

Logistik der Holzproduktion – Stand und Entwicklungsperspektiven Logistics in timber production – state-of-the-art and perspectives

Von H. R. HEINIMANN

Zusammenfassung

Unsere Gesellschaft durchläuft derzeit die stärkste Umstrukturierung seit der industriellen Revolution. Zwei Trends beschleunigen diese Entwicklung in sämtlichen produzierenden Wirtschaftsbereichen: die Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien und die zunehmende Globalisierung der Absatz- und Beschaffungsmärkte. Der Holzmarkt hat sich – wie viele andere Märkte auch – von einem Verkäufer- zu einem Käufermarkt gewandelt. Ein überregionaler Verdrängungswettbewerb verschärft die Konkurrenzsituation und zwingt die Produzenten, ihre Wettbewerbsfähigkeit dauernd zu verbessern. Kürzere Lieferfristen, größere Produktflexibilität und erhöhte Produktequalität sind nur einige der Forderungen, die damit verbunden sind. Logistik als Disziplin der Produktionswissenschaften stellt Konzepte und Methoden zur Verfügung, welche die Material- und Informationsflüsse vom Produzenten zum Kunden optimieren. Sie bietet auch der Forstwirtschaft hohe Erfolgspotentiale, die Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern.

Die Wertschöpfungskette steht im Zentrum einer Betrachtungsweise, welche die Material- und Informationsflüsse zu optimieren versucht. Jeder Holzschlag wird als Auftrag behandelt, dessen Ausführungszeitpunkt sich durch die Marktnachfrage ergibt. Die dispositive Logistik befaßt sich mit dem Problem, welche Holzschläge in welcher Reihenfolge ausgeführt werden müssen, damit die Kundenbedürfnisse bestmöglich befriedigt werden können. Innerhalb eines bestimmten Holzschlages geht es darum, die Sortimenteseinteilung und -aushaltung auf die Kundenwünsche abzustimmen. Die administrative Logistik überlagert den physischen Wertschöpfungsprozeß mit Informationsflüssen, welche eine mengen-, kosten- und qualitätsgerechte Produktion sicherstellen. Die Kleinflächigkeit der mitteleuropäischen Forstwirtschaft erschwert eine optimale Holzproduktions-Logistik. Wir müssen daher Organisations-Strukturen finden, welche Waldbesitz und Produktionseinheiten trennen. Virtuelle Betriebe, welche sich netzwerkförmig organisieren, sind ein Lösungsansatz, der weiter verfolgt und im Rahmen von Pilotprojekten erprobt werden muß. Forschung und Entwicklung sind dabei gefordert, angepaßte Lösungen für die dispositive und administrative Logistik zu finden.

Schlüsselwörter: Logistik, Geschäftsprozeß-Engineering, Holzproduktion, integrierte Produktion, Ablauforganisation

Summary

Today's society is subject to the biggest structural change since the industrial revolution. Two trends are accelerating this process in all economic sectors: the development of information and communication technology and the increasing globalization of sales and procurement markets. The wood market has changed from a seller's to a buyer's market, too. Competition has intensified forcing the producers to continuously improve their competitiveness. The main challenges are shorter delivery times, greater flexibility, and better product quality. Logistics is a field within production engineering offering concepts and methods to optimize material and information flows along the whole value chain. For forestry, too, it offers immense potentials to improve competitiveness.

The value chain is the starting-point for the optimization of material and information flows. Each cutting unit is treated as an order executed at a time based on market demands. Decisive logistics aim to arrange the sequence of cutting units in order to best satisfy customer needs. Within a single cutting unit bucking decisions suit log dimensions and quality to customer requirements. Administrative logistics combines the physical value chain with information flows. It guarantees that quantities, cost and quality of products come as close as possible to customer needs. Small-scaled stand and owner structures of forestry in Central Europe make it difficult to implement wood production logistics. We need to find organizational structures that separate ownership and production units. One approach is that of "virtual business units" that organizes contractors and private enterprises in networks. It will be one of the duties of research and development to find adequate solutions for logistics in forestry that have to be tested within pilot projects.

Key words: Logistics, business process engineering, timber production, integrated manufacturing, scheduling organization

1 Einleitung

Unsere Gesellschaft durchläuft derzeit die stärkste Umstrukturierung seit der industriellen Revolution. Zwei Trends beschleunigen diese Entwicklung in sämtlichen produzierenden Wirtschaftsbereichen: die Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologie und die zunehmende Globalisierung der Absatz- und Beschaffungsmärkte. Der Holzmarkt hat sich – wie andere Märkte auch – von einem Verkäufer- zu einem Käufermarkt gewandelt. Während in den letzten 150 Jahren die Versorgungsfunktion in einem regionalen Kontext im Vordergrund stand, treffen wir heute auf einen Markt mit einer enormen Produkte- und Variantenvielfalt, in dem die einzelnen Anbieter in einen Verdrängungswettbewerb eintreten.

Die tayloristische Gestaltung der Produktionssysteme stellte die Optimierung einzelner Funktionen ins Zentrum der Anstrengungen. SCHEER (1989) betont, daß diese Betrachtungsweise zwar zu einer Beschleunigung der Bearbeitungsvorgänge führt, hingegen die Durchlaufzeiten verlängert. Empirische Untersuchungen in der Fertigungsindustrie haben gezeigt, daß die eigentlichen Prozesszeiten nur zehn bis maximal dreißig Prozent der gesamten Durchlaufzeit betragen, während siebzig bis neunzig Prozent auf Liegezeiten entfallen. Dieses Verhältnis macht klar, daß eine Optimierung nur passieren kann, wenn der Gesamtprozess ins Zentrum der Gestaltungs- und Steuerungsanstrengungen rückt, was neuerdings mit „Geschäftsprozess-Engineering“ bezeichnet wird (vgl. SCHÖNSLEBEN, 1997). SCHÖNSLEBEN (1994) erwähnt, daß in der Fertigungsindustrie der Wechsel von einer funktions- zu einer prozessorientierten Sichtweise um etwa 1975 einsetzte und durch die Fortschritte in der Informationstechnologie ganz neue Vorgehensweisen ermöglichte. Als Grundprinzip des Denkens und Handelns gilt die Integration (vgl. SCHEER, 1994). Als Beispiele seien erwähnt: die Integration von Güter- und Informationsflüssen, die Integration disponierender und ausführender Aktivitäten oder die Integration von Fertigungs- und Planungswissen. Die entsprechende Lösungsphilosophie der Fertigungsindustrie wird mit CIM (Computer Integrated Manufacturing) umschrieben und stellt Methoden für die standortgebundene Produktion industrieller Güter zur Verfügung. Diese Konzeption läßt sich nicht einfach auf die Forstwirtschaft übertragen, da sie das Baustellenprinzip anwenden muß, was zusätzlich die Bewältigung räumlicher Komplexität bedeutet. Zu Beginn der neunziger Jahre unternahm die schwedische Forstwirtschaft enorme Anstrengungen, die logistische Denkweise in ihre Produktion einzuführen und entsprechende Instrumente zur Verfügung zu stellen.

Der vorliegende Beitrag zielt darauf ab, das Grundkonzept logistischen Denkens darzustellen, ein Modell für eine forstliche Logistikkette zu entwerfen und Probleme und Herausforderungen zu diskutieren. Er geht dabei von Erfahrungen der Fertigungsindustrie aus und berücksichtigt im forstlichen Bereich skandinavische Entwicklungen. Das daraus abgeleitete Konzept muß in weiteren Bearbeitungsschritten an die regionalen Verhältnisse angepaßt werden. Diese Feststellung basiert auf Erfahrungen der produzierenden Industrie, die zeigen, daß es *ein* Logistikkonzept schlichtweg nicht gibt, sondern daß jede Unternehmung ihre angepaßte Lösung finden muß. Der Beitrag klärt zunächst die Grundfunktionen logistischen Denkens und Handelns, erläutert dann die wichtigsten dispositiven und administrativen Funktionen anhand eines modellartigen forstwirtschaftlichen Geschäftsprozesses und diskutiert schließlich Probleme, die im Zusammenhang mit der Kleinflächigkeit der mitteleuropäischen Forstwirtschaft gelöst werden müssen.

2 Grundkonzept logistischer Abläufe

2.1 Wesentliche Veränderungen im Umfeld

Die Bedürfnisse des Marktes haben sich grundlegend geändert. Hauptziele der Produktion sind Termintreue, minimale Durchlaufzeiten, erhöhte Flexibilität, minimale Lagerbestände und verbesserte Produktequalität (vgl. HEINIMANN, 1998). Neue Untersuchungen des be-

triebswissenschaftlichen Institutes der ETH Zürich haben ergeben, daß die Durchlaufzeit zwischen Fällen und Transport und dem Verkauf von Schreinerware rund 200 Tage beträgt, wovon nur rund dreißig Tage auf die eigentliche Prozeßzeit entfallen. Damit ergibt sich ein ähnliches Bild, wie es in der industriellen Produktion bereits früher festgestellt wurde: 90% der Durchlaufzeit entfallen auf Flußfunktionen, während nur rund 10% der Zeit auf Herstellungsprozesse entfallen (SCHEER, 1990). Diese Zahlen belegen eindrücklich, daß die Verbesserung bei der Optimierung des Gesamtprozesses ansetzen muß, womit die Ablauforganisation ins Zentrum des Interesses rückt. Bis in die siebziger Jahre war das Hauptziel der Produktion, den Grundbedarf sowie den Nachholbedarf des Marktes zu decken. Dies wurde mit Einzelmaschinen in Werkstätten sichergestellt. Demgegenüber zeichnet sich der heutige Markt durch Produktvielfalt und einen enormen Verdrängungswettbewerb aus, was auch für den Holzmarkt gilt. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, sind völlig neue Produktionskonzepte nötig, welche die Potentiale der Informationstechnik ausschöpfen und damit größere Komplexität bewältigen können (SCHUH et al., 1992). Ausgangspunkt der Überlegungen ist die Wertschöpfungskette, wie sie PORTER (1985) definiert. Es geht dabei darum, sämtliche Vorgänge zwischen Anbietern und Kunden als ein integriertes Ganzes zu betrachten und zu optimieren. Damit ist ein grundlegendes Prinzip genannt, entlang dessen sich der technische Fortschritt in den letzten dreißig Jahren bewegt hat: *die Integration*. Am Anfang der industriellen Produktion standen einzelne technische Funktionen im Vordergrund, die man nach den Prinzipien des Taylorismus zu optimieren versuchte. Ein nächster Schritt bestand darin, verschiedene Funktionen mit einem technischen System – entsprechend einer Maschine – zu integrieren. Verschiedene technische Systeme, die einen geordneten Produktionsablauf sicherstellen, bilden ein ganzes Produktionssystem, das in Form einer Werkstätte Teil eines ganzen Betriebes war.

Die Sichtweise, wie sie PORTER (1985) mit der Wertschöpfungskette einführte, integrierte mehrere Betriebsbereiche, die zum Teil auch unterschiedliche Ziele verfolgten. Die Herausforderung besteht darin, die verschiedenen Betriebe innerhalb eines Netzwerkes zu integrieren und sie auf ein gemeinsames Ziel auszurichten. Erst wesentliche Fortschritte im Bereich der Automationstechnik ermöglichten es, hochintegrierte Produktionsnetzwerke technisch zu realisieren. ZOLLINGER (1994) legt dar, daß die Entwicklung flexibler Mikroprozessoren und Minicomputer der entscheidende Schritt waren, der in den siebziger Jahren zur Entwicklung von Materialflußkonzepten führte, die Material- und Informationsflüsse innerhalb einer gesamten Industrieanlage integrieren konnten. ONGE (1994) belegt den Fortschritt des Flußmanagements mit einigen Zahlen aus der Bekleidungsindustrie. Während 1960 rund 35 Tage benötigt wurden, um bestimmte Produkte herzustellen und zu verteilen, betrug der entsprechende Wert 1980 nur noch rund 15 Tage, und im Jahre 2000 soll er auf drei Tage reduziert sein. Am weitesten fortgeschritten sind die logistischen Betrachtungen in der Lebensmittelindustrie, wo Ende der achtziger Jahre vollintegrierte Konzepte realisiert wurden, die eine gezielte Steuerung des Güterflusses zwischen Herstellung und Verbraucherort ermöglichen. Die automatische Steuerung der Prozesse basiert auf Daten, die während des gesamten Ablaufs automatisch erfaßt werden. EDV-Systeme bereiten die Information standardisiert auf, um mit Hilfe von wissensbasierten Systemen Steueranweisungen zu generieren, welche die Abläufe gezielt beeinflussen. Damit ist die technische Entwicklung noch nicht am Ende. Zurzeit werden Konzepte entwickelt, welche den Weg zwischen Herstellern und Kunden weiter verkürzen. „Einkaufen auf der Datenautobahn“ lautet das Schlagwort, das es den Kunden ermöglicht, in einem virtuellen Einkaufszentrum auf dem Internet ihre Bestellung aufzugeben, worauf sie direkt vom Hersteller beliefert werden. *Der Kunde wird damit zum virtuellen Manager der Unternehmungen von morgen*, womit die totale Kundenorientierung (customer focus) zum Grundprinzip des Denkens und Handelns wird. Dabei geht es darum:

- eine dauerhafte Zufriedenheit der Kunden sicherzustellen;
- in Serviceketten zu denken;
- das Handeln auf eine absolute Kundenloyalität auszurichten;

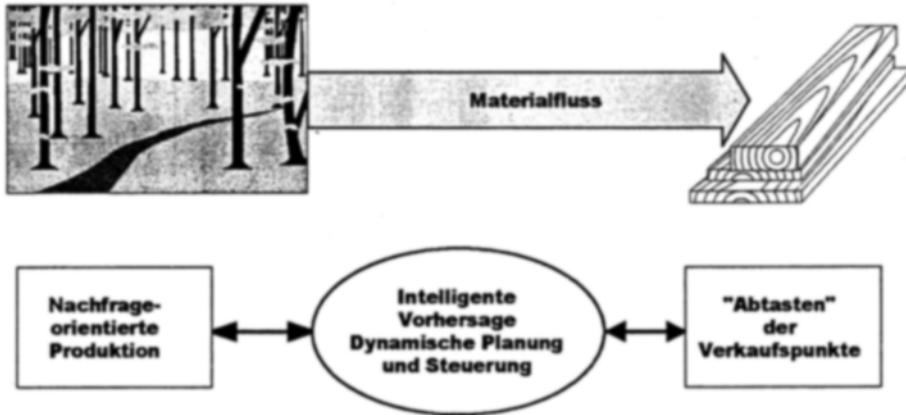


Abb. 1. Nachfrageorientierte Produktion. Ein intelligentes Vorhersage- sowie ein dynamisches Planungs- und Steuerungssystem regeln den Materialfluß

Fig. 1. Customer focused production. Smart prediction tools and sophisticated control systems guide the material flow

- sich so zu verhalten, wie wenn der Kunde jede Minute unsichtbar beim Herstellungsprozeß zusähe;
- die Produkte laufend an die sich verändernden Kundenbedürfnisse anzupassen.

Abbildung 1 zeigt die Voraussetzung, die gegeben sein muß, um ein derartiges kundenorientiertes Konzept umzusetzen (ONGE, 1994). Im Zentrum steht ein Informationssystem, das die Kundenbedürfnisse laufend analysiert und vorhersagt und dann den Herstellungs- und Verteilungsprozeß dynamisch steuert. Am weitesten gediehen ist dieses Konzept im Detailhandel. Die Einführung von Kundenkarten ist aus der Sicht der Unternehmungen ein Mittel, um das Konsumverhalten jedes Kunden zu überwachen und vorherzusagen.

2.2 Logistikkette in der Forstwirtschaft

Im Bereich der Forstwirtschaft waren es die Schweden, die als erste die Idee eines flußorientierten Managements für die Holzproduktion propagierten. SONDELL (1993) legt ein Konzept vor, wie mit Hilfe der Harvester-technologie eine kundenorientierte Aushaltung von Einzelbäumen vorgenommen werden kann. Dieses sogenannte „*bucking to value*“- oder „*bucking to order*“-Prinzip ist heute in Skandinavien weitgehend zum Standard der Holzproduktion geworden. SKUTIN (1993) befaßt sich mit den informationstechnischen Voraussetzungen, die benötigt werden, um verschiedene operative Produktionseinheiten (Harvester, Forwarder, motormanuell arbeitende Equipen) auf ein gemeinsames Produktionsziel auszurichten. Er schlägt Standards vor, wie die Produktionsziele standardisiert dargestellt, wie die täglichen Produktionsdaten erfaßt und übermittelt werden können und wie der Holzfluß als Ganzes überwacht und gesteuert werden kann. Die Entwicklung führte in der Zwischenzeit dazu, daß die bedeutenden Hersteller von Harvestern Informationssysteme integrieren, die mit übergeordneten Produktions- und Steuerungssystemen Daten austauschen können. Die Entwicklung in Zentraleuropa ist nach wie vor von der waldbaulich orientierten Sichtweise geprägt, welche das Holz nach dem „Push-Prinzip“ auf den Markt stößt und damit in vielen Fällen den Anforderungen der Kunden nicht mehr gerecht werden kann.

Logistisches Denken verbindet sämtliche Bearbeitungs- und Transportprozesse zwischen den biologischen Wachstumsprozessen im Wald und den Kunden in der Holzverarbeitenden Industrie. Abbildung 2 zeigt ein Denkmodell, wie die dispositiven und adminis-

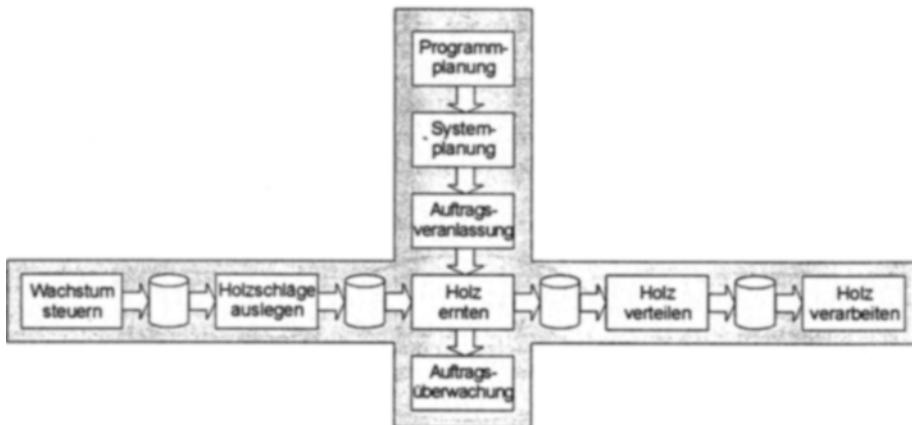


Abb. 2. Integration technischer und betriebswirtschaftlicher Funktionen bei der Holzproduktion. Physische Wertschöpfung (horizontale Achse) wird mit den planerisch-dispositiven Tätigkeiten (vertikale Achse) integriert. Ein detailliertes Prozeßverständnis ist Voraussetzung für die Integration

Fig. 2. Integration of technical and administrative functions in timber production. Physical value-adding processes (horizontal axis) are integrated with planning activities (vertical axis). A profound understanding of the processes is the precondition for integration

trativen Tätigkeiten in die physische Wertschöpfungskette der Holzproduktion integriert werden können.

Dabei umfaßt die Wertschöpfungskette „Rohholzproduktion“ folgende Aktivitäten:

- Waldwachstum steuern (waldbauliche Methoden);
- räumliche Ausdehnung und Ordnung von Holzschlägen festlegen;
- Rohholz ernten;
- Rohholz an die Abnehmer und Verarbeiter verteilen;
- Rohholz verarbeiten.

Die dispositiven und administrativen Aktivitäten befassen sich mit den Fragen „wo“, „wie“, „womit“ und „in welcher zeitlichen Abfolge“ die einzelnen Holzschläge ausgeführt werden sollen. Integration bedeutet in diesem Falle, die physischen, direkt wertschöpfenden Aktivitäten mit indirekten Aktivitäten zu überlagern. In der produktionstechnischen Literatur sind auch Schwierigkeiten beschrieben, die einer derartigen Integration im Wege stehen. Die tayloristische Arbeitsorganisation hat dazu geführt, daß zwischen den Einzelaktivitäten der Abbildung 2 ein „Mauerdenken“ ausgebildet wurde, das zu unterschiedlichen Zielsetzungen, Denkmustern und Methoden führte, die sich nur schwer aus den Köpfen der beteiligten Personen entfernen lassen. Der Weg muß zwingend über eine Neugestaltung der Arbeitsorganisation führen, wie sie beispielsweise ULICH (1997) beschreibt. Erfolgversprechende Organisations-Konzepte basieren auf dem Prinzip der Persönlichkeitsförderlichkeit, auf dezentral-flachen Organisationsstrukturen sowie auf Einzel- und Gruppenbasis. Ihre Realisierung bedingt ein Verlassen von Traditionen, die in der Forstwirtschaft noch weit verbreitet sind. *Moderne Arbeitsgestaltungskonzepte kennen kein Arbeitsbestverfabren, keine hierarchischen Strukturen und keinen Stücklohn!* Sie übertragen einer teilautonomen Gruppe die kontinuierliche Verbesserung des Arbeitsablaufes und versuchen, die Freiheitsgrade für die Erfüllung der einzelnen Arbeitsaufträge und für die Organisation der Abfolge aller zur Tätigkeit gehörenden Teilaktivitäten zu maximieren. Dazu gehört auch das Subsidiaritätsprinzip, das versucht, Wissen „von unten“ zu erschließen und für den gesamten Prozeßablauf nutzbar zu machen. In der Forstwirtschaft ergeben sich zusätzliche Schwierigkeiten, die durch die große Variabilität der Ausgangsbestände, die Problematik der Baustellenfertigung sowie die wenig standardisierbaren dispositiven Entscheidungsaufgaben begründet sind.



Abb. 3. Komponenten der industriellen Logistik. Die Aufgaben sind physischer, administrativer und dispositiver Art. Die betrieblichen Sachverhalte, die zu Informationen führen, werden als logistische Objekte bezeichnet (SCHÖNSLEBEN, 1994)

Fig. 3. Components of industrial logistics. There are physical, administrative and decisive activities. The operational events that produce information are called "logistical objects" (SCHÖNSLEBEN, 1994)

2.3 Hauptfunktionen der Logistik

Der Begriff „Logistik“ taucht zu Beginn der siebziger Jahre dieses Jahrhunderts erstmals in der produktionswissenschaftlichen Literatur auf. Er befaßt sich mit industrieller Ablauforganisation und wurde 1974 anlässlich des ersten europäischen Materialflußkongresses im heutigen Sinne umschrieben (JÜNEMANN, 1989). Unter Logistik sind danach *die Materialflußvorgänge sowie der Fluß von Informationen und Daten für alle raum- und zeitüberbrückenden Prozesse in Industrie, Handels- und Dienstleistungsunternehmen zu verstehen.*

Erstmalig wurden mit dieser Definition die Material- und Datenflußprozesse sowie deren Gestaltung, Planung, Steuerung und Überwachung als Ganzes erfaßt.

Analog umschreibt SCHÖNSLEBEN (1994) Logistik mit *Organisation, Planung, Realisierung und Steuerung des gesamten Informations- und Materialflusses entlang der ganzen Wertschöpfungskette.*

Er unterscheidet drei logistische Komponenten (vgl. Abbildung 3):

- Physische Logistik, die sich mit dem Transportieren, Lagern und Umschlagen von Stoffen und Gütern befaßt;
- administrative Logistik, die sich mit dem Erfassen, Aufbereiten, Verarbeiten, Transportieren und Speichern der für einen geordneten Produktionsablauf erforderlichen Information befaßt;
- dispositive Logistik, welche sich mit den Entscheidungssituationen befaßt, die für eine effektive und effiziente Steuerung des Gesamtablaufes benötigt werden.

Die drei logistischen Komponenten basieren auf entsprechenden Wissensgebieten, die im Rahmen der Logistik integriert betrachtet werden. Die Förder- und Transporttechnik stellt Wissen zur Verfügung, wie die physische Logistik umgesetzt werden kann; die Informatik ermöglicht es, Daten zu erfassen sowie Information aufzubereiten, zu speichern und zu transportieren; betriebswissenschaftliche Konzepte und Methoden schließlich stellen das Gerüst zur Verfügung, um verschiedenste Entscheidungssituationen zu modellieren und zu optimieren.

SCHÖNSLEBEN (1994) betont, daß ein Informationsfluß erst dann gezielt gestaltet und gesteuert werden kann, wenn die betrieblichen Sachverhalte, die zu Information führen, auf geeignete Weise dargestellt und beschrieben werden können. Er bezeichnet diese Sachverhalte als „logistische Objekte“, deren zentrales Objekt der Auftrag ist. Auftragsdaten in Verkauf, in Einkauf und Produktion gelten als die grundlegenden Informationen für die Logistik, ohne die ein Logistikkonzept nicht zu realisieren ist. Daneben benötigt jeder Industrie- und Dienstleistungsbetrieb Stammdaten, welche es ermöglichen, ein Produkt und dessen Herstellung zu beschreiben und abzubilden, dies unabhängig vom Vorliegen von konkreten Aufträgen. Stammdaten beschreiben in Form einer „Stückliste“, welche Rohmaterialien, Halbfabrikate und Einzelteile benötigt werden, um das eigentliche Produkt durch eine Abfolge von Arbeitsvorgängen herzustellen. Daneben beschreiben sie den Ablauf des Produktionsprozesses, die dafür benötigten Produktionseinheiten, die entsprechenden Kapazitäten und Kosten. Eine dritte Kategorie logistischer Objekte befaßt sich mit Lagerbeständen und Lagerbewegungen entlang der Wertschöpfungskette.

3 Modell eines forstlichen Geschäftsprozesses

Das oben besprochene Grundkonzept der logistischen Abläufe und Aufgaben orientiert sich an der industriellen Produktion, die sich wesentlich von der forstlichen Produktion unterscheidet. Nachfolgend geht es darum, ein Modell zu entwerfen, das die physischen, administrativen und dispositiven Aktivitäten integriert, das Zusammenwirken der verschiedensten Aktivitäten darstellt und einzelne Funktionen nur so weit betrachtet, als sie für das Gesamtsystem von Bedeutung sind. Die Überlegungen gehen von einem Geschäftsprozeß aus (vgl. SCHÖNSLEBEN, 1997), worunter ein Vorgang zu verstehen ist, der Material, Information und Energie derart umwandelt, transportiert und speichert, daß für einen – internen oder externen – Kunden ein Wert entsteht, für den er zu bezahlen bereit ist.

3.1 Gesamtmodell

Ein forstlicher Geschäftsprozeß bewegt sich entlang einer physischen Wertschöpfungskette, die sich zwischen einem Beschaffungsmarkt und einem Absatzmarkt befindet (Abbildung 4).

Der Wertschöpfungsprozeß ist linear und wird heute noch stark von waldbaulichen Überlegungen geprägt, indem er die Produkte nach dem „push“-Prinzip auf den Markt stößt. Diese Vorgehensweise war so lange richtig, als der Rohholzmarkt ein Verkäufermarkt war. In der Zwischenzeit hat er sich jedoch zu einem Käufermarkt gewandelt, womit das Produkt von den Bedürfnissen des Absatzmarktes nach dem „pull“-Prinzip durch den Produktionsprozeß gezogen werden sollte. Die Steuerung des Beschaffungs-, Produktions- und Distributionsablaufes hat somit vom Absatzmarkt auszugehen, dessen Entwicklung durch Kundenaufträge und den allgemeinen Markt gegeben ist. Der lineare physische Wertschöpfungsprozeß läßt sich nur steuern, wenn er mit einem zyklisch arbeitenden Informationssystem überlagert wird, dessen Herzstück eine Datenbank ist, die Auftrags-, Stamm- und Lagerdaten verwaltet. Für vergleichbare industrielle Problemstellungen stehen standardisierte Informatiklösungen, sogenannte Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme PPS, zur Verfügung, die jedoch nicht in der Lage sind, das räumliche Muster der forstwirtschaftlichen Produktion abzubilden.

Die dispositiven, d. h. entscheidenden und steuernden Tätigkeiten, sind die treibenden Kräfte des Wertschöpfungsprozesses (Abbildung 4). Dabei stellen sich folgende Entscheidungsprobleme:

1. Welche Produkte sind in welcher Menge, in welcher Qualität und zu welchem Zeitpunkt bereitzustellen?
2. Welche Holzschläge eignen sich am besten, um die Bedürfnisse des Marktes zu decken?

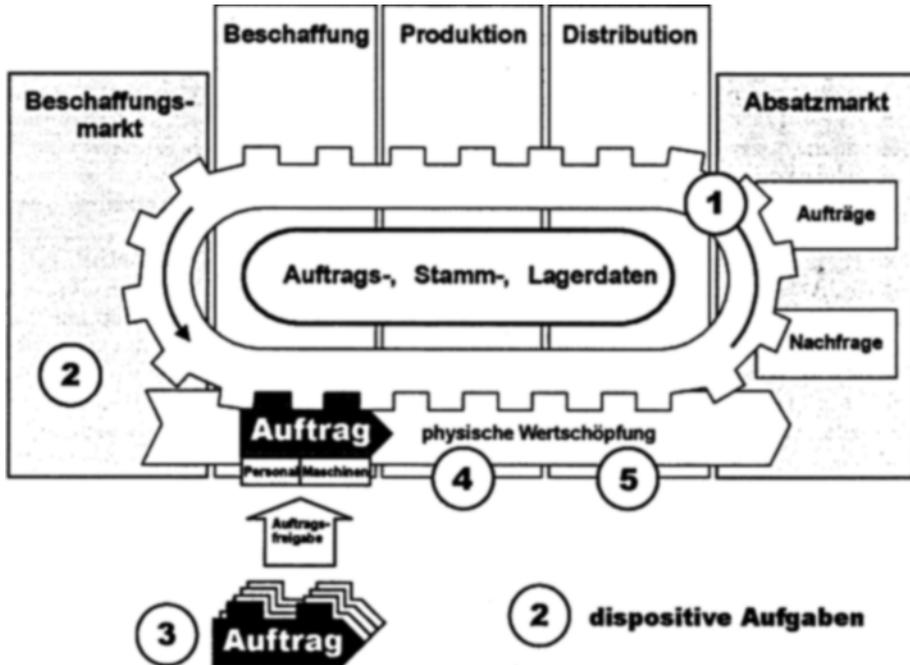


Abb. 4. Modell eines forstlichen Geschäftsprozesses. Die dispositiven Aufgaben sind die treibenden Kräfte, die von einer Auftragsliste ausgehen und daraus die Entscheidungsprobleme modellieren und optimieren

Fig. 4. Model of a business process in forestry. Planning activities are the driving forces. They are based on a bucking list that forms the basis for modeling and optimizing the decision problems

3. In welcher Reihenfolge sollen die einzelnen Holzschläge ausgeführt werden, damit die Kapazitäten von Maschinen und Personal möglichst gut ausgelastet, die Lagerbestände gering gehalten und die Beschaffungszeit minimiert werden können?
4. Wie sollen die einzelnen Bäume in Sortimente eingeteilt werden, damit die Wertschöpfung maximiert und die Konsumbedürfnisse möglichst gut befriedigt werden?
5. Wie sollen die Transporte organisiert werden, damit die Produkte zeitgerecht beim Kunden sind und die gesamte Transportstrecke minimal wird?

Die meisten der genannten Entscheidungssituationen werden heute noch rein intuitiv oder mit einfachen Regeln gelöst. Logistisches Denken basiert dagegen auf gezielter Information und quantitativen Entscheidungsmethoden, welche die verschiedenen Entscheidungsträger optimal unterstützen. Nachfolgend werden einige der genannten Entscheidungssituationen analysiert, mögliche Lösungsansätze diskutiert und offene Fragen dargelegt.

3.2 Planende Aktivitäten

Am Anfang des logistischen Prozesses steht die Frage, welche Qualitäten von Rohholz in welcher Menge, in welcher Qualität und zu welcher Zeit am Markt benötigt werden (Abbildung 4). Eine kundenorientierte Rohholzbereitstellung geht von einer Rohholz-Bedarfsplanung aus, welche monatlich angepaßt und auf die einzelnen Forstämter aufgeteilt wird (SKUTIN, 1993). Das zentrale Instrument ist die sogenannte „Auftragsliste“, welche die gewünschten Rohholzqualitäten als Häufigkeitsverteilung in einer Länge-Zopfdurchmesser-Tabelle vorgibt (vgl. Abbildung 5). Die Auftragsliste kann sowohl nach relativer als auch

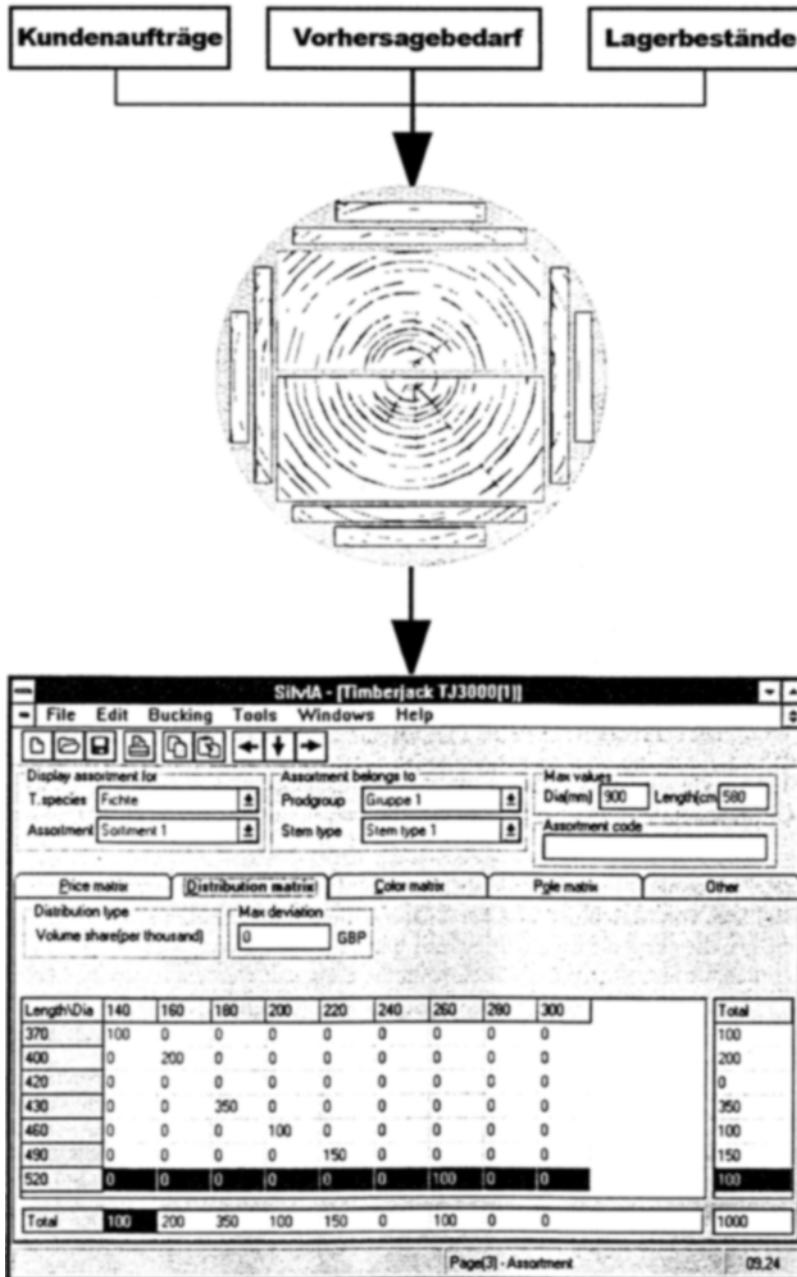


Abb. 5. Auftragsliste als zentrales Objekt der Logistikkette. Aufgrund von Kundenaufträgen, Vorhersagebedarf und Lagerbeständen werden über optimale Schnittbilder monatliche Auftragslisten erzeugt, welche als Vorgabe für die Produktion dienen. Die Vorgabe wird mit einer elektronischen Häufigkeitsverteilung festgehalten, welche Sortimentenlängen und Zopfdurchmesser berücksichtigt

Fig. 5. Bucking lists as central objects of the logistics chain. Customer orders, predicted requirements and material stocks are used to forecast production targets. The production targets are defined by a diameter-length frequency distribution

nach absoluter Häufigkeit festgelegt werden. Um Auftragslisten zu generieren, werden drei Arten von logistischen Objekten benötigt: (1) Bekannte Kundenaufträge, (2) der Vorhersagebedarf des allgemeinen Marktes und (3) die Lagerbestände (vgl. SCHÖNSLEBEN, 1994). Daraus läßt sich der Rohholzbedarf für die nächste Periode (ein Monat) ableiten, wofür entsprechende Schnittbildoptimierungen zugrunde gelegt werden. BERGMANN (1997) untersuchte, inwieweit sich die skandinavischen Modelle auf mitteleuropäische Verhältnisse übertragen lassen. Er kommt zum Schluß, daß das skandinavische System grundsätzlich an unsere Verhältnisse angepaßt werden kann, sieht jedoch noch beträchtliche Verbesserungspotentiale.

Auf der Holzabnehmerseite (Sägereien) müssen die Methoden für die Vorhersage des Rohstoffbedarfs verbessert werden. Die industrielle Logistik bietet dazu ein Methodenspektrum, das sich auf die Fragestellungen der Forstwirtschaft übertragen lassen dürfte (vgl. SCHÖNSLEBEN, 1994). Entwicklungsbedarf besteht bei der Bestimmung der steuernden Preislisten, die im Rahmen einer umfassenden Prozeßanalyse hergeleitet werden müssen und die Lagerbestände, Ausbeute und tatsächlichen Rohstoffbedarf berücksichtigen. Für die Forstbetriebe wird das Grundproblem vor allem in der zu ändernden Denkweise liegen. Daneben läßt sich ein derartiges Konzept nur mit einer dezentralisierten Anwendung hochentwickelter EDV-Technologie realisieren, bei der Harvesterfahrer und Maschineneinsatzleiter Schlüsselfunktionen einnehmen. Eine kundenorientierte Rohholzbereitstellung kann daher am ehesten über ein schrittweises Vorgehen eingeführt werden (BERGMANN, 1997).

BERGMANN (1997) erwähnt, daß ein Kernproblem der dispositiven Logistik darin besteht, wie die aufzuarbeitende Auftragsliste mit der in den Holzschlägen vorhandenen Rohstoffbasis abgeglichen werden kann. Einen interessanten Ansatz dazu entwickelte UUSITALO (1995). Er ging in seiner Untersuchung von der Frage aus, wie der Sortimentsanfall in einem Holzschlag vorhergesagt werden kann, um die Bedürfnisse einer modernen Produktionsplanung abzudecken. Er schlägt ein Stichprobensystem vor, bei dem pro Holzschlag zwischen acht und fünfzehn Stichproben à je drei Bäume aufzunehmen sind. Für jeden Baum sind die Baumhöhe, die Höhe des ersten Auftretens von Dürrästen, die Höhe des Kronenansatzes sowie die Höhe, bis zu der Stammholz ausgehalten werden kann, zu messen. Mit Hilfe von logistischen Modellen lassen sich danach die entsprechenden Sortimentsanteile schätzen. Obwohl das Verfahren nur für Föhrenbestände entwickelt und verifiziert wurde, weist es doch einen möglichen Weg, wie das Problem angegangen werden könnte. Der Entscheid, welche Holzschläge am besten zu den Auftragslisten passen, erfolgt anhand der beiden Kriterien „maximale Wertschöpfung“ und „maximale Ähnlichkeit der Zopfdurchmesser-Längen-Matrices“. Für jeden auszuführenden Holzschlag wird danach eine Teil-Auftragsliste generiert, die mit einer eindeutigen Auftragsidentifikation versehen wird. Zusätzlich wird der Teilauftrag einem sogenannten Kapazitätsplatz (Produktionssystem) zugewiesen, und die Vorgabekapazitäten (indirekten Systemzeiten, produktiven Systemzeiten) werden geschätzt. Diese Auftragsdaten begleiten den Auftrag bis zum Abschluß und ermöglichen jederzeit, den Bearbeitungsstand zu überprüfen.

3.3 Aufgaben bei der Produktion

Bei der Produktion im einzelnen Holzschlag steht die Frage: „Wie muß der einzelne Stamm ausgeformt werden, damit die Wertschöpfung optimiert und die Sortimentsvorgaben gemäß Auftragsliste möglichst gut erfüllt werden?“ im Zentrum der Überlegungen (Abbildung 4). Fortschritte in der Computertechnik sowie Methoden der Steuerungs- und Regelungstechnik ermöglichten es, die Einteilung von Stämmen in Sortimente zu automatisieren. Erst 1986 stand das erste Bordcomputersystem zur Verfügung, welches die Einteilung automatisch durchführen konnte. Die kritischen Elemente des Gesamtsystems waren die Sensoren, welche Längen und Durchmesser genügend genau erfassen konnten (BERGMANN, 1997). Mitte der neunziger Jahre wurde die zweite Generation von Bordcomputern eingeführt, die auf Personal-Computer-Technologie und Standardschnittstellen aufbaute. Die

automatische Einteilung eines Stammes mit Bordcomputer eines Vollernters geht in vier Ablaufschritten vor sich (SONDELL, 1993; BERGMANN, 1997):

- Nach dem Fällen des Baumes beginnt der Vorschub, und erste Informationen über die Schaftform werden an die Zentraleinheit übermittelt.
- Ein erstes Schaftstück ist eingemessen. Während des weiteren Vorschubes erstellt der Bordcomputer eine Prognose der Schaftform für einen weiteren Schaftteil. Gemessene und vorhergesagte Länge ergeben zusammen die Berechnungsgrundlänge, aufgrund derer eine erste Optimierung der Einteilung vorgenommen wird.
- Für den durch die Berechnungsgrundlänge bestimmten Schaftteil wird die Einteilung berechnet.
- Für eine vorgewählte Berechnungsgrundlänge ermittelt das System die wertmaximale Kombination (z. B. drei Abschnitte), worauf der Vorschub gestoppt und die erste Kappstelle aufgesucht wird. Bei dieser Kappstelle wird der prognostizierte Durchmesser mit dem tatsächlichen Durchmesser verglichen. Sofern die Abweichungen eine bestimmte Toleranz überschreiten, wird die Optimierung wiederholt. Sonst wird die Kappsäge zum Einschneiden des ersten Abschnittes freigegeben.

Der Vorgang wird so lange wiederholt, bis der Minstdurchmesser für das schwächste Sortiment unterschritten wird, wonach das System die Aufarbeitung des Baumes beendet.

Das dargestellte Verfahren läßt sich bei der Holzernte nur mit der Harvestertechnologie realisieren. SESSIONS et al. (1989) führten Feldtests durch, um die Einteiloptimierung mit Handheld-Computern zu prüfen. Voraussetzung dafür ist, daß die Rohschäfte im Bestand mit Meßband und Kluppe vermessen und die Durchmesser- und Längenwerte direkt in den Handheld-Computer eingegeben werden. Anschließend ermittelt das EDV-System automatisch einen Einteilungsvorschlag. SESSIONS et al. (1989) stellten fest, daß das computerunterstützte Einteilen mehr Zeit benötigt als die gutachtliche Vorgehensweise. Sie schlagen vor, die Einteilung mit Handheld-Computern auf einem Aufarbeitungsplatz vorzunehmen, was eine weitere Rationalisierung ermöglicht, jedoch das Rücken von Rohschäften voraussetzt.

Eine Fortschrittskontrolle ermöglicht es, den Bearbeitungsstand jedes Auftrages festzustellen. Damit eine genaue Aussage möglich ist, erfordert dies ein straff geführtes Rückmeldewesen (SCHÖNSLEBEN, 1994). Es ist die Aufgabe der Betriebsdatenerfassung, die benötigten Daten bereitzustellen und an die Leitstelle zu übermitteln. In der Forstwirtschaft Mitteleuropas erfolgt die Betriebsdatenerfassung in den meisten Fällen noch konventionell, d. h. mit Formularen und Rapporten. Diese Erfassungsart ist relativ langsam und fehleranfällig, weshalb seit längerer Zeit versucht wird, die Betriebsdaten automatisch zu erfassen. Die vorhandenen Lösungen konzentrieren sich auf zwei Methoden:

- Das Benützen von sogenannten Barcode-Laufkarten, welche es an jeder Stelle ermöglichen, die Auftragsstammdaten elektronisch mit speziellen Lesern zu erfassen.
- Das Anbringen von Sensoren an den Maschinen, welche die produzierten Güter zählen und messen können.

Die heute verfügbare Harvestertechnologie ermöglicht eine weitgehend automatisierte Betriebsdatenerfassung. Für einen gegebenen Arbeitsauftrag kann der Bordcomputer Längen- und Durchmesserverteilung pro Sortiment, die Anzahl aufgearbeiteter Bäume, das totale Baumvolumen sowie das durchschnittliche Baumvolumen und viele andere Daten automatisch erfassen. SKUTIN (1993) fordert, daß die Betriebsdaten täglich – oder zumindest wöchentlich – an die Einsatzzentrale (in der Regel Forstamt) übermittelt werden. Dazu sind zwei Voraussetzungen nötig:

- Es braucht ein standardisiertes Netzwerk, das eine mobile Datenkommunikation ermöglicht. LIDÉN (1995) erwähnt, daß in Schweden die beiden Netze MOBITEX und NMT 450 eine flächendeckende Versorgung der Forstwirtschaft ermöglichen, wodurch Schweden eines der wenigen Länder sein dürfte, das eine derartige Kommunikationsinfrastruktur zur Verfügung hat.

- Es braucht eine standardisierte Datenstruktur, die das Zusammenführen von Daten unterschiedlichster Herkunft ermöglicht. Unter der Leitung der schwedischen Versuchsanstalt SkogForsk entstand *StanForD* – *Standard for Forest Data and Communications* (SKOGFORSK, 1998), der in der Zwischenzeit von fast allen Harvesteranbietern unterstützt wird. Für die zentrale Verwaltung der Daten auf einem Leitstand steht ebenfalls Standardsoftware zur Verfügung, so zum Beispiel das Produkt SILVIA der schwedischen Firma CC-Software.

Schwedische Untersuchungen (LIDÉN, 1995) schätzen, daß sich durch die effiziente Betriebsdatenerfassung das Materialflußmanagement derart verbessern läßt, daß die schwedische Forstwirtschaft rund 140 Millionen Dollar pro Jahr einsparen kann. In Mitteleuropa mit seinen kleinflächigen Strukturen ist die Betriebsdatenerfassung wenig standardisiert, und es braucht große Anstrengungen, um den von den Skandinaviern eingeschlagenen Weg zu verfolgen.

3.4 Aufgaben bei der Distribution

Bisher wurden die betriebsinternen Logistikabläufe betrachtet, die TILANUS (1997) als interne Logistik bezeichnet. Nachfolgend geht es um die externe Logistik, die sich mit dem Transportieren und Umschlagen der Produkte zwischen dem Herstellungsort und dem Verbraucher befaßt. Eine Besonderheit der externen Logistik ist, daß der Transport vorwiegend auf öffentlichem Grund und auf öffentlicher Infrastruktur erfolgt. FORSSTRÖM (1997) führt aus, daß eine Optimierung der Transportprozesse, analog zu den innerbetrieblichen Abläufen, nach dem Prinzip der Integration erfolgen muß, indem Transportinfrastruktur und Kommunikationsinfrastruktur als Ganzheit zu betrachten sind.

PULKKI (1984) untersuchte bereits vor rund 15 Jahren die Frage, wie sich Holztransportabläufe optimieren lassen. Er entwickelte eine räumliche Datenbank und eine heuristische Programmierungsmethode, welche Effektivität und Effizienz wesentlich verbessern konnte. WIGREN (1993) beschreibt ein Konzept, das die technologische Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologie berücksichtigt. Danach hat ein Transport-Managementsystem auf folgenden Komponenten aufzubauen:

- Einer Straßennetz-Datenbank, welche die einzelnen Straßenzüge sowie ihre Verknüpfungen in ihrer geometrischen Form verwalten kann, wofür geographische Informationssysteme GIS besonders geeignet sind.
- Ein System, das die Transportfahrzeuge zu jedem Zeitpunkt lokalisieren kann. Die Entwicklung der Global Positioning-Technik (GPS) stellt Lösungen zur Verfügung, welche nicht nur für die Ortsbestimmung, sondern auch für die Erfassung der Straßengeometrie benutzt werden können.
- Eine mobile Datenkommunikation, welche einen Datenaustausch zwischen den mobilen Transportfahrzeugen und einer Leitstelle ermöglicht.
- Algorithmen, welche eine optimale Routenplanung ermöglichen (Methoden des Operations Research).

Die GIS-Technologie wurde in der Zwischenzeit derart weiterentwickelt, daß die Verwaltung ganzer Straßennetze sowie die Routensuche mit Standardsoftware gelöst werden können (vgl. HERBRAND, 1997). Ursprünglich waren die GIS-Systeme lediglich in der Lage, in einem Netzwerk den „kürzesten Pfad“ zu suchen. Heute läßt sich auch das „Traveling Salesman Problem“, das die Fragestellung nach der günstigsten Rundtour über definierte Knoten behandelt, mit vertretbarem Aufwand exakt lösen. Das Holztransportproblem ist allerdings nicht ein Einzeltour-Problem. Verschiedene Routen müssen hintereinander oder synchron durch mehrere Fahrzeuge bewältigt werden. Zudem sind zeitliche Restriktionen zu berücksichtigen, die in sogenannten „Zeitfenstern“ festgehalten werden, welche Zeiträume beschreiben, in denen Güter geliefert oder eingesammelt werden können. Probleme dieser Komplexität lassen sich nur noch durch Heuristiken lösen (HERBRAND, 1997). Das bedeutet, daß sich eine exakte Lösung in der Regel nicht finden läßt. Die schwedische Ver-

suchsanstalt SkogForsk ist daran, ein Transportoptimierungssystem zu entwickeln, das in der Lage ist, die Transporte verschiedener Regionen zu koordinieren (WALTER and CARLSSON, 1998). Das System ist auf einem Client-Server-Konzept aufgebaut. Die Transportmanager übertragen geplante Transportaktivitäten auf den zentralen Server, wo eine Optimierung sämtlicher Transportvorgänge und -routen vorgenommen wird. Sobald die Optimierung abgeschlossen ist, wofür nur einige Minuten benötigt werden, können die Transportmanager die Resultate vom Server herunterladen. Damit wird es möglich, ein virtuelles Netzwerk verschiedener Transportbetriebe zu koordinieren. Das System ist so aufgebaut, daß die Kommunikation via Internet erfolgen kann.

Obwohl es sich beim SkogForsk-System (WALTER and CARLSSON, 1998) um einen Prototypen handelt, zeigt sich doch die Richtung, in welche die technische Entwicklung weitergehen wird. Virtuelle Netzwerke werden nicht nur im Transport, sondern auch in der Produktion eine ganz entscheidende Rolle spielen (vgl. HEINIMANN, 1998).

4 Ausblick

Der vorliegende Beitrag ging von der Frage aus, wie logistische Abläufe bei der Holzproduktion verbessert und optimiert werden können. Er ging von den Erfahrungen der produzierenden Industrie und der schwedischen Forstwirtschaft aus und versucht, die Hauptfunktionen logistischer Abläufe für mitteleuropäische Verhältnisse darzustellen.

Die Ausführungen zeigen, daß eine breite Wissensbasis vorhanden ist, um logistische Abläufe zu gestalten und zu steuern. Die Forstwirtschaft hat dabei zusätzlich das Problem der räumlichen Variabilität ihrer Produktionsstandorte zu bewältigen, wozu vor allem in Skandinavien wichtige Beiträge geleistet wurden. Aus den Darlegungen sind die nachstehenden Folgerungen zu ziehen:

- Der Wandel vom Anbieter- zum Käufermarkt erfordert Produktionskonzepte, welche sich an den Bedürfnissen des Marktes orientieren. Die wichtigsten Verkaufspunkte des Marktes werden dauernd „abgetastet“, mit Hilfe eines Informationssystems zu Prognosen verarbeitet und in Auftragslisten als Zielvorgabe für die Produktion umgesetzt.
- Dispositive, d. h. entscheidende und steuernde Funktionen der Logistik sind die treibenden Kräfte eines effektiven und effizienten Materialflußmanagements. Es geht dabei um die Fragen (1) welche Produkte in welcher Menge zu welcher Zeit, (2) welche Holzschläge in (3) welcher Reihenfolge, (4) welche Sortimente pro Einzelbaum und (5) welche Transportrouten.
- Herzstück einer kundenorientierten Rohholzbereitstellung sind Auftragslisten, welche als Treiber des Materialflusses wirken. Es existiert ein Standard, der festlegt, wie derartige Auftragslisten EDV-mäßig aufbereitet, auf die Bordcomputer der Harvester übertragen und als Auftragsfortschrittmeldungen wieder ins Leitsystem zurückfließen können. Die Schwierigkeit liegt darin, daß sich der elektronische Informationsaustausch heute nur mit Harvestersystemen realisieren läßt, womit die Anwendbarkeit auf befahrbare Lagen beschränkt ist.
- Die Optimierung der externen Logistik, d. h. des Transportes auf Straßennetzen, benötigt eine geographische Repräsentation des Straßennetzes, die mit geographischen Informationssystemen GIS verwaltet wird. Zusätzlich ist ein Ortungssystem erforderlich, das mit den gängigen GPS (Global Positioning System)-Geräten zu realisieren ist. Das Wissensgebiet des Operations Research stellt Algorithmen zur Verfügung, um komplexe Routenplanungs-Probleme lösen zu können.

Der Autor ist sich auch einiger Schwierigkeiten bewußt, welche die Realisierung von Logistiksystemen unter mitteleuropäischen Verhältnissen behindern. Die dargestellten Lösungsansätze basieren auf Informations- und Kommunikationstechnologie der fünften Generation. ULICH (1997) erwähnt, daß Lösungen in der Industrie gescheitert sind, bei denen man versuchte, Technologie der fünften Generation auf Organisationsstrukturen der ersten

Generation aufzupfropfen. Angepaßte Organisationskonzepte basieren auf dezentral-flachen Strukturen, stellen die autonome Arbeitsgruppe ins Zentrum und versuchen, die Anzahl Freiheitsgrade, die die Personen bei der Ausführung wahrnehmen können, zu maximieren. Arbeitsbestverfahren, hierarchische Strukturen und Stücklohn sind klare Hindernisse für die Realisierung derartiger Arbeitsgestaltungskonzepte.

Ein weiteres Hindernis ist die Kleinflächigkeit der mitteleuropäischen Forstwirtschaft, dies hinsichtlich Besitzes- und Bestandesstrukturen. HEINIMANN (1998) skizziert ein Modell, wie die Organisationsstrukturen der Forstwirtschaft in der Zukunft aussehen könnten. Viele in der Literatur beschriebenen Organisationskonzepte sind für Großbetriebe geschaffen worden. Die Volkswirtschaft Mitteleuropas basiert jedoch zu wesentlichen Teilen auf sogenannten KMUs (kleinere und mittlere Unternehmungen). Für KMUs wurde das Konzept „virtuelle Unternehmung“ entwickelt, dessen Machbarkeit das betriebswissenschaftliche Institut der ETH Zürich auch für den Bereich der Holzindustrie überprüfen wird (finnisches Sägewerk, österreichisches Hobelwerk, schweizerische Oberflächenbehandlung). Virtuelle Unternehmungen bewegen sich zwischen einem Holzabsatzmarkt und einem „Holzschlags“-Beschaffungsmarkt. Für ein bestimmtes Produktionsprogramm konfigurieren sie sich aus einem stabilen Basisnetzwerk und lösen sich nach Beendigung des Produktionsprogramms wieder auf. Daraus sind folgende Vorteile zu erwarten: Bessere Ausnutzung vorhandener Produktionskapazitäten, optimaler Technologieeinsatz, höhere Lieferbereitschaft, Beschleunigung von Struktur Anpassungen durch Konzentration aufs Kerngeschäft, kontinuierliches Lernen durch Erfahrungsaustausch mit anderen (vgl. HEINIMANN, 1998). GOEGGEL und BRÜTSCH (1997) geben eine Übersicht über die Konzepte und das vorhandene Wissen für virtuelle Organisationen. Das Konzept „virtuelle Unternehmung“ ist eine Möglichkeit, Produktionseinheiten und Besitz zu trennen. Es bedingt für alle Beteiligten eine Konzentration aufs Kerngeschäft, das für viele Waldbesitzer in der Steuerung der biologischen Produktion liegt. Privatwirtschaftlich arbeitende Unternehmungen scheinen besser geeignet zu sein, um konkurrenzfähige Holzerte- und Distributions-Kompetenzen anzubieten und weiter zu entwickeln, als durch Verwaltungsstrukturen geprägte Forstbetriebe.

Eine weitere Schwierigkeit liegt darin, daß sich Geschäftsprozesse nur beschränkt standardisieren lassen. Erfahrungen der produzierenden Industrie zeigen, daß es *ein einziges* Logistikkonzept schlichtweg nicht gibt, sondern daß jede Unternehmung ihre angepaßte Lösung finden muß. Damit verbunden sind auch Entwicklungen, welche traditionelle Geschäftsprozesse durch digitale Geschäftsprozesse ablösen. Eine dynamische Steuerung des Materialflusses ist nur möglich, wenn der Stand der Auftragsbearbeitung jederzeit bekannt ist. Dies erfordert eine standardisierte Betriebsdatenerfassung und -automatisierung. Das Gesetz des Örtlichen, das die Forstwirtschaft hochhält, führte dazu, daß es für die Betriebsdatenerfassung unzählige Methoden, Hilfsmittel und Vorgehensweisen gibt. Sollte es nicht gelingen, derartige Gewohnheiten zugunsten von übergreifenden Standardlösungen aufzugeben, dürfte sich eine materialflußorientierte Produktion kaum realisieren lassen.

Damit ist Handlungs- und Entwicklungsbedarf angesagt. Aufgabe der Forschung ist es, an mitteleuropäische Verhältnisse angepaßte Lösungen für die dispositive und administrative Logistik zu entwickeln, zu testen und zu verbreiten. Auch die Praxis ist gefordert. Getreu dem Motto „die Zukunft beginnt im Kopf“ braucht es Mut, Motivation und Vision zur Gestaltung der Zukunft. Wir sollten wieder lernen, Chancen wahrzunehmen anstatt uns dauernd mit den Gefahren auseinanderzusetzen.

Literaturverzeichnis

- BERGMANN, A., 1997: Kundenorientierte Rohholzbereitstellung bei vollmechanisierter Holzernte. Ein System für die optimale Einteilung von Sägeabschnitten mit Bordcomputern auf Vollerntern. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen. 249 S.

- BOWERSOX, D. J.; DAUGHERTY, P. J.; DRÖGE, C. L.; GERMAIN, R. N.; ROGERS, D. S., 1992: Logistical Excellence. Digital Press. Burlington MA. 246 p.
- FORSSTRÖM, R., 1997: Infrastructure integration and urban restructuring: a case for planning with a Geographical Information System. In: Information systems in logistics and transport (TILANUS, ed.). Elsevier. Oxford u. a. 339 p.
- GOEGGEL, J.; BRÜTSCH, D., 1997: Virtual Organization: Basics and literature survey. BWI Arbeitspapiere zu Logistik, Planung und Steuerung, Informationsmanagement. Heft 132. Zürich. 15 p.
- HEINIMANN, H. R., 1998: Betrieb und Produktion in der Forstwirtschaft der Zukunft. In: Forum für Wissen „Optimierung der Produktionskette Holz“. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft: 71–78.
- HERBRAND, G., 1997: GIS-Lösungen in der Logistik. Zur Entwicklung von Algorithmen bei Transportressourcen. ESRI Arc Aktuell Kundeninfo 1, 2–3.
- JÜNEMANN, R., 1989: Materialfluß und Logistik. Systemtechnische Grundlagen mit Praxisbeispielen. Springer, Berlin u. a. 762 S.
- LIDÉN, B., 1995: Mobile data communication make companies more competitive. Wood flow and IT. Skog Forsk News 4, 1: 4.
- MANESS, T. C.; ADAMS, D. M., 1991: The combined optimization of log bucking and sawing strategies. Wood and Fibre Science 23, 2: 296–314.
- ONGE, A. S., 1994: A look into the future. In: The materials handling engineering division (MALSTROM, E. M.; PENCE, I. W.; Ed.), commemorative volume. Presented at 1994 International Mechanical Engineering Congress and Exhibition, Chicago, Illinois, November 6–11. The American Society of Mechanical Engineers. 191 p.
- PORTER, M. E., 1985: Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. The Free Press. New York. 557 p.
- PULKKI, R., 1984: A spatial database – heuristic programming systems for aiding decision making in long distance transport of wood. Acta Forestalia Fennica 188. 89 p.
- SCHIEER, A. W., 1990: CIM Computer Integrated Manufacturing. Der computergesteuerte Industriebetrieb. (4. Aufl.). Springer. Berlin u. a. 293 S.
- SCHÖNSLEBEN, P., 1994: Planung und Steuerung der industriellen Logistik. Skript zur Vorlesung an der ETH. Betriebswissenschaftliches Institut, ETH Zürich, unveröffentlicht. 418 S.
- SCHÖNSLEBEN, P., 1997: Geschäftsprozess-Engineering – Worauf kommt es an? IO Management 11, 28–33.
- SCHUH, G.; BRANDSTETTER, H.; MELCHERT, M., 1992: Produktion bestimmt Wettbewerbsfähigkeit. In: Die neue Produktionslogistik (MÜLLER, R.; RUPPER, P.; Hrsg.), Methoden und Instrumente zur Reduktion von Beständen und Durchlaufzeiten in der Produktion. Verlag Industrielle Organisation. Zürich. 334 S.
- SESSIONS, J.; GARLAND, J.; OLSEN, E., 1989: Testing computer-aided bucking at the stump. Journal of Forestry 87, 43–46.
- SKOGFORSK, 1998: StanForD – Standard for Forest Data and Communications. Skogforsk. Uppsala.
- SKUTIN, S. G., 1993: Managing the wood flow by objectives using a local information system. Skogforsk Results 1, 1–4.
- SKUTIN, S. G., 1995: Business-process improvement and shorter lead times. Skogforsk News 4, 1: 1.
- SONDELL, J., 1993: Potential and Obstacles in the merchandizing of roundwood in Sweden. Skogforsk Results 3, 1–4.
- TILANUS, B., 1997: Introduction to information systems in logistics and transportation. In Information systems in logistics and transportation (TILANUS, B.; ed.), Elsevier, Oxford u. a., 339 p.
- ULICH, E., 1997: Mensch-Technik-Organisation. Ein integratives Produktionskonzept. In: Die Arbeitswelt in der Informationsgesellschaft. Tagungsbericht der Jahrestagung 1997 der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften SATW: 43–49. Zürich. SATW.
- UUSITALO, J., 1995: Pre-harvest measurement of price stands for sawing production planning. University of Helsinki, Department of Forest Resource Management Publication 9. 96 p.
- WALTER, F.; CARLSSON, D., 1998: New system for optimizing transport. Skog Forsk News 7, 1: 1.
- WATERBURY, R., 1984: Programmable controllers automate the factory. Assembly Engineering 27, 40–44.
- WIGREN, Chr., 1993: Transport systems for a controlled timber flow. In Proceedings Elmia Wood '93, June 1–2. Skog Forsk.
- ZOLLINGER, H. A., 1994: A short history of material handling. In: The materials handling engineering division (MALSTROM, E. M.; PENCE, I. W.; Ed.), commemorative volume. Presented at 1994 International Mechanical Engineering Congress and Exhibition, Chicago, Illinois, November 6–11. The American Society of Mechanical Engineers. 191 p.

Anschrift des Autors: Prof. Dr. HANS RUDOLF HEINIMANN, Professur für forstliches Ingenieurwesen, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich, Schweiz. E-Mail: heinimann@waho.ethz.ch