



Bundesministerium für
Bildung und Forschung

Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“

Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“

Impressum

Herausgeber:
Bundesministerium für
Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Öffentlichkeitsarbeit
53170 Bonn
E-Mail: information@bmbf.bund400.de
Internet: <http://www.bmbf.de>

Bonn, September 1999

Gestaltung und Litho:
atw : kommunikation, Siegburg

Fotos:
Deutsche Telekom AG: S. 13
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH: S. 15 oben
Medienwerkstatt Berlin: S. 21
Mikromat Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG: S. 16
o.tel.o communications GmbH: S. 13
Pro Tec GmbH – Unternehmen der Aktionsgemeinschaft ALROUND e. V.: S. 19
Siemens AG: S. 13
Tecoplan: S. 14
Waldrich Siegen Werkzeugmaschinen GmbH: S. 15 unten

Druck:
Rautenberg multipress-verlag GmbH, Troisdorf
Gedruckt auf Recyclingpapier

Vorwort

Die Bildungs- und Forschungspolitik der Bundesregierung orientiert sich an fünf Leitmotiven. Stichworte hierfür sind Chancengleichheit, Kreativität durch Eigenverantwortung, Forschung für den Menschen, weltweites nachhaltiges Wachstum, Beschleunigung des Strukturwandels. Mit dem Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ soll insbesondere zur Umsetzung des letztgenannten Leitmotivs beigetragen werden. Daneben wird durch beispielhafte Neugestaltung von Produkten und Produktionsprozessen auch den anderen Leitmotiven entsprochen.

Eine leistungsfähige industrielle Produktion ist für Deutschland unverzichtbar. Sie erfordert gut ausgebildete Fachkräfte und – in Kombination mit modernen Dienstleistungen – die Entwicklung und Anwendung neuester Technologien. Das BMBF-Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ wird technologische und organisatorische Spitzenleistungen gezielt unterstützen. Dabei gehen wir von guten Positionen aus. Stärken basieren vor allem auf der Fähigkeit, neue Technologien für komplexe Problemlösungen effizient zu nutzen.

Angesichts neuer Herausforderungen durch Wandel und Globalisierung hat das BMBF Fachleute aus Industrie und Wissenschaft gebeten, zukünftigen Handlungsbedarf zur Forschung für die Produktion herauszuarbeiten. Ich bedanke mich bei allen, die in beispielhaftem Zusammenwirken über Fachgebiete

sowie über Unternehmens- und Verbandsgrenzen hinweg Visionen und Handlungsfelder für die künftige Produktion aufgezeigt haben.

Hierauf baut das neue BMBF-Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ auf. Wir wollen damit Forschungsarbeiten unterstützen, die durch die Bündelung von Wissen und Können unterschiedlicher Partner zu innovativen Problemlösungen führen und damit die Zukunftsfähigkeit deutscher Unternehmen stärken. In diesem Programm sind auch Maßnahmen zur raschen Verbreitung der Forschungsergebnisse insbesondere an kleine und mittlere Unternehmen vorgesehen.

Mit dem Start des Programms werden vom BMBF die ersten Ideenwettbewerbe zu einzelnen Handlungsfeldern des Rahmenkonzeptes bekannt gegeben. Weitere Bekanntmachungen werden folgen.

Ich erwarte, dass die Forschungsergebnisse dieses Rahmenkonzeptes einen guten Beitrag zu Beschäftigung und Wohlstand in unserem Land leisten werden.



Edelgard Bulmahn
Bundesministerin für
Bildung und Forschung

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	.....	3
1. Die Ausgangslage	.....	6
2. Der Handlungsbedarf und die Ziele des Rahmenkonzepts	.....	8
3. Die Handlungsfelder	.....	10
3.1 Marktorientierung und strategische Produktplanung	.....	10
3.1.1 Strategische Geschäftsfeldplanung	.....	10
3.1.2 Neue Perspektiven für Produktinnovationen	.....	11
3.1.3 Werkzeuge zum effizienten Umsetzen von Ideen in Produkte	.....	14
3.2 Technologien und Produktionsausrüstungen	.....	15
3.2.1 Innovative Fertigungstechnologien	.....	16
3.2.2 Flexibel konfigurierbare Maschinen und Produktionssysteme	.....	16
3.2.3 Grenzwertorientierte Prozessgestaltung	.....	17
3.2.4 Integrieren und Verkürzen von Prozessketten	.....	17
3.3 Neue Formen der Zusammenarbeit produzierender Unternehmen	.....	18
3.3.1 Wertschöpfungspartner in Unternehmensnetzen	.....	18
3.3.2 Management der Kooperation in Unternehmensnetzen	.....	18
3.3.3 Produzieren in regionalen Unternehmensnetzen	.....	20
3.3.4 Nutzung von Informationsnetzen für Geschäftsprozesse	.....	20
3.4 Der Mensch und das wandlungsfähige Unternehmen	.....	21
3.4.1 Arbeitskräfte für die Produktion von morgen	.....	21
3.4.2 Neue Methoden zur Gestaltung industrieller Arbeit	.....	22
3.4.3 Organisation im lern- und wandlungsfähigen Unternehmen	.....	22
3.4.4 Menschengerechte Gestaltung von Produktionssystemen	.....	23
4. Vorgesehene Maßnahmen und Durchführung des Rahmenkonzepts	.....	24
Anhang	.....	26
A Vordringliche Aktionen	.....	26
B Andere Aktivitäten des BMBF mit Bezug zum Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“	.....	27
C Maßnahmen auf europäischer Ebene	.....	30
C.1 Kommission der Europäischen Union	.....	30
C.2 EUREKA-Initiative	.....	30
D Maßnahmen in den USA und in Japan	.....	31

1. Die Ausgangslage

Kern der volkswirtschaftlichen Leistungskraft Deutschlands ist und bleibt das produzierende Gewerbe. Hier liegt weiterhin die unverzichtbare Basis für Beschäftigung und Wohlstand in unserem Land. Die weltwirtschaftliche Position Deutschlands hängt entscheidend von seinen industriellen Exporten ab. Die Unternehmen des produzierenden Gewerbes erwirtschafteten 1997 mit ihren 12,3 Mio. Beschäftigten rund 1.160 Milliarden DM, was etwa einem Drittel der gesamten Bruttowertschöpfung¹ entspricht. Die Exportquote in Kernbereichen dieses Gewerbes (mit den Hauptprodukten des Maschinen- und Anlagenbaus, der Elektrotechnik und Elektronik, des Automobilbaus und der Chemie) liegt bei 45 %. Das Angebot von industriellen Produkten wird zunehmend durch Dienstleistungen ergänzt, die häufig durch die Industrieunternehmen selbst erbracht werden. Auch Wachstum im Dienstleistungsbereich setzt prosperierende industrielle Kunden und eine komplexe technische Infrastruktur voraus, deren Herstellung, Instandhaltung und laufende Verbesserung ihrerseits eine leistungsfähige und innovative industrielle Produktionsbasis erfordern.

Bedeutung und Erfolg industrieller Produktion in der Volkswirtschaft der Bundesrepublik Deutschland ergeben sich aus dem Zusammenwirken vieler Faktoren.

Erfolgsfaktoren sind z. B. die Innovationskraft und Marktstärke der Industrie, die große Zahl flexibler kleiner und mittlerer Unternehmen, die Kompetenz der in der Industrie beschäftigten Frauen und Männer – Facharbeiter, Ingenieure, technische Angestellte –, die Kompromissfähigkeit in Tarif- und Sozialpolitik wie in der betrieblichen Personalwirtschaft und nicht zuletzt die Anwendungsorientierung der leistungsfähigen produktionstechnischen Forschung.

Allerdings vollziehen sich seit ein bis zwei Jahrzehnten **grundlegende Veränderungen** in den Rahmenbedingungen industrieller Produktion, die noch keineswegs zum Abschluss gekommen sind. Stichworte zur Charakterisierung dieses Wandels sind u. a.

- die rapide Ausbreitung neuer Technologien, besonders im Informations- und Kommunikationsbereich
- das Auftreten neuer, offensiver Wettbewerber
- eine – zumeist als Globalisierung bezeichnete – immer dichtere Vernetzung der weltwirtschaftlichen Güter-, Informations- und Kapitalströme
- tief greifende Veränderungen im Käuferverhalten und nicht zuletzt
- die zunehmend erkannte Notwendigkeit eines nachhaltigen, auf Dauer tragfähigen Wirtschaftens

Deshalb werden die in Deutschland jahrzehntelang bewährten Praktiken, Prinzipien und Strategien industrieller Innovation und Produktion allein nicht dazu geeignet sein, die mit diesem Wandel verbundenen neuen Herausforderungen zu bewältigen. Neue strategische Prinzipien werden diskutiert und in die Praxis umgesetzt. In vielfältigen Formen und mit offensichtlichem Erfolg sind die Unternehmen dabei, ihre Organisation anpassungsfähig zu gestalten, ihre Kernkompetenzen zu erkennen oder Produkt- und Prozessinnovationen zu beschleunigen. Bei diesem Bemühen können sie sich auf gut ausgebaute Forschungseinrichtungen stützen, mit denen eine praxisorientierte Zusammenarbeit angestrebt wird. Mit Blick auf den globalen Wettbewerb ist jedoch nicht zu übersehen, dass auch das Ausland seine Forschungsanstrengungen auf diesem Gebiet verstärkt.

Forschung für die Produktion von morgen kann auf den Ergebnissen des BMBF-Rahmenkonzeptes „Produktion 2000“ (1995-1999) aufbauen. Dieses zeigt mit seinen erfolgreichen Verbundprojekten in überzeugender Weise, wie Forschung und Entwicklung große Teile der deutschen Industrie bei ihrer strategischen Neuorientierung unterstützen kann². In vielen dieser Projekte sind Erfolg versprechende neue Wege für die

Produktion entwickelt und erprobt worden^{3,4}. Zum Beispiel haben sich Großfirmen zusammengeschlossen, um ihr Know-how in der mikrotechnischen Produktion zu erweitern und in Kompetenzzentren auch kleinen Unternehmen zugänglich zu machen. Ein Leitfadensystem für Teleservice als neue Dienstleistung für Maschinen- und Komponentenhersteller und ihre Kunden ist entwickelt worden. An Beispielen wurde gezeigt, wie und mit welchen (auch einfachen) Produkten Unternehmen bei Erhalt einer großen Fertigungstiefe in Deutschland wettbewerbsfähig produzieren können. Hochflexible Montagesysteme, in denen sich Menschen und moderne Technik ergänzen, wurden entwickelt. Kreislaufwirtschaft kann, wie an mehreren Produkten gezeigt wurde, nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern auch ökonomisch lohnend sein.

Die Erfahrungen bei der Umsetzung der Ergebnisse aus dem Rahmenkonzept „Produktion 2000“ belegen aber auch, dass sich neue Technologien, Organisationsformen und Prinzipien keineswegs im Selbstlauf durchsetzen, auch wenn ihr Nutzen für die Unternehmen in Pilotvorhaben nachgewiesen ist. Viele Widerstände müssen überwunden werden, um bewährte Strukturen und Abläufe in den Unternehmen zu verbessern.

¹ Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 1998 für die Bundesrepublik Deutschland

² Zwischenbilanz Rahmenkonzept „Produktion 2000“, BMBF, Referat Öffentlichkeitsarbeit, Bonn, 1997

³ Verbundprojekte im Rahmenkonzept „Produktion 2000“, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Projektträger des BMBF für Produktion und Fertigungstechnologien, 1998

⁴ Tagungsband Karlsruher Arbeitsgespräche 1998: „Produktion 2000 – Ergebnisse und Zukunftschancen“, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Projektträger des BMBF für Produktion und Fertigungstechnologien, 1998

2. Der Handlungsbedarf und die Ziele des Rahmenkonzepts

Angesichts der neuen Herausforderungen startete das BMBF auf Empfehlung des Gesprächskreises „Strategien für die Produktion im 21. Jahrhundert“ Anfang des Jahres 1997 die Untersuchung „Produktion 2000plus“¹. Sie hatte zum Ziel, Erfolgsfaktoren für produzierende Unternehmen in Deutschland zu ermitteln und hiervon ausgehend Handlungsempfehlungen zur Stärkung ihrer Wettbewerbsfähigkeit abzuleiten. Über 100 Repräsentanten der Industrie, der Tarifvertragspartner, der Forschung und der Fachverbände haben in zehn interdisziplinär besetzten Arbeitsgruppen intensiv über aktuelle Trends und Lösungsvorschläge für die Praxisprobleme der Industrie diskutiert. Dabei wurden auch internationale Entwicklungen, insbesondere in den USA und Japan, berücksichtigt. Der daraus resultierende Handlungsbedarf wurde in Form von Empfehlungen an die entscheidenden Akteure in Industrie, Wissenschaft und Staat zusammengestellt.

Für die Entscheider in den Unternehmen wurden die wichtigsten Erkenntnisse aus der genannten Untersuchung zusammengefasst. Hier werden Wege beschrieben, die produzierende Unternehmen jetzt schon – ohne weitere Forschungsergebnisse – beschreiten können, um ihre Marktchancen besser zu nutzen².

Die Untersuchung weist Forschung, Entwicklung und Qualifizierung eine Schlüsselrolle für eine zukunftsichere Produktion in Deutschland zu. Die Verantwortung für die notwendigen Innovationen und für die betriebliche Aus- und Weiterbildung liegt in erster Linie bei den Unternehmen; aber auch das Bundesministerium für Bildung und Forschung wird hier in seiner Mitverantwortung für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung angesprochen.

Der in der Untersuchung für den Bereich Forschung, Entwicklung und Qualifizierung festgestellte Handlungsbedarf ist Grundlage für das vorliegende Rahmenkonzept. Es geht von folgendem Leitbild für produzierende Unternehmen aus:

Leitbild

Durch aktive Gestaltung des technologischen, sozialen und ökologischen Wandels mit dem Ziel, Produkte und Dienstleistungen mit hohem Kundennutzen anzubieten, können Unternehmen Technologie- und Marktführerschaft gewinnen und langfristig erfolgreich sein.

Ziele dieses BMBF-Rahmenkonzeptes sind insbesondere

- die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der industriellen Produktion zu stärken, wobei neue Entwicklungen auf Gebieten wie Informations- und Kommunikationstechnik, Oberflächen- und Schichttechnologien, Lasertechnik, neue Werkstoffe genutzt werden
- ganzheitliche und nachhaltige – d. h. ökologische, soziale und ökonomische – Lösungen für Produktionssysteme zu erforschen und dazu die Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschungsinstituten sowie zwischen verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen zu vertiefen
- die breite Anwendung von Forschungsergebnissen in kleinen und mittleren Unternehmen, besonders in den neuen Ländern, zu unterstützen und deren Fähigkeit zur Zusammenarbeit in Unternehmensnetzen zu erhöhen
- Anstöße zur Anpassung der beruflichen Aus- und Weiterbildung an zukünftige Anforderungen an die Fachkräfte im Industrieunternehmen zu geben.

Damit leistet das Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ wichtige Beiträge zur Umsetzung der Leitmotive der Bildungs- und Forschungspolitik der Bundesregierung, vor allem zur

Beschleunigung des Strukturwandels, zum weltweiten nachhaltigen Wachstum und zur Forschung für die Menschen.

Die hierzu aus heutiger Sicht anzugehenden Forschungsthemen sind in vier Handlungsfeldern dargestellt:

Handlungsfelder

- **Marktorientierung und strategische Produktplanung**
- **Technologien und Produktionsausrüstungen**
- **Neue Formen der Zusammenarbeit produzierender Unternehmen**
- **Der Mensch und das wandlungsfähige Unternehmen**

Diese Handlungsfelder stehen in engem Bezug zueinander. Da sich die Strategien, die internen Abläufe und das Umfeld der produzierenden Unternehmen ständig ändern, ist das Rahmenkonzept offen gehalten („lernendes Programm“).

¹ „Produktion 2000plus-Visionen und Forschungsfelder für die Produktion nach dem Jahr 1999“, Hrsg.: F. Klocke, Lehrstuhl für Technologie der Fertigungsverfahren, Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WLZ) der RWTH Aachen, 1998

² „Gestalten und Gewinnen – im 21. Jahrhundert erfolgreich produzieren“, Hrsg.: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Projekträgerenschaft Produktion und Fertigungstechnologien (PFT), 1999

3. Die Handlungsfelder

Das Umfeld für das Produzieren unterliegt derzeit einem beschleunigten Wandel. Die produzierenden Unternehmen in Deutschland müssen in der Lage sein, mit dem Wandel fertig zu werden und die darin liegenden Chancen zu nutzen. Das heißt:

Die Unternehmen müssen die eigene Wandlungsfähigkeit und Marktorientierung als Wettbewerbsfaktoren klar erkennen und zielgerichtet entwickeln. Hierfür muss die Gesamtstrategie eines produzierenden Unternehmens an mehreren Eckpunkten gleichzeitig ansetzen und eine ganzheitliche Vorgehensweise fördern. Dabei müssen so unterschiedliche Ziele wie schnelle Produkt- oder Prozessinnovation, nachhaltiges Wirtschaften, Technologieführerschaft, überbetriebliche Kooperation, Entwickeln einer eigenständigen Unternehmenskultur gemeinsam mit den Mitarbeitern und deren Weiterbildung durch „lebenslanges Lernen“ parallel angegangen werden.

In den folgenden Abschnitten wird ein Gesamttrahmen mit vier Handlungsfeldern, die alle der Voruntersuchung „Produktion 2000plus“ entstammen, aufgezeigt. An ausgewählten Beispielen wird erläutert, durch welche Forschungs-, Entwicklungs- und Transferarbeiten entscheidend zur Stärkung der produzierenden Unternehmen in Deutschland beigetragen werden kann.

3.1 Marktorientierung und strategische Produktplanung

Durchlässigere Grenzen und moderne Verkehrsmittel sowie Kommunikationsmittel führen zu einer stark zunehmenden Globalisierung der Güterproduktion. Unter diesen Voraussetzungen müssen deutsche Unternehmen in der Lage sein, in Deutschland und in der Welt für globale Märkte zu produzieren. Gleichzeitig eröffnen auch regionale Märkte neue Chancen. Entsprechend müssen Unternehmen rechtzeitig ertragreiche Geschäftsfelder aufspüren und innovative Ideen schnell umsetzen. Die internen Abläufe sind so zu gestalten, dass Firmen sich nicht nur an die von außen herangetragenen Anforderungen anpassen, sondern von sich aus auf den Märkten agieren können.

3.1.1 Strategische Geschäftsfeldplanung

Die schnellen Verhaltensänderungen von Kunden, Mitbewerbern, Lieferanten und Konsumenten im Markt und geänderte Rahmenbedingungen zwingen zur genaueren Beobachtung dieser Veränderungen und zur gezielten Ableitung der zukünftigen Geschäftspolitik. Dies geschieht i. d. R. in der so genannten strategischen Geschäftsfeldplanung. Sie ist der eigentlichen Produktentwicklung vorangestellt und liefert ihr wesentliche Vorgaben. Bei der strategischen Geschäftsfeldplanung wird geprüft, ob eine neue Marktleistung auch unternehmerisch attraktiv ist. Hier werden die Weichen für den Erfolg oder Misserfolg einer Geschäftsaktivität gestellt.

In vielen Unternehmen fehlt ein umfassendes Instrumentarium für das Vordenken und Planen der Geschäfte von morgen, und es fehlen erfolgreiche, exemplarische Anwendungen. Es mangelt aber auch an Bewusstsein dafür, dass Geschäftsfelder strategisch geplant werden können und müssen. Oftmals fehlt die Erkenntnis, dass erfolgreiches Wirtschaften nicht nur von Kontinuität, sondern auch von Diskontinuität bestimmt wird. So sollte es einziges Ziel eines Unternehmens nicht sein, eine erreichte Position, zum Beispiel als Marktführer, zu behaupten, sondern diesen Vorsprung zu nutzen, um in neue Geschäftsfelder zu investieren und somit die Zukunft des Unternehmens

sicherzustellen. Das ermöglicht – im Gegensatz zur reinen Verschlinkung der Organisation – Wachstum und das Schaffen neuer Arbeitsplätze.

Um diese Situation zu verbessern, sind folgende Aktionen notwendig:

- exemplarisches Anwenden und Weiterentwickeln von allgemein einsetzbaren Instrumenten und Methoden für die strategische Geschäftsfeldplanung mit den vier Aufgabenbereichen: Ermittlung der Handlungsoptionen für die Zukunft unter Berücksichtigung gegenwärtiger und zukünftiger Kompetenzen, Spezifikation der Marktleistung (Produkte und Dienstleistungen), Planen der Wertschöpfungskette/des Wertschöpfungsnetzwerkes sowie Entwickeln der Vermarktungsstrategie.

Die Methoden und Instrumente müssen zum einen untereinander verknüpft werden können, um das systematische Erarbeiten eines innovativen Geschäftskonzeptes mit neuen Produkten und Dienstleistungen in seiner Gesamtheit zu erleichtern; sie müssen als Entscheidungshilfe zwischen global und regional aufgebauten Wertschöpfungsketten dienen. Sie sollen zum anderen die Grundlage für die abzuleitenden Geschäftspläne liefern.

- Entwickeln von spezifischen Hilfsmitteln für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), mit denen diese gezielt ihre Chancen im globalen Markt feststellen, ihre globale Strategie festlegen und das zugehörige operative Geschäft planen und betreiben können. Dazu gehören u. a. Hilfsmittel zur Planung globaler Strukturen, Prozessketten und Schnittstellen. Weiterhin werden Instrumente zum weltumspannenden Steuern betrieblicher Abläufe (Globales Controlling) ebenso wie ein Anforderungskatalog für global einsetzbare Produkte benötigt. Die Bestandsaufnahme von Vorreitererfahrungen und deren zielgruppenspezifischen Aufbereitung, und nicht zuletzt Hilfen für die Qualifizierung von Mitarbeitern in global agierenden Unternehmen sind ebenfalls erforderlich.
- Organisieren eines breitenwirksamen Wissens- und Erfahrungstransfers, um die Möglichkeiten und Chancen einer strategischen Geschäftsfeldplanung stärker in das Bewusstsein von Führungskräften und Entscheidern in den Unternehmen zu rücken. Dabei sind die einschlägigen Verbände und professionelle Weiterbildungsinstitutionen einzubeziehen und die Möglichkeiten der modernen Informations- und Kommunikationstechnik zu nutzen.

3.1.2 Neue Perspektiven für Produktinnovationen

Der schnelle Wandel, ausgelöst durch technologische Neuerungen, verändertes Markt- und Konsumentenverhalten oder gesellschaftliche Prioritätenverschiebungen führt dazu, dass die Produkte von heute schneller als früher zu Ladenhütern werden. Ausgehend vom wahrnehmbaren Kundennutzen sollten Unternehmen daher in der Lage sein, schnell neue oder angepasste Produkte auf den Markt zu bringen. Bei der Festlegung der Merkmale dieser neuen Produkte sind die Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnik, der Miniaturisierung, neuer Werkstoffe und Fertigungstechnologien, der Funktionsintegration, der Kreislaufwirtschaft sowie einer zusätzlichen Wertschöpfung durch Einbinden von Dienstleistungen zu berücksichtigen und auszuschoöpfen.

Im Rahmen dieses Programms wird nicht die Entwicklung eines bestimmten Produktes unterstützt. Es geht vielmehr um die Erforschung von Verfahren, Methoden, Werkzeugen und Ausrüstungen mit breiter Anwendbarkeit. Das wird an folgenden Beispielen näher beschrieben:

Innovation durch Fokussierung auf nachhaltiges Wirtschaften

Entwicklung, Herstellung, Nutzung und Entsorgung eines Produktes können nicht mehr getrennt voneinander betrachtet werden, wenn ein nachhaltiges Wirtschaften gewährleistet werden soll. Hier ergibt sich ein breit gefächertes Feld neuer Produkte mit der Möglichkeit, eine Spitzenstellung am Weltmarkt zu erobern. Ansatzpunkte sind:

- Herstellungsverfahren, die möglichst abfall- und emissionsarm gestaltet sind und bei denen Reststoffe möglichst weitgehend in anderen wertschöpfenden Prozessen weiterverwendet werden können
- Produkte, bei denen die Nutzung möglichst wenig Energie- und Materialeinsatz für Betrieb und Instandhaltung erfordert oder bei denen die Nutzungsdauer verlängert bzw. eine Mehrfachnutzung erreicht wird. Es muss versucht werden, schnell und mit vertretbarem Aufwand einen unstrittigen Nachweis „ökologisch besserer“ Produkte und Produktionsweisen über die gesamte Wertschöpfungskette zu führen.

Innovation durch verstärkte Einbindung von Software

Die Funktionalität von Produkten wird immer stärker von der eingebauten Informationstechnik bestimmt. Die Software stellt einen wachsenden Anteil am Wert nahezu aller Produkte dar und bestimmt maßgeblich den Unterschied zu Konkurrenzangeboten. Dies gilt ebenso für einzelne Bauteile eines Produktes mit integrierter Informationsverarbeitung, sog. „intelligente Systemelemente“. Hohe Softwareanteile ermöglichen eine leichtere und höhere Variantenbildung bei gleicher Hardware, schnelle Anpassung, kürzere Produktzyklen. Über Software kann entscheidend zum erhöhten Nutzen eines Produktes beim Kunden beigetragen werden. Wichtige Themen sind hierbei:

- Einführung neuer Produktfunktionen wie Selbsterklärung, Ferndiagnose, Dokumentation des Produktlebensweges
- Erproben von Entwicklungsumgebungen für „eingebettete“ Software, Anwenden von Methoden-Baukästen mit neuen rechnerunterstützten Modellierungs- und Analysewerkzeugen für den Funktionsnachweis sowie Hilfen für eine Wiederverwendung von objektorientierten Softwarebausteinen (sog. Entwurfsmuster)
- Nutzung neuer Techniken zur Verbesserung der Softwarezuverlässigkeit und -sicherheit im Bereich der Produktentwicklung (die Entwicklung neuer softwaretechnologischer Methoden und Werkzeuge wird vom BMBF im Förderbereich Informatiksysteme unterstützt).

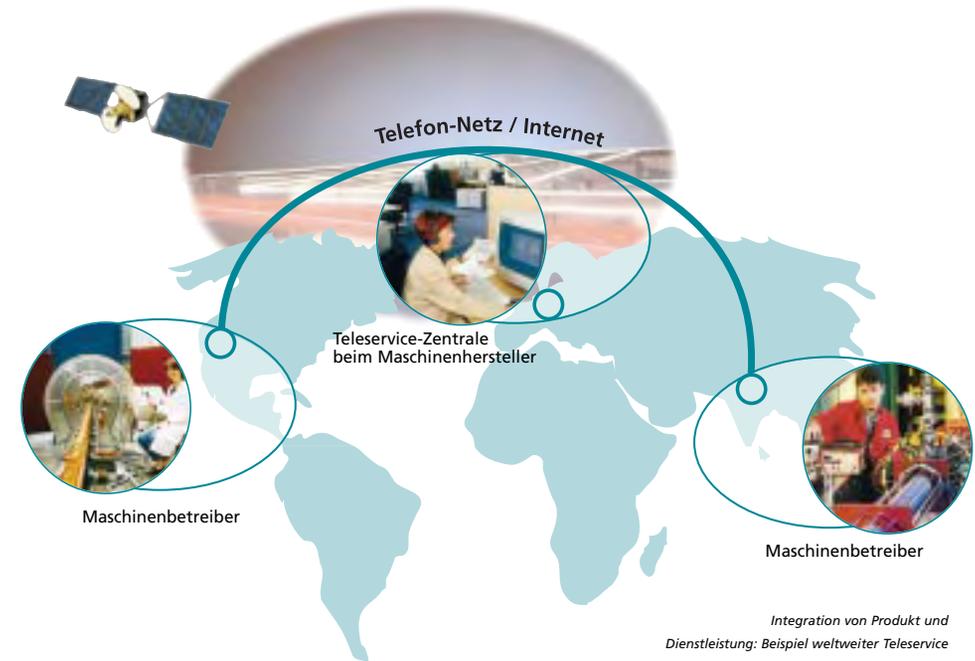
Beispiel: Miniaturisierung in der Produktion

Potenziale:	Wesentliche Verbesserungen von Produkten und Prozessen durch „Leistungsverdichtung plus integrierte Informationstechnik“
Handlungsbedarf:	Viel breitere Anwendung miniaturisierter Baugruppen in Produkten; Konstrukteure müssen Vorteile kleinerer Geometrien, dünnerer Schichten, hochpräziser Oberflächen, integrierter Sensorik usw. kennen und nutzen
BMBF-Maßnahmen:	Ideenwettbewerb zur Miniaturisierung in der Produktion; Vernetzung mit Programmen Mikrosystemtechnik, Informatik, neue Materialien u. a.; Förderung der Forschung und Entwicklung in Verbundprojekten einschl. Maßnahmen zur Ergebnisverbreitung für kleine Unternehmen sowie zur Qualifizierung

Innovation durch Miniaturisierung

Nach und neben der Mikroelektronik sind Mikrosysteme zunehmend zum unverzichtbaren Bestandteil moderner Produkte geworden. Mechanik und Elektronik wachsen zusammen; Sensoren, Aktoren, Logik-, Kommunikations- und Leistungselemente werden zunehmend in einer Baugruppe vereint. Die Miniaturisierung erlaubt es, bei gleichzeitiger Erhöhung der Funktionalität und Zuverlässigkeit Volumen, Gewicht und Kosten je Funktionseinheit einzusparen. Derartige Erzeugnisse erfordern eine geeignete Entwicklungsumgebung, die in enger Wechselbeziehung zu den ebenfalls neuen Fertigungs-, Montage- und Prüfverfahren stehen. Insofern gilt es hier, für ganze Produktklassen u. a. folgende Elemente zu entwickeln und bereitzustellen:

- Methoden zur Simulation, Optimierung und Qualitätssicherung von Produkten und von Fertigungsprozessen der mikrotechnischen Produktion
- Neue und verbesserte Prozessabläufe und Fertigungsausrüstungen für extrem hohe Packungsdichten in Mikroelektronik, Mikrooptik, Mikromechanik und Mikrosystemtechnik unter Einbeziehen neuer Modelle für Design und Zuverlässigkeit. Dabei sind Aspekte der Kreislaufwirtschaft – z. B. leichte Zerlegung, Wiederverwendbarkeit und Verwertbarkeit – genauso zu berücksichtigen wie das Prinzip der Ressourcenschonung
- Firmenübergreifende Standards für miniaturisierte Bauelemente und Baugruppen, um eine interdisziplinäre Zusammenarbeit bei der Miniaturisierung zu erleichtern.



Innovation durch Integration von Produkt, Produktion und Dienstleistung

Der Wettbewerb um Marktanteile und Kunden wird auch in traditionell auf die Herstellung von Sachgütern ausgerichteten Unternehmen dazu führen, Problemlösungen anstelle von rein materiellen Produkten zu liefern. Letztere werden durch Dienstleistungen ergänzt, die dem Kunden einen deutlich erkennbaren zusätzlichen Nutzen bringen, und für den er deshalb zu zahlen bereit ist.

Folgende Aufgaben sind in diesem Zusammenhang u. a. zu lösen:

- Systematisches Aufspüren eines erweiterten Kundennutzens und einer angemessenen Balance zwischen technischer Lösung, produktbegleitender Dienstleistung und Eigenleistung des Kunden
- Weiterentwicklung bisheriger Ansätze und Werkzeuge zur Optimierung der Wertschöpfungskette, so dass sie für die Optimierung einer Problemlösungskette verwendet werden können
- Umorganisation der Produktion im Hinblick auf die nicht anders als „Just in time“ zu erbringende Dienstleistungskomponente. Planungsinstrumente aus dem Dienstleistungssektor sind auf ihre Übertragbarkeit auf produzierende Unternehmen hin zu prüfen und ggf. anzupassen und zu erproben.

Beispiel: Teleservice

Moderne Informations- und Kommunikationstechniken ermöglichen es: Maschinen und Anlagen können über beliebige Distanzen hinweg direkt vom Hersteller aus gewartet werden. Serviceleistungen wie Diagnose, Einrichten und vielfach auch Reparatur werden ohne aufwendige Reisen von Servicetechnikern erbracht. Das reduziert Ausfallzeiten und beschleunigt die Wiederinbetriebnahme, nutzt Kunden und Lieferanten. Kleine Maschinenbau-Unternehmen können neue

Markte in fernen Regionen erschließen, die bisher nicht beliefert wurden, weil der Service dort zu teuer ist.

Das BMBF hat die Erstellung eines Leitfadens „Teleservice einführen und nutzen“ gefördert, um die breite Anwendung von Teleservice zu unterstützen.

Mehr Informationen zu Teleservice im Internet: <http://www.vdma.org>

3.1.3 Werkzeuge zum effizienten Umsetzen von Ideen in Produkte

Gute Ideen allein reichen nicht aus, um den Wettlauf um die Märkte zu gewinnen. Sie müssen auch in marktgängige Produkte umgesetzt werden und zwar in der vom Markt geforderten Geschwindigkeit. Da hierbei immer mehr Einzelheiten, Vorwissen, Randbedingungen usw. zu berücksichtigen sind, muss das an vielen Stellen verstreut vorhandene Wissen gut organisiert und zusammengeführt werden. In diesem Zusammenhang können vier Felder genannt werden, in denen durch FuE wichtige Beiträge zur Stärkung unseres Produktionsstandortes geleistet werden können:

Wissensmanagement

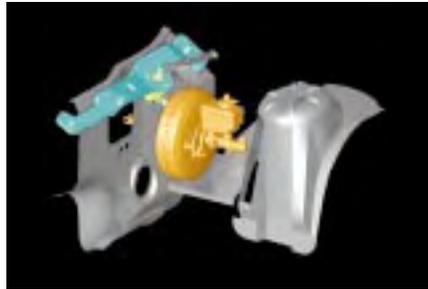
Es sind Methoden, Werkzeuge und Fachkonzepte zu erarbeiten, weiterzuentwickeln und zu erproben, mit denen einerseits vorhandenes (unternehmensspezifisches oder allgemein zugängliches) Wissen vernetzt, gebündelt, bereitgestellt und gezielt wieder verwendet wird, und andererseits neues Wissen schneller und zielführender geschaffen wird. Dazu gehören auch solche Methoden und Werkzeuge, mit denen integrierte Dienstleistungsangebote rationeller als bisher erarbeitet werden können. Sie sollen auch für den Einsatz in KMU geeignet sein.

Vernetzte Entwicklung

Angesprochen sind hier unternehmensübergreifende Netze für Entwicklungsingenieure, in denen einerseits online ein umfassendes Angebot an Lösungen und Lösungselementen (z. B. Maschinenbauelemente, Katalogteile, Programmabusteine) zur Verfügung gestellt wird, und in welche andererseits die Nutzer ihre neuen Lösungen zum Vorteil aller einbringen können.

Werkzeuge zur integrierten Produkt- und Prozessentwicklung

Trotz zunehmender Komplexität der Erzeugnisse muss es gelingen, schnell und sicher Produkte spezifizieren und parallel dazu die zugehörigen Herstellungsvorgänge festlegen zu können. Die Entwicklung von Prototypen muss zeit- und Kosten sparend erfolgen und die Serienreife bei neuen oder modifizierten Produkten schneller erreicht werden. Vor diesem Hintergrund sind integrative Entwicklungsmethoden voranzubringen, die in den verschiedenen Ingenieurdomänen (z. B. Mechanik, Elektronik, Regelungstechnik usw.)



Virtuelle Einbausimulation: Beispiel PKW-Vorbau

entstandenen Werkzeuge zusammenführen. Zu den neu – oder weiterzuentwickelnden Werkzeugen zählen Modellierer und Simulatoren zur frühzeitigen Analyse des Verhaltens (z. B. Funktionserfüllung) und zum interdisziplinären Vorgehen bei der Spezifikation von Produkten und Prozessen sowie Instrumente und Systeme zur „virtuellen“ Darstellung von Produkten, die mit den Techniken der „virtuellen Realität“ das Einsatzverhalten der vollständig digital beschriebenen Produkte oder ihrer Bauteile ermöglichen. Dazu gehört auch die Definition, Realisierung und Erprobung einer standardisierten Informations- und Kommunikationsplattform, über die die Entwicklungswerkzeuge und Softwarebausteine unterschiedlicher Anbieter leicht miteinander gekoppelt werden können.

In diesem Bereich haben bereits rund 50 Softwarehäuser, Softwaredienstleister, Anwenderunternehmen und Forschungseinrichtungen im Rahmen des **Leitprojektes „Innovative Technologien und Systeme für die virtuelle Produktentstehung (iViP)“** aktiv mit FuE-Arbeiten begonnen.

Verfahren und Einrichtungen zur schnellen Herstellung funktionstüchtiger Prototypen

Bisherige Verfahren und Ausrüstungen erlauben vor allem die Herstellung von geometrisch angenäherten Prototypen. Eine wesentliche Verbesserung stellen Prototypen dar, deren Funktionalität der des angestrebten Endproduktes entsprechen. Mit neuen Verfahren unter Einsatz neuer Werkstoffe und Hilfsmittel können wesentliche Fortschritte erzielt werden. Dies gilt es zu erforschen und die daraus resultierenden Ergebnisse in geeignete Verfahren und in später vermarktete Ausrüstungen umzusetzen.

3.2 Technologien und Produktionsausrüstungen

Der schnelle Wandel im Umfeld produzierender Unternehmen hat direkte Auswirkungen nicht nur auf die Produkte und ihre Gestaltung, sondern auch auf die im Unternehmen einzusetzenden Herstellungsverfahren und die dazu notwendigen Ausrüstungen. Wenn die Produktlebenszyklen kürzer werden, müs-



Präzisionsfertigung von Mikrosystemen

Forschung muss Grundlagen schaffen für unterschiedliche Ausrüstungen zur wirtschaftlichen Herstellung moderner Produkte



sen Produktionseinrichtungen schnell umrüstbar, anpassbar und verlagerbar, d. h. sehr flexibel einsetzbar sein. Darüber hinaus erfordern die erweiterten Möglichkeiten, die sich z. B. durch neue Medien, neue Materialien, neue Fertigungsverfahren oder neue Organisationsformen ergeben, auch ganz neue Geräte, Maschinen und Anlagen für Fertigung und Montage. Elektrotechnik und Elektronik einschließlich Hard- und Software werden in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle spielen.

Hier bestehen gute Chancen für die in Deutschland traditionell stark exportorientierte Ausrüsterindustrie. Im engen Zusammenspiel mit Forschungsinstituten und Anwenderfirmen können in zusätzlichen Feldern weltweite Marktführerpositionen besetzt werden.

Da der mit der Einführung neuer Technologien verbundene Wandel in den produzierenden Unternehmen nur beherrscht wird, wenn parallel zur technischen Weiterentwicklung eine unterstützende dynamische Organisation zur Verfügung steht und geeignete Personal- und Qualifizierungsmaßnahmen durchgeführt werden, unterstützen die Ausrüster ihre Kunden und Anwender am besten damit, dass sie ihre Produkte mit entsprechenden Dienstleistungen anreichern.

Im Folgenden werden für das wandlungsfähige produzierende Unternehmen beispielhaft einige Aktionen im technologischen Bereich beschrieben. Sie sollen im Zusammenhang mit den Aspekten betrachtet werden, die sich auf die Organisation und den Menschen beziehen.

Hochgeschwindigkeitsbearbeitung von Großwerkzeugen

3.2.1 Innovative Fertigungstechnologien

Neue oder veränderte Werkstoffe oder neue elektro-nische und mikrotechnische Bauelemente verlangen neue Fertigungsverfahren und -einrichtungen. Diese müssen zuverlässig sein und mit gleich bleibender Qualität produzieren, d. h. serientauglich sein. Dies ist oftmals noch nicht gegeben. Nicht nur bei den Produkten, sondern auch bei den Fertigungs-ausrüstungen sind die Aspekte der Weiterverwendung oder der Wiederverwertung am Ende ihres Lebenszyklus zu berücksichtigen.

Aufbauend auf bisherigen Erkenntnissen, z. B. aus Verbundprojekten des Rahmenkonzepts „Produktion 2000“, sollen verbesserte und ganz neue Fertigungsverfahren und Ausrüstungen, beispielsweise für folgende Anwendungen in der Industrie entwickelt werden:

- Bearbeitung von Werkstoffen für den extremen Leichtbau (z. B. Keramik, Magnesium)
- Herstellung und Montage von mikroelektronischen und mikrotechnischen Komponenten und Produkten einschließlich entsprechender Aufbau- und Verbindungstechniken
- Bearbeitung von kombinierten Werkstoffen (z. B. Verbundmetalle, faserverstärkte Kunststoffe und Keramiken) für Bauteile und Baugruppen mit extremen Belastungen oder kombinierter Funktionalität unter Berücksichtigung des Recyclings
- Fügen von unterschiedlichen Werkstoffen mit hoher Prozesssicherheit und Langlebigkeit bei gleichzeitig problemloser Trennbarkeit am Ende des Produktlebenszyklus
- Prozessintegrierte Verfahren für die Behandlung von Oberflächen zur Erlangung von besonderen Oberflächeneigenschaften wie Härte, Verschleißfestigkeit oder Korrosionsbeständigkeit durch neuartige Verfahren. Ein Beispiel hierzu ist das Behandeln von Oberflächen mit Laserstrahlen in einer Werkzeugmaschine.

3.2.2 Flexibel konfigurierbare Maschinen und Produktionssysteme

Eine kundenorientiert organisierte Wertschöpfungskette muss heute möglichst flexibel ausgerichtet sein. Einzelne Prozessschritte – und die Anlagen, auf denen sie ablaufen – sollten daher leicht an unter-

schiedliche Mengen und Varianten anpassbar und so gekoppelt sein, dass verkürzte, vereinfachte und effiziente Prozesse entstehen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen auch die erforderlichen Standards und Normen entwickelt und durchgesetzt werden. Solche so genannten Plattformen fördern und erleichtern auch die Wartung und Instandhaltung sowie die Nachrüstung von Maschinen und Anlagen mit der jeweils modernen Technik. Dazu gehören auch intelligente, modular aufgebaute und kostengünstige Automatisierungs- und Handhabungssysteme.



Neue Maschinenkonzepte können Wettbewerbsvorteile bringen: Hexapod 6X

Zu den anzugehenden Problemstellungen gehören hier beispielsweise:

- Neue, modulare Antriebssysteme, mit denen höchste Ansprüche an Dynamik und Genauigkeit im Maschinenbau erfüllt werden können
- Definition einer offenen Prozessschnittstelle für integrierte Steuerungsapplikationen, insbesondere für den echtzeitkritischen Bereich, auf der Basis bisheriger nationaler und internationaler Projektergebnisse
- Neue Maschinenkonzepte und Produktionseinrichtungen, die sich gegenüber herkömmlichen Ansätzen durch klare Modultechnik, Leichtbauweise, verbessertes Kosten-Nutzen-Verhältnis, variabel anpassbaren Automatisierungsgrad und auf innovativen Wegen erreichte höhere Genauigkeit auszeichnen

- Ganzheitliche Planung und Realisierung von flexiblen Fabrikstrukturen
- Produktionssysteme, die das zunächst als Widerspruch in sich empfundene Ziel einer beschäftigungsförderlichen Rationalisierung einlösen und flexibel, multifunktional und profitabel sind
- Nachhaltige Produktionssysteme, die sich am Kreislaufprinzip orientieren.

Ein Beispiel für neue Lösungswege in diesem Feld ist das Leitprojekt „Genauigkeitsgeregelter Maschine (ACCOMAT)“. Ziel dieses Forschungsprojektes ist die Entwicklung serientauglicher Bearbeitungssysteme, in denen wesentliche Prozessparameter (z. B. Werkzeugposition) direkt an der Wirkstelle mit höchster Präzision gemessen werden können. Damit lassen sich sonst nicht erkennbare maschinenbedingte Fehler über die Steuerung ausregeln.

3.2.3 Grenzwertorientierte Prozessgestaltung

Als Entwicklungsziele werden oft kleine Verbesserungsschritte gegenüber vorhandenen Lösungen gestellt. Eine „radikalere“ Betrachtungsweise, die sich z. B. vom physikalisch Machbaren leiten lässt, kann zu völlig neuen Ansätzen führen. Hier gilt es, an den verschiedensten Punkten der gängigen Fertigungstechnologien und der derzeit vorhandenen Maschinen (auch Maschinenelemente) die Grenzwerte zu definieren und nach Wegen zu suchen, sich ihnen so weit wie möglich und sinnvoll zu nähern.

Grenzwerte ergeben sich beispielsweise bezüglich Material (kein Abfall), Energieverbrauch (Wärmeverlust null), Zeit (keine Liegezeit), Qualität (null Fehler), Wasser/Luft (100 % im Fabrikkreislauf, keine Emissionen), Bodenfläche (keine Lagerbestände) oder Kreislauffähigkeit (vollständige Wiederverwendung).

Ein typisches Beispiel für eine an Grenzwerten orientierte Innovation stellen die Forschungs- und Entwicklungsergebnisse zum Thema „Trockenbearbeitung“ aus dem BMBF-Rahmenkonzept „Produktion 2000“ dar. Zur Vermeidung umweltbelastender, teurer Kühlschmiermittel in der Produktion haben Werkzeughersteller, Erstanwender und Maschinenbauer gemeinsam mit Forschungsinstituten Lösungen mit ökologischen und ökonomischen Vorteilen entwickelt. Dabei kommt auch eine Minimalmengenschmierung dem Grenzwert „Null Kühlschmiermittel“ sehr nahe.

Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen sollen durch ein Netz von Transfer- und Erprobungsstellen Unterstützung bei der Umsetzung der Forschungsergebnisse zur Einführung der Trockenbearbeitung erhalten.

Zu den Aktionen gehören hier u. a.:

- Untersuchung der Potentiale unterschiedlicher Grenzwertannäherungen und Bewertung aussichtsreicher (marktfähiger) Innovationen
- Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (interdisziplinäre Verbundprojekte), in denen neue Verfahren und Einrichtungen mit grenzwertnahen Eigenschaften zur industriellen Einsatzreife gebracht werden.

3.2.4 Integrieren und Verkürzen von Prozessketten

Mit verkürzten und auch vereinfachten Prozessen durch eine optimale Prozesskopplung lassen sich Durchlaufzeiten verringern und die Herstellkosten senken. Bei der Analyse der in der Fabrik noch nacheinander geschalteten Prozessschritte ergeben sich weitere Möglichkeiten, diese zu integrieren, und zwar in einen „Fließprozess“ ohne Liegezeiten.

Wichtige Ansatzpunkte für innovative Verfahren und Einrichtungen ergeben sich zum Beispiel durch:

- Zusammenfassen (Parallelisieren) von zwei oder mehr bisher nacheinander geschalteten, auf mehreren Maschinen ablaufenden Einzelbearbeitungsschritten in einer einzigen, neuartigen Fertigungseinrichtung. Beispiele sind das Mehrkomponentenspritzgießen; die prozessintegrierte Produktprüfung; die Komplettzerspannung in einer Maschine; Automaten für die Herstellung von Massenprodukten, die Fertigung, Montage und Prüfung integrieren
- Anpassung von sequenziellen Prozessen, beispielsweise um die für einen Bearbeitungsschritt benötigte (oder hier erzeugte) Wärme im nachfolgenden Schritt direkt zu nutzen
- Integration von komplexen physikalischen Prozessen in den Produktionsablauf. Hier handelt es sich beispielsweise um Verfahren für die Plasma- oder Wärmebehandlung, zur Oberflächenmodifikation oder zur Beschichtung, die bisher nicht oder nicht wirtschaftlich in den Produktionsablauf eingefügt werden konnten.

3.3 Neue Formen der Zusammenarbeit produzierender Unternehmen

Unternehmen haben schon immer zusammengearbeitet: Lieferanten mit Kunden, mit Untertierlieferanten und mit Transportunternehmen oder anderen Dienstleistern. Unternehmensübergreifende Wertschöpfungsketten wurden gebildet, weil kein Unternehmen alle erforderlichen Kompetenzen und Kapazitäten vorhalten kann. Wettbewerb und Strukturwandel erzwingen, dass sich die Unternehmen noch weiter spezialisieren und verstärkt mit solchen Unternehmen zusammenarbeiten, die die übrigen Leistungen effizienter erbringen können. Das Kooperieren in Netzen eröffnet große Chancen. Gleichzeitig wird die Zusammenarbeit von weltweit operierenden Unternehmensteilen zunehmend wie zwischen unabhängigen Partnern gestaltet.

Bei den Automobilherstellern z. B. hat dies zu einer hierarchisch strukturierten Pyramide von Zuliefererbeziehungen mit wenigen Systemlieferanten geführt, denen wiederum von Komponentenlieferanten und letztendlich von Teileherstellern zugeliefert wird. Der Wertschöpfungsanteil der Automobilproduzenten konzentriert sich auf die Herstellung wichtiger Baugruppen und die Montage des Endproduktes, so dass man sich durch beides von den Wettbewerbern unterscheiden kann. Ihre Kernkompetenz verlagert sich in Richtung Produktentwicklung, Logistik und Vertrieb und liegt letztlich im Beherrschen der Variantenvielfalt und in der Steuerung von Unternehmensnetzen.

3.3.1 Wertschöpfungspartner in Unternehmensnetzen

Traditionelle überbetriebliche Wertschöpfungsketten waren i. d. R. starr und durch einseitige Abhängigkeiten der Zulieferer gekennzeichnet. Derzeit finden hier einschneidende Veränderungen statt. Die Auswahl zwischen gleichartigen Angeboten konkurrierender Lieferanten ist nur noch bei Standardteilen üblich. Ausgewählt wird der Lieferant, der eine bedarfsgerechte Versorgung der Produktion des Kunden sicherstellen kann und dessen Kompetenzen sich am besten mit den eigenen ergänzen. Auf diese Weise entstehen Partnerschaften entlang von Wertschöpfungsketten mit dem Ziel, diese insgesamt und gemeinsam wesentlich effizienter zu gestalten, anstatt die im jeweiligen Unternehmen laufenden Prozesse einzeln zu optimieren. Am wirtschaftlichen Erfolg können dann alle Partner partizipieren.

Eigenständige Partner können nur bei Vertrauen zueinander ihre Kompetenzen so weiterentwickeln, dass sie Spitzenleistungen erbringen. Sie müssen sich

auf die Einhaltung von Absprachen verlassen können, z. B. zu Qualität von Produkten und Dienstleistungen, Terminen, Übergabemechanismen, Haftungsfragen und Geheimhaltung. Dieses Vertrauen muss entwickelt und kann nicht durch komplexe Vertragswerke ersetzt werden. Eine Zusammenarbeit sollte deshalb als ein fortwährender Lern- und Verbesserungsprozess angelegt werden, an dem die beteiligten Mitarbeiter (z. B. Einkäufer, Konstrukteure, Produktionsmitarbeiter usw.) der Partnerunternehmen bei der Gestaltung der neuen Arbeitsabläufe mitwirken und so Gelegenheit erhalten, persönliche Vertrauensverhältnisse aufzubauen.

Die Zusammenarbeit gleichwertiger Partner in Unternehmensnetzen ist eine sehr flexible, reaktionsschnelle und dynamische Form der Kooperation. Sie eignet sich für eine längerfristige Arbeitsteilung ebenso wie für zeitlich befristete Projekte. Kleine Unternehmen können davon in gleicher Weise Vorteile haben wie Großunternehmen, die starre Organisationsstrukturen in Netze relativ unabhängiger Einheiten umwandeln.

Der beschriebene Veränderungsprozess findet in der gesamten Volkswirtschaft statt, die einzelnen Unternehmen brauchen hierfür aber noch zu viel Zeit und Aufwand.

Für die gemeinsame Gestaltung von Prozessketten benötigen sie deshalb beispielsweise:

- Eine „Integrationsplattform für logistische Prozesse“, die notwendiges Wissen und Methoden bereitstellt, bewährte Lösungen beschreibt, Werkzeuge und Dienstleistungen für die organisatorische Gestaltung und informationstechnische Unterstützung der Zusammenarbeit anbietet und Hilfsmittel für den schnellen Aufbau einer Kommunikation zwischen den Unternehmen zur Verfügung stellt
- Eine Analyse dezentraler, dynamischer Unternehmensverbände im In- und Ausland und die Weiterentwicklung neuer Formen dieser Zusammenarbeit, die als Beispiele für andere Unternehmen dienen können.

3.3.2 Management der Kooperation in Unternehmensnetzen

Die beschriebenen neuen Formen der Zusammenarbeit erfordern die Nutzung der neuesten Management- und Controllingmethoden und leistungsfähiger Informations- und Kommunikationstechniken. Die Unternehmen brauchen erprobte Methoden und Instrumente, um Unternehmensnetze zu planen, aufzubauen, zu steuern, zu verändern und auch wieder aufzulösen.

Dabei sind die Ziele einer Kooperation und die Arbeitsweise im Unternehmensnetz unter Berücksichtigung der individuellen Stärken, Strategien und Ziele der Partner derart festzulegen, dass sich eine tragfähige Kooperationsplattform ergibt. Klar sein muss beispielsweise, was die Produkte und Dienstleistungen des Unternehmensnetzes kennzeichnet, wer die Kunden und Zulieferer sind, wie die Märkte und Zielgruppen erreicht werden sollen und welche Wertschöpfung die einzelnen Partner leisten. Zu klären ist auch, welche komplementären Kompetenzen noch benötigt werden, wer dafür ein geeigneter Partner wäre und welche Qualifikationen, Technologien und Produktionsstrukturen die einzelnen Partner benötigen, um ihren Wertschöpfungsanteil optimal zu erbringen. Es ist zu vereinbaren, wie Aufträge organisatorisch und finanziell abgewickelt und Waren-, Finanz- und Informationsflüsse gesteuert werden,

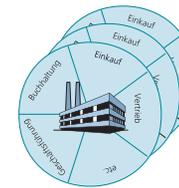
welche Regeln man für die Aufnahme neuer Partner oder beim Ausscheiden von Partnern braucht und welche Anreize dafür sorgen sollen, dass sich jeder Partner immer im Interesse des Verbundes verhält.

Zu den in diesem Zusammenhang zu lösenden Aufgaben gehören:

- Erprobung und Weiterentwicklung von Steuerungs- und Controllingmethoden für Netzwerke
- Methoden und Systeme für das Wissens- und Kompetenzmanagement in Netzwerken
- Erprobung weiterentwickelter Methoden zur Steuerung verteilter Unternehmensprozesse (z. B. Simultane Entwicklung und Planung/Simultaneous Engineering).

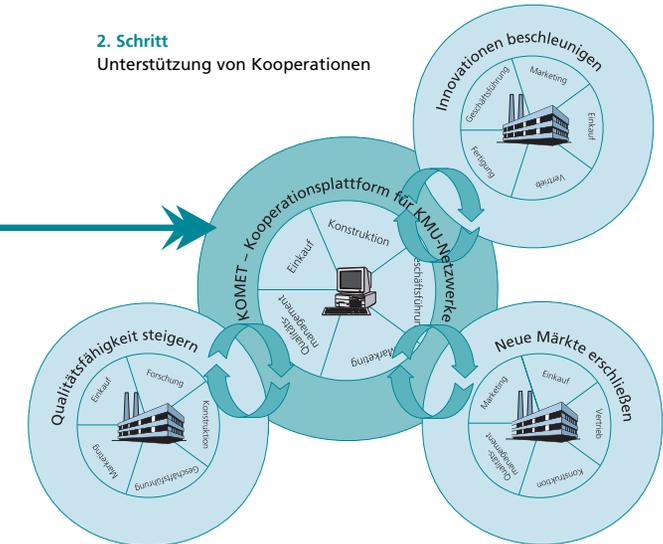
1. Schritt

Aufbau von Kooperationen



2. Schritt

Unterstützung von Kooperationen



Kooperationen stärken die Wettbewerbsfähigkeit

Beispielhaft werden Kundennutzen, Wettbewerbspotentiale und Umsetzbarkeit **virtueller Unternehmen** in einem Verbund von 15 kleinen Unternehmen aus dem Bereich Umwelttechnik gemeinsam mit einem Forschungsinstitut und einem neutralen, vertrauensbildenden Moderator erprobt. Die Partner wollen neue Märkte erschließen und statt Teillösungen komplette Problemlösungen anbieten. Das Leistungsspektrum des virtuellen Unternehmens umfasst ausführende und beratende Dienstleister wie Altlastensanierer und Ingenieurbüros, produzierende Unternehmen, im Umweltrecht spezialisierte Rechtsanwälte sowie eine Werbeagentur für Umweltmanagement. (<http://www.kiesel.de>).

3.3.3 Produzieren in regionalen Unternehmensnetzen

Auch kleine und mittlere Unternehmen sowie Handwerksbetriebe können ihre Leistungen zu einem gemeinsamen Angebot bündeln, das auf die besonderen Bedürfnisse eines regionalen Marktes abgestimmt ist.

Solche regionalen Unternehmensnetze sind attraktiv für viele Kunden, die nach maßgeschneiderten Lösungen an ihrem Ort suchen. Regional kann ressourcenschonender produziert und konsumiert werden, u. a. durch Vermeiden langer Transportwege. Teilweise lassen sich heimische Rohstoffe nutzen. Damit können durch Kooperation und Kompetenzbündelung in regionalen Netzen sowohl eine nachhaltige Entwicklung unterstützt, als auch eine Kreislaufwirtschaft angestoßen werden. Bei regionalen Kooperationen bieten sich auch gemeinsame Forschung und Entwicklung, Personalentwicklung und -austausch, Nutzung von Betriebsmitteln und Vermarktung an. Sie können sich darüber hinaus zu einer wettbewerbsfähigen und beschäftigungsförderlichen Alternative entwickeln.

Standortentscheidungen stehen im Spannungsverhältnis von Globalisierung und Regionalisierung. Um hier zu richtigen Entscheidungen zu kommen, müssen die Potenziale von globalen bzw. regional ausgelegten Wertschöpfungsketten bewertet werden können.

Zur Unterstützung kleiner und mittlerer Unternehmen bei diesen Fragestellungen stehen folgende Aufgaben an:

- Bestandsaufnahme und Verbreitung des Wissens über erfolgreiche regionale und globale Unternehmensnetze einschließlich aufeinander abgestimmter Strategien der Globalisierung und Regionalisierung. Aufzeigen der Voraussetzungen, Gestaltungselemente und Erfolgsfaktoren zweckdienlicher Kooperation. Anregung, diese Ideen aufzunehmen und weiterzuentwickeln
- Bereitstellen von verlässlichen Informationen und Hilfsmitteln für die Entscheidung, welche Anteile der Wertschöpfung regional und welche global erbracht werden sollen
- Entwicklung beispielhafter regionaler Produktionskonzepte und Fertigungsstrategien, die u. a. an kleinere Produktionsmengen angepasst sind, eine wettbewerbsfähige Alternative zur Globalisierung darstellen, sowie eine nachhaltige Entwicklung und das Wirtschaften in Kreisläufen ermöglichen.

3.3.4 Nutzung von Informationsnetzen für Geschäftsprozesse

Die neuen Informations- und Kommunikationstechniken werden in Zukunft noch stärker Träger aller Geschäftsprozesse sein. Das wird deutlich an Stichworten wie „Elektronischer Handel“, „Effiziente Kundenorientierung“, „Logistik der Zuliefererkette/supply chain management“, „Unternehmensressourcenplanung“. Hierzu ist ein effizienter, den Materialflüssen vorausleitender, begleitender und rückgekoppelter Informationsfluss notwendig. Netzwerkbetreiber, die als Dienstleister die Geschäftsabwicklung in offenen Netzen unterstützen, werden hierbei eine wichtige Rolle spielen.

Zu entwickeln sind u. a.:

- Standardisierte, leicht anpassungsfähige und erweiterbare Schnittstellen zwischen den heterogenen Datenverarbeitungssystemen, die in den verschiedenen Unternehmen eingesetzt werden. Insbesondere für zeitlich befristete Kooperationen und für Unternehmen, die in mehreren Netzen mitarbeiten, sind für eine effiziente Arbeit Austauschhilfen, wie z. B. Kommunikationsplattformen, zu entwickeln und in der Praxis zu testen
- Inner- und überbetriebliche Informations- und Kommunikationsnetze, die in Analogie zum Internet-Konzept standardisierte Zugriffe, Ausfallsicherheit durch Redundanzen, dezentrale Steuerung und Mechanismen zur Selbstregulation bieten. Die Offenheit derartiger Netze und die grundsätzliche Verfügbarkeit von Informationen muss natürlich auch begrenzt sein. Interne, sensible Daten der Unternehmen müssen durch geeignete Kapselung und Filterung nicht nur beim Datentransport vor unzulässigem Zugriff geschützt werden.

In den Unternehmen müssen Systeme, die eine verteilte gemeinsame Arbeit prozessorientiert unterstützen, angepasst, ergänzt, erprobt und weiterentwickelt werden. Neue Techniken wie Multimedia, Mobilkommunikation, virtuelle Realität, Identifizierungstechniken u. a. müssen gezielt für die Zusammenarbeit von Unternehmen eingesetzt werden.

3.4 Der Mensch und das wandlungsfähige Unternehmen

Zu diesem Handlungsfeld gehören Themen, die sich in erster Linie auf den Menschen im betrieblichen Umfeld beziehen. Sie sind von besonderer Bedeutung für die Innovationskraft sowie die angestrebte Flexibilität und Wandlungsfähigkeit eines Unternehmens. Sie haben Querschnittscharakter, sind deshalb auch bei den vorangegangenen drei Handlungsfeldern im Sinne der Ganzheitlichkeit als integrierter Bestandteil der zu entwickelnden Lösungen zu berücksichtigen und sollen in enger Beziehung mit den Aufgabenstellungen in den anderen Handlungsfeldern bearbeitet werden.

Es ist sinnvoll, bereits zu Beginn von Gestaltungs- oder Veränderungsprozessen die betroffenen Mitarbeiter beim Planen und Realisieren einzubeziehen und in Teams disziplin- und funktionsübergreifend zusammenzuführen. So können sich Kreativität und Engagement entfalten, im Unternehmen vorhandenes Wissen kann besser erschlossen werden.

3.4.1 Arbeitskräfte für die Produktion von morgen

Lern- und leistungsbereite Menschen, für die Arbeit ein wichtiger Teil ihres Lebens ist, sind eine Voraussetzung für den Erfolg industrieller Unternehmen. In der Produktion wird an den meisten Arbeitsplätzen in Zukunft noch mehr technisches und organisatorisches Wissen und Können benötigt als bisher. Vieles vom vorhandenen Wissen veraltet schnell. Immer bedeutsamer wird die Fähigkeit, ständig neues und weit verstreutes Wissen so aufzunehmen und zu verarbeiten, dass es rasch in der alltäglichen Arbeit genutzt werden kann. Trotzdem darf wichtiges „Erfahrungswissen“ nicht verloren gehen.

Die Produktion von morgen wird von den heute ausgebildeten Ingenieuren und Facharbeitern gestaltet. In den Studien- und Ausbildungsgängen im Maschinenbau, in der Elektrotechnik u. a. sind – nach dem zwischen dem BMBF und den Ingenieurverbänden intensiv geführten „Ingenieurdialog“ – mehr qualifizierte Bewerber erforderlich. Studien- und Ausbildungsangebote müssen zudem weiterentwickelt werden, um teamfähige Ingenieure und Facharbeiter als Promo-

toren komplexer, globaler Innovationen auszubilden. Dabei sollten die unterschiedlichen Profile von Universitäten und Fachhochschulen mit jeweils hochwertigen Ausbildungsrichtungen beachtet werden. Es muss versucht werden, Ingenieure und Facharbeiter in dem vom Arbeitsmarkt benötigten Umfang auszubilden.

Auch die Personalwirtschaft in den Unternehmen wird sich unter den zu erwartenden gesellschaftlichen Rahmenbedingungen am Standort Deutschland verändern müssen. Nach den Projektionen dürften bald zu wenig Facharbeiter sowie Natur- und Ingenieurwissenschaftler für die Industrie zur Verfügung stehen. Um dennoch in Zukunft mit entsprechend qualifiziertem Personal in ausreichender Zahl arbeiten zu können, müssen die heute noch vorherrschenden Grundsätze und Verfahren der Personalwirtschaft umfassend geändert werden – eine unternehmensstrategische Aufgabe, die lange Zeiträume erfordert. Dabei müssen auch Belange von Frauen, Familien und älteren Mitarbeitern berücksichtigt werden. Dies gilt auch für nicht qualifizierte oder nur spezifisch qualifizierbare Menschen.

Vorrangig sind folgende Aufgaben zu lösen:

- Aufzeigen zukünftiger Anforderungsprofile von Produktionsarbeit in allen Ebenen; Entwickeln entsprechender Qualifizierungsmaßnahmen, die auf die zu erwartenden Leistungs- und Qualifikationspotenziale abgestimmt sind
- Gestalten neuer Karrieremuster und neuer Formen des Erwerbens von Qualifikationen, um auch in Zukunft intelligenten lern- und leistungsfähigen Nachwuchs zu gewinnen und in den Unternehmen zu halten. Dies betrifft sowohl Ingenieuraufgaben als auch solche technisch-gewerbliche Tätigkeiten, die heute von Facharbeitern, Meistern und Technikern ausgeführt werden
- Weiterentwickeln von Leitlinien, Modellen und Verfahren der industriellen Personalwirtschaft für Mitarbeiter auf allen Ebenen einschließlich der Führungskräfte, z. B. Auswahl, Leistungsbewertung, Entgelt, Einbinden des vorhandenen Personals in eine neue Organisation mit neuen Anforderungen, Befähigung zu erfolgreichem Arbeiten in bereichs- und prozessübergreifenden, kooperativen Strukturen.



3.4.2 Neue Methoden zur Gestaltung industrieller Arbeit

Die bei der Gestaltung industrieller Arbeitsprozesse bisher vielfach angewandten Prinzipien und Vorbilder – z. B. Zeitwirtschaft als zentraler Rationalisierungsmotor, Konzentration der Rationalisierung auf direkt produktive Tätigkeiten, feinste Durchplanung und Optimierung aller Verrichtungen – mit dem Endziel der Vollautomatisierung entsprechen nicht mehr den aktuellen technisch-organisatorischen Gegebenheiten. Sie greifen bei den neuen unternehmensstrategischen Notwendigkeiten zu kurz und werden weder den sich abzeichnenden personalwirtschaftlichen Herausforderungen, noch den gegenwärtigen beschäftigungspolitischen Problemen gerecht. Sie beziehen sich auf Leistungsparameter, deren strategische Bedeutung ständig abnimmt, statt jene Fähigkeiten der Mitarbeiter aktiv zu fördern, die immer dringender benötigt werden (wie z. B. Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit).

Zwar wurden seit dem Ende der 70er Jahre Ansätze wie Arbeitsanreicherung, Gruppenarbeit, Kontinuierlicher Verbesserungsprozess oder Qualitätszirkel vielerorts erfolgreich in der Industrie angewendet. Doch angesichts heutiger Herausforderungen zeigen sich die Beschränkungen dieser Verfahren, da sie sich nicht auf die kompletten Wertschöpfungsketten beziehen.

Notwendig ist das Gestalten und Verbessern von Arbeitsprozessen in vollständigen Wertschöpfungsketten von der Entwicklung über die Herstellung bis zum Vertrieb. So kann zur Sicherung bestehender und Schaffung neuer Arbeitsplätze durch „beschäftigungsförderliche Rationalisierung“ beigetragen werden, ohne auf Produktivitätszuwachs in Kernbereichen zu verzichten.

Folgende Aufgaben sind in diesem Zusammenhang zu lösen:

- Aufzeigen und Weiterentwickeln von Leitlinien, Modellen und Verfahren für die Gestaltung von Arbeitsprozessen, die das Lernen unterstützen, die Kreativität und Kommunikationsfähigkeit fördern, das Erfahrungswissen nutzen und die Attraktivität der Industriearbeit erhöhen

- Konzipieren, Weiterentwickeln und praktisches Erproben von leicht anwendbaren, den Umfeldbedingungen, Marktchancen und strategischen Orientierungen der jeweiligen Unternehmen anpassbaren Modellen und Verfahren von Zeit- und Arbeitswirtschaft, arbeitsprozessbezogenem Controlling und Führung. Sie müssen für die Gestaltung ganzer Wertschöpfungsketten tauglich sein
- Verbreiten erfolgreicher Lösungen bei KMU.

3.4.3 Organisation im lern- und wandlungsfähigen Unternehmen

In Zukunft werden dezentrale, produkt- und kundenorientierte sowie lern- und wandlungsfähige Organisationsformen das Erscheinungsbild erfolgreicher Unternehmen bestimmen.

Vom heutigen Stand ist der Weg dorthin für viele Unternehmen lang und mühsam, besonders wenn eingefahrene, bisher erfolgreiche Vorgehensweisen innovatives Denken und Handeln behindern. Nichts aber ist schwieriger im Unternehmensalltag, als umfassende Veränderungen – die einer Kulturveränderung gleichkommen – anzustoßen und durchzuführen. Viele Reorganisationen haben deshalb Einmalcharakter, ohne zu einer dauerhaften Veränderungsfähigkeit der Organisation zu führen. Derzeit können lediglich Erfolgsfaktoren einzelner Vorreiterunternehmen beschrieben werden. Die breite Anwendung in anderen Unternehmen steht noch aus.

Folgende Aufgaben sind aus heutiger Sicht anzugehen:

- Erprobung von Methoden und Modellen für neue Formen der Koordination, Integration und Führung dezentraler Organisationen
- Weiterentwicklung von Verfahren für die Identifikation von internem und externem Wandlungsbedarf, für die Bewertung von Wandlungsfähigkeit und für die Gestaltung von wandlungsfähigen Organisationsstrukturen
- Anstoßen einer Innovations- und Veränderungskultur bei produzierenden Unternehmen, die auf das Wahrnehmen von Kundenwünschen und Marktchancen, auf Flexibilität der Organisation sowie auf Qualifikation, Kreativität und Kooperationsfähigkeit der Mitarbeiter setzt.

3.4.4 Menschengerechte Gestaltung von Produktionssystemen

Die Technik von Produktionssystemen und die Organisation produzierender Unternehmen werden von Menschen betrieben. Daraus ergeben sich Anforderungen an Produktionssysteme, von deren Erfüllung Erfolg und Zukunftschancen der Unternehmen entscheidend abhängen. Zu diesen Anforderungen gehören u. a. eine nicht nur auf schnelle Kostensenkung abzielende Unternehmensstrategie, eine Aus- und Weiterbildung, die auf die Bewältigung des Wandels im Unternehmen vorbereitet, sowie die Möglichkeit für alle Betroffenen, bei der Umstellung auf neue Technologien mitzuwirken.

Dezentrale und selbstverantwortliche Leistungseinheiten werden immer mehr zu Erfolgsfaktoren. Sie erfordern eine Fertigungstechnik, die auch bei variabler Auslastung wirtschaftlich ist. Hierzu ist der Automatisierungsgrad zu optimieren. Die Informationssysteme müssen dabei benutzerfreundlich und lernförderlich gestaltet sein. Das Erfahrungswissen der Beschäftigten muss zur Anwendung kommen. Dementsprechend ist folgenden Anforderungen in allen Handlungsfeldern dieses Rahmenkonzeptes zu entsprechen:

- Technikdesign ist in Zukunft weiter zu fassen als rein technische Gestaltung, damit der arbeitende Mensch mit all seinen Fähigkeiten von der Technik effektiv unterstützt wird. Wandlungsfähige Produktionssysteme, die von den Mitarbeitern leicht beherrscht werden können, sollten gezielt weiterentwickelt und eingesetzt werden. Es ist notwendig, neue Technologien auch unter schwierigen Bedingungen einführen zu können, z. B. unter Zeit- und Ressourcenknappheit oder bei starkem Wachstum des Unternehmens. Anforderungen an die Technik müssen von der gesamten Wertschöpfungskette aus betrachtet werden, auch unter dem Gesichtspunkt einer Erhöhung des Dienstleistungsanteils

- Die Entwicklung und Anwendung von Technik unterliegt kulturspezifischen Besonderheiten. Unterschiedliche technische Normen, Qualifikationen und Fertigkeiten sowie verschiedene soziale und ökologische Standards sind dafür Beispiele. Ein exportorientiertes Land wie Deutschland muss diese kulturellen Unterschiede in seinen Produkten und Dienstleistungen berücksichtigen. Für lokale Märkte sollten „regional harmonisierte Produkte“ hergestellt werden, die auf die jeweilige Mentalität und soziale Lage der Menschen Rücksicht nehmen. Aus- und Weiterbildung müssen das hierzu notwendige Wissen vermitteln
- Bei der Integration von Mensch, Technik und Organisation kommt dem planenden Personal eine Schlüsselrolle zu. Erfolgreiche Problemlösungen können am besten durch Teams von Mitarbeitern mit verschiedenen Kompetenzprofilen ausgearbeitet werden. Diese Kompetenzprofile müssen definiert und in der beruflichen Grundausbildung und Weiterbildung vermittelt werden. Wichtig sind auch Methoden, Softwarewerkzeuge, Technologien und Organisationsformen, die in besonderer Weise die Entfaltung von Qualifikation und Kreativität unterstützen.

4. Vorgesehene Maßnahmen und Durchführung des Rahmenkonzepts

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung wird den eingeleiteten intensiven Diskussionsprozess zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, Tarifvertragsparteien und Staat über die Entwicklung und Gestaltung der Produktion von morgen weiterführen.

Während der Durchführung dieses Rahmenkonzepts werden sich die Produktion und ihr Umfeld am Standort Deutschland weiter verändern. Das Rahmenkonzept berücksichtigt diese Dynamik durch Offenheit für neue Themen und ist in diesem Sinne als **älernendes Programm** angelegt. Es ist ein offener forschungspolitischer Handlungsrahmen, innerhalb dessen Maßnahmen nach und nach vorgeschlagen, bewertet und durchgeführt werden. Um zu konkreten Aktionen und Projekten zu gelangen, werden erste Interessenten zunächst vom Projektträger zu einem gemeinsamen Diskurs zusammengeführt. Hier werden die zu lösenden Aufgaben diskutiert, konkretisiert und mit Prioritäten versehen. Auf dieser Basis wird das BMBF in Abstimmung mit anderen Fördermaßnahmen (s. Anhang) einen **Ideenwettbewerb** anstoßen und Fördermaßnahmen öffentlich bekannt geben, damit sich weitere Interessenten melden können.

Während der Untersuchung „Produktion 2000plus“ wurden bereits konkrete Themen identifiziert, die von wesentlicher Bedeutung für eine wettbewerbsfähige Produktion sind. Es handelt sich hierbei um übergreifende Fragestellungen, die eine hohe volkswirtschaftliche Relevanz besitzen, in der Breite wirksam werden, eine Stärkung kleiner und mittlerer Unternehmen bewirken können, sich durch einen hohen Neuheitsgrad auszeichnen und rasch aufgegriffen werden sollen. Deshalb wurden zu diesen Themen **äVordringliche Aktionen** (VA) gestartet (s. Anhang). Sie sind als Vorprojekte und Impulsgeber zur Konkretisierung der Handlungsfelder angelegt. Ihre Ergebnisse sind Grundlagen für Bekanntmachungen zu Fördermaßnahmen.

Ist eine Bekanntmachung erfolgt, so können **Skizzen für Vorhaben** beim Projektträger eingereicht werden. Diese Vorschläge müssen auf dem internationalen

Stand der Technik aufbauen und insbesondere die Ergebnisse und Erkenntnisse vorangegangener Programme und Rahmenkonzepte (z. B. „Produktion 2000“) berücksichtigen. Sie werden nach **folgenden Kriterien bewertet**:

Zukunftsorientierung

- Spitzentechnologie, Erreichbarkeit einer Weltspitzenposition
- Neue Fragestellungen und innovative Lösungsansätze
- Risikoreiche Vorhaben

Volkswirtschaftliche Relevanz

- Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie, Stärkung des produzierenden Bereiches in den neuen Ländern
- Erhöhung der Innovationskraft kleiner und mittlerer Unternehmen, Einbindung von jungen Technologiefirmen
- Schaffung und Erhalt von Arbeitsplätzen
- Nachhaltigkeit, ressourcenschonende Produktionsformen, umwelt- und sozialverträgliche Entwicklungen

Systemansatz

- Interdisziplinarität, Übernahme neuer Ergebnisse anderer Wissensgebiete
- Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft
- Konzept zum Projektcontrolling

Breitenwirksamkeit, Aus- und Weiterbildungsaspekte

- Überzeugendes Konzept zur Umsetzung der Ergebnisse
- Einsatzmöglichkeiten für kleine und mittlere Unternehmen aus verschiedenen Wirtschaftszweigen
- Schaffung von Kompetenznetzwerken, Wissenstransfer
- Verknüpfung mit Qualifizierungsstrategien

Nicht gefördert werden Vorschläge, die wichtigen Kriterien nicht entsprechen und die im Ideenwettbewerb niedrige Bewertungen erhalten.

Positiv bewertete Vorhaben werden unter Berücksichtigung der jeweiligen Haushaltslage finanziell unterstützt. Dabei stehen Verbundprojekte im Vordergrund. Darüber hinaus sollen geeignete Themen als Leitprojekte oder Kompetenznetzwerke gefördert werden. Auch andere Maßnahmen, z. B. zur Ergebnisverbreitung an KMU oder zur Wirkungsanalyse/Evaluierung der Forschung, sollen unterstützt werden.

Die Förderung erfolgt auf der Basis von Zuschüssen. Für die Bemessung der Beihilfeintensität in den unterschiedlichen Forschungskategorien gelten generell die nationalen Vorschriften sowie der EU-Gemeinschaftsrahmen für staatliche Beihilfen für FuEul (2006/C 323/01) in der Fassung vom 30.12.2006, die zurzeit (Stand: 2008) folgende Abstufungen vorsehen:

- bis 100 % für Grundlagenforschung
- bis 50 % für „industrielle Forschung“,
- bis 25 % für „experimentelle Entwicklung“.

Für **kleine und mittlere Unternehmen** (KMU im Sinne der jeweils aktuellen Richtlinien der EU-Kommission) kann die Beihilfeintensität um bis zu zehn Prozentpunkte bei mittleren Unternehmen und bis zu 20 %-Punkte bei kleinen Unternehmen erhöht werden (Amtsblatt der EU L 124 vom 20.05.2003).

Forschungseinrichtungen der öffentlichen Hand, die auf Ausgabenbasis abrechnen, können in der industriellen Verbundforschung mit bis zu 100 % gefördert werden, Helmholtz-Zentren und die Fraunhofer-Gesellschaft bis zu 100 % der projektbezogenen Kosten. Im Rahmen der Bekanntmachungen werden spezifische Beihilferegelungen getroffen, die sich an dem Charakter des jeweiligen Förderthemas orientieren. Es gelten in jedem Falle höchstens die Obergrenzen der Beihilfen gemäß FuEul-Gemeinschaftsrahmen für staatliche Beihilfen (2006/C323/01).

Bei der Auswahl und Vorbereitung von Projekten wird geprüft, ob die jeweiligen Aufgabenstellungen als Bestandteil eines von der **Europäischen Union** geförderter Vorhabens bearbeitet werden können. Um deutsche Antragsteller hierbei zu unterstützen, hat das BMBF beim Projektträger eine Fachkontaktstelle eingerichtet. Hier erhalten Interessenten Informationen über Ausschreibungen der Europäischen Union, insbesondere für den Bereich Produktion im 7. Rahmenprogramm der

Europäischen Union. Im Rahmen der europäischen EUREKA Initiative können von Unternehmen neue Projekte (oder Beiträge hierzu) vorgeschlagen werden. Der Projektträger berät hierbei ebenso wie bei den anderen Aktivitäten des Rahmenkonzepts „Forschung für die Produktion von morgen“.

Der mit der Durchführung des Rahmenkonzepts betraute Projektträger ist Ansprechpartner für alle Fragen zu diesem Rahmenkonzept. Er erteilt Auskunft über laufende FuE-Maßnahmen und hält aufbereitetes Wissen bereits abgeschlossener FuE-Maßnahmen bereit. Er organisiert den erforderlichen Diskurs zur weiteren Programmausgestaltung, nimmt Anregungen für neue Arbeitsthemen und Initiativen entgegen und lässt diese dann – im Sinne des lernenden Programms – wiederum in den Diskurs einfließen.

Vor der formalen Einreichung von Projektanträgen wird daher stets die Kontaktaufnahme mit dem Projektträger empfohlen.

Kontaktadressen des zuständigen Projektträgers

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe
Bereich Produktion und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT)
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Telefon: 07247 82-5281
Telefax: 07247 82-5456
E-Mail: alter@ptka.fzk.de

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe
Bereich Produktion und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT)
– Außenstelle Dresden –
Hallwachsstraße 3
01069 Dresden

Telefon: 0351 463-31435
Telefax: 0351 463-31444
E-Mail: blumentritt@ptka.fzk.de

Anhang

A. Vordringliche Aktionen

Zur Vorbereitung von Ideenwettbewerben zur Forschung für die Produktion von morgen werden durchgeführt:

1. Entwurf einer Kooperationsplattform für KMU im Spannungsfeld von Globalisierung und lokaler Verankerung
2. Entwicklung, Produktion und Service von Software für eingebettete Systeme
3. Informationsnetzwerke produzierender Unternehmen
4. Innovative Prozesse und Bauweisen für Elektronik- und verwandte mikro-technische Produkte
5. Industrielle Fachkräfte für das 21. Jahrhundert
6. Potentiale der Grenzwertorientierung von Fertigungstechnologien und Abläufen
7. Wachstumsstrategien durch markt-orientierte Wandlungsfähigkeit und produktnahe Dienstleistungen
8. Integrationsplattform Logistik
9. Prozesse mit dem Ziel der Nachhaltigkeit
10. Serientaugliche Fertigungsverfahren zur Nutzung neuer Werkstoffe
11. Potenziale neuer Hochleistungs-maschinenelemente
12. Beschäftigungsförderliche Rationalisierung
13. Kooperatives Produktengineering
14. Innovativer Leichtbau
15. Innovative Verfahren für die schnelle Prototypen- und Kleinserienherstellung
16. Ganzheitliche Planung flexibler Fabrikstrukturen
17. Innovationspotential durch Integration neuer Schicht- und Oberflächentechnologien in den Fertigungsablauf
18. Offene Prozessschnittstelle für integrierte Steuerungsapplikationen
19. Beherrschung von Wärmeprozessen im Fertigungsablauf
20. Miniaturisierung von Baugruppen

B. Andere Aktivitäten des BMBF mit Bezug zum Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“

Die Förderung von Forschung als Innovationsmotor sowie die Sicherung wissenschaftlicher Exzellenz bei Grundlagen für die zukünftige Produktion gehören zu den Zielen vieler Maßnahmen des BMBF. Der nachfolgende kurze Überblick soll insbesondere kleine und mittlere Unternehmen dazu anregen, vorhandene Forschungsergebnisse zur ständigen Verbesserung ihrer Produktionsprozesse zu erschließen und gute Partner für neue Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu finden.

Materialforschung; Physikalische und chemische Technologien

Anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung in den Bereichen Materialwissenschaften, Physik und Chemie bilden zusammen mit den entsprechenden Fertigungsverfahren die Grundlage neuer technischer Entwicklungen für morgen. Produkte und Herstellungs- bzw. Bearbeitungsverfahren nehmen weltweit an technischer Komplexität zu, der Wettbewerb verschärft sich. Wegen der Schrittmacherfunktion neuer Werkstoffe für Innovationsprozesse fördert das BMBF das für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie bedeutende Gebiet der Materialforschung mit dem Programm „Neue Materialien für Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts“. Das Programm zielt auf maßgeschneiderte Materialtechniken für innovative Produkte der Informations-, Energie-, Verkehrs- und Medizintechnik. Dies umfasst auch werkstoffliche Problemlösungen bei den Werkzeugen und Hilfsmitteln zur Fertigung dieser innovativen Produkte, z. B. die Entwicklung superharter Werkzeuge oder mit Trockenschmierstoffen beschichtete Werkzeuge zur umweltfreundlichen Fertigung.

In den physikalischen und chemischen Technologien werden neue Erkenntnisse der Grundlagenforschung aufbereitet, bewertet und mit gezielter Förderung Erfolg versprechender Ansätze auf die innovative Umsetzung in die industrielle und wirtschaftliche Nutzung vorbereitet. Thematische Schwerpunkte sind neben der Früherkennung von Schlüsseltechnologien und der damit verbundenen prospektiven Forschung u. a. funktionale supramolekulare Systeme, molekulare Oberflächen, Katalyse, Plasmatechnik, Nanotechnologien sowie Hochleistungsdiodenlaser und neue Laseranwendungen für hochpräzise Materialbearbeitung. Bei allen Förderaktivitäten wird auf die Entwicklung nachhaltiger Produkte und Prozesse besonderer Wert gelegt.

Dienstleistungen für das 21. Jahrhundert

Der Dienstleistungssektor trägt auch in den entwickelten Volkswirtschaften immer mehr zu Wertschöpfung, Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung bei. In Deutschland entstanden in den vergangenen zehn Jahren über eine Million neue Arbeitsplätze im Dienstleistungsbereich. Dessen Wachstumspotentiale könnten jedoch noch besser genutzt werden, die Innovationsfähigkeit im Dienstleistungsbereich muss gestärkt werden. Das BMBF unterstützt deshalb Innovationen im Dienstleistungssektor und neue integrierte Dienstleistungen in anderen Wirtschaftsbereichen. Forschungsförderung erfolgt u. a. für Service-Engineering und Service-Design; zur Stimulierung der Entwicklung innovativer Dienstleistungen im Handwerk; für Arbeitsorganisation, Management und Tertiärisierung; zu Standardisierung und Qualität im Dienstleistungssektor; zum Benchmarking zur Stärkung von Innovation, Wachstum und Beschäftigung im Dienstleistungssektor; zur Identifizierung rechtlicher Innovationshemmnisse für neue Dienstleistungen.

Forschung für die Umwelt

Unter dem Stichwort „Umwelttechnologien“ werden Maßnahmen der Bundesregierung zusammengefasst, die darauf abzielen, Beiträge zur Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Umweltnutzung vor allem durch integrierten Umweltschutz zu erreichen. Neben der Umweltentlastung soll erreicht werden, die Kosten von Umweltschutztechnologien zu senken und damit auch die Wettbewerbsposition der deutschen Industrie zu stärken.

Im Mittelpunkt steht die Förderung der integrierten Umwelttechnik, die insbesondere darauf abzielt, den Energie- und Ressourceneinsatz in der industriellen Produktion zu minimieren und schädliche Emissionen und Abfälle zu vermeiden. Beispiele sind Verbundvorhaben zur stoffverlustminimierten Prozesstechnik bei galvanotechnischen Anlagen oder Organisationsmodelle und Informationssysteme für den betrieblichen Umweltschutz.

Deutschland hat ein hohes Niveau im Umweltschutz und eine Spitzenposition im Welthandel mit Umweltgütern erreicht. Dafür wurden in den letzten Jahren innovative umwelttechnische Verfahren und Ausrüstungen entwickelt, produziert und eingesetzt. In Zukunft gilt es verstärkt, die Effizienz des technischen Umweltschutzes in ökologischer und ökonomischer Hinsicht gleichermaßen zu steigern. Es geht um mehr Umweltentlastung zu günstigeren Kosten durch integrierten Umweltschutz sowie um die Einführung des betrieblichen Umweltmanagements.

Basistechnologien der Informations- und Kommunikationstechnik

Besser, schneller, wirtschaftlicher – so lautet die Maxime, wenn es um den weltweiten Datentransfer geht. Auch bei Datenspeicherung, Multimedia-Kommunikation oder Displaytechnik sind immer höhere Leistungen gefragt. Deshalb zielen Fördermaßnahmen des BMBF u. a. auf die Zusammenführung von photonischen Bauelementen zu leistungsfähigen Systemeinheiten für die Datenübertragung, auf optische Verbindungssysteme, optische Hochleistungsspeicher, neue Netztechnologien mit höheren Bandbreiten, mobile multimediale Kommunikationsdienste und farbige Flachbildschirme.

Das BMBF will die Leistungsträger in diesen Feldern zusammenbringen, um gemeinsam strategische Handlungsoptionen zu entwickeln und Grundlagen für industrielle Aktivitäten zu schaffen.

Informatik

Im Rahmen des BMBF-Förderbereichs Informatik werden grundlegende Technologien zur Realisierung der Softwarebestandteile zukünftiger informationstechnischer Systeme entwickelt und für spezifische Anwendungsfelder nutzbar gemacht. Im Vordergrund stehen dabei komplette Systemlösungen für Anwendungen im Kontext der Innovationsschwerpunkte des Förderprogramms Informationstechnik. Die Förderung erfolgt in Form von Verbundprojekten, die von konkreten Fragestellungen in der Anwendung abgeleitet werden und in denen jeweils mindestens ein Anwenderunternehmen mitarbeitet, um den Transfer von der Wissenschaft in die Wirtschaft sicherzustellen.

Für die industrielle Produktion besonders interessant sind z. B. Methoden und Werkzeuge zur Entwicklung von Software für „eingebettete“ Systeme und intelligente Systeme in der Robotik, Prozesssteuerung und Fertigung.

Mikrosystemtechnik

Damit die deutsche Wirtschaft in dem Zukunftsfeld der Mikrosystemtechnik auch weiterhin eine führende Stellung einnimmt, kommt es darauf an, bei zukünftigen Entwicklungen noch stärker die Bedürfnisse der Nutzer zu berücksichtigen. Das BMBF-Förderungsprogramm Mikrosystemtechnik ist auf diese Anwendungsaspekte ausgerichtet. Gleichzeitig berücksichtigt das Programm besonders die kleinen und mittleren Unternehmen. Sie stehen bei der Bewältigung der vielfältigen technischen und organisatorischen Probleme, die aus der Zusammenführung der verschiedenen Mikrosystemtechniken herrühren, vor einer großen Herausforderung. Wie die Mikroelektronik erschließt auch die Mikrosystemtechnik eine nahezu unbegrenzte Produktvielfalt. Die Palette der Anwendungsfelder reicht von der Automobiltechnik über den Umweltschutz und die Haus- und Gebäudetechnik bis hin zur Medizintechnik und zum Maschinenbau. Damit ist die Mikrosystemtechnik eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Wenn auch einige Produkte der Mikrosystemtechnik – wie beispielsweise das Handy oder der Airbag-Sensor – schon seit einigen Jahren zum Alltag gehören, so sind die enormen Potentiale der Mikrosystemtechnik bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

Grundfinanzierung von Forschungsorganisationen

Der Bund fördert – gemeinsam mit den Ländern – die Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (MPG), die Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF), die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung (FhG) sowie die Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried-Wilhelm-Leibniz („Blaue Liste“). Wichtiges Anliegen des BMBF ist es, die Nutzung von Forschungsergebnissen zu verstärken – auch zum Erreichen und Behaupten von Führungspositionen in der industriellen Produktion.

Die **MPG** betreibt eigenverantwortlich insgesamt rund 80 primär der erkenntnisorientierten und anwendungsorientierten Grundlagenforschung gewidmete Forschungsinstitute.

Die in der **HGF** zusammengeschlossenen 16 Großforschungseinrichtungen bearbeiten komplexe wissenschaftlich-technische Aufgaben, betreiben Großgeräte und entwickeln Systemlösungen. Technologietransferstellen unterstützen Interessenten aus der Wirtschaft, besonders aus kleinen und mittleren Unternehmen, bei der Kontaktaufnahme mit den Wissenschaftlern der HGF.

Die **DFG** fördert als Selbstverwaltungsorganisation der Wissenschaft vor allem die Forschung an wissenschaftlichen Hochschulen in all ihren Disziplinen und den wissenschaftlichen Nachwuchs. Die DFG fördert auch Transferbereiche, d. h. Projekte zur Kooperation zwischen Forschungsinstituten und Unternehmen der Wirtschaft oder anderen Anwendern, die der Umsetzung von Ideen und Erkenntnissen der Grundlagenforschung in die Praxis dienen.

Die **FhG** ist die führende Trägerorganisation von Einrichtungen der angewandten Forschung in Deutschland. Sie führt Vertragsforschung für die Industrie, für Dienstleistungsunternehmen und die öffentliche Hand aus und bietet Informations- und Serviceleistungen an. Das Wirken der FhG orientiert sich konsequent am Ziel der Umsetzung von Ergebnissen der Grundlagenforschung in neue, innovative Produkte, Verfahren und Dienstleistungen.

Bildung

Schwerpunktt Themen im Bereich der **beruflichen Bildung** sind Fragen des Ausbildungspotenzials, der weiteren Modernisierung und Differenzierung der Berufsausbildung sowie Fragen der kontinuierlichen Qualifikations- und Kompetenzentwicklung im Rahmen beruflicher Weiterbildung. Der Funktion des

arbeitsintegrierten Lernens in der Zukunftsentwicklung von Wirtschaft, Gesellschaft und Individuum kommt hierbei besondere Bedeutung zu. Es ist insbesondere erforderlich, Änderungen in den Qualifikationsanforderungen frühzeitig zu erkennen und in der beruflichen Bildung umzusetzen.

Im **Hochschulbereich** haben zusätzlich die Internationalisierung sowie die Wissensvermittlung zur Existenzgründung ein starkes Gewicht. Wettbewerbe zur Existenzgründung aus Hochschulen werden durchgeführt, entsprechende Vorhaben sind inzwischen angelaufen.

Insgesamt geht es um die Verbesserung der Qualität und Effizienz des Bildungssystems – auch im Hinblick auf eine bessere Erschließung der Potenziale von Frauen – und die Stimulierung des Innovationspotenzials von Wissenschaft, Hochschule und Wirtschaft durch Technologietransfer sowie durch erweiterte Selbstverantwortung der Bildungseinrichtungen. Ferner geht es darum, die Potenziale und Dimensionen der Wissensgesellschaft zu erkennen sowie Hilfen zum Übergang in eine Gesellschaft des lebenslangen und selbstgesteuerten Lernens zu geben.

Nähere Informationen zu diesen und weiteren Maßnahmen für die Förderung von Bildung und Forschung sind erhältlich über:

BMBF, Referat Öffentlichkeitsarbeit
Telefax: 0228/57-3917
E-Mail: information@bmbf.bund400.de
Internet: <http://www.bmbf.de>

C. Maßnahmen auf europäischer Ebene

C.1 Kommission der Europäischen Union

Die Europäische Union zielt mit ihrer Forschungspolitik darauf, das technologische Know-how und damit die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie Europas insgesamt weiter zu steigern und die Kooperation zwischen den einzelnen Staaten zu fördern.

Im neuen 5. Forschungsrahmenprogramm (1998 bis 2002) sollen Forschung, technologische Entwicklung und Demonstrationsprojekte – und zwar stärker als bisher am gesellschaftlichen Bedarf orientiert – gefördert werden. Forschung für die Produktion ist hierin mit der Leitaktivität 3.1 „Innovative Produkte, Verfahren und Organisationsformen“ ein Schwerpunkt. Diese Leitaktivität ist dem Thematischen Programm 3 „Wettbewerbsorientiertes und nachhaltiges Wachstum“ zugeordnet, das aus weiteren Leitaktivitäten und Generischen Aktivitäten besteht.

Die Leitaktivität 3.1 unterteilt sich in die vier folgenden Aufgabengebiete:

- Effiziente Entwurfs- und Produktionsverfahren
- Intelligente Produktion
- Ökoeffiziente Technologien
- Organisation der Produktion und der Arbeit

Zur Durchführung der Leitaktivität erfolgen eine Reihe von Ausschreibungen. Die darin vorgesehenen Maßnahmen bündeln jeweils verschiedene Aspekte der vorgenannten Aufgabengebiete. Ein zentrales Ziel des Rahmenprogramms ist der Umweltschutz. Die Erhaltung des Ökosystems durch einen besseren Umgang mit natürlichen Ressourcen und durch die Reduzierung von Emissionen ist ein wesentlicher Faktor, der in der Produktion zu berücksichtigen sein wird.

Für die Verbesserung der Produktion sind auch weitere Aktivitäten des 5. Rahmenprogramms interessant, z. B. die

- Generische Aktivität „Neue Werkstoffe, ihre Herstellung und Verarbeitung, inkl. Stahl“ des Thematischen Programms 3 „Wettbewerbsorientiertes und nachhaltiges Wachstum“ oder die
- Leitaktivität 2.2 „Neue Arbeitsverfahren und elektronischer Geschäftsverkehr“ des Thematischen Programms 2 „Benutzerfreundliche Informationsgesellschaft“

Die Beteiligungschancen für kleine und mittlere Unternehmen am 5. Rahmenprogramm sind besonders gut. Für die KMU-Maßnahmen im 5. Rahmenprogramm gelten erleichterte Bedingungen, z. B. für

- Sondierungsprämien
- Förderung der Gemeinschaftsforschung.

Diese Maßnahmen sind erfahrungsgemäß vor allem für kleinere Unternehmen mit produktionstechnischen Fragestellungen von besonderer Bedeutung.

C.2 EUREKA-Initiative

EUREKA ist eine industriepolitische Initiative für grenzüberschreitende Zusammenarbeit auf dem Gebiet technologischer Forschung und Entwicklung für zivile Zwecke. Ziel der Initiative ist, das in Europa vorhandene Potential an fachlicher Kapazität und finanziellen Ressourcen zu bündeln und effektiver zu nutzen und somit dazu beizutragen, die europäische Wettbewerbsfähigkeit auf dem Weltmarkt zu stärken.

EUREKA ist kein vorab inhaltlich definiertes Programm wie die thematischen Programme im 5. Rahmenprogramm der EU, sondern ein offener Rahmen für die Initiativen von Unternehmen („bottom-up“-Ansatz). Fünfundzwanzig Staaten beteiligen sich daran. EUREKA hat sich inzwischen auch nach Osteuropa geöffnet.

Nach intensiven Beratungen mit produzierenden Unternehmen in mehreren europäischen Ländern wurde im Jahr 1996 ein thematischer Rahmen mit dem Titel „Factory for the Future“ – kurz: FACTORY – zur Weiterentwicklung der Produktion abgesteckt. Auf folgende Themenschwerpunkte haben sich die Länder dabei geeinigt:

- Verbesserung des Produktentwicklungsprozesses
- Neue und verbesserte Fertigungstechnologien
- Dynamische, flexible und robuste Fertigungssysteme
- Umweltgerechte Produkte und Produktionsprozesse
- Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien in der Produktion
- Logistische Aspekte der Produktion.

Deutschland hat bisher sechs europäische Verbundprojekte in diesem Rahmen vorgeschlagen und erfolgreich durchgeführt sowie in weiteren als Partner mitgewirkt. Die Themenschwerpunkte werden ständig fortgeschrieben und sind mit den Aktionsfeldern dieses Rahmenkonzepts kompatibel.

Die deutschen Projektanteile von FACTORY-Projekten können grundsätzlich innerhalb dieses Rahmenkonzepts gefördert werden, wenn die entsprechenden Fördervoraussetzungen erfüllt sind. Ein Kriterium sind insbesondere die Vorteile, die sich die beteiligten Unternehmen aus der grenzübergreifenden Forschung und Entwicklung erhoffen.

D. Maßnahmen in den USA und in Japan

Einen guten Überblick über den Stand, die Entwicklungstendenzen und Maßnahmen in den USA und Japan geben zwei Studien:

- Die amerikanische Studie „Next-Generation Manufacturing – A Framework for Action“ von 1997
- Die japanische Studie „Leitfaden zur Forschung in der technischen Produktionswissenschaft, -planung und -steuerung an der Schwelle zum 21. Jahrhundert“.

USA

Das „Next-Generation Manufacturing“-Projekt (NGM) wurde 1995 mit dem Ziel initiiert, einen Handlungsrahmen für U.S.-Hersteller als Wegweiser und Hilfestellung zum Erfolg in einem zunehmend komplexen und weltweit konkurrierenden Markt zu geben. Initiatoren des Projekts waren das U.S. Department of Energy, das Department of Defense, das National Institute of Standards and Technology sowie die National Science Foundation.

Die Projektdurchführung lag bei einem Team, gebildet aus drei Organisationen: dem Agility Forum, der Arbeitsgruppe Leaders for Manufacturing (LFM) des Massachusetts Institute of Technology (MIT) und der Arbeitsgruppe Technologies Enabling Manufacturing (TEAM). Weiterhin wurde das Projekt finanziell und personell von einem Netzwerk zahlreicher Industrieorganisationen, der Regierung und akademischer Institutionen unterstützt.

Die Studie gibt einen Handlungsrahmen für Unternehmen, die die wichtigsten Trends der Zukunft erkennen wollen, diese in ihre strategische Planung einbauen und in einen Wettbewerbsvorteil verwandeln können. Zu diesem Zweck bildet das NGM-Projekt eine hierarchische Struktur. In einem ersten Schritt werden die Global Drivers des neuen Wettbewerbs identifiziert, darauf aufbauend Anforderungen für die Unternehmen der nächsten Generation entwickelt. Diese Anforderungen unterliegen einer Reihe von Beschränkungen und Schwierigkeiten, welche zu überwinden sind. Hierzu werden Schlüsselfunktionen gebildet und deren Umsetzung als absolutes Muss definiert. Darauf aufbauend können Handlungsempfehlungen gegeben werden, die das Unternehmen auf einen Kurs in die Zukunft des produzierenden Gewerbes setzen.

Als künftig entscheidende Schlüsselfunktionen identifiziert die Studie vier Bereiche:

- den mitarbeiterbezogenen
- den geschäftsprozessbezogenen
- den technologiebezogenen und
- den kooperationsbezogenen Bereich.

Diese Bereiche haben jeweils spezielle Funktionen, die sie zum Bestehen im Wettbewerb der nächsten Generation benötigen. Wie das Unternehmen des nächsten Jahrtausends diese Kernkompetenzen und Schlüsselfunktionen erreichen kann, ist in abschließenden „Action Plans“ bzw. „Action Plan Recommendations“ beschrieben.

Die Autoren der Studie betonen, dass der Weg zum „Next-Generation Manufacturing“ nicht von einem Unternehmen allein beschritten werden kann. Vielmehr bedarf es des gebündelten Einsatzes der Wirtschaft, der Behörden, Vereinigungen, akademischen Institutionen und der einzelnen, zur Veränderung und zum Risiko bereiten Individuen.

Japan

Die japanische Studie „Leitfaden zur Forschung in der technischen Produktionswissenschaft, -planung und -steuerung“ basiert auf der Zusammenfassung der Diskussion anlässlich der 15. wissenschaftlichen Konferenz des Maschinenbau-Forschungskomitees in Japan am 27. Juni 1994.

In der Vergangenheit war in der Produktionstechnik etwa alle dreißig Jahre ein Paradigmenwechsel mit Auswirkungen auf zukünftige Technologien, die Wirtschaft und die soziale Umwelt zu beobachten. Unter Fortschreibung dieser Gesetzmäßigkeit sehen die japanischen Forscher den Beginn einer derartigen Wechselperiode etwa im Jahr 2015.

Da sich die Forschungsstrategie schon heute dazu mit Entscheidungen befassen muss, betrachten die japanischen Wissenschaftler stellvertretend für andere produktionstechnische Bereiche die Entwicklung des „Flexible Computer Integrated Manufacturing Systems“ (FCIMS). Hier bieten sich grundsätzlich zwei Alternativen: Einerseits besteht die Möglichkeit, die bisherige Linie grundsätzlich beizubehalten und Produktionssysteme lediglich durch Flexibilisierung und hochwertige Automatisierung weiterzuentwickeln. Andererseits könnte der technische Fokus verlassen und verstärkt auf eine Kooperation zwischen Mensch und Umwelt Wert gelegt werden.

Beide Alternativen müssen die internationale Konkurrenzfähigkeit erhalten und zur Förderung der internationalen Kooperation eingesetzt werden können. Eine Empfehlung der japanischen Wissenschaftler, welcher Weg einzuschlagen sei, wird in der Studie nicht gegeben.

Die Studie beschreibt einige Forschungsfelder, in denen sich die japanische Produktionstechnik nach Meinung der Autoren weltweit an der Spitze befindet. Diese Position sei beizubehalten bzw. weiter auszubauen.

Als Forschungsfelder an der Schwelle zum 21. Jahrhundert werden gesehen:

- Designtechnik für regional angepasste Produkte
- Ultrapräzisions- und Extremtechnologie
- Produktionssysteme mit den Schwerpunkten menschengerechte Gestaltung sowie Mensch-Maschine-Interface
- Umweltfreundliche Produktionstechnologien sowie Virtuelle Produktion.

Unter der Annahme, dass sich die Mechanismen der Globalisierung weiter verstärken, wird die Produktionswissenschaft die Aufgabe haben, im weitesten Sinne „regional harmonisierte Produkte“ für lokale Märkte herzustellen. Die Produktionstechnik und die hergestellten Waren nehmen Rücksicht auf die soziale Grundlage, Struktur und Mentalität der Menschen in den verschiedenen Regionen. Dabei können die Entwicklung und die Herstellung dieser Produkte, inklusive der geschaffenen Technologien und damit zusammenhängende Systeme, in internationale (und damit standortunabhängige) und regional spezialisierte Teile, die jeweils einen regional geprägten Aspekt des Produkts beinhalten, eingeteilt werden.

Eine auf internationaler Kooperation basierende Forschungsstrategie, welche eine auf kulturelle Unterschiede bauende flexible Produktionsstruktur zum Ziel hat, ist nach Ansicht der japanischen Forscher am besten geeignet, die wirtschaftliche Stellung der Industrieländer und natürlich insbesondere Japans im 21. Jahrhundert zu behaupten.

Vergleich USA, Japan und EU

Der Vergleich der Studien lässt Tendenzen der zukünftigen industriellen Produktion erkennen, die auf USA und Japan sowie auf die EU zutreffen. Er zeigt aber auch Unterschiede in den Prognosen auf, aus denen sich Schwerpunkte von Forschung, Entwicklung und

Produktion ableiten lassen. Es ist festzustellen, dass es angesichts immer komplexer werdender Produktionsabläufe sowie auch vielschichtigerer Unternehmensstrukturen schwierig ist, einzelne Punkte, die in den Studien berücksichtigt wurden, bestimmten Forschungsbereichen zuzuordnen. Vielmehr überschneiden sich an vielen Stellen die Zuordnungsmöglichkeiten verschiedener erwähnter Methoden, Technologien und Strategien. Den Studien ist gemeinsam, dass neuartigen Produktionsmethoden wie z. B. Simulationstechnik, realitätsnaher Modellierung, Virtual Reality und Visualisierungstechniken ein hoher Stellenwert bei der Produktion der Zukunft zugemessen wird.

Ein Punkt, der vor allem in der japanischen Studie berücksichtigt wird, ist die Miniaturisierung von Produkten und Produktionsmaschinen. Die verstärkte Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien, z. B. bei der Vernetzung von Unternehmen, aber auch im öffentlichen Sektor, wird vor allem in der EU als wesentliche Entwicklung der nahen Zukunft gesehen, wobei ein hoher Handlungsbedarf erwartet wird. In der U.S.-Studie wird davon ausgegangen, dass die Möglichkeiten, welche die Informationstechnik für die industrielle Produktion bietet, zukünftig noch effektiver genutzt werden können. In der japanischen Studie wird dieser Bereich jedoch kaum berücksichtigt. Die Nachhaltigkeit als Element der Wertschöpfung wird nach Meinung der Experten in der Europäischen Union und in Japan ein wesentlicher Faktor für die Produktion des nächsten Jahrtausends sein. Die Verfasser der amerikanischen Studie berücksichtigen diesen Aspekt der ökologischen Verträglichkeit hingegen kaum.

Ein weiterer Schwerpunkt in der EU und etwas eingeschränkt auch in Japan wird laut der Studien in den Bemühungen um die Erhaltung und den Ausbau von Wissen, um die Verbesserung von Bildung und Weiterbildung und um die daraus resultierende höhere Qualifizierung der Beschäftigten liegen. Auch in diesem Bereich sehen die Amerikaner in ihrer Studie keinen besonderen Handlungsbedarf, obwohl sie ein optimiertes Kompetenz- und Wissensmanagement in der Produktion ebenfalls als effizienzsteigernd einschätzen.

In der amerikanischen Industrie wird nach Aussage der U.S.-Studie der Akzent in der Produktion der Zukunft auf Innovationen und Strategien für einen schnellen Wandel liegen. Flexibilisierung und Globalisierung werden in den USA wichtige Ziele für die Industrie bleiben. Außerdem wird in der amerikanischen Studie der Aspekt der Kundenorientierung am deutlichsten hervorgehoben.

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unentgeltlich herausgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Mißbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel.

Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

