UNIVERSITÄT AUGSBURG
Universitätsbibliothek

OPEN ACCESS
OPUS AUGSBURG

Organisationsmodell einer umweltschutzintegrierten Produktionsplanung und -steuerung

Axel Tuma, Stephan Franke, Hans-Dietrich Haasis

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Tuma, Axel, Stephan Franke, and Hans-Dietrich Haasis. 1999. "Organisationsmodell einer umweltschutzintegrierten Produktionsplanung und -steuerung." *Produktion und Umwelt* 2 (1): 1–14.

Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:
Deutsches Urheberrecht
Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:
https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/

Organisationsmodell einer unweltschutzintegrierten Produktionsplanung und –steuerung

Axel Tuma, Stephan Franke, Hans-Dietrich Haasis

2. Jg. (1999), Nr. 1

Organisationsmodell einer umweltschutzintegrierten Produktionsplanung und –steuerung

AXEL TUMA, STEPHAN FRANKE UND HANS-DIETRICH HAASIS*

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 1

1 Zielsystem einer umweltschutzintegrierten Produktionsplanung und -steuerung 2

2 Struktur einer umweltschutzintegrierten Produktionsplanung und -steuerung 3

3 Exemplarische Diskussion des Konzepts einer umweltschutzintegrierten Produktionsplanung und –steuerung 11

Literaturverzeichnis 14

* Universität Bremen, Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Produktionswirtschaft und Industriebetriebslehre, email: sfranke@uni-bremen.de

Zusammenfassung

Die Gestaltung einer zukunftsorientierten Produktionssteuerung als Teil einer Produktionsplanung und -steuerung (PPS) muß sich an den Anforderungen unternehmerischen Handelns orientieren. Diese werden geprägt durch eine verschärfte Wettbewerbssituation und führen zu einer verstärkten Ausrichtung der Produktion auf die Belange des Kunden. Als Resultat dieser Situation läßt sich eine Verschiebung innerhalb des Zielkalküls betrieblicher Entscheidungen feststellen. Hierbei zeigt sich neben einer stärkeren Betonung kundenorientierter Ziele wie Liefertreue, Lieferqualität und Lieferbereitschaft eine zunehmende Integration umweltschutzorientierter Zielvorstellungen. Die Konzeption entsprechender PPS-Systeme umfaßt die Definition eines Aufgabenmodells, das den Anforderungen einer flexiblen, umweltschutzorientierten Produktion Rechnung trägt, die Erweiterung des Datenmodells um spezifisch qualitäts- und umweltschutzorientierte Daten sowie die Spezifikation eines Prozeßmodells zur Präzisierung der zeitlich-logischen Abläufe.

1 Zielsystem einer umweltschutzintegrierten Produktionsplanung und -steuerung

Unter Produktionsplanung versteht man nach VDI ein systematisches Suchen und Festlegen von Zielen für die Produktion, ein Vorbereiten von Produktionsaufgaben und ein Festlegen von Aktionen zum Erreichen dieser Ziele (vgl. VDI 1983). Demgegenüber sind das Veranlassen, Überwachen und Sichern der Durchführung von Produktionsaufgaben hinsichtlich Bedarf (Menge und Termin), Qualität, Kosten und Arbeitsbedingungen Aufgaben der Produktionssteuerung. Aus betriebswirtschaftlicher Sichtweise stehen dabei die Minimierung der Produktions- und Logistikkosten bei gegebenem Lieferservice (Zäpfel 1993) im Vordergrund. Aufgrund von Problemen bei der Ermittlung der entscheidungsrelevanten Kosten werden jedoch in der Regel Ersatzziele wie etwa eine hohe Termintreue, kurze Durchlaufzeiten, eine hohe Kapazitätsauslastung und niedrige Bestände herangezogen. Im Rahmen einer verstärkten Kundenorientierung spielen zusätzlich Qualitäts- und Flexibilitätsziele eine wichtige Rolle. Bei umweltschutzorientiert erweiterten PPS-Systemen wird das Ziel einer wirtschaftlich ergiebigen Produktion ergänzt um das Ziel

einer ökologisch ergiebigen Produktion (vgl. Dinkelbach/Rosenberg 1994, Wagner 1997, Dyckhoff 1995, Haasis 1996, Corsten/Reiss 1991, Krcmar 1997). Inwieweit es im Sinne einer Nachhaltigkeitsstrategie gelingt auch eine sozial ergiebige Produktion zu gewährleisten, sei hier nicht weiter verfolgt. Die Erweiterung des betriebswirtschaftlichen Zielsystems von PPS-Systemen um kundenorientierte und umweltrelevante Zielgrößen zeigt Abbildung 1.

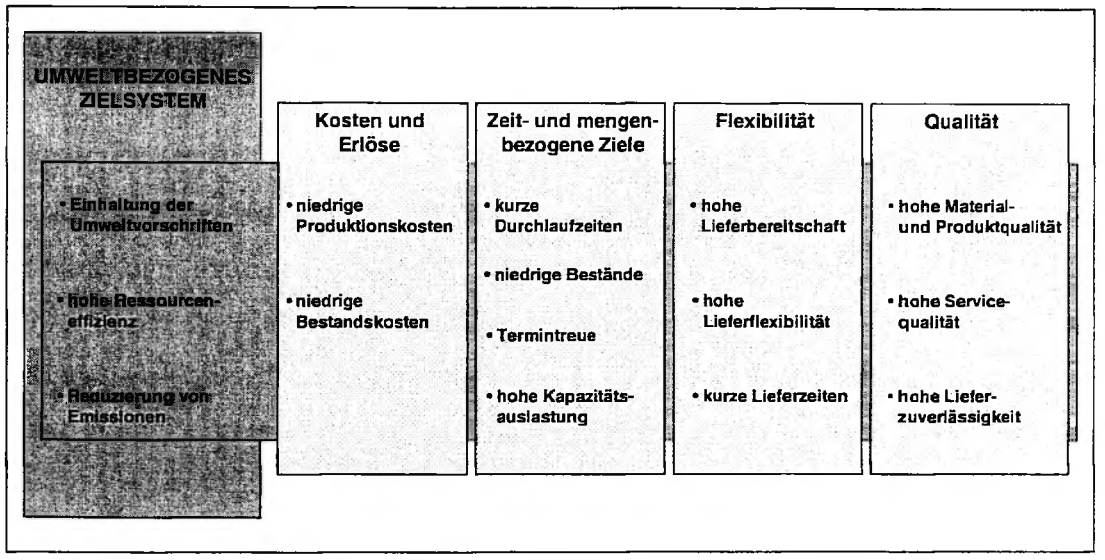

Abbildung 1: Ziele einer umweltorientierten Produktionsplanung und -steuerung

2 Struktur einer umweltschutzintegrierten Produktionsplanung und -steuerung

Zur Umsetzung dieses Zielsystems ergeben sich nach Zäpfel als Elementaraufgaben der Produktionsplanung und -steuerung die Programmdisposition, die Materialdisposition, die Kapazitätsdisposition sowie die Auftragssteuerung (Zäpfel 1982). Die Präzisierung eines entsprechenden PPS-Systems erfordert folgende Schritte:

- Die Definition von Aufgaben bzw. Teilaufgaben zur Realisierung des beschriebenen Zielsystems (Aufgabenmodell),
- die Bereitstellung von Informationen bezüglich aller umweltrelevanten Aspekte der Produktion (Datenmodell) und
- die Modellierung der betrieblichen Abläufe, d.h. der zeitlich-logischen Abhängigkeiten der Aufgaben bzw. Teilaufgaben (Prozeßmodell).

Eine entsprechende Zuordnung der Aufgaben zu den Ebenen der Produktionsplanung und der Produktionssteuerung findet sich in dem in Abbildung 2 beschriebenen Ansatz. Hierbei wird auf Planungsebene das Produktionsprogramm festgelegt sowie im Sinne eines Projektmanagements der Materialbedarf bestimmt und Aufträge und Kapazitätsangebot grob aufeinander abgestimmt. Auf Ebene der Produktionssteuerung wird auf Basis dieser Vorgaben ein detailliertes Arbeitsprogramm mit konkreten Einzelaufträgen, Terminen und Kapazitätsangaben bestimmt. Damit werden im Sinne von Kern Planungsfunktionen (Auftragsfreigabe, Fertigungssichernug), die aufgrund stochastischer Einflüsse im Produktionsumfeld wiederholt durchgeführt werden müssen, auf die Steuerungsebene übertragen (Kern 1992). Das Produktionsmanagement umfaßt neben einer Steuerung interner Kapazitäten auch eine Koordinierung externer Produktionseinheiten und trägt damit den Anforderungen zukunftsorientierter Produktionsstrukturen (Produktionsnetzwerke) Rechnung. Durch die Integration eines Beschaffungsmanagements wird der Ansatz von Dorninger u.a. aufgegriffen (vgl. Dorninger u.a. 1990). Danach betrifft die Produktionssteuerung insoweit Beschaffungsvorgänge, als Bestellaufträge freigegeben und Bestellungen bis zum Wareneingang überwacht werden.

Umweltschutzorientierte Aufgaben im Rahmen der PPS betreffen etwa die Rücknahmeplanung von Sekundärrohstoffen und Altprodukten, die Planung von Verwertungs- und Aufbereitungskapazitäten, die Einsatzplanung von Sekundärrohstoffen und Altproduktteilen sowie die Entsorgungsplanung. Auf Steuerungsebene sind hierbei insbesondere die Aggregate- bzw. Verfahrensauswahl, die Festlegung der Auftragsreihenfolge sowie die Steuerung der Intensität auch nach umweltbezogenen Kriterien zu nennen. Des weiteren werden auf PPS-Ebene die Aufgaben der Stoff- und Energiebilanzierung durchgeführt.

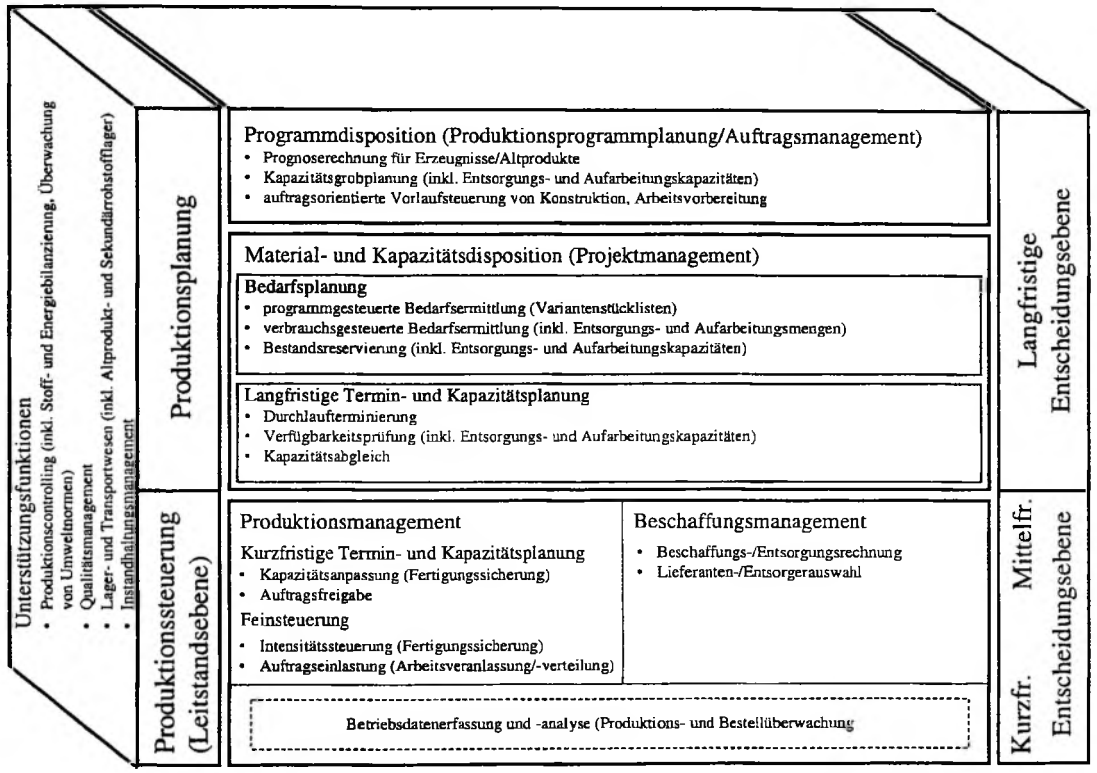

Abbildung 2: Aufgabenmodell einer umweltschutzorientierten Produktionsplanung und -steuerung

Unterschiedliche Produktionsstrukturen und Emissions- bzw. Abfallanfallprofile (z.B. Menge unterschiedlicher Emissions- und Abfallarten, Abfallvolumen, zeitliches Anfallmuster, Quellenpark, Emissions- bzw. Abfallursache) von Industriebetrieben bedingen, für eine Erweiterung notwendige Datenmodelle branchen- und/oder betriebstypisch anzulegen. Zur Realisierung einer umweltschutzorientierten PPS sind insbesondere die folgenden Stammdateien zu erweitern bzw. neu anzulegen:

- Stücklistenstrukturdatei: Informationen bezüglich des Einsatzes von Sekundärrohstoffen in Form von Variantenstücklisten, Qualitäten und Mengen der eingesetzten Rohmaterialien
- Lieferantendatei: Angaben über umweltverträgliche Erzeugung und Behandlung des Rohmaterials
- Hilfsstoffdatei: Stoffzusammensetzung, Klassifizierung von Stoffen nach Umweltrelevanz, Angaben über Qualitäten und zeitlichem Anfallmuster innerbetrieblich recyclierter Prozeßeinsatzstoffe

- Betriebsmitteldatei: Auslastungs- und Nutzungsgradkennziffern, Anfall- und Mengenmuster von betrieblichen Emissionen und Abfällen, Emissionswerte, Energieverbräuche, Hilfsstoffverbräuche, Störfallwahrscheinlichkeiten
- Arbeitsplandatei: Angaben bezüglich alternativer Verfahren in Form von Variantenarbeitsplänen, Betriebsparameter, auftragsspezifische Umweltbelastungen, Rüst- und Liegeemissionen
- Lagerdatei: Erfassung von Lagerorten für Abfallstoffe, Gefahrstoffe
- Entsorgerdatei: Angaben über Entsorgungsbetriebe, Entsorgungskosten, langfristig nutzbare Entsorgungswege
- Umweltnormendatei: Angaben über einzuhaltende Grenzwerte

Die Verknüpfung dieser Datenbestände ist in Abhängigkeit der in Abbildung 2 dargestellten Aufgaben vorzunehmen.

Zur weiteren Präzisierung einer umweltschutzintegrierten Produktionsplanung und –steuerung empfiehlt sich die Darstellung in Form eines Prozeßmodells (Scheer 1995, Wildemann 1997). Hierbei werden etwa die in Abbildung 2 spezifizierten Aufgaben in Teilaufgaben untergliedert und zu Prozessen (Abläufen) angeordnet. In Abbildung 3 wird am Beispiel eines Variantenfertigers ein Prozeßmodell einer Produktionsplanung und -steuerung beschrieben. Es besteht aus den Teilmodellen

- Programmdisposition (Produktionsprogrammplanung/Auftragsmanagement),
- Material- und Kapazitätsdisposition (Projektmanagement),
- Steuerung interner und externer Produktionseinheiten (Produktionsmanagement),
- Beschaffungsmanagement,
- Produktionscontrolling,
- Lagerwesen,
- Qualitätsmanagement sowie
- Störfallmanagement.

Ziel der *Produktionsprogrammplanung* bzw. des *Auftragsmanagements* ist die Spezifikation des Produktions- bzw. des Verwertungsprogramms. Basisdaten hierfür liefern die kundenneutrale Prognoserechnung bezüglich der Nachfrage nach Marktprodukten bzw. des Angebots an Altprodukten, die kundenspezifischen Auftragsdaten, die Lagerdaten über den Bestand an Fertigerzeugnissen sowie die Prognoserechnung bezüglich des Kapazitätsangebots einschließlich der Entsorgungs- und Aufarbeitungskapazitäten. Entsprechen die Kundenaufträge nicht-spezifizierten Produktvarianten, werden vor der Primärbedarfsplanung die Konstruktion sowie die Arbeitsvorbereitung angestoßen. Im Rahmen einer umweltorientierten Erweiterung der Produktionsprogrammplanung wird die Primärbedarfsplanung um die Festlegung der Rücknahmemengen von Altprodukten erweitert. Auf Basis der Prognose des Kapazitätsangebots wird im weiteren über das zu realisierende Produktions- und das Verwertungsprogramm entschieden.

Zentrale Aufgabe des *Projektmanagements* ist die Allokation von Aufträgen bzw. Teilaufträgen zu internen sowie externen Produktionseinheiten (Kapazitäten). Dies erfordert zunächst eine Identifizierung aller potentiellen Teilaufträge. Ein klassisches Hilfsmittel hierfür ist die Stücklistenauflösung. Aus umweltorientierter Sichtweise empfiehlt sich die Verwendung von Varianten- bzw. Verwertungsstücklisten. Diese ermöglichen die Planung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen bzw. Baugruppen aus der Rücknahme von Altprodukten (vgl. Steven 1994, Steven/Letmathe 1996). Zur Planung der Demontage von Altprodukten können Demontagestücklisten in Form invertierter Gozintographen eingesetzt werden (vgl. etwa Spengler 1994). Zur Durchlaufterminierung aller potentiellen Teilaufträge sind die Arbeitspläne auszuwerten. Im Rahmen einer umweltorientierten Kapazitätseinsatzplanung sind hierbei unterschiedliche Produktionsvarianten (Variantenarbeitsplan) zu unterscheiden. Bei der Allokation der zu realisierenden Teilaufträge zu internen bzw. externen Produktionseinheiten sind einerseits die Vorgaben der strategischen Planung und andererseits das aktuelle Kapazitätsangebot zu berücksichtigen. Sind entsprechende Zuordnungen nicht möglich, werden die betroffenen Aufträge an die Produktionsprogrammplanung zurückverwiesen.

Wesentliche Aufgaben des *Produktionsmanagements* sind die kurzfristige Termin- und Kapazitätsplanung, die Feinsteuerung sowie die Betriebsdatenerfassung (BDE) und -analyse und die Festlegung der Vorgaben für die Automatisierungsebene (Tuma 1994). Zentrale Aufgaben der kurzfristigen Termin- und Kapazitätsplanung sind die Verfügbar-

keitsprüfung und der Kapazitätsabgleich. Basierend auf dem vorgegebenen Produktionsprogramm, den Stücklisten und den Arbeitsplänen wird überprüft, ob die benötigten Produktionsfaktoren in ausreichender Menge zum benötigten Zeitpunkt zur Verfügung stehen. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht steht hierbei die Reduktion von Umplanungsvorgängen auf übergeordneten Ebenen im Vordergrund. Dies dient in erster Linie der Umsetzung der kundenorientierten Zielsetzungen durch Gewährleistung einer möglichst hohen Flexibilität auf Steuerungsebene. Aus umweltschutzorientierter Sicht ist hierbei etwa auch die Verfügbarkeit von Sekundärrohstoffen, umweltverträglichen Hilfs- und Betriebsstoffen, Kapazitäten von Aufbereitungs- und Entsorgungseinrichtungen bzw. von Lagerstätten für Abfallstoffe sowie von Personal mit entsprechender Qualifikation in den Bereichen Arbeitssicherheit und Umweltschutz zu überprüfen. Falls Kapazitätsangebot und -nachfrage differieren, sind entsprechende Anpassungsmaßnahmen durchzuführen. Bezüglich des Kapazitätsangebots besteht die Möglichkeit der zeitlichen (Überstunden, Zusatzschichten) und/oder quantitativen (Nutzung zusätzlicher externer Aufbereitungs- und Entsorgungskapazitäten) Anpassung. Zeitliche Anpassungsmaßnahmen können auch mit dem Ziel der Vermeidung von Emissionsspitzen durchgeführt werden. Falls Anpassungsmaßnahmen des Kapazitätsangebots, etwa auch aus umweltschutzorientierten Gründen, nicht ausreichen, können auch entsprechende Maßnahmen bezüglich der Kapazitätsnachfrage realisiert werden. Dies bedeutet, daß in Abhängigkeit des Autonomiegrads des Produktionsmanagements auch Fertigungsaufträge an die übergeordneten Planungsinstanzen zurückverwiesen oder fremdvergeben werden. An die kurzfristige Termin- und Kapazitätsplanung schließt sich die Ebene der Feinsteuerung an. Hier stehen neben den klassischen zeit- und mengenbezogenen Zielen der PPS qualitätsbezogene Ziele im Vordergrund. Wesentliche Funktionen sind die Auftragseinlastung sowie die Intensitätssteuerung. Aufgabe der Auftragseinlastung ist die zeitliche Zuordnung der Fertigungsaufträge bzw. Arbeitsgänge zu den Arbeitsplätzen und Aggregaten. Dies umfaßt insbesondere auch eine Auswahl der einzusetzenden Produktionsverfahren. Umweltschutzorientierte Zielsetzungen bei dieser Funktion sind beispielsweise die Vermeidung von Liege- und Umrüstemissionen, die Abstimmung von Stoffströmen bei Neutralisationsprozessen sowie die Vermeidung von auslastungsbedingten Emissionen. Aufgabe der Intensitätssteuerung ist der Ausgleich stochastischer Schwankungen bezüglich des Kapazitäts- und Ressourcenangebots. Prinzipielles Ziel ist eine emissions- und/oder ressourcenoptimale Fahrweise der einzelnen Aggregate. Zur Erreichung konkreter Sachziele (z.B. Durchführung des ge-

gebenen Produktionsprogramms) kann es erforderlich werden, kurzfristig diesen optimalen Betriebspunkt zu verlassen. Zur Ermittlung eines geeigneten Betriebspunkts sind hierbei die in Abhängigkeit des Verschleißzustands und der Nutzungsintensität anfallenden Abfälle, Emissionen und Ressourcenverbräuche zu berücksichtigen. Die hierfür notwendigen Informationen (Verbrauchsfunktionen, Emissionsfunktionen, Verschleißzustand) werden der Arbeitsplandatei bzw. der Betriebsmitteldatei entnommen. Auf Automatisierungs- und BDE-Ebene sind neben der Rückmeldung der Fertigstellungstermine einzelner Aufträge die mit dem Leistungserstellungsprozeß verbundenen Emissions-, Abwasser- und Abfallmengen zurückzumelden. Des weiteren kommt im Rahmen einer umweltschutzorientierten Erweiterung von PPS-Systemen der Funktion der BDE-Datenanalyse eine besondere Bedeutung zu. Eine ihrer Aufgaben ist die Interpretation umweltrelevanter Daten (z.B. Ermittlung des Zustands von galvanischen Bädern basierend auf gemessenen Sensordaten wie etwa Kupferkonzentration, Temperatur, Dichte etc.) (Tuma 1994). Damit schafft die Datenanalyse mit die Voraussetzung für eine umweltorientierte Auftragseinlastung, Intensitätssteuerung und Recycling- bzw. Entsorgungsplanung (vgl. Rautenstrauch 1997, Kurbel/Rautenstrauch 1997).

Das *Beschaffungsmanagement* ist für die Abwicklung aller Geschäftsvorgänge mit Lieferanten, Entsorgern und Outsourcingpartnern zuständig. Dies betrifft etwa die Auswahl entsprechender Kooperationspartner sowie die Durchführung sämtlicher Bestell- und Entsorgungsvorgänge

Im Rahmen des *Produktionscontrolling* ist zu gewährleisten, daß insbesondere auch gegenüber dem Kunden jederzeit Auskunft über den jeweiligen Stand der Aufträge gegeben werden kann. Im Rahmen einer umweltschutzorientierten Erweiterung kommt vor allem der Aufgabe der Stoff- und Energiebilanzierung eine wesentliche Rolle zu. Damit schafft sie die Voraussetzungen für eine Schwachstellenanalyse auch bezüglich der Umweltbelastungen des Leistungserstellungsprozesses.

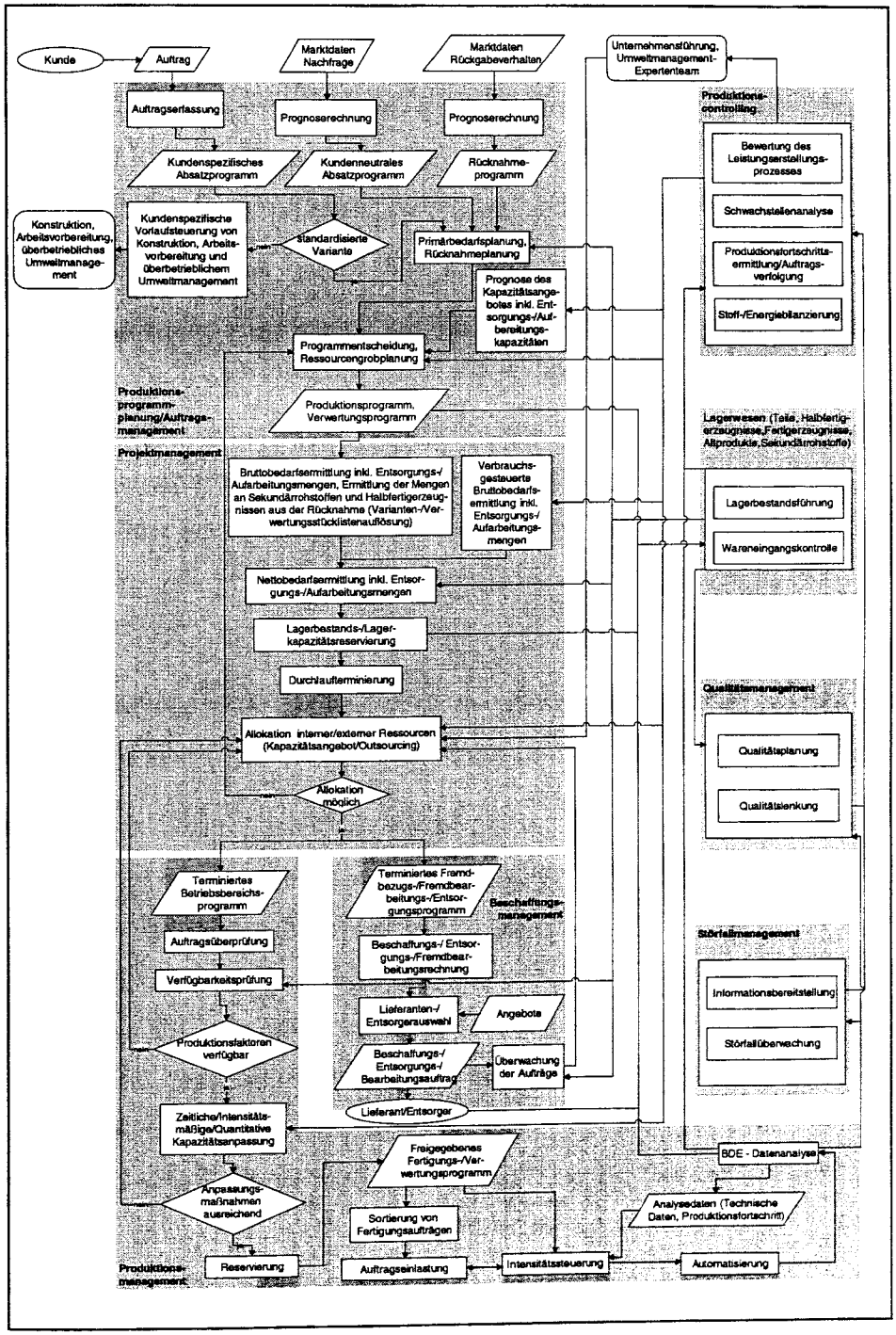

Abbildung 3: Prozeßmodell einer umweltorientierten Produktionsplanung und -steuerung

Aufgabe des *Lagerwesens* ist neben der Erfassung der Bestände an Hilfs-, Roh-, Betriebsstoffen und Produkten die Dokumentation der Rest-, Abfall- und Gefahrstoffe sowie der

rückgenommenen Altprodukte. Besonderer Überwachung bedürfen hierbei die Gefahrstoffläger.

Dem *Qualitätsmanagement* kommt im Zuge einer verstärkten Kundenorientierung eine wesentliche Rolle zu. Eine Erweiterung der Funktionen bezieht sich auf die Gewährleistung der Einhaltung von Umweltnormen und umweltrelevanten Betriebsvereinbarungen (z.B. ISO 14000 ff.).

Dem *Störfallmanagement* kommt die Aufgabe der Störfallüberwachung sowie einer entsprechenden Informationsbereitstellung zu. Im Rahmen der Überwachung erfordert dies eine enge Kopplung zur Betriebsdatenerfassung. Damit schafft es die Voraussetzung zur Durchführung entsprechender vor- und nachsorgender Kapazitätsanpassungsmaßnahmen und stellt somit einen wesentlichen Baustein eines auf das Prinzip der Fertigungssicherung ausgerichteten Produktionsmanagements dar (vgl. Wildemann 1997).

3 Exemplarische Diskussion des Konzepts einer umweltschutzintegrierten Produktionsplanung und –steuerung

Die im Prozeßmodell (Abbildung 3) dargestellten Abläufe einer umweltschutzintegrierten Produktionsplanung und -steuerung werden anhand eines Beispiels aus der Textilindustrie verdeutlicht. Bei dem untersuchten Industriebetrieb handelt es sich um eine Wollwäscherei und Wollkämmerei, in dem Rohwolle gereinigt und zu Kammzug verschiedener Qualitäten (je nach Kundenorder) verarbeitet wird. Dieser wird von nachgelagerten Produktionsstufen (z.B. Spinnereien, Webereien oder Strickereien) weiterverarbeitet. Während der Rohwollaufbereitung entstehen eine Reihe von Kuppelprodukten, die zum Teil ohne weitere Bearbeitung in anderen Produktionsstufen eingesetzt werden können (wie z.B. Wollstaub [Wollkurzfaser] oder Kämmling). Daneben fallen insbesondere bei der Wollwäsche und der damit verbundenen Abwasseraufbereitung (siehe Abbildung 4) Abfallstoffe wie etwa Wollwachs, Klärschlamm, Asche sowie Brüdenkondensat an.

Das Abwasseraufkommen ist dabei direkt abhängig vom Verschmutzungsgrad der aufzubereitenden Rohwolle. In diesem Zusammenhang spricht man vom Rendement, das das Verhältnis von Produktoutput (Kammzug) zu eingesetztem Material (Rohwolle) ausdrückt. Das Rendement kann typischerweise zwischen 30% und 70% liegen. Bereits hieraus ergibt sich ein signifikanter Einfluß zwischen dem Verschmutzungsgrad der Rohwolle

und der zur Verfügung stehenden Produktions- und Aufbereitungskapazität. Dieser Zusammenhang impliziert die Notwendigkeit einer kombinierten Bedarfs- und Kapazitätsplanung, wie sie in dem Teilprozeß „Projektmanagement" dargestellt ist (vgl. Abbildung 3).

Zur Verdeutlichung sei beispielhaft die Auftragsabwicklung des betrachteten Industriebetriebs dargestellt.

- *Produktionsprogrammplanung/Auftragsmanagement*: Basis der Primärbedarfsplanung sind einerseits die Erwartungen bezüglich der abzusetzenden Mengen verschiedener Kammzugqualitäten (Faserfeinheit und -länge), andererseits die zum Planungszeitpunkt bereits eingegangenen Kundenaufträge. Aufbauend auf den Daten der Primärbedarfsplanung wird im Zuge der Programmentscheidung eine Grobplanung der benötigten Kapazität durchgeführt, insbesondere auch der auf die Abwasseraufbereitung bezogenen Kapazität. Dies impliziert die Festlegung der Obergrenze des durchschnittlichen Rendements der zu beschaffenden Rohwolle.

- *Projektmanagement:* In Abhängigkeit des kundenneutralen und kundenspezifischen Produktionsprogramms, des vorgegebenen Rendements und der auf Lager liegenden Rohwollqualitäten wird die Nettobedarfsermittlung inklusive der Aufarbeitungs- und Entsorgungsmengen durchgeführt. Bei der Bedarfsermittlung für die im Waschprozeß einzusetzende Sodalösung sowie das Frischwasser sind die vom Rendement der Rohwolle abhängigen Mengen der im Abwasseraufbereitungsprozeß anfallenden Sodaersatzlösung sowie des Brüdenkondensats (vgl. Abbildung 4) zu berücksichtigen. Die Kreislaufführung dieser Sekundärrohstoffe führt zu einer deutlichen Reduzierung des Bedarfs an Sodalösung und Frischwasser. In der anschließenden Durchlaufterminierung werden die einzelnen Aufträge derart terminiert, daß über mehrere Planungsperioden hinweg ein nivelliertes Rendement gefahren werden kann und damit ein bezüglich des Outputs entsprechendes Kapazitätsangebot zur Verfügung steht. Dies bewirkt eine aus Umweltsicht wünschenswerte konstante Belastung der Abwasseraufbereitung. Ist eine derartige Kapazitätsanpassung nicht möglich, besteht prinzipiell die Möglichkeit eines Outsourcing einzelner Partien.

- *Produktionsmanagement*: Zentrale Bedeutung kommt dem Produktionsmangement zu. Wesentliche Aufgabe ist die Zusammenstellung der Partien. Dies umfaßt die Losbil-

dung von Rohwollpartien verschiedener Qualität und verschiedenen Rendements unter Berücksichtigung der Kundenanforderungen, der Kapazitätsnachfrage sowie der momentanen Belastung in der Abwasseraufbereitung. Aufgrund der Abhängigkeit der Produktionskapazität vom Rendement ergibt sich damit die Intensitätssteuerung als Funktion der Partiezusammenstellung und Auftragsreihenfolge. Zur Abstimmung zwischen Waschprozeß und Abwasseraufbereitungsprozeß ist bei der Auftragseinlastung das Rendement der Rohwollpartien zu berücksichtigen.

- *Beschaffungsmanagement*: Aufgabe des externen Produktionsmanagements ist die Beschaffung der Rohwolle entsprechend den Vorgaben der Materialdisposition. Hierbei ist neben Preis und Qualität der zu beschaffenden Rohwolle insbesondere die Gewährleistung der Vorgaben bezüglich des durchschnittlichen Rendements wesentlich. Des weiteren sind die fremdvergebenen Aufträge zu überwachen.

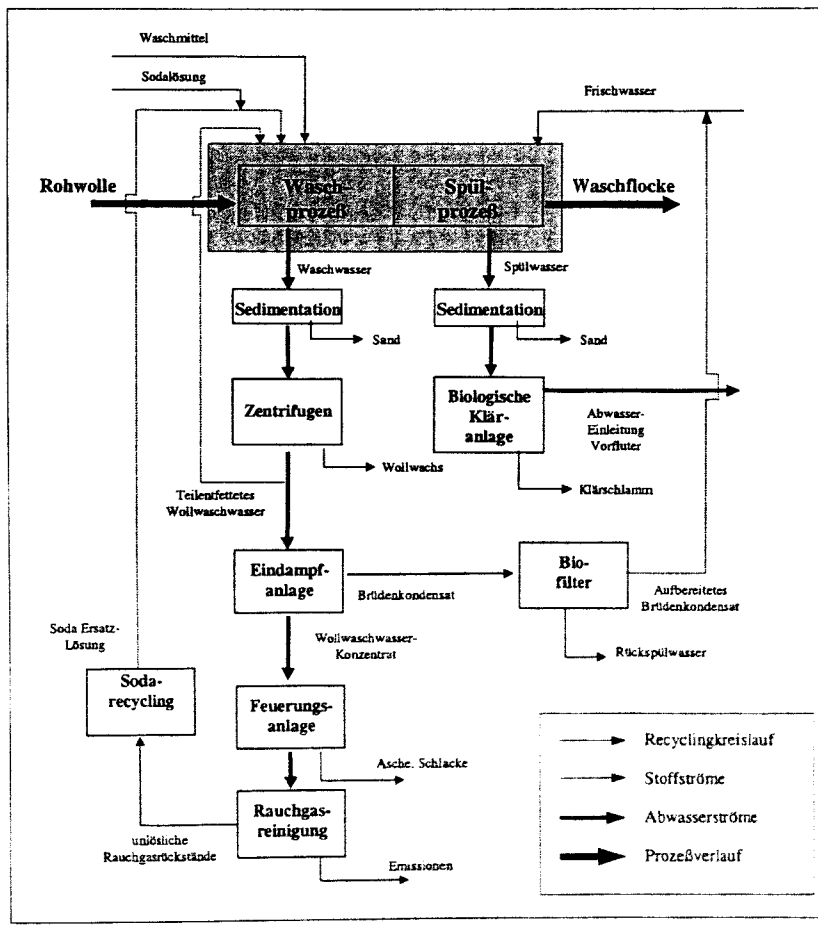

Abbildung 4: Wasser- und Abwasserkreisläufe der Wollwäsche und nachgeschalteter Prozesse

Literaturverzeichnis

Corsten, H./Reiss, M. (1991): Recycling in PPS-Systemen, in: Die Betriebswirtschaft 1991, S. 615-627.

Dinkelbach, W./Rosenberg, O. (1994): Erfolgs- und umweltorientierte Produktionstheorie, Berlin u.a. 1994.

Dorninger, C. u.a. (1990): PPS, Produktionsplanung und –steuerung - Konzepte, Methoden und Kritik, Wien 1990.

Dyckhoff, H. (1995): Grundzüge der Produktionswirtschaft, Berlin u.a. 1995.

Haasis, H.-D. (1996): Betriebliche Umweltökonomie, Bewerten - Optimieren - Entscheiden, Berlin u.a. 1996.

Kern, W. (1992): Industrielle Produktionswirtschaft, Stuttgart 1992.

Krcmar, H. u.a. (1997): ECO-Integral, in: UmweltWirtschaftsForum 1997, Nr. 3, S. 28-31.

Kurbel, K./Rautenstrauch, C. (1997): Integration des Produktrecycling in die Produktionsplanung und –steuerung, in: Weber, J. (Hrsg.): Umweltmanagement, Stuttgart 1997, S. 299-320.

Rautenstrauch, C. (1997): Fachkonzept für ein integriertes Produktions-, Recyclingplanungs- und –steuerungssystem (PRPS-System), Berlin u.a. 1997.

Scheer, A.-W. (1995): Wirtschaftsinformatik, Berlin u.a. 1995.

Spengler, T. (1994): Industrielle Demontage- und Recyclingkonzepte, Berlin 1994.

Steven, M. (1994): Produktion und Umweltschutz, Wiesbaden 1994.

Steven, M./Letmathe, P. (1996): Umweltstücklisten für umweltorientierte PPS-Systeme, in: Albach, H./Dyckhoff, H. (Schriftl.): Betriebliches Umweltmanagement 1996, Wiesbaden 1996 (Ergänzungsheft 2/96 der Zeitschrift für Betriebswirtschaft), S. 165-183.

Tuma, A. (1994): Entwicklung emissionsorientierter Methoden zur Abstimmung von Stoff- und Energieströmen auf der Basis von fuzzyfizierten Expertensystemen, Neuronalen Netzen und Neuro-Fuzzy-Ansätzen - dargestellt am Anwendungsbeispiel der Produktionssteuerung in einer Färberei der Textilindustrie, Frankfurt am Main 1994.

VDI (1983): Lexikon der Produktionsplanung und -steuerung, Düsseldorf 1983.

Wagner, G.R. (1997): Betriebswirtschaftliche Umweltökonomie, Stuttgart 1997.

Wildemann, H. (1997): Logistik Prozeßmanagement, München 1997.

Zäpfel, G. (1982): Produktionswirtschaft - Operatives Produktions-Management, Berlin u.a. 1982.

Zäpfel, G. (1993): Produktionsplanung und -steuerung in der „Fabrik der Zukunft", in: Milling, P./Zäpfel, G. (Hrsg.): Betriebswirtschaftliche Grundlagen moderner Produktionsstrukturen, Herne u.a. 1993.