

Kapazitätsplanung und -abgleich

Die Kapazitätsplanung im PP-PI umfaßt die Funktionen der **Kampagnenplanung** (grob/mittelfristig) und der **Prozeßplanung** (fein/kurzfristig). Diese Funktionen dienen als Hilfsmittel für den Bedarfsplaner, den Betriebsleiter, den Fertigungssteuerer, den Schichtmeister und den Anlagenfahrer, um den Einsatz der betrieblichen Ressourcen zu planen, die Produktion zu steuern und die Entsorgung zu gewährleisten.

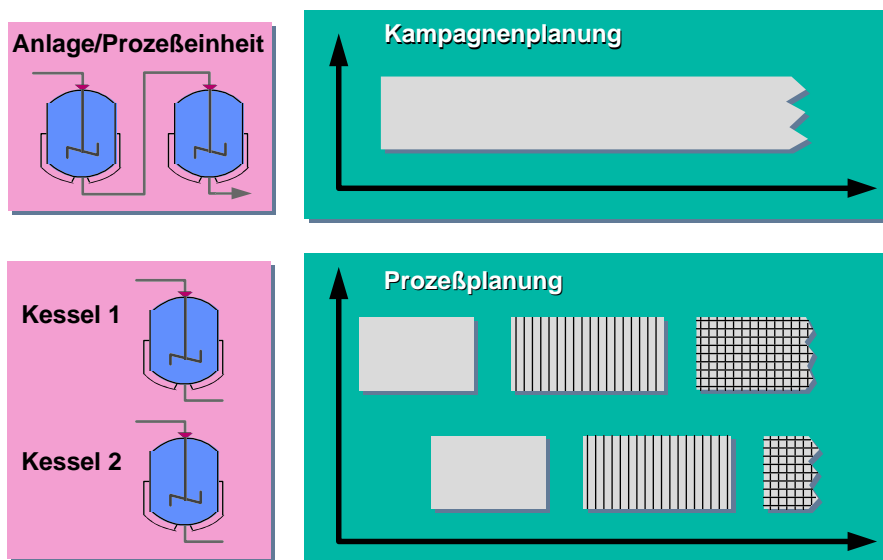


Abb. 7-1: Kampagnenplanung und Prozeßplanung

Im Falle eines Produktionsbetriebs wird die Planung durch Produktionsbedarfe ausgelöst, entweder durch einen Produktionsplan oder eine geplante Kampagne.

Im Falle eines Recycling- oder Entsorgungsbetriebs handelt es sich um die Reststoffmenge, die in anderen Anlagen angefallen ist und verarbeitet werden muß. Die Planung erfolgt in diesem Fall nicht von der Produktseite, sondern von der Seite der angelieferten Einsatzstoffe her.

In beiden Fällen ist es möglich, Kapazitätsangebote und -bedarfe festzulegen und miteinander abzugleichen.

Planungsformen

Kampagnenplanung

Planung von Produktionskampagnen

Eine **Produktionskampagne** ist die ununterbrochene Folge von Prozeßaufträgen derselben Art, die auf einem Planungsrezept basieren. Während die Terminierung von einzelnen Prozeßaufträgen relativ zeitnah zur Produktion erfolgt, dient die Information über Kampagnen der vorausschauenden Planung zu einem Zeitpunkt, zu dem nur aggregierte Informationen über Materialbedarf, Produktausbeute, Reststoffaufkommen und Ressourcenbedarf benötigt werden. Diese Funktionalität wird nach Release 3.0 implementiert. Bis zur Verfügbarkeit der Kampagnenplanung kann mit Einschränkungen die Grobplanung über Planaufträge abgewickelt werden.

Prozeßplanung

Die **Prozeßplanung** beinhaltet die Terminierung von Vorgängen der Prozeßaufträge, die Prüfung der Verfügbarkeit von Material und Kapazität (bzw. Kapazitätsangebot) sowie die Freigabe an die Produktion.

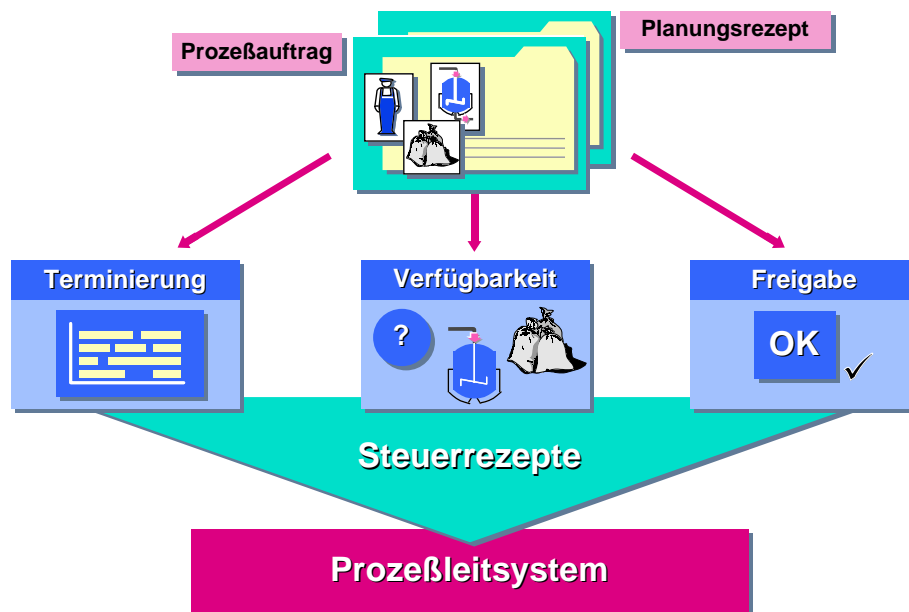


Abb. 7-2: Funktionen der Prozeßplanung

Im Zentrum der Prozeßplanung stehen die Prozeßaufträge mit ihren Vorgängen. Die Vorgabewerte der Vorgänge werden in die Formeln zur Ermittlung der Durchlaufzeit eingesetzt. Die Durchlaufzeit wird bei Vorwärtsterminierung ausgehend vom Endtermin des Vorgängers bzw. bei Rückwärtsterminierung vom Starttermin des Nachfolgers berechnet. Auf diese Art ermittelt das System die jeweiligen Vorgangstermine und somit die Durchlaufzeit und Termine des Prozeßauftrags.

Die Dauer von Vorgängen aus Prozeßaufträgen werden über die Phasen und ihre Anordnungsbeziehungen bestimmt. Weitere Information hierzu finden Sie im Abschnitt "Planungsstrategien" in diesem Kapitel, sowie in Kapitel 6 *Prozeßaufträge*.

Kapazitätsbedarfe werden aus den Vorgängen der Plan- und Prozeßaufträge ermittelt. Für alle terminierungspflichtigen Kapazitäten der eingetragenen Ressourcen werden Kapazitätsbedarfe berechnet.

Das Kapazitätsangebot wird aus den Kapazitäten berechnet, die den Ressourcen zugeordnet sind. Das Kapazitätsangebot kann für beliebige benutzerdefinierte Kapazitäten ermittelt werden. Dies kann exakt für jeden Zeitpunkt oder aggregiert

Prozeßaufträge und Terminierung

Kapazitätsbedarfe

Kapazitätsangebot

über Perioden berechnet werden. Bei der Ermittlung des Kapazitätsangebots werden zwei Einflußgrößen berücksichtigt:

- Wann steht die Kapazität zur Verfügung? Dies wird über den Bezug zum Schichtprogramm abgebildet.
- Wieviel Kapazität steht zur Verfügung? Dies wird über Einzelkapazität und Nutzungsgrad abgebildet.

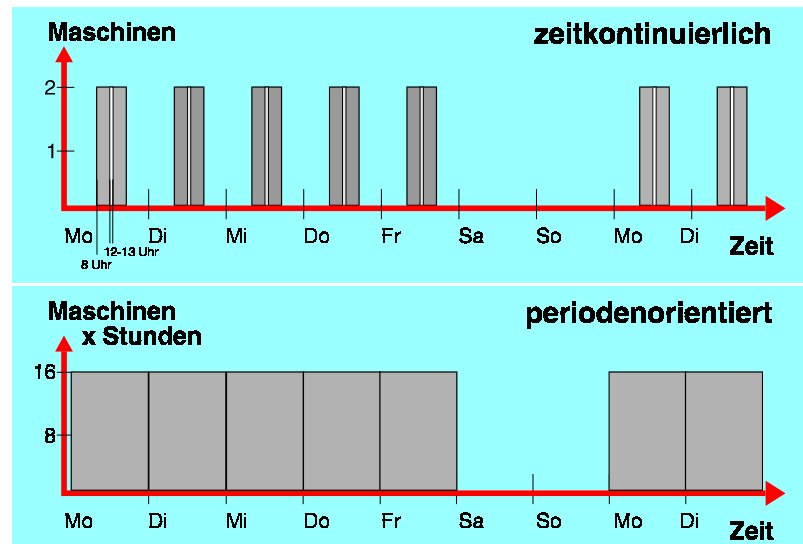


Abb. 7-3: Kapazitätsangebot - zeitkontinuierlich und periodenorientiert

Angebotsdefinition für Ressourcen

Ressourcen sind charakterisiert durch eine oder mehrere Kapazitäten. Ein zeitliches Kapazitätsangebot wird definiert durch das dieser Ressource zugeordnete Schichtprogramm. In einem Schichtprogramm werden typische Folgen von Schichtdefinitionen für einen bestimmten Zeitraum ressourcenübergreifend definiert. Die hierfür definierten Kapazitäten können in Einzelkapazitäten unterteilt und angezeigt werden.

Weitere Informationen zum Thema Kapazitätsangebot erhalten Sie in Kapitel 4 *Ressourcen*.

Kapazitätsterminierung

Durch die Einplanung von Prozeßaufträgen auf die Ressourcen (Prozeßeinheiten einer Anlage) wird die Kapazitätsterminierung durchgeführt. In der Kapazitätsterminierung ("finite scheduling") wird das endliche Kapazitätsangebot der Ressourcen berücksichtigt; dementsprechend werden die Termine korrigiert. Diese Funktion heißt **Kapazitätsabgleich**, sie wird allgemein im R/3-PP zur Verfügung gestellt und durch das Modul PP-PI entsprechend verwendet.

Kapazitätsabgleich

Die Funktionalität des Kapazitätsabgleichs ist ab Release 2.2 verfügbar. Der Kapazitätsabgleich bietet verschiedene Sichten auf unterschiedliche Datenmengen und -extrakte, sowie eine Reihe von allgemein verwendbaren Funktionen zur Planung von Aufträgen.

Der Kapazitätsabgleich wird über ein sog. Gesamtprofil gesteuert, welches im Customizing eingestellt wird und aus Unterprofilen besteht. Diese Unterprofile enthalten Einstellungen für Auswahlbilder und allgemeine Einstellungen für Auswertungen bzw. für die Art der Aufbereitung von Listen.

Im Rahmen des Kapazitätsabgleichs können Sie Kapazitätsbedarfe Ihren Anforderungen entsprechend gruppieren. Analog zur Kapazitätsauswertung können Sie die Bedarfe nach verschiedenen Gesichtspunkten zusammenfassen, zum Beispiel:

- Kapazitätsbedarfe je Kapazitätsart
- Kapazitätsbedarfe getrennt nach Plan- und Prozeßaufträgen
- Kapazitätsbedarfe pro Auftrag
- Kapazitätsbedarfe pro Vorgang

Jede Bedarfsgruppe wird in einer Zeile der Plantafel dargestellt.

Der Kapazitätsabgleich unterstützt die Definition von beliebigen Filtern für die Plantafel, zum Beispiel die Betrachtung nur einer Art von Kapazität (für eine Anlage oder andere Ressource) und der zugehörigen Kapazitätsbedarfe.

Über frei definierbare Sortierschlüssel können Sie die Darstellungsreihenfolge aller Bedarfsgruppen festlegen. Diese Sortierungen können Sie dynamisch wechseln, d.h. Sie können unter verschiedenen vordefinierten Sortierschlüsseln wählen.

Für den Auswertungs- bzw. Planungszeitraum stehen Zeitprofile zur Verfügung. Sie erlauben eine absolute Definition von Zeiträumen, z.B. Monat 04.95 bis 05.95. Weiterhin ist eine Definition bezogen auf 'Heute' möglich, z.B. Werkzeuge -10 bis +30.

Die Prozeßplanung kann **periodenorientiert** erfolgen. Hierzu werden Vorgänge auf den einzelnen Planungsperioden (Monat, Woche, Tag, ...) eingeplant. Bei Vorgängen, die die Dauer einer Periode überschreiten, findet eine Verteilung statt. Für jede Periode wird das Kapazitätsangebot und die bereits geplante Kapazitätsbelastung angezeigt und der Quotient als Kapazitätsauslastung berechnet. Ein Überlastfaktor für eine zulässige Überlast ist pro Ressource einstellbar.

Für die periodenorientierte Prozeßplanung steht die **tabellarische Plantafel** zur Verfügung.

Die Prozeßplanung kann ebenso **zeitkontinuierlich** durchgeführt werden. Hierbei werden die Vorgänge zu einem exakten Start- bzw. Endzeitpunkt eingeplant. Aus dem Startzeitpunkt wird durch die Kapazitätsterminierung der Endzeitpunkt des Vorgangs ermittelt und umgekehrt.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Einplanung ist verfügbare Kapazität für die terminierte Dauer des Vorgangs. Die Kapazität einer Ressource ist stets endlich und wird durch das Schichtprogramm genau dargestellt und berücksichtigt.

Bedarfsgruppierung

Bedarfsfilterung

Sortierung der Bedarfsgruppen

Auswertungs- und Planungszeitraum

Periodenorientierte Prozeßplanung

Tabellarische Plantafel

Zeitkontinuierliche Prozeßplanung

Grafische Plantafel

Für die zeitkontinuierliche Prozeßplanung steht die **grafische Plantafel** zur Verfügung (siehe nachfolgende Abbildung). Sie ist interaktiv und ermöglicht u. a. das Ein-, Aus- und Umplanen von Vorgängen auf Ressourcen.

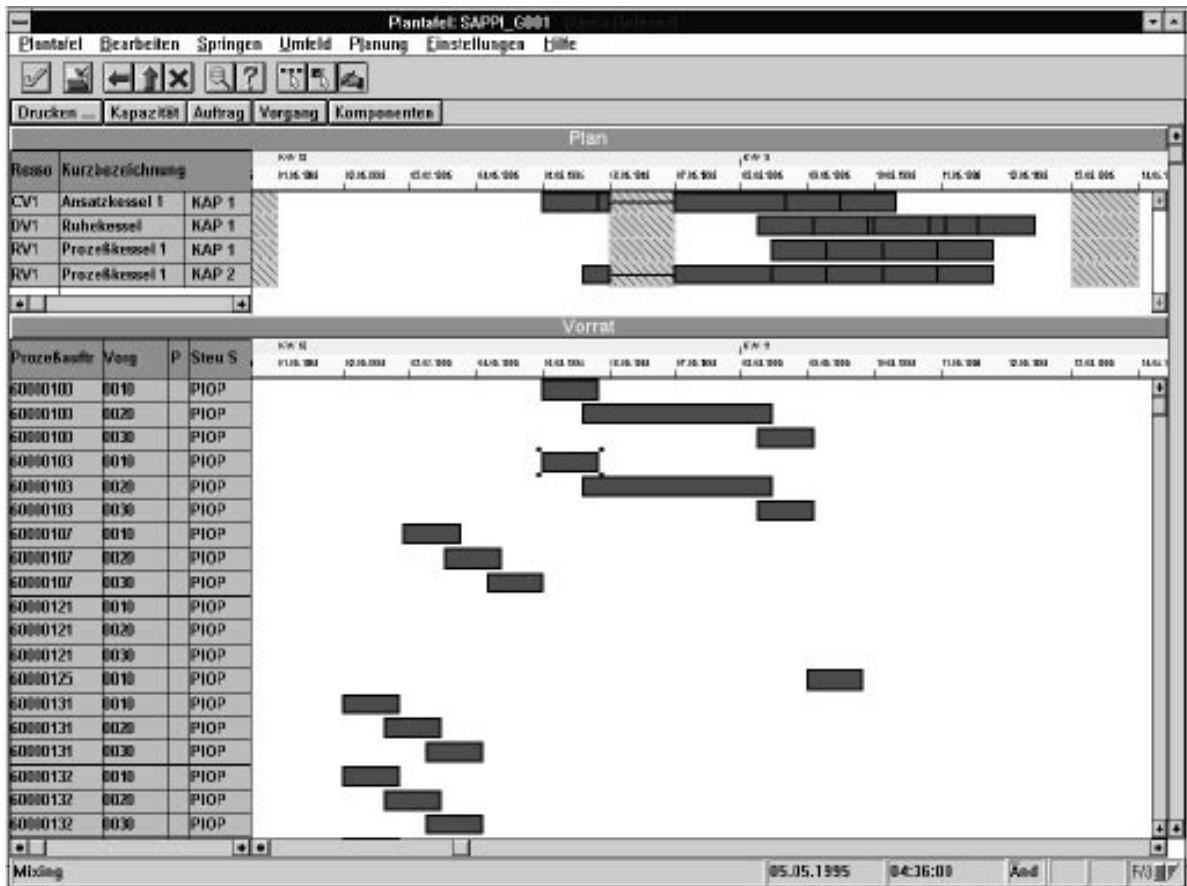


Abb. 7-4: Grafische Plantafel

Die grafische Plantafel besteht aus einem oder mehreren Teilbildern, die sich jeweils aus einem Tabellenbereich und einem Diagrammbereich zusammensetzen.

Tabellenbereich

Im Tabellenbereich können Informationen zur Identifizierung und Beschreibung der einzelnen Bedarfsgruppen (z.B. Ressourcen, Aufträge, Vorgänge) angezeigt werden. Die Tabellen können einzeln durchgeblättert werden.

Diagrammbereich

Im Diagrammbereich wird ein Fenster auf die Zeitachse abgebildet. Dieses Fenster zeigt für alle Teilbilder den gleichen Ausschnitt. Dieser Ausschnitt kann durch Ändern des Maßstabs beliebig verändert werden (Zoom-Funktion).

Im Diagrammbereich werden die Kapazitätsbedarfe und ihre Termine auf der Zeitachse durch Balken, Linien und Symbole eingezeichnet, ähnlich einem Gantt-Diagramm.

Auswertungsvorlauf/-nachlauf

In die Plantafel werden alle Kapazitätsbedarfe aus dem Auswertungszeitraum geladen. Darüber hinaus können Sie den Planungszeitraum einschränkend festlegen. Hierzu kann der Maßstab des Vor- und Nachlaufs für einen Planungszeitraum in Relation zum Maßstab des gesamten Planungszeitraums abgebildet werden. Somit bietet sich die Möglichkeit, den Zeitraum vor und nach dem Planungszeitraum verdichtet darzustellen (siehe nachfolgende Abbildung).

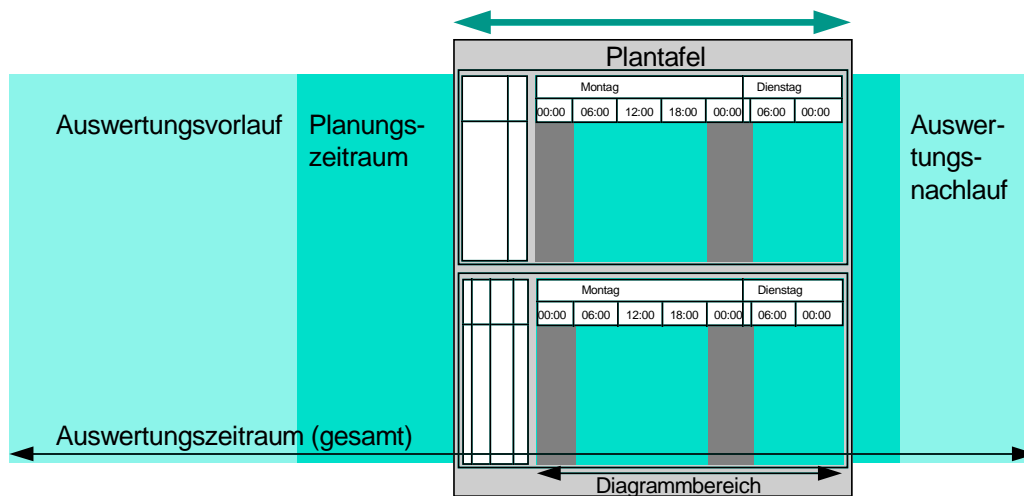


Abb. 7-5: Plantafel als Fenster auf der Zeitachse

Für die grafische Plantafel können im Customizing sehr viele Bereiche den Anforderungen des Anwenders entsprechend mit Farben und Mustern gestaltet werden. Insbesondere können Bedarfsgruppen und Kapazitätsbedarfe farblich hervorgehoben werden, so daß wichtige Informationen sofort sichtbar werden. Im **Tabellenbereich** können Sie die Schriftgröße und Farbgebung zu einem Objekt, das eindeutig aus der Bedarfsgruppe ermittelt werden kann, einstellen. Im **Diagrammbereich** (Grafikbereich) können Sie die Termine einstellen, die für die grafische Darstellung verwendet werden sollen (z. B. früheste Lage/späteste Lage eines Vorgangs oder beides).

Zusätzlich können Farbe, Muster und Form der Balken und Linien, die einen Kapazitätsbedarf repräsentieren, spezifiziert werden. Es können auch Symbole (Dreieck, Raute, Pfeil, ...) zur Kodierung von bestimmten Informationen hinzugefügt werden.

Alle Daten zu einem Objekt, das eindeutig aus dem Kapazitätsbedarf bestimmt werden kann, können zur Auswahl der geeigneten Darstellung herangezogen werden.

Zu vielen Objekten, die eine eindeutige Verbindung zu einem Kapazitätsbedarf oder einer Kapazitätsbedarfsgruppe haben, können die entsprechenden Daten angezeigt werden:

- Ressource, Kapazität, Person (Personalressource)
 - Prozeßauftrag, Vorgang, Materialkomponente, Prüfmerkmal, Prüflos
- Zu wichtigen Objekten gibt es die Möglichkeit, direkt auf Detailbilder, z. B. Vorgangstermine, Vorgabewerte eines Vorgangs, zu verzweigen.
- Objekte, die eine direkte Planungsrelevanz haben, können aus der Plantafel heraus geändert werden.
- Die Kapazität kann geändert werden, um abweichende Schichten zu pflegen, z. B. bei Kapazitätseinschränkungen oder -erweiterungen.
 - Aufträge können geändert werden, um gegebenenfalls Liefertermine o.ä. anzupassen.
 - Vorgänge können geändert werden, um z. B. Vorgabewerte zu korrigieren.
- Alle Änderungen an Objekten werden zuerst temporär, d. h. im Hauptspeicher durchgeführt. Zusammen mit den Planungsergebnissen können Sie anschließend die Änderungen sichern oder verwerfen.

Customizing von
Farben/Mustern

Kapazitätsbedarfe und
Bedarfsverursacher

Objekte ändern

Ein-, Aus-, Umplanen

Plan- und Prozeßaufträge können in der Plantafel ein- oder ausgeplant werden. Ebenso ist ein Umplanen möglich.

- ❑ In der tabellarischen Plantafel erfolgt dies durch Verknüpfen von Prozeßauftrag und Periode.
- ❑ In der grafischen Plantafel kann durch Verschieben ('Drag & Drop') ein Kapazitätsbedarf (Balken) auf einer Ressource zum gewünschten Start- bzw. Endzeitpunkt eingeplant werden (siehe Abb. 7-6). Die Anwendung prüft dabei in jedem Fall die Verfügbarkeit der Kapazität über die gesamte Dauer des Bedarfs.

Terminieren von Phasen

Bei der Terminierung des Auftrags werden die Termine des Vorgangs aus den Terminen der Phasen dieses Vorgangs abgeleitet. Bei dem Kapazitätsabgleich wird nun der Vorgang, dessen Dauer durch die Phasen bestimmt ist, eingeplant. Dadurch wird gewährleistet, daß alle Phasen eines Vorgangs ununterbrochen (durch andere Vorgänge) eingeplant werden.

Terminieren von Sekundärressourcen

Der Bedarf von Sekundärressourcen des Vorgangs oder der Phasen kann bei der Kapazitätsterminierung berücksichtigt werden. Die Termine des Bedarfs ergeben sich aus den Terminen des Vorgangs oder der Phase.

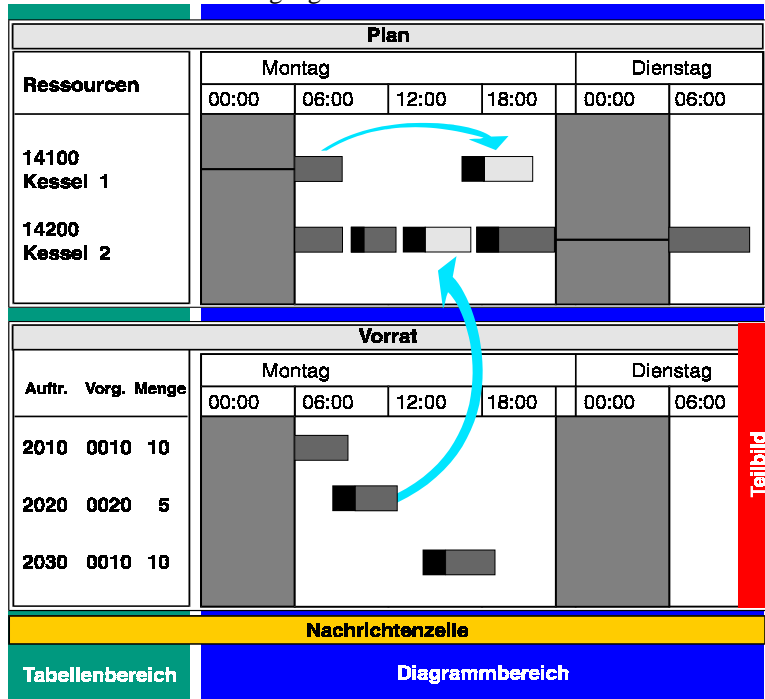


Abb. 7-6: Ein- Aus-, und Umplanen von Plan- und Prozeßaufträgen

Automatische Einplanung

Zur automatischen Einplanung von einem oder mehreren Kapazitätsbedarfen stehen entsprechende Planungsstrategien zur Verfügung (siehe nachfolgenden Abschnitt).

Planungsstrategien

Der Kapazitätsabgleich wird entlang der unternehmensinternen Prozeßketten eingesetzt, um Ressourcenbedarfe so auf ein begrenztes Ressourcenangebot einzuplanen, daß teilweise gegenläufige Ziele (geringe Durchlaufzeiten, niedrige Bestände, Einhaltung von Lieferterminen, optimaler Auftragsmix, usw.) entsprechend der Unternehmenszielsetzung eingehalten werden.

Eine Planungsstrategie ist die Zusammenfassung von steuernden Parametern zur Erreichung eines oder gleich mehrerer dieser Ziele. Der Anwender der Plantafel kann interaktiv die Planungsstrategie wechseln, um so seine aktuellen Zielvorstellungen zu erreichen.

Parameter zur Steuerung der Einplanung sind:

- Planungsrichtung:** Das System kann einen Vorgang in Richtung Zukunft (vorwärts) oder Vergangenheit (rückwärts) terminieren.
- Einplanung zum frühesten Zeitpunkt:** Dieses Kennzeichen wird aktiviert, wenn ein Vorgang so früh wie möglich im Planungszeitraum eingeplant werden soll.
- Vorgang einfügen:** Ein Vorgang oder eine Anzahl Vorgänge sollen zu einem definierten Zeitpunkt eingeplant werden. Andere Belegungen werden abhängig von der Planungsrichtung verschoben und umgeplant. Dabei bleibt ihre Reihenfolge erhalten.
- Lücken schließen:** Mit diesem Kennzeichen können Sie Folgeaktionen nach dem Ausplanen eines Vorgangs auslösen. Die Lücken, die beim Ausplanen entstehen, können geschlossen werden, indem Belegungen, die in Planungsrichtung angrenzen, in die entstandene Lücke verschoben werden.
- Abbruch der Einplanung bei Fehler:** Mit diesem Kennzeichen können Sie veranlassen, daß die Planung des aktuellen Auftrags abbricht, wenn ein Fehler aufgrund einer aktivierten Funktion (z.B. Material nicht verfügbar) auftritt.
- ATP-Logik bei Periodenbetrachtung:** Überlasten einzelner Perioden müssen auch bei folgenden Perioden berücksichtigt werden. Beispielsweise führt eine 200%-Auslastung einer Periode dazu, daß nichts in der nächsten Periode eingeplant werden kann.

Einführung

Planungsparameter

- Einplanungsreihenfolge:** Die Reihenfolge, nach der die selektierten und angezeigten Vorgänge sortiert und eingeplant werden sollen, kann durch einen frei definierbaren Sortierschlüssel angegeben werden. Alternativ dazu kann der Anwender einen User-Exit programmieren, der die Sortierung individuell durchführt.
 - Planungsprotokoll:** Zu jedem Planungslauf werden von den aktiven Funktionen Protokollmeldungen zu den Vorgängen erzeugt. Diese Meldungen können über die Gruppierung (Information, Warnung, Fehler) ausgewertet werden. Dies kann zur Folge haben, daß die Planungsstrategie gewechselt werden muß.
- Vorgangsbeeinflussung** Vorgangsdaten können über die Planungsstrategie beeinflußt werden. Die Planungsstrategie kann so eingestellt werden, daß ein Vorgang nur innerhalb der Puffer eingeplant wird, die ihm durch die Auftragsterminierung zugewiesen wurden (Vorgrißs-/Sicherheitszeit). Wird beispielsweise ein Vorgang so eingeplant, daß er einen Teil der Vorgrißszeit des Prozeßauftrags verbraucht, so steht den anderen Vorgängen des Auftrags nur noch die restliche Vorgrißszeit zur Verfügung.
- Funktionsaktivierung** Im Zusammenhang mit der Kapazitätsterminierung werden Zusatzfunktionen angeboten, die bei Bedarf ausgeschaltet werden können. Diese sind:
- Sortierung der einzuplanenden Vorgänge
 - Vorgangsterminprüfung: Hierunter werden u.a. Prüfungen gegen die Auftragsecktermine oder gegen die Termine vor- oder nachgelagerter Vorgänge im Auftrag verstanden.
 - Materialverfügbarkeitsprüfung: Die Verfügbarkeit der zugeordneten Komponenten eines Vorgangs zum Plantermin kann geprüft werden.
 - Sofortige Mittelpunktsterminierung des Prozeßauftrags
- Splitten und Zuordnen von Kapazitätsbedarfen** Kapazitätsbedarfe können gesplittet und so auf mehrere Einzelressourcen verteilt werden, zum Beispiel, um Durchlaufzeiten zu verkürzen
Ebenso kann die Planung durch Zuordnen von Einzelressourcen (z.B. Personen) weiter detailliert werden. Weiterführende Information zu diesem Thema können Sie dem Kapitel 4 *Ressourcen* entnehmen.
- Ressourcenauswahl** Zur Einplanung von Vorgängen oder Phasen müssen die Ressourcen bestimmt werden, die zur Produktion belegt werden sollen.
Im Planungsrezept können pro Ressource technologische und sonstige Selektionskriterien zur späteren Auswahl einer zu belegenden Ressource definiert werden. Diese Selektionskriterien werden in Form von Merkmalen im Klassifizierungssystem bewertet.

Wenn der Vorgang im Prozeßauftrag freigegeben wird, muß eine Ressource aus der Ressourcenklasse ausgewählt werden. Im Rahmen der Einplanung kann die Ressourcenauswahl aus der Klasse manuell erfolgen. Hierbei werden die entsprechenden Merkmale des Vorgangs ausgewertet.

Im Falle der automatischen Planung mehrerer Vorgänge erfolgt die Auswahl der Ressource anhand der Übereinstimmung der Merkmale von Vorgang und Ressource. Auch beim Umplanen wird die Eignung der neuen Ressource anhand der Merkmale geprüft.

Bei automatischer Einplanung mit Planungsstrategien wird durch diese Regel die Auswahl der potentiellen Ressourcen eingeschränkt.

Die Planungsfunktionen berücksichtigen das Ressourcennetz. Das heißt, sie lassen die Einplanung eines Vorgangs nur zu, wenn eine Netzverbindung von der Ressource des Vorgängers vorhanden ist.

Weiterführende Informationen zu Ressourcen finden Sie in Kapitel 4 *Ressourcen*.

Ressourcennetz

Der Kapazitätsabgleich im PP-PI, zusammen mit der grafischen Funktionalität der Plantafel, ermöglichen eine genaue und detaillierte Planung und Anzeige aller Produktionsabläufe.

Für welche Objekte im PP-PI kann eine Kapazitätsplanung erfolgen?

- Auf der Grobplanungsebene können Sie die Kapazitäten von Planaufträgen und (nach Rel. 3.0) Kampagnen planen
- Auf der Feinplanungsebene können Sie für Prozeßaufträge zur Fertigung bestimmter Materialien eine Kapazitätsplanung und einen Feinabgleich durchführen.

Wozu dient die graphische Plantafel?

Die graphische Plantafel dient einer komfortablen interaktiven Planung Ihrer Produktionsabläufe. Mit der graphischen Plantafel können Sie u. a. Prozeßaufträge oder einzelne Vorgänge einplanen, umplanen oder ausplanen, sowie die Verwendung von Ressourcen anzeigen und ändern.