



Foto: FCI Austria GmbH

Elisabeth Lackner-Schwarz

Komplexitätsreduktion durch Variantenmanagement in der Kleinteilefertigung

Komplexitätsreduktion durch Variantenmanagement in der Kleinteilefertigung scheint fast unmöglich, da ein Kleinteileproduzent kaum Einfluss auf die Produkte besitzt. Durch die Modularisierung von Werkzeugen können allerdings Rüstzeiten optimiert und in weiterer Folge Losgrößen angepasst werden. Der Zeitaspekt bei der Rüstzeit beeinflusst wiederum die Gesamtanlageneffektivität und lässt auf eine Reduzierung der Prozesskomplexität schließen.

I. EINFÜHRUNG

Die Komplexität von Produkten setzt sich aus der Konnektivität (Beziehungsvielfalt) und der Varietät (Elementvielfalt) zusammen.¹

Dies bedingt eine hohe Anzahl an Produkteigenschaften. Um diese zu reduzieren bzw. ähnliche Produkte fertigen zu können (z.B. gleiche/ähnliche Produkte für unterschiedliche Kunden), sind deren Beschaffenheit, Funktionsmerkmale und Relationen mit anderen Systemen zu untersuchen und zu kombinieren.

Das Reduzieren bzw. die Beherrschung von Komplexität hat dabei oberste Priorität. Hierbei soll aber nicht die Summe der Möglichkeiten des Produktspektrums eingeschränkt, sondern ein angemessener Umgang mit Komplexität gefunden werden.²

II. VARIANTENMANAGEMENT

Ein möglicher Ansatz zum Umgang mit Komplexität im Produktionsumfeld ist das Variantenmanagement. Theoretische Ansätze des Variantenmanagements existieren, scheitern aber oftmals in punkto Praxistauglichkeit und daher finden diese Methoden kaum Eingang in die industrielle Praxis, da oftmals die Probleme nicht zufriedenstellend gelöst werden. Meist werden nur sog. Insellösungen angeboten, die im Planungsverlauf und in der Prozesssicherheit langfristig nicht bestehen können.³

Ein zentraler Punkt von Maßnahmen zum Variantenmanagement ist die Modularisierung.⁴ Freiheitsgrade und Varianten sind möglichst unabhängig voneinander zu halten um scharfe Abgrenzungen zu erreichen und dennoch alle Möglichkeiten des Produktspektrums erfassen zu können.⁵

Generell kann eine Modularisierung auf zwei Ebenen erfolgen: der Produktebene und der Prozessebene. In der Produktebene kann die Komplexität in der Montage reduziert werden, hierfür müssen statt Einzelbauteilen komplette Module integriert werden. Zusätzlich ist die Montage durch die einfache Gestaltung von Modulschnittstellen und die fertigungsgerechte Konstruktion zu unterstützen. Die Modularisierung auf der Prozessebene beinhaltet eine Reduktion der Planungskomplexität durch Übertragung von Aufgabeninhalten auf dezentrale Fertigungsmodul und Einsatz zentraler Steuerungsmechanismen. Weiters ist ein Schwerpunkt auf die Verschiebung des Variantenbestimmungspunkts auf eine spätere Stufe der Wertschöpfungskette zu legen und eine Wissensbildung sowie Lerneffekte durch Spezialisierung einzelner Prozessmodule vorzunehmen.⁶

In der Kleinteilefertigung sind beide Ansätze allerdings nur bedingt

1 Vgl.: Franke, H.-J. et al. (2002); S. 9

2 Vgl.: Pulm, U. (2004); S. 175f

3 Vgl.: Schmidt, I. (2006); S. 2

4 Vgl.: Pulm, U. (2004); S. 132

5 Vgl.: Franke, H.-J. (1998); S. 1-14

6 Vgl.: Piller, F.T. (2006); S. 200

einsetzbar. Kleinteile, die vorwiegend genormt und von geringem Einzelwert sind⁷, werden hauptsächlich vom Kunden entworfen und es ergeben sich für den Produzenten somit kaum Mouldfähigkeiten sowohl auf Produkt- als auch Prozessebene.

III. KOMPLEXITÄTSREDUKTION IN DER KLEINTEILEFERTIGUNG

Der Hauptaspekt der Komplexitätsreduktion in der Kleinteilefertigung liegt im Bereich der Optimierung von Rüstzeiten und -vorgänge, der Anzahl der Werkzeuge im Bezug auf die Anzahl der Maschinen sowie der Losgrößen. Dies bedingt nicht sofort eine Modularisierung oder Komplexitätsreduktion, lässt auf längere Sicht allerdings eine Optimierung des Produktionsflusses und in weiterer Folge eine Vereinfachung dieses zu.

Hierbei ist zu beachten, dass ein besonders wirksamer Aspekt des Komplexitätsmanagements die präventive Beschränkung bzw. Vermeidung von Komplexität durch die strategische Positionierung des Unternehmens, die Programm- und Produktgestaltung und die Gestaltung der Organisationsstruktur⁸ ist. Wie bereits angemerkt, kann in der Kleinteilefertigung einerseits kaum Einfluss auf die Produktgestaltung genommen werden, andererseits ergeben sich Chancen in der Programmgestaltung und der Organisationsstruktur.

Die Chancen in der Programmgestaltung liegen u.a. bei der Optimierung der Abläufe im Rüstbetrieb, die in weiterer Folge die Organisationsstruktur beeinflussen.

Durch optimierte Informationsflüsse, bei denen nur relevante Informationen an standardisierte Schnittstellen weitergegeben werden, und der Bildung von Teams (sog. Rüstteams) kann ein Mehraufwand in der Planung und der Umsetzung in der Produktion verhindert werden. Diese Rüstteams sind als fixer Bestandteil in der Organisationsstruktur anzusehen, da aus allen relevanten Organisationseinheiten (Produktion, Werkzeugbau ...) geschulte Mitarbeiter in eine Gruppe integriert werden und im Optimalfall in jeder Schicht die Rüstaufgaben nach definierten Standards, die auf allen adaptierten Anlagen anzuwenden sind, ge-

		Betrachtetes Zeitintervall		
Zeit	Planlaufzeit			Geplante Nichtproduktionszeit
	Nettobetriebszeit		Stillstände	
Menge	Planmenge			
	Ist-Ausbringung x Taktzeit		Verringerte Taktzeit, kleinere Unterbrechungen	
	Ist-Ausbringung			
	Mögliche Ausbringung	Anlaufschwierigkeiten, Ausschuss, Nacharbeiten		
		Qualitätsverluste	Leistungsverluste	Verfügbarkeitsverluste
		Effizienzverluste	Effektivitätsverluste	
				Einsparungspotential

ABB. 1. OEE ÜBER EIN BETRACHTETES ZEITINTERVALL

wissenschaft erledigen können. Je besser die Teams aufeinander eingestellt sind und je weiter die Teambildung fortgeschritten ist, desto höher ist die Effizienz dieses Know-How-Pools.

Der folgende Ansatz zeigt auf, wie Komplexität in der Kleinteilefertigung durch Rüstzeitoptimierung reduziert werden kann. In einer Fertigungslinie sind Rüstzeiten von sechs bis acht Stunden (eine ganze Schicht) keine Seltenheit.

Dieser geplante Stillstand (Zeitaufwand für den Ein- und Ausbau eines neuen Werkzeuges in die Anlage) ist oftmals Hauptfaktor für einen produktionstechnisch nicht optimalen OEE-Wert (Overall Equipment Effectiveness = Gesamtanlageneffektivität). Diese Kenngröße kann durch eine Modularisierung der Werkzeuge, deren Wechsel einen Großteil der Rüstzeit in Anspruch nehmen, optimiert werden. Die geplante Nicht-Produktionszeit widerspiegelt weder Effizienz- noch Effektivitätsverluste, nimmt aber einen nicht unwesentlichen Teil der Planlaufzeit in Anspruch.

Wird ein Werkzeug dahingehend optimiert, dass es nicht komplett ausgebaut werden muss, sondern nur einzelne Module getauscht werden, kann dieser Wert auf bis zur Hälfte der Zeit gedrückt werden. Dies wird durch das folgende Beispiel aus dem zu untersuchenden Produktionsbetrieb verdeutlicht.

OEE = Verfügbarkeit x Leistungsgrad x Qualitätsverlust

Anlagenverfügbarkeit = (Nettobetriebszeit / Planlaufzeit)

Leistungsgrad = ((Ist-Ausbringung (unabhängig von Schlecht- und Gutteilen) x Taktzeit) / Planmenge)

Qualitätsverlust = (Ist-Ausbringung (Gutteile) / Mögliche Ausbringung (Gutteile))

Wenn Formen nicht gänzlich aus einer Anlage zu entnehmen sind, werden auf der einen Seite der Umbauaufwand reduziert, auf der anderen die Fehlerhäufigkeit und somit in weiterer Folge die Anlaufschwierigkeiten durch Ausschuss minimiert. Zusätzlich erlaubt eine Modularisierung der Werkzeuge eine höhere Adaptierfähigkeit bei Neuprodukten und somit eine Optimierung des Werkzeugherstellungsprozesses.

Zu beachten ist, dass Werkzeuge wiederum nicht zu kompliziert zu gestalten sind, um durch eine „Übermodularisierung“ sowohl den Eigen- als auch den Kundennutzen einzuschränken und dadurch bedingt einen wesentlich erhöhten Planungs- und Zeitaufwand zu generieren. Es macht daher keinen Sinn, eine Werkzeugmatrix auf sämtliche Anlagen auszulegen, sondern, in einem ersten Schritt Anlagen- bzw. Werkzeuggruppen zu bilden und in einem zweiten diese miteinander abzustimmen.

Die Optimierung der Losgrößen ist ein weiterer Aspekt für die Komplexitätsreduktion in der Kleinteilefertigung. In diesem Bereich kann die Produktionsplanung maßgeblich aktiv in die Variantenreduzierung durch Modularisierung eingreifen. Durch regelmäßige Einsteuerung der Aufträge z.B. durch ein KANBAN System und eine Dezentralisierung des pull-flows

7 Vgl.: Biedermann, H. (2008); S. 3

8 Vgl.: Mayer A. (2007); S. 32

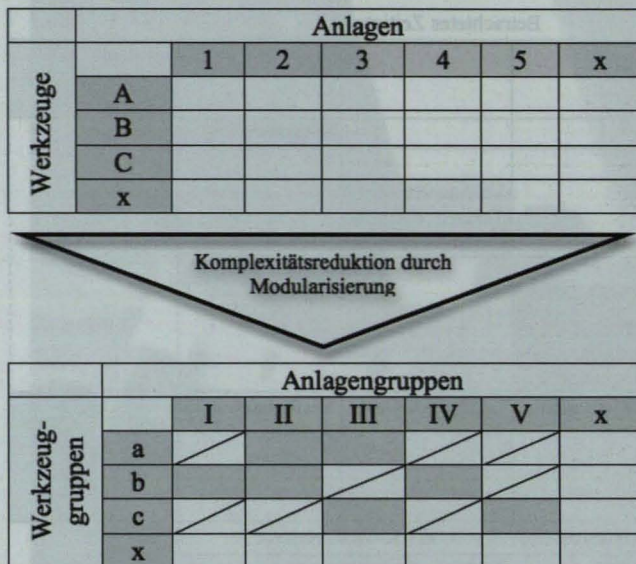


ABB. 2. WERKZEUGMATRIX VERSUS OPTIMIERTER WERKZEUGGRUPPENMATRIX

in der Produktion können Losgrößen und somit die Anzahl der Rüstvorgänge angepasst und Rüstzeiten durch eine Werkzeugmodularisierung verringert werden. Somit kann eine Komplexitätsreduktion durch standardisierte Abläufe gesichert und die Gesamtanlageneffektivität als aussagekräftige Kenngröße festgelegt werden.

IV. CONCLUSIO

Eine funktionale Varianz statt durch Konstruktion mit Konfiguration am Ende des Produktionsprozesses zu erreichen, stellt generell ein wesentliches Ziel der Komplexitätsreduktion dar.⁹

In der Kleinteilefertigung heißt dies, dass in der Konstruktion und Herstellung von Werkzeugen klare Grenzen zu bilden und vorhandene Module und Baugruppen nicht als gegeben zu betrachten, sondern möglichst anzupassen sind. Werkzeuge sollten modularisiert und in Gruppen zusammengeführt werden, eine Gesamtbetrachtung der gesamten Werkzeugmatrix ist zu aufwändig und somit nicht weiter anzuwenden. Wenn möglich können in der Produktion weitgehend nichtindividuelle Vormaterialien und gleiche Werkzeuge verwendet werden.

Schnittstellen in der Organisation, im Prozess und der Technik sind zur Optimierung der Prozesssteuerung eindeutig zu definieren und nur relevante Informationen an definierte (standardisierte) Schnittstellen weiterzugeben. Generell ist immer eine transparente

kann sich aber bei der Steigerung der Produktvielfalt wiederum reduzieren. Vor allem bei einem beschleunigten Produktlebenszyklus verschafft Variantenmanagement (im vorliegenden Fall im Bereich des Werkzeugeinsatzes und der Werkzeugmodularisierung) einen effektiven Wettbewerbsvorteil aber auch die Herausforderung für das Unternehmen, eine gewinnmaximale Variantenvielfalt zu realisieren. Als aussagekräftige Kenngröße bei spezieller Beachtung des Zeitfaktors ist der OEE-Wert zu nennen.

REFERENZEN

Biedermann H. 2008: Ersatzteilmanagement: Effiziente Ersatzteillogistik für Industrieunternehmen. Springer Verlag, Berlin; Franke H.-J. 1998: Produkt-Variantenvielfalt – Ursachen und Methoden zu ihrer Bewältigung. In: Effektive Entwicklung Auftragsabwicklung variantenreicher Produkte. VDI-Verlag, Düsseldorf; Franke H.-J., Hesselbach J., Huch B., Firchau N. L. 2002: Variantenmanagement in der Einzel- und Kleinserienfertigung. Fachbuchverlag Leipzig, Leipzig; Mayer A. 2007: Modularisierung der Logistik. Ein Gestaltungsmodell zum Management

Darstellung der Komplexität anzustreben. Dies ist nicht zu verwechseln mit einer Komplexitätsreduktion bei auf „Komplexität ausgerichteten Verfahren“ wie z.B. der Produktion. Abschließend ist festzustellen, dass eine vollständige Darstellung von Komplexität unmöglich und nur ein Teil des System kontrollierbar ist.¹⁰

Der Kundennutzen wird durch eine Ausweitung des Variantenmanagements zunächst erhöht,

von Komplexität in der industriellen Logistik. Universitätsverlag der TU Berlin, Berlin; Piller F.T. 2006: Mass Customization. Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden; Pulm U. 2004: Eine systemtheoretische Betrachtung der Produktentwicklung. Dissertation, TU München. München; Schmidt I. 2006: Fallbasiertes Schließen zur Komplexitätsreduktion – Fallbasiertes Schließen als Ansatz des Variantenmanagements im Maschinen- und Anlagenbau. GRIN Verlag, Norderstedt

Autorin:

Elisabeth Lackner-Schwarz, geb. 1981 in Leoben studierte Exportorientiertes Management EU-ASEN-NAFTA an der Fachhochschule IMC Krems und promovierte 2007 am Lehrstuhl Industrielogistik der Montanuniversität Leoben im Bereich Supply Chain- und Behältermanagement.

Von 2004 bis Januar 2008 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Department Wirtschafts- und Betriebswissenschaften (Lehrstuhl Industrielogistik) der Montanuniversität Leoben, bevor sie für ein Jahr als Visiting Professor am Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey am Campus Cd. Juárez in Chihuahua, Mexiko tätig war. Während ihrer Karenz arbeitet sie geringfügig als Lehrbeauftragte am Lehrstuhl Industrielogistik der Montanuniversität Leoben und Universidad de Ibagué in Kolumbien.

Dr. Elisabeth Lackner-Schwarz beschäftigt sich mit Supply Chain- und Prozessmanagement sowie den speziellen, sich ständig verändernden Herausforderungen in der internationalen Logistik.



Dr. Elisabeth Lackner-Schwarz
Lehrbeauftragte am Lehrstuhl Industrielogistik der Montanuniversität Leoben

9 Vgl.: Franke, H.-J. et al. (2002); S. 16

10 Vgl.: Pulm, U. (2004); S. 175f