

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Rekonfiguration zellularer Fabrikstrukturen im dynamischen Produktionsumfeld. Zellulare Fabrikstrukturen - bzw. segmentierte Fabrikstrukturen im Allgemeinen - beruhen auf der Abstimmung von Fertigungsfamilien¹ und Maschinengruppen. Das Ziel liegt in einer hohen Komplettbearbeitung von Fertigungsfamilien und der räumlichen Zusammenführung der hierfür notwendigen Arbeitsmittel in Zellen. Durch das Bestreben nach autonomen Strukturbereichen ergeben sich verschiedenste Vorteile, wie zum Beispiel die Reduzierung der Prozesskomplexität und Vereinfachung des Materialflusses. Um Produktivitätsvorteile zellularer Fabrikstrukturen auch bei dynamischen Produktprogrammen zu nutzen, ist ein systematisches und permanentes Rekonfigurationsmanagement notwendig, da die Integration neuer Produkte häufig Strukturverschlechterungen und eine Reduzierung der Autonomie der Zellen herbeiführt. Gleichzeitig ist die Umsetzung von Rekonfigurationsmaßnahmen, wie zum Beispiel Maschineninvestitionen oder -verlagerungen, zeit- und kostenintensiv.

Der entwickelte Lösungsansatz umfasst ein Vorgehensmodell und verschiedene Methoden, die auf das taktische Management des Rekonfigurationsprozesses ausgerichtet sind. Neben der zeitlichen Steuerung, Planung und Entscheidung über Rekonfigurationen ist die taktische Produktprogrammplanung ein Fokus der Arbeit. Diese stellt eine zentrale Schnittstelle zur strategischen Programmplanung dar und ist Voraussetzung für eine wirtschaftliche Programm- und Produktionsplanung für zellulare Fabrikssysteme. Ausgangspunkt der taktischen Programmplanung ist eine komplexitätsorientierte und verursachungsgerechte Kosten- und Erfolgsbewertung der Produkte und Varianten.

Das entwickelte Planungsmodell zur Ableitung zellularer Strukturkonfigurationen und resultierender Rekonfigurationsmaßnahmen ist an den Anforderungen im dynamischen Umfeld ausgerichtet. Es berücksichtigt unter anderem eine erhöhte Flexibilität und Redundanz von Betriebsmitteln sowie Anforderungen, die durch die autonome Steuerung von Produktionssystemen resultieren. Auch die entwickelten Methoden zur Bewertung von Rekonfigurationsmaßnahmen sind auf ein dynamisches Produktionsumfeld ausgerichtet und beinhalten die Untersuchung der Sensitivität der Maßnahmen gegenüber bestimmten Einflussgrößen, wie zum Beispiel veränderten Absatzpreisen. Die Umsetzbarkeit und Leistungsfähigkeit des Ansatzes und zugehöriger Methoden werden in einer umfassenden Validierung anhand eines Anwendungsbeispiels nachgewiesen.

¹ Fertigungsfamilien stellen eine definierte Gesamtheit an Produkten, Produktvarianten oder Teilen dar, die gleiche oder ähnliche fertigungsspezifische Anforderungen aufweisen (Pawellek 2014, S. 191). Zur Identifizierung von Fertigungsfamilien in einer Grundgesamtheit kommen meist Methoden der multivariaten Statistik zum Einsatz (z.B. Clusteranalysen)

Abstract

This thesis presents a new approach for the reconfiguration of cellular manufacturing systems in a dynamic production environment. Cellular factory structures, and segmented factory structures in general, are based on the matching of part families and machine groups. The goal is the processing of part families on dedicated clusters of machines with minimized quantities of extern processed parts. The endeavour for autonomous cells results in a wide range of advantages, such as the reduction of process complexity and simplification of material flows. In order to use productivity advantages of cellular factory structures for dynamic product programs, a systematic and permanent reconfiguration management is necessary, because the integration of new products generally causes structural worsening and a reduction of the autonomy of cells. In addition, the implementation of reconfiguration measures (e.g. machine investments or relocations) is time-consuming and costly.

The developed approach includes a phase model and various integrated methods aiming at a tactical management of the reconfiguration process. In addition to control, planning, and decision on reconfiguration measures, the approach is focused on a tactical product program planning. This represents an important interface to strategic program planning and is necessary for economic program and production planning for cellular manufacturing systems. Basis of tactical program planning is a complexity-oriented and source-specific cost and profit evaluation of products and its variants.

The developed planning model for the definition of cellular configurations and resulting reconfiguration measures is aligned to the requirements in a dynamic production environment. It considers an increased flexibility and risen number of redundant resources as well as requirements resulting from autonomous controlled production systems. Also, the developed methods for evaluation of reconfiguration measures are aligned to the dynamic environment and contain the sensitivity analysis of measures in relation to certain influencing factors (e.g. changed product prices). The feasibility of the approach and associated methods is demonstrated in a comprehensive validation using a realistic application example.