

Inhaltsverzeichnis

1.	Umfeld – organisatorische Rahmenbedingungen	2
2.	Anforderungen an die Steuerung mit Fortschrittszahlen.....	3
3.	Abgrenzung zu bestehenden Steuerungskonzepten	4
3.1	MRP (Material Requirement Planning)	4
3.2	Kanban	4
4.	Steuerung mit Fortschrittszahlen.....	5
4.1	Voraussetzungen für eine gesamtheitliche Steuerung.....	5
4.2	Wirkungsweise von Fortschrittszahlen.....	6
5.	Nutzen von Fortschrittszahlen	12

1. Umfeld – organisatorische Rahmenbedingungen

Der Markt, in dem sich die Zulieferunternehmen bewegen, erfordert ein kontinuierlich verbessertes Preis-/Leistungsverhältnis. Die Firmen sind somit gezwungen ihre Kosten drastisch zu senken und die Kapitalbindung zu verringern. Das heißt, durch den Zwang zur Reduzierung von Lagerbeständen muß die Serienproduktion am Bedarf ausgerichtet werden. Dies fällt den Zulieferbetrieben besonders schwer, da sie sich darüber hinaus auf ein ständig veränderndes Abrufverhalten der Kunden einstellen müssen. Die einzige Chance besteht darin, daß alle am Wertschöpfungsprozeß beteiligten Partner an den Unternehmenszielen ausgerichtet werden.

Durch die Übertragung von mehr Handlungsspielraum aber auch mehr Verantwortung in die Ausführungsebene, können komplexe Arbeitsinhalte von einzelnen Mitarbeitern bzw. Teams hinsichtlich Organisation und Ablauf autonom durchgeführt werden. Auf diesem Weg zur Bildung „fraktaler“ Unternehmen entstehen dezentrale Produktionsbereiche, die klare und umsetzbare Zielvereinbarungen benötigen. Innerhalb dieser Zielvereinbarungen können die Mitarbeiter alle zur Durchführung der gestellten Produktionsaufgabe notwendigen Entscheidungen selbständig treffen. Der dezentrale Produktionsbereich wird somit zum Unternehmen im Unternehmen mit verbesserter Reaktionsfähigkeit und weniger Koordinationsbedarf. Daher muß der Rechnereinsatz in den Unternehmen darauf abzielen, den Menschen nicht zu ersetzen, sondern seine Fähigkeiten zu verstärken.¹

¹ Prof. Dr.-Ing. Dr. H.c. Engelbert Westkämper
Geschäftsführender Leiter des Fraunhofer Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart
Wie werden dezentrale Bereiche marktorientiert koordiniert? (Eröffnungsvortrag beim Stuttgarter PPS-Seminar vom 2.Mai 1996)

2. Anforderungen an die Steuerung mit Fortschrittszahlen

Solche dezentralen Organisationsstrukturen in Umgebungen mit Serienfertigung erfordern ein Umdenken im Umgang mit dem Hilfsmittel ERP-System (Enterprise-Ressource-Planning). Die zentrale Disposition muß in diesem sehr dynamischen Umfeld die Funktion eines Frühwarnsystems übernehmen, das heißt: Weg von der konkreten Einplanung einzelner Maschinen, hin zur gesamtheitlichen Überwachung und Steuerung des Fertigungsprozesses vom Rohstoff bis zum Endprodukt. Die Steuerung, wann genau mit der Bearbeitung eines Teiles begonnen wird, obliegt dabei den einzelnen Segmenten selbst. Um trotzdem möglichst ohne Lagerbestand auszukommen, lautet die Forderung: Die einzelnen Produktionsbereiche sollen sich am Bedarf des Verursachers orientieren. Und das bedeutet letztlich, direkt am Kundenauftrag.

Zur Unterstützung dieser Aufgaben werden flexible Informationssysteme benötigt, deren Datenbasis möglichst immer aktuell und aussagekräftig sind; langwierige Planungsläufe werden zum Verhängnis für jene Organisationsformen. Das heißt, schnelle Datenweitergabe ist gefordert. Für diese Art der Organisation steht immer im Mittelpunkt, ob eine Sache bis zu einem bestimmten Zeitpunkt erledigt werden kann bzw. wird.

Das System sollte also jederzeit bei folgenden Fragestellungen unterstützen:

- Welche Abweichungen bestehen zwischen aktuellem Bedarf und derzeitigem Planungstand in den einzelnen Produktionsabteilungen? Hier ist es beispielsweise wichtig zu erfahren, wie hoch ist die absolute Abweichung, wieviel Prozent umfaßt eine Abweichung oder wie lange dauert eine Differenz an?
- Wurden die Abliefertermine eingehalten? Ist eine Rückstands- oder Vorlaufsituation eingetreten? Wie lange dauert die Vorlaufsituation an? Können aus der Abliefersituation in Zukunft Engpässe entstehen, und wo sind diese Engpässe zu erwarten?
- Überschreiten bestehende Bedarfsanforderungen die kapazitiven Schrankenwerte einzelner Produktionsbereiche? Um eventuellen Engpässen rechtzeitig entgegen zu steuern ist es hier ebenfalls notwendig zu wissen, wie hoch ist die absolute Differenz, wieviel Prozent umfaßt die Über- bzw. Unterlastung, und wie lange dauert die Abweichung an?
- Kann ein Zusatzbedarf grundsätzlich bis zu einem bestimmten Zeitpunkt befriedigt werden? Um diese Frage zu beantworten muß der Anwender Einblick darüber erhalten: Auf welcher Fertigungsstufe können Engpässe auftreten.

3. Abgrenzung zu bestehenden Steuerungskonzepten

Welche Steuerungsansätze werden heute vorwiegend in Unternehmen mit Serienfertigung angewendet.

3.1 MRP (Material Requirement Planning)

Die heute verbreiteten Anwendungssysteme arbeiten in der Serienfertigung meistens mit dem klassischen MRP-Ansatz. Dieses Steuerungskonzept geht grundsätzlich von einem zentralen und detaillierten Produktionsplan aus, der nach mehreren Arbeitsschritten - teilweise auch die Reservierung von Vormaterial - in sogenannte Fertigungsaufträge gebunden wird. Fertigungsaufträge sind dadurch charakterisiert, daß jeweils ein diskretes Termin-/Mengenpaar festgeschrieben wird. Doch, in dezentralen Organisationsstrukturen, in denen jeder Regelkreis selbstverantwortlich steuert, ist der zentrale Produktionsplan nicht gewünscht. Die konkreten Bedarfszahlen müssen direkt an die einzelnen Regelkreise gemeldet werden, damit die Verantwortlichen, falls notwendig, sie dort mit der bisherigen Planung vergleichen können. Wichtig ist es auch, daß das gesamte Bedarfsraster pro Verursacher sichtbar wird. Denn, über diskrete Fertigungsaufträge ist der Bedarfsverlauf entlang der Zeitachse kaum darstellbar. Die Steuerung vor Ort funktioniert in einem MRP-System nach dem Bring-Prinzip (Steuerimpuls durch die vorgelagerte Fertigungsstufe). Soll ein Unternehmen jedoch am Bedarf ausgerichtet werden, dann verhalten sich die einzelnen Produktionsstätten wie Kunden und Lieferanten. Dieses Hol-Prinzip (Steuerimpuls durch die nachgelagerte Fertigungsstufe) kann mit der Steuerungsphilosophie nicht abgebildet werden.

Im Inneren eines MRP-Systems, also bei der Materialdisposition, wird auf jeder Fertigungsstufe jeweils bis zum Nettobedarf aufgelöst. Die Formel 'Nettobedarf = Bruttobedarf - Lagerbestand - geplante Lagerzugänge' bietet zwar im Moment der Auflösung aussagekräftige Informationen, reagiert aber bei Veränderung der Eingangsparameter völlig inflexibel. Zum Beispiel können Lagerzu- und -abgänge nur über die Neuberechnung der Bedarfssituation eingearbeitet werden. Eine dynamische Bedarfsregulierung im Augenblick der Buchung ist nicht möglich. Das heißt, je häufiger die Parameter geändert werden, desto ungenauer werden die Informationen. In einer bedarfsorientierten Serienfertigung kann das zu fehlender Transparenz führen!

3.2 Kanban

Soll jeder Verbraucherort direkt an seinen Lieferanten den Bedarf signalisieren und damit das Material abziehen, so verwendet man heute gerne die Kanban-Steuerung. Diese, aus Japan importierte, Steuerungsform unterstützt eine dezentrale Organisation idealtypisch, da sie auf dem gewünschten Hol-Prinzip aufsetzt. Das Verfahren setzt keine zentrale Fertigungssteuerung voraus, die den einzelnen Abteilungen vorgibt, welche Stückzahlen zu produzieren sind. Hingegen wird hier vom Abnehmer im Bedarfsfall an den Lieferanten eine standardisierte Karte in der Regel zusammen mit dem Ladungsträger geschickt, so daß der Lieferant erkennt, daß er unmittelbar eine bestimmte Menge zu liefern hat.

Dieser effiziente Ansatz zur Steuerung einer Serienproduktion hat jedoch einen gravierenden Nachteil: Häufige Bedarfsschwankungen können bei Kanban nur über Lagerbestand ausgeglichen werden. Kanban justiert Bedarfsanpassungen nur über die Frequenz der Kartenrückgabe, da jeder Kanban-Auftrag auf eine bestimmte Stückzahl lautet. Von außen können zwar bei Bedarfserhöhungen vorausschauend zusätzliche Kanbankarten eingesteuert werden, aber diese müssen bei Bedarfsreduzierungen auch wieder aus dem Kreislauf entfernt werden. Der unbeliebte Lagerbestand und der zusätzliche Verwaltungsaufwand mindern, unter obigen Rahmenbedingungen, die Effizienz des Ansatzes enorm.

4. Steuerung mit Fortschrittszahlen

Genau da setzt das Fortschrittszahlenkonzept an! Fortschrittszahlen (FZ) wurden ursprünglich bei der Kommunikation zwischen Automobilhersteller und -zulieferer eingesetzt. Die Auftragsfortschrittzahl des Zulieferers beinhaltet hier beispielsweise pro Termin-/Mengenpaar die Summe der Auftragsmengen, die ab einem definierten Jahresanfang aufgelaufen ist. Wird dieses Verfahren mit weiteren signifikanten Größen, wie Lieferungen durchgeführt, so erhält man eine transparente Darstellung der Vorlauf-/Rückstandssituation bei dem in der Automobilindustrie typischen Lieferabrufgeschäft.

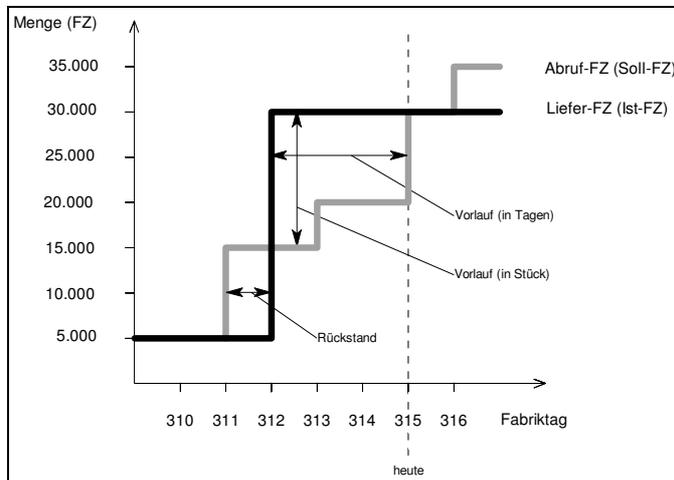


Abbildung 1: Fortschrittszahlen in der Auftragsbearbeitung

4.1 Voraussetzungen für eine gesamtheitliche Steuerung

In heutigen ERP-Systemen wird oftmals auf die klassische Trennung zwischen Stückliste und Arbeitsplan vertraut. Durch den Zwang der Produktionsbetriebe, die Fremdfertiger und Lieferanten enger an den Produktionsprozeß zu binden ist es jedoch erforderlich, den Gesamtprozeß logistisch einheitlich abzubilden.

Durch die starre Trennung zwischen Arbeit und Material geht teilweise die Übersicht verloren. Ist zum Beispiel die Fremdfertigung im Arbeitsgang versteckt, so ist es auf keinen Fall möglich, diese über die selben Informationsmasken darzustellen, wie das Material, das zu einem Prozeßschritt benötigt wird. Letztendlich aber entscheiden alle Faktoren über den Erfolg von logistischen Fertigungsprozessen. Deshalb müssen Stückliste und Arbeitsplan in eine Prozeßabbildung überführt werden.

Das Prinzip Fortschrittszahlen – von Dietmar Lohr

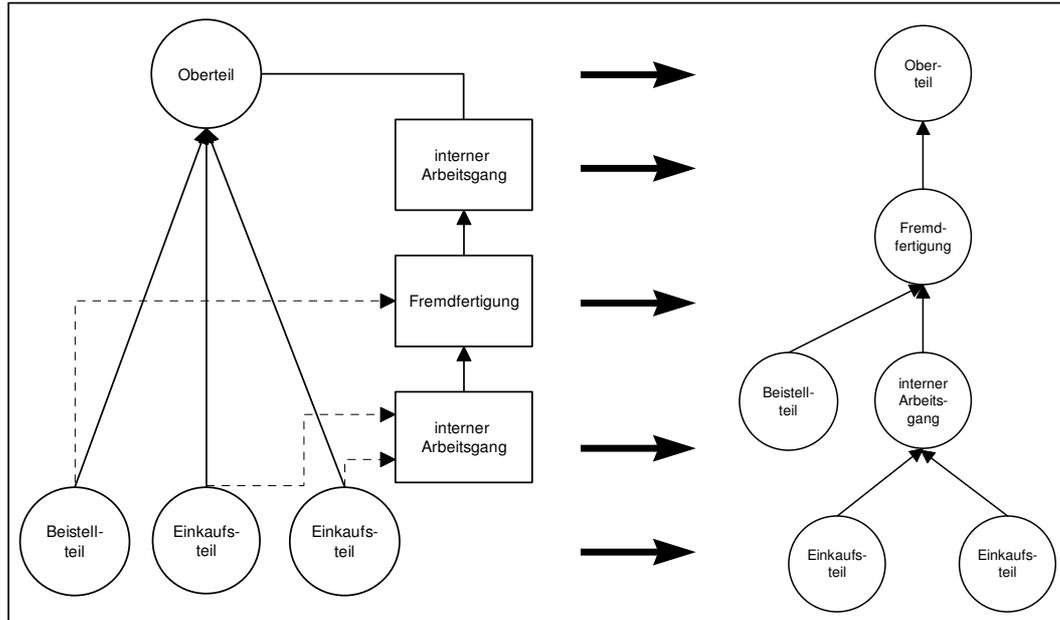


Abbildung 2: Prozeßabbildung

Die Knotenpunkte des Prozesses sind die Prozeßelemente. Abgrenzungskriterien werden durch den logistischen Fluß bestimmt und können klassische Teile genauso wie abgeschlossene Arbeitspakete sein. Der Feinheitsgrad muß im Einzelfall festgelegt werden.

4.2 Wirkungsweise von Fortschrittszahlen

Die Fortschrittszahl basiert auf der FIFO-Strategie (first in first out). Bei der FIFO-Strategie handelt es sich um eine Form der Lagersteuerung. Bei einer Auslagerung soll hier immer der zeitlich älteste Lagerbestand berücksichtigt werden. Die Fortschrittszahl ist somit eine Kennzahl, die diskrete Mengeninformationen mit der Zeitachse verbindet. In solch einem Umfeld kann - im Gegensatz zur Steuerung über diskrete Fertigungsaufträge - das komplette

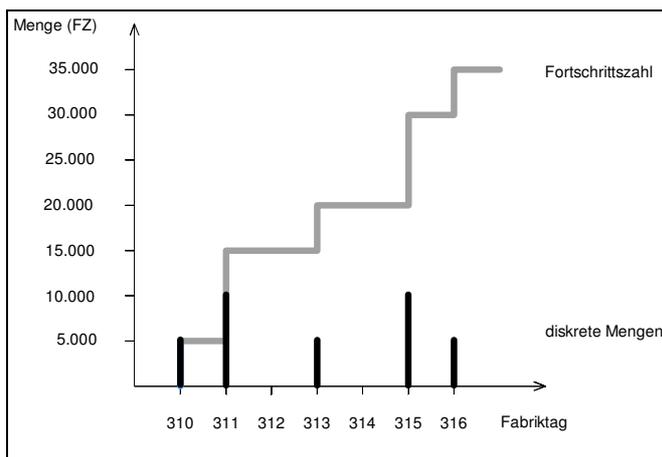


Abbildung 3: Diskrete Mengeninformation mit der Zeitachse verbunden

Termin-/Mengenraster pro Teil an das Fertigungssegment übergeben werden, so kann der Verantwortliche zukünftige Engpässe vorausschauend meistern. Die Fortschrittszahl eignet sich darüber hinaus ausgezeichnet für eine dezentrale Organisation, da sie ebenso wie der Kanban-Ansatz nach dem Hol-Prinzip arbeitet und zusätzlich vorausschauend die Anforderungen darstellt.

Sollen also Fortschrittszahlen für die gesamte logistische Steuerung eines Unternehmens, vom Rohstoff bis zum Endprodukt, eingesetzt werden, so sind pro Prozeßstufe verschiedene FZ-Regelkreise einzuführen.

Das Prinzip Fortschrittszahlen – von Dietmar Lohr

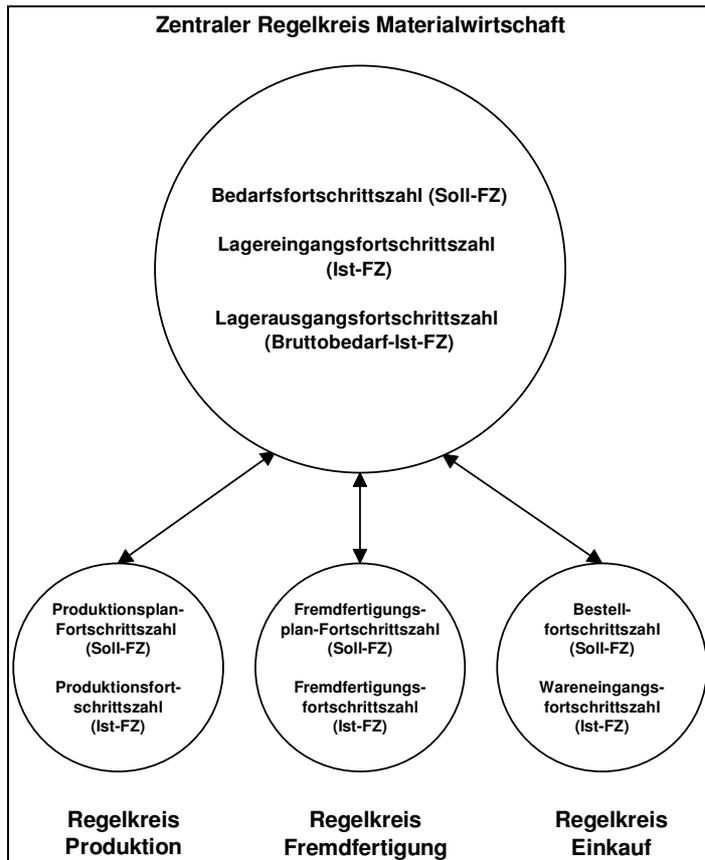


Abbildung 4: Fortschrittszahlen-Regelkreise

Die einzelnen Kreisläufe sind unabhängig voneinander, und gleichen sich intern selbst aus. Der zentrale Regelkreis Materialwirtschaft stellt die Gesamtsicht pro Prozeßelement dar und ist den Regelkreisen Produktion, Fremdfertigung und Einkauf hierarchisch übergeordnet. Er ist auch für den Austausch der Informationen über die einzelnen Prozeßstufen hinweg verantwortlich. Die Regelkreise Produktion, Fremdfertigung oder Einkauf übernehmen - je nachdem, ob ein Teil eigengefertigt, fremd gefertigt oder eingekauft wird - die Steuerung mit dem jeweiligen Verantwortungsbereich. Durch den Vergleich zwischen Soll-Fortschrittszahl und Ist-Fortschrittszahl kann dabei jederzeit der aktuell offene Bedarf angezeigt werden.

Jedoch ist es zwingend erforderlich, daß die einzelnen FZ-Regelkreise auf dem selben Stand der Information sind.

Ist dies der Fall, so können die offenen Termin-/Mengenpaare zwischen den Regelkreisen bequem ausgetauscht werden. Das Gesamtsystem kann immer aktuelle Informationen liefern, und zwar über alle Produktionsstufen hinweg.

Wie erfolgt der Fortschrittszahlenabgleich in diesem Szenario? Die Ausgangsbasen der jeweiligen Regelkreise müssen synchronisiert sein. Dies geschieht über die Ist-Fortschrittszahlen. Anhand des nachfolgenden Beispiels läßt sich der Sachverhalt geschickt erklären.

Exemplarisch wird angenommen, daß ein Produkt auf der einen Seite selbst produziert und auf der anderen Seite zum Ausgleich von Kapazitätsspitzen fremd gefertigt wird. In diesem Umfeld wirken zwei Rückmeldungen, eine aus der Fremdfertigung und eine aus der eigenen Produktion.

Ausgangssituation

Zentraler Regelkreis Materialwirtschaft

Lagerausgangsfortschrittszahl = Null

Lagereingangsfortschrittszahl = 1.500 Stück

Am Rande betrachtet: Der Lagerbestand ist 1.500 Stück, nämlich Lagereingangsfortschrittszahl minus Lagerausgangsfortschrittszahl.

Das Prinzip Fortschrittszahlen – von Dietmar Lohr

Termin-/Mengenpaare:

Fabriktag	Planmenge	Fortschrittszahl
310	1.000	2.500
312	500	3.000
314	1.000	4.000
315	500	4.500

Regelkreis Produktion

Als Rahmenbedingung wird angenommen, daß aufgrund der Auslastung an den einzelnen Tagen jeweils 500 Stück produziert werden können und die zusätzlichen Mengen in die Fremdfertigung gehen.

Produktionsfortschrittszahl = 1.000 Stück.

Das bedeutet, nach Übergabe der Termin-/Mengenpaare entsteht folgender Fortschrittszahlenverlauf:

Fabriktag	Planmenge	Fortschrittszahl
310	500	1.500
312	500	2.000
314	500	2.500
315	500	3.000

Regelkreis Fremdfertigung

Fremdfertigungsfortschrittszahl = 500 Stück

Für das Termin-/Mengenraster folgt:

Fabriktag	Planmenge	Fortschrittszahl
310	500	1.000
314	500	1.500

Das Prinzip Fortschrittszahlen – von Dietmar Lohr

Graphisch dargestellt ergibt sich folgendes Bild:

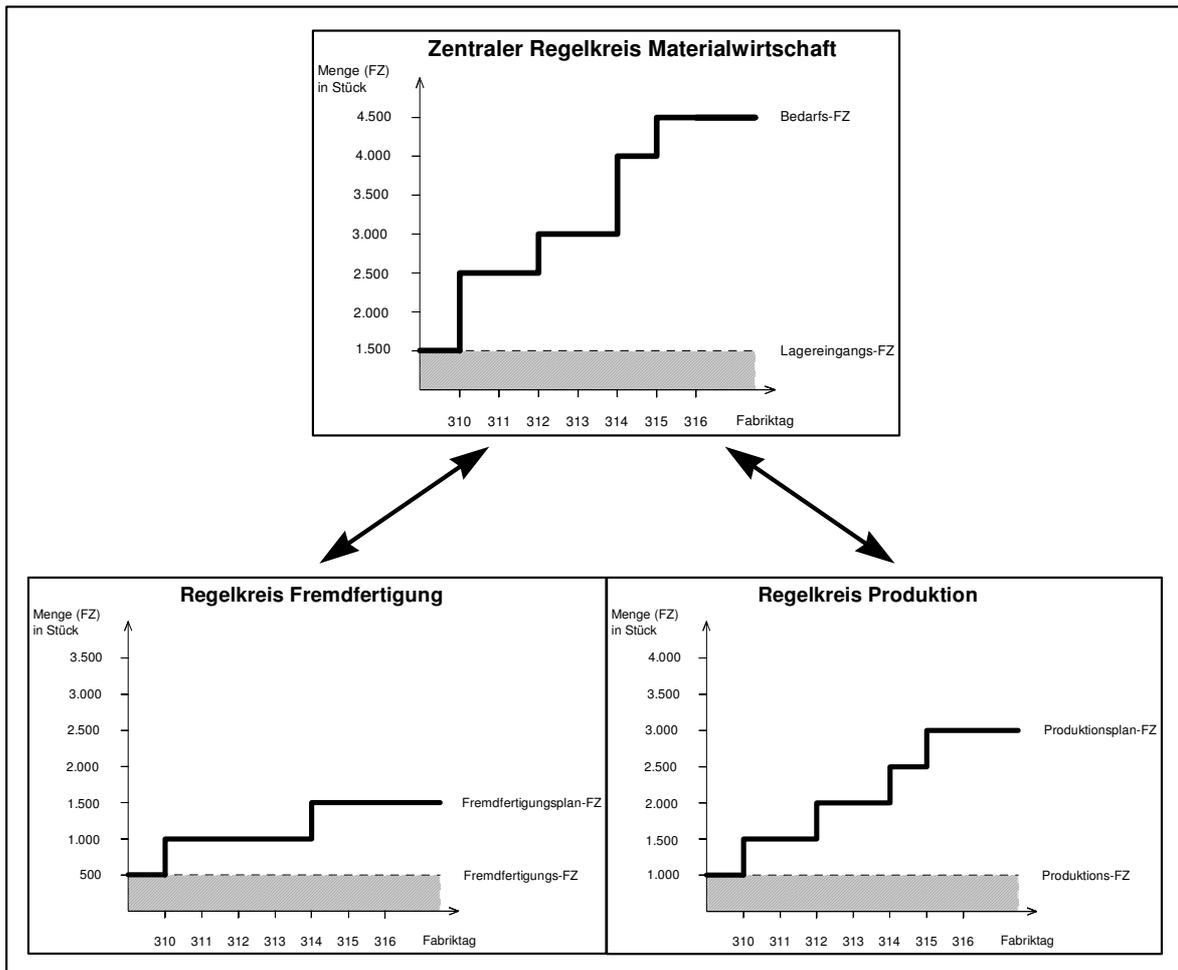


Abbildung 5: Ausgangssituation der Regelkreissteuerung

Die Ausgangssituation besagt:

In der Fremdfertigung sind zum Fabriktag 310 500 Stück offen. Und im Regelkreis Produktion gilt dasselbe. Somit weist der zentralen Regelkreis Materialwirtschaft eine offene Menge von 1.000 Stück aus.

Das Prinzip Fortschrittszahlen – von Dietmar Lohr

Rückmeldung Fremdfertigung

Aus der Fremdfertigung werden 500 Stück pünktlich zum Fabriktag 310 geliefert. Das ergibt dann für das Fortschrittszahlegefüge:

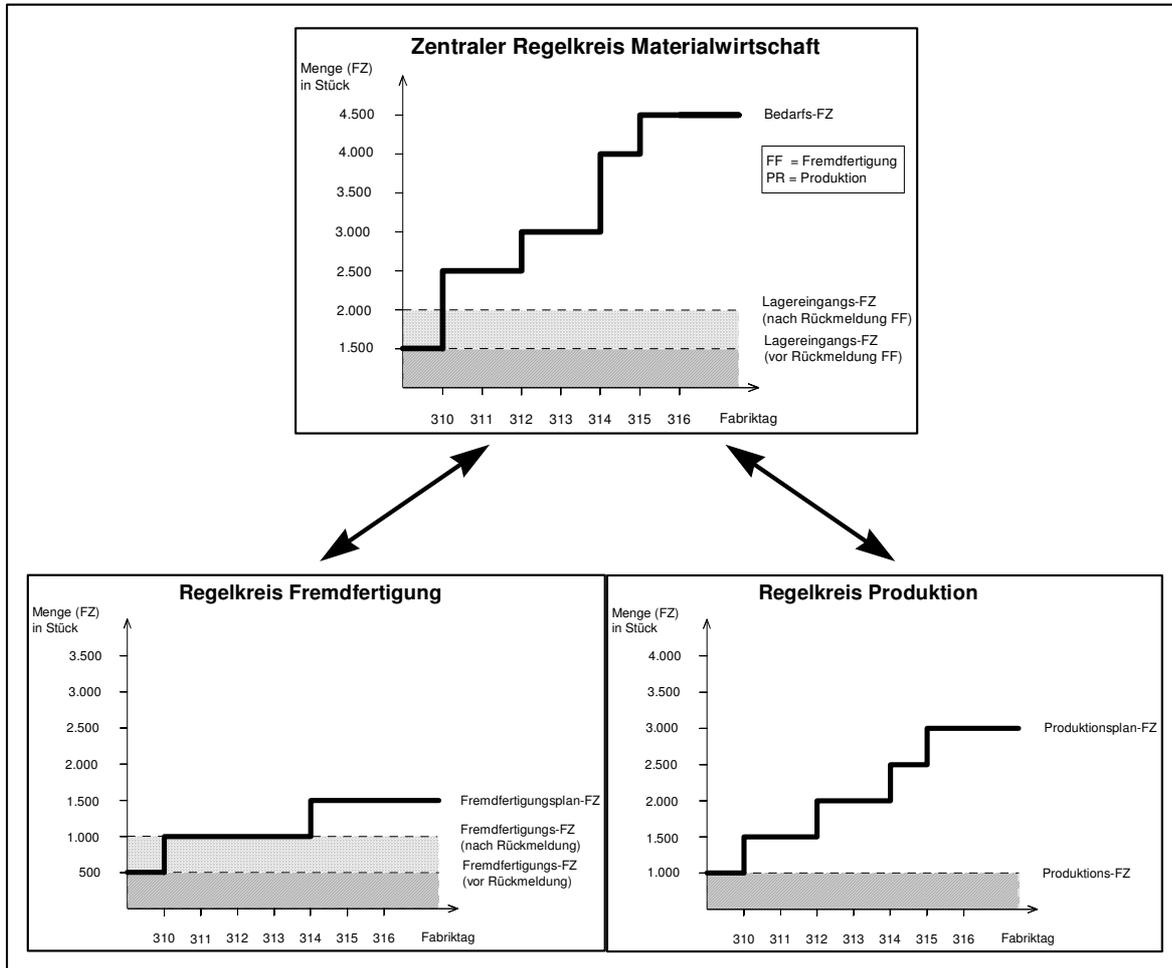


Abbildung 6: Rückmeldung von 500 Stück aus der Fremdfertigung

Der Regelkreis Fremdfertigung ist korrekt aktualisiert, denn der nächste offene Bedarfstermin ist am Termin 314. Der zentrale Regelkreis Materialwirtschaft weist noch eine offene Menge von 500 Stück am Fabriktag 310 aus, und man erkennt sofort, daß hier noch die Rückmeldung aus der Produktion fehlt.

Das Prinzip Fortschrittszahlen – von Dietmar Lohr

Rückmeldung Produktion

Aus der eigenen Produktion werden nur 250 Stück zum Fabriktag 310 abgeliefert. Die Regelkreise werden auf folgende Weise aktualisiert:

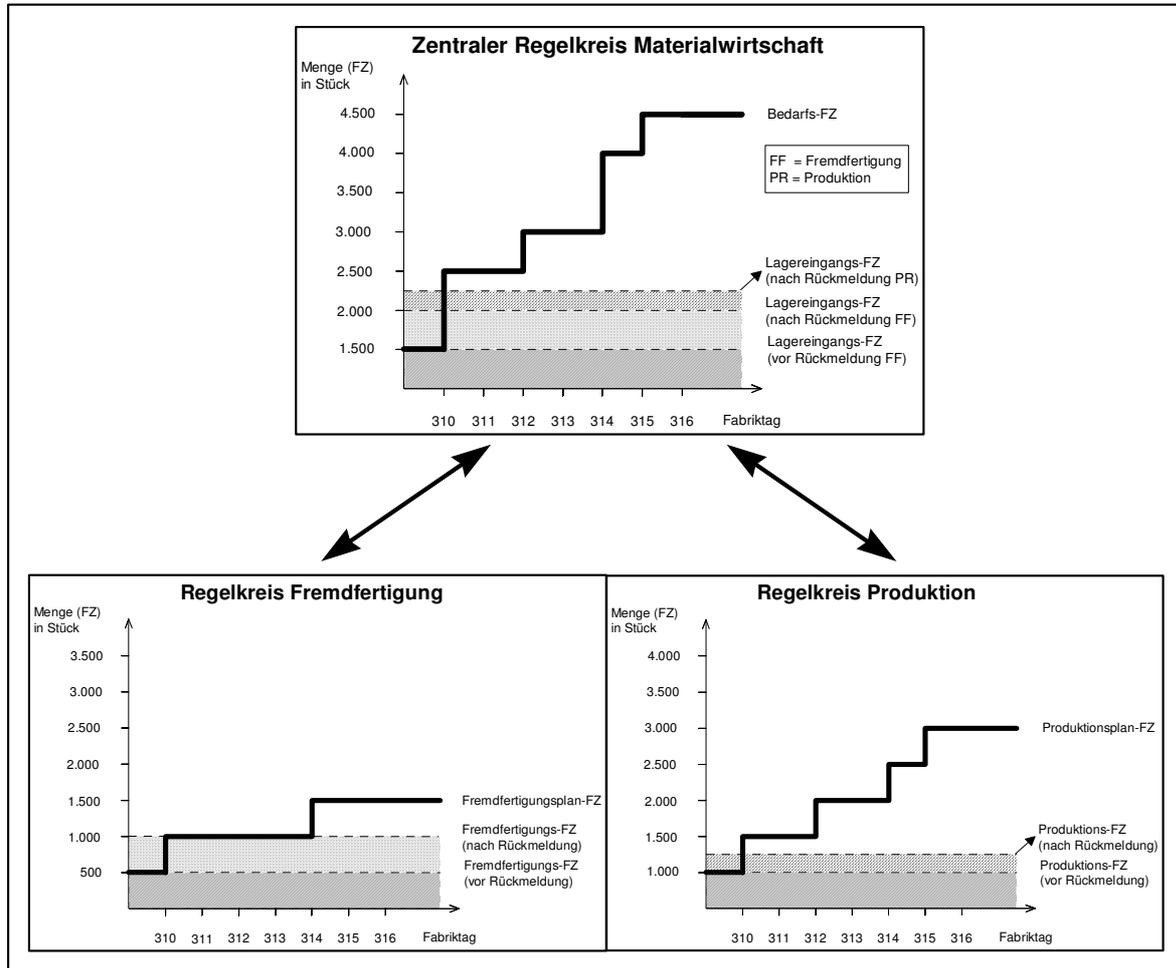


Abbildung 7: Rückmeldung von 250 Stück aus der Produktion

Im Regelkreis Produktion erkennt man sofort, daß 250 Stück fertig gemeldet sind, und daß deshalb noch 250 Stück fehlen. Im zentralen Regelkreis Materialwirtschaft wird durch die Erhöhung der Lagereingangsfortschrittszahl ebenfalls ein korrektes Ergebnis ausgewiesen. Sogar den aktuellen Lagerbestand kann man über die Fortschrittszahlen errechnen: Lagereingangsfortschrittszahl minus Lagerausgangsfortschrittszahl.

5. Nutzen von Fortschrittszahlen

Mit Hilfe der Wirkungsweise von Fortschrittszahlen können klassische PPS-Systeme ideal um Planungs- und Steuerungsfunktionen ergänzt werden, die eine bedarfsorientierte Serienfertigung effizient unterstützen. Herrscht im Unternehmen die Lager- und Steuerungsstrategie 'First in First out (FIFO)' vor, so kommen über die Verwendung von Fortschrittszahlen folgende Leistungsmerkmale zum Tragen:

- Die Fortschrittszahl verbindet diskrete Mengenangaben mit der Zeitachse, somit kann jederzeit der Verlauf von Bedarf und Deckung dargestellt werden.
- Durch die Einbeziehung von Erfahrungswerten (Kapazitätsschranken) kann in einem Fortschrittszahlensystem neben der Verantwortung auch die Leistungsgrenze der einzelnen selbstverantwortlichen Produktionsbereiche dynamisch visualisiert werden.
- Durch den Soll-Ist-Vergleich zweier bedingender Fortschrittszahlenreihen können, unter Berücksichtigung der Komponente Zeit, absolute und relative Differenzinformationen gewonnen werden.

Absolute Kenngrößen

- Über-/Unterdeckung in Mengeneinheiten (z.B. Stück)
- Über-/Unterdeckung in Zeiteinheiten (z.B. Tage)

Relative Kenngrößen

- Über-/Unterdeckung in Prozent (über die Zeitachse gewichtet)

- Mit Hilfe von regelmäßig durchgeführten Soll-Ist-Vergleichen zur Überwachung der einzelnen Produktionsbereiche, kann über Fortschrittszahlen die Liefertreue bewertet werden. Zum Beispiel läßt sich dann einfach feststellen, wann ein eventueller entstandener Rückstand abgearbeitet wurde.
- Hohe Transparenz der Bedarfssituation, da jederzeit der Brutto- und Nettobedarf verfügbar ist.
- Außerordentliche Aktualität des Bearbeitungsstandes im Unternehmen, da in einer Fortschrittszahlendisposition nicht jeweils eine Nettorechnung notwendig ist, um die ausstehenden, d.h. noch zu liefernden Mengen zu ermitteln.
- Schneller Informationsfluß über alle Produktionsstufen ist gewährleistet, da die einzelnen Fortschrittszahlen-Regelkreise immer auf dem aktuellen Stand der Information sind.