

Ganzheitliches Konzept für rekonfigurierbare Produktionssysteme auf Basis autonomer Produktionsmodule

Doctoral Thesis

Author(s):

Pouget, Philippe Maurice

Publication date:

1999

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-003823364>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

DISS. ETH Nr. 13370

Ganzheitliches Konzept für rekonfigurierbare Produktionssysteme auf Basis autonomer Produktionsmodule

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

Philippe Maurice Pouget
Dipl. Betr.- u. Prod.-Ing. ETH

geboren am 20. Februar 1968
von Orsières VS

Angenommen auf Antrag von:
Prof. Dr. Fritz Rehsteiner, Referent
Prof. Dr. Carl August Zehnder, Korreferent

1999

Zusammenfassung

Bei Konsum- und Investitionsgütern lässt sich ein deutlicher Trend hin zu immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen beobachten: Während früher Produkte über Jahre hinweg unverändert oder nur mit geringen Anpassungen produziert wurden, so unterliegen diese heute im Laufe ihrer ohnehin schon deutlich kürzeren Produktlebensdauern auch noch zahlreichen konstruktiven Anpassungen. Besonders auffallend ist diese Entwicklung bei mechatronischen Produkten mit Halbleiterbauteilen: Deren immer kompaktere Bauweisen und höhere Leistungsdichte lassen die Produktionsdauer von Endprodukten auf Monate oder gar Wochen schrumpfen.

Angesichts dieser hohen Dynamik versagen konventionelle Produktionskonzepte: Oftmals ausgelegt als kapitalintensive Sondermaschinen für hohe Stückzahlen, fehlt den Produktionsanlagen die notwendige Mengen- und Varianten-Flexibilität, um den neuartigen Anforderungen gerecht zu werden. Für die automatisierte Produktion mittlerer und kleiner Stückzahlen während einer befristeten Zeitdauer gibt es keine technologisch und ökonomisch befriedigenden Lösungen. Als Alternative bietet sich die manuelle Herstellung solcher Produkte an. Infolge deutlich vorteilhafterer Kostensätze wird diese meist in Billiglohnländer verlagert. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in Hochlohnländern mit ihren an sich flexiblen Betriebsstrukturen, haben angesichts dieser enormen Kostenunterschiede das Nachsehen. Die Konsequenz dieser Entwicklung ist nicht nur der Verlust von Arbeitsplätzen, sondern auch der Verlust von Know-how in Produktionstechnik und letztendlich auch der Verlust von Know-how in Produkteentwicklung.

Die vorliegende Arbeit zeigt ein Konzept auf, welches einen Beitrag dazu leisten soll, dass das Herstellen von Konsum- und Investitionsgütern in mittleren und kleinen Stückzahlen zu wettbewerbsfähigen Kosten auch in Hochlohnländern möglich bleibt. Das Geheimnis des Erfolges liegt in einer mehrdimensionalen Betrachtung der Dinge. Nur eine gleichzeitige Berücksichtigung und Optimierung technologischer und ökonomischer Faktoren verspricht den gewünschten nachhaltigen Erfolg.

Angelehnt an die Modularisierungskonzepte objektorientierter Softwaretechnologien wird ein Konzept für rekonfigurierbare Produktionssysteme auf Basis autonomer Produktionsmodule vorgestellt: Wiederverwendbare Module, konzipiert als Träger einer abgegrenzten Teilaufgabe innerhalb einer Produktionsaufgabe, können aus einem unternehmensübergreifenden Pool für die benötigte Nutzungsdauer gemietet werden. Nach Beendigung derselben werden sie wieder dorthin zurückgegeben und stehen für Nachfolganwendungen zur Verfügung.

Damit die unternehmensübergreifende Wiederverwendung von Modulen effizient und transparent abgewickelt werden kann, muss ein Marktplatz für Produktionsmodule aufgebaut werden, wo sich Angebot und Nachfrage von Modulen treffen. Als zum heutigen Zeitpunkt wohl sinnvollste Lösung basiert ein solcher Markt auf einer Internet-gekoppelten Datenbank.

Daneben werden im Rahmen der Arbeit aber auch Ansätze für die Finanzierung und den Vertrieb von Produktionsmodulen vorgestellt, welche die bislang im Maschinenbau kaum praktizierte, unternehmensübergreifende Miete von Betriebsmitteln ermöglichen. Als bestgeeignete Finanzierungsform wird sich hierbei das Operating-Leasing herauskristalisieren.

Im Rahmen der Realisierung von Pilotanwendungen konnte aufgezeigt werden, dass die hier vorgestellten, rekonfigurierbaren Produktionssysteme auf Basis autonomer Produktionsmodule nicht nur als theoretische Modelle bestehen, sondern auch in der praktischen Anwendung einer kritischen Überprüfung standhalten. Mehr noch, die Suche von Ursachen bei Störungen und deren Behebung beispielsweise ist dank der modularen Struktur und deren dezentralem Charakter deutlich einfacher als bei herkömmlichen Produktionsanlagen mit hoher Komplexität.

Und der Einsatz von Operating-Leasing als Finanzierungsart macht es KMU möglich, ohne risikoreiche Kapitalbindungen und drohende Liquiditätsengpässe technisch hochstehende Betriebsmittel zu nutzen.

Abstract

An obvious trend towards constantly shorter product life cycles of consumer and capital goods can be observed: While in earlier times products were produced over years unchanged or only with small adjustments, today they are subject to numerous constructional adjustments in the course of their already shorter product lifespan. This development is particularly remarkable with mechatronic products with semiconductor components: Their more and more compact construction and rapidly increasing performances let product life cycles of final products decrease to months or weeks.

Considering this high dynamics, conventional production concepts fail: Often laid out as capital-intensive special purpose machines for high numbers of items, today's production systems lack the necessary re-equipping and quantity flexibility to become adequate to the new requests. For automated production of middle and small numbers of items during a limited period of time, there aren't any technologically and economically satisfying solutions today. The manual production of the mentioned products is a possible alternative. Due to clearly lower labour costs, these jobs are often shifted into countries with very low wages. Small and medium companies (SMCs) in high-wages countries are, in spite of their flexible structures, left empty-handed in view of these enormous cost differences. Consequence of this development is not only the loss of jobs, but also the loss of know-how in production engineering and in the end also the loss of know-how in product development.

The present thesis points out a concept, which shall make it possible to produce consumer and capital goods in medium and small numbers of pieces to competitive costs in high-wage countries. The path of success to achieve this goal, is situated in a multidimensional view of the things: Only a simultaneous view and optimisation of technological and economic factors promises the desired lasting success.

Following the modularity concepts of object-oriented software technologies, a concept for reconfigurable production systems based on autonomous production modules is presented: Re-usable modules, conceived as holders of a defined subtask within an entire production task, can be rented from an enterprise-crossing pool for the needed period of use. After this period, modules can be returned to the pool and are available for following applications.

In order that the enterprise-crossing reuse of modules can be handled efficiently and transparently, a market for production modules must be created, where supply and demand of modules can meet. From today's point of view, the most meaningful solution for the realisation of such a market is to implement it on an Internet data base.

In addition, financing and selling approaches for production modules are being introduced in the present thesis. They will make it possible to practice the rent of production infrastructure, which will allow its enterprise-crossing exchange, which is so far hardly known in mechanical engineering. As the most suitable form of financing rentable modules, the terminable operating leasing will be brought out.

By realisation of pilot applications it could be shown, that reconfigurable production systems based on autonomous production modules as introduced in this thesis, do not only exist as theoretical models, but can be applied in real life where they withstand critical examination. In addition, the search for sources of disturbances and their recovery, is clearly simpler in a modular system owing to the modular structure and their peripheral character in contrast to conventional production systems with high complexity. And the application of operating leasing as way of financing makes it possible for SMCs to use technically superior resources, without risky capital investments and threatening shortages of liquidity.