

2.2 Optionen industrieller Produktionssysteme im Maschinenbau

2.2.1 Einführung

Mit dem Übergang in das 21. Jahrhundert stellen sich neuartige Anforderungen bei der Gestaltung industrieller Produktionssysteme. Das Aufbrechen nationalstaatlich orientierter Wirtschaftsstrukturen verändert in tiefgreifendem Maße die Nutzungsmöglichkeiten der eingesetzten Produktionsfaktoren. War der Zugriff auf betriebliche Produktionsfaktoren bisher überwiegend auf das nationale Umfeld der Unternehmen begrenzt, erlauben neben den weltwirtschaftlichen Veränderungen vor allem technologische Entwicklungen die Umsetzung neuer, global organisierter Produktionssysteme [5, 6, 22, 67].

Ein geeignetes Untersuchungsobjekt für die produktionswissenschaftliche Analyse und Beschreibung von zukunftsorientierten industriellen Produktionssystemen stellt die Maschinenbaubranche dar. Der deutsche Maschinenbau ist wie die gesamte Verarbeitende Industrie von standortbedingten Wettbewerbsnachteilen, branchenspezifischen Strukturproblemen und weltwirtschaftlichen Wandlungsprozessen direkt betroffen. Mit ihren Produkten und vielfältigen, überwiegend hochtechnisierten Fertigungsprozessen sowie den spezifischen Formen der Unternehmensorganisation und Unternehmensführung ist die Maschinenbaubranche ein idealer produktionstechnischer Forschungsgegenstand.

Trotz der technologischen Leistungsfähigkeit des deutschen Maschinenbaus hat sich die wirtschaftliche Situation für die meisten Unternehmen in den letzten Jahren verschlechtert. Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, welche Gestaltungsoptionen auf Unternehmensebene für zukünftige industrielle Produktionssysteme im Maschinenbau zu einer nachhaltigen Verbesserung der wirtschaftlichen Situation führen können.

Der Maschinenbau gehört zu den großen Wirtschaftsgruppen in Deutschland und gilt traditionell als Vorzeigebbranche. Vielseitig und flexibel, technologisch in vielen Produktbereichen und beim Maschinenexport an der Weltspitze, besitzt der Maschinenbau eine hohe strategische Bedeutung für den Industriestandort Deutschland und nimmt direkten Einfluß auf die Wettbewerbsfähigkeit des Verarbeitenden Gewerbes (Abb. 2.2-1) [59, 61].

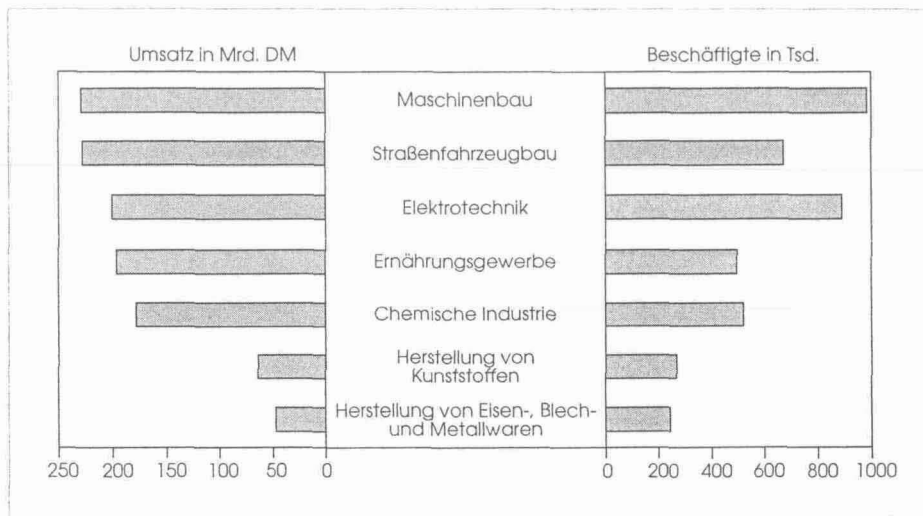


Abb. 2.2-1

Umsatz und Beschäftigte nach Wirtschaftsgruppen in Deutschland 1995
[61]

Doch nach einer langen Erfolgsperiode geriet der Maschinenbau Anfang der neunziger Jahre unter massiven Druck. Für die Verschärfung der wirtschaftlichen Situation sind verschiedene, auf unterschiedlichen Ebenen ansetzende Entwicklungen verantwortlich.

So ist zum einen in allen Industrienationen ein Rückgang der volkswirtschaftlichen Bedeutung des Verarbeitenden Gewerbes, dem wichtigsten Abnehmer von Maschinenbauerzeugnissen, festzustellen. Noch während der achtziger Jahre lag der Anteil der industriellen Bruttowertschöpfung an der gesamtwirtschaftlichen Leistung in Deutschland (West) mit etwa 30 Prozent auf einem Niveau, das sonst nur noch in Japan erreicht wurde. Für alle anderen großen Industrienationen war der Prozentsatz bereits deutlich niedriger und wies eine rückläufige Tendenz auf [17, 18, 64].

Ein Vorteil für den deutschen Maschinenbau ergibt sich aus dem gegenüber anderen Industrienationen vergleichsweise breiten Spektrum des Verarbeitenden Gewerbes. Die auf eine intensive industrielle Arbeitsteilung angewiesene Branche kann zudem auf eine leistungsfähige Zulieferindustrie zurückgreifen. Damit sind gute Voraussetzungen zur Herstellung komplexer und technisch hochwertiger Maschinen und Anlagen gegeben. Die branchenmäßigen Verflechtungen bilden ein industrielles Netzwerk, in dessen Zentrum der Maschinenbau steht. Trotz bestehender Kostennachteile konnten die Firmen in der Vergangenheit ihre Produkte auch international erfolgreich anbieten [17, 59, 64].

Diese günstige Konstellation veränderte sich jedoch Anfang der neunziger Jahre. Während der letzten Rezession wurden in der inländischen Industrie nennenswerte Kapazitäten abgebaut, allein in Deutschland (West) etwa 5 bis 10 Prozent. Zwischen 1990 und 1994 sank der Anteil der Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes an der Gesamtwirtschaft in den alten Bundesländern um über 3 Prozentpunkte auf unter 27 Prozent. Für die gesamte Bundesrepublik beträgt er sogar nur noch knapp 25 Prozent [17, 39, 64].

Es ist anzunehmen, daß dieser Rückgang auch im Rahmen einer künftigen Erholung nur zu einem kleinen Teil wieder ausgeglichen wird und die Bedeutung des Verarbeitenden Gewerbes für die Volkswirtschaft dauerhaft auf einem niedrigeren Niveau verbleiben wird [17, 39, 64].

Ein andere Entwicklung stellt qualitativ neue Anforderungen an die Unternehmen: die Globalisierung wirtschaftlicher Aktivitäten. Auch wenn der Globalisierungsprozeß kein wirklich neues wirtschaftliches Element darstellt, scheinen sich gerade in jüngster Zeit zum Teil tiefgreifende Veränderungen in der Unternehmensumwelt zu ergeben, die besonders die auslandsorientierten deutschen Maschinenbauunternehmen zu neuen Strategien und Konzepten zwingen, um dauerhaft ihre Wettbewerbsposition zu sichern. Beispiele für diese Veränderungen sind [30, 31, 37, 57, 69]:

- Das ständige Ansteigen des Welthandels.
- Die Globalisierung der Finanzmärkte.
- Zunehmender Firmenbesitz in den Händen ausländischer Akquisitoren.
- Das verstärkte Aufkommen von neuen, erfolgreichen Wettbewerbern aus den Schwellenländern, wie zum Beispiel Südkorea, Taiwan, Hongkong oder Singapur mit teilweise konkurrenzfähigen Produktionsfähigkeiten und geringen Arbeitskosten.
- Die zunehmende Präsenz von weltweit operierenden Unternehmen aus Japan und aus anderen westlichen Industrienationen auf dem deutschen Markt.
- Der wirtschaftliche Zusammenbruch Osteuropas und der Sowjetunion sowie die ökonomische Neuorientierung der Volksrepublik China und Indiens.

- Das Entstehen großer einheitlicher Wirtschaftsblöcke in Europa, Nordamerika oder Asien.
- Die Reduzierung von Zollschranken und Markt-Zugangsbarrieren.
- Eine sich beschleunigende Entwicklung und weltweite Diffusion neuer Technologien.
- Steigende Produktentwicklungskosten in Relation zum Lebenszyklus am Markt.
- Sinkende Transportkosten.
- Möglichkeiten zur Schaffung global vernetzter Produktionsverbände durch Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik.

Ein Beispiel für eine aus diesen Umweltveränderungen resultierende neue Strategiekonzeption stellt das "Triade-Denken" von Ohmae dar. In diesem Konzept werden die drei großen Wirtschaftsregionen der Welt, Nordamerika, Japan und Westeuropa, in den Mittelpunkt strategischer Überlegungen der Marktbearbeitung gerückt. Es wird die Ansicht vertreten, daß es in Zukunft von zentraler Bedeutung für den Unternehmenserfolg sein wird, in diesen wichtigsten Regionen der Weltwirtschaft gleichzeitig und dauerhaft präsent zu sein [32].

Voraussetzung für ein derartiges strategisches Handlungskonzept ist allerdings die Erhaltung oder Gewinnung der Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens in allen drei Regionen. Im Rahmen der Globalisierung des Wettbewerbs wird die Erhaltung oder Gewinnung von internationalen Wettbewerbsvorteilen zur zentralen Herausforderung und Aufgabe der Unternehmensführung [11, 13, 32, 35, 36].

Nach Schätzung des Verbandes Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) werden gegenwärtig etwa zwei Drittel der Weltumsätze für Maschinen in den Triade-Märkten erzielt. Um protektionistische Maßnahmen auf den fremden Triade-Märkten zu unterlaufen, empfiehlt Ohmae eine Absicherung der Marktposition durch Direktinvestitionen in den übrigen Triade-Märkten. Diese Strategie verfolgen japanische Unternehmen trotz wirtschaftlicher Schwierigkeiten seit Jahren konsequent. Direktinvestitionen des japanischen Maschinenbaus sind in der Vergangenheit massiv durch das japanische Wirtschaftsministerium gefördert worden [4, 61].

So konnten japanische Maschinenbauunternehmen zahlreiche Fabriken in den USA und Europa errichten, während deutsche Maschinenbauanbieter auch 1994 mit rund 50 Prozent ihren Schwerpunkt bei Direktinvestitionen in Europa setzten, gefolgt von knapp 30 Prozent in den USA und nur etwa 2 Prozent in Japan (Abb. 2.2-2) [4, 61].

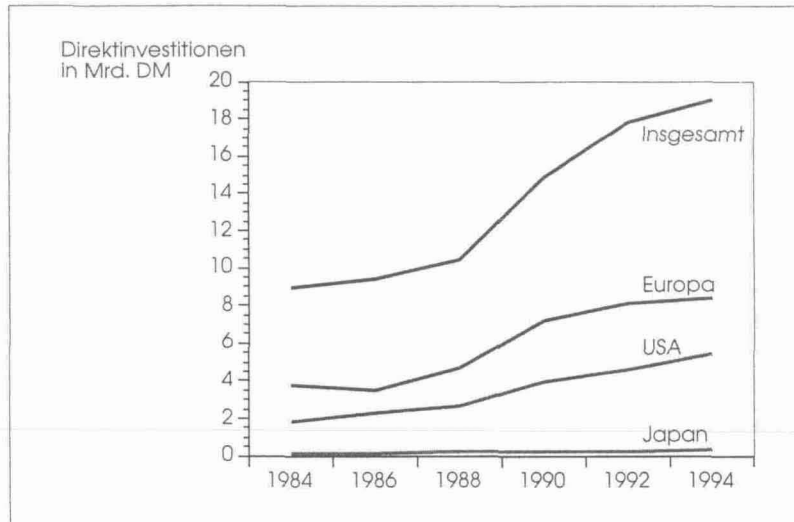


Abb. 2.2-2

Verteilung der Direktinvestitionen des deutschen Maschinenbaus auf Europa, USA und Japan [61]

Bereits an dieser Stelle wird deutlich, mit welchen Schwierigkeiten die überwiegend aus kleinen und mittleren Unternehmen bestehende Maschinenbaubranche zu kämpfen hat. Großkonzerne der Fahrzeug-, Elektronik- oder Pharmaindustrie können verhältnismäßig leicht aufgrund ihres mächtigen Finanz- und Personalpotentials erfolgversprechenden Globalisierungsstrategien folgen, mittelständische Unternehmen sind ohne staatliche Unterstützung oft überfordert [2, 54, 57].

Eng verknüpft mit den Problemen der Maschinenbaubranche, auf den wachsenden Druck zu reagieren, ist die wirtschaftlich angespannte Lage vieler Unternehmen. Hohe Marktanteile in vielen Fachzweigen sind zwar Ausdruck einer guten Wettbewerbsposition bei Leistungsangebot und Preis, sie sagen jedoch wenig über die wirtschaftliche Situation der Unternehmen aus. Ein Blick auf die Entwicklung der wirtschaftlichen Kennzahlen Eigenkapitalquote, Eigenkapitalrendite und Umsatzrendite des deutschen Maschinenbaus von 1965 bis 1995 zeigt die alarmierende Lage, in der sich die Mehrzahl der Betriebe befindet (Abb. 2.2-3) [59, 61].

So liegt die Eigenkapitalquote mit etwa 20 Prozent auf einem sehr niedrigen Niveau, die Belastungen und Abhängigkeiten durch den hohen Bedarf an Fremdkapital stellen ein erhebliches Gefahrenpotential für die Unternehmen dar. Eigenkapital- und Umsatzrendite sind Anfang der neunziger Jahre dramatisch zurückgegangen. Ob und in

welchem Umfang dieser Einbruch von den Unternehmen aufgefangen werden kann, läßt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht mit Bestimmtheit sagen. Die finanzielle Situation des Branchendurchschnitts muß jedoch als existenzgefährdend bezeichnet werden. Unter den Folgen dieser wirtschaftlichen Entwicklung werden viele Unternehmen selbst nach einer Verbesserung des konjunkturellen Klimas noch lange leiden [63].

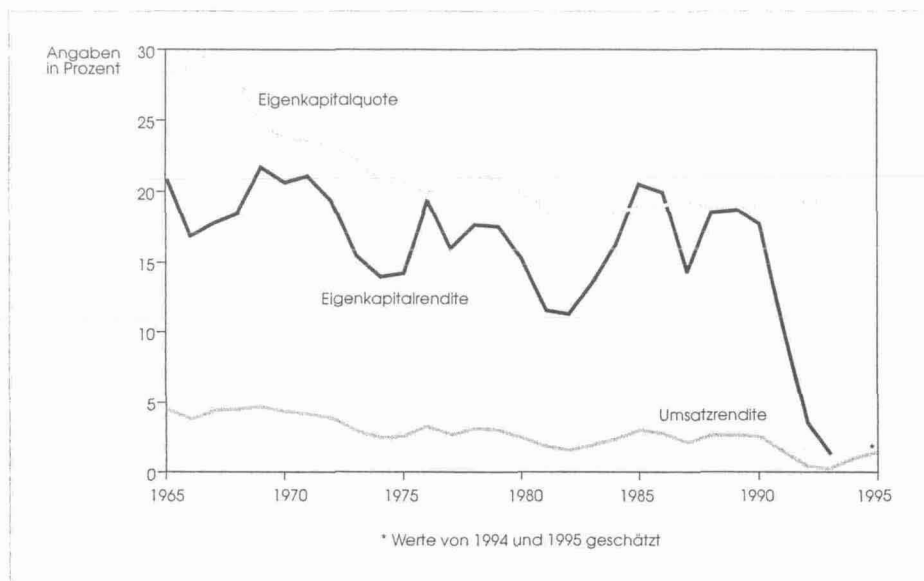


Abb. 2.2-3

Eigenkapitalquote, Eigenkapitalrendite und Umsatzrendite im deutschen Maschinenbau [59, 61]

Auch wenn der Trend zu sinkenden Umsatzrenditen tendenziell für alle Maschinenbaubetriebe gilt, macht eine differenzierte Untersuchung der wirtschaftlichen Situation die Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Unternehmen deutlich. Dabei zeigt sich, daß erfolgreiche Unternehmen trotz einer wachsenden internationalen Konkurrenz Umsatzrenditen von fünf bis sechs Prozent realisieren, während weniger erfolgreiche Unternehmen Verluste bis zu vier Prozent des Umsatzes verzeichnen. Der Leistungsabstand hat sich seit den neunziger Jahren vergrößert (Abb. 2.2-4) [26, 59].

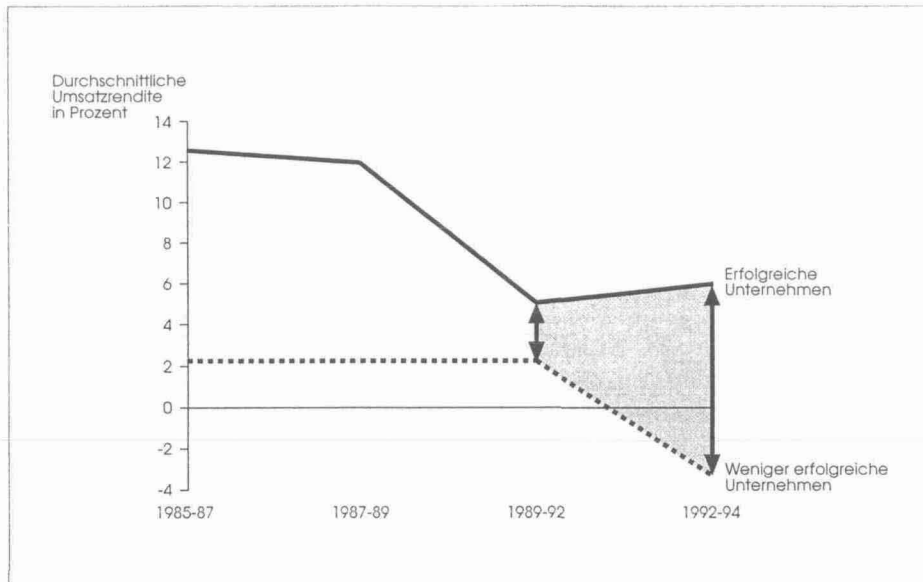


Abb. 2.2-4

Entwicklung der Umsatzrendite bei erfolgreichen und weniger erfolgreichen Unternehmen von 1985 bis 1994 [26]

Ein wesentlicher Grund für die schlechte Ertragslage vieler Unternehmen ist der Preiswettbewerb mit Billiganbietern, der auch technologisch führende Unternehmen zu schmerzlichen Preiszugeständnissen zwingt. Zusammen mit der ungünstigen Kostenstruktur in deutschen Betrieben kann diese Entwicklung zu Auftragsabschlüssen führen, die keine Gewinne zulassen oder sogar Verluste bringen [53, 64].

Das stark begrenzte Finanzpotential der betroffenen Unternehmen verschärft die ohnehin angespannte Wettbewerbssituation zusätzlich, da nur erhebliche Investitionen in Produkt- und Prozessinnovationen die Möglichkeit eröffnen, den bereits existierenden Abstand wieder zu verringern. Die von Verlusten betroffenen Betriebe geraten so in einen Kreislauf, aus dem sie aus eigener Kraft kaum enttrinnen können. Es ist zu befürchten, daß nur wirtschaftlich gesunde Unternehmen den sich weiter verschärfenden Wettbewerb auch langfristig erfolgreich überstehen werden [26, 53].

So befindet sich der Maschinenbau in Deutschland seit den neunziger Jahren in der schwersten Krise nach dem Zweiten Weltkrieg, die durch strukturelle Schwächen innerhalb der Branche, bestehende Standortnachteile sowie den tiefgreifenden Wandel der internationalen Wirtschaftsbeziehungen zu erklären ist [10, 59, 64].

2.2.2 Bedingungen im deutschen Maschinenbau

2.2.2.1 Wirtschaftliche Bedeutung

Im deutschen Maschinenbau waren 1995 knapp eine Million Menschen beschäftigt, der Umsatz betrug ca. 230 Milliarden DM (vergleiche hierzu auch Abb. 2.2-1). Er gehört damit zu den großen Branchen der deutschen Industrie, von der zusätzlich starke indirekte Beschäftigungswirkungen durch einen hohen Verflechtungsgrad mit anderen Branchen ausgeht. Es handelt sich um eine heterogene, in 37 Fachzweige unterteilte Industrie, die gemessen an der Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes einen Anteil von gut 11 Prozent ausmacht [59, 61, 64].

Im Vergleich zu anderen Branchen ist der Maschinenbau mittelständisch strukturiert (Abb. 2.2-5). Der Großteil der Unternehmen besteht zu über 90 Prozent aus kleinen und mittleren Betrieben mit bis zu 500 Mitarbeitern. Aus diesen Rahmenbedingungen der mittelständischen Struktur der Maschinenbaubranche kann für die Wettbewerbsstruktur eine starke Fragmentierung sowie ein geringer Konzentrationsgrad gefolgert werden.

Die Fragmentierung ist aus den sehr differenzierten Marktanforderungen und dem Umstand zu erklären, daß sich die in der Branche erzeugten Produkte in starkem Ausmaß hinsichtlich ihrer Größe, ihrer ausgeübten Funktion und den damit verbundenen technischen Problemen sowie der Vielzahl von unterschiedlichen Problemstellungen der Abnehmer unterscheiden. Die Vielseitigkeit des deutschen Maschinenbaus spiegelt sich in den Fachzweigen wider. Der deutsche Maschinenbau stellt insgesamt mehr als 20.000 unterschiedliche Maschinenarten her, wobei unterschiedliche Ausstattungen und Größen bei dieser Angabe nicht berücksichtigt sind [59].

1995 liegt die Fördertechnik mit einer Maschinenproduktion im Wert von über 16 Milliarden DM vor der Büro- und Informationstechnik mit knapp 15 Milliarden DM. Der in Deutschland traditionell starke Werkzeugmaschinenbau belegt mit rund 13 Milliarden DM Platz fünf (Abb. 2.2-6).

Die Struktur des deutschen Maschinenbaus ist einer kontinuierlichen Veränderung unterworfen. Bedingt durch den nationalen und internationalen Strukturwandel der Wirtschaft, technologische Entwicklungen und daraus abgeleitete Bedarfsverschiebungen haben sich die einzelnen Fachzweige in historischer Betrachtung unterschiedlich entwickelt. Abb. 2.2-7 zeigt die realen Veränderungen der Maschinenproduktion einzelner Fachzweige zwischen 1980 und 1995. Besonders deutlich wird der gestiegene Anteil der Büro- und Informationstechnik als Ausdruck für die zunehmende Bedeutung der elektronischen Datenverarbeitung. Einen erheblichen Rückgang der Maschinenproduktion mußte beispielsweise der Werkzeugmaschinenbau hinnehmen.

Trotz seiner immer noch starken Position im deutschen wie auch im internationalen Maschinenbau ist dessen Maschinenproduktion in den letzten 15 Jahren um rund 30 Prozent zurückgegangen [61].

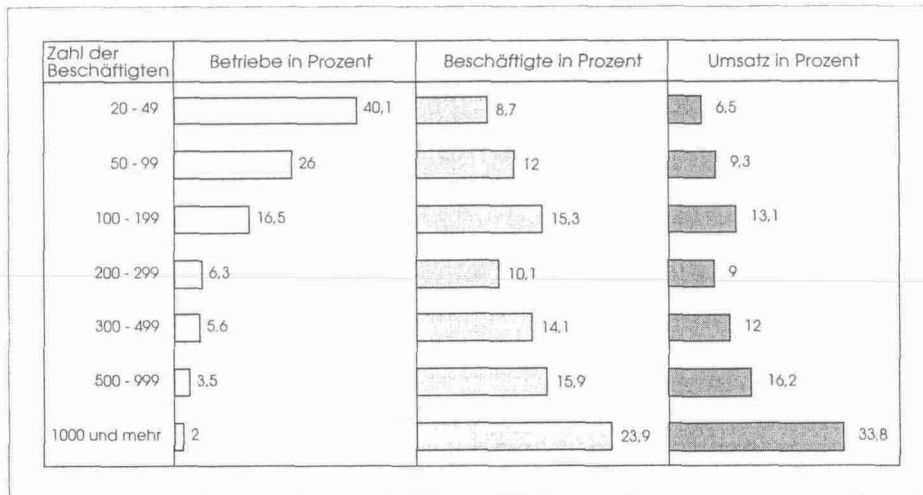


Abb. 2.2-5

Betriebsgrößenklassen im deutschen Maschinenbau, Stand September 1994
[61]

Ein wesentlicher Grund für die Diversifizierung ist auch die starke ingenieurwissenschaftliche Ausrichtung, die einen hohen, wenn auch in den Erzeugnissen versteckten Dienstleistungsanteil zur Folge hat. Diese Besonderheit bietet auch eine Erklärung dafür, daß die Arbeitsproduktivität der Branche deutlich schwächer als im Durchschnitt der Industrie angestiegen ist, nämlich mit einer Rate von rund einem Prozent pro Jahr zwischen 1970 und 1992 gegenüber gut zwei Prozent im Verarbeitenden Gewerbe [64].

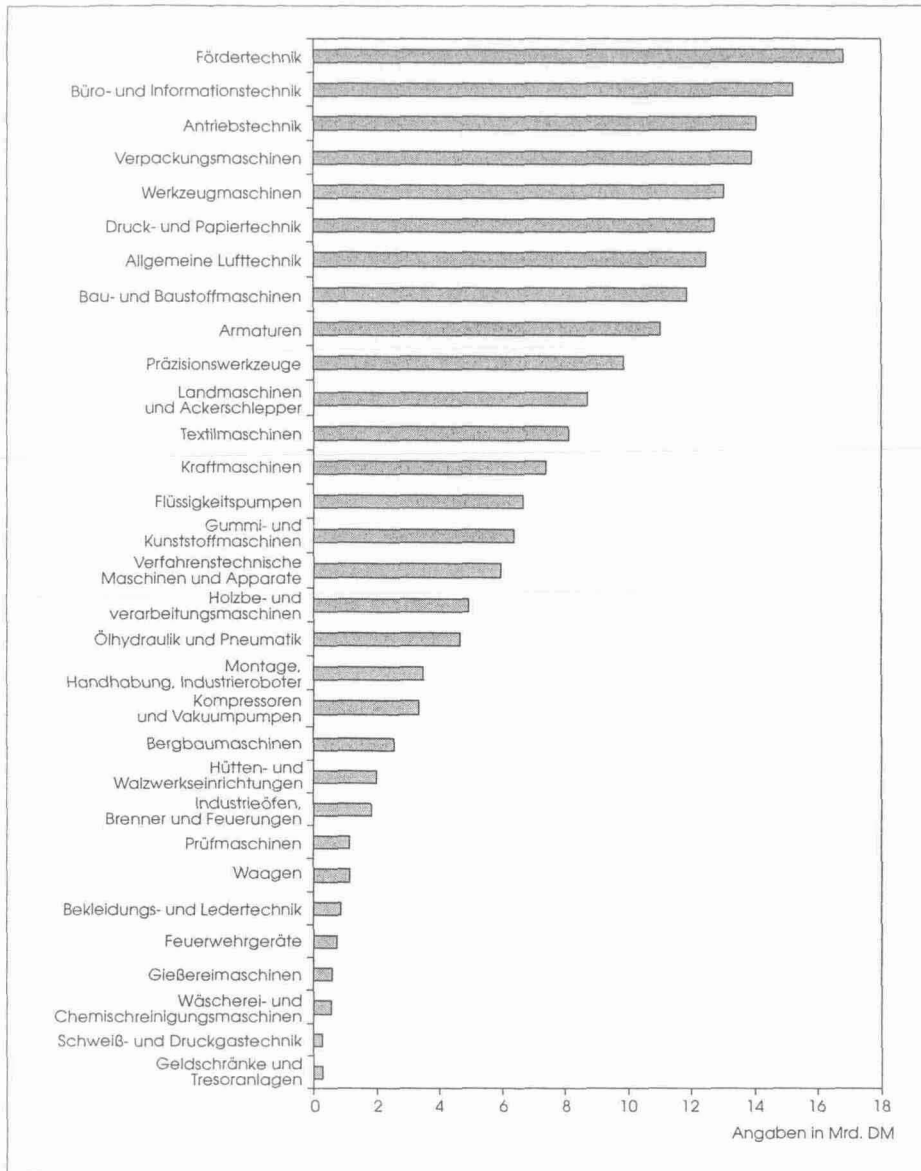


Abb. 2.2-6

Maschinenproduktion in einzelnen Fachzweigen 1995 [61]

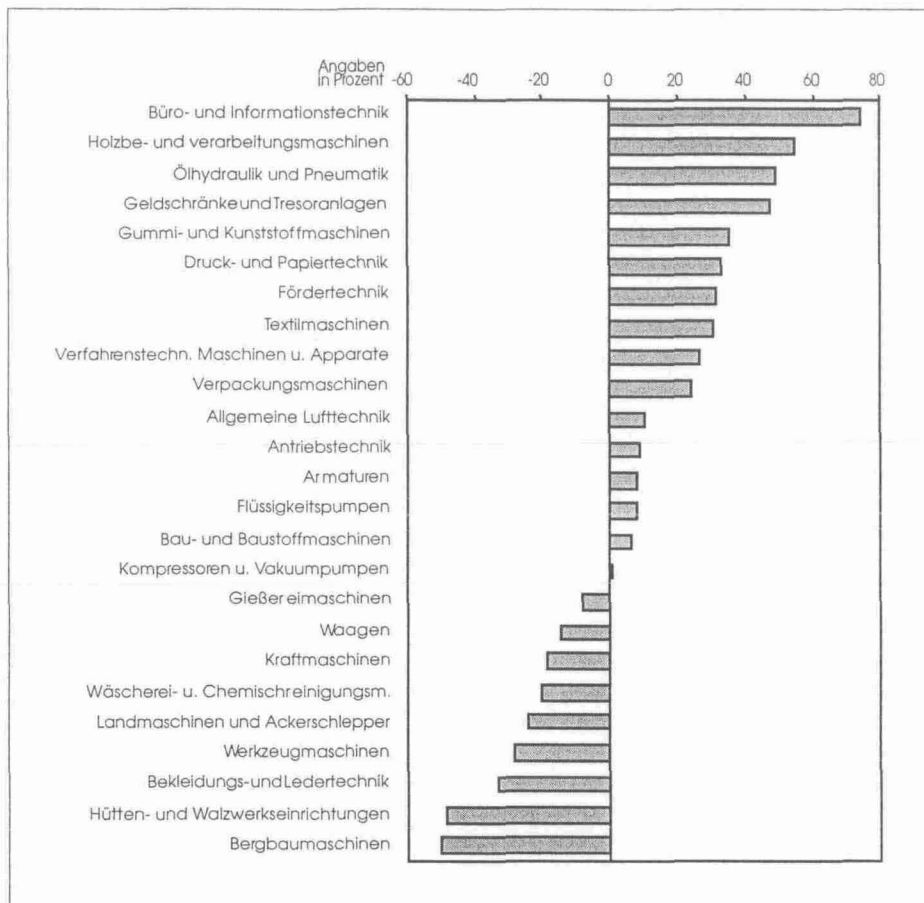


Abb. 2.2-7

Reale Veränderungen der Maschinenproduktion ausgewählter Fachzweige zwischen 1980 und 1995 [61]

Betrachtet man die Entwicklung der Beschäftigten im deutschen Maschinenbau von 1950 bis 1995, so pendelt sich die Beschäftigtenzahl in Deutschland (West) nach einem kurzen Anstieg bis zum Ende der sechziger Jahre verhältnismäßig konstant bei etwa einer Million Beschäftigten ein. Berücksichtigt man die parallel stetig steigende Zahl der Betriebe, so kann daraus eine Tendenz zur Bildung von überwiegend kleinen und mittleren Unternehmen abgeleitet werden. Abgesehen von den massiven Veränderungen für die ostdeutschen Betriebe nach der Wiedervereinigung, die von ein-

schneidendem Personalabbau und der Bildung kleinerer Wirtschaftseinheiten geprägt waren, sind die seit Anfang der neunziger Jahre rückläufigen Beschäftigtenzahlen im Maschinenbau verstärkt auf betriebsinterne Produktivitätsfortschritte und sich daraus ergebende Rationalisierungsmaßnahmen zurückzuführen (Abb. 2.2-8) [29].

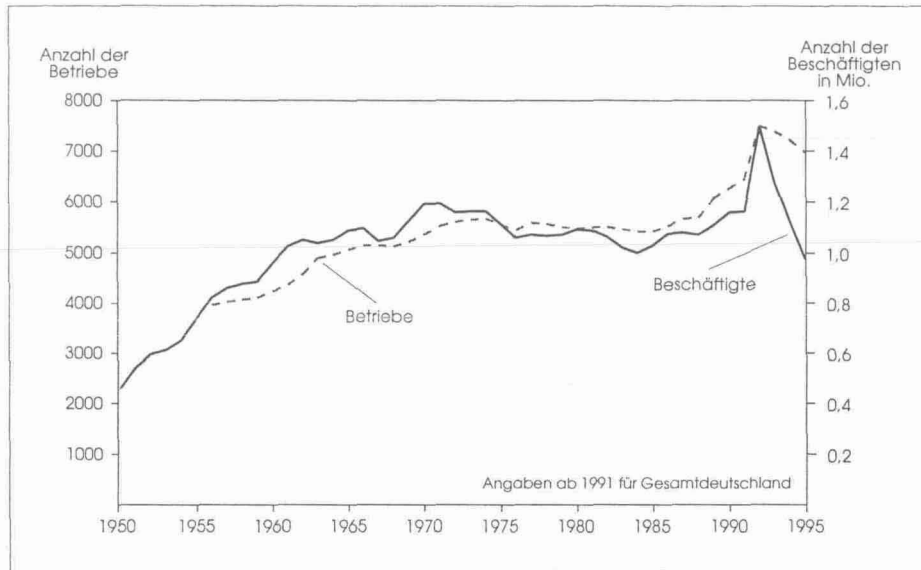


Abb. 2.2-8

Betriebe und Beschäftigte im deutschen Maschinenbau von 1960 bis 1995
[59]

Trotz der Fragmentierung ist der deutsche Maschinenbau sehr stark international orientiert und hat in vielen Fachzweigen einen hohen Weltmarktanteil (Abb. 2.2-9). Besonders positiv ist dabei die technologische Breite, auf der deutsche Hersteller ihre internationale Marktführerschaft erfolgreich behaupten. Die deutschen Maschinenbauer hatten in der Nachkriegszeit ihre Position, gemessen an den Anteilen am Weltmarkt, laufend verbessert. Erst Anfang der siebziger Jahre hat sich eine Stabilisierung auf hohem Niveau ergeben, seitdem schwankt der Prozentsatz zwischen 15 und 20 Prozent. Angesichts der zunehmenden Konkurrenz auf den Weltmärkten für Maschinenbauerzeugnisse durch neu auftauchende Anbieterationen kann der stabile Marktanteil auch als Ausdruck einer Wettbewerbsstärke betrachtet werden [59, 64].

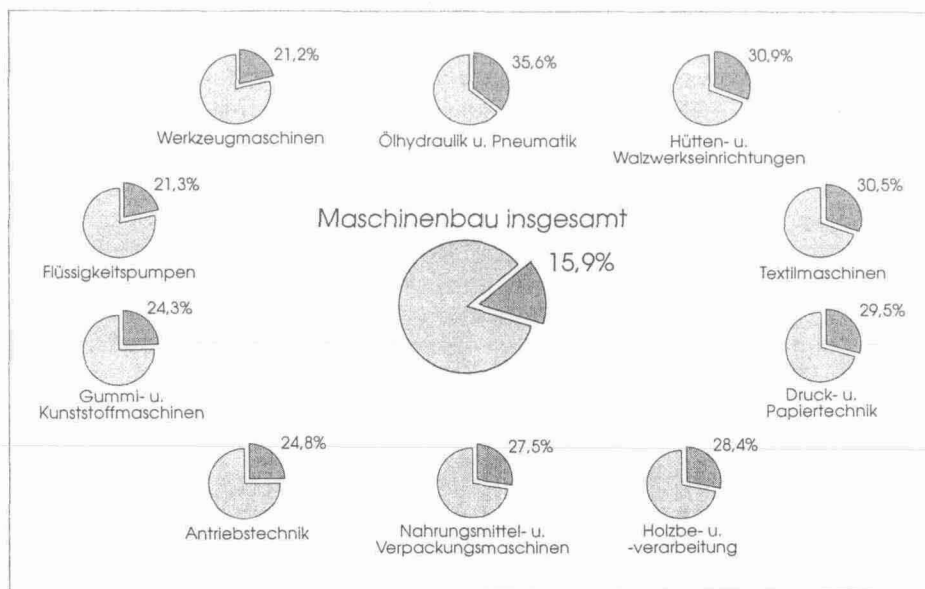


Abb. 2.2-9

Welthandelsanteile ausgewählter deutscher Fachzweige 1994 [59]

In der zweiten Hälfte der achtziger Jahre konnten deutsche Maschinenbauer ihren Welthandelsanteil sogar leicht ausbauen, zu Beginn der neunziger Jahre ist er dann wieder gesunken. Diese Entwicklung ist eng mit der Konjunktur in Westeuropa verbunden. Die hohe Investitionsdynamik und die anschließende scharfe Rezession, aber auch die Ausrichtung des deutschen Maschinenbaus auf die Binnennachfrage im Gefolge der deutschen Vereinigung, haben zu diesem Absinken des Anteils am Weltmarkt beigetragen [61, 64].

Für das Exportgeschäft gilt, daß nahezu alle Industrieländer wegen der hohen Integration des Weltmarktes konjunkturelle Phasen gleichzeitig durchlaufen. Damit wird eine Kompensation des inländischen Nachfrageausfalls oft nur über starke Preiszugeständnisse möglich. Die Inlandsnachfrage unterliegt einer langfristig rückläufigen Tendenz, die durch die Ausrichtung von Investitionsentscheidungen eher auf die Erhaltung von Produktionskapazitäten durch Ersatzinvestitionen als auf qualitativ wirkende Rationalisierungsinvestitionen oder quantitative Erweiterungen der Kapazitäten zu erklären ist. Hinzu kommt, daß sich die Auftragslage der Maschinenbaubranche in einer überproportionalen Abhängigkeit von Konjunkturschwankungen befindet, die die Konjunkturabhängigkeit der gesamten Investitionsgüterindustrie

noch übersteigt. Durch die ohnehin vorhandenen Überkapazitäten der Maschinenproduktion auf dem Weltmarkt werden die Unternehmen von dieser Abhängigkeit in rezessiven Zeiten besonders stark finanziell beansprucht [19].

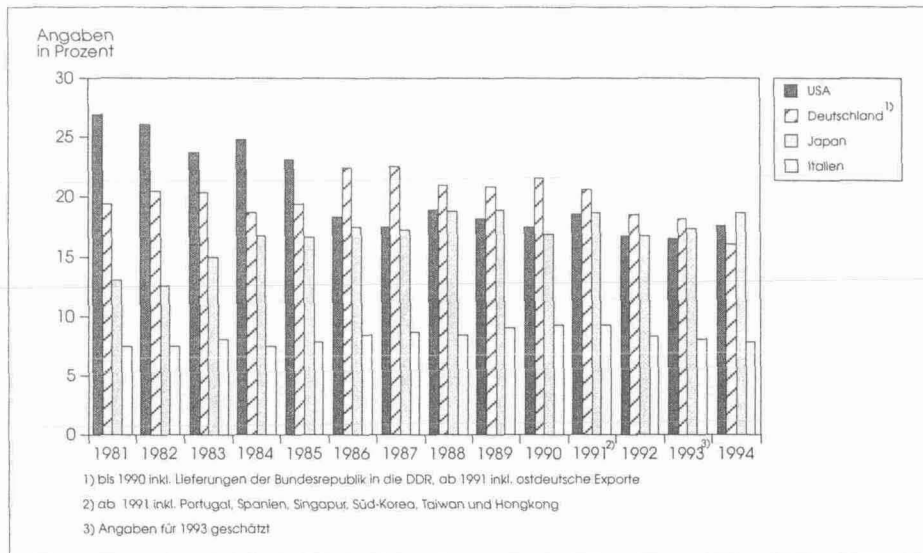


Abb. 2.2-10

Anteile an der Maschinenausfuhr der wichtigsten Lieferländer [61]

Der deutsche Maschinenbau belegt bei der Rangfolge der wichtigsten Maschinenlieferländer weiterhin den ersten Rang, auch wenn der Abstand zu Japan und den USA kleiner geworden ist. Dieser erste Rang gilt jedoch nur für den Maschinenbau im engeren Sinne, also gemäß der amtlichen Statistik, in der die Fachzweige Geldschränke und Tresoranlagen sowie Büro- und Informationstechnik nicht enthalten sind. Unter Verwendung der in dieser Arbeit verwendeten VDMA-Abgrenzung des Maschinenbaus, also inklusive Geldschränke und Tresoranlagen sowie Büro- und Informationstechnik, fällt Deutschland 1993 vom ersten auf den dritten Rang nach Japan und den USA zurück, nachdem es über einen Zeitraum von etwa zehn Jahren trotz neuer und erfolgreicher Wettbewerber aus Portugal, Spanien, Singapur, Süd-Korea, Taiwan und Hongkong auf dem ersten Platz gestanden hatte (Abb. 2.2-10).

Der Export ist für die deutsche Maschinenbauindustrie von fundamentaler Bedeutung für die Existenzsicherung der Unternehmen. 1995 wurden Maschinen im Wert

von über 131 Milliarden DM exportiert, der Großteil ging dabei nach Europa. Importiert wurden im gleichen Jahr dagegen Maschinen im Wert von rund 84 Milliarden DM, wobei die meisten Maschinen aus den USA, Japan, Frankreich und den Niederlanden eingeführt wurden [61].

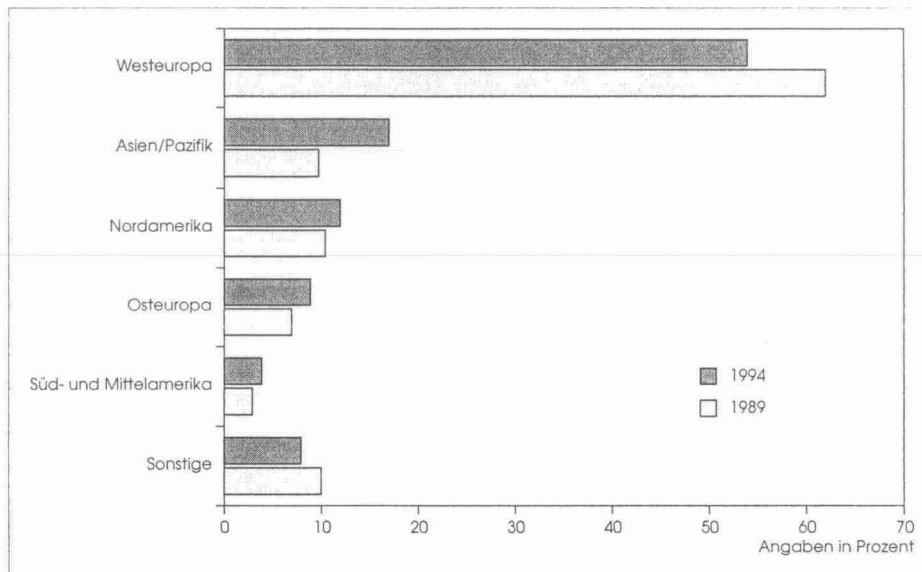


Abb. 2.2-11

Exportstruktur des deutschen Maschinenbaus [59]

Die Exportstruktur des deutschen Maschinenbaus verdeutlicht noch immer eine Konzentration der Unternehmen auf ihre traditionellen Kunden in Westeuropa. Nordamerika sowie der pazifische und asiatische Raum spielen als Märkte bis heute oft nur eine untergeordnete Rolle (Abb. 2.2-11).

2.2.2.2 Internationale Wettbewerbssituation

2.2.2.2.1 Konkurrenten des deutschen Maschinenbaus

Der wirtschaftliche Erfolg und die führende Stellung bei der Maschinenausfuhr seit Mitte der achtziger Jahre bekräftigte den international guten Ruf von Maschinenbauerzeugnissen aus Deutschland und schwächte bei vielen Betrieben die Bereitschaft, rechtzeitig und konsequent die notwendigen betriebsinternen Anpassungen zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit durchzuführen. Auch wenn die hohen Marktanteile als Ausdruck einer guten Wettbewerbsposition bei Leistungsangebot und Preis gewertet werden können, gibt die wirtschaftliche Situation vieler Unternehmen sowie das Aufkommen von Konkurrenzanbietern aus anderen Ländern und ihr Einbrechen in angestammte Produktbereiche Anlaß zur Besorgnis um die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Maschinenbaus.

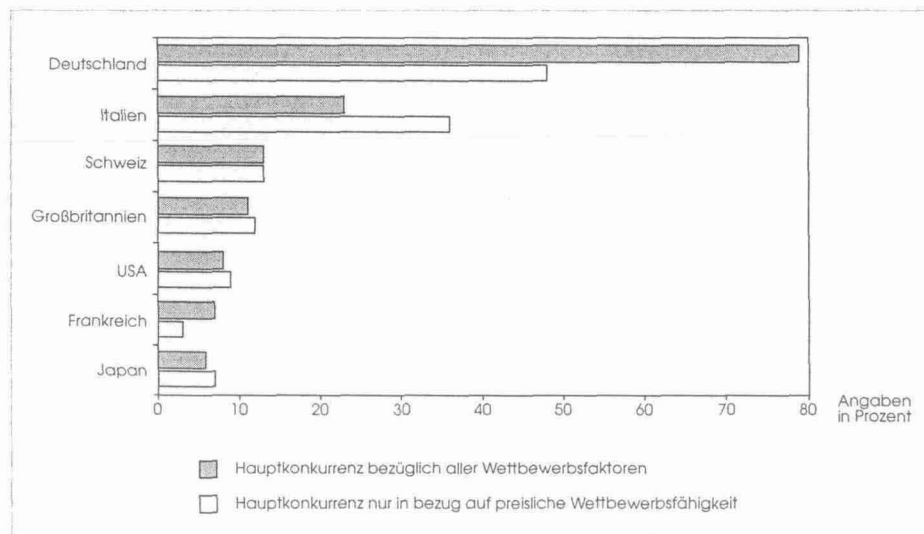


Abb. 2.2-12

Die Hauptkonkurrenz des deutschen Maschinenbaus sitzt in... [59]

In Übereinstimmung mit der bereits beschriebenen Exportstruktur lokalisieren die meisten deutschen Maschinenbauerhersteller ihre Hauptkonkurrenz in Deutschland und richten somit das Hauptaugenmerk auf ihren Heimatmarkt. Dies hängt zum einen sehr eng mit den Märkten der überwiegend kleinen und mittleren Unternehmen zusammen, die im Gegensatz zu den großen Betrieben fast ausschließlich in Deutschland und den unmittelbaren Nachbarmärkten aktiv sind [59].

Zum anderen kommt in dieser Einschätzung zum Ausdruck, daß deutsche Maschinenbauerzeugnisse in bezug auf wesentliche Wettbewerbsfaktoren wie Qualität, Technologie oder Zuverlässigkeit häufig noch immer den Leistungsstandard vorgeben. Erst mit relativ großem Abstand folgt Italien, wobei hier die Preisvorteile besonders ins Gewicht fallen. Die bedeutenden Konkurrenten sind Westeuropäer, die USA und Japan werden nur von etwa zehn Prozent der befragten Unternehmen als Hauptkonkurrenten genannt (Abb. 2.2-12).

Eine weitgehende Orientierung an deutschen Anbietern birgt jedoch die Gefahr in sich, die aufstrebenden Konkurrenzländer erst dann als direkte Wettbewerber wahrzunehmen, wenn sie mit verbesserten und wettbewerbsfähigen Produkten auf dem deutschen Markt erscheinen. Um eine solches Eindringen in den Heimatmarkt zu verhindern, ist eine frühzeitige Beobachtung der ausländischen Konkurrenz erforderlich, um neue Produktentwicklungen marktgerecht einleiten zu können.

2.2.2.2.2 *Internationale Maschinenproduktion*

Die Maschinenbauunternehmen der großen Herstellernationen haben unterschiedlich auf die weltweit schwache Konjunktur reagiert.

Abb. 2.2-13 zeigt die preisbereinigten Veränderungen der Maschinenproduktion auf Nationalwährungsbasis für wichtige Herstellerländer von 1990 bis 1995. Die Verläufe geben die Steigerungen oder das Absinken der Maschinenproduktion bezogen auf das Jahr 1990 wieder.

Analysiert man diese Kurven, so lassen sie sich zunächst grob in zwei Gruppen untergliedern. Während die USA und Italien trotz wirtschaftlicher Rezession ihre Maschinenproduktion entscheidend steigern konnten, sanken Deutschland (West), Großbritannien, Frankreich und Japan deutlich ab. Auch wenn diese Ländergruppe den Produktionsrückgang ab 1993 stoppte, konnten die USA ihre Maschinenproduktion bis 1995 bezogen auf die Werte von 1990 fast linear um etwa 50 Prozent, Italien immerhin um rund 20 Prozent erhöhen.

Für diese Entwicklung sind neben einer verbesserten Wettbewerbsfähigkeit in den USA und Italien durch die Ausschöpfung von Rationalisierungspotentialen und die Entwicklung neuer erfolgreicher Technologien vor allem Währungseffekte verantwortlich. Die niedrigen Wechselkurse für US-Dollar und italienische Lire haben das

Exportgeschäft der beiden Länder massiv angekurbelt und so wesentlich zu preislichen Wettbewerbsvorteilen beigetragen.

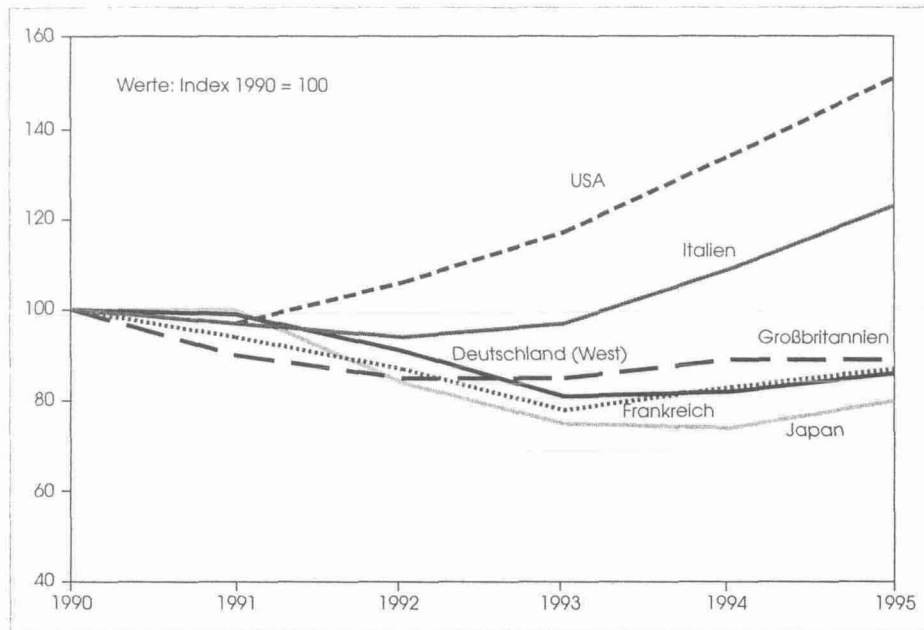


Abb. 2.2-13

Internationale Maschinenproduktion [61]

2.2.2.3 Internationale Umsatzentwicklung

Eine genauere Beschreibung der wirtschaftlichen Bedeutung einzelner Herstellerländer sowie der massiven Einflüsse von Wechselkurseffekten auf den Maschinenabsatz ermöglicht die internationale Umsatzentwicklung. Abb. 2.2-14 zeigt die in DM bewerteten Umsätze von 1988 bis 1994 für Japan, die USA, Italien und Deutschland. Während die USA und Japan ihre Umsätze von 1992 an weiter ausbauen konnten, hat Deutschland nach einem leichten Anstieg seit 1991 wieder Umsatzeinbußen zu verzeichnen. Betrachtet man das Umsatzvolumen, so erwirtschaftet der deutsche Maschinenbau gemessen an den USA und Japan nur knapp die Hälfte der Umsätze,

Italien wiederum erwirtschaftet etwa die Hälfte der deutschen Maschinenbauumsätze.

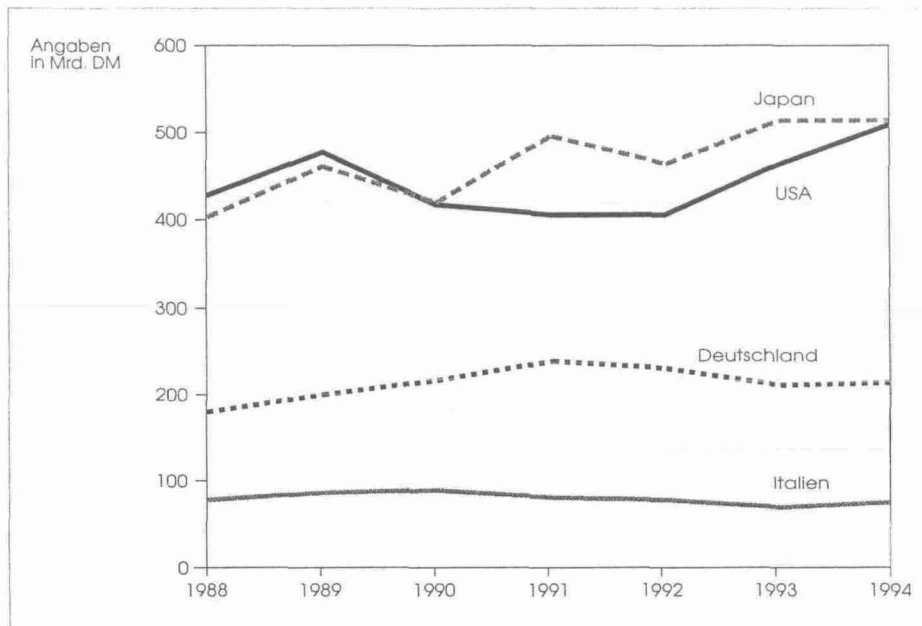


Abb. 2.2-14

Umsatzentwicklung im internationalen Vergleich [61]

Die signifikanten Unterschiede zwischen den Kurvenverläufen bei den Veränderungen der Maschinenproduktion und bei der Umsatzentwicklung sind in erster Linie auf Wechselkurseffekte zurückzuführen (vergleiche Abb. 2.2-31 und Abb. 2.2-32). Die Steigerung der italienischen Maschinenproduktion geht einher mit einer gegenläufigen Abwertung der italienischen Lire. Aus deutscher Sicht haben italienische Maschinenbauer mehr Maschinen zu niedrigeren Preisen verkauft, so daß der in DM bewertete Umsatz in etwa konstant blieb.

Berücksichtigt man bei den Umsatzzahlen die Beschäftigten im Maschinenbau in den jeweiligen Ländern, wird der Vorsprung der japanischen Maschinenbauerhersteller, bezogen auf das Verhältnis von Mitarbeitern zu Jahresumsatz, besonders deutlich (Tab. 2.2-1).

Land	Beschäftigte	Umsatz in Milliarden DM	Jahresumsatz pro Mitarbeiter in DM
Japan	955.000	516	540.000
USA	1.925.000	507	263.000
Deutschland	991.000	230	232.000

Tab. 2.2-1

Beschäftigte und Jahresumsätze 1995 im internationalen Vergleich [61]

Größenvorteile von Einzelunternehmen können für diese Produktivitätsvorteile jedoch nicht verantwortlich sein. Bei einem internationalen Vergleich der Betriebsgrößenverteilung wird deutlich, daß auch im US-amerikanischen und japanischen Maschinenbau die kleinen und mittleren Unternehmen dominieren. Dort ist der Anteil an Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten sogar noch wesentlich größer als im deutschen Maschinenbau. Mit gut sechs Prozent gibt es in der deutschen Maschinenbaubranche fast doppelt so viele Unternehmen mit 500 und mehr Beschäftigten wie in Japan mit knapp drei Prozent und den USA mit knapp vier Prozent (Abb. 2.2-15).

Als Ursachen für diese große Differenz der Produktivität des Arbeitseinsatzes sind neben den längeren Arbeitszeiten in Japan vor allem strukturelle Faktoren der interindustriellen Verflechtung zu nennen. Die großen japanischen Unternehmen beziehen Vorprodukte von Zulieferern, die unter Einsatz billiger Arbeitskräfte preiswerte Vorleistungen erbringen. Der Bezug dieser preiswerten Vorleistungen verschafft Großunternehmen die Möglichkeit, eine hohe Arbeitsproduktivität je Beschäftigten zu erzielen, ohne dies mit besonders kostenintensiven technisch-organisatorischen Maßnahmen im eigenen Betrieb zu erreichen [7, 65].

Ein weiterer Faktor zur Erklärung der Produktivitätsdifferenz zwischen deutschen und japanischen Maschinenherstellern liegt im hohen ingenieurtechnischen Dienstleistungsanteil bei deutschen Maschinenbauprodukten. So weisen deutsche Unternehmen, gemessen am Umsatz, durchschnittlich höhere Ausgaben für Forschung und Entwicklung auf als die japanische Konkurrenz. Die Ursachen dafür liegen, bezogen auf die insgesamt hergestellte Stückzahl eines bestimmten Produkts, in häufigeren Neukonstruktionen und einer stärker anwenderorientierten Entwicklung von Produkten. Als Konsequenz ergibt sich eine gemessen an der Gesamtzahl der Beschäftigten vergleichsweise geringe Produktivität. Hinzu kommt, daß deutsche Unternehmen bedingt durch die Konzentration auf anwenderorientierte Kleinserien Mengenvorteile in der Produktion nicht nutzen können [65].

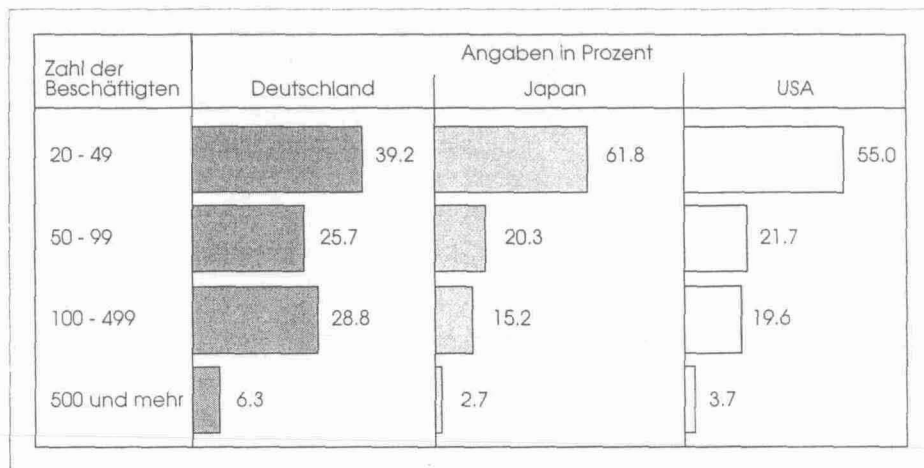


Abb. 2.2-15

Betriebsgrößenklassen des Maschinenbaus im internationalen Vergleich [59]

Betrachtet man die technisch-organisatorisch bedingte Arbeitsproduktivität, so ist diese in Deutschland oft vielfach höher als in Japan. Allerdings steht hinter dieser Leistungsfähigkeit eine personalaufwendige Planung und Arbeitsvorbereitung, die die Produktivität des Gesamtsystems wieder senkt [65].

2.2.2.2.4 Die Faktoren Arbeitskosten, Produktivität und Arbeitszeit

Entscheidende Wettbewerbsnachteile deutscher Maschinenbauer gegenüber der ausländischen Konkurrenz ergeben sich aus den hohen Arbeitskosten im Verarbeitenden Gewerbe, die als eine der wichtigsten Wettbewerbsfaktoren gelten. Mit deutlichem Abstand liegt Deutschland im internationalen Vergleich an der Spitze (Abb. 2.2-16). Rechnet man die in den Zulieferungen enthaltenen Arbeitskosten mit, so entfällt etwa die Hälfte aller Produktionskosten auf den Faktor Arbeit [18].

Die Arbeitskosten allein sagen jedoch nur wenig über die kostenbezogene Wettbewerbssituation eines Landes aus. Gleichzeitig muß die Produktivität, also das Produktionsergebnis einer Arbeitsstunde, mit der internationalen Konkurrenz verglichen werden. Dabei liegt die westdeutsche Industrie zwar in der Spitzengruppe, es gibt jedoch einige wichtige Wettbewerber, die bei teilweise deutlich niedrigeren Arbeitskosten eine höhere Produktivität erzielen. Hierzu gehören Belgien, die Niederlande, Frankreich und Japan (Abb. 2.2-17).

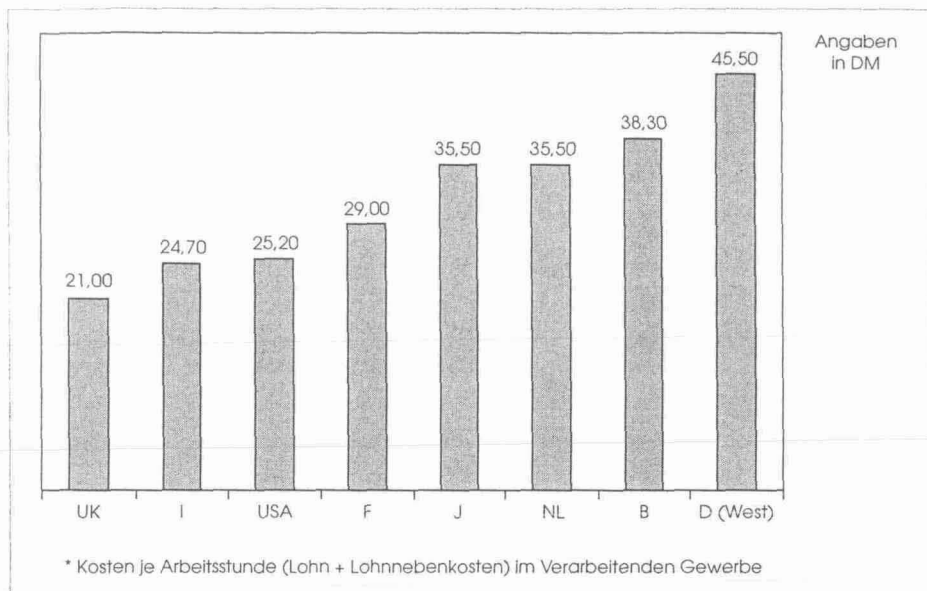


Abb. 2.2-16

Arbeitskosten im internationalen Vergleich [18]

Die hohe Produktivität galt bislang als entscheidender Wettbewerbsvorteil der westdeutschen Industrie. Während 1993 nur die Niederlande eine höhere Produktivität verzeichnen konnten, haben sich bis 1995 bereits vier Länder an Deutschland (West) vorbeigeschoben.

Neben den abnehmenden Produktivitätsvorteilen der deutschen Industrie wirkt sich die weltweit kürzeste Jahresarbeitszeit bei einer gleichzeitig hohen Zahl an Urlaubs- und Feiertagen negativ auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit aus. Mit einer Jahres-Sollarbeitszeit von 1602 Stunden liegt Deutschland (West) weit hinter den Konkurrenten aus den USA mit 1896 Stunden oder Japan mit 1832 Stunden (Abb. 2.2-18). Der Abstand zu wichtigen Wettbewerbern hat sich dabei weiter vergrößert: Seit 1988 um 79 Stunden gegenüber den USA, um 81 Stunden gegenüber Großbritannien und um 83 Stunden gegenüber Frankreich [18].

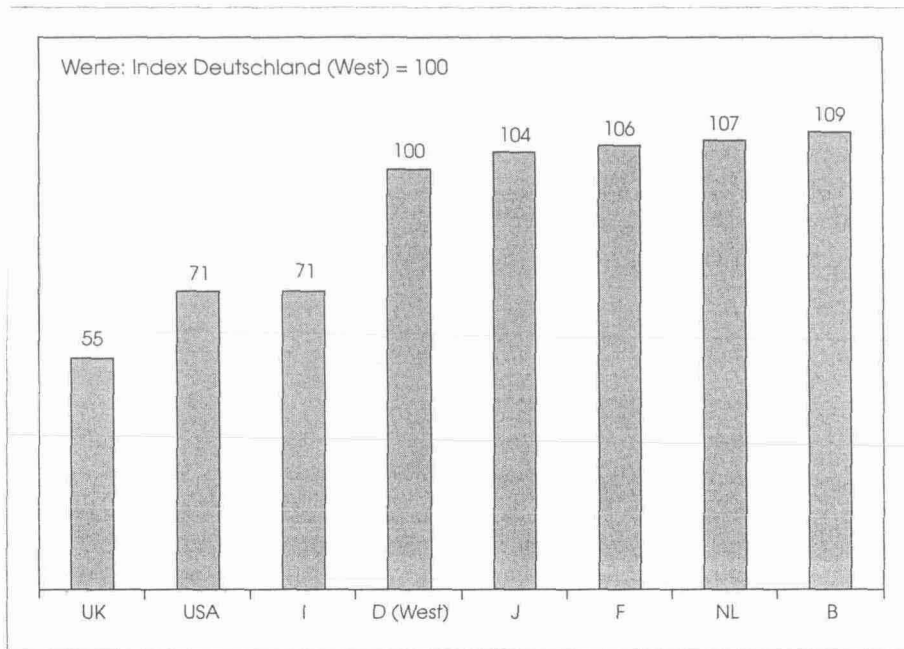


Abb. 2.2-17

Internationaler Vergleich der Arbeitsproduktivität im Verarbeitenden Gewerbe 1995 [43]

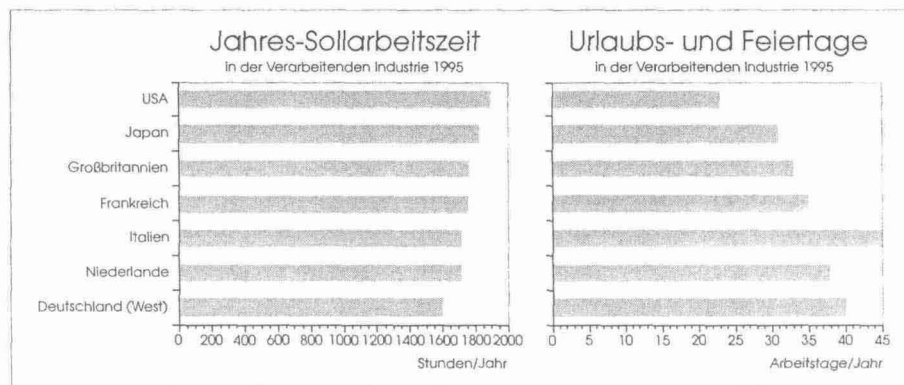


Abb. 2.2-18

Jahres-Sollarbeitszeit sowie Urlaubs- und Feiertage in der Verarbeitenden Industrie 1995 [18]

Eine genauere Beurteilung der internationalen Kostenposition ermöglicht der Blick auf die Entwicklung bei den Lohnstückkosten, also dem Verhältnis von Arbeitskosten je Beschäftigtenstunde zur realen Bruttowertschöpfung je Beschäftigtenstunde. Bei einem internationalen Vergleich der Lohnstückkostendynamik auf Nationalwährungsbasis im Zeitraum von 1989 bis 1995 steht Deutschland (West) hinter Großbritannien mit einer Lohnstückkostensteigerung von knapp 18 Prozent an der Spitze. Wichtige Konkurrenten wie die USA oder Japan verzeichnen hier nur Steigerungen von rund 5 Prozent (Abb. 2.2-19).

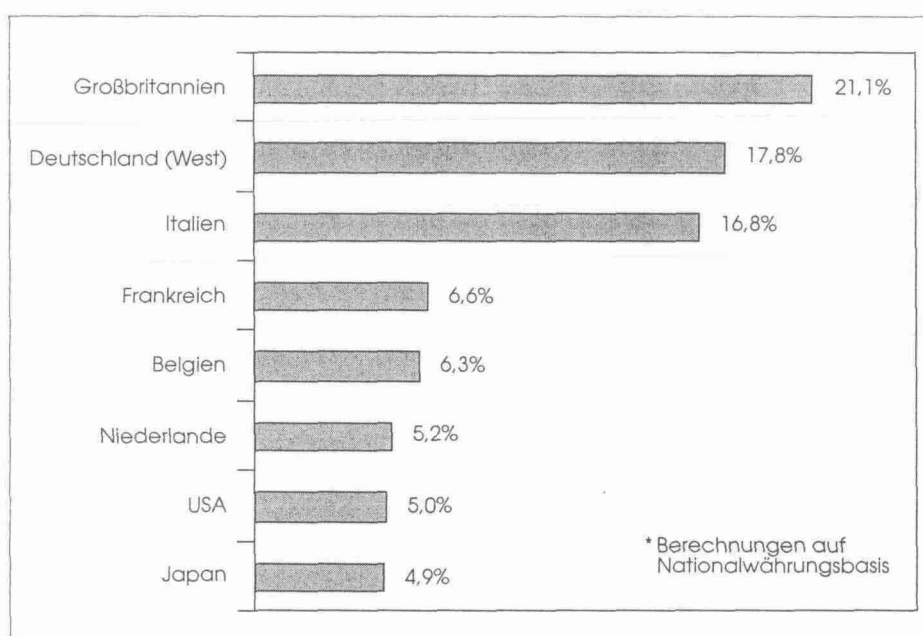


Abb. 2.2-19

Lohnstückkostensteigerung der Verarbeitenden Industrie im Vergleichszeitraum 1989/95* [43]

Häufig wird argumentiert, daß die Verschlechterung der deutschen Wettbewerbsposition auf eine überzogene Lohnpolitik zurückzuführen sei. Ein Vergleich der nominalen Lohnstückkosten auf Nationalwährungsbasis liefert jedoch keine direkten Informationen darüber, wie groß der reale Lohnstückkostendruck tatsächlich ist. Dieser

Lohnstückkostendruck hängt davon ab, in welchem Ausmaß die Lohnkostensteigerung über die Produktpreise an die Abnehmer weitergegeben werden kann.

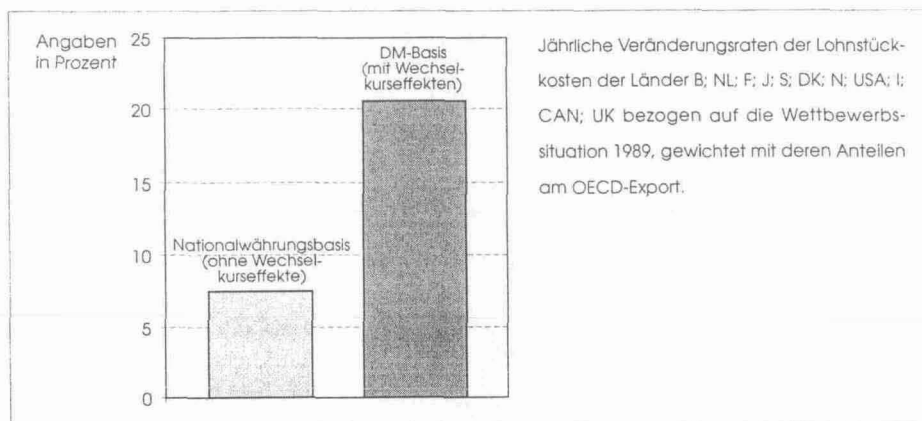


Abb. 2.2-20

Lohnstückkostennachteil der westdeutschen Industrie im Vergleich mit dem Durchschnitt der übrigen Industrieländer 1989/95 [43]

Zur kostenbedingten Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Maschinenbaus ist abschließend folgendes festzustellen: Die Lohnstückkosten der Konkurrenzländer sind von 1989 bis 1995 um rund 21 Prozent langsamer gestiegen als in Deutschland (West). Für diesen Lohnstückkostennachteil, der sich seit 1989 aufgebaut hat, ist mit einem Anteil von etwa 14 Prozent die Aufwertung der DM verantwortlich. Die heimische Lohnstückkostenentwicklung verlief jedoch in den anderen Ländern im Durchschnitt um acht Prozent günstiger als in der westdeutschen Industrie. Gut ein Drittel des aufgelaufenen Kostennachteils ist also hausgemacht (Abb. 2.2-20) [43]. Daraus läßt sich die Vermutung ableiten, daß durch einen Abbau dieses zwanzigprozentigen Lohnstückkostennachteils die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Maschinenbaus nachhaltig verbessert werden kann.

2.2.3 Marktanforderungen im Wandel

2.2.3.1 Zentrale Herausforderungen an den deutschen Maschinenbau

Neuorientierungen industrieller Produktionssysteme vollziehen sich unter dem Einfluß eines zunehmend schnelleren Wandels des unternehmerischen Umfelds. Es läßt sich ein Konsens darüber feststellen, daß die betrieblichen Umweltfaktoren, seien es technologische Entwicklungen, die weltweiten politischen und wirtschaftlichen Konstellationen oder das langfristige Verbraucherverhalten, dynamischer und aufgrund der vielfältigen Wirkbeziehungen komplexer werden. Eine auf die Identifikation von Chancen und Risiken für die Beschaffungs- und Absatzmarktstrukturen gerichtete, handlungsleitende Abschätzung der weiteren Entwicklung gestaltet sich für Entscheidungsträger so zunehmend schwieriger [47].

Auch wenn extreme Vorstellungen zur Veränderungsgeschwindigkeit der gesamten Unternehmensumwelten übertrieben erscheinen, fördern sie im Ergebnis jedoch eine Sensibilisierung zur vorausschauenden organisatorischen und personellen Strukturierung des Unternehmens, die zukunftsorientiert eine flexible Strategieformulierung erlaubt.

Abb. 2.2-18 zeigt die zentralen Herausforderungen für den deutschen Maschinenbau bis zum Jahr 2000 laut einer Studie, an der 97 Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus teilgenommen haben. Dabei bezeichneten 94 Prozent der befragten Unternehmen die Optimierung von Produktions- und Leistungsprozessen und 91 Prozent die Verbesserung des Preis-/Leistungsverhältnisses als besonders bedeutsam. Deutsche Maschinenbauer sehen ihre größten Aufgaben vor allem in Maßnahmen zur Rationalisierung von Geschäftsprozessen, in der Entwicklung und Vermarktung innovativer Produkte sowie in den Bereichen Personal, Marketing und Beschaffung (Abb. 2.2-21).

Ein Trend "weg vom Standort Deutschland" ist nicht zu erkennen, die Verlagerung von Betriebsstätten und Büros ins Ausland spielt für die meisten Unternehmen nur eine untergeordnete Rolle.

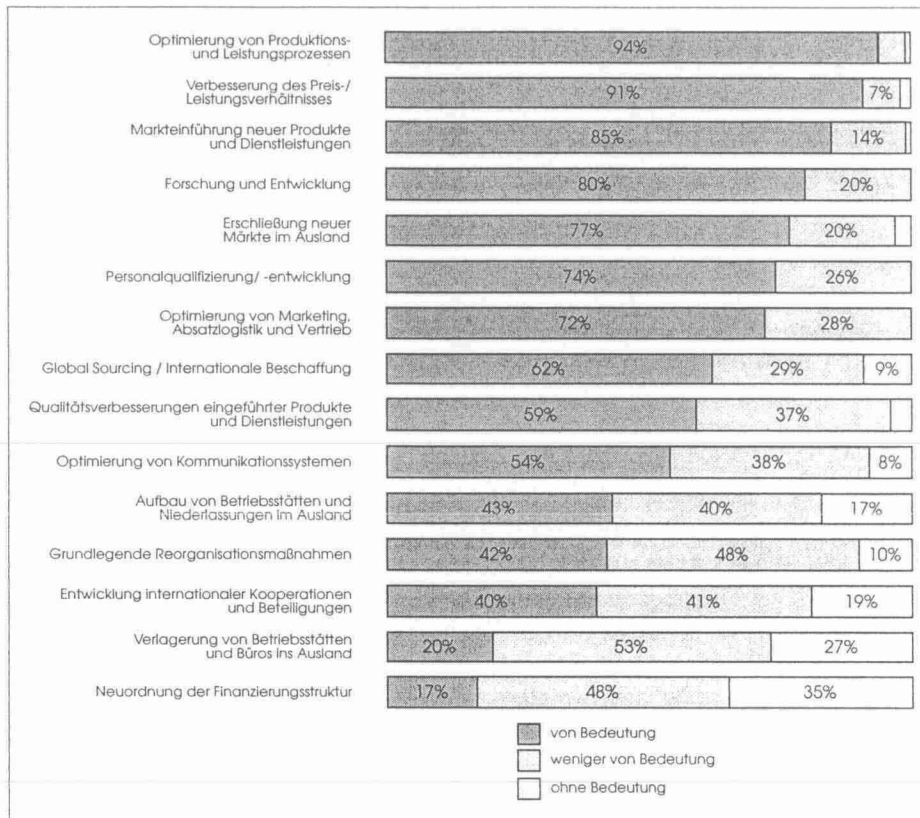


Abb. 2.2-21

Zukunftserwartungen deutscher Maschinenbauunternehmen bis zum Jahr 2000 [39]

2.2.3.2 Veränderungen internationaler Marktstrukturen

Die Situation auf den Absatzmärkten für Maschinenbauprodukte ist seit einigen Jahren durch einen Wandel vom Verkäufer- zum ausgeprägten Käufermarkt charakterisiert. Während in den meisten Fachzweigen noch bis in die achtziger Jahre die Nachfrage nach deutschen Maschinen das Angebot überstieg und die Engpaßfaktoren der Unternehmen die Fertigung und Beschaffung waren, sind viele Märkte heute durch international konkurrenzfähige Angebote übersättigt. Der Absatzmarkt ist

somit zum eigentlichen Engpaßfaktor für Unternehmen geworden. Vor diesem Hintergrund sind die deutschen Anbieter stärker als bisher gezwungen, ihre Marktanteile durch technologische Spitzenprodukte oder besonders preisgünstige Maschinen zu verteidigen. Denn nur das Leistungsangebot ist am Markt erfolgreich, das aus der individuellen Anwendersicht im Vergleich mit Konkurrenzangeboten Vorteile bietet [3, 58].

Der Anwender im Investitionsgüterbereich unterscheidet sich vom Kunden des Konsumgüterbereiches zum einen dadurch, daß er in der Regel konkrete Vorgaben an die zu kaufende Maschine stellt und als Experte in der Lage ist, die Leistungsfähigkeit des angebotenen Produktes genau zu beurteilen. Zum anderen interessiert ihn die Maschine als Mittel zur Lösung seiner Produktionsaufgaben. Er wird dem Produkt den Vorzug geben, das ihm aus seiner Sicht die wirtschaftlichste Lösung seiner Produktionsaufgaben garantiert. Dabei verlangt er nicht nur ein Produkt an sich, sondern hat bestimmte Vorstellungen über Zeitpunkt und Ort der Lieferung, über den Preis sowie über vorausgehende, begleitende und nachgelagerte Dienstleistungen [3, 58].

So ist die technische Leistungsfähigkeit der Maschine zwar das zentrale Kaufkriterium, sie kann jedoch durch zusätzliche Faktoren, wie beispielsweise das Firmenimage oder ein leistungsfähiges internationales Servicenetz, entscheidend unterstützt werden. In bezug auf die Unternehmensstellung im Wettbewerb bestehen vor dem Hintergrund einer zunehmenden Annäherung der technischen Leistungsprofile die größten Differenzierungsmöglichkeiten allgemein beim Dienstleistungs- und Serviceangebot.

Auch wenn weltweit ähnliche allgemeine Anforderungen an Maschinenbauprodukte gestellt werden, wie beispielsweise niedriger Preis, hohe Zuverlässigkeit, hohe Fertigungsgenauigkeit oder einfache Maschinenbedienung, so wird diesen allgemeinen Anforderungen jedoch regional wie unternehmensspezifisch unterschiedliches Gewicht beigemessen. Eine Entscheidung gegen den Kauf einer bestimmten Maschine kann aufgrund dieser differenzierten Gewichtung erfolgen und basiert seltener auf der Tatsache, daß dieses Produkt als Gesamtkonzept am Markt vorbeientwickelt wurde. Besonders deutlich werden diese unterschiedlichen Gewichtungen bei der Kaufentscheidung am Beispiel der Schwellenländer: Mit dem Eintritt neuer Konkurrenten aus Südostasien wie Taiwan oder Hongkong tauchen Anbieter für einfachere Serienmaschinen auf, die nicht technologisch führend, aber im Preis sehr günstig sind. Demgegenüber produzieren deutsche Maschinenhersteller überwiegend hochpreisige Maschinen für individuelle Lösungen und Märkte mit geringen Absatzmengen.

Vergleicht man die regionalen Anforderungen der angehenden Wachstumsmärkte in Südostasien, Osteuropa und Südamerika bezüglich Funktionalität und Eigenschaften des Produktes mit denen der Industriestaaten, so werden gerade hier in naher Zukunft eher einfachere, preisgünstige Standardmaschinen in großen Stückzahlen gefragt

sein. Mengenanbieter von Serienmaschinen aus den südostasiatischen Schwellenländern und Japan liegen somit im Entwicklungstrend, Deutschland muß dagegen im Rahmen der Markterschließung hier noch Anstrengungen unternehmen.

Abnehmer von Maschinenbauerzeugnissen sind ebenfalls durch branchenspezifische Unterschiede im Hinblick auf geforderte Leistungsmerkmale, wie zum Beispiel Genauigkeitsansprüche an die Maschinen, gekennzeichnet. Damit wirken sich auch sektorale Aspekte direkt auf die Erfolgspotentiale der Maschinenhersteller aus. Wieder sei auf die Bedeutung der neuen Wachstumsmärkte unter diesem Gesichtspunkt hingewiesen: Durch deren wirtschaftliche Entwicklung werden die Absatzmärkte solcher Branchensektoren als Abnehmer von Maschinenbauerzeugnissen wachsen, die in den Industrienationen zu den schrumpfenden Märkten zählen. Dabei müssen die deutschen Unternehmen diese Tendenzen der sich weltweit wandelnden Branchenstrukturen ihrer Abnehmer erkennen und aktiv durch die Anpassung ihres Produktprogrammes reagieren.

Die Beispiele regionaler als auch sektoraler Unterschiede in den Anwenderanforderungen zeigen auch deren Änderungen im Zeitablauf, sie sind demnach ein dynamisches Phänomen. Spricht man von einer langfristigen Anwenderorientierung, so müssen die deutschen Anbieter stärker und vor allem internationaler als bisher versuchen, zukünftige Probleme und Wünsche ihrer Anwender für sich zu erschließen und daraus konkrete Produktentwicklungen abzuleiten [58].

2.2.3.3 Höhere Leistungsfähigkeit bei Standardmaschinen

Prinzipiell ist der Anwender an der einfachsten und wirtschaftlichsten Lösung seiner Produktionsaufgabe interessiert. Hier spiegelt sich die Problematik des "Overengineering" wieder: Der Anwender ist nicht bereit, für Funktionsumfänge und Genauigkeitsqualitäten zu zahlen, die er nicht produktiv umsetzen kann [39]. Bei der Akzeptanz neuentwickelter Techniken sind Anwender oftmals sehr zurückhaltend und weniger an technischen Spitzenleistungen interessiert, wenn sie im Gegenzug die Zuverlässigkeit der Maschine noch nicht einschätzen können.

Zusätzlich ist das Leistungsvermögen neuer Standardmaschinen vielseitiger geworden. Als multifunktionale Maschinen dringen diese Maschinen in Anwendungsbereiche vor, die bisher nur anwendungsspezifischen Maschinen vorbehalten waren. Beispielsweise kann sich für den Anwender im Werkzeugmaschinenbereich dadurch eine preisgünstigere Möglichkeit ergeben, wenn sich mit der Anschaffung eines individuellen Zubehörs zu einer Standardbasismaschine eine teurere Sonderentwicklung vermeiden läßt [10]. Durch einen modularen Aufbau der Maschine erhöht sich so auch deren Einsatzflexibilität bei möglichen Produktionsumrüstungen des Anwenders.

Eine hohe Produktivität der Maschine ist für den Anwender besonders wichtig. Die steigende Leistungsfähigkeit und Langlebigkeit von Maschinenbauprodukten führt aus der Sicht des Maschinenherstellers jedoch zu einer kontinuierlichen Verkleinerung des Absatzmarktes. Der Ersatz alter Maschinen durch neue führt zu einer Senkung des absoluten Maschinenbestandes beim Anwender, es sei denn, es stellt sich beim Anwender eine erhöhte Nachfrage und damit ein gesteigerter Maschinenbedarf ein. Umsatzsteigerungen beim Hersteller können vor diesem Hintergrund entweder durch die Erschließung neuer Absatzmärkte oder die Durchsetzung höherer Preise für die verbesserten Maschinen erzielt werden. Dabei wird jedoch die Durchsetzung erhöhter Preise wegen des steigenden internationalen Wettbewerbsdruckes besonders für die bereits im Hochpreissegment agierenden deutschen Maschinenhersteller zunehmend schwieriger.

2.2.3.4 Steigender Kostendruck auf Maschinenhersteller

Der hohe Kostendruck in den Abnehmerbranchen von Maschinenherstellern führt dazu, daß das Preisbewußtsein bei den Anwendern steigt. Durch die zunehmende Vergleichbarkeit der technischen Leistungsfähigkeit und der möglichen Funktionserweiterung preiswerter Standardmaschinen wird der Angebotspreis zu einem ausschlaggebenden Kaufkriterium. Besonders in den Rezessionsjahren 1992 und 1993 waren viele Anbieter gezwungen, ihren Abnehmern enorme Rabatte zuzugestehen, um noch Aufträge einholen zu können. Häufig führte dieser ruinöse Preiswettbewerb zu Aufträgen, die nur mit Verlusten abgeschlossen werden konnten [10, 26].

Der verschärfte internationale Preiswettbewerb wird laut einer Umfrage bei 97 Betrieben des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus von 91 Prozent der Befragten unter allen weltwirtschaftlichen Entwicklungen als größtes Risiko für die Unternehmensentwicklung angesehen. Dagegen sehen 84 Prozent ihre Chancen in einem intensivierten Qualitätswettbewerb. Die Globalisierung der Märkte wird von gut zwei Dritteln der befragten Unternehmen als Chance begriffen, das restliche Drittel steht dieser Entwicklung neutral oder sogar skeptisch gegenüber (Abb. 2.2-22).

Gerade für hochinnovative Märkte ist die Schnelligkeit des Preisverfalls in frühen Produktlebenszyklen charakteristisch. Unternehmen stehen in solchen Märkten vor der Herausforderung, so rechtzeitig am Markt zu sein, daß der durchzusetzende Preis noch ausreichend ist, um Gewinne zu erzielen. Die "time-to-market", also die Zeit von der Entwicklung bis zur Markteinführung, wird hier zum entscheidenden Erfolgsfaktor [58].

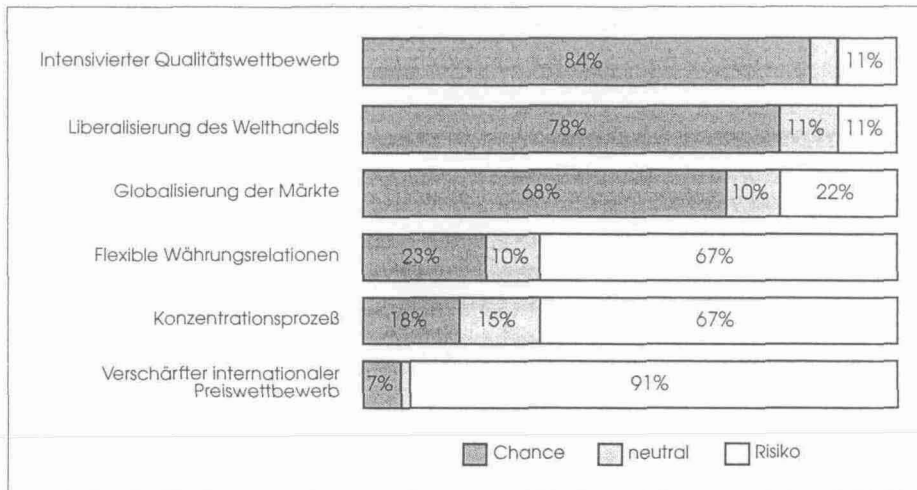


Abb. 2.2-22

Angabe von Chancen und Risiken für die Unternehmensentwicklung im weltwirtschaftlichen Umfeld [39]

2.2.3.5 Vom Produktgeschäft zum Systemgeschäft

Eine zentrale Serviceforderung des Anwenders besteht in der Minimierung der Maschinenausfallzeit innerhalb seiner Produktion. Die Zuverlässigkeit der Maschine beziehungsweise die Fähigkeit des Herstellers, eine Störung schnell und sicher zu beheben, trägt somit wesentlich zur Anwenderzufriedenheit bei.

In gleichem Maße wie die zunehmende Komplexität der Produkte und ihre Integration zu Systemen verändert sich die Bedeutung produktbegleitender Dienstleistungen im Maschinenbau [62]. Die Vergabe eines Auftrages schließt vor allem auf ausländischen Märkten oftmals Finanzierungs- und Projektmanagementleistungen als Voraussetzungen mit ein. Der Anteil der produktbegleitenden Dienstleistungen am Gesamtumsatz des Maschinenbaus wird heute auf 10 bis 15 Prozent geschätzt [39].

Beim diesem Systemgeschäft steht nicht der Verkauf der einzelnen Maschine im Vordergrund, sondern die komplette Problemlösung. Diese bezieht als Angebot auch Entwicklungs- und Projektierungsleistungen, technische Integration in den Produktionsprozeß vor Ort, Service und weitere Dienstleistungen bis hin zur Finanzierung mit ein [10]. Im Bereich des anwendungsspezifischen Maschinenbaus und hier be-

sonders innerhalb der Auftragsfertigung ist durch den Projektcharakter eines Auftrages dieses Systemgeschäft schon weitestgehend gegeben.

Auch im Serienmaschinenbau erfolgt eine Erweiterung des reinen Produktes um ein Dienstleistungspaket zu einem vom Anwender gewünschten umfassenderen Leistungsangebot. Diese wachsende Nachfrage nach Komplettlösungen und mehr Service vom Hersteller basiert auf einer zunehmenden Auslagerung von Dienstleistungen bei den Anwendern im Rahmen von Outsourcing-Bestrebungen und Lean-Management-Anstrengungen der Unternehmen.

Ebenfalls verlangt der an Komplexität zunehmende Maschinenaufbau eine laufende Anpassung des Fachwissens beim Bedienpersonal, erhöht die Anforderungen an die betriebseigenen Servicemitarbeiter und zwingt diese zur kontinuierlichen Weiterbildung.

Diesen Anforderungen kann ein betriebseigener Service nur durch quantitativen Ausbau und permanente kostenintensive Schulung gerecht werden. Hier bietet das Serviceangebot der Hersteller in vielen Fällen die kostengünstigere Alternative. Darüber hinaus nimmt die Zahl der erforderlichen Dienstleistungen durch steigende rechtlich regulierte Umweltschutz- und Sicherheitsanforderungen zu [62].

Im Maschinenbau sind die produktnahen Dienstleistungen für den Anwender von besonderer Bedeutung. Dies gilt sowohl für die Vorkauf- als auch für die Nachkaufphase. Eine Serviceleistung ist also für den Anwender um so wichtiger, je näher sie am Produkt liegt beziehungsweise je mehr sie dem Anwender hilft, den maximalen Nutzen aus dem Produkt zu ziehen. Zu diesen Servicemerkmalen gehören Verfügbarkeit, rasche Behebung von Störfällen, Zuverlässigkeit und Schnelligkeit der Reparatur. Eine besondere Bedeutung unter den Dienstleistungen der Nachkaufphase besitzt die schnelle Ersatzteillieferung zur Ausfallzeitminimierung des Anwenders [62]. Während viele Vorkauf-Dienstleistungen von den meisten deutschen Maschinenherstellern nicht in Rechnung gestellt werden, geschieht dies überwiegend bei den Nachkauf-Serviceleistungen. Dies zeigt die Anerkennung dieser Dienstleistung als eigenständiges Produkt, für das die Anwender auch zu zahlen bereit sind und das die Basis für einen profitablen Geschäftszweig bildet. Darunter fallen Reparatur, Ersatzteildienst, Wartung und Inspektion, Installation und Montage sowie Transport [62]. Unabhängig von der Art der Dienstleistung können Merkmale der Dienstleistungsqualität formuliert werden, die der Anwender bei der Beurteilung eines industriellen Serviceangebotes ansetzen [62]:

- Verlässlichkeit im Sinne einer sorgfältigen, richtigen, rechtzeitigen und gleichmäßigen Arbeitsweise.

- Reagibilität als Bereitschaft und Fähigkeit der Mitarbeiter, schnell, pünktlich und unmittelbar zu arbeiten, Aufträge rasch zu erledigen und Anfragen sofort zu beantworten.
- Kompetenz, nämlich Fähigkeiten und Fertigkeiten des Kontaktpersonals und der sie unterstützenden Mitarbeiter.
- Kontaktbequemlichkeit, beispielsweise die einfache telefonische Erreichbarkeit rund um die Uhr und kurze Wartezeiten während der direkten Interaktion.
- Höflichkeit, also Zuvorkommenheit, Respekt, Freundlichkeit und Aufmerksamkeit des Kontaktpersonals, ansprechendes Erscheinungsbild der Mitarbeiter.
- Kommunikation im Sinne der Informationsbereitschaft und -fähigkeit in Abstimmung auf die Wünsche und Aufnahmefähigkeit der Anwender.
- Glaubwürdigkeit, das heißt der Ruf des Unternehmens, Vertrauenswürdigkeit, Ehrlichkeit.
- Sicherheit: Physische und finanzielle Sicherheit, Bewahrung vertraulicher Informationen.
- Verständnis: Anstrengungen, die speziellen Bedürfnisse des Anwender zu kennen, ihm individuelle Aufmerksamkeit zu widmen, Stammkunden als solche zu behandeln.
- Materielles Umfeld: Gebäude, Ausstattung, physische Hilfsmittel.

Um ein Serviceprogramm mit hinreichender Anwenderorientierung zu gestalten, ist die Kenntnis und das Verständnis für den Anwender eine wesentliche Voraussetzung. Das dienstleistungs anbietende Unternehmen muß das eigene Angebot im Vergleich zu seinen Wettbewerbern analysieren. Nur dann kann es dem Unternehmen gelingen, bereits vorhandene Serviceprodukte ohne großen Anwendernutzen aus dem Programm zu entfernen und sich auf profitable Dienstleistungen zu konzentrieren [26].

Nach einer Studie zum Service in der Investitionsgüterindustrie ermöglichen jedoch nur 60 Prozent aller befragten Unternehmen dem Servicebereich einen direkten Zugang zur Kundendatei. Ein eigenständiges Marketingkonzept für die angebotenen Dienstleistungen mit einer servicebezogenen Marktforschung und einer entsprechenden Kommunikationspolitik ist bei vielen Unternehmen nicht vorhanden. Von den Befragten Maschinenbauunternehmen gaben 45 Prozent an, keine gezielten Service-Werbeaktivitäten vorzunehmen. Beim Einsatz des Dienstleistungsangebotes als werbewirksame Differenzierungsmöglichkeit gegenüber der Konkurrenz besteht bei vielen Unternehmen noch ein erheblicher Nachholbedarf [62].

2.2.3.6 Service als Differenzierungsmöglichkeit

Das Angebot von Servicedienstleistungen und deren Qualität ergänzt in steigendem Maße Maschinenbauprodukte und nimmt eine wichtige Position im Wettbewerb ein. Durch die zunehmende Homogenität von Maschinenbauerzeugnissen vor allem im Serienmaschinenbau gewinnt die Serviceleistung steigenden Einfluß auf die Differenzierung im Produktnutzen gegenüber den Konkurrenten. Serviceorientierte Unternehmen bieten über den gesamten Produktlebenszyklus ein komplettes Serviceprogramm an, das Installation, Modernisierung und auch Verschrottung oder Recycling umfaßt. Auch über den Zyklus eines einzelnen Produktes hinaus wirkt die Reputation einer hervorragenden Serviceleistung positiv zur Verkaufssteigerung von Neuprodukten [26].

Angesichts vorhandener Kostennachteile ist eine Positionierung deutscher Maschinenbauprodukte über den Preis als Kostenführer nur in seltenen Fällen möglich. Qualität und Service rücken daher als Differenzierungsmöglichkeit immer stärker ins Blickfeld. Tatsächlich bietet der Servicebereich gute Voraussetzungen zu einem Wettbewerbsvorteil ausgebaut zu werden, da er einen Unternehmensbereich mit kontinuierlichem Anwenderkontakt darstellt. Durch die höhere Kontakthäufigkeit bietet er die Chance zum Aufbau von Anwenderloyalität und Folgegeschäften als dynamische Marktschranken für die Konkurrenz. Mit dem direkten Anwenderkontakt wird ein Informationsrückfluß des Anwender über eigene Produkte und die der Konkurrenz ermöglicht. Damit ist der Service ein Ansatzpunkt für Fehlerentdeckung und legt mögliche Innovationsrichtungen im Sinne des Anwenders nahe.

In vielen Unternehmen hat sich der Service zu einem profitablen Geschäftszweig entwickelt. Jedes Serviceangebot muß im Hinblick auf Kosten und Nutzen abgewogen werden. Da nicht alle Anwender die gleiche Bedeutung haben, muß das Service-niveau an die Attraktivität des einzelnen Anwenders angepaßt werden.

Erreichte Wettbewerbsvorsprünge im Service sind ähnlich wie in der Fertigung und bei innerbetrieblichen Prozessen im Gegensatz zu Produkteigenschaften nur schwer durch Wettbewerber zu kopieren. Guter Service beruht nämlich auf der Kompetenz der Mitarbeiter in ihren Anwenderbeziehungen und auf den am Anwender orientierten innerbetrieblichen Prozessen [62].

Der Ausbau des Servicegeschäftes kann dabei in den zwei folgenden Dimensionen erfolgen: Zum einen kann das bestehende Dienstleistungsangebot auf weitere Serviceobjekte ausgedehnt werden. Zum anderen kann der Ausbau des Anwenderkreises durch Serviceleistungen für Produkte der Konkurrenz erweitert werden [26].

Der Konzipierung eines Serviceangebotes muß aber eine sorgfältige Markt- und Wettbewerbsanalyse der anderen Serviceanbieter vorangehen. Ein erfolgreiches Ser-

viceprogramm muß an den Anforderungen des Anwenders orientiert werden, denn nicht jede Dienstleistung ist für den Anwender gleichermaßen wichtig. Gerade im deutschen Serienmaschinenbau besteht hier noch erheblicher Nachholbedarf.

Es fehlt häufig an Marketingkonzepten und einer adäquaten Kommunikationspolitik, um sich am Markt mit dem Zusatznutzen Service ein positives Image aufzubauen. Die Vermarktung des Service muß in ähnlicher Weise mit der Kommunikationspolitik, der Marktforschung und anderen Marketinginstrumenten arbeiten. Für eine differenzierte Erfassung von Anwendererwartungen, -problemen und -zufriedenheit müssen Methoden entwickelt und benutzt werden. Ein Beschwerdemanagement, das unmittelbar auf Beschwerden reagiert, die Problemursachen analysiert und über eine richtige Reaktion Anwenderzufriedenheit wiederherstellt, gehört ebenso dazu, wie regelmäßige Befragungen zur Anwenderzufriedenheit [62].

In diesem Zusammenhang ist besonders auf die Bedeutung des Informationsgehalts von Beschwerden hinzuweisen. Auch die Erfassung von Nichtkaufgründen potentieller Anwender durch die Analyse der vom Anwender abgelehnten Angebote können aufzeigen, welche Ursachen zu Auftragsverlusten führen und welche Maßnahmen dagegen ergriffen werden können. Da es im allgemeinen für Unternehmen teurer ist, einen neuen Anwender zu gewinnen, als einen bestehenden Anwender zu halten, besitzt das Beschwerdemanagement große Bedeutung.

Jedoch erkennen gerade mittelständische Unternehmen häufig nicht die Notwendigkeit, umfassende Informationen über die den eigenen Markt beeinflussenden Faktoren bei einer Unternehmensziel- und marktorientierten Entscheidungsfindung mit zu berücksichtigen. Oft fehlt es an personellen, zeitlichen und methodischen Voraussetzungen zur Informationsbeschaffung sowie zu ihrer Auswertung und Speicherung [14].

Eine weitere wichtige Informationsquelle ist der Außendienst. Die Bearbeitung des gleichen Anwenderkreises durch gemeinsame Teams aus Kundendienst und Service führt zu einer intensiveren, besser abgestimmten und ganzheitlicheren Anwenderbetreuung. Wird in einem Unternehmen das Servicegeschäft als „Profit Center“ ausgliedert, ist unbedingt auf den Erhalt eines kontinuierlichen Informationsflusses zwischen Service und anderen Unternehmensbereichen zu achten [26].

Mit einer Ausdehnung der Absatzmärkte ist häufig eine Internationalisierung des Servicebereiches notwendig. Der Aufbau einer Vorortpräsenz ist besonders in Wachstumsmärkten zur Schaffung eines direkten Marktkontaktes sinnvoll. Viele kleine und mittlere Unternehmen verfügen jedoch nicht über die finanziellen Mittel oder notwendige Absatzmengen, um diesen Schritt ins Ausland zu tätigen. Auch verfügen die Mitarbeiter von kleinen und mittleren Unternehmen oftmals nicht über ausreichende Qualifikationen, um kulturelle Hindernisse wie Sprache und Geschäftsgepflogenheiten zu überwinden. Bei vielen kleinen und mittleren Unternehmen über-

wiegt bisher noch die Tendenz zu Alleingängen, die Unsicherheit bei der Auswahl der Geschäftspartner im Ausland oder die Furcht vor Know-how-Verlust.

Vor diesem Hintergrund ist auch hier die Bildung von Unternehmensverbänden im In- und Ausland beim Aufbau eines Servicenetzes unverzichtbar. Aus Gründen der Kostenersparnis, des Markteinflusses und des Erfahrungsaustausches ist Kooperation die zentrale Handlungsoption. Auch im Rahmen von produktergänzenden Dienstleistungen in den Bereichen der Schulung und Finanzierung liegt eine verstärkte Kooperation mit nicht-industriellen Partnern nahe, um der Forderung nach Lieferung von Komplettsystemen zu entsprechen [39].

2.2.4 Erfolg und Wachstum durch neue Maschinen

2.2.4.1 Innovative Maschinenkonzepte

Eine wesentliche Voraussetzung für die Einleitung von Globalisierungsschritten ist das Vorhandensein wettbewerbsfähiger Produkte. Nur international überlegene oder zumindest konkurrenzfähige Maschinen und Maschinenkomponenten ermöglichen die Ausdehnung von Aktivitäten über das regionale Umfeld eines Unternehmens hinaus und sichern auf diesem Weg Unternehmenserfolg und Wachstum.

Die Entwicklung innovativer Maschinenkonzepte erfordert eine Ausweitung des traditionellen Maschinenbegriffs. Zu bedeutenden Impulsgebern für technologische Fortschritte im Maschinenbau sind die Elektrotechnik sowie die Kommunikations- und Informationstechnik geworden. Die Büro- und Informationstechnik als Fachzweig des Maschinenbaus gehört weltweit zu den wachstumsstärksten Bereichen. Die rasanten Entwicklungen in diesen Technologiefeldern unterstreichen die zunehmende Bedeutung von Informationsmaschinen als Ergänzung und Erweiterung der Kraft- und Arbeitsmaschinen [59, 61].

Die Aktualität dieses Umdenkungsprozesses wird auch durch Überlegungen zur Fusion der beiden Verbände VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.) und ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik und Elektroindustrie e.V.) unterstrichen. Das Zusammenwachsen weiterer Bereiche der Elektrotechnik und des Maschinenbaus legen es nahe, die wirtschaftspolitischen Kräfte der deutschen Elektro- und Maschinenbauindustrie zu bündeln und durch ein Zusammenrücken der beiden Verbände zu konzentrieren [60].

Neben der zunehmenden Verlagerung von "Intelligenz" in Form von miteinander kommunizierenden Sensoren, Aktoren und Steuerungen in die Maschine gewinnt der Trend zur Miniaturisierung für den Maschinenbau an Bedeutung. Durch die fort-

schreitenden Erfolge in der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik entsteht ein Bedarf an Maschinen, die miniaturisierte Teile handhaben, bearbeiten, montieren und kontrollieren können. In absehbarer Zeit wird ein Maschinenbau für Kleinstteile entstehen, der sowohl durch hohe Anforderungen an die Genauigkeit als auch durch innovative Fertigungs- und Meßverfahren gekennzeichnet ist [9].

Die Miniaturisierung erschließt für den Maschinenbau auch neue Aufgaben innerhalb der Medizintechnik. Der Einsatz der Mikrosystemtechnik und Mikroelektronik ermöglicht die Entwicklung neuartiger künstlicher Organe und Gliedmaßen, deren traditionell hoher Anteil an mechanischen Komponenten durch Mikrosensoren und -aktoren ergänzt wird. Auf diese Weise sind stark verbesserte Bauformen für Prothesen, künstliche Herzen oder sogar künstliche Augen denkbar. Technische Fortschritte sind auch in der Operationstechnik durch die Verwendung von Werkzeugen mit Laser- und Wasserstrahl sowie durch telematische Verfahren und die Anwendung von Robotern zu erwarten. Positiv werden diese Entwicklungen durch den Umstand begleitet, daß mit dem steigenden Lebensstandard in den Industrieländern die Bereitschaft der meisten Menschen wächst, mehr Geld für die medizinische Versorgung und medizintechnische Produkte auszugeben.

Weitere Potentiale ergeben sich für den Maschinenbau durch die Integration innovativer Energie- und Verfahrenstechniken. Die Entwicklung von Energiequellen mit höherer Leistung bei kleiner Baugröße, die Reduzierung des Energieverbrauchs durch den Einsatz energiesparender Antriebe und Fertigungsverfahren oder der Einsatz autarker Maschinen mit leistungsstarken Energiespeichern sind zukunftsweisende Forschungsfelder (Abb. 2.2-23).

Zunehmende Bedeutung gewinnen auch Aspekte der Umwelttechnik. Zum einen werden Maschinen sowohl vom Gesetzgeber als auch vom Anwender zunehmend nach Kriterien wie zum Beispiel Energieverbrauch, Emission von Schadstoffen und Lärm, Bedarf an umweltgefährdenden Betriebs- und Hilfsstoffen oder demontage- und recyclegerechte Gestaltung beurteilt. Zum anderen steigt durch die internationale Durchsetzung von Umweltstandards zumindest langfristig der Bedarf an umweltgerechten Produktionssystemen, Demontage- und Sortiereinrichtungen sowie an Verfahren zur Wiedergewinnung von Rohstoffen aus gebrauchten Produkten [9, 55].

Eng mit dem Gedanken der umweltgerechten Produktentwicklung ist der Einsatz innovativer Werkstoffe verbunden. So ermöglicht der Einsatz geeigneter Werkstoffe beim Recycling die automatisierte Trennung und gezielte Wiederverwertung. Durch die Nutzung hochfester Materialien und die Substitution traditioneller Werkstoffe kann der Bedarf an verwendetem Material insgesamt gesenkt werden und mit Hilfe von Leichtbauverfahren lassen sich beispielsweise die bewegten Massen in Maschinen reduzieren und dadurch der Energiebedarf im Maschinenbetrieb verringern.



Abb. 2.2-23

Zukünftige Schlüsseltechnologien im Maschinenbau

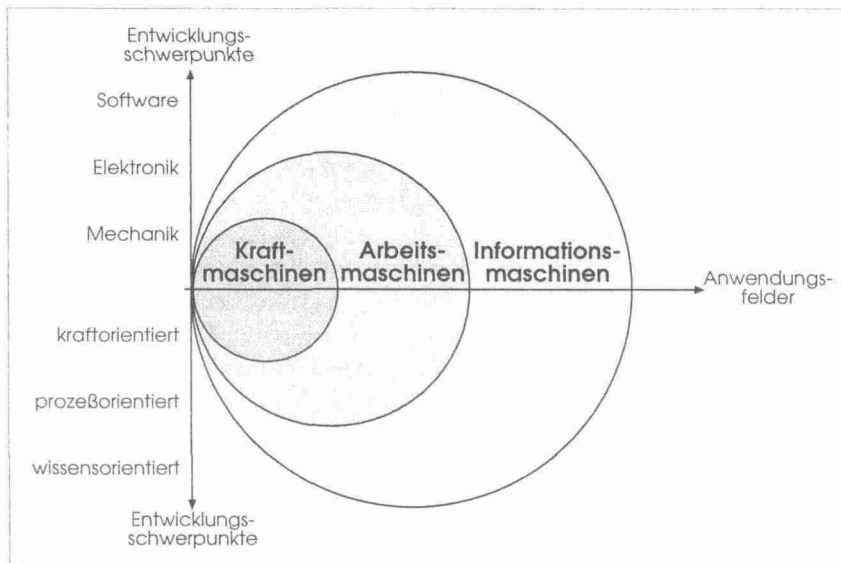


Abb. 2.2-24

Maschinen im Wandel

Neue Anwendungsfelder und Märkte werden zukünftig vor allem durch die intelligente Kombination von Kraft-, Arbeits- und Informationsfunktionen erschlossen. Durch die Integration neuer technischer Entwicklungen nimmt die Zahl potentieller Einsatzbereiche von Maschinen weiter zu. Die Entwicklungsschwerpunkte verlagern sich dabei weg von der Mechanik hin zu Elektronik und Software (Abb. 2.2-24).

2.2.4.2 Zukunftsorientierte Technologiefelder für den Maschinenbau

Bei der Konzeptionierung und Entwicklung innovativer Maschinen sind verschiedene, zum Teil gegenläufige Aspekte zu berücksichtigen. Im Zentrum der Produktentwicklung steht die Funktionalität der Maschine, also die Fähigkeit, die vom Anwender gestellten Anforderungen mit der gewünschten Qualität zu erfüllen. Gleichzeitig darf die Maschine einen bestimmten Verkaufspreis nicht überschreiten [34, 44].

Die Anforderungen an Maschinen haben sich im zeitlichen Verlauf erhöht. Neben der Anpassung an gestiegene Ansprüche bezüglich Qualität, Ergonomie, Recyclefähigkeit oder Design müssen Produktentwickler und Konstrukteure zur Reduzierung der Herstell- wie der Betriebskosten kontinuierlich Bauteile und Bauteilgruppen vereinfachen und modularisieren sowie neue Fertigungsverfahren und Werkstoffkombinationen nutzen. Diese allgemeinen Rationalisierungsziele im Sinne ständiger Verbesserungen innerhalb des Produktentwicklungsprozesses sind von allen Maschinenherstellern konsequent zu verfolgen, um den technischen Fortschritt aktiv voranzutreiben und damit durch eine Optimierung der eigenen Produkte Marktvorteile zu erreichen [51].

Die Geschwindigkeit, mit der sich technische Entwicklungen auf dem Markt durchsetzen und zu Verschiebungen innerhalb der Maschinenbaubranche führen, erfordert neben der permanenten Verbesserung der eigenen Produkte mit dem zur Zeit verfügbaren Produkt- und Prozeßwissen die Suche nach zukunftsorientierten Technologiefeldern. Nur die intensive Beschäftigung mit potentiellen Entwicklungen und ihren Marktchancen kann gemeinsam mit einer langfristig ausgerichteten Innovationsstrategie den Unternehmenserfolg sichern und Fehlschläge bei der Produktgestaltung verhindern [20, 44, 71].

2.2.4.3 Naturwissenschaftliche Wirkprinzipien und ihre Anwendungsmöglichkeiten

Im folgenden wird eine Systematik für innovative Maschinenkonzepte entwickelt, die sich aus dem Einsatz naturwissenschaftlicher Wirkprinzipien ableitet. Dabei erfolgt eine Konzentration auf Anwendungen, die eine steigende Bedeutung für den Maschinenbau erwarten lassen. Aus dieser Systematik können allgemeine Tendenzen

zukünftiger Entwicklungen abgeleitet werden, die Anhaltspunkte für innovative Maschinenkonzepte bieten.

Abb. 2.2-25 zeigt die innere Funktionsgliederung maschineller Systeme. Dabei wird zwischen dynamischen und strukturellen Funktionsparametern unterschieden, die ihrerseits wiederum in Bestimmungs- und Qualitätsparameter unterteilt werden können. Information, Energie und Kinematik bestimmen den Wirkprozeß im Wirksystem, das strukturell über Gestell, Baugruppen und Bauteile auf ein Stoff- und Ordnungssystem zurückgeführt werden kann [48].

Maschinen sind strukturierte dynamische Funktionssysteme, deren Grundfunktion als ein Wandlungsprozeß von Information, Energie und Material, eingeordnet in Raum und Zeit, beschrieben werden kann. Der Funktionsbegriff überdeckt den allgemeinen Wirkzusammenhang der Ein- und Ausgangsgrößen sowie den des Prozeßzustandes (Abb. 2.2-26).

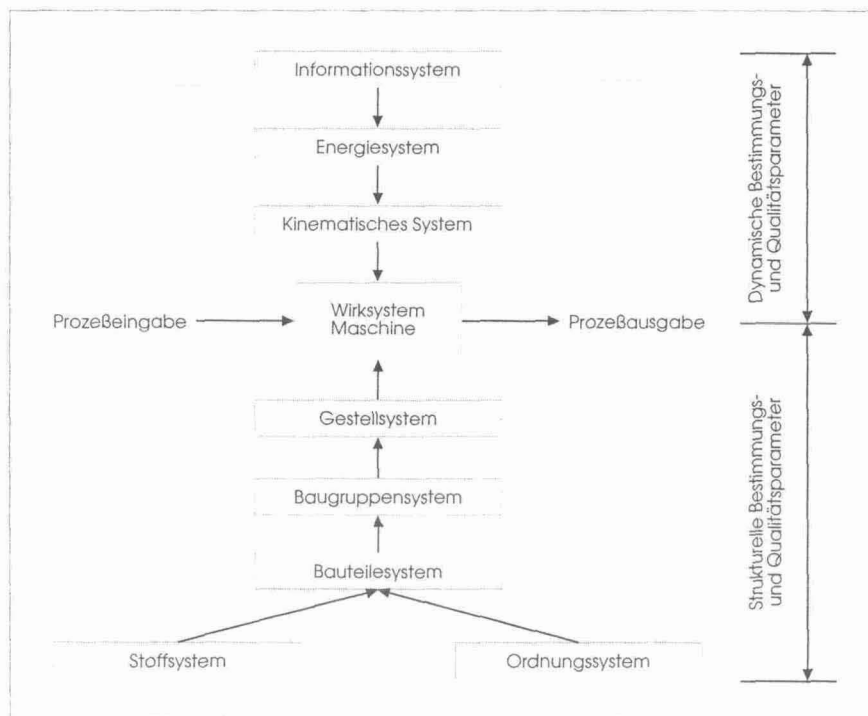


Abb. 2.2-25

Funktionsgliederung maschineller Systeme [48]

Erst diese stark abstrahierte Darstellung maschineller Systeme ermöglicht die Entwicklung innovativer Maschinen durch eine Zuordnung potentieller Wirkprinzipien zu den einzelnen Maschinenfunktionen und -bestandteilen.

Die Funktionen von Maschinensystemen unterliegen naturwissenschaftlichen Gesetzen. Durch die Nutzung naturwissenschaftlicher Prinzipien sowie von Erkenntnissen aus entsprechenden Wissenschaftsbereichen ergeben sich neue Gestaltungsmöglichkeiten. Diese Gestaltungspotentiale lassen sich für alle in einem Maschinensystem vorhandenen Funktionen nutzen und erlauben je nach Einsatz unterschiedliche Formen energie-, informations- und materialverarbeitender Prozesse.

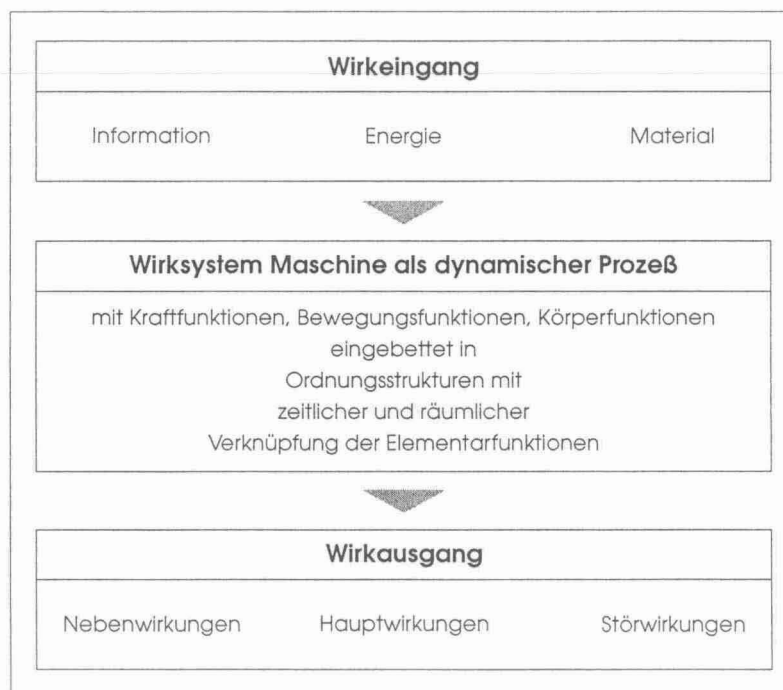


Abb. 2.2-26

Wirkstruktur maschineller Systeme [48]

In Tab. 2.2-2 werden neben für den Maschinenbau bedeutenden naturwissenschaftlichen Wirkprinzipien Anwendungsprinzipien und Anwendungsbeispiele aufgezeigt.

Wirkprinzip	Anwendungsprinzip	Anwendungsbeispiel
Akustisch	Schwingung, Welle, Schalldruck, übertragen, überlagern, zerstören, reinigen	Reinigen durch Ultraschall, Ultraschallmotor, Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung, Zerstören von Steinen (Medizin), Messen, Geräuschminderung durch Überlagerung von Schallwellen
Biologisch	lernen, fühlen, spüren, wachsen, denken, zeugen, vergären, verrotten, zersetzen	Biogas als Energiequelle, Recycling, Selbstprogrammierende Rechner, Sensible Aktorik durch Nutzung biologischer Sensoren, Selbstreparierende Maschinen
Chemisch	binden, umwandeln, ätzen, verbrennen, oxydieren, reduzieren, auflösen	Erzeugung neuer Stoffe und Elemente, Brennstoffzelle, Platinenherstellung, Korrosionsschutz, beschichten, kleben
Elektrisch	Elektronenbewegung, Spannung, Stromstärke, Widerstand, elektrostatisch, elektrodynamisch, induktiv, kapazitiv, piezoelektrisch, transformieren, gleichrichten	Plasmatechnik, Speicherelement, Schaltelement, Steuer- und Regелеlement, Datenübertragung, Luftreinigung, Antrieb
Fluidisch	strömen, fließen, hydraulisch, pneumatisch, hydrostatisch, aerostatisch, aerodynamisch, elektrorheologischer Effekt	Wasserstrahlschneiden, Pumpe, Turbine, Antrieb, Tragflügel, Dämpfer, Kupplung, Beförderung, Schmierung
Magnetisch	Magnetfeld, Joule-Effekt, anziehen, abstoßen, ferromagnetisch, elektromagnetisch	Hebezeug, Fahrsystem, Generator, Aktive Vibrationsdämpfung, Sortiersystem, Navigationssystem, Verschluß
Mechanisch	Geschwindigkeit, Beschleunigung, Impuls, Gravitation, Trägheit, Fliehkraft, Spannung, Druck, Auftrieb, Reibung, rollen, pressen	Zentrifuge, Bewegungsaufnehmer, Dämpfer, Strahlantrieb, Kreisel, Pendel, Rad, Orbitaltechnik
Nuklear	Kernreaktion, Isotopen, radioaktiver Zerfall, strahlen, zerstören	Energiequelle, Durchstrahlung, Altersbestimmung, Sterilisierung, Konservierung, Strahlentherapie
Optisch	Lichtspektrum (infrarot, sichtbar, ultraviolett), reflektieren, brechen, beugen, interferieren, polarisieren, trennen	Messen, Erkennen, Laserbeschichten, Laserstrahlschneiden, Messen mittels Laserstrahl, Holographie, Datenübertragung
Thermisch	Wärmekapazität, Wärmestrahlung, Konvektion, Wärmeleitung, Wärmeisolierung, Ausdehnung, Kreisprozeß, Gasverflüssigung, Bimetalleffekt, Memory-Legierungen, schmelzen, sublimieren	Miniaturantrieb, Auslöseelement, Heizelement, Dämmelement, Schaltelement, Energiespeicher, Kältemaschine, Wärmekraftmaschine, Schweißen, Messen

Tab. 2.2-2

Naturwissenschaftliche Wirkprinzipien und ihre Anwendung [33, 41, 48]

Anwendungsprinzipien sind Phänomene, die als naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten in der Umwelt beobachtet werden können. Es handelt sich um Anwendungen naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten durch deren zweckgerichtete Nutzung in der industriellen Produktion.

2.2.4.4 Entwicklungstendenzen für Maschinensysteme

Entwicklungstendenzen werden oft auf dem Niveau bestimmter Eigenschaften des Maschinensystems formuliert. Als anerkannte Richtungen technischer Entwicklung lassen sich die folgenden Tendenzen anführen [16]:

- Mechanisierung als die Übertragung der Antriebsfunktion im Mensch-Maschine-System auf die Maschine.
- Automatisierung als Übertragung der Steuer- und Regelfunktionen im Mensch-Maschine-System auf die Maschine.
- Einführung neuer Wirkprinzipien mit einer erweiterten Nutzung naturwissenschaftlicher Phänomene zur Lösung technischer Aufgaben.

Die Gesamtentwicklung wird durch die Entwicklung aller Eigenschaften des Maschinensystems bestimmt. Es wird der Versuch unternommen, die bedeutendsten Entwicklungsrichtungen von Maschinensystemen für die fünf Teilsysteme Informationssystem, Energiesystem, kinematisches System, Wirksystem und Gestellsystem aufzuzeigen. Die folgende Darstellung konzentriert sich auf Anwendungen im Werkzeugmaschinenbau. Dennoch sind die beschriebenen Innovationspotentiale auch für andere Maschinenbauprodukte von großer Bedeutung und können zu einer Verbesserung ihrer maschinellen Leistungsfähigkeit beitragen.

2.2.4.4.1 Innovative Entwicklungen für das maschinelle Informationssystem

Wie bereits in den vorherigen Darstellungen angedeutet, kommt dem Informationssystem innerhalb des gesamten Produktionsprozesses wie in der einzelnen Maschine zukünftig eine Schlüsselrolle zu. Innovationen auf dem Gebiet der Informationstechnik ermöglichen wesentliche Verbesserungen der Maschinenleistung hinsichtlich Qualität, Produktivität, Prozeßkomplexität, Flexibilität der Bearbeitungsaufgaben, Automatisierungsgrad und Benutzerfreundlichkeit.

Zur Optimierung von Produktionsprozessen sowie zur Vermeidung von Schnittstellenproblemen wird zukünftig auf integrierte Produkt- und Prozeßmodelle zurückgegriffen. Für eine durchgängige und herstellerunabhängige Kommunikation der einzel-

nen Maschinensysteme ist die Entwicklung offener Steuerungen und standardisierter Schnittstellen erforderlich. Die Beherrschung komplexer Produktionsprozesse wird durch den Einsatz von Fuzzy-Lösungen bei der Prozeßsteuerung vereinfacht, zusätzlich sind realitätsnahe Simulationsverfahren zur Visualisierung virtueller Prozeßabläufe zu entwickeln [68].

Eine Integration von Meß- und Prüffunktionen ermöglicht die kontinuierliche Qualitätssicherung in der Maschine und erlaubt bei einer Kopplung mit einem wissensbasierten System die Reduzierung von fehlerhaften Teilen durch Fehlerfrüherkennung. In die gleiche Richtung zielen Entwicklungen, die maschinelles Sehen oder biotechnische Sensoren mit selbstkorrigierenden und lernenden Steuerungen kombinieren und so neben der Qualität von Fertigungsprozessen die Störflexibilität des gesamten Informationssystems erhöhen [9].

Die steigende Leistungsfähigkeit der Informations- und Kommunikationstechnik kann darüber hinaus wesentlich zur Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit und der Bedienungssicherheit beitragen. Neben den Möglichkeiten der Visualisierung von Produktionsprozessen ist die Programmierung und Steuerung von Maschinen mittels Spracheingabe sowie die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine in Form einer maschinellen Sprachausgabe weiter voranzutreiben [9, 16].

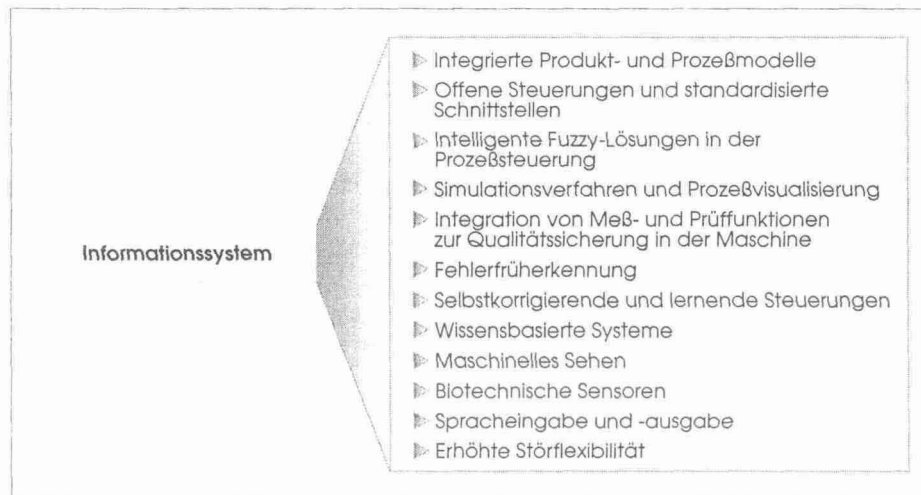


Abb. 2.2-27

Beispiele innovativer Entwicklungen für das maschinelle Informationssystem

Abb. 2.2-27 zeigt innovative Entwicklungsfelder für das maschinelle Informationssystem. Für Unternehmen, die keine eigenen Entwicklungen in diesem Bereich vornehmen können, besteht die Gefahr der Abhängigkeit von externen Anbietern. Da die Bedeutung der Informationstechnik für die Leistungsfähigkeit von Maschinen weiter zunehmen wird und die informationstechnische Kompetenz des Maschinenherstellers zu einem zentralen Wettbewerbsfaktor werden könnte, sollten alle Maschinenhersteller ihre Anstrengungen in diesem Technologiefeld intensivieren.

2.2.4.4.2 Innovative Entwicklungen für das maschinelle Energiesystem

Bedingt durch die steigende Bedeutung der Umwelttechnik sowie durch eine absehbare Erhöhung der Energiekosten können neue Konzepte für das maschinelle Energiesystem zu Wettbewerbsvorteilen führen. Neuartige Lösungsansätze finden sich sowohl bei der Energieerzeugung, wie zum Beispiel mit Hilfe von Brennstoffzellen oder durch die Nutzung regenerativer Energien als auch bei der Optimierung des Energieverbrauchs durch innovative Steuerungs- und Regelsysteme. Ferner lassen sich deutliche Einsparungspotentiale bei der Abwärmevermeidung durch die Kombination von Fertigungsprozessen sowie durch die Kaskadierung und Regeneration erschließen (Abb. 2.2-28) [9, 55].

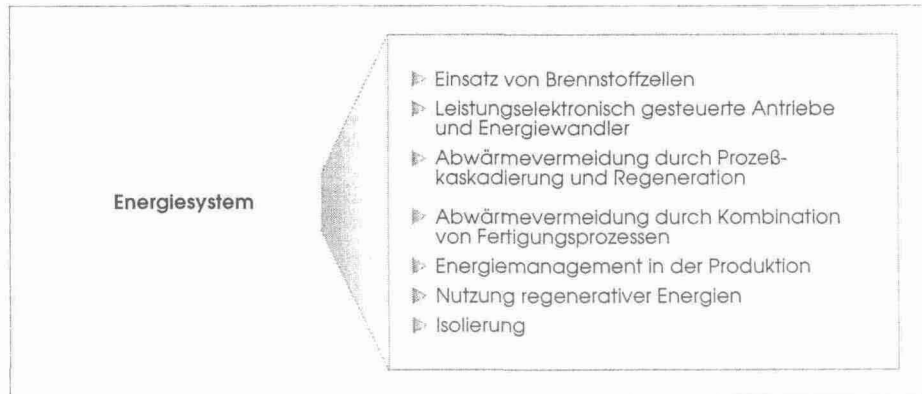


Abb. 2.2-28

Beispiele innovativer Entwicklungen für das maschinelle Energiesystem

Mit einer deutlichen Verringerung des Energiebedarfs von Maschinen können nicht nur die Fertigungskosten bei der Erzeugung von Maschinen selbst reduziert werden, sondern auch die Betriebskosten des Maschineneinsatzes beim Anwender. Die Durchsetzung internationaler Umweltstandards kann darüber hinaus langfristig zu klaren Wettbewerbsvorteilen energietechnisch verbesserter Maschinen gegenüber traditionellen Energiesystemen führen.

2.2.4.4.3 *Innovative Entwicklungen für das kinematische System*

Zumindest bei Kraft- und Arbeitsmaschinen besitzt das kinematische System oft eine große Bedeutung für die Qualität und Leistungsfähigkeit des Maschinensystems. Neben den Fähigkeiten der Bewegungssteuerung durch das Informationssystem steht hier die Gestaltung der mechanischen Komponenten und Antriebe im Vordergrund [48].

Konstruktive Verbesserungen zielen vor allem auf eine Reduzierung der bewegten Massen sowie auf den Einsatz neuer Werkstoffe. Berührungslose Lagerungen zur Substitution von Wälzlagern oder die Verwendung von magnetischen Schmier- und Dichtungseinrichtungen sollen den Verschleiß der bewegten Teile verringern und gleichzeitig einen wesentlichen Beitrag zur Geräuschminimierung leisten (Abb. 2.2-29).

Tiefgreifende Veränderungen könnten in naher Zukunft konzeptionell neuartige Maschinenkinematiken mit sich bringen. Konventionelle Maschinenstrukturen sind in der Regel so aufgebaut, daß die linearen Relativbewegungen entsprechend den kartesischen Koordinaten auf die Werkzeug- und Werkstückbewegungen aufgeteilt werden. Zur Erzeugung von Freiformflächen sind oftmals fünf Achsbewegungen erforderlich, die durch eine Überlagerung der drei linearen Achsbewegungen mit zwei zusätzlichen rotatorischen beziehungsweise translatorischen Bewegungen ermöglicht werden [48, 68].

Diese Maschinenkonstruktionen sind häufig sehr aufwendig und schwer, da die erforderlichen Maschinenkomponenten für die Maschinenachsen werkzeug- als auch werkstückseitig aufeinander aufbauen und diese oft nur mit steifen Führungen und Lagerungen in Form robust gestalteter Maschinenkörper verwirklicht werden können [48, 68].

Ein neuer Ansatz zur eingeschränkten Erzeugung von beliebigen Freiformflächen liegt in der Anwendung des Hexapod-Prinzips im Werkzeugmaschinenbau. Die als Fachwerkstruktur mit sechs beweglichen Stelzen ausgeführte Maschine ist besonders leicht, sehr steif und durch die Verwendung einfacher Wiederholteile billiger als konventionelle Maschinen vergleichbarer Leistung. Die Weiterentwicklung dieses Maschinenkonzepts ist stark an die Leistungsfähigkeit zukünftiger Steuerungen gekop-

pelt, denn die Steuerimpulse zur Erreichung der Punkte im Arbeitsraum müssen für die Achsantriebe mit großem mathematischen Aufwand auf die Längenänderung der einzelnen Stelzen umgerechnet werden [68].

Die großen thermischen Wirklängen beim Hexapod-Prinzip, die zu erheblichen Ungenauigkeiten bei Temperaturschwankungen führen können, machen den Einsatz kompensierender Prozeßsteuerungen erforderlich. Diese Steuerungen erhalten Meßdaten direkt von der Wirkstelle und gleichen die gemessenen Abweichungen von den errechneten Steuerdaten selbständig aus [68].

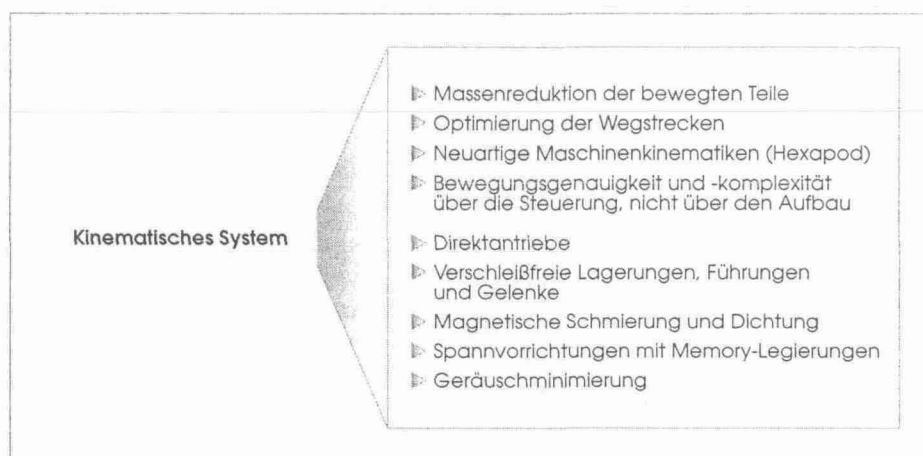


Abb. 2.2-29

Beispiele innovativer Entwicklungen für das kinematische System

Eine konsequente Abkehr von traditionellen Maschinenkinematiken mit ihren oft aufwendigen Führungen und Lagerungen ermöglicht der Einsatz von Roboterarmen zur Bewegung von Werkzeugen und Werkstücken. Dieses Maschinenkonzept erreicht in Weiterführung des Hexapod-Prinzips die Bewegungsgenauigkeit und Bewegungskomplexität über die Kombination von leistungsfähigen Meß- und Steuerungskomponenten mit beweglichen, leichten und dennoch steifen Roboterarmen.

Auf diese Weise sind Maschinen denkbar, die aus einem einfachen Gestellsystem in Form eines Kastens bestehen, an dessen Wänden je nach Bearbeitungsaufgabe verschiedene Roboterarme befestigt sind. Die Roboterarme fungieren als Werkstück- und Werkzeugaufnahme und vollziehen in ihrem Arbeitsraum selbständig eine Vielzahl von Fertigungsaufgaben, wie zum Beispiel Formänderungs-, Beschichtungs-,

Montage-, Handhabungs- und Kontrollprozesse. Aber auch Reparatur- und Instandhaltungsaufgaben könnten von diesen Maschinen selbsttätig übernommen werden.

Bei der Entwicklung solcher Maschinen erfolgt eine Konzentration auf die aus produktionstechnischer Sicht wesentlichen Bestandteile eines maschinellen Systems, nämlich auf das Zusammenwirken von kinematischem System und Informationssystem im Wirksystem. Das Gestellsystem kann stark vereinfacht werden, aufwendige und damit kostenintensive Maschinenkomponenten entfallen.

Neben einer verbesserten Flexibilität in bezug auf die Bearbeitungsaufgaben und die dabei eingesetzten Fertigungsverfahren bieten diese Maschinen die Möglichkeit zur Komplettbearbeitung mit integrierter Qualitätskontrolle. Darüber hinaus erlaubt der parallele Einsatz mehrerer Roboterarme eine hohe Bearbeitungsgeschwindigkeit. Die Realisierung neuartiger Maschinenkinematiken ist, wie bereits beschrieben, sehr eng an die Leistungsfähigkeit des Informationssystems gekoppelt. Zusätzlich sind Entwicklungsfortschritte bei Werkstoffanwendungen und konstruktiven Lösungen für steife und spielfreie Führungen, Gelenke und Lager erforderlich.

2.2.4.4.4 *Innovative Entwicklungen für das maschinelle Wirksystem*

Informationstechnisches, energietechnisches und kinematisches System bestimmen den Wirkprozeß im maschinellen Wirksystem. Zur weiteren Erhöhung von Genauigkeit und Produktivität sind neue Verfahren zu entwickeln, die endformnahe Fertigungsprozesse, eine Integration von Fertigungs- und Montageprozessen oder sogar eine Komplett-Bearbeitung ermöglichen. Zusätzlich zu einer verbesserten direkten Prozeßüberwachung im Wirksystem sind gemeinsam mit der Gestaltung modularer Produkte modularisierte und standardisierte Fertigungsprozesse zu entwickeln (Abb. 2.2-30) [9, 48, 52].

Zukünftige Fertigungsverfahren werden unabhängig von ihrem Einsatzzweck vor allem energiesparend, möglichst verschleißfrei, berührungslos und emissionsarm sein. Aktuelle Forschungsgebiete sind hier die Trockenbearbeitung, die Hartbearbeitung, die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung oder die Mikrobearbeitung. Darüber hinaus sind Kreislaufsysteme für Hilfs- und Reststoffe zu konzipieren, die dem Leitbild der "umweltgerechten Produktion" folgen und zu einer Reduzierung der Umweltbelastung führen [9, 48, 52].

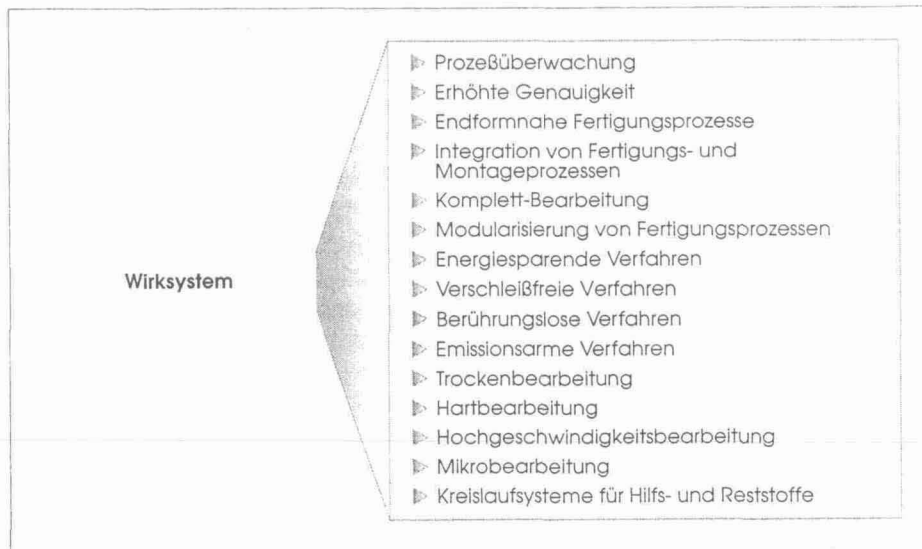


Abb. 2.2-30

Beispiele innovativer Entwicklungen für das maschinelle Wirksystem

2.2.4.4.5 Innovative Entwicklungen für das maschinelle Gestellsystem

Das Gestellsystem als Träger der einzelnen Maschinenkomponenten und Bauteile sowie als vom Anwender wahrgenommenes "Äußeres" der Maschine bestimmt gemeinsam mit den anderen Einzelsystemen über die Wettbewerbsfähigkeit des gesamten Maschinensystems. Neben konstruktiven Vereinfachungen zur Senkung der Herstellkosten ist die Reduzierung der Baugrößen durch Integration und Konzentration von Aggregaten und Bauteilen anzustreben. Eine Modularisierung von Gestellbauteilen unterstützt nicht nur die Kostenreduzierung, sondern ermöglicht auch die einfache Erweiterbarkeit des Maschinensystems (Abb. 2.2-31) [9, 34, 48].

Verbesserungspotentiale liegen in der Kombination von Leichtbauverfahren durch den Einsatz neuartiger Werkstoffe mit schwingungsdämpfenden Gestellelementen. Bei Konstruktion und Werkstoffauswahl ist zusätzlich zur Demontagefähigkeit auf die Recyclingfähigkeit des Gestellsystems zu achten. Wie bereits oben beschrieben, führen neue Konzepte von Maschinenkinematiken wie das Hexapod-Prinzip zu veränderten Gestellsystemen. Das Gestellsystem entwickelt sich vor allem durch den Wandel der eingesetzten Wirkprinzipien innerhalb des Wirksystems und durch die

Anforderungen des kinematischen Systems an das Gestellsystem dynamisch weiter [9, 34, 48].



Abb. 2.2-31

Beispiele innovativer Entwicklungen für das maschinelle Gestellsystem

Ein oft vernachlässigter Gesichtspunkt bei der Entwicklung neuer Maschinen ist das Maschinendesign. Neben ergonomischen Aspekten können die Formgebung, die Materialauswahl, die Farbgebung sowie die Gestaltung der Oberfläche einen Einfluß auf die Kaufentscheidung potentieller Anwender ausüben. Ein innovatives und möglichst unverwechselbares Design weckt Interesse beim potentiellen Käufer und stellt bei vergleichbaren technischen Eigenschaften mit Konkurrenzprodukten einen nicht zu unterschätzenden Wettbewerbsvorteil dar [33, 34, 68].

2.2.5 Strategische Ausrichtung auf Wachstumsmärkte und -regionen

2.2.5.1 Technologie- und Kostenführerschaft im Spannungsfeld

Ein erfolgreiches Agieren im Wettbewerb erfordert die strategische Ausrichtung des Unternehmens hinsichtlich der angestrebten Märkte. Dies gilt sowohl bezogen auf

die technologischen Kompetenzen und damit auf das Produktspektrum als auch bezogen auf die geographische Verteilung der Unternehmensaktivitäten. Besonders von vielen deutschen Unternehmen wird Wettbewerbsstärke noch immer mit technologischem Vorsprung gleichgesetzt. Aspekte der innerbetrieblichen Organisation und Kostengesichtspunkte rücken erst vor dem Hintergrund des anhaltenden Kostendruckes, der von den Anwendern auf die Maschinenhersteller ausgeübt wird, in den Mittelpunkt.

Neuentwicklungen dürfen sich zukünftig nicht einseitig an der Dimension Technik orientieren, sondern an einer ganzheitlichen Sicht des Anwendernutzens. Beispielsweise ist die Zusammenführung von Produkt und produktergänzendem Serviceangebot zu einem Gesamtleistungsangebot ein Schritt in diese Richtung.

Für den Maschinenbau ergeben sich in bezug auf das Produktangebot zunächst zwei unterschiedliche Strategievarianten, die Strategie der Technologieführerschaft und die der Kostenführerschaft. Dabei wird davon ausgegangen, daß das Streben nach Technologieführerschaft mit hohen Entwicklungskosten verbunden ist, die über den Marktpreis wieder in das Unternehmen zurückfließen müssen. Im Gegensatz dazu ist die Strategie der Kostenführerschaft darauf ausgerichtet, die vom Anwender gestellten Anforderungen bei möglichst geringen Preisen zu erfüllen. Vereinfachend unterscheiden sich die beiden Strategien durch das hohe Technologieniveau der Produkte auf der einen Seite und das hohe Prozeßniveau zur wirtschaftlichen Erstellung von Maschinen auf der anderen Seite.

Beide Strategien zeigen grundsätzliche Überschneidungen auf: So strebt auch der kostenorientierte Hersteller von Maschinen ohne großen Entwicklungsaufwand permanent nach technologischer Spitzenleistung, genau wie der Technologieführer immer an einer möglichst wirtschaftlichen Erzeugung seiner Maschinen interessiert sein muß. Dennoch ergeben sich in der industriellen Praxis bedingt durch konsequente Verfolgung einer der beiden Strategien Wettbewerbsvorteile bei Unternehmen.

Im Falle der Kostenführerschaft tritt das Unternehmen als Hersteller von Standardmaschinen auf, die kostengünstig in großen Stückzahlen hergestellt und verkauft werden müssen. Als Erfolgsfaktoren besonders zur Strategieverfolgung der Kostenführerschaft können folgende Punkte genannt werden [10]:

- Konzentration auf die Herstellung von Standardmaschinen. Dies ist notwendig, um Skaleneffekte einer Serienproduktion in großen Stückzahlen zu realisieren. Eine Strategie des Mittelwegs zwischen Standardmaschine und anwendungsspezifischen Maschinen, das heißt Anwenderorientierung vor Kostenorientierung, bringt für den Mengenanbieter keine Wettbewerbsvorteile, sondern verschlechtert seine Kostenposition.

- Optimierung des Produktionsprozesses sowie die Standardisierung und Modularisierung der Produkte, der Produktion sowie der Konstruktion.
- Verringerung der eigenen Wertschöpfungstiefe durch ausgeprägten Einsatz von Modullieferanten.
- Ausrichtung der Produkte auf die Anforderungen der Wachstumsmärkte.

Der Schritt des Ausbaus eines Produktprogrammes für Mengenmärkte verlangt Investitionen, die angesichts der derzeitigen schlechten Wirtschaftslage vor allem für kleine und mittlere Unternehmen problematisch sind. Eine Kooperationsstrategie ist hierbei in vielen Fällen existentiell notwendig.

Die Strategie der Technologieführerschaft wird durch ein Unternehmen repräsentiert, das Maschinen in engem Kontakt mit dem Anwender für spezifische Einsatzzwecke mit einem hohem Anteil an ingenieurwissenschaftlichen Entwicklungsleistungen konzipiert und herstellt. Über den Einsatz von Spitzentechnologie und qualitativ hochwertige und anwendungsspezifische Problemlösungen versucht es sich von seinen Wettbewerbern zu differenzieren. Trotz der geringen Absatzmenge kann dieser Technologieführer die hohen Kosten durch seine Marktposition über den Verkaufspreis decken. Als Erfolgsfaktoren besonders zur Strategieverfolgung der Technologieführerschaft können folgende Punkte genannt werden [10]:

- Absicherung und Weiterentwicklung der Produkt- und Schlüsseltechnologien sowie konsequente Pflege und Ausbau des Anwendungs-Know-how.
- Intensivierung der Anwenderbindung durch Dienstleistungen im Rahmen eines System- beziehungsweise Integrationsgeschäfts und einer reibungslosen Auftragsabwicklung.
- Das systematische Aufspüren von vergleichbaren Bedarfsfällen, um spezielle Anwendungen ohne große zusätzlichen Entwicklungskosten realisieren zu können.
- Eine Modularisierung der Konstruktion und Produktion zur Senkung der Komplexitätskosten und damit zur Nutzung von bedingten Skaleneffekten.

Unabhängig von der einzelnen Strategieverfolgung ist eine verbesserte Kostenrechnung in vielen Unternehmen nötig. Gerade im Bereich des anwenderspezifischen Maschinenbaus wurden Rationalisierungsgedanken zur Steigerung der innerbetrieblichen Produktivität in der Vergangenheit bei vielen Unternehmen aufgrund fehlenden Preiswettbewerbs tendentiell vernachlässigt.

Aus strategischer Sicht besteht für den deutschen Maschinenbau die Gefahr, von den erfolgreichen Mengenanbietern aus Südostasien und Japan in die Spezialisierung und damit in Märkte mit stark eingeschränktem Absatzpotential gedrängt zu werden.

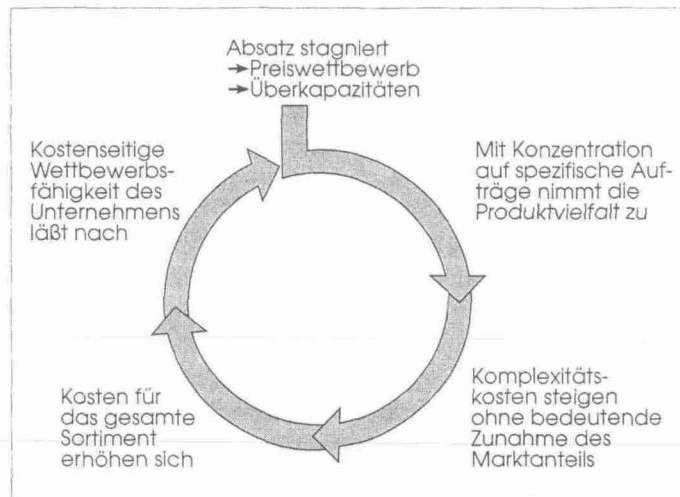


Abb. 2.2-32

Kreislauf bei überzogener Konzentration auf spezifische Aufträge [27].

Marktanteile deutscher Anbieter im Mengengeschäft durch wettbewerbsfähige Angebote von konfigurierbaren Standardmaschinen müssen jedoch erhalten bleiben, da sonst auch wichtige Komponentenhersteller in Mitleidenschaft gezogen werden [8].

2.2.5.2 Kostensenkungspotentiale

Auf die Notwendigkeit einer deutlichen Kostenreduktion bei den deutschen Maschinenbauunternehmen wurde bereits eingegangen. Die noch zu erschließenden Potentiale zur Kostenreduzierung finden sich vor allem im unternehmensinternen Bereich, wie auch an den Schnittstellen der Unternehmen zur Umwelt. Da in vielen Unternehmen noch organisatorische Optimierungspotentiale bestehen, ist der Ausbau und die Sicherung von bereits erreichten Kostenentlastungen durch Reorganisationsmaßnahmen ein zentraler Ansatzpunkt.

Allgemein ist der Bedarf nach einem besseren Prozeßmanagement im Beschaffungs-, Produktions- und Vertriebsbereich zu sehen. Gerade von vielen kleinen und mittleren Maschinenherstellern werden moderne Prozeßtechnologien wie beispielsweise PPS- oder CAD/CAM-Systeme zur Steuerung und Verbesserung der Wertschöpfungspro-

zesse noch nicht eingesetzt. Japanische Anbieter haben demgegenüber in der Vergangenheit großes Gewicht auf die Optimierung ihrer internen Prozesse gelegt [9].

Bei der Kostenbetrachtung spielt die Produktentwicklung eine zentrale Rolle. Obwohl die Konstruktionsphase selbst häufig nur einen geringen Teil der Kosten verursacht, determiniert sie den größten Teil der im weiteren Produktionsprozeß entstehenden Kosten. Gerade im Serienmaschinenbau verursacht eine zu individuelle Ausrichtung auf einzelne Anwender ohne Berücksichtigung von Modularisierungspotentialen wesentliche Kostennachteile. Viele kleine und mittlere Unternehmen verfügen zur Zeit noch über ein unzureichendes Kostencontrolling. Die Festlegung des Endpreises schon vor der Konstruktion, also ein „design to cost“, ist hierbei ein wichtiger Schritt [10]. In diesem Zusammenhang sollte es bei der Entwicklung und Konstruktion von Maschinen zur Zusammenarbeit sämtlicher Funktionsbereiche des Unternehmens kommen.

Für Maschinenhersteller schafft eine radikale Reduktion der Variantenvielfalt und damit die Standardisierung der eingesetzten Teile beziehungsweise Baugruppen deutliche Kosteneinsparungen. Diese entstehen unter anderem durch Mengeneffekte bei niedrigeren Einstandspreisen, geringeren Verwaltungs- und Prüfungsaufwand, transparentere Montage und eine erhöhte Servicefähigkeit der Produkte.

Gerade bei einer solchen Komplexitätsreduzierung müssen Lieferantenkompetenzen so intensiv wie möglich genutzt werden. Ein lieferantengerechtes Beschaffungsmanagement reduziert die Anzahl an Lieferanten, verstärkt deren Integration in den Produktionsprozeß im Sinne eines Single Sourcing, bezieht deren Kompetenzen mit ein und ermöglicht eine intensivere Betreuung. Dies kann sich in gemeinsamen Zielvereinbarungen, aber vor allem in einem kontinuierlichen Rückkopplungsprozeß des Unternehmens an seinen Lieferanten ausdrücken. Dabei sollte jedoch eine Entscheidung für einen Zulieferpartner unter ganzheitlichen Gesichtspunkten und unter Berücksichtigung auch indirekter Kosten getroffen werden. Die Kompetenz eines Lieferanten sollte demnach als Analysekriterium höher als der Preis des Zulieferprodukts bewertet werden [26].

Allgemein ist im Bereich der Beschaffung in vielen Unternehmen ein großes Kosteneinsparungspotential vorhanden. In Zukunft muß der Beschaffungsbereich über angestammte Einkaufsmärkte hinaus den Einkauf international optimieren. Es muß eine Ausdehnung von Beschaffungskontakten auf den internationalen Bereich erfolgen (Abb. 2.2-33).

Mit den zunehmend intensiveren internationalen Beschaffungs- und Absatzbeziehungen wächst auch die Bedeutung des Kostenmanagements der externen Unternehmensbeziehungen.



Abb. 2.2-33

Anforderungen an ein globales Beschaffungsmanagement [66]

Die Optimierung unternehmensexterner Logistik im Beschaffungs- und Vertriebsbereich ist hierbei ein wesentlicher Faktor [26, 39].

2.2.5.3 Kooperationen bei Markterschließung und Produktentwicklung

Ein zentraler Erfolgsfaktor ist der Zusammenschluß kleiner Unternehmen zu größeren Einheiten. Dafür ist Offenheit beim Eingehen von Unternehmenskooperationen erforderlich, um gemeinsam mit anderen Unternehmen neue Märkte zu erschließen. Ein wesentlicher Vorteil von Kooperationen liegt in der Verteilung der anfallenden Kosten einer Auslandsniederlassung für Vertrieb, Service oder Einkauf auf die beteiligten Unternehmen. Eine rechtzeitige Präsenz in den zukünftigen Industriemärkten ist somit möglich. Da in vielen Fachzweigen die Marktanteilsstruktur sehr differenziert ist, erreicht ein Zusammenschluß von Unternehmen zu einem gemeinsamen Vertrieb durch kombinierte Marktanteile eine stärkere Stellung im Hinblick auf die Konzentrationstendenzen des Wettbewerbsumfeldes.

Darüber hinaus kann bei einer Abstimmung der jeweiligen Produktprogramme kooperierender Unternehmen das gemeinsam angebotene Leistungsspektrum vergrößert und den Anwendern Komplettlösungen angeboten werden.

Auch die Kooperation in den Bereichen der Beschaffung, Entwicklung und bei der Nutzung von gemeinsamer Logistik bietet vielen kleinen und mittleren Unternehmen die Möglichkeit, eine dauerhaft wettbewerbsfähige Position zu erreichen. Marktpartnerschaften und Kooperation sind somit zentrale Handlungsoptionen für den deutschen Maschinenbau.

Besonders in Hochtechnologiebereichen zwingen die weiter steigenden Marktanforderungen die Unternehmen zu einer innovationsorientierten Produktion. Die dafür erforderlichen Forschungs- und Entwicklungsaufgaben erfordern meist einen Kostenaufwand, der relativ zum Potential und zum entsprechenden Umsatz für mittelständische Unternehmen kaum tragbar ist. Die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten von Mittelstandsunternehmen sind deshalb in der Regel auf eine möglichst unmittelbare Verwendbarkeit ausgerichtet. Ihr Schwerpunkt liegt auf Entwicklungsarbeiten.

Eine eindeutig funktionale Beziehung zwischen der Unternehmensgröße und dem Innovationspotential konnte bisher empirisch nicht nachgewiesen werden. Lediglich eine bessere finanzielle Belastbarkeit und die Möglichkeit der Risikostreuung lassen, für eine langfristige Forschungs- und Entwicklungsmöglichkeit auf hohem Neuheitsniveau mit nicht vorhandenem kurzfristigen Zwang der wirtschaftlichen Verwertung, Vorteile kapitalstarker, in der Regel großer Unternehmen erkennen [56].

Dagegen besitzen Mittelstandsbetriebe häufig eine höhere Forschungs- und Entwicklungsrentabilität als Großunternehmen, da eine große Forschungs- und Entwicklungsabteilung Zeit und Geld in ihre Eigenverwaltung investiert und damit den Innovationsprozeß verlängert beziehungsweise unmittelbare Marktreaktionen verhindert. Organisationsstrukturen von Großunternehmen, mit ihren Instanzenwegen, Kompetenzaufteilungen und dem durch sie geschaffenen Motivations- und Kreativitätsklima tragen ihrerseits, je nach Ausgestaltung, positiv oder negativ dazu bei. Nicht die institutionalisierte Abteilung forscht und entwickelt, sondern der Geist und Verstand des Individuums. Für ihn muß das optimale Klima geschaffen werden. Dies scheint in kleinen Organisationen eher vorhanden zu sein als in großen [56].

Prinzipiell ist folglich die Forschungs- und Entwicklungsintensität und -rentabilität bei mittelständischen Unternehmen, die Forschung und Entwicklung betreiben, positiv zu bewerten. Dieser Umstand darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß die generelle Bereitschaft und Einsicht mittelständischer Unternehmen, Forschung und Entwicklung permanent zu betreiben, große Defizite erkennen läßt [56]. Dieser Zustand ist aufgrund der derzeitigen wirtschaftlichen Situation bei vielen kleinen und mittleren Unternehmen jedoch primär im Kapitalmangel begründet.

Auch im Bereich der Forschung und Entwicklung können daher Kooperationen mit verschiedenen Unternehmen und Lieferanten mit jeweils unterschiedlichen technologischen Kernkompetenzen zu Kosteneinsparungen und Synergieeffekten führen. Ein Erfahrungsaustausch zwischen Lieferant und Unternehmen durch gemeinsame Auftragsbearbeitung oder durch Einbindung von Mitarbeitern der Kernlieferanten in Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten des Unternehmens haben dasselbe Ziel [26].

2.2.5.4 Aufbruch zur globalen Produktion

Die Mehrzahl der deutschen Maschinenbaubetriebe ist derzeit noch stark an den traditionellen Standort gebunden. Eine Aufteilung und Verlagerung der Produktionsstätten an Billiglohnstandorte oder in die Nähe aufstrebender Wachstumsregionen fällt für die meisten Unternehmen trotz bestehender strategischer Notwendigkeit außer Betracht. Es wird zukünftig kaum mehr ausreichen, nur auf das Marktgeschehen in den jeweiligen Regionen zu reagieren. Zur Verbesserung ihrer Kostenposition müssen die deutschen Maschinenbauer ihre Wertschöpfung globalisieren, das heißt erforderlich ist eine aktive Bewegung in den Märkten, eine stärkere Prägung des Marktgeschehens sowie die Errichtung eigener Produktionsstätten in den neuen Wachstumsmärkten. Neben neuen Exportstrategien gewinnen daher Auslandsinvestitionen auch für mittelständische Unternehmen zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit an Bedeutung. Die Produktion muß den Märkten folgen [2].

Um die internationale Wettbewerbsfähigkeit auch in Zukunft zu sichern, müssen Maschinenbauunternehmen als grenzüberschreitende, organisatorisch zusammenhängende Produktionsverbände verstanden werden. Dazu ist die Loslösung von der Vorstellung einer "Fabrik" als örtlich zentralisierte, produzierende betriebliche Einheit mit gegebenenfalls eigener Verwaltung oder Entwicklungsabteilung erforderlich. Die Organisationsform eines globalisierten Unternehmens kann vielmehr als polyzentrisch beschrieben werden, da für die verschiedenen Unternehmensfunktionen unterschiedliche Standorte vorteilhaft sein können. Die Fabrik des 21. Jahrhunderts wird sich folglich zu einem Netzwerk wandeln, in dem eine Vielzahl von Partnern durch Verknüpfung der jeweiligen Stärken und Kernkompetenzen erfolgreich Güter produziert. Dabei darf es zunächst keine Rolle spielen, in welcher Region der Erde sich die jeweiligen Partner befinden [47].

2.2.5.4.1 Anforderungen an die Unternehmensführung

Die erhöhten Anforderungen an eine auf Zukunftssicherung gerichtete Unternehmensführung erwachsen aus einem Spannungsfeld von Routine und Innovation. Den

dynamisch veränderten Umfeldbedingungen kann insbesondere durch Führungsstrategien begegnet werden, die eine nachhaltige Steigerung der Reaktions- und Anpassungsfähigkeit der Unternehmen ermöglichen. Die Organisationsstrukturen müssen vor allem durch Offenheit, Lernfähigkeit und größere Eigenverantwortung kleiner Einheiten geprägt sein. "Keep it simple" ist eine Grundforderung bei der Gestaltung von Organisationsstrukturen. Insbesondere die Bedeutung der Innovation, das Innovationsbewußtsein, muß stärker in der Unternehmenskultur verankert werden. Die Entwicklung innovationsfördernder Organisationen beginnt mit einem zielgerichteten, von dem Gedanken der Vereinfachung geleiteten Überdenken vorhandener Arbeitsformen und Hierarchietiefen [1, 50].

Die Optimierung der Gestaltung und des Zusammenwirkens aller betrieblichen Funktionen ist eine originäre Anforderung an die Unternehmensführung. Gleichwohl müssen Möglichkeiten der Reorganisation von allen Mitarbeitern jeder Hierarchieebene erkannt und getragen werden: Eine solche Unternehmenskultur kann nicht "von oben" verordnet werden. Sie bedingt einerseits ein Überwinden prozeduralen Funktionsdenkens, andererseits aber auch die Bereitschaft, Verbesserungsvorschläge von Mitarbeitern nicht als Kritik anzusehen, sondern als konstruktiven Beitrag zur Erreichung des Unternehmensziels aufzunehmen. Allgemein muß es das Ziel der Produktionsgestaltung sein, menschliche Arbeit als wertvolle Ressource wahrzunehmen und ihre Produktivitäts- und Problemlösungspotentiale im Unternehmen zu nutzen. Die Umsetzung dieser Erkenntnis erscheint vor dem Hintergrund des verbreiteten Werte- und Normengefüges, insbesondere in traditionell geprägten Unternehmen, immer noch als ein schwieriges Vorhaben.

Es werden hierfür Führungskräfte benötigt, die auf der Basis fachlicher Kompetenz Ideen entwickeln, unterschiedliche Interessenlagen zu einem konsensgetragenen Leitbild zusammenführen und diese Leitvorstellungen umsetzen können. Dies erfordert Risikobereitschaft und gleichzeitig Verantwortungsbewußtsein, Kreativität, eine erkennbare Persönlichkeit, Engagement, Durchsetzungsvermögen und Teamgeist. Bereits während der Ausbildung in Hochschule und Praxis gilt es, Anreize zu schaffen und zu vermitteln, die junge, qualifizierte Menschen zur Übernahme verantwortungsvoller, aber auch persönlich hoch belastender Aufgaben motivieren (Abb. 2.2-34).

Die noch vor vielen Unternehmen liegenden Umgestaltungsprozesse hin zu dezentralen, global vernetzten Fabriken erfordern von allen Mitarbeitern, aber vor allem vom Management, unkonventionelles Denken und Handeln. Nicht mehr der betriebliche "Einzelkampf" sichert den unternehmerischen Erfolg, sondern internationale Formen der Kooperationen, wie Joint-Ventures und strategische Allianzen führen zum Erfolg. Derartige Formen der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit bieten die Möglichkeit, relativ schnell Produktionsteilkapazitäten aufzubauen und

dabei den Einsatz der eigenen Aktiva möglichst effektiv zu gestalten. In deutschen Unternehmen existiert nicht immer eine dafür erforderliche kooperationsorientierte und offene Unternehmenskultur.

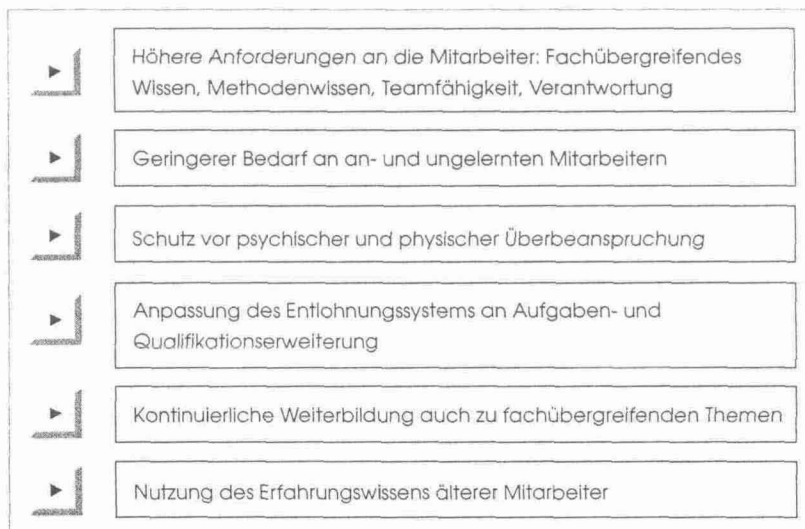


Abb. 2.2-34

Leitlinien für die Personalführung

Aber auch neue Managementqualifikationen sind notwendig. Die grenzüberschreitende Zusammenarbeit stellt hohe Anforderungen an die international agierenden Mitarbeiter, denn in der Praxis erweist sich der Umgang mit fremden Ländern und Kulturen oft als äußerst kompliziert. Die global operierende Fabrik braucht neben einer geeigneten Organisationsstruktur Mitarbeiter, die die notwendigen Kompetenzen und Fähigkeiten zu einer interkulturellen Zusammenarbeit besitzen.

2.2.5.4.2 Personalmanagement als Schlüsselaufgabe

Voraussetzung und Erfolgsfaktor jeder innovativen industriellen Entwicklung ist und bleibt die Kreativität des Menschen. Alle Maßnahmen zur Steigerung von Wissen und Motivation, aber auch die Verfügbarkeit von Zeit als Grundlage für Kreativität erhalten künftig eine wettbewerbsentscheidende Bedeutung. Die Organisation des

Wandels muß also in der Führung der Mitarbeiter ihre Entsprechung finden: Die Förderung von Kreativität wird zu einer zentralen Herausforderung mitarbeiterbezogener Führung.

Um Innovationen zu fördern, muß das Management die in den Mitarbeitern schlummernden kreativen Potentiale erkennen und zur Entfaltung bringen. Dazu ist die Aufgeschlossenheit des Managements gegenüber neuen Ideen und ein offenes Ohr für Verbesserungsvorschläge aus allen Ebenen unabdingbar. Nur ein Vertrauensklima, das auch Fehler zuläßt, kann die Mitarbeiter zum unkonventionellen Denken am Arbeitsplatz ermutigen.

Unter den Bedingungen des zunehmenden Einsatzes rechnerunterstützter Produktionstechnik, aber auch im Zuge eines allgemeinen gesellschaftlichen Wertewandels und damit einhergehender Arbeitsauffassungen, hat sich das Verständnis der menschlichen Arbeitskraft in den betriebsorientierten Wissenschaften und in den Unternehmen selbst gewandelt: Personal ist in heutiger Auffassung ein nicht determinierbarer und damit ein nicht beliebig austauschbarer Produktionsfaktor. Mitarbeiterverhalten, Arbeitsergebnis und Dauer der Betriebszugehörigkeit sind vielmehr Variablen, deren Ausprägung von personalen Faktoren, wie Leistungswillen, Zufriedenheit und Qualifikation, abhängt, aber auch von betrieblichen Umfeldfaktoren, wie Arbeitsaufgabe, Mitarbeiterführung, Mitarbeiterentwicklung und leistungsförderlicher Organisation [1, 50].

Vor diesem Hintergrund rückt das Verhalten der Menschen am Arbeitsplatz, ihre Zugehörigkeit zu bestimmten Gruppen sowie ihre Erwartungen und Fähigkeiten in den Mittelpunkt führungsbezogener Betrachtungen. Leistungssteigerung ist ebenso wie beim tayloristischen Modell ein wichtiges Ziel, das in modernen Führungskonzepten vorrangig durch Motivation und Identifikation mit der Arbeit erreicht werden soll. Ohne individuelle Leistungsbereitschaft sind Mitarbeiter auch nicht durch Anreiz- und Bonussysteme für eine dauerhafte und intensive Arbeit zu motivieren. Das "Wollen" des Einzelnen zur Leistung sollte nicht durch Demotivierung gebrochen werden. Das "Können" und "Dürfen" ist durch Organisations- und Personalentwicklung allerdings erheblich zu fördern.

Die Ausbildung für hochautomatisierte und integrierte Systeme sollte auch vor dem Hintergrund arbeitsorganisatorischer Entwicklungstendenzen einer Universalqualifikation entsprechen. Da sich Produktinnovationen im Gegensatz zu Prozeßinnovationen leichter nachvollziehen lassen, ist insbesondere auch das betriebliche Erfahrungswissen aus der Entwicklung optimierter Produktionsprozesse ein wesentlicher Faktor zur Beherrschung der Produktion. Dieses Erfahrungswissen ist systematisch zu entwickeln und zu sichern.

Organisatorische Restrukturierungen in Unternehmen gehen in der Regel mit neuen Anforderungen an die Qualifikation der Beschäftigten einher. Angesichts der sich

abzeichnenden informationstechnischen Vernetzung des Fabrikbetriebes reicht es nicht mehr aus, nur die Funktionen einer Maschine zu beherrschen. Vielmehr ist die Fähigkeit gefordert, das jeweilige Arbeitshandeln in die betrieblichen Gesamtzusammenhänge einordnen zu können.

Eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit zukünftiger Produktionsbetriebe kann dabei vor allem durch die Integration einzelner Bereiche erzielt werden. Erfahrungen haben gezeigt, daß überzogene Arbeitsteilung und Arbeitsvereinfachung oft die Komplexität infolge von zeit- und kostenwirksamen Schnittstellen erhöht haben und die erwünschten Produktivitätssteigerungen dadurch weitgehend minimiert wurden. Das setzt bei den Mitarbeitern Vielseitigkeit und die Bereitschaft voraus, die technologische Entwicklung durch kontinuierliche Weiterbildung zu begleiten [1, 50].

Neben fachlicher Flexibilität und persönlichem Leistungswillen kann ein verstärktes Qualitätsbewußtsein wesentlich zur Steigerung der Produktivität beitragen. Dies kann durch die Delegation von Verantwortung auf die auszuführenden Ebenen der Werker positiv beeinflußt werden. Konkret sind dies Befugnisse, bei Erkennen eines Fehlers die entsprechenden Produktionsanlagen ohne vorherige Genehmigung durch einen Fachvorgesetzten zu stoppen, Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung einzuleiten, Wareneingangssperren aber auch ein Stoppen der Auslieferungen an externe Anwender anzuordnen. Durch diese Verlagerung der Entscheidungsgewalt werden fehlerhafte Produktionsprozesse wesentlich früher einer Korrektur unterworfen, wodurch sich zeit- und damit auch kostenintensive Nacharbeiten oder Ausschußproduktionen vermeiden lassen.

Aus diesen Zusammenhängen resultiert die Leitidee einer sozialverträglichen Gestaltung des Produktionsbetriebes. Im Rahmen des VDI/VDE-Gemeinschaftsausschusses "Mensch und Automatisierung" wurden hierzu sechs Grundsätze entwickelt, die als praxisbezogene Vorschläge für eine menschengerechte und effektive Gestaltung der Fabrik angesehen werden können:

- Gleichzeitige Planung von menschlicher Arbeit und Technikeinsatz,
- frühzeitige und kontinuierliche Zusammenarbeit von Entwicklern und Anwendern,
- umfassende Mitarbeiterbeteiligung, partizipativer Führungsstil,
- gezielte Anknüpfung an betriebliche Stärken und Schwächen, Einbindung in die Unternehmensstrategie,
- frühzeitige und umfassende Informations- und Schulungsmaßnahmen,
- Einbettung des neuen Automatisierungsvorhabens in den Markt sowie in die gesellschaftliche und natürliche Umwelt [1].

Wo von jedem Mitarbeiter weniger Fehler gemacht und betriebliche Abläufe permanent auf ihre Effizienz geprüft werden, verbessert sich zwangsläufig das Arbeitsergebnis. Gefragt sind Mitarbeiter, die den betrieblichen Leistungserstellungsprozeß als persönliche Herausforderung in bezug auf Qualität, Zeit und Kosten betrachten [50].

Steigende Anforderungen	Eigene Anregungen zu technischen Neuerungen	Kompetenz im strategischen Personalmanagement	Führungspotential	Planende und vorausschauende Fähigkeiten
	Kontinuierlich aktualisiertes Fachwissen	Verhandlungsgeschick und Beeinflussung	Kompetenz im Projektmanagement	Leistungsorientierung
	Vertiefte Fachkenntnisse	Fähigkeit zu Teamarbeit und vernetztem Arbeiten	Fähigkeit, Verantwortung zu übernehmen	Qualitätsdenken
	Technisches Grundverständnis	Selbststeuerung und interpersonale Zusammenarbeit	Verstehen organisatorischer Veränderungen	Wirtschaftliches Bewußtsein
	Technische Qualifikationen	Soziale Qualifikationen	Organisatorische Qualifikationen	Wirtschaftliche Qualifikationen

Abb. 2.2-35

Steigende Anforderungen an die Mitarbeiterqualifikationen

Im Zusammenhang mit der Bedeutung internationaler Beschaffungs- und Vertriebskontakte bis hin zu internationalen Kooperationen werden die Qualifikationsanforderungen an die Mitarbeiter weiter wachsen. Denn nur Mitarbeiter, die unter anderem durch Fremdsprachenkenntnisse richtig qualifiziert sind und Kulturoffenheit zeigen, können einem Unternehmen im Prozeß der Globalisierung nützen, Kontakte aufbauen und pflegen (Abb. 2.2-35).

2.2.5.4.3 Die Unternehmensführung als gestaltendes Element des Globalisierungsprozesses

Die Herstellung von Maschinen und die damit verbundenen Produktionsprozesse unterliegen einem Wandlungsprozeß, der vor allem aufgrund in der Einleitung beschriebener wirtschaftspolitischer Veränderungen an Bedeutung für das Einzelunter-

nehmen gewinnt. Durch die Globalisierung der Wirtschaft eröffnen sich Chancen auf ungesättigte Absatzmärkte sowie auf günstige Bedingungen für die Produktion von Gütern und Dienstleistungen. Es wird zunehmend leichter, dort zu produzieren, wo die Produktionsfaktoren am billigsten oder deren Kombination am erfolgversprechendsten ist. Zur Verbesserung der eigenen Wettbewerbsposition ist von der Unternehmensführung kontinuierlich zu prüfen, welche neuen Wege unter Ausnutzung global koordinierter Unternehmensprozesse beschritten werden können.

Viele deutsche Maschinenbauunternehmen stehen erst am Anfang einer aktiven Auseinandersetzung mit den beschriebenen Phänomenen. Die Geschwindigkeit, mit der sich technische oder wirtschaftliche Entwicklungen weltweit durchsetzen und damit direkten Einfluß auf die Wettbewerbsposition deutscher Maschinenhersteller ausüben, wird vermutlich bereits in den nächsten Jahren deutlich ansteigen. Unternehmen, die auch zukünftig erfolgreich im internationalen Wettbewerb bestehen wollen, müssen sich intensiv mit diesem Wandlungsprozeß auseinandersetzen und angemessene Konzepte zur Reaktion entwickeln (Abb. 2.2-36).

Bei der ortsgebundenen Maschinenproduktion sind die Geschäftsprozesse überwiegend regional zentriert, die Produktion erfolgt ohne nennenswerte Kooperationen mit anderen Unternehmen oder Institutionen. Die wichtigen Absatzmärkte liegen im regionalen Umfeld, die Marktdurchdringung bezogen auf den potentiellen Weltmarkt ist gering. Unternehmen, die auf diese Weise Maschinen herstellen und vertreiben, schöpfen nur zu einem Bruchteil die bestehenden Marktpotentiale aus und können wegen der kleinen Produktionsstückzahlen keine mengenbedingten Kostenvorteile nutzen.

Auf der Stufe der internationalisierten Produktion sind einzelne Geschäftsprozesse durch Direktinvestitionen im Ausland international organisiert, vornehmlich Absatz- und Servicefunktionen. Die Unternehmen kooperieren mit einer kleinen Anzahl von Unternehmen oder Institutionen zur Optimierung ihrer Wertschöpfungsprozesse durch Einbindung von externem Wissen. Die in einzelnen Auslandsmärkten angebotenen Produkte werden unter relativ hohem Bearbeitungs- und Kostenaufwand an die länderspezifischen Anforderungen angepaßt, die Marktdurchdringung ist durch eine Präsenz vor Ort in ausgewählten Ländern im Vergleich zur regionalen Produktion erheblich verbessert.

Die globalisierte Produktion nutzt weltweit die günstigsten Produktionskapazitäten und erschließt möglichst alle potentiellen Absatzmärkte. Sie strebt auf dem Weg einer tendenziellen Standardisierung von Produktion und Produkten nach einer Integration und einer möglichst weitgehenden Zentralisierung von Entscheidungen und Funktionen. Dazu errichten globalisierte Unternehmen ein Netzwerk, bestehend aus eigenen Auslandsniederlassungen und internationalen Kooperationen zur Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette. Durch die Erhöhung der Produktions- und

Absatzmengen sowie durch eine Vereinheitlichung von Geschäftsprozessen im global vernetzten Unternehmen können Mengenvorteile erzielt und Kosten durch Vermeidung von Doppeltätigkeiten eingespart werden [15, 69].

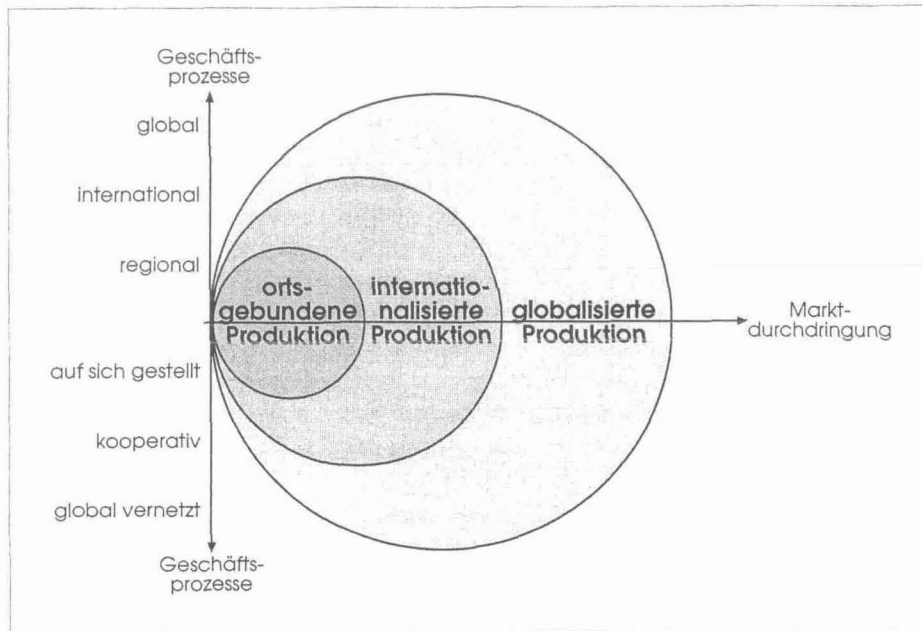


Abb. 2.2-36

Maschinenproduktion im Wandel

Der beschriebene Wandel verdeutlicht, vor welchen tiefgreifenden Umgestaltungsprozessen viele Unternehmen in absehbarer Zukunft stehen. Das Ziel, sich zu einem globalisierten Unternehmen zu entwickeln, gilt prinzipiell für alle Unternehmen. Dabei ist es zunächst unerheblich, wieviele Mitarbeiter in einem Unternehmen zur Zeit beschäftigt sind oder wie hoch der Jahresumsatz ist. Auslandsinvestitionen und die Einbindung internationaler Partner in die eigenen Wertschöpfungsprozesse sind als normale Instrumente im Wachstumsprozeß von Unternehmen zu begreifen und zu nutzen [17].

Bei der Suche nach der optimalen Organisations- und Produktionsstruktur müssen prinzipiell alle Unternehmensfunktionen zur Disposition gestellt werden. Damit ist häufig eine Abkehr von traditionellen Unternehmensphilosophien und -strategien

verbunden. Die Unternehmensführung als oberste Leitungsinstanz des Unternehmens hat diesen Prozeß zu gestalten [21].

2.2.5.4.4 *Bedeutung einer globalen Unternehmensstrategie*

Eine wesentliche Grundvoraussetzung für weltweiten Erfolg sind klare Ziele und Visionen. Anfang und Grundlage von unternehmerischem Erfolg im internationalen Wettbewerb ist das Ziel, Marktführer zu werden, idealerweise sogar Weltmarktführer. Nur mit einem klaren Ziel, einer langfristigen Vision sowie einer äußerst starken Entschlossenheit und dem Willen, dieses Ziel über Jahrzehnte zu verfolgen, kann eine führende Position aufgebaut und gehalten werden [45].

Neben einer genauen Analyse des Unternehmensumfeldes und den für einen Erfolg maßgeblichen Faktoren fließen die Stärken und Schwächen sowie die sich daraus ableitenden Kernkompetenzen des eigenen Betriebes in die Strategieentwicklung ein. Die Bewertung und Auswahl der zukünftigen Strategie wird wesentlich durch die soziale Verantwortung der Unternehmensführung gegenüber den Mitarbeitern und dem Standort sowie durch die Qualität des Managements selbst bestimmt (Abb. 2.2-37) [28, 38].

Die meisten Maschinenbauunternehmen bieten hochspezialisierte Produkte und Leistungen für einen relativ begrenzten, stark fokussierten Markt an. Diese enge Marktfokussierung beinhaltet die Gefahr, daß der betreffende Markt zur Erzielung von Mengenvorteilen zu klein wird. Dieser Nischengefahr können die Unternehmen entgegengehen, indem sie ihren Markt in regionaler Hinsicht ausdehnen. Die erfolgreiche Kombination einer Spezialisierung bezüglich der Produkte einerseits und der globalen Vermarktung andererseits wird dadurch möglich, daß Anwender in derselben Branche tendenziell über Ländergrenzen hinweg ähnlicher sind als Anwender in verschiedenen Branchen eines Landes [23, 45].

Ein weiteres wichtiges Argument für eine Globalisierung von Unternehmensfunktionen ist, daß die Beziehungen zu den Anwendern möglichst nicht an fremde Unternehmen delegiert werden sollten. Daher ist anzustreben, in allen wichtigen Märkten eigene Niederlassungen zu errichten, um die Anwenderkontakte direkt wahrnehmen zu können. Darüber hinaus erlaubt nur eine globale Wettbewerbsstrategie, Wettbewerber nirgendwo auf der Welt in Ruhe zu lassen, errungene Marktanteile vor Ort direkt zu verteidigen und auf diese Weise neue Konkurrenten gar nicht erst aufkommen zu lassen [45, 69].

Ferner könnte sich zukünftig die Tendenz verstärken, daß protektionistische Maßnahmen über bekannte "local-content"-Auflagen hinaus Kooperationen politisch fördern und die Rahmenbedingungen diktieren. Die Bedeutung von effizienten Ko-

operationen mit Partnern aus weniger industrialisierten Ländern wird vor diesem Hintergrund vermutlich wachsen [46].

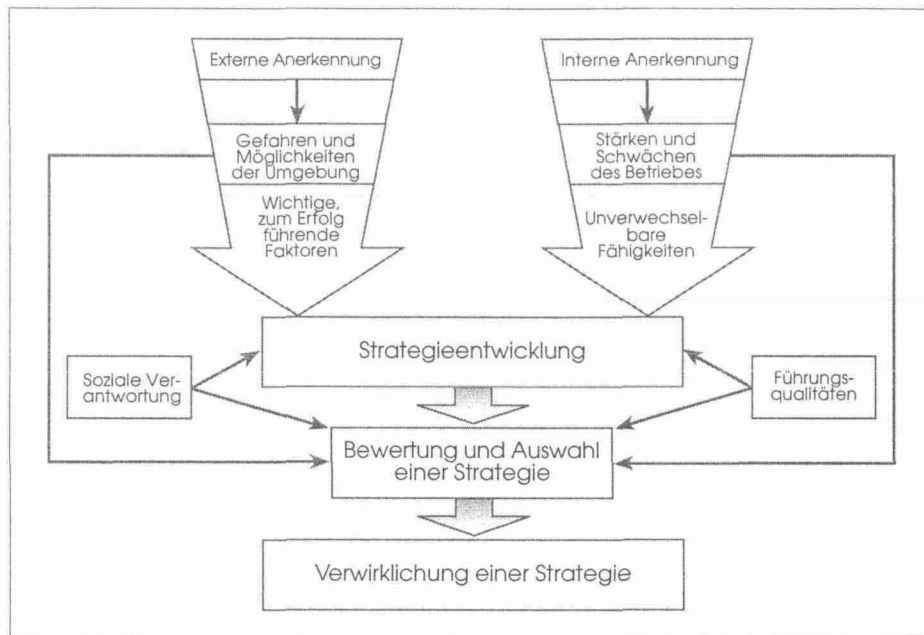


Abb. 2.2-37

Modell der Strategiebildung [28]

Als Kernziele einer globalen Unternehmensstrategie sind folglich zu nennen:

- Erschließung neuer Absatzmärkte,
- Schaffung eines weltweiten Servicenetzes,
- Verbesserung der Kostenstruktur durch Mengen- und Standortvorteile,
- Sicherung von Know-how und Zugriff auf weltweite Innovationsquellen sowie
- Besetzung strategischer Marktpositionen zur Bekämpfung der Konkurrenz.

Zur Verwirklichung dieser Ziele bieten kleine und mittlere Unternehmen in der Regel sehr gute Voraussetzungen. In Abb. 2.2-38 ist der strategische Entscheidungsraum für Maschinenbauunternehmen dargestellt. Allgemein ist die Innovationskraft in vielen kleinen und mittleren Unternehmen als hoch einzuschätzen. Ähnliches gilt für die

Produktivität und Wirtschaftlichkeit, die in kleinen und mittleren Unternehmen durch hochflexible und einfache Organisationsstrukturen verwirklicht werden.

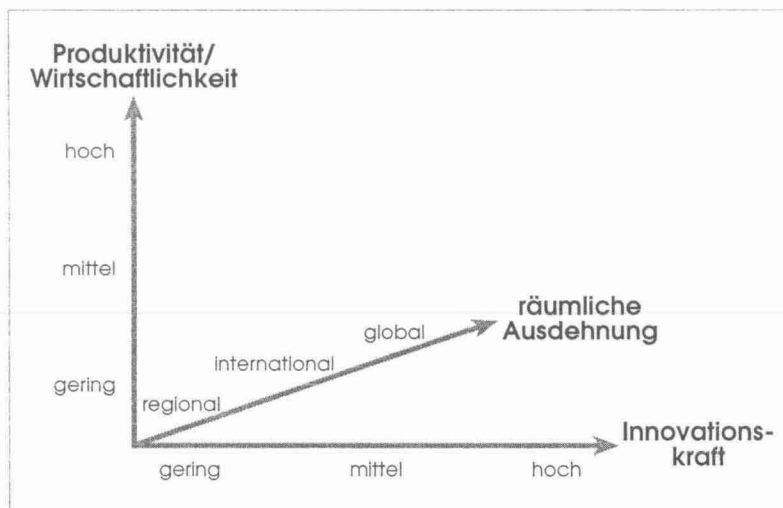


Abb. 2.2-38

Strategischer Entscheidungsraum für Maschinenbauunternehmen

Nur in bezug auf die räumliche Ausdehnung der Unternehmenstätigkeit sind bei den meisten Unternehmen Defizite zu erkennen. Bisher motivieren vor allem absatzstrategische Ziele kleine und mittlere Unternehmen zu Auslandsengagements. Andere folgen bereits größeren Unternehmen als Zulieferer von Zwischenprodukten ins Ausland oder versuchen ihre Stellung in bereits etablierten Auslandsmärkten durch Fertigung und Montage vor Ort zu untermauern. Doch diese eher sporadischen Ansätze zur Erschließung neuer Märkte greifen zu kurz [7].

Der Erfolg von Globalisierungsschritten liegt in vielen Fällen nicht darin begründet, daß nach sorgfältiger Abwägung aller Bedingungen am grünen Tisch eine richtige Strategie ausgewählt wird. Vielmehr muß ein Unternehmen die Fähigkeit besitzen, schnell sich bietende Chancen und Gelegenheiten zu ergreifen. Ferner muß das Unternehmen über Potentiale verfügen, die hierauf rasch und pragmatisch mit einem Prozeß des kontrollierten "trial and error" reagieren und sich in neue Felder hineinbegeben können, wobei immer auch die Irrtumsmöglichkeit bewußt einkalkuliert wird [24].

Unternehmen, die in einer neuen Region produzieren wollen, müssen sich vor allem Zeit nehmen, um Erfahrungen zu sammeln und diese vernünftig zu verarbeiten. Häu-

fig agieren Unternehmen zu kurzatmig, sie lassen sich zu wenig Zeit und wollen zu schnelle Ergebnisse. Diese an kurzfristigen Gewinnzielen orientierte Vorgehensweise führt besonders in Asien häufig zum Abbruch von Globalisierungsaktivitäten europäischer und amerikanischer Unternehmen [25].

Eine erfolgreiche Globalisierung von Unternehmensfunktionen ist nicht möglich ohne tiefgreifende Veränderungen in Unternehmensorganisation und Unternehmensstruktur. Maschinenbauunternehmen, die erstmals Unternehmensfunktionen ins Ausland verlagern oder internationale Kooperationen eingehen, vollziehen durch diesen Schritt in der Regel auch einen Wandel zu flexibleren und offeneren Geschäftsprozessen [12, 25].

2.2.5.4.5 *Folgerungen für den Globalisierungsprozeß*

Die Durchführung von Globalisierungsschritten ist für jede einzelne Unternehmensfunktion mit spezifischen Chancen und Risiken verbunden. Eine Analyse und Bewertung der einzelnen Globalisierungspotentiale ermöglicht die Darstellung tendenzieller Stufen des Globalisierungsprozesses, die von einer ortsgebundenen Produktion auf dem Weg zum globalen Maschinenbauunternehmen durchlaufen werden können.

1. Stufe	Globalisierung der Absatzfunktion
2. Stufe	Globalisierung der Servicefunktion
3. Stufe	Globalisierung von Sondierfunktionen für Forschung und Entwicklung
4. Stufe	Globalisierung der Endmontage
5. Stufe	Globalisierung der Beschaffung
6. Stufe	Globalisierung der Fertigung
7. Stufe	Globalisierung der Verwaltung
8. Stufe	Globalisierung der Forschung und Entwicklung

Tab. 2.2-3

Tendenzielle Stufen des Globalisierungsprozesses

Auf der ersten Stufe wird die Absatzfunktion globalisiert, gefolgt vom Aufbau eines weltweiten Servicenetzes und von Sondierfunktionen für Forschung und Entwicklung. Ein weiterer Schritt ist die Errichtung von Fabriken zur Endmontage in den wichtigsten Zielmärkten. Mit der fünften Globalisierungsstufe wäre die Beschaffung ins Ausland zu verlagern.

Räumliche Audehnung	Organisationsstruktur	Managementprozesse	Mitarbeiter	Unternehmenskultur
Global	<ul style="list-style-type: none"> • Zentralisierte globale Autorität • Keine Spaltung inländisch/international • Starke Geschäftsbereichsdimension in bezug auf Geographie und Funktion 	<ul style="list-style-type: none"> • Umfassende Koordinierungsprozesse • Globales Teilen der Technologie • Globales Strategie-Informationssystem • Globale Planung von Strategie, Budgets, Leistungsüberprüfung und Entlohnung 	<ul style="list-style-type: none"> • Karrieren in mehreren Ländern • Ausländer in Heimat- und Drittländern • Viele Reisen 	<ul style="list-style-type: none"> • Globale Identität • Interdependenz
International	<ul style="list-style-type: none"> • Verteilte nationale Autorität • Keine Spaltung inländisch/international • Starke geographische Dimension in bezug auf Geschäftsbe- reiche und Funktion 	<ul style="list-style-type: none"> • Transfer der Technologie ausgehend von der Zentrale • Nationale Informationssysteme • Nationale Planung von Strategie, Budgets, Leistungsüberprüfung und Entlohnung 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausländer in hohen Positionen • Inländer führen lokale Unternehmen • Beschränkte Reiseintensität 	<ul style="list-style-type: none"> • Multinationale Identität • Autonomie
Regional	<ul style="list-style-type: none"> • Zentralisierte Kontrolle durch das Heimatland • Separater Inlands- und internationaler Bereich • Möglicherweise starke funktionale Dimension 	<ul style="list-style-type: none"> • Richtungsangabe, keine Koordinierung • Informationen fließen im Einbahnsystem in die Zentrale • Kein Technologietransfer • Konzentration auf Absatzziele 	<ul style="list-style-type: none"> • Lokale Absatz-Töchter werden von Inländern geführt 	<ul style="list-style-type: none"> • Inländische Kultur

Tab. 2.2-4

Organisationsmerkmale in Abhängigkeit der geographischen Unternehmensaktivität nach [69]

Dieser Schritt ist aus pragmatischen Gründen eng an die Verlagerung der Fertigung zu koppeln. Da für ein global agierendes Unternehmen das Finanzmanagement ebenso wie der Forschungs- und Entwicklungsbereich strategisch und unternehmenspolitisch entscheidende Funktionen darstellen, bedeuten die Globalisierungsstufen sieben und acht praktisch die Aufgabe des traditionellen Standortes (Tab. 2.2-3).

Unternehmen, die eine globale Unternehmensstrategie verfolgen wollen, müssen ihre Organisationsstruktur, ihre Managementprozesse, ihre Personalpolitik sowie ihre Unternehmenskultur an das Ausmaß ihrer räumlichen Unternehmensaktivitäten anpassen. Tab. 2.2-4 zeigt typische Organisationsmerkmale für die drei räumlichen Ausdehnungsstufen "regional", "international" und "global".

Einen einheitlichen und sicheren Weg zum globalisierten Unternehmen gibt es nicht. Dennoch sind nachfolgend neun Handlungsempfehlungen aufgezeigt, die die wesentlichen Aspekte von Globalisierungsprozessen noch einmal zusammenfassen und die Aussichten auf eine erfolgreiche Globalisierung und damit einer Verbesserung der Wettbewerbsposition erhöhen können (Tab. 2.2-5).

Konzentration vor allem auf die Triade USA, Europa und Japan, keine weltweite Zersplitterung von Unternehmensaktivitäten.
Globales Produktdesign, keine Konzentration auf deutsche Anforderungen.
Marktinvestitionen als Vorleistung, kein Warten auf schnelle Umsätze.
Globale Auslegung unterstützender Funktionen, kein fallweises Aushelfen.
Globale Ausrichtung von Lieferprogramm und Lieferfähigkeit, kein Abladen von Überschussmengen.
Durchgriff der Konzernleitung auf die Landesgesellschaften, kein unabhängiges Nebeneinander.
Gemeinsame Strategieentwicklung von Zentrale und Landesgesellschaften, keine zentralen Vorgaben an dezentrale "Erfüllungsgehilfen".
Systeme für angemessene Einschätzung von Anlaufverlusten, keine pauschale Anwendung von standardisierten Erfolgskriterien.
Lokale Präsenz im ausländischen Markt durch eigene Tochtergesellschaften oder Kooperationen, keine Gastrolle als Exporteur.

Tab. 2.2-5

Handlungsempfehlungen für erfolgreiche Globalisierung nach [40, 70]

2.2.6 Produktionssysteme der Zukunft - ein Ausblick

Abschließend soll nun ein kurzer Ausblick auf die Zukunft von industriellen Produktionssystemen gewagt werden. Dabei stehen im folgenden zwei Aspekte im Vordergrund: Zum einen die technologische Realisierung einer flexibel automatisierten Produktion, die den bisherigen Gegensatz von Produktivität und Flexibilität weitgehend überwindet, und zum anderen die Möglichkeiten mobiler, also als Ganzes beweglicher Fabriken.

Die Entwicklung zukünftiger Produktionssysteme bewegt sich im Spannungsfeld von hohen Investitionskosten für die Automatisierung von Produktionsprozessen bei gleichzeitig niedrigem Lohnkostenanteil auf der einen Seite und der Nutzung flexibler und kostengünstiger menschlicher Arbeitsleistung auf der anderen Seite. Der technologische Fortschritt ermöglicht in der industriellen Produktion die schrittweise Substitution des Menschen durch die Maschine. Dieser Substitutionsprozeß konzentriert sich zur Zeit mit der Entwicklung leistungsfähiger Kraft- und Arbeitsmaschinen auf Prozesse, die aufgrund der hohen körperlichen Belastung, der erforderlichen Bearbeitungsgenauigkeit oder -geschwindigkeit sowie bei hoher Verletzungsgefahr von Maschinen wesentlich effizienter und sicherer durchgeführt werden können [47, 51].

Mit einer weiteren Verbesserung der sensorischen und steuerungstechnischen Intelligenz von Maschinen können zunehmend auch komplexere Arbeitsaufgaben, wie zum Beispiel in der Montage, von Maschinen übernommen werden. Weiterentwicklungen in der Informations- und Automatisierungstechnik erlauben die Selbstkontrolle und Selbststeuerung von Maschinensystemen bis hin zur eigenständigen Instandhaltung und Reparatur durch Serviceroboter. Die Fabrik wird auf diese Weise unabhängiger von der direkten Überwachung durch den Menschen.

Aus produktionswissenschaftlicher Sicht, losgelöst von gesellschaftlichen Fragestellungen der Arbeitsmarktpolitik, sind zukünftige Fabriken denkbar, die ein äußerst flexibles Produktspektrum in weitgehend automatisierter Fertigung herstellen können. Die Tätigkeitsfelder der in der Fabrik arbeitenden Menschen verlagern sich vom operativen in den dispositiven Bereich [51].

Trotz einer generellen Abnahme der Beschäftigtenzahl in der Produktion werden zur Beherrschung der steigenden Komplexität und Dynamik von Produktionsprozessen hochqualifizierte Mitarbeiter benötigt. Die Fabrik der Zukunft überwindet traditionelle, enge Unternehmensstrukturen. Besonders wichtig bei der Gestaltung betrieblicher Ablauf- und Wertschöpfungsprozesse ist die Schaffung einer ausreichenden Agilität und Beweglichkeit, die es erlaubt, auf sich verändernde Bedingungen möglichst schnell zu reagieren.

Unter der Annahme, daß in flexibel automatisierten Produktionssystemen die Stückkosten eines Produktes nicht mehr von der Stückzahl, sondern nur noch von der Bearbeitungszeit und den Kosten für den Material-, Energie- und Informationsaufwand abhängen, nähern sich die Kosten der Einzel- und Kleinserienfertigung eines Produktes den Werten der Mengenproduktion. Auf dieser Entwicklungsstufe könnte der Anwender durch die Nutzung eines globalen Informations- und Kommunikationsnetzwerkes seine Produktvorstellungen unmittelbar an ein geeignetes Produktionssystem übermitteln und einen anwenderspezifischen Fertigungsauftrag auslösen. Eine weitgehend vereinzelt Güterproduktion wäre somit möglich [47, 51].

Die Verwirklichung innovativer Maschinenkonzepte und zukunftsorientierter Technologien in neuzeitlichen Produktionssystemen wird sich jedoch nicht nur positiv auf die Flexibilität und Prozeßsicherheit auswirken, sondern auch auf die Mobilität von Fabriken. Mit der zunehmenden Automatisierung von Produktionsprozessen sowie einer steigenden Produktivität bei gleichzeitig erhöhter Flexibilität wird das wirtschaftliche Betreiben kleinerer Produktionssysteme möglich.

Durch die voranschreitende Miniaturisierung von Arbeits-, Kraft- und Informationsmaschinen wird der Raumbedarf zukünftiger Produktionssysteme weiter sinken. Diese geometrische Reduzierung kann wie in der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik zu einer Verminderung des Energiebedarfs und des Materialeinsatzes beitragen und steigert so die Unabhängigkeit von stationären Versorgungseinrichtungen.

Produktionssysteme der Zukunft werden durch einen modularen Aufbau gekennzeichnet sein, der als Systemlösung durch die Kombination von Baugruppen mit flexibel automatisierten Teilfunktionen an die jeweiligen Produktionsaufgaben angepaßt wird. Der Trend zur Modularisierung kann gemeinsam mit der Miniaturisierung von Maschinen und Anlagen zu einer Fabrikgestaltung "aus dem Baukasten" führen und den mobilen Einsatz von Produktionssystemen bedeutend vereinfachen [51].

Der Weg zu mobilen Produktionssystemen führt nicht allein über die globale Vernetzung lokaler, kleinerer Produktionseinheiten zu einer nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimierten Wertschöpfungskette mit Hilfe neuartiger Informationstechnologien und leistungsfähiger Transportsysteme. Es sind zukünftige Produktionssysteme denkbar, die an geeigneten Standorten aufgebaut und bei Bedarf verlagert werden können oder die sich auch während ihres Betriebes in Bewegung befinden (Tab. 2.2-6).

Produktionssysteme der Gegenwart sind in der Regel immobil. Die traditionelle Fabrik ist eine auf dem Festland befindliche, ortsgebundene Einheit, die über Transport- und Versorgungseinrichtungen mit Energie, Material und Information beliefert wird. Auch immobile, maritime Produktionssysteme, wie zum Beispiel Bohrinnseln zur Mineralölgewinnung, existieren bereits.

Die Realisierung extraterrestrischer Fabriken, seien sie geostationär oder auf einer Umlaufbahn um die Erde, befindet sich zur Zeit erst in den Anfängen. Die Gründe dafür liegen in erster Linie in der aufwendigen und damit kostspieligen Technologie. Dennoch bietet die Weiterentwicklung der Raumfahrt auch für die Produktionstechnik interessante Ansatzpunkte. In extraterrestrischen Produktionssystemen können völlig neuartige Fertigungsverfahren angewendet werden. Die im Vergleich zur Erde unterschiedlichen physikalischen Bedingungen im Weltraum, wie zum Beispiel die Schwerelosigkeit, ein anderes Magnetfeld oder die spezifische Zusammensetzung der Atmosphäre, ermöglichen die Herstellung spezieller Legierungen und Werkstoffe sowie die Züchtung besonderer Kristallstrukturen.

Mobilitätsgrad	Ort	Beispiel
Immobil	Terrestrisch	Traditionelle, ortsgebundene Fabriken an Land
	Maritim	Im Meer verankerte Fabriken
	Extraterrestrisch	Geostationäre Fabriken im Weltraum
Mobil	Terrestrisch	Fabriken auf Eisenbahnzügen oder Kraftfahrzeugen
	Maritim	Fabriken auf Schiffen
	Extraterrestrisch	Fabriken auf einer Umlaufbahn um die Erde
Immobil vernetzt	Terrestrisch	Globale Produktionsnetzwerke an Land
	Maritim	Produktionsnetzwerke im Meer
	Extraterrestrisch	Geostationäre Produktionsnetzwerke im Weltraum
Mobil vernetzt	Terrestrisch	Globale Produktionsverbünde zwischen mobilen Fabriken an Land
	Maritim	Mobile Produktionsnetzwerke im Meer
	Extraterrestrisch	Mobile Produktionsverbünde im Weltraum

Tab. 2.2-6

Fabrikmodelle nach Mobilitätsgrad und Ort

Der Einsatz mobiler Fabriken, die sich auf Eisenbahnzügen, Kraftfahrzeugen oder Schiffen befinden und die sich permanent in der Nähe günstiger Standorte und wettbewerbsrelevanter Märkte aufhalten können, scheitert bisher vor allem an den Baukosten von Produktionssystemen, an den mit dem Transport verbundenen Kosten

sowie am Fehlen geeigneter Organisationsformen für das flexible Betreiben an wechselnden Orten.

Die Ausnutzung lokaler Standortvorteile zur Anpassung an sich wandelnde Wettbewerbs- und Marktbedingungen wird in Produktionssystemen der Gegenwart durch die Vernetzung von global verteilten, immobilien Produktionseinheiten verwirklicht. Produktionsnetzwerke im Meer oder im Weltraum sind zur Zeit noch nicht verwirklicht. Durch die Schaffung der erforderlichen technologischen Voraussetzungen sind in Zukunft auch mobil vernetzte Produktionsverbände denkbar, die zu Lande, zu Wasser oder im Weltraum beweglich operieren. Mobil vernetzte Fabriken stellen aus der Perspektive räumlicher Flexibilität die höchste Stufe von Produktionssystemen dar.

Mobile Produktionssysteme in Form von modular konfigurierbaren, relativ einfach zu transportierenden Maschinensystemen erleichtern die Nutzung von Standortvorteilen und eine Produktion direkt am Markt. Aufgrund der hohen Investitionskosten und des erheblichen Managementaufwandes zur wirtschaftlichen Nutzung mobiler Fabriken wird ihr Einsatz jedoch in der näheren Zukunft davon abhängen, ob die Produktionskosten oder die Produktionsflexibilität als Entscheidungskriterium im Vordergrund steht.

Für die kostenoptimierte Produktion einfacher Teile und Baugruppen in großen Stückzahlen bietet sich auch weiterhin ein mehr oder weniger starr automatisiertes Produktionssystem an, das an einem Standort mit günstigen Bedingungen aufgestellt und als immobile Fabrik in ein globales Netzwerk eingebunden wird. Sind hingegen von einem Produktionssystem hochkomplexe Leistungen in kleineren Mengen zu erbringen, die zeitlich begrenzt in einem lokalen Markt produziert werden sollen, entscheiden Produktionsflexibilität und Mobilität der Fabrik über die Wettbewerbsfähigkeit.

Das wirtschaftliche Betreiben mobiler Fabriken wird besonders von der Wandlungsgeschwindigkeit der die Standortauswahl bestimmenden Einflußgrößen abhängen. Unter stabilen Standortbedingungen, das heißt wenn die Situation sich während der angestrebten Betriebszeit des Produktionssystems nicht wesentlich ändert, besteht in der Regel kein Bedarf für einen Standortwechsel. Die immobile Fabrik bietet in diesem Fall Kostenvorteile.

Erst wenn die Dynamik der Standortfaktoren eine unter wirtschaftlichen Aspekten erfolgversprechende Produktion während der geplanten Betriebszeit nicht mehr gewährleistet, ermöglicht eine mobile Fabrik den Wechsel zu einem günstigeren Standort. Unter der Voraussetzung, daß mobile Fabriken bei entsprechender Weiterentwicklung zukünftig nicht wesentlich teurer sein werden als immobile Produktionssysteme und auch die Transportkosten bei einem Standortwechsel vertretbar bleiben,

können die Unternehmen bei Erreichung eines Schwellenwertes ihre Produktionssysteme als direkte Reaktion auf die veränderten Rahmenbedingungen umsetzen. Welche Entwicklungen sich zur angemessenen Reaktion auf die schnellen Veränderungen der Wettbewerbs- und Marktbedingungen tendenziell durchsetzen werden, die flexible, weltweite Vernetzung immobiler Fabriken oder die flexible, mobile Fabrik, hängt nicht zuletzt von den weltwirtschaftlichen und gesellschaftspolitischen Rahmenbedingungen für das Betreiben zukünftiger Produktionssysteme ab. Die produktionswissenschaftliche Forschung wird die technologischen Potentiale zur flexibel automatisierten und mobilen Produktion entwickeln und bereitstellen, die zweckgerichtete Nutzung liegt in den Händen ihrer Anwender.

2.2.7 Resümee

Der deutsche Maschinenbau besitzt eine weltweit einmalige technologische Breite und belegt in vielen Fachzweigen Spitzenpositionen. Trotz seiner technologischen Leistungsfähigkeit hat sich die wirtschaftliche Situation für viele Unternehmen in den letzten Jahren verschlechtert. Neben dem Rückgang der volkswirtschaftlichen Bedeutung des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland, einem wichtigen Abnehmer des Maschinenbaus, ist das Aufkommen internationaler Konkurrenten für diese Entwicklung verantwortlich.

Nach den großen Unternehmen, die häufig bereits seit längerem international erfolgreich agieren, stehen nun auch die kleinen und mittleren Unternehmen an der Schwelle zum globalen Wettbewerb. Ihre traditionelle Bodenständigkeit muß zur Kraftquelle für den Aufbruch zur globalen Technologieführerschaft werden.

Abschließend werden die wesentlichen Handlungsoptionen für den Maschinenbau noch einmal stichpunktartig dargestellt:

Ausbau der Technologieführerschaft

- Klare Ziele und Visionen zur "Markt- und Technologieführerschaft".
- Konsequente Umsetzung von Produkt- und Prozeßinnovationen.
- Fokussierung auf Kernkompetenzen: Tiefe statt Breite im Leistungsangebot.
- Markt und Technik als gleichwertige Antriebskräfte.
- Top-Kunden als Quelle für Ideen und Innovationen.
- Aktive Suche nach Konkurrenz mit weltbesten Wettbewerbern.
- Konsequente Verteidigung der erreichten Wettbewerbsposition, indem Konkurrenten nirgendwo auf der Welt in Ruhe gelassen werden.

Verstärkte Forschung in Schlüsseltechnologien

- Ausweitung des "Maschinenbegriffs".
- Offenheit gegenüber Entwicklungen in angrenzenden Wissenschaftsbereichen.
- Verbundforschung bei knappen Mitteln.
- Zusammenarbeit mit Universitäten und Forschungseinrichtungen.
- Wissensquellen weltweit nutzen.
- Mit "Durchbruchinnovationen" zum Erfolg.

Vom Produkt- zum Systemanbieter

- Maschinenbau oft als Zulieferer für andere Branchen.
- Eigenes Produkt gemeinsam mit komplementären Produkten anderer Hersteller als Systemlösung anbieten.
- Produktbegleitende Dienstleistungen ausbauen, wie zum Beispiel Wartung, Instandhaltung, Entsorgung, Beratung oder Finanzierung.

Mengenproduktion durch Bildung größerer Einheiten

- Hohe Stückzahlen ermöglichen Kostendegression bei allen Unternehmensfunktionen, besonders in der Fertigung und bei der Beschaffung.
- Mengenproduktion zur stärkeren Marktdurchdringung auf globalen Absatzmärkten.

Kooperationen

- Kooperative Produktentwicklung durch Verbundforschung und Integration von Zulieferkompetenz.
- Kooperative Beschaffung durch Einkaufsverbände.
- Kooperative Fertigung und Montage durch gemeinsame Kapazitätsauslastung.
- Kooperativer Vertrieb durch gemeinsame Nutzung von Vertriebsniederlassungen und Angebote komplementärer Produktsysteme.
- Kooperativer Service durch Aufbau eines gemeinsamen Servicenetzes.
- Dennoch: Im Bereich der Spitzentechnologie sind Kooperationen häufig nur die zweitbeste Lösung, da die hohen Qualitätsstandards oft nicht von Externen er-

bracht werden. Im Forschungs- und Entwicklungsbereich besteht hohe Immitationsgefahr.

Globalisierung von Geschäftsprozessen

- Bisher sind oft nur die Funktionen Vertrieb und Service sowie Fertigung und Montage globalisiert.
- Konsequente Nutzung von internationalen Standortvorteilen für alle Unternehmensfunktionen in bezug auf Kosten, Wissen und die Nähe zum Kunden beziehungsweise zum Zulieferer.
- Die Globalisierung von Geschäftsprozessen ermöglicht eine Ausweitung der bisherigen Nischenorientierung auf eine Weltmarktorientierung.

Aggressive Marktbearbeitung

- Handelsvertretungen oft nicht ausreichend.
- Eigene Niederlassungen und Präsenz vor Ort anstreben.
- Beziehungen zu Kunden selbst pflegen, nie durch andere.
- Vom Konsumgüterbereich lernen: aggressivere und phantasievollere Werbeaktivitäten.

Internationalisierung des Managements

- Weltweites Agieren benötigt Führungskräfte mit Auslandserfahrungen.
- Entsendung von Stammhausmitarbeitern ins Ausland intensivieren.
- Beschäftigung ausländischer Führungskräfte im Stammhaus wie im Ausland.

Kontinuierliche Mitarbeiterqualifizierung

- Technologieführerschaft, Kooperationen und die Globalisierung von Geschäftsprozessen erfordern die "Besten" als Mitarbeiter.
- Schneller Wandel zwingt zu kontinuierlicher Qualifizierung.
- Qualifizierungsschwerpunkte sind: neue Technologien, Sprachen, interkulturelles Management, Wirtschaftswissenschaften, Organisationslehre, soziale Kompetenzen sowie eine positive Einstellung zu permanenten Umstrukturierungen.

Flexibilisierung von Entlohnung und Arbeitszeiten

- Entlohnungssysteme mit leistungssteigernden Anreizen, beispielsweise Beteiligungen der Mitarbeiter am Unternehmensgewinn oder am Unternehmenskapital in Form von Aktien.
- Entlohnung mit zusätzlichen Bonus-Systemen für Qualität.
- Der Maschinenbau ist stark konjunkturabhängig. Daher empfehlen sich Arbeitsverträge, die statt einer Punktfixierung eine Bandbreite von Arbeitszeit und entsprechender Entlohnung in Abhängigkeit von der Auftragslage vorsehen.

2.2.8 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: De Gruyter, 1993
- [2] Arnold, U.: Strategische Ausrichtung mittelständischer Unternehmen an Auslandsmärkten. In: *Marktforschung & Management*, 34. (1990) 1, S. 5-8
- [3] Backhaus, K.: *Investitionsgütermarketing*. 4. Auflage. München: Vahlen, 1995
- [4] Backhaus, K.; Hilker, J.: Die Triade als Absatzmarkt des deutschen Maschinenbaus. In: *DBW*, 54. (1994) 2, S. 175- 191
- [5] Bloech, J.: Produktionsfaktoren. In: Wittmann, W.; Kern, W.; Köhler, R.; Küpper, H.-U.; Von Wysocki, K. (Hrsg.): *Handwörterbuch der Betriebswirtschaft*. 5. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1993, Sp. 3405-3414
- [6] Bohr, K.: Produktionsfaktorsysteme. In: Kern, W. (Hrsg.): *Handwörterbuch der Produktionswirtschaft*. Stuttgart: Poeschel, 1979, Sp. 1481-1493
- [7] Borrmann, A.; HWWA-Institut für Wirtschaftsforschung: *Kleine und mittlere deutsche Unternehmen in Asien*. Baden-Baden: Nomos, 1996
- [8] Brödner, P.; Schultetus, W.: *Erfolgsfaktoren des japanischen Werkzeugmaschinenbaus*. Düsseldorf: Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft (RKW) e. V., 1992
- [9] Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Hrsg.): *Rahmenkonzept "Produktion 2000" 1995-1999*. Bonn: W&S Druck, 1995
- [10] Deutsche Gesellschaft für Mittelstandsberatung mbH (DGM): *Branchenstudie Werkzeugmaschinenbau*. Neu-Isenburg: DGM, 1996

- [11] Döppke, W.; Eversheim, W.: Internationale Produktion - Tendenzen, Risiken und Chancen der Globalisierung. In: Haller, M. : Globalisierung der Wirtschaft - Einwirkungen auf die Betriebswirtschaftslehre. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt, 1993, S. 367-382
- [12] Garvin, D. A.: Building a Learning Organization. In: Harvard Business Review, (Jul-Aug/1993), S. 78-91
- [13] Glaum, M.: Internationalisierung und Unternehmenserfolg. Wiesbaden: Gabler, 1996
- [14] Graff, J.: Aus der Praxis der Investitionsgütermarktforschung. In: Marktforschung & Management, 34. (1990) 1, S. 83-85
- [15] Hirsch-Kreinsen, H.: Internationalisierung der Produktion: Strategien, Organisationsformen und Folgen für Industriearbeit. In: WSI Mitteilungen, (1996) 1, S. 11-18
- [16] Hubka, V.: Theorie technischer Systeme. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1984
- [17] HWWA-Institut für Wirtschaftsforschung: Grenzüberschreitende Produktion und Strukturwandel - Globalisierung der deutschen Wirtschaft. Hamburg: 1995
- [18] Institut der deutschen Wirtschaft Köln: Industriestandort Deutschland. 5. Auflage. Köln: DIV, 1996
- [19] Kapitza, R.: Interaktionsprozesse im Investitionsgüter-Marketing. Mainz: 1987
- [20] Kirschbaum, V.: Unternehmenserfolg durch Zeitwettbewerb. In: Steinle, C. (Hrsg.): Schriften zum Management. München, Mering: Hampp, 1995
- [21] Krallmann, H.: Systemanalyse im Unternehmen - Geschäftsprozessoptimierung. München, Wien: Oldenburg, 1994
- [22] Kramer, J.; Bankgesellschaft Berlin AG (Hrsg.): Struktureller Wandel und Standortwettbewerb. In: Wirtschaftsreport, 2. (1995) 1, S. 4-12
- [23] Kumar, N.: Globale Wettbewerbsstrategien für den Europäischen Binnenmarkt. In: Haller, M.: Globalisierung der Wirtschaft - Einwirkungen auf die Betriebswirtschaftslehre. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt, 1993, S. 70-75
- [24] Leibinger, B.: Innovationen in Unternehmen. Rede zum Kongreß der Landesregierung Baden-Württemberg „Mehr Zukunft wagen“. Stuttgart: 1995
- [25] Lutz, B.: Zusammenfassung der Diskussion. In: Meil, P. (Hrsg.): Globalisierung industrieller Produktion. Frankfurt/M., New York: Campus, 1996, S. 185-197
- [26] McKinsey & Company, Inc. (Hrsg.): Erfolg im Maschinenbau. Assembly Sector Practice. Düsseldorf: 1996

- [27] McKinsey & Company, Inc. (Hrsg.); Rommel, G.: Einfach überlegen. Stuttgart: Poeschel, 1993
- [28] Mintzberg, H.: Die strategische Planung. München: Hanser, 1995
- [29] Nackmayr, J.; Schröder, C.: Die Maschinenbaubranche in der Region Berlin-Brandenburg. In: ZWF, (1996) 6, S. 276-278
- [30] OECD Dokumente: Neue Dimensionen des Marktzugangs im Zeichen der wirtschaftlichen Globalisierung. Paris: 1996
- [31] OECD Proceedings: Globalisation and Linkages to 2020: Challenges and Opportunities for OECD Countries. Paris: 1996
- [32] Ohmae, K.: Macht der Triade. Wiesbaden: Gabler, 1985
- [33] Pahl, G.: Grundlagen der Konstruktionstechnik. In: Beitz, W.; Küttner K.-H. (Hrsg.): Dubbel: Taschenbuch für den Maschinenbau. 18. Auflage. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1996
- [34] Pahl, G.; Beitz, W.: Konstruktionslehre. 3. Auflage. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1993
- [35] Pausenberger, E.: Alternative Internationalisierungsstrategien. In: Pausenberger, E.: Internationalisierung von Unternehmen: Strategien und Probleme ihrer Umsetzung. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1994, S. 47-96
- [36] Pausenberger, E.: Die Standortpolitik internationaler Unternehmen. In: Pausenberger, E.: Internationalisierung von Unternehmen: Strategien und Probleme ihrer Umsetzung: Strategien und Probleme ihrer Umsetzung. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1994, S. 1-30
- [37] Perlit, M.: Internationales Management. 2. Auflage. Stuttgart: Fischer, 1995
- [38] Porter, M. E.: Wettbewerbsstrategie (Competitive strategy). 7. Auflage. Frankfurt/M.: Campus, 1992
- [39] Prognos GmbH: Chancen und Risiken am Standort Deutschland. Management-Studie 1996. Basel: prognos, 1996
- [40] Rall, W.: Strategien für den weltweiten Wettbewerb. In: Henzler, H. A. (Hrsg.): Handbuch Strategische Führung. Wiesbaden: Gabler, 1988, S. 197-217
- [41] Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1982
- [42] Rupp, M.: Produkt-/Markt-Strategien. 3. Auflage. Zürich: Industrielle Organisation, 1988
- [43] Schröder, C.: Produktivität und Lohnstückkosten im internationalen Vergleich. In: iw-trends, (1996) 2, S. 7-25
- [44] Schröder, S.: Innovation in der Produktion. München: Hanser, 1995
- [45] Simon, H.: Hidden Champions: Wie deutsche Unternehmen Weltspitze werden. In: Milberg, J.; Reinhard, G. (Hrsg.): Mit Schwung zum Aufschwung. Landsberg/Lech: Moderne Industrie, 1997

- [46] Sokianos, N. (Hrsg.): Produktion im Wandel: Weichenstellung für das Management der Zukunft. Wiesbaden: Gabler, 1995
- [47] Spur, G. (Hrsg.): Handbuch der Fertigungstechnik, Band 6 - Fabrikbetrieb. München: Hanser, 1994
- [48] Spur, G.: Die Genauigkeit von Maschinen. München, Wien: Hanser, 1996
- [49] Spur, G.; Specht, D.; Zurlino, F.: Zeitorientiertes Fabrikmanagement als Erfolgsfaktor im Innovationswettbewerb. In: Planung+Produktion (1991) 12, S. 19-25
- [50] Spur, G.: Marktführerschaft als Managementaufgabe. Produktionstechnisches Kolloquium. Berlin: 1995, S. 7-19
- [51] Spur, G.: Vom Wandel der industriellen Welt durch Werkzeugmaschinen. München: Hanser, 1991
- [52] Spur, G.: Werkzeugmaschinen I. Vorlesungsskript Technische Universität Berlin. Berlin: 1995
- [53] Spur, G.; Nackmayr, J.; Schröder, C.: Zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Maschinenbaus. In: ZWF, (1997) 1-2, S. 27-30
- [54] Stauffert, T. K.: Internationalisierungsstrategien für den Mittelstand. In: Industrielle Organisation Management Zeitschrift, (1993) 6. Zürich: Industrielle Organisation, 1993, S. 39-44
- [55] Tönshoff, H. K.: Strategien für die Produktion im 21. Jahrhundert. Endbericht des Arbeitskreises "Produkte und Prozesse". Bonn: 1994
- [56] Trommsdorff, V. (Hrsg.): Innovationsmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen. München: Vahlen, 1990
- [57] United Nations: Small and Medium-sized Transnational Corporations. New York, 1993
- [58] Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.: Marktorientierte Unternehmensführung im Maschinenbau. Frankfurt/M.: Maschinenbau, 1992
- [59] Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.: Maschinen- und Anlagenbau im Zentrum des Fortschritts. Frankfurt/M.: Maschinenbau, 1995
- [60] Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.: Maschinenbau Nachrichten, 76. (1997) 2. Frankfurt: Maschinenbau, 1997
- [61] Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.: Statistisches Handbuch für den Maschinenbau, Ausgabe 1996. Frankfurt/M.: Maschinenbau, 1996
- [62] Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.: Wettbewerbsfaktor „Service“ im Maschinen- und Anlagenbau. Frankfurt/M.: Maschinenbau, 1995
- [63] Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (Hrsg.): Der Weg an die Spitze. VDMA-Impulse für Unternehmer und Führungskräfte. Frankfurt/Main: MaschinenbauVerlag, 1997

- [64] Vieweg, H.-G.: Perspektiven für den Maschinenbau in Deutschland. In: ifo Schnelldienst, (1996) 5
- [65] Vieweg, H.-G.; Hilpert, H. G.: Japans Herausforderung an den deutschen Maschinenbau. Berlin: Duncker&Humbolt, 1993
- [66] Voegele, A.; Saur, J.; Goette, T.: Global Sourcing. In: Bullinger, H.-J. (Hrsg.): Neue Organisationsformen im Unternehmen. Berlin, Heidelberg: Springer, 1996, S. 430-440
- [67] Vogl, F.; Sinclair, J.: Boom - Visions and Insights for Creating Wealth in the 21st Century. London: Kogan Page, 1996
- [68] Weck, M. u. a.: Produktion im 21. Jahrhundert - Neue Maschinenkonzepte. In: AWK Aachener Werkzeugmaschinenkolloquium; Eversheim, W. (Hrsg.): Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik. Düsseldorf: VDI, 1996
- [69] Yip, G. S.: Die Globale Wettbewerbsstrategie. Wiesbaden: Gabler, 1996
- [70] Zinser, R.; Roth, A.: Vermeidbare Fehler bei der Internationalisierung. In: Pausenberger, E.: Internationalisierung von Unternehmen: Strategien und Probleme ihrer Umsetzung. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1994, S. 135-155
- [71] Zurlino, F.: Zukunftsorientierung von Industrieunternehmen durch strategische Früherkennung. München: Hanser, 1995