

Dipl.-Phys. Holger Gaksch, Dr.R.Zwicker TOP Consult GmbH, Nürnberg

# Entkoppelte Prozesse und sinnvolle Lagerbestände optimieren die Fertigungsverfahren

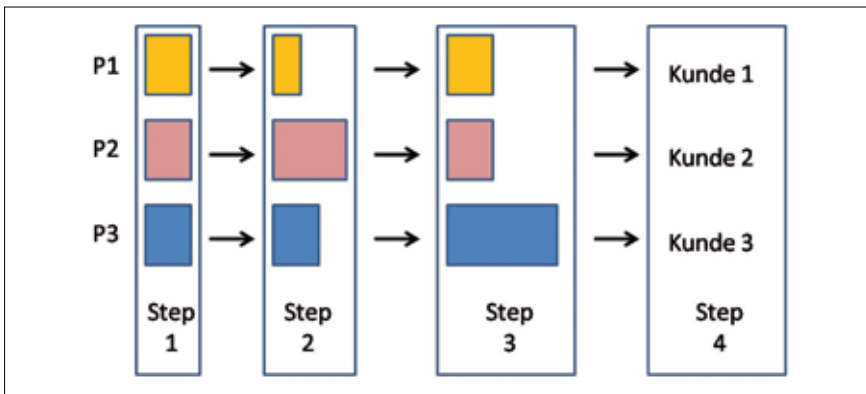


Bild 1a:  
Beispiel von mehrstufigen parallelen Fertigungsverfahren

es hierbei, diese einzelnen Fertigungsprozessschritte so aufeinander abzustimmen, dass der Gesamtprozess möglichst kostengünstig ausfällt.

## Beispiel

Als Beispiel sollen hier Produkte (z.B. Produkt 1 bis 3, im folgenden P1, P2 und P3 genannt) herangezogen werden, die einen mehrstufigen Fertigungsprozess durchlaufen, der wie folgt aufgebaut ist:

- Step 1: Spritzgießen der Kunststoffteile
- Step 2: Lackieren/Bedrucken der Spritzteile
- Step 3: Montage verschiedener Bauteile
- Step 4: Lieferung

## Ausgangssituation

Im Idealfall können alle vier Produkte nebeneinander auf vier komplett voneinander getrennten Linien (Bild 1a) je nach Kundenbedarf hergestellt werden. In der Realität ist es oftmals so, dass Fertigungseinrichtungen von verschiedenen Produkten gemeinsam genutzt werden müssen (z.B. nur eine Lackier- oder Bedruckungsstation, Bild 1b).

## Vorwort

In den letzten Jahren wurden in vielen Unternehmen Kostenreduzierungsprogramme durchgeführt, um die Ertragsfähigkeit zu steigern und die Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern. Dabei wurde auch vielfach ein Augenmerk auf die Lagerbestände gelegt und das Ziel definiert diese zu reduzieren, um die Kapitalbindung zu vermindern und den Platzbedarf zu verringern. Als Kennzahl hierzu wird vielfach die Anzahl der Tage des Warenumschlages herangezogen, wobei oftmals keine Unterscheidung zwischen Rohteilen und Halb- bzw. Fertigteilen gemacht und nur eine Kennzahl für alle Waren im Unter-

nehmen erstellt wird.

Dennoch unterscheidet sich der Einfluss der Höhe der Lagerbestände auf die Fertigungsprozesse je nachdem ob es sich um Rohteile, Halbfertig- oder Fertigteile handelt, wobei im Folgenden vor allem die Lagerbestände der Halbfertigteile berücksichtigt werden sollen.

Vor allem ist hier das Augenmerk auf die mehrstufigen Fertigungsprozesse zu richten, bei denen ein Produkt nicht sofort nach dem ersten Fertigungsschritt verkaufsfähig hergestellt wird, sondern in verschiedenen Fertigungsschritten, die Halbferteile immer weiter zu einem Fertigteil veredelt werden. Ziel der Fertigungsplanung ist

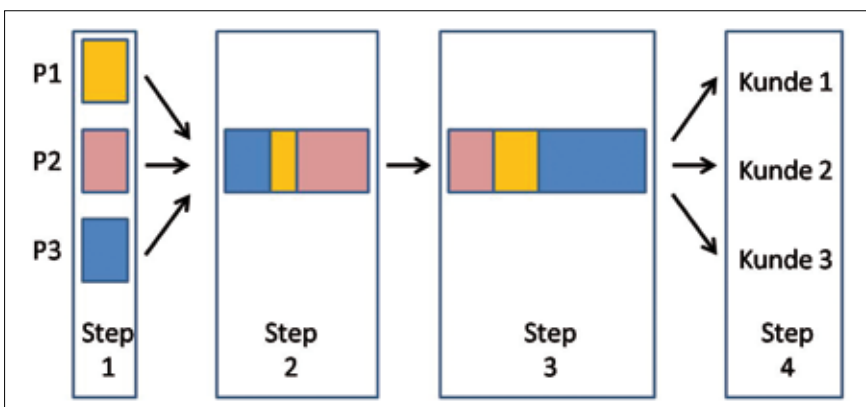


Bild 1b:  
Beispiel von mehrstufigen Fertigungsverfahren mit gemeinsam genutzten Produktionseinrichtungen

Dies führt dazu, dass die Fertigungsplanung einen idealen Fertigungsablauf für diese Engstellen hinsichtlich Reihenfolge der Aufträge erstellen muss, um die Durchlaufzeiten und Durchlaufkosten der einzelnen Produkte so gering wie möglich zu halten. Im Rahmen einer idealen Fertigung, in der alle Zykluszeiten gleichlang sind und es keine Störgrößen wie kurzfristigen Personalmangel, erhöhte Ausschussraten, reduzierte Zykluszeiten und vielleicht kurzfristige Kundenwünsche gibt, ist so eine mehrstufige Fertigung genau austaktbar, dass die einzelnen Prozessschritte gleichzeitig fertig werden und keiner auf den anderen warten muss.

In der Realität sieht es jedoch ganz anders aus. Zum einen sind die Zykluszeiten von jedem Produkt verschieden und somit die einzelnen Prozessschritte nicht gleichlang. Zum anderen kann sich jeden Tag aufgrund der oben beschriebenen Einflüsse eine andere Situation ergeben, die den geplanten Ablauf der Fertigung beeinflusst und eine kurzfristige Umplanung erforderlich macht.

### **Lösungsmöglichkeiten**

Die obengenannten Störgrößen sind im realen Fertigungsprozess nicht immer zu vermeiden bzw. nicht komplett auszuschalten. Da diese jedoch den Fertigungsprozess nachhaltig negativ beeinflussen und

den OEE Wert (Overall Equipment Efficiency bzw. ganzheitliche Anlageneffizienz) reduzieren, ist man im Vorfeld gezwungen, Lösungsmöglichkeiten bzw. Antworten auf diese Störgrößen zu definieren.

Ein zusätzliches Verhalten von Produktionsmitteln, wie Personal oder Maschinen, bzw. die Einführung einer Pufferzeitzone nach jedem Fertigungsschritt wären sicher eine Möglichkeit, die Fertigung stabiler gegenüber den Störgrößen zu machen. Dies führt jedoch zu einem höheren Einsatz der verschiedenen Produktionsfaktoren und somit zu einer Reduzierung der Fertigungseffizienz, was in der heutigen Zeit als ein zu großer Wettbewerbsnachteil gelten kann.

Deshalb sollte man sich als Lösungsmöglichkeit eine Entkopplung der einzelnen Prozessschritte mit jeweils definierten Lagerbeständen (ZW = Zwischenlager) zwischen den einzelnen Fertigungsschritten vorstellen (Bild 2). Hierbei geht man davon aus, dass zwischen den einzelnen Prozessschritten jeweils Lagerbestände der Halbfertigteile des jeweiligen vorherigen Prozesses aufgebaut werden, die jederzeit abrufbar sind.

### **Größe der Lagerbestände zwischen den entkoppelten Prozessschritten**

Als Nachteil einer ent-

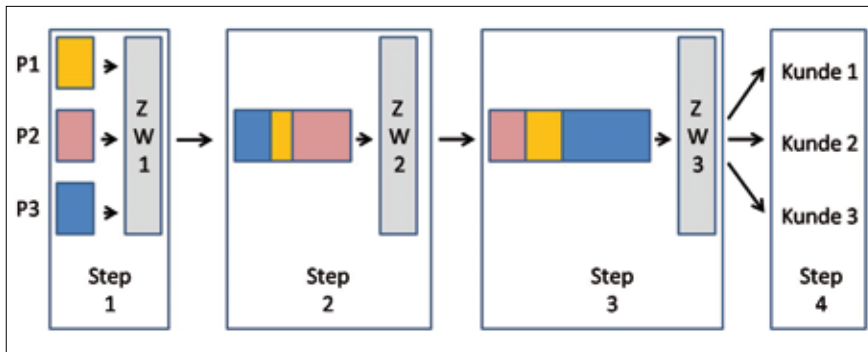


Bild 2:  
Entkopplung der einzelnen Fertigungs-  
schritte bei mehrstufigen Verfahren  
(Werkbilder: Dr. Zwicker TOP Consult  
GmbH, Nürnberg)

koppelten Fertigung ist sicher der zusätzliche Aufbau der Lagerbestände an Halbfertigteilen zu sehen. Zum einen binden diese Halbfertigteile Kapital und zum anderen benötigen sie einen entsprechenden Platzbedarf. Das Lager gehört immer zum aktuellen Prozessschritt. Der nächste Prozess zieht Halbfertigteile aus dem vorgelagerten Lager. Diese werden verarbeitet und danach in das zu diesem Prozessschritt gehörige Lager gestellt. Deshalb ist es hier zwingend notwendig, die ideale Größe des Lagerbestandes zwischen den einzelnen Prozessschritten im Rahmen eines Entwicklungsprozesses zu bestimmen. Die Größe kann für jeden Prozessschritt unterschiedlich sein und richtet sich immer nach dem nachgelagerten Prozessschritt. So kann es durchaus notwendig sein, in einem ersten Schritt zwischen den Prozessschritten Lagermengen in einer Größenordnung von einer Wochenfertigung oder mehr bereitzuhalten, um die jeweiligen Fertigungsprozesse komplett zu entkoppeln. Anschließend kann man sich Schritt für Schritt dem Optimum der kleinstmöglichen sinnvollen Menge zwischen den einzelnen Schritten nähern.

### Vorteile der entkoppelten Fertigung

Die Entkopplung der einzelnen Prozessschritte im Ablauf der Fertigung führt zu einer ganzen Reihe von Vorteilen:

- Einfluss auf kurzfristige Störgrößen wird reduziert, da die Fertigungsabfolge in den einzelnen Prozessschritten austauschbar ist.
- Die Abfolge der Fertigung der einzelnen Produkte pro Prozessschritt ist flexibel, so dass man die Abfolge bzgl. der Rüstprozesse und Fertigungsprozesse in den einzelnen Schritten optimieren kann.
- Die einzelnen Fertigungsprozessschritte müssen nicht mehr aufeinander warten, sondern können sich jeweils aus den vorgelagerten Lagerbeständen bedienen.
- Die unterschiedlich langen Prozessschritte in den einzelnen Fertigungseinheiten haben keinen Einfluss mehr auf die Austaktung des gesamten Fertigungsprozesses, da jeder Schritt für sich alleine angesehen und optimiert werden kann.
- Am Ende eines jeden Fertigungsprozessschrittes wird die Qualität des Produktes überprüft und man kann davon ausgehen, dass in das Lager nur noch „i.O. Teile“ gelegt werden. So kann man verhindern, dass man Qualitätsmängel, die im Laufe des Fertigungsprozesses entstehen, erst am Ende feststellt und die mangelhaften Teile den

- kompletten Prozess durchlaufen. Damit ergibt sich ferner die Möglichkeit, die Qualitätsthemen direkt den Prozessen zuzuordnen, bei denen die Fehler entstehen. Somit ist eine effizientere Analyse und Fehlerbeseitigung pro Prozessschritt möglich.
- Die Entkopplung der einzelnen Fertigungsschritte erlaubt auch, auf sowohl interne als auch externe Kapazitätsschwankungen zu reagieren, da man innerhalb eines Fertigungsprozesses die Zykluszeiten und die Mengen kurzfristig anpassen kann.
- Zykluszeitanpassungen in den jeweiligen Prozessschritten sind schnell und direkt umsetzbar.
- Ausschussreduzierungen in einzelnen Prozessschritten wirken sich direkt auf die gesamte Produktzykluszeit aus.

### Zusammenfassung

Ziel eines jeden Unternehmens ist die Fertigung der Produkte mit möglichst hoher Qualität und möglichst niedrigen Kosten zu den vom Kunden gewünschten Terminen. Eine Erhöhung der Lagerbestände mag auf den ersten Blick einer kostenoptimierten Fertigung widersprechen, jedoch ist der sinnvolle Einsatz von Lagerbeständen der Halbfertigteile und eine damit verbundene Entkopplung der einzelnen Prozessschritte hinsichtlich Stabilisierung und Optimierung der Fertigung nicht zu verneinen. Bei einer optimalen Größe der Lagerbestände und einer Optimierung der einzelnen entkoppelten Prozessschritte überwiegen die Vorteile im gesamten Fertigungsprozess gegenüber den Nachteilen der erhöhten Kapitalbindung und des erhöhten Platzbedarfes.