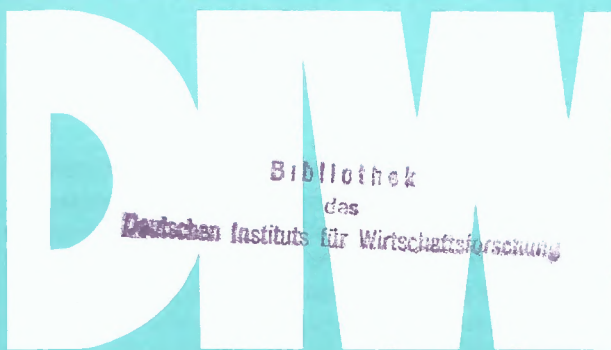




FuE-Personalkostenzuschuß-Programm	119
Faserverbundwerkstoffe in der mittelständischen Industrie	123

DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

WOCHENBERICHT 10/90

Berlin

8. März 1990

2. Ex.

57. Jahrgang

FuE-Personalkostenzuschuß-Programm

Erfahrungen mit einer Fördermaßnahme für kleine und mittlere Unternehmen

Seit Ende der siebziger Jahre wird in der Bundesrepublik Deutschland die Innovationstätigkeit kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) staatlich stärker gefördert. Das Fördervolumen erreichte Mitte der achtziger Jahre einen Höhepunkt. Die wichtigsten Maßnahmen waren das „FuE-Personalkostenzuschuß-Programm“ des Bundesministers für Wirtschaft (BMWi) und — seit 1985 — die ergänzende „Forschungspersonal-Zuwachsförderung“ des Bundesministers für Forschung und Technologie (BMFT). In diesem Zeitraum wurden allein aus Mitteln des „FuE-Personalkostenzuschuß-Programms“ die Entwicklungsaktivitäten von etwa 20 000 KMU des produzierenden Gewerbes mit rund 3,2 Mrd. DM bezuschußt.

Die Programme wurden vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) und vom Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (FhG-ISI) evaluiert. Über die Evaluation der „Forschungspersonal-Zuwachsförderung“ ist an dieser Stelle bereits informiert worden¹. Nachfolgend wird über die Ergebnisse einer Wirkungsanalyse der Maßnahme des BMWi zusammenfassend berichtet.

Ziele der staatlichen Förderung

Das von 1979 bis 1987 laufende FuE-Personalkostenzuschuß-Programm unterstützte kleine und mittlere Unternehmen des produzierenden Gewerbes durch Zuschüsse zu Personalaufwendungen für Forschung und Entwicklung (FuE). Die in anderen Subventionsprogrammen übliche Investitionsförderung (Senkung der Kapitalkosten) wurde erstmalig durch die Subventionierung von Personalkosten (humankapitalorientierte Förderung) ersetzt. Das Konzept war Ausdruck eines generellen Umdenkens in der Forschungs- und Technologiepolitik in Richtung einer stärkeren Berücksichtigung von kleinen und mittleren Unternehmen. Bis dahin war die Subventionierung von industrieller Forschung und Entwicklung im Rahmen der Projektförderung überwiegend großen Unternehmen zugute gekommen.

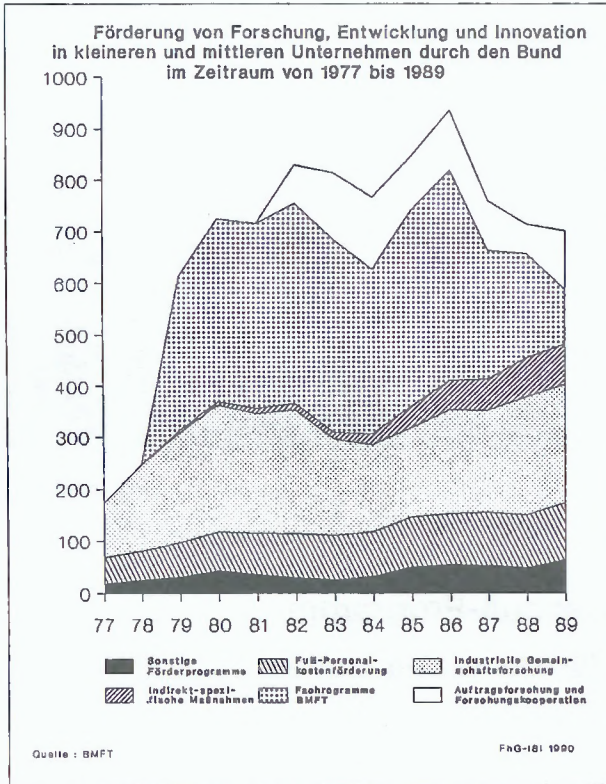
Auch in anderen westlichen Industriestaaten verstärkten sich die staatlichen Bemühungen zur Förderung von FuE in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU)².

¹Vgl. Forschungspersonal-„Zuwachsförderung“. Bearb.: Kurt Hornschild. In: Wochenbericht des DIW, Nr. 48/1989. In dieser Ausgabe des Wochenberichts sind auch die wichtigsten Merkmale der beiden Förderprogramme und ihre Unterschiede kurz beschrieben worden.

Die Programmevaluationen wurden im Auftrag des BMWi und des BMFT durchgeführt.

Gerhard Becher et al.: FuE-Personalkostenzuschüsse: Strukturentwicklung, Beschäftigungswirkungen und Konsequenzen für die Innovationspolitik. Gutachten im Auftrage des Bundesministers für Wirtschaft (BMWi). Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) in Zusammenarbeit mit dem DIW, Karlsruhe, Berlin 1989 (als Manuskript vervielfältigt). Kurt Hornschild et al.: Wirkungsanalyse der Forschungspersonal-Zuwachsförderung. Berlin-Karlsruhe 1989. Das Gutachten wird in der Reihe Beiträge zur Strukturpolitik, Verlag Duncker und Humblot, Berlin, veröffentlicht.

²Vgl. Uwe Kuntze et al.: Internationaler Vergleich der Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik für kleine und mittlere Unternehmen in ausgewählten Industrieländern, Karlsruhe 1986; G. Becher, S. Kuhlmann, U. Kuntze: Forschungs- und Technologiepolitik für kleine und mittlere Unternehmen in ausgewählten Industrieländern, Karlsruhe 1989.



Diesen Unternehmen wurde allgemein ein zunehmendes Gewicht in Hinblick auf Beschäftigung, Wachstum und internationaler Wettbewerbsfähigkeit beigemessen (Argument der Förderungswürdigkeit von KMU). Die Forschungs- und Technologiepolitik sollte diese Unternehmen bei der Nutzung ihres innovatorischen Potentials dort stärken, wo sie gravierende, größenbedingte Nachteile aus eigener Kraft nicht ausgleichen können (Argument der Förderungsbedürftigkeit von KMU)³. Das letztlich zur Förderung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit dieser Unternehmen konzipierte FuE-Personalkostenzuschuß-Programm war als befristete Maßnahme angelegt.

Dieses Programm gehörte vom finanziellen Volumen her zu den wichtigen forschungs- und technologiepolitischen Maßnahmen der Bundesregierung:

- Der Anteil des Programms an den gesamten Ausgaben des Bundes zur FuE-Förderung in der gewerblichen Wirtschaft (ohne Förderung der Wehrtechnik) betrug von 1979 bis 1986 durchschnittlich jährlich 10 vH.
- Von den gesamten Ausgaben des Bundes zur Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation speziell in kleinen und mittleren Unternehmen entfielen auf das Programm in seiner Gesamtlaufzeit rund 50 vH. Ähnlich hoch war der Anteil des Programms an den gesamten Fördermaßnahmen des BMWi für kleine und mittlere Unternehmen (Existenzgründungsförderung, Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung, allgemeine Förderprogramme).

- Die Ausgaben des Bundeswirtschaftsministeriums in diesem Programm waren höher als die Ausgaben aller Bundesländer zur einzelbetrieblichen Förderung von Forschung und Entwicklung in KMU zusammengekommen (1986: etwa 230 Mill. DM, BMWi: 368 Mill. DM).

Nutzer des Programms

Von etwa 25 000 kleinen und mittleren Unternehmen des produzierenden Gewerbes in der Bundesrepublik ist vor allem durch ihre Teilnahme an staatlichen Forschungs- und Technologieprogrammen bekannt, daß sie FuE betreiben. Allein 19 600 Unternehmen haben in den vergangenen Jahren Mittel aus der Personalkostenzuschußförderung erhalten. Seit 1983 wurden jährlich mehr als 7 000 Unternehmen — 1984 sogar mehr als 10 000 Unternehmen — gefördert. Das Programm erreichte während seiner gesamten Laufzeit rund 40 vH aller Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe mit mehr als 19 und weniger als 500 Beschäftigten. Bei den ganz kleinen Unternehmen ist dieser Anteil wesentlich niedriger.

Bei den Evaluationen der KMU-Förderprogramme stellte sich heraus, daß ein großer Teil dieser Unternehmen überwiegend nicht Forschung, sondern Entwicklung betreibt. Diese Unternehmen orientieren ihre Neuerungstätigkeit überwiegend an ihrem bestehenden Produktionsprogramm. Entsprechend beschäftigen lediglich 20 vH einen Wissenschaftler ausschließlich in FuE; nur jedes dritte Unternehmen hat einen Vollzeit-Beschäftigten im FuE-Bereich.

Im Verlauf des Programms ergaben sich bei den teilnehmenden Unternehmen beträchtliche Strukturveränderungen. Während im Zeitraum 1979 bis 1982 noch rund zwei Fünftel der geförderten Unternehmen mehr als 100 Beschäftigte hatten, sank deren Anteil bis 1986 auf weniger als ein Fünftel. Die FuE-Personalkostenzuschüsse wurden im Programmverlauf also in zunehmendem Maße von kleineren Unternehmen in Anspruch genommen. Der Anteil von Unternehmen mit weniger als 50 bzw. weniger als 100 Beschäftigten betrug 1986 62 vH bzw. 82 vH. Auch die sektorale Verteilung der geförderten Unternehmen hat sich während der Laufzeit des Programms verändert. Allerdings war eine späte Inanspruchnahme

³ Der Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße, Innovationstätigkeit und Unternehmenswachstum war — vor dem Hintergrund der wirtschaftspolitischen Diskussion um diese Frage — ebenfalls Gegenstand der gemeinsamen Evaluation von FhG-ISI und DIW. Auf die dabei gewonnenen empirischen Ergebnisse, die die Innovationstätigkeit der Unternehmen als eine wesentliche Determinante ihres Wachstums empirisch belegen, wird hier jedoch nicht weiter eingegangen. Vgl. dazu zusammenfassend auch „Unternehmensgröße und Innovationstätigkeit: Zwei wichtige Faktoren des Unternehmenswachstums“. Bearb.: Dietmar Edler und Frieder Meyer-Krahmer, in: Wochenbericht des DIW, Nr. 42/1989.

der FuE-Personalkostenzuschüsse weniger von der Zugehörigkeit der Unternehmen zu verschiedenen Branchen, sondern insbesondere von der innerbetrieblichen Bedeutung von FuE und dem Informationsstand der Unternehmen abhängig. Dieser Befund zeigt, daß die Bedeutung von Forschung und Entwicklung in den Industriezweigen unterschiedlich ist. In einigen Branchen betreibt die Mehrzahl der Unternehmen keine eigene Forschung und Entwicklung.

Die häufig geäußerte Vermutung, das Programm habe in den letzten Jahren seiner Laufzeit nur wachstumschwache, wenig FuE-intensive (Mitnehmer-)Unternehmen erreicht, hat sich freilich nicht bestätigt: Nur wenige Indikatoren, wie die Häufigkeit, mit der FuE-Kooperationen durchgeführt wurden, und die Größe einzelner FuE-Vorhaben, lassen überhaupt auf solche qualitativen Unterschiede schließen. Vielmehr zeigt sich, daß das Programm in den letzten Jahren von einer neuen Zielgruppe von FuE-treibenden Unternehmen nachgefragt wurde, die bisher durch staatliche Programme nicht erreicht worden war.

Die räumliche Verteilung der geförderten Unternehmen sowie der Fördergelder blieb im Verlauf des Programms weitgehend stabil; Unterschiede im Innovationspotential zwischen Regionen — unter Berücksichtigung des jeweiligen Industriebesatzes — sind nicht merklich abgebaut worden. Trotz der hohen Breitenwirksamkeit leistete das Programm mithin nur einen relativ geringen Beitrag zum Ausgleich regionaler Innovationsunterschiede. Auch wenn dies verschiedentlich erhofft wurde, so bleibt doch anzumerken, daß dies kein erklärtes Programmziel war.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen auch, welche Probleme die Unternehmen mit der Finanzierung von Innovationsprojekten haben. Allerdings muß die verbreitete Vorstellung von Finanzierungsproblemen als generellem Innovationshemmnis dahingehend revidiert werden, daß dies vorwiegend kleinere und junge Unternehmen betrifft. Unternehmen mit weniger als 200 Beschäftigten und — noch deutlicher — Unternehmen mit weniger als 100 Beschäftigten sowie jüngere haben in signifikant größerem Maße Schwierigkeiten, strategisch wichtige Innovationsvorhaben zu finanzieren. Sie müssen diese häufiger zeitlich strecken, öfter auf außerordentliche Maßnahmen der Kapitalbeschaffung zurückgreifen, oder sie können beabsichtigte Vorhaben überhaupt nicht durchführen. Die Bedeutung von Finanzierungsschwierigkeiten bei der Durchführung strategisch wichtiger Innovationsprojekte schlägt sich auch in der bei kleineren Unternehmen durchschnittlich höheren FuE-Personalintensität — der Relation von FuE-Personal zu Gesamtpersonal — nieder.

Unternehmen mit mehr als 200 Beschäftigten müssen dagegen FuE-Vorhaben häufiger aufgrund sich ändernder Absatzaussichten oder technischer Probleme abbrechen. Sie nutzen auch stärker die innovationsunterstützende Infrastruktur wie Beratung und technische Informationsdienste. Ein Grund dafür ist sicherlich, daß

diese Unternehmen in der Regel technisch anspruchsvollere FuE-Vorhaben durchführen. Sie sind aber auch wegen einer besseren personellen Ausstattung im FuE-Bereich sowie höherer Spezialisierung eher zur Nutzung des entsprechenden Infrastrukturangebots in der Lage.

Nachlassende Wirkungen des Programms

Insgesamt haben die begünstigten kleinen und mittleren innovativen Unternehmen des produzierenden Gewerbes seit dem Ende der siebziger Jahre ihre FuE-Anstrengungen erheblich verstärkt. Gleichwohl ist ihr Anteil an den gesamten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen der gewerblichen Wirtschaft relativ klein. Die FuE-Aufwendungen der mittelständischen Unternehmen in der Bundesrepublik machen etwa 8 vH der entsprechenden Aufwendungen der größeren Unternehmen mit mehr als 1 000 Beschäftigten aus.

Technische Innovationen als Marktstrategien stehen bei den geförderten Unternehmen neben anderen Wettbewerbsfaktoren (Lieferzeiten und Termintreue, Kundenberatung, Geschäftsbeziehungen, Angebotspalette, Preisgestaltung). Das Angebot von hochentwickelten Technologien ist daher für die geförderten Unternehmen meist nicht der wichtigste Faktor für eine gute Marktstellung; ihm wird von den befragten Unternehmen aber für die nächsten Jahre eine wachsende Bedeutung zugesprochen, und auch statistisch konnten bei den Unternehmen deutliche Zusammenhänge zwischen der Innovationstätigkeit und ihrer Wettbewerbsfähigkeit nachgewiesen werden. So zeigt sich, daß die innovierenden Unternehmen eine günstigere Beschäftigungsentwicklung aufweisen als andere⁴.

Durch das FuE-Personalkostenzuschuß-Programm ist bei den kleineren Unternehmen der Trend zur Ausweitung der Innovationsausgaben verstärkt worden. Einer Untersuchung des ISI zufolge⁵ lag der Wirkungsgrad des Programms in der ersten Programmphase bei 60 vH des Fördervolumens. Mit Hilfe der öffentlichen Zuschüsse wurden in der Regel zwar schon vorher geplante Aktivitäten durchgeführt, doch konnten diese aufgrund der Förderung früher oder in einem größeren Umfang als ursprünglich vorgesehen realisiert werden.

Nach den einschränkenden Änderungen der Förder Richtlinien (1985) sank die durchschnittliche Höhe der Zuschüsse je Unternehmen deutlich. Seither ließ sich eine Polarisierung der Nutzungsweisen der Förderung beobachten: Der geringere Zuschuß hatte für die jetzt stärker

⁴ Vgl. hierzu ausführlich „Unternehmensgröße und Innovationstätigkeit: Zwei wichtige Faktoren des Unternehmenswachstums“. Bearb.: Dietmar Edler und Frieder Meyer-Krahmer. In: Wochenbericht des DIW, Nr. 42/1989.

⁵ F. Meyer-Krahmer et al.: Wirkungsanalyse der Zuschüsse für Personal in Forschung und Entwicklung, Karlsruhe (FhG-ISI) 1984.

beteiligten kleinen Unternehmen größere Bedeutung als für die — der Zahl nach abnehmenden — mittelgroßen Unternehmen. Mehr Unternehmen als früher verwendeten den Zuschuß für FuE-Projekte, die sie ohne Förderung nicht begonnen hätten, mehr Unternehmen nutzten ihn auch für andere Innovationsaktivitäten. Umgekehrt sind es vor allem die größeren Unternehmen, die zu den „Mitnehmern“ der Förderung zählen. Den Befragungsergebnissen zufolge ist zu vermuten, daß der Anteil der Mitnehmer insgesamt zugenommen hat. Zum Ende der Laufzeit des FuE-Personalkostenzuschuß-Programms hat nur noch annähernd die Hälfte der Empfänger die Mittel im eigentlichen Sinne des Programms eingesetzt.

Diese Entwicklung ist auf mehrere Faktoren zurückzuführen. Die Anreizwirkungen nahmen wegen der verringerten Zuschußhöhe merklich ab. Für 14 vH der Unternehmen belief sich der Zuschuß bereits 1985 auf weniger als 10 000 DM, für weitere 26 vH auf weniger als 20 000 DM. Vor allem für mittlere und größere Unternehmen waren die zu erhaltenden Zuschüsse nach den Änderungen der Förderrichtlinie zu gering, um die ohnehin gestiegene FuE-Dynamik zusätzlich zu beschleunigen.

Über die engere Wirkungsanalyse der Fördermaßnahmen hinaus wurde im Rahmen der Untersuchung festgestellt, daß die geförderten Unternehmen bei ihrer Innovationstätigkeit vielfältige externe Dienstleistungen nutzten. Generell ist es aber schwer zu beurteilen, inwieweit die Unternehmen in ausreichendem Maße auf dieses Umfeld zurückgegriffen haben oder überhaupt zurückgreifen konnten, da ein Referenzmaßstab fehlt. Statistisch nachzuweisen ist eine enge Beziehung zwischen FuE-Intensität, Unternehmensgröße, Informations- und Kooperationsverhalten sowie dem Beschäftigten- bzw. Umsatzwachstum und den Exportaktivitäten der Unternehmen. Insbesondere Unternehmen mit überdurchschnittlichen Informations- und FuE-Kooperationsaktivitäten zeichneten sich durch ein überdurchschnittlich großes Wachstum und eine hohe Exportorientierung aus.

Fazit

Obwohl die Effizienz des Programms nicht abschließend beurteilt werden kann — dafür wäre eine intertemporale, volkswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Analyse erforderlich —, sind die Stärken und Schwächen eines solchen Programmtypus deutlich geworden. Vorteile sind ein hoher Verbreitungsgrad, die Verstärkung von FuE-Aktivitäten sowie der Abbau eines unzureichenden Innovationsbewußtseins. Bewertet man das Programm als Ele-

ment der Technologiepolitik, kann als Nachteil angesehen werden, daß primär inkrementale Innovationen gefördert wurden. Anders fällt die Wertung aus, wenn das Programm als Teil einer innovationsorientierten Mittelstandspolitik aufgefaßt wird, deren Aufgabe es ist, die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der Unternehmen zu erhöhen. Als Nachteil bleibt bestehen, daß aufgrund des geänderten Programmschnitts vor allem bei den größeren Unternehmen zuletzt beträchtliche Mitnehmereffekte aufgetreten sind. Die Beendigung der beiden Programme zur FuE-Personalförderung bleibt daher umstritten.

Mit den beendeten Programmen verlor die mittelständische Industrie die — gemessen am Mitteleinsatz — wichtigste Subvention, die problemorientiert ansetzte und zumindest bei der Zuwachsförderung keine größere Verzerrung von Faktorallokationen befürchten ließ. Begünstigt wurden vor allem die wachstumsintensiven, den Strukturwandel tragenden Branchen wie Maschinenbau, Elektrotechnik, Chemie, Kunststoffverarbeitung, Feinmechanik und Optik. So hat es gegenwärtig den Anschein, als würde der vor zehn Jahren eingeleitete Trend einer verstärkten Innovationsförderung kleinerer Unternehmen wieder umgekehrt werden.

Akzeptiert man die wettbewerbs- und beschäftigungspolitische Bedeutung kleiner und mittlerer Unternehmen, so ist eine auf diese Gruppe gerichtete Innovations- und Wirtschaftsstrukturpolitik solange gerechtfertigt, wie förderbedingte Verzerrungen zugunsten großer Unternehmen bestehen. Dabei sollten zusätzliche Ziele wie die Förderung ressourcenschonender Verfahren und Produkte einbezogen werden.

Einer wettbewerbsorientierten Mittelstandspolitik liegt nach wie vor das Prinzip der Verminderung von Schwachstellen der Unternehmen zugrunde. Innovationshemmnisse sind im Zeitverlauf nicht konstant, sondern werden vom wirtschaftlichen, technischen und strukturellen Wandel unterschiedlich beeinflusst. Die vorherrschenden Probleme kleiner und mittlerer Unternehmen scheinen sich gegenüber dem Beginn der achtziger Jahre von der Finanzierung interner FuE-Kapazität auf die Gewinnung qualifizierten FuE-Personals und von der unzureichenden Wahrnehmung neuer Technologien als Wettbewerbsfaktor auf die Absorptionsfähigkeit externen Wissens sowie die Zusammenführung des Know-hows aus unterschiedlichen Technikgebieten verlagert zu haben. Wird eine Förderung überhaupt für notwendig gehalten, wäre demnach ein Konzept zu entwickeln, das neben der Qualität des internen Potentials der Unternehmen auch deren Umfeldbeziehungen erfaßt und dazu beiträgt, daß die zur Anpassung an den Strukturwandel notwendige betriebliche Flexibilität steigt.

Faserverbundwerkstoffe in der mittelständischen Industrie

Für die künftige Wettbewerbsfähigkeit fortgeschrittener Industrieländer wird als entscheidend angesehen, inwieweit es ihnen gelingt, in den sogenannten Schlüsseltechnologien wie Informations- und Fertigungstechnik, Biotechnologie sowie Materialtechnik eine führende Rolle zu spielen. Der Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT) hat das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) beauftragt, zusammen mit dem Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) zu prüfen, welche Bedeutung Faserverbundwerkstoffe mit Kunststoffmatrix (FVK) für kleine und mittlere Unternehmen haben. Zu klären waren die derzeitige Anwendung von FVK, die zentralen Innovationshemmnisse sowie die Frage, ob eine finanzielle Förderung der Unternehmen zum gegenwärtigen Zeitpunkt geeignet ist, die Verbreitung von FVK zu beschleunigen. Im folgenden sind die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchung zusammengefaßt¹.

Der Werkstoff

Verbundwerkstoffe entstehen durch gezieltes Einfügen von Verstärkungsmaterialien in den Grundwerkstoff; dadurch lassen sich Bauteil- und Werkstoffeigenschaften erreichen, die den Eigenschaften der einzelnen Werkstoffe weit überlegen sind. Stahlbeton ist ein allgemein bekanntes Beispiel hierfür.

Unter Faserverbundkunststoffen werden im folgenden Werkstoffe verstanden, bei denen eine Kunststoffmatrix (Thermoplaste oder Duroplaste) durch Einfügen von Fasermaterialien aus Glas, Kohlenstoff oder Aramid verstärkt wird. Dabei bleiben die positiven Eigenschaften der Kunststoffmatrix — vor allem geringes spezifisches Gewicht — erhalten; insbesondere Festigkeit und Steifigkeit werden aber erhöht. Durch unterschiedliche Kombinationen von Fasern, Matrixwerkstoffen und Verarbeitungsverfahren können Verbundwerkstoffe konstruiert werden, die den spezifischen Anforderungsprofilen und Anwendungssituationen optimal angepaßt sind.

Vorgehensweise

Informationen über die Verbreitung von FVK in der mittelständischen Industrie (Unternehmen mit weniger als 1000 Beschäftigten), lagen bisher nicht vor. Sie mußten deshalb bei den Unternehmen selbst eingeholt werden, durch schriftliche Befragungen und mit Hilfe von Fallstudien.

Dafür wurden mittelständische Unternehmen jener Branchen ausgewählt, in denen aus technischer Sicht Anwendungsmöglichkeiten für Faserverbundwerkstoffe bestehen: Maschinen- und Anlagenbau, Elektrotechnik, Herstellung von Kunststoffwaren sowie Eisen-, Blech- und Metallwaren (EBM-Waren), Feinmechanik, Optik, Uhren, Straßenfahrzeugbau. Nicht berücksichtigt worden sind die Luft- und Raumfahrt und die Sportartikelindustrie.

Die für schriftliche Befragungen hohe Antwortbereitschaft von 60 vH deutet auf großes Interesse an der Untersuchung hin. Antworten von 5 400 Unternehmen stellen eine gute Basis dar, um das Anwendungspotential

von Faserverbundkunststoffen hinsichtlich Zahl der Unternehmen abzuschätzen und dieses Potential nach verschiedenen Merkmalen — Fasern, Fertigungsverfahren, Probleme — wenigstens in groben Zügen zu strukturieren. Zusätzliche Informationen über Einsatzfelder, Probleme und Perspektiven des Einsatzes von Faserverbundwerkstoffen ergaben die Fallstudien bei 30 Unternehmen.

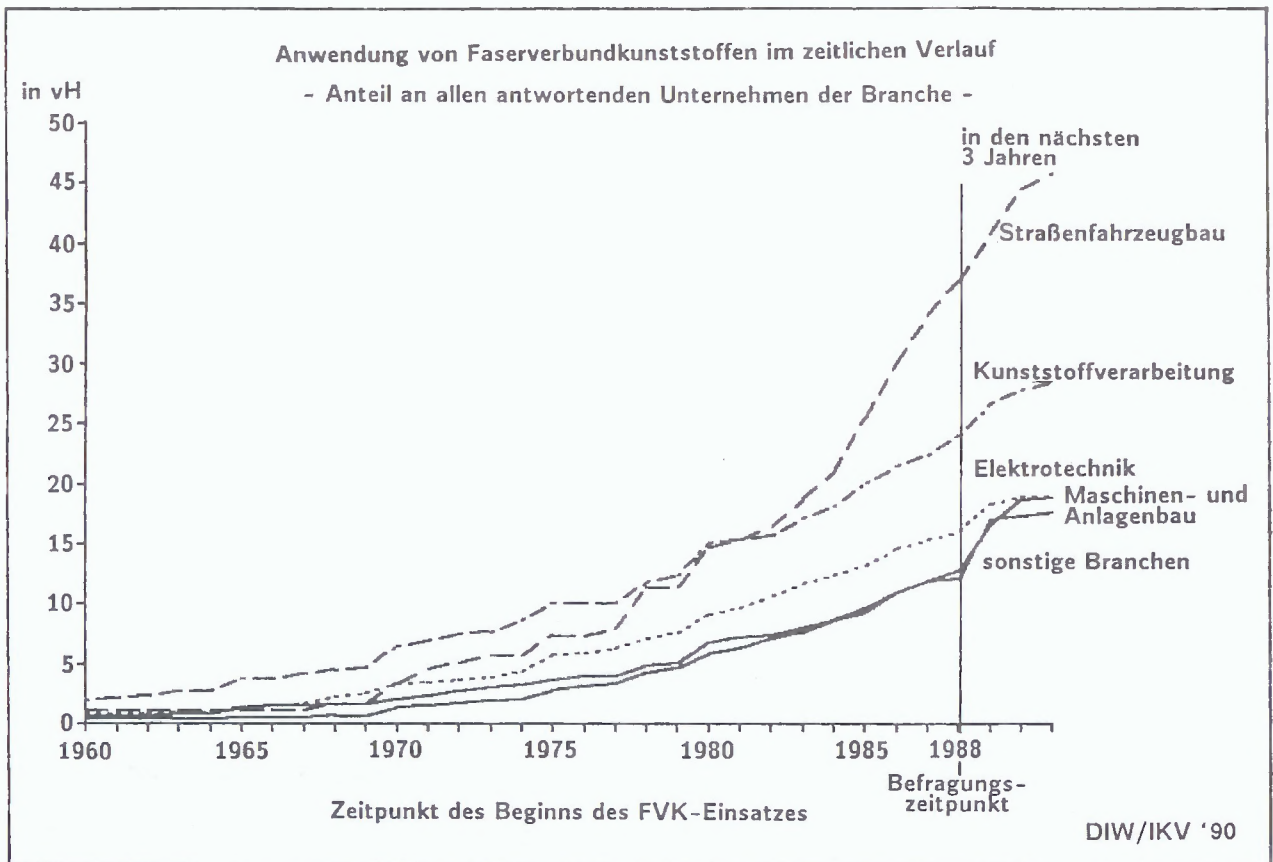
Verbundwerkstoffe setzen sich erst allmählich durch

Etwa 850 der erfaßten 5 400 Unternehmen, also etwa jedes sechste, setzen bereits Faserverbundkunststoffe ein. Weitere 5 vH planen in den nächsten drei Jahren die erstmalige Anwendung von FVK.

Seit 1980 zeigt sich — gemessen an der Zahl der Unternehmen — ein beschleunigtes Vordringen der Verbundwerkstoffe Glasfaserkunststoff (GFK), Kohlenstofffaserkunststoff (CFK) und Aramidfaserkunststoff (AFK). Je größer die Unternehmen sind, desto häufiger wird FVK eingesetzt. Die Gründe dafür liegen vorwiegend in der Komplexität des Werkstoffs und in den noch relativ hohen Entwicklungskosten. Kleinere Unternehmen verfügen häufig weder über das notwendige Know how noch über die zur Finanzierung langer Entwicklungsprozesse erforderlichen Mittel. Für einen erheblichen Teil der Unternehmen spielt FVK zudem nur eine untergeordnete Rolle; sie kaufen FVK-Bauteile oder -Komponenten, ohne diese dann weiter zu verarbeiten; der Umsatzanteil der Produkte, in die FVK eingeht, ist dabei zumeist auch gering.

Die Zahl der Unternehmen, die GFK einsetzen, ist reichlich viermal so hoch wie die der Anwender des höherwertigen, aber auch teureren CFK; im Vergleich zum Einsatz des ebenfalls sehr hochwertigen AFK errechnet sich sogar eine Relation von 10 : 1. Nach den Planungen

¹ Für die vollständige Darstellung vgl. Friederike Behringer, Kurt Hornschild, Frieder Meyer-Krahmer (DIW); Michael Goedel, Ulrich Rosenbaum (IKV): Faserverbundwerkstoffe in der mittelständischen Industrie: Anwendungspotential und Innovationshemmnisse. E. Schmidt Verlag Berlin, Bielefeld, München (im Druck).



der Unternehmen wird sich die Zahl der Anwender von GFK in den nächsten drei Jahren geringfügig erhöhen, während sie sich bei CFK und AFK mehr als verdoppeln wird. Bevorzugte Matrixwerkstoffe sind Duroplaste; Thermoplaste werden deutlich seltener eingesetzt.

Bei den Fertigungsverfahren dominieren das Handlaminieren und Pressen

Am häufigsten ist das Verfahren des Handlaminierens. Hierbei handelt es sich um eine unter technischen Aspekten sehr einfache, wenig anlagenintensive Fertigungsmethode mit allerdings nur geringer Fertigungsgenauigkeit; für die Serienfertigung ist sie i.d.R. nicht geeignet. Hier besteht wie bei dem an zweiter Stelle genannten Pressen und dem — allerdings nur selten angewendeten — Wickeln die Möglichkeit, lange Fasern in der gewünschten Richtung zu orientieren und die Belastbarkeit der Bauteile in den Beanspruchungsrichtungen zu erhöhen. Dies gilt jedoch nicht für die beiden übrigen häufig genannten Verfahren, das Spritzgießen und das Faserspritzen.

Wichtigste Eigenschaften und Einsatzgebiete von FVK

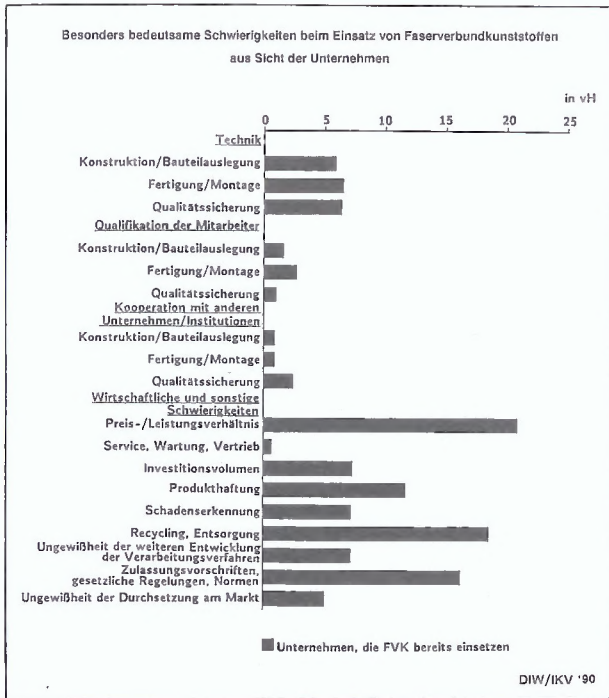
Die Anwender nennen eine breite Palette wichtiger Eigenschaften von FVK. Am häufigsten werden Festigkeit,

geringes Gewicht, Medienbeständigkeit, Steifigkeit sowie die Möglichkeit der einfachen Herstellung komplexer Geometrien angeführt. Die in den einzelnen Branchen unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten von FVK schlagen sich in spezifischen Anforderungen an den Werkstoff nieder. Deutlich unterscheiden sich die elektrotechnischen Unternehmen von den übrigen Anwendern: Bei ihnen spielt Temperaturbeständigkeit und elektrische Isolation eine besonders große Rolle.

Die Unternehmen der untersuchten Branchen setzen FVK gegenwärtig hauptsächlich für nichttragende Bauteile wie Abdeckungen und Gehäuse sowie für tragende oder funktionsbestimmende Bauteile wie Träger und Antriebswellen ein. Sicherheitsrelevante Bauteile wie Fahrwerkteile und Lenkungen werden kaum genannt.

Innovationshemmnisse und Probleme bei der Einführung von FVK

Neue Werkstoffe oder neue Maschinen bereiten den meisten Unternehmen in der Einführungsphase Probleme. Bei der Einführung von FVK gab es in nahezu allen Unternehmen Schwierigkeiten; ihr Spektrum und die Häufigkeit des Auftretens deuten auf einen mindestens vergleichbar hohen Problemgrad hin wie bei der



Einführung der Mikroelektronik². Im Vordergrund stehen dabei einmal ein ungünstiges Preis-/Leistungsverhältnis, und zwar sowohl hinsichtlich der Preise für Hochleistungsfasern als auch der Kosten der Verarbeitung von FVK. Zum anderen gibt es eine Vielfalt technischer Schwierigkeiten, von der Konstruktion und Bauteilauslegung über Fertigungsprobleme bis hin zur Qualitätssicherung von Halbzeugen und Bauteilen. Diese technischen Probleme sind für die Unternehmen aber offensichtlich lösbar, denn sie werden für die Zukunft für weit weniger bedeutsam gehalten als das Problem der geringen ökonomischen Attraktivität. Künftig werden Probleme mit dem Arbeits- und Umweltschutz und mit der Entsorgung produktionsbedingter Abfälle mehr und mehr in den Vordergrund treten. Auch die Zulassungsvorschriften, die Produkthaftung, das Investitionsvolumen und die Ungewißheit der weiteren Entwicklung der Verarbeitungsverfahren werden noch an Bedeutung gewinnen. Das Ausmaß technischer und wirtschaftlicher Probleme beim Einsatz von FVK verhindert derzeit eine breite industrielle Anwendung. Es fehlen offensichtlich sowohl noch grundlegende technische Lösungen (beispielsweise zuverlässige Methoden zur zerstörungsfreien Schadenserkennung) als auch marktnähere Weiterentwicklungen der derzeitigen technischen Lösungen mit dem Ziel verbesserter ökonomischer Attraktivität.

Maschinenbau: Akzeptanz, aber vielfältige Probleme

Vor Beginn der Untersuchung wurde der Maschinenbau — sieht man einmal von dem hier nicht unter-

suchten Flugzeugbau ab — als Kernbereich möglicher Einsatzfelder von FVK angesehen. Dies gilt nicht im Hinblick auf die Fasermenge, wo sicherlich Branchen mit Großserienfertigung wie die Automobilindustrie größere Bedeutung haben. Die gegenüber herkömmlichen Werkstoffen als Hauptvorteile von FVK angesehenen Eigenschaften, also geringes Gewicht, Formstabilität und die Möglichkeit der Einstellung der Steifigkeit, sollten, so die Annahme, insbesondere bei schnell bewegten Teilen zum Tragen kommen. Dies sind Anforderungen, die sich besonders häufig im Maschinenbau stellen.

Die Untersuchung bestätigte diese Annahme. Immer dort, wo Unternehmen mit bislang verwendeten Werkstoffen an physikalische Grenzen stießen, wurde der Einsatz neuer Werkstoffe geprüft. Allerdings handelte es sich dabei meistens nur um — gemessen am gesamten Maschinenwert — relativ unbedeutende Bauteile. Die zur Produktion benötigte Fasermenge sowie der wertmäßige Anteil des Bauteils sind vergleichsweise gering. Deshalb stellen die Mehrkosten für das FVK-Bauteil in Relation zu den Kosten der gesamten Maschine zumeist keinen entscheidenden Innovationsengpaß dar.

Im Maschinenbau scheinen gegenüber neuen Werkstoffen nur geringe Akzeptanzprobleme zu bestehen. Dies rührt daher, daß die Unternehmen gewohnt sind, Anforderungsprofile exakt zu definieren und auf die anforderungsgerechte Lieferung zu vertrauen.

Das auch in naher Zukunft zu erwartende nur langsame Vordringen von FVK im Maschinenbau ist u. a. darauf zurückzuführen, daß

- bei technischen Lösungen grundsätzlich zunächst an die Verwendung metallischer Werkstoffe gedacht wird;
- durch den Einsatz von FVK die Leistungsfähigkeit einer Maschine häufig nur in einem Teilbereich gesteigert wird, das gesamte System aber darauf noch nicht abgestimmt ist und folglich die Leistungssteigerung nicht umgesetzt werden kann;
- der einzelne Maschinenhersteller wegen der geringen Stückzahlen als Abnehmer für die Faserhersteller uninteressant ist und von diesen kaum Unterstützung erwarten kann.

Fazit der Befragungsergebnisse . . .

Faserverbundwerkstoffe auf Kunststoffbasis werden außerhalb der Luft- und Raumfahrt, wo Gewichtseinsparungen aus Gründen der Wirtschaftlichkeit besonders wichtig sind, erst allmählich eingesetzt. Die Gründe dafür sind vielfältig. Besonders wichtig erscheint aber der folgende: Technologische Prozesse vollziehen sich im Rahmen von Gesamtsystemen. Vorteile einzelner techni-

² Vgl. Friederike Behringer und Ulrich Brasche: Mikroelektronik und Mitarbeiterqualifikation. E. Schmidt Verlag Berlin, Bielefeld, München 1986.

scher Lösungen können durch anderweitige Nachteile überkompensiert werden. Selbst wenn es gelänge, FVK-Teile so herzustellen, daß diese gegenüber den bislang produzierten sowohl preislich als auch qualitativ überlegen sind, so ist deren Einführung dann nicht lohnend, wenn die Kosten für Umrüstungen der Werkstätten, Personalschulung und Verschrottung zu hoch sind.

Die in den meisten Branchen anzutreffende Nischenfunktion dieses Werkstoffes heißt aber nicht, daß seine künftige volkswirtschaftliche Bedeutung gering einzustufen ist. Technische und vor allem wirtschaftliche Probleme verhindern derzeit noch eine breitere industrielle Anwendung.

. . . und Konsequenzen für die Technologiepolitik

Teil der Untersuchung war die Frage, ob der gegenwärtige Zeitpunkt für eine Förderung der Verbreitung von FVK (Diffusionsförderung) als geeignet anzusehen ist. Die Bedeutung dieser Frage wird auch durch Ergebnisse der Innovationsforschung unterstrichen, nach denen für den Erfolg solcher technologiepolitischer Maßnahmen der Einführungszeitpunkt in Relation zum „Reifegrad“ der neuen Technik entscheidend ist. Es wurde angenommen, daß ein verstärkter und breitenwirksamer Einsatz von FVK die Wettbewerbsfähigkeit insbesondere der mittelständischen Industrie merklich erhöhen könnte. Voraussetzungen für den Einsatz sind ein entsprechender

technischer Reifegrad, bewältigbare Innovationshemmnisse und ein entsprechendes „Umfeld“ für eine breitere industrielle Anwendung.

Die Prüfung dieser Kriterien ergab insgesamt, daß zumindest der gegenwärtige Zeitpunkt für ein solches Programm als zu früh angesehen werden muß — unabhängig von der grundsätzlichen Notwendigkeit einer solchen Diffusionsförderung. Die herangezogenen Indikatoren deuten darauf hin, daß eine breite industrielle Anwendung von FVK, die deutlich über den gegenwärtigen Anwendungsstand hinausgeht, in naher Zukunft nicht erreichbar ist.

Aus der Sicht der Mehrzahl der Unternehmen, die FVK einsetzen oder die Anwendung planen, besteht ein erheblicher Bedarf an allgemeiner Information über den Werkstoff, an gezielter Beratung sowie an Kooperation mit Forschungseinrichtungen und Rohstoffherstellern, von der Werkstoffauswahl bis hin zum Prototypenbau und zur Qualitätssicherung. Auch eine erweiterte werkstoffbezogene Ausbildung an Universitäten und Fachhochschulen und — vor allem bei Engpässen im Personalbereich — Verbesserungen der betrieblichen Ausbildung und der Weiterbildungsmöglichkeiten des Personals werden gefordert. Die inzwischen vom BMFT geschaffenen „Demonstrationszentren für Faserverbundwerkstoffe“ dürften damit einen angemesseneren technologiepolitischen Ansatz darstellen als rein finanzielle Hilfe.

Herausgeber: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Königin-Luise-Str. 5, D-1000 Berlin 33

Telefon (0 30) 82 99 10 — Telefax (0 30) 82 99 12 00

BTX-Systemnummer * 2 99 11 #

Präsident: Prof. Dr. Lutz Hoffmann

Abteilungsleiterkollegium: Dr. Oskar de la Chevallerie, Dr. Doris Cornelsen, Dr. Heiner Flassbeck, Dr. Fritz Franzmeyer, Dr. Hans Heuer, Prof. Dr. Wolfgang Kirner, Dr. Frieder Meyer-Krahmer, Dr. Reinhard Pohl, Dr. Hans-Joachim Ziesing.

Präsident und Abteilungsleiter sind gemeinsam für die wissenschaftliche Leitung verantwortlich.

Schriftleitung: Dr. Klaus Henkner

FuE-Personalkostenzuschuß-Programm. Bearbeitet von Kurt Hornschild, Frieder Meyer-Krahmer (DIW), Gerhard Becher, Stefan Kuhlmann und Uwe Kuntze (ISI). — *Faserverbundwerkstoffe in der mittelständischen Industrie.* Bearbeitet von Friederike Behringer, Kurt Hornschild und Frieder Meyer-Krahmer.

Verlag Duncker & Humblot GmbH, Dietrich-Schäfer-Weg 9, D-1000 Berlin 41.

Nachdruck und sonstige Verbreitung — auch auszugsweise — nur mit Quellenangabe zulässig.

Druck: ZIPPEL-Druck, Oranienburger Str. 170, D-1000 Berlin 26.

Bezugspreis für den Jahrgang DM 125,—, vierteljährlich DM 35,—, Einzelnummer DM 4,—.

Zuzüglich Versandkosten