

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 153 (2002)

Heft: 12

Artikel: Abbildungen von Prozessketten mit Componentware, dargestellt am Beispiel der Holzernte

Autor: Erni, Vinzenz / Lemm, Renato / Frutig, Fritz / Oswald, Kaspar

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098263>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Abbildung von Prozessketten mit Componentware, dargestellt am Beispiel der Holzernte

VINZENZ ERNI, RENATO LEMM, FRITZ FRUTIG und KASPAR OSWALD

Keywords: Modelling; software development; componentware; timber harvesting chain. FDK 31 : UDK 519 : UDK 65.012.2.30

Abstract: In order to remain capable and competitive, enterprises must continuously improve their business processes. Whole process chains must be analyzed and optimized. This necessitates a continuous parallelization, substitution, aggregation and/or omission of subprocesses. Only efficient, flexible, adaptable software, open to modification and able to represent process chains, will serve this purpose. Component technology assists in developing suitable software components that can be freely combined. Various questions and problems have to be addressed during this process. How are such components to be delimited? How designed? What functionalities must they encompass? In this paper these questions are discussed and demonstrated by modelling process chains of timber harvesting.

Abstract: Um leistungs- und wettbewerbsfähig zu sein, müssen Forstbetriebe ihre Geschäftsprozesse laufend verbessern. Ganze Prozessketten sind zu analysieren und zu optimieren. Bei diesen Betrachtungen müssen wiederholt Teilprozesse parallelisiert, ausgetauscht, zusammengefasst oder auch weggelassen werden. Dies setzt eine effiziente und zugleich flexible, anpassbare Unterstützung und Abbildung von Prozessketten mit Software voraus. Komponententechnologie hilft, entsprechend geeignete Softwarebausteine zu erstellen und flexibel zu kombinieren. Dabei stellen sich verschiedene Fragen und Probleme. Wie sind solche Bausteine abzugrenzen? Wie sind sie zu konzipieren? Welche Funktionalitäten müssen sie beinhalten? Der vorliegende Aufsatz diskutiert solche Fragen am Beispiel der Modellierung von Prozessketten in der Holzernte.

1. Informationstechnologie zur Unterstützung von Geschäftsprozessen

Will der Forstbetrieb der Zukunft überleben, so muss er wettbewerbs- und leistungsfähig sein (TÖNZ 1994). Der Informationstechnologie kommt dabei eine grosse Bedeutung zu.

Die Gewährleistung der Wettbewerbsfähigkeit ist eine mittel- bis langfristige Aufgabe und im Rahmen des strategischen Managements sicherzustellen. Wettbewerbsfähig sein heisst, die Kundenbedürfnisse besser zu befriedigen als die Konkurrenten. Dies gelingt nur, falls ein grosser Kundennutzen durch eine der drei Grundstrategien Differenzierung, umfassende Kostenführerschaft sowie Konzentration auf Schwerpunkte geschaffen wird (PORTER 1990). Bei der Differenzierungsstrategie äussert sich der Kundennutzen in der Holzproduktion beispielsweise in grosser Liefertreue, hoher Flexibilität und guter Qualität. Kostenführerschaft, bei der Kostenvorteile gegenüber der Konkurrenz angestrebt werden, verlangt, dass die gleichen Produkte zu günstigeren Preisen angeboten werden. Dies setzt einerseits grosse Stückzahlen, andererseits aber auch einfache, transparente und kostengünstige Geschäftsprozesse entlang der Wertschöpfungskette voraus.

In der Produktionskette kann die Wertschöpfung verbessert werden, indem man einzelne Prozesse parallelisiert, auslagert, ersetzt, zusammenfasst, automatisiert oder weglässt (vgl. dazu SPECKER 2001). Mit Fragen zur Gestaltung der Logistik in der Holzproduktion haben sich insbesondere auch HEINIMANN (1999; 2000) und HECKER *et al.* (2000) beschäftigt.

In diesem Zusammenhang besonders bedeutend ist die Automatisierung. Durch den Einsatz von Software und für das Erschliessen neuer Kommunikationswege zum Kunden (z.B. Internet) bietet hier die moderne Informationstechnologie (IT) grosse Unterstützung.

Abbildung 1 zeigt in Anlehnung an STEINWEG (2000) am Beispiel der Rundholzbereitstellung, wo IT (z.B. Produktivitätsmodelle) den Betriebsleiter bei der kurzfristigen Planung und Steuerung unterstützen kann. Die Abbildung erläutert beispielhaft die Einteilung eines Forstbetriebes in Geschäftsfelder und die Gliederung des Geschäftsfeldes «Rundholz bereitstellen» in Geschäftsprozesse. Jeder Geschäftsprozess wird

durch ein Ereignis in Gang gesetzt und erbringt eine Leistung, ein Ergebnis oder einen Nutzen für den Betrieb oder den Kunden. Der Geschäftsprozess selbst lässt sich wiederum in eine Kette von Elementarprozessen zerlegen. Diese Elementarprozesse können nun durch Informationstechnologie (Datenbanken, Modelle, Soft- und Hardware) unterstützt werden. Die Abbildung verdeutlicht die Verbindung der Geschäftssicht mit den Leistungen, die von der Informationstechnologie bei der Durchführung der Elementarprozesse zur Verfügung gestellt werden. Sollen nun im Rahmen einer Reorganisation Prozesse in einer anderen Reihenfolge ausgeführt oder gar ausgelagert werden, muss auch deren Unterstützung mit IT entsprechend leicht anpassbar sein. Diesem Wunsch konnte bisher zu wenig entsprochen werden.

Durch das Sicherstellen der Leistungsfähigkeit wird versucht, die strategischen Erfolgspotenziale effizient und damit kostengünstig zu erreichen. Dies ist primär Aufgabe des operativen Managements. Es geht dabei darum, den Ressourceneinsatz, sei es an Personal, Maschinen oder Kapital, für die verschiedenen Teilprozesse in der Prozesskette effizient zu gestalten und zu optimieren. Das Ziel liegt insbesondere darin, einen unmittelbar erkennbaren Nutzen für den Eigentümer zu stiften. In einem Geschäftsprozess «Holz ernten» ist z.B. das optimale Holzernteverfahren zu bestimmen. Auch dieser Optimierungsvorgang kann durch den Einsatz von geeigneter Software unterstützt werden.

So liefert beispielsweise das Programm Holzernte¹ (SCHÖPFER 1998; SCHÖPFER & STÖHR 1999; HRADETSKY & SCHÖPFER 2001) rechnergestützte Entscheidungshilfen für Holzernte und Holzvermarktung. Es dient der Vor- und Nachkalkulation von Hieben. Im Mittelpunkt steht dabei die Herleitung des erntekostenfreien Holzerlöses (Deckungsbeitrag). Holzernte ist seit 1997 im Praxiseinsatz und steht in Deutschland allen staatlichen Forstämtern zur Verfügung. Die Software besteht aus einem umfassenden Paket. Es basiert jedoch nicht auf der Komponententechnologie, so dass die Wiederverwendbarkeit der Teile in anderen Anwendungen sehr eingeschränkt ist.

¹ <http://www.fva-bw.de> unter aktuelle Forschungsprojekte der Fachabteilung Biometrie und Informatik (6.11.2002).

Infolge der sich immer rascher wandelnden Kundenbedürfnisse müssen sich Betriebe jedoch rasch an die neuen Marktbedürfnisse anpassen. Betriebe müssen fähig sein, ihre Abläufe in kurzer Zeit auf innovative unternehmerische Konzepte abzustimmen. Schnelle Anpassungsfähigkeit ist für den Erfolg am Markt entscheidend.² Dies setzt voraus, dass auch die IT-Lösungen (Waldwachstumsmodelle, Kosten- und Leistungsrechnungen, aber auch EnterpriseResourcePlanning-Systeme, Kommunikations- und Visualisierungssoftware usw.) anpassungsfähig konzipiert sind. Softwarebausteine müssen flexibel und vielfältig wiederverwendbar sein. Sie sollen einfach ausgetauscht oder in ihrer Reihenfolge verändert werden können. Betriebe oder deren Dienstleister sollten Modifikationen möglichst einfach und selbständig vornehmen können (z.B. Menüs gestalten, betriebsspezifische Belege und Formulare erstellen, Zusatzfelder definieren).

Ein vielversprechender Ansatz sind Softwarelösungen, die auf Komponententechnologie basieren, sogenannte «Componentware» (LEMM *et al.* 2002). Im Folgenden wird diese Technologie mit Blick auf ihre Nutzung für forstliche Belange, insbesondere die Modellierung von Holzernteprozessen, vorgestellt. Anschliessend zeigen wir deren Anwendung am Beispiel der Abbildung der Prozesskette «Holzernte» auf.

2. Komponenten und Componentware

2.1 Grundsätzliches

Einen ausführlichen Überblick über die beiden Begriffe gibt GRIFFEL (1998), indem er Konzepte und Techniken der Softwareerstellung aus Komponenten beleuchtet. Eine Komponente betrachtet er in Anlehnung an ORFALI *et al.* (1996) als

² BEA & HAAS 2001 schreiben: «Nicht die Grösse macht den Erfolg eines Unternehmens aus, sondern seine Fähigkeit auf Veränderungen der Umwelt schnell zu reagieren.»

«... ein Stück Software, das klein genug ist, um es in einem Stück erzeugen und pflegen zu können, gross genug ist, um eine sinnvoll einsetzbare Funktionalität zu bieten und eine individuelle Unterstützung zu rechtfertigen sowie mit standardisierten Schnittstellen ausgestattet ist, um mit anderen Komponenten zusammenzuarbeiten.» Componentware definiert er als «Softwaresysteme, die sich aus einzelnen, interagierenden Komponenten zusammensetzen, deren Entwicklung unabhängig voneinander erfolgt ist oder zumindest für den wiederholten Einsatz in einer Familie von Anwendungen geplant wurde.»

Wichtige Merkmale von Softwarekomponenten in diesem Sinne sind:³

- Der Zugriff ist nur über eine exakt definierte Schnittstelle möglich.
- Eine Komponente muss eine eindeutige, logisch identifizierbare Einheit darstellen.
- Eine Komponente sollte jederzeit durch eine neuere Version oder eine andere mit derselben Funktion ersetzt werden können.
- Ihr Inneres, die Implementation, sollte für den Benutzer möglichst unsichtbar sein.
- Die Implementation einer Komponente soll unabhängig von der Implementation anderer Komponenten sein.
- Komponenten sind binär wiederverwendbar. Sie können, ohne sie neu zu kompilieren, in anderen Softwareprojekten wiederverwendet werden. Dies geschieht mit Vorteil kombiniert mit sogenannten Frameworks.

Frameworks sind vorgefertigte aber unvollständig spezifizierte Softwarekonstrukte. Sie liefern Vorgaben und den Rahmen für Software eines bestimmten Anwendungsbereichs (PREE 1997).

³ Wesentlich detailliertere Angaben hierzu finden sich in GRIFFEL 1998.

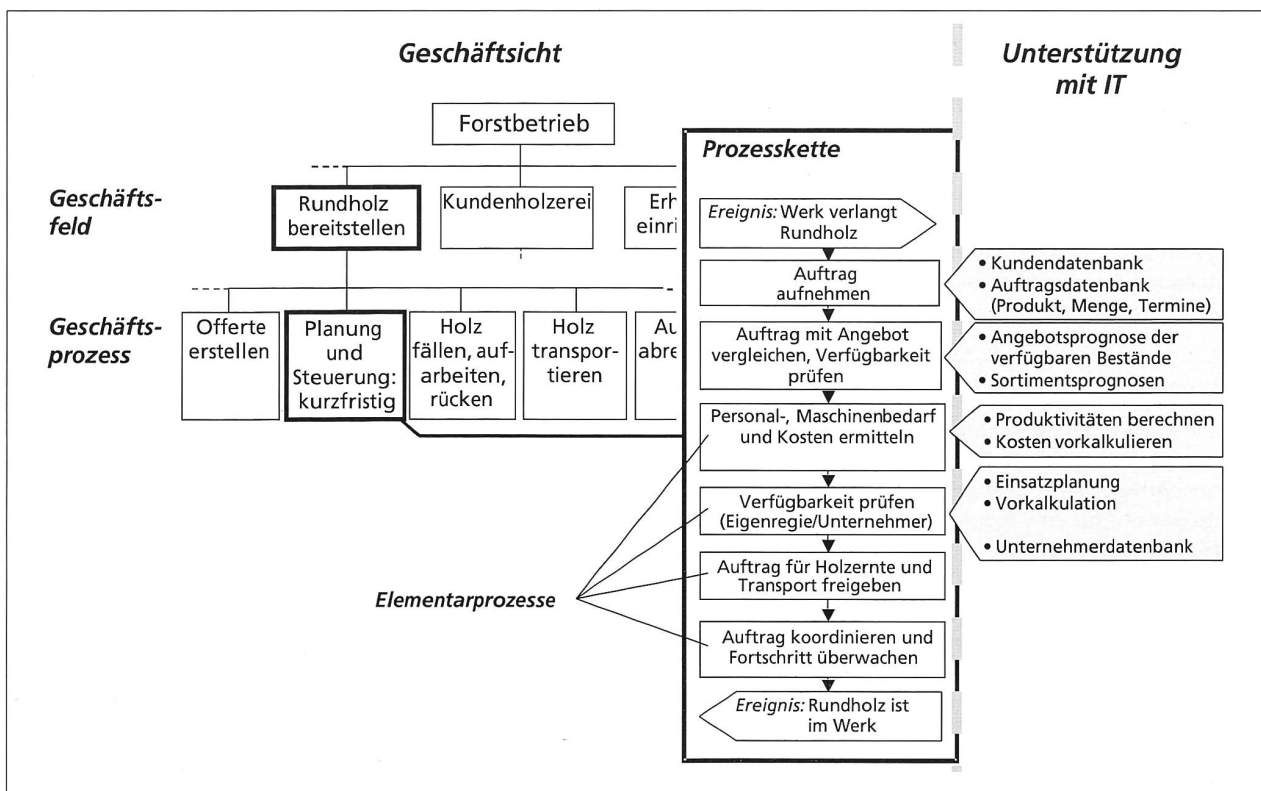


Abbildung 1: Zur Unterstützung von Geschäftsprozessen, die sich laufend ändern können, braucht es Informationstechnologie (IT), die leicht an neue Situationen anpassbar ist.

Figure 1: Continuously changing business processes call for IT tools that can be readily adapted to new situations.

Es ist grundsätzlich möglich, Komponenten mit verschiedensten Programmiersprachen zu erstellen und sie unabhängig von diesen zu verwenden, d.h. zu verknüpfende Komponenten können in verschiedenen Programmiersprachen implementiert sein. Sie kommunizieren miteinander über Schnittstellen. Diese lassen sich als «Vertrag» zwischen der Komponente und ihren Nutzern verstehen. Eine Veränderung von Komponenten nach ihrer Veröffentlichung, d.h. nachdem sie zur Nutzung durch Dritte frei gegeben sind, hat ausschliesslich in der Offenlegung zusätzlicher Schnittstellen zu resultieren. Einmal veröffentlichte Schnittstellen müssen unverändert bestehen bleiben, weil nur so die bisherigen Benutzer auch weiterhin in der Lage sind, unverändert auf diese zuzugreifen. Nur so können sie die Komponenten nach erfolgten Neuerungen über die gewohnten Schnittstellen problemlos weiterverwenden.⁴

Komponenten werden grafisch mit einem Symbol dargestellt. *Abbildung 2* erläutert dieses als Basis für die Verwendung in den folgenden Abschnitten.

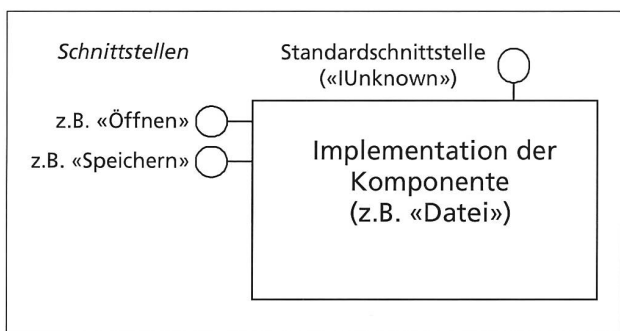


Abbildung 2: Symbol für die grafische Darstellung von COM⁵-Komponenten am Beispiel einer Komponente «Datei».

Figure 2: Graphic symbol of a COM component (Microsoft's Component Object Model) – here a data file.

Komponenten sowie ihre Schnittstellen und Inhalte werden bei ihrer Veröffentlichung mit einer weltweit eindeutigen Identifikation versehen wie Name, Pass usw. beim Menschen. Nur so kann sichergestellt werden, dass jede Software, die eine bestimmte Komponente ansprechen will, diese auch jederzeit eindeutig adressieren kann.⁶ Die Standardschnittstelle «IUnknown» (Interface Unknown) ist für COM-Komponenten in diesem Zusammenhang besonders wichtig. Sie ist als einzige immer vorhanden und liefert einer die Komponente benutzenden Anwendung überhaupt erst die Informationen für den Zugriff auf alle Schnittstellen der Komponente.

2.2 Bedeutung und Einsatz

Beinhaltet die Komponententechnologie auch noch viele Unklarheiten, so bietet danach gebaute Software, sogenannte Componentware, nach heutigem Stand des Wissens doch die grösste Gewähr für eine möglichst vielfältige Wiederverwendung (LEMM *et al.* 2002).

Komponenten einzelner Prozesse können so in zahlreichen Anwendungen genutzt und je nach Ausgestaltung ohne weitere Kenntnisse ihrer Inhalte wiederverwendet werden.

Durch die Möglichkeit zur Wiederverwendung vorhandener Komponenten ohne detaillierte Kenntnisse ihrer Inhalte lässt sich die Komplexität von Modellen stufenweise reduzieren. Entwickler müssen stets nur einen stark vereinfachten Teil des Ganzen betrachten und kennen. Auch komplexe Modelle und Software ganz allgemein können somit relativ überschaubar gestaltet werden. Zudem können die einzelnen Teile jeweils von kleinen Teams kompetenter Fachleute entwickelt und gepflegt, jedoch von sehr vielen Interessierten verwendet werden.

Für die Modellierung von Produktivitäten in Holzernteprozessketten heisst dies:

- Reale Holzernteprozessketten sind in sinnvolle, geeignete Elementarprozesse (d.h. Prozesse, die von einer einzigen Stelle ohne Unterbruch ausführbar sind) zerlegt zu betrachten.
- Sofern nicht schon vorhanden, sind Grundlagen (Zeitstudien, Leistungszahlen) möglichst dieser Sicht entsprechend zu erfassen.
- Basierend auf diesen Grundlagen lassen sich für die Elementarprozesse mathematische Modelle formulieren und als Componentware umsetzen.
- Produktivitätsmodelle von Elementarprozessen werden bei der Anwendung je nach Fragestellung und Zweck einzeln genutzt oder *ad hoc* zu Produktivitätsmodellen ganzer Prozessketten verknüpft.

2.3 Anforderungen

An die zu erstellenden Softwarebausteine ergeben sich spezifische Anforderungen:

- Komponenten sollen möglichst vielfach wiederverwendet werden können. Es ist deshalb zwingend, dass sie intensiv geprüft und von bester Qualität sind. Denn, wer verwendet schon etwas, dem man nicht vertraut?
- Fehler in den Inputdaten muss jede Komponente selbständig behandeln können. Sie muss solche erkennen, bei Bedarf Mitteilung machen oder diese nach Möglichkeit sogar selbständig korrigieren, z.B. die Inputdaten auf sinnvolle Werte setzen oder die Kalkulation sogar stoppen.
- Jeder Komponente müssen alle nötigen Informationen über Grundlagen, Gültigkeit, Anwendungsbereich usw. mitgegeben und dem Nutzer bei Bedarf zugänglich gemacht werden können («Eigendokumentation»). Dies hilft, falsche Anwendungen zu vermeiden, schafft Transparenz und fördert das Vertrauen der Nutzer.
- Um Komponenten möglichst ohne Kenntnisse ihres Innenlebens nutzen zu können, müssen diese über klare, einfache und selbsterklärende Schnittstellen verfügen. Schnittstellen sind deshalb mit möglichst präzisen Namen zu bezeichnen und wo nötig sogar mit Masseinheiten zu versehen (s. *Abbildung 6*).
- Input und Output verschiedener Komponenten eines Anwendungsbereichs sollten zudem möglichst vereinheitlicht werden, um die Komponenten einfach verknüpfen zu können.

Der Zugriff auf Komponenten geschieht nur über die erwähnten, exakt definierten Schnittstellen. Deshalb müssen die entsprechenden Komponenten alle Aspekte ihrer Nutzung über ihre Schnittstellen anbieten. Mit Blick auf Produktivitätsmodelle für Holzernteprozesse gehören hierzu insbesondere folgende Funktionalitäten (s. *Abbildung 3*):

- Eingangsgrössen, z.B. Hangneigung, Baumart, BHD.
- Ergebnisse, z.B. Personal- und Maschinenzeiten.
- Wichtige Informationen über den aktuellen Zustand des Prozesses, in den die Komponente eingebunden ist (Zu-

⁴ <http://www.microsoft.com/Com/news/drgui.asp> unter Dr. GUI's Gentle Guide to COM: Dr. GUI on Components, COM, and ATL (Stand: 11.09.01).

⁵ COM steht für Component Object Model, die Komponentenarchitektur von Microsoft.

⁶ <http://www.microsoft.com/Com/news/drgui.asp> unter Dr. GUI's Gentle Guide to COM: Dr. GUI on Components, COM, and ATL (Stand: 11.09.01).

standsüberwachung), z.B. «Holz liegt an Rückegasse» und ist somit zum Abtransport bereit.

- Eine Möglichkeit zu prüfen, ob der vom Modell abgebildete Prozess unter den gegebenen Umständen sinnvollerweise ausgeführt werden kann (Einsatzprüfung). Z.B. müssen, wenn Holz transportiert werden soll, die Bäume zuvor gefällt werden.
- Fehlerbehandlung (s. oben).
- Dokumentation (s. oben).

Abbildung 3 zeigt als Basis für Abbildung 9 die erwähnten Schnittstellen in das Komponentensymbol eingebunden.

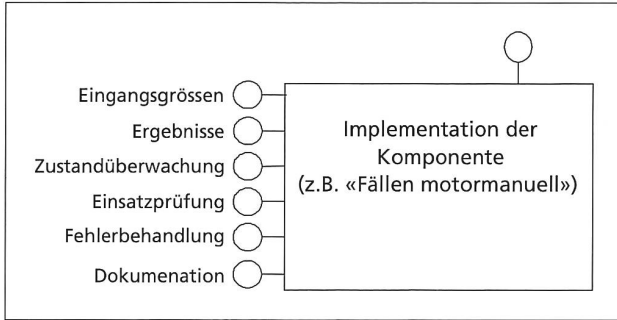


Abbildung 3: Zweckmäßige Schnittstellen von Softwarekomponenten zur Abbildung von elementaren Holzernteprozessen.

Figure 3: Purpose-built interfaces of software components representing elementary processes of timber harvesting.

Die Komponententechnologie erlaubt, Modelle einzelner Prozesse als selbständige Bausteine in Software umzusetzen, diese je nach Bedarf autonom zu nutzen, miteinander zu kombinieren oder gar flexibel in beliebige Nutzerumgebungen einzubauen. Am Beispiel der Holzernteprozesskette soll die Anwendung und Nutzung der Komponententechnologie vertieft werden. Dazu werden wir zuerst eine zweckmäßige Sicht der Prozesskette erläutern und dann auf den Einsatz beim Modellieren der Holzerntekette eingehen.

3. Die Prozesskette «Holzernte»

«Holzernte» umfasst alle Leistungsprozesse vom Fällen der Bäume bis zur Lagerung an der mit Lastwagen befahrbaren Strasse. Sie können grob unterteilt werden in das Bearbeiten und den Transport des Holzes im Gelände (s. Abbildung 4).

Jeder Prozess kann in unterschiedlicher Art und Weise, z.B. mit verschiedenen Betriebsmitteln, durchgeführt werden. So ist es möglich, einen Baum «motormanuell» oder mit einem Vollernter zu fällen. Zudem kann die Reihenfolge der Prozesse ändern. Die Sortimente werden beispielsweise vor oder

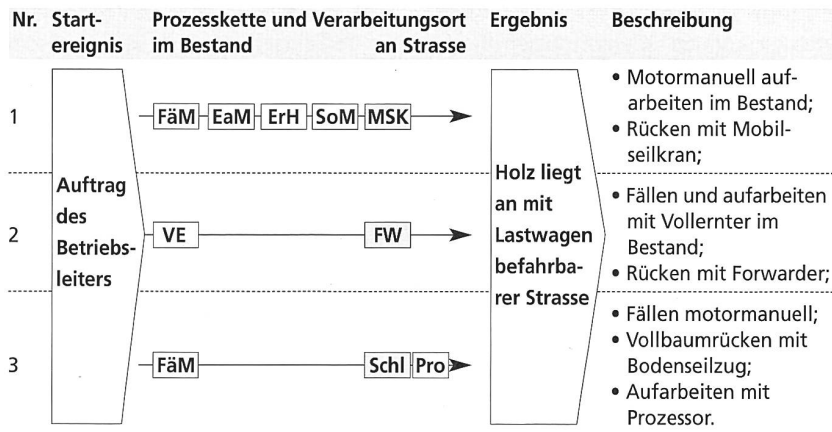
Tabelle 1: Beispiele von Holzernteprozessen.

Table 1: Examples of timber harvesting processes.

Prozess	Beschreibung	Kürzel
Fällen mit Motorsäge	Stehender Baum wird mit Motorsäge gefällt	FäM
Entasten mit Motorsäge	Gefällter Baum wird mit Motorsäge entastet	EaM
Entrinden von Hand	Gefällter und entasteter Baum wird mit Schälseisen entrindet	ErH
Sortimente einteilen mit Motorsäge	Gefällter, entasteter und entrindeter Baum wird in Sortimente eingeschnitten	SoM
Prozessor	Gefällter Baum wird mit Prozessor entastet, entrindet und in Sortimente eingeschnitten	Pro
Vollernter	Baum wird mit Vollernterkopf gefällt und entastet	VE
Transport im Gelände mit Schlepper	Gefällter Baum oder Stammstück wird im Bestand durch Schlepper transportiert	Schl
Transport im Gelände mit Mobilseilkran	Gefällter Baum oder Stammstück wird im Bestand durch Mobilseilkran transportiert	MSK
Forwarder	Stammstücke werden von Forwarder mit Kran aufgeladen und im Bestand transportiert	FW

Tabelle 2: Beispiele von Prozessketten in der Holzernte (Abkürzungserklärungen s. Tabelle 1).

Table 2: Examples of process chains in timber harvesting (abbreviations see table 1).



nach dem Rücken, also im Bestand oder auf einem Lagerplatz, erzeugt. Tabelle 1 zeigt eine Auswahl von elementaren Prozessen der Holzernte.

Die Prozesse aus Tabelle 1 können zu Prozessketten verknüpft werden, wie dies z.B. in Tabelle 2 dargestellt ist. Startereignis ist jeweils ein Auftrag des Betriebsleiters. Als Ergebnis resultiert das an der mit Lastwagen befahrbaren Strasse deponierte Rohholz.

Für unsere Betrachtungen bilden wir von den real ablaufenden Produktionsprozessen nur einen Teil ab, nämlich die Pro-

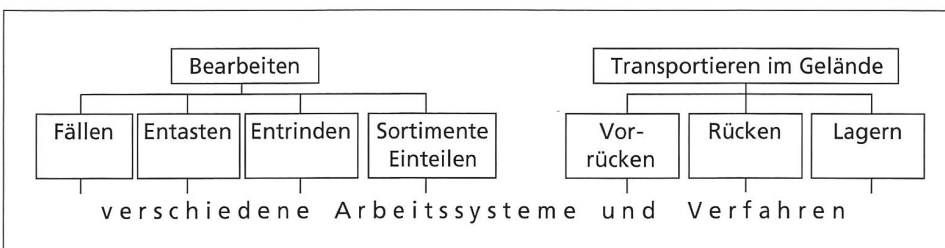


Abbildung 4: Vereinfachte Übersicht über Elementarprozesse der Holzernte.

Figure 4: Coarse blue sheet for elementary processes of timber harvesting.

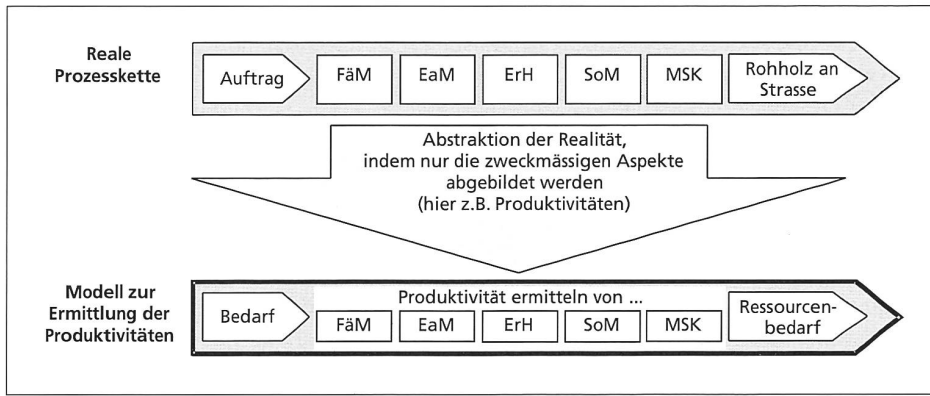


Abbildung 5: Prozesskette in der Realität und deren Abbildung im Modell. Im Modell werden nur diejenigen Aspekte abgebildet, die im Hinblick auf die Modellanwendung besonders relevant sind.

Figure 5: A process chain in reality and its modelled copy. The model reproduces only those facets that are particularly relevant to model application.

duktivität (Abbildung 5). Alle anderen Aspekte wie Pflughigkeit, Ergonomie und Umweltbelastung, werden hier nicht erfasst.

Als Grundlage für die Modelle werden bereits vorhandene Leistungszahlen und Zeitstudien aus der Literatur und früheren Projekten verwendet. Idealerweise werden Leistungswerte im Modell funktional hinterlegt, abhängig von Umgebungsparametern (z.B. Hangneigung, Brusthöhendurchmesser) und sogar Technologieparametern (z.B. Motorleistung, Kranreichweite). Um eine einmal erstellte Modellsammlung aktuell zu halten braucht es ein entsprechendes Verfahrensmonitoring, verbunden mit kontinuierlichen Unterhaltsarbeiten an der Modellsammlung.

Die Überlegungen im Abschnitt «Informationstechnologie zur Unterstützung von Geschäftsprozessen» und die Beispiele in Tabelle 2 zeigen, dass die Prozessstruktur für die Modellierung so aufgelöst werden muss, dass die Modelle elementarer Prozesse in verschiedenen Prozessketten wiederverwendet werden können. Hierzu müssen die Modelle der einzelnen Prozesse autonom sein, gleichzeitig aber, Legobausteinen vergleichbar, beliebig «zusammengesteckt» werden können. Eine solche Auflösung der Prozesse ist nicht immer möglich und im Einzelfall kritisch zu hinterfragen.

In der Realität kann ein Prozess nur ausgeführt werden, wenn entsprechende Bedingungen erfüllt sind. So muss z.B. ein Baum gefällt sein bevor er transportiert werden kann. Im Modell hingegen ist es möglich, die Produktivitäten dieser beiden Prozesse («Fällen» und «Transport im Gelände») unabhängig voneinander zu kalkulieren. Es könnten somit grundsätzlich auch völlig unsinnige Prozessketten rechnerisch abgebildet werden. Die Bildung sinnvoller Kombinationen von Elementarprozessen sollte von den Komponenten selber aktiv unterstützt werden, z.B. über die im Abschnitt «Anforderungen» (Kapitel 2.3) erwähnte Einsatzprüfung.

4. Modellierung von Holzerneteketten

Einmal als Componentware realisierte Modelle elementarer Holzernete, wie sie z.B. in Tabelle 1 dargestellt sind,

können auf verschiedene Arten Nutzern zugänglich gemacht und von diesen bei Bedarf zu Ketten zusammengefügt werden:

- a) Programmierende greifen über Schnittstellen auf die Leistungen solcher Modelle zu und nutzen diese direkt. Dies geschieht durch sogenanntes «Scripten»: Einzelne Komponenten und ihre Funktionalitäten (z.B. «Personalzeit») werden angesprochen, indem man deren Namen gefolgt von einem Punkt eintippt (s. Abbildung 6). Anschliessend erhält der Programmierer die zur Verfügung stehenden Optionen angeboten und kann diese in anderen Programmen, wie z.B. in Excel, nutzen. Es ist wichtig, dass die entsprechenden Namen selbsterklärend sind. Bei unseren Arbeiten haben wir deshalb auch Zeit- und Masseinheiten (PPH15, m³ in Rinde) in Namen von Schnittstellen integriert (Abbildung 6).
- b) Es werden Benutzerdialoge angeboten, in denen Ketten aus einzelnen Komponenten mit Drag und Drop zusammengestellt werden können (s. Abbildung 7).

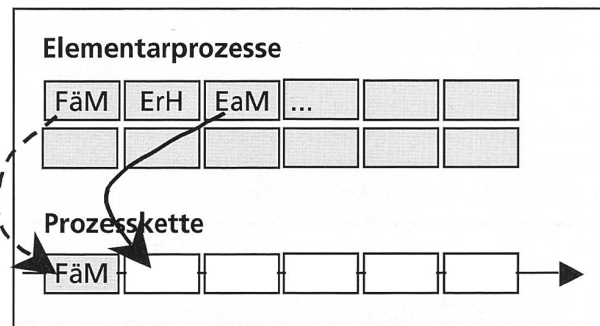


Abbildung 7: Prinzip einer Oberfläche für den Zusammenbau von Modellen elementarer Prozesse zu Ketten.

Figure 7: Graphic user interface to join models of elementary processes to a chain of processes.

Um die Bildung unsinniger Prozessketten durch Anwender zu verhindern, müssen in diesem Fall die Modelle der Ele-

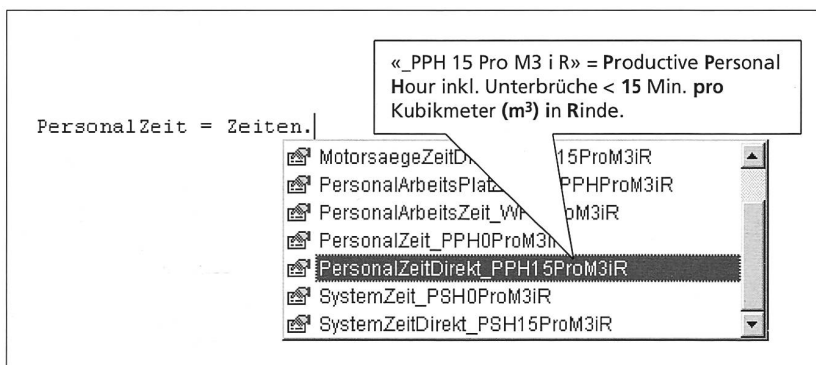


Abbildung 6: «Scripten» mit möglichst selbstsprechenden Schnittstellen.

Figure 6: «Scripting» by self-explanatory interfaces.

mentarprozesse selbständig prüfen können, ob sie an die jeweilige Position in der Kette passen oder nicht. Je nachdem sollen sie eine entsprechende Rückmeldung machen, respektive sich positionieren lassen oder eben nicht. Hierzu müssen diese Modelle über die entsprechenden Informationen, Prüfmechanismen und Schnittstellen (s. Kapitel 2.3, insbesondere *Abbildung 3*) verfügen.

Nehmen wir an, auf eine der beiden oben skizzierten Arten werde beispielsweise die Kette «motormanuelles Fällen» – «Entasten» – «Rücken mit Mobilseilkran» – «motormanuelles Sortimente Einteilen mit Motorsäge» zusammengestellt (*Abbildung 8*).

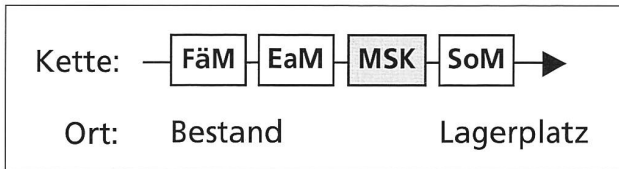


Abbildung 8: Beispiel für ein Modell einer Prozesskette «Holzernte». *Figure 8: Example of a model representing a process chain «timber harvesting».*

Eine detailliertere Auflösung dieser Kette unter Einbezug eines groben Datenflusses zeigt *Abbildung 9*.

Einerseits liefert jede Komponente das Kalkulationsergebnis, z.B. die aufgewendeten Zeiten, als «produktive Personalstunden ohne Unterbrüche pro m³ in Rinde» für den von ihr abgebildeten Prozess. Andererseits erhält sie Informationen über den Zustand der Kette und das zu bearbeitende Objekt («In»). Sie prüft bei Bedarf anhand von diesen Informationen, ob der von ihr abgebildete Prozess in dieser Situation Sinn macht («Einsatzprüfung») und gibt den nach diesem Prozess erreichten Zustand weiter («Out»).

Schnittstellen mit Zustand und Einsatzprüfung (s. auch <i>Abbildung 5</i>)	Prozess (EGP)	Kalkulationsergebnisse	Konkrete Werte (prod. Personalstd. pro m ³ in Rinde)
In: Bäume angezeichnet, stehen im Bestand Out: Bäume liegen im Bestand, mit Ästen Einsatzprüfung: Bäume angezeichnet? Im Bestand stehend?	«Fällen motormanuell»	Zeiten Fällen	0.2
In: Bäume liegen im Best., mit Ästen Out: Bäume liegen im Bestand, ohne Äste Einsatzprüfung: Bäume liegend? Mit Ästen?	«Entasten motormanuell»	Zeiten Entasten	0.3
In: Bäume liegen im Bestand Out: Bäume liegen auf Absenkplatz Einsatzprüfung: Bäume liegend? Im Bestand?	«Transport mit Mobilseilkran»	Zeiten Rücken	0.5
In: Bäume liegend, ohne Äste Out: Sortimentsstücke Einsatzprüfung: Bäume liegend? Ohne Äste?	«Einschneiden motormanuell»	Zeiten Einschneiden	0.3
Total			1.3

Abbildung 9: Holzerntekette mit Komponenten elementarer Prozesse und grobem Datenfluss.

Figure 9: Process chain «Timber Harvesting» with components of elementary processes and the corresponding rough data flow.

Ein so erstelltes Modell einer Prozesskette kann selbst wieder als Komponente gesehen werden. Für die Anwender werden dann Schnittstellen dieser Komponente in Form von gängigen Benutzerdialogen (*Abbildung 10*) angeboten. Diese Dialoge ermöglichen dem Benutzer die zweckmässige und möglichst einfache Anwendung des allenfalls komplexen Modells.

5. Diskussion

Erste Erfahrungen, die Prozesskette «Holzernte» mit Componentware zu modellieren, verliefen vielversprechend. Sie zeigten aber auch verschiedene Schwierigkeiten auf:

- Schwierig ist es insbesondere, die elementaren Prozesse sinnvoll abzugrenzen und somit zweckmässige Komponenten zu definieren. In früheren Unterlagen wurde z.B. die «motormanuelle Holzhauerei» als ein einziger Prozess behandelt. Aufgrund der technischen Entwicklung (z.B. Einsatz verschiedener Hilfsmittel wie Axt, Motorsäge, Entrindungsmaschine) und im Sinne einer zweckmässigen Modellbildung wird dieser Prozess sinnvollerweise in weitere Prozesse wie etwa «Fällen», «Entasten», «Entrinden» usw. zerlegt, bei denen dann jeweils ein bestimmtes Arbeitssystem, bestehend aus Personal, Maschinen und Geräten, zum Einsatz kommt. Generell erwies sich in unseren Arbeiten das Arbeitssystem als ein gutes Kriterium für die Abgrenzung der Prozesse.
- Bisher als Einheit betrachtete Prozesse dürfen nicht unterteilt werden, ohne dass im konkreten Fall kritisch geprüft wird, ob dies überhaupt zulässig ist und ein für den resultierenden Teilprozess gültiges, immer noch aussagekräftiges Modell resultiert.
- Fehler beim Zusammenbau zu Ketten können nur vermieden werden, wenn die Komponente über eine Schnittstelle Informationen zum Prozessumfeld verarbeitet («Zu-

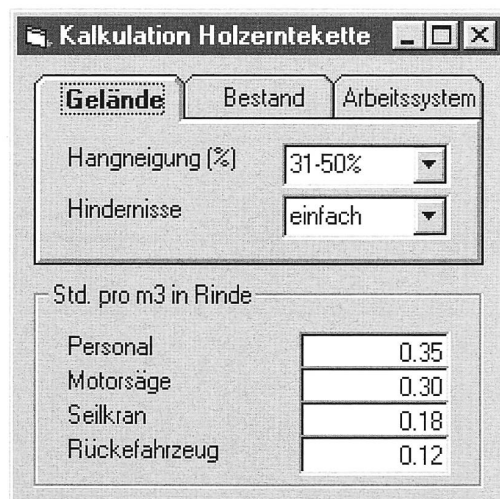


Abbildung 10: Beispiel eines einfachen Benutzerdialogs, der als Schnittstelle von einer Komponente angeboten werden kann.

Figure 10: Example of a basic interactive interface, used as an interface of a component.

standskontrolle») und darauf basierend selbständig prüfen kann, ob der von ihr abgebildete Prozess in der vorliegenden Prozesskette sinnvoll ist («Einsatzprüfung»).

- Für Zustandskontrolle und Einsatzprüfung wie auch für die Eigendokumentation konnte noch keine befriedigende Art der Implementation definiert werden. Diesbezüglich besteht weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf.
- Bei unseren Versuchen wurde jede Komponente mit einem Dialog für Kalkulationen durch Endbenutzer ausgestattet. Dieser Dialog kann bei Bedarf über eine Schnittstelle aktiviert und direkt für Kalkulationen mit der einzelnen Komponente genutzt werden. Dies ist vor allem für das Testen der Funktionstauglichkeit sehr vorteilhaft und fördert zudem die Transparenz und das Vertrauen in die Modelle. Solche integrierte Benutzerdialoge verlangen aber eine verhältnismässig aufwendige Ausgestaltung der Komponenten.

Alles in allem vermögen aber nach unseren bisherigen Erkenntnissen die festgestellten Probleme das beachtliche Potenzial der Komponententechnologie für die Entwicklung und Nutzung von Prozessmodellen, wie auch für forstliche Software generell, nicht ernsthaft zu schmälern.

6. Folgerungen und Ausblick

Um in Zukunft wettbewerbs- und leistungsfähige Forstbetriebe zu bilden und für ein gezieltes, wirkungsorientiertes Ökosystem- und Umweltmanagement sind Modelle von Elementarprozessen und Prozessketten künftig unerlässlich. Natürliche Prozesse genügend genau abzubilden wird aber bald einmal sehr komplex.

Sorgfältig angewendet, liefert Komponententechnologie die softwaretechnische Basis, um nach und nach Modelle beliebiger Prozesse der Forstwirtschaft (Baumwachstum, Durchforstung, Sortimentbildung usw.) zu erstellen und eine umfassende, flexibel nutzbare Komponentensammlung aufzubauen (Abbildung 11).

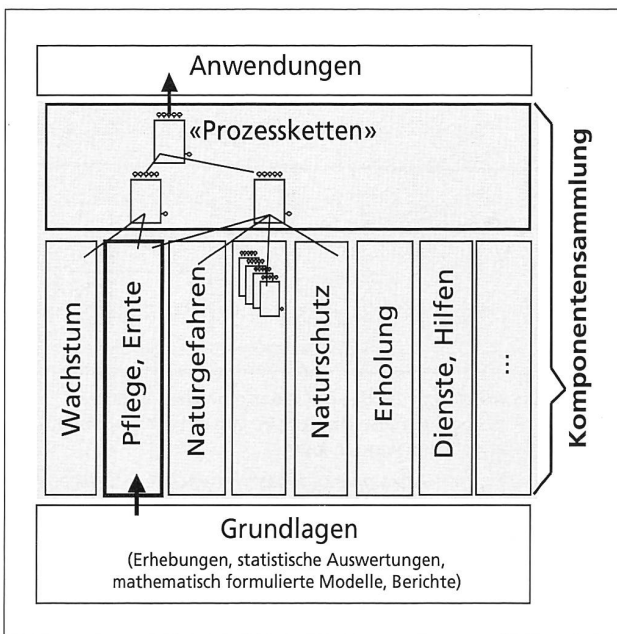


Abbildung 11: Skizze einer Komponentensammlung und ihrer Stellung zwischen Grundlagen und der Anwendung durch Endbenutzer.

Figure 11: Sketch of a component library and its status between data basis and user.

Forstspezifische Komponenten lassen sich dann miteinander oder mit anderen, kommerziell verfügbaren Softwarekomponenten (GIS, Microsoft Office usw.) zu umfassenden Modellen und Softwaresystemen verknüpfen. So wird es möglich, auch komplexe Modelle und EDV-basierte Informationssysteme selbst für eine beschränkte Zahl von Anwendungen und Nutzern mit vertretbarem Aufwand zu erstellen. Dies ist ganz besonders wichtig für die vielfältige und kleinstrukturierte Forstwirtschaft, wie wir sie in der Schweiz und speziell im Privatwald antreffen. Unter diesen Bedingungen ist der Koordinationsbedarf besonders gross, dies bei gleichzeitig sehr beschränkten finanziellen Mitteln und sehr verschiedenen Ansprüchen. Die vielfache und mannigfaltige Nutzung zweckmässiger Bausteine unterstützt diese Vielfalt bei gleichzeitig geringen Kosten für einzelne Bausteine.

Es liegt nun an Wissenschaft und Forschung, das erforderliche Wissen zu erarbeiten, dieses in geeigneter Form für die Softwareentwicklung nutzbar zu machen und einen gangbaren Weg für dessen Umsetzung aufzuzeigen. In einem ersten Schritt müssen Grundlagen und Softwarekomponenten für Elementarprozesse in guter Qualität erstellt werden.

In diesem Zusammenhang setzen wir an der WSL im Rahmen des Programmes «Management einer zukunftsfähigen Waldnutzung» zurzeit vorhandene Grundlagen zu Produktivitätsmodellen für gängige Arbeiten in der Holzernte in COM-Komponenten um (vgl. ERNI *et al.* 2000). In einem zweiten Schritt sind diese dann flexibel zur Abbildung ganzer Prozessketten zu kombinieren und schliesslich in Informationssysteme zu integrieren.

Zusammenfassung

Moderne Forstbetriebe müssen wettbewerbs- und leistungsfähig sein, wenn sie überleben wollen. Beides kann durch moderne Informationstechnologie (IT) unterstützt werden, indem diese hilft, Produktionsketten zu automatisieren und ressourceneffizient zu gestalten.

Die IT-Unterstützung ist sehr anpassungsfähig zu konzipieren. Softwarebausteine müssen einfach, robust und vielfältig wiederverwendbar sein, denn der ständige Wandel, in dem sich die Betriebe befinden, verlangt eine rasche Anpassung an neue Bedürfnisse der Kunden.

Am Beispiel der Prozesskette «Holzernte» wird ein Lösungsansatz vorgestellt, der zeigt, wie man softwaretechnisch Elementarprozesse in Modellen abbilden und diese flexibel, nach Art der Legobausteine, zu ganzen Ketten verbinden kann. Die Holzernte umfasst verschiedene Prozesse vom Fällen der Bäume bis zur Lagerung an der mit Lastwagen befahrbaren Waldstrasse. Die Abfolge dieser Elementarprozesse kann variieren und ähnliche Prozesse können durch andere Verfahren oder Betriebsmittel erledigt werden. Um die Produktivität von Holzernteketten zu modellieren, werden vorerst die realen Holzernteprozessketten in Elementarprozesse unterteilt und für die Teile mathematische Modelle formuliert, welche die entsprechenden Produktivitäten ermitteln. Die mathematischen Modelle werden dann in Componentware umgesetzt und können anschliessend je nach Fragestellung zu Produktivitätsmodellen ganzer Holzernteketten verknüpft werden.

Die entwickelten Softwarebausteine müssen eine hohe Qualität aufweisen. Hierzu gehört unter anderem, dass Input und Output standardisiert sind, der Zugriff auf Funktionen nur über exakt definierte Schnittstellen möglich ist, eine Einsatzprüfung vorgesehen ist und allfällige Fehler verlässlich behandelt werden.

Um Modelle von Elementarprozessen zu verketteten, bieten sich verschiedene Möglichkeiten an. Erste Bemühungen, Holzernteprozesse als Softwarekomponenten zu modellieren und

zu verketten, verliefen vielversprechend. Es ergaben sich aber auch verschiedene Probleme. Insbesondere ist es schwierig, Elementarprozesse zweckmässig abzugrenzen und die «Einsatzprüfung» einzurichten.

Sorgfältig angewendet liefert Componentware jedoch die softwaretechnische Basis, eine flexibel nutzbare Komponentensammlung aufzubauen. Bei Bedarf können forstspezifische auch mit kommerziell verfügbaren Komponenten zu Software für forstliche Zwecke, z.B. für die Modellierung von Prozessketten, verknüpft werden.

Summary

Modelling of process chains with componentware; the example of timber harvesting

In order to survive modern forest enterprises must be productive and competitive. Both goals can be supported by modern information technologies (IT) designed to automate and deliver resource-efficient production chains.

The permanent changes with which enterprises are confronted require rapid adjustments to meet new needs of customers. Consequently, IT-support must be designed for high adaptability and its components must be simple, robust and widely reusable.

The process chain «timber harvesting» serves as an example to present one way of modelling elementary processes using software techniques, and how to combine them (like lego bricks) in a flexible manner to form entire process chains. Timber harvesting consists of various processes ranging from tree felling to stocking logs by the forest roadside. The sequence of these elementary processes may vary and similar tasks may be carried out by different methods and with different means. In order to model the output of timber harvesting the corresponding production chains must first be broken up into elementary processes. Mathematical models can then be developed to determine the respective output of each process. Subsequently, the models are transformed into componentware and joined together to productivity models of specific harvesting chains.

The software components must comply with high quality standards and the standardization of input and output is, therefore, essential. Ideally the components should check that they match with a given task and fit the calculation.

It is possible to link up models of elementary processes in various ways. Early attempts to model timber harvesting processes as software components were very promising, but eventually problems arose. It proved to be particularly difficult to delimit elementary processes accurately and implement the suitability tests.

When applied with due diligence componentware can serve as a software base on which a flexible and useful collection of components can be built. Such systems can subsequently be integrated into commercially available applications to create forestry specific software.

Résumé

La récolte des bois – modélisation d'une chaîne d'opérations à l'aide de composants

Les exploitations forestières doivent être compétitives et performantes si elles veulent sauvegarder leur existence. Ces deux qualités peuvent être favorisées grâce aux technologies modernes de l'information qui aideront les gestionnaires à automatiser et optimiser les chaînes de production.

Les instruments de technologie de l'information doivent présenter une très large adaptabilité. Les modules logiciels doivent être simples, robustes et multifonctionnels afin de per-

mettre aux entreprises, confrontées à de constants changements, de répondre rapidement aux nouveaux désirs de la clientèle.

Cet article présente une approche de solution qui montre comment il est possible de modéliser des processus élémentaires et de les combiner à volonté, telles des pièces de lego. A titre d'exemple, la récolte des bois comprend toute une chaîne d'opérations qui vont de l'abattage de l'arbre à l'entreposage des bois au bord de route forestière. La succession de ces opérations varie en fonction de la méthode de travail choisie. Si l'on désire modéliser la productivité de la récolte des bois, il faut d'abord transformer les différentes opérations en processus élémentaires, puis établir des modèles mathématiques qui calculeront la productivité. Les modèles mathématiques sont ensuite transformés en composants qui peuvent alors être assemblés, en fonction des besoins, à des modèles de productivité de toute chaîne d'opérations.

Les modules doivent être de parfaite qualité. Cela signifie entre autres que les intrants et les extrants sont standardisés, que l'accès aux fonctions n'est possible que par une interface clairement définie et que les éventuelles erreurs sont traitées de manière fiable. En outre, il faut équiper chaque module d'un contrôle automatique qui les empêche d'être mal placés dans la chaîne des opérations.

Il existe divers moyens de combiner les modèles de processus élémentaires. Les premières approches de modélisation et d'enchaînement des opérations de récolte des bois sous forme de composants sont prometteuses, malgré certains problèmes rencontrés. Il est particulièrement difficile de délimiter judicieusement les processus élémentaires et d'équiper les modules d'un contrôle automatique.

S'ils sont utilisés selon les règles de l'art, les composants fournissent la base informatique permettant de constituer une collection de composants multifonctionnels. Les composants développés spécifiquement pour les opérations forestières peuvent être combinés avec d'autres composants offerts sur le marché.

Traduction: MONIQUE DOUSSE

Literatur

- BEA, F.X.; HAAS, J. (2001): Strategisches Management. 3., neu bearb. Auflage, Stuttgart, Lucius und Lucius, 579 S.
- ENNI, V.; FRUTIG, F.; LEMM, R.; OSWALD, K.; THEES, O. (2000): Produktivitätsmodelle für Verjüngung, Jungwaldpflege und Holzernte mit Hilfe komponentenbasierter Softwaretechnologie. WSL, Birmensdorf, Schlussbericht zum Projekt Nr. 98.03 des Wald- und Holzforschungsförderungs fonds, 71 S.
- GRIFFEL, F. (1998): Componentware Konzepte und Techniken eines Softwareparadigmas. Heidelberg, Verlag Dpunkt, XII, 645 S.
- HECKER, M.; BECKER, G.; RESSMANN, J. (2000): Estimating benefit potentials in german logistics for wood procurement and timber logging. In: Logistics in the Forest Sector. First World Symposium in Logistics in the Forest Sector, May 15–16, Helsinki, Finland, Econpap, Espoo (FI), 153–164.
- HEINIMANN, H.R. (1999): Logistik der Holzproduktion – Stand und Entwicklungsperspektiven. Forstwiss. Cent.bl. 118 (1): 24–38.
- HEINIMANN, H.R. (2000): Business Process Re-Engineering – a Framework for Designing Logistics Systems for Wood Procurement. In: Logistics in the Forest Sector. First World Symposium in Logistics in the Forest Sector, May 15–16, Helsinki, Finland. Econpap, Espoo (FI), 269–287.
- HRADETZKY, J.; SCHÖPFER, W. (2001): Das Softwareprodukt Holzernte – eine Entscheidungshilfe für die Holzernte und die Holzvermarktung. In: Wissenstransfer in Praxis und Gesellschaft. Freiburg (Breisgau), FVA-Forschungstage 5.–6. Juli 2001, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung; Bd. 18).
- LEMM, R.; ENNI, V.; THEES, O. (2002): Komponentenbasierte Softwareentwicklung – neue Perspektiven für forstliche Modellierung und Informationsverarbeitung. Schweiz. Z. Forstwes. 153 (1): 3–9.

- ORFALI, R.; HARKEY, D.; EDWARDS, J. (1996): *The Essential Distributed Objects Survival Guide*. New York, Wiley, 604 p.
- PORTER, M.E. (1990): *Wettbewerbsstrategie. Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten*. Frankfurt, Campus, 488 S.
- PREE, W. (1997): *Komponentenbasierte Softwareentwicklung mit Frameworks*. Heidelberg, Verlag Dpunkt, XII, 130 S.
- SCHÖPFER, W. (1998): Schritte zu einem Informationssystem für Holzernte und Holzvermarktung. *Forst und Holz* 53 (12): 379–387.
- SCHÖPFER, W.; STÖHR, D. (1999): Generierung variabler Sortier- und Kalkulationshilfen für den Forstbetrieb. *Forstwiss. Cent.bl.* 118 (2): 108–117.
- SPECKER, A. (2001): *Modellierung von Informationssystemen: ein methodischer Leitfaden zur Projektabwicklung*. Zürich, Verlag vdf, 372 S.
- STEINWEG, C. (2000): *Projektkompass Softwareentwicklung. Geschäftsorientierte Entwicklung von IT-Systemen*. 3., überarb. und verb. Auflage, Braunschweig und Wiesbaden, Verlag Vieweg, 363 S.
- TÖNZ, C. (1994): *Prozessorientierte Schwachstellenanalyse in kleinen und mittleren Unternehmen*. Diss. Hochschule St. Gallen, 165 S.

Autoren

VINZENZ ERNI, Dipl. Forsting ETH, Raumplaner ETH/NDS;
Dr. RENATO LEMM, Dipl. Phys. ETH, Dipl. Forsting. ETH; FRITZ FRUTIG,
Dipl. Forsting ETH; KASPAR OSWALD, Dipl. Forsting ETH, Eidg.
Forschungsanstalt WSL, Abteilung «Management Waldnutzung»,
CH-8903 Birmensdorf.