

Wirtschaftlichkeit durch flexibles Personalmanagement

Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Dangelmaier

Inhaltsverzeichnis

1	Flexibilität und Reagibilität	22
2	Reagibilität und Änderungen	23
3	Kurze Durchlaufzeiten und flexibles Personalmanagement	25
4	PPS-Systeme, flexibler Personal-/Kapazitätseinsatz und kürzeste Durchlaufzeiten	26
5	Kapazitäts- und Personalorientierte Bedarfsrechnung - eine Fallstudie	32
6	Schluss	37

1 Flexibilität und Reagibilität

Jedes Unternehmen ist in eine Wertschöpfungskette eingebunden, an deren Ende der Markt ständig für qualitative und quantitative Änderungen bei Produkten und Dienstleistungen sorgt. Ein Unternehmen muss sich diesen Änderungen stellen, muss flexibel sein. Doch reicht "flexibel" zu sein aus, oder greift dieses Wort, dieser Begriff viel zu kurz?

Betrachten wir eine Wertschöpfungskette, also das, was heute allgemein als Supply chain bezeichnet wird und in Wirklichkeit ein Supply Network ist: Mitglied in einer Supply chain ist langfristig nur dasjenige Unternehmen, das

- die an das Unternehmen weitergereichten Änderungen qualitativ und quantitativ auffangen kann
- selber keine Änderungen (z. B. durch Störungen, Unzulänglichkeiten usw.) generiert, die an in der Supply chain vorausgehende oder nachfolgende Unternehmen weitergegeben werden müssen und damit ein einmal gefundenes Gleichgewicht zerstören.
- den eigenen Transformationsprozess (Produktion, Lager, Transport) genauso wie den eigenen Anpassungsprozess so kostengünstig wie möglich gestalten kann.

Für diesen Sachverhalt sei der Begriff "Reagibilität" eingeführt:

Reagibilität ist die exogene oder endogene Fähigkeit eines Unternehmens oder Unternehmensbereiches, einen Fluss an Erzeugnissen ohne installierte Reserven und ohne Totzeit qualitativ und/oder quantitativ auf veränderte (Umwelt-) Vorgaben abzustellen.

Greifen wir den Faden mit der Supply chain wieder auf und schauen dabei weniger auf als aus einem Unternehmen heraus in die Umwelt hinein, so gilt:

Wirtschaftliches Produzieren erfordert ein Mindestmaß an Freiheit, den Unternehmensbereich, für den man verantwortlich ist, nach eigenen Maßstäben strukturell und verhaltensmäßig gestalten zu können. Dies verändert die Beziehungen nach aussen qualitativ und quantitativ. Dabei werden umso weniger Konflikte auftreten, desto reagibler die Lieferanten/Kunden und der eigene Verantwortungsbereich sind. **Reagibilität ist damit eine Voraussetzung für eine vertrauensvolle und zielorientierte Zusammenarbeit.**

2 Reagibilität und Änderungen

Um die vielfältigen Aspekte möglicher quantitativer und qualitativer Änderungen in Kategorien einteilen zu können, die vergleichbare Voraussetzungen und Massnahmen erfordern, sei ein Unternehmensmodell eingeführt (siehe Bild 1). Dieses Modell, das am Heinz Nixdorf Institut entwickelt und 1997 mit dem Deutschen Wissenschaftspreis Logistik ausgezeichnet wurde, vereint Merkmale gefärbter zeitbehafteter Stellen/Transitionsnetze mit Merkmalen der SADT-Methode: Materialien gehen von links in einen Transformationsprozess, Betriebsmittel treten von unten in den Prozess ein und auch an dieser Seite wieder aus. Ergebnisse verlassen den Transformationsprozess nach rechts. Diese Modellstruktur kann wie ein Stellen-/Transitionsnetz mit gefärbten Marken behaftet und mit Zeitmodellen (Fabrikkalendern) ergänzt werden.

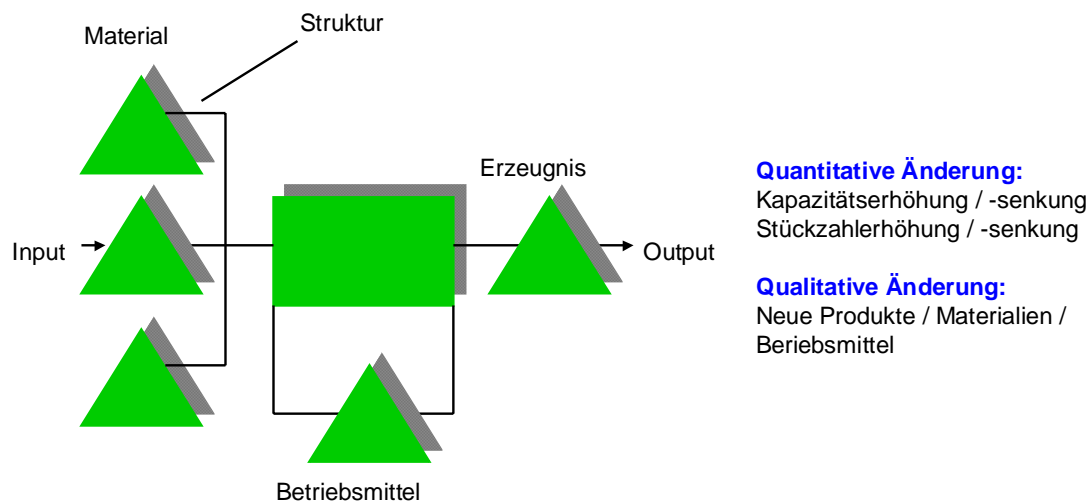


Bild 1: Unternehmensmodell

Quantitative Veränderungen sind ein Mehr oder Weniger an Stückzahlen im Sinne eines Bedarfs (Stückzahlerhöhung/-senkung) oder an Stückzahlen im Sinne von Restriktionen für Flüsse und Bestände (Verfügbarkeit von Material, Verfügbarkeit von Betriebsmitteln). Qualitative Änderungen liegen vor, wenn neue Produkte, Materialien und Betriebsmittel als "Marken" hinzugefügt, alte entfernt oder zumindestens relevante Eigenschaften geändert werden.

Betrachten wir zunächst die Stückzahlerhöhung. Diese lässt sich immer als ein Vorziehen einer zukünftigen Produktionsmenge in Richtung Gegenwart interpretieren. Der Kunde wartet, dass seiner Forderung sofort entsprochen wird. Diese kurze Reaktionszeit lässt sich nur durch

- einen hohen Bestand an Fertigprodukten bzw. Halbfabrikaten im Produktionsprozess erreichen. Eine hohe (Material-) Verfügbarkeit auf frühen Produktionsstufen kann ggf. durch alternative Materialien gewährleistet werden. Dieser Fall setzt die Wiederverwendbarkeit von Materialien bzw. Erzeugnissen, damit eine Standardisierung und die Entfernung von einem

rein kundenspezifischen Erzeugnis voraus. Genau dies wird aber immer weniger der Fall sein.

- eine hohe Verfügbarkeit an Betriebsmitteln erzielen. Dies bedeutet zunächst Reserve-Betriebsmittel oder zumindestens alternative Betriebsmittel. Auch hier setzt dies eine gewisse Standardisierung der Betriebsmittel voraus, also die Installation temporär nicht erforderlicher Leistungsmerkmale. Es entstehen in jedem Fall ungenutzte Kapazitäten, die zusätzliche Kosten verursachen. Eine zumindestens akzeptable Nutzung lässt sich dann nur über die Nutzung durch mehrere Produktherstellungsprozesse erzielen. Die Reaktionszeit wird über die Mehrfachnutzung nicht geringer, sondern grösser.
- kurze Durchlaufzeiten erreichen. Einige Möglichkeiten dazu sind
 - Die Umstellung von 1-Schicht- auf 3-Schichtbetrieb
 - Die Zusammenfassung von Produktionsstufen ("Komplettbearbeitung")
 - Die Abstimmung der verbleibenden Produktionsstufen
 - Die Integration der Kontrolle in den Produktionsprozess und das Vermeiden von Fehlern
 - Die Verwendung von Reserven für Änderungen und nicht für die Fehlerbehebung
 - Die möglichst späte Kundenspezifizierung.

Für alle diese Maßnahmen gelten keine Einschränkungen hinsichtlich der Produktindividualität und der Autonomie der Kunden. Sie erzeugen keine ungenutzten Reserven und können alle auch bei Einzelfertigung eingesetzt werden.

Genau dieselben Fragestellungen treten bei einer Stückzahlensenkung auf. Sie führt zu Beständen auf Produktionsstufen, die zeitlich vor der eingeräumten Reaktionszeit liegen (Verschrottung), sie erzwingt die Nutzung von Betriebsmitteln für andere Produkte, die nun ihrerseits vorgezogen werden müssen, und bewirkt so eine Produktion zu Kosten, die weit über dem kalkulierten und mit dem Kunden vereinbarten Betrag liegen. Nur eine kurze Durchlaufzeit kann - in Verbindung mit einer flexiblen Betriebsmittel- und Personalnutzung - auch hier ein Unternehmen vor diesen unangenehmen Effekten schützen.

Die vergleichbare Messgrösse für qualitative Änderungen ist "Time-to-Market". Hier sind sowohl der Entwicklungsprozess als auch der Aufbau der Produktionsfähigkeit zu nennen. Stichworte für den Produktionsbereich sind vor allem

- Verkürzung der Entwicklungszeit
- Wiederverwendung in unterschiedlichen Enderzeugnissen
- Wiederverwendung in aufeinanderfolgenden Produktgenerationen (Auslaufproblematik)
- Kundenspezifizierung so spät als möglich

Während für den Produktionsbereich

- Wiederverwendung von Prozessen und Betriebsmitteln
- Eindeutige Zuordnung Produkt - Prozess - Betriebsmittel
- Gezielter Zukauf von "Delta"
- NICHTS selberrichten (pay off - Zeit = 0!)

als Handlungsmaximen zu nennen sind.

3 Kurze Durchlaufzeiten und flexibles Personalmanagement

Effiziente Flexibilität bedeutet vor allem, das Potential, das in der Verkürzung von Zeitdauern steckt, vollständig zu nutzen. Das Aufbauen (und Bezahlen) von Reserven im Wertschöpfungsprozess ist hier nur kontra-produktiv. Kürzestmögliche Liefer- und Reaktionszeiten führen aber zu folgendem Szenario:

- Der Kunde gibt einen Liefertermin mit einer minimalen bzw. knapp bemessenen Lieferzeit vor.
- Alle Kunden haben dieselbe Erwartungshaltung: Der Lieferant hat den genannten Liefertermin zu akzeptieren, wenn er den Auftrag nicht verkürzen will. Der Lieferant hat selbstverständlich den Liefertermin zu halten, wenn er den Kunden nicht verlieren will, auch wenn er dadurch, dass sich alle Kunden so verhalten, in äusserste Kapazitätsprobleme geraten kann.
- Die Kunden sind nicht bereit, die Kosten dieser Flexibilität zu übernehmen. Vielmehr wird diese als Geschäftsgrundlage verstanden. Zu der Beschränkung, dass eine Maschine am Tag mit 24 Stunden und nur 7 Tage in der Woche eingesetzt werden kann, tritt aber bei Personalkapazitäten eine weitere Restriktion in den Vordergrund: Mit einem Mitarbeiter ist über einen längeren Zeitraum, z. B. ein Jahr, ein bestimmtes Kapazitätsangebot (Jahresarbeitszeit z. B. 1600 Stunden) vereinbart worden. Dies kann bei flexiblen Arbeitszeitmodellen zwar hin und her verschoben werden, stellt aber doch eine zu disponierende Beschränkung dar: Das Kapazitätsangebot eines Mitarbeiters, der z. B. unter anderem die Qualifikation "Angebotsbearbeitung" oder die Qualifikation "Herstellung komplizierter Teile" bereitstellt, darf nicht im ersten Halbjahr vollständig verbraucht werden, wenn dadurch im zweiten Halbjahr überhaupt kein Angebot mehr erstellt oder bestimmte Teile nicht mehr hergestellt werden können.

Ein Produktionsplanungs- und -steuerungssystem, das in der Lage ist, auf der Basis eines adäquaten Personalmanagements kürzeste Lieferzeiten und höchste Reagibilität zu garantieren, muss daher über die blosser Vereinbarung eines flexiblen Arbeitszeitmodells hinaus Verfahren enthalten, mit denen

- kurzfristig ein hinsichtlich der Qualität/Qualifikation und Quantität variabler Mitarbeiterinsatz zur Sicherstellung aller aktuellen Kunden-/Liefertermine vereinbart werden kann.
- langfristig ein auf einen prognostizierten Kundenauftragsverlauf hin optimiertes qualitatives und quantitatives Kapazitätsangebot gewährleistet ist (und dies bei der kurzfristigen Disposition berücksichtigen, sofern dort Spielräume bei der Art der Auftragsbearbeitung und/oder beim Mitarbeiterinsatz gegeben sind).
- in einem ständig fortgeschriebenen Vorgehen die mit den Mitarbeitern vereinbarten (Jahres-/ Monate- usw.) -Arbeitszeiten innerhalb gegebener Grenzen eingehalten werden.

Diese Verfahren sind in PPS-Systeme einzubetten, die von der Konzeption her in der Lage sind, die vom Wertschöpfungsprozess her kürzest möglichen Durchlaufzeiten auch tatsächlich zu erreichen. Bereits hier beginnen aber heute die Probleme:

Die hier geforderte Flexibilität und die aufgezeigten Möglichkeiten, diese zu erreichen, gehen von individuellen Produkten aus. Dies bedingt bedarfsorientierte Dispositionsverfahren. Genau diese Systeme erfüllen die hier aufgestellte Grundforderung einer kürzestmöglichen Durchlaufzeit völlig unzureichend. Sie sind auch völlig ungeeignet, als Praxis eines flexiblen Personalmanagements zu dienen. Dies soll im folgenden näher beleuchtet werden.

4 PPS-Systeme, flexibler Personal-/Kapazitätseinsatz und kürzeste Durchlaufzeiten

Als erstes ist auf die in PPS-Systemen verwendeten Zeitmodelle hinzuweisen. Viel zu oft wird - z. B. mit der Begründung, dass die Mengenplanung nur einen groben Rahmen vorzugeben hat und die anschließende Terminplanung die geforderte Präzisierung problemlos leisten kann - eine vergleichsweise grobe Zeiteinheit (z. B. eine Woche) gewählt. Da aber jeder Auftragseingang nur zu Beginn einer Zeiteinheit eingeplant werden kann und die minimale Durchlaufzeit das Produkt aus der Anzahl der Produktionsstufen und der gewählten Zeiteinheit ist, werden hier die Weichen in Richtung auf eine Durchlaufzeit gestellt, die mit dem tatsächlichen Wertschöpfungsprozess nichts zu tun hat. Bild 2 zeigt diesen Sachverhalt.

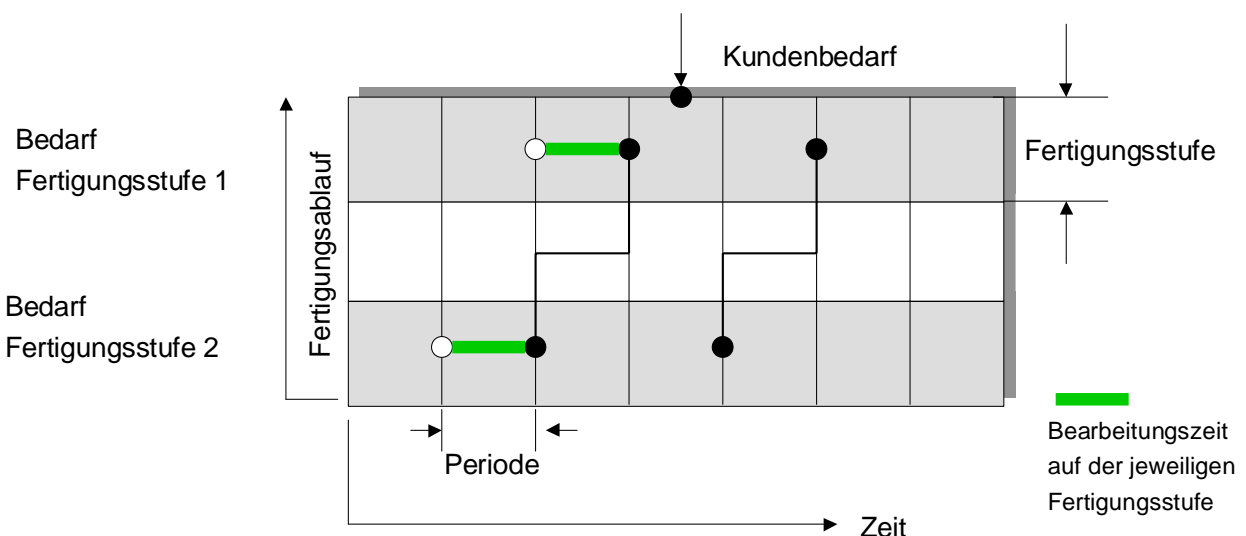


Bild 2: Zeiteinheit und Durchlaufzeit

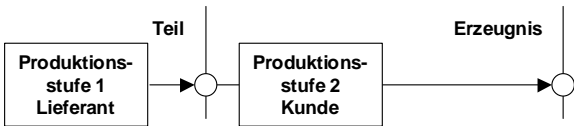
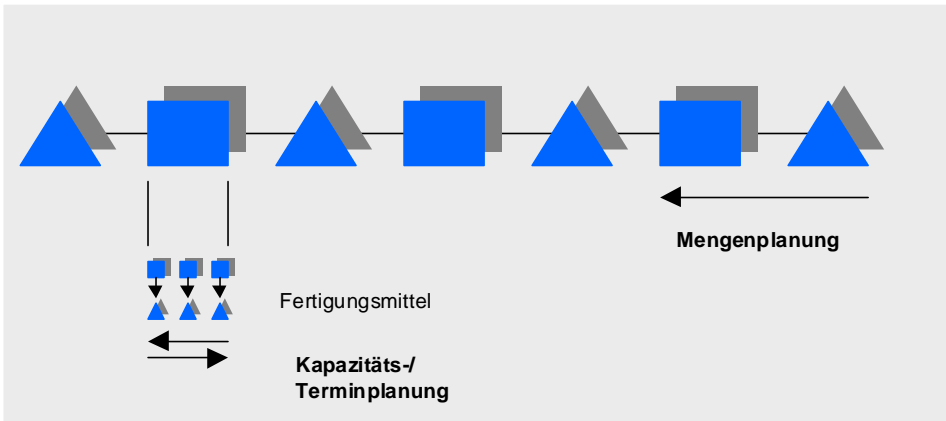
Als zweites ist die Planungslogik von PPS-Systemen zu hinterfragen: Das Herzstück einer bedarfsorientierten Disposition, die Sekundärbedarfsplanung, arbeitet mit festen Vorlaufzeiten, die auf einen bestimmten Auslastungsgrad hin ausgelegt sind. Damit wird ausgehend vom Primärbedarf des Kunden über dessen Vorlaufzeit der Sekundärbedarf an den (die) Lieferanten berechnet. Dieser Sekundärbedarf (Bruttobedarf) stellt den (rechnerisch) frühest möglichen Beginn der Fertigung beim Kunden dar, der späteste mögliche Termin für die Beendigung der Fertigung des Kunden ist dessen eigener Primärbedarf. Die Vorlaufzeit des Kunden ist aber keinesfalls die über dessen Fertigungsschritte (Arbeitsvorgänge; ggf. nur 1 Arbeitsvorgang) summierte Fertigungszeit. Vielmehr enthält die Vorlaufzeit neben anderem (erhebliche) Zeitanteile zur Berücksichtigung des folgenden Sachverhalts: Der Fluss in der Prozesskette des Kunden ist durch die Kapazitäten der Betriebsmittel, die in diese Prozesskette installiert sind, begrenzt. Sind zu einem bestimmten Zeitpunkt, verursacht durch eine entsprechende Primärbedarfssituation, vergleichsweise viele Aufträge zu bewältigen (und über die Verkettung der Engpässe zu schleusen), dann werden sich lange Durchlaufzeiten einstellen, da sich jeder Auftrag für jeden Arbeitsvorgang in Warteschlangen einreihen muss. Liegen vergleichsweise wenige Aufträge vor, dann ist die Konkurrenzsituation entschärft und die Durchlaufzeiten werden sich entsprechend der verkürzten Wartezeiten in den Warteschlangen reduzieren. Prof. Wiendahl hat diesen Sachverhalt mit seinem Trichtermodell hervorragend gezeigt.

Als Konsequenz für die Vorlaufzeit lassen sich ableiten:

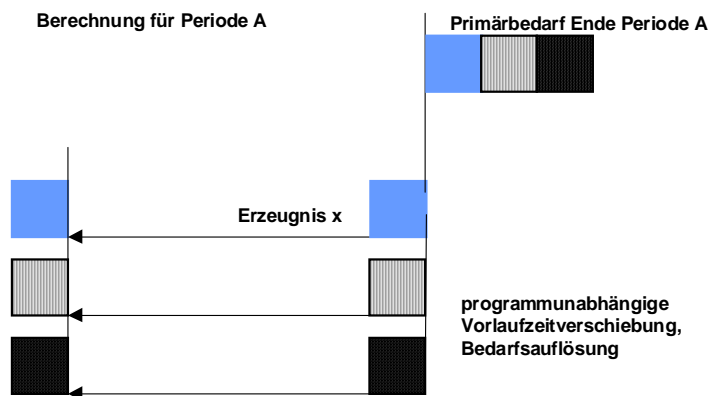
- Die konstante Vorlaufzeit in der Sekundärbedarfsrechnung impliziert eine konstante Auslastungssituation (Quotient Auftragsvolumen / Kapazitätsangebot). Nur für diese Auslastungssituation ist der dem Lieferanten genannte Termin auch termingerecht für die Produktion beim Kunden. Konstante Vorlaufzeit und variables Auftragsvolumen implizieren daher einen variablen Kapazitätseinsatz.
- Variables Auftragsvolumen und konstanter Kapazitätseinsatz bedingen eine variable Vorlaufzeit.

Werden bei variabler Auslastungssituation und konstantem Kapazitätseinsatz konstante Vorlaufzeiten verwendet - und das ist heute immer noch die Regel - dann kann bei hoher Auslastung eine Verfügbarkeit nur dann garantiert werden, wenn die konstante Vorlaufzeit über die obigen Annahmen hinaus zusätzlich auch auf diese hohe Auslastung ausgelegt wird. Eine angestrebte Verfügbarkeit von 99 % bedeutet dann aber auch eine in 99 % der Fälle überdimensionierte Vorlaufzeit - bei normaler und niedriger Auslastung liefert der Lieferant viel zu früh. Die immer wieder festgestellten 98 % Liegezeit bei nur 2 % reiner Bearbeitungszeit werden durch diesen Sachverhalt von PPS-Systemen, die nach dem MRP II-Prinzip aufgebaut sind, aktiv mit verursacht (siehe Bild 4).

Ziel: Garantie der Materialverfügbarkeit
Voraussetzung: Kunde bestellt außerhalb Wiederbeschaffungszeit



Sekundärbedarfsplanung:
Rückwärtsbetrachtung mit fester Vorlaufzeit



Kapazitäts-/Terminplanung:
Vorwärtsbetrachtung für eine Produktionsstufe

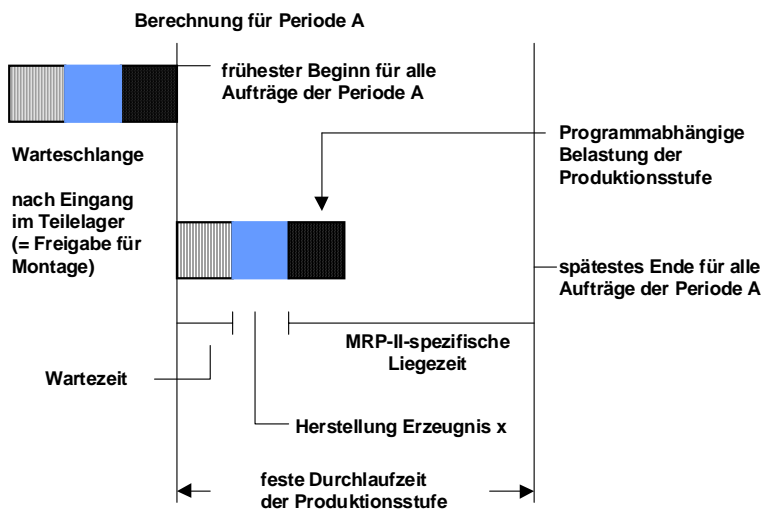
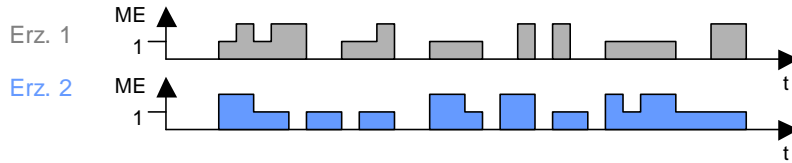
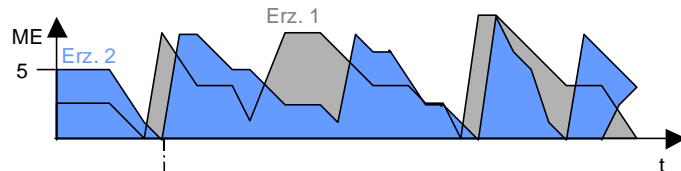


Bild 3: Vorgehensweise konventionelle PPS-Systeme

Verlauf Primärbedarf Kunde



Planbestand in der Sekundärbedarfsrechnung Warenausgangslager Kunde
Losgröße 8 ME; Bestellpunktverfahren mit Mindestbestand = 0



Planbestand in der Sekundärbedarfsrechnung Warenausgangslager Lieferant
Bestellung bei Bedarf; Losgröße 8 ME

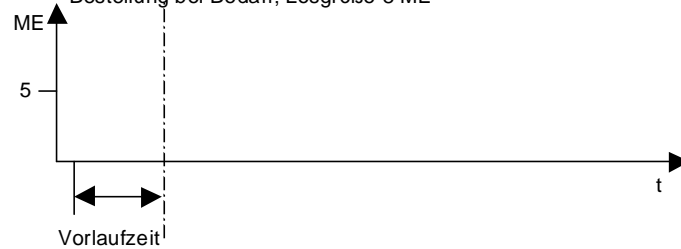
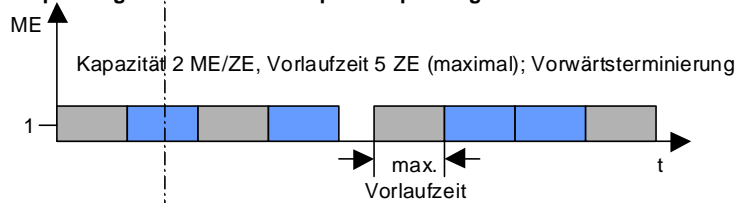
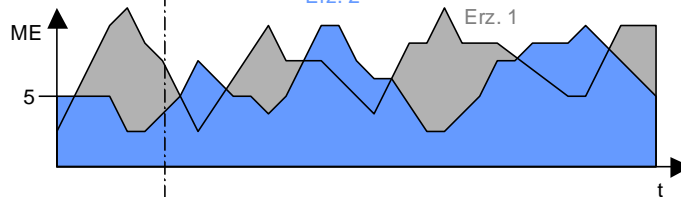


Bild 4a: Geplanter Bestandsverlauf bei MRP II-Vorgehensweise

Terminliche Einplanung im Rahmen der Kapazitätsplanung



Tatsächlicher Bestandsverlauf aufgrund von Bedarf und Kapazitätsplanung Warenausgangslager Kunde



Planbestand aufgrund von Lagerzugang aus Sekundärbedarfsplanung und Lagerabgang aus Kapazitätsplanung Warenausgangslager Lieferant

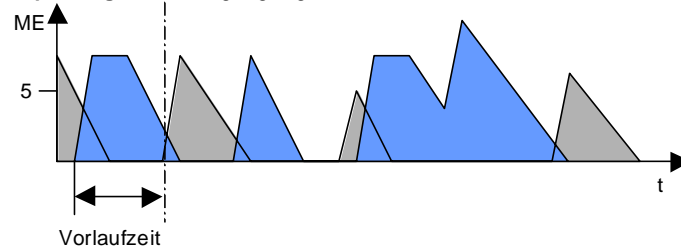


Bild 4b: Tatsächlicher Bestandsverlauf bei MRP II-Vorgehensweise

Die Auswirkungen an einem Beispiel zeigt Bild 4. Besonders deutlich wird, dass alle Planbestände in der Sekundärbedarfsplanung, die ja auch zur Auftrags- und Losgrößenbildung herangezogen werden, schlicht fiktiv sind.

Die Vorlaufzeit ist oft ein Kompromiss, schon weil man gar nicht weiss, wie sie eigentlich dimensioniert werden müsste. Kommt dann noch das Argument, dass die Gesamtdurchlaufzeit durch die Prozesskette sich aus dem Produkt von Anzahl Produktionsstufen und Vorlaufzeit berechnet und durch eine nachgeschaltete Durchlaufterminierung, Auftragsfreigabe und Belegung nicht mehr beeinflusst werden kann, dann wird man versuchen, die Vorlaufzeit wieder nach unten zu drücken. Der Verzug im Falle hoher Auslastungen ist vorprogrammiert.

Damit gelangen wir zu einer Disposition unter Kapazitätsrestriktionen, also dem, was moderne Supply chain management-Systeme leisten oder zumindestens vorgeben zu leisten. Aber auch hier ist eine Fallunterscheidung vorzunehmen:

Fall 1: Man geht von gegebenen Kapazitäten sowie variablen Durchlaufzeiten aus und rechnet vorwärts

Das ist genau das, was OPT seit 20 Jahren leistet. Das Ergebnis ist: Die Betriebsmittel werden immer lückenlos gefüllt, der Primärbedarf des Kunden wird nur zufällig termingerecht bedient. Termingerechte Belieferung bedeutet auch hier einen hohen Fertigwarenbestand, wenn man dem Kunden nicht einfach seine Ware auf den Hof und die Rechnung stellen kann.

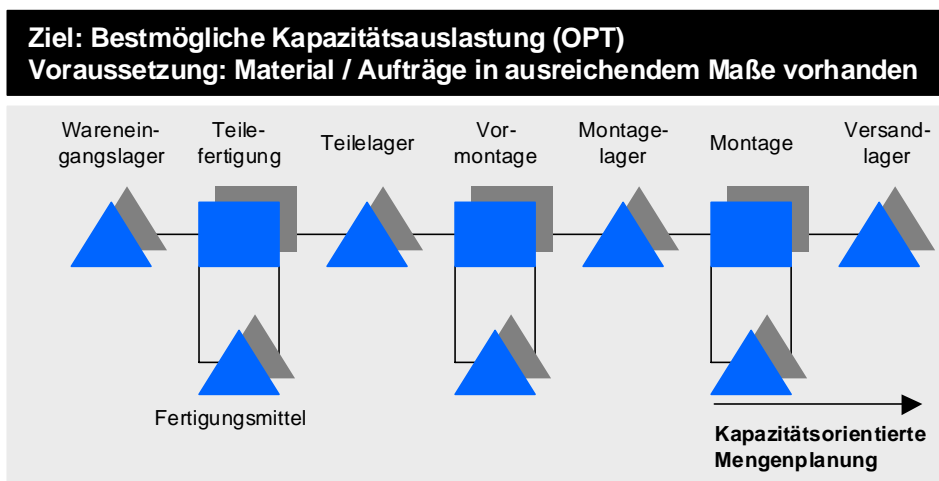


Bild 5: Vorwärtsrechnung mit begrenzter Kapazität

Fall 2: Man geht von gegebenen Kapazitäten sowie variablen Durchlaufzeiten aus und rechnet rückwärts

Die Termine des Primärbedarfs werden gehalten, alle Termine sind späteste Termine. Bei geringer Auftragsauslastung entstehen nicht genutzte Kapazitäten, bei hoher Auslastung ergeben sich zwangsläufig Kollisionen mit der Heute-Linie, die ebenso zwangsläufig zu Fall 1 führen.

Bild 6 zeigt die Vorgehensweise nach Fall 2. Der Primärbedarf wird in einer Warteschlange gespeichert. Anschließend werden Lose gebildet und die Betriebsmittel belegt.

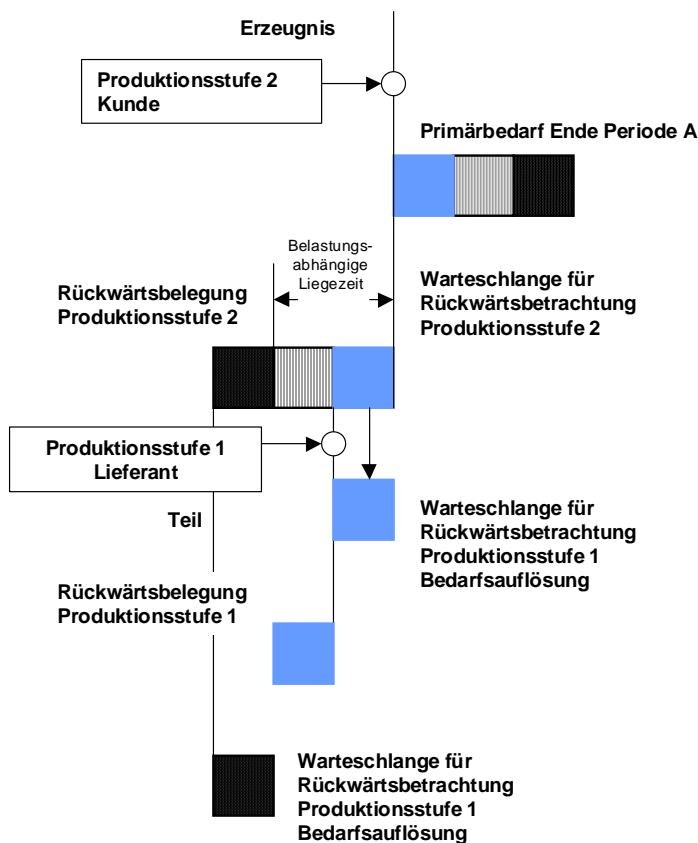
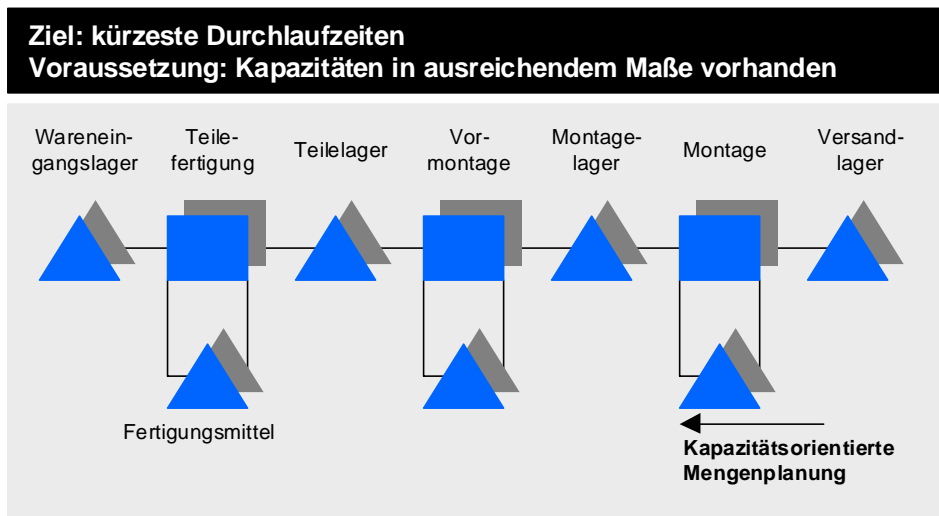


Bild 6: Bedarfsorientierte Disposition unter Kapazitätsgrenzen - Rückwärtsrechnung

Auch hier verursacht die endliche Betriebsmittelkapazität Liegezeiten; da sie sich aber am Einzelfall orientieren und nicht wie beim konventionellen Vorgehen auf den Maximalfall ausgelegt sind, kann über die einzelnen Produktions-

stufen eine "Quasi Fließfertigung" erreicht werden. Nur so kann die Quadratmeter des Kreises annähernd gelingen, nämlich auf jeden Fall

- genügend Personal vorzuhalten, um die Kundentermine zu halten
- auf keinen Fall zuviel Personal vorzuhalten, um die Kundenpreise zu halten.

Im folgenden wird ein geeignetes Planungsinstrumentarium an einem Praxisfall demonstriert.

5 Kapazitäts- und Personalorientierte Bedarfsrechnung - eine Fallstudie

Ein bedeutender Automobilzulieferer will für seine Bremsenfertigung (Brems-sättel) eine kapazitätsorientierte Bedarfsrechnung einführen. Auslöser ist die Forderung der Unternehmensleitung, die Stückzahlen bis in drei Jahren zu verdoppeln. Dabei dürfen keine Investitionen in zusätzliche Flächen getätigt werden. Daher müssen über Bestandssenkungen Flächen für Betriebsmittel gewonnen werden.

Die betrachtete Bremsenfertigung ist ein Betrieb mit ca. 600 Mitarbeitern. Im Dreischichtbetrieb werden in einem 4-stufigen Prozess (Räumen, spanende Bearbeitung, Galvanik, Montage) ca. 100 unterschiedliche Produkte in Grossserie gefertigt. Die Produkte sind kundenspezifisch, aber einmal definiert, werden sie als quasi-Standardprodukte ohne weitere Spezifikationen vom Kunden abgerufen. Die Erzeugnisstruktur ist vergleichsweise einfach, der Montageprozess einstufig. Es werden lediglich die beiden Hauptteile Gehäuse und Halter selbst gefertigt. Alle anderen Teile werden für die Montage zugekauft. Die Auftragsauslösung erfolgt über Rahmenaufträge, Bedarfsvorausschauen und Abrufe. Der Termin des Abrufs bestimmt den Auftrag. Minder-mengen werden genauso wie Überlieferungen bei der nächsten Bestellung verrechnet. Damit ist keine separate Auftragsnummer erforderlich: Als Auftragsidentifikation sind Sachnummer und Termin völlig ausreichend, es gibt keine Mahnungen oder einen Auftragsabschluss nach einer bestimmten Stückzahl.

Die Fertigung ist als 4-stufige Linienfertigung organisiert. Ausweichmöglichkeiten bestehen innerhalb einer Prozessstufe; die Rüstzeiten - die über Rüstzeitmatrizen berücksichtigt werden - sind teilweise extrem hoch. Die Taktzeit einer einzelnen Linie ist von den Produkten unabhängig. Der Materialfluss ist unidirektional, ein Rücktransport von Erzeugnissen auf frühere Produktionsstufen ist ausgeschlossen (keine Schleifen im Materialfluss). Auf den einzelnen Stufen sind 8 Rämmaschinen, 10 Bearbeitungszentren, 2 Galvanik- und 10 Montagelinien zu verplanen. Die Montagelinien sind in ihrem Output durch die Anzahl der Montageteams begrenzt. Die Montageteams werden für die gesamte Produktionsstufe "Montage" bereitgestellt.

Als kleinste Zeiteinheit wird nach langer Diskussion die Schicht festgelegt. Hauptgrund für den Verzicht auf eine detailliertere Aussage ist die Begren-

zung der Rückmeldegenauigkeit: Es soll nur am Ende der Schicht der aktuelle Zustand erfasst werden. Die Schicht ist aber auch der Planungszyklus: Zwischen den Schichten wird ein aktualisierter Plan erstellt. Innerhalb der Schicht soll lediglich eine Reihenfolge angegeben werden. Minimale Gesamtdurchlaufzeit sind damit 4 Schichten.

Ziel sind minimale Bestände und kürzeste Durchlaufzeiten. Die Planungsergebnisse müssen eine rechtzeitige Anpassung der Personalkapazitäten an die aktuelle Bedarfssituation ermöglichen.

Als Beispiel für die programmtechnische Lösung zeigt Bild 7 einen Bremsattel, der auf zwei verschiedenen Montagelinien gefertigt werden kann und aus einem Gehäuse und einem Halter besteht. Gehäuse und Halter durchlaufen ihrerseits die Galvanik und benötigen ihrerseits wieder Material.

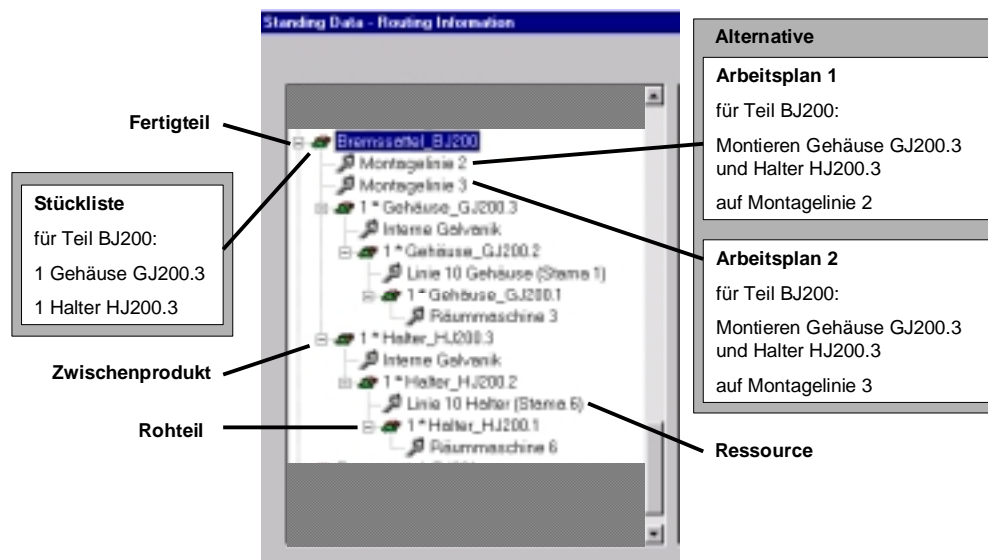


Bild 7: Ablaufstruktur „Bremsattel“

Im einzelnen werden folgende Daten erfasst:

- Die Strukturdaten bestimmen Ressourcen und Prozesse und definieren deren Topologie.
 - Die Produktionsstufen legen die Grobstruktur fest
 - Linien/Maschinen und Teams werden über eine Reihe von Attributen beschrieben. Insbesondere gehören dazu die Taktzeit, die Kapazität und die durchschnittliche Zuverlässigkeit für die Belegungsplanung und die Bestimmung von Kennzahlen.
 - Materialien (Erzeugnis, Zwischenerzeugnis und Rohmaterial) und ihre Zusammenhänge (Materialverwendung) bilden die Feinstruktur. Sie wird benutzt, um aus Plandaten einer Produktionsstufe Angebote für vorgelegerte und Bedarfe für nachgelagerte Stufen (Richtung Rohmaterial) zu berechnen.
- Die Zeitdaten bestimmen das Verhalten des Modells in einer dynamischen Betrachtung.
 - Für die Planung wird ein Zeitmodell (Schichtmodelle mit beliebiger Schichtzahl und -länge) hinterlegt.

- Die Takt- und Umrüstzeiten der einzelnen Prozesse werden zur Belegungsplanung und zur damit verbundenen Kapazitätsberechnung benutzt.

Damit lässt sich z. B. das in Bild 8 gezeigte Modell eines Produktionsnetzwerks aufbauen. Dieses Modell ist damit aber nicht nur eine statische Struktur wie eine Stückliste oder ein Arbeitsplan. Vielmehr kann wie in einem Petri-Netz jederzeit der aktuelle Zustand des Produktionsnetzwerks über den Zustand der einzelnen Modellbausteine angegeben werden.

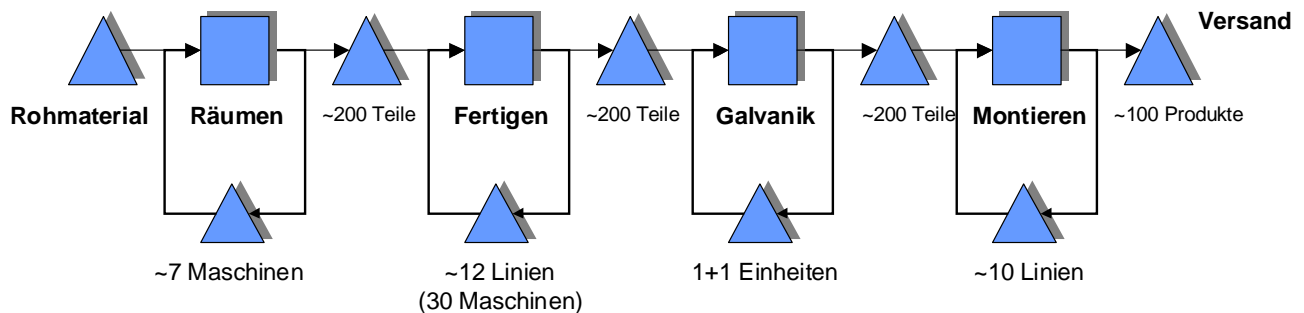


Bild 8: Logistik-/Produktionsnetzwerk (Beispiel)

Die Aktualität dieses Zustands wird im wesentlichen durch eine detaillierte Bestandserfassung (mit Nacharbeit, Ausschuss, gesperrt) gewährleistet. Auch Um- und Rückbuchungen können behandelt werden.

Betrachtet man Bild 10, so ist das Erzeugnis der zentrale Punkt eines Kunden-Lieferanten-Prinzips. Auf die rechte Seite des Erzeugnis-Dreiecks zielen als Bruttobedarfe die einzelnen Kundenaufträge, die so für die vorhergehende Produktionsstufe die spätest möglichen Liefertermine setzen. Unter Berücksichtigung der aktuellen Erzeugnisbestände erhält man an der linken Seite Nettobedarfe, die für die jetzt anschließende Belegung die spätesten Liefertermine aus Erzeugnissicht darstellen. Zusätzliche Randbedingungen ergeben sich aus der Verfügbarkeit der Betriebsmittel, hier Team und Linie/Maschine. Eine Losgrößen- und damit Auftragsbildung für die interne Optimierung der Produktionsstufe sollte vor allem die Gegebenheiten auf Betriebsmittelseite in den Vordergrund stellen (Auftragsbildung über ganze Schichten oder ganze Transportbehälter, Kapazitätskonkurrenz/-verfügbarkeit, Rüstintervalle, ausgeglichene Belastung usw.) und weniger fiktive Größen wie die Bestelllosgröße oder den Bestellzyklus favorisieren. Auf jeder Produktionsstufe sind darüber hinaus Alternativmaterialien und Alternativbetriebsmittel zu berücksichtigen. Aus dieser Belegung können über die Bearbeitungsdauer und unter Beachtung der Fertigungscharakteristika die Beginntermine berechnet werden, die jetzt über eine einstufige Stücklistenauflösung in Bruttobedarf für die vorhergehende Produktionsstufe aufgelöst werden.

Die Abarbeitung der Produktionsstufen erfolgt grundsätzlich rückwärts; innerhalb einer Produktionsstufe muss jedoch zur Berücksichtigung der Istbestände zunächst eine in die Zukunft gerichtete Planung durchgeführt werden. Je Schicht werden Erzeugnisse ermittelt, für die am Ende der Schicht der Bestellpunkt erreicht wird. Diese Erzeugnisse werden mit einer einstellbaren Losgröße (Vorgriffshorizont) probeweise auf alle möglichen

Betriebsmittel (Linien) eingelastet. Über eine Bewertung wird für die wichtigste Einlastung Erzeugnis, Linie/Maschine und Team bestimmt. Die Einplanung schreitet fort, bis entweder alle Erzeugnisse berücksichtigt oder in der betrachteten Schicht alle Kapazitäten verplant sind. Dann wird zur nächsten Schicht geschaltet. Nach der Vorwärtsbearbeitung des Horizonts einer Produktionsstufe (lückenlose Belegung der Linien/Maschinen) wird eine Rückwärtsbetrachtung vorgenommen, bei der alle Aufträge auf den spätest möglichen Termin gezogen werden (Entstehen von nicht genutzten Kapazitäten). Mit diesen Ergebnissen wird eine Bedarfsauflösung vorgenommen.

Bild 9 zeigt beispielhaft die Ergebnisse einer derartigen Belegung für eine Montagelinie.

DPS Montagelinie 3 Starting Week 1999 Week 33 assembly Plan															
File Display	Wk	Th	Th	Th	Fr	Fr	Fr	Sa	Sa	Sa	Su	Su	Mo	Mo	
Bremssattel_	50	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Kundenbedarfe
Bremssattel_	50	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0		
Bremssattel_	0	0	0	150	0	0	150	0	0	0	0	250	0		
Bremssattel_	0	0	0	150	0	0	150	0	0	0	0	255	0		
Bremssattel_	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
BJ_10x_Gruppe			1	1											Planwerte und Umrüstzeiten
Bremssattel_	0	0	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
BJ_10x_Gruppe			2												
Bremssattel_	0	0	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
BJ_20x_Gruppe			3	20						1					
Bremssattel_	0	0	300	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0		
BJ_20x_Gruppe			4						2						
Bremssattel_	0	0	200	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0		
BJ_20x_Gruppe															
Bremssattel_	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Last ChangeOver[min]	0	0	20	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0		
Total Needed Time[min]	0	0	209	23	0	0	0	0	20	151	0	0	0		
Shift Duration[min]	439	439	439	439	344	344	344	344	644	644	644	644	439	439	Maschinenkapazität
Rem. Shift Cap.[pcs]	1166	1166	399	1106	913	913	913	913	1657	1310	1710	1710	1166	1166	
Required Team cap.	0	0	0,66	0,06	0	0	0	0	0,04	0,24	0	0	0	0	Personalkapazität
Staffed Teams	0	0	0,77	0,06	0,45	0	0	0	0,04	0,24	0	0	0	0	
Staffed Lines	0	0	2	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
Avail. Teams	5	5	5	5	5	5	5	2	0	2	2	0	5	5	
Bremssattel_	-50	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Bestand/Prognostizierte Fortschrittzahlen
Bremssattel_	-50	0	0	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bremssattel_	0	0	0	300	150	150	150	0	0	300	300	50	50	50	
Bremssattel_	0	0	0	200	50	50	50	-100	-100	-100	0	0	-255	-255	
Bremssattel_	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Projected Inventory	4														

Bild 9: Planungsoberfläche

Auf dieser Planungsoberfläche finden sich alle für die Planung relevanten Daten: Die Bedarfe, die aktuellen Planwerte, Informationen über die Kapazitätsauslastung von Linien/Maschinen und Teams sowie die Umrüstzeiten in den einzelnen Schichten, weiterhin der aktuelle Bestand und der projizierte Bestand für die Zukunft, der sich aus allen für die Zukunft geplanten Bewegungsdaten für das jeweilige Zwischenerzeugnis ergibt. Der Planer kann nun Planwerte manipulieren und erhält sofort eine Rückmeldung über die Auswirkung seiner Änderungen sowohl auf die Kapazität als auch auf den jeweiligen Bestand. Diese Informationen werden dabei über alle Maschinen der jeweiligen Stufe kumuliert. Die Informationen von benachbarten Stufen werden be-

rücksichtigt, so dass sie dem Planer eine globale Sicht auf lokale Änderungen ermöglichen.

Die erforderliche Anpassung der Teamkapazitäten sowie der bereitgestellten Linien erfolgt manuell über geeignete Planungsunterlagen (siehe Bild 10).

DPS - Team Planner [Year: 1999 Week: 35]																			
	Se	Sa	So	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	So	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	So	Mo	Tu
ASSEMBLY01	0	0	0	1	1	1	0,54	0,65	1	0,58	0	0,33	1	1	1	1	1	1	1
ASSEMBLY02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ASSEMBLY03	1	1	0,04	1	0,04	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ASSEMBLY04	0	0	0	0	0	1	0,85	0,06	0,44	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
ASSEMBLY05	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0,26	1	1	1	1	1	0,92
ASSEMBLY07	0	0	0	0	0	1	0,16	0	0,04	0,88	0,31	0,43	1	1	1	1	1	1	1
ASSEMBLY09	0,31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ASSEMBLY10	0,7	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ASSEMBLY11	0,01	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0,76	0	0,01	0,01	0,01	0,27	1
ASSEMBLY12	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	0,4	0	0	0	0,01	0,09
Total	2,02	2	1,04	2	1,04	7,82	7,02	6,06	6,02	6,53	6,31	6,01	6,02	6,73	7,01	7,01	7,01	7,27	8,01
Available Teams	2	2	2	2	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Bild 10: Kapazitätsbedarf (Teams)

Bild 11 zeigt das Benchmarking der Planung. Aufgezeigt werden Umrüstvorgänge, Rückstände und Teamnutzung.

Benchmark	ASSEMBLY01	ASSEMBLY02	ASSEMBLY03	ASSEMBLY04	ASSEMBLY05	ASSEMBLY07	ASSEMBLY08	Total
No of change overs [occ.]	5	0	0	25	3	29	1	71
Sum of change over times [min.]	600	0	0	6120	840	905	5	9325
Change over percentage [%]	25,83	0	0	56,47	56,66	7,52	7,94	19,76
Overall output [pcs.]	4686	16577	322	10126	6359	20966	5206	127184
Cumulated missing parts [pcs.]	0	0	0	0	0	0	0	0
No of stock violations [p.p.s.]	0	0	0	0	0	0	0	0
Total needed teams [teams]	6,09	10,86	0,44	16,93	5,43	27,95	5,21	150,68
Capacity utilization [%]	16,8	12,36	0,82	58,77	4,71	65,24	0,34	31,99

Bild 11: Benchmarking Planungsergebnisse

Das auf Basis der hier vorgestellten Prinzipien realisierte Werkzeug OOPUS-DPS hat seine Feuertaufe im täglichen Praxiseinsatz bei einem bedeutenden Automobilzulieferanten bereits bestanden. Schon in der Anfangsphase konnten die Bestände signifikant (fast durchgängig um 40 %) gesenkt werden. Der Planungsaufwand hat sich trotz besserer Qualität auf ca. 25 % verringert, die Amortisationszeit war kleiner als ein Jahr.

6 Schluss

Ein flexibles Personalmanagement setzt

- eine sinnvolle Unterstützung nach Qualifikationsklassen voraus. Damit nähert man sich auch dem ursprünglichen Kapazitätsverständnis, das wenig mit "Zeit", sondern vielmehr mit der Vorstellung zu tun hat, wer in einem bestimmten Zeitraum welche Tätigkeit wie oft ausführen kann.
- für ein strategisches Personalmanagement eine aussagefähige Prognose voraus
- für ein taktisches Personalmanagement geeignete PPS-Systeme voraus

Sowohl für strategisches als auch taktisches Personalmanagement existieren - wie gezeigt - Ansätze. Diese reichen jedoch bei weitem nicht aus.