



Techniken im Trend

Stand und Dynamik der Einführung innovativer Produktionstechniken

Elna Schirrmeister, Philine Warnke, Jürgen Wengel

Zusammenfassung

Investitionen in Maschinen, Anlagen und Informationstechnik haben eine dauerhaft große Bedeutung für die Modernisierung der Produktion, auch wenn immer noch eine Mehrheit der Betriebe ihre Priorität bei organisatorischen Maßnahmen sieht. Die Verbreitung innovativer Fertigungstechniken erfolgt jedoch mit sehr unterschiedlicher Dynamik. Der Anwender sollte dies im Hinblick auf Notwendigkeiten, zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit neue Verfahren einzuführen, beobachten. Für Fertigungstechnikhersteller bestimmen die Verbreitungsmuster in starkem Maße die Absatzmöglichkeiten.

Besonders schnell verbreitet sich die Bildverarbeitung in der Produktion. Gleichzeitig ist der weitere Verbreitungsspielraum wegen universeller Anwendungsmöglichkeiten hoch. Solche Eigenschaften zeichnen die Gruppe zukünftiger Standardtechniken aus, zu der auch Trocken- und Hochgeschwindigkeitsbearbeitung, Materialfluss-Automatisierung und Rapid Prototyping/Rapid Tooling gehören. Für eine große Gruppe von Technologien, wie integrierte Beschichtungsverfahren oder automatisierte Montage, ist offen, ob sie auf spezielle Anwendungsfelder begrenzt bleiben oder zum Standard werden. Andere Technologien wie CNC-Bearbeitungszentren haben sich durchgesetzt. Hier liegen aber oft noch erhebliche Potenziale in der innerbetrieblichen Diffusion.

Einleitung

Nach Jahren der Diskussion um schlanke Produktion und Business Re-engineering konnte man den Eindruck gewinnen, dass Rationalisierung in der Industrie vor allem mit Hilfe organisatorischer Maßnahmen und neuer Managementkonzepte betrieben wird. In den letzten Jahren stand dann die informationstechnische Vernetzung wieder – nun unter Begriffen wie Supply Chain Management oder E-business – im Zentrum des Interesses. Dennoch befinden sich die Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes gleichzeitig in einem ständigen Prozess der technischen Erneuerung ihrer Produktion. Die Einführung neuer Fertigungsverfahren ist ein ständiges Anliegen. Allerdings wird nur selten eine den IuK-Technologien vergleichbare Verbreitungsgeschwindigkeit erreicht. Fertigungstechnischer Fortschritt ist vielmehr ein Dauerbrenner.

Für den Industriestandort Deutschland sind Verbreitungsstand und Einführungsdynamik produktionstechnischer Innovationen sowohl aus Anwender- als auch aus Herstellerperspektive wichtig. Effiziente Fertigungsverfahren sind das Pendant zu hohen Personalkosten für hochqualifizierte Beschäftigte, und der Heimatmarkt hat für den deutschen Maschinenbau als „Weltlieferant von Produktivität“ einen Leitcharakter. Vor diesem Hintergrund sollen die folgenden Fragen analysiert werden:

- Leitfragen**
- Welchen Stellenwert haben Investition in Maschinen, Anlagen und Informationstechnik gegenüber personellen und organisatorischen Maßnahmen?
 - Welche neuen Fertigungstechniken wurden und welche werden in nächster Zeit eingeführt und wo liegen Grenzen der Verbreitung?
 - Welche Techniken haben das Potenzial, Standardverfahren zu werden, und welche werden auf Nischen- oder Spezialanwendungen beschränkt bleiben?
 - Wie ist der Stand der innerbetrieblichen Verbreitung bei den Nutzern der verschiedenen Techniklinien und wie entwickelt er sich?

Datenbasis Als Datenbasis dient die Erhebung *Innovationen in der Produktion 2001* (siehe Kasten S.12). Dabei konzentrieren sich die Auswertungen auf die Metall- und Elektroindustrie mit relativ einheitlichen Fertigungsstrukturen für Stückgüter.

Stellenwert von Technikinvestitionen

Gefragt, welchen Rang Investitionen in Maschinen, Anlagen und Informationstechnik aktuell im Vergleich zu personellen und organisatorischen Maßnahmen bei der Modernisierung der Produktion einnehmen, setzen gut 35 Prozent der Betriebe Technik auf Platz 1. Damit kommt der Organisation (knapp 40 Prozent) in den Augen der Betriebe weiterhin eine höhere Bedeutung zu. Aller-

dings hat der Stellenwert der Technikinvestitionen gegenüber den Hochzeiten der Lean Produktion Diskussion zugenommen. Unter den kleinen Metall- und Elektrobetrieben mit weniger als 100 Beschäftigten wird der Technik sogar häufiger (40 Prozent) als organisatorischen Maßnahmen (35 Prozent) Rang 1 zugeteilt. Dies ist aber vermutlich weniger einer Technikeuphorie als bei dieser Betriebsgröße weniger drängenden Organisationsproblemen zuzuschreiben.

**Organisation
weiter vor
Technik**

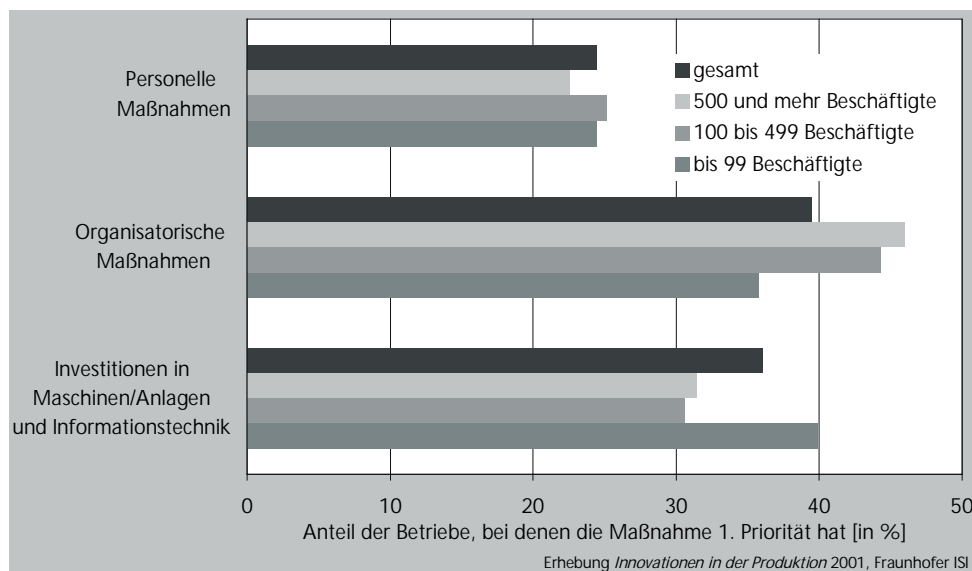


Abbildung 1: Stellenwert von Technikinvestitionen für die Produktionsmodernisierung (n=1162)

Potenziale und Verbreitung innovativer Fertigungstechniken

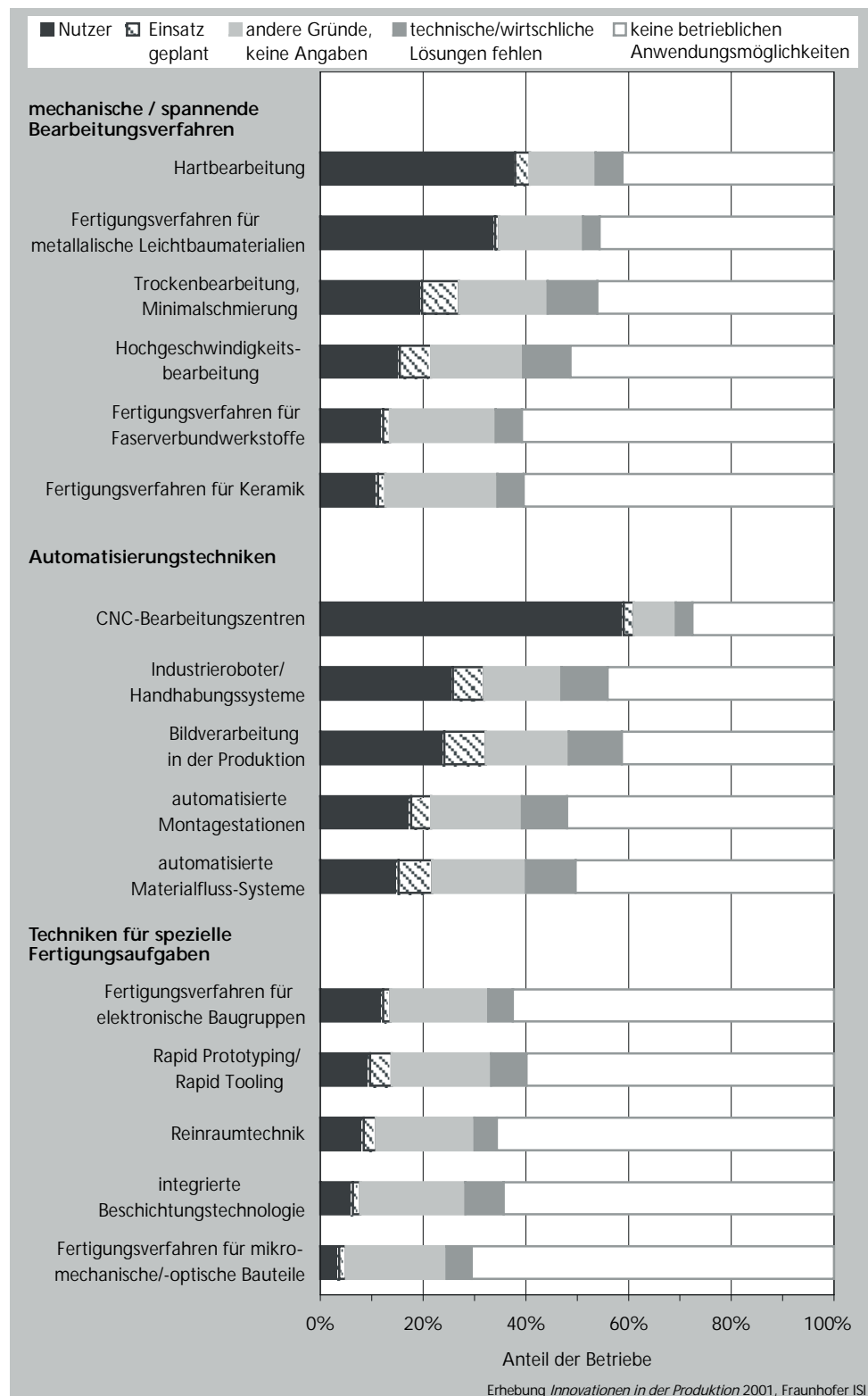
Trotz relativ einheitlicher Fertigungsstrukturen ist das Spektrum für die Metall- und Elektroindustrie relevanter, innovativer Fertigungstechniken sehr groß. Bis heute spielen die mechanische Fertigung und damit spanende Verfahren eine zentrale Rolle. Sie bieten ständig steigende Leistungen, z.B. hinsichtlich der zu bearbeitenden Werkstoffe oder der Bearbeitungsgeschwindigkeit. Ein weiterer wichtiger Bereich ist die Automatisierung von Steuerungs-, Überwachungs- oder Handhabungs- und Transportprozessen. Schließlich gewinnen spezielle Fertigungsaufgaben, z.B. auf Grund der Elektronik in den Produkten, an Gewicht. Teilweise konkurrieren – wie bei der Prototypenfertigung – innovative Spezialtechniken auch mit traditionellen (spanenden) Produktionsverfahren.

**Vielfalt
relevanter,
innovativer
Fertigungs-
techniken**

Abbildung 2 gibt einen Überblick über die aktuelle Verbreitung der in der Produktionsinnovationserhebung des ISI erfassten innovativen Fertigungstechniken. Außerdem werden die Betriebe, die die jeweilige Technik bisher nicht nutzen, danach differenziert, ob sie die Einführung in den nächsten zwei Jahren planen, oder aus welchen Gründen sie zur Zeit von einer Anwendung absehen. Dies ist wichtig, damit Stand und Perspektiven der Nutzung an Hand eines realistischen Diffusionspotenzials beurteilt werden können.

**realistisches
Diffusions-
potenzial**

Abbildung 2:
Einsatz und
Einsatzplanungen
unterschiedlicher
Fertigungs-
techniken
(n=1258)



Die Ergebnisse der Erhebung zeigen ein prinzipielles Muster: Eigene betriebliche Anwendungsmöglichkeiten werden tendenziell um so häufiger ausgeschlossen, je geringer eine Technik bisher verbreitet ist. Oder anders ausgedrückt, mit zunehmender Reife einer Technik erweitert sich das Anwendungs-

feld. Dabei handelt es sich jedoch nicht um einen linearen Zusammenhang. Eine Reihe von Techniken weisen von vorneherein universellere Einsatzmöglichkeiten auf, andere wiederum bleiben in den Anwendungsfeldern eingeschränkt. Schließlich zeigt sich, dass die Einführungsdynamik, gemessen am Anteil der Betriebe, die planen, eine Technik alsbald einzusetzen, merklich unterschiedlich ausfällt. Auch bei Fertigungstechniken, die bereits relativ weit verbreitet sind und deren erste betriebliche Anwendungen lange zurückliegen (Abbildung 3), wollen viele der bisherigen Nicht-Nutzer erstmals einsteigen.

**Entwicklungs-
stand und
Anwendungs-
möglichkeiten
bestimmen
Verbreitung**

Unter den avancierten Technologien in der spanenden Bearbeitung liegt die Hartbearbeitung mit einer Nutzerquote von fast 40 Prozent vorn. Im Gegensatz zu allen anderen Technologien wird sie von kleinen Betrieben beinahe ebenso häufig genutzt wie in großen Unternehmen. Dies deutet darauf hin, dass die Technologie bereits einen Anpassungsprozess an verschiedene Nutzerbedürfnisse durchlaufen hat. Entsprechend stellen nur wenige Betriebe den erstmaligen Einsatz wegen technischer oder wirtschaftlicher Defizite der angebotenen Lösungen zurück. Das Nutzerpotenzial (alle Betriebe mit Anwendungsmöglichkeiten der Technik) lässt sich daher bereits recht zuverlässig abschätzen. Es liegt bei ca. 60 Prozent der Betriebe der Metall- und Elektroindustrie. Nicht in demselben Maße wie die Hartbearbeitung konnten sich die Trockenbearbeitung bzw. Minimalmengenschmierung etablieren. Der relativ große Anteil der Betriebe, die eine Einführung der Trockenbearbeitung noch planen oder technisch/wirtschaftlich tragfähigere Lösungen einfordern, deutet darauf hin, dass sich Anwender und Anbieter noch in einem gemeinsamen Lernprozess befinden, obwohl sich die Technik stetig verbreitet. Die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung findet erst seit Ende der 90er Jahre eine breitere Anwendung und liegt schon jetzt bei großen Betrieben gleichauf mit der Trockenbearbeitung. Allerdings hat sich die teilweise geäußerte Erwartung, dass Hochgeschwindigkeitsbearbeitung zum Standard würde, bisher nicht erfüllt.

**Trocken-
bearbeitung
ist oft geplant,
doch werden
auch noch
Defizite
gesehen**

In der Diskussion um zukünftige Fertigungstechnologien nehmen Verfahren zur Bearbeitung neuer Werkstoffe einen großen Raum ein. Häufig wird ein radikaler Trend zum Multi-Material-Design unter Einsatz von neuen Materialien prognostiziert. Verfahren zur Verarbeitung von Keramik bzw. Faserverbundwerkstoffen werden jedoch bisher nur von etwas mehr als 10 Prozent der Betriebe eingesetzt. Zwar nutzt immerhin jeder dritte Betrieb Fertigungsverfahren für metallische Leichtbaumaterialien, doch dürfte es sich dabei meist um „traditionelle“ Materialien wie Aluminium handeln. Alle drei genannten Technologien lassen nach den Planzahlen nur eine geringe Verbreitungsdynamik für die nächsten Jahre erwarten.

**Einsatz von
Verfahren zur
Bearbeitung
neuer Materi-
alien ist vorerst
weiter auf
Spezialisten
begrenzt**

Automatisierung bildet Schwerpunkt der Technik-einführung

Die Automatisierungstechniken sind derzeit offenbar in besonderem Maße Gegenstand von Investitionen in die Fertigung. Gleichzeitig sehen viele Betriebe Defizite der angebotenen Lösungen, die sie mit der Einführung zögern lassen. Industrieroboter und Handhabungssysteme zur Werkstück- oder Werkzeug-handhabung werden zwar mittlerweile von 25 Prozent der Betriebe eingesetzt, verzeichnen aber immer noch hohe Zuwachsraten. Sechs Prozent der Betriebe planen die Einführung. Die Verbreitungsdynamik automatisierter Materialfluss-Systeme ist noch etwas höher. Nur noch wenige Betriebe stehen dagegen vor dem Einstieg bei CNC-Bearbeitungszentren, es handelt sich um eine ausgereifte Technologie mit großem – und mit fast 60 Prozent Nutzern bereits stark erschlossenem – Einsatzspektrum.

Bildverarbeitung in der Produktion ist stark auf dem Vormarsch

Eine außergewöhnlich dynamische Entwicklung ist beim Einsatz der Bildverarbeitung zu verzeichnen (siehe auch Abbildung 3). Die immer kürzeren Verarbeitungszeiten der Bilderkennungssysteme sowie die verbesserte Kameratechnik in Kombination mit sinkenden Kosten haben die Anwendungsmöglichkeiten für Bildverarbeitungssysteme in der Produktion zur Überwachung, Steuerung und Qualitätskontrolle stetig ausgeweitet. Die Nutzerquote stieg innerhalb weniger Jahre auf 24 Prozent, wobei schon jeder zweite Großbetrieb mit mehr als 500 Beschäftigten Bildverarbeitung in der Produktion einsetzt. Der höchste Anteil von Betrieben mit Einführungsabsichten unter allen abgefragten Techniken verspricht eine weitere schnelle Verbreitung.

von den speziellen Fertigungsverfahren steht das Rapid Prototyping/ Rapid Tooling vor breiterer Anwendung

Fertigungsverfahren für elektronische Baugruppen werden in 12 Prozent der Betriebe eingesetzt. Diese sind überwiegend in der elektrotechnischen Industrie angesiedelt. Trotz wachsender Elektronikanteile auch in anderen Branchen ist die Zahl der Betriebe, die einen Einstieg planen, gering. Die große Mehrzahl sieht keine betriebliche Anwendungsmöglichkeit und setzt weiterhin auf den Zukauf elektronischer Komponenten. Eine sehr viel dynamischere Entwicklung hat das Rapid Prototyping und Rapid Tooling durchgemacht. Diese Technologien wurden erst in den letzten Jahren erstmalig eingesetzt und haben es in kurzer Zeit auf eine Nutzerquote von 10 Prozent der Betriebe gebracht. Verhältnismäßig viele Betriebe planen den baldigen Einsatz (4 Prozent) und eine weitere recht große Gruppe wartet auf technisch verbesserte oder wirtschaftlichere Lösungen.

Miniaturisierung und Mikroproduktion sind weitere Schlagworte in der Diskussion um die Produktion der Zukunft. Aktuell geben jedoch nur 4 Prozent der Betriebe an, mikromechanische oder mikrooptische Bauteile zu fertigen. Die Zahl geplanter Neueinstiege ist gering, denn mehr als zwei Drittel sehen keine Anwendungsmöglichkeit. Auch für die Reinraumtechnik ist das Anwendungs-

potenzial aus Sicht der Betriebe sehr begrenzt. Allerdings ist sie bereits in fast jedem zehnten Betrieb zu finden. Bei den integrierten Beschichtungstechnologien sind die Anwenderzahlen wiederum geringer. Hier gibt ein relativ großer Anteil der Betriebe fehlende Lösungen und nicht nur fehlende Anwendungsmöglichkeiten als Grund für den Nicht-Einsatz an, so dass mit verbesserter Technik die Verbreitungsdynamik zunehmen könnte.

Diffusionsverläufe ausgewählter Fertigungstechniken

Wie bereits oben angedeutet, liegen den festgestellten Verbreitungsgraden der einzelnen Techniken sehr unterschiedliche Diffusionsverläufe zugrunde (Abbildung 3). Dies betrifft vor allem die Zeiträume, in denen ein bestimmtes Anwendungsniveau erreicht wird. Die Einführung neuer Technologien folgt zudem nicht immer dem in der Literatur umfangreich beschriebenen S-förmigen Verlauf einer Diffusionskurve. Die Bildverarbeitung zeigte z.B. eine besonders schnelle Diffusion, während sich Industrieroboter und Handhabungseinrichtungen langsamer und gleichmäßig auf ein ähnliches Niveau verbreiteten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Produktionstechniken im Laufe der Jahre einer Veränderung unterliegen, auch wenn weiterhin der gleiche Oberbegriff benutzt wird. So wird z.B. unter Bildverarbeitung in der Produktion heute etwas anderes verstanden als noch vor 5 Jahren. Die ansteigenden Wellen in der Einführungskurve der Trockenbearbeitung- und Minimalmengenschmierung wie auch der Hartbearbeitung könnten darauf zurückzuführen sein, dass technologische Weiterentwicklungen immer wieder neue Impulse gegeben haben.

Fertigungstechniken zeigen sehr unterschiedliche Diffusionsverlaufsmuster

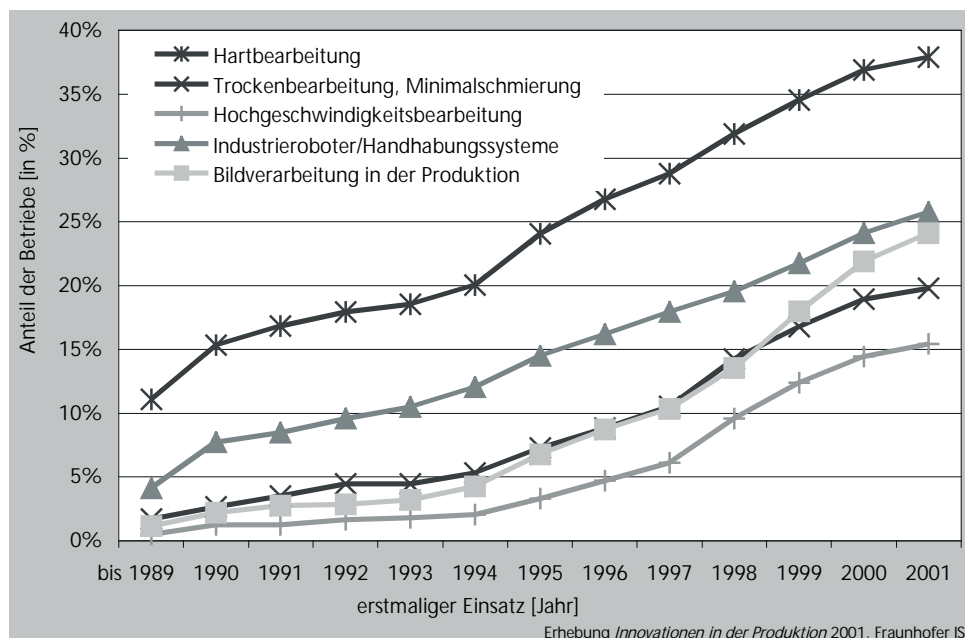


Abbildung 3: Diffusionsverläufe ausgewählter Fertigungstechniken (n=1258)

Portfolio – Verbreitungsdynamik und -potenziale von Fertigungstechnik

Die Beschreibung des Einsatzstandes, der Einsatzplanungen und der Einschätzungen der Betriebe über Reifestand und betriebliche Anwendungsmöglichkeiten innovativer Fertigungstechniken hat gezeigt, dass die Erschließung neuer Nutzer jeweils technologiespezifischen Mustern folgt. Sie lassen sich entlang der Dimensionen Verbreitungsgeschwindigkeit und verbleibender Verbreitungsspielraum typisieren. Damit kristallisieren sich Technologien mit aus Anwendersicht unterschiedlichem Einsatzpotenzial heraus. Aus Herstellersicht geben diese Einstufungen Marktpotenziale bei Technikeinsteigern an.

Abbildung 4:
Anwendungs-
potenzial und
Verbreitungs-
dynamik im
Überblick

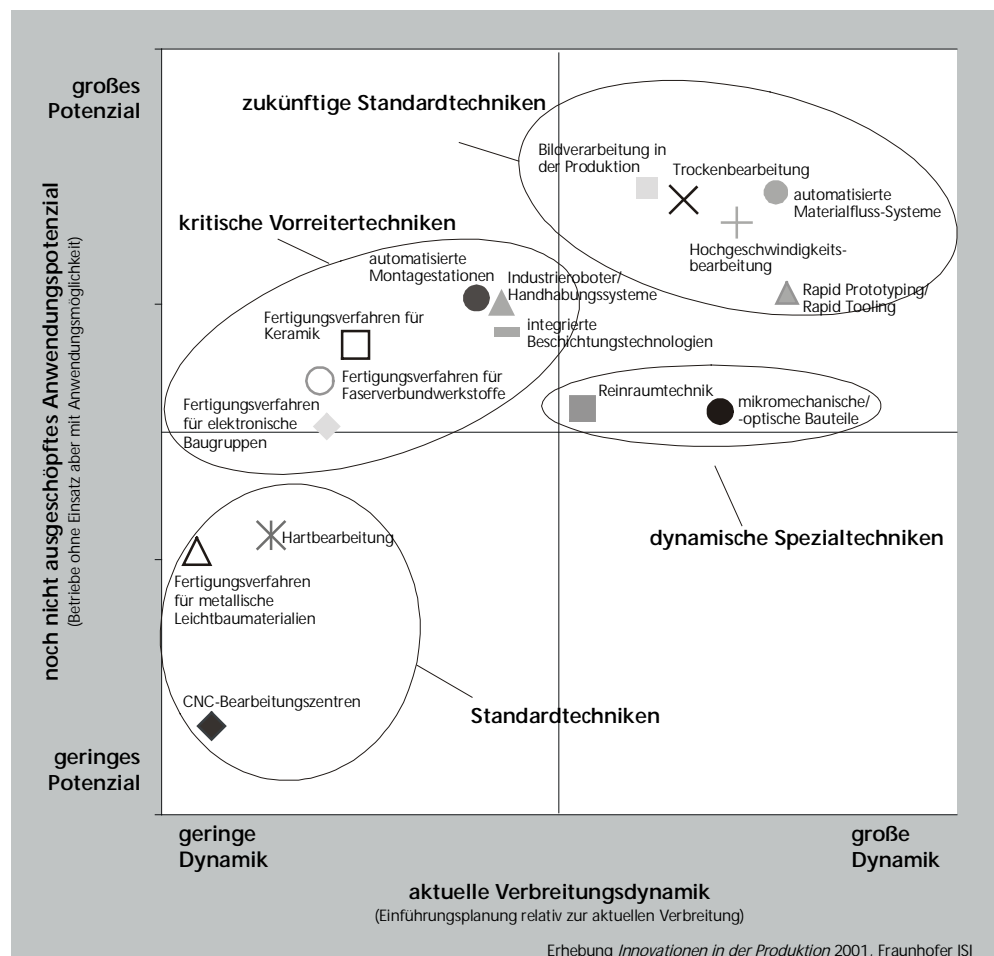


Abbildung 4 stellt die Verbreitungsdynamik (Planzahlen im Verhältnis zum Verbreitungsstand) dem potenziellen, bisher unausgeschöpften Anwendungspotenzial für die abgefragten Techniken gegenüber. Auch wenn die Planungen nicht vollzählig umgesetzt werden, so sind sie doch ein Indikator für die aktuelle Beurteilung einer Technik durch die Betriebe und die zukünftige Verbreitung. Das unausgeschöpfte Anwendungspotenzial bilden neben den Betrieben, die einen erstmaligen Einsatz einer bestimmten Fertigungstechnik planen, diejenigen, die Anwendungsmöglichkeiten im eigenen Betrieb nicht ausschließen,

aber bisher wegen mangelnder technischer oder wirtschaftlicher Lösungen oder auch ohne Begründung, keine Einführung planen. Ausbauabsichten der Betriebe, die die untersuchten Fertigungstechniken bereits nutzen, gehen also in diese Typologie zunächst nicht ein. Die innerbetriebliche Diffusion bildet jedoch ein wesentliches Element der Verbreitung innovativer Fertigungstechniken. Sie wird bei der folgenden Diskussion an Hand der von den Nutzern angegebenen Ausschöpfung ihrer betrieblichen Einsatzpotenziale sowie ihrer Ausbauplanungen einbezogen (Abbildung 5). In der durch die Dimensionen geringe bis große Dynamik bzw. Anwendungspotenziale aufgespannten Matrix lassen sich vier Gruppen von Technologien identifizieren:

Eine aktuell hohe Dynamik und gleichzeitig ein großes noch unausgeschöpftes Anwendungspotenzial deuten an, dass sich Bildverarbeitung in der Produktion, Trockenbearbeitung/Minimalmengenschmierung, Hochgeschwindigkeitsbearbeitung, Systeme zur Materialfluss-Automatisierung sowie Rapid Prototyping/Rapid Tooling zu „zukünftigen Standardtechniken“ entwickeln. Diese Techniken werden voraussichtlich weit verbreitet und wichtiger Bestandteil einer modernen Produktionstechnik sein. Sie werden in den nächsten Jahren nicht nur von zahlreichen Unternehmen erstmals eingesetzt, sondern zugleich auch innerhalb der Nutzerbetriebe weiter ausgebaut. Obwohl die Nutzerquoten erst zwischen 10 und 24 Prozent liegen, sehen schon beim gegenwärtigen Entwicklungsstand jeweils weitere gut 30 Prozent der Betriebe Anwendungspotenzial. Es handelt sich also um Techniken, die nicht nur für spezielle Anwendungsfelder geeignet sind. Für Unternehmen, die diese Techniken bisher nicht einsetzen, stellt sich daher generell die Frage, ob und wann ein Einstieg sinnvoll ist, um Produktivitäts-, Flexibilitäts- oder Qualitätssteigerungen gegenüber der Konkurrenz zu erreichen oder zumindest nicht zurückzufallen.

Die „zukünftigen Standardtechniken“ unterscheiden sich stark, so dass sie mit unterschiedlichen Einführungsstrategien in den Betrieben einhergehen. Während sich Rapid Prototyping und auch Bildverarbeitung relativ einfach in kleinem Rahmen auch als Insellösung einführen und zunächst austesten lassen, gilt dies nur eingeschränkt für automatisierte Materialfluss-Systeme (Abbildung 5). Das innerbetrieblich ausgeschöpfte Potenzial liegt daher bei Rapid Prototyping und Bildverarbeitung mit durchschnittlich 34 bzw. 37 Prozent auch wesentlich niedriger als bei automatisierten Materialfluss-Systemen (52 Prozent).

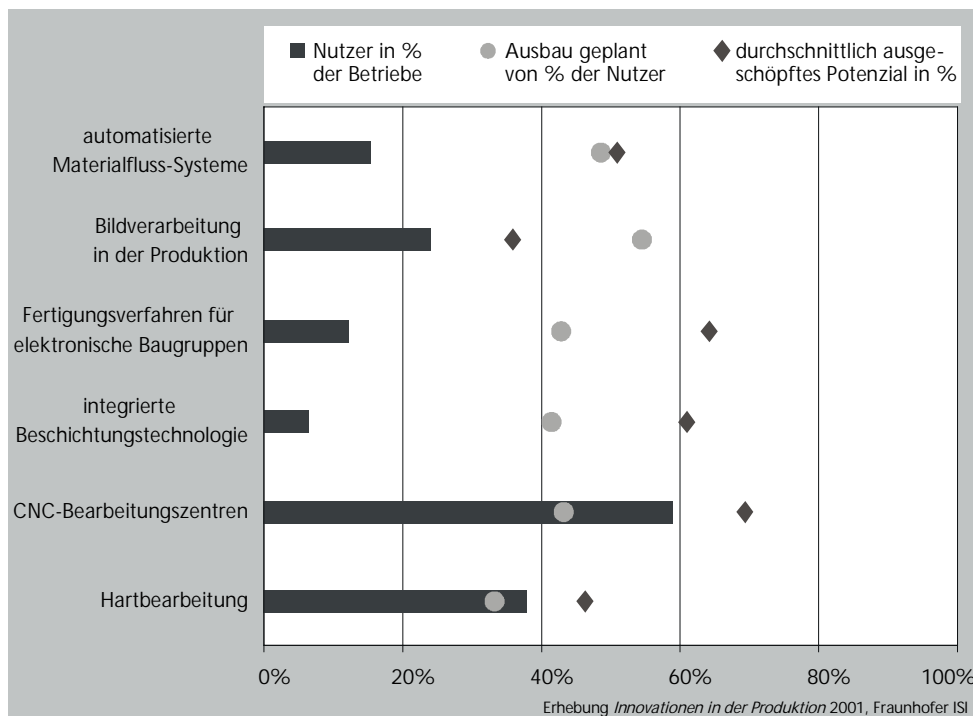
Die „dynamischen Spezialtechniken“ weisen zwar aktuell eine große Verbreitungsgeschwindigkeit auf, ihr gesamtes Einsatzpotenzial ist jedoch beschränkt. Solche Fertigungsverfahren werden voraussichtlich auch in den nächsten Jahren nicht in der Breite aber in ausgewählten Branchen eingesetzt werden. Rein-

„zukünftige Standard-techniken“ sind durch großes noch nicht ausgeschöpftes Anwendungspotenzial und hohe Verbreitungsdynamik gekennzeichnet

Einsatz „dynamischer Spezialtechniken“ ist begrenzt

raumtechnik und Fertigungsverfahren für mikromechanische und mikrooptische Bauteile sind Beispiele, die sich zumindest in absehbarer Zeit nicht stark verbreiten werden, aber in (Teil-)Branchen zu Standardtechniken werden können. Im Zuge der Weiterentwicklung einer Technologie können langfristig aber auch neue Branchen als Anwender in Frage kommen.

Abbildung 5:
Ausschöpfung betrieblicher Einsatzpotenziale und Ausbauabsichten bei Nutzern innovativer Fertigungstechniken (n=1258)



„kritische Vorreiter-techniken“ bergen das Risiko des Over-engineering aber auch Chancen

Die Gruppe der „kritischen Vorreiter-techniken“ ist gekennzeichnet durch ein deutliches, noch unausgeschöpftes Einsatz- bzw. Marktpotenzial und eine geringe bis mittlere aktuelle Diffusionsdynamik. Hier ist in vielen Fällen noch offen, ob der Weg zu einer Standardtechnik in einer Nische oder speziellen Anwenderbranchen endet, oder ob ein Einsatz in der Breite bevorsteht. Der Einsatz dieser Techniken birgt deshalb für die Betriebe auf der einen Seite das Risiko des Overengineering oder einer Fehlinvestition. Andererseits besteht aber auch die Chance, mit einem frühen Aufgreifen einen Wettbewerbsvorteil gegenüber der Konkurrenz zu erzielen. Automatisierte Montagestationen und Industrieroboter/Handhabungssysteme sind dabei schon am nächsten an die Gruppe der „zukünftigen Standardtechniken“ herangerückt. Integrierte Beschichtungstechnologien, Fertigungsverfahren für Faserverbundwerkstoffe, Keramik und elektronische Baugruppen sind dagegen zumindest bisher noch stark auf Spezialisten zugeschnitten. Ein Grund für die noch zögerliche Verbreitung könnten die noch geringen Absatzzahlen der entsprechenden Produkte sein, die im Moment nicht den Aufbau der entsprechenden Fertigungskompetenz rechtfertigen und für einen Zukauf entsprechender Komponenten oder Fertigungsleistungen sprechen. Unternehmen die bereits heute in diese Ferti-

gungstechniken einsteigen, haben daher die Chance die Technologieführerschaft zu übernehmen, die sich jedoch nur auszahlt, wenn entsprechende Produktkomponenten in der Zukunft eine größere Rolle spielen.

In der Gruppe der „kritischen Vorreitertechniken“ sind mit Fertigungsverfahren für elektronische Baugruppen und integrierten Beschichtungstechnologien zwei Techniklinien deren innerbetriebliche Ausschöpfung des Potenzials bereits über 60 Prozent liegt, obwohl die Nutzerquoten gering sind. Wegen der erheblichen Investitionskosten und der notwendigen Anpassung des gesamten Fertigungsprozesses, scheinen diese Produktionstechniken überwiegend von Betrieben eingesetzt zu werden, die sich auf diesen Bereich spezialisiert haben. Diese Tatsache kann auch längerfristig dazu führen, dass diese Techniken auf einem geringen Diffusionsniveau verharren und erst eine erhebliche Reduktion der Investitionskosten zu einer Veränderung der Dynamik führt.

Techniken, die heute schon fast als „Standardtechniken“ bezeichnet werden können, sind CNC-Bearbeitungszentren, Hartbearbeitung und Fertigungsverfahren für metallische Leichtbaumaterialien (jedenfalls soweit es nicht um sehr avancierte Metallverbindungen z.B. mit Magnesium geht). Der Verbreitungsspielraum ist nicht nur bereits weitgehend ausgeschöpft, sondern auch die Nutzerquoten liegen vergleichsweise hoch. Nur wenige Betriebe planen noch, diese Techniken erstmals einzusetzen. Während bei den CNC-Bearbeitungszentren im Schnitt auch bereits über 70 Prozent des innerbetrieblichen Einsatzpotenzials ausgenutzt werden, sind dies bei der Hartbearbeitung und bei den Fertigungsverfahren für metallische Leichtbaumaterialien nur knapp 50 Prozent. Offenbar ist der Ausbau bestehender Anwendungen aber nicht allein vom noch zu erschließenden Anwendungspotenzial abhängig, sondern auch von bisherigen Erfahrungen. Diese veranlassen fast jeden zweiten Anwender von CNC-Bearbeitungszentren, einen Ausbau zu planen. Bei Hartbearbeitung ist es nur jeder Dritte.

**Bei „Standard-
techniken“ sind
die Nutzer-
quoten hoch
und der
Verbreitungs-
spielraum stark
ausgeschöpft**

Fazit

Die technische Modernisierung der Produktion ist ein ständiges Anliegen der Betriebe in der Metall- und Elektroindustrie Deutschlands. Dabei stützen sie sich auf ein breites Spektrum von Fertigungstechniken und setzen insbesondere auf Automatisierung. Die Muster, in denen sich die einzelnen Techniken verbreiten, unterscheiden sich zum Teil deutlich. Langsam aber stetig steigenden Anwenderquoten wie bei der Trockenbearbeitung oder Industrierobotern/Handhabungssystemen, die vor allem durch sukzessive Technikweiterentwicklung immer wieder Schübe erhalten haben, stehen dynamische Diffusions-

verläufe wie bei der Bildverarbeitung in der Produktion gegenüber, die in sehr kurzer Zeit ein Viertel der Betriebe erreicht hat.

Neben der Verbreitungsdynamik bestimmt sich auch aus dem Anwendungspotenzial, wie wichtig eine innovative Fertigungstechnik für den Anwender zur Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit und für den Hersteller unter dem Gesichtspunkt der Absatzchancen ist. Stellt man diese Merkmale für die in der Produktionsinnovationserhebung erfassten Fertigungstechniken gegeneinander (Abbildung 4), ergibt sich ein Portfolio mit charakteristischen Gruppen:

- An den potenziellen „zukünftigen Standardtechniken“ wird kaum ein Metall- und Elektrobetrieb langfristig vorbeikommen.
- Die „dynamischen Spezialtechniken“ verbreiten sich zwar ebenfalls schnell, dürften aber auf bestimmte Anwendungsbereiche beschränkt bleiben.
- Für die „kritischen Vorreiterstechniken“ sind die Entwicklungspfade noch offen. Einige werden im Zuge der industriellen Arbeitsteilung Spezialisten vorbehalten bleiben, andere könnten mit fortschreitender Entwicklung der Technik zu Standardverfahren werden

Die Produktionsinnovationserhebung 2001

Das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung führt seit 1993 alle zwei Jahre eine Erhebung zu *Innovationen in der Produktion* durch. Sie richtet sich an Betriebe der Metall- und Elektroindustrie sowie seit 2001 auch an die Betriebe der Chemischen und Kunststoffverarbeitenden Industrie Deutschlands. Untersuchungsgegenstand sind die verfolgten Produktionsstrategien, der Einsatz innovativer Organisations- und Technikkonzepte in der Produktion, Fragen des Personaleinsatzes und der Qualifikation sowie 2001 auch erstmals Fragen zur Leistungstiefe und zum Management der Produktionsmodernisierung. Daneben werden Leistungsindikatoren wie Produktivität, Flexibilität, erreichte Qualität und nicht zuletzt die Rendite erhoben. Mit diesen Informationen erlaubt die Umfrage Aussagen zur Modernität und Leistungskraft von Kernbereichen des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland.

Die vorliegende PI-Mitteilung Nr. 31 stützt sich auf Daten der Erhebungsrunde 2001, für die im Herbst 2001 13.335 Betriebe angeschrieben wurden. Bis Dezember 2001 schickten 1.630 Firmen einen verwertbar ausgefüllten Fragebogen zurück (Rücklaufquote: 12,2 Prozent). Die antwortenden Betriebe stellen einen repräsentativen Querschnitt aus Kernbereichen des Verarbeitenden Gewerbes dar. Die Chemische Industrie ist zu 10 Prozent, Hersteller von Gummi- und Kunststoffwaren sind zu 13 Prozent, Hersteller von Metallerzeugnissen zu 25 Prozent und der Maschinenbau zu 28 Prozent vertreten.

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

Dr. Gunter Lay, Fraunhofer ISI
Tel.: 0721/6809-300 Fax: 0721/6809-131 E-Mail: gl@isi.fraunhofer.de