umwelt und Gesellschaft werden auch nach außertechnischen und außerwirtschaftlichen Werten beurteilt (vgl. Abschnitt 3), und der Bewertungsprozeß bleibt nicht auf einen einzelnen Entscheidungsträger beschränkt, sondern wird von einem Netzwerk gesellschaftlicher Einrichtungen vorbereitet, unterstützt und begleitet. Wegen der Komplexität und Verflechtung der unterschiedlichen Einflußgrößen stehen diesem Konzept mannigfache Schwierigkeiten entgegen (vgl. Abschnitt 4 und 5). Da sich die zu berücksichtigenden Faktoren ständig wandeln, sollten Technikbewertungen die Technikentwicklung kontinuierlich begleiten. Die so verstandene Technikbewertung hat eine wissenschaftliche und eine gesellschaftlich-politische Seite: Prognosen und Projektionen zur technischen Entwicklung, Entwicklungsprojektionen, Folgenabschätzungen und Wirkungsanalysen in bezug auf gegebene Zielsysteme können in wissenschaftlichen Studien von Fachleuten erarbeitet werden. Zielsysteme und Entscheidungen dagegen können nur nach politisch-demokratischen Regeln in einem gesellschaftlichen Aushandlungsprozeß zustande kommen.

1 Begriffsbestimmungen

Technische Gebilde und Verfahren stehen in mannigfachen Systemzusammenhängen mit anderen technischen Gegebenheiten, mit der natürlichen Umwelt, mit einzelnen Menschen, sozialen Gruppen und der Gesellschaft insgesamt. Die Technik darf daher nicht als Selbstzweck, sondern muß immer als Mittel zur Erreichung bestimmter Ziele betrachtet werden.

- (1) Ein *Ziel* ist ein als möglich vorgestellter Sachverhalt, dessen Verwirklichung erstrebt wird; es wird durch eine Entscheidung gesetzt. Sachverhalte sind z. B. Zustände, Gegenstände, Handlungen, Prozesse, Beziehungen. Die Erhaltung eines bereits bestehenden und die Vermeidung eines unerwünschten Sachverhalts sind Sonderfälle der vorstehenden Definitionen. Ein Ziel wird in einem Zielsatz formuliert. Ein Zielsatz enthält zwei Bestandteile: (a) die beschreibende Kennzeichnung des Sachverhaltes, (b) die Auszeichnung dieses Sachverhaltes als erstrebt, erwünscht, gefordert, befürwortet. Wenn der Zielcharakter eines gemeinten Sachverhaltes aus dem Zusammenhang eindeutig ersichtlich ist, genügt häufig schon die Kennzeichnung des Sachverhaltes.

>> Beispiel¹:<<

- (2) Ein Ziel ist häufig Bestandteil eines *Zielsystems*, das mehrere Ziele und Beziehungen zwischen den Zielen umfaßt.
- (3) Ist ein bestimmtes Ziel in einem allgemeineren *Oberziel* enthalten oder enthält es selbst speziellere *Unterziele*, so liegt eine begriffliche Hierarchiebeziehung vor.

Durch die Angabe von Unterzielen kann konkretisiert werden, was mit einem Ziel genau gemeint ist.

- (4) Zwischen zwei Zielen liegt eine *Indifferenzbeziehung* vor, wenn jedes der beiden Ziele angestrebt werden kann, ohne daß die Erreichung des anderen dadurch beeinträchtigt wird.
- (5) Zwischen zwei Zielen liegt eine *Konkurrenzbeziehung* vor, wenn die Erreichung des einen Ziels durch die Verfolgung des anderen Zieles beeinträchtigt wird.
- (6) Ein *Mittel* dient dazu, ein Ziel zu erreichen. Man spricht dann von einer *Instrumentalbeziehung*. Jedes Mittel kann selbst wiederum als Ziel betrachtet werden.

Häufig gilt auch die Umkehrung, daß ein Ziel als Mittel zur Verwirklichung eines anderen Zieles anzusehen ist. Die Kenntnis und die Gestaltung von Mitteln können rückwirkend auch ein Ziel verändern.

- (7) Die Anwendung eines Mittels hat neben der Verwirklichung des angestrebten Zieles weitere, gegebenenfalls auch unerwünschte *Folgen*.

Indem man solche Folgen identifiziert, entdeckt man in der Regel weitere Ziele, die in den Folgen entweder verwirklicht oder verfehlt sind; dadurch erweitert sich das Zielsystem.

- (8) Eine *Präferenz* bedeutet, daß ein Ziel oder Mittel einem anderen Ziel bzw. Mittel vorgezogen wird.
- (9) *Kriterien* sind Auswahlgesichtspunkte für die Bestimmung von Präferenzen bei der Entscheidung über Ziele und Mittel; soweit möglich, werden Kriterien mit Hilfe von *Maßstäben* quantifiziert.
- (10) Kriterium für die *Auswahl von Mitteln* ist insbesondere die Tauglichkeit zur Verwirklichung der Ziele; ein Mittel darf jedoch nicht nur hinsichtlich seines Mittel-

¹Dieses und die folgenden Beispiele erheben nicht den Anspruch einer systematischen Technikbewertung. Sie sollen lediglich die jeweiligen Definitionen und Unterscheidungen veranschaulichen und beschreiben typische (aber nicht unbedingt für jeden Einzelfall gültige) Zusammenhänge.

charakters in bezug auf die erklärten Ziele, sondern muß auch hinsichtlich aller seiner anderen Folgen beurteilt werden.

- (11) Kriterien für die Gewichtung und *Auswahl von Zielen* sowie für die Beurteilung von Mitteln können unter Bezug auf Werte gewonnen werden.
- (12) *Werte* kommen in Wertungen zum Ausdruck und sind bestimmend dafür, daß etwas anerkannt, geschätzt, verehrt oder erstrebt wird; sie dienen somit zur Orientierung, Beurteilung oder Begründung bei der Auszeichnung von Handlungs- und Sachverhaltsarten, die es anzustreben, zu befürworten oder vorzuziehen gilt.

Allgemein wird mit Werten ein Anspruch auf Geltung und Zustimmung verbunden.

Werte sind Ergebnisse individueller und sozialer Entwicklungsprozesse, die sich in der Auseinandersetzung mit natürlichen, gesellschaftlichen und kulturellen Bedingungen vollziehen; daher unterliegen Wertsysteme dem historischen Wandel und können in verschiedenen Kulturen und gesellschaftlichen Gruppen voneinander abweichen.

Der Inhalt eines Wertes kann aus Bedürfnissen hervorgehen; er konkretisiert sich insbesondere in Zielen, Kriterien und Normen.

- (13) Ein Wert ist häufig Bestandteil eines *Wertsystems*, das mehrere Werte und Beziehungen zwischen den Werten umfaßt.

Für die Beziehungen gelten die Definitionen (3) bis (6) entsprechend.

- (14) *Bedürfnisse* sind der Ausdruck für das, was zur Lebenserhaltung und Lebensentfaltung eines Menschen notwendig ist.

Im Gegensatz zur Beliebigkeit des Wunsches hebt das Bedürfnis auf die Notwendigkeit der Befriedigung ab. Was allerdings als unerlässlich gilt, hängt vom jeweiligen Entwicklungsstand von Kultur und Gesellschaft ab; in der Industriegesellschaft konkretisieren sich die Bedürfnisse anders als in einem Naturvolk.

Oft wird ein nicht befriedigtes Bedürfnis subjektiv als Gefühl eines Mangels erlebt; es gibt aber auch Bedürfnisse, die mit keinem Mangel Erlebnis verbunden sind, weil sie entweder regelmäßig und dauerhaft befriedigt werden oder aus anderen Gründen dem Individuum nicht zu Bewußtsein kommen. Bedürfnisse können sich in Einzel- oder Gruppeninteressen äußern.

- (15) *Interessen* sind spezifische Zielorientierungen, die aus den Werten und Bedürfnissen einzelner Individuen, Gruppen oder Organisationen hervorgehen und von diesen in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik mehr oder minder öffentlich vertreten und mit verfügbarer Macht verfolgt werden.

Interessen sind in jeder Gesellschaft eine selbstverständliche Erscheinung; ein harmonischer Gesellschaftszustand, in dem es keine miteinander konkurrierenden Interessen gäbe, ist eine unrealistische Fiktion. Interessengegensätze können zu Konflikten führen, die in geregelter Form ausgetragen und günstigenfalls durch Kompromisse beigelegt werden. Soweit Interessen das Gemeinwohl zu beeinträchtigen drohen, werden sie durch rechtliche und politische Regelungen begrenzt.

- (16) *Normen* sind auf soziale Verbindlichkeit und Vereinheitlichung angelegte Verhaltensregeln, die unter Bezug auf Werte in einer gesellschaftlichen Gruppe oder in der Gesamtgesellschaft Verhaltenserwartungen und Handlungsanweisungen bestimmen; Verstöße gegen Normen ziehen Sanktionen nach sich, die von der Mißbilligung bis zur Bestrafung reichen können.

Oft sind Normen schriftlich oder gar gesetzlich festgelegt. Auch technische Normen fallen unter diesen allgemeinen Normbegriff, indem sie auf die Vereinheitlichung technischer Lösungen hinwirken.

2 Die Bedeutung von Wertsystemen für die Technik

Die Existenz und die Beschaffenheit der technischen Mittel gehen auf menschliche Zielsetzungen, Entscheidungen und Handlungen zurück, in denen Werte zum Ausdruck kommen.

Beispiele: Die Errichtung von Kohlegroßkraftwerken und der Aufbau großflächiger elektrischer Energieversorgungsnetze anstelle kleinerer Einheiten war vor allem ein Ergebnis von Wirtschaftlichkeitsüberlegungen. - Durch die Ausrüstung von Kraftwerken mit Entschwefelungs- und Entstickungsanlagen trägt man gestiegenen Umweltschutzforderungen Rechnung.

Der Zielsetzungs-, Entscheidungs- und Handlungsspielraum wird durch folgende *allgemeine Rahmenbedingungen* begrenzt:

- natürliche Bedingungen: Gegebenheiten und Gesetzmäßigkeiten der Natur, denen auch der Mensch als Naturwesen unterliegt (Rohstoffe, Energie, biologische Grundausstattung des Menschen und seiner Umwelt, elementare Bedürfnisse, physikalische Prinzipien usw.)

Beispiele: In manchen Tiefländern mit ihrer geringen Reliefenergie sind der Wasserkraftnutzung enge Grenzen gesetzt. - Die Hauptsätze der Thermodynamik schließen ein Perpetuum mobile oder Kraftmaschinen mit dem Wirkungsgrad 1 aus, auch wenn immer wieder Erfinder davon geträumt haben. - Bei bestimmten Wetterlagen vor allem in den Städten auftretende Schadstoffkonzentrationen gefährden die menschliche Gesundheit.

- gesellschaftlich-kulturelle Bedingungen: Ergebnisse menschlicher Tätigkeit und

Strukturen des menschlichen Zusammenlebens (wissenschaftlicher Erkenntnisstand, Stand des technischen Wissens und Könnens, technische Sachbestände, Wirtschaftsformen, politische Verfassungen, Rechtsordnungen, gesellschaftliche Werte und Normen, Weltanschauungen, Religionen usw.)

Beispiele: Als das Leitbild der autogerechten Stadt galt, wurden Straßen dem Automobil angepaßt und Infrastrukturelemente öffentlicher Verkehrsmittel, wie das Schienennetz von Straßenbahnen, entfernt. Damit ergeben sich heute Probleme für einen erneuten Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs. - Religiöse Vorstellungen können Arbeit an bestimmten Tagen untersagen.

Die Rahmenbedingungen grenzen die Menge der denkbaren auf die Menge der jeweils machbaren Möglichkeiten ein; damit begrenzen sie auch den Freiheitsspielraum für technisches Entscheiden und Handeln. Durch Änderung der gesellschaftlich-kulturellen Rahmenbedingungen werden jedoch auch neue Freiheitsspielräume eröffnet oder natürliche Bedingungen erst verfügbar gemacht.

Beispiele: Eine Lockerung baurechtlicher Bestimmungen würde die Möglichkeiten architektonischer Formensprache oder auch der Nutzung von Wind- und Sonnenenergie erweitern.

Bei den gesellschaftlich-kulturellen Rahmenbedingungen entsteht vielfach der Eindruck von unabdingbaren Entscheidungszwängen, weil bestimmte früher getroffene Vorentscheidungen als selbstverständlich oder "natürlich" vorausgesetzt und ungeprüft als sogenannte Sachzwänge hingenommen werden. Tatsächlich können sie jedoch ausdrücklich bewußt gemacht, in Frage gestellt und gegebenenfalls verändert werden.

Beispiel: Die öffentliche Wasserversorgung stellt in riesigen Mengen Wasser in Trinkqualität zur Verfügung. Möglich wäre auch eine Trennung von Trink- und Brauchwasserversorgung.

Unter den machbaren technischen Möglichkeiten wird aufgrund von *Präferenzen* entschieden; auch diese lassen sich grundsätzlich offenlegen. Die Präferenzen sind keine rein willkürlichen Setzungen der Entscheidungsträger, sondern sind von relativ stabilen *individuellen Dispositionen*² abhängig. Bei deren Herausbildung wirken zusammen:

- spezifische Ausprägungen allgemeiner menschlicher Bedürfnisse der Lebenshaltung und Lebensentfaltung

Beispiel: In manchen Kulturen gilt ein Anschluß an die Kanalisation und an das Stromnetz als Selbstverständlichkeit; in anderen nicht.

- Sinnperspektiven und Lebenshaltungen als Verinnerlichung der Vorgaben von Kulturkreisen, Weltanschauungsgemeinschaften, Schichten und Gruppen (dies-

² Unter "Disposition" wird hier die Bereitschaft verstanden, angesichts bestimmter Bedingungen mit bestimmten Formen und Inhalten des Verhaltens und Erlebens zu handeln und zu reagieren.

seits- oder jenseitsbezogene Lebensdeutungen, Leistungsstreben oder Kontemplation, Individualismus oder Kollektivismus, Anpassungs- oder Protesthaltungen usw.)

Beispiel: Je nach der weltanschaulich begründeten Einstellung werden großtechnische Eingriffe in die Natur unterschiedlich beurteilt.

- persönliche Lebenserfahrungen und Lebensvorstellungen (persönliche Wissensschwerpunkte, Neigungen, Interessen, Verhaltensmuster usw.)

Beispiel: Wer selbst von einer Überschwemmungskatastrophe betroffen war und außerdem bei einer großen Baufirma arbeitet, wird sich kaum gegen den Bau von Hochwasserschutzanlagen aussprechen.

Werte kommen bei technischen Zielsetzungen und Entscheidungen mithin in zweifacher Weise zur Geltung:

- innerhalb der allgemeinen gesellschaftlich-kulturellen Rahmenbedingungen,
- als individuelle Orientierungsgesichtspunkte für Präferenzen.

Die allgemeinen Rahmenbedingungen und die individuellen Dispositionen hängen miteinander zusammen und stehen in Wechselwirkung; großenteils unterliegen sie *geschichtlichem Wandel*. Dementsprechend können sich auch die Werte ändern. Zwar finden sich in den geschichtlichen Gesellschaften in gewissem Umfang gleiche, langfristig stabile und allgemein anerkannte Werte, aber diese sind jeweils eingebettet in unterschiedliche *Wertesysteme* mit verschiedenen Präferenzordnungen.

Eine über längere Zeiträume feststellbare *Umwertung von Werten* (Wandel der Wertauffassungen, Wertwandel) im gesamtgesellschaftlichen Maßstab erfolgt durch

- Änderung der Präferenzordnung im Wertesystem (Betonung früher weniger beachteter und Zurücksetzung früher stärker beachteter Werte)

Beispiel: Heute wird zunehmend eine Verteuerung von Gütern und Dienstleistungen durch Maßnahmen des Umweltschutzes in Kauf genommen.

- Änderung der Interpretation von Werten (z. B. Konkretisierung eines bestehenden Wertes in neuen Zielen und Präferenzen).

Beispiel: In Zeiten des Mangels konkretisiert sich der Wert der Gesundheit in Bemühungen um eine Sicherung der Ernährung, die Nahrungsaufnahme nicht zu übertreiben.

Solche Umwertungen werden häufig von Minderheiten eingeleitet, deren Angehörige ein Mißverhältnis zwischen den allgemeinen Rahmenbedingungen und ihren individuellen Orientierungsgesichtspunkten erfahren. Ein derartiges Mißverhältnis kann durch Änderung von Rahmenbedingungen oder durch Änderung individueller Dispositionen entste-

hen. Die Änderungen können durch früher getroffene technische Entscheidungen und deren Folgen verursacht sein. So bestimmen im historischen Prozeß Wertsysteme die technische Entwicklung und werden umgekehrt von ihr und ihren Folgen selbst beeinflußt.

Bild 2. Entwicklung und Auswahl technischer Möglichkeiten unter dem Einfluß allgemeiner Rahmenbedingungen und individueller Dispositionen

3 Werte im technischen Handeln

Das Ziel allen technischen Handelns soll es sein, die menschlichen Lebensmöglichkeiten durch Entwicklung und sinnvolle Anwendung technischer Mittel zu sichern und zu verbessern.

Die fachliche Aufgabe des Ingenieurs besteht zunächst darin, hierfür geeignete technische Systeme zu entwickeln und deren *Funktionsfähigkeit* sicherzustellen. Darüber hinaus gilt es, einen möglichst sinnvollen Gebrauch von den stets nur in begrenztem Umfang vorhandenen Ressourcen (Rohstoffe, Energie, Arbeit, Zeit, Kapital usw.) zu machen, so daß die technische Funktion auf möglichst sparsame und damit wirtschaftliche Weise erreicht wird. Die Auswahl unter den verschiedenen technischen Möglichkeiten erfolgt deshalb nach Kriterien der *Wirtschaftlichkeit*.

Funktionsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit werden jedoch nicht um ihrer selbst willen erstrebt. Technische Systeme werden hergestellt und benutzt, um menschliche Handlungsspielräume zu erweitern. Sie stehen im Dienste außertechnischer und außerwirtschaftlicher Ziele. Werte, an denen sich solche Ziele orientieren, sind insbesondere *Wohlstand, Gesundheit, Sicherheit, Umweltqualität, Persönlichkeitsentfaltung* und *Gesellschaftsqualität*. Zwischen diesen Zielen und Werten bestehen häufig Konkurrenzbeziehungen.

Außer den erwünschten Wirkungen für die Verbesserung der Lebensqualität haben technische Systeme - unter Umständen weltweit - auch unerwünschte Folgen für den Menschen und seine natürliche, soziale und kulturelle Umwelt. Es gehört zu den Aufgaben der Technikbewertung, zu diskutieren, welche Argumente für und gegen bestimmte technische Entwicklungen sprechen, und dabei auftretende Zielkonflikte zu verdeutlichen. Dazu müssen negative Auswirkungen vorsorglich abgeschätzt und gegen den erstrebten Nutzen abgewogen werden.

3.1 Funktionsfähigkeit

Die Funktionsfähigkeit eines technischen Systems besteht darin, unter bestimmten Bedingungen erstrebte Wirkungen herbeiführen zu können; sie beruht auf dem strukturellen Aufbau des Systems. In ihrer Beschaffenheit sollen die Wirkungen den menschlichen Nutzungsbedürfnissen entsprechen (*Brauchbarkeit*).

Zunächst geht es darum, bestimmte Wirkungen überhaupt mit technischen Mitteln herbeizuführen (*Machbarkeit*). Diese Wirkungen sollen, gemessen in Outputparametern wie Geschwindigkeit, Leistung, Kapazität usw., möglichst groß sein (*Wirksamkeit*). Ein gut funktionierendes technisches System zeichnet sich in seinem strukturellen Aufbau und seiner Wirkungsweise durch möglichst große Einfachheit, Robustheit, Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Lebensdauer usw. aus (*Perfektion*); diese Eigenschaften müssen aufeinander abgestimmt sein.

Schließlich ist es ein Prinzip des technischen Gestaltens, das Verhältnis von Output zu Input, z. B. den energetischen Wirkungsgrad, die Stoffausnutzung oder die mengenmäßige Produktivität, zu maximieren (*technische Effizienz*³).

Machbarkeit ist manchmal so verstanden worden, daß man machen soll, was man machen kann. Auch der Wert der Wirksamkeit hat sich gelegentlich verselbständigt und zu einem schrankenlosen "Stärker", "Schneller" und "Größer" geführt. Grundsätzlich jedoch müssen Machbarkeit, Wirksamkeit, Perfektion und technische Effizienz nicht nur durch wirtschaftliche, sondern auch durch außerwirtschaftliche Werte relativiert werden.

³"Maximieren" und "Minimieren" bedeuten hier und im folgenden, unter den bekannten und realisierbaren Alternativen jeweils diejenige mit dem größten bzw. kleinsten Ergebnis zu wählen; gegebenenfalls sind Restriktionen aufgrund anderer Werte zu beachten.

3.2 Wirtschaftlichkeit

Technische Entscheidungen unterliegen wegen der unaufhebbaren Knappheit der Ressourcen, die für Herstellung und Gebrauch technischer Systeme erforderlich sind (Material, Energie, Arbeitskraft, Produktionsmittel usw.), dem Gebot der Sparsamkeit. Dies kommt im Wert der Wirtschaftlichkeit im weiteren Sinne, im ökonomischen Rationalprinzip, zum Ausdruck.

In seiner allgemeinsten Form verlangt dieses Prinzip, das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand zu maximieren, das heißt, einen bestimmten Nutzen mit möglichst geringem Aufwand oder mit einem bestimmten Aufwand einen möglichst hohen Nutzen herbeizuführen. Das Rationalprinzip läßt mehrere Deutungen zu. Außer der bereits erwähnten technischen Effizienz gehören dazu die Wirtschaftlichkeit im engeren Sinne und die Rentabilität.

Unter *Wirtschaftlichkeit im engeren Sinne* versteht man das Verhältnis von Güterertrag (Nutzen) zu Produktionskosten (Aufwand). Die Wirtschaftlichkeit wird verbessert durch Kostenminimierung oder durch Steigerung des Produktionsergebnisses, z. B. über Qualitätsverbesserungen oder höhere Mengen. Dieser Wert der Wirtschaftlichkeit gilt in allen Wirtschaftssystemen. Unter *Rentabilität* versteht man das Verhältnis von Unternehmensgewinn zu eingesetztem Eigenkapital; das Rentabilitätsprinzip kommt insbesondere in der Forderung nach Gewinnerzielung bzw. Gewinnmaximierung zum Ausdruck.

Während für die bloße *Selbsterhaltung* einer Wirtschaftseinheit Kostendeckung ausreicht, sind Überschüsse immer dann erforderlich, wenn ein Unternehmen eigenfinanziertes *Wachstum* (der Produktionskapazität, des Umsatzes usw.) anstrebt. Selbsterhaltung und Wachstum können nicht nur der Rentabilitätssicherung, sondern auch anderen Zielen wie der Sicherung von Arbeitsplätzen, dem Bild des Unternehmens in der Öffentlichkeit usw. dienen.

3.3 Wohlstand

Auch wenn Wirtschaftlichkeit und Rentabilität oft isoliert gesehen werden, sollen sie doch letzten Endes den gesamtwirtschaftlichen Wohlstand fördern. Wohlstand meint in diesem Zusammenhang das materielle Wohlergehen der Bevölkerung und bedeutet möglichst weitgehende Befriedigung menschlicher Bedürfnisse durch Güter und Dienstleistungen (*Bedarfsdeckung*). Steigerungen in der Bedarfsdeckung zeigen sich teilweise im *quantitativen Wachstum* des Sozialprodukts. Unter dem Sozialprodukt versteht man die in Preisen ausgedrückte Summe aller Güter und Dienstleistungen. Die Problematik einer ausschließlichen Orientierung am Sozialprodukt zeigt sich z. B. darin, daß Autounfälle und geplanter Verschleiß über höheren Güterumsatz das Sozialprodukt erhöhen. Dagegen werden sozial nützliche Handlungen wie Hausarbeit oder Nachbarschaftshilfe im Sozialprodukt nicht berücksichtigt. Das Sozialprodukt als Zahlenwert hat nur begrenzte Aussagekraft. Zunehmend wird auch *qualitatives Wachstum* gefordert, das sich ausdrücklich an inhaltlichen Werten der Lebensqualität orientiert.

Bei konstanter Bevölkerung und bei gleichbleibendem Kapital- und Arbeitseinsatz kann

Wachstum nur durch Verbesserungen in Technik, Organisation und Qualifikation zustande kommen. Ein Ende jeglichen Wachstums bedeutet, daß zusätzlicher Bedarf nicht mehr gedeckt werden kann.

Im Zusammenhang mit der Sicherung und Förderung des Wohlstands werden ferner vor allem die folgenden gesamtwirtschaftlichen Ziele genannt: *Internationale Konkurrenzfähigkeit* ist erforderlich, damit Güter, die es im Inland nicht gibt, in ausreichender Menge aus dem Ausland beschafft werden können. Eine Volkswirtschaft mit hohem Preis- und Lohnniveau ist gezwungen, sich durch hochentwickelte Technik einen Vorsprung vor billiger produzierenden Konkurrenten zu sichern. Zu diesem Zweck vorgenommene Rationalisierungsmaßnahmen stehen jedoch in Konkurrenz zu dem Ziel der Vollbeschäftigung. *Vollbeschäftigung* besagt, daß alle, die arbeiten können und wollen, einen Arbeitsplatz und ein Arbeitseinkommen erhalten. Eine wesentliche Aufgabe technischer Neuerungen besteht darin, den Aufwand an menschlicher Arbeitskraft zu reduzieren. Die Anzahl der zu besetzenden Arbeitsplätze ergibt sich aus dem gesamtwirtschaftlich erforderlichen Arbeitsvolumen und der durchschnittlichen Arbeitszeit der Arbeitnehmer. Vollbeschäftigung kann also prinzipiell durch Vergrößerung des Arbeitsvolumens (z. B. Produktionswachstum, technische Innovationen für neue Bedarfe usw.) wie auch durch Arbeitszeitverkürzungen wiederhergestellt werden. Die arbeitssparenden Auswirkungen der technischen Entwicklung eröffnen aber auch die Möglichkeit, einer Tätigkeit außerhalb des organisierten Wirtschaftsprozesses nachzugehen.

Schließlich besteht *Verteilungsgerechtigkeit* darin, daß alle in angemessenem Umfang am Wohlstand teilhaben. Verteilungsgerechtigkeit kann je nach Standpunkt als Gleichverteilung, als Bedürfnisgerechtigkeit und als Leistungsgerechtigkeit definiert werden; praktisch strebt man eine Verbindung von Bedürfnis- und Leistungsgerechtigkeit an.

3.4 Sicherheit

Sicherheit bei der Entwicklung und Nutzung von technischen Systemen bedeutet hier die Abwesenheit von Gefahren für Leib und Leben. Die Sicherheitsanforderung bezieht sich auf *körperliche Unversehrtheit, Überleben des einzelnen Menschen* sowie das auch langfristige *Überleben der ganzen Menschheit*; unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist auch das Vermeiden von Sachschäden wichtig.

Wegen der Fehlbarkeit der Menschen, der Möglichkeit technischen Versagens und der begrenzten Beherrschbarkeit von Naturvorgängen gibt es grundsätzlich keine absolute Sicherheit. Stets ist mit einer - wenn auch häufig geringen Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens zu rechnen. Daher ist es für die Diskussion der Sicherheitsanforderungen, denen wir die Technik unterwerfen, zweckmäßig, Sicherheit als den reziproken Wert des Risikos zu quantifizieren, das mit technischem Handeln verbunden ist. *Risiko* wird definiert durch das Produkt aus *Schadensumfang* (bzw. Gefahrenpotential) und *Eintrittshäufigkeit* (bzw. Eintrittswahrscheinlichkeit). Sicherheit ist begrifflich von der Zuverlässigkeit eines technischen Systems zu unterscheiden, da einerseits Gefahren auch beim Normalbetrieb des Systems vorhanden sind und andererseits eine Störung der Funktionsfähigkeit nicht unbedingt zu einer Schädigung von Leib und Leben führen muß.

Es können drei Arten von Risiko unterschieden werden. Das *Betriebsrisiko* betrifft Schäden, die bei störungsfreiem Betrieb und bestimmungsgemäßer Verwendung des technischen Systems entstehen können. Das *Versagensrisiko* bezieht sich auf Schäden, die bei einem Störfall eintreten können. Das *Mißbrauchsrisiko* betrifft Schäden, die aus einer nicht bestimmungsgemäßen Verwendung des technischen Systems erwachsen können. So ergibt sich außer der Minimierung des Betriebs- und des Versagensrisikos die zusätzliche Sicherheitsanforderung, die Möglichkeit mißbräuchlicher Verwendung mit technischen und anderen Mitteln weitgehend auszuschließen.

Die Entwicklung der Technik hat immer auch dem Zweck gedient, die Menschen vor den Gefahren der übermächtigen Natur zu schützen. Die Technik gab und gibt den Menschen größere Sicherheit bei Naturkatastrophen wie Überschwemmungen und Stürmen und trägt zum Ausgleich von naturbedingten Unregelmäßigkeiten des Wetters, der Nahrungsmittelproduktion usw. bei. Indem die Lebensbedingungen der Menschen durch Technisierung und Industrialisierung verbessert worden sind, haben sich aber auch durch die Technik neue Gefahren eingestellt, die oft auffälliger sind als die Gefährdung durch Naturkatastrophen.

Wegen eines zu erwartenden Nutzens nimmt man jedoch unter Umständen neue Risiken in Kauf. Daher sagt das Risiko einer bestimmten Technik allein noch wenig über deren Wünschbarkeit aus; vielmehr muß es mit dem erwarteten Nutzen in Beziehung gebracht werden. Da bei der Gegenüberstellung von Nutzen und Risiko ein objektiver, einheitlicher Bewertungsmaßstab aber nicht zu finden ist, empfiehlt es sich, nur die Risiken solcher Techniken miteinander zu vergleichen, die auch einen vergleichbaren Nutzen haben. So kann man die Risiken von Kern- und von Kohlekraftwerken miteinander vergleichen, da beide der Stromerzeugung dienen. Dagegen sind Risikovergleiche zwischen Techniken, die unterschiedlichen Zwecken dienen (z. B. zwischen Kernenergietechnik und Individualverkehr mit Kraftfahrzeugen), sowie zwischen bestimmten Techniken und unaufhebbaren Naturereignissen (z. B. zwischen Kernkraftwerken und Meteoriteneinschlägen) problematisch; solche Vergleiche geben zwar einen Eindruck von der Größenordnung der Risiken, sind aber von geringerer Aussagekraft für politische und gesellschaftliche Entscheidungsprozesse.

Man kann technische Systeme sukzessiv sicherer machen, indem man Lehren aus eingetretenen Schadensfällen in die weitere Entwicklung einbezieht. Bei der Planung technischer Großprojekte muß man heute wegen ihres erheblichen Gefahrenpotentials die Risiken in stärkerem Maße vorausschauend erfassen, um durch geeignete Maßnahmen die Eintrittswahrscheinlichkeit gering zu halten. In DIN 31 000 wird gefordert: "Bei der sicherheitsgerechten Gestaltung ist derjenigen Lösung der Vorzug zu geben, durch die das Schutzziel technisch sinnvoll und wirtschaftlich am besten erreicht wird. Dabei haben sicherheitstechnische Erfordernisse den Vorrang vor wirtschaftlichen Überlegungen." Auch werden heute Forderungen vorgetragen, daß das Gesamtrisiko durch die technische Entwicklung nicht wachsen soll und daß späteren Generationen keine Risiken vererbt werden sollen, die die Menschen heute nicht zu tragen bereit sind.

Nun entspricht das tatsächliche Risikoverhalten nicht solchen rechnerisch ermittelten Risiken. Bei individuellem Handeln (wie z. B. dem Autofahren) ist die Risikobereitschaft wesentlich höher als bei Risiken, die dem einzelnen von anderer Seite auferlegt

werden (z. B. beim Bau großer technischer Anlagen). Vertraute Risiken werden eher akzeptiert als neue, selbst wenn die ersteren größer sind. Erhöhte Risikobereitschaft, Risikogewöhnung und Selbstüberschätzung bergen damit Gefahren in sich, denen durch Aufklärung entgegengewirkt werden kann.

In einer demokratischen Gesellschaft ist die Bereitschaft der Betroffenen, Risiken hinzunehmen, für die Bestimmung des zu tolerierenden Risikos maßgeblich, auch wenn die Risikowahrnehmung durch emotionale und irrationale Faktoren mitbedingt ist. Grenzwerte für Risiken müssen in einem gesellschaftlichen und politischen Bewertungsprozeß festgelegt werden, wobei auch eine getrennte Betrachtung von Gefahrenpotential und Eintrittswahrscheinlichkeit vorgenommen werden kann. Eine mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden durchgeführte quantitative Abschätzung von Risiken, die auch menschliches Fehlverhalten berücksichtigen muß, kann für diesen Prozeß Argumente liefern, ihn aber nicht ersetzen.

3.5 Gesundheit

Gesundheit bedeutet hier den Zustand des *psychischen und körperlichen Wohlbefindens* des Menschen. Sie kommt nicht nur in objektiv feststellbaren Faktoren zum Ausdruck, sondern auch in der Wahrnehmung, die jeder von sich selbst hat. Gesundheit zeigt sich in psychophysischer Widerstandskraft, d. h. in der Fähigkeit, auf innere und äußere Belastungen angemessen zu reagieren. Das individuelle und allgemeine Empfinden von Gesundheit und Krankheit ist relativ, an unterschiedliche Zeiten, Umwelten und Kulturen gebunden. Beispielsweise haben Leistungen der Technik für die Gesundheit zu höheren Ansprüchen an das Wohlbefinden geführt.

Die Gesundheit kann durch natürliche und gesellschaftliche Faktoren - häufig vermittelt über Technik - beeinflußt werden. Die Technik vermindert natürliche Gesundheitsgefährdungen und hilft durch Anwendung in der Medizin, die Gesundheit zu sichern; andererseits kann sie die menschliche Gesundheit auch gefährden. Die technische, wissenschaftliche und medizinische Entwicklung hat vor allem in den letzten beiden Jahrhunderten dazu geführt, daß Seuchen eingedämmt, die Kindersterblichkeit vermindert und die mittlere *Lebenserwartung* beträchtlich erhöht wurden; in hochtechnisierten Ländern ist die Gesundheit besser geschützt als in geringer technisierten. Allerdings hat der Anstieg der mittleren Lebenserwartung zur globalen Bevölkerungsexplosion beigetragen und damit das Problem aufgeworfen, wie die Bevölkerungszahl in Grenzen gehalten werden kann.

Technische Produkte und Verfahren können aber auch die Gesundheit gefährden, sowohl bei Herstellung und Gebrauch technischer Systeme als auch durch die dabei auftretenden allgemeinen Umweltbelastungen.

Bei Produktionsprozessen gilt es, außer den Unfallgefahren (siehe Abschnitt "Sicherheit") die *durch Berufsarbeit bedingten Krankheiten* zu minimieren. Die anerkannten Berufskrankheiten, wie z. B. Lärmschwerhörigkeit oder Zahnerkrankungen als Folge des Umgangs mit Säuren, zeigen, daß es Herstellungsprozesse und gefährliche Arbeitsstoffe gibt, die die Gesundheit belasten können, während das Endprodukt zum Wohlbefinden beiträgt. Auch durch die Organisation der Arbeit kann die Gesundheit beeinträchtigt

werden; so kann z. B. Schichtarbeit zu Schlafstörungen führen, und allgemeine Überforderung kann Streßsymptome hervorrufen.

Im Alltag kann die Gesundheit durch unzureichend gestaltete technische Produkte gefährdet werden, z. B. durch Sitze, die zu Rückenbeschwerden führen. Die Technisierung kann auch zur ungesunden *Lebensführung* verleiten: übermäßige und falsche Ernährung mit der industriellen Lebensmittelproduktion und Schlafmangel mit einem großen Medienangebot zusammen.

Gesundheitsgefährdungen ergeben sich auch durch *umweltbelastende Produkte und Produktionsprozesse*, denen sich kaum jemand entziehen kann. So können bei manchen Produktionsprozessen emittierte Schwermetalle über die Nahrungskette in den menschlichen Körper gelangen und bei Überschreitung bestimmter Konzentrationen die Gesundheit schädigen. Ein weiteres gravierendes Problem ist auch die Belastung durch den Verkehrslärm. Und schließlich haben die durch Technik mitbeeinflussten Ausprägungen sozialer Beziehungen Auswirkungen auch im psychosomatischen Bereich.

3.6 Umweltqualität

Der Begriff der Umwelt bezeichnet allgemein die für eine Lebenseinheit (Individuum, Kollektiv, Gattung) jeweils bedeutsamen, zusammenhängenden Teile und Aspekte der umgebenden Welt. Sie umfassen außer den natürlichen auch kulturelle Komponenten, zu denen u. a. die Technik gehört. Im folgenden soll unter Umweltqualität die Beschaffenheit der natürlichen Umgebung verstanden werden, auch wenn es heute auf der Erdoberfläche kaum noch unberührte Natur gibt. Es geht hier also um die Qualität der durch Technik mehr oder weniger umgestalteten Natur.

Angesichts der Folgen technischer Eingriffe in die natürliche Umwelt sind vor allem zwei grundsätzliche Wertstandpunkte zum Umweltschutz entwickelt worden:

- Für den einen (anthropozentrischen) Standpunkt ist die Natur letztlich Mittel zum Zweck für den Menschen: Nur das Eigeninteresse des Menschen sei maßgebend dafür, in welchem Umfang Natur verändert oder bewahrt wird.
- Für den anderen (physiozentrischen) Standpunkt ist die Natur Selbstzweck und besitzt einen Eigenwert: Daher müsse ihr prinzipiell ein Eigenrecht zuerkannt werden, das dem Bearbeitungsrecht des Menschen gleichrangig, wenn nicht gar übergeordnet ist.

Unabhängig von der grundsätzlichen Einstellung zu diesen Positionen lassen sich praxisbezogene Einsichten und Forderungen zum Verhältnis von Technik und natürlicher Umwelt formulieren, die mit beiden Standpunkten vereinbar sind: Menschliches Leben ist auf Technik angewiesen, und jede Art von Technik greift in Naturgegebenheiten ein. In der Vergangenheit hat der Mensch Technik auch deshalb entwickelt, um sich vor Gefährdungen durch die unbelebte und belebte Natur zu schützen. Mit der Technikentwicklung haben sich diese Gefährdungen vermindert, während die menschlichen Eingriffe in die Natur zugenommen haben. Der Mensch verändert und gestaltet die Erdoberfläche durch Städte-, Straßen- und Landbau, durch Stauseen, Abbau von Bodenschätzen usw. Aufgrund der Bevölkerungsexplosion und der Ausbreitung von Industrie und Tech-

nik kommt es zu einer zunehmenden Zerstörung von Naturlandschaften sowie zur Vernichtung von Tier- und Pflanzenarten. Darüber hinaus ist der Mensch mit seiner Technik zu einem die Evolution mitbestimmenden Faktor geworden. Heute ist daher die Natur weit mehr durch den Menschen gefährdet als der Mensch durch die Natur. Aus dieser Situation heraus ergibt sich eine neue und besondere Verantwortung des Menschen für *Landschafts- und Artenschutz*, wobei er auch auf bestimmte technische Mittel zurückgreifen kann.

Geboten ist ferner ein *sparsamer Umgang mit den natürlichen Ressourcen* (Energiesparen, rohstoffsparendes Konstruieren und Fertigen, Recycling, Verlängerung der Lebensdauer von Produkten usw.) sowie die *Minimierung von Emissionen, Immissionen und Deponaten* (Abwasser- und Abgasreinigung, Abfallverwertung usw.). Verstöße gegen diese Forderungen schränken die Lebensbedingungen späterer Generationen ein, daher sollten möglichst keine irreversiblen Umweltschäden hinterlassen werden.

3.7 Persönlichkeitsentfaltung und Gesellschaftsqualität

Persönlichkeitsentfaltung bedeutet, daß der Mensch seine Anlagen, Fähigkeiten und Neigungen im Wechselspiel mit seiner Umgebung so weit wie möglich verwirklicht; als soziales Wesen kann er dies nur im Zusammenleben und Zusammenwirken mit anderen Menschen. Die Persönlichkeitsentfaltung des einzelnen findet da ihre Grenze, wo Entfaltungsmöglichkeiten für andere über Gebühr eingeschränkt werden. Die Beschaffenheit der zwischenmenschlichen Beziehungen sowie der überpersönlichen Verhältnisse und Einrichtungen, die aus diesem Zusammenwirken von Individuen und Gruppen entstehen, bezeichnet man als Gesellschaftsqualität. Die arbeitsteilig eingesetzte Technik hat großen Einfluß auf diese Gesellschaftsqualität.

Die menschliche Gemeinschaft und die gesellschaftlichen Organisationsformen vermitteln dem einzelnen *Geborgenheit, soziale Sicherheit und Solidarität*; das Subsidiaritäts- oder Sozialstaatlichkeitsprinzip trägt dem Rechnung. Nur in *Sozialkontakten* kann der einzelne die Wertschätzung seiner persönlichen Eigenart und seiner persönlichen Leistungen erfahren. Deshalb ist es gefährlich, wenn bestimmte Formen der Automatisierung und der neuen Medien Menschen am Arbeitsplatz oder im privaten Bereich übermäßig isolieren.

Eine Vorbedingung für Persönlichkeitsentfaltung ist *Handlungsfreiheit*; sie besteht darin, daß man zwischen mehreren Möglichkeiten wählen kann. In der Arbeitswelt bedeutet dies z. B. eine möglichst große Freiheit bei der Gestaltung der Arbeitszeit und bei der Durchführung von anvertrauten Arbeiten. Nur so kann sich *Kreativität* entfalten, d. h. die menschliche Fähigkeit, neue Vorstellungen zu entwickeln und neue Dinge hervorzu- bringen. Kreativität ist nicht nur eine wichtige Bedingung technischen Handelns, sondern kann umgekehrt auch durch technische Systeme behindert oder gefördert werden.

Die Emanzipation des Individuums seit der Aufklärung und die durch Technik gewachsenen Handlungs- und Erlebnismöglichkeiten der einzelnen haben aber auch zur Auflösung allgemeinverbindlicher Wertsysteme beigetragen. Früher hat man nicht nur in gemeinsamen Grundüberzeugungen, sondern auch in den Ergebnissen künstlerischen und handwerklichen Gestaltens die *kulturelle Identität* einer Gesellschaft gefunden, die je-

weils geschichtliche und regionale Besonderheiten aufwies. Inzwischen hat die Technisierung in ihrer weltweiten Gleichartigkeit solche kulturellen Unterschiede vermindert und an deren Stelle Elemente einer einheitlichen Weltkultur gesetzt, die aber keine eindeutigen Sinnorientierungen vermittelt. Es besteht die schwierige Aufgabe, das soziale Zusammenleben in einer durch Technik geprägten Gesellschaft so zu organisieren, daß die Handlungsfreiheit der einzelnen möglichst wenig eingeschränkt, andererseits aber auch ein notwendiges Maß an *Ordnung, Stabilität und Regelmäßigkeit* gewährleistet wird. Dies ist nur erreichbar, wenn es in der Gesellschaft eine Mindestübereinstimmung über allgemeine Werte gibt; dazu gehört z. B. die *Gerechtigkeit*, die auch bei der Verteilung und Nutzung technischer Güter zu beachten ist. Bei aller Auslegungsbedürftigkeit spielen dafür die Grundsätze der Verfassung eine wichtige Rolle. Technikpolitische Entscheidungen sind nicht nur Sache der "Experten"; allen Bürgern kommt daran eine Beteiligung zu, allerdings eingeschränkt durch die wirtschaftliche und gesellschaftliche Arbeitsteilung und durch die Delegation politischer Verantwortung. Technikpolitische Maßnahmen müssen dem Ziel der *Beherrschbarkeit* der Technik verpflichtet sein, das heißt, Technik darf sich nicht unkontrolliert und quasi eigengesetzlich entwickeln. Kontrolle der Technik, was häufig heißt: ihrer Hersteller, Betreiber und Anwender, kann aber in einer hoch differenzierten und arbeitsteiligen Gesellschaft nur bis zu einem gewissen Grad ausgeübt werden. Ebenso wichtig wie die Kontrolle ist das komplementäre Element des Vertrauens. Ohne funktionierende Kontrolle und ohne ein durch verantwortungsbewußtes Handeln gerechtfertigtes Vertrauen kann eine hochtechnisierte Industriegesellschaft nicht bestehen.

Bei einer weit getriebenen Arbeitsteilung und der Kompliziertheit der Technik geht häufig die *Überschaubarkeit, Verstehbarkeit* und Erlebbarkeit technischer Prozesse verloren. In stark arbeitsteilig organisierten Bereichen wie in der Verwaltung können aber heute durch die elektronische Datenverarbeitung Arbeitsvorgänge, die in der Vergangenheit aufgeteilt wurden, wieder zusammengeführt und damit abwechslungsreicher und weniger monoton gestaltet werden. Weitere Faktoren für die Beurteilung der Beherrschbarkeit und Überschaubarkeit der Technik sind die Größe der Einheiten und ihr Zentralisierungsgrad, was nicht bedeutet, daß kleine und dezentrale Einheiten immer beherrschbarer und überschaubarer wären als große und zentrale. Zum Beispiel können regionale und nationale Eisenbahn aufs äußerste erschweren. Eine Spezifizierung von Handlungsfreiheit stellen *Informations- und Meinungsfreiheit* dar. Kommunikations- und Informationsmöglichkeiten als wichtige Voraussetzungen des menschlichen Zusammenlebens und der Persönlichkeitsentfaltung sind durch die technische Entwicklung, z. B. durch Telefon, Fernsehen, Rundfunk und den Ausbau der Verkehrssysteme, erweitert worden.

Diese Entwicklung bringt aber auch Gefahren und negative Wirkungen mit sich, die sich nicht unbedingt aus der zur Verfügung stehenden Technik ergeben, sondern aus ihrer gesellschaftlichen Ausgestaltung und der Art ihrer Nutzung. Das Fernsehen erweitert zwar die Informationsmöglichkeiten; es kann aber auch manipulativ mißbraucht werden. Auch kann es zur Verringerung zwischenmenschlicher Beziehungen in der Familie oder zur Vereinsamung Alleinstehender führen. Aufgrund der vergrößerten Bewegungsfreiheit können zwar mehr Kontakte stattfinden, aber intensivere Begegnungen können sich vermindern.

Eine demokratische Öffentlichkeit bedarf der *Transparenz* gesellschaftlich bedeutsamer Vorgänge. So werden als Grundlagen für Planungen und Regelungen in einem komplexen Gesellschaftssystem auch Daten über die Bürger benötigt. Der technische Fortschritt hat dabei Möglichkeiten der Datensammlung und -auswertung eröffnet, deren volle Ausnutzung *Privatheit* weitgehend einschränken würde. Der Schutz der Privatheit, als eines relativ abgeschlossenen Bereichs persönlicher Lebensführung, erfordert auch *informationelle Selbstbestimmung*, d.h. die Entscheidung darüber, welche persönlichen Daten an andere gelangen dürfen.

3.8 Beziehungen zwischen den Werten

Zwischen allen in Abschnitt 3 dargestellten Wertbereichen bestehen mittelbare oder unmittelbare Beziehungen. In Bild 3 sind - ohne Anspruch auf Vollständigkeit - häufige Instrumental- und Konkurrenzbeziehungen zwischen diesen Wertbereichen dargestellt. Je nach Kontext können hier außer Konkurrenzbeziehungen (z.B. zwischen Wirtschaftlichkeit und Umweltqualität) auch Instrumentalbeziehungen auftreten (z.B. wenn ein Unternehmen Umwelttechnik herstellt). Bei jeder konkreten Technikbewertung stellt sich die Aufgabe, die für diesen Fall relevanten Wertbereiche und Ziele zu bestimmen, sowie die Beziehungen, die zwischen diesen bestehen (s. Abschnitt 4.2.3 Bewertung).

Tabelle 1. Auflistung der im Text genannten Werte

Funktionsfähigkeit

Brauchbarkeit

Machbarkeit

Wirksamkeit

Perfektion

- Einfachheit

- Robustheit

- Genauigkeit

- Zuverlässigkeit

- Lebensdauer

technische Effizienz

- Wirkungsgrad

- Stoffausnutzung

- Produktivität

...

Wirtschaftlichkeit (einzelwirtschaftlich)

Wirtschaftlichkeit im engeren Sinn, besonders Kostenminimierung

Rentabilität, besonders Gewinnmaximierung

Unternehmenssicherung

Unternehmenswachstum

...

Wohlstand (gesamtwirtschaftlich)

Bedarfsdeckung

Quantitatives bzw. qualitatives Wachstum

Internationale Konkurrenzfähigkeit

Vollbeschäftigung

Verteilungsgerechtigkeit

...

Sicherheit

Körperliche Unversehrtheit

Lebenserhaltung des einzelnen Menschen

Lebenserhaltung der Menschheit

Minimierung des Risikos (Schadensumfang und Eintrittswahrscheinlichkeit)

- des Betriebsrisikos

- des Versagensrisikos

- des Mißbrauchsrisikos

...

Gesundheit

Körperliches Wohlbefinden

Psychisches Wohlbefinden

Steigerung der Lebenserwartung

Minimierung von unmittelbaren und mittelbaren gesundheitlichen Belastungen

- in der Berufsarbeit
- in der privaten Lebensführung
- durch umweltbelastende Produkte und Produktionsprozesse

...

Umweltqualität

Landschaftsschutz

Artenschutz

Ressourcenschonung

Minimierung von Emissionen, Immissionen und Deponaten

...

Persönlichkeitsentfaltung und Gesellschaftsqualität

Handlungsfreiheit

Informations- und Meinungsfreiheit

Kreativität

Privatheit und informationelle Selbstbestimmung

Beteiligungschancen

Soziale Kontakte und soziale Anerkennung

Solidarität und Kooperation

Kulturelle Identität

Minimalkonsens

Ordnung, Stabilität und Regelhaftigkeit

Transparenz und Öffentlichkeit

Gerechtigkeit

...

4 Methoden der Technikbewertung

Methoden sind geregelte Vorgehensweisen, deren man sich bedient, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen oder um eine vorgegebene Aufgabenstellung zu erfüllen. Im folgenden geht es nicht um konkrete Handlungsanweisungen für den Einzelfall, sondern um allgemeine methodische Prinzipien der Technikbewertung. Im Idealfall sollten alle Technikbewertungsprozesse methodisch strukturiert sein. Tatsächlich gibt es ein breites Spektrum von mehr oder weniger methodischen Technikbewertungsprozessen, wobei die Art der methodischen Durchführung auch von der jeweils ausführenden Institution abhängt. Im folgenden wird insbesondere der Fall wissenschaftlicher, methodisch betriebener Technikbewertung behandelt.

Ihrer Natur nach läßt sich Technikbewertung nicht durch eine einzige Methode erreichen. Man ist stets auf eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden angewiesen, die je nach der Lage des Falles kombiniert anzuwenden sind. Die einzelnen Methoden ergänzen einander, und keine kann beanspruchen, die schlechthin maßgebliche zu sein. Dieser Methodenpluralismus beruht darauf, daß alle technischen Handlungen von vielfältigen natürlichen und gesellschaftlich-kulturellen Bedingungen abhängen und vielfältige Folgen für Natur und Gesellschaft haben (siehe Abschnitt 2). Bei einer erschöpfenden Tech-

Technikbewertung müßten sowohl alle natur- und ingenieurwissenschaftlichen als auch sämtliche wirtschafts-, sozial- und geisteswissenschaftlichen Gesichtspunkte berücksichtigt werden; dieses Ideal läßt sich nie vollständig erreichen. Man ist stets angewiesen auf vereinfachende theoretische Modellvorstellungen, die bestimmte Sachverhalte zur Geltung, aber dafür unvermeidlich andere Zusammenhänge unberücksichtigt lassen. Auf diesem Prinzip beruht die Arbeitsteilung zwischen den wissenschaftlichen Disziplinen. Deshalb fließen auch die entsprechenden einzelwissenschaftlichen Methoden in den interdisziplinären Technikbewertungsprozeß ein; indessen gibt es keine spezifischen Methoden, die ausschließlich für Probleme der Technikbewertung gelten. Gleichwohl müssen bei einer weitgefaßten Technikbewertung die verschiedenen Methoden der Einzelwissenschaften in einen einheitlichen Zusammenhang gebracht werden.

4.1 Typen der Technikbewertung

Je nach der Fragestellung, die zur Bewertung von Techniken führt, kann man zwischen probleminduzierter und technikinduzierter Technikbewertung unterscheiden.

Bei der *probleminduzierten Technikbewertung* geht es darum, für gesellschaftlich vorgegebene Aufgaben geeignete technische Lösungen zu ermitteln und diese hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile miteinander zu vergleichen. Die Art der in Betracht zu ziehenden Lösungen wird durch die Aufgabenstellung eingegrenzt. Diese Lösungen können auf neuen oder bereits bekannten Prinzipien beruhen. Wenn es z. B. um eine leistungsfähige und umweltverträgliche Fernverkehrsverbindung zwischen zwei Orten geht, bieten sich eine Autobahn, schienengebundene Verkehrsmittel (Eisenbahn, Magnetschwebbahn) oder der Luftverkehr an; bei einer weiten Fassung der Aufgabenstellung könnte man auch Möglichkeiten zur Reduzierung des Verkehrsaufkommens mit einbeziehen.

Bei der *technikinduzierten Technikbewertung* wird eine bereits vorhandene oder produktionsreife Technik bewertet. So wird z. B. die als Prototyp bereits vorhandene Magnetschwebbahn hinsichtlich des gesamten Folgenspektrums im Vergleich zu konkurrierenden Verkehrssystemen untersucht.

Je nachdem, in welcher Phase der Technikentstehung der Bewertungsprozeß einsetzt, kann man unterscheiden zwischen innovativer und reaktiver Technikbewertung.

Die *innovative Technikbewertung* beginnt sehr früh: wenn technische Lösungen für gegebene Probleme gesucht und erste Lösungskonzepte entwickelt werden oder wenn Forschung und Entwicklung noch wesentlich verändert werden können.

Die *reaktive Technikbewertung* setzt dagegen erst spät ein: wenn Forschung und Entwicklung nur noch schwer in andere Richtungen gelenkt werden können oder gar die Markteinführung einer Technik schon begonnen hat.

Die Wahl der Methoden hängt vom jeweiligen Typ der Technikbewertung ab. So ist man bei der problemorientierten und bei der innovativen Technikbewertung stärker auf qualitative Verfahren und Modelle angewiesen (z. B. Szenarios, Delphimethode) während die technikinduzierte und die reaktive Technikbewertung sich stärker auf quantitative Methoden (z. B. Trendextrapolationen, Kosten- und Nutzenanalyse) stützen können.

4.2 Phasen der Technikbewertung

Bei einer Technikbewertung lassen sich verschiedene Phasen unterscheiden, die in der Praxis oft ineinander übergehen und durch Rückkopplung miteinander verbunden sein können:

- Definition und Strukturierung des Problems,
- Folgenabschätzung,
- Bewertung,
- Entscheidung.

Für jede dieser Phasen ergeben sich besondere methodische Probleme:

4.2.1 Definition und Strukturierung des Problems

Die Definition und Strukturierung eines Technikbewertungsproblems schließt grundsätzlich folgende Gesichtspunkte ein:

- die Aufgabenstellung und den Gegenstandsbereich,
- die vorausgesetzten Rahmenbedingungen,
- die zu betrachtenden Größen bzw. Variablen,
- die zu beschaffenden Informationen und Daten,
- den zu betrachtenden (wirtschaftlichen, politischen, ökologischen usw.) Kontext,
- den zeitlichen Horizont,
- die Bewertungskriterien.

Die Problemdefinition ist von entscheidender Bedeutung, weil hier der Bereich dessen, was überhaupt zu untersuchen ist und was an Resultaten schließlich auftreten kann, in den Grundzügen festgelegt wird. Dabei darf nicht vergessen werden, daß in alle diese Festlegungen theoretische Vorannahmen und allgemeine Modellvorstellungen eingehen.

Da aus der Fülle der möglichen Untersuchungsgesichtspunkte stets eine Auswahl getroffen werden muß, damit man überhaupt zu einer hinreichend definierten Fragestellung gelangt, ist hier eine Akzentsetzung von der Sache her unerläßlich: Alles dies muß offengelegt werden, damit die Problemdefinition nachvollziehbar, diskutierbar und kritisierbar wird. In der Phase der Problemstrukturierung sollte man zumindest vorläufig benennen, welche Techniken als mögliche Lösungen in Betracht kommen, und welche Folgen betrachtet werden sollen. Von diesen Vorgaben hängt es ab, welche Methoden für den jeweiligen Bewertungsprozeß zu berücksichtigen sind.

4.2.2 Folgenabschätzung

Der nächste Schritt besteht in der Folgenabschätzung, d. h. in der Analyse der Folgen. Hierbei stützt man sich auf die bisherigen Erfahrungen und auf Annahmen über die zukünftige Entwicklung (Trendextrapolationen, Szenario-Methoden, Analogiebildung, explizite oder implizite Modelle). Es gibt keine unbedingt sicheren Prognosen, weil eine Fülle von Variablen und Interdependenzen ökonomischer, sozialer, kultureller und politischer Art die Technikentwicklung bestimmen. Auch hier erfordert das methodisch kor-

rekte Vorgehen, daß die über den zukünftigen Verlauf gemachten Voraussetzungen und die Annahmen über die Rahmenbedingungen offengelegt werden.

Prognosen in der Technikbewertung müssen außer der Entwicklung der Technik selbst auch die Veränderungen und Wechselwirkungen im technischen, sozialen und ökologischen Umfeld (einschließlich des Wandels der Wertauffassungen) berücksichtigen. über ihre Voraussagefunktion hinaus können Prognosen auch ihrerseits unerwünschte Entwicklungen verhindern oder erwünschte Entwicklungen fördern. Die Unsicherheit von Prognosen fällt weniger ins Gewicht, wenn die Technikbewertung als ein kontinuierlicher, alle Phasen der Technikherstellung und -gestaltung begleitender Prozeß erfolgt.

4.2.3 Bewertung

Während die Abschätzung der Technikfolgen eine vorausschauende Beschreibung darstellt, geht es bei der Bewertung darum, welche Folgen man erzielen, in Kauf nehmen oder verhindern möchte. Die in Abschnitt 3 erwähnten Werte kommen bei Technikbewertungsprozessen jeweils in unterschiedlichen Kombinationen und Ausprägungen zur Geltung. Die Bewertung besteht darin, daß man den verschiedenen Folgen bzw. Teilfolgen im Rahmen einer Güterabwägung jeweils ein bestimmtes relatives Gewicht beimißt und die Teilbewertungen zu einer Gesamtbewertung zusammenführt. So kontrovers die Prioritätendiskussion im Einzelfall sein mag, darf doch keiner der in Abschnitt 3 genannten Werte unberücksichtigt bleiben. Hierbei muß transparent gemacht werden, wer mit welcher Begründung eine bestimmte Bewertung vornimmt. Auch hier stellt sich ein ähnliches Aggregationsproblem, nämlich die Frage, ob und wie die Bewertungen verschiedener Individuen und Institutionen zusammengeführt werden können.

Wenn die verschiedenen Teilbewertungen abschließend in einer Gesamtbewertung zusammengeführt werden sollen, ergeben sich methodische Schwierigkeiten aus der Verschiedenartigkeit von Maßstäben, Meßgrößen und ihrer jeweiligen Aussagekraft. Auch wenn Folgenanalysen und Teilbewertungen so weit wie möglich quantifiziert werden sollen, so müssen doch die in jedem Bewertungsprozeß vorkommenden nicht quantifizierbaren Wertbereiche ebenso ausdrücklich berücksichtigt werden. Das häufig angewandte Verfahren, verschiedene qualitative und quantitative Größen mit einem einheitlichen Maßstab (z. B. dem Geldwert in der Kosten-Nutzen-Analyse) gleichnamig zu machen, ist den realen Verhältnissen nicht angemessen. Durch ein quantifiziertes Gesamtergebnis würde überdies eine Genauigkeit vorgetäuscht, die in vielen Fällen durch die Ausgangsdaten nicht gestützt ist. Darum werden zusammenfassende Bewertungen immer qualitativer Art sein müssen. Die Überzeugungskraft der Gesamtbewertung hängt ab von der Zuverlässigkeit der Aussagen über die Teilelemente sowie von deren Gewichtung.

Eine noch so methodische Vorgehensweise vermag nicht den Diskurs und die Willensbildung zu ersetzen. Der Methodenkanon kann nicht an die Stelle der Politik treten. Unterschiedliche Ziele, Werte, Bedürfnisse und Interessen sind legitim, denn die Individuen und die verschiedenen sozialen Gruppen definieren sich ja gerade auch durch ihre Interessen und Bewertungen.

4.2.4 Entscheidung

Es ist Aufgabe der Technikbewertung, die Entscheidungen, zu denen man hier schließlich kommen muß, im Hinblick auf ihre konkurrierenden Wertsysteme, Voraussetzungen und Folgen durchsichtig zu machen. Dies bedeutet insbesondere, daß die für die einzelnen Alternativen jeweils maßgeblichen Tatsachenbehauptungen und Wertpräferenzen dargelegt werden.

Eine so verstandene Technikbewertung führt im Resultat zu bewußten und begründeten Entscheidungen. Sie zielt ihrer Natur nach weder auf Technikverhinderung, noch darf sie eine Alibifunktion zur Rechtfertigung von technischen Maßnahmen haben, die in Wirklichkeit aus ganz anderen Gründen getroffen werden. Individuelle und institutionelle Entscheidungen über die technische Entwicklung werden durch die Technikbewertung nicht ersetzt, sondern durchsichtiger, bewußter und begründbar gemacht. Dadurch werden im Rahmen des Möglichen alle Voraussetzungen für nachvollziehbare vernünftige Entscheidungen geschaffen.

4.3 Zusammenfassung

Bei einer methodisch korrekt durchgeführten Technikbewertung müssen folgende Punkte beachtet werden:

- klare und nicht zu stark einengende Formulierung der Fragestellung,
- Interdisziplinarität auf der Grundlage hoher professioneller und disziplinärer Standards,
- möglichst weitgehende Unabhängigkeit der beteiligten Wissenschaftler und Fachleute und Offenlegung der Werte und evtl. vorhandener Interessenbindungen, - Darlegung der Verfahren zur Gewinnung der Daten und Informationen,
- Transparenz und dadurch Nachvollziehbarkeit jedes einzelnen Untersuchungsschrittes,
- Folgerichtigkeit in der Abfolge der Schritte, so daß keine unbegründeten Übergänge entstehen,
- Berücksichtigung aller wichtigen Faktoren, wobei die Quantifizierbarkeit kein Kriterium dafür sein darf, was jeweils untersucht oder in Betracht gezogen wird,
- klare Unterscheidung von im Prinzip empirisch überprüfbaren Tatsachenbehauptungen und individuellen bzw. kollektiven Werturteilen, die argumentativ zu rechtfertigen sind,
- Formulierung von Entscheidungsalternativen aufgrund unterschiedlicher Wertsysteme.

Gegen die Technikbewertung wird eingewandt, sie sei nicht realisierbar, weil die folgenden Maximalforderungen nicht erfüllbar sind:

- die nahtlose Synthese der Ergebnisse verschiedener Disziplinen (Natur- und Ingenieurwissenschaften, Psychologie, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Geschichte, Philosophie),
- die Kenntnis der künftigen wissenschaftlichen und technischen Entwicklung,
- das Vorauswissen über alle künftigen direkten und indirekten Auswirkungen der

- jeweiligen Technik,
die Kenntnis der künftigen Interessen und Wertpräferenzen der Benutzer und aller indirekt Betroffenen.

Auch wenn diese Forderungen nur näherungsweise zu erfüllen sind, ist man doch auf das explizite und methodische Verfahren der Technikbewertung verwiesen; die Alternative wäre eine unüberlegte und unbegründete Bewertung.

>> *Anhang: Ausgewählte Methoden (wird hier nicht wiedergegeben)* <<

5 Institutionen der Technikbewertung

5.1 Gesellschaftliche Bereiche der Technikeinschätzung und Technikbewertung

Außer der in dieser Richtlinie behandelten planmäßigen, systematischen, organisierten Technikbewertung gibt es eine Einschätzung der Technik, die durch Einzelpersonen, Gruppen und verschiedenartige gesellschaftliche Einrichtungen eher intuitiv und unsystematisch erfolgt. Häufig werden die Prioritäten und Wertungen, auf denen solche Einschätzungen beruhen, nicht thematisiert; sie können jedoch durch entsprechende Analysen deutlich gemacht werden (vgl. Abschnitt 2 und 3). Zwischen intuitiver Einschätzung und systematischer Bewertung gibt es vielfältige Übergangsformen; sie reichen von öffentlichen Diskussionen bis zu wirtschaftlichen und politischen Entscheidungen, die oft im Hinblick auf spezielle Sachzusammenhänge und Wertgesichtspunkte erfolgen. Dabei besteht häufig ein Spannungsverhältnis zwischen dem Anspruch auf Objektivität und der Durchsetzung von Überzeugungen und Interessen.

Systematische Technikbewertungen und partielle Folgenabschätzungen, aber auch unsystematische Einschätzungen der Technik, finden zumeist in Institutionen statt. Institutionen (gesellschaftliche Einrichtungen, Organisationen und andere soziale Gebilde) sind notwendig, um allgemeine Aufgaben zur Ordnung des Zusammenlebens zu erfüllen. Im Zusammenhang mit dieser Richtlinie lassen sich solche Institutionen vor allem fünf Bereichen zuordnen:

Im *staatlichen* Bereich, der internationale, nationale, regionale und lokale Einheiten umfaßt, werden durch Maßnahmen der drei Gewalten (Gesetzgebung, staatliche Verwaltung, Rechtsprechung) Prioritäten und Rahmenbedingungen für die Technikentwicklung geschaffen und durchgesetzt. Politische Maßnahmen, durch die direkt oder indirekt die Technik bewertet und ihre Entwicklung in eine bestimmte Richtung gelenkt wird, sind u. a. Subventionen (Forschungs- und Innovationsförderung), Steuervorteile sowie Rechtsverordnungen (Höchstgrenzen für Schadstoffemissionen, Geschwindigkeitsbeschränkungen, Bauordnungen). Zunehmend befaßt sich auch die Rechtsprechung mit Problemen der technischen Entwicklung, z. B. bei Genehmigungs- und Haftungsfragen.

Im *öffentlichen* Bereich wirksame, die Meinungsbildung und die Wertauffassungen prägende Institutionen sind vor allem:

- das vielfältig gegliederte Bildungs- und Erziehungswesen. Hier werden durch Lehrpläne festgelegte Bildungsinhalte und Wertauffassungen vermittelt; mindestens ebenso wichtig sind die von Eltern, Erziehern, Bezugsgruppen und der Öffentlichkeit geprägten Leitbilder,
- die Medien als Umschlagstelle zwischen Öffentlichkeit und Politik. Sie sollen über Sachverhalte informieren und durch Darstellung unterschiedlicher Standpunkte zur differenzierten Meinungsbildung beitragen,
- politische Parteien, denen die Aufgabe zukommt, legitime Interessen der einzelnen Staatsbürger und der verschiedenen sozialen Gruppen zusammenzufassen und im politischen Kräftespiel zur Geltung zu bringen,
- Bürgerinitiativen, die außerhalb der bestehenden Institutionen Einfluß auf anstehende Entscheidungen nehmen wollen - dabei geht es sowohl um projektorientierte Fragen (wie Standortentscheidungen) als auch um grundsätzliche, technologieorientierte Entscheidungen (z. B. für oder gegen Kernenergie),
- Verbände und Vereinigungen (auch aus dem technischen, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Bereich), die ebenfalls zur öffentlichen Meinungsbildung beitragen, z. B. Verbraucherverbände, Institutionen des vergleichenden Warentests, Natur- und Umweltschutzverbände.

Im *technischen* Bereich wirken Berufsverbände sowie die Technik regulierende und überwachende Institutionen (DIN, TÜV, VDI) an der Einschätzung und Bewertung der Technik mit.

Im *wissenschaftlichen* Bereich (Hochschulen, Großforschungseinrichtungen, sonstige außeruniversitäre Forschungsinstitute) werden vor allem in den Natur- und Ingenieurwissenschaften schon durch die Auswahl der Forschungsgegenstände Weichen für die Technikentwicklung gestellt.

Im *wirtschaftlichen* Bereich resultieren aus dem von Angebot und Nachfrage und vom Konkurrenzprinzip bestimmten Marktgeschehen u. a. Produktion, Verteilung und Verbrauch technischer Güter und Dienstleistungen und damit eine praktische Technik-einschätzung. Die wichtigsten Handlungsträger sind Unternehmen, private Haushalte und der als Anbieter und Abnehmer auftretende Staat. Bei der Schaffung von wirtschaftlichen Rahmenbedingungen wirken außer dem Staat auch Arbeitgeber- und Arbeitnehmerorganisationen sowie öffentlich-rechtliche Einrichtungen (Industrie- und Handelskammern, Berufsgenossenschaften usw.).

5.2 Möglichkeiten der Institutionalisierung von Technikbewertung

Die in den genannten institutionellen Bereichen stattfindenden Aktivitäten und Arbeiten sind wichtige Voraussetzungen und Beiträge für systematische Technikbewertungen; dennoch bedarf es der Schaffung neuer bzw. des Ausbaus bestehender Institutionen, die ausschließlich oder vorwiegend einer planmäßigen, systematisch organisierten Technikbewertung dienen. Welche zusätzlichen Kompetenzen den vorhandenen Institutionen zu übertragen und in welchen Bereichen neue Institutionen zu schaffen sind, kann nur in einem gesellschaftlich-politischen Lernprozeß entschieden werden; dabei sind Institutionen im staatlichen Bereich nur dann erforderlich, wenn Institutionen in den anderen Bereichen die anstehenden Aufgaben nicht zu bewältigen vermögen.

Da die Bedingungen und Folgen einzelner technischer Neuerungen sowie der Technisierung im Ganzen bisher nicht ausreichend analysiert werden, bedarf es, um der Technikbewertung inhaltlich und methodisch wissenschaftliche Grundlagen an die Hand zu geben, *wissenschaftlicher Arbeitsgruppen und Einrichtungen für interdisziplinäre Technikforschung*. Wie auch in anderen Problemfeldern hat eine qualifizierte Grundlagenforschung für zuverlässige Wissensvorräte und bewährte Methodenstandards zu sorgen, auf welche die angewandte Forschung, die wissenschaftliche Politikberatung sowie die öffentliche und unternehmerisch-wirtschaftliche Technikbewertung von Fall zu Fall zurückgreifen können.

Als *Institute für Technikbewertung*, die systematische Studien durchführen, kommen vor allem wissenschaftliche Hochschulen und außeruniversitäre, private und staatliche Forschungseinrichtungen in Betracht. Bei konkreten fall- und problembezogenen Projekten fließen unvermeidbar auch spezifische Wert- und Interessenorientierungen in die Problemdefinition, die Datengewinnung und die Methodenwahl mit ein. Um die Erkenntnisbreite und Ausgewogenheit der Technikbewertung zu sichern, sollten jeweils konkurrierende wissenschaftliche Institute mit der Anfertigung einer Studie beauftragt werden.

Die meisten technischen Innovationen erfolgen in der Industrie; daraus ergeben sich Zuständigkeiten zur vorausschauenden Technikbewertung empfehlenswert, die entsprechend zu organisieren sind (z.B. Stabsabteilungen, Projektausschüsse). So können in den Unternehmen technische Neuerungen bereits vor der Markteinführung im Hinblick auf alle wichtigen Wertbereiche optimiert werden. Klein- und Mittelbetriebe, für die eine eigene Technikbewertung zu aufwendig wäre, könnten auf externe Unterstützung z.B. durch Verbände und Kammern zurückgreifen, wo entsprechende Kapazitäten einzurichten wären.

Da auch die einzelnen Ingenieure in ihrer Entwicklungsarbeit immer wieder Bewertungsprobleme und Wert- und Verantwortungskonflikte zu bewältigen haben, wird diskutiert, ob zur Schärfung und Absicherung ihres Verantwortungsbewußtseins *Kommissionen für Ingenieurethik* (z. B. bei Ingenieurvereinigungen und anderen Berufsverbänden) gebildet werden sollen. Die öffentliche Diskussion über exemplarische Fälle könnte zur verantwortungsbewußten Technikbewertung beitragen.

Bei konkreten, lokalen technischen Projekten beanspruchen betroffene Bürger mehr Mitsprache, womit sie oft in Konflikt zu bestehenden Institutionen geraten. Die geforderte *partizipatorische Technikbewertung* steht vor der besonderen Schwierigkeit, die Betroffenen so sachkundig zu machen, daß sie begründete Urteile abgeben können. Als eine mögliche Form partizipatorischer Technikbewertung wurden Planungszellen vorgeschlagen, in denen Vertreter von Politik und Verwaltung, Fachleute und Bürger zusammenarbeiten.

In repräsentativen Demokratien sind es vor allem die Parlamente, die durch Gesetzgebung und Budgetbeschlüsse Prioritäten für die staatliche und gesellschaftliche Entwicklung setzen. Da stets politische Entscheidungen über die Technik zu fällen sind, bedarf es ständiger *parlamentarischer Beratungskapazitäten für Technikbewertung*. Die Organisationskonzepte reichen von personalstarken Ämtern mit eigener Forschungskapazität bis zu kleinen Kommissionen, Beratungsstäben mit reiner Vermittlungs- und Aufbereitungs-

funktion sowie Enquete-Kommissionen und Parlamentsausschüssen.

Auch der Exekutive stellen sich im Zusammenhang mit der Technikbewertung neue Aufgaben, die in den Zuständigkeitsbereich mehrerer Ressorts fallen; daher empfehlen sich *ressortübergreifende Koordinationsformen in der Verwaltung*.

Mit dem Vordringen der Technik in alle Lebensbereiche, dem Bewußtseinswandel gegenüber Technik und Umwelt und mit der dadurch bedingten zunehmenden politisch-rechtlichen Gestaltung der technischen Entwicklung mehren sich auch die juristischen Konfliktfälle. Dadurch stellt sich die Aufgabe, über neue Formen der Vermittlung zwischen technischem Sachverstand und *Rechtsprechung* nachzudenken; als extreme Forderung ist hierzu die Schaffung von Technikgerichten vorgeschlagen worden.

Zwischen den beiden Extremfällen einer monopolartigen Zentralisierung der Technikbewertung und einer völligen Dezentralisierung von isoliert nebeneinanderstehenden Einheiten sind vielfältige Übergangsformen denkbar. Es dürfte zweckmäßig sein, den mittleren Weg einer *pluralistischen Lösung* mit konkurrierenden Institutionen einzuschlagen, wobei allerdings die sachlich erforderlichen Vernetzungen durch geeignete *Koordinierungsinstitutionen* gewährleistet sein müssen.

Informations- und Dokumentationszentren sollten sicherstellen, daß die Resultate der systematischen Technikbewertungsstudien allgemein zugänglich sind. Um möglichst weitgehende Neutralität zu gewährleisten, dürften solche Zentren keine eigenen Technikbewertungsstudien durchführen.

Eine besonders schwierige, aber unerläßliche Aufgabe ist schließlich die vergleichende Gegenüberstellung und auswertende Diskussion konkurrierender Technikbewertungsstudien. Soweit es dabei vorrangig um widersprüchliche Expertenäußerungen zu Sachfragen geht, können *wissenschaftlich-technische Anhörungs- und Beurteilungsverfahren* (Hearing, Science Court usw.) klärend wirken, weitergehende Untersuchungen anregen und gegebenenfalls einen bedingten Konsens der Experten zustande bringen. Soweit divergierenden Beurteilungen Interessengegensätze und Wertkonflikte zugrunde liegen, können sie auf diese Weise lediglich transparent gemacht werden. Die eigentliche Entscheidung muß den Institutionen der gesellschaftlich-politischen Willensbildung vorbehalten bleiben.

Organisiert man die Technikbewertung in derartigen Formen, würden vielfältige Institutionen mit unterschiedlichem gesellschaftlichem und theoretischem Hintergrund und verschiedenartigen Ansätzen nebeneinander bestehen und einander ergänzen. Wenn der Zwang besteht, sich mit andersartigen Argumenten ernsthaft auseinanderzusetzen, wird am ehesten eine angemessene Information, Bewertung und Entscheidungsfindung erreicht. Ein solches *Netzwerk von Institutionen* bleibt grundsätzlich offen für neue organisatorische Formen.

Da technische Entwicklungen heute die gesamte Geosphäre beeinflussen, müßte die Technikbewertung in Zukunft auch zwischenstaatlich und in *internationalen Institutionen* durchgeführt werden.