

# Innovationsstrategien im deutschen Maschinen- und Anlagenbau

Martin Heidenreich, Christian Kerst und Irmtraud Munder

(erschienen in: M. Heidenreich (Hrsg.): Innovationen in Baden-Württemberg.

Nomos: Baden-Baden, S. 145-158.

Der Maschinenbau ist eine der drei Kernbranchen der baden-württembergischen Wirtschaft. Seine Bedeutung ergibt sich nicht nur aus seinem wirtschaftlichen Gewicht, gemessen an der Zahl seiner Beschäftigten (1994: 243.000), dem erzielten Umsatz (1994: 54,4 Mrd. DM) oder seinen Exporterfolgen (1994: 23,7 Mrd. DM). Auch für andere Branchen der baden-württembergischen Regionalökonomie ist die Nähe zu einem leistungsfähigen Maschinenbau kaum zu überschätzen; dies ist ein entscheidender Standortvorteil hiesiger Unternehmen. Allerdings haben sich die Beschäftigtenzahlen und die Produktion in den letzten Jahren deutlich schlechter als in anderen Branchen entwickelt; auch in den nächsten Jahren ist mit einem weiteren Rückgang der Beschäftigtenzahlen zu rechnen. Für die Zukunft des Standorts Baden-Württemberg ist daher die Frage wichtig, mit welchen Strategien sich der hiesige Maschinenbau zukünftig in einem weltweiten Innovations- und Kostenwettbewerb behaupten kann - auch wenn die Arbeitsmarktprobleme des Landes sicherlich nicht vom Maschinenbau gelöst werden können.

Dieser Frage stellt sich nicht nur für den baden-württembergischen, sondern für den gesamten deutschen Maschinenbau. Daher haben wir die Innovationsstrategien von 14 westdeutscher Unternehmen - in einer gemeinsam mit dem VDMA durchgeführten Untersuchung - in drei ausgewählten Fachzweigen (Antriebstechnik: 9; Textilmaschinenbau: 3; Baumaschinenherstellung: 2) untersucht (vgl. Übersicht 1). Diese Fallstudien wurden in fünf Bundesländern - in Baden-Württemberg (4), in Nordrhein-Westfalen (5), in Bayern (3), in Niedersachsen (1) und Schleswig-Holstein (1) durchgeführt.<sup>1</sup> Unsere Ergebnisse lassen sich in folgender These bündeln: Die zentralen Entwicklungspotentiale der befragten Unternehmen liegen *im weltweiten Angebot technischer Problemlösungen*. Da dies für die Betriebe in allen Bundesländer gilt - die regionalen Differenzen erwiesen sich für unsere Fragestellung als weniger wichtig als die Differenzen zwischen den Fachzweigen -, werden wir uns im folgenden auf alle Fallstudien stützen.

---

<sup>1</sup> Insgesamt wurden 43 durchschnittlich zweistündige, leitfadengestützte Experteninterviews mit den Geschäfts-, Vertriebs-, Entwicklungs- und Fertigungsleitungen der beteiligten Unternehmen geführt. Wir danken unseren Interviewpartnern und dem VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.) herzlich für ihre Unterstützung. Ohne die Auskunftsbereitschaft der 14 besuchten Unternehmen - auch bei einem so sensiblen Thema - und ohne die engagierte Unterstützung des VDMA hätte die Studie nicht in einem so kurzen Zeitraum (Mitte Juli bis Mitte Oktober 1996) durchgeführt werden können.

Im folgenden sollen die Herausforderungen verdeutlicht werden, die mit dem Leitbild technischer Problemlösungen verbunden sind. Hierzu analysieren wir die gegenwärtig verfolgten Innovationsstrategien in drei Dimensionen:

1. Welche zukunftssträchtigen Innovationspfade schlagen die besuchten Maschinenbauunternehmen ein? (**Was?**)
2. Wie sind diese Strategien organisiert? (**Wie?**)
3. In welche zwischen- und überbetrieblichen Netzwerke sind die betrieblichen Innovationsaktivitäten eingebettet? (**Mit wem?**)

*Übersicht 1:* Grunddaten der drei Fachzweige, denen die 14 Untersuchungsbetriebe angehören (1994)

	Bau- und Bau- stoffmaschinen	Textil- maschinen	Antriebstechnik <sup>2)</sup>	Maschinenbau
Anteil am Produktionswert des Maschinenbaus	5,5 %	3,8 %	5,7 %	100,0 %
Beschäftigte	48.727	37.500	70.167	996.314
Entwicklung der Produktion (1985: 100)	117,4 %	105,4 %	90,2 %	101 %
Kapazitätsauslastung	84,4 %	86,7 %	77,6 %	81,1 %
Produktion (Mio. DM)	10.726	7.403	11.026	193.860
Einfuhr (Mio. DM)	2.744	779	2.974	61.793
Einfuhr (in % der Inlandverfügbarkeit)	33,9 %	85,9 %	40,0 %	44,5 %
Ausfuhr (Mio. DM)	5.387	7.275	6.557	116.733
Exportquote (in % der Produktion)	50,2 %	98,3 %	59,5 %	60,2 %
- Exporte ins europäische Ausland <sup>(1)</sup>	56,3 %	35,7 %	67,5 %	60,3 %
- Exporte nach Amerika <sup>(1)</sup>	14,3 %	23,7 %	16,5 %	19,9 %
- Exporte nach Asien <sup>(1)</sup>	23,1 %	36,5 %	12 %	15,5 %
Deutscher Anteil am Weltmarkt der jeweiligen Produktgruppe (1992)	18,0 % (Nr. 3)	29,9 % (Nr. 1)	27,7 % (Nr.1)	22,9 % (Nr. 1)
Investitionsquote (in % des Umsatzes)	1,9 %	2,9 %	ca. 3 %	2,5 %

- (1) Maschinenausfuhr in die jeweilige Ländergruppe (in % aller Maschinenausfuhr des jeweiligen Fachzweiges). Die Exporte nach Afrika, Australien und Ozeanien werden nicht gesondert aufgeführt.
- (2) Der Bereich Getriebe und Antriebs Elemente für die Kfz-Industrie (Produktionswert 1995: etwa 10 Mrd. DM) gehört ebenfalls zur Antriebstechnik; er wird jedoch nicht zum Maschinenbau gezählt. Drei der von uns besuchten Betriebe zählen jedoch zu diesem Bereich.

Quelle: VDMA (1996): Statistisches Handbuch für den Maschinenbau. Ausgabe 1995. Frankfurt/M.: Maschinenbau-Verlag.

## **I. Zukunftsträchtige Innovationspfade in den untersuchten Unternehmen**

Eine Stärke der 14 besuchten Unternehmen ist die schrittweise Verbesserung bestehender Produkte. Dies bedeutet keinesfalls, daß die drei Fachzweige, denen unsere Untersuchungsbetriebe angehörten, durch reife Produkte mit geringen Innovationschancen gekennzeichnet sind. 1987 und 1993 wies der deutsche Maschinenbau sogar einen deutlich höheren Anteil jüngerer Produkte als das gesamte verarbeitende Gewerbe auf. Nichtsdestotrotz liegen die Innovationszyklen bei Getrieben, Wälzlagern, Bau- oder Textilmaschinen zwischen 5 und 15 Jahren; der Wettbewerbsvorsprung der befragten Unternehmen beruht nicht auf einem permanenten Wechsel der Produkte. Dies ist zunächst einmal ein Vorteil, da das technologische Wissen der Unternehmen nicht so schnell veraltet. Es bedeutet aber, daß die Unternehmen Wettbewerbsvorteile auf anderen Gebieten suchen müssen. Der Vorsprung der besuchten Unternehmen beruht vor allem

1. auf der Fähigkeit zu kontinuierlichen technischen Verbesserungen,
2. auf kundenspezifisch angepaßten Produkten,
3. auf intelligenten Systemlösungen und auf der Erschließung neuer Anwendungsfelder,
4. auf einem allmählich steigenden Anteil von produktbezogenen Dienstleistungen.

### **1. Detailverbesserungen und größere Innovationsvorhaben**

Charakteristisch für den Maschinenbau ist ein kontinuierlicher technologischer Verbesserungsprozeß, der in längeren Abständen durch grundlegende Neukonstruktionen unterbrochen wird. Die Konstruktion und die Produktgestaltung stehen deshalb im Zentrum der Innovationsaktivitäten des Maschinenbaus; weniger als ein Drittel der Innovationsaufwendungen fallen in Forschung und Entwicklung an. Die Wechselwirkungen zwischen jahrelangen "Routineinnovationen" und einem größeren Sprung konzentrieren sich unserem Eindruck nach derzeit vor allem auf drei Hauptströmungen:

- der Trend zu einer stärkeren *Integration von Mechanik und Elektrotechnik/Elektronik*. Diese "Elektronifizierung" der Produkte ist eine wichtige Voraussetzung für das Angebot von Systemlösungen, für eine erhöhte Bediener- bzw. Servicefreundlichkeit und für eine bessere Steuerbarkeit von Komponenten und Anlagen.
- der Trend zu einer *Leistungssteigerung* (als Voraussetzung für Material-, Energie- und Personalkosteneinsparungen und für eine Verkleinerung der Produkte).

- der Trend zu einer *längeren Lebensdauer*.

#### *Integration von Mechanik und Elektronik*

Der verstärkte Einsatz elektronischer Komponenten ist eine wichtige Voraussetzung für die Miniaturisierung der Produkte, für leistungsfähigere, sparsamere und exakter steuerbare Produkte. Auch der Einstieg in das Angebot von Systemlösungen oder das Angebot neuer Dienstleistungen (beispielsweise Teleservice) ist ohne eine engere Verkoppelung von Mechanik und Elektronik nicht denkbar. Hieraus darf jedoch keine grundsätzliche Neuorientierung des Maschinenbaus geschlossen werden; der Anteil der Elektronik liegt in der Antriebstechnik und bei den Baumaschinenherstellern im allgemeinen unter 10 %. Nur in den besuchten Textilmaschinenbauunternehmen liegt der Anteil der elektronischen Steuerungen schon bei 30-50 % des Maschinenwertes.

#### *Leistungssteigerung und geringerer Ressourcenverbrauch*

Alle Antriebstechnikhersteller berichten von erheblichen Leistungssteigerungen. Dies erfordert systematischere Prüf- und Konstruktionsmethoden, teilweise den Einsatz neuer Werkstoffe. Sie sind eine Voraussetzung für die Verkleinerung und Miniaturisierung der Produkte - und auch für gänzlich neue Anwendungsfelder anwendungsbezogener Lösungen. Auch kann eine erhebliche Senkung des Ressourcenverbrauchs (Arbeitskraft, Energie, Material und andere Ressourcen) erreicht werden - auch wenn auf eine öffentlichkeitswirksame Umweltberichterstattung verzichtet wird.

#### *Trend zu einer längeren Lebensdauer*

Ein hohes Qualitätsniveau wird von den meisten Kunden als selbstverständlich vorausgesetzt; es wird von den Kunden kaum zusätzlich honoriert. Ein Interviewpartner betonte, daß die Kaufentscheidungen zu 95 % vom Preis abhängen. Allerdings kann ein höheres Qualitätsniveau als Wettbewerbsvorteil geltend gemacht werden, wenn es gelingt, das Thema "Qualität" über die Lebensdauerkosten eines Produktes rechenbar - und damit gegenüber den Einkäufern vertretbar - zu machen. Auch durch geringere Wartungskosten und eine wartungsfreundlichere Konstruktion von Komponenten und Anlagen können die Lebensdauerkosten gesenkt werden. Um zu ermitteln, wo Qualität mit einem zusätzlichen Nutzen für den Kunden verbunden ist, ist eine enge Kooperationsbeziehung zu dem angestrebten Kundenkreis notwendig.

Zusammenfassend: Sowohl eine stärkere Integration von Elektronik und Mechanik als auch eine schrittweise Leistungssteigerung und eine Erhöhung der Lebensdauer erfordert eine Gratwanderung zwischen dem technisch möglichen und dem vermarktbareren Zusatznutzen. Ohne eine Orientierung an den konkreten Problemen eines Kunden ist eine technische Optimierung weder zweckmäßig noch finanzierbar. Insofern setzen technische Optimierungsstrategien einen engen Markt- und Kundenbezug voraus. Auch wird eine Kooperation verschiedener Berufsgruppen (etwa zwischen Mechanik-, Elektronik- und Hydraulikspezialisten) und Disziplinen in einem bisher nicht bekannten Ausmaß notwendig sein, wenn durch "Elektronifizierung", Miniaturisierung und neue Werkstoffe in bisher unbekannte Leistungsbereiche vorgedrungen werden soll. Solche neuen Kooperationsformen mit Kunden, anderen Unternehmen und anderen Berufsgruppen und Disziplinen müssen durch systematischere Formen des Innovationsmanagements flankiert werden. Beispielsweise müssen Elektro- und Mechanikkonstrukteure intensiv und von Anfang an zusammenarbeiten.

## **2. Optimale Anpassung an Kundenwünsche**

Ein traditionelles Dilemma des Maschinenbaus ist die Spannung zwischen einer möglichst rationalen Fertigung größerer Stückzahlen und einer weitgehenden Berücksichtigung individueller Kundenwünsche. Dieses Dilemma existiert auch in der Antriebstechnik. Ein Produkt wie das Getriebe wird in den Unternehmen, die wir besucht haben, in kleinsten Stückzahlen gefertigt. Damit stehen die Antriebstechnik ebenso wie die Textil- und Baumaschinenhersteller vor der Frage, wie genau sie auf die jeweiligen Kundenwünsche eingehen können, ohne auf eine rationale Konstruktion und Fertigung zu verzichten. Vier Lösungen bieten sich an:

1. Massenproduktion und Verzicht auf kundenspezifische "Nischenmärkte";
2. Baukastenlösungen: Dies streben die meisten Antriebs- und Baumaschinenhersteller an;
3. Systematisierung und Standardisierung von Prozessen, nicht von Produkten (z.B. durch CAD; flexible Fertigungstechnologien, Fertigung von Teilefamilien);
4. Konzentration auf hochwertige Nischenmärkte.

Eine Marktnischenstrategie - die traditionelle Option des deutschen Maschinenbaus - ist nur erfolgreich, wenn sie dem Kunden einen so hohen Zusatznutzen eröffnet, daß er nicht auf preiswertere, kundenunspezifisch gefertigte Produkte zurückgreift. Allerdings wird ein Großteil der Kräfte im Alltags- und Routinegeschäft gebunden; es bleibt wenig Raum für nicht unmittelbar kundenbezogene Entwicklungsanstrengungen.

Festgehalten werden kann: Eine Stärke des deutschen Maschinenbaus ist die Fähigkeit, im Detail auf spezielle Kundenwünsche einzugehen. Dieses birgt jedoch zwei Gefahren in sich: Zum einen sind Unternehmen, die vor allem auf Anpassungskonstruktionen und eine kundenspezifische Werkstattfertigung setzen, der Gefahr ausgesetzt, daß sie in einen hochpreisigen Nischenmarkt abgedrängt werden. Ein solcher Markt ist tendenziell immer von Standardprodukten und von Herstellern mit geringeren Arbeitskosten bedroht. Zum anderen riskieren Unternehmen, die ausschließlich kundenspezifisch entwickeln, daß sie an grundlegenden technologischen Entwicklungslinien nicht mehr beteiligt sind.

Gerade eine kundenbezogene Entwicklung muß daher flankiert werden von einer möglichst weitgehenden Strukturierung und Standardisierung von Entwicklung und Fertigung - etwa durch Gleichteile und "Baukastenlösungen". Weiterhin sollte die Spezialisierung auf einen Nischenmarkt (eine Strategie, die von den vielen "hidden champions" erfolgreich praktiziert wird) ergänzt werden durch eine Globalisierungsstrategie, um einen größeren Markt abzudecken. Insgesamt gilt: Bei jedem einzelnen Schritt muß überprüft werden, wo kundenspezifische Anpassungen mit einem zusätzlichen Nutzen für den Kunden verbunden sind, ob dem Kunden auch mit einer stärker standardisierten und damit kostengünstigeren Lösung gedient ist und ob die für einen Kunden entwickelte Lösung auch für andere Kunden attraktiv ist.

### **3. Systemlösungen und neue Anwendungsfelder**

Kundenspezifische Entwicklungen können auf der Ebene von Teilen, Komponenten, Teilsystemen und kompletten Maschinen und Anlagen ansetzen. Eine zentrale Innovationsstrategie der besuchten Antriebstechnikhersteller ist die Entwicklung von Systemlösungen (etwa die Auslegung eines kompletten Antriebsstrangs). Die Hersteller kompletter Anlagen (Textil- und Baumaschinen) setzen hingegen auf die Erschließung technologisch ähnlich strukturierter Geschäftsfelder (etwa Großmanipulatoren). In beiden Fällen geht es um die Erschließung zusätzlicher Wertschöpfungspotentiale.

Das Angebot von kompletten Systemen oder die Erschließung neuer Anwendungsfelder erfordert eine Bündelung bisher getrennt organisierter Kompetenzen. Hier liegt die zentrale Herausforderung auf dem Weg zum Systemanbieter. Innerhalb einer Konstruktionsabteilung müssen Elektro- und Mechanikentwicklung zusammenarbeiten, in einem Unternehmen kooperieren verschiedene Geschäftsfelder; teilweise sind engere Kooperationsbeziehungen zwischen Zulieferern und Abnehmern oder zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen erforderlich.

Das Angebot von Systemlösungen erfordert das Management solcher Kooperationsbeziehungen - trotz der Ungewißheiten und Risiken, die mit solchen Kooperationen "außerhalb" der bisherigen Kernkompetenzen verbunden sind. Oftmals muß auch die "Schnittstelle" zum Kunden reorganisiert werden, um genauer als bisher auf die besonderen Bedingungen und Anforderungen der Kunden einzugehen: durch gemeinsame Projektgruppen von Herstellern und Anwendern, durch eine bessere Schulung der Vertriebsmitarbeiter, durch eigene Projektierungsbereiche oder durch einen eigenen Anlagenbau. Gerade wenn es um die Integration unterschiedlicher Kompetenzen geht, kann nicht mehr ausschließlich auf die informellen, praxisbezogenen Beziehungen innerhalb eines einheitlichen technischen Milieus von Facharbeitern und Maschinenbauingenieuren vertraut werden.

#### **4. Das Angebot zusätzlicher Dienstleistungen**

Auch wenn der Maschinenbau sich über die Herstellung von Produkten definiert, erbringt er bereits heute eine Vielzahl von Dienstleistungen: Beratung, Montage, Service und Wartung, Technische Dokumentation. Diese Dienstleistungen werden bisher weitgehend unentgeltlich erbracht; nur in wenigen Fällen gelingt die Vermarktung (etwa bei der kundenspezifischen Entwicklung komplexerer Anwendungen). Insbesondere gegenüber konservativen Kunden kann der Zusatznutzen von Dienstleistungen nicht immer verdeutlicht werden. So wurde ein Dispositionssystem für den Maschinenpark von Bauunternehmen bisher nicht angenommen. Auch die Sammlung von Betriebsdaten, um vorbeugende Wartungen vornehmen und teure Stillstände verhindern zu können, ließ sich noch nicht durchsetzen. Erfolgreicher war das Angebot eines Teleservice, um die Maschinenverfügbarkeit durch Fernwartungen und gezieltere Reparatureinsätze zu erhöhen. Die Kontrolle von Maschinen per Modem, das Einspielen von Software und die Fernwartung sind die Felder, wo informationstechnologisch unterstützte Dienstleistungen am ehesten auf Akzeptanz stoßen. Eine Voraussetzung für diese Innovation ist, daß die gesamte Informationskette von der Fehleraufnahme bis zur Fehlerbearbeitung im Werk stimmt (bis hin zu einem Bereitschaftsdienst rund um die Uhr).

Ein weiterer Schritt ist der Aufbau eigenständiger Dienstleistungsangebote, in die die "Stammprodukte" des Unternehmens integriert werden. Für die Antriebstechnik bedeutet dies den Wechsel in den Anlagenbau; die Antriebselemente werden zur Keimzelle einer kundenspezifischen Gesamtlösung. Ein Baumaschinenhersteller hingegen könnte die bisher angebotenen Maschinen in eine umfassende Dienstleistung einbauen (etwa das zuverlässige

Bewegen und Transportieren von Baustoffen). Dies würde die Bereitstellung der erforderlichen Anlagen, Wartungs- und Dispositionsleistungen, statischen Berechnungen usw. beinhalten. Ergänzt werden könnte solch ein umfassendes Angebot durch ein Lebenszyklus-Management, d.h. durch die Betreuung der Produkte vom Entwurf über die Herstellung bis zur Entsorgung. Eine solche Neuorientierung stellt erhebliche Anforderungen an die Neudefinition des eigenen Geschäftszwecks.

## **II. Die Organisation betrieblicher Innovationsprojekte**

Schrittweise technische Verbesserungen, Anpassung an Kundenwünsche, das Angebot von Systemlösungen, die Erschließung neuer Anwendungsfelder und das Angebot neuer Dienstleistungen sind die wichtigsten Innovationspfade der besuchten Unternehmen. Vor allem auf drei Voraussetzungen für die Verfolgung solcher Innovationsstrategien soll aufmerksam gemacht werden:

5. Eine Systematisierung der Konstruktion (durch einen modularen Aufbau der Produkte, durch neue Konstruktions-, Berechnungs- und Simulationswerkzeuge und Controllingverfahren)
6. Neue innerbetriebliche Kooperationsformen (Projektgruppen; "simultaneous engineering")
7. Eine Globalisierung der Vertriebs-, Fertigungs- und Entwicklungsstrukturen.

### **1. Systematisierung der Konstruktion**

In den mittelständischen Maschinenbauunternehmen sind die betrieblichen Arbeits-, Kooperations- und Kommunikationsformen durch ein hohes Maß an Informalität und Improvisation gekennzeichnet; die klassischen Phasenmodelle (etwa: Problemdefinition, Ideenfindung, Entwurf, Prototypen-Fertigung, Test, Modifikationen, Serienreife, Markteinführung) werden selten konsequent verfolgt. Weiterhin sind Entwicklungstätigkeiten vorwiegend funktional organisiert; die Entwicklung findet vorwiegend in Konstruktionsabteilungen und nicht in abteilungsübergreifenden Arbeitsgruppen statt. Dieses maschinenbautypische Entwicklungsmodell war lange Zeit ein wichtiger Erfolgsfaktor, da es eine schnelle, unbürokratische Reaktion auf Markt- und Kundenanforderungen ermöglichte.

Nun jedoch sind die Grenzen dieses Modells erreicht: Neue Konstruktions- und Simulationswerkzeuge, neue Materialien, ein stärkerer Kosten- und Wettbewerbsdruck, neue Informations- und Kommunikationsmedien und Kommunikationsbarrieren zwischen Beschäftigten



aus unterschiedlichen fachlichen Milieus lassen zunehmend die Schattenseiten der informellen Koordinierungsformen hervortreten: höhere Kosten, längere Entwicklungszeiten, eine unzureichende Integration von Fertigungs-, Konstruktions-, Vertriebs- und Qualitätsgesichtspunkten. Auf drei Wegen bemühen die Unternehmen sich daher um eine stärkere Systematisierung der Konstruktion:

1. durch ein modularisiertes Produktdesign (“Baukastenlösungen”)
2. durch neue Konstruktions- und Simulationswerkzeuge (wie CAD und FEM-Rechnungen)
3. durch neue Controllingverfahren (Zielkosten).

#### *“Baukastenlösungen” als Weg aus dem Dilemma von Kunden- und Kostenorientierung*

Um dem Dilemma zwischen einer weitgehenden Berücksichtigung von Kundenwünschen und hohen Konstruktions- und Fertigungskosten zu entgehen, setzen die Unternehmen seit einigen Jahren verstärkt auf eine Modularisierung der Produkte. Viele der besuchten Getriebehersteller haben Getriebebaureihen entwickelt, durch die die Zahl der verwendeten Teile und damit die Fertigungskosten deutlich reduziert werden können. Auch in der Frequenz- und Servoumrichterfertigung setzt ein Unternehmen auf eine ähnliche Strategie: standardisierte Servoumrichter werden erst durch die Software auf besondere Kundenanforderungen angepaßt. Damit können die Unternehmen die Fertigung rationeller gestalten (etwa durch einen höheren Automatisierungsgrad oder durch den Übergang von der Werkstattfertigung zur Linien- bzw. Teilefamilienfertigung). Auch können mehr Entwicklungskapazitäten in kundenunspezifische Entwicklungsprojekte investiert werden. Für den Kunden hat eine solche Lösung ebenfalls Vorteile, wie uns ein Baumaschinenhersteller erläuterte: “Der Kunde kann Teile, die er vor 10 Jahren gekauft hat, immer noch verwenden und durch gemietete oder gekaufte Teile ergänzen.”

Eine solche Strategie stellt erhebliche Anforderungen an die Konstruktion: “Die Standardisierung erfordert von der Entwicklung noch mehr Disziplin. Die müssen wissen, daß sie ein Modul bauen, das zwischen zwei genau definierte andere Module passen muß.”

#### *Neue Konstruktions- und Simulationswerkzeuge*

Wenn die Entwicklung eines Baukastensystems nicht möglich ist, kann dennoch eine Systematisierung der Produktstrukturen angestrebt werden. Dies kann zu erheblichen Einsparungen führen, wenn per CAD (*computer aided design*) Ähnlichkeiten zwischen verschiedenen Getriebe-, Lager- oder Kupplungstypen ausgenutzt werden. Eine zunehmende Bedeutung haben

auch Simulationswerkzeuge, die etwa zur Berechnung der Lebenszeit oder der Dimensionierung von Komponenten eingesetzt werden können (etwa FEM-Rechnungen). Auch der Einsatz verbesserter Werkstoffe, neue Wärmebehandlungsverfahren und systematischere Wirkungsgrad- und Verlustberechnungen werden verstärkt genutzt. Dies verweist auf eine Abkehr von einer in erster Linie erfahrungsgestützten Optimierung von Produkten und Prozessen. Erforderlich werden systematischere Arbeitsweisen und engere Kontakte zu den "Kompetenzzentren" für solche Technologien (Ingenieurbüros, Hochschulinstitute).

### *Eine verstärkte Orientierung an Zielkosten*

Die Orientierung an Kosten, Terminen und Ergebnissen ist eine wichtige Voraussetzung für zielgerichtete, schlanke Entwicklungsprozesse. Dies gilt in doppelter Hinsicht: Zum einen sind die in Konstruktion und Entwicklung anfallenden Kosten nicht unbedeutend (in unseren Untersuchungsbetrieben: 2-10 % des Umsatzes), zum anderen beeinflußt die Konstruktion - einem geflügelten Wort zufolge - 80 % der Produktkosten. Dennoch werden Entwicklungskosten bisher weitgehend als Gemeinkosten - und nicht auftrags- oder projektbezogen - abgerechnet. Dies muß kein Nachteil sein, wenn es auf andere Weise gelingt, die finanziellen Konsequenzen einer jeden konstruktiven Entscheidung transparent zu machen und eine Kostensenkung anzustreben. Ein geeignetes Mittel hierzu ist die Orientierung an den am Markt erzielbaren Preisen (target price). Die Aufgabe solcher Zielpreise ist es, die Aufmerksamkeit und die Kräfte aller Fachbereiche auf ein gemeinsames Ziel - auf die Einhaltung des Kostenrahmens - zu lenken. Im Zentrum einer an Zielkosten orientierten Entwicklung stehen somit Verhandlungen zwischen Konstruktion, Fertigung, Vertrieb und Zulieferern. Wichtig ist, daß Zielpreise nicht einfach den Zulieferern vorgegeben werden ("System Lopez"), sondern als Herausforderung für eine gemeinsame Optimierung begriffen werden. Acht der besuchten 14 Unternehmen orientierten die Entwicklung an Zielpreisen. Nicht alle Unternehmen betrachten Zielpreise jedoch als Anlaß für die dezentrale Selbststeuerung und Selbstabstimmung der beteiligten Bereiche.

Festgehalten werden kann: Baukastenlösungen, neue Controllingverfahren und neue technische Hilfsmittel bzw. Berechnungsverfahren verweisen auf eine deutliche Systematisierung der betrieblichen Konstruktion. Damit werden höhere Anforderungen an die Qualifikationen, die Weiterbildungsbereitschaft und die "systemische" Arbeitsweise der Konstruktion gestellt; ein erfahrungsgestütztes, praxisorientiertes, auf hierarchischer Koordinierung und informeller Abstimmung beruhendes Vorgehen stößt an Grenzen.

## 2. Projektgruppenmanagement und “simultaneous engineering”

Mit einer Systematisierung (teilweise sogar: Verwissenschaftlichung) der Konstruktionstätigkeiten müssen auch die Beziehungen zu Kunden, Fertigung und Vertrieb auf eine neue Grundlage gestellt werden. Bisher beruhten diese Beziehungen auf einem ähnlichen beruflichen Hintergrund und auf ständigen, eher informellen Kontakten. Ein verstärkter Zeit- und Kostendruck, die Systematisierung der Konstruktionstätigkeit und fach-, betriebs- und branchenübergreifende Kooperationsanforderungen (zwischen Elektro-, Nachrichtentechnik- und Maschinenbauingenieuren, Informatikern, Hydraulikexperten, Werkstoffkundlern, Fertigungstechnikern) verweisen auf die Grenzen dieses Modells. *Die systematische, bereichs- und fachübergreifende Organisation von Kooperationsprozessen wird zu einem entscheidenden Erfolgsfaktor.*

Die Mehrzahl der Unternehmen steht bei der projektgruppenförmigen Organisation der Konstruktion noch am Anfang. Zwar werden Vertriebs- und Fertigungsmitarbeiter in der Regel informiert und beratend hinzugezogen, die Verantwortung für die Entwicklung neuer Produkte liegt jedoch im wesentlichen bei der Konstruktion. Selten umfaßt ein Team gleichberechtigte Vertreter aus allen beteiligten bzw. betroffenen Bereichen. Gegenüber den Fachvorgesetzten ist die Stellung des Projektleiters in der Regel schwach. Solche Projektgruppen können jedoch nicht die üblichen Schnittstellenprobleme zwischen Vertrieb, Entwicklung und Fertigung oder zwischen Elektro- und Mechanikkonstruktion überwinden: Entwicklungsprozesse dauern zu lange; die Fertigbarkeit der Produkte wird zu spät berücksichtigt, eine exakte Abstimmung auf Kundenanforderungen unterbleibt.

Nur in zwei Unternehmen fanden wir “schwergewichtige” Projektgruppenleiter, die Zugriff auf alle für den Projekterfolg notwendigen Ressourcen und Mitarbeiter hatten. In beiden Fällen handelte es sich um größere und riskante Vorhaben, die schnell durchgezogen werden sollten. In diesen Fällen griffen die Unternehmen auch auf systematische Projektüberwachungs- und Steuerungsformen zurück.

Einen erfolgversprechenden Mittelweg zwischen “leicht- und schwergewichtigen” Projektgruppenmanagern schlugen Unternehmen ein, die die Fertigung (Arbeits- bzw. Fertigungsvorbereitung), den Vertrieb, den Einkauf und das Controlling insbesondere in der anfänglichen Definitionsphase sehr gründlich und umfassend einbezogen haben. Dies ermöglichte ein systematisches, nicht nur von der Konstruktion dominiertes Produktmanagement.

Projektgruppenstrukturen haben den Vorteil, daß die Kundensicht systematischer als bisher im Entwicklungsprozeß einbezogen wird. Dies erfolgt zum einen durch direkte Kontakte

zwischen Kunden und Entwicklung, zum anderen durch den Vertrieb. Dessen Stellung im Entwicklungsprozeß ist von Unternehmen zu Unternehmen sehr unterschiedlich. In vielen Fällen begnügt er sich mit der Formulierung und Weiterleitung von Produktideen, die von der Konstruktion aufgegriffen und umgesetzt werden. Die Rückkoppelung zwischen Vertrieb, Kunden und Konstruktion kann durch gemeinsame Koordinierungs- und Lenkungsorgane („Strategiekommissionen“ bzw. „Produktgespräche“) und durch ein eigenständiges Produktmanagement deutlich verbessert werden.

Auch wenn alle Unternehmen betonen, daß sie fertigungsgerecht konstruieren, können die Sichtweisen, Anforderungen und Vorschläge der Fertigung ebenfalls noch besser als bisher im Konstruktionsprozeß berücksichtigt werden. Gemeinsame Arbeitsgruppen, eine qualifikatorische Aufwertung der Fertigung („Entwicklungsingenieure in die Produktion“) und formalisierte Freigaberegeln (design review, Prototypen- und Produktionsfreigabe) können hierzu beitragen. Ein weiterer Schritt wäre die engere Verkopplung von Produkt- und Prozeßinnovationen, d.h. die Weiterentwicklung von Fertigungstechnologien und -verfahren unter Berücksichtigung der zukünftigen Produktlinien.

Festgehalten werden kann: Informelle Beziehungen („hier redet jeder mit jedem“) sind kein Ersatz für systematische Kooperations- und Kommunikationsformen. Angesichts eines steigenden Kosten- und Termindrucks ist eine rechtzeitige und umfassende Einbeziehung von Vertrieb, Controlling und Fertigung sinnvoll. Auch sollten die Projektleiter gegenüber den Fachvorgesetzten gestärkt werden, damit sie die vereinbarten Lösungen auch durchsetzen können.

### **3. Vom Export zur Globalisierung?**

Der Maschinenbau ist sehr stark in die internationale Arbeitsteilung eingebunden; die drei Fachzweige, denen die besuchten Unternehmen angehören, exportieren 50-98 % ihrer Produktion (vgl. Übersicht 1). Der Textilmaschinenbau ist weltweit ausgerichtet, während die Antriebstechnik noch stark auf Europa orientiert ist. Seit Ende der 80er Jahre wird auch verstärkt im Ausland investiert (vor allem in den USA und Westeuropa, kaum in „Niedriglohnländern“).

Acht der besuchten Unternehmen exportieren - über ein sehr gut ausgebautes Vertriebsnetz - mehr als die Hälfte ihrer Produktion. Alle Unternehmen haben Stützpunkte (teilweise auch Produktionswerke) in den USA; elf von ihnen haben Stützpunkte in Asien (am häufigsten in Japan oder Singapur). Um eine größere Nähe zum Kunden zu erreichen, um Handelsbarrieren

zu umgehen und eine lokale Wertschöpfung zu erreichen, um die Transportkosten, die Transportzeiten und die Währungsrisiken zu verringern, setzen alle Untersuchungsbetriebe auch auf ausländische Produktionsstätten. Die Zahl der Auslandsbeschäftigten ist jedoch (mit Ausnahme von zwei Wälzlagerherstellern) noch sehr gering, da im Ausland meistens nur die Endmontage und die kundenspezifische Konfigurierung der Produkte übernommen wird. Der überwiegende Anteil der Beschäftigten und die technologisch anspruchsvolleren Produktionsprozesse befinden sich in Deutschland. Entscheidend für die Auslagerung sind nicht Arbeitskosten, sondern die Nähe zum Kunden. Entwicklungs- und Konstruktionstätigkeiten werden bisher nicht ins Ausland verlagert. Kooperationen mit ausländischen Unternehmen und die Vergabe von Lizenzen spielen eine untergeordnete Rolle.

Festgehalten werden kann: Die weitere Globalisierung von Vertrieb, Fertigung und auch Entwicklung ist eine Chance, die eigenen, oft hochspezialisierten Märkte in geographischer Hinsicht zu erweitern. Dies erfordert erhebliche kulturelle Kompetenzen (etwa die Bereitschaft der Mitarbeiter, Fremdsprachen zu lernen, im Ausland tätig zu sein und sich auf andere Denk- und Verhaltensweisen einzulassen). Dies ist eine Aufgabe für die betriebliche Personalentwicklung.

### **III. Einbettung in über- und zwischenbetriebliche Innovationsnetzwerke**

Unternehmen sind auf intensive Austausch- und Kooperationsbeziehungen mit ihrer Umwelt angewiesen. Zu dieser Umwelt zählen insbesondere Kunden (1) und Lieferanten (2), aber auch Wettbewerber (3), die Einrichtungen der Gemeinschaftsforschung (4) und andere Forschungseinrichtungen (5). Diese Kooperationsbeziehungen - und die damit verbundenen Anforderungen an das Management von "Innovationsnetzwerken" - sollen im folgenden beschrieben werden.

#### **1. Auf dem Weg zur kundennahen Organisation von Entwicklungsprozessen**

Am Anfang eines Entwicklungsprozesses stehen Unternehmen vor der Aufgabe, die tatsächlichen und die zukünftig erwartbaren Kundenanforderungen zu ermitteln und in ein Produktkonzept umzusetzen. Wenn es gelingt, die Erwartungen der Kunden auf einige wenige Faktoren zu reduzieren (etwa: "mehr Leistung für weniger Geld"), dann können die Kundenerwartungen mit einigen wenigen standardisierten Produkten abgedeckt werden. Eine solche technologie- und kostenorientierte Entwicklung der Produkte ("technology push") ist jedoch die Ausnahme; die meisten Unternehmen orientieren ihre Entwicklungs- und Konstruktionsaktivitäten sehr eng an konkreten Kundenanforderungen. Aus folgenden Gründen muß sogar die Zusammenarbeit zwischen Kunden und Entwicklung intensiviert: Aufgrund des Angebots von Systemlösungen und produktbezogenen Dienstleistungen, durch die Erschließung neuer Absatzmärkte und im Rahmen einer verstärkten internationalen Ausrichtung der Absatzmarktstrategien.

Der Informationsfluß vom Kunden über den Vertriebsinnen- und -außendienst bis hin zur Konstruktion wird auf vier Wegen sichergestellt:

- durch regelmäßige, eher zufällige Kontakte zwischen Kunden und Entwicklung;
- durch die Entwicklung für Schlüsselkunden;
- durch die Beteiligung von Vertriebsmitarbeitern an Entwicklungsprojekten;
- durch Koordinierungs-, Strategie- bzw. Produktkommissionen oder ein Produktmanagement, das die unterschiedlichen Interessen von Vertriebs-, Entwicklungs- und Fertigungsabteilungen austarieren kann.

Für die Unternehmen ist die Entwicklung gemeinsam mit ausgewählten Schlüssel- bzw. Pilotkunden sehr wichtig. Hierdurch kann ein Produkt genau auf die Bedürfnisse eines Kunden zugeschnitten werden. Die enge Kooperation mit Pilotkunden wird durch räumliche Nähe und eine gemeinsame Sprache erleichtert (vier Unternehmen führen jedoch auch gemeinsame Entwicklungen mit ausländischen Unternehmen durch). Ein zentrales Problem insbesondere der Textilmaschinenbauer ist, daß ihre Kunden zunehmend nicht mehr im Lande tätig sind; damit wird die Wissensbasis der Unternehmen ganz erheblich geschwächt.

Eine Entwicklung gemeinsam mit Pilot- oder Schlüsselkunden ersetzt allerdings kein systematisches Produktmanagement, da immer überprüft werden muß, ob die Anforderungen eines besonderen Kunden auch den Anforderungen anderer Kunden entspricht. Die gezielte Auswertung routinemäßig anfallender Informationen (z.B. Berichte des Außendienstes, Messeberichte) ist daher für die Weiterentwicklung der eigenen Produktpalette ebenfalls sehr wichtig.

## **2. Kooperation mit Lieferanten und externen Dienstleistern**

Die Lieferanten sind im Gegensatz zu den Kunden nur in überraschend geringem Maße in die Entwicklung neuer Produkte eingebunden. Nur bei komplexeren Teilen fanden wir Beispiele für Entwicklungspartnerschaften (bei elektronischen Bauteilen oder bei Getriebegehäusen). Eine Voraussetzung für solche gemeinsamen Entwicklungsprozesse ist ein Mindestmaß an Vertrauen - das durch Transparenz, klare Absprachen und räumliche Nähe erleichtert wird.

Der externe Bezug wissensbasierter Dienstleistungen gewinnt hingegen an Bedeutung (z.B. Konstruktionsleistungen, FEM-Berechnungen, technische Dokumentationen). Dies könnte die Unternehmen von Routineaufgaben entlasten, eine bessere Einhaltung von Zeit- und Kostenplänen unterstützen und eine Konzentration auf die wesentlichen Aufgaben erleichtern. Bislang ist die in einem Gespräch formulierte Zielvorstellung jedoch noch die Ausnahme: "Wir wollen uns in Zukunft stärker auf das Managen von Entwicklungen konzentrieren".

## **3. Zur Kooperation von Konkurrenten**

Direkte Kooperationsbeziehungen zwischen Wettbewerbern spielen für die besuchten Unternehmen nur eine untergeordnete Rolle. Im wesentlichen erfolgt die Definition von Standards und die Erweiterung des technologischen Wissens durch die Gemeinschaftsforschung. Ein Grund für die geringe Bedeutung vorwettbewerblicher Kooperation ist auch das teilweise erhebliche Kompetenzgefälle zwischen den verschiedenen Unternehmen, ebenso wie ein intensiver Wettbewerb.

#### 4. Gemeinschaftsforschung

Die besuchten Bau- und Textilmaschinenhersteller betonten, daß das zentrale Wissen in ihrem Tätigkeitsfeld im eigenen Hause entstanden und dort konzentriert ist. Dies gilt nicht für die Antriebstechnik; hier spielt die Forschungsgemeinschaft Antriebstechnik (FVA) eine herausragende Rolle. Die starke Stellung der deutschen Antriebstechnikhersteller geht nach Ansicht vieler Gesprächspartner nicht zuletzt auf die Aktivitäten der FVA (die bisher 300 Forschungsprojekte durchgeführt hat) zurück. Im Rahmen der FVA arbeiten insgesamt etwa 500 Ingenieure aus 100 Mitgliedsfirmen mit. Die Orientierung auf die zu lösenden technischen Probleme erleichtert die Zusammenarbeit auch von Wettbewerbern. Die FVA wirkt als Scharnier zwischen Hochschulforschung und Anwendungsinteressen, ermöglicht auch kleineren Firmen die Teilhabe an Forschungsergebnissen, ist teilweise Ausbildungsstätte für den Führungskräftenachwuchs der beteiligten Unternehmen und fördert allgemein die Innovationsbereitschaft in den Mitgliedsfirmen. In den meisten Interviews wurde die Rolle der FVA außerordentlich positiv bewertet. Einige wenige kritische Stimmen verdeutlichen, daß die Wertschätzung der FVA mit der aktiven Beteiligung an den Projekten steigt.

Ein Problem jedoch bleibt: Die Projekte der FVA erwachsen aus den Themen, die von den Mitgliedern gemeinsam für wichtig erachtet werden. Deshalb sind nur begrenzt Anstöße für grundsätzlich neue Lösungen zu erwarten. Der Schwerpunkt liegt auf der Fundierung bestehender Verfahren, Produkte und Strategien. Damit können andere Zusammenhänge und Querschnittsthemen aus dem Blick geraten. Dies wird teilweise durch die Einbindung "benachbarter" Bereiche kompensiert. Bereits jetzt sind die Automobilindustrie als wichtige Abnehmerbranche und die Schmierstoffindustrie als Zulieferbranche in der FVA vertreten (nicht jedoch Unternehmen aus den Bereichen Mikroelektronik oder der Mikrosystemtechnik).

Festgehalten werden kann: Mit der FVA ist eine höchst leistungsfähige Struktur entstanden. Die Stärke der FVA liegt im Vorantreiben kleinschrittiger, stetiger Verbesserungen. Damit geraten möglicherweise wichtige neue Entwicklungen, die quer zu den etablierten Spezialisierungen liegen, zu spät ins Blickfeld. Dabei könnte die FVA durch ihren konkreten Praxis- und Anwendungsbezug auch interdisziplinäre wissenschaftliche Kooperationsbeziehungen organisieren und die vielfach beklagte langsame Umsetzung von Forschungsergebnissen beschleunigen.



## 5. Hochschulen und Forschungseinrichtungen

Die Bedeutung von Forschung und Wissenschaft ist in den letzten Jahren und Jahrzehnten auch für den Maschinenbau stark gestiegen. Umso überraschender ist es, daß zwar vielfältige Kontakte zwischen Unternehmen und Hochschulen bzw. Forschungseinrichtungen bestehen, daß diese aber eher skeptisch gesehen werden. Die Wissenschaft trägt in den Augen unserer Interviewpartner kaum zu Innovationen bei. Vielfach verlangen die Unternehmen den Hochschulen nur (hochqualifizierte) Dienstleistungen ab (Berechnungen, Gutachten oder Versuchsreihen). Und diese beziehen sich größtenteils auf Dinge, die in der Praxis bereits funktionieren. Ein Entwicklungsleiter sagte uns: "Das Wissen fließt nicht von den Universitäten in die Unternehmen hinein, sondern eher umgekehrt: Das Wissen entsteht hier". Eigenes Know-how und Kundenanregungen spielen für Innovationen eine ungleich größere Rolle als neu wissenschaftlich erzeugtes Wissen.

Dennoch mag es sinnvoll sein, das praxisbezogene, auf Erfahrungswissen beruhende Innovationsmodell des Maschinenbaus durch Kooperationsbeziehungen mit Einrichtungen aus neuen Forschungsgebieten zu erweitern. Auch die Einrichtungen der Gemeinschaftsforschung könnten dazu beitragen, Erkenntnisse und Verfahren aus neueren Forschungsgebieten (digitale Steuerung, Bild- und Sprachverarbeitung, Expertensysteme, Mikrosystemtechnik, Werkstoffforschung) in die Unternehmen zu tragen.

### Fazit

Als *weltweiter Anbieter technischer Problemlösungen* haben die besuchten Unternehmen weiterhin gute Chancen - auch wenn für den Standort Deutschland in Zukunft mit einem weiteren Arbeitsplatzabbau gerechnet werden muß. Die wichtigsten der derzeit verfolgten Innovationsstrategien sind das Angebot von Systemlösungen und neuen Dienstleistungen, die Suche nach neuen Anwendungsfeldern für bisherige technologische Kompetenzen, eine schrittweise Leistungssteigerung und "Elektronifizierung" der Produkte, die Entwicklung von Baukastenlösungen und die Globalisierung von Vertriebs-, Fertigungs- und Entwicklungstätigkeiten. Eine zentrale Herausforderung für die Unternehmen ist die Entwicklung neuer inner-, zwischen- und außerbetrieblicher Kooperationsformen.