



Strukturen und Treiber des Innovations- erfolgs im deutschen Maschinenbau

Verbreitung und Effekte von innovationsunterstützenden Technik-,
Organisations- und Kooperationskonzepten

Steffen Kinkel und Oliver Som

Zusammen- fassung

Der deutsche Maschinenbau positioniert sich im internationalen Wettbewerb vorrangig als Technologie-, Innovations- und Qualitätsführer. Dies gelingt ihm bislang, obwohl die FuE-Intensität der Branche im Mittel nicht auf "Spitzentechnologie" hindeutet. Gepaart mit der hohen Komplexität der meist in Einzel- oder Kleinserie gefertigten Produkte und einer starken Orientierung an individuellen Kundenwünschen erfordert dies den Einsatz von unterstützenden technischen und organisatorischen Konzepten, um vorhandene Innovationsressourcen möglichst effektiv und effizient einzusetzen.

Entsprechende Konzepte wie z. B. virtuelle Produktentwicklung oder Simultaneous Engineering werden im Maschinenbau daher überdurchschnittlich häufig eingesetzt. Auch FuE-Kooperationen mit externen Forschungseinrichtungen oder Unternehmen werden im Schnitt von der Hälfte der Betriebe genutzt, um von dem Know-how externer Partner zu profitieren. Eine Wirkungsanalyse belegt die überwiegend positiven Effekte dieser Konzepte auf den Innovationserfolg. Allerdings hängt die Stärke der Effekte teilweise deutlich von der Höhe der betrieblichen FuE-Ausgaben ab. Folglich sollte der Einsatz jeweils vor dem Hintergrund der individuellen Innovationsstrategie abgewogen werden.

Der deutsche Maschinenbau – "Weltlieferant von Produktivität"

Hohe gesamtwirtschaftliche Bedeutung des deutschen Maschinenbaus

Der Maschinen- und Anlagenbau ist der Kern der deutschen Investitionsgüterindustrie und für die deutsche Volkswirtschaft in höchstem Maße relevant. In Betrieben des Maschinenbaus arbeiten mit etwa 948.000 Beschäftigten mehr Menschen als in jeder anderen Branche des Produzierenden Gewerbes. Neben seiner direkten wirtschaftlichen Bedeutung ist der Maschinenbau zudem als Hersteller hochproduktiver Produktionsausrüstungen und damit als "Lieferant von Produktivität" für andere produzierende Branchen zur Sicherung ihrer internationalen Wettbewerbsfähigkeit äußerst wichtig. In dieser Funktion genießt der deutsche Maschinenbau insbesondere auch auf den Weltmärkten höchstes Ansehen. Umsätze und insbesondere die Exporte sind in den letzten Jahren stetig gestiegen und haben zu einer Exportquote von rund 53 Prozent geführt, die im Vergleich mit den anderen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes ebenfalls eine der höchsten ist.

Technologieführerschaft trotz durchschnittlicher FuE-Intensität

Seine exzellente Wettbewerbsposition verdankt der deutsche Maschinenbau insbesondere der Fähigkeit seiner Betriebe, innovative Technologien so in spezifische Lösungen zu überführen, dass die hohen Ansprüche der Kunden an die Qualität, Präzision und Flexibilität der Produktionsausrüstungen erfüllt werden. Dies gelingt den deutschen Maschinenbaubetrieben bislang hervorragend, obwohl sie mit durchschnittlich etwa 3,5 Prozent Anteil ihrer Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen am Umsatz großteils eher nicht Hersteller von Spitzentechnologie, sondern von "hochwertiger Technologie" sind. Angesichts des sich zusehends verschärfenden internationalen Wettbewerbs wird es mit dieser FuE-Intensität immer schwieriger, die Innovationsführerschaft zu halten und auszubauen. Ein Schlüssel zum Erfolg ist daher, vorhandene Innovationsressourcen effektiv und effizient einzusetzen. Hierbei können im Rahmen des Produktentwicklungsprozesses verschiedene technische und organisatorische sowie Kooperationskonzepte wichtige Befähigerfunktionen übernehmen.

Leitfragen

Vor diesem Hintergrund sollen auf Basis der ISI-Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2006 (vgl. Kasten Seite 12) folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche spezifischen Wettbewerbs- und Produktionsstrukturen bestehen in der Branche des Maschinenbaus?
- In welchem Umfang und in welcher Nutzungsintensität werden einzelne technische und organisatorische "Befähiger" heute schon von Maschinenbaubetrieben eingesetzt? Wo liegen unausgeschöpfte Nutzungspotenziale?
- Welchen Einfluss haben diese "Befähiger" auf die betriebliche Innovationsfähigkeit von Maschinenbaubetrieben?

Wettbewerbs- und Produktionsstrukturen im Maschinenbau

Die Untersuchung der Bedeutung von unterschiedlichen Wettbewerbsstrategien zeigt eine starke Innovationsorientierung der Maschinenbaubranche. Mehr als ein Viertel (26 Prozent) bezeichnen "Innovation und Technologie" zusammen mit "Produktqualität" (ebenfalls 26 Prozent) als den wichtigsten Wettbewerbsfaktor. Damit hebt sich der Maschinenbau deutlich von den restlichen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes ab, in denen nur 15 Prozent der Betriebe Innovation und Technologie die höchste Wichtigkeit einräumen.

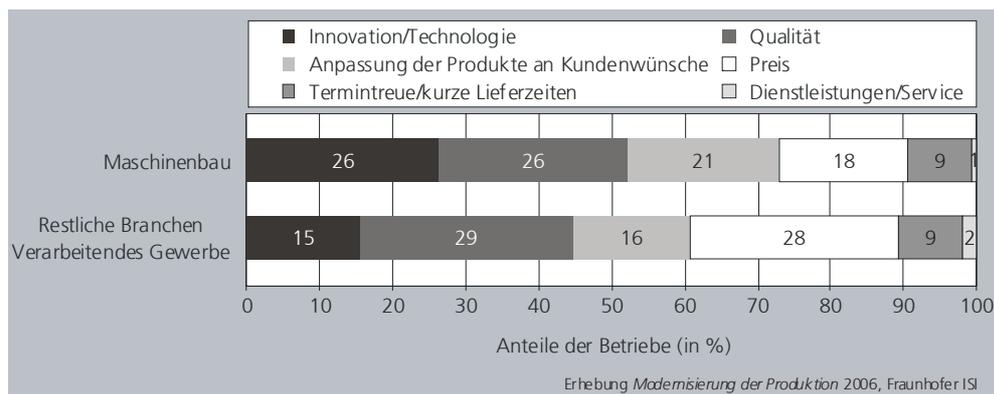


Abbildung 1:
Vorrangige Wettbewerbsfaktoren im Maschinenbau

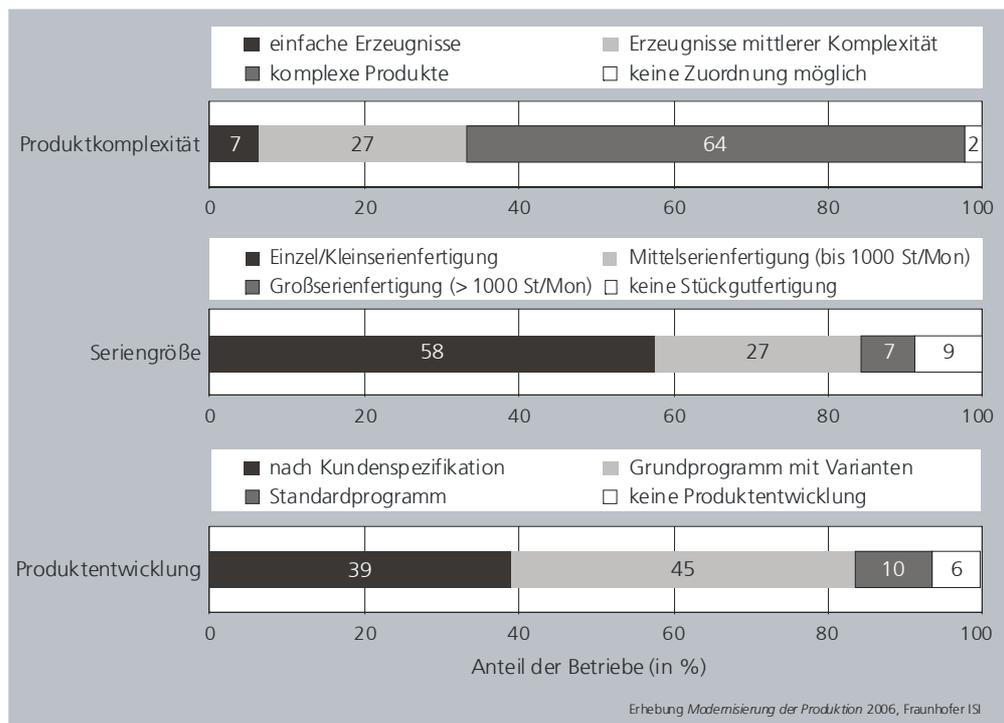
Lediglich in der Branche der Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik und Optik wird der Innovationsstrategie eine noch höhere Bedeutung beigemessen (35 Prozent). Ein weiterer Unterschied zu den übrigen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes zeigt sich auch darin, dass für mehr als ein Fünftel der Maschinenbaubetriebe (21 Prozent) der Faktor der individuellen Anpassung der Produkte an Kundenwünsche die vorrangige Rolle im Wettbewerb spielt. Eine Differenzierung über den Produktpreis scheint hingegen bei den befragten Maschinenbaufirmen für den Wettbewerbserfolg von eher untergeordneter Bedeutung zu sein und liegt mit 18 Prozent der Nennungen deutlich unter dem Durchschnitt des restlichen Verarbeitenden Gewerbes mit 28 Prozent.

Innovation und Technologie als treibende Wettbewerbsfaktoren

Die starke Innovations- und Flexibilitätsorientierung bei der Produkthanpassung spiegelt sich in den Produktions- und Entwicklungsstrukturen der Maschinenbaubetriebe wider. 39 Prozent der Maschinenbauer entwickeln und produzieren ihre Erzeugnisse nach individuellen Kundenwünschen und -spezifikationen, was insbesondere auf Sondermaschinenbauer in hohem Maße zutrifft. Weitere 45 Prozent entwickeln ein Grundprogramm an Erzeugnissen, das durch Variantenkonfiguration ebenfalls individuell an die spezifischen Erfordernisse der Abnehmer angepasst werden kann. Die verbleibenden Betriebe geben an, entweder ein Standardprogramm ohne Varianten zu entwickeln (10 Prozent) oder derzeit über keine eigene Produktentwicklung zu verfügen (6 Prozent).

Hohes Maß an Kundenorientierung

Abbildung 2:
Produktionsstrukturen im Maschinenbau



Hohe Produktkomplexität

Fast zwei Drittel der Maschinenbaubetriebe (64 Prozent) fertigen vorwiegend Produkte mit hoher Komplexität. Weitere 27 Prozent der Maschinenbauer stellen Erzeugnisse mittlerer Komplexität her. Somit überwiegt bei rund 9 von 10 Maschinenbaubetrieben die Herstellung von Erzeugnissen mit mittlerer bis hoher Komplexität. Lediglich 7 Prozent der Betriebe produzieren einfache Erzeugnisse. Im Hinblick auf die gefertigten Seriengrößen zeigt sich ebenfalls ein eindeutiges Bild: mehr als die Hälfte aller befragten Betriebe (58 Prozent) stellt ihre Produkte in Einzel- oder Kleinserien her. Den zweithöchsten Anteil bilden mit 27 Prozent die Betriebe, die vorwiegend in Mittelserien bis 1000St./Monat produzieren, wohingegen eine Großserienfertigung bei den befragten Betrieben des Maschinenbaus mit wiederum nur 7 Prozent selten anzutreffen ist.

...bei kleinen Seriengrößen

Die Ergebnisse zeigen, dass die kundenspezifische Entwicklung und Fertigung innovativer und vorrangig komplexer Produkte in der Maschinenbaubranche stärker als in anderen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes im Mittelpunkt stehen. Dies stellt hohe Anforderungen an das technologische Know-how, die technische Ausstattung sowie die organisatorische Strukturierung der betrieblichen Produktentwicklung. Technische und organisatorische Konzepte wie Virtual Reality, Simultaneous Engineering oder Forschungs- und Entwicklungskooperationen können in dieser Konstellation wichtige Befähiger zur Entwicklung neuer Produkte und somit des betrieblichen Innovationserfolges sein.

Simultaneous Engineering

Simultaneous Engineering bezeichnet die Parallelisierung von Entwicklungsprozessen. In Betrieben, die nach diesem Prinzip arbeiten, werden Zwischenergebnisse zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt von einem Bereich der Entwicklungsabteilung an andere Bereiche, deren Arbeit auf diesen Ergebnissen aufbaut, weitergeleitet. Dies hat zur Folge, dass derselbe Entwicklungsauftrag an mehreren Stellen im Betrieb gleichzeitig (simultan) bearbeitet wird und die Entwicklungszeiten für neue Produkte gesenkt werden können.

Simultaneous Engineering wird in den befragten Betrieben des Maschinenbaus mit 39 Prozent wesentlich häufiger eingesetzt, als dies im Durchschnitt der Branchen des übrigen Verarbeitenden Gewerbes der Fall ist (24 Prozent). Dies schlägt sich auch bei der Betrachtung der Nutzungsintensität nieder. Der Anteil der Betriebe, die parallelisierte Produktentwicklungsprozesse in hohem Umfang einsetzen, ist im Maschinenbau mit 10 Prozent doppelt so hoch wie in den anderen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes (5 Prozent).

Mehr als ein Drittel der Maschinenbauer nutzt Simultaneous Engineering

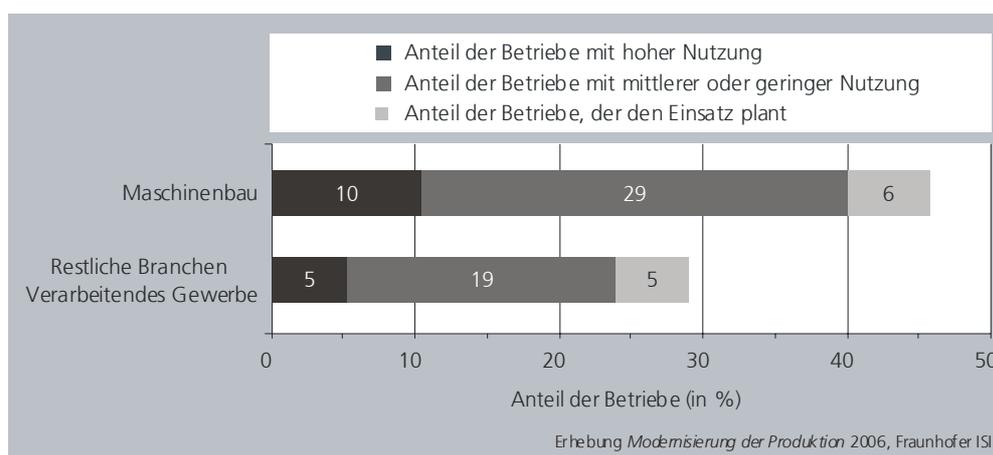


Abbildung 3: Nutzung Simultaneous Engineering

Es zeigt sich jedoch auch, dass bislang sehr wenige Betriebe Simultaneous Engineering in hohem Umfang nutzen. Bei fast einem Drittel der Betriebe ist daher von weiteren innerbetrieblichen Nutzungspotenzialen auszugehen. Außerdem weist die Anzahl der Betriebe, die den Einsatz von parallelisierten Entwicklungsprozessen in den nächsten zwei Jahren planen (6 Prozent), auf die Relevanz und weitere auszuschöpfende Einsatzmöglichkeiten dieses Konzepts hin.

Beim Vergleich mit einzelnen Branchen liegt der Maschinenbau sowohl was die reine Nutzung als auch den Anteil der hohen Nutzungsintensität betrifft auf Platz 3 hinter Betrieben der Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik und Optik und dem Fahrzeugbau, in dem bereits ein Viertel der Betriebe Simultaneous Engineering in hohem Umfang einsetzt.

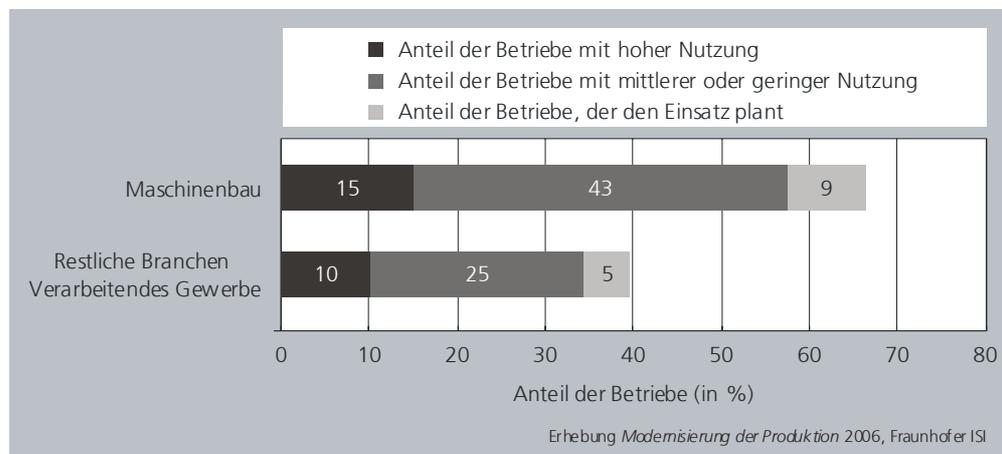
Virtual Reality

Unter "Virtual Reality" wird die, in Echtzeit von einem Computer generierte, Darstellung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer virtuellen, interaktiven Umgebung verstanden. Im Verarbeitenden Gewerbe kommt diese Technologie hauptsächlich in der Produktentwicklung zum Einsatz, um mit virtuellen Prototypen die Produktauslegung und -struktur simulieren und optimieren zu können. Dadurch ist es möglich, sowohl die Kosten für den Prototypenbau als auch die Produktentwicklungsdauer zu verringern.

Virtual Reality in der Produkt- entwicklung bereits weit verbreitet

Die Ergebnisse in Abbildung 4 belegen, dass die Technik der virtuellen Produktentwicklung in mehr als der Hälfte der befragten Betriebe des Maschinenbaus bereits eingesetzt wird (58 Prozent) und damit deutlich häufiger genutzt wird als im übrigen Verarbeitenden Gewerbe (35 Prozent). Dies gilt wiederum auch für die Nutzungsintensität. Hier haben 15 Prozent der Maschinenbaubetriebe angegeben, die virtuelle Produktentwicklung in hohem Umfang zu nutzen, im Vergleich zu rund 10 Prozent in den restlichen Branchen. Die Planungen von weiteren 9 Prozent der Maschinenbauer, das Verfahren der virtuellen Produktentwicklung innerhalb der kommenden zwei Jahre in ihrer Firma einzuführen, ist Beleg für eine weiterhin hohe Verbreitungsdynamik dieser Technologie.

Abbildung 4:
Nutzung von
Virtual Reality



Im Hinblick auf die reine Häufigkeit der Nutzung von Virtual Reality belegt der Maschinenbau direkt hinter den Betrieben des Fahrzeugbaus (65 Prozent) und noch vor der Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik und Optik (53 Prozent) den zweiten Platz. Im Bezug auf die Nutzungsintensität landet der Maschinenbau auf dem dritten Rang hinter dem Fahrzeugbau mit 24 Prozent intensiven Nutzern und der Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik und Optik (20 Prozent). Die hohe Diskrepanz zwischen reiner Nutzungshäufigkeit und hoher Nutzungsintensität lässt auch bei dieser Technologie auf unausgeschöpfte Nutzungspotenziale schließen.

FuE-Kooperationen mit Forschungseinrichtungen

Allgemein werden unter Forschungs- und Entwicklungskooperationen Formen der freiwilligen, zwischenbetrieblichen Zusammenarbeit von mindestens zwei wirtschaftlich und rechtlich selbstständigen Firmen im Bereich der Produktforschung und -entwicklung verstanden. Die Teilnahme an Forschungs- und Entwicklungskooperationen stellt für Betriebe eine Chance dar, ihre begrenzten Innovationsressourcen wirkungsvoller und gezielter einzusetzen und durch die Synergien erfolgreicher zu Innovationen zu gelangen als es ihnen alleine möglich ist. Über einzelne Innovationsprojekte hinaus sind auch Effekte des Wissenstransfers und -austausches, zum Beispiel für die Entwicklung der betrieblichen Technologiekompetenz, nicht zu unterschätzen.

Mit rund 55 Prozent führt mehr als die Hälfte aller Maschinenbaubetriebe Kooperationen mit wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen durch. Damit liegt der Maschinenbau deutlich über dem Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes. Differenziert man die Kooperationshäufigkeit nach einzelnen Branchen, so zeigt sich, dass FuE-Kooperationen erwartungsgemäß in wissensintensiveren Branchen verbreiteter sind. Spitzenreiter sind hierbei Betriebe der Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik und Optik mit 68 Prozent.

Teilnahme an FuE-Kooperationen im Maschinenbau überdurchschnittlich

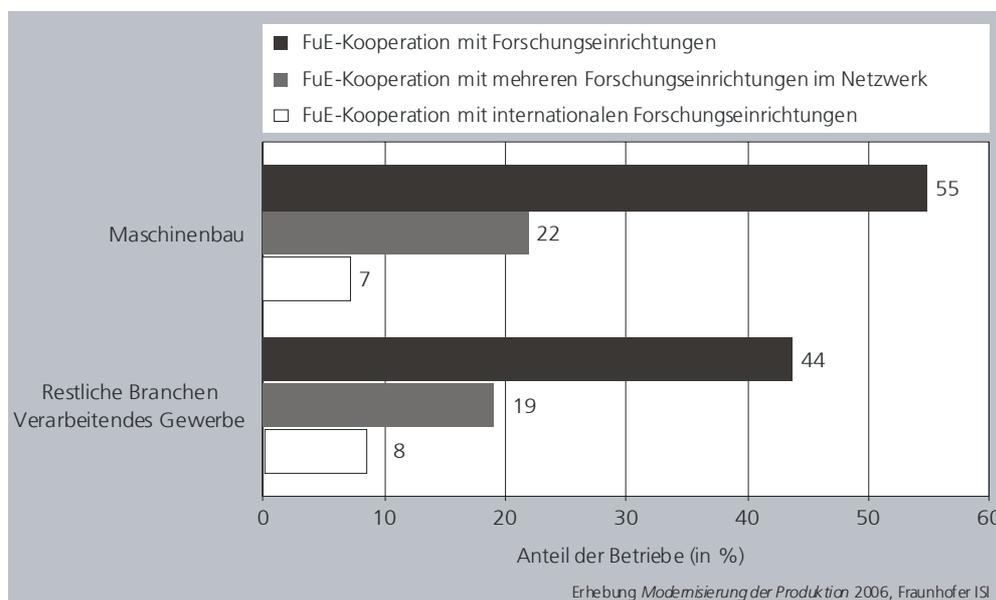


Abbildung 5: FuE-Kooperationen mit externen Forschungseinrichtungen

Mit einem Abstand von etwa 10 Prozentpunkten folgen gleichauf die Betriebe der Fahrzeugbranche (58 Prozent) und der chemischen Industrie (58 Prozent). Insofern gehört der Maschinenbau zu den Branchen mit der höchsten FuE-Kooperationshäufigkeit und scheint im Hinblick auf die Anbindung von wissenschaftlicher und industrieller Forschung gut aufgestellt zu sein.

Bilaterale Kooperationen mit Forschungseinrichtungen überwiegen

Betrachtet man, ob Kooperationsbeziehungen mit Forschungseinrichtungen bilateral oder in Netzwerken erfolgen, so ergibt sich für den Maschinenbau und das übrige Verarbeitende Gewerbe ein ähnliches Bild. Weniger als jeder zweite Betrieb hat angegeben, derzeit mit mehreren Partnern innerhalb eines Netzwerks zu kooperieren. Obwohl der Maschinenbau mit 22 Prozent der Betriebe knapp über dem Durchschnitt des übrigen Verarbeitenden Gewerbes (19 Prozent) liegt, überwiegen dennoch bilaterale Kooperationsbeziehungen mit Forschungseinrichtungen. Häufiger finden sich Kooperationsnetzwerke in der Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik bzw. Optik (37 Prozent), im Fahrzeugbau (31 Prozent) und in der Elektroindustrie (27 Prozent).

Zusammenarbeit mit ausländischen Forschungseinrichtungen sehr selten

Erheblich geringer fällt mit 7 Prozent der Anteil der Maschinenbaubetriebe aus, die grenzüberschreitende Forschungs- und Entwicklungszusammenarbeit betreiben. Zwar beträgt der Gesamtwert des Verarbeitenden Gewerbes ebenfalls nur 8 Prozent, jedoch liegt dieser Anteil in den Branchen der Elektroindustrie, des Fahrzeugbaus sowie der Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik und Optik mit 11, 14 und 17 Prozent teilweise deutlich höher. Somit sind die befragten Maschinenbauer stärker als andere Branchen bei Kooperationsbeziehungen auf nationale Forschungspartner ausgerichtet. Dies kann allerdings auch als Beleg dafür interpretiert werden, dass die deutsche Forschungslandschaft im Maschinenbau selbst die internationale Spitze darstellt und daher FuE-Kooperationen mit internationalen Forschungseinrichtungen nicht zwingend einen Mehrwert darstellen.

FuE-Kooperationen mit anderen Unternehmen

Während zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen und industrieller Forschung meist ein unterschiedliches Verwertungsinteresse besteht, haben bei zwischenbetrieblichen Forschungsk Kooperationen beide Firmen ein Interesse an einer wirtschaftlichen Verwertung. Dies kann dazu führen, dass FuE-Kooperationen zwischen Unternehmen tendenziell mit höheren Hemmungen eingegangen werden und eher vertikal ausgerichtet sind, indem sie beispielsweise zwischen Zulieferbetrieb und Endprodukthersteller eingerichtet werden.

Auch bei der FuE-Kooperationshäufigkeit zwischen Unternehmen liegt der Maschinenbau mit einem Anteil von 41 Prozent um knapp 10 Prozentpunkte über dem Durchschnitt der übrigen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes (32 Prozent). Damit ist die Zahl der zwischenbetrieblichen Kooperationen im Mittel geringer als die zwischen Firmen und wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen, was durch die oben erwähnten Hemmnisse erklärt werden kann. Der Blick auf einzelne Branchen zeigt, dass die befragten Maschinenbaubetriebe damit

aber dennoch im Spitzentrio liegen und hinter Betrieben der Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik und Optik (52 Prozent) und der Elektroindustrie (44 Prozent) den dritten Platz belegen.

Auch Netzwerke der zwischenbetrieblichen Entwicklungszusammenarbeit mit mehreren Firmen sind im Maschinenbau (14 Prozent) und den übrigen Branchen (12 Prozent) deutlich seltener anzutreffen. Hier liegen die Branchen des Fahrzeugbaus (23 Prozent), der Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik und Optik (22 Prozent) und der Elektroindustrie (20 Prozent) über bzw. an der 20-Prozent-Marke und verweisen die Maschinenbauer deutlich auf Rang 4.

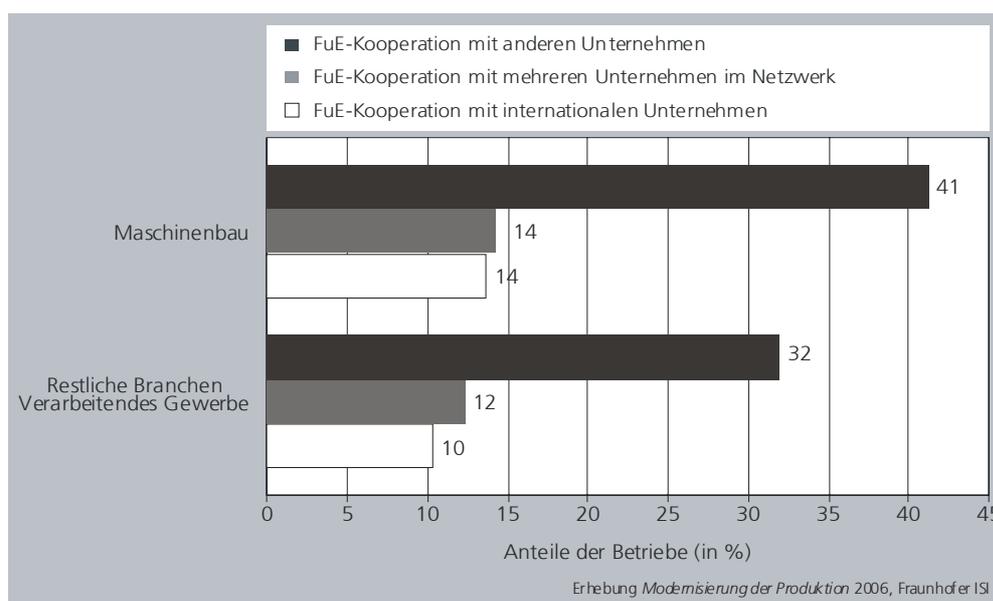


Abbildung 6:
FuE-Kooperationen mit Unternehmen

Der Anteil von FuE-Kooperationen mit internationalen Unternehmen liegt im Maschinenbau ebenfalls bei 14 Prozent. Dies ist zwar doppelt so hoch wie der Anteil der FuE-Kooperationen mit Forschungseinrichtungen, liegt aber ebenso wie der Durchschnitt des restlichen Verarbeitenden Gewerbes (10 Prozent) auf niedrigem Niveau. Die größere geographische und kulturelle Distanz der Partner scheint hier als weitere Barriere zu wirken.

Auch FuE-Kooperationen mit anderen Unternehmen zumeist national

Effekte der Nutzung

An dieser Stelle soll untersucht werden, inwieweit die dargestellten Konzepte tatsächlich geeignet sind, den Output von FuE-Aufwendungen zu erhöhen und die Innovationsfähigkeit der Betriebe zu steigern. Das Vorgehen soll am Beispiel von FuE-Kooperationen mit Forschungseinrichtungen dargestellt werden. Um den erzielten Innovationserfolg der befragten Maschinenbaubetriebe abzubilden, wurde ausgewertet, ob ein Betrieb in den letzten 3 Jahren Produkt- und

Marktneuheiten eingeführt hat und welche Umsatzanteile er damit erzielen konnte. Dabei wurden die Betriebe nach den eingesetzten Umsatzanteilen für FuE in drei gleiche Gruppen (Drittel) unterteilt: im unteren Drittel liegen die FuE-Ausgaben unter 2 Prozent des Umsatzes, im mittleren Drittel zwischen 2 und 5 Prozent und im oberen Drittel bei 5 Prozent und mehr des Umsatzes.

Abbildung 7:
Effekte von FuE-Kooperationen mit externen Forschungseinrichtungen

	Gruppe 1: FuE-Ausgaben <2% des Umsatzes		Gruppe 2: FuE-Ausgaben 2 bis <5% des Umsatzes		Gruppe 3: FuE-Ausgaben ≥5% des Umsatzes	
	Teilnahme an FuE- Kooperation	keine Teilnahme an FuE- Kooperation	Teilnahme an FuE- Kooperation	keine Teilnahme an FuE- Kooperation	Teilnahme an FuE- Kooperation	keine Teilnahme an FuE- Kooperation
Anteil Betriebe mit Produktinnovationen in den letzten 3 Jahren	88,9%	42,3% *	80,4%	77,8%	85,7%	73,0%
Erzielter Umsatzanteil mit Produktneuheiten	14,0%	5,0% +	16,8%	10,3%	18,6%	15,0%
Anteil Betriebe mit Marktneuheiten in den letzten 3 Jahren	75,0%	36,4%	62,2%	38,1% +	68,5%	63,0%
Erzielter Umsatzanteil mit Marktneuheiten	4,4%	1,4% +	10,3%	3,6% *	8,6%	9,9%
Fallzahlen (n)	10	23	46	28	63	39

Signifikanzniveau: * = p<0,05 / + = p<0,1

Quelle: Modernisierung der Produktion (2006), Fraunhofer ISI

**Vor allem
Betriebe mit
geringen FuE-
Aufwendungen
profitieren von
FuE-Koopera-
tionen mit
Forschungs-
einrichtungen**

Vor allem Betriebe mit relativ geringen FuE-Aufwendungen profitieren am stärksten von FuE-Kooperationen mit externen Forschungseinrichtungen. Der Anteil an Betrieben mit geringen FuE-Ausgaben, die im abgefragten Zeitraum erfolgreich Produktneuheiten eingeführt haben, ist bei Firmen mit Teilnahme an FuE-Kooperationen um mehr als das Doppelte höher als bei Betrieben mit vergleichbaren FuE-Investitionen ohne Kooperationsteilnahme. Auch die erwirtschafteten Umsatzanteile sowohl mit Produkt- als auch mit Marktneuheiten liegen bei kooperierenden Betrieben um das fast 2,6-fache bzw. das 3-fache höher als bei den restlichen Betrieben. FuE-Kooperationen mit externen Forschungseinrichtungen sind folglich für Betriebe mit geringen FuE-Aufwendungen geeignete Instrumente, um ihren Innovationserfolg und damit die Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.

Auch in der mittleren Gruppe lassen sich signifikant positive Effekte von FuE-Kooperationen auf den Anteil an Betrieben mit eingeführten Marktneuheiten bzw. des damit erzielten Umsatzanteils belegen. Jedoch schwächen sich die beobachteten Kooperationseffekte mit steigenden FuE-Ausgaben, vor allem in der dritten Gruppe mit hohen FuE-Ausgaben, ab.

Die Ergebnisse zu den Effekten der anderen technischen oder organisatorischen Konzepte zur Steigerung der Innovationsleistung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Bei FuE-Kooperationen mit anderen Unternehmen profitieren eher Betriebe mit hohen FuE-Aufwendungen. Dieser Trend gilt für alle analysierten Erfolgsdimensionen. So haben zum Beispiel von den Betrieben mit hohen FuE-Ausgaben und einer Teilnahme an FuE-Kooperationen 87 Prozent in den letzten drei Jahren erfolgreich Produktinnovationen eingeführt. Von den Betrieben, die nicht kooperiert haben, waren dies hingegen nur 76 Prozent. Dies könnte man dahingehend interpretieren, dass erst ab einem gewissen Mindestmaß der internen FuE die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen Synergieeffekte zeigt und bei geringeren FuE-Aufwendungen ggf. eher die Zusammenarbeit in Nicht-Kernbereichen im Vordergrund steht.
- Der Einsatz von Simultaneous Engineering zeigt ebenfalls deutlich positive Effekte auf die betriebliche Innovationsfähigkeit. Allerdings sind diese Effekte aufgrund des Prozesscharakters dieses Organisationskonzepts weitgehend unabhängig von der Höhe der betrieblichen FuE-Ausgaben. So liegen beispielsweise die Anteile der Betriebe mit erfolgreich eingeführten Produkt- oder Marktneuheiten teilweise signifikant bis zu 20 Prozentpunkte über denen der Betriebe, die Simultaneous Engineering nicht einsetzen.
- Die Nutzung von Methoden der virtuellen Produktentwicklung zeigt dagegen ein uneinheitliches Bild der Innovationseffekte. Eindeutige Wirkungen lassen sich nicht identifizieren. Man kann hier interpretieren, dass Technikeinsatz an sich noch keinen Innovationserfolg impliziert, sondern ergänzend geeignete betriebliche Rahmenbedingungen und Strukturen geschaffen werden müssen, um Innovationen zu fördern und zu beschleunigen.

Fazit

Die dargestellten spezifischen Anforderungen an die Produktentwicklungsprozesse im Maschinenbau führen dazu, dass Konzepte wie Virtual Reality und Simultaneous Engineering überdurchschnittlich häufig eingesetzt werden. So werden parallele Entwicklungsprozesse von mehr als einem Drittel der Maschinenbaubetriebe eingesetzt, während Techniken der virtuellen Produktentwicklung bereits bei mehr als der Hälfte der Betriebe genutzt werden. Der Umstand, dass jeweils nur circa ein Drittel der Betriebe die Konzepte schon in hohem Umfang eingeführt hat, ist zusammen mit dem Anteil der Betriebe, der den Einsatz in den kommenden zwei Jahren plant, ein deutliches Indiz für vorhandene, unausgeschöpfte Nutzungspotenziale. Maschinenbaubetriebe nehmen zudem im Vergleich überdurchschnittlich häufig an FuE-Kooperationen mit externen Forschungseinrichtungen oder Unternehmen teil. Allerdings erfolgt diese Zusammenarbeit in beiden Fällen vorwiegend mit nationalen Partnern und beschränkt sich, insbesondere bei der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen, meist auf bilaterale Beziehungen.

Sowohl für das organisatorische Konzept des Simultaneous Engineering als auch die Teilnahme an FuE-Kooperationen mit Forschungseinrichtungen bzw. Unternehmen können positive Effekte auf den betrieblichen Innovationserfolg identifiziert werden. Allerdings scheint der alleinige Technikeinsatz wie im Falle von Virtual Reality noch keinen Innovationserfolg zu implizieren, sondern bedarf ergänzender Strukturen. Die Analyse zeigt auch, dass die Effekte je nach der Höhe der betrieblichen FuE-Ausgaben unterschiedlich sein können. So profitieren beispielsweise insbesondere Maschinenbauer mit geringer FuE-Intensität von einer FuE-Kooperation mit Forschungseinrichtungen, während Betriebe mit hohen finanziellen FuE-Aufwendungen stärkere Synergieeffekte aus der Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen ziehen. Um die gewünschten Effekte zu erzielen, ist daher eine sorgfältige Abstimmung des Einsatzes solcher Konzepte im Rahmen der betrieblichen Innovationsstrategie angezeigt.

Die ISI-Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2006

Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) führt seit 1993 alle zwei Jahre eine Erhebung zur *Modernisierung der Produktion* durch. Bis 2003 beschränkte sich die Untersuchung auf Betriebe der Metall- und Elektro-, Chemischen und Kunststoffverarbeitenden Industrie Deutschlands. Die vorliegende Erhebung wurde erstmals auch auf Branchen wie das Ernährungsgewerbe, die Papier-, Holz- und Druckindustrie etc. ausgeweitet. Damit wird das Verarbeitende Gewerbe nunmehr insgesamt abgedeckt. Untersuchungsgegenstand sind die verfolgten Produktionsstrategien, der Einsatz innovativer Organisations- und Technikkonzepte in der Produktion, Fragen des Personaleinsatzes und der Qualifikation. Daneben werden Leistungsindikatoren wie Produktivität, Flexibilität und Qualität erhoben.

Die vorliegende Mitteilung stützt sich auf Daten der Erhebungsrunde 2006, für die 13 426 Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland angeschrieben wurden. Bis August 2006 schickten 1 663 Firmen einen verwertbar ausgefüllten Fragebogen zurück (Rücklaufquote 12,4 Prozent). Die antwortenden Betriebe decken das gesamte Verarbeitende Gewerbe umfassend ab. Unter anderem sind Betriebe des Maschinenbaus und der Metallverarbeitenden Industrie zu 22 bzw. 20 Prozent vertreten, die Elektroindustrie zu 19 Prozent, das Papier-, Verlags- und Druckgewerbe zu 4 Prozent, das Textil- und Bekleidungs-gewerbe zu 2 Prozent. Betriebe mit weniger als 100 Beschäftigten stellen 57 Prozent, mittelgroße Betriebe 38 Prozent und große Betriebe (mehr als 1 000 Beschäftigte) 5 Prozent der antwortenden Firmen.

Die bisher erschienenen Mitteilungen finden sich im Internet unter der Adresse: http://www.isi.fraunhofer.de/pi/mitteilung_pi.htm. Wenn Sie an speziellen Auswertungen der Datenbasis interessiert sind, wenden Sie sich bitte an:

Dr. Gunter Lay, Fraunhofer ISI

Tel.: 0721/6809-300 Fax: 0721/689-152 E-Mail: gunter.lay@isi.fraunhofer.de