

# WORKING PAPER FORSCHUNGSFÖRDERUNG

---

Nummer 118, Februar 2019

## Modulare Bauweise und neue Produktionskonzepte im Werkzeugmaschinenbau

Jürgen Dispan

---

**Autor:**

**Dr. Jürgen Dispan** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter beim IMU Institut in Stuttgart. Seine inhaltlichen Schwerpunkte liegen in analytischen und konzeptionellen Arbeiten rund um die Bereiche Branche, Cluster, Strukturwandel sowie Innovation, Mitbestimmung, Partizipation in Betrieb und Region.

© 2019 by Hans-Böckler-Stiftung  
Hans-Böckler-Straße 39, 40476 Düsseldorf  
[www.boeckler.de](http://www.boeckler.de)



„Modulare Bauweise und neue Produktionskonzepte im Werkzeugmaschinenbau“ von Jürgen Dispan ist lizenziert unter

**Creative Commons Attribution 4.0 (BY).**

Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwecke, auch kommerziell.

(Lizenztext: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>)

Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B. von Schaubildern, Abbildungen, Fotos und Textauszügen erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

**ISSN 2509-2359**

# Inhalt

Zusammenfassung .....	4
1. Einleitung.....	6
2. Strategien und Umsetzung der Modularisierung .....	10
2.1 Rückblick: Modularisierungsansätze seit den 1980er Jahren.....	10
2.2 Aktuelle Modularisierungsstrategien .....	12
2.3 Modularisierung als Strategie in Unternehmensgruppen .....	15
2.4 Modularisierung als Wachstumsstrategie .....	16
2.5 Erfolgsfaktor „Verzahnung der Bereiche“ .....	17
3. Neue Produktionskonzepte und modulare Bauweise .....	19
3.1 Getaktete Fließmontage und GPS.....	19
3.2 Unterschiedliche Produktionskonzepte in Montagebereichen .....	21
3.3 Lean Production und Lean Product .....	23
3.4 Herausforderungen für die Arbeitsgestaltung .....	26
4. Wirkungen auf Beschäftigung .....	28
4.1 Produktion .....	28
4.2 Engineering .....	36
4.3 Vertrieb .....	39
5. Wirkungen auf Wertschöpfung.....	43
6. Resümee .....	48
7. Literaturverzeichnis.....	52

## Zusammenfassung

Der Werkzeugmaschinenbau ist eine industrie- und innovationspolitisch hochrelevante Teilbranche des Maschinenbaus. Mit rund 75.000 Beschäftigten ist er zwar kein großer Industriezweig, spielt aber für die Leistungsfähigkeit und Innovationskraft vieler Branchen weltweit eine entscheidende Rolle. Gleichzeitig steht er vor wirtschaftlichen, technologischen und beschäftigungspolitischen Herausforderungen. Neben Megatrends wie Digitalisierung und Internationalisierung ist die „Standardisierung und Modularisierung unter Wahrung kundenspezifischer Angebote“ ein zentraler Trend – ohne modulare Bauweise können die meisten Werkzeugmaschinenhersteller im internationalen Wettbewerb kaum bestehen. Gerade im Werkzeugmaschinenbau mit seinen spezifischen betrieblichen Prozessabläufen und lang getakteten Produktionssystemen geht Modularisierung mit starken Auswirkungen auf Produktionsorganisation, Produktionskonzepte und Arbeitsbedingungen einher. Damit ist modulare Bauweise von hoher arbeitspolitischer Relevanz.

Zielsetzung und damit verbundene Fragestellung des Forschungsprojekts „Modulare Bauweise und neue Produktionskonzepte im Werkzeugmaschinenbau“ war es, den aktuellen Wandel von Produktionssystemen im Kontext der Diffusion modularer Bauweise im Werkzeugmaschinenbau zu untersuchen. Durch Modularisierung verändern sich betriebliche Funktionen wie Entwicklung, Konstruktion, Einkauf, Produktion, Logistik, Service, Vertrieb und somit zahlreiche Arbeitsprozesse in den Unternehmen. Neben den Wirkungen auf Beschäftigung entlang der betrieblichen Funktionen und auf Wertschöpfung standen speziell der enge Zusammenhang und die Wechselwirkungen von modularer Bauweise und lang getakteter Fließmontage mit ihren Wirkungen auf Produktionsorganisation und Produktionskonzepte (und damit auf die Arbeitsbedingungen) im Zentrum des Forschungsvorhabens. Ein weiteres Ziel war die Erarbeitung von arbeits- und branchenpolitischen Handlungsfeldern für die Träger der Mitbestimmung.

Das explorativ angelegte Forschungsprojekt stützte sich in erster Linie auf qualitative Methoden wie Experteninterviews mit betrieblichen Akteuren. Die Ergebnisse der Auswertung sind, kurz zusammengefasst: Zumeist verbinden die Werkzeugmaschinenhersteller mit Modularisierung und Standardisierung die Aussicht auf geringere Herstellkosten durch Gleichteile und standardisierte Baugruppen, verringerte Durchlauf- und Lieferzeiten sowie eine reduzierte Komplexität und enorme Flexibilität. Mit der Kombination von Baukastensystemen (Lean Product) und getakteter Fließmontage (Lean Production) versprechen sie sich letzt-

endlich eine höhere Produktivität und Kosten- bzw. Wettbewerbsvorteile bei den Kunden.

Für die Wirkungsanalyse ergibt sich aus Sicht der befragten Betriebsräte ein komplexes Bild – Chancen und Risiken weisen ein großes Spektrum auf. Zum Risiko für die Beschäftigten wird eine Modularisierungsstrategie dann, wenn unternehmensseitig nur der kurzfristige ökonomische Nutzen gesucht wird und der Einführungsprozess am Betriebsrat vorbeigeht. Dann wächst die Gefahr, dass Arbeitsprozesse zerstückelt werden und die Tätigkeitsvielfalt eingeschränkt wird. Dadurch könnte auch übergreifendes Fachwissen und letztendlich auch Know-how für Innovationen verloren gehen, mit der Folge dass die Innovationsfähigkeit des Werkzeugmaschinenherstellers leidet.

„Unterm Strich“ gehen viele Betriebsräte jedoch mittel- bis langfristig von einer negativen Beschäftigungswirkung als Folge von Modularisierungsstrategien aus: zum einen aufgrund der vorherrschenden Nutzung von Outsourcing- und Offshoring-Optionen (einhergehend mit einer Reduktion der eigenen Fertigungstiefe), zum anderen aufgrund der Rationalisierungspotenziale und Produktivitätserhöhungen durch Standardisierung, Gleichteile und stärkere Automatisierung.

Gleichwohl gilt modulare Bauweise jedoch auch aus Sicht vieler Betriebsräte als ein „Muss“ für weite Bereiche des Werkzeugmaschinenbaus: Ohne Modularisierung könnten die Unternehmen – sofern nicht hochspezialisierte Nischenanbieter – im internationalen Wettbewerb in den nächsten Jahren kaum bestehen.

Die Interessenvertretungen sollten die betrieblichen Handlungsspielräume nutzen und eigene Gestaltungsansätze in die Modularisierungsstrategien der Unternehmen einbringen. Betriebsräte sollten die Entwicklung der Wertschöpfungstiefe und der Tätigkeiten in allen Bereichen kontinuierlich beobachten sowie sich für eine Erweiterung der Arbeitsinhalte und Verbesserung der Arbeitsbedingungen einsetzen. Die vom Management erwartete Optimierung der Prozesse durch Modularisierungs- und Standardisierungskonzepte darf nicht auf Kosten der Beschäftigten gehen. Vielmehr bietet die Einführung solcher Konzepte dann auch Chancen aus arbeitsorientierter Sicht, wenn sich Betriebsräte frühzeitig einschalten, die Interessen der Belegschaft einbringen und den Prozess in Richtung Durchsetzung von Beschäftigtennutzen beeinflussen. Wichtige Handlungsfelder in diesem Kontext sind die Arbeitsplatzgestaltung, der Gesundheitsschutz, Personalentwicklung und Qualifizierung, Entgeltsicherung, Arbeitszeitregelungen etc. Mit wirksamer Interessenvertretung gilt es, die Arbeitsbedingungen im Sinne „Guter Arbeit“ zu verbessern und eine beschäftigungssichernde, nachhaltige Standortentwicklung zu erreichen.

# 1. Einleitung

Modularisierung und Standardisierung sind wichtige Entwicklungstrends für die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit des Werkzeugmaschinenbaus. Mit der Implementierung modularer Produktbaukästen verändern sich viele betrieblichen Funktionen, insbesondere geht damit ein Wandel der spezifischen Produktionssysteme der Branche einher. Einleitend werden zunächst Lage und Trends im Werkzeugmaschinenbau dargestellt. Anschließend wird auf die Bedeutung modularer Bauweise für den Maschinen- und Anlagenbau allgemein eingegangen.<sup>1</sup> Speziell auf den Werkzeugmaschinenbau bezogen, werden in den Hauptkapiteln der vorliegenden Studie auf Basis von Expertengesprächen gewonnene Erkenntnisse zu Strategien, Umsetzung und Wirkungen von Modularisierung in Verbindung mit neuen Produktionskonzepten dargestellt.

## **Werkzeugmaschinenbau im Überblick**

Der Werkzeugmaschinenbau ist eine industrie- und innovationspolitisch hochrelevante Teilbranche der Schlüsselindustrie Maschinenbau. Der „Werkzeugmaschinenbau für die Metallverarbeitung“ ist mit 75.000 Beschäftigten in gut 500 Betrieben (ab 20 Beschäftigte), einem Umsatz von 17,6 Mrd. Euro im Jahr 2017, jährlich neue Produktionsrekorde seit 2011 und einer hohen Exportquote von mehr als 70 % eine wichtige Industriebranche in Deutschland. Weltweit spielen die vom Werkzeugmaschinenbau entwickelten und produzierten Investitionsgüter eine entscheidende Rolle für die Leistungsfähigkeit und Innovationskraft sehr vieler Industriezweige. Die Branche ist damit ein Herzstück und Innovationszentrum der globalen industriellen Produktion mit Strahlkraft in viele Industriezweige. Werkzeugmaschinen schaffen die Grundlagen für industrielle Produkte, Produktinnovationen und neue Verfahren. Wichtigste Abnehmerbranche mit einem Anteil von fast 50 % ist die Automobilindustrie (Hersteller und Zulieferer), gefolgt von den anderen Teilbranchen des Maschinenbaus.

Trotz Rekord-Produktionswerten und großen Exporterfolgen steht der Werkzeugmaschinenbau vor großen Herausforderungen in wirtschaftlicher, technologischer und beschäftigungspolitischer Hinsicht (Dispan 2017). Internationalisierungsprozesse und die Märkte in Schwellenländern werden immer wichtiger, neue Wettbewerber und chinesische In-

---

<sup>1</sup> Zu Entwicklungstrends im Werkzeugmaschinenbau liegt eine aktuelle Studie des IMU Instituts vor (Dispan 2017), die von der IG Metall als Broschüre veröffentlicht wurde (IG Metall 2017). Die modulare Bauweise im Maschinen- und Anlagenbau insgesamt war Thema einer IMU-Studie, die ein Jahr zuvor im Rahmen der Maschinenbaukonferenz der IG Metall veröffentlicht wurde (IG Metall 2016).

vestoren nehmen deutsche Werkzeugmaschinenhersteller ins Visier. Technologietrends wie Digitalisierung und Industrie 4.0, aber auch additive Fertigung, Robotik, Energieeffizienz und Elektromobilität (bzw. alternative Antriebskonzepte mit starkem Wandel bei der wichtigsten Abnehmerbranche Automobilindustrie) wirken sich zunehmend auf die Branche aus. Der demografische Wandel und die Fachkräftesicherung in Zeiten der Digitalisierung der Arbeitswelt („Arbeit 4.0“) müssen von den Unternehmen bewältigt werden. Dazu kommen als interne Strategiethemata für Werkzeugmaschinenhersteller immer wichtiger werdende Standardisierungs- und Modularisierungserfordernisse, die sich bei den Maschinenkonzepten in modularer Bauweise niederschlagen (Lean Product) und bei den Unternehmensprozessen in Ganzheitlichen Produktionssystemen bzw. getakteter Fließmontage (Lean Production).

### **Modulare Bauweise im Maschinen- und Anlagenbau im Allgemeinen**

Modularisierung und Standardisierung sind wichtige Entwicklungstrends und Erfolgsfaktoren für die Unternehmen aller Sparten des Maschinen- und Anlagenbaus. So lassen sich entsprechende Veröffentlichungen von Unternehmensberatern und Verbänden auf den Punkt bringen. Beispielsweise ist eines von sechs zentralen Handlungsfeldern der Studie „Zukunftsperspektive deutscher Maschinenbau“ des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau: „Standardisierung und Modularisierung unter Wahrung kundenspezifischer Angebote sowie neuer Geschäftsmodelle“, um der steigenden Nachfrage nach individuellen Systemlösungen effizient zu begegnen (VDMA; McKinsey 2014). Ein weiteres dieser Handlungsfelder bezieht sich auf die Unternehmensprozesse: „Exzellenz insbesondere in der heimischen Wertschöpfung“, um z. B. durch Lean-Prinzipien oder eine Strategie für Industrie 4.0 die Qualitäts- und Produktivitätsvorteile des Standorts Deutschland zu erhalten.

Der Stellenwert und die Erfolgsfaktoren von Standardisierung und Modularisierung im Maschinenbau insgesamt wurden in den letzten Jahren in einigen Studien untersucht, die in erster Linie die Verbands- und Arbeitgebersicht widerspiegeln (ID-Consult 2017, Oliver Wyman 2016, Schuh et al. 2007 sowie verschiedene vom VDMA herausgegebene Studien). Ziel modularer Bauweise ist das Angebot eines Produktportfolios mit geringerer Varianz und Komplexität sowie einem insgesamt niedrigeren Kostenniveau, ohne dabei Breite und Individualität des Angebots zu verringern. Demnach lassen sich durch ein ganzheitliches Modularisierungskonzept entlang aller Unternehmensprozesse mit einer Erhöhung der Anteile produktübergreifender Baugruppen und Gleichteile sowie durch einen „optimalen Standardisierungsgrad“ sowohl Herstellungs- und Materialkosten als auch Vertriebs- und Verwaltungskosten in erheb-

lichem Umfang einsparen. Neben der Kostenoptimierung kommen als weitere Vorteile von Modularisierung und Standardisierung u. a. kürzere Durchlaufzeiten, höhere Flexibilität, stabilere Prozesse, bessere Qualität, stärkere Wandlungsfähigkeit und eine höhere Termintreue hinzu. Um dies zu erreichen, werden in den Unternehmen Instrumente des Komplexitätsmanagements bzw. des Variantenmanagements genutzt (Schuh, Riesener 2018). Alles in allem liegen die Hauptmotive von Unternehmen für eine Modularisierungsstrategie darin, Komplexität zu reduzieren und Kostensenkungspotenziale zu nutzen.

In den bisher erwähnten, breiter angelegten Untersuchungen – deren Ergebnisse im ersten Teil einer Studie für die IG Metall zusammengefasst sind (Dispan 2016) – werden Beschäftigungswirkungen und die Rolle von Mitbestimmung nicht thematisiert. Eine erste Wirkungsabschätzung von Modularisierung und Baukastensystemen auf die Beschäftigung und Wertschöpfung im Maschinenbau insgesamt wird im zweiten Teil der IG Metall-Studie 2016 auf Basis von Expertengesprächen mit Betriebsräten geleistet. Jedoch liegen speziell für die Teilbranche Werkzeugmaschinenbau wie auch zum Zusammenhang und zu Interdependenzen von modularer Bauweise und neuen Produktionskonzepten bisher keine Studien vor.

### **Zielsetzung, Fragestellungen und methodisches Vorgehen**

Die vorliegende, explorativ angelegte Studie adressiert Forschungsbedarfe, die in zwei Richtungen bestehen: Für den Werkzeugmaschinenbau als einem hochrelevanten Innovationszentrum der globalen industriellen Produktion wurden Modularisierungsstrategien, deren Umsetzung und Wirkungen auf Beschäftigung und auf Wertschöpfung bisher nicht explizit untersucht. Ebenso gibt es Forschungsbedarfe bei den Wechselwirkungen und Interdependenzen von modularer Bauweise und den für den Werkzeugmaschinenbau spezifischen lang getakteten Produktionssystemen. Ziel der Studie ist es, erste Erkenntnisse zu gewinnen und weitere, tiefere empirische Untersuchungen im Werkzeugmaschinenbau anzuregen.

Fragestellungen der Studie sind:

- Wie sind Stand und Perspektiven bei Strategien und Umsetzung von Modularisierung und Standardisierung in Unternehmen des Werkzeugmaschinenbaus?
- Wie stehen Baukastensysteme im Zusammenhang mit den Produktionskonzepten im Werkzeugmaschinenbau? Welche Interdependenzen gibt es?
- Welche Wirkungen haben modulare Bauweise und Standardisierung auf Beschäftigung in den verschiedenen Unternehmensbereichen?



Wie verändern sich betriebliche Funktionen wie Produktion, Engineering, Vertrieb und Service?

- Wie wirken sich Modularisierung und Standardisierung auf die Wertschöpfung aus? Verschärft eine Modularisierungsstrategie Outsourcing-Prozesse und Verlagerungsrisiken?

Um diese Fragen zu beantworten, kam in der Studie ein Methodenmix zum Zuge: Im Zentrum standen dabei leitfadengestützte Experteninterviews mit betrieblichen Akteuren. Hierfür wurden im Sommer 2018 zwölf Betriebsräte aus dem Werkzeugmaschinenbau telefonisch befragt und es wurden ausführliche Expertengespräche mit Betriebsräten und Führungskräften bei zwei Werkzeugmaschinenherstellern geführt. Diese explorativ angelegte Expertenbefragung wurde ergänzt durch eine Literatur- und Dokumentenanalyse (Fachliteratur und Unternehmensinformationen), die Teilnahme am Branchennetz Maschinenbau Baden-Württemberg, die gezielte Informationssammlung und entsprechende Gespräche bei der Metallbearbeitungs-Leitmesse AMB in Stuttgart sowie die Diskussion von Zwischenergebnissen bei der Branchentagung Werkzeugmaschinenbau der IG Metall im Oktober 2018. Dazu fließen Ergebnisse aus der Vorläuferstudie „Modulare Bauweise im Maschinen- und Anlagenbau“, bei der auch Experten aus dem Werkzeugmaschinenbau befragt wurden, mit in diese aktuelle Studie ein.

Die Expertengespräche mit Betriebsräten und Führungskräften aus dem Werkzeugmaschinenbau und die weiteren empirischen Elemente werden im Folgenden entlang von vier Gliederungspunkten ausgewertet:

1. strategischer Stellenwert der Modularisierung und Umsetzung im Werkzeugmaschinenbau,
2. neue Produktionskonzepte und modulare Bauweise – Wechselwirkungen und Interdependenzen,
3. Wirkungen auf Beschäftigung entlang der betrieblichen Funktionen,
4. weitere Effekte im Zusammenhang mit der Wertschöpfungskette und der unternehmensbezogenen Fertigungstiefe (Make-or-Buy-Entscheidungen).

Die Ergebnisse der Expertengespräche werden in den folgenden Hauptkapiteln jeweils zusammengefasst und mit Zitaten der Gesprächspartner untermauert.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Die Informationen aus den Expertengesprächen fließen anonymisiert in die vorliegende Studie ein. Wörtlich zitierte Statements von Experten dienen dazu, die Ergebnisse prägnant und authentisch darzustellen. Diese Zitate aus den Expertengesprächen sind durch die Quellenangabe „Experte“ kenntlich gemacht.

## 2. Strategien und Umsetzung der Modularisierung

Standardisierung und Modularisierung werden in weiten Bereichen des Maschinenbaus seit Jahrzehnten als wichtige Konzepte betrachtet, um auf der Kostenseite wettbewerbsfähiger zu werden.

„Am Ende des Tages sollen mit modularer Bauweise die Kosten gesenkt und der Gewinn erhöht werden. Durch Wiederholteile, fixe Prozesse und Standardisierung kommt es zu Produktivitätssteigerungen mit entsprechenden Kosteneffekten, die den Kunden und uns zugutekommen.“ (Experte)

Zunächst spielten standardisierte Baugruppen vor allem bei Herstellern von Serienmaschinen eine immer größere Rolle, dann zunehmend auch bei der Variantenproduktion und im Sondermaschinenbau, wie im Werkzeugmaschinenbau überwiegend anzutreffen. Dabei war Modularisierung in der Vergangenheit oftmals auf einen Bereich, wie Mechanik, Elektrik oder Software, fokussiert und selten interdisziplinär angelegt. Obwohl also an sich „Dauerbrenner-Thema“, gibt es heute bei vielen Werkzeugmaschinenherstellern neue, strategische Ansätze für die Implementierung modularer Bauweise in ganzheitlicher Sicht. Eine solche Modularisierung im mechatronischen Sinne ist ein relativ neues Thema für viele Unternehmen aus der Branche.

### 2.1 Rückblick: Modularisierungsansätze seit den 1980er Jahren

Spätestens seit den 1980er Jahren, so einige befragte Experten, gab es „Modularisierungsthemen“ in einigen Unternehmen des Werkzeugmaschinenbaus. Diese gingen manchmal kaum über das „Theoriestadium“ hinaus; oftmals wurden sie aber auch in die betriebliche Praxis umgesetzt, selten aber in konsequenter mechatronischer Funktionssicht. Bei nicht wenigen Unternehmen sind modulare Ansätze nicht konsequent und nachhaltig verankert worden, so dass sie im Laufe der Zeit wieder „verwässerten“ und sich im Engineering wieder vermehrt individuelle, komplexe Einzellösungen „einschlichen“.

„Die Geschäftsleitung will das Baukastenprinzip schon lange. Aber Vereinfachung und Modularisierung waren nur Lippenbekenntnisse. De facto kam es immer zur Komplexitätsanreicherung.“ (Experte)

Wo modulare Bauweise tatsächlich zum Zuge kam, gab es oftmals erste Produktivitätseffekte durch eine höhere Wiederholrate in der Produktion. Aufgrund fehlender Konsequenz in Vertrieb und Engineering bei vielen Werkzeugmaschinenherstellern konnten diese Effekte aber nicht nachhaltig weiterentwickelt werden.

„Das erste Mal haben wir die Modulbauweise in den 80ern eingeführt. Aber es haben sich dann mit den Jahren sehr viele Varianten und Einzellösungen eingeschlichen, so dass wir wieder beim Ausgangsstadium gelandet sind. Erst seit kurzem gibt es da wieder einen Kulturwandel und das Bestreben, möglichst viele Gleichteile einzusetzen.“ (Experte)

Zudem waren die Modularisierungsansätze in der Regel nicht ganzheitlich angelegt, sondern bezogen sich auf einen Bereich wie die Mechanik, Elektrik oder Software.

„Der Baukasten war bei uns rein für die mechanische Seite ausgelegt. Seine Grundlage bildeten Baugruppen und Bauteile wie Spindeln und Werkzeugwechsler.“ (Experte)

Eine Weiterentwicklung erfolgte dann in den 2000er-Jahren, als es für die Werkzeugmaschinenhersteller immer mehr darum ging, dem Kostendruck durch eine Standardisierung von Bauteilen und Baugruppen zu begegnen. In erster Linie sollten dadurch Skaleneffekte realisiert werden, gleichzeitig ging es aber auch um größere Flexibilität bei den Produkten durch neue Maschinenkonzepte (IG Metall 2006). Insbesondere den klassischen Transferstraßenherstellern für die Automobilindustrie ging es darum, mit Standardisierung und modularen Systemen flexibel auf die Kundenwünsche reagieren zu können. Ein Vorreiter waren die Grob-Werke (Mindelheim) mit dem G-Modul, aber auch andere Hersteller wie Heller (Nürtingen) mit dem Bearbeitungsmodul MC-20 zogen schnell nach. Im Branchenreport Werkzeugmaschinenbau der IG Metall aus dem Jahre 2006 wurde das Fallbeispiel Grob-Werke aufgegriffen und anhand einer Unternehmensveröffentlichung dargestellt:

„G-Module setzen neue Maßstäbe im Werkzeugmaschinenbau ... Noch nie hat sich eine Produktinnovation im Werkzeugmaschinenbau in so kurzer Zeit in den Märkten und bei unseren Kunden durchgesetzt ... So ist es nicht überraschend, dass die G-Baureihe unser gesamtes, bisheriges Maschinenprogramm im zerspanenden Bereich abgelöst hat. Sie ersetzt das bisherige Produktspektrum bestehend aus Transferstraßen, Bearbeitungszentren und Sondermaschinen. Entstanden ist ein integriertes Fertigungssystem, bestehend aus einer gemeinsamen Verkettung, einer Adapterplatte als standardisierte Schnittstelle, den Bearbeitungseinheiten in der Form von Bearbeitungszentren, Sondermodulen und Montagestationen. Grundgedanke der gesamten Baureihe war die Entwicklung eines Baukastensystems mit einer großen Variationsvielfalt und hoher Flexibilität.“ („GROB aktuell“ vom Dez. 2004, zitiert nach IG Metall 2006)

Wie an diesem Beispiel gezeigt, entwickelten sich die klassischen Transferstraßenhersteller im automobilbezogenen Werkzeugmaschinenbau in den 2000er Jahren weiter in Richtung flexible Fertigungssysteme. Wichtige Voraussetzung für diese marktgetriebene Entwicklung waren Standardisierungs- und Modularisierungskonzepte. Aber auch in den anderen Bereichen des Werkzeugmaschinenbaus spielen solche Konzepte seither eine immer größere Rolle. In der gesamten Branche waren demzufolge Mitte der 2000er Jahre Flexibilisierung und Modularisierung grundlegende Strategiefelder für viele Unternehmen. Der Zusammenhang zwischen Flexibilisierung (durch rekonfigurierbare Fertigungssysteme) und Modularisierung wird im Branchenreport Werkzeugmaschinenbau auf den Punkt gebracht:

„Die große Bedeutung des Themas ‚Flexibilitätserhöhung‘ hat ihren Hintergrund in den charakteristischen Eigenschaften vieler Werkzeugmaschinen: Die investitionsintensiven Werkzeugmaschinen ermöglichen ihren Kunden mittel- und teilweise erst langfristig einen Ertrag auf ihre Investition. Investitionsentscheidungen benötigen daher auch entsprechende Planungshorizonte des Kunden. Angesichts immer kürzerer Produkt-, Technologie- und Innovationszyklen in den Abnehmerbranchen wird die Anschaffung von Werkzeugmaschinen immer stärker davon abhängig gemacht, dass diese anpassungsfähig sind hinsichtlich der jeweiligen Veränderungen. Dabei geht es darum, dass optimierte und flexibel einsetzbare Werkzeugmaschinen ihren Nutzen auch dann nicht verlieren, wenn der Kunde mit schwankenden Stückzahlen, und (teilweise) veränderten Produkten, Prozessen und Technologien agiert. Gleichzeitig geht es auch darum, Rüstzeiten durch flexible Maschinen zu minimieren.

Mit der Flexibilisierung beim Produkt rückt die Modularisierung noch weiter in den Mittelpunkt. Durch den Austausch einzelner Komponenten sollen die Möglichkeiten immer weiter verbessert werden, die Leistungs- und Anpassungsfähigkeit der Werkzeugmaschine zu erhöhen. Letztlich geht es darum, einfache Maschinenbaumodule schnell zu – je nach Kundenwunsch mehr oder weniger komplexen – Produktionssystemen anordnen zu können. Mittelfristig wird damit auch die klassische Unterteilung zwischen Serienmaschinen und Einzelfertigung in Frage gestellt. Alle Maschinen beinhalten Komponenten bzw. Systeme, die in Serie hergestellt werden. Und die große Mehrzahl der Maschinen wird spezifisch für die Anforderungen des Kunden konfiguriert.“ (IG Metall 2006: 46).

## **2.2 Aktuelle Modularisierungsstrategien**

Modularisierung und Standardisierung sind bei vielen Unternehmen des Werkzeugmaschinenbaus in den letzten Jahren zu einem wichtigen Element der Unternehmensstrategie geworden. Bei den Vorreitern der Modularisierung als ganzheitlich und konsequent angelegtes Konzept war häufig die Geschäftsleitung ein wesentlicher Treiber für eine erfolgreiche Umsetzung, wie oben am Beispiel Grob-Werke gezeigt. Aber auch bei anderen Unternehmen zeigt sich die Bedeutung der Unterstützung durch die Unternehmensspitze.

„Vom neuen Vorstandsvorsitzenden wurde Modularisierung vor fünf Jahren zur Chefsache erklärt. Vorher waren das eher Lippenbekenntnisse mit halbherzigen Umsetzungskonzepten, die schnell wieder auseinandergedriftet sind. Das gibt es jetzt nicht mehr. Da gibt es jetzt eine sehr feste Klammer, dass modulare Bauweise auch eingehalten wird.“ (Experte)

Konzepte zur Modularisierung und Standardisierung der Produkte sind aber in erster Linie nicht nach außen kommunizierte Themen, sondern zentrale interne Strategiethemata in den Unternehmen.

„Modulare Bauweise ist kein Verkaufsargument und wird nicht an die große Glocke gehängt, sie ist ein internes Projekt, relevant für die internen Prozesse. Am Ende ist es dem Kunden egal, ob seine Maschine modular oder anders aufgebaut wurde. Entscheidend ist die Funktionalität.“ (Experte)

„Wir sind sehr stark im Lösungsgeschäft und unsere Maschinen haben eine unheimlich hohe Varianz. Also sage ich, wir sind nicht die Weltmeister im modularisieren und variantenreduzieren. Trotzdem gehen wir da strategisch ran und haben eine systematische Baugruppenstruktur entwickelt. Unsere Bestrebungen gehen dahin, den Anteil der Gleichteile für die verschiedenen Maschinentypen zu erhöhen und ihn im Werksverbund auf einem hohen Level zu halten. ... Unsere Strategie ist schon, von einzelmaschinenbezogenen Baugruppen immer mehr auf neutrale Baugruppen umzustellen. Soweit es halt bei unserer variantenreichen Produktion möglich ist.“ (Experte)

Baukastensysteme und Plattformkonzepte greifen im Werkzeugmaschinenbau um sich. Wo sie nicht bereits implementiert wurden, werden entsprechende Konzepte seitens der Unternehmen angegangen und kommen bei neuen Maschinenreihen oder den nächsten Maschinengenerationen zum Zuge. Alles in allem ist der Stellenwert von Modularisierungsstrategien bei Werkzeugmaschinenherstellern heute – zumindest ab einer gewissen Unternehmensgröße – als hoch einzuschätzen:

„Bei unserer Geschäftsleitung hat Modularisierung definitiv einen sehr hohen Stellenwert. Ohne Module kannst du nur als Nischenanbieter überleben. Ab einer gewissen Größenordnung besteht ein Zwang zur Modularisierung und Standardisierung. ... Letztendlich geht es dabei um Ertragsthemen. Durch Gleichteile, fixe Prozesse und Standardisierung kommt es zu Produktivitätssteigerungen und entsprechenden Kosteneffekten.“ (Experte)

„Baukastensysteme sind bei uns ein relativ neues Thema. Aber klar ist, dass die Entwicklung der nächsten Maschinengenerationen auf der Basis von Plattformen erfolgt. Da wird Modularisierung in allen Bereichen forciert, auch bei Zulieferbauteilen wie Schaltschränken. Das Ganze wird im großen Stil angegangen, damit man nicht bei jeder verkauften Maschine wieder beim Nullpunkt anfangen muss.“ (Experte)

„Früher war jede unserer Maschinen eine Sondermaschine, eigens für den Kunden neu konstruiert. Seit 2010 geht es immer stärker in Richtung Modularisierung. Dass der Stellenwert sehr hoch ist sieht man daran, dass vor zwei Jahren eine Entwicklungsabteilung neu geschaffen wurde, die modulare Bauweise umfassend umsetzen soll.“ (Experte)

Ein Vorreiter bei Plattformstrategien ist die Automobilindustrie. Von fast jedem der befragten Experten aus dem Werkzeugmaschinenbau wurden die Plattformstrategien und Modulkonzepte von Autoherstellern als exemplarisch oder „vorbildlich“ angeführt. Selbstverständlich stehen die Konzepte aus der Automobilindustrie unter gänzlich anderen Vorzeichen bei Stückzahlen, Markterfordernissen und Produktionsbedingungen. Sie sind also alles andere als eins zu eins auf den Werkzeugmaschinenbau übertragbar.

„Standardisierung und Modularisierung sind im Sondermaschinenbau nicht trivial. Bei einem vielfältigen Maschinenportfolio mit sehr kundenspezifischen Lösungen ist es schwer, übergreifende Baugruppen für alle Bereiche zu entwickeln. Bei uns kann das nicht so funktionieren wie beim Plattformkonzept von Volkswagen.“ (Experte)

Im Gegensatz zu früheren Ansätzen geht es bei den aktuellen Modularisierungsstrategien im Werkzeugmaschinenbau um die ganzheitliche Umsetzung der modularen Bauweise. Hierbei soll ein mechatronischer Baukasten, der disziplinübergreifend konzipiert wurde, die verschiedenen Bereiche wie Mechanik, Elektrotechnik, Software und Fluidik vereinen. Für die Ingenieure und Fachkräfte in Vertrieb, Entwicklung, Konstruktion und Auftragsbearbeitung ist hierfür eine „mechatronische Funktionssicht“ überaus wichtig – die Funktion ist ausschlaggebend und nicht die Technik oder das Aggregat. Ein klar strukturierter mechatronischer Baukasten mit eindeutig definierten Schnittstellen ist Ziel des Prozesses, der von einem interdisziplinären Team gestaltet werden sollte.

„Eine Teambildung und die Quervernetzung zwischen den Fakultäten in der Konstruktion ist erforderlich, sonst funktioniert die umfassende Modularisierung nicht.“ (Experte)

„Beim Baukasten müssen die Module so standardisiert werden, dass sie vollumfänglich zusammenpassen. Ob mechanische Maße und Lochbild, Elektrik und Regelung, Mediensysteme wie Hydraulik, Pneumatik, Schmierung und Kühlung – alle Schnittstellen müssen klar definiert sein und global passen. Standardisierte, einheitliche Schnittstellen sind das A&O der Modularisierung.“ (Experte)

„Die drei Bedingungen für Modularität sind: klare und einheitliche Schnittstellen, eine klare Funktionsdefinition, weltweite Gültigkeit.“ (Experte)

Modulare Bauweise kommt sowohl bei Serienmaschinen als auch im Sondermaschinenbau zum Zuge, wie am Beispiel eines größeren Werkzeugmaschinenbauers erläutert. Bei diesem Unternehmen basieren sowohl die Universal- als auch die Systemmaschinen auf Modulen.

„Die Systemmaschinen bauen auf den gleichen Modulen auf. Anders ausgelegt sind lediglich die Steuerung, die Spindelanzahl und vielleicht das Kettenmaga-

zin. Bei den Systemmaschinen sind rund 20 % der Maschine kundenspezifisch konfiguriert. Wenn aber 80 % der Maschine aus dem Baukasten kommen, dann haben wir hier unsere Stückzahleffekte und die restlichen 20 % werden sowieso extra kalkuliert.“ (Experte)

Bei einem anderen größeren Werkzeugmaschinenhersteller, der stärker im Lösungsgeschäft verankert ist und deshalb mit einer sehr hohen Varianz umgehen muss, geht es darum, „trotzdem“ so viel wie möglich zu standardisieren. Es wurde eine Baugruppenstruktur entwickelt, mit Hilfe derer bestimmte Komponenten, z. B. Werkzeugmagazine, Spindeln, Palettenwechsler etc., maschinenübergreifend zum Einsatz gebracht werden können. Eine entsprechende „Neutralisierung von Baugruppen“ steht vor allem bei den Baugruppen, die nach dem 80:20-Prinzip am häufigsten verbaut werden, im Fokus. Damit wird zumindest bei den „Renner-Baugruppen“ der direkte Maschinenbezug dadurch aufgelöst, dass neutrale Baugruppen produziert werden. Hiermit wird eine größere Stabilität und Flexibilität in der Montage im Sinne flexibler Standardisierung erreicht. Der Produktionsverantwortliche aus diesem Unternehmen sieht in neutralisierten bzw. standardisierten Baugruppen neben deutlichen Vorteilen für die Produktionsabläufe auch eine Vereinfachung des Lieferantenmanagements als Vorteil.

Jedoch ist klarzustellen, dass standardisierte Maschinen auf Basis eines Produktbaukastens nicht mit Standardmaschinen gleichzusetzen sind: Im Vergleich zu Standardmaschinen ist bei standardisierten Maschinen eine große Varianz möglich.

„Eine schlanke interne Varianz durch Module muss nicht auch eine schlanke externe Varianz bedeuten.“ (Experte)

Somit ist Modularisierung auch bei Maschinenbau-Unternehmen mit klarer Highend-Orientierung, wie sie in Deutschland sehr häufig zu finden sind, ein wichtiger Erfolgsfaktor. Premium im Werkzeugmaschinenbau wird durch modulare Bauweise keineswegs konterkariert.

## **2.3 Modularisierung als Strategie in Unternehmensgruppen**

Auch in Unternehmensgruppen aus dem Werkzeugmaschinenbau mit mehreren Standorten und Marken wird Modularisierung heute als übergreifendes Thema angegangen. So ist beispielsweise im Verbund verschiedener Hersteller von Spezialmaschinen – historisch bedingt oder aufgrund vieler spezieller Kundenanforderungen – oft eine große Vielfalt bei allen Bauteilen entstanden. Im heutigen starken internationalen

Wettbewerb zielen Unternehmensstrategien darauf, die Variantenvielfalt wieder einzudämmen bzw. drastisch zu reduzieren. Devise soll sein: „Wir leben in der Unternehmensgruppe aus Baukästen“, oder: „Konzernweit eine Lösung für eine Anwendung“ (Experte).

Während bei der einen Unternehmensgruppe eine neue Maschinenreihe auf Basis des Baukastensystems unter Einbindung von Schwesterunternehmen entwickelt wird, geht es bei einem weiter verzweigten Konzern darum, Plattformen und Module mit hoher Wiederverwendbarkeit zu entwickeln und in die Produktion zu bringen. Vor allem kleinere Hersteller in einer Unternehmensgruppe sind gezwungen, die modulare Bauweise des Verbunds zu übernehmen.

„Ohne die Module hätten wir langfristig gesehen kaum Überlebenschancen. Die Vereinheitlichung in der Gruppe, Gleichteile und Baugruppen sind alternativlos, auch wenn das von den meisten Kollegen im Betriebsrat nicht so gesehen wird.“ (Experte)

„Modulare Bauweise als übergreifender Ansatz in der Unternehmensgruppe ist dermaßen logisch! Der Vorstand müsste behämmert sein, wenn er es nicht machen würde. Es schreit geradezu danach. Und letztendlich sichert es die Wettbewerbsfähigkeit und damit unsere Arbeitsplätze.“ (Experte)

Unternehmen mit mehreren Standorten eröffnet Modularisierung die Gestaltung spezifischer Produktionsnetzwerke, bei denen beispielsweise ein Werk mit Fertigung und Baugruppenmontage das Endmontagewerk mit den Modulen beliefert. Eine andere Herangehensweise ist die Spezialisierung von Konzernstandorten auf bestimmte Baugruppen, wie ein Betriebsrat aus dem Sondermaschinenbau mit ersten Ansätzen hierfür berichtet:

„Wir haben die ganzen Produkte durchleuchtet und festgestellt, am Standort A kann man gut Werkzeugmagazine herstellen und am Standort B gut Tische, jeweils effizient, preisgünstig und alles. Da ist das Unternehmen auf dem Wege, aber die Strecke ist noch lang. Wir sind komplett im Sondermaschinenbau, da gibt es nicht so große Stückzahleffekte und so ist unser Baukasten-Pflänzchen bisher noch so weit gediehen.“ (Experte)

## **2.4 Modularisierung als Wachstumsstrategie**

Insbesondere größere Unternehmen aus dem Werkzeugmaschinenbau verfolgen mit der Modularisierung und Standardisierung klare Wachstumsstrategien.

„Die Verbindung von Modularisierung und Produktionswachstum ist essenziell. Bei 2 bis 3 Modulen pro Woche rentiert sich das Baukastensystem noch nicht



so. Wenn es aber 10 bis 15 pro Woche sind, dann kommt es zu Skaleneffekten und es rentiert sich sehr wohl.“ (Experte)

„Die Standardisierung und die Modularisierung bringt uns die Möglichkeit, kostengünstig am Markt zu sein und Erweiterungen im Umsatz hinzubekommen. Stückzahleffekte durch modulare Bauweise, Produktivitätseffekte und Wachstum bei Umsatz und Produktion verstärken sich gegenseitig.“ (Experte)

Modulare Bauweise, höhere Stückzahlen und Skaleneffekte stehen damit in engem Zusammenhang zu „profitablem Wachstum“ als einem zentralen Strategieziel von Werkzeugmaschinenherstellern.

„Modulare Bauweise bedeutet bei uns auch Serienfertigung, also das, was uns die Automobilindustrie schon vor 100 Jahren vorgemacht hat. Ab bestimmten Stückzahlen lohnt sich dann die Automatisierung und das schlägt dann auch bei den Stückkosten voll durch.“ (Experte)

Aus Sicht der Beschäftigungssicherung ist es notwendig, dass die modularisierungsbedingten Rationalisierungs- und Produktivitätseffekte durch höhere Geschäftsvolumina ausgeglichen werden, um die Arbeitsplätze zu halten. Ohne Umsatzwachstum würden diese Modularisierungseffekte in einem schleichenden Prozess Teile der Beschäftigung in Produktion und weiteren Funktionen gefährden.

„Wir hoffen, durch die Modularität unseren Umsatz zu steigern, so wie es geplant ist. Und durch dieses Wachstum können wir die Mitarbeiter dann alle noch an Bord halten. Aber wenn wir modular bauen und jetzt stagnieren würden, dann käme es definitiv zu einem Mitarbeiterabbau. Die Firma muss mehr Umsatz generieren, um den gleichen Mitarbeiterstamm halten zu können.“ (Experte)

Wachstumschancen und strategische Vorteile für Unternehmen des Werkzeugmaschinenbaus bietet modulare Bauweise im Bereich Aftersales. Standardisierte Baugruppen können direkt als Ersatzteil verwendet werden. Dadurch verkürzt sich die Lieferzeit und die Marge im Service verbessert sich.

## **2.5 Erfolgsfaktor „Verzahnung der Bereiche“**

Auf den Punkt gebracht sind die Ziele von Modularisierung und Standardisierung: kürzere Entwicklungszeiten, bessere Kalkulierbarkeit, schnellere Durchlaufzeit, Termintreue, bessere Reaktionsfähigkeit sowie Kostenreduktion durch Volumeneffekte im Einkauf und in der eigenen Produktion. Diese Ziele lassen sich nur erreichen, wenn alle Unternehmensbereiche von der Entwicklung über Einkauf, Vertrieb, Logistik bis zur Produktion verzahnt sind und zusammenarbeiten. Es geht darum,

die „klassische“ Eigenoptimierung, das „Silodenken“ der einzelnen Bereiche zu überwinden und ein Gesamtkonzept in bereichsübergreifender Sicht umzusetzen.

„Die Verzahnung der Fraktionen ist ein Erfolgsfaktor für Modularisierung. Heute wird Kommunikation zwischen den Bereichen eingefordert, woran es früher oft gehapert hat. Und inzwischen kennen sich die Leute sogar und reden miteinander, um das mal zuzuspitzen.“ (Experte)

## 3. Neue Produktionskonzepte und modulare Bauweise

Der Werkzeugmaschinenbau ist eine besonders volatile Teilbranche des Maschinenbaus, geprägt durch starke Auslastungsschwankungen innerhalb der Konjunkturzyklen der Gesamtwirtschaft und der Investitionszyklen der Abnehmerindustrien. Damit ist zum einen die Flexibilisierung der Arbeit ein Dauerbrenner-Thema bei Werkzeugmaschinenherstellern. Dies gilt sowohl für zeitflexibles Arbeiten in der Produktion und Verwaltung an den Unternehmensstandorten als auch für zeit- und ortsflexibles Arbeiten bei Auswärtseinsätzen für Montage, Inbetriebnahme, Wartung und Reparatur der Fertigungsanlagen.

Zum anderen greifen seit nunmehr rund 20 Jahren neue Arbeitssysteme im Werkzeugmaschinenbau um sich, mit denen eine nivellierte Produktion bei kürzeren Durchlaufzeiten erreicht werden soll – und die mit den Begriffen „Takt und Fluss“ oder „getaktete Fließproduktion“ auf den Punkt gebracht werden können.<sup>3</sup> Im Folgenden werden aktuelle Produktionskonzepte im Werkzeugmaschinenbau vorgestellt und auf ihre Wechselwirkungen und Interdependenzen mit modularer Bauweise hin analysiert.

### 3.1 Getaktete Fließmontage und GPS

Produktionssysteme und die Arbeitsorganisation insgesamt sind in weiten Bereichen des Werkzeugmaschinenbaus von Lean-Konzepten geprägt. Nachdem die Anwendung von Lean-Konzepten und Ganzheitlichen Produktionssystemen (GPS) in der Serienproduktion insbesondere in der Automobilindustrie zu großen Produktivitätsfortschritten geführt hatte, wurde mit der getakteten Fließmontage versucht, diese Konzepte auf die Maschinenmontage zu übertragen. In der Produktion war Trumpf mit dem Ganzheitlichen Produktionssystem „Synchro“ Ende der 1990er

---

<sup>3</sup> Arbeits- und sozialwissenschaftliche Untersuchungen zum Maschinenbau und speziell zum Werkzeugmaschinenbau sind seit geraumer Zeit rar geworden. So liegen zu neuen arbeitspolitischen Konzepten und Produktionssystemen seit rund zwanzig Jahren keine werkzeugmaschinenbauspezifischen Untersuchungen mehr vor. Noch bis in die 1990er Jahre hinein stand „der Werkzeugmaschinenbau als der weltmarktführende Renommierzweig der Branche, gewissermaßen die ‚S-Klasse‘ des Maschinenbaus, ... vielfach im Zentrum arbeitswissenschaftlicher und industriesoziologischer Untersuchungen“ (Kuhlmann et al. 2004: 244). Heute ist hier für den Werkzeugmaschinenbau eine Forschungslücke zu konstatieren. Bereits vor zehn Jahren wurde für den arbeitsorganisatorischen Wandel im Maschinenbau insgesamt „weitergehender Forschungsbedarf“ reklamiert (Hirsch-Kreinsen 2009).

Jahre Vorreiter – seither wurde die Fließmontage mit langen Taktzeiten bei vielen Werkzeugmaschinenherstellern eingeführt. Im Jahr 2012 hatten laut einer Betriebsräte-Befragung des IMU Instituts rund 50 % der Maschinenbaubetriebe getaktete Fließmontage bereits umgesetzt oder geplant. In den letzten Jahren wurden dann auch bei Bürotätigkeiten zunehmend Lean-Office-Konzepte implementiert.

In einer Fallstudie aus dem Jahr 2014 wurde ein großer Werkzeugmaschinenhersteller vom IMU Institut untersucht. Dabei wurde mit Blick auf das Innovationsgeschehen aus Sicht dieses Unternehmens festgestellt: Die Innovationskraft des Unternehmens manifestiert sich zum einen im Streben nach ständiger Verbesserung der technologischen Spitzenstellung durch Produktinnovationen. Doch auch Prozessinnovationen haben bei diesem erfolgreichen Unternehmen einen sehr hohen Stellenwert, wie eine befragte Führungskraft hervorhebt:

„Innovative Produkte sind die eine Seite der Medaille. Aber auch auf die Produktionsprozesse ist zu achten. Beides ist enorm wichtig. Das haben wir erkannt und seit Jahren auch unsere Prozesse ganz stark in den Fokus genommen.“ (Experte)

Die eigene Produktion wird also als ein entscheidendes Stellglied für den langfristigen wirtschaftlichen Erfolg wertgeschätzt. Seit Mitte der 2000er Jahre wird die Optimierung aller Produktionsprozesse „konsequent vorangetrieben“; ein spezifisches, auf das Unternehmen angepasstes Produktionssystem wurde eingeführt. Dabei wurde die gesamte Kette des Entstehungsprozesses von Bearbeitungszentren neu strukturiert und vollständig verändert in Richtung produktionsoptimierte Taktung.

„Eine Taktung von standardisierten und teilweise automatisierten Produktionsprozessen bestimmt die Abläufe in sämtlichen Bereichen ... Damit konnten die Durchlaufzeiten, die Bestände und die Produktivität massiv verbessert werden.“ (Experte)

Alles in allem kann diese Umstellung vom klassischen Werkstattbetrieb in den lang getakteten Produktionsprozess als umfassende Prozessinnovation für dieses Unternehmen angesehen werden. Diese frühe Implementation einer getakteten Fließproduktion wie auch das Synchro-Produktionssystem von Trumpf stehen exemplarisch für die weitere Verbreitung solcher neuer Produktionskonzepte im Werkzeugmaschinenbau.

## 3.2 Unterschiedliche Produktionskonzepte in Montagebereichen

Für die Produktion von Werkzeugmaschinen geht der Trend weiter in Richtung Takt und Fluss. In den Unternehmen wurde vor allem in der Vormontage und der Baugruppenmontage auf getaktete Fließmontage umgestellt. Beispielsweise wird bei einem Hersteller von Bearbeitungszentren die Produktion der Spindeln von bisheriger Werkstattmontage auf eine Fließlinie im One-Piece-Flow umgestellt. Bei einem anderen Unternehmen werden bereits seit einiger Zeit die Kreuzschlitten und weitere Baugruppen in einer Fließlinie auf Schienen vormontiert.

„In der gesamten Produktion sind wir in eine starke Taktung eingestiegen. Speziell in der Vormontage teilweise auch in ein echtes Fließprinzip, d. h. es gibt eine Zuführung über Schienensysteme und die fertigen Baugruppen wandern dann in die Endmontage.“ (Experte)

Mit der durch modulare Bauweise ermöglichten Verlagerung von Montageumfängen und Arbeitsinhalten aus der Endmontage in die Vor- und Baugruppenmontage haben diese vorgelagerten Prozesse ein stärkeres Gewicht bekommen. Ziel ist es, in der Endmontage getestete Systeme aus dem Baukasten heraus zu verbauen, um die Durchlaufzeit der Maschinen zu verringern.

„Die vormontierten Komponenten werden immer komplexer und ihr Anteil wird immer größer. Und sie werden fixfertig getestet und geprüft. Es geht darum die Takte in der Endmontage zu verkürzen und die Durchlaufzeit zu verringern.“ (Experte)

„Die Baugruppen werden im Takt- und Fließprinzip montiert und kommen dann quasi im Takt zur Maschine. Dabei gibt es eine klare Verschiebung. Immer mehr Montage- und Prüfinhalte werden in die Vormontage und die Baugruppenmontage vorgezogen, um nachher bei der Endmontage Zeit zu gewinnen und den Durchlauf zu optimieren.“ (Experte)

„Durch größere Anteile in der Vormontage sollten die 35 Tage in der Hauptmontage deutlich verkürzt werden. Die kürzere Durchlaufzeit hätten wir auch geschafft, wenn es nicht laufend Engpässe bei der Materialversorgung geben würde, vor allem bei den Baugruppen, die von extern kommen.“ (Experte)

In der End- oder Hauptmontage gibt es nach wie vor eine größere Vielfalt von Produktionskonzepten. Klassische Standplatzmontage wurde vielfach abgelöst durch getaktete Boxenmontage oder getaktete Fließmontage bzw. einem Mix daraus. Die Taktzeit beträgt bei diesen lang getakteten Produktionssystemen durchaus bis zu fünf Arbeitstage, im Sondermaschinenbau sogar bis zu drei Wochen. Je nach Stückzahl, Komplexität oder Größe einer Maschine kommt getaktete Fließmontage

oder getaktete Boxenmontage zum Zuge – „Die Kleinen im Fluss, die Großen in der Box“ (Experte). Bei der Fließmontage wird die Maschine nach jedem Montagetakt zur nächsten Montagestation verschoben, so dass je Station immer gleichartige Montagearbeiten durchgeführt werden. Die dazu benötigten Werkzeuge und Einrichtungen sind dieser Montagestation zugeordnet. Die vormontierten Baugruppen und Komponenten werden jeweils an die Station zugeführt, an der sie verbaut werden. Zum Teil erfolgt die Montage der Komponenten direkt neben der Fließlinie – beispielsweise im Fischgrätenprinzip. Bei der Boxenmontage bleibt die Maschine an einer Montagestation stehen und die Montagetams sowie die Baugruppen und das weitere Material kommen im Takt zur Maschine.

„Bei der Endmontage haben wir es mit dem Fließprinzip probiert, es dann aber wieder gelassen, so dass die Maschinen stehen bleiben. Aber das Material kommt taktgenau und die Teams wandern im Takt von Maschine zu Maschine.“ (Experte)

„Für den Zusammenbau der Maschinen sind die ersten sechs Stationen Fließmontage, dann geht es aber in die Standplatzmontage über, auch weil wir sehr hohe Anforderungen an die geometrische Stabilität haben.“ (Experte)

„Wir haben auf getaktete Fließsysteme umgestellt. In der Endmontage gibt es zwischen 9 und 13 Stationen. Der große Anspruch ist genau das Material, dass der Takt benötigt, zur richtigen Zeit am richtigen Ort zu haben. Der Takt wird von der Logistik nach Feierabend vollzogen, d. h. die Maschine wird dann eine Station weitergeführt und die spezifischen Teile werden bereitgestellt.“ (Experte)

„Bisher haben wir die Boxenmontage, unsere Überlegungen gehen in Richtung Clustermontage, also eine getaktete Montage, bei der die Mitarbeiter fließen. Also der Kostenträger bleibt stehen und die Mitarbeitergruppen wechseln Takt für Takt im Fünftage-Rhythmus.“ (Experte)

Eine Herausforderung für die Produktionsplanung bei getakteter Fließmontage im Werkzeugmaschinenbau sind die großen Unterschiede bei den Montagezeiten der verschiedenen Baureihen und Produktvarianten. Dabei gibt es verschiedene Möglichkeiten, Maschinen mit unterschiedlichen Montageumfängen auf der gleichen Linie zu bearbeiten. Erhöhter Personaleinsatz an den Engpassstationen kann helfen, im gleichen Takt mehr Montageschritte zu bewältigen. Aufgrund der begrenzten Montagefläche und der Maschinengeometrie ist der variable Personaleinsatz pro Station allerdings nur eingeschränkt möglich. Eine zweite Möglichkeit ergibt sich durch das Einschleusen von „Leertakten“ und dem Überspringen von nicht benötigten Montagestationen. Außerdem kann man versuchen die Komplexität der Variantenvielfalt in die Baugruppenmontage bzw. Vormontage zu verlegen, so dass dann in der Fließmontage Baugruppen unterschiedlicher Komplexität eingebaut werden und nicht

unterschiedlich viele Einzelkomponenten. Die in der Praxis wohl meist angewendete Möglichkeit besteht darin, die Grundmaschine mit möglichst wenig unterschiedlichen Varianten in der Fließmontage aufzubauen und die kundenspezifischen Varianten dann im Anschluss in einer Boxenmontage zu montieren. All diese Möglichkeiten benötigen höchste Flexibilität und Planungsgenauigkeit bei Materialfluss und Personalplanung. Das Lean-Prinzip der nivellierten Fertigung lässt sich hier nur durchsetzen, wenn es gelingt den Variantenmix auf der Linie möglichst konstant zu halten. Außerdem stellen solche Montagekonzepte große Anforderungen an den Konstruktionsprozess. Schon in der Konstruktion der Produkte entscheiden sich die Variantenvielfalt und die Möglichkeiten, die Vielfalt in die Baugruppenmontage, bzw. an das Montageende hinter der Fließlinie zu verlagern.

Bei einem Hersteller von Bearbeitungszentren liegt beispielsweise die Montagezeit für die einzelnen Maschinentypen zwischen 600 und 1.200 Stunden. Der Herausforderung, solche Zeitunterschiede in einer Fließmontage zu bewältigen, wird mittels einer variablen Linie begegnet. Neben dieser Variolinie mit bis zu 19 Stationen, die planungstechnisch sehr voraussetzungsvoll und „durchaus knifflig“ ist, gibt es im Unternehmen weitere Fließlinien mit 6 bzw. mit 12 Stationen. Zudem gibt es in diesem Unternehmen für die großen Maschinen die klassische Standplatzmontage, bei der der Takt übers Material vorgegeben wird.

### **3.3 Lean Production und Lean Product**

Eine wichtige Voraussetzung für das Funktionieren getakteter Fließsysteme ist die Prozesssicherheit und damit auch die Materialverfügbarkeit in den einzelnen Produktionsphasen. In der Vormontage und Baugruppenmontage müssen die Bauteile aus der eigenen Fertigung und von den Zulieferern passgenau verfügbar sein. Die Baugruppen und weitere Komponenten müssen just-in-time in der Endmontage für den Zusammenbau bereitgestellt werden. Eine solch hohe Prozesssicherheit durch Zulieferer abzudecken ist gerade bei Unternehmen aus dem Werkzeugmaschinenbau problematisch. Aufgrund der geringen Stückzahlen werden sie bei vielen Zulieferern nur als C-Kunden gelistet, was die Durchsetzung der vertraglich vereinbarten Liefertreue erschwert.

Es stellt sich die Frage, ob eine geringe Fertigungstiefe die Prozessstabilität bei getakteter Fließproduktion unterminiert und damit die wirtschaftliche Performance gefährdet. Bei den befragten Werkzeugmaschinenherstellern zeigt sich, dass eine hohe Fertigungstiefe zur Prozesssi-

cherheit und damit zu einem funktionierenden Ganzheitlichen Produktionssystem beiträgt.

„Wir bilden in unserer eigenen Produktion einen sehr großen Teil der Wertschöpfungskette ab. Im Werk gibt es eine eigene mechanische Fertigung, den Schaltschrankbau, den Vorrichtungsbau, die Baugruppenmontage und die Vormontage, die Spindellinie bis hin zur Maschinenmontage. Es ist ein Riesenvorteil, das alles vor Ort zu haben.“ (Experte)

„Die alles entscheidende taktgenaue Materialbereitstellung kriegen wir vor allem deshalb ganz gut hin, weil wir eine sehr hohe Eigenfertigung haben.“ (Experte)

Für eine „relevante Fertigungstiefe“ sprechen auch weitere wissenschaftliche Erkenntnisse: Demnach gehören „Wandlungsfähigkeit“ und „Flexibilität“ zu den entscheidenden Stärken der deutschen Industrie – sie sind in der globalisierten Wirtschaft zunehmend zum strategischen Wettbewerbsvorteil geworden. Einer der Faktoren, die die Variantenflexibilität und damit die Wandlungsfähigkeit der Industrie positiv beeinflussen, ist eine relevante Fertigungstiefe. Jedoch wurde in den letzten Jahren „kostenorientiertes Outsourcing und Offshoring über das wirtschaftlich sinnvolle Maß hinaus betrieben“ (Kinkel 2012: 206). Und verschiedene Analysen zeigen eindeutig, dass „ein hoher Eigenleistungsanteil (Wertschöpfungstiefe) auch unter Kontrolle intervenierender Faktoren stark positiv mit einer höheren Gesamtproduktivität (Total Factor Productivity) des jeweiligen Betriebs korreliert. Eine hohe interne Wertschöpfungstiefe scheint demnach sowohl zur Sicherung und Generierung zukünftiger Produktivitäts- und Wettbewerbsvorteile als auch zu Wachstum, Wertschöpfung und Beschäftigung im Inland beitragen zu können“ (Kinkel 2012: 210). Demnach sollten „frühere und zukünftige Outsourcing-Initiativen zur Reduktion der Fertigungstiefe“ von den Unternehmen jeweils „sehr kritisch“ hinterfragt werden (Kinkel et al. 2012).

Die Einführung eines Ganzheitlichen Produktionssystems mit getakteter Fließmontage wird durch modulare Bauweise und standardisierte Baugruppen erleichtert bzw. erst ermöglicht. Es gibt starke Wechselwirkungen und Interdependenzen zwischen der Modularisierung des Produkts bzw. entsprechenden Baukastensystemen („Lean Product“) und der flexiblen Standardisierung des Produktionssystems durch getaktete Fließmontage („Lean Production“). „Mit noch konsequenterer Modularisierung wäre unser Produktionssystem noch besser“ (Experte). Modularisierung und Standardisierung ermöglichen eine bessere Planung und Steuerung der Unternehmensprozesse und sind damit Erfolgsfaktoren moderner Produktionssysteme für lange Takte.



„Durch die modulare Bauweise gelang es uns, die Produktion auf Fließmontage umzustellen. Seit der Einführung 2010 sind wir ständig am Optimieren und Weiterentwickeln. Heute gibt es bei uns etwas, was vor einem Jahrzehnt noch undenkbar war: eine Fließproduktion von kundenspezifischen Spezialmaschinen im Baukastenprinzip. Damit gelang es, die Produktionszeit für eine Maschine auf 24 Tage zu verkürzen.“ (Experte)

„Das Baukastensystem haben wir schon gut 20 Jahre und es hat sich bewährt. Früher hatten wir für alle Maschinen die Standmontage. Nach Einführung des Baukastenprinzips hat man gesagt, gewisse Maschinentypen können wir jetzt ja fließen lassen. Und so wurde mit Hilfe des Baukastenprinzips für immer mehr Typen die Fließmontage eingeführt.“ (Experte)

„Die Standardisierung unserer Baugruppen vor ein paar Jahren war eine Voraussetzung für die getaktete Fließmontage. Eine gewisse Stückzahl ist erforderlich, damit eine Flowline sich rechnet. Jetzt kann ich aber keine allgemeingültige Stückzahl x sagen, das hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab. Aber ich würde keine Flowline bauen für eine Stückzahl unter 100, bei einer Werkzeugmaschine definitiv nicht.“ (Experte)

Die Kombination aus modularer Bauweise und Fließfertigung hat den Unternehmen, die früh eingestiegen sind, zunächst klare Vorteile im Wettbewerb verschafft. Da diese Konzepte sich stark verbreiten, werden sie vom Wettbewerbsvorteil für einzelne Unternehmen zu einem „Muss“ für Werkzeugmaschinenhersteller in der Breite der Branche.

„Modularisierung und Standardisierung bieten viele Möglichkeiten für die Optimierung der Produktionsprozesse. Allein im Hinblick auf die Materialbereitstellung können Sie dann den Milkrun machen und immer wieder die gleichen Behälter verwenden, das Material in entsprechende Arbeitsinhalte takten. Sie haben an der Fließlinie genau definierte Plätze, wo Sie das Material hinliefern, wo bestimmte Werkzeuge gebraucht werden usw.“ (Experte)

„Hätten wir noch mehr Modularisierung bei unseren Systemmaschinen so würden wir uns in unserem Produktionssystem nochmals leichter tun. Weil ich mit dem Baukastensystem ja viel besser planen und steuern kann.“ (Experte)

Zum Thema Bedeutung moderner oder Ganzheitlicher Produktionssysteme gießt einer der befragten Experten etwas Wasser in den Wein. Für den Unternehmenserfolg und die Wettbewerbsfähigkeit viel wichtiger als die Montageprozesse für das Produkt „Bearbeitungszentrum“ sind seiner Meinung nach zwei andere Punkte: Die gesamte Maschine ist perfekt durchkonstruiert und die Materialbeschaffung erfolgt auf den Tag genau.

„Ob die Produktion letztlich Fließtakt oder Standplatz ist, das ist meiner Ansicht nach völlig egal. Wichtig ist, dass die Konstruktion ganzheitlich und fehlerfrei gearbeitet hat und dass die Materialbeschaffung die Bauteile genau zum richtigen Zeitpunkt an den Verbauort bringt. Das Thema Produktionssystem wird da zu stark in den Vordergrund gebracht, es wird überbewertet. Für mich sind die Konstruktion und die Materialbeschaffung die entscheidenden Schlachtfelder beim Maschinenbau.“ (Experte)

### **3.4 Herausforderungen für die Arbeitsgestaltung**

Zweifellos sind Fließmontage in langen Takten und Ganzheitliche Produktionssysteme eine Herausforderung für die Arbeitsgestaltung in den Unternehmen des Werkzeugmaschinenbaus. Spezifische Belastungen und ergonomische Herausforderungen von GPS standen im Zentrum des Betriebsräte-Netzwerks „Lange Takte“ der IG Metall Baden-Württemberg im November 2016, an dem auch mehrere Betriebsräte aus dem Werkzeugmaschinenbau beteiligt sind. Große Belastungen ergeben sich demnach aus der Arbeitsverdichtung (Stress/Leistungsdruck) und aus Ergonomie-Problemen (Belastungen des Muskel-Skelett-Systems) (Dispan 2017: 43).

Um Humanisierungspotenziale zu nutzen und eine arbeitspolitische Balance bei diesen Lean-Konzepten zu erreichen, ist die umfassende Beteiligung der Beschäftigten notwendig, so ein Ergebnis der Studie „Balanced GPS“ (Kötter et al. 2016). Als Fazit dieser Studie, die auch auf Erkenntnissen aus dem Werkzeugmaschinenbau beruht, lässt sich festhalten: Bei der Gestaltung von Produktionssystemen kann eine arbeitspolitische Balance nur durch betriebliche Aushandlungsprozesse erreicht werden, weil hier die Interessenlagen der Akteure austariert werden können (Schwarz-Kocher et al. 2016). Hierfür ist eine Kombination von direkter Beteiligung der Beschäftigten und kollektiver Beteiligung durch den Betriebsrat als demokratisch legitimierter Interessenvertreter der Beschäftigten erforderlich.

Konkrete Anforderungen an arbeitspolitische Gestaltung liegen beispielsweise in der Einflussnahme auf Leistungsbedingungen (z. B. Bewertung der Montagezeiten), in der Arbeitsplatz-Rotation zum Erhalt von Qualifikationen und Entgeltstrukturen sowie in der Berücksichtigung von Arbeitsbedingungen bei Kontinuierlichen Verbesserungsprozessen (KVP) und beim Shopfloor-Management. Ein Instrument für die Gestaltung guter Arbeit und die Verbesserung der Arbeitsbedingungen ist die Checkliste für die Qualität der Arbeitsbedingungen („QAB-Check“), auf die in der Studie „Digitalisierung im Maschinenbau“ näher eingegangen wird (Dispan, Schwarz-Kocher 2018: 79ff).

Weitere arbeitspolitische Herausforderungen bestehen im Kontext mit flexiblen Arbeitszeitmodellen, die im volatilen Werkzeugmaschinenbau eine große Rolle spielen. Falls bei einem in der Fließlinie Beschäftigten das Arbeitszeitkonto ins Minus abrutscht, kann es schwierig werden, wieder auf die Nulllinie oder ins Plus zu kommen. Es gibt nur eingeschränkte Möglichkeiten, das Konto wieder aufzubauen, weil die maximale Kapazität an der Fließlinie begrenzt ist.

„Man muss den Kollegen aus der Linie rausnehmen und an einem anderen Arbeitsplatz einsetzen, um das Minus beim Arbeitszeitkonto wieder auszugleichen.“ (Experte)

## 4. Wirkungen auf Beschäftigung

Beschäftigungswirkungen von modularer Bauweise zeigen sich in den Unternehmen des Werkzeugmaschinenbaus heute und zukünftig in vielen betrieblichen Bereichen und Funktionen. Heute bereits erkennbar, vor allem aber künftig erwartet werden qualitative Arbeitswirkungen. Aber auch mit quantitativen Beschäftigungseffekten ist mittel- bis langfristig zu rechnen. Die Wirkungen von Modularisierung und Standardisierung auf Beschäftigung werden in jedem Falle von Effekten der Digitalisierung, der Globalisierung, des Klimaschutzes und weiterer Megatrends überlagert. Im Reigen dieser großen Transformationsthemen ist modulare Bauweise allenfalls ein Puzzlestück, das aber durchaus spezifische Wirkungen auf Beschäftigung zeitigt. Einige der befragten Betriebsräte berichten aus ihren Betrieben von Ängsten und Befürchtungen der Beschäftigten in direkten wie auch indirekten Bereichen.

„Als Konsequenz aus der Modularisierung sieht so mancher schlicht und einfach Arbeitsplätze in seiner Abteilung gefährdet.“ (Experte)

„Standardisierung und Modularisierung sind eine Revolution für unsere Entwickler, für die Verkäufer, die Auftragsbearbeiter und die Monteure. Wir sind noch am Anfang und die Mehrzahl der Beschäftigten ist bisher negativ eingestellt. Ob Entwickler, Vertriebler, Auftragsbearbeiter oder Monteur – viele haben das Gefühl, dass ihnen Kreativität und schöpferische Freiheit weggenommen wird und dass sie in ein Schema gepresst werden.“ (Experte)

Die Einschätzungen der befragten Experten zu den Wirkungen der Modularisierung und Standardisierung auf die Beschäftigung in ausgewählten betrieblichen Funktionen des Werkzeugmaschinenbaus werden im Folgenden dargestellt. Eingegangen wird auf Beschäftigungswirkungen in den Produktionsbereichen, im Engineering und im Vertrieb. Andere Funktionen, auf die Modularisierung einwirkt, wie Einkauf (weniger komplex durch Gleichteile) und Service (einfachere Wartung und Reparatur durch standardisierte Baugruppen), werden hier nicht vertieft.

### 4.1 Produktion

Der Produktionsprozess im Werkzeugmaschinenbau kann grob in die Bereiche Fertigung, Vor- oder Baugruppenmontage und Haupt- oder Endmontage gegliedert werden. Entlang dieser Produktionsbereiche werden im Folgenden die Wirkungen der Modularisierung und Standardisierung auf Beschäftigung dargestellt. Für die Produktion insgesamt weisen mehrere der Betriebsräte aus der Expertenbefragung auf einen

aus ihrer Sicht „gefährlichen Trend“ im Werkzeugmaschinenbau hin: Der Stellenwert der gewerblichen Bereiche geht in den Betrieben und in der Branche kontinuierlich zurück.

„Früher war es so, dass in der Montage viele Entscheidungen direkt gefällt und umgesetzt wurden. Heute wird alles von der Konstruktion vorgegeben, und in der Montage muss nicht mehr gedacht, sondern nur noch Anweisungen der Konstruktion befolgt werden.“ (Experte)

Die befürchtete Erosion qualifizierter Facharbeit wird bisher überdeckt von der guten konjunkturellen Lage der letzten Jahre und vom Mangel an Metall- und Elektrofachkräften in vielen Regionen.

### **4.1.1 Fertigung**

Der Stellenwert der eigenen mechanischen Fertigung ist in den Unternehmen des Werkzeugmaschinenbaus sehr unterschiedlich. Das breite Spektrum umfasst Werkzeugmaschinenhersteller mit einer sehr hohen Wertschöpfungstiefe bis hin zu Betrieben, die (fast) keine eigene mechanische Fertigung mehr haben. Zwischen diesen beiden Polen liegen Unternehmen, die weiterhin Outsourcing im Bereich der Teilefertigung betreiben und sich auf ihre definierten Kernteile beschränken, aber auch welche die ihre Wertschöpfungstiefe halten oder Insourcing-Maßnahmen ergriffen haben, um Lieferantenprobleme in den Griff zu bekommen und die eigene Prozesssicherheit zu gewährleisten. In der mechanischen Fertigung wird häufig Dreischicht- oder Zweischichtbetrieb gefahren.

Durch Baukastensysteme und Modularisierung steigt der Einsatz von Gleichteilen und es werden höhere Stückzahlen bei den Bauteilen erreicht. Unabhängig davon, wo die Produktion dieser Teile stattfindet, können also Skaleneffekte erzielt werden. Dies ist sowohl für den Einkauf wie auch für die Eigenfertigung relevant. Höhere Stückzahlen in der eigenen mechanischen Fertigung führen dazu, dass hier der Trend weg von kleinen Losgrößen in Richtung Serienfertigung geht.

„Früher wurde fast jedes Teil als Einzelteil durch die Fertigung geschleust. Heute haben wir fast nur noch Serienteile.“ (Experte)

Damit verringert sich die Anzahl der Umrüstvorgänge. Für den einzelnen Werker kann es dazu kommen, dass er mehr Maschinen als zuvor gleichzeitig bedienen muss.

„Rüstzeiten und Wegestrecken wurden reduziert und die Mehrmaschinenbedienung ausgeweitet. Gleichteile sind auch ein Einfallstor für verstärkte Mehrmaschinenbedienung.“ (Experte)

„Mit der Serienfertigung kommt es auch zu verstärkter Mehrmaschinenbedienung. Die Werker programmieren dann nicht mehr so viel selber, sondern bekommen alles übers System eingespielt. Der Arbeitsplatz ist dann nicht mehr so interessant. Einige besonders qualifizierte Leute aus der Fertigung sind schon in die Applikation in sehr interessante und hochdotierte Jobs gegangen. Das kann aber natürlich bei weitem nicht jeder.“ (Experte)

Von Betriebsräten wird befürchtet, dass eine Arbeitsverdichtung in der Fertigung mit einer Vereinfachung der Tätigkeiten einhergeht, z. B. durch stärkere Automatisierung von Bearbeitungszentren, die durch die höheren Stückzahlen wirtschaftlich wird. Automatisierung heißt auch, dass Teile mit hohem Bearbeitungsaufwand, z. B. „Langdreher“, vom Werker am Schichtende vorbereitet und dann über Nacht oder übers Wochenende vollautomatisch im Bearbeitungszentrum, also „mannlos“ gefertigt werden können.

„Bei uns werden manche Maschinen Freitagnachmittags bestückt und sollen dann vollautomatisch übers Wochenende durchlaufen. Das heißt für unsere ‚High-Potentials‘ in der Produktion, die die Maschinen aus dem Effeff kennen, dass sie den Produktionsprozess mittels einer ‚Smartphone-Bereitschaft‘ überwachen. Das ist als ein Element von Industrie 4.0 zu sehen, das wir als Betriebsräte kritisch begleiten.“ (Experte)

Durch Modularisierung erhöht sich die Verlagerbarkeit sowohl für die mechanische Fertigung als auch für die Vormontage von Baugruppen und damit der Verlagerungsdruck, auf den im Kapitel zu Wirkungen auf Wertschöpfung noch eingegangen wird.

„In der Produktion geht die Angst vor Verlagerung um. Bei 1.000 Varianten ist der Fremdbezug für den Einkauf schwer machbar. Bei drei Varianten wird die externe Beschaffung von Teilen und Baugruppen deutlich einfacher. Bei vielen Mitarbeitern ist deshalb die Hoffnung da, dass modulare Bauweise [im Sondermaschinenbau] sowieso nicht funktioniert und deshalb auch nicht wirklich eingeführt werden kann.“ (Experte)

Bei Werkzeugmaschinenherstellern mit mehreren Standorten und bei Unternehmensgruppen ergeben sich durch die modulare Bauweise auch Bündelungseffekte für die mechanische Fertigung. Im Produktionsverbund werden beispielsweise standardisierte Kettenglieder am einen Standort in einem hochautomatisierten Bearbeitungszentrum gefertigt und am anderen Standort dann komplett zur Baugruppe montiert und dann wieder auf die Unternehmensstandorte verteilt. Durch die höheren Stückzahlen erhöhen sich die Effizienz der Prozesse und damit die Produktivität, auf der anderen Seite werden in Summe weniger Beschäftigte für die Produktion benötigt.

## 4.1.2 Baugruppenmontage

Baugruppenmontage und Vormontage sind Bereiche, die durch Baukastensysteme ein stärkeres Gewicht bekommen. Montageumfänge und Arbeitsinhalte werden im Zuge der Modularisierung aus der Endmontage in die vorgelagerten Montagestufen gezogen, um die Durchlaufzeit der Werkzeugmaschinen zu verringern und die getaktete Fließmontage zu optimieren (vgl. Kapitel 3).

„Eine Verlagerung von Tätigkeiten aus der Hauptmontage in die Modulmontage ist klar erkennbar.“ (Experte)

Eine Baugruppenmontage in Takt und Fluss könnte auch eine Zerstückelung der Tätigkeiten ermöglichen. In einigen Betrieben des Werkzeugmaschinenbaus ist ein solcher Vereinfachungstrend festzustellen, wenn Arbeitskräfte in den Taktmontagen an festen Stationen eingesetzt werden. In anderen Betrieben wurden die Tätigkeiten nicht so stark heruntergebrochen. Dort sind Gruppen oder Teams für komplette Baugruppen zuständig und die Arbeitskräfte wechseln zwischen Stationen und führen verschiedene Tätigkeiten aus. Auf diesem Wege kann auch die geforderte hohe Flexibilität gewährleistet werden.

Baugruppenmontage ist damit nicht zwangsläufig mit einer klaren Dequalifizierung der Arbeitskräfte verbunden. Zumal die Genauigkeitsanforderungen an die Module sehr hoch und die Abstimmarbeiten voraussetzungsvoll sind, um nachher komplette und fertig getestete Baugruppen für die Endmontage bereitzustellen.

„Früher wurde die Genauigkeit der Maschinen in der Hauptmontage hergestellt. Heute muss das in der Vormontage geschehen, damit man in der Hauptmontage getestete Systeme hat und es dort schneller geht. Denn unser Anspruch ist, mehr Durchsatz in der Hauptmontage zu bekommen.“ (Experte)

„Bei den Baugruppen gibt es viele Bereiche, wo wir sehr aufwändige Abstimmarbeiten haben. Wenn wir die komplett in der Endmontage hätten, dann wäre das ein Riesenproblem. Wir machen das in der Vormontage, damit die Endmontage wirklich fließfähig ist.“ (Experte)

Bei Werkzeugmaschinenherstellern mit höherer Wertschöpfungstiefe hat sich die Baugruppenmontage durchaus „personalmäßig nach oben“ entwickelt. Andere Unternehmen haben viele Baugruppen bereits ausgelagert oder produzieren diese an „Low-Cost-Standorten“ in Osteuropa. Und auch die Baugruppen, die intern produziert werden, kommen bei manchen dieser Unternehmen „immer stärker unter Verlagerungsdruck“ (Experte).

Bei Inhouse-Produktion wird durch Baukastensysteme und standardisierte Baugruppen auch ein stärker atmendes Unternehmen ermöglicht.

„Heute werden Baugruppen nicht mehr ausschließlich auftragsbezogen produziert, sondern ein Minimalbestand im Lager löst den Herstellprozess aus. Daraus ergibt sich auch die Möglichkeit einer stärker geglätteten Produktion.“ (Experte)

Mitarbeiter werden flexibler zwischen der Baugruppenmontage und der Endmontage eingesetzt. Bei einer Unterauslastung der Endmontage können Arbeitskräfte in die Baugruppenmontage „verschoben“ werden und standardisierte Module vorproduzieren. Eine solche hohe Flexibilität ist nur mit entsprechend ausgebildeten Fachkräften möglich.

### **4.1.3 Endmontage**

In der Haupt- oder Endmontage der Bearbeitungszentren und weiteren Werkzeugmaschinen wurde das Produktionssystem bei vielen Unternehmen zumindest teilweise auf getaktete Fließmontage umgestellt (vgl. Kapitel 3).

„Es gibt eine klare Verscheidung zwischen Produktionssystem und Gleichteilstrategie mit modularer Bauweise. Modulare Bauweise hat die Einführung des neuen Produktionssystems zumindest erleichtert, wenn sie nicht sogar Voraussetzung dafür war.“ (Experte)

Für die Montage in langen Takten mit sehr hohem Facharbeiteranteil, wie sie im Werkzeugmaschinenbau typisch ist, müssen die Arbeitskräfte eine hohe Komplexität beherrschen und flexibel sein. Auf die Endmontage bezogen wirkt sich modulare Bauweise bei Maschinenbauern sehr unterschiedlich aus. Während sich bei manchen Unternehmen die Qualifikationsanforderungen erhöhen und die an sich bei langen Takten übliche lange Einarbeitungszeit nochmals verlängert wird, werden bei anderen Unternehmen eher Dequalifizierungstrends durch modulare Bauweise beobachtet. Und auch intern gibt es stark unterschiedliche Sichtweisen: Während Geschäftsleitungen von Vereinfachung sprechen und Tätigkeiten neu eingruppiieren wollen, wird beim selben Maschinenhersteller laut Betriebsrat von den Arbeitskräften deutlich mehr Qualifikation und Flexibilität abgefordert. Dies liegt mit an dem generellen Trend im Hightech-Werkzeugmaschinenbau, dass die Komplexität der Maschinen immer größer wird und damit auch die Anforderungen an die Monteure grundsätzlich ansteigen. Wurden an der Fräsmaschine beispielsweise früher nur drei Achsen ausgerichtet, so müssen heute sieben miteinan-



der ausgerichtet werden – „und das erfordert deutlich mehr Knowhow“ (Experte).

Ein sehr hoher Stellenwert von Qualifikation liegt bei den Werkzeugmaschinenherstellern vor, bei denen die Fachkräfte in der getakteten Fließmontage mit der Maschine „mitlaufen“, also mehrere Stationen oder den gesamten Produktionsprozess beherrschen. Hier besteht eine hohe Aufgabenvielfalt. Ein hohes Maß an Qualifikation und Flexibilität ist erforderlich, um in der Endmontage Takt und Qualität zu halten.

„Im Maschinenbau funktioniert die Zerstückelung von Tätigkeiten nicht wie beispielsweise in Autofabriken.“ (Experte)

„Obwohl auch Eingruppierungsfragen eines der ursprünglichen Motive für die Einführung von Modularisierung und getakteter Fließmontage waren, hat sich gezeigt, dass das nicht funktioniert. Der Versuch, dass die Mitarbeiter an einer Station bleiben, ging gründlich schief.“ (Experte)

Bei diesem Werkzeugmaschinenhersteller hat die Praxis gezeigt, dass auch bei modularer Bauweise hohe Qualifikation und Flexibilität für einen stabilen Produktionsprozess notwendig sind.

„In der Hauptmontage sind die Werker mit im Fluss über mehrere Stationen und ihre Tätigkeit wurde komplexer. Mitfließen bedeutet auch vielfältigere Tätigkeiten und höheres Knowhow.“ (Experte)

Vor allem für die Inbetriebnahme sind hochqualifizierte Fachkräfte erforderlich. Bei einem der befragten Werkzeugmaschinenbauer hat sich die Gewichtung der Tätigkeiten in der Endmontage, in der der Facharbeiteranteil bei 100 % liegt, mit der Modularisierung stark verschoben. Früher lag das Verhältnis von Monteuren zu Prozessinbetriebnehmern bei 50 zu 50. Heute liegt der Anteil von Prozessinbetriebnehmern bei gut 70 %, weil viele andere Tätigkeiten aus der Endmontage in die Vormontage und Baugruppenmontage verlagert wurden.

Jedoch wird bei anderen Maschinenherstellern für die Endmontage eher von einer Vereinfachung durch vereinheitlichte Baugruppen bzw. von geringeren Qualifikationsanforderungen ausgegangen. Im Zusammenspiel mit Taktmontage ist es dadurch auch einfacher, neue Arbeitskräfte einzulernen, weil diese nicht von Anfang an den gesamten Prozess beherrschen müssen.

„Man kann für Takt 1 qualifizieren und muss nicht gleich alle Takte vermitteln. Trotzdem sind definitiv Facharbeiter notwendig, aber auch für die ist das Einlernen beim 3-Wochen-Takt eine sehr komplexe Sache.“ (Experte)

Im Falle eines Werkzeugmaschinenherstellers, bei dem konsequente Modularisierung eingeführt werden soll, wird durch die Anlieferung ferti-

ger Baugruppen an die getaktete Montagelinie mit der Reduktion der Taktzeiten auch auf eine Reduktion der Arbeitsinhalte gezielt. Vom Betriebsrat wird eine Zerstückelung und Dequalifizierung befürchtet, mit der Folge, dass es „über Durchtaktung und Zerstückelung zum Akkord geht“ (Experte) oder dass die Geschäftsleitung Druck auf ERA-Eingruppierungen und das Entgelt ausübt. In einem anderen Fall wird in der Hauptmontage ein tendenzieller Beschäftigungsabbau befürchtet, weil es „zugespitzt nur noch darum geht, die fertigen Module aus der Vormontage zusammenzustecken“ (Experte). Ein Beispiel ist der Schaltschrank, der komplett verkabelt angeliefert wird und nur noch „plugin-mäßig eingestöpselt“ werden muss. Dadurch werden Aufwand und Arbeitsinhalte in der Endmontage minimiert.

„Wenn die modulare Bauweise sich eingeschwungen hat, sind die Anforderungen geringer. Zumindest in der Hauptmontage wird sich das Arbeitsvolumen verringern.“ (Experte)

In diesem Kontext rückt ein weiterer Effekt der Modularisierung ins Blickfeld: Die eigene Lösungskompetenz von Montagebeschäftigten wird durch die detaillierte Konstruktion der standardisierten Baugruppen beschnitten.

„Es gibt kaum mehr Gestaltungsspielräume für Facharbeiter in der Maschinenmontage. Nur noch die Handlungsfähigkeit des Konstrukteurs am Reißbrett, der alles bis ins Letzte festlegt. Wenn sowas überzogen wird, dann wird's kontraproduktiv.“ (Experte)

Aus einem anderen größeren Maschinenbau-Unternehmen wird von einer Vereinfachung der Tätigkeiten in der Endmontage berichtet:

„Wir haben früher wie heute rund 50 Maschinen im Portfolio. Da diese heute aber auf einer deutlich reduzierten Anzahl von standardisierten Baugruppen basieren, haben sich die Tätigkeiten in der Produktion vereinfacht.“ (Experte)

In der Endmontage wurden bei diesem Werkzeugmaschinenhersteller lang getaktete Montageplätze eingerichtet. Waren die Werker früher jedoch für den gesamten Montageprozess zuständig, so sind sie es heute nur noch für ein bis zwei Stationen (von insgesamt zwölf oder mehr). Zudem sind alle Tätigkeiten standardisiert, beschrieben und optimiert, „so dass einer das fast blind machen kann“ (Experte). In der Konsequenz kam es in diesem Falle zwar bisher nicht zu Entgeltauswirkungen, aber zu einer klaren Einschränkung der Tätigkeitsvielfalt und Leistungsverdichtung. Zudem wird hier vom Betriebsrat ein schleichender Prozess befürchtet:

„Wenn die Tätigkeiten stupider werden, braucht man irgendwann mal nicht mehr den Facharbeiter mit dreieinhalb Jahren Ausbildung.“ (Experte)

Um dem Entgegenzuwirken, hat sich der Betriebsrat hier zum Ziel gesetzt, die Arbeitsinhalte wieder zu erweitern und damit – als positivem Nebeneffekt fürs Unternehmen – auch die Flexibilität wieder zu erhöhen. Bei einem anderen Werkzeugmaschinenhersteller ging der Weg bereits wieder zurück von der Tendenz der Zerstückelung und Vereinfachung hin zur größeren Tätigkeitsvielfalt und wiederum höheren Qualifikationsanforderungen.

„Über Mittel wie Modularisierung und getaktete Fließfertigung an Themen wie geringere Qualifikationen, einfachere Tätigkeiten und damit an die Eingruppierung ranzugehen ist eine Sackgasse. Das war zwar eines der Ziele des Managements bei der Einführung. Aber die Realität zeigt, dass Mitarbeiter eben schnell auch auf andere Maschinen umschwenken können sollten. Für die flexible Produktion braucht man entsprechende Qualifikationen.“ (Experte)

Insgesamt wird bei den Beschäftigten in der Montage und der Inbetriebnahme nach der kompletten Einführung der modularen Bauweise immer häufiger ein „Aha-Effekt“ einsetzen, wie ein befragter Experte aus dem Management formulierte:

„Die Mitarbeiter haben es nicht mehr jedes Mal mit gänzlich neuen Maschinen zu tun und werden ihre Baugruppen wiedererkennen.“ (Experte)

Durch höhere Wiederholraten lassen sich Produktivitätseffekte generieren. Bei der Inbetriebnahme kann die Diagnose leichter und effizienter durchgeführt werden, „wenn ich eine Maschine in Betrieb nehme, die ich schon kenne“ (Experte). Fehlersuche und Fehlerbehebung, die den Hauptteil der Inbetriebnahme ausmachen, werden deutlich schneller gehen. Dadurch werden Arbeitsplätze in der Einrichterei, Funktionsprüfung und Inbetriebnahme vermehrt auf den Prüfstand kommen, insbesondere wenn es zu den nächsten konjunkturellen Einbrüchen für die stark zyklische Branche Werkzeugmaschinenbau kommt. Manche Knowhow-Träger in der Montage – bei sehr hoher Variantenvielfalt haben sich für Vieles absolute Spezialisten herausgebildet – haben auch Angst, bei modularer Bauweise leichter austauschbar und als Koryphäe nicht mehr gefragt zu sein.

„Diese kleinen Könige im Betrieb bringe ich durch Modularisierung nicht wirklich in Gefahr. Sie werden weiterhin genug zu tun haben. Aber ihr Rollenverständnis und vielleicht auch ihr Renommee im Betrieb werden sich ändern.“ (Experte)

Für die Gesprächspartner aus dem Management von Werkzeugmaschinenherstellern zeigen sich dann negative Effekte auf Produktionsmitar-

beiter, wenn Modularisierung und Standardisierung „komplett übertrieben“ werden. Eine solche starke Zerstückelung von Tätigkeiten in der Produktion ist im Werkzeugmaschinenbau aber nicht zu erwarten. In der Produktionspraxis geht es eher in Richtung stärkere Spezialisierung auf einzelne Takte innerhalb des von langen Takten geprägten Produktionssystems. Gegenüber kurz getakteten Fließbändern in anderen Branchen bleibt die Produktionsarbeit im Werkzeugmaschinenbau demnach abwechslungsreicher, vielfältiger und mit höheren Anforderungen an Qualifikation und Kompetenzen verbunden.

## 4.2 Engineering

Modularisierung und Standardisierung wirken sich auch auf die Beschäftigung im Engineering, also auf die Entwickler und die Konstrukteure im Werkzeugmaschinenbau aus. Zunächst wird im Folgenden auf die Entwicklung, dann auf Beschäftigungseffekte in der Konstruktion eingegangen.

Die Modularisierungsstrategie bedeutet für Entwickler im Werkzeugmaschinenbau zuallererst, dass sie sich vom spezifischen Fachblick weiter in eine interdisziplinäre, bereichsübergreifende Sichtweise entwickeln. Modulare Bauweise erfordert eine Verzahnung der Disziplinen und der Bereiche sowie eine ganzheitliche Sicht auf die Maschinen und Baureihen. Es ist mehr Abstimmungsaufwand innerhalb des Unternehmens notwendig und mehr Kommunikation zwischen den Fakultäten Elektrik, Mechanik, Fluidik, Software usw. Ohne zu 100 % passenden Schnittstellen ist mit modularen Produktbaukästen „kein Blumentopf zu gewinnen“, wie einer der befragten Experten auf den Punkt bringt. Engineering ist durch Modularisierung also komplexer geworden.

Vor Einführung der modularen Bauweise war die Tätigkeit des Entwicklers stärker spezialisiert und zerstückelt. Heute ist eine übergreifende Herangehensweise erforderlich: Der Entwickler muss verschiedene Anforderungen in ein spezifisches Modul zusammenfassen können und einen tiefen Einblick in die gesamte Modullandschaft haben. Ein Entwickler z. B. von Drehmaschinen in modularer Bauweise muss in übergreifender Sicht denken und gewährleisten, dass die spezifische Entwicklung eines Spindelstocks auf andere Baureihen übertragen werden kann. Die Entwicklung muss also von Anfang an baureihenkompatibel angelegt sein.

„Bei uns haben sich die Anforderungen an Entwickler erhöht und auch die Entwicklungsabteilung wurde ausgebaut. Schließlich gibt es in der Entwicklung von

Baureihen in modularer Bauweise höhere Anforderungen an die Qualifikation von Entwicklern und auch eine höhere Beschäftigungsintensität.“ (Experte)

Durch die Modularisierung hat sich beispielsweise auch bei einem Hersteller von Bearbeitungszentren der Entwicklungsaufwand deutlich erhöht. In Kombination aus Produktionswachstum und modularer Bauweise hat sich hier die Entwicklungsabteilung immens vergrößert.

„Früher wurde bei der Entwicklung von Maschinen aus Einzelteilen auch mal ein Fehler verziehen und konnte im Gesamtpaket eliminiert werden. Bei heutigen Modulen muss alles zueinander passen und es ist mehr Knowhow und ein größerer Überblick notwendig. Man kann sich keine Fehler mehr leisten; schon allein weil ein Modul in zig Maschinen verbaut wird.“ (Experte)

Die Entwicklung ist beim Thema Modularisierung der „Cusus knacksus“, wie von einem der befragten Geschäftsführer eines Werkzeugmaschinenbauers auf den Punkt gebracht:

„Die Entwicklung muss die Marktanforderungen genau kennen, was bis hin zur Kenntnis wichtiger Muster in Lastenheften verschiedener Abnehmer geht. Daraus ergibt sich die Varianz, die im Baukasten vorgehalten werden muss.“ (Experte)

Hier muss die Entwicklung mit dem Vertrieb bzw. mit dem Produktmanagement eng zusammenarbeiten. Dabei ist die Funktion des Produktmanagements in einer sehr hohen Verantwortung und muss eine differenzierte Kundenanalyse leisten: „Was brauchen wir für unsere Kunden, um 90 % ihrer Anforderungen mit Modulen abzudecken?“ In der Verkaufspraxis und Weiterentwicklung geht es dann darum, dass die Module möglichst stabil gehalten werden.

Produktentwicklung ist über die Modularisierung hinaus mit weiteren Anforderungen konfrontiert. Im Werkzeugmaschinenbau werden z. B. vermehrt kombinierte Fertigungssysteme entwickelt, bspw. eine zerspanendes Bearbeitungszentrum mit integriertem 3D-Druck. Auch die weitere Automatisierung von Fertigungssystemen schreitet voran. Zunehmend werden vollautomatisierte Anlagen mit integrierten Robotern und weiteren Automationsapplikationen von den Kunden gefordert. Dazu kommt die Digitalisierung als ein zentrales Innovationsthema für den Maschinenbau im Allgemeinen (Dispan, Schwarz-Kocher 2018) und den Werkzeugmaschinenbau im Besonderen.

Auch von der Konstruktion werden nach der Implementierung modularer Bauweise Rationalisierungseffekte erwartet, weil der Konstruktionsaufwand bei klar definierten Baukästen geringer ist.

„Wiederverwendung hilft uns, zu reproduzierbaren Auftragsabwicklungskosten zu kommen und damit preislich wettbewerbsfähiger zu sein.“ (Experte)

Gleichwohl spielen individuelle Kundenwünsche bei Systemmaschinen im Spannungsfeld von Kundenorientierung und standardisierten Baukastensystemen nach wie vor eine große Rolle. Bei manchen Werkzeugmaschinenherstellern hat sich die Auslastung im Engineering nicht nur aufgrund der positiven Auftragslage, sondern auch wegen immer größerer Sonderwünsche der Kunden erhöht. Trotzdem geht bei Konstrukteuren vielfach eine Angst um, die von einem befragten Betriebsrat auf den Punkt gebracht wurde:

„Geht Modularisierung gegen den eigenen Arbeitsplatz, wenn schließlich fertig konstruierte Module aus der Schublade gezogen werden können. Rationalisiere ich meinen eigenen Arbeitsplatz weg?“ (Experte)

Tatsächlich ist der Aufwand für „Detailkonstruktion“ pro Maschine bei modularer Bauweise in der Regel deutlich geringer. Bei einem Werkzeugmaschinenhersteller führten die Ratio-Effekte der Modularisierung, die in der Konstruktion „voll durchschlugen“, nur dank starker Produktionserhöhung und Marktexpansion nicht zu einem Personalabbau in der Konstruktion. Bei einem anderen Unternehmen gibt es durch Modularisierung und die stärkere Spezialisierung von Konstrukteuren auf einzelne Baugruppen mit vielen Wiederholteilen bereits seit geraumer Zeit einen schleichenden Personalabbau in der Konstruktion.

Von einem gegenläufigen Trend zum Ausbau der Konstruktionsabteilung wird bei anderen Werkzeugmaschinenherstellern berichtet. In einem Falle wurde im Zuge der Lean Production die Montage stark standardisiert und reglementiert, was eine detailmäßigere Konstruktion mit höherem Aufwand und mehr Inhalten voraussetzt.

„Der Produktionsprozess wurde standardisiert und erlaubt dieses individuelle Ding des Facharbeiters an der Maschine nicht mehr. Für eine gleichbleibend hohe Qualität muss jede Einzelheit konstruktiv klar vorgegeben sein. Der Stellenwert der Konstruktion ist stark gestiegen, der Stellenwert des gewerblichen Bereichs ist drastisch zurückgegangen.“ (Experte)

„Vieles was früher die Montage vor Ort einfach gemacht hat, wird heute bereits von der Konstruktion detailliert festgelegt und vorbereitet. Damit wurde die Konstruktionsabteilung aufgewertet und die Montage quasi entmündigt. Die Monteure sollen nur noch Anweisungen befolgen und nicht mehr selber denken.“ (Experte)

Bei einem Fallbetrieb wird heute z. B. der Verlegeplan für fertig konfektionierte Kabel von der Konstruktion für die Montage festgelegt. Vor den Zeiten der Standardisierung und Modularisierung wurden die Kabel und Drähte vom Monteur selbstständig vorbereitet und verlegt, ohne dass zuvor die Konstruktion eingeschaltet war.

„De facto war früher ein Teil der Fertigungskonstruktion in der Produktion angesiedelt. Die Monteure mussten mit unvollständigen Stücklisten umgehen, eigenständige Lösungen erarbeiten, eigenverantwortlich mitdenken und entsprechend hoch musste ihr Knowhow sein. Mit der Modularisierung schwinden diese Freiheitsgrade in der Produktion und das Knowhow wird in die Konstruktion verlagert.“ (Experte)

Über die Beschäftigungswirkungen der Modularisierung und Standardisierung werden bei einigen der befragten Werkzeugmaschinenherstellern im Engineering neue Formen der Arbeitsorganisation erprobt und implementiert. Agiles Arbeiten mit Scrum-Methoden, Sprints, Schwarzmorganisation, cross-funktionaler Zusammenarbeit und neuen Rollen wie Product Owner und Scrum Master stellt die Arbeitskräfte in Entwicklung und Konstruktion vor neue Herausforderungen.

## 4.3 Vertrieb

Durch modulare Bauweise wandelt sich auch die Vertriebsfunktion im Werkzeugmaschinenbau in starkem Maße. Ging es beim klassischen Vertrieb darum, ein kundenspezifisches Bearbeitungszentrum zu verkaufen und fast alle Kundenwünsche aufzunehmen, so geht es heute darum, ein kundengerechtes Bearbeitungszentrum aus möglichst vielen standardisierten Baugruppen und Modulen anzubieten. Für Vertriebsmitarbeiter ist es eine hohe Anforderung, eine solche Maschine aus dem Baukasten heraus zu erstellen. Ihre Aufgabe ist es, dem Kunden zu zeigen, dass dessen Anforderungen an die neue Maschine auch mittels standardisierter Module abgedeckt werden können und nicht „nur ins Schema gepresst werden.“ Es muss ihnen gelingen, die spezifischen Kundenwünsche aus dem Baukasten heraus zu bedienen, ohne die eigenen Module „zu zerschießen.“

„Die Kunst des Vertrieblers besteht darin, die Anforderungen des Kunden aufzunehmen, die Kundenwünsche in Richtung Module zu steuern und die Maschine entsprechend der Module anzubieten.“ (Experte)

Aus dem Baukastensystem heraus kann in der Regel nicht alles, was Kunden wünschen, konfiguriert werden. Aufgabe des Vertriebs ist es nun, den Kunden zu erklären, dass zusätzliche Optionen extra kalkuliert und bezahlt werden müssen.

„Aufgabe ist es, eine Maschine ‚just-good-enough‘ zu verkaufen, und bei Kundenwunsch die ‚add-ons‘ mit entsprechender Marge mit zu verkaufen und nicht als günstige Option mit anzubieten.“ (Experte)

Ein solches Vorgehen kommt bei vielen klassischen Vertriebsmitarbeitern aus dem Werkzeugmaschinenbau einem Kulturwandel gleich.

„Früher war Vertrieb eine Art Lobbyarbeit für den Kunden ins Unternehmen rein. Heute darf der Vertriebler nicht mehr nur die Kundenwünsche in die Auftragsbearbeitung durchreichen, sondern muss sich wo immer möglich des Baukastens bedienen. Er muss argumentieren können, weshalb keine Sondergeschichten mehr gemacht werden oder welcher Mehrpreis damit entsteht.“ (Experte)

„Die Vertriebler haben bei uns davon gelebt, jeden Kundenwunsch zu erfüllen. Jetzt stehen sie vor der schwierigen Aufgabe, nicht jedes vom Kunden gewünschte Sonderaggregat in der Maschine unterzubringen, sondern eine Maschine aus dem Baukasten zu konfigurieren, die den Kundenanforderungen entspricht.“ (Experte)

Der Vertriebsmitarbeiter darf nicht mehr rein kundenorientiert verkaufen, sondern muss ein firmenindiziertes Angebot machen und die Kundenwünsche soweit möglich in Richtung Baukasten lenken oder „add-ons“ als Extras verkaufen.

„Dem Kunden muss klar werden, dass spezifische Wünsche zusätzliche Kosten und einen späteren Liefertermin nach sich ziehen. Der Preis einer Maschine und die Liefergeschwindigkeit hängen an der modularen Bauweise.“ (Experte)

Ausgangspunkt des Verkaufsgesprächs beim Kunden ist die Lösung, die der Kunde braucht. Im Werkzeugmaschinenbau geht es dabei in der Regel darum, aus einem Rohteil ein Fertigteil herzustellen. Die Funktion der Maschine, mit der eine Fertigungslösung optimal erreicht werden kann, rückt damit in den Fokus.

„Der Vertriebler muss die Funktionen einer Maschine ins Zentrum stellen. Er sollte nicht mehr über Technik, Leistung und Drehmoment reden.“ (Experte)

Der Vertrieb muss daher stärker in die Rolle eines Beraters kommen, der eine der spezifischen Anforderung entsprechende Funktionalität in Form einer Maschine auf Basis eines Baukastens entwickelt. Hierbei kommt auch im Werkzeugmaschinenbau bei einigen Unternehmen bereits ein CPQ-Tool (Configure-Price-Quote) als „Konfigurator“ zum Zuge. Dieser Produktkonfigurator setzt eine Maschine aus dem Baukasten mit den standardisierten Modulen und Baugruppen zusammen. Der Vertriebsmitarbeiter soll durch dieses Tool im Sales-Prozess unterstützt bzw. geführt werden. Im Extremfall kann der Vertriebsmitarbeiter mittels Konfigurator einen Auftrag per Knopfdruck direkt in die Produktion steuern (der befragte Experte sprach von einer „Knopfdruckmaschine“). Ein Szenario, das in der Auftragsbearbeitung bzw. Konstruktion und restli-



chem Order Management für Unruhe und Angst um den Arbeitsplatz sorgt.

„Der Vertriebler kann mit dem Konfigurator durchaus eine 08/15-Maschine komplett zusammenstellen. An der Auftragsbearbeitung würde dieser Prozess weitgehend vorbeilaufen. Es gibt nur noch einen kurzen Check, ob die Maschine komplett und funktionsfähig ist und dann wird automatisch eine Stückliste erstellt und die Produktion läuft an.“ (Experte)

Andere durch die zunehmende Digitalisierung des Vertriebs bereits erfolgte Produktivitätseffekte zeigen sich im Vertriebs-Innendienst. Durch die vereinfachte, rechnergestützte Angebotserstellung wurden dort bei manchen Unternehmen bereits Arbeitsplätze abgebaut. Bei einem Werkzeugmaschinenhersteller, bei dem seit 20 Jahren „konsequent modularisiert“ wird, zeigt sich hier ein Effekt aus der Verbindung zwischen Digitalisierung und Modularisierung:

„Der Verkäufer erstellt eine kundenspezifische Maschine aus dem Baukasten heraus, mit Hilfe des Rechners wird ein Angebot erstellt, bei dem die Vorkalkulation aufgrund der standardisierten Module deutlich vereinfacht ist. Der Effekt im Vertriebs-Innendienst ist deutlich spürbar: War früher jeweils eine Sachbearbeiterin für einen Verkäufer zuständig, so ist heute eine Sachbearbeiterin für vier bis fünf Verkäufer tätig.“ (Experte)

Insgesamt befindet sich bei vielen Werkzeugmaschinenherstellern wie auch in anderen Branchen der Vertrieb im Wandel, nicht nur auf die Digitalisierung, sondern auch auf die ökonomischen Stellgrößen und die Vertriebsphilosophie bezogen. Die Vertriebssteuerung erfolgt heute weniger über den Umsatz, sondern stärker über die Marge – es findet ein Wandel vom umsatzgesteuerten zum margengesteuerten Vertrieb statt. Den „Vertrieb im Wandel“ beschreibt ein befragter Geschäftsführer:

„Nicht der reine Umsatz, sondern der Deckungsbeitrag, der bei einem Projekt erzielt wird, steht im Zentrum und muss transparent werden. Dies wird durch modulare Bauweise und Standardisierung deutlich erleichtert. Neben der Marge berücksichtigt eine entsprechende Berechnung auch die kritischen Ressourcen, z. B. den Engineering-Aufwand. ... Durch Modularisierung können die Margen bei Angeboten mit höherer Sicherheit kalkuliert werden.“ (Experte)

Die Schwierigkeiten für den margengesteuerten Vertrieb liegen oft darin, solide Bewertungsgrundlagen für die Berechnung von Deckungsbeiträgen und kritischen Ressourcen zu bekommen. Dies wiederum wird durch den modularen Baukasten deutlich erleichtert, weil hier eine „modulare Kalkulationsgrundlage“ abgeleitet werden kann.

„Unser Ziel ist es, den Betrieb nicht mehr mit den umsatzträchtigsten Aufträgen zuzuschütten, sondern die lukrativen Aufträge zum Abschluss zu führen.“ (Experte)

Für Vertriebsmitarbeiter muss demnach der Faktor „Wirtschaftlichkeit“ eine größere Rolle als bisher spielen und er darf nicht mehr alles verkaufen oder versprechen, was der Kunde wünscht.

„So mancher Vertriebler muss dabei mitunter auch über eine Hürde springen.“  
(Experte)

Darüber hinaus ändert sich für den Vertriebsmitarbeiter häufig auch die Bezahlung bzw. Erfolgsbeteiligung. Ein befragter Experte berichtet, dass bei Modulbauweise der Verhandlungsspielraum für Vertriebsmitarbeiter weniger groß ist. Deshalb muss mit der Einführung von modularer Bauweise auch die Entgeltstruktur und Incentivierung von Vertriebsmitarbeitern geändert werden, um das Anreizsystem aufrecht zu erhalten. So wird z. B. bei einem Werkzeugmaschinenhersteller ein neues Entlohnungsmodell konzipiert, bei dem Vertriebsmitarbeitern, die einen höheren Anteil an Baukastenmaschinen verkaufen, mehr Tantiemen bekommen als wenn sie Sonderoptionen zu einem höheren Preis verkaufen.

## 5. Wirkungen auf Wertschöpfung

Modulare Bauweise und Standardisierung zielen auf die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit durch geringere Komplexität, Gleichteile, Wiederverwendung und damit niedrigerem Kostenniveau, ohne dabei kundenspezifische, lösungsorientierte Angebote mit klarer Funktionalität zu vernachlässigen. Ein hoher Anteil von Gleichteilen und standardisierten Baugruppen führt zu Skaleneffekten und Produktivitätszuwachs in der eigenen Produktion, eröffnet aber auch Möglichkeiten des Fremdbezugs von Teilen, Komponenten und Baugruppen. Dazu Statements von zwei Führungskräften aus Unternehmen des Werkzeugmaschinenbaus:

„Standardisierte Baugruppen bringen viele Vorteile. Sobald ich die Module wirklich kapseln kann, also die Kunst der Schnittstellen – elektrisch, mechanisch, hydraulisch – beherrsche, kann ich sie an Unterlieferanten geben. Modularisierung ermöglicht die Reorganisation der Wertschöpfungskette bis hin zur Möglichkeit, dass Dual-Sourcing-Strategien gefahren werden.“ (Experte)

„Vieles, was nicht zur Kernkompetenz gehört, kann vom ‚Best-in-Class-Zulieferer‘ bezogen werden. Wenn ich Standard produziere, dann kann ich mir jemand suchen, der das in gleicher Qualität günstiger macht. Und das muss dann auch nicht mehr unbedingt im teuren Deutschland sein.“ (Experte)

Was auf Geschäftsleitungsseite als Verbesserungsoption für die preisliche Wettbewerbsfähigkeit gesehen wird, wird von Betriebsräten aus dem Werkzeugmaschinenbau als Risiko für die Beschäftigung an den Standorten erkannt:

„Standardisierte Baugruppen sind per se leichter verlagerbar als komplexe Einzelkonstruktionen. Damit wird dem Outsourcing und der Produktionsverlagerung Tür und Tor geöffnet.“ (Experte)

„Wenn die Baugruppen erst mal standardisiert sind, dann stellt sich als nächstes die Frage, ob sie andernorts kostengünstiger hergestellt werden können. Und dass dies zulasten von Qualität und Flexibilität geht, spielt oft keine Rolle mehr.“ (Experte)

Im Kontext Modularisierung befürchten viele Betriebsräte eine deutlich einfachere Verlagerbarkeit von standardisierten Baugruppen. Zwei geäußerte Arten des Fremdbezugs von Modulen oder Baugruppen sind zum einen das Outsourcing an kostengünstigere Anbieter im Inland, die häufig nicht tarifgebunden sind. Zum anderen das Offshoring bzw. die Produktionsverlagerung an „Low-Cost-Standorte“, vornehmlich in Osteuropa oder China.

Tatsächlich ergibt die Befragung der Betriebsräte beim Thema „Make-or-Buy-Entscheidungen“ ein differenziertes Bild. Bei einem Unternehmen wird aus der mechanischen Fertigung berichtet, dass ver-

mehrt „Einfachteile“ extern von Lohnfertigern bezogen werden, was aber teilweise auch zu Qualitätsproblemen und Problemen beim Montagefluss – sofern Teile nicht termingerecht geliefert werden – führt. Darüber hinaus wurde im elektrotechnischen Bereich im Zuge der Modularisierungsstrategie bereits Fertigungstiefe reduziert, beispielsweise werden elektronische Module mit hohen manuellen Anteilen bei der Bestückung inzwischen komplett extern produziert.

In eine ähnliche Richtung geht der Trend bei weiteren Unternehmen, bei denen differenziert wird zwischen Kernbauteilen, die selbst produziert werden, und Zukaufbauteilen. Ihre Kernkompetenzen definieren die befragten Werkzeugmaschinenbauer unterschiedlich. Bei einem Drehmaschinenhersteller gehören beispielsweise Spindeln, Revolver, Werkzeughalter und Schlitten zu den Kernbauteilen, zugekauft werden Schaltschränke, Späneförderer sowie weitere Baugruppen und Bauteile. Bei einem Hersteller von Fräs-Drehzentren mit relativ geringer Fertigungstiefe ist die Spindel klar als strategisch wichtiges „Herzstück“ definiert (auch was die Aftersales-Potenziale betrifft), vieles andere wie Mineralgussbetten, Rundachsen, Werkzeugmagazine, Blechverkleidungen, Schaltschränke, Fluidik, Kugelgewindetriebe, Führungsbahnen wird zugekauft.

„Hier am Hauptsitz soll vor allem Engineering eine immer größere Rolle spielen. Bei der Produktion geht es stark in Richtung Endmontage, Funktionsprüfung, Inbetriebnahme. Die Geschäftsleitung will das höherwertige Geschäft noch hierlassen, aber die Baugruppen werden immer mehr verlagert oder zugekauft. Verhaubungen, Energierahmen, Kühlaggregate, Schaltschränke – das ist alles schon weg. Der Schaltschrankbau war eine Riesen-Abteilung, heute gibt es da nur noch eine Handvoll Leute für die Restarbeiten.“ (Experte)

Dagegen wird bei einem anderen Werkzeugmaschinenhersteller berichtet, dass die Outsourcing-Rate vor zehn Jahren schon deutlich höher lag, weil fast die komplette Vormontage extern vergeben war. In der Krise 2009 wurde dann aus Auslastungsgründen die Baugruppenmontage wieder integriert und blieb dann Inhouse. Über das kurzfristige Motiv „Auslastung“ hinaus wurde deutlich, dass weitere Gründe wie Qualität, Termintreue, Verfügbarkeit, Prozesssicherheit für die eigene Baugruppenmontage sprechen. Auch bei einem anderen Maschinenhersteller ist die Fertigungstiefe eher gestiegen:

„Früher wurden ABC-Teile quer zugekauft, heute werden, wenn überhaupt C-Teile rausgegeben. Beispielsweise wurden früher die Bleche zugekauft. Heute kommt es bei den ausgefeilten Maschinenhüllen auf Präzision an und aus Prozesssicht auf Verfügbarkeit. Alles was für den Durchlauf entscheidend ist, wird Inhouse gefertigt.“ (Experte)

„Die Wertschöpfungstiefe hat sich durch die modulare Bauweise kaum geändert. Wir produzieren nach wie vor das meiste selbst. Und das zeigt sich bei der Qualität. Unser hoher Qualitätsanspruch wird auch über die hohe eigene Wertschöpfung eingelöst. Und je tiefer man aufgestellt ist bei der Produktion, desto schneller kann man produzieren, desto besser kann man die Termine einhalten, weil man es selber in der Hand hat.“ (Experte)

Aber auch hier gibt es im Zuge der Modularisierung gegenläufige Trends. Beispielsweise will die Geschäftsleitung bei einem Werkzeugmaschinenhersteller, dass von einem Blechbearbeitungsbetrieb in der Region künftig nicht mehr nur die Blechhülle geliefert wird, sondern das gesamte Modul inklusive zugekaufter Bauteile und Aggregate. Da hier „Make-or-Buy an allen Ecken und Enden überprüft wird“, befürchtet der Betriebsrat das Outsourcing weiterer Baugruppen. Ziel des Betriebsrats ist es, möglichst große Umfänge der Vormontage Inhouse zu halten und zumindest die Kernbaugruppen in hoher Fertigungstiefe weiterhin selbst zu produzieren.

Selbst bei bereits vor langem outgesourceten Modulen lässt sich der eigene Wertschöpfungsanteil von Werkzeugmaschinenherstellern weiter reduzieren, wie folgendes Beispiel zeigt: Beim bereits lange von einem externen Elektrotechnikbetrieb produzierten Schaltschrank wurde die Integration und Verkabelung bisher von der Maschine zum Schaltschrank durchgeführt, das Verklemmen fand also beim Maschinenhersteller statt. Heute findet auf Betreiben der Geschäftsleitung ein Umdenken statt: Der Schaltschrank soll künftig komplett vormontiert angeliefert werden, so dass die Anschlusskabel bereits integriert sind, in richtiger Länge „aus dem Schaltschrank schauen“ und künftig nur noch an der Maschine angeklemt werden.

Veränderungen in der Fertigungstiefe sind eng mit Veränderungen in der Wertschöpfungskette verkoppelt. Wenn Bearbeitungszentren konsequent aus Modulen aufgebaut sind, ist es für Lieferanten einfacher, ein Angebot zu erstellen und, so der Betriebsrat eines Werkzeugmaschinenherstellers, „in Konkurrenz zur eigenen Produktion zu treten“ (Experte). In der Wertschöpfungskette Maschinenbau und Produktionstechnik verfolgen Zulieferer vermehrt die Strategie, sich zum Lieferanten für komplette Baugruppen bzw. zum Systemlieferanten weiterzuentwickeln.

„Standardisierte Baugruppen machen es den immer zahlreicheren Modul- und Systemlieferanten einfacher, komplette Baugruppen ins Portfolio aufzunehmen.“ (Experte)

Der Trend zum Systemlieferant zeigt sich am Beispiel der Energiezuführung (mit Elektrik, Pneumatik etc.) im Werkzeugmaschinenbau: Vermehrt positionieren sich Schleppkettenlieferanten, Hydrauliklieferanten und weitere als Komplettanbieter für die Energiezuführung und erstellen

entsprechende „gewerkübergreifende“ Angebote für die Werkzeugmaschinenhersteller. Ein befragter Geschäftsführer berichtet:

„Früher haben wir nur die reinen Schleppketten zugekauft und sie selbst mit Kabeln und Schläuchen bestückt. Heute bezieht man von einem Bosch-Rexroth oder einem anderen komplette Sets, und das mit Sicherheit deutlich effizienter und kostengünstiger als wenn wir das machen. Wir können das aber noch, wir machen es auch teilweise noch selbst, um die Kompetenz zu halten, aber der Großteil wird komplett zugekauft.“ (Experte)

Mit modularer Bauweise und Standardisierung geht auch eine größere Verlagerbarkeit der Baugruppen in „Low-Cost-Countries“ einher, so einige der befragten Betriebsräte aus größeren Unternehmen mit weltweiten Standorten.

„Die verlängerten Werkbänke in Osteuropa und der Türkei könnten durch die Auslagerung standardisierter Baugruppen frisch befeuert werden.“ (Experte)

Für den Betriebsrat eines anderen Werkzeugmaschinenherstellers mit chinesischen Anteilseignern besteht ein zentrales Risiko in dem immensen Knowhow-Transfer nach China. Dies wird aus seiner Sicht zunehmend zum Standortrisiko. Die Familienunternehmen im Maschinenbau sind dagegen bestrebt, das Knowhow am Stammsitz in Deutschland zu halten und nur entlang der „Local-Content-Anforderungen“ zu verlagern. Während also beim einen die Option besteht, auch „fertige Technologiemodule“ aus China zu beziehen, geht es bei anderen darum, die Entwicklungsleistung sowie die „Grundthematik“ der Maschinen exklusiv am Stammsitz zu halten und von diesem aus auch die Versorgung mit strategischen Komponenten und Baugruppen für die Montagestandorte zu organisieren. Als zukünftiger Trend für die Stammsitze könnte sich abzeichnen, dass neben den Headquarter-Funktionen und der Entwicklung insbesondere die Produktion der Kernbaugruppen (bei denen Exaktheit, Qualität, Präzision entscheidend sind) sowie von Prototypen, Nullserien und komplizierten Maschinen den Schwerpunkt bilden.

Schließlich ist noch auf Fehlschlüsse beim Zusammenhang zwischen modularer Bauweise und der Strategie einer stärkeren Ausrichtung auf das mittlere Markt- und Technologiesegment einzugehen. Standardisierung und Modularisierung sind zwar Voraussetzungen für die Positionierung von Werkzeugmaschinenherstellern im mittleren Segment. Aber es gibt bei weitem keine Zwangsläufigkeit und keinen Automatismus, dass modulare Bauweise direkt zur Ausrichtung auf das mittlere Segment führt.

„Je mehr Modularisierung, desto besser gelingt die nachhaltige Positionierung im Highend-Segment. Skaleneffekte sind notwendig, um kostenmäßig auf der Höhe zu bleiben.“ (Experte)

Modularisierung ist keineswegs mit einer Verabschiedung vom Highend gleichzusetzen. Vielmehr ist sie für die meisten Unternehmen aus dem Werkzeugmaschinenbau eine Voraussetzung, um auch im Highend-Bereich wettbewerbsfähig zu bleiben.

## 6. Resümee

Zumeist verbinden die Unternehmen aus dem Werkzeugmaschinenbau mit Modularisierung und Standardisierung die Aussicht auf geringere Herstellkosten durch Serienkomponenten, Gleichteile und standardisierte Baugruppen, verringerte Durchlauf- und Lieferzeiten sowie eine reduzierte Komplexität und enorme Flexibilität. Mit der Kombination von Baukastensystemen (Lean Product) und getakteter Fließmontage (Lean Production) versprechen sie sich letztendlich eine höhere Produktivität und Kosten- bzw. Wettbewerbsvorteile bei den Kunden.

Die Chancen und die Risiken durch Modularisierung und Standardisierung weisen in der Einschätzung der befragten Betriebsräte ein großes Spektrum auf: Von einigen werden mehr Chancen als Risiken gesehen, in der Sicht anderer überwiegen insgesamt die Risiken. Modulare Bauweise kann insbesondere dann zur Chance werden, wenn Betriebsräte frühzeitig beteiligt sind und die Interessen der Belegschaft einbringen können. Für die Akzeptanz der Beschäftigten und damit auch für den Unternehmenserfolg ist es wichtig, im Einführungsprozess Vorteile und Verbesserungen im Sinne der Beschäftigten durchzusetzen, die auf die Qualität der Arbeitsbedingungen zielen. Eine hohe Qualität der Arbeitsbedingungen umfasst die Kriterien anspruchsvolle, belastungsarme, selbstbestimmte, qualifizierte Arbeit mit angemessener Entlohnung und Arbeitsplatzsicherheit. In der Vorbereitung und bei der Umsetzung von Konzepten der Modularisierung und Standardisierung gilt es für Betriebsräte also, die unternehmensseitig verfolgte Verbesserung der Wettbewerbsbedingungen mit dem gewerkschaftlichen Konzept „Gute Arbeit“ zu verknüpfen.

„In unserem Betriebsrat haben wir den Standpunkt, dass wir uns dem Thema nicht entziehen können. Wir sagen nicht wir wollen den Heizer auf der E-Lok, sondern wir begleiten den Prozess und versuchen das Beste für die Beschäftigten herauszuholen. Wenn wir wie viele Kollegen in der Produktion alles beim Alten lassen wollen und nichts machen, dann gefährden wir Arbeitsplätze.“ (Experte)

Aus Sicht der Betriebsräte und vieler Beschäftigten überwiegen die Risiken, wenn eine Kurzfristorientierung vorherrscht und der reine ökonomische Nutzen als Ziel der Modularisierung verfolgt wird. Kritisch wird es vor allem dann, wenn es zu einer Zerstückelung, Vereinfachung und Erosion bei der Tätigkeitsvielfalt kommt und wenn die Verlagerbarkeit von standardisierten Baugruppen und eine Reduktion der Fertigungstiefe im Zentrum stehen. Daraus ergeben sich nicht nur Gefahren für qualitative Aspekte der Arbeit, sondern auch für die Arbeitsplätze – insbesondere durch Rationalisierung und durch Produktionsverlagerung. Die



Beschäftigungswirkungen modularer Bauweise betreffen sowohl die direkten Bereiche in der Produktion von Werkzeugmaschinen als auch fast alle indirekten Bereiche wie Engineering, Vertrieb, Einkauf, Service, etc.

Da durch Modularisierung und Standardisierung auch die Produktivität erhöht wird, würde sich bei konstantem Produktionsvolumen das Arbeitsvolumen verringern. Somit ist die quantitative Beschäftigungswirkung modularer Bauweise in einzelbetrieblicher Sicht nur dann positiv oder neutral, wenn es mit der Modularisierung zu direkten Wettbewerbsvorteilen des Unternehmens mit Produktionswachstum und Umsatzsteigerungen kommt. Demnach kann modularisierungsbedingter Arbeitsplatzabbau nur durch Unternehmenswachstum verhindert werden.

„Für uns ergaben sich durch Modularisierung und Fließmontage in Verbindung mit innovativen Produkten starke Wachstumseffekte und damit auch positive Beschäftigungseffekte. Bei uns gilt modulare Bauweise also als klarer Erfolgsfaktor, für die Geschäftsleitung wie auch für uns Betriebsräte. Weil Standardisierung und Modularisierung aber tendenziell das Arbeitsvolumen verringern, wird es in der Gesamtsicht eher zu Arbeitsplatzabbau kommen.“ (Experte)

In der Branchensicht verringert sich das Gesamt-Arbeitsvolumen durch die Produktivitätseffekte infolge der Modularisierung. Ohne ein Wachstum der Absatzmärkte für Werkzeugmaschinen kommt es daher branchenweit betrachtet zu einem Abbau von Beschäftigung.

„Je modularer eine Maschine aufgebaut ist, desto straffer können die Produktions- und sonstigen Prozesse im Unternehmen gestaltet werden. Wenn ich also negative Beschäftigungseffekte vermeiden will, dann brauche ich Wachstum. Mehr Produktion und mehr verkaufte Maschinen sind nötig, damit die Produktivitätssprünge nicht zum Arbeitsplatzabbau führen. Für die Wettbewerbsfähigkeit sind Standardisierung und Modularisierung aber absolut notwendig, ohne geht es ab einer gewissen Unternehmensgröße nicht mehr.“ (Experte)

Bei der Frage nach Wirkungen der modularen Bauweise auf die Wertschöpfung bei Werkzeugmaschinenherstellern heben die meisten Betriebsräte hervor, dass durch bessere Möglichkeiten des Fremdbezugs von Teilen, Komponenten und Baugruppen Beschäftigungsrisiken entstehen können. Sie befürchten die Auslagerung von standardisierten Baugruppen: zum einen als Outsourcing an kostengünstigere Anbieter im Inland, die häufig nicht tarifgebunden sind, zum anderen als Produktionsverlagerung an „Low-Cost-Standorte“ in Osteuropa, China oder andere Länder. Hier ist nochmals auf die Interdependenz zwischen der Modularisierung von Produkten und dem Produktionsprozess in Takt und Fluss hinzuweisen. Getaktete Fließproduktion erfordert eine hohe Prozessstabilität, die durch eine geringe Fertigungstiefe und damit zusammenhängenden Materialversorgungsproblemen durch externe Bau-

gruppenlieferanten gefährdet werden kann. Die Auswirkungen der Fremdvergabe müssten für die gesamte Prozesskette bewertet werden, in klassische Wirtschaftlichkeitsberechnungen bei Make-or-Buy-Entscheidungen gehen Folgewirkungen von Fehlteilen jedoch nicht ein. Neben der Prozessstabilität und Flexibilität gewährleistet eine relevante Wertschöpfungstiefe in Fertigung und Montage eine hohe Qualität und fördert die Innovationsfähigkeit des Unternehmens. Zumindest aufgeworfen sei die Frage, ob die Zukunft erfolgreicher Werkzeugmaschinenherstellung in der Verbindung modularer Bauweise mit einem Produktionssystem in Takt und Fluß sowie einer hohen eigenen Wertschöpfung bzw. Fertigungstiefe liegt. Die (bisher wenigen) Beispiele ertragsstarker und prosperierender Werkzeugmaschinenhersteller mit einer sehr hohen Fertigungstiefe belegen dies aus heutiger Sicht.

Zusammenfassend und „unterm Strich“ gehen viele Betriebsräte jedoch mittel- bis langfristig von einer negativen Beschäftigungswirkung als Folge von Modularisierungsstrategien aus: zum einen aufgrund der vorherrschenden Nutzung von Outsourcing- und Offshoring-Optionen (einhergehend mit einer Reduktion der eigenen Fertigungstiefe), zum anderen aufgrund der Rationalisierungspotenziale und Produktivitätserhöhungen durch Standardisierung, Gleichteile und stärkere Automatisierung.

Alles in allem gilt modulare Bauweise jedoch auch aus Sicht vieler Betriebsräte als ein „Muss“ für weite Bereiche des Werkzeugmaschinenbaus: Ohne Modularisierung könnten die Unternehmen – sofern nicht hochspezialisierte Nischenanbieter – im internationalen Wettbewerb in den nächsten Jahren kaum bestehen. Bei Modularisierungsstrategien mitzuspielen sei ein „Do-or-Die-Game“, wie einer der befragten Betriebsräte eines größeren Unternehmens formulierte.

„Ohne Module können nur Nischenanbieter überleben, die hochspezialisierte Maschinen anbieten. Ab einer gewissen Größe gibt es definitiv einen Zwang zur Modularisierung und Standardisierung.“ (Experte)

„In der Branche kommt es mit dem Technologiewandel zur Elektromobilität zu einem Verdrängungswettbewerb. Und ein Wettbewerbsfaktor sind Kosteneffekte durch Modularisierung und Standardisierung. Die Werkzeugmaschinenhersteller, die da nicht mitspielen, die werden am ehesten auf der Strecke bleiben.“ (Experte)

Zum Risiko für die Beschäftigten wird eine Modularisierungsstrategie dann, wenn unternehmensseitig nur der kurzfristige ökonomische Nutzen gesucht wird und der Einführungsprozess am Betriebsrat vorbeigeht. Dann wächst die Gefahr, dass Arbeitsprozesse zerstückelt werden und die Tätigkeitsvielfalt eingeschränkt wird. Dadurch könnte auch übergreifendes Fachwissen und letztendlich auch Knowhow für Innovationen

verloren gehen, mit der Folge dass die Innovationsfähigkeit des Werkzeugmaschinenherstellers leidet.

Deshalb sollten die Interessenvertretungen die betrieblichen Handlungsspielräume nutzen und eigene Gestaltungsansätze in die Modularisierungsstrategien der Unternehmen einbringen. Betriebsräte sollten die Entwicklung der Wertschöpfungstiefe und der Tätigkeiten in allen Bereichen kontinuierlich beobachten und sich für eine Erweiterung der Arbeitsinhalte und Verbesserung der Arbeitsbedingungen einsetzen. Die vom Management erwartete Optimierung der Prozesse durch Modularisierungs- und Standardisierungskonzepte darf nicht auf Kosten der Beschäftigten gehen. Vielmehr bietet die Einführung solcher Konzepte dann auch Chancen aus arbeitsorientierter Sicht, wenn sich Betriebsräte frühzeitig einschalten, die Interessen der Belegschaft einbringen und den Prozess in Richtung Durchsetzung von Beschäftigtenutzen beeinflussen. Wichtige Handlungsfelder in diesem Kontext sind die Arbeitsplatzgestaltung, der Gesundheitsschutz, Personalentwicklung und Qualifizierung, Entgeltsicherung, Arbeitszeitregelungen etc. Mit wirksamer Interessenvertretung gilt es, die Arbeitsbedingungen im Sinne „Guter Arbeit“ zu verbessern und eine beschäftigungssichernde, nachhaltige Standortentwicklung zu erreichen.

## 7. Literaturverzeichnis

- Commerzbank (2018): Maschinenbau in Deutschland. Branchenreport. Frankfurt.
- Dispan, Jürgen (2016): Modulare Bauweise im Maschinen- und Anlagenbau. Wirkung von Baukastensystemen auf Beschäftigung. Stuttgart (= IMU-Informationdienst Nr. 2/2016).
- Dispan, Jürgen (2017): Entwicklungstrends im Werkzeugmaschinenbau 2017. Düsseldorf (= Working Paper der Hans-Böckler-Stiftung, Nr. 29/2017).
- Dispan, Jürgen; Schwarz-Kocher, Martin (2014): Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland. Entwicklungstrends und Herausforderungen. Eine Literaturstudie. Stuttgart (= IMU-Informationdienst Nr. 1/2014).
- Dispan, Jürgen; Schwarz-Kocher, Martin (2018): Digitalisierung im Maschinenbau. Entwicklungstrends, Herausforderungen, Beschäftigungswirkungen, Gestaltungsfelder. Düsseldorf (= Working Paper der Hans-Böckler-Stiftung, Nr. 94/2018).
- Frank, Gernot (2016): Durchgängiges mechatronisches Engineering für Sondermaschinen. Stuttgart (= Stuttgarter Beiträge zur Produktionsforschung, Bd. 48).
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2009): Innovative Arbeitspolitik im Maschinenbau? Soziologisches Arbeitspapier Nr. 26/2009. Dortmund.
- ID-Consult (2017): Der Einfluss modularer Produktbaukästen auf den Unternehmenserfolg. Modularisierungsstudie 2017. München.
- Ifo-Institut (2018): Metallbearbeitungsmaschinen. Wiesbaden (VR Branchen Special).
- IG Metall (2006): Werkzeugmaschinenbau. Strukturwandel und strategische Herausforderungen. Branchenreport. Frankfurt.
- IG Metall (2016): Modulare Bauweise – Erfolgsfaktor für den Maschinen- und Anlagenbau? Wirkung von Baukastensystemen auf Beschäftigung. Frankfurt.
- IG Metall (2017): Werkzeugmaschinenbau. Entwicklungstrends und Herausforderungen. Frankfurt.
- IG Metall (2018): Digitale Transformation im Maschinen- und Anlagenbau. Momentaufnahme zu Strategien, Stand und Wirkungen der Digitalisierung. Frankfurt.
- Kinkel, Steffen (2012): Industrie in Deutschland: Kern wirtschaftlichen Wachstums und inländischer Wertschöpfung. In: Priddat, Birger P.; West, Klaus-W. (Hrsg.): Die Modernität der Industrie. Marburg, S. 193–214.

- Kinkel, Steffen; Kleine, Oliver; Maloca, Spomenka (2012):  
Wandlungsfähigkeit der deutschen Hightech-Industrie. Karlsruhe.
- Kötter, Wolfgang; Schwarz-Kocher, Martin; Zanker, Christoph  
(Hrsg.)(2016): Balanced GPS. Ganzheitliche Produktionssysteme mit  
stabil-flexiblen Standards und konsequenter Mitarbeiterorientierung.  
Wiesbaden.
- Kuhlmann, Martin; Sperling, Hans Joachim; Balzert, Sonja (2004):  
Konzepte innovativer Arbeitspolitik. Good-Practice-Beispiele aus dem  
Maschinenbau, der Automobil-, Elektro- und Chemischen Industrie.  
Berlin.
- Oliver Wyman (2016): Baukasten des Erfolgs. Intelligente  
Modularisierung im Maschinenbau. München.
- Schuh, Günther; Gottschalk, Sebastian; Schöning, Sebastian; et al.  
(2007): Effizient, schnell und erfolgreich. Strategien im Maschinen-  
und Anlagenbau. Frankfurt.
- Schuh, Günther; Riesener, Michael (2018): Produktkomplexität  
managen. Strategien, Methoden, Tools. München.
- Schwarz-Kocher, Martin; Pfäfflin, Heinz; Salm, Rainer; Seibold, Bettina  
(2016): Arbeitspolitische Balance in GPS durch umfassende  
Beteiligung der Beschäftigten. In: Kötter, Wolfgang et al. (Hrsg.):  
Balanced GPS. Wiesbaden, S. 63–82.
- VDMA – Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (2018):  
Maschinenbau in Zahl und Bild 2018. Volkswirtschaft und Statistik.  
Frankfurt.
- VDMA-Nachrichten: Auswertung der Jahrgänge 2016 bis 2018.
- VDMA; Maex-Partners (2014): Modularisierung und  
Standardisierungsansätze im Anlagenbau – Mythos oder Realität?  
Düsseldorf.
- VDMA; McKinsey&Company (2014): Zukunftsperspektive deutscher  
Maschinenbau. Erfolgreich in einem dynamischen Umfeld agieren.  
Frankfurt.
- VDMA; McKinsey&Company (2016): How to succeed: Strategic options  
for European machinery. Frankfurt.
- VDMA; Staufen (2015): Lean Development im deutschen Maschinenbau  
2015. Köngen.
- VDW (2018): Marktbericht 2017. Die deutsche  
Werkzeugmaschinenindustrie und ihre Stellung im Weltmarkt.  
Frankfurt.

---

Modularisierung und Standardisierung sind wichtige Entwicklungstrends für die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit des Werkzeugmaschinenbaus und ein zentrales internes Strategiethema für die Unternehmen. Mit der Implementierung modularer Produktbaukästen verändern sich viele betrieblichen Funktionen, insbesondere geht damit ein Wandel der spezifischen Produktionssysteme der Branche einher. Die hieraus entstehenden Herausforderungen für Arbeit im Werkzeugmaschinenbau und der Handlungsbedarf für Mitbestimmungsträger stehen im Mittelpunkt dieser Studie.

---