

## 1.1 Evolution der industriellen Produktion

### *1.1.1 Technik zur industriellen Produktion*

Die Industrialisierung unserer Gesellschaft hat tiefgreifende Veränderungen ausgelöst. Sie hat das Leben der Menschen so grundlegend beeinflusst, daß ihr Beginn retrospektiv als industrielle Revolution beschrieben wurde. Wenn dieser wirtschaftliche und technologische Wandlungsprozeß auch unter dem zeitlichen Aspekt einer über mehrere Generationen reichenden Ausdehnung eher als eine Evolution bewertet werden muß, so bleibt doch die Erkenntnis, daß durch die technologisch bestimmte Industrialisierung unserer Wirtschaft ein Phasensprung in der Entwicklungsgeschichte der menschlichen Gesellschaft ausgelöst wurde [6, 17].

Entscheidende Quellen dieser gesellschaftlichen Veränderung sind in der Entwicklung von Wissenschaft und Technik zu suchen. Dank seiner schöpferischen Vernunft ist es dem Menschen möglich, auf die Natur einzuwirken, um seine Existenz zu sichern und Lebenskultur zu entfalten. In diesem Prozeß ist es die Aufgabe der Technik, die Menschen von Not und Gefahren zu befreien und die entstehenden Lebensbedürfnisse zu befriedigen. Dieses Bestreben ist der menschlichen Vernunft von Natur aus eigen. Mit Hilfe der Technik versuchen wir, Reichtum und Gewalten der natürlichen Umwelt in Werkzeuge gesellschaftlicher Interessen zu wandeln [1, 19].

Die Technik des Menschen umfaßt als Bestandteil seiner Kultur die Gesamtheit der von ihm geschaffenen Mittel und Verfahren zur produktiven Naturaneignung. Durch Nutzung naturgegebener Rohstoffe und Energiequellen bewirkt die technische Entwicklung eine fortschreitende Verbesserung der Lebensbedingungen, wobei heute mehr denn je die Regenerierungskräfte der Natur erhalten werden müssen [3].

Technisches Handeln zielt auf eine zweckbestimmte gegenständliche Verwirklichung kreativer Vorstellungsprozesse auf der Grundlage von Energie, Material und Infor-

mation. Das Ergebnis ist das Erzeugnis, ist das durch Können des Menschen Erzeugte. Wir nennen diesen Vorgang der Erzeugung auch Produktion und bezeichnen das Erzeugte selbst als Produkt [20].

Technik ergänzt die Natur durch Denken, Planen und Bauen. Durch Denken entsteht das Gedachte, durch Planen das Geplante, und durch Bauen das Gebaute. Hieraus wird deutlich, daß zwischen technischen Handlungsabläufen und der gegenständlichen technischen Welt zu unterscheiden ist. Technik beinhaltet alle künstlichen Mittel zur Dienstbarmachung der Natur. Der Mensch ist das einzige Lebewesen, das durch Technik eine kreativ bestimmte Hilfswelt betreibt, die zur Güterproduktion fähig ist.

Produktion durch Technik ist die Wandlung natürlicher Rohstoffe durch zielgerichtete Organisation schöpferischen Denkens. Obwohl individuell geprägt, ist das soziale Umfeld kreativer Wechselwirkungen unverzichtbar. Die Technikgeschichte lehrt uns, daß die Entfaltung des schöpferischen Geistes vom kulturellen Reifegrad der Gesellschaft, also auch von ihrem Zeitgeist, wesentlich gefördert oder gehemmt werden kann [17].

Die Technik der Produktion verkörpert durch Erzeugen, Formen und Verteilen von Energie, Material und Information die nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten eingeleitete und ausgeführte Wandlung unseres Lebensraumes und damit auch des Lebens in ihm. In diesem Sinne hat es produktionszentriertes Handeln in der Kulturgeschichte des Menschen immer gegeben. Es ist im Wesen des menschlichen Seins verwurzelt. Technik gibt die Möglichkeit, Ideen zur Veränderung der Lebenswelt umzusetzen [6].

Mit zunehmendem technischen Fortschritt hat sich das Sachpotential der Arbeit verändert, hat sich eine eigenständige Arbeitswelt entwickelt. Das steigende Interesse der Öffentlichkeit an der Gestaltung dieser Arbeitswelt führt zu einem Erwartungsdruck gegenüber der technischen Entwicklung und damit auch der Forschung. Allen daran Beteiligten wird zunehmend die gesellschaftliche Verantwortung ihres Handelns bewußt. Das betrifft besonders die Produktionswelt als Arbeitswelt des Menschen, deren technische, wirtschaftliche und soziale Bedingungen künftig noch mehr an Bedeutung gewinnen werden. In dem Maße, wie der technische Fortschritt sowohl unsere Arbeitswelt als auch unsere Umwelt zweckbestimmend beeinflusst, ist es für seine Akzeptanz notwendig, alle gesellschaftlichen Entwicklungsprozesse zu beachten [1, 11].

Die in der Zukunft zu lösenden technologischen Probleme bedürfen zunehmend einer Interpretation. Hilfreich sind dabei historische Vergleiche. Bei vielen Menschen besteht ein Unbehagen, wenn sie mit Fragen der zukünftigen technologischen Entwicklung konfrontiert werden, insbesondere wegen der rasanten Beschleunigung und schwierig zu erfassenden Komplexität technologischer Innovationen.

Die massive Wirkung, welche die vom Menschen entwickelte Technik auf Gesellschaft und Umwelt ausübt, muß immer wieder zur Besinnung auf mögliche Gefahren führen. Das Bedürfnis nach einer sicheren Beherrschung dessen, was wir Technik nennen, hat eine zunehmende politische Aktualität erhalten. Mit dem Fortschritt der Technik ist ihr gesellschaftlicher Status komplizierter geworden. Vom Siegeszug der Technik ist nicht mehr die Rede, die Begeisterung hat sich zu Nachdenklichkeit gewandelt. Vielen Menschen erscheinen technologische Innovationen unserer Zeit unheimlich. Kritisches Bewußtsein führt dazu, daß umstrittene Produkte der Technik nicht unabdingbar in den Markt fließen [2].

Damit Technik nicht abstrakt, unverständlich oder gar bedrohlich wirkt, müssen wir denjenigen, die betroffen sind, diesen Wandel auch deuten und erklären. Dies gilt insbesondere für die Wissenschaftler und Forscher, die heute mit ihrer Arbeit die technologische Entwicklung von morgen vorbereiten. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Technik einen eigengesetzlich wirkenden wirtschaftspolitischen Faktor darstellt, der eine nicht immer vorhersehbare Eigendynamik entwickeln kann. Um so wichtiger ist es für den Techniker, sich der kritischen Diskussion zu stellen. Hierdurch kann am besten verdeutlicht werden, daß weder technokratische Vorstellungen eines Primats der Technik über Wirtschaft und Politik noch eine mechanistische Technikauffassung die Grundlagen technischen Handelns bilden können [19].

Heute wird Technik nicht mehr allein durch ökonomische Zwänge kontrolliert, sondern auch durch soziologische und ökologische Folgenbewertung. In diese Bewertung wird vor allem das Streben der Menschen einzubeziehen sein, ihre elementaren Lebensbedürfnisse zu befriedigen und zu sichern. Diese richten sich zunächst auf Nahrung, Kleidung, Wohnen und Gesundheit, auf Schutz vor Unbilden der Natur, auf die Mehrung von Freizeit und Erholung sowie auf die Möglichkeit, durch Reisen den Erlebenskreis zu erweitern. Hierbei gewinnen Bildung und Wissen immer mehr an Bedeutung [7, 10].

### *1.1.2 Industrielle Fabrikbetriebe: Eine entwicklungsgeschichtliche Betrachtung*

Der Begriff Fabrik ist in seiner heutigen Bedeutung aus dem Französischen abgeleitet. Unter *fabrique* wurde im 17. Jahrhundert eine Werkstatt verstanden, in der mit Feuer gearbeitet wurde. Im 18. Jahrhundert wurden Manufaktur und Fabrikindustrie nebeneinander gebraucht, und im 19. Jahrhundert bildete sich der Begriff Fabrikindustrie für solche Produktionsstätten heraus, in denen Arbeitsmaschinen verwendet wurden. Gemeint war eine im Gegensatz zum Handwerk stehende Produktionsart

von Gütern, die durch höhere Mengenleistung und niedrigere Kosten, aber auch durch weitgehende Gleichheit der Erzeugnisse gekennzeichnet war.

Allgemein wird unter einer Fabrik ein Gewerbebetrieb verstanden, in dem gleichzeitig und regelmäßig Arbeitskräfte außerhalb ihrer Wohnung in geschlossenen Räumen beschäftigt werden. Die Produktion in der Fabrik beruht sowohl auf systematischer Arbeitsordnung als auch auf Anwendung von Werkzeugen und Maschinen. Es wird also ein Produktionssystem zusammengefaßt, daß unter Einbeziehung von Handarbeit und Maschinenarbeit gewerbliche Erzeugnisse nach einem vorgegebenen Organisationsprinzip fertigt.

Ein geschichtlicher Rückblick auf die Entwicklung des industriellen Fabrikbetriebes zeigt, daß nach der Verwendung von Kraftmaschinen zum Antrieb von Arbeitsmaschinen nunmehr die Informationstechnik den technologischen Fortschritt wesentlich beeinflusst. Wollte man die langwelligen, periodischen Entwicklungsphasen der Technik charakterisieren, so könnten die Frühphase der industriellen Produktion als auf Rohstoffnutzung und Mechanisierung gerichteter Pragmatismus, die zweite Phase als auf Produktivität gerichteter Rationalismus und die heutige dritte Phase als auf Harmonisierung und Erhaltung gerichteter technologischer Humanismus gedeutet werden. Technik will heute mehr als nur die Bedürfnisse der Menschen befriedigen (Abb. 1.1-1) [18].

1. Phase	2. Phase	3. Phase
Energietechnik Kraftmaschinen Mechanisierung Aufbruch Kraftorientiert Konzentrierung Orientierung Erfahrung Mut	Arbeitstechnik Arbeitsmaschinen Produktivität Verdichtung Zeitorientiert Rationalisierung Zentralisierung Schulung Macht	Informationstechnik Informationsmaschinen Optimierung Entfaltung Wissensorientiert Systematisierung Globalisierung Bildung Kompetenz
1800	1900	2000

Abb. 1.1-1

Entwicklungsphasen industrieller Arbeitskultur

Untersuchen wir andere Wirkungen der Technik auf den Entwicklungsprozeß der Industrialisierung, so wird deutlich, daß für den arbeitenden Menschen auch eine größere Verfügbarkeit an Freizeit und Lebensqualität erwirtschaftet werden konnte.

Mit der Weiterentwicklung der industriellen Produktionssysteme unterliegen Arbeitswelt und Lebenswelt einer fortwährenden Veränderung. Vermehrte Güterproduktion ist das eine, Verbesserung der Lebensqualität das andere Ziel. Die Technik macht es den Menschen möglich, nicht zufrieden zu sein mit dem, was Welt ist. Seine Technik kann und will aus Erkenntnissen der Naturwissenschaften Nützliches gestalten. Als nützliche Künste einst beschrieben, benötigen die technischen Disziplinen heute neben Kreativität auch die Systematik wissenschaftlicher Forschung. So hat sich auch der Fabrikbetrieb grundlegend gewandelt. Die zunächst noch überlegene Handarbeit wurde durch Maschinenarbeit verdrängt. Die Gründe lagen in der höheren Mengenleistung und Qualitätsleistung mechanischer Arbeitsprozesse. Die Verfeinerung der Maschinengenauigkeit machte mit der Einführung des Austauschbaus den Weg frei zur industriellen Massenfertigung. Von der Handwerkstatt über die Manufaktur entwickelte sich die Fabrik als zentrale Arbeitsstätte industrieller Produktion. Aus der Handwerkstechnik entstand die Fabriktechnik [20].

Die Entwicklung der Technik in der Fabrik ist mit Mechanisierung und Arbeitsteilung verknüpft. Technologisch begann die Industrialisierung im ausgehenden 18. Jahrhundert mit der Erfindung der Dampfmaschine zum Antrieb von Arbeitsmaschinen. Handarbeit wurde durch Maschinenarbeit ergänzt. Dies bewirkte für den Menschen Erleichterung, aber auch gleichzeitig eine wesentliche Steigerung der Fertigungsgenauigkeit. Maschinenarbeitsplätze bestimmten die Gestaltung der Werkstätten, wobei Energiefluß und Arbeitsfluß die Struktur der Fabrik prägten.

Fabriktechnik führte durch organisierte Arbeitsverrichtungen zu einer erheblichen Steigerung der Produktivität. Es waren zunächst Fabriken der vielen und schnellen Hände, so daß der Beschäftigtenbedarf in der industriellen Produktion im 19. Jahrhundert und auch noch in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts erheblich anstieg. Die damit verbundenen wirtschaftlichen, sozialen und politischen Veränderungen führten zu einer Umstrukturierung des Arbeitsmarktes.

Die Weiterentwicklung der Fabriktechnik zielte auf höhere Arbeitsproduktivität durch Einsparung von Arbeitskosten und Kapitalkosten mit Hilfe des technischen Fortschritts. War besonders die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts die Gründerzeit vieler unserer heutigen Fabrikbetriebe, so wurde die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts die Zeit der großen Rationalisierung und systematischen Arbeitsorganisation. Die Fabriktechnik wurde zunehmend mechanisiert und arbeitsteilig so organisiert, daß der Mensch der Maschine beigeordnet und damit ein Glied der Maschinenfließreihe wurde. Er mußte lernen, im Takt der Maschine zu arbeiten. Die Fabrik entwickelte sich umso mehr zu einem ganzheitlich organisierten Produktionssystem, als die

Fließfertigung ein bestimmendes Organisationselement wurde. Die Produktionsleistung hing wesentlich von der Arbeitsgeschwindigkeit des Menschen ab. Typisch für diese Arbeitswelt war ein Mensch-Maschine-System, dessen Produktivität durch Funktionskopplung von Mechanisierung und Bedienung bestimmt war und damit einen erheblichen monotonen Arbeitsdruck bei den Arbeitspersonen erzeugte [14].

Schon in der Frühzeit der Industrialisierung entstanden unterschiedliche Fabriktypen, wesentlich bestimmt durch die Art der Produkte und die Menge der Produktion (Abb. 1.1-2). Bei zwar unterschiedlichen Arbeitsstrukturen war die Fabrik von Anfang an als zentraler Arbeitsort organisiert. Hierarchische Gliederung und Arbeitsteilung waren kennzeichnend, ebenso die Anwendung der Maschinenteknik. Kapital und Arbeit wurden die Eckpfeiler der Produktion. Mit zunehmendem Industrialisierungsprozeß wandelten sich die Fabrikwerkstätten zu organisierten Großbetrieben [15, 18].

Fabrikarbeit zielte auf eine erhebliche Steigerung der Arbeitsproduktivität durch kapitalintensive Investition. Der Produktionsprozeß wurde durch den Druck des wirtschaftlichen Wettbewerbs auf möglichst hohe Stückzahlen ausgerichtet. Dies bewirkte eine konsequente Verstärkung von Arbeitsteilung und Fließfertigung [8].

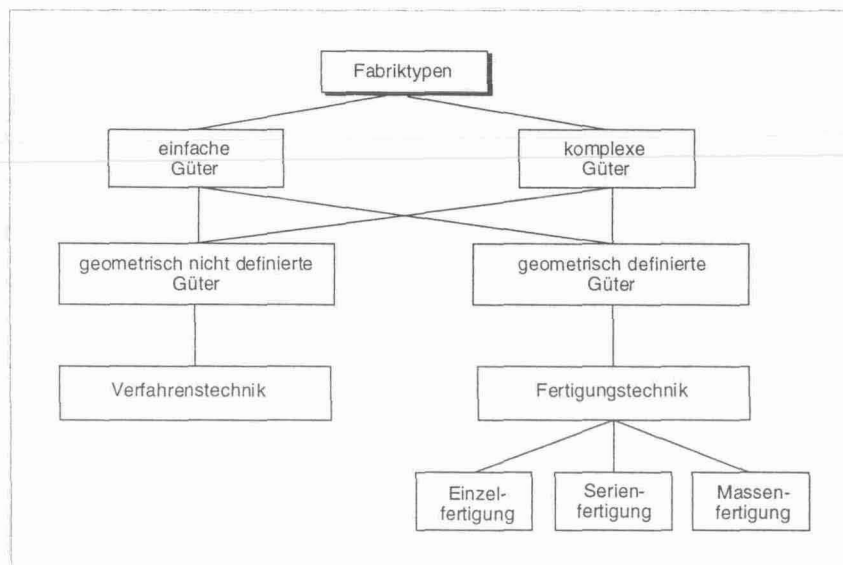


Abb. 1.1-2

Fabriktypen der Güterproduktion [18]

Durch Taylor wurde der Begriff des Scientific Management, der wissenschaftlichen Betriebsführung, eingeführt. In Deutschland entwickelte sich in den zwanziger Jahren die Betriebswissenschaft und mit ihr auch die Psychotechnik, später zur Arbeitswissenschaft entfaltet. Von ihr gingen wichtige Impulse aus. Sie betrafen sowohl die Anpassung der Arbeit an den Menschen als auch die Auswahl geeigneter Menschen für die Arbeit. Frühzeitig wurde die Bedeutung der Wechselwirkung zwischen Maschinensystem und Arbeitswelt erkannt und wissenschaftlich bearbeitet.

Max Weber versuchte, die Rationalisierung als Grundzug der modernen Wirtschaft, Gesellschaft und Staatlichkeit nachzuweisen. Betriebswirtschaftlich bedeutet Rationalisierung schlicht die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung bestehender Zustände. Rationalisieren von Arbeit heißt, diese besser, zweckmäßiger, vernünftiger zu gestalten. Im Grunde sind derartige Rationalisierungsbemühungen in Wirtschaft und Technik als Daueraufgabe zu sehen. Allerdings haben sich die organisatorischen Mittel zur Umsetzung der Rationalisierungsziele im Laufe der Entwicklung immer wieder geändert [23].

Die Produktionstechnik nahm mehr und mehr eine Schlüsselfunktion für eine wirtschaftliche Gütererzeugung ein. Daraus entwickelte sich der ökonomische Zwang, das Produktionsergebnis permanent zu verbessern. Im Jahre 1925 definierte das RKW (Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit in Industrie und Handwerk) Rationalisieren als Erfassung und Anwendung aller Mittel, die Technik und planmäßige Ordnung zur Hebung der Wirtschaftlichkeit bieten. Als Ziel wurde die Steigerung des Volkswohls durch Verbilligung, Vermehrung und Verbesserung der Güter genannt.

Mit zunehmendem Bedarf an Massengütern erfolgten Schritte zur automatisierten Teileproduktion. Kennzeichen der ersten Phase war die starre Automatisierung, die wegen des hohen zeitlichen und technischen Aufwandes beim Einrichten und Umrüsten der Maschinen aus wirtschaftlichen Gründen an hohe Stückzahlen gebunden war. Mechanisch gesteuerte Produktionsautomaten erbrachten eine hohe Produktivität. Getaktete Verkettungen von Maschinenfließreihen, Transferstraßen und Sondermaschinen mit weitgehender Arbeitsteilung führten zu Einzwecksystemen mit hoher Mengenleistung und niedrigen Fertigungskosten. Dabei entwickelte sich ein schrittweiser Übergang von der automatisierten Einzelmaschine zum automatisierten Prozeßablauf unter Einschluß des Materialflusses [8].

Parallel zur Mechanisierung des Fabrikbetriebes wurde eine organisationsbezogene Rationalisierungsbewegung ausgelöst, die vor allem auf eine Strukturierung der Arbeitswelt gerichtet war. Diese durch Formalisierung und Arbeitsteilung geprägte Fabrikorganisation führte zur schärferen Trennung des Produktionsbetriebes von der Produktionsvorbereitung. Der Planungsbereich erhielt eine Eigendynamik und lief deshalb Gefahr, sich personell durch Bürokratisierung zu überlasten. Zur Rationali-

sierung der Büroarbeit entwickelte sich als erste Form einer maschinellen Datenverarbeitung die Hollerith-Technik.

Ein wichtiger Schritt der Weiterentwicklung von Fabrikbetrieben war die Kombination der Automatisierung von Produktionsmitteln mit der Organisation des Fließprinzips. Die Voraussetzung eines störungsfreien Betriebs liegt hierbei in der zielgerechten Bereitstellung aller Produktionsmittel. In den fünfziger und sechziger Jahren erreichte die auf Verkettung gerichtete starre Automatisierung ihre stärkste Expansionsphase. Diese Entwicklung wurde von einer breiten öffentlichen Diskussion über Automation begleitet. Im Zusammenhang mit der stürmischen Entwicklung der Wirtschaft in jener Zeit war die Frage aufgekommen, ob dieser Prozeß eine zweite industrielle Revolution bedeute. Andererseits wurde auf die Kontinuität der Entwicklung hingewiesen und Automatisierung nur als Krönung des Fabrikbetriebes bewertet [21].

### *1.1.3 Die Informationstechnik verändert die Produktion*

In industriellen Produktionssystemen findet neben der Energie- und Materialumsetzung permanent die Umsetzung von Wissen und Information statt (Abb. 1.1-3). Die Weiterentwicklung industrieller Produktionssysteme wie die Gestaltung neuer Fabriken muß daher auf das Ziel gerichtet sein, einerseits die Leistungsfähigkeit der automatisierten Datenverarbeitung zu erhöhen und andererseits die menschliche Fähigkeit, Wissen zu erwerben und zweckgerichtet zu nutzen, durch informationstechnische und kommunikationstechnische Werkzeuge stärker als bisher zu unterstützen. Zur Handhabung von Wissen und Information kommen verschiedene Vorgehensweisen und Technologien zum Einsatz. Während eine technische Unterstützung besonders bei der Informationsbeschaffung, -verarbeitung und -umsetzung innerhalb des Produktionsprozesses bereits bei vielen Unternehmen in unterschiedlichem Umfang realisiert ist, steht die Wissensgewinnung und zielgerichtete Umsetzung von Wissen mit Hilfe geeigneter Werkzeuge in der betrieblichen Praxis erst am Anfang der Entwicklung.

Den stärksten Rationalisierungseinfluß auf die Organisation der Fabrikbetriebe hatte die Einführung der elektronischen Datenverarbeitung. Ausgelöst durch Anforderungen der militärischen Luftfahrtindustrie wurde Anfang der fünfziger Jahre in den USA ein erstes Konzept der flexiblen Automatisierung, die numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine, vorgestellt. Die informationstechnische Durchdringung des gesamten Fabrikbetriebes hat in den nachfolgenden Jahrzehnten neue Fabrikstrukturen geschaffen, die unser Arbeitssystem entscheidend gewandelt haben (Abb. 1.2-4) [30].



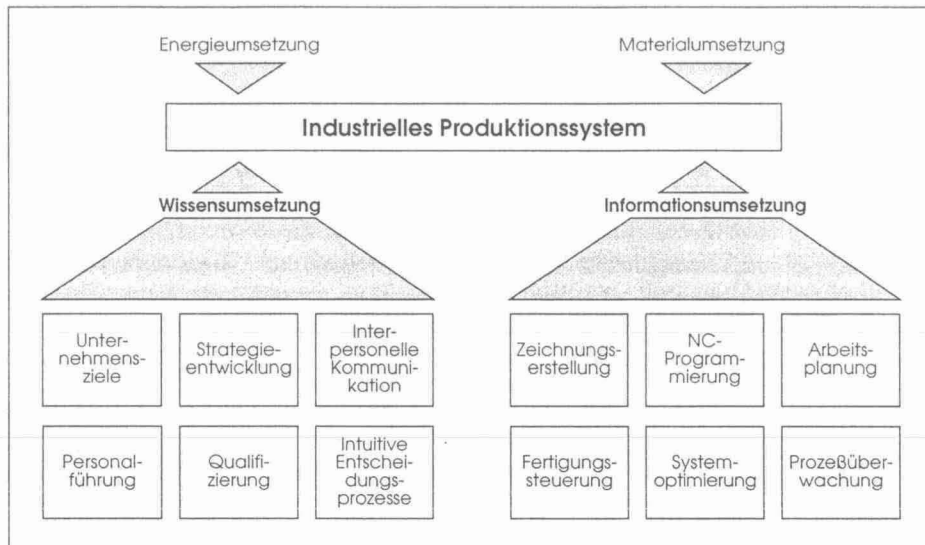


Abb. 1.1-3

## Wissens- und Informationsumsetzung im industriellen Produktionssystem

Besonderes Merkmal einer numerischen Steuerung ist die digitale Programmierung der Daten für die geometrischen und technologischen Funktionen. Im Zuge der weiteren Entwicklung wurden sowohl der gesamte Fertigungsprozeß als auch Konstruktion und Arbeitsplanung zunehmend durch Rechnertechnik unterstützt. Wir sprechen von CAD als rechnerunterstützte Konstruktion, von CAP als rechnerunterstützte Arbeitsplanung, von CAM als rechnerunterstützte Fertigung und von CAQ als rechnerunterstützte Qualitätssicherung. Eine hohe Bedeutung als Exekutive für die Auftragsabwicklung haben die rechnerunterstützten Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme (PPS), die der Planung, Steuerung und Überwachung der Produktionsabläufe unter Mengen-, Termin- und Kapazitätsaspekten dienen.

Aus technischer Perspektive wird richtungweisend für zukünftige Fabrikstrukturen der durchgängige Informationsfluß sein, bei dem die elektronische Datenverarbeitung in einem bereichsübergreifenden Informationssystem alle zusammenhängenden Fabrikbereiche verbindet. Die höchste Ebene der rechnerunterstützten Fabrikorganisation ist durch eine Integrationsstrategie für die einzelnen Teilsysteme gekennzeichnet.

Die Informations- und Kommunikationstechnik in der Fabrik ist kontinuierlich zu einer wirtschaftlich bedeutenden Größenordnung herangewachsen. Der Fabrikbetrieb entwickelt sich zunehmend integrativ zu einem informationstechnisch vernetzten

Verbund. Die angebotenen Möglichkeiten sind eine Herausforderung. Sie bieten neue Gestaltungsmöglichkeiten zur Weiterentwicklung der Produktivität, auch in den der Fertigung vorgelagerten Bereichen des Fabrikbetriebes durch Verkürzung der Durchlaufzeiten und Verbesserung der Arbeitsqualität [18].

Im Zusammenhang mit der rasanten Entwicklung der Rechnersysteme spielt die Leistungsfähigkeit der Software eine entscheidende Rolle. Die Fabrik wird organisatorisch zunehmend mit Software rationalisiert. Dies bedeutet, daß zukünftig die Gestaltung eines fortschrittlichen Fabrikbetriebes auf der Verfügbarkeit informationstechnischer Organisationswerkzeuge beruht. Vor diesem Hintergrund scheint es angebracht, von einer Fabrikbetriebsinformatik zu sprechen.

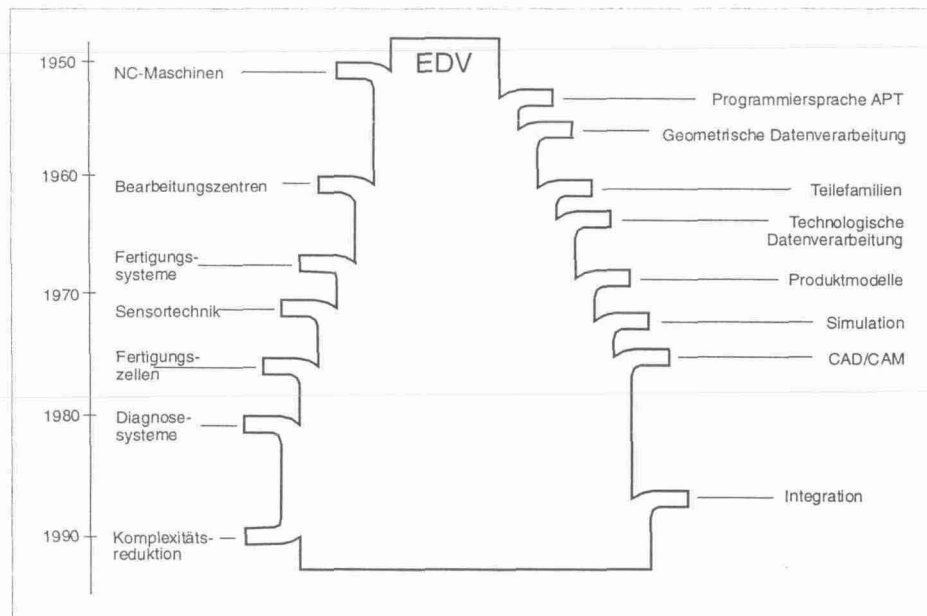


Abb. 1.1-4

## Entwicklung der Rechnerunterstützung in der Fabrik

Voraussetzung für den wirtschaftlichen Erfolg produktiver, aber auch kapitalintensiver Produktionsanlagen sind Flexibilität, Qualität und Verfügbarkeit. Allgemein gilt der Grundsatz, daß die Erneuerung eines Fabrikbetriebes vom Produktionsprozeß ausgehen muß. Der meist damit verbundene hohe Investitionsaufwand rechtfertigt nicht nur den Einsatz rechnerunterstützter Planungshilfen, sondern zwingt oft dazu,

weil es keine Alternative gibt. Nachdem die Rationalisierungsmaßnahmen zunächst mehr punktuellen Charakter hatten, erreichten sie im fortgeschrittenen Stadium eine Wirkung auf alle Organisationsbereiche des Fabrikbetriebes.

Der entscheidende Wandlungsprozeß der Fabrikorganisation erfolgte aber erst durch die Übernahme von administrativen und technologischen Informationsflüssen durch die Rechnertechnik. Singuläre Entwicklungen zu Automatisierungseinseln entwickelten sich durch Vernetzung weiter zu flexiblen Organisationseinheiten. Es handelte sich hierbei um eine vom Systemgedanken gesteuerte Integration des Informations-, Energie- und Materialflusses im Fabrikbetrieb mit dem Ziel einer ganzheitsorientierten Produktivitätssteigerung.

Bis zur Einführung numerischer Steuerungen bedeutete Automatisierung in der Regel eine starre Festlegung des Arbeitsablaufes. Über lange Zeit gleichbleibende Arbeitsabläufe, also Großserien und Massenfertigung von Produkten, waren die Voraussetzung einer starren Automatisierung. Die Einführung mikroelektronischer Systeme in die Produktionstechnik führte zum Einsatz von Rechnersteuerungen, die durch Programmierbarkeit der Arbeitsmittel den Übergang zur flexiblen Automatisierung der Produktion markieren. Flexibel automatisierte Fertigungssysteme erlauben vielfältige Variationsmöglichkeiten bezüglich Arbeitsablauf und Produktseriengröße. Die weitreichende Bedeutung numerischer Steuerungen blieb anfangs noch verborgen. Vor allem wurden die damit verbundenen Automatisierungspotentiale kaum erkannt. Erst die Entwicklung maschineller Programmiersysteme und die Einführung der Prozeßrechner eröffneten die Möglichkeit, ein breites Teilespektrum wirtschaftlich auf NC-Maschinen herzustellen [20].

Allgemein beinhaltet die Beziehung Technik und Arbeit sowohl eine qualitative als auch eine quantitative Seite. Technik vermehrt und vermindert die Menge an Arbeit, sie verändert aber auch ihre Inhalte, beeinflusst die Arbeitszeit und den Arbeitsort des Menschen und prägt sein Berufsbild. Technik verlangt zunehmend nach mehr Wissen, und zwar auf jedem Ausbildungsniveau. Dabei sind Eigenschaften wie Zuverlässigkeit und Gründlichkeit ebenso gefragt wie Kreativität und Organisationsfähigkeit. In modernen Produktionssystemen werden Spezialisten und Generalisten gefordert, die sich zu einem produktivitätszentrierten Arbeitsverbund ergänzen.

#### *1.1.4 Sicherung des Produktionsstandortes Deutschland durch wissensintensive Produkte und Produktionsverfahren*

Wissen ist als Produktionsfaktor eine zentrale Ressource im Unternehmen. Die Verfügbarkeit von Wissen wird für die wirtschaftliche Entwicklung von Volkswirtschaften an Bedeutung weiter zunehmen. Unter diesem Gesichtspunkt besitzt der Produktionsstandort Deutschland im Weltvergleich eine günstige Wettbewerbsposition. Dies gilt sowohl für bestehendes Produktionswissen, als auch für die Gewinnung von neuem Wissen. Aus der steigenden Bedeutung von Wissen und Information innerhalb der Wertschöpfungskette innovativer Produkte kann ein wachsender Wettbewerbsvorteil deutscher Unternehmen entwickelt werden. Dabei ist es allerdings sehr entscheidend, daß eine schnelle Umsetzung von innovativem Wissen in marktorientierte Produkte erfolgt.

Die Verarbeitende Industrie wird in Deutschland mit den weltweit höchsten Arbeitskosten belastet. Dieser Zustand ist nur unter großen Schwierigkeiten zu verändern. Leichter müßte es möglich sein, die Arbeitsleistung zu steigern. Dazu gehört auch die Beschleunigung von Entscheidungsprozessen. Hierzu gehört wiederum die Verfügbarkeit einer geeigneten Wissensbasis.

Für das Hochlohnland Deutschland ist die Erhaltung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit in besonderem Maße von der erbrachten Arbeitsproduktivität und schneller Handlungsfähigkeit abhängig. Hohe Arbeitskosten fordern zu einer angemessenen Steigerung der Arbeitsproduktivität heraus. Andere Wirtschaftsregionen holen auf und erzielen mittlerweile eine höhere Produktivität bei zum Teil bedeutend geringeren Arbeitskosten. Zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit muß unter diesen Umständen vor allem ein schnell umsetzbarer Wissensvorsprung bei Produkten und Prozessen angestrebt werden. Dies bedeutet, daß möglichst kurzfristig entschieden wird und auch keine wie Schleusen wirksame Sperrzeiten für Entscheidungen existieren.

Sich stets erneuerndes Wissen ist die Basis für innovative Produkte und Prozesse. Durch die Erweiterung bestehenden Wissens und dessen Anwendung sind kontinuierlich verbesserte Verfahren und Produkte zu entwickeln. Aus der Kombination von unternehmensinternem Fertigungswissen mit wissensintensiven Dienstleistungen können so attraktive Geschäftsfelder und Marktsegmente neu entstehen. Traditionelle Arbeitsplätze in der Fertigung werden ergänzt durch neue Aufgaben wie Softwareentwicklung, Instandhaltung oder Beratung. Der Markt verlangt immer weniger die ausschließlich produktorientierte Lösung, als vielmehr ein komplettes, serviceorientiertes Leistungspaket.

Neben Produkt- und Prozeßwissen ist das Wissen über Kundenanforderungen und Konkurrenzkonstellationen eine wesentliche Voraussetzung für ein schnelles und sicheres Agieren am Markt. Wissen ist vor dem Hintergrund sich zunehmend verkürzender Produktlebenszyklen aber auch einem permanenten Alterungsprozeß unterworfen. Der raschen Umsetzung vorhandenen Wissens in innovative Produkte sowie der ständigen Generierung neuen Wissens kommt daher eine hohe Bedeutung zu.

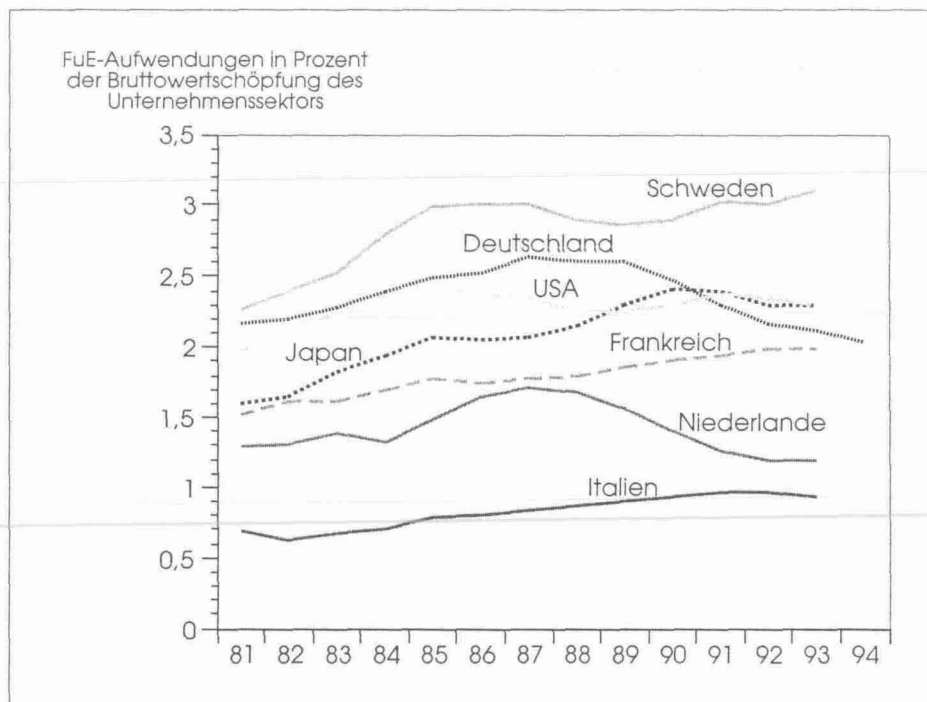


Abb. 1.1-5

Forschungsausgaben von Unternehmen im internationalen Vergleich [4]

Unternehmen sind häufig zu stark auf ihr bestehendes Produktsortiment fixiert. Die für die Erzeugung dieser Produkte erforderlichen Prozesse beinhalten oft ein Wissenspotential, das über die Herstellung und Vermarktung der angestammten Produktpalette hinausgeht. Unternehmen sollten nicht nur in den gewohnten Produkten denken, sondern ihr Leistungsprofil stärker unter prozeßorientierten Gesichtspunkten optimieren. Unberührt davon bleibt die Konzentration auf die Kernkompetenzen

eines Unternehmens. Eine Ausgliederung von Teilprozessen darf allerdings nicht nur eine kurzfristige und eindimensionale Sichtweise zur Kostenreduzierung verfolgen, da eine Aufgabe von Wissen nachträglich nur schwer wieder aufgeholt werden kann.

Technisches Wissen ist an den gut ausgebauten Instituten und Forschungseinrichtungen in ausreichender Fülle vorhanden. Vielmehr mangelt es an der industriellen Umsetzung entsprechender Kenntnisse. Besonders mittelständischen Unternehmen fehlt es an den notwendigen finanziellen und personellen Kapazitäten einer eigenständigen Forschung und Entwicklung. Wirtschaft und Wissenschaft sind gefordert, den Dialog beidseitig aufzunehmen.

Als bedrohlich ist in diesem Zusammenhang der mit Beginn der neunziger Jahre einsetzende Rückgang von Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen deutscher Unternehmen zu bezeichnen. Gemessen an der Bruttowertschöpfung der Unternehmen ging der Anteil an Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen kontinuierlich von gut 2,6 Prozent in 1987 auf rund 2 Prozent im Jahr 1994 zurück (Abb. 1.1-5). Damit ist die Gefahr verbunden, neben der nachlassenden Wettbewerbsfähigkeit unter Kostengesichtspunkten nun auch auf technologischem Gebiet im internationalen Vergleich ins Hintertreffen zu geraten [4].

#### *1.1.5 Wissensverarbeitung als zentrale Führungsaufgabe*

Der Unternehmensführung kommt die zentrale Aufgabe zu, die obersten Leitungs- und Führungsentscheidungen zu treffen. Darüber hinaus ist sie für die Zielsetzung und Zielerreichung des Unternehmens verantwortlich. Dazu zählen sowohl Sachziele, wie zum Beispiel die Erzeugung und der Vertrieb von Gütern, als auch Formalziele wie Gewinn, Rentabilität, Liquidität oder Wachstum. Diese unternehmensbezogenen Führungsaufgaben erfordern neben der Berücksichtigung betriebsinterner Stärken und Schwächen systematisch erfolgende Handlungen der Wahrnehmung, Sammlung, Auswertung und Weiterleitung von Wissen und Information aus dem Unternehmensumfeld zur Vorbereitung von Entscheidungen sowie zur Erkennung künftiger Erfolgspotentiale.

In diesem Bereich besteht bei vielen Unternehmen noch ein hoher Bedarf an methodischer und organisatorischer Weiterentwicklung zur Optimierung der Wissens- und Informationsbeschaffung und vor allem bei der sich anschließenden zielgerichteten Wissensumsetzung. Das gegenwärtig in nahezu unbegrenzten Mengen angebotene Wissen stellt Unternehmen, die aus dieser Fülle an mehr oder weniger strukturierten Informationen Wettbewerbsvorteile ableiten wollen, vor viele Fragen: Sollen alle erhältlichen Informationen gesammelt werden oder ist von vornherein auszuwählen? Nach welchen Kriterien werden sie als Daten sinnvollerweise selektiert und anschließend analysiert?

Das Finden und Halten einer Balance zwischen der verarbeitbaren Menge an unternehmensrelevanten Informationen und der großen Masse an für das Unternehmen eher unbedeutendem "Restwissen" ist zu einer wettbewerbsentscheidenden Aufgabe für alle Unternehmensfunktionen sowie für die Unternehmensführung selbst geworden. Um sich auf der Basis eigener Potentiale optimal auf den Wettbewerb einzustellen, ist eine permanente und präzise Verarbeitung des zwischen Zulieferern, Kunden und Konkurrenten fließenden Wissens vorzunehmen. Dieses Wissen wird von den Mitarbeitern der jeweiligen Unternehmensbereiche, wie zum Beispiel Vertrieb, Service oder Fertigung, in betriebspezifisches Wissen umgearbeitet. Dieser Umwandlungsprozeß geschieht in der Regel ungesteuert und fast unbemerkt. Das Wissen ist oft personengebunden und nur selten systematisiert abgelegt (Abb. 1.1-6).

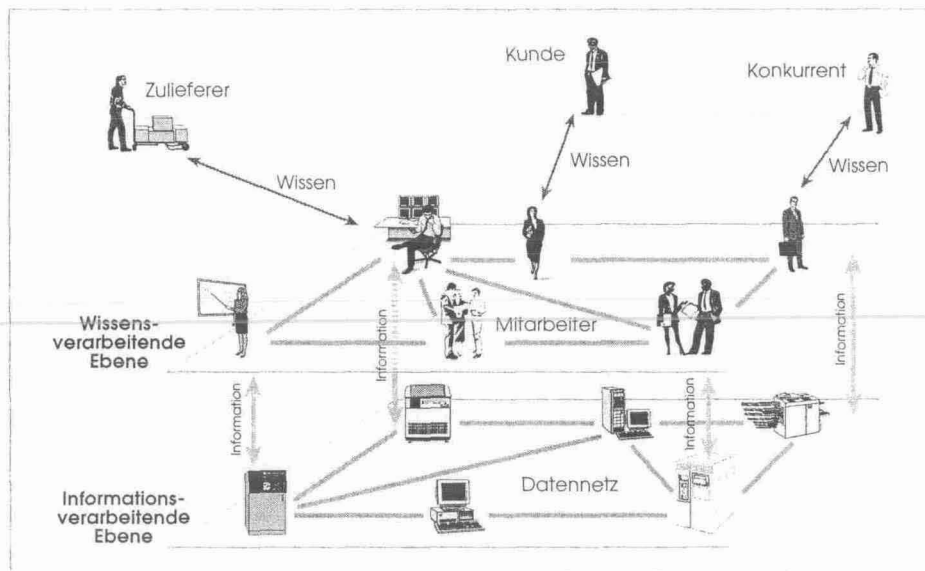


Abb. 1.1-6

Wissens- und informationsverarbeitende Ebene im Unternehmen

Aus diesem Wissen entsteht durch zielgerichtete Verknüpfung und Strukturierung Information, die in Form von Auftrags- und Angebotsunterlagen, Stücklisten oder Fertigungszeichnungen vorliegt. Dieser Wandlungsprozeß von strategischem Wissen in betriebspezifische Information hat entscheidenden Einfluß auf die nachfolgenden

Produktionsprozesse und damit auf das Produktionsergebnis. Die Effizienz dieser Transformation hängt in starkem Maße von den unternehmensspezifischen Bedingungen ab und wird wesentlich beeinflusst durch

- die ablauforganisatorische Prozeßgestaltung,
- die formellen und informellen Kommunikationsstrukturen,
- die Qualifikation der Mitarbeiter sowie
- den Einsatz informationstechnischer Hilfsmittel.

Die Unternehmensführung ist bei der Entscheidungsfindung zum großen Teil auf diese im eigenen Betrieb aufbereiteten Informationen angewiesen. Die Qualität und Quantität dieser Informationen hat damit direkten Einfluß auf die Güte von Führungsentscheidungen. Doch das in der Unternehmensführung vorhandene Wissen einschließlich der aufbereiteten Informationen reicht allein nicht zur Entscheidungsfindung aus. Die Unternehmensführung steht vor der zentralen Aufgabe, Wissen und Information zum gegebenen Zeitpunkt zu richtigen Entscheidungen zu "verarbeiten".

Dabei wird in der klassischen Managementlehre davon ausgegangen, daß die zur Leitung eines Unternehmens erforderlichen Führungsaufgaben durch die Prozeßschritte Planen, Organisieren, Anordnen, Koordinieren und Kontrollieren abgearbeitet und gelöst werden können. Der Transformationsprozeß vom Rohstoff zum absetzbaren Gut vollzieht sich hierbei gewissermaßen durch "Informationsdruck" in Systemen geteilter finanzieller und materieller Produktionsmittel (Abb. 1.1-7).

Im Gegensatz dazu versuchen neuere Ansätze, die bei allen Managementprozessen wirksamen subjektiven Aspekte stärker zu berücksichtigen. Danach sind Unternehmen eher als Systeme geteilter Handlungsbewertungen zu begreifen. Die Führungsaufgaben vollziehen sich in einer zum Teil widersprüchlichen Wirklichkeit: das eigene Handeln wird vom Umfeld bewertet und muß immer wieder erneut legitimiert werden. Die Unternehmensführung definiert und bestimmt somit nach eigenen Vorstellungen die Realität anderer.

Diese Ansätze heben die Bedeutung qualifizierter Entscheidungen für die Unternehmensführung besonders hervor. Nur auf der Grundlage sicherer und qualitativ hochwertiger Informationen kann das Management das komplexe und teilweise widersprüchliche Unternehmensumfeld zweckgerichtet beschreiben und erklären. Die vom Management getroffenen Einschätzungen und Bewertungen führen auf diesem Weg zu abgesicherten Handlungsanweisungen, die bei Bedarf fundiert begründet oder gegenüber Interessengruppen wie beispielsweise Anteilseignern legitimiert werden können.



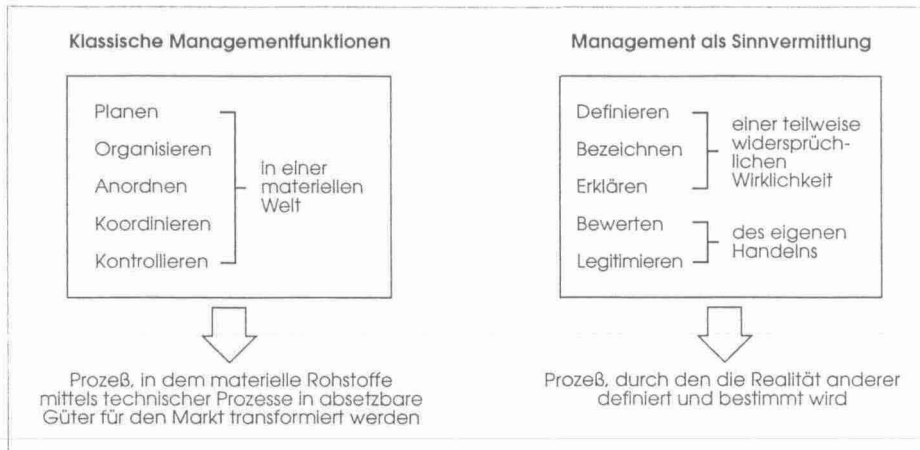


Abb. 1.1-7

## Management als Sinnvermittlung [9]

Parallel zur Wissensverarbeitung auf der Ebene der Unternehmensführung muß das Wissen für die erforderlichen Produktionsprozesse vorbereitet und bereitgestellt werden. Dazu transformieren die Unternehmensmitarbeiter auf der wissensverarbeitenden Ebene komplexes Wissen zu produktionsspezifischen Informationen und leiten diese an die informationsverarbeitende Ebene weiter. Die beispielsweise als Datensätze in digitaler Form vorliegenden Informationen können dann in einem Datennetz weiterverarbeitet werden und fließen so direkt in den Produktionsprozeß ein. Sowohl bei der Transformation als auch bei der sich anschließenden Weiterverarbeitung kommt der Nutzung informationstechnischer Hilfsmittel eine zentrale Bedeutung zu.

### 1.1.6 Informationstechnik in der wissensgetriebenen Fabrik

Die Informations- und Kommunikationstechnik hat heutzutage ihren festen Platz in der Fabrik. Sie ermöglicht Produktionsunternehmen, ihre Leistungserstellungsprozesse im Sinne einer Parallelisierung und Dezentralisierung entscheidend zu beschleunigen und zu rationalisieren. Unternehmensprozesse werden mit Hilfe informationstechnischer Unterstützung gesteuert und nehmen dadurch einen optimalen Verlauf. Die elektronische Vernetzung entlang der Prozeßkette bindet mittlerweile sowohl den Lieferanten als auch den Kunden in den Geschäftsprozeß ein.

Die zunehmende Durchdringung eines Unternehmens mit Informations- und Kommunikationssystemen geht einher mit steigender Komplexität sowie einer Ausweitung des Wirkungsbereiches (Abb. 1.1-8). Dabei vollzieht sich ein Wandel in der Zielsetzung, die mit der informationstechnischen Unterstützung verfolgt wird. Standen mit der anfänglichen Anwendung der Informationstechnik rein effizienzsteigernde Auswirkungen auf einzelne Funktionen im Mittelpunkt, so bietet die heutige Informationstechnik Möglichkeiten zur globalen Effektivitätserhöhung der gesamten Leistungserstellung.

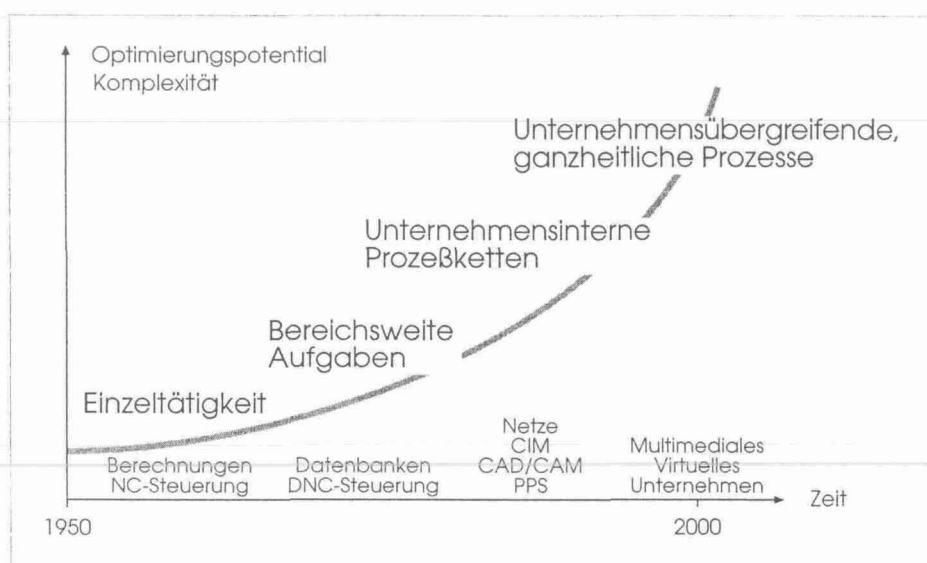


Abb. 1.1-8

Evolution der informationstechnischen Unterstützung der Unternehmensorganisation

Die informationstechnische Unterstützung wird auf dem niedrigsten Niveau lediglich als Hilfsmittel für isolierte Einzelstätigkeiten genutzt. Die Unternehmensorganisation wird bei einem derartigen Einsatz nicht beeinflusst. Auf der zweiten Stufe erstreckt sich die Informationstechnik auf eine Optimierung ganzer Bereiche. Bei den informationstechnisch unterstützten Verrichtungsabläufen ist eine deutliche Leistungssteigerung zu verzeichnen. Die Organisationsstruktur wird mit Hilfe der Informationstechnik abgebildet. Auf der dritten Stufe erfolgt die unternehmensweite Ausdehnung der Datenverarbeitung durch die Integration einer Vielzahl von Aufgabenfeldern in das

informationstechnische Netzwerk. Die dezentrale Organisationsstruktur wird durch die Informationstechnik unterstützt, indem unterschiedliche Systemanwendungen betrieblicher Teilfunktionen miteinander gekoppelt werden.

Die höchste Stufe informationstechnischer Durchdringung in einem Unternehmen stellt das sogenannte vernetzte Virtuelle Unternehmen dar. Hierunter wird ein zeitlich befristetes Netzwerk unabhängiger Regionen verstanden, die durch eine leistungsfähige Informations- und Kommunikationsstruktur miteinander verknüpft sind. Der Zusammenschluß ist zweckorientiert, im Vordergrund steht eine ganzheitliche, funktionsübergreifende Zielsetzung. Aufgrund der bereits jetzt schon weltweit vorhandenen und miteinander in Beziehung stehenden Datennetze stellt ein globales Aktionsfeld für ein Virtuelles Unternehmen keine Vision mehr dar. Das Virtuelle Unternehmen betreibt einen multimedialen Datenaustausch und bietet damit auch neuen Arbeitsorganisationsformen, wie der Telearbeit, Möglichkeiten zur Entfaltung. Virtuelle Unternehmen können auf verschiedenen Ebenen entstehen. Innerbetriebliche Projektteams können zur Bewältigung ihrer gemeinsamen Arbeitsaufgabe kooperative Netzstrukturen nutzen.

Darüber hinausgehend kann auf der zwischenbetrieblichen Ebene durch die Einbindung von Kunden, Lieferanten und Geschäftspartnern ein Netzwerk miteinander kooperierender Unternehmen geschaffen werden. Durch standardisierte Dienste, wie etwa dem elektronischen Geschäftsdatenaustausch, können Partner weltweit in den Wertschöpfungsprozeß einbezogen werden. So kann mit Hilfe vernetzter Rechner-systeme weltweit und zeitzoneüberschreitend simultan an Teilaufgaben gearbeitet werden. Virtuelle Unternehmensstrukturen zeichnen sich durch die unternehmensübergreifende Verknüpfung von Kernkompetenzen entlang der gesamten Wertschöpfungskette aus. Das Wissen über die effiziente Gestaltung derartiger Netzwerke wird zum entscheidenden Wettbewerbsvorteil.

Die Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik beruht im wesentlichen auf der Entwicklung der Mikroelektronik sowie auf der Entwicklung der Netzwerktechnik. Dank immer leistungsfähigerer Mikrochips ist eine permanente Steigerung der Verarbeitungsgeschwindigkeit sowie eine stetige Erhöhung der Speicherleistung festzustellen. Die Mikroelektronik erlaubt die Speicherung von Datenmengen im Gigabereich auf immer kleiner werdendem Raum.

Auch die Netzwerktechnik wird aufgrund breitbandiger Strukturen zusehends leistungsfähiger. Derzeitige Netzwerke sind in der Lage, Daten im Hochgeschwindigkeitsbereich zu übermitteln. Weder geographische noch kapazitätsbezogene Grenzen stellen zukünftig ein Problem dar. Aufgrund der zur Verfügung stehenden hohen Übertragungskapazitäten sind alle Möglichkeiten zur multimedialen Kommunikation auf weltweiter Ebene möglich. In Ergänzung dazu sichern Mobilfunknetze die ortsunabhängige Kommunikationsbereitschaft mit globalen Partnern. Voraussetzung für

einen reibungslosen Datenaustausch ist die Gestaltung einer offenen Systemarchitektur. Die Offenheit bezieht sich dabei auf die Kompatibilität der miteinander kommunizierenden Rechnersysteme, die durch entsprechende standardisierte Schnittstellen sichergestellt werden muß.

Ein wesentlicher informationstechnischer Baustein zum Aufbau kommunikativer Austauschprozesse ist das eigentliche Netzwerk. Das weltweit verbreitete Netzwerk Internet verbindet nach Schätzungen des BMWI derzeit rund 40 Millionen Nutzer miteinander. Diese Rechner sind wiederum in über hunderttausend lokalen, regionalen und nationalen Netzen gekoppelt. In Deutschland wird das Internet im kommerziellen Bereich hauptsächlich als ein Medium zur Unternehmenspräsentation angesehen. Für die Produktion bietet sich jedoch als ein konkretes Anwendungsfeld auch die automatisierte Steuerung der Auftragsplanung, Lagerverwaltung, Fertigungssteuerung und Störungsdiagnose und -behebung durch miteinander vernetzte Rechner an. Auch die Einbindung von Kunden und Zulieferern ist durchaus vorstellbar. Der technische Aufwand zur Realisierung einer Kommunikation zwischen den Rechnern ist relativ gering. Benötigt werden lediglich eine softwaretechnische Steuerung sowie ein übergeordneter Leitstand in Form eines Monitors [5].

Entsprechende informationsverarbeitende Organisationskonzepte können mit Hilfe der zur Zeit diskutierten Intranets realisiert werden. Unter dem Begriff des Intranets werden unternehmensinterne, elektronische Kommunikationsverbünde verstanden. Intranets sind eine Art unternehmensinterner Online-Dienste mit Diskussionsforen, Datenbanken, Archiven, Nachrichtendiensten und elektronischer Post. In der unternehmensinternen Datenbank lassen sich beispielsweise Produktinformationen, Dokumentationen oder Verkaufszahlen ablegen. Das Fachwissen des Unternehmens wird somit in Form von Berichten und Statistiken dokumentiert und archiviert. Die im Intranet verwendeten multimedialen Daten, in Form von Text, Bild, Video sowie Audio, werden komfortabel verwaltet und lassen sich daher auf einfache Art und Weise abrufen und auch speichern. Ein Vorteil der Intranets besteht in der Systemunabhängigkeit des vom jeweiligen Rechner verwendeten Betriebssystems. Unterschiedlichen Rechnerwelten wird daher eine reibungslose Kommunikation ermöglicht. Aufgrund der geringen technologischen Anforderungen sind auch die Kosten für das Intranet sehr niedrig. Die im Unternehmen vorhandene Datenverarbeitungs-Infrastruktur kann in der Regel für die Intranet Anbindung genutzt werden. Ergänzend ist lediglich Software für den Server sowie Betriebssystemsoftware erforderlich. Investitionen in das Intranet sind relativ risikolos, da sämtliche Verfahren, die für das Internet entwickelt werden, auch in das unternehmenseigene Netz integrierbar sind.

Die konsequente Anwendung fortgeschrittener Informationstechnik stellt jedoch insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen vor Schwierigkeiten. Zum

einen ist ein hoher finanzieller Aufwand für Software und Hardware vonnöten, zum anderen ist das zur Einführung moderner Informationstechnologien notwendige Know-how im Unternehmen selbst nicht vorhanden. Zudem sind die zur Zeit am Markt erhältlichen standardisierten, modular aufgebauten Softwarelösungen in der Regel auf Großunternehmen und deren Bedürfnisse zur Realisierung durchgängiger Prozeßketten zugeschnitten. Für kleine und mittelständische Unternehmen existieren allenfalls Insellösungen, die zwar mit erheblichem Aufwand unternehmensspezifisch erweiterbar sind, aber eine ganzheitliche Betrachtung der Geschäftsprozesse nur ungenügend berücksichtigen.

### *1.1.7 Wissensorientierte Organisationsgestaltung*

Ziel einer wissensorientierten Arbeitsorganisation muß es sein, den Mitarbeiter durch entsprechende Gestaltungsfreiheit, Entscheidungsbefugnisse und Eigenverantwortung zu einem unternehmerisch handelnden Mitarbeiter zu qualifizieren. Die Unternehmensführung ist aufgerufen, die dafür notwendigen Voraussetzungen zu schaffen. Wissen steht bei uns noch immer unter dem Verdacht, als Machtinstrument mißbraucht zu werden.

Seitens der Führungsebene sind Anreizsysteme für den Mitarbeiter zu schaffen, um sein komplettes Wissen zur Optimierung von Produkt und Prozeß einzubringen. Dazu zählt beispielsweise die Auslobung von Erfinderpreisen, die Einführung einer Patentstrategie oder auch kreative Formen der Umsetzung von Verbesserungsvorschlägen. Es sind kreativitätshemmende Hierarchien abzubauen und Projektgruppen zu fördern, die neue Ideen generieren. Innovationen gedeihen weder in autoritär geführten Unternehmen noch in Firmen, die den Großteil der Verantwortung nach unten delegieren. Für die Wissensgenerierung spielt das mittlere Management die herausragende Rolle. Es verknüpft die strategische Vorgabe der Unternehmensführung mit den Ideen der Mitarbeiter.

Die Verfügbarkeit erforderlicher Informationen für Entscheidungs- und Handlungsprozesse muß organisatorisch geregelt sein. Mit Hilfe der Informationstechnik kann analog zum Materialfluß auch die Informationslogistik gesteuert werden. Die richtige Information hat zur richtigen Zeit in der gewünschten Aufbereitung am richtigen Ort verfügbar zu sein (Abb. 1.1-9).

Um diese Handlungsmaxime zu erfüllen, sind die innerbetrieblichen Ablaufprozesse neu zu gestalten. Oberstes Gebot ist dabei die Berücksichtigung einer ausreichenden Flexibilität, die es erlaubt, auf sich ändernde Bedingungen möglichst schnell zu reagieren. Die geforderte Flexibilität bezieht sich auch auf die Gestaltung der gesamten Wertschöpfungskette. Anstelle schwerfälliger, starrer Organisationsstrukturen entstehen zeitlich befristete Verbindungen, die die Konzentration auf den eigentlichen

Leistungsprozeß und damit verbunden auf die jeweiligen Kernkompetenzen zum Gegenstand haben.

Auch auf der Mitarbeiterebene ergeben sich durch den Einsatz leistungsfähiger Informations- und Kommunikationstechnologien organisatorische Veränderungen. So kann sich der Mitarbeiter fernab seines angestammten Arbeitsplatzes teleoperativ jederzeit in das Unternehmensnetzwerk einbinden. Insbesondere Service- und Vertriebsmitarbeiter sowie Teleworker wenden das Konzept des "Mobile Computing" an. Sie loggen sich zu Arbeitsbeginn in das Informationsnetz ein, informieren sich über zu erledigende Aufträge und stellen auf diese Art und Weise ihren Tagesablauf zusammen. Servicemitarbeiter informieren sich bei Wartungsarbeiten mit Hilfe entsprechender Wartungs- und Diagnosetools in speziellen dafür aufbereiteten Datenbanken, während Vertriebsmitarbeiter sich On-line die aktuellsten Produktinformationen zusammenstellen können.

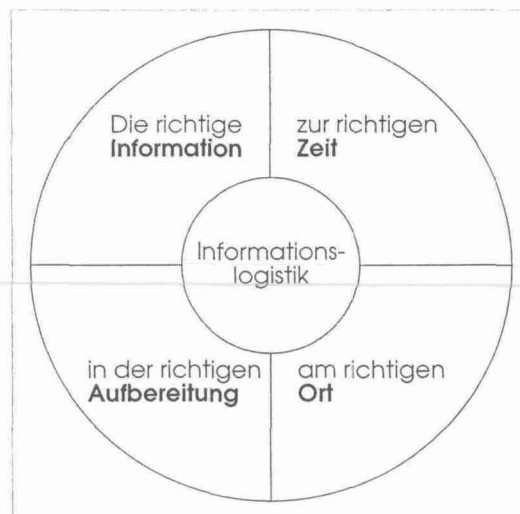


Abb. 1.1-9

#### Anforderungen an die Informationslogistik

Eine der zunehmend wichtiger werdenden Managementaufgaben ist das Erweitern, Zusammenführen und Verdichten aller Wissensquellen in einem Unternehmen. Wissensmanagement entscheidet zukünftig über Erfolg oder Mißerfolg eines Unternehmens. Die Informationstechnik stellt ein notwendiges Werkzeug zur Wissensverarbeitung dar. Mit ihrer Hilfe läßt sich das gesamte Wissen innerhalb eines Unter-

nehmens strukturiert sammeln und bei Bedarf von jedem einzelnen Mitarbeiter in Form von Wissensbausteinen abrufen.

Die Fabrik als zentralistische Organisationseinheit gehört der Vergangenheit an. Die Informationstechnik ermöglicht die Aufhebung traditioneller, enger Unternehmensgrenzen und führt zu dezentralen, kooperativen Organisationsstrukturen, die allerdings einer übergeordneten Koordination bedürfen. Dauerhafte Koordinationsprozesse sind durch den Aufbau entsprechender Hierarchien und Verantwortlichkeiten zu strukturieren und zu regeln. Kooperationen müssen nicht länger an einem physikalisch gemeinsamen Ort stattfinden. Die im Rahmen der Kooperation notwendigen Informationen müssen in einem gemeinsamen Pool als "Wissensquanten" bereitgestellt werden, so daß von allen Parteien jederzeit ein Zugriff erfolgen kann. Der Vorsprung gegenüber Mitbewerbern wird jedoch nicht nur durch die den jeweiligen Partnern zur Verfügung stehenden Informationen bestimmt, sondern resultiert auch aus dem speziellen Wissen um die effiziente Koordinierung der verteilten Organisationen.

### *1.1.8 Produktionsstrategien im Wandel*

Die technologischen Strategien zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit industrieller Produktion konzentrierten sich im Zeitablauf auf wechselnde Schwerpunkte. Die vergangenen vierzig Jahre waren im Kern durch einen tief eingreifenden Automatisierungsschub gekennzeichnet, der entscheidend durch Elektronik und Informationstechnik bestimmt wurde. Die informationstechnische Durchdringung der industriellen Produktion veränderte dabei auch die Struktur, die Form und den Inhalt der menschlichen Arbeit sowie die Arbeitswelt insgesamt.

In der jüngsten Entwicklung trat insofern eine Veränderung der Automatisierungsstrategien ein, als durch die zunehmende Komplexität der Produktions- und Informationssysteme deutlich Grenzen sichtbar wurden, die auch mit der Fähigkeit der menschlichen Systemnutzer zur Durchdringung der komplexen Funktionen zusammenhängen. So zeichnet sich gegenwärtig ein Wechsel der Gestaltungsparadigmen ab: Nach einer Phase technologieorientierter Rationalisierung betrieblicher Funktionen durch Automatisierungstechnik erfolgt aufgrund offensichtlich erkannter Grenzen zunehmend eine Betrachtung bereichsübergreifender organisatorischer Rationalisierungspotentiale [21].

Aus heutiger Sicht haben sich die in der Vergangenheit angewendeten Prinzipien der Hochautomatisierung bei ungenügender Berücksichtigung der organisatorischen und personellen Bedingungen als problematisch erwiesen. Die Übersteigerung der Komplexität technischer Systeme führt zu mangelnder Zuverlässigkeit und geringer Verfügbarkeit kapitalintensiver Investitionen, damit zu Kostensteigerungen. Der Trend

zur Hochautomatisierung hat in seiner derzeitigen Ausprägung das „Ende der Fahnenstange“ erreicht. Die Produktionstechnik befindet sich somit in einer Phase der Neuorientierung. Die vollständig rechnerintegrierte Fabrik ist daher eher eine „Produktionsvision“ als ein tatsächlich angestrebtes technisches Ziel. Ihre Realisierung bleibt noch auf Einzelfälle beschränkt, Prognosen über die globale informationstechnische Vernetzung der Fabrik mit einer weitgehenden Substitution menschlicher Arbeitskraft haben sich nicht bestätigt.

Bestrebungen zur flexiblen Automatisierung und Rechnerintegration werden durch die Leitidee der „schlanken Produktion“ jedoch nicht an Bedeutung verlieren. Technologisch ist ein Übergang von differenzierter Komplexität zu „beherrschbarer“ Komplexität zu erkennen. Es ist zu erwarten, daß die hieraus resultierende Vereinfachung von Verrichtungen und Prozessen auch künftig Automatisierungsmöglichkeiten eröffnet, die allerdings einen höheren Reifegrad in der Entwicklung ihrer Zuverlässigkeit erreicht haben dürften.

Die Fabrik erhält durch die zunehmende organisatorische und informationstechnisch unterstützte Vernetzung ihrer Teilsysteme immer mehr den Charakter eines integrierten, informationsverarbeitenden Produktionsmittels. Mit dem Gedanken eines segmentierten Fabrikbetriebes durch flexibel automatisierte Operationszellen kommt ein Trend zur Dezentralisierung der Fabrikbetriebstechnik zum Ausdruck, der auch eine Verbreiterung der Handlungsverantwortung auf autonome Profitzentren zum Inhalt hat. Der besondere Vorteil dieser Entwicklung liegt in der besseren Überschaubarkeit und damit auch in einer höheren Anpassungsfähigkeit. Dezentral operierende Systeme führen auch zu einer Förderung der Gruppenarbeit und Entwicklung von Gruppenverantwortung. Hiermit ist auch die Veränderung von Arbeitsinhalten der betroffenen Beschäftigten verbunden. Die Arbeitsorganisation kann freier gestaltet werden, wenn es gelingt, die Eigenverantwortung des Einzelnen zu steigern. Hierzu ist die Entwicklung einer geeigneten Unternehmenskultur eine entscheidende Voraussetzung.

Mit der neuen Fabrik und ihrer Technologie wird sich im Arbeitsleben des nächsten Jahrhunderts der Strukturwandel zu den tertiären Sektoren fortsetzen. Während monotone Bandarbeit und an den Menschen gekoppelte Maschinenarbeit zurückgehen, gewinnen das Programmieren, Überwachen und Kontrollieren, das Instandsetzen und Warten sowie die sogenannten kreativen Tätigkeiten wie Führen, Forschen, Erfinden, Planen und Bauen zunehmend an Bedeutung. Dieser Strukturwandel wird im Durchschnitt zu höheren Qualitätsanforderungen führen. Verlangt werden auch abstrakte, theoretische, systematische, dispositive und planerische Leistungen, die Einsicht in komplexe Zusammenhänge voraussetzen. Arbeit in der zukünftigen Industriegesellschaft erfordert auch mehr kognitive Bildung. Nur der Mensch, der seine Technik versteht, kann sie auch beherrschen.



1.1.9 Innovation und Umwelt: Leitbilder künftiger industrieller Produktion

Die Weiterentwicklung von Technologie muß zu einer Lösung gesamtgesellschaftlicher Probleme beitragen und sich damit auch an Leitbildern orientieren, die das angesprochene Problem des Arbeitsmarktes und des Verkehrs genauso berücksichtigen wie die unproduktive Verwendung natürlicher Ressourcen. Die Neuorientierung der industriellen Produktion muß sich mit Blick auf den weltweiten Wettbewerb auch an den Produkten von morgen ausrichten [7, 16].

Die Suche nach neuen Produkten und technologischen Anwendungsfeldern ist ein aktuelles Thema von Wirtschaft und Staat. In Deutschland wie auch in vielen anderen Industrieländern, zu nennen sind Japan, USA, Großbritannien und Frankreich, sind derzeit verstärkte Aktivitäten einer zukunftsorientierten Technologiebewertung zu beobachten. Im Gegensatz zu Technologievorausschauern vergangener Jahrzehnte sind aktuelle Studien differenzierter und streben im Hinblick auf Untersuchungsspektrum und Methode eine internationale Vergleichbarkeit an.

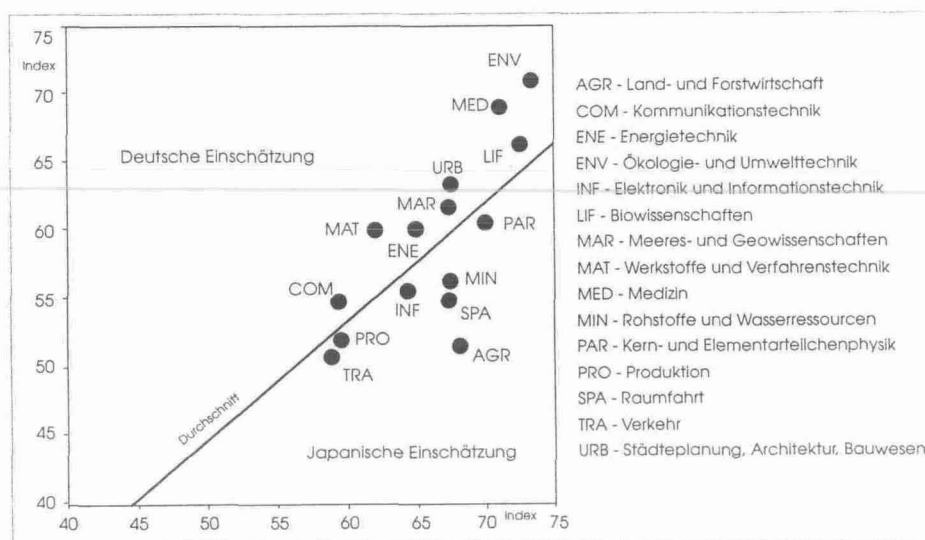


Abb. 1.1-10

Einschätzung der zukünftigen Wichtigkeit von Technologiefeldern [13]

Ein Vergleich aktueller Prognoseergebnisse zwischen Deutschland und Japan zeigt im allgemeinen eine weitgehende Übereinstimmung der Einschätzungen bezüglich der Wichtigkeit der Technologiethemata und der Zeiträume der Realisierung (Abb. 1.1-10). Dabei ist zu beachten, daß die gezeigten Technologiefelder gleichzeitig als Anwendungsfelder und Forschungsfelder zu begreifen sind.

Die Ursachen bestehender Differenzen hinsichtlich der Wichtigkeit der Themen sind nicht eindeutig zu klären, es können hierfür aber im wesentlichen gesellschaftlich-kulturelle Unterschiede identifiziert werden: Zwischen Deutschland und Japan kann zwar nicht von einem "Scheidepunkt" der Kulturen gesprochen werden, jedoch von einer kulturspezifischen Phasenverzögerung des Technikeinsatzes. Dabei ist zu berücksichtigen, daß sich negative Einstellungen gegenüber neuen Technologien und Methoden auch schnell ändern können, wenn ihr Erfolg erkennbar ist. Es stellt sich daher die grundsätzliche Frage nach einer wirksamen Aufklärung durch die Wissenschaft im Vorfeld der Innovation.

Insgesamt kann festgestellt werden, daß es Felder gibt, denen hinsichtlich ihrer Bedeutung für innovative Technikentwicklung die höchste Wichtigkeit beizumessen ist. In diesen Märkten sind die Produkte der nächsten Dekaden zu suchen.

In diesem Zusammenhang ist zu betonen, daß die schlichte Wettbewerbsfähigkeit für künftige wirtschaftliche Herausforderungen vielleicht nicht mehr die ausreichende Zielgröße sein wird. Es geht vielmehr um eine wirtschaftliche und technologische Führungsposition im weltweiten Markt, nicht in allen, aber in ausgewählten und zukunftsweisenden Bereichen. Investitionen im Hochtechnologiebereich, und zwar im Vorfeld der Vermarktung, haben heute ein Ausmaß angenommen, das nur den zeitlich und qualitativ führenden Anbietern ein Gewinn oder zumindestens eine Rückzahlung des Aufwands ermöglicht [22].

Aus der Innovationsforschung ist bekannt, daß für die Identifizierung von Produktinnovationen anerkannte Leitbilder der technisch-wirtschaftlichen Entwicklung hilfreich sein können. Beispielhaft lassen sich die folgenden allgemeinen Ziele und Tendenzen anwendungsorientierter Technologieentwicklung ableiten [12].

#### *Umwelt- und Ressourcenschonung*

Eine herausragende Orientierungslinie technologischer Innovationen ist das Ziel der Bewahrung der natürlichen Ressourcen. Ökologisches Handeln reicht heute über isolierte Maßnahmen hinaus und bezieht im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes die Bereiche Stoffe, Energie, Emission, Abgas und Abwasser sowie deren Wechselwirkungen ein (Abb. 1.1-11).

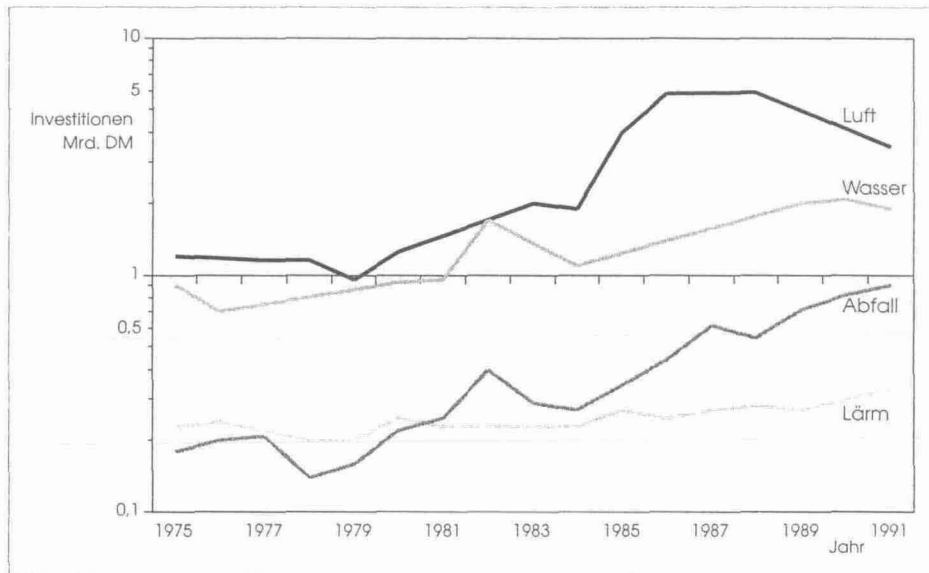


Abb. 1.1-11

Aufwendungen industrieller Unternehmen in Westdeutschland für den Umweltschutz [16]

Maßnahmen der Vermeidung und verbesserten Entsorgung dieser Bereiche zielen sowohl auf die Produkte als auch auf die Prozesse. "Responsible Care" und "Sustainable Development" werden so zu unternehmens- und forschungsbezogenen Umschreibungen des umweltbezogenen Leitbilds.

Der Umweltgedanke wirkt somit im Sinne eines übergeordneten Leitbilds auf nahezu alle Bereiche technologischer Entwicklung ein. In engerer Sichtweise bewirkt das Paradigma der Umweltorientierung von Wirtschaft und Technologie auch die Herausbildung spezifischer technischer Instrumente, Vorrichtungen, Verfahren und Maschinensysteme. Der erreichte technologische Stand muß auch künftig zu einem gut geschützten Vorteil im internationalen Wettbewerb ausgebaut werden. Dies umfaßt neben dem Bereich der Analytik insbesondere die Verfahren und Anlagen für Identifikation, Entsorgung und Wiederverwertung von Werkstoffen, aber auch die Methoden zur umweltorientierten Produktentwicklung (Abb. 1.1-12).

Bedeutende Zukunftsperspektiven für die Umwelttechnik ergeben sich vor allem aus der Steigerung der Wirtschaftlichkeit bei der recyclinggerechten Aufbereitung von Verbundstoffen, wie Kunststoffverbänden und Elektronikschrott. Die produktbezogene Baustruktur, Demontierbarkeit und der Werkstoffeinsatz werden in der Pro-

duktionsvorbereitung bestimmt und legen weitgehend die Wiederverwertbarkeit und die Wirtschaftlichkeit des Recyclings fest. Entwicklungspotentiale ergeben sich hier somit aus der Weiterentwicklung rechnerunterstützter Systeme für die Produktentwicklung.

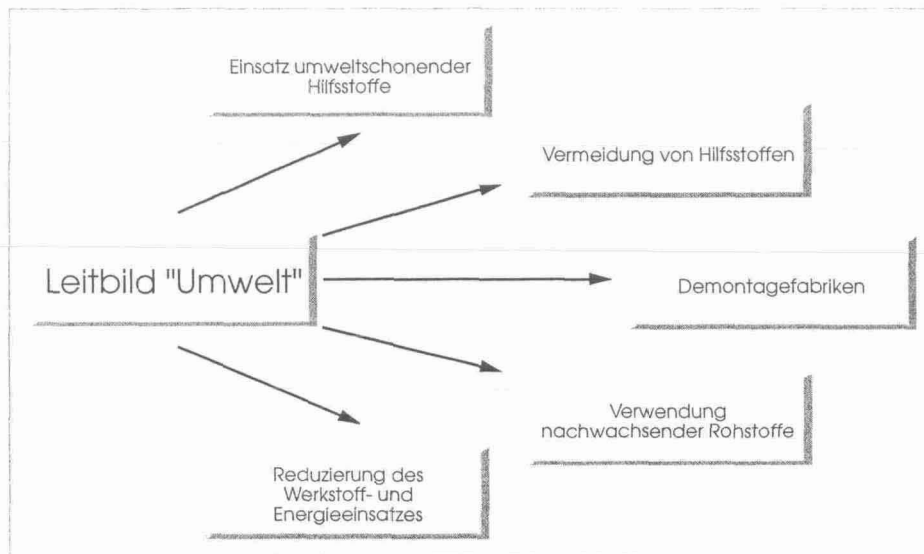


Abb. 1.1-12

Wirkungen des Leitbilds "Umwelt- und Ressourcenschonung" auf die Produktion

### *Kreislaufwirtschaft*

Der Begriff der Kreislaufwirtschaft steht stellvertretend für ein neues Paradigma industrieller Produktion, in dem material- und energieverbrauchende Prozesse so gestaltet sind, daß Entsorgung und Ablagerung durch Rückführung und Wiederverwertung ersetzt werden.

### *Kommunikation*

Technologie muß auf eine Förderung des Dialogs zwischen Menschen sowie auch zwischen Menschen und technischen Einrichtungen zielen. Die Weiterentwicklung von Sprach- und Bildübertragungssystemen sowie von Benutzungsschnittstellen ist nicht nur ein technisches Gebot, sondern dient ebenfalls einer erhöhten gesellschaftlichen Akzeptanz neuer Technologien. Moderne Informations- und Kommunikationstechnik wird aufgrund ihrer Wirkungen und Möglichkeiten bereits heute als zweite industrielle Revolution gedeutet.

### *Gesundheit*

Neben dem Bedürfnis nach Sicherheit ist die Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Gesundheit ein vorrangiges Ziel aller Menschen. Technologischer Fortschritt in der Medizintechnik beinhaltet grundsätzlich neue Möglichkeiten bei Diagnose und Therapie. Aber auch bei der Prävention, und dies schließt über den medizinischen und pharmakologischen Bereich hinaus auch den Arbeitsschutz und den Technikgebrauch im allgemeinen ein, können neue Technologien gesundheitsbewahrend wirken.

### *Dezentralisierung und Mobilität*

Moderne Industriegesellschaften sind hocharbeitsteilige und vernetzte Systeme. Mit der Internationalisierung von Forschung, Entwicklung, Produktion und Konsumtion, aber auch mit der Forderung nach erhöhter Flexibilität und Zeitorientierung geht eine räumliche und hierarchische Dezentralisierung einher. Vor allem die Technologien des Daten-, Material- und Personentransports haben diesen Trend mit eingeleitet und müssen ihn in ihrer Weiterentwicklung unterstützen.

### *Miniaturisierung*

Die Verkleinerung von Komponenten und Anwendungssystemen ist seit Jahrzehnten eine dauerhafte Tendenz. Neben grundlegenden Vorteilen, wie Einsparung von Gewicht und Raum, eröffnen miniaturisierte und hochintegrierte Systeme die Möglichkeit höherer Zuverlässigkeit und kostengünstiger Produktion. Durch Verkleine-

rung können darüber hinaus gänzlich neue Anwendungsfelder und Problemlösungen erschlossen werden.

### *Integration*

Die Weiterentwicklung in allen Bereichen der Technik leitet sich viel weniger als früher aus isolierten wissenschaftlichen Fortschritten ab, sondern vielmehr aus der "Komposition", aus dem Zusammenwirken unterschiedlicher neuer Technologien. Innovationen entstehen zukünftig verstärkt durch eine integrative Verknüpfung von Erkenntnissen aus der Informationstechnik, Elektrotechnik, Mikroelektronik, Fertigungs- und Verfahrenstechnik, Werkstofftechnik, Energietechnik sowie der Biotechnologie.

#### *1.1.10 Folgerungen für die Weiterentwicklung industrieller Unternehmen*

Auch wenn die wirtschaftliche Schwächeperiode noch nicht gänzlich überwunden ist, mehren sich doch die Anzeichen eines bevorstehenden Aufschwungs. Es wird deutlich, daß der durch den wirtschaftlichen Abschwung erzeugte hohe "Leidensdruck" zu einem kritischen Überdenken nahezu aller Strukturen und Beziehungen unserer Wirtschaft führte. In der Industrie sind Rationalisierung und Restrukturierung die herausragenden Themen, die über den Unternehmensbereich hinaus inzwischen auch auf die öffentliche Verwaltung ausstrahlen. Themen, die noch vor einem Jahrzehnt als kaum veränderbar galten, sind mit dem Ziel der Veränderung nun Gegenstand kontroverser Diskussion. Neue Arbeitszeit- und Arbeitskostenmodelle können als Beispiel hierfür dienen.

In Analogie zu den Konjunkturabschwüngen der letzten Jahrzehnte kommt wieder verstärkt die Frage auf, wie Unternehmen und Gesamtwirtschaft die Zeit des kommenden Aufschwungs nutzen können, um sich auf entfernte Entwicklungen, also auch auf die nächste Schwächeperiode, einzustellen.

Für die geforderte Steigerung der Innovationsfähigkeit von Unternehmen wird die begrenzte Reichweite interner Ressourcen schnell deutlich. Eine zentrale Führungsaufgabe ist daher die Erschließung von externem Wissen im Bereich der Forschung und Entwicklung. Der Wissenstransfer ist dabei sowohl Bringschuld der Wissenschaft als auch Holschuld der Wirtschaft. Empirische Befunde weisen darauf hin, daß Wissenschaft als direkte Quelle von Innovationswissen durch die Unternehmen noch nicht ausreichend genutzt wird.

Es gilt also, den Prozeß der Wissensbeschaffung zu beschleunigen und die Kunst der Anwendung von Wissen ständig zu verbessern. Hierbei erhält die Verfügbarkeit über entsprechend qualifizierte Mitarbeiter, auch als Anforderung an die Personalentwicklung, eine zentrale Schlüsselfunktion.

Daraus lassen sich neue Gestaltungsoptionen für die Organisation ableiten: Es kann im Rahmen von Forschung, Entwicklung und Produktionsvorbereitung künftig deutlicher unterschieden werden zwischen der Entwicklung technologischer Spitzenprodukte und eher routineorientierten Produktkonstruktionen. Es geht also darum, kreative Entwicklungsprozesse unter weitgehender Vermeidung von Routineaufgaben in speziellen "Denkfabriken" oder Innovationszentren zu fördern, in denen gefundene Lösungswege auch prototypisch umgesetzt werden können (Abb. 1.1-13).

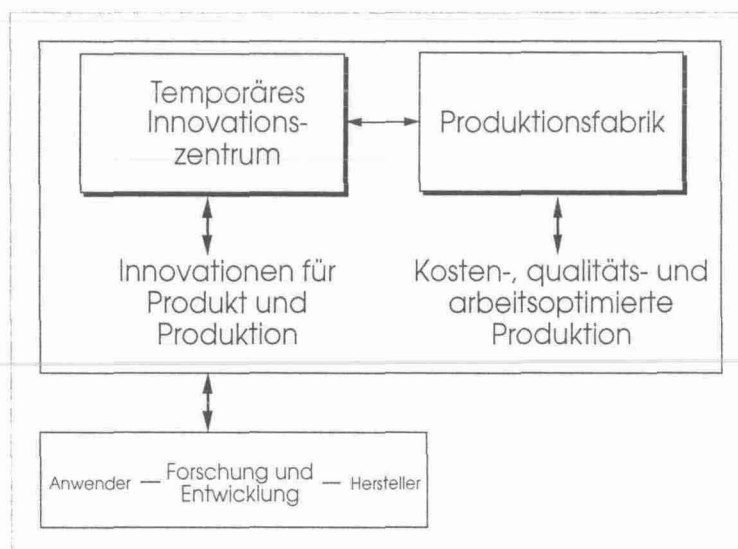


Abb. 1.1-13

## Innovationszentrum

In innovativen Unternehmensstrukturen ist ein derartiges Zentrum als offenes System konzipiert. In ihm ist die Arbeit im Team mit aufgabenspezifisch zusammengestellten Projektteams die herausragende Organisationsform. Die Teams sind multidisziplinär zusammengesetzt, um den extremen und vielfältigen Wissensanforderungen bei der anwendungsbezogenen Umsetzung der Forschungsergeb-

nisse Rechnung tragen zu können. Der Entwicklungsprozeß entfaltet erst durch den permanenten Dialog zwischen den Teammitgliedern seine kreative Wirkung.

In der industriellen Praxis zeichnet sich eine derartige Trennung von kreativen und Routineprozessen immer deutlicher ab, wobei das Spektrum organisatorischer Lösungen von informellen Beziehungen über die Einrichtung temporärer Projektgruppen bis hin zur Schaffung selbständiger Einheiten, beispielsweise Innovationsgesellschaften mit eigener Gewinnverantwortung, reicht.

Voraussetzung für den wirtschaftlichen Erfolg produktiver, aber auch kapitalintensiver Produktionsanlagen sind Flexibilität, Qualität und Verfügbarkeit. Allgemein gilt der Grundsatz, daß die Erneuerung eines Fabrikbetriebes vom Produktionsprozeß ausgehen muß. Der meist damit verbundene hohe Investitionsaufwand rechtfertigt nicht nur den Einsatz rechnerunterstützter Planungshilfen, sondern zwingt oft dazu, weil es keine Alternative gibt. Nachdem die Rationalisierungsmaßnahmen zunächst mehr punktuellen Charakter hatten, erreichten sie im fortgeschrittenen Stadium eine Wirkung auf alle Organisationsbereiche des Fabrikbetriebes. Bei der Planung und Realisierung neuer Produktionsstrukturen kann auf ein breites Spektrum erarbeiteter Lösungswege aus Wissenschaft und Praxis zurückgegriffen werden.

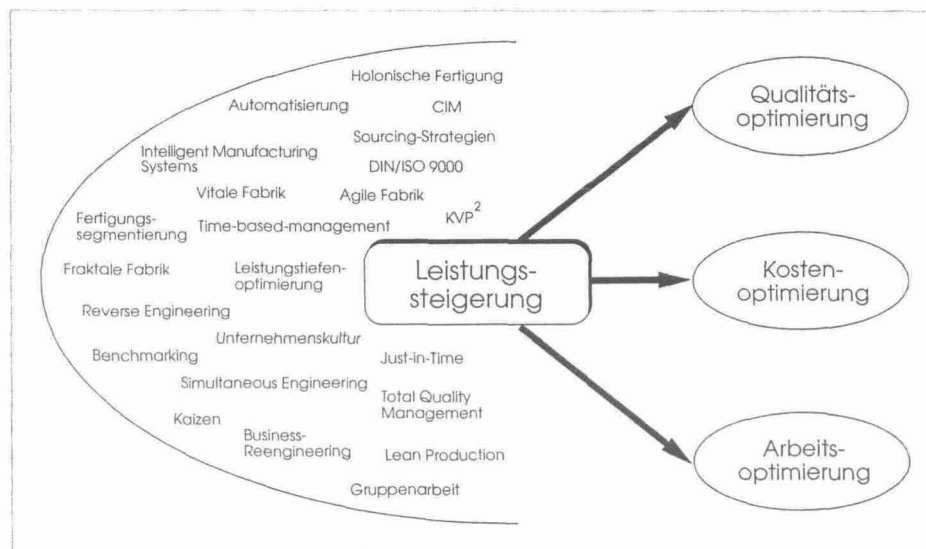


Abb. 1.1-14

Konzepte zur Leistungssteigerung in innovativen Fabrikstrukturen



Für jeden Teilbereich der Produktion lassen sich somit zahlreiche Ansätze zur Leistungssteigerung aufzeigen (Abb. 1.1-14). Es gilt hierbei jedoch, modische Begriffserscheinungen von substantiellen Konzepten zu unterscheiden.

### *1.1.11 Ausblick*

Wer mit einem innovativen Produkt hohe Produktionszahlen und hohe Verkaufserlöse erreichen will, wird auf dem Weltmarkt antreten müssen. Die Prognosen des Wirtschaftswachstums in der Welt verdeutlichen, daß eine Abkehr von ausschließlich nationalen oder europäischen Strategien erforderlich ist. Der globale Wettbewerb ist eine große Herausforderung, der auch dadurch entschieden wird, wie sich das einzelne Unternehmen international darstellt. Viele deutsche Firmen sind oft zu deutsch und werden deshalb im Ausland manchmal als Außenseiter betrachtet. Deutsche Produkte stehen in einem hohen Ansehen und weisen gerade im Maschinenbereich eine sehr hohe Qualität auf, doch auch beim Preis ist die internationale Wettbewerbsfähigkeit anzustreben.

Die Ausbildung sprachlich geschulter Ingenieure ist eine Möglichkeit, im Weltmarkt zu agieren. Es müssen aber nicht immer nur deutsche Ingenieure sein. In dem Maße, in dem die Wirkung deutscher Unternehmen nach außen strahlt, müssen auch ausländische Ingenieure in allen Ebenen eines Betriebes bis hin zur Geschäftsführung voll integriert werden.

Es kann also von einer zunehmenden Dezentralisierung der betrieblichen Leistungserstellung ausgegangen werden, und zwar sowohl hinsichtlich der inneren Strukturierung als auch in bezug auf die geographische, also weltweite Verteilung der Arbeit. Forschung und Produktion können bereits heute an jedem Punkt der Welt in gleicher Qualität stattfinden. Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein von Energie und qualifiziertem Personal. Produktion wird sich künftig auch dorthin verlagern, wo der Bedarf, der Markt ist.

Der Wandel der industriellen Produktion findet nur allmählich statt. Da ein heute errichtetes Werk in der stückgutproduzierenden Großindustrie etwa 15 Jahre ohne tiefgreifende Strukturveränderungen existiert, können wir gegenwärtig den Zeitraum bis mindestens zum Jahr 2010 übersehen. Erst danach können sich im Zuge des rollierenden Erneuerungsprozesses neue Strukturen herausbilden. Abb. 1.1-15 zeigt die jeweiligen Veränderungen zum Vorjahr für das Bruttosozialprodukt. Zur Verdeutlichung der wirtschaftlichen Schwankungen ist eine idealisierte Sinuskurve eingezeichnet, die den Zyklus von Aufschwung und Rezession schematisch darstellt. Auch vor dem Hintergrund sich abzeichnender demographischer Entwicklungen sowie Arbeitsmarkt- und Bildungstendenzen ist vorstellbar, daß der konventionelle Fabrikbe-

trieb als räumlich abgegrenzte Einheit mit vorwiegend abhängig Beschäftigten durch neue Formen industrieller Produktion abgelöst wird.

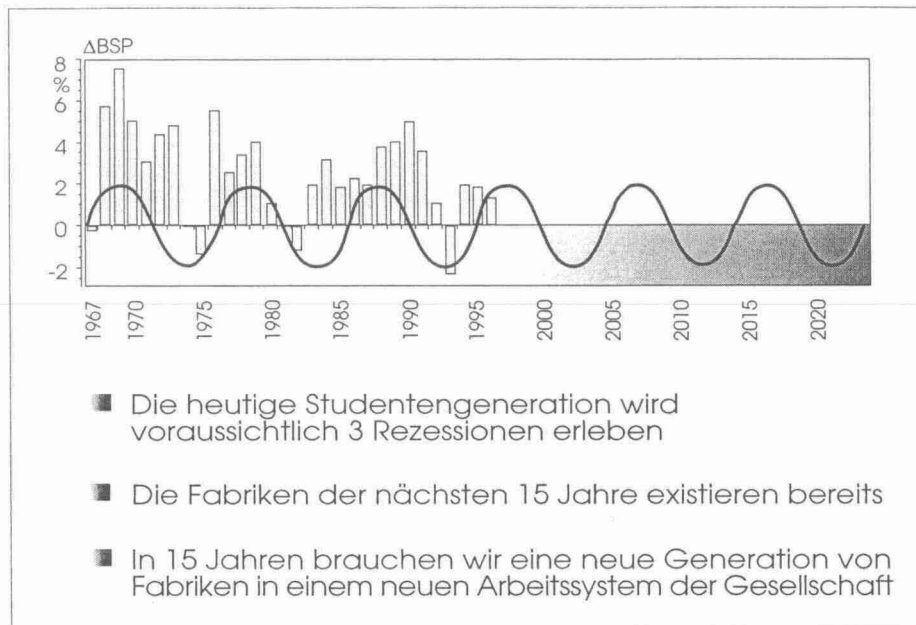


Abb. 1.1-15

Industrielle Produktion im Zuge zyklischer wirtschaftlicher Entwicklung  
(schematische Darstellung)

Im Übergangsprozeß vereinen Fabriken und Produktionsverbände zunehmend die Möglichkeiten moderner rechnerunterstützter Produktionstechnik mit den Bedingungen, die sich aus den Forderungen nach einer sozial-, umwelt- und humanverträglichen Produktionsgestaltung ergeben: Neue industrielle Produktionssysteme

- sind das Ergebnis einer ganzheitlichen Planung, was auch in der Fabrikarchitektur und der Einbettung in die Regionalplanung zum Ausdruck kommt,
- verwenden umweltschonende Produktionstechnologien,
- werden auf einem Niveau automatisiert, das als "angemessen" und beherrschbar gelten kann,
- stellen höhere Qualifikationsanforderungen an die Beschäftigten,

- verstärken die Funktion einer Aus- und Weiterbildungsinstitution unter Berücksichtigung neuer Lernformen und -methoden und
- erschließen bereits perspektivisch alle Möglichkeiten zur Entlastung des Personen- und Güterverkehrs durch Nutzung der Potentiale dezentralisierter Arbeit.

Die bisherige wirtschaftliche Entwicklung war im wesentlichen durch eine zyklische Abfolge von Aufschwung und Rezession gekennzeichnet. In vereinfachter Betrachtung kann somit gefolgert werden, daß die heutige Studentengeneration als künftige Gestalter der industriellen Produktion mehrere solcher Phasen durchläuft. Es gilt somit bereits heute, auch ihren Blick für eine neue Generation industrieller Produktionssysteme in einem neuen Arbeitssystem der Gesellschaft zu schärfen.

### *1.1.12 Literatur*

- [1] Akademie der Wissenschaften zu Berlin (Hrsg.): Automatisierung und Wandel der betrieblichen Arbeitswelt. Forschungsbericht der Arbeitsgruppe "Automatisierung, Arbeitswelt und künftige Gesellschaft" (Sprecher: G. Spur), Berlin/Heidelberg/New York: 1993
- [2] Akademie der Wissenschaften zu Berlin (Hrsg.): Erfolgsbedingungen technischer Innovationen in Industrieländern. Forschungsbericht der Arbeitsgruppe (Leitung: H. Albach/W. Fischer). Berlin/Heidelberg/New York: 1993
- [3] Binswanger, H. C./Frisch, H.u. a.: Arbeit ohne Umweltzerstörung. Frankfurt am Main: Fischer 1988
- [4] Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Hrsg.): Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Bonn 1996
- [5] Bundesministerium für Wirtschaft (Hrsg.): Die Informationsgesellschaft. Bonn 1995
- [6] Böhme, H.: Soziale Auswirkungen des technischen Fortschritts in historischer Perspektive. In: Lübbe, H. (Hrsg.): Fortschritt der Technik - gesellschaftliche und ökonomische Auswirkungen. Heidelberg: Decker 1987, S. 1-27
- [7] Dierkes, M.: Organisationskultur und Leitbilder als Einflußfaktoren der Technikgenese. In: Dierkes, M. (Hrsg.): Die Technisierung und ihre Folgen. Berlin: 1993, S. 263-276
- [8] Dolezalek, C. M.: Prinzipien der automatisierten Fertigung. In: VDI-Bericht Nr. 123, Düsseldorf: VDI-Verlag 1968
- [9] Dyllick, T.: Grundvorstellungen einer gesellschaftsbezogenen Managementlehre. St. Gallen: Forschungsstelle für Wirtschaftsethik 1988
- [10] Europäische Kommission: Wachstum, Wettbewerbsfähigkeit, Beschäftigung. Herausforderungen der Gegenwart und Wege ins 21. Jahrhundert. Weißbuch der Europäischen Kommission. Brüssel/Luxemburg: 1994
- [11] Europäische Kommission: Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft. Ergebnisse und Empfehlungen aus dem FAST II Programm. Brüssel: 1989
- [12] Fraunhofer-IPA (Hrsg.): Strategien für die Produktion im 21. Jahrhundert. Fraunhofer-IPA: 1994

- [13] ISI/NISTEP: Ergebnisse der Tagung "Die Zukunft der Technologie - Vergleich japanischer und deutscher Perspektiven", Berlin, 25.-27. April 1994
- [14] Pentzlin, K. (Hrsg.): Meister der Rationalisierung. Düsseldorf: Econ 1963
- [15] Ruppert, W.: Die Fabrik. München: Beck 1983
- [16] RWI Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung: Die umwelttechnische Industrie in der Bundesrepublik Deutschland. Essen: 1994
- [17] Sonnemann, R. (Hrsg.): Geschichte der Technik. Köln 1987
- [18] Spur, G. (Hrsg.): Handbuch der Fertigungstechnik, Band 6 - Fabrikbetrieb. München: Carl Hanser 1994
- [19] Spur, G. et al.: Optionen zukünftiger industrieller Produktionssysteme. Projektbericht der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. Berlin: 1996
- [20] Spur, G.: Produktionstechnik im Wandel. München: Hanser 1979
- [21] Spur, G.: Vom Wandel der industriellen Welt durch Werkzeugmaschinen. München: Hanser 1991
- [22] Staatsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.): Aufbruch aus der Krise. Bericht der Zukunftskommission Wirtschaft 2000. Stuttgart: 1993
- [23] Weber, M.: Zur Psychophysik der industriellen Arbeit. In: Pentzlin, K. (Hrsg.): Meister der Rationalisierung. Düsseldorf: Econ 1963