

**Optimierung von Geschäftsprozessen in der  
Forstwirtschaft durch den Einsatz von  
Informationstechnologie  
am Beispiel der Holzbereitstellung auf Revierebene**

Inaugural-Dissertation zur  
Erlangung der Doktorwürde  
der Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der  
Albert-Ludwigs-Universität  
Freiburg im Breisgau

vorgelegt von

Joachim Hug

Freiburg im Breisgau

2004

Dekan: Prof. Dr. Ernst E. Hildebrand

Referent: Prof. Dr. Dr. h. c. Gero Becker

Korreferent: Prof. Dr. Dr. h. c. Dieter R. Pelz

## **Vorwort**

Die vorliegende Arbeit entstand in den Jahren 2001 bis 2004 am Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaften der Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Mein herzlicher Dank gilt dem Lehrstuhlinhaber und Direktor Prof. Dr. Dr. h. c. Gero Becker für die Themenstellung, die Leitung der Arbeit und seine konstruktiven Anregungen sowie für das Vertrauen, die Forschungsprojekte sehr eigenständig bearbeiten zu können. Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. Dieter R. Pelz danke ich für die freundliche Übernahme des Korreferats.

Danken möchte ich der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, der Wissenschaftlichen Gesellschaft Freiburg im Breisgau und der Gesellschaft zur Förderung der forst- und holzwirtschaftlichen Forschung an der Universität Freiburg im Breisgau für ihre finanzielle Förderung.

Dem Deutschen Forstwirtschaftsrat, dem Deutschen Holzwirtschaftsrat und der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, insbesondere Herrn FP Meinrad Joos und Herrn FA Tobias Schwarz, danke ich für das Angebot, in den Arbeitsgruppen für den bundesweiten standardisierten Datenaustausch zwischen Forst- und Holzwirtschaft (ELDAT) und dem Prozess FoGIS-Redesign mitzuarbeiten. Diese Arbeit hat mich bereichert und mir wertvolle Einblicke in die Schnittstellen zwischen Forst- und Holzwirtschaft ermöglicht.

Die Forstdirektion Freiburg stellte Daten und Fachinformationen bereit. Hierfür und für die konstruktiven Gespräche danke ich Herrn VDir Wolfgang Schlüter, Frau OFR'in Beate Späth-Bleile und Herrn AR Gerhard Moser.

Dem Staatlichen Forstamt Staufen, speziell Herrn FDir Dinkelaker, Herrn OAR Gerd Schneider und Herrn FA Wolfgang Mangold danke ich für die gute Zusammenarbeit und die Bereitstellung aller notwendigen Unterlagen und Informationen. Besonders Herrn FA Wolfgang Mangold, den ich über ein Jahr hinweg bei seiner täglichen Arbeit begleiten durfte und der viel Zeit und Engagement für die Experten-Interviews aufbrachte, gilt mein herzlicher Dank.

Herrn Prof. Dr. Helmut Brandl, Herrn Prof. Dr. Walter Schöpfer, Herrn Prof. Dr. Joachim Hradetzky, Herrn Dr. Gerald Kändler, Frau Danièle Stöhr und Herrn Jürgen Bayer von der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, die Material und Informationen sowie Einsicht in ihre eigenen Untersuchungen gewährten, möchte ich danken.

Herrn Prof. Dr. Jörg Becker von der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster – Institut für Wirtschaftsinformatik und Informationsmanagement und Herrn Dr. Peter Kuhlang von der Technischen Universität Wien – Institut für Betriebswissenschaften danke ich für die Beratung bei der Entwicklung der Untersuchungsmethodik.

Der Landesvermessungsanstalt Baden-Württemberg und der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg danke ich für die Bereitstellung von Vermessungs- und Umweltdaten.

Herrn Prof. Dr. Dirk Jaeger von der University of New Brunswick Fredericton Canada danke ich für die vielen hilfreichen Anregungen und das Lektorat des englischsprachigen Teils.

Meinen Kolleginnen und Kollegen am Institut, vor allem Herrn PD Dr. Thomas Smaltschinski, Frau Katja Vieten, Frau Evelyn Brazda, Herrn Christian Karsch, Frau Beate Albrecht, Frau Margarita Gerlach, Herrn Lothar Fischer und Herrn Erwin Hummel gilt mein besonderer Dank für die Mitarbeit, die konstruktiven Gespräche, die kreativen Anregungen und das gute persönliche Arbeitsklima.

Für die unermüdliche Unterstützung und das sorgfältige Lektorat danke ich von Herzen meiner lieben Nina.

Mein tief empfundener herzlicher Dank gilt meiner Mutter und meinem Vater sowie meinem Bruder, die mich während meines gesamten Werdegangs unterstützt und motiviert haben.

Freiburg, im April 2004

Joachim Hug

<b>0</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG / ABSTRACT .....</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>STAND DES WISSENS / GRUNDLAGEN.....</b>	<b>8</b>
2.1	<b>Begriffe und Instrumente .....</b>	<b>8</b>
2.1.1	Betriebswirtschaftliches Informationssystem der LFV BW .....	9
2.1.2	Geographisches Informationssystem der LFV BW .....	9
2.1.3	Global Positioning System .....	11
2.1.4	Satelliten-Navigations-System Galileo .....	12
2.1.5	Routingsysteme / Navigationssysteme .....	14
2.1.6	Informations- / Datenaustausch .....	16
2.1.6.1	Entwicklung der bundesweiten elektronischen Datenschnittstelle ELDAT .....	16
2.1.6.2	Grundkonzeption und Aufbau von ELDAT .....	17
2.1.6.3	Bundeseinheitlicher Geographischer Standard (GeoDAT) für die Holzlogistik .....	19
2.1.7	Mobile Datenerfassung in der LFV BW .....	20
2.1.8	Radio Frequency Identification (RFID) .....	20
2.1.9	Internet als Kommunikations- und Informationsmedium.....	23
2.1.9.1	Einordnung der Internetdienste in die Arten der Kommunikation.....	24
2.1.9.2	Kommunikationsarten.....	25
2.1.9.3	Electronic Mail .....	25
2.1.9.4	NetNews .....	26
2.1.9.5	Telnet .....	27
2.1.9.6	FTP .....	27
2.1.9.7	Gopher .....	28
2.1.9.8	World Wide Web .....	29
2.1.10	Datenkategorien .....	30

2.1.10.1 Rasterdaten.....	30
2.1.10.2 Vektordaten.....	31
2.1.10.3 Vergleich von Raster- und Vektordaten.....	31
2.1.10.4 Sachdaten.....	33
2.1.11 Punktbezug bei der Datenhaltung.....	33
<b>2.2 Ausgewählte Beispiele für den Einsatz von IT in der Landnutzung im internationalen Bereich .....</b>	<b>34</b>
2.2.1 Landwirtschaft – Precision Farming.....	34
2.2.2 Forstwirtschaft – Precision Forestry .....	36
2.2.2.1 Das europäische Forstinformations- und Datenanalyzesystem des European Forest Institute (EFI) .....	36
2.2.2.2 Das GIS der französische Forstbehörden ONF.....	38
2.2.2.3 Das nationale Forstinformationssystem Kanadas.....	38
2.2.2.4 Forstinformations- und Forstmanagementsystem in Weißrussland.....	40
2.2.2.5 DV-gestützte Forstplanung in Schweden .....	41
2.2.2.6 Baumdatenbank in Finnland .....	42
<b>2.3 Ausgewählte Forschungsarbeiten bezogen auf die Forstwirtschaft in Deutschland.....</b>	<b>43</b>
2.3.1 Herleitung von Prozesskosten im Forstbetrieb.....	43
2.3.2 Methodische Möglichkeiten einer Prozessanalyse in forstbetrieblichen Schwerpunktbereichen auf Forstamtsebene.....	44
2.3.3 Prozessanalyse von Logistikketten bei der Holzmobilisierung .....	45
2.3.4 Kommunikation im integrierten Logistikprojekt des Kleinprivatwaldes.....	46
2.3.5 Rundholztransportanalyse.....	47
2.3.6 Optimierung forstbetrieblicher Wegenetze durch IT.....	48
2.3.7 Forstliche Informationssysteme für die Rohholzmobilisierung.....	49
2.3.8 Foto-optische digitale Holzvermessung.....	50
2.3.9 Machbarkeit eines Internet und GIS gestützten Logistikkonzeptes .....	51
2.3.10 Einsatz von Laserscannern für Wald- und Landschaftsinventuren.....	52
2.3.11 LINESET – Untersuchung zur eindeutigen Kennzeichnung von Holz .....	53

<b>3</b>	<b>ZIELSETZUNG.....</b>	<b>55</b>
3.1	Generelle Zielsetzung .....	55
3.2	Teilziele.....	56
<b>4</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN.....</b>	<b>57</b>
4.1	Methodischer Ansatz .....	57
4.1.1	Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung .....	58
4.1.2	Vorbereitung der Prozessmodellierung.....	59
4.1.2.1	Festlegung des Modellierungszwecks .....	59
4.1.2.2	Auswahl der Modelltypen.....	59
4.1.2.3	Spezifikation von Modellierungskonventionen.....	61
4.1.2.4	Auswahl des Modellierungswerkzeugs.....	61
4.1.2.5	Umsetzung der Modellierungskonventionen mit einem Modellierungswerkzeug .....	62
4.1.2.6	Erstellung und Verwendung eines Modellierungsstandards.....	63
4.1.3	Intention der Ist-Modellierung.....	66
4.1.3.1	Identifizierung und Dokumentation von Schwachstellen und Verbesserungspotentialen.....	67
4.1.4	Soll-Modellierung und Prozessoptimierung.....	68
4.1.4.1	Vorbereitung der Soll-Modellierung .....	68
4.2	Das Untersuchungsgebiet/ Pilotforstamt .....	69
4.2.1	Lage des Forstamtes .....	70
4.2.2	Organisationsform .....	72
4.2.2.1	Staatliches Einheitsforstamt:.....	72
4.2.2.2	Forstbetriebsgemeinschaften (FBG) .....	74
4.2.3	Holzeinschlag.....	75
4.2.4	Produktiver Arbeitsaufwand Staatswald.....	77
4.2.5	Erschließung.....	77
4.2.6	Jagdwirtschaft.....	78
4.2.7	Maschinen und Geräte in staatlicher Eigenregie .....	78
4.3	Datenhaltung- und verarbeitung .....	78

4.3.1	Datengrundlagen und -quellen.....	78
4.3.2	Vektordaten.....	79
4.3.3	Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) .....	79
4.3.4	Rasterdaten.....	80
4.3.4.1	Topographische Karte 1 : 25.000 (TK 25) .....	80
4.3.4.2	Topographische Karte 1 : 5.000 (Forstgrundkarte FGK 5) .....	80
4.3.4.3	Orthophoto.....	81
4.3.5	Sachdaten .....	81
4.3.6	Trigonometrische Punkte.....	82
4.3.6.1	TP-Übersichtskarten.....	83
4.3.6.2	Kartei der Trigonometrischen Punkte .....	84
<b>4.4</b>	<b>Hardware .....</b>	<b>86</b>
<b>4.5</b>	<b>Software .....</b>	<b>86</b>
4.5.1	Modellierungssoftware .....	87
4.5.2	Kalkulationssoftware.....	87
4.5.3	Geographisches Informationssystem.....	87
4.5.4	Konvertierungs- und Komprimierungsprogramme .....	88
4.5.5	Schnittstellensoftware .....	88
4.5.6	Relationales Datenbanksystem.....	89
4.5.7	Programmpaket „Holzernte“ .....	89
<b>5</b>	<b>ERGEBNISSE UND DISKUSSION .....</b>	<b>90</b>
<b>5.1</b>	<b>Durchführung der empirischen Untersuchung .....</b>	<b>90</b>
<b>5.2</b>	<b>Ermittlung, Darstellung und Dokumentation des Informationsflusses und Informationsbedarfs auf Revierebene im Ist-Zustand entlang der Holzbereitstellungskette .....</b>	<b>92</b>
5.2.1	Darstellung des Ist-Zustands.....	92
5.2.2	Darstellungsform EPK.....	92
5.2.3	Darstellungsform Tabelle .....	98
5.2.4	Darstellungsform Text .....	107
<b>5.3</b>	<b>Schwachstellenanalyse und Verbesserungsmöglichkeiten durch IT .....</b>	<b>108</b>



5.3.1	Untersuchung grundsätzlicher Zusammenhänge und Prozessschwachstellen.....	109
5.3.1.1	Charakteristik der verwendeten Daten und Informationen.....	109
5.3.1.2	Einfluss der Schnittstellen und Datenformate auf die Arbeitsabläufe .....	112
5.3.1.3	Räumliches Bezugssystem für die Datenhaltung (punktgenau).....	119
5.3.2	Erstellung eines Schwachstellenkatalogs.....	132
5.3.3	Schwachstellenanalyse.....	133
5.3.3.1	Planung der Holzbereitstellung .....	133
5.3.3.2	Durchführung der Holzbereitstellung.....	142
5.3.3.3	Controlling der Holzbereitstellung .....	150
<b>5.4</b>	<b>Entwicklung des Soll-Konzepts .....</b>	<b>152</b>
<b>5.5</b>	<b>Darstellung des Soll-Konzepts .....</b>	<b>156</b>
<b>5.6</b>	<b>Zeit- und Kostenverteilung im Soll-Konzept.....</b>	<b>171</b>
<b>5.7</b>	<b>Ist-Soll-Vergleich.....</b>	<b>176</b>
5.7.1	Allgemeines .....	176
5.7.2	Schnittstellen und Datenverarbeitung im Vergleich .....	177
5.7.3	Zeitaufwand im Vergleich.....	177
5.7.4	Qualität im Vergleich.....	180
5.7.5	Kosten im Vergleich.....	180
<b>6</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN .....</b>	<b>182</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG.....</b>	<b>185</b>
<b>7.1</b>	<b>Beschreibung der verwendeten Hardware.....</b>	<b>185</b>
7.1.1	Personal Computer .....	185
7.1.2	Mobile Datenmanagement-Systeme .....	185
7.1.2.1	GPS-Geräte .....	185
7.1.2.2	Elektronische Kluppe.....	186
7.1.2.3	Industrie Handheld .....	187
7.1.2.4	Digitalkamera .....	187

7.2	Verwendete Geodaten .....	188
7.3	Charakteristik der Daten und Informationen.....	188
7.4	Ereignisgesteuerte Prozessketten des Ist-Zustands .....	188
7.5	Tabellarische Darstellung des Ist-Zustands .....	188
7.6	Ereignisgesteuerte Prozessketten des Soll-Konzepts .....	188
7.7	Tabellarische Darstellung des Soll-Konzepts .....	188
7.8	Schwachstellenkatalog .....	189
<b>8</b>	<b>GLOSSAR.....</b>	<b>190</b>
8.1	Controlling .....	190
8.2	Daten.....	190
8.3	Data Warehouse.....	190
8.4	Digitales Geländemodell.....	191
8.5	Geographisches Informationssystem.....	191
8.6	Geschäftsprozessoptimierung .....	192
8.7	Information.....	192
8.8	Informationssystem.....	193
8.9	Informationstechnologie.....	193
8.10	Kommunikationsanalyse.....	193
8.11	Landschaftsinformationssystem .....	193
8.12	Digitale Geländemodelle aus Laserscan-Befliegung .....	194
8.13	Optimierung .....	195
8.14	Prozess/ Geschäftsprozess.....	195
8.15	Prozessmanagement .....	195
8.16	Prozessorientierung .....	195
8.17	Routingsysteme / Navigationssysteme .....	196
8.18	Schnittstellen .....	196
8.19	Topologie vs. Geometrie.....	197
8.20	Wissen .....	197
<b>9</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>198</b>

---

<b>10</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>201</b>
<b>11</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>204</b>
<b>12</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>206</b>
<b>13</b>	<b>URL-VERZEICHNIS.....</b>	<b>215</b>

## **0 Zusammenfassung / Abstract**

Seit einigen Jahren gewinnt die Frage an Bedeutung, inwieweit Informationstechnologie zur Verbesserung der organisatorischen und logistischen Abläufe auch im operativen Bereich der Holzbereitstellung in der Forstwirtschaft erfolgreich eingesetzt werden könne. Auf dem Markt werden dazu eine Reihe von Einzellösungen angeboten und zum Teil auch praktisch angewandt. Sie sind jedoch nur teilweise praktikabel. Unter anderem deshalb, weil nicht alle Aspekte der Holzbereitstellung einbezogen wurden. Auch wurden bislang keine empirischen Untersuchungen zur Ermittlung der qualitativen und quantitativen Auswirkungen des Einsatzes von Informationstechnologie in diesem Bereich durchgeführt. Dies dürfte sicherlich mit ein Grund sein, warum Investitionen in Informationstechnologie und die Neustrukturierung der Geschäftsprozesse in den letzten Jahre nur bedingt weiter fortgeschritten sind.

Das Ziel dieser Arbeit war es daher, im Rahmen einer Fallstudie zu prüfen, inwieweit die mit der Holzernte und der Holzbereitstellung zusammenhängenden betrieblichen Prozesse im Forstbetrieb auf der Revierebene durch den Einsatz moderner Informationstechnologie verbessert und effizienter gestaltet werden können. Diese Vorteile wurden qualitativ und quantitativ bewertet. Der thematische Schwerpunkt der Holzbereitstellung auf Revierebene wurde gewählt, da die Informationstechnologie hier bislang noch kaum Einzug gehalten hat und ein großes Rationalisierungspotential zu erwarten war.

Zunächst wurden die derzeitigen Arbeitsprozesse (über 300 Einzeltätigkeiten im Ist-Zustand), die den Informationsfluss der Holzbereitstellung auf Forstrevierebene betreffen, von der Planung über die Durchführung bis hin zum Controlling identifiziert, als Ereignisgesteuerte Prozessketten (spezielle Flussdiagramme) dokumentiert und analysiert. Aufgrund der analysierten Schwachstellen und Rationalisierungsmöglichkeiten wurden die Prozesse im Rahmen eines Soll-Konzepts optimiert und dadurch realisierbare Rationalisierungspotentiale aufgezeigt.

Die detailliert aufgezeigten und bewerteten Schwachstellen des Ist-Zustands zeigen sich vor allem in der analogen Datenerhebung, Datenübertragung und Datenverwaltung. Bei der Datenerhebung ist weiter von Nachteil, dass häufig nur Schätzwerte vorliegen und vielfach lediglich nur lückenhafte Information bereitgestellt werden. Die handschriftliche Datenübertragung, Medienbrüche und damit verbundene Eingabefehler sowie nicht standardisierte Datenhaltung auf Revierebene verursachen zeitaufwendige Arbeitsabläufe und Redundanzen. Weiter liegen Schwachstellen in der Diskrepanz zwischen Planung und Durchführung, wodurch der Revierleiter zu häufigen zeitaufwendigen Revierfahrten gezwungen wird.

In Verbindung mit der Datenerhebung und -verwaltung zeigte sich weiterhin, dass die meisten erhobenen Daten einen Raumbezug aufweisen, jedoch nicht oder nur ungenügend mit Punktbezug/ Raumbezug verwaltet werden (zum Beispiel Positionsangaben von Poltern). Um die Einsetzbarkeit und Vorteilhaftigkeit der IT-gestützten Lösungen zu prüfen, wurde eigens ein Versuchsaufbau erarbeitet und durchgeführt, bei dem die aktuelle Genauigkeit von GPS-Messungen unter forstwirtschaftlichen Bedingungen untersucht wurde. Zusätzlich wurde die Praxistauglichkeit im Vergleich zu anderen gebräuchlichen Verfahren der Positionsbestimmung und Positionsauffindung untersucht. Das Ergebnis erlaubt es, die Vorteile der modernen Techniken der Positionsbestimmung und -auffindung gegenüber den gängigen Verfahren zu quantifizieren.

Im entwickelten Soll-Konzept wird der Informationsfluss von der Datenerhebung über die Datenübertragung bis hin zur Datenverwaltung vollständig digital abgebildet und die Holzbereitstellung von der Planung über die Durchführung bis zum Controlling durch IT unterstützt. Die Prozesse werden dabei in textlich, tabellarisch und in Form von Ereignisgesteuerten Prozessketten mit einem hohen Detaillierungsgrad dokumentiert. Weiter werden die Ereignisgesteuerten Prozessketten mit Attributen hinterlegt – Zeitbedarf, Ressourcenbedarf, Qualität, Häufigkeit der Vorgänge. Die Attribute werden mittels einer eigens programmierten Auswertung automatisch ausgewertet und tabellarisch dargestellt. Die einzelnen Darstellungsformen finden sich im Anhang dieser Arbeit. Durch das entwickelte Soll-Konzept gelingt es, die in der Schwachstellenanalyse ermittelten und dargestellten Schwachstellen weitestgehend auszuräumen und identifizierte Rationalisierungspotentiale zu realisieren.

Im Rahmen eines Ist-Soll-Vergleichs wird gezeigt, dass sich auf Revierebene bei der Holzbereitstellung erhebliche Rationalisierungspotentiale durch den Einsatz von Informationstechnologie erzielen lassen. Der Zeitbedarf kann, bezogen auf die gleiche Hiebmenge und Hiebsanzahl im Ist-Soll-Vergleich, um bis zu 40 % reduziert werden. Durch die umfassendere Nutzung von vorhandenen und zusätzlichen Informationen sowie die volldigitale Datenverwaltung wird gleichzeitig eine qualitative Verbesserung des Informationsflusses erreicht, der sich auch auf andere interne (Forstamt, Forstdirektion) und externe (Holzkäufer, Spediteure) Akteure in der Prozesskette positiv auswirkt. In den Schlussfolgerungen werden die Ergebnisse bewertet und erste Umsetzungsvorschläge beschrieben.

## Abstract

Improvements of the wood supply chain become more and more important. One point of interest is whether strengthening of organizational and logistical processes by information technology may also apply for the operational level of wood supply in forestry. So far, only a few examples are existing which are practically applied. However, they are not fully appropriate since they are not considering all the relevant aspects of wood supply. Additionally, any empirical analysis of information technology is missing in this sector. This may be the reason why investments in information technology and the restructuring of commercial processes were quite limited in the last years.

Therefore, the goal of this dissertation was to examine by a case study to what extent operational processes in harvesting and wood supply on forest district level of a forest holding can be improved and developed more efficiently by means of information technology. These advantages were evaluated by the quantity and quality of improvements. The case study focused on wood supply on the district level where, so far, information technology is rarely used and so a great potential for rationalization is expected.

First, on forest district level the flow of information in current working operations of the wood supply chain was identified and analyzed (more than 300 single activities of the status quo), considering planning, implementation, and controlling. They were documented as event-driven process chains (special flow charts). In a second step the operations were improved according to the target system with respect to revealed deficiencies and potential for streamlining.

Most deficiencies of the operations were revealed in the process of collecting data in analogous form, data transfer and data management. Another deficit is the reliability of the recorded data: many data are just rough estimates or incomplete. Transfer of information in handwritten form, inconsistency of the used media, and related typos together with an unstandardized data management on the district level slow down the operation's progress and cause redundancies. Furthermore, discrepancies between planning and realization force forest rangers to make frequent time-consuming rides to the district.

While analyzing the processes of data collection and management it became obvious that most of the collected data have a spatial component but that they are not or rather insufficiently managed with respect to this component (i.e. geographic position of a landing). To test the advantages and applicability of IT-supported solutions, an experimental setup was specifically designed and realized to scrutinize the quality of GPS-recorded data under forestry canopy. In addition, the

practicability of every day use of the innovative tools was tested and compared to conventional positioning methods. By the result the advantages of modern positioning systems are specified.

In the refined supply chain all information is exclusively managed in digital form, including data collection and data transfer. In addition all activities of wood supply ranging from planning, realization to controlling are supported by IT. The different actions and relations are very detailed documented in alpha-numeric form (texts), numeric (tables) and graphical form (flow charts). Furthermore, the internal procedures of the supply chain are attributed by time consumption and need of resources as well as quality and frequency of procedures. The attributes are analyzed by a software program specifically designed for this purpose and results are given in tables which can be found in the appendix of this dissertation. The refined wood supply chain eliminates most of the deficits identified during the analysis of the status quo. It also enables the necessary streamlining of the related procedures.

The comparison of the status quo of wood supply and the refined wood supply chain reveals great potential for improvements on district level by applying information technology. Considering the same number of harvested stands and the same cutting volume the time consumption is reduced up to 40 %. Already available information combined with newly generated data together with comprehensive digital data management improve the quality of the transferred information favour both, internal procedures (forest district, forest administration) and external procedures (wood buyer, removers) of the wood supply chain. The conclusions evaluate the results and give basic suggestions for implementing the refined wood supply chain.

## **1 Einleitung und Problemstellung**

Bei stagnierenden oder sogar zurückgehenden Holzpreisen sind die Kosten für die Ernte und Bereitstellung von Rohholz durch den Forstbetrieb trotz Mechanisierungsbemühungen in den letzten Jahren weiter gestiegen. Erhöhte Anforderungen an den Lieferort, Lieferzeitpunkt, speziell definierte Sortimenten und präzise Liefermengen schlagen sich in erhöhtem Aufwand für Organisation und Verwaltung nieder.

Neben den Anforderungen der Holzkäufer steigen auch die gesetzlichen Anforderungen an die Gestaltung der Holzbereitstellung von Seiten des Bundes, der Länder und der Gemeinden sowie die Erwartungen der Öffentlichkeit in den Bereichen Natur- und Umweltschutz. So sollen etwa das Befahren der Bestände im Wald minimiert, der Boden und Erosionsschutz verbessert und empfindliche Biotope ausgespart oder äußerst behutsam behandelt werden.

In den vergangenen Jahren wurde die Holzernte mechanisiert, um Rationalisierungspotentiale zu nutzen und die Stückkosten zu verringern. Diese Rationalisierungsmöglichkeiten sind weitgehend wissenschaftlich untersucht und werden in der betrieblichen Realität zunehmend ausgeschöpft. Verbleibende Potenziale zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit liegen überwiegend in den Gemeinkosten, wie Kosten für Organisation und Verwaltung. Die Personalkosten stellen dabei den größten Kostenblock dar. Zunächst reagierten große Privatwaldbesitzer wie zum Beispiel die Forstbetriebe Fürst zu Fürstenberg oder Fürst von Thurn und Taxis mit konsequenter Personalreduzierung im Verwaltungsbereich. Diesem Beispiel folgen nunmehr nach und nach auch die Landesforstverwaltungen. Als eine Konsequenz der Verringerung des Personals in den Forstämtern und Revieren wird die zu betreuende Fläche ausgedehnt. Forstämter werden zusammengelegt und Forstreviere vergrößert. Die Ausdehnung der Bewirtschaftungsflächen pro Mitarbeiter führt zwar unmittelbar zur Reduktion der Verwaltungskosten, andererseits ist jedoch die bisherige Qualität der geleisteten Arbeit nicht ohne weiteres gesichert. Zum Beispiel ist die für die Durchführung der Arbeiten wichtige Ortskenntnis des Forstpersonals nicht mehr so detailliert wie früher gegeben. Verstärkt wird dieses Defizit durch häufigen Personalwechsel, bedingt durch organisatorische Änderungen, Urlaubsvertretung, Krankheitsvertretung, Aushilfsvertretung, Umsetzung von Waldarbeitern oder wegen zunehmendem Unternehmereinsatz (vgl. Becker 1997).

Neben der Personalreduktion in der Fläche ist eine zunehmende personelle Funktionalisierung und Spezialisierung in den Forstbetrieben zu beobachten. Darunter ist eine revierübergreifende Betriebsorganisation zu verstehen, die statt dem territorial begrenzten Personaleinsatz mit dem Einsatz von „Allroundern“ einen



Leistungs- und Qualitätsvorteil im Einsatz von spezialisierten Fachkräften sieht. Nach Duffner (1998c) nimmt damit die Holzernte zunehmend industrielle Züge an. Kapitalintensive und hochproduktive Verfahren verlangen nicht nur Spezialkompetenz von Fahrern und Einsatzleitern, sondern auch deren betriebsübergreifenden und optimal geplanten Einsatz, damit die Wirtschaftlichkeit gewährleistet ist. Improvisation hat seiner Ansicht nach keine Chance mehr. Die Arbeitsvorbereitung sieht er als Schlüsselfunktion. Ohrner (1998) und Leinert (1998b) schließen sich dieser Beurteilung an.

Die Vergrößerung der Bewirtschaftungsflächen, aber auch die Funktionalisierung impliziert einen steigenden Informationsbedarf des Personals. Diesem stehen bisher jedoch kaum Verbesserungen bei der Erhebung, Verarbeitung, Bereitstellung und Nutzung von betrieblichen Informationen gegenüber.

Um bei verringerter Personaldichte die von Kunden und Öffentlichkeit geforderte bessere Arbeitsqualität zu erreichen, liegt es nahe, auch bei administrativen und organisatorischen Arbeiten der Waldbewirtschaftung effizientere Arbeitsmethoden und -techniken anzuwenden. Dabei stellt die Ernte und Bereitstellung des Holzes den größten einzelnen betrieblichen Kostenblock dar. Verstärkt wird dies nach Chmara (2002) durch die höheren Ansprüche der Holzwirtschaft an die Logistik der Forstbetriebe. Die Holzbereitstellung bietet sich aus folgenden Gründen für IT-gestützte neue Rationalisierungsmaßnahmen besonders an:

Die meisten Arbeitsabläufe im Rahmen der Holzbereitstellung sind mit räumlichen Informationen verknüpft, wie zum Beispiel Lageinformationen, und sind vielfach geländeabhängig. Die informationelle Unterstützung dieser Aktivitäten erfolgt bisher durch analoge Karten, Luftbilder, textliche und tabellarische Übersichten (Forsteinrichtungswerke), schriftliche und mündliche Anweisungen sowie aus der Erfahrung und Erinnerung der Akteure. Durch die Verfügbarkeit von moderner Hardware und die kostengünstige Erstellung beziehungsweise Adaption von Software stehen jedoch heute Werkzeuge zur Verfügung, die zur Effizienzsteigerung auch im operativen Bereich der Forstwirtschaft, speziell der Holzernte, vorteilhaft eingesetzt werden können. Bereits seit etwa 10 Jahren wird aus thematischer und konzeptioneller Sicht auf die Vorteile eines umfassenden Einsatzes von IT bei der Holzbereitstellung hingewiesen, so zum Beispiel durch Becker (1995 und 1997). In einigen Fällen werden auch Elemente moderner IT bereits von der Forst- und Holzwirtschaft genutzt (vgl. Hecker/ Ressmann/ Becker 1998). Es fehlen jedoch wissenschaftliche empirische Untersuchungen über die Möglichkeiten und die Vor- und Nachteile eines umfassenden Einsatzes von IT in der forst- und holzwirtschaftlichen Praxis der Holzbereitstellung.

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag dazu liefern, die Arbeitsabläufe bei der Holzbereitstellung hinsichtlich der Qualität, des erforderlichen Zeitbedarfs und der

aufzuwendenden Kosten im Forstbetrieb zu optimieren. Zugleich soll unter Berücksichtigung der hohen Komplexität der Arbeitsabläufe die innerbetriebliche Transparenz der Arbeitsabläufe für alle Mitarbeiter gesteigert werden. Die Vorteile der modernen heute verfügbaren Daten- und Informationstechnik werden dabei genutzt, um Schnelligkeit und Genauigkeit zu erhöhen sowie um sich flexibel auf neue Verhältnisse und die Wünsche der Kunden einstellen zu können.

Das Thema wird auf empirischer Grundlage im Rahmen einer Fallstudie bearbeitet. Zugrunde gelegt wird der Verantwortungsbereich eines Revierbeamten in einem Baden-Württembergischen Einheitsforstamt bei der Holzbereitstellung, wobei die Schnittstellen zum Forstamt sowie zu Externen einbezogen werden. Der Schwerpunkt Revierebene wurde gewählt, da sich dort derzeit nahezu keinerlei Informationstechnologie im Einsatz befindet, aber erhebliche Rationalisierungsmöglichkeiten vermutet werden. Zeitgleich ist bei einer großen Mehrheit von Revierbeamten der Wunsch und die Bereitschaft zum Einsatz von moderner Informationstechnologie prinzipiell vorhanden. So zeigte eine interne Umfrage der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg (vgl. Arnold 2003), dass sich 82 % der befragten Revierleiter einen dienstlichen Computer als wichtiges und notwendiges Arbeitsmittel wünschen.

Im Zuge der Prozessoptimierung wird zunächst der Ist-Zustand des Informationsflusses ermittelt und dargestellt. Darauf aufbauend soll eine detaillierte Prozessanalyse Schwachstellen aufdecken und Verbesserungsmöglichkeiten durch den Einsatz von IT aufzeigen. Die ermittelten Verbesserungsmöglichkeiten werden in ein Soll-Konzept integriert. Durch eine Ist-Soll-Analyse werden die Konzepte qualitativ und quantitativ verglichen und bewertet. Dadurch kann abgeschätzt werden, welche Vorteile der konsequente Einsatzes von IT im Bereich der Holzbereitstellung auf Revierebene ermöglicht. Die Ergebnisse der Untersuchung können damit letztendlich auch einen Beitrag zur verbesserten Unternehmensführung leisten.

## **2 Stand des Wissens / Grundlagen**

### **2.1 Begriffe und Instrumente**

Die in dieser Arbeit verwendeten Begriffe und Instrumente werden bei erstmaliger Verwendung im Text erläutert beziehungsweise definiert. Die Möglichkeit des Nachschlagens ausführlicher Erläuterungen und Definitionen wird im Glossar (Kapitel 8) geboten.

Unter Informationen sind die den Daten zugrunde liegenden Muster und Relationen zu verstehen. Aus den Informationen soll dann für Menschen verständliches Wissen gewonnen werden. Daten sind aufgezeichnete Fakten. Aus den Daten sollen Informationen gewonnen werden. Strukturierte Daten sind im Prinzip alles, was sich sinnvoll in einer Tabelle darstellen lässt (URL<sup>1</sup>). Die Abkürzung URL steht für Uniform Resource Locator und kennzeichnet eine Internet-Quelle (vgl. Kapitel 13). Göpfert (1987) stellt den Zusammenhang mit dem Begriff Informationssystem her: „Eine digitale Information über ein Objekt wird als Datensatz bezeichnet. Fachlich und sachlich zusammengehörige Datensätze, die eine rechnergestützte Bearbeitung der enthaltenen Informationen gestatten, werden mit dem Ausdruck Datenbank belegt. Die Gesamtheit mehrerer Datenbanken in Verbindung mit geeigneten Datenverwaltungs- und Datenverarbeitungsprogrammen bilden ein Informationssystem.“

Geringe Branchengröße und strukturelle Zersplitterung behinderten bisher die Einführung von Informationstechnologie-Konzepten in der deutschen Forstwirtschaft. Die IT-Entwicklungen wurden zunächst durch den Mangel an theoretischen Konzepten, aber auch das Fehlen von benutzerfreundlicher Software, begrenzter Speicherkapazität und hohe Hardwarekosten verzögert. Anstatt einer einheitlichen Branchenlösung entwickelten sich Informationssysteme, die hinsichtlich Hardware, Software, Kommunikation, Informationsumfang etc. von Bundesland zu Bundesland und von Unternehmen zu Unternehmen variieren (vgl. Höfle 2000/ Hoffmann 2002). Gemeinsamkeiten bei den unterschiedlichen Systemen gab es lediglich in deren Zielen:

Es sollen alle Ressourcen und Operationen des Unternehmens abgebildet und alle Phasen der Betriebsführung integriert werden. Möglichst alle Daten müssen digital aufgenommen, weiterverarbeitet und in verknüpften Datenbanken gespeichert werden. Generell soll ein Forstinformationssystem modular, offen und dynamisch sein.

Wenn deutsche Forstunternehmen ein eigenes erfolgreiches Informationssystem aufbauen wollen, müssen vorher einheitliche Standards geschaffen werden und noch weitere grundlegende Probleme und Fragen gelöst werden (vgl. Höfle 2000):

- Wie ist der Informationsbedarf auf den verschiedenen Organisationsebenen?
- Sind Informationssysteme optimal auf den Benutzer abgestimmt?
- Wie groß ist der Aufwand an Zeit und Geld für die Entwicklung, Einführung und Aktualisierung von Informationssystemen?
- Wie hoch sind die Kosten und der Nutzen von Informationssystemen? Wie können diese angemessen bewertet werden?

In der Folge werden einige in der deutschen Forstwirtschaft implementierte IT-Systeme beziehungsweise IT-Teillösungen dargestellt (Stand 2003).

### *2.1.1 Betriebswirtschaftliches Informationssystem der LFV BW*

Im Rahmen des Projektes FOKUS 2000 sollen die in der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg (LFV BW) bisher eingesetzten einzelnen Forstprogramme zu einem integrierten forstlichen Informationssystem verknüpft und erweitert werden, allerdings nur bis auf die Forstamtsebene; die Revierebene ist nicht betroffen.

Auf Basis der Vorschläge aus einer internen Organisationsuntersuchung und unter der Vorgabe eines Kabinettsbeschlusses, eine Stelleneinsparung von 15 % im Zeitraum von 1993 bis 2002 zu ermöglichen, hat die Landesforstverwaltung Baden-Württemberg ab 1993 bereits erhebliche Anstrengungen zur Weiterentwicklung ihres Informations- und Kommunikations-Systems (IuK-System) unternommen (PC-Ausstattung, Office-Programme) (Nuber 2000). Hauptziel ist die Rationalisierung von Verwaltungsabläufen in der Landesforstverwaltung.

Eine Verschneidung von FOKUS 2000 mit dem Forstlichen Geographischen Informationssystem (FoGIS) ist langfristig geplant. Ein entsprechendes integriertes Fachkonzept fehlt bislang noch.

### *2.1.2 Geographisches Informationssystem der LFV BW*

Ein Geographisches Informationssystem ist ein System aus Hard- und Software, mit dem raumbezogene Daten erfasst, verwaltet, analysiert und präsentiert werden können. Durch den Raumbezug unterscheidet sich ein GIS in seinen

Bearbeitungsmethoden wesentlich von anderen Informationssystemen (Liebig/Mummenthey 2002).

Wichtige Charakteristika geographischer Informationssysteme sind:

- Transparenz: Zugriff auf Daten sehr einfach durch Lokalisation eines Objekts
- Kohärenz: Einfache Datenbankstrukturen, die durch alle Anwendungen nutzbar sind
- Richtigkeit: Richtigkeit der digitalen Daten für Austausch mit anderen Organisationen
- Analyse: Thematische Karten oder Statistiken, wichtig bei Krisensituationen (Beispiel: Orkan Lothar richtete 1999 in Frankreich große Schäden an)
- Visualisierung: Immer effizientere Links zwischen GIS und relationalen Datenbanken führen zu ständiger Verbesserung der Schnittstelle zwischen alphanumerischen und räumlichen Datenbanken.

Mit Hilfe des forstlichen Geographischen Informationssystems der Landesforstverwaltung (LFV) Baden-Württemberg (FoGIS) werden seit 1997 sämtliche Karten für die Forsteinrichtung von den Forstdirektionen mit FoGIS erstellt. Die Umstellung der Produktion von analogen Karten auf digitale Daten hatte eine Vereinheitlichung der Karten bei den Forstdirektionen zur Folge. Die Analyse, Modellierung und Programmierung erfolgte durch die Landesforstverwaltung Baden-Württemberg am Entwicklungs- und Betreuungszentrum für Informations- und Kommunikationstechnik des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg (EBZI), Kornwestheim in Zusammenarbeit mit den Firmen SCB Digital, ESRI, Intend Geoinformatik GmbH und GI Geoinformatik GmbH. FoGIS basiert auf einem forstspezifischen Geometrie-Datenmodell. Zugriff und blattschnittfreie Speicherung der Geometriedaten werden mittels einer Datenbank (ArcStorm) realisiert.

FoGIS dient derzeit ausschließlich der analogen Kartenherstellung. Planung, Durchführung und Controlling von betrieblichen Abläufen erfolgen noch mittels analoger kartographischer Daten. Weder auf Forstamtsebene noch auf Revierebene ist FoGIS derzeit als Instrument verfügbar. Im Jahr 2002 sind mehrere Arbeitsgruppen der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg gebildet worden, um Grundlagen für ein FoGIS-Redesign zu erarbeiten, und den Funktionsumfang von FoGIS zu erweitern.

### 2.1.3 Global Positioning System

„Global Positioning System“ (GPS) dient der weltweiten Standortbestimmung im dreidimensionalen Raum. Das System wurde vom amerikanischen Verteidigungsministerium für militärische Zwecke zur Positionsbestimmung entwickelt. Ein Teil des Systems steht auch zivilen Zwecken zur Verfügung.

Das System besteht aus einem Netz von 24 Satelliten, die die Erde zweimal pro Tag in ca. 20.000 km Höhe umkreisen. Diese Satelliten übertragen rund um die Uhr ihre Bahndaten und die genaue Uhrzeit überallhin auf die Erde. Diese Informationen können von einem GPS-Empfänger kostenfrei empfangen und verarbeitet werden, und somit einem Benutzer seine eigene Position auf der Erdoberfläche anzeigen. Dazu errechnet der Empfänger laufend aus den Daten unter Abgleich mit einem im Gerät integrierten Almanach (Tabelle der Satellitenkennungen und der zugehörigen Bahnparameter), die Entfernung des Benutzers zu den empfangenen Satelliten. Im Weiteren lässt sich der geographische Standort des Benutzers ableiten.

Um nur den U.S.-Streitkräften und deren Verbündeten, aber nicht potentiellen Gegnern, zum Beispiel für die Nutzung von Lenkraketen, die höchste Genauigkeit der Positionsbestimmung zu ermöglichen, wurde das System Selective Availability (SA) entwickelt. Das Prinzip der SA liegt darin, die GPS-Grundfrequenz (10,23 MHz) mit Fehlern zu überlagern und gleichzeitig auch die Navigationsnachricht zu verfälschen. Dadurch sinkt die zu erzielende Genauigkeit der Positionsbestimmung.

Seit Anfang Mai 2000 hat das Amerikanische Verteidigungsministerium die Verfälschung der GPS-Signale (SA) abgeschaltet. Seither ist der GPS-Einsatz für nichtmilitärische Zwecke wesentlich unkomplizierter und genauer geworden. Die Aussagekraft aller vorher durchgeführten Untersuchungen ist somit eingeschränkt. Neue Untersuchungen müssen die jetzige Genauigkeit ermitteln. Es ist allerdings möglich und wahrscheinlich, dass in Krisenzeiten regional oder insgesamt wieder eine Datenverfälschung durch Aktivierung von SA durch die USA stattfindet.

Im Wald herrschen im Gegensatz zur freien Landschaft besondere Bedingungen vor, die eine fehlerfreie und homogene Positionsbestimmung mit GPS oft erschweren. So wird durch das Kronendach der GPS-Empfang eingeschränkt oder ganz verhindert. Je tiefer die Satelliten am Himmel stehen, desto schlechter ist der Empfang. Das Signal muss dabei einen weiteren Weg durch das Kronendach zurücklegen (multipathing) und hierdurch kommt es zu Messungenauigkeiten. Neben der Überschildung kommt es durch die teilweisen reliefreichen Waldgebiete zu seitlichen Abschirmungen, wodurch sich die verfügbare Satellitenzahl verringert (vgl. Hamberger 2002/ Polaczek 1999).

### 2.1.4 Satelliten-Navigations-System Galileo

Technische Fortschritte und Verbesserungsmöglichkeiten, aber auch strategische Argumente wie das Ziel, sich von den USA unabhängig zu machen und das große wirtschaftliche Potential eigenständig zu nutzen, veranlassten die EU, ein eigenes europäisches System neben dem bereits bestehenden US-amerikanischen (GPS) und dem russischem System (GLONASS) zu entwickeln. Das neue System sollte kompatibel mit GPS sein und zusätzlich neue Funktionen und Dienste bieten. Daher hat die EU 1994 zusammen mit der Europäischen Raumfahrtagentur ESA die Entwicklung des Satelliten-Navigations-System Galileo (GNSS-2 Galileo – Global Navigation Satellite System) beschlossen:

Im Gegensatz zu GPS und GLONASS ist Galileo ausschließlich für zivile Zwecke gedacht. GPS und Galileo werden sich ergänzen und doch unabhängige Systeme bleiben. Für die technische Umsetzung (Entwicklung und Bau der Satelliten) wurde ein Gemeinschaftsunternehmen der europäischen Raumfahrtindustrie mit Sitz in Brüssel gegründet (Astrium, Alenia Aerospace, Alcatel Space).

Der Zeitplan sieht vor, dass im Zeitraum von 2002 bis 2005 das System entwickelt wird. Daran anschließend soll der Aufbau des Systems erfolgen. Die Inbetriebnahme ist für 2008 vorgesehen.

Die Entwicklung soll etwa 1,1 Milliarden Euro kosten, die je zur Hälfte aus den Haushalten der EU und der ESA finanziert werden. Vom ESA-Beitrag steuert Deutschland mit 25 % den größten Anteil bei. Der Aufbau wird mit 2,15 Milliarden Euro kalkuliert. Die Kosten tragen die beteiligte Industrie, die ESA und die EU. Für die jährlichen Betriebskosten werden 220 Millionen Euro veranschlagt.

Vor der Galileo-Inbetriebnahme wird EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System) ab 2004 durch Übertragung von Korrekturdaten zur genaueren Positionsbestimmung die Genauigkeit von GPS von derzeit 7-20 m auf 3-5 m verbessern (URL<sup>2</sup>).

Bei EGNOS handelt es sich um ein satellitenbasiertes Augmentierungssystem für die bestehenden GPS- und Glonass-Satellitenavigationssysteme. Es wird ein europäisches Netzwerk von Monitorstationen aufgebaut, die die entsprechenden Satellitensignale empfangen und an zentrale Datenverarbeitungsstationen weiterleiten. In diesen Datenverarbeitungsstationen werden die empfangenen Signale unter Berücksichtigung der genauen Kenntnis der Positionen der Empfangsstationen ausgewertet. Hierdurch lassen sich Korrekturdaten ermitteln, die über eine Kommunikations-Bodenstation an geostationäre Kommunikationssatelliten gesendet und von dort an die Nutzer ausgestrahlt werden. Mit Hilfe der Korrekturen können Positionsgenauigkeiten von etwa 7 m erzielt werden (URL<sup>3</sup>).

Nach Einführung von Galileo bestehen bezüglich der Genauigkeit und Verfügbarkeit folgende Erwartungen (vgl. URL<sup>4</sup>):

- Zuverlässiger als GPS, da Galileo eine Integritätsmeldung benutzt, die den Nutzer unmittelbar über auftretende Fehler informiert
- Verfügbarkeit ohne Probleme in Städten und höheren Breiten
- Verfügbarkeit ist kontinuierlich
- Genauigkeit besser als 6 m zu 90 % der Zeit
- Genauigkeit besser als 4 m zu 90 % der Zeit für Galileo und GPS zusammen



Frequenz	L-Band [MHz]	GPS Navstar (1973) [MHz]	GLONASS (1996) [MHz]	Egnos (2004) [MHz]	Galileo (2006/2008) [MHz]
C/A		1.023 MHz/1ms			
L5	1176,45	1176,45 (2005)			
E5a	1164 – 1189				E5A – E5B
E5b	1189 – 1214				1.164 – 1215
L2		1.227,60	1.246		
E6	1260 – 1300				1.260 – 1.300
SAR	1544 – 1300				
E2	1559 – 1563				E2 – L1 – E1
L1	1563 – 1587	1.575,42	1.602	1.575,42	1.559 – 1.591
E5	1587 – 1592				
n0...			5.625		

*Tab. 1: Vergleich der unterschiedlichen Satellitengestützten Positionsbestimmungssysteme hinsichtlich Kompatibilität der Frequenzen (Quelle: URL<sup>5</sup>)*

Die GPS- und Galileo-Signale können mit ein- und demselben Empfänger genutzt werden (vgl. Tab. 1)

### 2.1.5 Routingsysteme / Navigationssysteme

Beim Autorouting errechnet das Navigationssystem auf Grundlage der im Gerät gespeicherten elektronischen Straßendaten automatisch eine detaillierte Route zum Ziel und gibt dem Fahrer vor jeder Abzweigung Abbiegeanweisungen, die auf der Anzeige dargestellt und auch über Lautsprecher angesagt werden können.

Neben der Nutzung von GPS-Empfängern zur eigenen Positionsbestimmung im Straßenverkehr verfügen professionelle Autoroutingsysteme zusätzlich über so genannte Gyroskope, das sind kleine Kreiselkompassse, die Richtungsänderungen exakt bestimmen können, und Wegsensoren – Kunststoffstreifen mit magnetischen Marken, die an den nicht angetriebenen Rädern einer Achse befestigt sind;

zusammen mit dem Tacho geben sie dem Computer Informationen über die aktuelle Geschwindigkeit und den zurückgelegten Weg. Aus diesen drei Faktoren errechnet das Navigationssystem den exakten Standort des Wagens auf wenige Meter genau.

Besonders interessant ist dabei, wie die letzte Stufe der Genauigkeit erzielt wird: Dies geschieht durch Vergleich der berechneten Position mit den genauen Lagedaten von einer CD/DVD, auf der alle Straßen in ihrem Verlauf und mit ihren Namen gespeichert sind. Da in der Regel die ungefähre Bestimmung der augenblicklichen Position eine Stelle ergibt, in deren Nähe Straßen verlaufen, die der Rechner in ihrem exakten Verlauf von dem Datenträger kennt, wird unter der Annahme, dass das Fahrzeug sich auf einer dieser Straßen befindet, durch Vergleich der beim Fahren bestimmten Daten mit den Daten der CD/DVD laufend die Position auf ihre Plausibilität überprüft und das Fahrzeug gegebenenfalls wieder auf die richtige Straße navigiert. Es wird also durch Vergleich mit der Karte die Position laufend korrigiert (Map Matching) (URL<sup>6</sup>).

In Forst- und Holzwirtschaft werden Routingsysteme aus folgenden Gründen bislang nicht eingesetzt:

- Routingsysteme berücksichtigen derzeit im öffentlichen Straßennetz keine Restriktionen bezüglich der technischen Befahrbarkeit von Wegstreckenabschnitten. So findet zum Beispiel das maximale Ladegewicht bei Brückenüberfahrten keine Berücksichtigung.
- Das Waldwegenetz ist nicht durchgehend in digitaler, vektorisierter Form verfügbar.
- Eine Verknüpfung von öffentlichem Straßennetz und Waldwegenetz in digitaler vektorisierter Form existiert bislang nicht.
- Eine Einstiegshemmschwelle bedeuten auch die hohen Investitionskosten für die Hardware (höher als für das öffentliche Straßennetz, da auf Grund der höheren Beanspruchung, wie Staub, Vibration und Feuchtigkeit, im Wald besondere Anforderungen an die Qualität der Einzelkomponenten gestellt werden muss).
- Sowie hohe Schulungskosten

Nach einer Untersuchung von Kauber (2001), bei der eine Verbindung des öffentlichen mit dem Waldstraßennetz vorausgesetzt wurde, konnte eine beachtliche Einsparung durch Ermittlung der kürzesten Wegstrecke durch Routing und Navigation festgestellt werden. Die Netzwerkanalysen ergaben bei einer mittleren Anfahrtsstrecke von 60-80 km Streckeneinsparungen von circa 8 km (circa 1,70 €/Lkw-Ladung an Kraftstoffkosten). Steigende Kraftstoffkosten bei gleicher Fahrzeugtechnik würden die relative Einsparung erhöhen.

Inzwischen werden Navigationssysteme und Navigationshilfen zur Verwendung im Wald als Kombination von GPS und Rasterdaten zur Positionsbestimmung mit manuell visualisierter Fahrtstrecke auf dem Markt angeboten, zum Beispiel die Produkte GeoMail der Firma Forstware Informationssysteme, und ArcPad der Firma ESRI, die in verschiedenen kleineren Forstbetrieben eingesetzt werden.

### *2.1.6 Informations- / Datenaustausch*

Die Beziehung zwischen Forstwirtschaft und Holzwirtschaft ist durch einen ausgeprägten Warenfluss gekennzeichnet. Holzsortimente mit hoher Variabilität und großer Stückzahl werden gehandelt. Jeder Warenfluss wird von einem bidirektionalen Informationsfluss begleitet. Mit der just-in-time Holzbereitstellung in den letzten Jahren erhält die Holzindustrie frühzeitig detaillierte Informationen von Seiten der Forstwirtschaft. Das Informationsaufkommen und somit der Informationsaustausch pro Stückzahl steigt dabei mit Zunahme der Variabilität. Traditionell werden zwischen Wald und Werk analoge Informationen in Form von Holzlisten von bereits geerntetem Holz auf dem Postweg oder per Fax ausgetauscht. Seit Einführung von EDV und Betriebsführungssystemen werden diese analogen Daten teilweise mit hohen Fehlerraten wiederholt manuell eingegeben.

Durch das Fehlen eines allgemein gültigen Datenbankstandards war ein direkter Austausch von Daten bis vor kurzem nicht möglich. Diese Digital-analog-digital-Wandlung (Medienbruch) verursacht eine Reihe Fehler und benötigt viel Zeit. Um diesen Bruch in der Informationskette zu beseitigen, bildeten Vertreter des Deutschen Forstwirtschaftsrats (DFWR) und des Deutschen Holzwirtschaftsrats (DHWR) unter Leitung der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg Mitte Juni 2000 die Arbeitsgruppe „Elektronischer Datenaustausch Holzdaten“ mit dem Ziel, einen Schnittstellenstandard zur Übertragung von Holz- und Betriebsdaten zu entwickeln (DFRW/DHWR 2002). Im Folgenden wird näher auf die Entwicklung dieser Standardschnittstelle eingegangen.

#### *2.1.6.1 Entwicklung der bundesweiten elektronischen Datenschnittstelle ELDAT*

Seit mehreren Jahren betreiben einzelne Unternehmen, in der Regel Großunternehmen der Forst- und Holzwirtschaft den Aufbau von inselartigen Kundenschnittstellen. Für jede Business-to-Business (B2B) Beziehung wurden individuell neue Schnittstellen entwickelt. Diese Vorgehensweise verzögerte die Anbahnung von neuen Geschäftsbeziehungen. Das Wissen um die im

Datenaustausch liegenden Rationalisierungs- und Wertschöpfungspotentiale veranlassten Mitte 2000 den Deutschen Forstwirtschaftsrat (DFWR) und den Deutschen Holzwirtschaftsrat (DHWR) unter Federführung der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, die Arbeitsgruppe „Elektronischer Datenaustausch Holzdaten“ zu gründen. Finanziert wurde dieses Projekt vom Deutschen Holzabsatzfonds. Im Rahmen der Messe INTERFORST 2002 in München wurde das Ergebnis, die elektronische Datenschnittstelle ELDAT, übergeben. Damit besteht nun erstmals die Möglichkeit, über einen einheitlichen Schnittstellenstandard Holz- und Betriebsdaten zu übermitteln (DFWR/DHWR 2002). Der Austausch der Daten kann multidirektional erfolgen, das heißt zwischen allen beteiligten Logistikpartnern. Es können nicht nur Holzdaten, sondern auch prozessbestimmende Informationen (Vertrags-, Rechnungs- und Lieferdaten) standardisiert ausgetauscht werden. Dieser einheitliche Schnittstellenstandard ist somit ein wichtiger Baustein im zukünftigen Supply-Chain-Management. Ab Mai 2002 steht ELDAT interessierten Betrieben kostenlos unter: <http://eldat.infoholz.de> zur Verfügung (DFWR/DHWR 2002).

#### *2.1.6.2 Grundkonzeption und Aufbau von ELDAT*

Durch die Beteiligung von Vertretern der Forst- und Holzwirtschaft konnten die verschiedenen Belange der Branchen berücksichtigt werden. Die Informationsinhalte werden durch verschiedene Datensatzarten strukturiert. Referenztabellen dienen der einheitlichen und eindeutigen Beschreibung der Informationen.

Um eine breite Anwendungsmöglichkeit zu gewährleisten ist es möglich, mit zwei verschiedenen Versandformaten zu arbeiten - CSV oder XML. Diese können über einen Konverter in das jeweils andere Format umgewandelt werden. Das CSV-Versandformat ist ein altes weit verbreitetes Datenformat und mit Standard Büro-Software nutzbar. Es kann somit von einem großen Nutzerkreis genutzt werden und zeichnet sich durch eine geringe Einstiegsschwelle auf Grund geringer Investitionskosten aus. Die Vorteile des modernen XML-Versandformats sind durch seine Metainformationen, die die Option der automatischen Plausibilitätsüberprüfung und frei wählbarer Darstellung des Dateninhaltes ermöglicht, gekennzeichnet. Die mit der Entwicklung des Konverters beauftragte Firma sowie die AG Elektronischer Datenaustausch Holzdaten rechnen zukünftig mit einer zunehmenden Akzeptanz des leistungsfähigen XML-Formats.

Folgende Geschäftsfälle werden durch die Einheitsschnittstelle unterstützt:

- Holzdaten

- Rechnungsdaten
- Vertragsdaten
- Lieferanzeigen
- Werksdaten

Ganz bewusst schreibt die Schnittstellenspezifikation keine Kommunikationsart für die Datenübertragung vor. Es ist also zum Beispiel auch möglich, die Daten auf CD zu brennen und herkömmlich auf dem Postweg zu versenden. Der Vorteil des schnellen Datenaustausches lässt sich so allerdings nicht voll ausschöpfen.

Die Ziele von ELDAT sind:

- ein beschleunigter Datentransfer
- eine indirekte Beschleunigung des Holzflusses aus dem Wald auf Grund des schnelleren Datenaustausches
- Beschleunigung des Zahlungsverkehrs bei Werksvermessung
- die Reduktion des Eingabeaufwandes
- Datenfehler / Datenverluste reduzieren
- eine Ausschöpfung von bestehenden Rationalisierungspotentialen
- Kosteneinsparung, vor allem in der Verwaltung, aber auch im gesamten Betriebsablauf

Das bedeutet, dass auf Seiten der Forstbetriebe der hohe Zeit-, Kosten- und Verwaltungsaufwand der „traditionellen“ Erstellung und Versendung der Holzlisten, Rechnungen etc. über den Postweg durch den digitalen Austausch deutlich verringert wird. Die Holzverarbeitende Industrie erhält ein einheitliches Holzdatenblatt digital zugeschickt, gleich aus welchem Bundesland oder von welchem Forstbetrieb. Das bedeutet den Wegfall von unterschiedlich gestalteten Holzlisten der einzelnen Landesforstbetriebe. Außerdem ist für die Holzverarbeitende Industrie das Wegfallen der Eingabe der Holzlisten von Hand in das betriebseigene Datenverwaltungssystem von zentraler Bedeutung. Hierdurch lassen sich gemeinsame Geschäftsprozesse optimieren und die Wettbewerbsfähigkeit steigern.

Der elektronische Datenaustausch hat inzwischen in der Praxis der Holzbereitstellungskette eine herausragende Bedeutung erlangt. Mit der Entwicklung von ELDAT ist ein Durchbruch in der zwischenbetrieblichen Datenlogistik

gelungen. Nun können Holzdaten wesentlich schneller und preiswerter übermittelt werden als auf dem herkömmlichen Postweg. Für die Zukunftsbranchen Forst- und Holzwirtschaft ist damit ein riesiger Schritt zur weiteren Modernisierung und Rationalisierung getan (Ilaender 2002).

### *2.1.6.3 Bundeseinheitlicher Geographischer Standard (GeoDAT) für die Holzlogistik*

Nicht zuletzt wegen der positiven Resonanz der Praxis auf die Entwicklung von ELDAT, haben der Deutsche Forstwirtschaftsrat (DFWR) und der Deutsche Holzwirtschaftsrat (DHWR) in ihrer gemeinsamen Präsidiumssitzung am 12.11.2002 in Kulmbach beschlossen, bundeseinheitliche Standards für geographische Daten zu erarbeiten (GeoDAT), um die Holzlogistik weiter zu optimieren. In einem ersten Projekt sollen die Voraussetzungen geschaffen werden, um den Fahrern der Rundholz-Lkws das Auffinden des im Wald lagernden Holzes per Navigationssystem auf dem kürzesten Weg zu ermöglichen.

Voraussetzung ist, für das gesamte Bundesgebiet einheitliche Klassifizierungen und einheitliche Digitalisierungsstandards für Waldwege zu vereinbaren und diese Daten verfügbar zu machen. Über diese einheitlichen Standards sollen sich gemeinsame Arbeitsgruppen vom DFWR und DHWR verständigen, zu denen auch Vertreter der Holztransporteure und weitere Experten hinzugezogen werden.

Im Februar 2003 wurden dazu folgende Arbeitsgruppen gebildet:

- Standardisierung der Klassifizierung und Digitalisierung von Waldwegen
- Geschäftsplan GEODAT einschließlich Rationalisierungspotentialen, Kosten und Refinanzierung
- GeoDAT-Rechtsfragen mit Verantwortlichkeiten, Zugangsberechtigungen und Nutzungsmöglichkeiten

Die von den Arbeitsgruppen erarbeiteten Vorschläge wurden von den Projektträgern angenommen. Nächster Schritt ist die Erarbeitung standardisierter Datenstrukturen für verschiedene Vektordatentypen. Dies soll bis Ende 2004 abgeschlossen werden. Die Unterschiede des Datenbestandes der einzelnen Forstbetriebe erschwert die Erarbeitung eines einheitlichen Standards. Hinzu kommt, dass die Forstbetriebe die Qualität ihrer eigenen Datenbasis häufig falsch einschätzen (zum Beispiel, ob Waldwege vollständig und korrekt digitalisiert sind oder nicht).

### 2.1.7 *Mobile Datenerfassung in der LFV BW*

Die mobile Datenaufnahme auf Revierebene in der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg erfolgt bis auf die Holzaufnahme ausschließlich analog. Die analogen handschriftlichen Daten oder Notizen (zum Beispiel erhobene Bestandesdaten) werden im Revierbüro in einem DIN A4 Ordner abgeheftet. Die an das Forstamt zu übermittelnden Formulare (Übertragungsbeleg) werden handschriftlich ausgefüllt und auf dem Forstamt durch Sachbearbeiter oder Büroleiter in ein EDV-System (FOKUS 2000) abgetippt. Lediglich bei der Holzaufnahme werden seit 1986 Daten mittels mobilen Datenaufnahmegeräts (MDE) Micronics und seit 1998 mit dem MDE PSION bereits im Gelände auf Revierebene eingetippt und an das Forstamt via Modem übersendet.

Von Oktober 1998 bis Dezember 1999 wurden Daten von mehr als 10 Mio. Fm Holz in den Forstrevieren der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg erfasst (Nissen 2000).

### 2.1.8 *Radio Frequency Identification (RFID)*

Im Folgenden wird die Funktionsweise der RFID-Technologie in Kurzform aufgezeigt und der Nutzen für die Logistik deutlich gemacht. RFID-Systeme können nach einer Reihe von unterschiedlichen Merkmalen differenziert werden. Exemplarisch seien hier die Programmierbarkeit (Read-Only vs. Read/Write-Transponder), die Energieversorgung (aktive/batteriegestützte vs. passive/batterielose Transponder), die Reichweite (Close Coupling, Remote Coupling und Long Range), die Transponderbauform (Disk, Glaskapsel, Chipkarte oder Smart Label) und der Frequenzbereich als Unterscheidungskriterien genannt (vgl. Abb. 1). Der Begriff „Transponder“ stellt sich im heutigen Sprachgebrauch als ein Kunstprodukt dar, das sich aus den Teilen transmitter (Sender) und responder (Empfänger) zusammensetzt. Bei der Betrachtung der Frequenzbereiche werden heute in der Regel in Europa drei Frequenzbänder beziehungsweise Arbeitsfrequenzbereiche angesprochen: Der niederfrequente (um die 125 kHz), der hochfrequente (um die 13,56 MHz) und der Mikrowellenbereich (um die 2,45 GHz).

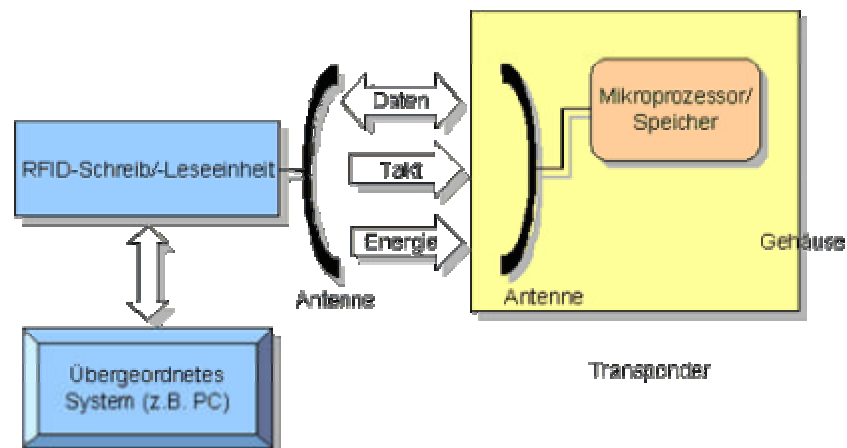


Abb. 1: Bestandteile eines RFID-Systems (Quelle: URL<sup>9</sup>)



Abb. 2: Beispiel für RFID Transponder sowie Lese- und Schreibeinheit (Quelle: URL<sup>7</sup> und URL<sup>8</sup>)

Experten räumen der RFID-Technologie sehr große Wachstumschancen ein. Insbesondere dort, wo andere Auto-ID-Technologien nicht mehr den Anforderungen der Unternehmen genügen, wie zum Beispiel einer dezentralen Datenhaltung, einer direkten Kopplung des Informationsflusses mit dem Materialfluss bei gleichzeitiger Umprogrammierungsmöglichkeit oder bei der Nutzung in widrigen Umgebungsverhältnissen liegen die Vorteile dieses Systems. Der Transponder bietet hier eine Reihe von Einsatzmöglichkeiten.

Vor allem der symbiotische Einsatz von einem bewährten Medium, wie dem Barcode, mit einer neuen innovativen Technik könnte dazu beitragen, eine höhere Effizienz bei Identifikationsprozessen zu schaffen. Diese Kombination von Barcode und Transponder wird häufig auch als Smart-Label bezeichnet.



Entscheidend für den weiteren Erfolg der RFID-Technik wird vor allem ein ganzheitlicher Einsatz im Sinne einer Supply-Chain-Betrachtung sein. Das heißt, dass alle beteiligten Marktpartner einer Wertschöpfungskette – hierzu zählen Lieferanten, Produzenten, Händler und Logistikdienstleister – diese Technologie einsetzen können und hieraus einen Nutzen generieren.

Auch durch die Verbindung der RFID-Technologie mit anderen innovativen Verfahren und Techniken lassen sich weitere Potentiale erschließen. Dabei können prinzipiell zwei Möglichkeiten unterschieden werden, zum einen die interne und zum anderen die externe Kopplung der Transponder-Technologie.

Bei der internen Kopplung werden unterschiedliche Technologien innerhalb der RFID miteinander verbunden, zum Beispiel ein Mikrowellen-Long-Range-System mit einem System auf Smart-Label-Basis. Letzteres ist für die Identifikation eines speziellen Produktes und ersteres für die Identifikation eines Ladungsträgers (Palette) oder einer Transporteinheit (Lkw) geeignet.

Die externe Kopplung zeichnet sich dadurch aus, dass die RFID-Technologie mit anderen Techniken verbunden wird, die nicht in einem direkten Zusammenhang mit dieser stehen. Hierunter können GPS- und Funk-Module sowie IT-Systeme subsumiert werden (URL<sup>9</sup>).

Für den praktischen Einsatz in der Forst- und Holzwirtschaft wurde für die RFID-Technologie eine robuste Nagelform entwickelt. Diese Form ermöglicht das Einschlagen des Chips in harte Materialien, wie zum Beispiel jede Art von Holz. Das in Abb. 3 dargestellte Beispiel zeigt die neue Technologie. Der nagelförmige Träger des RFID mit einer Länge von 35 mm und einer Breite von 4 mm besteht aus Polyamid und Glasfaser. Der Chip kann bei einer Temperatur zwischen -5 bis 85 °C eingesetzt werden (vgl. URL<sup>10</sup>).

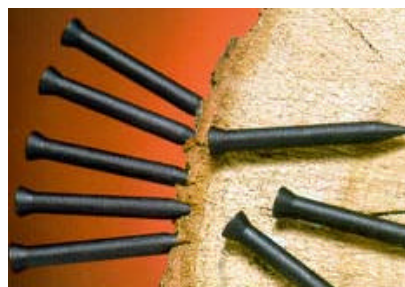


Abb. 3: RFID Kennzeichnung in Form und Stabilität eines Nagels (Quelle: URL<sup>10</sup>)

### 2.1.9 *Internet als Kommunikations- und Informationsmedium*

Zu den wichtigsten infrastrukturellen Voraussetzungen zählen künftig auch die Voraussetzungen und Möglichkeiten für einen elektronischen Austausch von Informationen. Dabei geht es nicht nur um die technische Verbesserung des „Bit-Transports“ zwischen Kommunikationspartnern, zum Beispiel Unternehmen und deren Kunden. Wichtiger ist der damit verbundene integrative Fortschritt, der es ermöglicht, viele Geschäftsdaten in einer weiterverarbeiteten Form zu empfangen und damit die nächsten Schritte in der logistischen Kette der Güter- und Dienstleistungsversorgung automatisch auszulösen (Thome/ Schinzer 2000).

Innerhalb weniger Jahre hat sich das Internet weltweit ausgebreitet und damit eine wichtige Grundlage für eine wirtschaftliche Globalisierung geschaffen. Noch vor zwei Jahrzehnten war es unvorstellbar, dass Informationen und Daten von anderen Kontinenten genauso schnell abrufen werden könnten, wie aus der nächsten Stadt. Dies schafft allerdings nicht nur Vorteile, sondern führt auch zur verstärkter Konkurrenz. Die deutsche Forstwirtschaft, die den größten Anteil an geerntetem Holz im Inland verkauft, aber auch zunehmend Rundholzexport betreibt, kann mittels Internet die vorhandenen Kunden besser bedienen und an sich binden und neue Kunden im In- und Ausland zu werben.

Globale Holzmärkte und internationale Konkurrenz zwingen heute dazu, im Sinne einer marktorientierten Betriebsgestaltung die Kundenwünsche in das Zentrum aller forstbetrieblichen Bemühungen zu stellen (Becker 1995). Becker, M. (1998) sieht eine Verbesserung des strategischen Holz-Marketing von Forstbetrieben in der spezifischen Kombination des Grundproduktes Rundholz mit Dienstleistungen für verschiedenartige Kundengruppen.

Hunke (1996) ermittelte in einer empirischen Untersuchung für den Kundenkreis der Landesforstverwaltung Rheinland-Pfalz die Schwerpunkte der Kundenanforderungen. Die Stichprobe umfasste eine mündliche Befragung von 94 Kunden aus der Holzindustrie und des Holzhandels. Hunke (1996) ermittelte nach dem Konzept der Markt-Segmentierung, dass sich die untersuchten Rundholzkäufer im wesentlichen drei Gruppen zuordnen lassen, und zwar serviceorientierten, kostenorientierten und qualitätsorientierten Kunden. Vor allem für die service- und kostenorientierten Kunden kann das Internet die Dienstleistungen des Forstbetriebes beim Holzabsatz verbessern.

Das Internet kann in diesem Zusammenhang für Dienstleistungen als Planungs- und Servicemodul eingesetzt werden. Der Informationsfluss durch das Internet ist nicht nur schneller und rationeller, sondern gestattet auch ein wesentlich größeres Datenvolumen. Allerdings ist zu beachten, dass mit steigender Quantität an Informationen nicht unbedingt eine steigende Qualität der Dienstleistung einhergeht.

Deshalb ist eine Qualitätskontrolle von Inhalt und Praktikabilität der Internetpräsentation durch einen forstlich ausreichend qualifizierten Fachmann unumgänglich (Hug 2000).

Die Kommunikation unter den Geschäftspartnern verbessert sich, das Abrufen von Informationen und das Bestellen von Waren kann jederzeit (24 Stunden am Tag) erfolgen. Durch den Rund-um-die-Uhr Support ist die Kommunikation mit allen Erdteilen zeitunabhängig, damit weder an unterschiedliche Zeitzonen noch an den natürlichen Tagnachtrhythmus gebunden. Wann immer der Kunde dies wünscht, kann er aktuell auf Texte, Datenbanken, Archive, Adressen und vieles mehr zugreifen. Dabei entstehen nicht nur für den Anbieter geringere Kosten, sondern auch für den Käufer, was wiederum Preisnachlässe nach sich ziehen kann, also doppelte Einsparung bedeuten könnte.

Das Medium Internet bietet somit im Bereich des Rundholzabsatzes und darüber hinaus viele Chancen. Um die Wettbewerbsmöglichkeiten der Forstwirtschaft zu verbessern gilt es diese Chancen zu erkennen und die Vorteile für die deutsche Forstwirtschaft vermehrt zu nutzen.

#### *2.1.9.1 Einordnung der Internetdienste in die Arten der Kommunikation*

Die Anwendungen im Internet werden in Abb. 4 nach ihren kommunikativen Eigenschaften klassifiziert. Man kann zwischen Informationsabruf und direkter Kommunikation unterscheiden. Die direkte Kommunikation kann wiederum in persönliche und unpersönliche Kommunikation unterteilt werden. Die Kommunikation kann synchron erfolgen, das heißt in Echtzeit, oder asynchron, das bedeutet Absenden und Empfangen der Nachricht sind nicht zeitgleich.

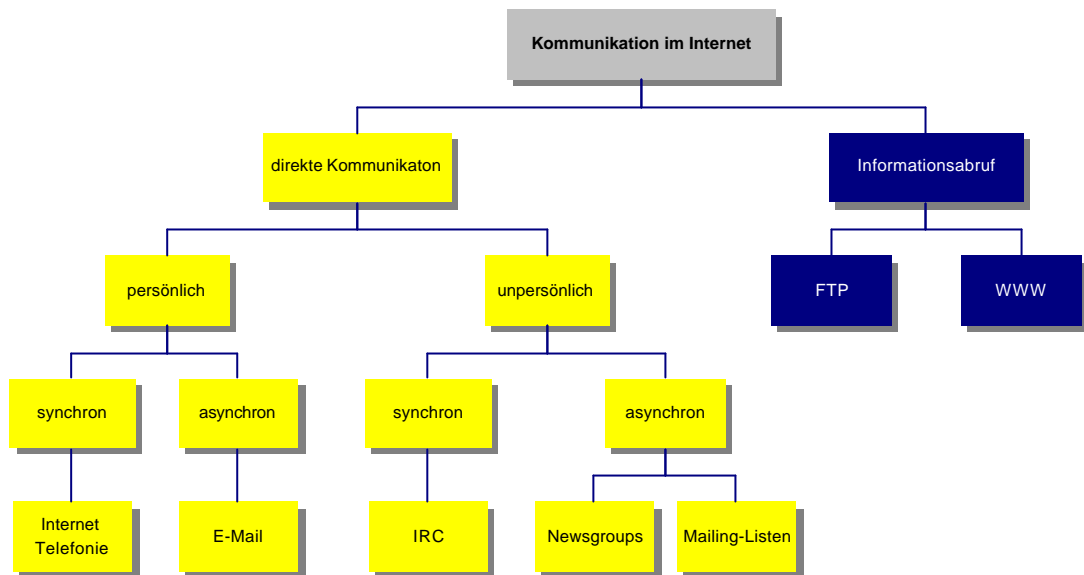


Abb. 4: Die wichtigsten Kommunikationsarten im Internet (Quelle: eigene Darstellung)

### 2.1.9.2 Kommunikationsarten

In den folgenden Abschnitten werden die zum Verständnis der nachfolgenden Kapitel nötigen wichtigsten Internet-Dienste Electronic Mail, NetNews, Telnet, FTP und Gopher erläutert, die sich gegenseitig ergänzen oder aufeinander aufbauen. Anschließend wird das World Wide Web vorgestellt, das diese Dienste integriert. Auf die für die Nutzung dieser Anwendungen benötigte Software wird nicht näher eingegangen, sondern zum Beispiel auf Scheller et al. 1994 verwiesen.

### 2.1.9.3 Electronic Mail

Der bekannteste Internet-Dienst ist Electronic Mail, kurz E-Mail. Dieses ermöglicht das weltweite Versenden und Empfangen elektronischer Daten von einer Person an eine oder mehrere Zielpersonen. Die Daten können aus Text, Dateien oder Programmen bestehen und beispielsweise für die Verbreitung von Informationen, Dokumenten, Rundschreiben und Magazinen benutzt werden (Ellsworth, J./ Ellsworth, M. 1994). Der wichtigste Unterschied zur normalen Post liegt in der Beförderungsgeschwindigkeit; sie bewegt sich im Minuten- oder Sekundenbereich.

Mit Hilfe von E-Mail kann nicht nur innerhalb des Internet kommuniziert werden, sondern es sind auch Nutzer in anderen, zum Beispiel kommerziellen Netzwerken erreichbar (Maier 1995).

Neben der Übermittlungsgeschwindigkeit sprechen noch weitere Vorteile für die elektronische Post. Die Nachrichten können bequem zu jedem Zeitpunkt versendet oder gelesen werden, ohne dass sich der Adressat gleichzeitig wie bei einer Telefonverbindung vor Ort befinden muss. Dies ist besonders nützlich bei einer weltweiten Kommunikation via E-Mail über mehrere Zeitzonen hinweg. Zu erwähnen ist auch der Kostenvorteil gegenüber der normalen Post. Es macht diesbezüglich keinen Unterschied, ob sich der Adressat in derselben Stadt oder auf einem anderen Kontinent befindet.

Die E-Mail selbst ist ähnlich wie ein normales Dienstschreiben aufgebaut. In der Kopfzeile werden Empfänger-, Absenderadresse und ein Betrefftext (Subject) eingetragen. Durch Einrichten eines Verteilers mit weiteren Empfängeradressen kann die E-Mail bequem auch einem größeren Empfängerkreis zur Kenntnis gebracht werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, beliebige Dateien an die Nachricht anzuhängen. Um den Empfänger und Absender eindeutig identifizieren zu können, besitzen die Anwender eine Internet-Adresse, die sich wie folgt zusammensetzt:

*benutzername@hostname* (zum Beispiel: Joachim.Hug@forestry.de)

Der Host-Name kann sich aus mehreren Wörtern zusammensetzen, die jeweils durch einen Punkt getrennt sind. Die letzten beiden Buchstaben kennzeichnen das Land in dem sich der Host-Rechner befindet, beispielsweise steht „de“ für Deutschland. In den USA werden Unternehmen mit „com“ identifiziert, Bildungseinrichtungen haben die Endung „edu“ und Regierungsstellen „gov“. Neuere E-Mail-Standards, zum Beispiel MIME, ermöglichen die Verwendung der bisher wegen des amerikanischen Ursprungs nicht vorgesehenen Umlaute ebenso wie eine gemischte Versendung von Text-, Audio-, Graphik- und Videodaten (Scheller et al. 1994). Eine Weiterentwicklung des E-Mail-Dienstes stellen so genannte Mailing-Listen dar. Ein Programm („List server“) verteilt eine erhaltene Nachricht an alle in einer gespeicherten Liste aufgeführten Adressen. Die Verteilerlisten werden vor allem für eine Vereinfachung der Gruppenkommunikation eingesetzt.

#### 2.1.9.4 NetNews

Dieser Dienst kann als Diskussionsforum bezeichnet werden, das Beiträge von Teilnehmern zu bestimmten Themen sammelt und anderen Benutzern an zentraler Stelle zur Verfügung stellt. Die einzelnen Themengebiete werden Newsgroups

genannt. Weltweit existieren über 6000 dieser Diskussionsforen. Die Newsgroups sind hierarchisch in einer Baumstruktur geordnet, beispielsweise gibt es auf der höchsten Hierarchieebene Gruppen zu den Themen Computer („comp“), Freizeit und Hobby („rec“), Wissenschaft („sci“) oder soziale Aspekte und Kultur („soc“) (Maier 1995 und Scheller et al. 1994). Es existieren auch viele Gruppen, die auf kommerzielle Themen, Produktinformationen oder Unternehmen spezialisiert sind, zum Beispiel:

- biz.marketplace.international (weltweite Angebote an Waren und Dienstleistungen),
- misc.consumers (Konsumenten diskutieren über Produkte).

Newsgroups sind unabhängig vom Thema für alle Teilnehmer offen und firmenneutral. Die Beiträge zu den Diskussionsforen werden auf verschiedenen Rechnern weltweit gespeichert. Der Anwender kann durch die Themengebiete blättern, die einzelnen Artikel lesen, selbst schreiben oder beantworten. Bei moderierten Newsgroups werden die Beiträge vor der Veröffentlichung erst durch einen „Moderator“ gesichtet (Obermayr et al. 1995). Der Dienst eignet sich unter anderem als Hilfe bei Problemen rund um den Computer oder zur Vorstellung und Bekanntmachung von neuen Internet-Angeboten.

#### 2.1.9.5 *Telnet*

Die Terminalemulation Telnet, auch „remote login“ genannt, ermöglicht eine direkte, interaktive Verbindung zwischen zwei Rechnern im Internet. Ein Arbeitsplatzrechner verhält sich somit wie ein Terminal, das beispielsweise an einen Großrechner angeschlossen ist. Der Anwender nutzt nicht die eigene Rechenleistung, sondern die Programme auf einem entfernten Rechner (Maier 1995). Die Anwendungsmöglichkeiten sind vielfältig. So können zum Beispiel Informationsdatenbanken, Auskunftssysteme und Veranstaltungskalender abgefragt oder statistische Berechnungen durchgeführt werden.

#### 2.1.9.6 *FTP*

Ein elementarer Internet-Dienst ist das Übertragen von Dateien von einem Rechner auf einen anderen mit Hilfe des File Transfer Protocol (FTP). Neben dem Protokoll, welches die ordnungsgemäße Übertragung von Daten der unterschiedlichen

Computer- und Betriebssysteme sicherstellt, wird auch das dazu notwendige Programm „FTP“ genannt (Maier 1995).

Auf so genannten FTP-Servern, für die keine persönliche Benutzerkennung nötig ist („anonymous FTP“), werden dem Anwender eine Fülle von Informationen verschiedenster Art, wie beispielsweise Texte, komplette Bücher, Graphiken und Programme bereitgestellt. Computerfirmen bieten Software-Upgrades und neue Treiber an. Der Anwender kann die Daten mit Hilfe eines FTP-Programms durch einfache Befehle oder Mausklicks von dem FTP-Server auf seinen Rechner übertragen.

#### 2.1.9.7 Gopher

Das Gopher-System ist ein einfach zu benutzendes, standardisiertes Programmsystem, mit dem Daten weltweit gefunden und übertragen werden können (Ellsworth, J./ Ellsworth, M. 1994). Gopher basiert auf einem sogenannten Client-Server-System. Das den Service anbietende Programm wird als „Server“, das den Service abrufende als „Client“ bezeichnet (Maier 1995). Startet der Anwender einen Gopher-Client, erscheint ein Menü, von dem Dateien, verschiedene Internet-Dienste, andere Menüs oder weitere Gopher-Server ausgewählt werden können.

Die Menüs und Gopher-Server sind untereinander durch Querverweise hierarchisch verbunden. Die Menüeinträge verweisen auf lokal oder auf anderen Servern vorhandene Informationen. Der Benutzer braucht somit nicht mehr zu wissen, wo diese Daten physisch abgelegt sind. Das Hauptmerkmal des Dienstes liegt darin, dass Informationen nach inhaltlichen Kriterien gruppiert werden. Der Anwender sieht ein Menü zu einem Thema und kann dann auswählen, welche Informationen er abrufen möchte (Maier 1995). Gopher bietet neben der Anzeige von Text beispielsweise auch die Möglichkeit, durch den Start von externen Programmen Bilder und Graphiken anzuzeigen oder Audio- und Videodaten abzuspielen. Die Anwendungsgebiete umfassen Suchdienste, Nachschlagewerke, lokale Informationen zu Städten und Universitäten wie Kinoprogramme oder Vorlesungsverzeichnisse.

Mit zum Erfolg des Dienstes beigetragen hat das Lesezeichen-Konzept („Bookmarks“) der Gopher-Clients. Wird eine Stelle in einem Gopher-Menü als interessant empfunden, kann sie markiert und später wieder direkt aufgerufen werden.

### 2.1.9.8 World Wide Web

Der britische Computerfachmann Tim Berner-Lee entwickelte 1991 am Europäischen Kernforschungszentrum CERN in Genf das World-Wide-Web, auch als „WWW“ oder „W3“ bezeichnet, ein auf das Internet gestütztes globales Informationssystem (Hoffman/ Novak 1996). Das World Wide Web ist ein Informationssystem, das durch folgende Hauptmerkmale gekennzeichnet ist:

- Integration der wichtigsten Internet-Dienste in eine graphische Benutzeroberfläche
- Integration von Graphiken, Bildern, Audio- und Videodaten in Textdokumente
- Hypertext-Funktionalität, mit der einzelne Dokumente weltweit verbunden werden können
- Möglichkeit des Benutzers, die Reihenfolge der Informationsaufnahme interaktiv zu steuern

Die Dokumente - für den Benutzer als WWW-Seite (Web Page) sichtbar - werden von Informationsanbietern auf WWW-Servern abgelegt und können von dem Benutzer aufgerufen werden, indem er den netzwerkartigen Hypertext-Verbindungen folgt. Die Objekte - das sind Texte, Textabschnitte, Graphiken usw. - sind durch Hyperlinks verbunden. Ein Hyperlink besteht zwischen zwei Ankern. Ein Absprunganker verweist auf einen Zielanker. Die Absprunganker sind typographisch gekennzeichnet, zum Beispiel durch unterschiedliche Schriftart, Unterstreichung, Fettdruck oder Farbe (Maier 1995).

Um WWW-Dokumente zwischen den Servern und Clients übertragbar zu machen, wird ein eigenes Protokoll benutzt, das *HyperText Transmission Protocol* (HTTP). Für die Erstellung der Hypertext-Dokumente des WWW wird die *HyperText Markup Language* (HTML) verwendet, eine Spezifikation der *Standard Generalized Markup Language* (SGML). HTML ist als Textbeschreibungssprache ausgeführt und kann auf verschiedenen Rechnersystemen dargestellt werden: Ein HTML-Dokument enthält logische Auszeichnungen („tags“) wie zum Beispiel Überschrift, normaler Text, Aufzählung, Absatz etc., auf deren Darstellungsart der Anwender Einfluss hat, indem er die Einstellung seines WWW-Client ändert (Maier 1995).

Die Zielanker sind durch *Uniform Resource Locator* (URL) spezifiziert. Dies ist eine einheitliche und eindeutige Form, um verschiedene Ressourcen im Internet zu beschreiben (Maier 1995). Eine URL-Adresse besteht aus der Angabe des Internet-Dienstes, des Servers und teilweise aus einem zusätzlichen Verzeichnis und einem Dateinamen:



dienst://server/verzeichnis/dateiname

Folgende Dienste sind im WWW integriert und können angesprochen werden: E-Mail (mailto), NetNews (news), FTP (ftp), Telnet (telnet), Gopher (gopher), WWW (http) und lokale Laufwerke (file). Der Anwender muss die URL-Adressen jedoch nur kennen, wenn er eine Seite direkt aufrufen möchte. Normalerweise folgt er den Hypertext-Verbindungen auf der aktuell angezeigten WWW-Seite.

#### 2.1.9.8.1 Zusätzliche Kommunikationsart

Als zusätzliche Kommunikationsart ist Internet-Telefonie zu nennen. Unter dem Begriff Internet-Telefonie wird die paketvermittelte Übertragung von Sprachsignalen über das Internet verstanden. Erst 1995 aus der Taufe gehoben und wegen seiner unzureichenden Sprachqualität bemängelt, verspricht die Internet-Telefonie zukünftig, bedingt durch die Verbesserung der Technologie, das traditionelle Telefongeschäft zu revolutionieren. Telefongespräche und Faxsendungen, auch über weite Distanzen hinweg, können sehr preisgünstig angeboten werden. Die Kostenvorteile durch den Einsatz der Internet-Telefonie resultieren daraus, dass selbst bei internationalen Gesprächen nur die Gesprächskosten zum Internetserviceprovider (plus Internetnutzung) anfallen, der in aller Regel über kostengünstige (lokale) Telefonverbindungen erreicht werden kann.

Die Internet-Telefonie weist jedoch derzeit beim mobilen Einsatz (zum Beispiel mittel GSM oder GPRS) noch Nachteile auf. Geringe Sprachqualität, Verzögerungen bei der Übermittlung und fehlende Bandbreite sind momentan noch Hürden, die überwunden werden müssen, um der Internet-Telefonie insbesondere auch im mobilen Einsatz zum Durchbruch zu verhelfen. Neue Technologien wie UMTS lösen das Problem durch eine größere Bandbreite. Ebenso ist zum derzeitigen Stand (2004) die Internet-Telefonie mittels ADSL (kein mobiler Einsatz möglich) bereits mit guter Qualität in Ton und Bild möglich.

### 2.1.10 Datenkategorien

#### 2.1.10.1 Rasterdaten

Rasterdaten (raster data) bezeichnen die Art der geometrischen Darstellung von raumbezogenen Objekten, bei denen das Objekt äquidistant diskretisiert und dann quantisiert wird: Das Grundelement ist das Pixel (vgl. Abb. 5). Hauptanwendungen der Rasterdatenerfassung liegen in der digitalen Photogrammetrie, der Fernerkundung, der Mapalgebra und der thematischen Kartographie.

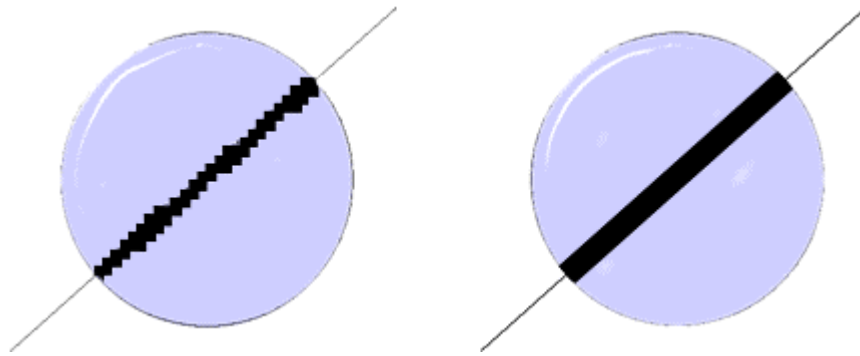


Abb. 5: Eine Pixellinie (links) und ein Vektor (rechts) unter der Lupe (Quelle: URL<sup>11</sup>)

### 2.1.10.2 Vektordaten

Vektordaten sind digitale Daten in Form von Punkten, Linien und Polygonen mit geographischer Lage und koordinatenbestimmter Gestalt. Somit handelt es sich um ein Datenmodell, das auf der Darstellung von geographischen Objekten durch kartesische Koordinaten basiert und im Allgemeinen zur Darstellung linearer Merkmale verwendet wird. Jedes Merkmal wird durch eine Reihe von Koordinaten dargestellt, die dessen Form definieren und verknüpfte Informationen besitzen können. Hoch entwickelte Vektordatenmodelle schließen die Topologie (Geländedaten) mit ein. Vektordaten können mit Sachdaten (vgl. 4.3.5) verbunden, „attribuiert“ werden.

### 2.1.10.3 Vergleich von Raster- und Vektordaten

Vektordaten werden als geometrische Elemente definiert. Eine Linie ist beispielsweise durch ihren Anfangs- und Endpunkt definiert. Vektordaten werden in Geographischen Informationssystemen (GIS) und Computer Aided Design Systemen (CAD) verwendet. Vektordaten sind genauer und von höherer Qualität als Rasterdaten. Bei Zoomfunktionen und speziell bei Skalierungen gehen im Gegensatz zu Rasterdaten keine Informationen verloren. Im folgenden werden jeweiligen Vor- und Nachteile näher vorgestellt (vgl. URL<sup>12</sup> und URL<sup>13</sup>):

Vorteile von Vektordaten:

- Gute Repräsentation von metrischen Objekt-Ausprägungen
- Kompakte Datenstruktur

- Präzise Darstellung
- Individuelle Darstellung von Objekten
- Wenig Speicherbedarf

Nachteile von Vektordaten:

- Komplexe Datenstruktur
- Die Kombination / Verschneidung (Overlayoperationen) von verschiedenen Objekten ist schwierig
- Die Vektortechnologie ist teuer und aufwendig

Vorteile von Rasterdaten:

- Einfache Datenstruktur
- Einfache Overlay-Prozeduren
- Techniken der digitalen Bildverbesserung lassen sich anwenden
- Räumliche Analysen lassen sich einfach ausführen
- Simulationen lassen sich einfach ausführen, da jedes Pixel eine identische topologische Struktur hat
- Die Technologie ist Kostengünstig

Nachteile von Rasterdaten:

- Große Datenmengen
- Probleme bei der Darstellung in verschiedenen Maßstäben (Auflösung; Pixel-Graphiken)
- Netzwerkanalysen sind nicht möglich
- Projektionen und Transformation sind kompliziert durchzuführen

#### 2.1.10.4 Sachdaten

Sachdaten sind die Informationen, die an die Koordinateninformationen geknüpft werden. Es handelt sich also um thematische Daten, die so genannten „Attribute“. Sie bilden eine eigene Kategorie. Sachdaten werden in einer Datenbank abgelegt, die zusätzlich auch die entsprechenden Koordinaten oder Objektnummern als Bezug gespeichert hat. Diese Datenbank kann entweder GIS-intern sein oder extern über eine Schnittstelle angebunden werden.

#### 2.1.11 Punktbezug bei der Datenhaltung

Nach Hoisl und Stark (2001) ist ein dreidimensionaler Raum die Menge aller Punkte, die sich durch Koordinaten in einem dreidimensionalen Koordinatensystem darstellen lassen. Eine Koordinate ist ein geordnetes Paar beziehungsweise Tripel (allgemein n-Tupel) von Zahlen, die die Lage eines Punktes in einer Fläche beziehungsweise im dreidimensionalen Raum mit Hilfe eines Koordinatensystems bestimmt. Unter einem Koordinatensystem versteht man ein aus zwei beziehungsweise drei (allgemein n-) Koordinatenachsen und/oder Bezugsrichtungen bestehendes System. Punkte sind eine nulldimensionale Abstraktion eines Objektes, dessen Lage durch einen Satz von Koordinaten definiert ist. Der Punkt ist die räumliche Einheit, die das einfachste geographische Element darstellt. Eine Satz von geordneten Koordinaten bildet eine Linie, die eine Form einer geographischen Einheit repräsentiert, so zum Beispiel Konturlinien, Straßenmittellinien und schmale Bäche. Eine Linie beginnt und endet in einem Knoten, wobei diese eine fundamentale räumliche Einheit im Vektordatenmodell darstellt. Eine von einem oder mehreren Liniensegmenten begrenzte, geschlossene geometrische Figur in zwei Dimensionen bezeichnet man als Fläche.

Aus dem soeben aufgezeigten Zusammenhang, lässt sich ein gemeinsames Bezugssystem ableiten. Denn alle mit dem Produktionsraum Wald zusammenhängenden Tätigkeiten, Eingriffe und Wertschöpfungen des Forstbetriebs weisen als kleinsten gemeinsamen Nenner den „Punkt“ auf. Die Konsequenz daraus ist die Verknüpfung der relevanten Daten und Informationen mit dem „Raum“ beziehungsweise „Punkt“. Wird dies konsequent umgesetzt, so können die verschiedensten Daten präzise jedem Punkt des Forstbetriebs zugeordnet werden, so dass man von einer „Punktgenauen Forstwirtschaft“ sprechen kann. Für die Verwaltung dieser vielfältigen raumbezogenen Informationen bietet sich eine geographische Datenbank (Geodatabase) an. Eine Geodatabase ist ein physisches Lager der geographischen Information innerhalb eines Datenbankmanagement-Systems (DBMS).

Alle Daten, zum Beispiel Vektor, Raster, Adresse und Maßnahmen, werden zusammen in einer „commercial off-the-shelf“ (gebrauchsfertigen)-DBMS verwaltet. Das bedeutet, dass der Forstbetrieb eine einheitliche Datenmanagement-Politik hat, die alle Daten des Produktionsraums abdeckt, die Verwaltung und Wartung vereinfacht, und so Kosten reduziert. Gleichzeitige Zugriffe durch mehrere Benutzer auf eine Geodatabase können durch ArcSDE mittels IBM DB2, Informix, Oracle, oder Microsoft SQL Server umgesetzt werden. Mehrere Benutzer können gemäß deren zugewiesenen Benutzerrechten Daten gleichzeitig lesen und editieren (Versionisierungskonzept). Die Benutzerrechtvergabe sollte in diesem Zusammenhang prozessorientiert erfolgen. Neben den Daten können auch die Beziehungen zwischen Datenebenen abgebildet werden (vgl. URL<sup>26</sup>).

Neueste Geographische Informationssysteme (GIS) bieten Funktionen zur Pflege und Analyse einer Geodatabase. Geographische Informationssysteme werden derzeit nur auf Forstdirektionsebene eingesetzt, zudem wird nur ein Bruchteil der möglichen Funktionen genutzt und dies ohne Nutzung einer Geodatabase (vgl. 2.1.2). Den sich im Produktionsraum, dass heißt der Waldfläche bewegendem und operativ handelnden Mitarbeitern steht ein solches System jedoch bislang nicht zur Verfügung.

Becker (1997) sieht die Notwendigkeit, den Rohstoff Holz vom Waldort, den Transport, die Be- und Verarbeitung bis hin zum fertigen Produkt in einen Informationsstrom einzubetten. Dabei stellt er vier grundsätzliche Fragen:

1. Wo steht das hinsichtlich Holzart und Dimension geeignete Holz?
2. Welche Qualitätseigenschaften hat dieses Holz?
3. Wie und wann kann dieses Holz bereitgestellt werden?
4. Welche Kosten entstehen dabei?

## **2.2 Ausgewählte Beispiele für den Einsatz von IT in der Landnutzung im internationalen Bereich**

### **2.2.1 Landwirtschaft – Precision Farming**

Im Rahmen der Landbewirtschaftung bereitet das Konzept des „Precision Farming“ eine effiziente Möglichkeit zur Erhöhung der Erträge, Senkung der Kosten und zur Einhaltung von Umweltstandards. Precision Farming bedeutet eine systematische

Teilflächenbewirtschaftung unter Einsatz von GPS, durch die der Landwirt über eine hohe Genauigkeit im Acker- und Pflanzenbau bei gleichzeitiger Positionsbestimmung verfügt. Die gewonnenen Daten, zum Beispiel Erntemengen, werden in ein GIS eingegeben, das die Erstellung von Ertragskarten für die Teilflächen ermöglicht. Der Aufwand (Aussaat, Düngung, Pflanzenschutz etc.) wird auf der Teilfläche systematisiert und bei Bedarf mit hoher räumlicher Auflösung den Bodenverhältnissen angepasst. Der Landwirt verfügt so über eine umfangreiche raumbezogene Datenbank. Bearbeitungsmaschinen können bei Bedarf über GPS-Navigation flächenscharf gesteuert differenzierte Bearbeitungsvorgänge vornehmen.



*Abb. 6: Schlagerfassung, Fruchtarten- und Schadenerkennung in der Landwirtschaft durch GIS (Quelle: URL<sup>20</sup>)*

Zur Flächenverwaltung und -monitoring in großem Maßstab dient „Earth Observation“. Darunter versteht man die Erdbeobachtung durch Satelliten, bei der täglich digitale Videoaufzeichnungen der Erde erstellt werden. Mittels Spektralfarbenanalyse werden Nutzungsart und Fruchtarten erkannt und Ertragsschätzungen möglich (URL<sup>14</sup>).

Bis zum 1. Januar 2005 muss die EU-Verordnung Nr. 1593/2000 zur Integration von Geoinformationsdiensten in das Integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS) zur Gewährung gemeinschaftlicher Beihilferegelungen umgesetzt werden. Die EU-Mitgliedstaaten sind verpflichtet, Datenbanken einzurichten, in denen alle geförderten landwirtschaftlichen Betriebe und die von ihnen bewirtschafteten Flächen verzeichnet sind. Als wichtige Neuerung ist dabei ab 2005 der Einsatz von computergestützten geographischen Informationssystemen (GIS) vorgesehen, die in drei Punkten mit dem gemeinschaftlich integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystem kompatibel sein müssen und der Identifizierung, von landwirtschaftlichen Parzellen dienen.

Alle Daten und Technologien müssen so beschaffen sein, dass der Austausch von Daten und die Anwendung von Systemen auf europäischer Ebene möglich ist. Es existieren allerdings noch keine Detail-Vorschriften darüber, welcher Art die Daten sein sollen. Vorgeschlagen werden neben Katasterplänen auch Orthophotos, auf

denen die visuell sichtbaren „Grenzen“ direkt als Polygone nachgezeichnet werden können. Ziel ist eine einheitliche digitale Kartengrundlage. Des Weiteren können andere GIS-relevante Informationen gesammelt und archiviert werden, zum Beispiel Ackertagebücher, Maßnahmen des Pflanzenschutzes und der Düngung oder Bodenuntersuchungsdaten.

Bis 1. Januar 2005 müssen aus dem Bereich Landwirtschaft neben Feld- und Viehwirtschaft auch weitere Sektoren mit InVeKoS kompatibel sein: wie zum Beispiel Agrarumweltmaßnahmen und benachteiligte Gebiete, getrocknete Weintrauben, Tabak, Hopfen, Olivenöl, Baumwolle, Trockenfutter, verarbeitete Zitrusfrüchte, verarbeitete Tomaten, Wein sowie Daten über die Forstwirtschaft (URL<sup>15</sup>, URL<sup>16</sup>, URL<sup>17</sup>).

## 2.2.2 Forstwirtschaft – Precision Forestry

In der Forstwirtschaft zeigen sich derzeit ähnliche Entwicklungen, wie die in Untersuchung befindlichen Precision-Farming-Konzepte (vgl. 2.2.1). Sinngemäß zur Landwirtschaft wird von „Precision Forestry“ oder im Deutschen von „Punktgenauer Forstwirtschaft“ gesprochen. Precision Forestry kann wie folgt definiert werden: Einsatz von fortschrittlichen Techniken und Methoden zur punktgenauen Erfassung, Analyse, Dokumentation und Unterstützung technischer und ökonomischer Entscheidungen, in der Forstwirtschaft.

Internationale Tagungen zu Precision Forestry fanden 2001 in Seattle (USA) und 2003 in Südafrika statt.

Im folgenden werden einige ausgewählte Untersuchungen zum Thema Precision Forestry näher vorgestellt. Schwerpunkt bei den ausgewählten Arbeiten liegt auf der Untersuchung des Informationsflusses in der Forstwirtschaft.

### 2.2.2.1 Das europäische Forstinformations- und Datenanalysesystem des European Forest Institute (EFI)

Die Zielsetzung des European Forest Institute (EFI) ist die Forschung im gesamten Bereich der Forstwirtschaft, einschließlich der Aspekte Politik, Umwelt, Ökologie, Ressourcen und Gesundheit der europäischen Wälder sowie Angebot und Nachfrage an Holz und Forstprodukten. Außerdem erstellt das EFI Prognosen über die zukünftige Entwicklung der europäischen Waldressourcen sowie deren Nutzung. Um diesen Aufgaben gerecht zu werden, ist die Errichtung eines effizienten Informationssystem notwendig, das den Forschern der EFI sowie

internationalisierten Dritten leichten Zugang zu einem breiten Spektrum von forstlichen Informationen verschafft.

Hierzu gehören Statistiken über Waldressourcen auf Länder- und regionaler Ebene, Statistiken über Forstprodukte und deren Handelsströme, Sozioökonomie und Waldzustandsstatistiken, Gesetzgebungen und Regelungen wie Waldgesetze, EU-Regelungen, internationale Übereinkommen über nachhaltige Forstwirtschaft, Klimaänderung und Umweltschutz.

Eine große Menge forstlicher Daten wurden auf europäischer Ebene von verschiedenen Organisationen gesammelt und liegen dezentral entweder in digitaler Form oder in Papierform vor. Oft haben verschiedene digitale Datenquellen ihre eigenen Informationssysteme. Die Kosten für einen direkten Zugang zu diesen Daten sind vergleichsweise hoch. Daher hat EFI eine Instituts-Internetdatenbank eingerichtet, die es den Forschern und Mitarbeitern ermöglicht, die benötigten Information gezielt abzurufen.

Um spezifische forstliche Daten leichter aufzufinden, wurde die Virtual Forestry Databank geschaffen, die Nutzern des Europäischen Forstinformations- und Datenanalyse systems (EFIDAS) beim Auffinden der im Internet veröffentlichten Daten assistiert. Sobald die Webseiten lokalisiert sind, wird die Information über Datenquelle, Kontaktinformation und Beispieldaten in die Virtual Forestry Databank überführt. Auf diese Weise können die Nutzer innerhalb von EFIDAS Information, statistischen Daten, Metainformationen oder sonstige Informationen, die im Internet zur Verfügung stehen, nutzen. Es wurde also ein auf dem Internet basierendes Informationssystem realisiert, mit der Fähigkeit große Mengen an Daten über europäische Wälder zu erstellen und vorzuhalten. Die wichtigsten Charakteristika der EFIDAS Datenbankschnittstellen sind:

**Nutzerfreundlichkeit:** Die Schnittstellen für den Zugriff auf die Datenbank sind einfach zu bedienen, der Nutzer muss lediglich über einen Internet-Browser verfügen.

**Informative Darstellung:** Die von der Datenbank abgerufenen Daten sind in Form von Tabellen und graphischen Darstellungen vorhanden, so dass sie vom Nutzer visuell analysiert werden können.

**Räumliche Information:** Eingebaute Applikationen zum Erstellen von Karten ermöglichen dem Nutzer, ohne großen Aufwand farbige Karten aus den abgerufenen Daten zu erstellen.

In Zukunft werden in der Weiterentwicklung von EFIDAS andere wichtige Informationssysteme – wie zum Beispiel das European Forest Information and Communication System (EFICS) und der Global Information Service (GFIS)



berücksichtigt und Schnittstellen zwischen diesen Systemen erstellt werden (Lin 2000).

#### *2.2.2.2 Das GIS der französische Forstbehörden ONF*

Auch in der französischen Forstwirtschaft ist die GIS-Technologie noch in der Entwicklung, doch das Interesse der Waldplaner und -techniker an der GIS-Nutzung steigt kontinuierlich, da sie die räumlichen Daten zunehmend als wesentliche Komponente für die Effizienz ihrer Arbeit betrachten (Jolly 2000).

Das ONF begann im Jahre 1994 im Rahmen einer Modernisierung des bereits bestehenden Informationssystems mit der Einrichtung geographischer Informationssysteme. Das sehr heterogene bestehende Informationssystem soll damit zu einem integrierten Informationssystem weiterentwickelt werden, in dem räumliche und andere Daten für jedes Waldprojekt abgerufen werden können. Einer der wichtigsten Beiträge des GIS zum Informationssystem ist die Verbindung der Informationstechnologie mit der Organisation. Die direkten oder indirekten Nutzer sind Waldplaner, Kartographen, technische Zeichner und Techniker im Gelände, also nicht nur Verwaltungsangestellte.

Dies schließt zahlreiche Faktoren mit ein, so zum Beispiel Schulungen, die Veröffentlichung eines technischen Handbuchs für GIS-Nutzer, die Schaffung von Datenbanken für die Waldplanung, die Auswahl externer geographischer Daten, die als topographische Referenz dienen, und die Entwicklung der für die Verteilung der internen räumlichen Daten zuständigen Verwaltung.

Die Einführung einer neuen Technologie in eine Organisation von der Größe des ONF bringt jedoch auch Probleme mit sich. So sind zum Beispiel numerische Daten bereits in vorhandenen alphanumerischen Datenbanken des bestehenden Informationssystems des ONF abgespeichert. Ein Informationssystem ohne räumliche Daten einerseits und ein GIS mit wenigen alphanumerischen Daten andererseits führt dazu, dass der GIS-Nutzer keinen optimalen Zugriff auf den gesamten Umfang der Daten hat.

#### *2.2.2.3 Das nationale Forstinformationssystem Kanadas*

Die kanadische Forstbehörde CFS erstellt seit 1998 ein Nationales Forstliches Informationssystem (NFIS), das zur Unterstützung ihrer Informationspolitik in allgemeinen Fragen wie Klimaveränderung, Biodiversität, Kriterien und Indikatoren

nachhaltiger Entwicklung, Handel und Politik dienen, also politische Themen ansprechen soll. Dieses System soll forstliche Informationen bereitstellen und zeitlich sowie räumlich genau einbinden, indem bereits verfügbare Daten gekennzeichnet, analysiert und dargestellt werden. Durch einen einzigen Zugangspunkt werden Views von den natürlichen Ressourcen für benutzerspezifizierte geographische Regionen von Kanada bereitgestellt. Um die Abfrage von Informationen auf den verschiedenen Servern zu ermöglichen, werden Zugangs- und Serviceprotokolle entwickelt.

Das NFIS enthält zwei Schlüsselkomponenten., und zwar erstens die Infrastruktur für die Schaffung und Suche von Metadaten und zweitens die Infrastruktur für die Speicherung und das Wiederaufsuchen von Daten über verteilte Besitzanteile (zum Beispiel Flurstücke eines Eigentümers), die in einem Spektrum von Formaten und Systemen aufgezeichnet sind. Die durch NFIS erwarteten Vorteile sind unter anderem:

- Bedeutende Verbesserung von Kanadas Möglichkeiten, seinen nationalen und internationalen Bindungen und Verpflichtungen zu entsprechen, einschließlich der nachhaltigen Entwicklung seiner natürlichen Ressourcen.
- Generierung von zunehmend wertvollem Wissen, das erforderlich ist für die zukünftige, die natürlichen Ressourcen betreffende Politik und Wissenschaft durch breiteren Zugang und gemeinsamen Zugriff auf die Informationen.
- Förderung der Systeme zur gemeinsamen Datenbenutzung und Verwaltung der Informationen durch gemeinsame Entwicklung und Anwendung von Werkzeugen für Zugang, Analyse und Darstellung von Informationen über die natürlichen Ressourcen und Förderung von neuen Verwendungen für Information und Wissen.
- Einrichtung von Web-Tools für die Öffentlichkeit sowie Bildungseinrichtungen und wissenschaftliche Einrichtungen, die somit Zugriff auf Daten- und Informationsanlagen über natürliche Ressourcen haben, die das Amt zur Verfügung stellt.

Nach der erfolgreichen Demonstration des Pilot-NFIS-Systems wurden im Jahre 2000 Maßnahmen zur weiteren Ausarbeitung des Systems getroffen, die für die spätere Anwendung fundamental sind: So ermöglicht die Anwendung des Open GIS Consortium-Web-Protokolls die Einbindung ins Internet und die Darstellung von geographischen Informationen mit ungleichen Formaten, die sich auf Servern befinden, die ebenfalls über dieses Protokoll verfügen, wobei der Standort dieser Server unwichtig ist. Im Rahmen dieses Modells wurde bereits das Atlantic Forestry

Centre sowie einige gleichrangige Server einschließlich Cube Werx, Geodan, NASA und einige MIT-Server angebunden (Quenet 2000).

#### 2.2.2.4 Forstinformations- und Forstmanagementsystem in Weißrussland

Die Wälder der Republik Weißrussland sind in Abhängigkeit von Wirtschaftlichkeit, wirtschaftlichen Nutzbarkeit und Lage in zwei Gruppen zu unterteilen. Die erste Gruppe, die 44 % des Waldbestandes ausmacht, erfüllt Wasser- und andere Schutzfunktionen. Die zweite Gruppe hat kommerzielle Bedeutung und macht die restlichen 56 % aus.

Seit 1994 wird das „Projekt zur Entwicklung der Forstwirtschaft in Weißrussland“ durchgeführt. Im Rahmen dieses Projektes wird das Forstinformations- und Forstmanagementsystem der Republik Weißrussland (IFMS) entwickelt. Das IFMS stellt ein geschlossenes System der Datenverarbeitung und Entscheidungsfindung im Management von Waldressourcen und der Holzproduktion bereit. Die wesentlichen Elemente sind:

- Erfassung und Verarbeitung von Daten, Speicherung und Informationstransfer
- Unterstützung von Verwaltungsentscheidungen
- Unterstützung der Entscheidungsfindung sonstiger Akteure auf allen Ebenen

Die Zielsetzungen des IFMS sind eine effizientere Forstwirtschaft und Holzproduktion, rationale Nutzung von Waldressourcen und Erreichen des maximalen finanziellen Ertrags.

Das IFMS umfasst zwei Systeme:

Management-System und GIS für Waldressourcen:

Waldinventar und -planung, Zustandsbericht von Wäldern, Altersstruktur der Wälder, Optimierung der Holzernte, Datenbanken über Waldressourcen etc.

Management-System für Holzproduktion: Dieses System umfasst wiederum 3 kleinere Systeme:

- System für operatives Management (Ein- und Verkauf, forst- und holzindustrielle Vorgänge)
- System für Verwaltungsmanagement (Finanzen, Marketing, Produktionsabrechnungen, Mitarbeiter, Büroarbeit)

- System für Buchhaltung und Rechnungswesen

Das IFMS stellt Informationen über die Produktionsaktivität von Forstunternehmen, Rodung von Wäldern, Aufforstung, Zustandskontrolle, Nutzung, Planung und Management der Holzernte, Reproduktion und Schutz von Wäldern, Preissysteme, ausländische Handelsaktivitäten und vieles mehr bereit. Diese Aufgaben des Managements von Waldressourcen und forstwirtschaftlichen Aktivitäten sind durch eine einheitliche integrierte Datenbank verbunden, die die im IFMS verwendeten Informationen mit Informationen, die in Datenbanken verschiedener forstwirtschaftlicher Unternehmen gespeichert sind, verknüpft.

Die fortlaufenden Änderungen im Waldbestand durch Abholzung, Aufforstung, Feuer- oder Sturmschäden werden in dieser Datenbanken gespeichert. Die Schaffung des in das IFMS integrierten GIS „Waldressourcen“ ermöglichte es, so zu raumbezogenen Datenbasis mit fortwährend aktualisierten Daten über die Waldressourcen zu gelangen (Atroshchanka 2000).

#### *2.2.2.5 DV-gestützte Forstplanung in Schweden*

Schwedische Forstunternehmen und insbesondere die Firma AssiDomän begann 1996 ein Datensystem zu entwickeln, das die Arbeit durch operative strategische Planung unterstützen sollte. Das System sollte es unter anderem ermöglichen, Karten von Papier- in digitale Form zu bringen, dem steigenden Informationsbedarf im Umweltbereich gerecht zu werden und die Holzlieferkette zu optimieren.

Die Entwicklung dieses Systems geschah im Rahmen von zwei verschiedenen Projekten: Das Ziel des ersten Projekts war es ein System, das die Planungsarbeit im Zusammenhang mit dem Holzeinschlag zur Regeneration unterstützen sollte. Das zweite Projekt, sollte die Kooperation mit privaten Holzanbietern und die Planung bei Durchforstungen fördern. Ein anderes wichtiges Ziel war die Entwicklung von verbesserten Methoden zur Schätzung des Holztrags auf den jeweiligen Planungsgebieten.

Hauptkomponenten des Systems sind eine Datenbank, in der alle geplanten Projekte gespeichert sind, und ein GIS, das sowohl auf Netzwerkcomputern in den Büros als auch auf den im Gelände verwendeten Notebooks verfügbar ist. Es ist damit möglich, Karten aus verschiedenen GIS zu konvertieren und sie in dieses System zu kopieren, wo sie dann als Hintergrundkarten verwendet werden. Das System liest und kopiert Daten von einem System (Datenbank), das alle Fachbeschreibungen der Wälder der Firma speichert, und exportiert diese Daten in ein Programm, mit Hilfe dessen Ablaufpläne für die Holzernte erstellt werden. Wenn Holzverträge mit

externen Holzanbietern verwaltet werden sollen, werden Daten des unabhängigen Holzmessvereins importiert, und Daten in das Buchhaltungssystem der Geschäftspartner exportiert.

Im Gelände verwenden die Nutzer ein Notebook, das mit einem GPS-Empfänger, den sie im Rucksack bei sich tragen, verbunden ist. Dies ermöglicht es ihnen, jederzeit ihre gegenwärtige Position zu bestimmen. Die Position ist durch eine Markierung auf dem Bildschirm gekennzeichnet. Das GPS-System misst die x/y-Koordinaten mit einer Genauigkeit von 100 m.

Dank des GPS/RDS-Empfängers kennt der Nutzer immer seine gegenwärtige Position, was viel Zeit spart, wenn der Planer verschiedene Grenzlinien im Gebiet finden und digitalisieren möchte. Die höhere Genauigkeit in der Lagemessung bewirkt eine höhere Genauigkeit der geographischen Informationen über die Planungsgebiete und eine bessere Abschätzung der Holzabfuhr in den verschiedenen Objekten. Ein weiterer Vorteil des Systems ist die Abspeicherung aller Planungsdaten in einer Datenbank; dies gibt dem Holzerntemanager Möglichkeiten, das Zusammenspiel von Holzqualitätsanforderungen und verfügbaren Plänen zu verbessern (Johansson 2000).

#### *2.2.2.6 Baumdatenbank in Finnland*

In Umsetzung der Philosophie einer marktorientierten Produktion sollten im Rahmen einer Untersuchung durch die Firma Metsäteho Oy die Kunden der Forstabteilung (Säge-, Papier- und andere Werke) zur richtigen Zeit mit dem richtigen Holz versorgt werden. Um den Holzfluss vom Wald zum Werk zu regeln und zu optimieren, sollten Systeme verfügbar sein, die es gestatten, die operativen Abläufe zu simulieren. Um diese Systeme benutzen zu können, müssen Schätzungen des nutzbaren Vorratsvolumens als „stehendes“ Lager vorhanden sein. Normalerweise liegen nur ungefähre Schätzungen der Volumen des ausscheidenden Bestandes vor. Bestandsaufnahmen vor der Ernte könnten die benötigten Informationen liefern, doch sie gelten als zu arbeits- und zeitintensiv, um großflächig angewendet werden zu können. Zudem werden die ohnehin ungenauen Pläne selten aktualisiert, was dazu führt, dass sich in der Praxis die realen Hiebsergebnisse oft von den Planansätzen unterscheiden.

Als Lösung für den offenkundigen Mangel an präzisen und aktuellen Informationen wurden in Finnland jüngst neue Methoden, die auf Erntemessungsdaten basieren, entwickelt. Das Hauptziel war, ein großes virtuelles Warenlager (Data-Warehouse) zu schaffen, das alle Formen von Wald- und Lagertypen wiedergibt. Das System der Erntemessungsdaten wird dabei auch als Alternative zur traditionellen Waldinventur

genutzt: Alle Bäume, die gefällt werden, werden auch gemessen; die Form sowie weitere Qualitätsmerkmale des Stammes können dabei genau gemessen werden; GPS-Koordinaten der Bäume können mit diesen Stammdaten verknüpft werden. Die Handhabung der Daten ist einfach und schnell. Die wichtigsten Variablen sind Baumart, Durchmesser des Stamms in 10-cm-Schritten, Länge, Volumen, äußere Merkmale der Holzqualität.

Die beschriebene Baumdatenbank ist eine interessante Lösung für viele Probleme in der strategischen und auch der operativen Planung. So bietet sie Informationen für die Produktionsplanung der Sägewerke, für die strategische Planung der Holzbeschaffung und für spezielle Holzqualitätsuntersuchungen. Schließlich stellt sie Grundlagedaten für Satelliten- oder andere digitale Bilder und neue Methoden für Lagerbeschreibungen in Waldmanagementsystemen dar (Räsänen 2000).

### **2.3 Ausgewählte Forschungsarbeiten bezogen auf die Forstwirtschaft in Deutschland**

Im Folgenden werden einige auf die Verhältnisse in Deutschland bezogene spezifische Forschungsarbeiten im Bereich der Holzbereitstellung und des Informationstechnologie-Einsatzes im Forstbetrieb vorgestellt. Ergebnisse aus diesen Arbeiten werden im Kapitel 5 „Ergebnisse und Diskussion“ zum Teil einfließen und diskutiert werden.

#### **2.3.1 Herleitung von Prozesskosten im Forstbetrieb**

Die Untersuchung von Koepke und Hecker (1998) über die „Herleitung von Planprozesskosten für die Unterstützung mittelfristiger Entscheidungen im Forstbetrieb“ sollte Aufschluss über die Höhe von bestimmten, für den untersuchten Betrieb typischen Prozesskosten geben. Kernstück der Untersuchung war die Befragung eines inländischen privatwirtschaftlichen Forstbetriebs über die Gliederung und Durchführung ausgewählter Prozesse der Leistungserstellung. Grundlage der Herleitung von Planprozesskosten war ein konkretes waldbauliches Programm mit sechs aufeinander folgenden Maßnahmen (stärkere Durchforstung in Fichtenaltholz, streifenweise Räumung, Pflanzung, Jungbestandspflege und Ästung) (Koepke/ Hecker 1998).

Den einzelnen Teilprozessen (im Rahmen dieser Arbeit werden die Begriffe Teilprozess und Subprozess synonym verwandt) wurde ein geschätzter Zeitbedarf zugeordnet. Der Zeitbedarf wurde nach Möglichkeit minutengenau geschätzt und die

Dauer eines einzelnen Teilprozesses wurde so präzise festgelegt. Anhand dieser Zeitangaben wurden in Verbindung mit der Anzahl der jeweiligen Kostentreiber die Planprozesskosten ermittelt. Die Kosten je Zeiteinheit sind variable Eingangsgrößen, deren Höhe sich nach den Jahresgehältern inklusive Nebenkosten des eingesetzten Personals und nach den effektiven jährlichen Arbeitszeiten richtet. Koepke und Hecker (1998) weisen explizit darauf hin, dass die in der Untersuchung zusammengestellten Planprozesskosten keine Allgemeingültigkeit besitzen, weil sie einer betriebspezifischen Untersuchung entstammen. Im zwischenbetrieblichen Vergleich können sich erhebliche Abweichungen ergeben. Da die Ergebnisse auf Grund der unterschiedlichen Kombination von Betriebsstruktur, Maschineneinsatzes, Hiebsfläche und Hiebsmenge nicht ohne weiteres vergleichbar ist, werden an dieser Stelle keine Prozesskosten aufgeführt.

Die Verwaltungsarbeiten konnten mit Hilfe von Daten aus einer Expertenbefragung vor Ort so genau analysiert und quantifiziert werden, so dass die unmittelbare Zuordnung auf bestimmte Betriebsmaßnahmen möglich wurde. Als einen in Hinblick auf die Verwaltungskosten aufwendigen Teilprozess im Rahmen der Holzernte nennen Koepke und Hecker (1998) zum Beispiel das Zählen von PZ-Abschnitten. Der Prozess der PZ-Abschnittszählung bezweckt die Gewinnung von Kontrolldaten zur Überprüfung der Werkseingangsvermessung. Auf diesen Teilprozess entfielen bei den untersuchten Prozesse etwa 17 % der festgestellten Prozesskosten. Weiterhin fielen in der Untersuchung nach Koepke und Hecker (1998) die Fahrzeiten des Forstamtsleiters und der Revierleiter von Bedeutung. Dieser Aspekt gewinnt insofern an Bedeutung, als dass mit wachsender Größe der Dienstbezirke die Prozesskosten zunehmend durch aufwendige Revierfahrten belastet werden.

Die Untersuchung von Koepke und Hecker (1998) stellte eine Zustandserfassung dar. Die Autoren gehen im Rahmen ihrer Untersuchung nicht näher darauf ein, wie man Verwaltungsarbeiten, zum Beispiel die zunehmenden Revierfahrten, reduzieren könnte. Auch wird der Einfluss des Informationsflusses auf den Prozessablauf und damit auf die Prozesskosten nicht näher beleuchtet.

### *2.3.2 Methodische Möglichkeiten einer Prozessanalyse in forstbetrieblichen Schwerpunktbereichen auf Forstamtsebene*

Die Bayerische Landesverwaltung für Wald und Forstwirtschaft (LWF) untersuchte im Zeitraum von 1999 bis 2002 die Geschäftsbereiche Holzeinschlag und Holzverkauf an sieben ausgewählten bayerischen Forstämtern. Generelles Ziel war es Rationalisierungspotentiale aufzufinden und Verbesserungsvorschläge zu entwickeln.

Die an der Untersuchung beteiligten Forstamtsmitarbeiter wurden im Rahmen von Experteninterviews persönlich und telefonisch befragt. Bei der Prozessanalyse und der Entwicklung von Verbesserungsmöglichkeiten wurde das „Bottom-up-Prinzip“ gewählt. Die Darstellung der Gesamtabläufe ermöglichte dem Leitungs-, Büro- und Revierdienst erstmals umfassende Einblicke in die einzelnen Arbeitsabläufe anderer Funktionsbereiche. Die Stärken und Schwächen wurden in separaten Berichten und internen Schwachstellenlisten zusammengefasst. Der Schwerpunkt der forstamtsübergreifenden Schwachstellen lag beim Bürodienst im DV-Bereich, beim Leitungs- und Revierdienst in der Planung, dem Vertriebssystem und bei der Arbeitsorganisation (Termine, Verzögerungen, Missverhältnis von Aufwand und Ertrag). Der Bereich der Kommunikation wurde von allen Beteiligten als verbesserungswürdig angesehen.

Neben der Erfassung der Prozessabläufe stellte auch der jeweilige Zeitaufwand für die einzelnen Prozessschritte einen wichtigen Analysepunkt dar. Es wurde versucht den Zeitaufwand mittels Zeiterfassungsbögen in der Einschlagsphase 2000/2001 zu ermitteln. Erhebliche Probleme verursachte allerdings die Einschlagsbeschränkung nach dem Sturm „Lothar“.

Grundsätzlich hat sich das Verfahren als geeignet erwiesen und kann in dieser Form durchaus auf andere Forstämter übertragen werden. Dabei können die bereits erhobenen Prozessabläufe herangezogen werden, um die erneute Prozessanalyse zu erleichtern (Ohrner et al. 2003).

### 2.3.3 *Prozessanalyse von Logistikketten bei der Holzmobilisierung*

Im Rahmen einer Untersuchung über die „Voraussetzungen für die Mobilisierung der erforderlichen Angebotsmenge zur Belieferung eines großen Sulfatzellstoffwerkes in Norddeutschland“ wurden mehrere deutsche Bereitstellungssysteme mit ihren Logistikketten untereinander und mit einer skandinavischen Logistikkette verglichen (Leinert 1998a). Der Vergleich erfolgte hinsichtlich der Anzahl der zu bewältigenden Aktivitäten, der einzubeziehenden Ebenen und der zu berücksichtigenden Schnittstellen.

Leinert (1998a) zeigt als Ergebnis der Untersuchung auf, dass das Modell „Gemeinschaftsforstamt“ am ungünstigsten zu beurteilen ist. Eine Mittelstellung nehmen die beiden Privatwaldmodelle „Forstwirtschaftlicher Zusammenschluss“ und „Mittlerer Privatwald als Träger“ sowie der „Selbstwerbende Handel“ ein. Am günstigsten schneidet das Industriemodell mit Kauf des Holzes auf dem Stock ab, während das entsprechende Modell mit Kauf an der Waldstraße ebenso ungünstig wie das „Gemeinschaftsforstamt“ beurteilt werden muss. Das skandinavische Modell



liegt in der Bewertung vor allen anderen Modellen. Nach Leinert (1998a) liegt der wesentliche Unterschied in der Holzbereitstellung, dass heißt in dem Bereich, der dem Transport vorgelagert ist, und dessen intensiver Organisation. Dieser führt auch im Vergleich zum sehr geringen Nutzwert des Produkts bisher zu unverträglich hohen Transaktionskosten.

Hinsichtlich Informationstechnologie wird in der Studie von Leinert (1998a) auf die besonders dringliche Notwendigkeit einer Verbesserung im Bereich von Information und Kommunikation unter Einbeziehung leistungsfähiger EDV-Systeme hingewiesen. Weiter sieht Leinert für die Mobilisierung von Holz in der Kommunikationsfähigkeit der Revierleiter der staatlichen Forstverwaltungen eine entscheidende Bedeutung (Leinert 1998a).

Leinerts Untersuchung zeigt allerdings nicht auf, in welcher Form Elektronische Datenverarbeitungssysteme und Informationstechnologie konkret benötigt werden und implementiert werden sollten, und welchen quantitativen und qualitativen Nutzen sie mit sich bringen. Die Logistikketten der einzelnen Modelle werden zwar abgebildet, jedoch nur mit einem sehr geringen Detaillierungsgrad. Insbesondere werden die Informationsströme und der Informationsbedarf werden nicht dargestellt. Des Weiteren wird nicht näher und konkret auf den Informations- und Kommunikationsbedarf auf der Revierebene eingegangen, der für eine Implementierung von Informations- und Kommunikationstechnik im operativen Bereich eine zwingende Voraussetzung wäre.

#### *2.3.4 Kommunikation im integrierten Logistikprojekt des Kleinprivatwaldes*

In einem konkreten Planungsgebiet (Raum Uelzen und Lüneburg) hatten sich in einem gut zweijährigen Projekt Projektpartner aus Holzindustrie, Holzhandel und Waldbesitz zum Ziel gesetzt, bei der Holzbereitstellung vorhandene Hemmschwellen der Strukturen der Holzvermarktung zu überwinden, neue Kooperationen einzugehen und dabei eine Reihe von bereits verfügbaren oder neu zu entwickelnden Techniken und Routinen, insbesondere aus dem IT-Bereich gemeinsam einzusetzen, um Schnittstellen abzubauen, Wertschöpfungspotentiale entlang der Holzernte- und Logistikkette aufzudecken und neue, umweltfreundliche Transportsysteme zu nutzen (Becker/ Hecker 2002). Das Projekt wurde vom Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft der Universität Freiburg entwickelt und in der Umsetzung wissenschaftlich begleitet.

Der Harvester nimmt als Aufarbeitungsmaschine und erstes Glied in der Holzernte- und Logistikkette eine Schlüsselposition ein. Diese resultiert daraus, dass bei der hochmechanisierten Holzernte im Prozessablauf Informationen gewonnen werden,

die einen hohen Wert für sämtliche Akteure entlang der Kette besitzen. Es ist wichtig, diese Daten möglichst automatisiert und rasch weiterzuleiten, um Zeitverzögerungen und vor allem Doppelerhebungen zu vermeiden. Die Harvester verfügen dazu über einen Bordcomputer. In Verbindung mit dem Fahrerhandy und der Nokia Data Suite (Handy-Kommunikationssoftware) wurde der Bordcomputer derart erweitert, dass sich aus dem Bordcomputer heraus zum Beispiel Produktionsprotokolle als E-Mail an den Maschineneinsatzleiter und an beliebige andere E-Mail-Adressen, zum Beispiel auch an den Transporteur und Kunden, versenden lassen. Gleichermäßen ermöglicht diese Hardware-Konfiguration den Empfang von E-Mails auf der Maschine, so zum Beispiel neue Arbeitsaufträge der Sägeindustrie als Abnehmer, ohne dass Bezirksförster oder Maschineneinsatzleiter persönlich in den Wald fahren müssen. Mit dieser Erweiterung wurde auch die Voraussetzung zur Nutzung von Logistiksoftware geschaffen.

Mit Hilfe von spezieller Forstsoftware (GIS- und GPS-gestützt) war es weiter möglich, die per E-Mail eingegangenen Produktionsprotokolle des Harvesters auszuwerten und derart in Form von Holzlisten aufzubereiten, dass eine Weitergabe, zum Beispiel an Holzkäufer, möglich wird. Diese Holzlisten stellen bei der Lieferung frei Werk oder Verkauf nach Werkseingangsmaß gleichzeitig das forstseitige Kontrollmaß dar, das bislang durch den Bezirksförster noch per Hand erhoben werden musste (Becker/ Hecker 2002).

Ein wesentliches Element der Rationalisierung von Verfahrensabläufen im Holzhandelsgeschäft ist die rasche Weitergabe von handelsrelevanten Informationen in digitaler Form. Dadurch wird die mehrfache Nutzung von einmal erhobenen Daten möglich. Für die Verbesserung des Datenaustausches zwischen den Unternehmen wurde ein Datensatz zusammengestellt, der eine Holzübernahme/Holzübergabe im Wald mit der persönlichen Anwesenheit von Mitarbeitern des Forstbetriebes sowie der Kundschaft ersetzt. Die Übergabe geschah stattdessen durch das Versenden dieses vereinbarten Datensatzes. Zu einem intensiven Testbetrieb mit dem Datensatz und zur praktischen Anwendung ist es bislang nicht gekommen. Dies begründet sich durch die zeitgleiche Gründung einer bundesweiten Arbeitsgruppe in Stuttgart, bestehend aus Vertretern der Holzindustrie und Forstwirtschaft. Diese Arbeitsgruppe, unter der Führung des Deutschen Holz- und Forstwirtschaftsrates, entwickelte einen Standard für den bundesweiten Datenaustausch zwischen Forst- und Holzwirtschaft (vgl. 2.1.6). Dieses Datenformat wurde später in das Logistikkonzept übernommen.

### *2.3.5 Rundholztransportanalyse*

Ziel der Untersuchung „Rundholztransport – Logistik“ im Rahmen einer Diplomarbeit an der TU München (Bodelschwingh 2001) war die Analyse der

gegenwärtigen Situation im Bereich des Rundholztransports und das Aufzeigen möglicher Einsparpotentiale für den Transportvorgang.

Im Rahmen einer Fallstudie wurde der Informationsfluss entlang des gesamten Transportvorgangs beleuchtet. Anhand eines vorgefertigten Fragebogens erfolgte eine Befragung der Spediteure am Rundholzplatz von zwei Sägewerken mittlerer Größe. Dabei konnten 88 Transporte dokumentiert werden, die von 63 Fuhrbetrieben angeliefert wurden. Um außerdem einen detaillierteren Einblick in die Transportzyklen zu bekommen, wurden die Fahrer von sechs Fuhrunternehmen an acht Tagen bei ihrer Arbeit auf dem Lkw begleitet. Der Umfang der Studie beinhaltet insgesamt 101 Fuhren. Es konnte gezeigt werden, dass vielfach Informationsdefizite für Unterbrechungen des Materialflusses verantwortlich sind. Bei einer Durchschnittsentfernung von 82 km mussten bei 30 % der Fuhren Waldgebiete angefahren werden, die dem Transporteur unbekannt waren. Abhilfe schaffen heute für diese Fälle die Informationsbeschaffung mittels Mobiltelefon und die Einweisung vor Ort durch das Forstpersonal beziehungsweise den Holzhändler. Dennoch fand häufig keine Einweisung statt und die Holzpolter waren nicht eindeutig markiert.

Hinsichtlich logistischer Lösungsansätze hält Bodelschwingh (2001) fest, dass der technischen Verfügbarkeit moderner Informations- und Kommunikationstechnologie in der Forstwirtschaft keine grundsätzlichen Hindernisse entgegenstehen. Eine wichtige Rolle soll künftig eine computergestützte Disposition und Navigation spielen.

Bodelschwingh (2001) sieht bereits durch den Einsatz einfacher Technologien ein Einsparpotential von 0,27 €/Fm (0,53 DM/Fm) für das Fuhrunternehmen und 0,17 €/Fm (0,34 DM/Fm) seitens des Forstbetriebs. Als Ziel sollte eine überbetriebliche Betrachtungsweise angestrebt werden, da erst im Verbund mehrerer Unternehmen Softwarelösungen zur Routenoptimierung und Flottenmanagement sinnvoll eingesetzt werden können. Für diesen Fall ermittelte die Studie eine Kostenreduktion von knapp 1,53 €/Fm (3 DM/Fm) angesetzt werden.

### *2.3.6 Optimierung forstbetrieblicher Wegenetze durch IT*

Ziel der Dissertation am Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft der Universität Freiburg von Janowsky (2001) „Multifunktionalität forstbetrieblicher Wegenetze: Erfassung der Inanspruchnahme und Optimierung für die verschiedenen Nutzergruppen unter Einsatz von Instrumenten der Informationstechnologie“, war die Ausarbeitung eines differenzierten Wegekonzeptes für den Stuttgarter Wald, welches den

forstbetrieblichen und freizeitbezogenen Ansprüchen genügt, wirtschaftlich zu unterhalten ist und die Belastung des Waldes als Naturraum begrenzt.

Konkretes Ziel war es dabei, ein in seiner absoluten Länge gering gehaltenes Wegenetz zu schaffen, welches auf möglichst langen Abschnitten einer gleichzeitigen Nutzung durch den Forstbetrieb und die verschiedenen Nutzergruppen im Freizeit- und Erholungsbereich dienen kann. Dabei sollten jedoch Nutzerkonflikte durch Linienführung, Ausgestaltung und Konzentration beziehungsweise Entzerrung von Nutzungen soweit wie möglich minimiert werden.

Die Darstellung, Analyse und Optimierung der Erschließungssituation und der sich überschneidenden Mehrfachnutzungen im Bereich der Freizeitwege ließen sich mit vertretbarem Aufwand nur durch den Einsatz eines geographischen Informationssystems durchführen. Erster Schritt der vorliegenden Untersuchung war deshalb der Aufbau einer digitalen Datenbasis für die Anwendung ArcView 3.2 der Firma ESRI, welche neben den Geometrien der Wege und Waldflächen zusätzliche Informationen über Nutzung und Länge der Wege enthält. Die Aussage, dass der Aufbau der digitalen Datenbasis den zeit- und kostenintensivsten Teil im Bereich der Geo-Informationssysteme darstellt (Bill 1999), bestätigt sich auch in dieser Untersuchung. Die Optimierung des Wegenetzes erfolgte hinsichtlich seiner Erschließungswirkung unter Einbeziehung von Aspekten der Freizeitnutzung. Auf diese Weise wurde ein multifunktionales Wegenetz konzipiert.

Insgesamt zeigte sich, dass auch bei forstlichen Wegenetzen im stadtnahen Bereich das früher von Becker und Janowsky (2000) vorgestellte Konzept der Optimierung bestehender Wegenetze erfolgreich umgesetzt werden kann. Die zusätzliche und in vielen Fällen sogar überwiegende, gleichzeitige Nutzung dieser Wege durch eine große Zahl von Erholungssuchenden mit unterschiedlichen Ansprüchen und Nutzerprofilen erfordert jedoch, zusätzliche Aspekte dieser Nachfrage im Bereich der Freizeitnutzung in angemessener Weise zu berücksichtigen. Hierzu ist der Einsatz moderner Planungsinstrumente wie etwa Geographischer Informationssysteme unverzichtbar, zusätzlich müssen Informationen über Intensität und Art der Freizeitnutzung gewonnen werden, wenn im Stuttgarter Wald ein optimiertes multifunktionales Wegenetz mit begrenzten Kosten und vertretbarer Belastung des Ökosystems Wald auf Dauer vorgehalten werden soll (Janowsky 2001).

### *2.3.7 Forstliche Informationssysteme für die Rohholzmobilisierung*

Im Rahmen einer Diplomarbeit von Feit (2001), am Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft der Universität Freiburg, wurde mit einem

zweigeteilten Ansatz die „Eignung forstlicher Informationssysteme für die Rohholzmobilisierung im Privatwald“ untersucht. Auf der operativen Ebene wurde überprüft, ob das von der FVA Baden-Württemberg entwickelte Programmpaket Holzernte eine für Verkaufsverhandlungen von Holzverkäufen auf dem Stock ausreichende Genauigkeit bei der Vorkalkulation von Sorten und Erlösen besitzt. Der Einfluss unterschiedlicher Aufnahmemethoden des ausscheidenden Bestandes auf das kalkulierte Volumen wurde ermittelt und den Kosten dieser Aufnahmemethoden gegenübergestellt. Zusätzlich wurde die Eignung des Programmpaketes für Vergleichskalkulationen von Loseinteilungen mit suboptimalen Erlösen überprüft. Anhand veröffentlichter Daten der Bundeswaldinventur wurde eine bestimmte Region zur Rohholzmobilisierung in Bayern identifiziert. Danach wurde auf der Basis eines Experteninterviews ein Vorschlag für ein Mobilisierungskonzept skizziert (Feit 2001).

Als Schlussfolgerung der Untersuchung hält Feit (2001) fest, dass mit der Bundeswaldinventur und mit dem Programmpaket Holzernte Datengrundlagen beziehungsweise Instrumente vorliegen, mit denen für eine Holzmobilisierung benötigte Informationen bereitgestellt werden können. Auf operationaler Ebene kann das einzelne Holzernteprojekt mit dem Programmpaket Holzernte optimiert und die für ein Vertrauensverhältnis notwendige Transparenz geschaffen werden. Auf strategischer Ebene können auf Grundlage der Bundeswaldinventur die Vorbereitungen für Entscheidungen über Mobilisierungsvorhaben durchgeführt werden.

### *2.3.8 Foto-optische digitale Holzvermessung*

Eine Dissertation welche am Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft der Albert-Ludwigs Universität Freiburg (Fink 2004) verfolgt das Ziel der einfachen, schnellen Vermessung von gelagertem Holz mengen mit digitaler Fototechnik.

Derzeit besteht in der forst- und holzwirtschaftlichen Praxis die Notwendigkeit, rasch und dennoch präzise große Mengen gelagerten oder transportierten Holzes hinsichtlich seiner Dimension und qualitätsbestimmenden Eigenschaften zu erfassen und zu dokumentieren. Das Konzept einer mobilen digitalen Erfassung und computergestützten Auswertung der genannten Merkmale bietet der Forst- und Holzwirtschaft die Chance, vor Ort genaue Kenntnisse über die angefallenen Sortimente zu erhalten, ohne in kapitalintensive hochtechnisierte Einrichtungen (Vermessungsanlagen) zu investieren. Mit Blick auf die Anforderungen neuer Logistikkonzepte ist das Hauptziel der Untersuchung, über die „Digitale Bildverarbeitung zur Erfassung der Dimension und daraus abgeleiteter



Das Einsatzgebiet der Logistikpartner zu erweitern, ist derzeit dadurch begrenzt, dass die notwendigen Daten zur Partnersuche nur über einen Vermittler ausgetauscht werden können. Die Probleme bei der praktischen Umsetzung der Logistikkette können bei erweitertem Datenzugriff kompensiert werden.

Wichtigste Meilensteine für eine Verbesserung der Situation sind die Etablierung eines neutralen Holz-Messvereins in etwa fünf bis sechs Jahren sowie die Vermittlung bei der Geschäftspartnersuche. Ein weiterer großer Fortschritt lässt sich durch die Einführung von digitalen Vektorkarten erreichen, sofern die Kosten dafür je nach Akteur zwischen drei und fünf Jahren wieder erwirtschaftet werden können. Mit der Etablierung von digitalen Vektorkarten kann in voraussichtlich fünf Jahren gerechnet werden (Tuch 2001).

### *2.3.10 Einsatz von Laserscannern für Wald- und Landschaftsinventuren*

In einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojekt mit einer Laufzeit bis Oktober 2004 haben sich Unternehmen der Privatwirtschaft und das Institut für Waldwachstum sowie die Abteilung für Fernerkundung und Landschaftsinformationssysteme der Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Universität Freiburg, sowie die Landesforstverwaltung Baden-Württembergs zu dem Projekt „natscan“ zusammengeschlossen. Gegenstand des „natscan“-Verbundes ist die Überprüfung und Anpassung der Möglichkeiten des Einsatzes moderner Laserscanner-Messverfahren für die Wald- und Landschaftsinventur.

Neben der derzeitigen terrestrischen Erhebung von Daten des Forstbetriebs werden heutzutage Fernerkundungsdaten in Form von Luftbildern und Satellitenbildern genutzt. Diese können allerdings mangels ausreichender Auflösung nur einen Teil der Daten in der erforderlichen Auflösung und Genauigkeit liefern. Zudem weisen sie nicht immer die gewünschte Aktualität auf und müssen daher häufig fortgeschrieben werden. Die gestiegenen Anforderungen an eine zeitnahe, effiziente und reproduzierbare Erhebung hochwertiger Daten und eine problemorientierte Datenverwaltung erfordern nach Thies, Koch und Spiecker (2002) neue schlüssige Aufnahmekonzepte, mit denen auf Basis eines begrenzten Mitteleinsatzes eine vielseitige Verwendbarkeit der erhobenen Daten ermöglicht wird. Dabei sollen die Daten eines integrierten Inventurkonzeptes kostengünstig, detailgenau, objektivierbar und zeitnah erhoben werden. Die konkreten Ziele des Projektes lauten: Im Bereich der Hardware wird die Verbesserung eines flugzeuggetragenen Laserscannersystems mit hoher Messpunktdichte und die Entwicklung eines terrestrischen Laserscanners mit hoher Positionsgenauigkeit in Kombination mit einem integrierten CCD-Sensor angestrebt. In Bezug auf Software soll ein Verfahren zur Datenhaltung und

Datenverknüpfung untersucht und ein Konzept von Algorithmen zur Mustererkennung, Visualisierung und Aggregation von Laserscannerdaten entwickelt werden (Thies/ Koch/ Spiecker 2002).

Die Erwartungen an die Lasermesstechnik, insbesondere durch die hohe Auflösung und Informationsdichte der Daten, ist groß. Sollten sich die Ziele annähernd umsetzen lassen, ergäben sich daraus nach Weinacker, Diedershagen und Koch (2002) eine Reihe von Vorteilen. Zunächst stünde eine Datenquelle zur Verfügung, die schnell und weitestgehend wetterunabhängig Informationen liefert. Durch automatische Auswerteverfahren könnten schnell, zeitnah, flächendeckend, kostengünstig und objektiv Inventurdaten gesammelt und archiviert werden. Die Anbindung in ein GIS gewährleistet eine schnelle Reproduzierbarkeit und Aktualisierung von Karten unterschiedlichster Inhalte bis hin zu Planspielen und Entscheidungsalternativen. Veränderungen der Landschaft lassen sich schnell einarbeiten und darstellen. In Kombination mit Prognosemodellen können auf diese Weise Entscheidungsalternativen in die Zukunft projiziert werden und hinsichtlich ihrer zu erwartenden Konsequenzen beurteilt werden. Auswirkungen auf die Umwelt und Kosten von bautechnischen Vorhaben können schneller abgeschätzt und visualisiert werden. Gerade letzterem Punkt kommt eine besondere Bedeutung zu, da dadurch auch für Laien die Vorstellbarkeit von Planungen bei Ortsterminen beziehungsweise Diskussionen verbessert wird (Weinacker/ Diedershagen/ Koch 2002).

### *2.3.11 LINESET – Untersuchung zur eindeutigen Kennzeichnung von Holz*

Das EU-Projekt „Linking raw material characteristics with Industrial Needs for Environmentally Sustainable and Efficient“ (LINESET) baut auf die Ergebnisse des nordischen Holzprojekts „Spårbarhet“ (das schwedische Wort für Traceability) auf, das zwischen 1995 und 1997 gestartet wurde. Das Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft der Universität Freiburg war als Partner an diesem Projekt maßgeblich beteiligt.

Ziel des LINESET-Projektes war, ein sicheres und automatisiertes Kennzeichnungssystem für den Industriegebrauch zu entwickeln, um die Nutzung des Rohstoffs Holz zu verbessern. Das Projekt begann Februar 2000 und erstreckte sich bis Ende Januar 2003. In dieser Zeit wurden Industrieprototypen zur Kennzeichnung von Holz und Verfolgung im Produktionsablauf entwickelt und installiert. Die Technik zur eindeutigen Kennzeichnung und Verfolgung von Holz (zum Beispiel RFID, vgl. 2.1.8) wurde auf einem Harvester der Firma Timberjack und in Sägewerken in Schweden, Deutschland und Frankreich installiert. Das Holz wurde unmittelbar bei der Ernte durch den Harvester mit einem Transponder



gekennzeichnet. Insgesamt wurden dabei über 9000 Holzabschnitte gekennzeichnet und in mehreren Partner-Sägewerken automatisch ausgewertet. Im Sägewerk wurden die Halbwaren wiederum gekennzeichnet. Dabei stand das Sammeln praktischer Erfahrung mit dieser Technik und das Ableiten von Verbesserungsmöglichkeiten im Vordergrund. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass die Verfolgung von Holz durch moderne Kennzeichnung zu Verbesserungen bei der Holzbereitstellung führt und dadurch die Wertschöpfung in der Forst- und Holzwirtschaft optimiert werden kann. Die zweifelsfreie Kennzeichnung ist zudem wichtig, im Rahmen der Nachhaltigkeitszertifizierung (FSC, PEFC) glaubwürdige Herkunftsnachweise zu führen, was Voraussetzung eines Chain-of-Custody-Prinzip zwischen Forst, Holzindustrie und Verbrauchern ist.

## **3 Zielsetzung**

### **3.1 Generelle Zielsetzung**

Generelles Ziel der Untersuchung ist es, im Rahmen einer Fallstudie zu prüfen, wie weit die mit der Holzernte und der Holzbereitstellung zusammenhängenden betrieblichen Prozesse auf der Revierebene durch den Einsatz moderner Informationstechnologie verbessert beziehungsweise effizienter gestaltet werden können. Des Weiteren sollen die quantitativen und qualitativen Vorteile aufgezeigt werden, die sich mit dem Einsatz dieser Technologien in der Praxis erzielen lassen.

Hierfür sind zunächst die derzeitigen Arbeitsprozesse, die den Informationsfluss der Holzbereitstellung auf Forstrevierebene betreffen, von der Planung über die Durchführung bis hin zum Controlling zu ermitteln und zu dokumentieren (Ist-Zustand). Ausgehend von einer Schwachstellenanalyse werden Rationalisierungsmöglichkeiten aufgezeigt und Prozesse optimiert, um diese dann in ein Soll-Konzept einzubeziehen.

Die Untersuchung beschränkt sich exemplarisch auf den Arbeitsbereich der Holzbereitstellung, da hier auf Revierebene der größte zeitliche Aufwand liegt (Organisationsuntersuchung LFV BW 1994). Des Weiteren ist mit der Holzbereitstellung der größte betriebliche Kostenblock verbunden (Betriebswirtschaftsstudie FVA Freiburg 1997).

Der Schwerpunkt Revierebene wurde auch deshalb gewählt, weil die Nutzung von Informationstechnologie hier bislang noch kaum Einzug gehalten hat und daher besonders hohe Rationalisierungsmöglichkeiten vermutet werden. Die Untersuchung soll am Beispiel eines Forstreviers im staatlichen (Einheits-)Forstamt Staufen der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg durchgeführt werden.

Die Dokumentation und Analyse der derzeitigen Prozesse (Ist-Zustand) und des Soll-Konzepts soll anhand von drei unterschiedlichen, sich ergänzenden Darstellungsformen (Prozessvisualisierung) erfolgen (textlich, tabellarisch und in Form von Ereignisgesteuerten Prozessketten).

### **3.2 Teilziele**

Aus dieser generellen Zielsetzung ergeben sich folgende konkrete Teilziele:

- Darstellung des Stand des Wissens im Bereich Informationstechnologie in der Forstwirtschaft
- Ermittlung, Darstellung und Dokumentation des Informationsflusses und Informationsbedarfs auf Revierebene im Ist-Zustand entlang der Holzbereitstellungskette
- Untersuchung grundsätzlicher Zusammenhänge und Erstellung eines Schwachstellenkatalogs in Bezug auf:
  - die Charakteristik der verwendeten Daten und Informationen
  - den Einfluss der Schnittstellen und Datenformate auf die Arbeitsabläufe
  - ein Räumliches Bezugssystem für die Datenhaltung (punktgenau)
- Entwicklung des Soll-Konzepts
- Darstellung des Soll-Konzepts
- Ist-Soll-Vergleich
- Schlussfolgerung aus der Fallstudie für die Überführung und Umsetzung

## **4 Material und Methoden**

### **4.1 Methodischer Ansatz**

Gemäß der Zielsetzung dieser Untersuchung werden Arbeitsabläufe (Prozesse) und deren Informationsfluss ermittelt, dokumentiert, analysiert und optimiert. Exemplarisch wird dies für den Arbeitsbereich der Holzbereitstellung auf Revierebene durchgeführt. Die Optimierung erfolgt vor allem durch den Einsatz von Informationstechnologie (IT).

#### **Ermittlung der Arbeitsabläufe**

Die Ermittlung der derzeitigen Arbeitsabläufe (Ist-Zustand) und Diskussion der Schwachstellen erfolgt auf Basis von Experteninterviews und durch die Begleitung der Mitarbeiter des Forstbetriebs. Deeke (1995) versteht unter Experteninterview ein relativ offenes, nur wenig vorstrukturiertes Interview, bei dem die Besonderheit nicht in einer bestimmten Form besteht, sondern darin, dass ein Experte befragt wird. Als Experte gilt derjenige, der besondere Kompetenz bezüglich eines Sachverhaltes vorweisen kann. Mit besonderer Kompetenz ist dabei die relativ exklusive Verfügung von Wissen und der verständige, reflexive Umgang mit diesem Wissen gemeint.

Voelzkow (1995) stellt heraus, dass es in Experteninterviews hauptsächlich um das Sammeln von Informationen geht, die nur einmal erhoben werden müssen und dass diese Methode deshalb besonders forschungsökonomisch ist. Mit relativ geringem Aufwand können so detaillierte und problemadäquate Ergebnisse erreicht werden.

Während der Begleitung des Revierleiters, werden die Arbeitsabläufe beobachtet, dokumentiert, hinterfragt und teilweise selbst ausgeführt.

Dabei werden neben der Chronologie der Arbeitsabläufe auch Daten (Kennzahlen) über Häufigkeit, Wiederholung, Zeitbedarf und Ressourcenbedarf der Tätigkeiten erhoben.

#### **Dokumentation der Arbeitsabläufe**

Die Dokumentation der Verfahrensabläufe und Informationsflüsse erfolgt in verschiedenen Darstellungsformen: in Flussdiagrammen (Modulierung als Ereignisgesteuerte Prozessketten), in Tabellen und in Textform.

## **Analyse und Optimierung der Arbeitsabläufe**

Die Analyse der Arbeitsabläufe erfolgt im direkten Vergleich zwischen Ist-Zustand (Ist-Modell) und Soll-Zustand (Soll-Modell) (mit Einsatz von IT). Dies geschieht neben der visuellen Schwachstellenanalyse mit Hilfe der sehr detaillierten Flussdiagramme und zusätzlich durch den Vergleich der Kennzahlen. Im Rahmen dieser Arbeit werden die Begriffe Ist-Zustand und Ist-Modell sowie Soll-Zustand und Soll-Modell als Synonym verwendet.

### *4.1.1 Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung*

Die Intention der Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung ist die Reduzierung beziehungsweise Beherrschung der mit der Informationsmodellierung einhergehenden Komplexität. Strukturbestimmend sind sechs Grundsätze, welche als die wesentlichen Qualitätskriterien im Rahmen der Informationsmodellierung angesehen werden (Rosemann/ Schwegmann 2002):

- Grundsatz der Richtigkeit

Eine unabdingbare Voraussetzung für ein qualitativ hochwertiges Modell ist, dass es den abzubildenden Sachverhalt korrekt wiedergibt.

- Grundsatz der Relevanz

Ein Informationsmodell muss zum einen die für die jeweilige Perspektive relevanten Sachverhalte dokumentieren, zum anderen sollte es keine irrelevanten Informationen enthalten.

- Grundsatz der Klarheit

Dieser Grundsatz trägt dem Tatbestand Rechnung, dass ein Modell nur von Nutzen ist, wenn es vom Betrachter auch verstanden wird. Abhängig vom Modellbetrachter sollte ein Modell einen adäquaten Grad an intuitiver Lesbarkeit aufweisen, das heißt, die zum Modellverständnis erforderlichen methodischen Kenntnisse sind gering zu halten.

- Grundsatz der Vergleichbarkeit

Durch dieses Postulat wird die modellübergreifend konforme Anwendung der Modellierungsempfehlungen gewährleistet.

### 4.1.2 Vorbereitung der Prozessmodellierung

Voraussetzung für die Erstellung eines qualitativ hochwertigen Prozessmodells ist die Festlegung des Modellierungszwecks, Festlegung der Kommunikationswege für die Ausgestaltung des Modellierungsstandards, Auswahl der Modelltypen, Spezifikation von Modellkonventionen, Auswahl eines Modellierungswerkzeugs, Umsetzung der Modellierungskonventionen mit einem Modellierungswerkzeug, Beschreibung der organisatorischen Rahmenbedingungen sowie die Erstellung und Verwendung eines Modellierungsstandards (Rosemann/ Schwegmann 2001).

Als Kommunikationsweg für die Ausgestaltung des Modellierungsstandards und die Beschreibung der organisatorischen Rahmenbedingungen wurde auf Grund des kleinen Kreises der Projektbeteiligten das lokale verfügbare Client-Server-Netzwerk, des Instituts für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaften der Universität Freiburg, genutzt. Die Projektinformationen wurden in einer festen Ordnerhierarchie bereitgestellt und ausgetauscht.

#### 4.1.2.1 Festlegung des Modellierungszwecks

Schwachstellen des Ist-Konzeptes sollen durch anschauliche Prozessmodelle schnell erschließbar sein. Eine Schwachstelle beschreibt einen Mangel innerhalb eines Prozesses. Diese Schwachstellen müssen einfach und strukturiert dokumentiert werden können. Ein (teil-)automatisierter Vergleich von Ist- und Soll-Modell soll möglich sein.

#### 4.1.2.2 Auswahl der Modelltypen

##### 4.1.2.2.1 Grundbegriffe der Informationsmodellierung

Bei der graphischen Modellierung von Prozessen wird grundsätzlich zwischen Modelltyp, Modell, Objekttyp und Objekt unterschieden (Rosemann/ Schwegmann 2001). Modelle sind Ausprägungen eines bestimmten Modelltyps. Verbreitete Modelltypen bei der graphischen Ablaufmodellierung sind zum Beispiel die Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK), Wertschöpfungskettendiagramme oder Petri-Netze.

Jedem Modelltyp sind eine Menge von Objekttypen einer definierten Semantik zugeordnet, die bei der Modellierung verwendet werden können. Beispiele für Objekttypen sind Funktionen, Ereignisse und Konnektoren. Objekttypen, die in

verschiedenen anderen Modelltypen Verwendung finden, stellen die Integration zwischen den Modelltypen her. Ein Objekttyp kann in Abhängigkeit zum Modelltyp, in dem er Verwendung findet, durch unterschiedliche Symbole dargestellt werden. Objekte repräsentieren Ausprägungen eines Objekttyps, unabhängig von der Verwendung dieses Objekts in einem (Prozess-)Modell.

#### 4.1.2.2.2 Festlegung der zu verwendenden Modelltypen

Die Wahl des Modelltyps im Rahmen der Prozessmodellierung ist vor allem vom Verwendungszweck abhängig (vgl. 4.1.2.1).

Die Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK) erlaubt eine anschauliche Modellierung von Kontrollflüssen. Es handelt sich hierbei um gerichtete Graphen, die zur Modellierung drei Basiselemente verwenden (vgl. Abb. 7) (Rosemann/ Schwegmann 2001).

- Funktionen

Funktionen repräsentieren Tätigkeiten (Aktivitäten), übertragen als aktive Knoten Input- in Outputdaten und besitzen Entscheidungskompetenz über den weiteren Prozessablauf. Graphisch werden sie durch abgerundete Rechtecke wiedergegeben. Funktionen verbrauchen in der Regel Zeit und verursachen Kosten.

- Ereignis

Ereignisse stellen ablaufrelevante Zustandsausprägungen dar. Im Gegensatz zu Funktionen verbrauchen Ereignisse weder Zeit noch Kosten.

- Konnektoren (Verknüpfungsoperatoren)

Bei linearen Prozessabläufen werden die Ereignisse direkt mit den Funktionen oder die Funktionen direkt mit den Ereignissen verbunden. Zur Modellierung nicht-linearer Prozessverläufe dienen logische Konnektoren (Verknüpfungsoperatoren). Kommt es innerhalb einer Prozesskette zu einer Aufspaltung, liegt eine Ausgangsverknüpfung vor. Laufen mehrere Teilprozesse an einer Stelle zusammen, handelt es sich um eine Eingangsverknüpfung.

Die Konnektoren werden unterschieden in:

- Die Konjunktion (UND-Verknüpfung; „a und B“), wird innerhalb von Prozessmodellen durch das UND-Symbol „ $\wedge$ “ wiedergegeben.
- Die Disjunktion (XOR-Verknüpfung; „a oder b“), also das exklusive ODER wird mit dem Symbol „XOR“ dargestellt.

- Die Adjunktion (IOR-Verknüpfung; „[a oder b] oder [a und b]“), wird als inklusives ODER durch das Symbol „ $\vee$ “ wiedergegeben.
- Die Symbole werden in der graphischen Darstellung mit einem umschließenden Kreis dargestellt.

#### 4.1.2.3 Spezifikation von Modellierungskonventionen

Modellierungskonventionen sollen eine einheitliche Verwendung der herangezogenen Modellierungstechniken gewährleisten, um durch die Reduktion der möglichen Varietät in der Modellausgestaltung die Modellqualität zu erhöhen. Die Modelle, zum Beispiel Ist- und Soll-Modelle, werden dadurch vergleichbar.

Zu den Modellierungskonventionen zählt zum Beispiel die Pflicht zur Angabe einer Abkürzung die sich aus der Konzeptbezeichnung (I = Ist-Zustand; S = Sollkonzept), Kernprozess (P = Planung; D = Durchführung und C = Controlling) und Prozess (E = Holzernte; A = Holzaufnahme; L = Holzlagerung; T = Holztransport) zusammensetzt und einer näheren Angabe zum Prozess. So steht zum Beispiel „I\_P\_E\_Ermittlung\_der\_Steigung\_einer\_Arbeitsfläche“ für einen Prozess im Ist-Zustand, der dem Kernprozess Planung zuzuordnen ist, der die Holzernte betrifft und die Ermittlung der Steigung einer Arbeitsfläche beschreibt.

#### 4.1.2.4 Auswahl des Modellierungswerkzeugs

Ein Modellierungswerkzeug (Modellierungsprogramm) muss eine Vielzahl von Anforderungen erfüllen, besonders bei umfangreichen Modellierungsprojekten, bei denen Ist- und Soll-Modelle erstellt werden. An dieser Stelle werden Details der Auswahl von Modellierungswerkzeugen nicht diskutiert. In diesem Zusammenhang wird auf einschlägige Fachliteratur verwiesen, (zum Beispiel Becker/ Kugeler/ Rosemann 2002)

Im Rahmen dieser Untersuchung fiel die Wahl des Modellierungswerkzeugs nach einem Kosten-/Leistungsvergleich auf MS Visio Professional 2002. Dieses stellt Diagrammlösungen zur Verfügung, die Experten im Unternehmen und im Technikbereich beim Dokumentieren und Kommunizieren einer Vielzahl von Ideen, Informationen und Systemen unterstützen. In MS Visio Professional 2002 erstellte Diagramme ermöglichen wertvolle Einblicke in bestehende technische Systeme und unterstützen sowohl Einzelpersonen als auch Teams, auf effektivere Weise neue



Systeme zu entwickeln. Visio-Diagramme können zur Verbesserung von Text und Zahlen verwendet werden (URL<sup>18</sup>).

#### *4.1.2.5 Umsetzung der Modellierungskonventionen mit einem Modellierungswerkzeug*

Das Modellierungswerkzeug sollte so weit wie möglich den festgelegten Modellierungskonventionen entsprechend konfiguriert werden können und dadurch bereits synchron zur Modellerstellung die Nicht-Einhaltung dieser Vorgaben unterbinden. So sollte die Konfiguration des Modellierungswerkzeugs zum Beispiel den Anwender verpflichten einen Prozessnamen anzugeben. Dieser Prozessname kann wiederum durch das Programm auf Plausibilität geprüft werden. Die in den Ereignisgesteuerten Prozessketten verwendeten Symbole sind in Abb. 7 dargestellt.

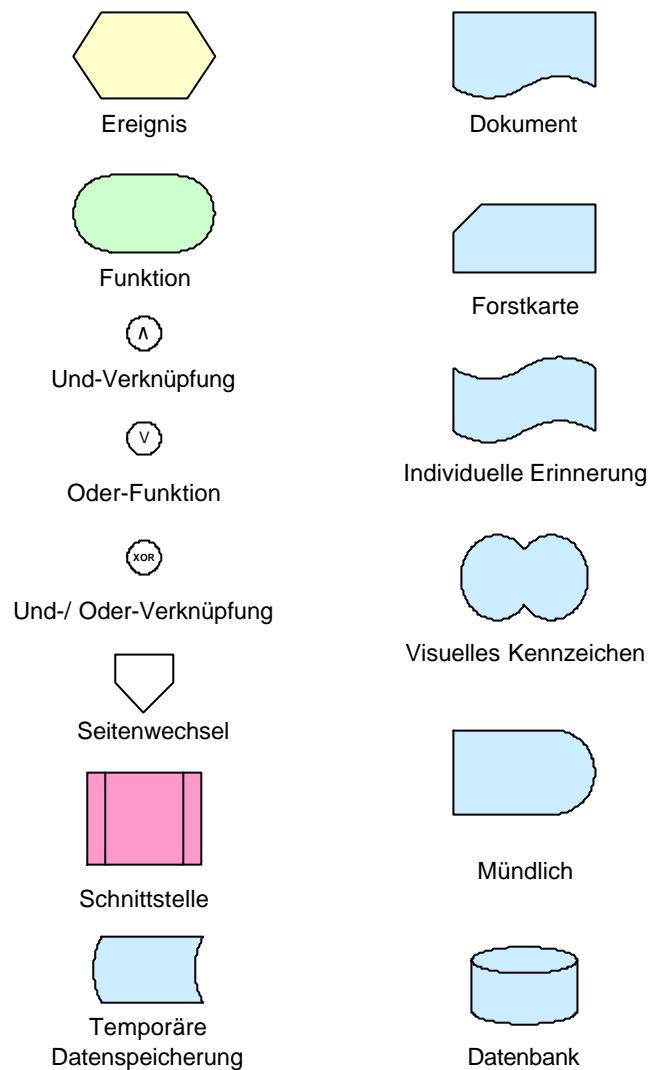


Abb. 7: Symbole der Ereignisgesteuerten Prozessketten (Quelle: eigene Darstellung)

#### 4.1.2.6 Erstellung und Verwendung eines Modellierungsstandards

Ein Modellierungsstandard fasst alle Konventionen, die hinsichtlich eines Modellierungsvorhaben erarbeitet worden sind, zusammen und dient als verbindlicher Leitfaden für die Modellierer.

#### Ziel

Erleichterung der systematischen Analyse von Arbeitsabläufen. Optimierung des Informationsflusses durch detaillierte Darstellung der Arbeitsabläufe im operativen Bereich anhand von Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK).

## **Organisatorische Rahmenbedingungen**

Die Kommunikation erfolgt per E-Mail, Intranet-Nachrichtendiensten oder im Rahmen von Arbeitstreffen. Die Datenhaltung und -pflege erfolgt digital. Plotgröße ist grundsätzlich DIN A4. Anleitung und Handbücher werden im Intranet oder Internet bereitgestellt.

## **Architektur des Prozessmodells**

Grundsätzlich werden die Arbeitsprozesse in drei Kategorien eingeordnet. Die verwendeten Kategorien lauten Planung, Durchführung und Controlling. Diese spalten sich wiederum in Ist- und Soll-Zustand auf.

## **Modellierungskonventionen für Modelltypen**

Als Modelltyp sollen ausschließlich Ereignisgesteuerte Prozessketten zum Einsatz kommen. Jede Prozesskette muss mit einem oder mehreren Ereignissen beginnen und enden. Dadurch wird nicht nur sichergestellt, dass die Anfangs- und Endbedingung des Prozesses spezifiziert werden, sondern dies entspricht auch dem realen Sachverhalt, dass jeder Funktion ein Auslöser vorangehen muss und dass jede Funktion zu einer Zustandsveränderung führt. Sofern eine EPK lediglich einen Teilprozess beschreibt, wird über einen Prozesswegweiser die Verbindung zu beteiligten Prozessen hergestellt.

EPKs sind in ihrer strengen Definition bipartit, das heißt es dürfen jeweils nur unterschiedliche Knotenpunkte (hier: Funktionen und Ereignisse) verbunden werden. In der praktischen Anwendung wird dies von Fachanwendern häufig als überflüssig angesehen und daher aufgehoben. Somit sind reine Funktionsabfolgen möglich. Dies ermöglicht eine kompaktere Darstellungsform ohne Informationsverlust. Im Rahmen dieser Modellierungskonvention wird dies ebenfalls der Praxis folgend als sinnvolles Vorgehen angesehen.

Einem Prozess darf sich weder eine disjunktive noch eine adjunktive Ausgangsverknüpfung anschließen, da einem Ereignis die in diesem Fall notwendige Entscheidungskompetenz über die Festlegung des weiteren Prozessverlaufs fehlt. Das Modell wäre andernfalls nicht mehr aus sich heraus erklärbar, sondern bedürfte weiterer Informationen.

Da der Objekttyp Funktion in der Regel Zeit verbraucht und Kosten verursacht, werden diesem Objekttyp folgende Attribute zugeordnet und den jeweiligen Ereignisgesteuerten Prozessketten hinterlegt:

- Häufigkeit pro Jahr [1/a]

- Wiederholung alle x Jahre [a]
- Zeitbedarf [min]
- Ressourcenbedarf (zum Beispiel Zahl Personen) [n]
- Qualität [Note 1 – 6]

Die Ermittlung der Attributdaten erfolgt auf Grund von Bewertungen und Schätzungen im Rahmen von Experteninterviews (vgl. 4.1), Revierkennzahlen und anhand von Bilanzdaten der Landesforstverwaltung Baden-Württembergs. So schätzt der Fachmann im Experteninterview zum Beispiel den Zeitbedarf für die Ermittlung der Steigung einer Arbeitsfläche mittels Neigungsmesser. Die Häufigkeit dieser Tätigkeit kann zum Beispiel aus den Revierkennzahlen abgeleitet werden. Das heißt konkret in diesem Fall, dass 67 Bestände im Jahr geplant werden und daher auch 67 mal die Steigung ermittelt werden muss. Den Ressourcenbedarf kennt der Fachmann wiederum, da er die Tätigkeit selbst durchführt. In diesem Fallbeispiel führt er dies alleine durch und somit ist der Ressourcenbedarf = 1. Die Qualität der Tätigkeit beziehungsweise der ermittelten Information wird wiederum durch den Experten geschätzt. Da die Steigung in der Praxis nur durch wenige Stichproben in einem oft sehr heterogenen Gelände erhoben wird, liegt die Bewertung im Bereich „befriedigend“ beziehungsweise „3“.

Anhand dieser hinterlegten Attributdaten des Objekttyps Funktion sollen später Aussagen über die Rationalisierungsmöglichkeiten (Ist-Soll-Vergleich) und Prioritäten bezüglich der Dringlichkeiten der einzelnen Prozesse hergeleitet werden.

Die klassischen Verfahren der Zeitbedarfsermittlung in Arbeitsstudien wie es zum Beispiel von der REFA – Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. beschrieben wird, wurde in der vorliegenden Untersuchung nicht angewandt. Die etablierten Verfahren der REFA konzentrieren sich auf Tätigkeiten mit hoher Wiederholungshäufigkeit. Zum Beispiel auf die Waldarbeitertätigkeit der Baumfällung. Revierleitertätigkeiten weisen hingegen einen höheren Komplexitätsgrad bei verhältnismäßig geringer Wiederholungshäufigkeit auf. Die Arbeitstätigkeiten sind sehr vielseitig und folgen keinem festen Schema. Zudem zeigt sich in der Praxis keine konsistente, sondern eine stark variierende Arbeitsabfolge. So werden Arbeiten häufig mit anderen nicht direkt im Zusammenhang stehenden Tätigkeiten (bezogen auf den Informationsfluss) kombiniert, zum Beispiel Holzaufnahme und Sortierbesprechungen mit Waldarbeitern. Eine klare Festsetzung der Messpunkte jedes Zyklus, wie es in den Verfahren der REFA als zwingende Voraussetzung beschrieben wird, ist so nicht möglich (Anonymus 1991). Zusätzlich stellt sich bei einer statistischen Auswertung das Problem des geringen Stichprobenumfangs. Daher kann die Vielzahl der verschiedenen Arbeitsabläufe

eines Revierbeamten im laufenden Betrieb nur schwer durch Zeitmessungen erfasst werden.

### 4.1.3 *Intention der Ist-Modellierung*

Die Modellierung des Ist-Zustands ist Basis für die Identifizierung von Schwachstellen und die Lokalisierung von Verbesserungspotentialen. Sie kann mit erheblichem Aufwand verbunden sein. In der Literatur besteht keine einheitliche Meinung darüber, ob Ist-Modelle zu erheben sind. Für eine detaillierte Ist-Modellierung sprechen folgende Gründe (Girth 1994).

- Die Modellierung der Ist-Situation ist die Grundlage, um Schwachstellen beziehungsweise Verbesserungspotentiale identifizieren zu können.
- Eine hinreichende Kenntnis des Ist-Zustands ist Voraussetzung dafür, eine Migrationsstrategie zum Soll-Zustand entwickeln zu können (Gaitanides et al. 1994).
- Durch die Ist-Modellierung wird insbesondere den neuen und externen an einem Reorganisationsprojekt beteiligten Mitarbeitern ein Überblick über die bestehende Situation gegeben. Dies fördert das Verständnis der relevanten fachlichen Zusammenhänge beziehungsweise der existierenden Probleme der betrachteten Unternehmung und ist die Basis für die Erstellung eines adäquaten Soll-Modells.
- Die Ist-Modellierung kann als Aufhänger für die Schulung und Heranführung der Projektteilnehmer an die zukünftig verwendeten Tools und Methoden genutzt werden. Gegebenenfalls vorhandene methodische oder tooltechnische Defizite werden im Vorfeld der Soll-Modellierung aufgedeckt. Die Projektteilnehmer können sich damit in der Phase der Soll-Modellierung auf die Verbesserung der Strukturen und Abläufe konzentrieren.
- Ein erstelltes Ist-Modell kann als Checkliste im Rahmen der Soll-Modellierung dienen, damit keine relevanten Sachverhalte übersehen werden.
- Vorausgesetzt der Ist-Zustand entspricht zumindest in Teilbereichen schon weitgehend auch dem angestrebten Sollkonzept, können die erstellten Ist-Modelle im Rahmen der Soll-Modellierung als Ausgangsmodellierung genutzt werden. Der Aufwand für die Soll-Modellierung reduziert sich dadurch.

Folgende Argumente sprechen gegen eine detaillierte Erhebung der Ist-Situation:

- Die Erhebung des Ist-Zustandes hemmt die Kreativität. Es besteht die Gefahr, dass bei der nachfolgenden Soll-Modellierung alte Strukturen und Abläufe unreflektiert übernommen werden.
- Die Erstellung detaillierter Ist-Modelle kann mit einem erheblichen Aufwand verbunden sein. Der erforderliche Ressourceneinsatz wird durch verschiedene Faktoren determiniert. Der Aufwand steigt beispielsweise, wenn kein Konsens unter den Fachexperten über die Form der existierenden aufbau- und ablauforganisatorischen Strukturen besteht. Die Beteiligung zahlreicher Personen mit abweichendem fachlichen und begrenztem modellierungstechnischen Know-how erschwert die notwendige Konsensfindung zusätzlich. Darüber hinaus wird der erforderliche Aufwand dadurch beeinflusst, in welchem Umfang die Ist-Situation bisher dokumentiert wurde und wie aktuell die vorhandene Dokumentation ist.

#### *4.1.3.1 Identifizierung und Dokumentation von Schwachstellen und Verbesserungspotentialen*

Das primäre Ziel einer Ist-Modellierung ist die Abbildung der aktuellen Strukturen und Prozesse eines Unternehmens. Darüber hinaus werden bekannte beziehungsweise offensichtliche Schwachstellen oder Verbesserungspotentiale dokumentiert. Ziel der Ist-Analyse ist, auf Basis der erhobenen Modelle eine möglichst vollständige konsistente Liste aller Schwachstellen und Verbesserungspotentiale zu erstellen (vgl. Abb. 8). Zur systematischen Erfassung identifizierter Schwachstellen/ Verbesserungspotentiale eignen sich folgende Informationen (Schwegmann/ Laske, 2001):

- Nummer zur eindeutigen Identifizierung,
- Kurzbezeichnung,
- Beschreibung der Schwachstelle einschließlich möglicher Ursachen beziehungsweise Beschreibungen des Verbesserungspotentials,
- Auflistung betroffener organisatorischer Einheiten,
- Klassifizierung (beispielsweise kann eine Schwachstelle die Aufbauorganisation, die Ablauforganisation oder die Datenverarbeitungs-Infrastruktur betreffen),
- Bedeutung für das Unternehmen und Dringlichkeit der Bearbeitung,
- Skizzierung von Lösungsalternativen,

- Beschreibung von Sofortmaßnahmen zur (teilweisen) Behebung der Schwachstelle beziehungsweise zur Realisierung des Verbesserungspotentials.

#### *4.1.4 Soll-Modellierung und Prozessoptimierung*

Die Soll-Modellierung baut auf die im Ist-Modell herausgearbeiteten Schwachstellen auf. Ziel des Soll-Konzeptes ist, die Schwachstellen zu eliminieren und die aufgedeckten Rationalisierungspotentiale zu nutzen.

##### *4.1.4.1 Vorbereitung der Soll-Modellierung*

Analog zur Erstellung der Ist-Modelle muss für die Soll-Modellierung der Detaillierungsgrad, der sich aus dem Einsatzzweck des Soll-Modells ergibt, abgeleitet werden.

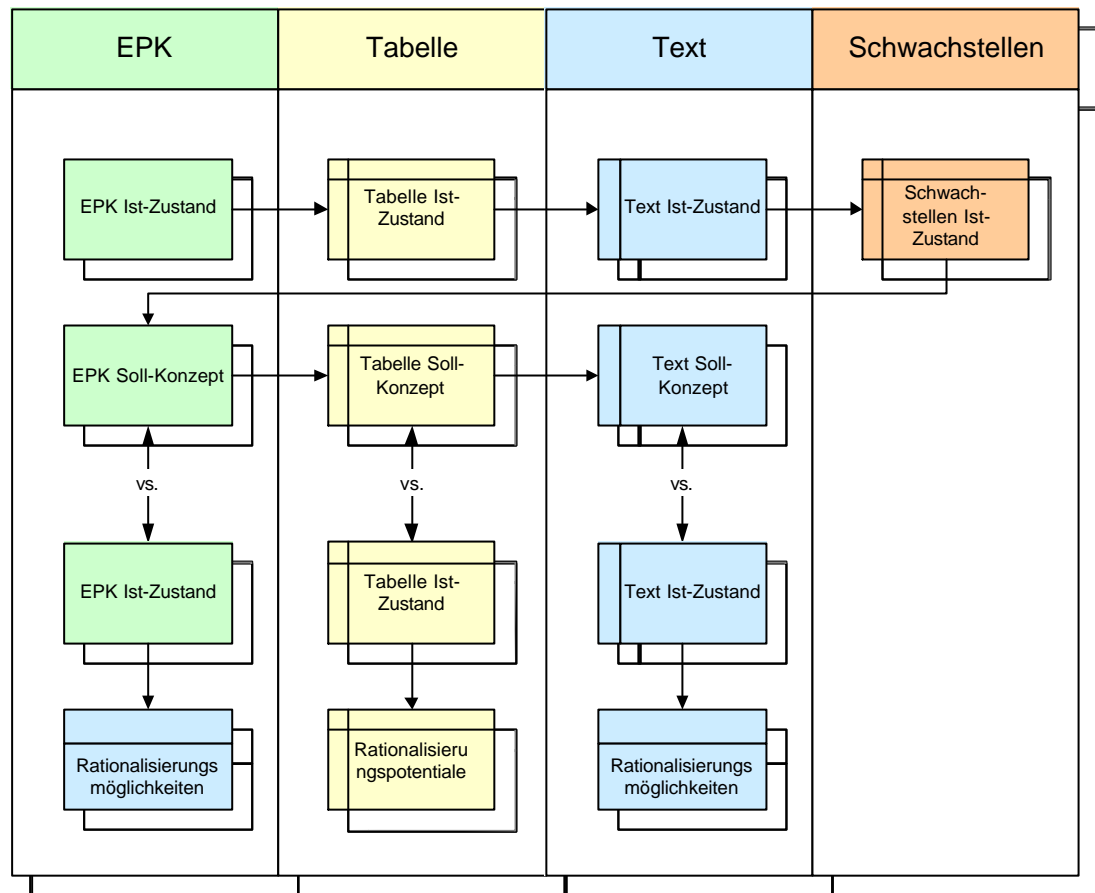


Abb. 8: Methodische Herleitung der einzelnen Darstellungsformen (Quelle: eigene Darstellung)

## 4.2 Das Untersuchungsgebiet/ Pilotforstamt

Um die Umsetzbarkeit des Projektes sicherzustellen, wurde ein Forstamt gesucht, das die notwendigen datentechnischen und strukturellen Voraussetzungen mit sich bringt. Der Forstbezirk Staufen wurde in Absprache mit Forstamt und Forstdirektion als Pilotforstamt ausgewählt (vgl. Abb. 9).

Datentechnische Voraussetzungen:

- Existenz und Verwendungsmöglichkeit ausschließlich digitaler Daten (vgl. 4.3)
- Aktualität des Datenmaterials muss gewährleistet sein (vgl. 4.3)



#### Strukturelle Voraussetzungen:

- Gemischte Waldeigentümergehäufigkeiten (Staatswald 23 %; Gemeindewald 65 %; Privatwald 12 %) (vgl. Tab. 2)
- Durchschnittliche bis überdurchschnittliche Forstbezirksgröße (Gesamte forstliche Besitzfläche 9226 ha) (vgl. Tab. 2)
- Relief und Orographie (reliefarme und reliefreiche Gebiete bieten unterschiedliche GPS-Messungsbedingungen)
  - Rheinebene (200 m ü. NN)
  - Schauinsland (1284 m ü. NN)
  - Nordwestseite mit über 1000 m Höhenunterschied auf wenigen Kilometern
- Unterschiedliche Waldstrukturen (unterschiedliche Anforderungen an die Holzbereitstellung; GPS-Messungsbedingungen)
  - Nadel- und Laubwald
  - Überschirmte als auch Freiflächen vorhanden

#### 4.2.1 Lage des Forstamtes

Der Forstbezirk Staufen (vgl. Abb. 9) liegt am Westabfall des südlichen Schwarzwalds. Er erstreckt sich von Merzhausen im Norden entlang der Ostseite des Hexentals und über die Vorbergzone bei Ehrenkirchen bis in die Rheinebene (200 m über NN) im Südwesten. Im Osten reicht er das Münstertal hinauf bis zu Höhen des Schauinsland (1284 m über NN), Trubelsmattkopf (1281 m über NN), Heidstein (1274 m über NN) und Belchen (1414 m über NN), dessen Nordwestseite mit über 1000 m Höhenunterschied auf wenigen Kilometern die höchste Reliefenergie sämtlicher deutscher Mittelgebirge aufweist (Schmalfuß/ Koch 1998).

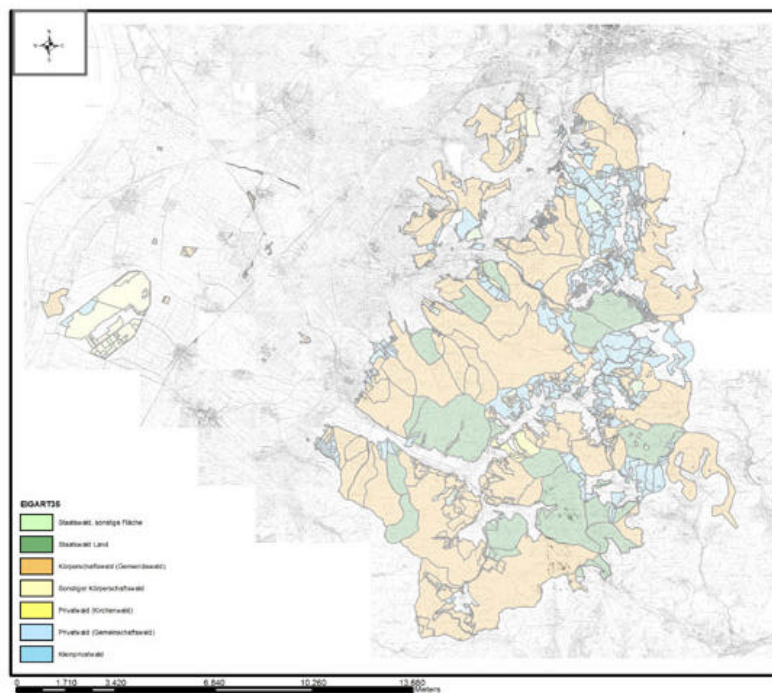


Abb. 9: Fbz. Staufen – Waldfläche und Besitzarten (Quelle: eigene Darstellung)

Waldfläche und Besitzarten	Forstliche Besitzfläche [ha]	Holzbodenfläche [haH]	Anteil (%)
Staatswald	2148	2066	23
Gemeindewald	6017	5841	65
Privatwald	1082	1078	12
<b>Gesamt</b>	<b>9247</b>	<b>8985</b>	<b>100</b>

Tab. 2: Waldflächen- und Besitzartenübersicht Fbz. Staufen (Quelle: FA Staufen)

Waldfläche und Besitzarten	Forstliche Besitzfläche [ha]	Holzbodenfläche [haH]	Anteil [%]
Staatswald	703	686	54
Gemeindewald	354	289	27
Privatwald (vertraglich betreut)	92	92	
Privatwald (Fallweise)	147	138	
<b>Gesamt</b>	<b>1.296</b>	<b>1.205</b>	<b>100</b>

Tab. 3: Waldflächen- und Besitzartenübersicht Revier 3 Fbz. Staufen (Quelle: FA Staufen)

## 4.2.2 Organisationsform

### 4.2.2.1 Staatliches Einheitsforstamt:

1 Forstamtsleiter

- Besoldungsklasse A 15 ? € 59,- pro Stunde (Verwaltungsvorschriften Kostenfestlegung (VwV-Kostenfestlegung))
- 220 Arbeitstage
- 30 Urlaubstage

1 Stellvertretender Forstamtsleiter

- Besoldungsklasse A 14 ? €59,- pro Stunde (VwV-Kostenfestlegung)
- 220 Arbeitstage
- 30 Urlaubstage

### 1 Büroleiter

- Besoldungsklasse A 13 ? €47,- pro Stunde (VwV-Kostenfestlegung)
- 220 Arbeitstage
- 30 Urlaubstage

### 7 Revierleiter

- Besoldungsklasse A 9 – A 12 (Revier 3: B11) ? €47,- pro Stunde (VwV-Kostenfestlegung)
- 220 Arbeitstage pro Revierleiter
- 30 Urlaubstage pro Revierleiter
- circa 40 Vertretungstage pro Revierleiter

### 3 Bürosachbearbeiter

- Beamtentarif BAT Vb - VII ? €37,- pro Stunde (VwV-Kostenfestlegung)
- 220 Arbeitstage pro Revierleiter
- 30 Urlaubstage pro Revierleiter

### 52 Waldarbeiter (WA)

- Lohn nach Kosten-Leistungsrechnung €32,30 pro Stunde
- 11 im Staatswald 4 WA davon im Revier 3
- 41 im Gemeindewald 1 WA davon im Revier 3
- 220 Arbeitstage pro Waldarbeiter
- 30 Urlaubstage pro Waldarbeiter

Vertretungen sind intern zu regeln. In aller Regel wird von der Forstdirektion kein Krankheitsvertreter abgestellt.

Personalverteilung	Gesamtanzahl	Anzahl- Staatswald	Anzahl- Kommunalwald
Forstamtsleiter	1	1	
FAL-Vertreter	1	1	
Büroleiter	1	1	
Büromitarbeiter	3	3	
Revierleiter	7	3	4
Waldarbeiter	52	11	41

*Tab. 4: Personalverteilung im Forstamt Staufen (Quelle: FA Staufen)*

#### 4.2.2.2 Forstbetriebsgemeinschaften (FBG)

Im Forstbezirk Staufen existieren seit 01.10.1998 zwei Forstbetriebsgemeinschaften:

- 1. FBG Belchen-Neumagen
- Gründung 21.04.94
- Geschäftsführer: Forstamtsleiter (Ehrenamt)
- 34 Mitglieder: 4 Kommunen (Münstertal, Staufen, Bad Krozingen, Eschbach) und Privatwald
- Gesamtfläche 3931 haH (3641 haH Kommunalwald; 290 haH Privatwald)
- Holzverkauf FWJ 1998: 21.000 Fm (16.000 Fm Ndh; 5.000 Fm Lbh)
- Zentraler Holzplatz „Tiroler Gund“

- Hackschnitzel-Logistik für die zentrale Wärmeversorgung „Wolfsacker“ in Staufen
  
- 2. FBG Hexental
- Geschäftsführer: Forstbetriebsbeamter (Ehrenamt)
- 32 Mitglieder, nur Privatwald
- Gesamtfläche 181 haH
- Holzspaltgerät

#### 4.2.3 Holzeinschlag

Holzeinschlag	Gesamtwald	Staatswald	Gemeindewald	Privatwald
Jährlicher FE-Hiebssatz [Efm]	78.400	15.500	58.600	4.300
Holzeinschlag insgesamt [Efm]	78.400	15.500	58.600	4.300
Nadelholz [Efm]	47.100	9.300	35.200	2.600
Laubholz [Efm]	31.300	6.200	23.400	1.700

Tab. 5: Holzeinschlag im Fbz. Staufen Stand 2003 (Quelle: FA Staufen)

Holzeinschlag	Gesamtwald	Staatswald	Gemeindewald	Privatwald
Jährlicher FE-Hiebssatz [Efm]	8.350	5.600	1.850	900
Holzeinschlag insgesamt [Efm]	8350	5.600	1.850	900
Nadelholz [Efm]	5.100	3.400	1.100	600
Laubholz [Efm]	3.250	2.200	750	300

Tab. 6: Holzeinschlag im Revier 3 Fbz. Staufen Stand 2003 (Quelle: FA Staufen)

	FA	Revier 3
Hiebsanzahl pro Jahr	400	45
Losanzahl pro Jahr	2.400	250
Polteranzahl pro Jahr	4.800	500
Holzverkauf (Rahmenvertrag) [EFm]	24.000	2.000
Holzverkauf (ohne Rahmenvertrag) [EFm]	46.000	5.000
Motormanuelle Ernte [EFm]	47.000	5.100
Seilkranunterstützte Ernte [EFm]	20.000	0
Vollmechanisierte Ernte [EFm]	3.000	0

Tab. 7: Geschätzte Kennzahlen der Holzernte Revier 3 und Forstamt Staufen gesamt Stand 2003 (Quelle: FA Staufen)

#### 4.2.4 Produktiver Arbeitsaufwand Staatswald

	[Std./haH]	[Std./FmE]	[%]
Holzernte	5,5	0,7	74
Kulturen	0,4		5
Bestandspflege	0,3		4
Erschließung	0,4		5
Sonstiges	0,8	0,1	11
<b>Insgesamt</b>	<b>7,4</b>	<b>0,8</b>	<b>100</b>

Tab. 8: Produktiver Arbeitsaufwand im Staatswald Fbz. Staufen Stand 2003  
(Quelle: FA Staufen)

#### 4.2.5 Erschließung

	Fahrwege [lfm/ha]	Maschinenwege [lfm/ha]
Staatswald	50	42
Gemeindewald	44	38
Privatwald	14	13
<b>Gesamt</b>	<b>42</b>	<b>36</b>

Tab. 9: Erschließung im Fbz. Staufen Stand 2003 (Quelle: FA Staufen)



#### 4.2.6 Jagdwirtschaft

	Fläche [ha]
Regiejagd (inkl. Angliederungen)	1814
Davon Uni-Jagd	174
Verpachtete staatliche Jagden	329

Tab. 10: Jagd im Forstamt Staufen Stand 2003 (Quelle: FA Staufen)

#### 4.2.7 Maschinen und Geräte in staatlicher Eigenregie

- 1 Forstspezialschlepper „MB-Trac“
- 1 Kurzstreckenseilkran „Ritter“
- 9 Motorsägen
- 3 Freischneider
- 4 Baumvelos, Distel-Leistersystem
- 1 Notstromaggregat
- 1 PKW-Anhänger

### 4.3 Datenhaltung- und -verarbeitung

#### 4.3.1 Datengrundlagen und -quellen

Um die Umsetzbarkeit des Projektes sicherzustellen, wurde ein Forstamt gesucht (vgl. 4.2), das bereits die neuzeitlichen datentechnischen Voraussetzungen bietet, die in den nächsten Jahren überall in Baden-Württemberg Standard sein werden. Zu diesen datentechnischen Voraussetzungen gehört, dass die Forsteinrichtung und die Befliegung des Forstbezirkes zur Erstellung von Orthophotos möglichst aktuell sein sollten. Alle im Folgenden beschriebenen digitalen Daten wurden schriftlich bei der verantwortlichen Stelle beantragt.

Die Datengrundlage dieses Projektes beschränkt sich aus Gründen der Praktikabilität zunächst auf den Staatswald des Forstamtes Staufen. Bereits die Datenbeschaffung für den Staatswald stellte sich als aufwendiger heraus als erwartet. Begründet liegt dies auch im bisher in der Praxis unüblichen Export beziehungsweise Austausch der Daten mit anderen Einrichtungen. In einem an diese Untersuchung anschließenden Projekt könnten die gewonnen Erkenntnisse auch auf den Kommunalwald und je nach Datenlage auf den Privatwald übertragen werden. Die Nutzung von Kommunal- und Privatwald Daten, soweit sie über allgemein zugängliche Informationen hinausgehen, also zum Beispiel Eigentümerinformationen, setzt jedoch die Zustimmung von jedem einzelnen Waldbesitzer voraus, wenn nicht eine generelle forstpolitische Absprache oder Regelung getroffen wird.

#### 4.3.2 Vektordaten

Nach anfänglichen Problemen, FoGIS-Geometrien (Stand 2001) samt Sachdaten zu exportieren, konnten diese schließlich exportiert und erfolgreich in ArcView importiert werden.

Die in FoGIS enthaltenen Wege basieren auf der Digitalisierung der Wege der Forstgrundkarte (FGK5) (vgl. 4.3.4.2). Die Waldaußengrenzen basieren hingegen auf Grundlage der katasterscharfen Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) (vgl. 4.3.3).

#### 4.3.3 Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK)

Die Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) wird landesweit als Punkt- und Grundrissdatei (Vektordaten) vom Landesvermessungsamt eingerichtet. Die regelmäßige Aktualisierung der ALK-Daten erfolgt durch die staatlichen Vermessungsämter beziehungsweise städtischen Vermessungsdienststellen. In der Koordinatendatei werden für die nummerierten Punkte des Liegenschaftskatasters neben den Koordinaten im Gauß-Krüger-Koordinatensystem Angaben über die Art, Qualität, Herkunft sowie die Abmarkung der Grenzpunkte geführt. In der ALK-Grundrissdatei werden Flurstücke, politische Grenzen, Gebäude, tatsächliche Nutzungen, topographische Objekte, Texte und Punktnummern zur Beschriftung sowie nicht nummerierte Punkte in digitaler Form gespeichert. Die Veränderungen der Waldflächen, zum Beispiel beim Verholzen von Grünflächen, werden in der Regel durch die Bodenschätzer (Finanzverwaltung) auf analogen Orthophotos eingezeichnet und zum Digitalisieren an das Landesvermessungsamt weitergegeben. Zum Beispiel wenn sich Wald ausgeweitet hat, beschattet dieser eine bislang unbeschattete Fläche. Dies hat Auswirkungen auf den Wassergehalt und die

Fruchtbarkeit der Fläche und somit auf den Bodenwert. Bei Veränderungen der Bodenschätzung ändert sich die Bodenklasse.

#### *Allgemeine Lagegenauigkeit:*

Abhängig von der Qualität der verwendeten Erfassungsgrundlage und dem gewählten Gebiet (Ortslage oder Feldlage) ergeben sich nachbarschaftsbezogene Genauigkeiten von einigen Zentimetern bis zu einigen Dezimetern. Die ALK-Daten dienen derzeit im FoGIS als Waldaußengrenzen.

### *4.3.4 Rasterdaten*

Ergänzt wurden diese Vektordaten durch Rasterdaten. Die Rasterdaten werden hauptsächlich als Hintergrunddaten verwendet. Dies begründet sich in der Natur von Rasterdaten. Diese bestehen nur aus Punkten, mit denen keine weiteren Informationen verbunden sind. Rasterdaten dienen daher hauptsächlich der schnelleren Orientierung und Ergänzung der Vektordaten, die nicht alle Gebiete umfassen („Inselkarten“). Folgende Rasterdaten finden Verwendung.

#### *4.3.4.1 Topographische Karte 1 : 25.000 (TK 25)*

Die Topographische Karte 1 : 25.000 (TK 25) findet derzeit Anwendung für die Darstellung des Waldaußenbereichs (Grundriss, Schrift, Vegetationszeichen, Gewässerkontur mit Gewässerdeckel, Walddeckel). Weganschlüsse zum öffentlichen Straßennetz fehlen allerdings teilweise. Die topographischen Waldaußengrenzen weichen teilweise von der Darstellung der katasterscharfen Waldaußengrenzen der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) ab. Die TK 25 liegt georeferenziert in digitaler Form der Forstdirektion vor (Stand 1989/90).

#### *4.3.4.2 Topographische Karte 1 : 5.000 (Forstgrundkarte FGK 5)*

Die Topographische Karte 1 : 5.000 (FGK 5) ist im badischen Landesteil auf der Basis der Deutschen Grundkarte im Maßstab 1 : 5000, im württembergischen Landesteil auf der Basis der Flurkarte im Maßstab 1 : 2500 vorhanden. Die FGK 5 liegt georeferenziert in digitaler Form der Forstdirektion vor (Stand 70er Jahre).

#### 4.3.4.3 Orthophoto

Ein Orthophoto ist ein entzerrtes Luftbild. Diese maßstäblichen Luftbilder stellt grundsätzlich das Landesvermessungsamt für das Gebiet des Landes, unterteilt in 5 Blöcke im Maßstab 1 : 10.000 in regelmäßigen 5-Jahre-Turnus, her (hier verwendeter Stand: Februar 2001). Orthophotos liegen georeferenziert in digitaler Form der Forstdirektion vor (Stand 2001).

#### 4.3.5 Sachdaten

Sachdaten sind die Informationen, die an die Koordinateninformationen geknüpft werden (vgl. 2.1.10.4). Somit liegen zu allen verwendeten Vektordaten (vgl. 2.1.10.1 und 4.3.2) auch Attributdaten beziehungsweise Sachdaten vor. Forsteinrichtungsdaten sind typische Sachdaten (Forsteinrichtungstichtag 01.01.2001). Vektordaten können über eine Schlüssel-Identifikation mit Sachdaten verknüpft werden.

Im operativen Geschäft werden Forsteinrichtungsdaten ebenso wie FoGIS derzeit weder auf Forstamts- noch auf Revierebene in digitaler Form genutzt. In der Praxis wird das Forsteinrichtungswerk in gedruckter Form verwandt, das auf Grundlage digitaler Daten in der Zentralen EDV-Sachbearbeitung und -Produktion der Landesforstverwaltung (ZS-LFV) in Stuttgart gedruckt wird. Das Forsteinrichtungswerk wird alle zehn Jahre erstellt und dem Forstamt und Forstrevier übersandt. Die Daten werden nicht laufend fortgeschrieben, sondern erst zum nächsten Forsteinrichtungstichtag, also im Zehnjahresintervall aktualisiert. Die Aktualität der Daten ist also stichtagbezogen.

Digitale Forsteinrichtungsdaten können als Sachdaten mit vorhandenen Vektordaten verknüpft werden. Anhand der Werte eines gemeinsamen Feldes, das in beiden Tabellen zu finden ist, können Tabellen verknüpft werden. Beim Verknüpfen entsteht eine 1:x-Relation zwischen der Zieltabelle und der Quelltable. Ein Datensatz in der Zieltabelle wird dabei zu einem oder mehreren Datensätzen in der Quelltable in Beziehung gesetzt.

In der Holzernte dient die Waldflächenkennzahl häufig als gemeinsames Verknüpfungsfeld. Die Waldflächenkennzahl, bestehend aus Forstamtsnummer, Betriebsnummer, Betriebsklassennummer, Distriktnummer, Abteilungsnummer, Betriebseinheitsnummer und Altersindex. Vor der Verknüpfung muss dieses Feld allerdings erst für die Forsteinrichtungsdatenbank generiert werden. In der Untersuchung konnte die Kennzahl mittels einer speziell hierfür programmierten MS-Access-Abfrage automatisch generiert werden.

Eine detaillierte Übersicht der verwendeten Geodaten befindet sich im Anhang dieser Arbeit.

#### 4.3.6 *Trigonometrische Punkte*

Die Landesvermessungsbehörden der Bundesländer haben eine Punktdichte von durchschnittlich 1 TP auf 1,3 km<sup>2</sup> geschaffen. Das Lagefestpunktfeld Baden-Württemberg umfasst ca. 60.800 Trigonometrische Punkte (TP). TP sind entweder Bodenpunkte oder Hochpunkte. Bodenpunkte sind durch in den Erdboden eingebrachte Marken, in der Regel Pfeiler aus Granit, vermarkt (vgl. Abb. 10). Hochpunkte sind durch hochgelegene Bauwerksteile zum Beispiel Helmstangen von Kirchtürmen dargestellt. Mit modernen Vermessungsmethoden bestimmte TP-Koordinaten sind zentimetergenau.



*Abb. 10: TP in Form eines Pfeilers aus Granit (Quelle: LVA BW)*

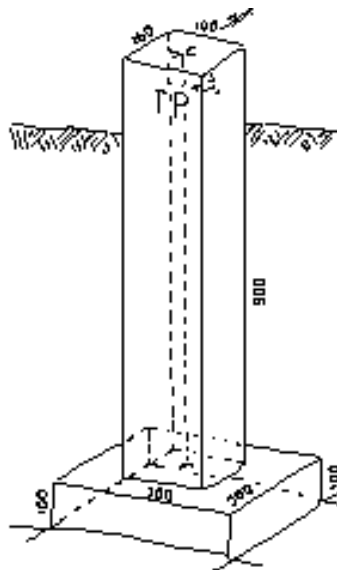


Abb. 11: Technische Zeichnung TP (Quelle: LVA BW)

#### 4.3.6.1 TP-Übersichtskarten

TP-Übersichten geben auf der Grundlage der topographischen Karte 1 : 25.000 (TK 25) einen großräumigen Überblick über die Lage und Verteilung der TP im Gelände. Als Kartengrundlage können auch größere Maßstäbe verwendet werden. Die TP sind durch Kreissymbole dargestellt, denen die Punktnummer beigefügt ist. Werden unterschiedliche Festpunktarten in einer gemeinsamen Übersicht geführt, unterscheiden sich die Kreissymbole und Punktnummern punktartenspezifisch in ihrer Größe.

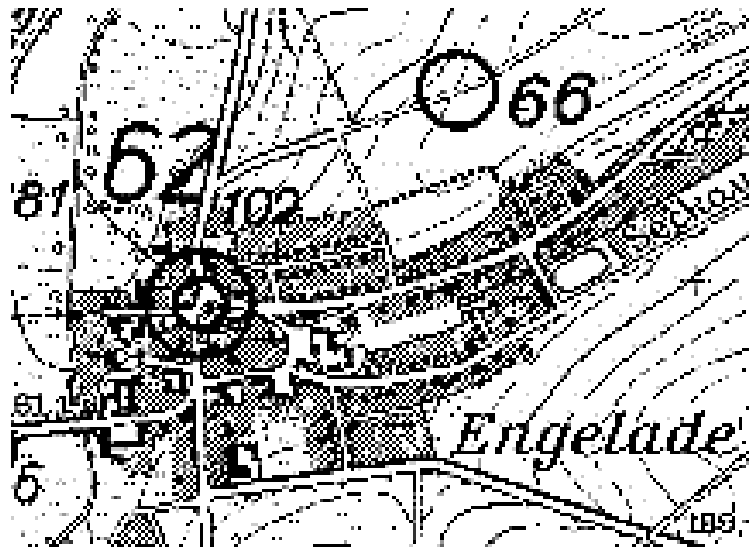


Abb. 12: Übersichtskarte von Trigonometrischen Punkten Maßstab 1 : 25.000  
(Quelle: LVA BW)

#### 4.3.6.2 Kartei der Trigonometrischen Punkte

Die Kartei der TP enthält in Teil 1 neben der Nummer, dem Namen und den Angaben zu Lage (Gauß-Krüger-Koordinaten) und Höhe über NN des TP weitere Hinweise zu Vermessungsamt, Gemeinde, Gemarkung und Aktualität (vgl. Abb. 13).

Landesvermessungsamt Baden-Württemberg		Kartei der TP (Teil 1)				TK 25 8215	TP-Nr. 173
Name des TP (4)		Birkendorf, Kreuzmatt				<del>8215</del> 213	
Verw. Amt		Waldshut-Tiengen		Gmde. Uhlingen-Birkendorf			
Außenstelle		Bonndorf i. Schw.		Gmkp. Birkendorf			
Unter- Nr.	Feulung	Sch.- Zahl	X (m) y (m)	H (m) z (m)	Berechnungsweg	Höhe über NN: Oberirdische Feulung	Art der Höhen- bestimmung
10	TP-Pf	13	34 47313.41	52 90486.10	1993	N 741.75	N 740.85
00			<del>34 47302.15</del>	<del>52 90396.06</del>	770417 213		
01	BaSch	55	34 47101.22	52 90620.01	1993	N 748.53	Tr
Stand 13.05.1993							
Vordruck VB 71							

Abb. 13: Beispiel eines Auszuges aus der Kartei der Trigonometrischen Punkte (alphanumerisch) (Quelle: LFA BW)

Die Kartei der TP enthält in Teil 2 neben der Einmessung der Sicherungsmarken zum besseren Auffinden des TP in der Örtlichkeit eine Lageskizze mit topographischen Informationen über die nähere Umgebung und bei Hochpunkten eine Ansicht des Zielpunktes.



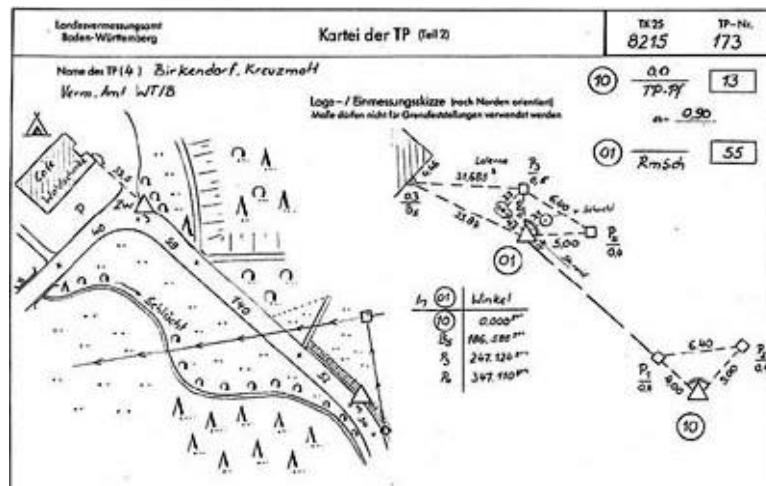


Abb. 14: Beispiel eines Auszuges aus der Kartei der Trigonometrischen Punkte  
(Quelle: LVA BW)

#### 4.4 Hardware

Die in dieser Untersuchung verwendete Hardware ist in ausführlicher Form dem Anhang dieser Arbeit zu entnehmen. An dieser Stelle wird nur eine kurze Übersicht dargestellt:

- Personal Computer
- Mobiles Datenerfassungsgerät
- GPS-Gerät
- Elektronische Kluppe
- Digitalkamera

#### 4.5 Software

Die in dieser Untersuchung verwendete Software lässt sich hinsichtlich ihres Verwendungszwecks in verschiedenen Gruppen unterscheiden. Das Modellierungswerkzeug und die Kalkulationssoftware dienen der Prozessdarstellung und Prozessanalyse. Bei der Prozessdarstellung und -analyse werden die verwendeten Daten und Informationen dargestellt. Die Schnittstellensoftware dient der Übertragung der Daten zwischen zwei unterschiedlichen Betriebssystemen und

Softwareanwendungen. Konvertierungs- und Komprimierungssoftware wird eingesetzt, um die Voraussetzung für einen praktikablen Dateneinsatz zu schaffen. Datenbanken, Geographische Informationssysteme und Simulationssoftware sollen die Daten verwalten und nutzbar machen, um so die Prozessabläufe zu verbessern.

#### *4.5.1 Modellierungssoftware*

Bei der verwendeten Modellierungssoftware handelt es sich um MS Visio 2002 Professional (Vgl. 4.1.2.4).

#### *4.5.2 Kalkulationssoftware*

Für die statistische Auswertung der erhobenen Attributdaten sowie die Genauigkeitsberechnungen der GPS-Versuche eignet sich die Software MS-Excel der Firma Microsoft. Die Daten können bei Bedarf in eine MS-Access Datenbank importiert und dort weiter verwaltet werden. Die Daten können mit MS-Excel in verschiedener Form visualisiert werden. Die Integration der Daten in ein MS-Word Dokument ist komfortabel und schnell organisiert.

#### *4.5.3 Geographisches Informationssystem*

Die Anwender eines Geographisches Informationssystem (GIS) fordern Hard- und Softwaresysteme, die nicht nur für Spezialisten einen hohen Benutzerkomfort haben, sondern intuitiv verständlich sind (Smaltschinski 1995).

FoGIS als Geographisches Informationssystem ist ein speziell auf die derzeitigen Bedürfnisse der LFV ausgerichtetes Verwaltungsinternes Programm, das nur einen eingeschränkten Funktionsumfang aufweist. Der Anwendungsschwerpunkt liegt auf der Erstellung herkömmlicher Forstkarten. Da es das Ziel dieser Untersuchung ist, einen erweiterten Anwendungsbereich auch im Bereich der Prozessunterstützung bearbeiten zu können, wurde auf ein GIS gesetzt, das einen möglichst großen Funktionsumfang bietet.

Grundlage des hier verwendeten Geographischen Informationssystems ist daher das Produkt ArcView 8.x der Firma ESRI Geoinformatik GmbH. ArcView ermöglicht GIS-Analysen und besitzt umfangreiche Eingabe-, Verwaltungs- und Ausgabefunktionen für räumliche und tabellarische Daten. ArcView als ein offenes System für den Zugriff, die Darstellung und die Abfrage raumbezogener Daten verbindet professionelle Analysewerkzeuge wie Tabellenkalkulation und

Geschäftsgrafik mit thematischer Kartographie. Geoprocessing-Funktionen wie zum Beispiel räumliche Verschneidung und Puffergenerierung erlauben auch die Bearbeitung anspruchsvoller analytischer Aufgaben.

Die Wahl fiel auf das Produkt von ESRI, da das oben genannte Programm, wie eben kurz umrissen, die umfangreichsten Funktionen bietet. Für den geübten Anwender sind somit sehr vielfältige Funktionen nutzbar. Auf den ungeübten Anwender wirkt das Funktionsangebot allerdings schnell unübersichtlich. Dennoch hat das hohe Funktions- und Analyseangebot in dieser Projektphase Priorität, um den Entwicklungs- und Experimentierspielraum so weit wie möglich zu gewährleisten. Die in dieser Untersuchung gewonnenen Ergebnisse sollen später zu einer Erweiterung der FoGIS-Funktionalität führen, an der ohnehin im Rahmen des verwaltungsinternen Prozesses „FoGIS-Redesign“ derzeit gearbeitet wird, und nicht das bestehende System FoGIS verdrängen.

#### *4.5.4 Konvertierungs- und Komprimierungsprogramme*

Konvertierungsprogramme werden im Rahmen dieser Untersuchung genutzt, um Vektor- und Rasterdaten in ein anderes Format zu wandeln. Dies ist häufig nötig, da die verwendeten Daten nicht einheitlich sind und auf unterschiedlichen Systemen verwaltet und genutzt werden.

Komprimierungsprogramme dienen zur Verkleinerung der Dateien. Dabei steht die Komprimierung von umfangreichen Rasterdateien im Vordergrund. Mit Orthophotos in einer Größe von 180 MB lässt sich nur sehr mühsam und langsam arbeiten. Mit der entsprechenden Komprimierungsmethode konnten diese Daten aber auf 8 MB verkleinert werden. Damit lässt sich eine Datenkomprimierung von circa 96 % erreichen.

#### *4.5.5 Schnittstellensoftware*

Als Schnittstellensoftware zwischen GPS und PC kamen je nach GPS-Gerät zwei verschiedene Produkte zum Einsatz. Für das Garmin GPS kam die Software TrackMaker Pro und für den GeoMeter die Software GeoLink von GEOsat GmbH zum Einsatz.

#### 4.5.6 *Relationales Datenbanksystem*

Für die Nutzung der digitalen Forsteinrichtungsdaten und die erstellte Geodatabase bietet sich die Office Software MS-Access der Firma Microsoft an. Die Daten können mit dieser Software weiter verarbeitet und genutzt werden. Die Wahl der Datenbanksoftware fiel auf diese weit verbreitete Software, da diese bereits im Institut vorhanden war und das nötige Know-how für die Erstellung von Analyse-Abfragen auch vorlag. Für einen Mehrbenutzer-Geodatabase-Zugriff kann auch das Produkt ArcSDE der Firma ESRI und dessen Kombination mit Microsoft SQL, IBM DB2, Informix oder Orakel Server genutzt werden.

#### 4.5.7 *Programmpaket „Holzernte“*

Das forstliche Programm „Holzernte 6.0“ wurde von der FVA Baden-Württemberg entwickelt. Es handelt sich hierbei um eine computergestützte kalkulatorische Entscheidungshilfe für Holzernte und Holzvermarktung. Vor und nach der Ernte dient es als Kalkulationsmittel und ermöglicht die Simulation der Hiebsmaßnahmen. Dabei steht die Herleitung des erntekostenfreien Erlöses im Vordergrund. Informationen über Sortenstruktur, Zeitaufwand sowie Lohn- und Sachkosten können abgefragt werden (vgl. Hradetzky/ Schöpfer 2001).

Die Simulation von Hieben lässt auf einfache Weise ein Variantenstudium durch Veränderung entsprechender Parameter zu. Solche Varianten können die Sortenwahl und -aushaltung, Güteanteile, Holzpreise, Einsatzarten, Lohnform sowie die Aufbereitungsverfahren beziehungsweise deren Ablaufabschnitte betreffen.

## **5 Ergebnisse und Diskussion**

### **5.1 Durchführung der empirischen Untersuchung**

Im Untersuchungszeitraum 2001 bis 2003 traten einige Besonderheiten gegenüber den „normalen“ Jahren im Forstbetrieb auf. So war das Geschehen im Forstbetrieb immer noch beeinflusst vom Orkan „Lothar“, der am 25. Dezember 1999 wütete und insgesamt circa 40.000 ha Wald und 29 Mio Festmeter Holz durch Sturmwurf oder -bruch zerstörte. Im Untersuchungsgebiet Forstamt Staufen kam es dabei vor allem zu Einzelwürfen und kleinflächigen Sturmschäden, bei denen circa 40.000 Fm Schadholz anfiel. Bei der Vermarktung kam es zu einem durchschnittlichen Preisverfall über alle Holzsortimente von circa 37 %.

Am 1. Oktober 2000 wurde mit der Zusammenlegung der Forstdirektionen, Freiburg und Karlsruhe (neuer Sitz in Freiburg) sowie Stuttgart und Tübingen (neuer Sitz in Tübingen), die Organisationsreform der Landesforstverwaltung abgeschlossen.

Weiter kam es im Zeitraum vom Sommer 2002 bis 1.1.2003 zur Einführung des Betriebswirtschaftlichen Informationssystems FOKUS 2000 (2.1.1) im Forstamt, was einen zusätzlichen Zeitaufwand durch Schulung und Einarbeitung in das System für die Mitarbeiter des Forstamtes zur Folge hatte.

Am 23. Februar 2002 brannte das Sägewerk der Firma Dold ab, was zu einem zeitweisen Ausfall eines regionalen Großkunden für das Untersuchungsforstamt führte.

Zum 1.1.2003 wurde der Erweiterte Sortentarif (EST) im Staatswald abgeschafft und durch den Zeitlohn ersetzt. Dies hatte Änderungen bei den Prozessen der Lohnabrechnung zur Folge. Auf Grund der Priorität, die eigenen staatlichen Waldarbeiter auszulasten, kam es in der Projektlaufzeit im untersuchten Revier entgegen den Erwartungen zu keinem Einsatz von externen Forst-Dienstleistern, zum Beispiel mit Harvester oder Seilkran.

Da ein benachbarter Revierbeamter längerfristig erkrankte, wurde die Bewirtschaftungsfläche des untersuchten Reviers zeitweise vergrößert. Durch die hinzugekommene Bewirtschaftungsfläche zeigten sich temporäre Schwachstellen im Prozessablauf, die wegen fehlender Ortskenntnisse auftraten.

Für das allgemeine Verständnis der Ergebnisse wird an dieser Stelle eine Zusammenfassung der Eckdaten des untersuchten Forstreviers geboten. Die Daten beziehen sich auf ein Jahr (Juli 2002 bis Juni 2003). Von 67 geplanten Hieben

wurden 45 durchgeführt und insgesamt 8000 Fm Holz eingeschlagen. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Hiebsmenge von 178 Fm pro Hieb. Auf Grund des unterschiedlichen Sortimentsanfalls (Industrieholz, Palette, schlechtes Stammholz, gutes Stammholz) wurde davon ausgegangen, dass das Holz pro Hieb im Durchschnitt an drei bis vier Käufer verkauft wird.

Die Einbeziehung von Revierfahrten in die Berechnung des Zeitaufwands der einzelnen Prozesse wurde gemäß der Verwaltungsvorschrift für Wegeentschädigung (VwV-WE) für Forstrevierleiter des Ministeriums Ländlicher Raum Baden-Württemberg vom 18.08.1999 abgeleitet. Daraus ergibt sich speziell für das untersuchte Revier, dass im Durchschnitt dreieinhalb Waldorte pro Tag angefahren werden. Bei Unterstellung einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 30 km/h ergibt sich eine durchschnittliche Fahrzeit von 41,79 Minuten von einem zum anderen Waldort. Es wurde weiter unterstellt, dass Tätigkeiten, bei denen Revierfahrten notwendig sind, grundsätzlich miteinander verbunden werden können. Daher wurde immer nur die Hinfahrt zum Waldort bei der Berechnung der Gesamtprozesszeit berechnet.

Die im Rahmen dieser Arbeit ermittelten, dokumentierten und berechneten Prozessabläufe sind auf Grund ihres hohen Detaillierungsgrades äußerst umfangreich. Die Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK) und die dazugehörigen Tabellen werden deshalb nicht in diesem Kapitel abgebildet. Die gesamten EPK inklusive der dazugehörigen Tabellen sind im Anhang (vgl. 7) dieser Arbeit angefügt. Das methodische Vorgehen und die Herleitung der Ergebnisse werden daher in diesem Kapitel nur beispielhaft dargestellt. Die zusammengefassten Ergebnisse werden nach den jeweiligen Kernprozessen (Planung, Durchführung und Controlling) und nach den Hauptprozessen der Holzbereitstellung (Holzernte, Holzlagerung, Holzübergabe und Holztransport) getrennt dargestellt (vgl. 4.1). Bei den Zeitbedarfsangaben der einzelnen Prozesse in Arbeitstagen entspricht ein Arbeitstag neun Arbeitsstunden.

Noch einmal sei darauf hingewiesen, dass die ermittelten und untersuchten Prozessabläufe gemäß der Zielsetzung exemplarisch für das in Kapitel 4.2 beschriebene Pilotforstamt beziehungsweise Forstrevier ermittelt wurden. Abweichende Forstamts- und Reviergrößen, abweichende Eigentumsverhältnisse sowie regionale Besonderheiten können in anderen Revieren zu abweichenden Prozessabläufen führen. Die Ergebnisse sind daher nur beispielhaft für das untersuchte Forstamt und Forstrevier zu verstehen. Methodisch kann das angewendete Verfahren jedoch auf alle anderen Forstbetriebe beziehungsweise alle Forstreviere übertragen werden.

Die Ergebnisse werden im Folgenden getrennt nach Ist-Zustand und Soll-Konzept dargestellt und daraufhin verglichen. Dabei wird auf die Durchführung der

Untersuchung soweit erforderlich im Detail näher eingegangen und der systematische Ablauf erläutert. Vor- und Nachteile der Methodik, die während dieser Arbeit deutlich wurden, werden anhand von Beispielen aufgezeigt und diskutiert.

## **5.2 Ermittlung, Darstellung und Dokumentation des Informationsflusses und Informationsbedarfs auf Revierebene im Ist-Zustand entlang der Holzbereitstellungskette**

### *5.2.1 Darstellung des Ist-Zustands*

Insgesamt 51 Prozesse wurden im Rahmen der Ist-Zustands-Untersuchung ermittelt und dargestellt. Dabei wurden über 300 Tätigkeiten (Funktionen) des Revierleiters analysiert. Die Prozesse werden im Folgenden, systematisch getrennt nach den Darstellungsformen „Ereignisgesteuerte Prozessketten“, „Tabellen“ und „Text“, näher betrachtet.

### *5.2.2 Darstellungsform EPK*

Die Darstellungsform der Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK) erwies sich im Rahmen dieser Untersuchung als sehr gutes Darstellungsmittel auch für komplexe Prozessabläufe, wie sie in der Forstwirtschaft und speziell in der Holzbereitstellungskette auftreten. EPK unterstützen das systematische Vorgehen bei der Ermittlung, Darstellung, Analyse und Optimierung der Prozesse.

Ermittelt wurden die Prozessabläufe in circa 50 Experteninterviews (vgl. 4.1) von jeweils circa fünf Stunden (insgesamt circa 250 Stunden). Begonnen wurde mit einer groben Prozessskizze der Holzbereitstellung. Durch eine intensive Analyse des Prozesses („Hineinzoomen“) konnten die Abläufe immer detaillierter erfasst, diskutiert und dargestellt werden. Der Zielsetzung der Arbeit entsprechend wurde der Detaillierungsgrad dabei so hoch gewählt, dass die Elemente Datenaufnahme, Datenverarbeitung und Datenübermittlung abgebildet wurden. Der mit Zunahme des Detaillierungsgrades abnehmenden Übersichtlichkeit und der Schwierigkeit, diese auf dem Bildschirm oder auf Papier darzustellen, wurde begegnet, indem die großen Hauptprozesse in kleinere (Teil-)Prozesse aufgeteilt wurden.

Den einzelnen Funktionen, die in der Regel Zeit und Kosten verursachen, wurden kostenrelevante Informationen hinterlegt. Im Kapitel 5.2.3 „Darstellungsform Tabelle“ wird darauf detailliert eingegangen.

Am Beispiel des Prozesses „Holztransport“ soll der Einsatz von EPK im Ist-Zustand verdeutlicht werden. Im folgenden Abschnitt wird explizit auf die EPK eingegangen. Eine über die EPK hinausgehende inhaltliche Beschreibung und Diskussion erfolgt im Textteil (vgl. 5.2.4).

Wie bereits im Kapitel 4.1 beschrieben, wurden die Funktionen, Ereignisse, Konnektoren, Informations-Input und Informations-Output der EPK mit Hilfe verschiedener Symbolformen und Farben dargestellt. Der Prozess der Holzabfuhr beginnt in der Regel durch das *Ereignis* „Notwendigkeit der Kontaktaufnahme zwischen Fuhrmann und dem Revierbeamten“. In der EPK (Abb. 15) ist dies durch das sechseckige gelbe Symbol eines Ereignisses „Koordination zwischen Transporteur und Revierleiter notwendig“ dargestellt. Wie bei allen Ereignissen verbrauchen diese weder Zeit noch Geld, sondern stoßen den Prozess lediglich an oder beenden ihn. Für das Ereignis am Anfang eines Prozesses wird bei der Ist-Analyse jeweils geprüft, ob dieses und somit der gesamte Prozess für die Erreichung der Unternehmensziele notwendig ist. Mit einem Ereignis am Anfang und am Ende jedes Prozesses ist dieser eindeutig abgegrenzt und hat einen Anfangs- und Endpunkt, an den andere Prozesse Anschluss finden.

Dem Anfangereignis schließt sich eine *Funktion* (grünes ovales Symbol) an. Diese Funktion, in diesem Fall „Fuhrmann kontaktiert Revierleiter“, ist eine Tätigkeit und verbraucht Zeit, verursacht Kosten und erfordert Ressourcen. Die Funktionen geben Aufschluss über die chronologische Abfolge der Prozesse. Da die Funktionen zeit- und kostenverursachend sind, gilt diesen ein besonderes Augenmerk. Den Funktionen wurden Daten hinterlegt, die den Zeitbedarf und die Häufigkeit des Auftretens der Tätigkeit beschreiben (vgl. 4.1.2.6).

Für die Ausführung der einzelnen Tätigkeiten werden *Informationen* benötigt (Informations-Input) und Informationen ausgegeben (Informations-Output). In den EPK werden diese Informationen blau dargestellt. Die Informationsform wird durch verschiedene Symbolformen beschrieben. Am Beispiel der EPK der Abb. 15 wird ersichtlich, welche Daten der Fuhrmann benötigt und woher er diese bezieht. In diesem Fall muss der Fuhrmann den Revierleiter anrufen und benötigt hierfür die entsprechende Telefonnummer. Der Informationsbedarf oder -Input ist somit die Telefonnummer. Als Informationsquelle dient die Holzliste. Die Informationsform ist ein analoges Dokument (Ausdruck einer Holzliste). Der Informationsbedarf, die Informationsquelle und die Informationsform können auf Grund der Symbolform, Symbolfarbe und des integrierten Kurztextes auf einen Blick abgelesen werden. Kommt es bei der Ausführung einer Tätigkeit sowohl zu einem Informations-Input als auch zu einem Informations-Output und ändert sich dabei die Informationsform oder findet eine manuelle Übertragung statt, so ist dies ein Medienbruch; zum Beispiel bei der Übertragung von handschriftlichen Notizen in einen



Übertragungsbeleg oder bei der manuellen Eingabe eines Übertragungsbelegs in ein Elektronisches Datenverarbeitungssystem (EDV).

Bei komplexen oder auch sehr langen Prozessen mussten diese, um sie übersichtlich und auf begrenzter Fläche darstellen zu können, in Teilprozesse zerlegt werden. So wurde zum Beispiel der Prozess „Prüfen ob eine Abfuhrerlaubnis vorliegt“, der ein Teilprozess des Holztransportprozesses ist, nur grob in der EPK Abb. 15 dargestellt. Die detaillierte Darstellung dieses Teilprozesses ist in einer eigenen EPK „Prüfen ob eine Abfuhrerlaubnis vorliegt“ abgebildet (Abb. 16).

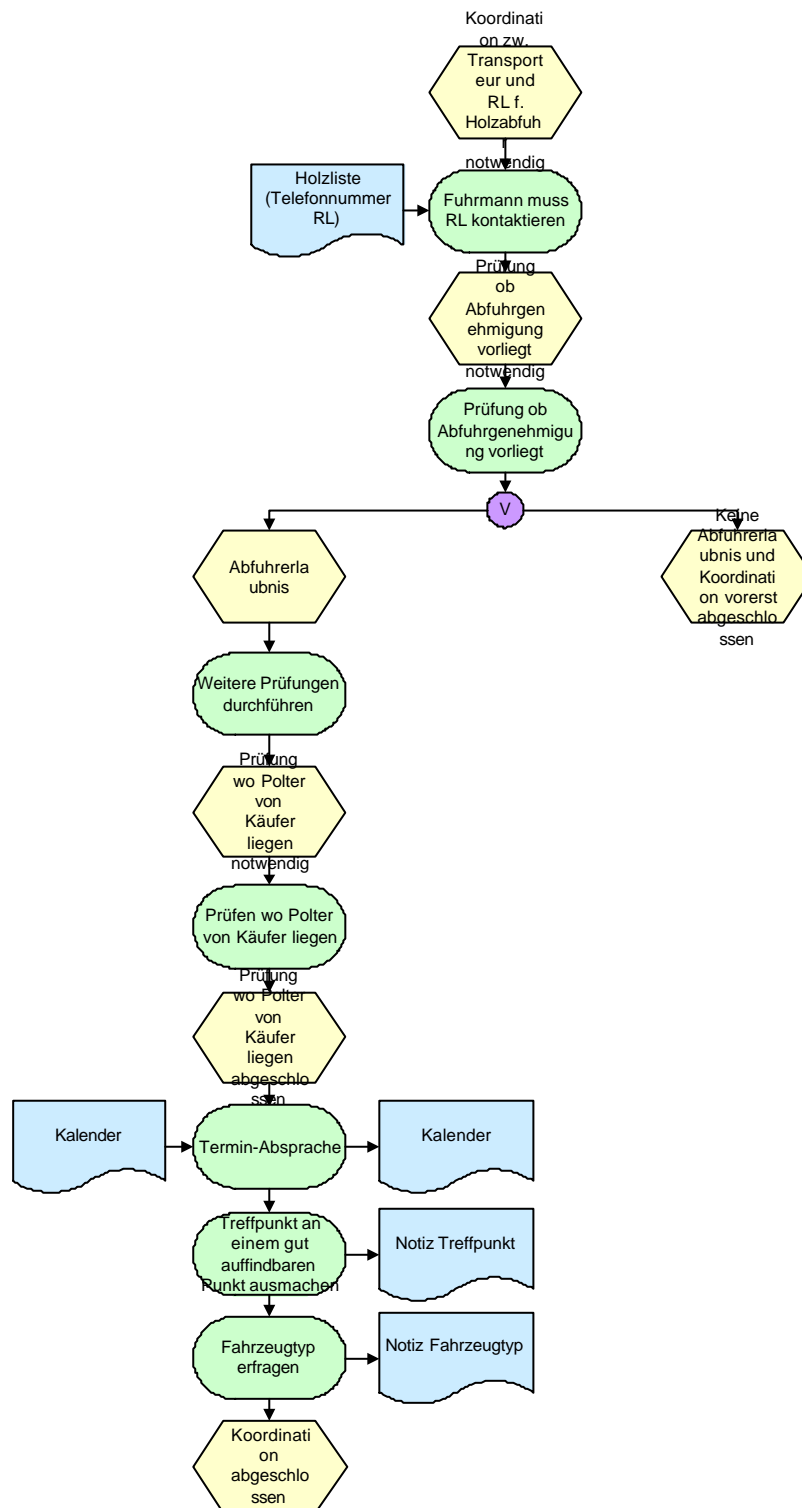


Abb. 15: Prozessdarstellung als Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK) – Koordination der Holzeinweisung (Quelle: eigene Darstellung)

Prozessverläufe sind abhängig von Ereignissen. Der unterschiedliche Prozessverlauf wird in EPK durch logische Verzweigungen so genannte „Konnektoren“ abgebildet (vgl. 4.1.2.2.2). Wie man der EPK Abb. 15 entnehmen kann, nimmt der Prozess, abhängig davon, ob eine Abfuhrerlaubnis vorliegt oder nicht, einen unterschiedlichen Verlauf. Entscheidend für den Prozessverlauf sind meistens Informationen. In dem hier geschilderten Beispiel gilt es zu prüfen, ob eine Abfuhrerlaubnis vorliegt. Da das Ergebnis der Prüfung nur „ja“ oder „nein“ sein kann, liegt eine „Oder-Verknüpfung“ vor. „Ja-“ oder „Nein-Abfragen“ können in Informationssystemen gut abgebildet und automatisiert werden. Bei der manuellen Bearbeitung bedeutet dies in der Regel, dass ein Mitarbeiter den Sachverhalt prüfen und eine Entscheidung treffen muss.

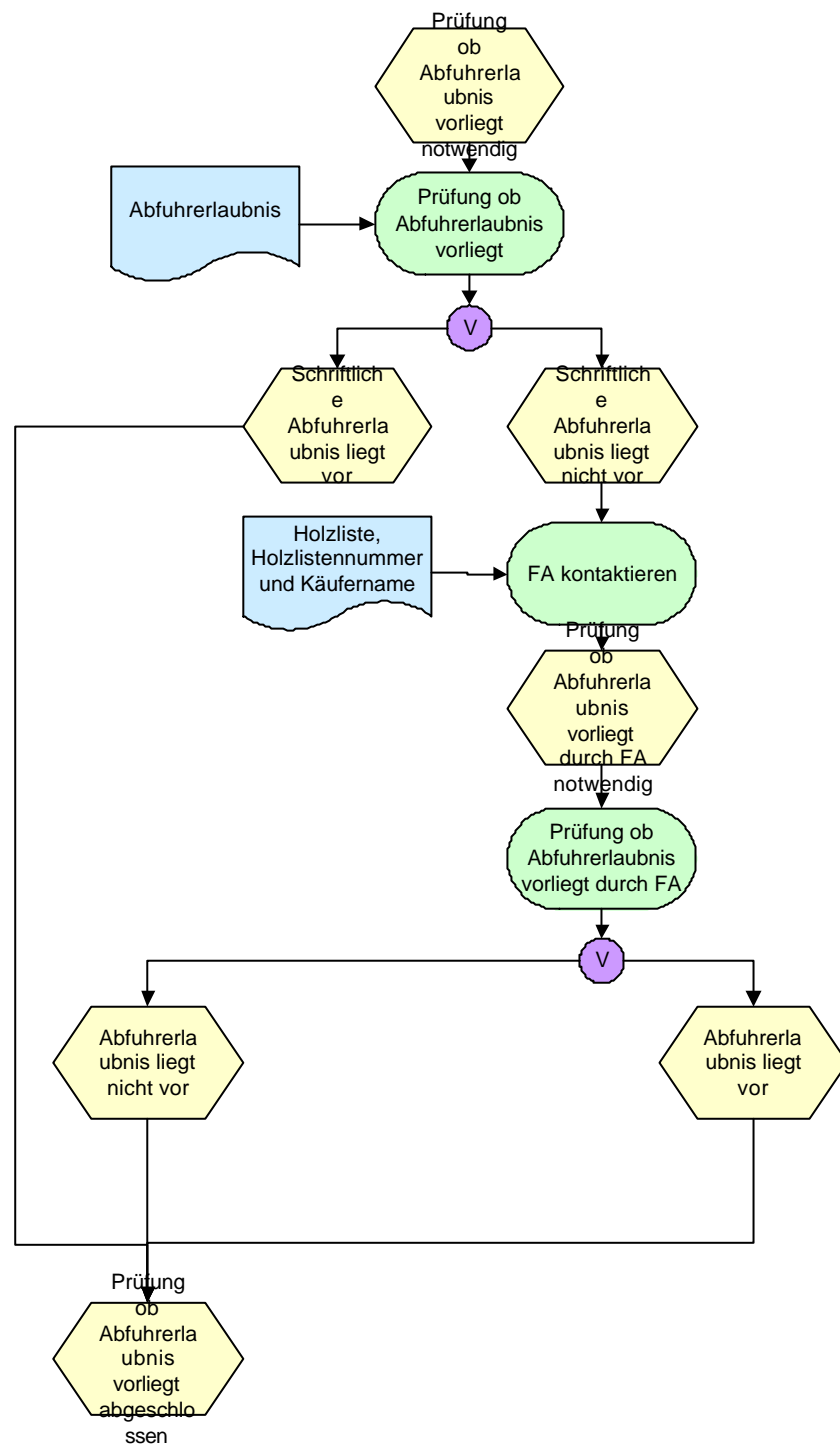


Abb. 16: EPK – Prüfen ob Abfuhrerlaubnis vorliegt (Quelle: eigene Darstellung)

Auf Grund der unterschiedlichen Geometrien der Symbole und in Verbindung mit zusätzlicher klassifizierter Farbgebung können Schnittstellen, Informationsbedarf,

Datenermittlung, Informationsbearbeitung und Informationsübermittlung abgelesen werden. Redundante Tätigkeiten, Schnittstellen und Medienbrüche lassen sich so gut erfassen und können in dem Schwachstellenkatalog (vgl. 5.3.2) dokumentiert werden. Des Weiteren geben EPK einen schnellen Überblick und Transparenz über die Aufgabenverteilung und die Arbeitsabläufe der einzelnen Akteure.

Detaillierte EPK erlauben auch wenig geschulten Personen eine schnelle Erfassung komplexer Prozessabläufe ohne größere Hilfe durch Fachleute. Die detaillierte Darstellung der Geschäftsprozesse als EPK zeigen sich daher ebenfalls hilfreich bei der Zusammenarbeit mit fachfremden Programmierern. Sie stellen eine gute Basis für die Erstellung von Fachkonzepten dar, die für die Umsetzung von IT-Projekten eine Grundvoraussetzung sind.

Neben den zahlreichen Vorteilen der EPK zeigten sich aber auch einige Nachteile. So ist der Darstellungsaufwand des Ist-Zustands stark vom Detaillierungsgrad abhängig. Mit Zunahme der Detaillierung steigt der Aufwand bei der Ermittlung und Darstellung der Prozesse. Ebenso hat sich gezeigt, dass die Zunahme der Teilprozesse den Aufwand der Auswertungen vervielfacht. Bei starker Zunahme an Teilprozessen ist eine vollautomatisierte Auswertung beziehungsweise Berechnung des gesamten Zeitaufwands mit den in dieser Untersuchung verwendeten EDV-Programmen (MS Visio 2002 Professional) nicht mehr, beziehungsweise nur noch mit einem sehr hohen Zeitaufwand möglich. Großprojekte sollten daher mit Hilfe von deutlich leistungsstärkeren EDV-Programmen mit Datenbankbindung, wie zum Beispiel dem Produkt ARIS von der Fa. IDS Scheer AG, erfolgen. Dies bringt allerdings auch erheblich höhere Anschaffungs- und Schulungskosten mit sich.

### 5.2.3 *Darstellungsform Tabelle*

Die tabellarische Darstellungsform der jeweiligen Prozesse wurde für zweierlei Aufgaben genutzt: Einerseits für die erweiterte Darstellung der Funktionen der Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK) im Ist-Zustand und Soll-Konzept sowie für die Darstellung des Schwachstellenkatalogs (vgl. 5.3).

Die Darstellung der Prozesse in Form von Tabellen ergänzt und erweitert die Darstellungsform der Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK). Tabellen können im Gegensatz zu EPK weitere Informationen enthalten, die in Flussdiagrammen nicht abgebildet werden können. Dabei handelt es sich um numerische Informationen, die sich direkt auf die einzelnen Funktionen (vgl. 4.1.2.2) beziehen. Zu diesen erweiterten Informationen gehören Angaben über die Häufigkeit, die Frequenz der Wiederholungen alle x Jahre, den Zeitbedarf, den personalbezogenen Ressourcenbedarf und die Qualität der Tätigkeit (vgl. Beispiel Tab. 11).

Tätigkeitseigenschaften							
Angezeigter Text	Master-Shapenname	Häufigkeit [1/a]	Wiederholung [a]	Zeitbedarf [min]	Ressourcen [n]	Qualität [Note 1-6]	Zeitaufwand gesamt [min/10 a]
Termin-Absprache	Funktion	90	1	2	2	2	1800
Treffpunkt an einem gut auffindbaren Punkt ausmachen	Funktion	90	1	2	2	2	1800
Fahrzeugtyp erfragen	Funktion	90	1	0,5	1	2	450
Termin-Absprache	Funktion	90	1	2	2	2	1800
Treffpunkt an einem gut auffindbaren Punkt ausmachen	Funktion	90	1	2	2	2	1800
Fahrzeugtyp erfragen	Funktion	90	1	0,5	1	2	450
						2,0	8100

Tab. 11: Prozessdarstellung als Tabelle – Koordination des Holztransports (Quelle: eigene Darstellung)

Des Weiteren können die Informationen in den Tabellen durch mathematische Operationen weiterverarbeitet werden, so dass zum Beispiel der absolute Zeitbedarf der einzelnen Funktionen, bezogen auf zehn Jahre, berechnet und abgelesen werden konnte. Die Summierung der Werte der Teilprozesse stellt den Zeitbedarf des gesamten Prozesses dar und ermöglicht auf diese Weise den direkten Vergleich zwischen Ist-Zustand und Soll-Konzept.

Durch die Programmierung von Makros in MS Excel konnten die Erstellung und Auswertung der Tabellen teildautomatisiert beziehungsweise automatisiert werden. Ein Makro besteht aus einer Reihe von Befehlen und Funktionen, die in einem Visual Basic-Modul gespeichert sind und jedes Mal ausgeführt werden, wenn das Makro gestartet wird.

Die unterschiedliche Anzahl an Funktionen innerhalb eines Prozesses und die daraus resultierenden Variationen von Zeilenanzahl und Zelleninhalt der Tabelle gestalteten die Programmierung der Makros aufwendig. Die Programmierung musste diesen Variationen dynamisch angepasst werden. Die daraus nutzbaren Vorteile bei der Erstellung der Tabellen zeigte sich durch eine deutliche Einsparung des zeitlichen Gesamtaufwandes, in der Vermeidung manueller Eingabe und Berechnung der Prozessdaten sowie durch die Minimierung von dabei auftretenden Fehlern.

Die zur EPK zugehörige Tabelle enthält die Felder „Angezeigter Text“, „Master-Shapename“, „Häufigkeit“, „Wiederholung“, „Zeitbedarf“, „Ressourcen“, „Qualität“ und „Zeitaufwand gesamt“.

Das Feld „Angezeigter Text“ entspricht dem Kurztext der entsprechenden Funktion in der EPK (vgl. Abb. 15) und gibt Aufschluss über den Inhalt der jeweiligen Tätigkeit. Der Master-Shapename ist immer „Funktion“. Er gibt an, um welches EPK-Objekt es sich handelt. In diesem Fall der Zeit- und Kostenermittlung werden nur die zeit- und kostenverursachenden „Funktionen“ aufgelistet. Das Feld „Häufigkeit“ gibt an, wie oft diese Tätigkeit im Jahr durchgeführt wird. Die Informationen über die Häufigkeit mussten auf verschiedene Weise hergeleitet werden. Als Bezugsgrößen dienten hierbei Revierkennzahlen (4.2) wie zum Beispiel die Anzahl der geplanten Hiebe, die Anzahl der durchgeführten Hiebe, die gesamte Erntemasse, die durchschnittliche Erntemasse pro Hieb, die durchschnittliche Käuferanzahl pro Hieb, der Anteil zufälliger Nutzung, die durchschnittliche Losanzahl pro Hieb, die durchschnittliche Polteranzahl pro Hieb, die Gesamtfläche, die Anzahl der Behandlungseinheiten, Arbeitstage pro Jahr und die Kombination dieser Kennzahlen.

In obigem Beispiel „Koordination der Einweisung beim Holztransport“, leitet sich die Häufigkeit der Einweisung über die Anzahl der Hiebe pro Jahr (45), die durchschnittliche Käuferanzahl pro Hieb (3), Anzahl der Fuhrleute pro Käufer (1)

und des Erfahrungswertes des Revierbeamten über die Ortskenntnis der Fuhrleute  
 $\frac{2}{3}$  (ohne Ortskenntnis) her.

$$\text{Häufigkeit der Einweisung} = \frac{\text{Hiebe pro Jahr} * \text{Käuferanza} \text{ hl pro Hieb} * \text{Anzahl der Fuhrleute pro Käufer} * \text{Fuhrleute ohne Ortskenntnis}}{\text{Fuhrleute gesamt}}$$

$$\text{Häufigkeit der Einweisung} = \frac{45 * 3 * 1 * 2}{3} = 90 \quad [n]$$

Revierleitertätigkeiten werden in einigen Fällen nicht jedes Jahr durchgeführt. So wird zum Beispiel die sehr aufwendige Tätigkeit der Überprüfung von Grenzen und die Feststellung von Grenzmängeln nur alle zehn Jahre im Rahmen der Forsteinrichtung durchgeführt. Bei der Erhebung der Revierleitertätigkeiten und der damit verbundenen Kosten muss dies Berücksichtigung finden. Daher wurde die Wiederholungsfrequenz der Tätigkeiten ebenfalls erhoben. Es zeigte sich allerdings, dass im Rahmen der Holzbereitstellung im Ist-Zustand nahezu alle Tätigkeiten jährlich durchgeführt werden. Die Wiederverwendung oder Fortschreibung unveränderter Informationen von bereits erhobener Informationen findet so gut wie nicht statt. Die Häufigkeiten der Verrichtung einer Tätigkeit in Verbindung mit dem dazugehörigen Zeitaufwand stellen daher bei der Holzbereitstellung (Ist-Zustand) im Forstbetrieb die wichtigsten Einflussfaktoren bei den Revierleiterkosten dar. Im Rahmen des Soll-Modells war die Prüfung der Wiederverwendung von Daten und Informationen sowie die Reduzierung der Wiederholungsfrequenz der Tätigkeiten ein wichtiges Ziel, um so Zeitbedarf und Kosten zu reduzieren. Durch die Nutzung von IT-Technik kann die Verwendung und Fortschreibung einmal erfasster Daten leicht realisiert werden. Im Kapitel 5.3 „Schwachstellenanalyse und Verbesserungsmöglichkeiten durch IT“ wird auf die Wiederverwendung von Informationen zur Kostenreduktion und Qualitätsverbesserung detailliert eingegangen.

Für die Erhebung des absoluten Zeitbedarfs für jeden Prozess ist es weiter notwendig, die Anzahl des für diesen Prozess eingesetzten Personals (Ressourcen) zu berücksichtigen. So unterstützt zum Beispiel derzeit ein Waldarbeiter die Revierleitertätigkeit der Holzaufnahme und des Einmessens von Bringungslinien. In diesem Prozess entstehen daher Kosten für zwei Mitarbeiter. Dies stellt allerdings eher eine Ausnahme dar, denn der weit überwiegende Teil der Revierleitertätigkeiten wird durch den Revierleiter allein ausgeführt. Die Ausnahmen lassen sich leicht aus der Tabellenansicht ablesen. So erfordert auch die Erstellung der groben jährlichen Hiebsplanung einen doppelten Personaleinsatz. Forstamtsleiter und Revierleiter arbeiten hierbei unmittelbar zusammen. Ebenso lässt sich aus den erhobenen Daten ablesen, dass bei den Prozessen „Arbeitsauftragsbesprechung“ und „Begleitung der



Holzernte“ Personalkosten für Revierleiter und Waldarbeiter gleichzeitig auftreten. Der Einsatz von Informationstechnologie sollte dazu beitragen, dass diese doppelten Personalkosten reduziert werden können. Im Kapitel „Schwachstellenanalyse und Verbesserungsmöglichkeiten durch IT“ wird darauf detaillierter eingegangen.

Um eine Aussage über die Qualität der Tätigkeiten und Informationen machen zu können, wurden die einzelnen Tätigkeiten durch Expertenbefragung gemäß des Schulnotenschlüssels sehr gut – ungenügend (1– 6) bewertet. Das arithmetische Mittel am Ende der Spalte gibt Aufschluss über die mittlere Prozessqualität. Die Berechnung erfolgte nach folgender Formel:

$$\text{Qualität}_{\text{gesamt}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Qualität}_i}{n}$$

In der Spalte „Zeitaufwand gesamt“ (Tab. 11) wurde der Gesamtzeitaufwand für die jeweilige Tätigkeit und für den gesamten Prozess erfasst. Die Berechnung bezieht sich dabei auf einen Zehn-Jahres-Zeitraum und erfolgte nach folgender Formel:

$$\text{Zeitaufwand}_{\text{gesamt}} = \frac{\text{Häufigkeit} * \text{Zeitbedarf} * \text{Ressourcen} * 10_{\text{Jahre}}}{\text{Wiederholung}} \quad [\text{min}/10 \text{ a}]$$

Aus der Tabelle (Tab. 11) des Prozesses „Koordination des Holztransportes“ lässt sich ablesen, dass der Zeitbedarf für das untersuchte Revier des Forstbetriebs für diesen Prozess 8100 Minuten in zehn Jahren erfordert. Der Zeitaufwand ergibt sich durch die Kommunikation mit den Logistikpartnern. Im Kapitel 5.3 „Schwachstellenanalyse und Verbesserungsmöglichkeiten durch IT“ wird darauf detaillierter eingegangen.

Die gesamten hinterlegten Attributdaten der EPK, die als Tabellen dargestellt wurden, sind im Anhang dieser Arbeit angefügt und wurden in tabellarischer Form zusammengefasst. Diese Zusammenfassung erfolgte durch ein speziell hierfür programmiertes Makro. Die zusammenfassende Darstellung lässt den direkten Vergleich der beteiligten Prozesse der Holzbereitstellung zu. Auf diese Weise konnten die zeit- und somit kostenaufwendigsten Prozesse bestimmt werden.

Durch die Summierung der einzelnen Prozesse war es möglich, den gesamten Zeitbedarf der Tätigkeiten zu berechnen, an denen der Revierleiter beteiligt ist. Um den ermittelten zeitlichen Gesamtbedarf auf Plausibilität zu prüfen, wurden zunächst der Zeitaufwand des anderen Forstamtspersonals (Ressourcen) abgezogen. Der verbleibende Zeitbedarf von 78.153 Minuten für die Holzbereitstellung entfällt somit allein auf den Revierleiter. Nach Angaben des Revierleiters arbeitet dieser durchschnittlich neun Stunden pro Tag bei durchschnittlich 220 Arbeitstagen pro

Jahr. 78.153 Minuten pro Jahr entsprechen also 145 Tagen pro Jahr. Mit 145 Arbeitstagen pro Jahr nehmen die Tätigkeiten im Rahmen der Holzbereitstellung von der Planung über die Durchführung bis hin zum Controlling einen Anteil von 65,78 % an der gesamten Arbeitszeit des Revierleiters ein (Zu einem entsprechendem Ergebnis kommt eine interne Betriebswirtschaftsstudie der FVA Freiburg „Detail-Analyse des Wirtschaftsgeschehens in zwei Beispielbetrieben“). Dabei verteilen sich 56 Tage pro Jahr auf die Planung, 78 Tage pro Jahr auf die Durchführung und 11 Tage pro Jahr auf den Bereich Controlling (vgl. Abb. 17).

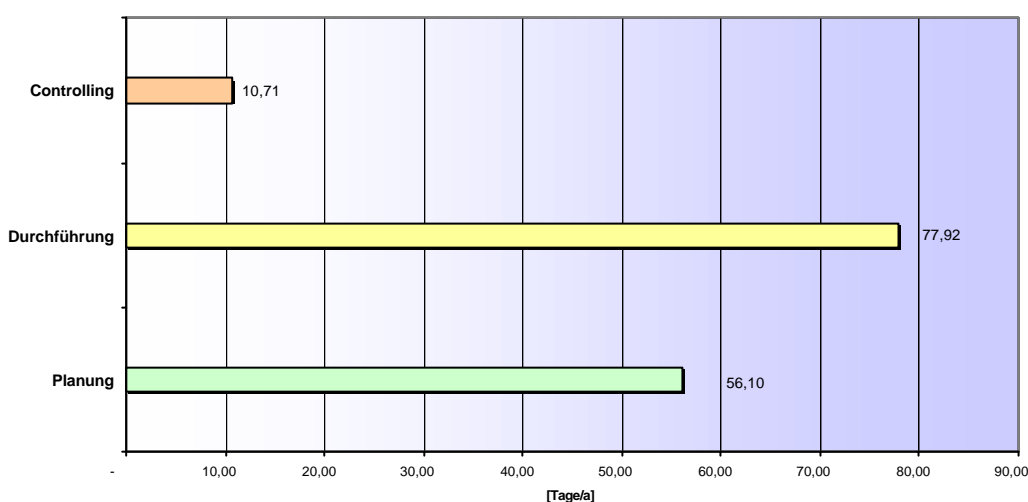


Abb. 17: Verteilung der Revierleitertätigkeiten auf die Kernprozesse der Holzbereitstellungskette (Quelle: eigene Darstellung)

Legt man den aktuellen Kostensatz von 47 € pro Arbeitsstunde an Personalkosten für den gehobenen Dienst gemäß der VwV-Kostenfestlegung des Finanzministeriums Baden-Württembergs vom 21. Oktober 2002 zu Grunde, ergibt sich ein Gesamtkostenaufwand durch den Revierleiter von 61.219 € pro Jahr für die Holzbereitstellungstätigkeiten. Bei einem Holzeinschlag von 8000 Fm pro Jahr würden die massebezogenen Kosten durchschnittlich bei 7,65 € pro Fm liegen.

Der Zeitbedarf aller 49 im Rahmen dieser Untersuchung ermittelten und an der Holzbereitstellung beteiligten Prozesse kann der Übersicht in Abb. 18 entnommen werden. Um die Bedeutung der möglichen Auswirkungen einer Verbesserung dieser Prozesse abzuschätzen, sollte berücksichtigt werden, dass diese Prozesse in sehr ähnlicher Form in insgesamt 849 Forstrevieren der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg durchgeführt werden.

Revierleitertätigkeiten im Rahmen der Holzbereitstellung

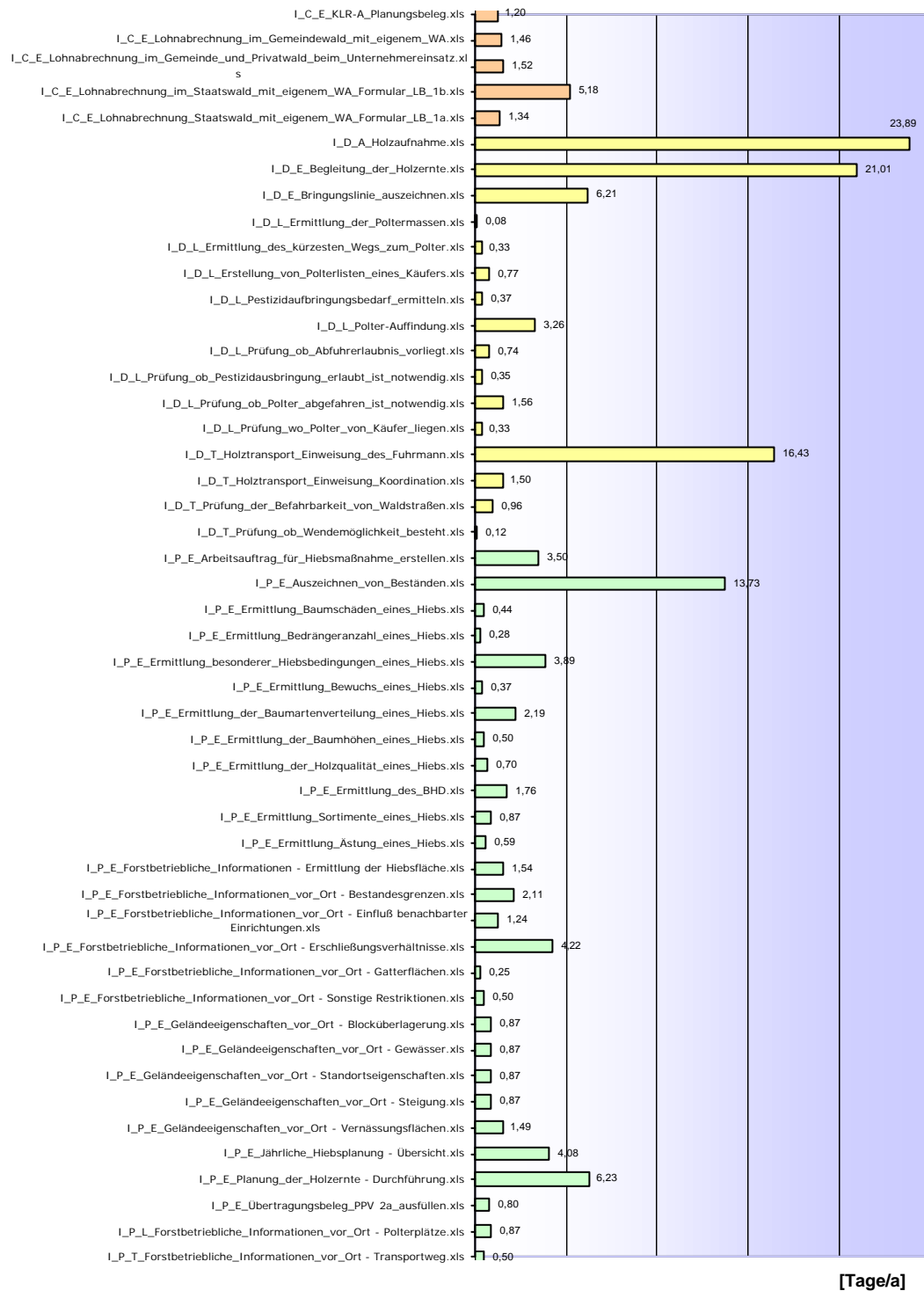


Abb. 18: Übersicht des Zeitbedarfs der Revierleitertätigkeiten im Rahmen 49 für die Holzbereitstellung definierten Prozesse (Quelle: eigene Darstellung)

In der Übersicht sind die Prozesse nach den Kernprozessen Planung, Durchführung und Controlling getrennt dargestellt. Die Prozesse der Planung sind mit „I\_P“, die Prozesse der Durchführung mit „I\_D“ und die Prozesse des Controlling mit „I\_C“ gekennzeichnet. Die auf Grund ihrer Komplexität zum Teil in Teilprozessen dargestellten Prozesse finden sich in Abb. 18 wieder. Die Prozesse in Abb. 18 sind zum einen farblich und zusätzlich durch eine eindeutige textliche Kennzeichnung differenziert (vgl. 4.1.2.3).

Der Kernprozess „Planung“ benötigt in der Summe 62 Arbeitstage pro Jahr (42 % der gesamten Arbeitszeit für die Holzbereitstellung vgl. Tab. 12 und Tab. 13). Der Prozessübersicht (Abb. 18) lässt sich entnehmen, dass der Prozess für das Auszeichnen von Beständen mit 14 Tagen pro Jahr, die Planung der Holzerntedurchführung mit 6 Tagen pro Jahr und das Auszeichnen von Bringungslinien mit 6 Tagen pro Jahr, den größten Zeitbedarf benötigen. Dabei ist noch einmal zu betonen, dass das Auszeichnen der Bringungslinien in der Regel durch den Revierleiter und einen Waldarbeiter durchgeführt werden. Dadurch erhöhen sich der Gesamtzeitbedarf und somit die Kosten für diese Prozesse. Unter Einbezug der unterstützenden Tätigkeit eines Waldarbeiters benötigen die Prozesse des Auszeichnens der Bringungslinien 12 Manntage pro Jahr

In Tab. 12 ist der Zeitbedarf für die Kernprozesse Planung, Durchführung und Controlling jeweils für die Prozesse Holzernte, Holzaufnahme, Holzlagerung und Holztransport gesondert dargestellt. Im Rahmen der planerischen Tätigkeit des Revierbeamten nimmt die Planung der Holzernte mit 60 Tagen pro Jahr gegenüber dem gesamten Zeitbedarf von 62 Tagen pro Jahr den weit überwiegenden Teil ein. Die Differenz verteilt sich mit 1 Tag pro Jahr auf die Planung der Holzlagerung und mit 0,5 Tagen pro Jahr auf die Planung des Holztransports. Die Ermittlung der Geländeeigenschaften nehmen 5 Tage pro Jahr, die Ermittlung von Bestandeseigenschaften nehmen weitere 12 Tage pro Jahr und die Ermittlung forstbetrieblicher Informationen zusätzlich 11 Tage pro Jahr in Anspruch (vgl. Abb. 18).

		Holzernte	Holzaufnahme	Holzlagerung	Holztransport	Summe
<b>Planung</b>	[Tage/a]:	60		1	0,5	62
<b>Durchführung</b>	[Tage/a]:	21	24	8	19	72
<b>Controlling</b>	[Tage/a]:	11				11
<b>Summe</b>	[Tage/a]:	92	24	9	20	145

Tab. 12: Zeitbedarf des Revierleiters in Tagen pro Jahr für die Kernprozesse der Holzbereitstellung (Quelle: eigene Darstellung)

		Holzernte	Holzaufnahme	Holzlagerung	Holztransport	Summe
<b>Planung</b>	[% der gesamten Arbeitszeit für die Holzbereitstellung]	41,6		0,6	0,3	42,5
<b>Durchführung</b>	[% der gesamten Arbeitszeit für die Holzbereitstellung]	14,5	16,5	5,4	13,1	49,5
<b>Controlling</b>	[% der gesamten Arbeitszeit für die Holzbereitstellung]	7,4				7,4
<b>Summe</b>	[% der gesamten Arbeitszeit für die Holzbereitstellung]	63,5	16,5	6,0	13,5	100,0

Tab. 13: Zeitbedarf des Revierleiters in Prozent der gesamten Arbeitszeit für die Kernprozesse der Holzbereitstellung (Quelle: eigene Darstellung)

Bei der Durchführung der Holzbereitstellung liegt der größte zeitliche Anteil bei der Holzernte mit 21 Tagen pro Jahr (14,5 % der gesamten Arbeitszeit für die Holzbereitstellung) von insgesamt 72 Tagen pro Jahr (50 % der gesamten Arbeitszeit für die Holzbereitstellung vgl. Tab. 13). Im Rahmen der Holzernte nimmt die Begleitung der Holzernte 21 Tagen pro Jahr in Anspruch (zum Beispiel Besprechung offener Fragen mit den Waldarbeitern). Dabei ist noch einmal zu betonen, dass die Begleitung der Holzernte in der Regel durch den Revierleiter und einen Waldarbeiter durchgeführt wird. Dadurch erhöht sich der Gesamtzeitbedarf und somit die Kosten für diese Prozesse. Unter Einbezug der unterstützenden Tätigkeit eines Waldarbeiters benötigen die Prozesse Begleitung der Holzernte 39 Manntage pro Jahr.

Für die Holzaufnahme benötigt der Revierleiter 24 Tage pro Jahr (vgl. Tab. 12). Unter Einbeziehung der Arbeitszeit eines unterstützenden Waldarbeiters sind sogar insgesamt 38 Tage pro Jahr notwendig. Der Zeitbedarf des Revierleiters für die Holzlagerung liegt im Jahr bei 8 Tagen. Mit 3 Tagen benötigen Polterauffindung und Prüfung, ob die Polter bereits abgefahren wurden, die meiste Zeit. Beim

Holztransport mit 19 Tagen pro Jahr (vgl. Tab. 12) schlägt vor allem die Einweisung des Fuhrmanns mit 16 Tagen pro Jahr ins Gewicht (vgl. Abb. 18).

Der Kernprozess Controlling beschäftigt den Revierbeamten an 11 Tagen pro Jahr (7 % der gesamten Arbeitszeit für die Holzbereitstellung vgl. Tab. 13) und das vollständig für die Holzernte. Der größte Anteil fällt bei der Lohnabrechnung an (vgl. Tab. 12). Die Tätigkeit der Lohnabrechnung wurde dem Bereich des Controlling zugeordnet, da der Revierleiter bei diesen Arbeiten wichtige Daten für das Controlling liefern und sein eigenes Handeln evaluieren kann.

#### 5.2.4 Darstellungsform Text

Die Darstellungsform als Text hat im Gegensatz zur Darstellung als Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK) und der tabellarischen Darstellungsform den Vorteil, dass die Prozesse detailliert verbal beschrieben und kommentiert werden können. Hintergrundwissen und Problematik der Prozesse können umfassender behandelt und dargestellt werden. Die Textform ermöglicht die Zusammenführung und Verknüpfung von EPK und Tabellen. Neben dem beschreibenden Charakter der Textform lassen sich die Prozesse diskutieren und anderen Fachmeinungen gegenüberstellen beziehungsweise integrieren. Zukunftstrends und Szenarien lassen sich ebenfalls textlich gut darstellen.

Gegen diese Art der Prozessdarstellung spricht, dass sowohl die Aufnahme der Prozesse als auch die Formulierung und Aktualisierung aufwendig sind. Mit Zunahme des Detaillierungsgrades der Prozesse steigt dieser Aufwand. Die Übersichtlichkeit über die relevanten Informationen des Prozesses ist eingeschränkt. Wichtige den Prozessverlauf beeinflussende Ereignisse lassen sich schlecht hervorheben und können deshalb übersehen werden. Die Einarbeitungszeit und Nutzung gestaltet sich zeitaufwendig und wenig einprägsam. Auf den Nutzer wirken diese umfangreichen Beschreibungen schnell unübersichtlich.

Die Verbindung der Darstellungsformen Text und EPK kann einerseits die Vorteile der jeweiligen Darstellungsform nutzen und andererseits die Nachteile kompensieren.

Beispielhaft soll an dieser Stelle der Prozess des Holztransports in Textform näher erläutert werden. Die Diskussion der Schwachstellen und Problematiken dieses und anderer Prozesse wird im Kapitel 5.3 „Schwachstellenanalyse und Verbesserungsmöglichkeiten durch IT“ diskutiert.

„Der Transporteur meldet sich in der Regel kurzfristig telefonisch beim Revierleiter, dessen Name und Adresse auf der Holzliste angegeben wurde. Der Transporteur

bittet auf Grund seiner mangelnden Ortskenntnis den Revierleiter, ihn am selben oder folgenden Tag einzuweisen. Der Revierleiter, der auf Grund seines hohen Außendienstanteils meist über Mobiltelefon im Pkw und Wald erreicht wird, befindet sich häufig in einem anderen Revierteil oder ist unter Umständen bei mangelnder Funknetzabdeckung nicht erreichbar. Der Revierleiter muss prüfen, ob eine Abfuhrerlaubnis vorliegt, da ansonsten die Holzabfuhr untersagt ist. Des Weiteren muss er in der Holzliste nachschlagen, welches Holz abgefahren werden soll und wo dieses liegt. Mit Hilfe seiner Ortskenntnis und seiner Altersklassenkarte überlegt er sich eine günstige Route für den Abtransport. Revierleiter und Transporteur machen einen Zeitpunkt für ein Treffen an einem gut auffindbaren Treffpunkt aus. Dies ist häufig die Dorfkirche oder ein markanter Waldeingang. Nachdem sich beide am Treffpunkt eingefunden haben, fahren sie erst getrennt im Konvoi zu einem Punkt, an dem der Transporteur seinen Lkw stehen lässt. Von dort fahren beide gemeinsam im Pkw des Revierleiters weiter. Der Revierleiter fährt die einzelnen Polter an und der Transporteur versucht sich dabei, die Strecke einzuprägen. Sind alle Polter angefahren, kehren beide gemeinsam zum Lkw des Transporteurs zurück. Von dort fährt der Revierleiter zum nächsten Termin. Der Transporteur fährt mit seinem Lkw auf Grund seiner Erinnerung zum ersten Polter und beginnt mit der Beladung. Nachdem er mehrere Polter angefahren und seinen Lkw voll beladen hat, fährt der Transporteur wieder aus dem Wald heraus und weiter zur Lieferadresse. Besteht der Abtransport des Holzes aus mehreren Fahren, so fährt der Transporteur die restlichen Holzmengen selbständig ab.“

### **5.3 Schwachstellenanalyse und Verbesserungsmöglichkeiten durch IT**

Gemäß dem primären Ziel der Ist-Modellierung wurden die aktuellen Strukturen und Prozesse eines Forstreviers im Bezug auf die Holzbereitstellung abgebildet. Darüber hinaus wurden bekannte beziehungsweise offensichtliche Schwachstellen oder Verbesserungspotentiale dokumentiert. Unter Schwachstelle ist in diesem Zusammenhang ein negativer Einfluss auf den Prozess zu verstehen. Dies kann zum Beispiel durch eine qualitative Verschlechterung des Informationsflusses auf Grund eines Medienbruches oder einer (unnötig) langen Durchlaufzeit bei Prozessen, zum Beispiel bei einer Doppelerhebung von Daten, hervorgerufen werden. Ziel der Ist-Analyse war es, auf Basis des Ist-Modells einen möglichst vollständigen konsistenten Katalog aller Schwachstellen und Verbesserungsmöglichkeiten zu erstellen.

### 5.3.1 *Untersuchung grundsätzlicher Zusammenhänge und Prozessschwachstellen*

Für das allgemeine Verständnis der im Folgenden erläuterten und diskutierten Prozessschwachstellen wird empfohlen, die jeweiligen Ereignisgesteuerten Prozessketten und Attributtabelle, die im Anhang dieser Arbeit angefügt sind, heranzuziehen.

Grundsätzlich fiel bei der Prozessanalyse auf, dass es immer wieder zu Medienbrüchen bei der Informationsverwaltung und der Informationsübertragung kommt. Dies ist auf die fehlende Unterstützung durch elektronische Datenverwaltungssysteme und Datenverarbeitungssysteme auf der Revierebene zurückzuführen. Die Defizite beginnen bereits bei der Dokumentation der Informationen, die in den allermeisten Fällen in nicht standardisierter Form handschriftlich oder in der Erinnerung festgehalten werden. Diese Art der Informationsverwaltung hat die Nachteile des dezentralen Zugriffs, der mangelhaften beziehungsweise personenspezifischen Archivierung, des hohen Aufwands für das Durchsuchen und der nur manuellen Weiterverwendung der Informationen. Der dezentrale Zugriff und die personenspezifische Archivierung ist vor allem in Vertretungsfällen bei Krankheit und Urlaub (30 Tagen pro Jahr und Revierbeamter) problematisch. Die handschriftliche Informationsverwaltung hat in der Praxis zur Folge, dass die Informationen nicht über den konkreten Einzelfall hinaus und damit nicht einmal für einen Einrichtungszeitraum Wiederverwendung finden. Eine längere Wiederverwendung von Daten, sogar für eine oder mehrere Umtriebszeiten, wäre wünschenswert, jedoch ist die Nutzung solcher Daten über eine derart lange Zeit bislang schwer vorstellbar. Eine derart umfassende Informationsnutzung wäre jedoch grundsätzlich als vorteilhaft anzusehen. Aber nicht nur die ungenutzte Wiederverwendung von Informationen des Vorgängers, sondern auch der eigenerhobenen Daten fällt als Schwachstelle auf. Nur ein Teil der Informationen im Forstbetrieb verändern sich häufig und unregelmäßig. Andere Daten verändern sich periodisch oder stetig und damit kalkulierbar, oder aber bleiben gewisse über lange Zeit hinweg unverändert. Im Folgenden wird auf die Charakteristik von Daten und Informationen hinsichtlich der Veränderung und Wiederverwendbarkeit im Rahmen der Holzbereitstellung näher eingegangen.

#### 5.3.1.1 *Charakteristik der verwendeten Daten und Informationen*

Damit eine Wiederverwendung von Daten und Informationen praktikabel ist, müssen sie entweder konstant bleiben und damit über eine längere Zeit nutzbar sein, oder die Daten unterliegen einem Wandel, der aber berechnet und fortgeschrieben



(„dynamisiert“) werden kann. Ein Beispiel für konstante Daten ist die Geländeeigenschaft „Hangneigung“. Da das Gelände in der Regel über lange Zeit keinem praxisrelevanten Wandel unterworfen ist, kann man bei der Hangneigung von einer Konstanten sprechen. Ein Beispiel für Daten, die sich verändern, aber fortschreibbar sind, ist etwa die Bestandeseigenschaft Baumoberhöhe oder der jährliche Zuwachs. Die Oberhöhe verändert sich fortwährend, sie kann jedoch zum Beispiel auf der Grundlage von Wachstumsmodellen relativ präzise berechnet werden.

Neben der Voraussetzung der Aktualität ist es notwendig, dass die Daten dokumentiert werden können. Ohne eine zweckmäßige und zuverlässige Dokumentation können Daten unter anderem auf Grund der langen Produktionszeiten in der Forstwirtschaft nur sehr unzureichend mehrfach genutzt werden. Wertvolle persönliche Erfahrungen gehen im Laufe der Zeit durch das Ausscheiden von Personal aus dem Forstbetrieb, Wechsel des Arbeitsplatzes oder durch Vergessen verloren. Grundsätzlich können die im Rahmen der Holzbereitstellung erhobenen Daten nahezu alle dokumentiert werden. Jedoch stellt die Variabilität der Dokumentation von Daten ein Problem dar, das die systematische und personalunabhängige Nutzung unmöglich beziehungsweise sinnlos macht.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde zum Beispiel geprüft, inwieweit die Daten, die über Jahre hinweg bis zum 31.12.2002 für die Stücklohnabrechnung (EST-Abrechnung) (Erweiterter Sortentarif) für jede Hiebsmaßnahme erhoben wurden, weiterverwendet werden könnten (vgl. Becker 1997). Nach Aussage von Experten ist dies nicht möglich, da einerseits im Zeitablauf unterschiedliche Erhebungsmethoden angewandt und weil zum anderen die Daten häufig manipuliert wurden, um den Arbeitslohn einem erwünschten beziehungsweise erwarteten Lohnniveau anzupassen. Wäre eine objektive und standardisierte Datenerhebung im Rahmen der EST-Abrechnung durchgeführt worden, so könnte man die Daten weiter nutzen. Zu den sinnvoll wieder verwendbaren EST-Daten gehören zum Beispiel Hangneigung, Bewuchs, Einfluss durch angrenzende Einrichtungen (Eisenbahn, öffentliche Straßen und Hochspannungsleitungen), besondere Bestandesmerkmale (Behinderung bei Erstaufforstungen durch dichte Nadelholzjungbestände, Bewuchs, Gräben, flächenweise behindernde Steine, Blocküberlagerung), Kronenlänge und Grünastbereiche, Schäden an Rinde und Holz und sonstige besondere Erschwernisse.

Für eine Wiederverwendung bei erneuten Maßnahmen auf derselben Fläche ist eine Standardisierung der Datenerhebung, der Datenhaltung und des Datenaustausches unumgänglich. Erst die Standardisierung ermöglicht es, die Vorteile einer eindeutigen Interpretation, einer automatisierten Auswertung und des zentralen Zugriffs auf Daten zu nutzen.

Tatsächlich ist Datenerhebung im Forstbetrieb jedoch uneinheitlich und oft nicht standardisiert. So werden zum Beispiel bei der Planung die Daten von jedem

Revierbeamten auf unterschiedliche Weise erhoben. Dabei kommen verschiedene Methoden zum Einsatz. Übliche Methoden der Datenerhebung sind die Übernahme von Forsteinrichtungsdaten oder von Daten der vergangenen Jahre, die Schätzung, die Fortschreibung und die Messung. Die freie Wahl des Datenerhebungsverfahrens lässt eine statistische Auswertung und einen Vergleich der Daten verschiedener Reviere nicht zu. Die zum Teil aufwendig erhobenen Daten, zum Beispiel bei der Hiebsvorbereitung (vgl. EPK: Erhebung von Bestandesdaten, Geländeinformationen und Forstbetrieblichen Informationen), können daher einer Weiterverwendung zum Beispiel für den Bereich Controlling nicht zugeführt werden. Neben der einheitlichen Erhebung der Daten ist die standardisierte Dokumentation und Datenhaltung eine weitere Grundvoraussetzung für eine Wieder- und Weiterverwendung der Daten.

Nachteile einer nicht standardisierten Datenhaltung zeigen sich auch bei der Verwaltung und Auswertung von Daten. Derzeit werden lediglich auf Revierebene Daten in Form von Formularen betriebsintern einheitlich dokumentiert. Diese Art der Dokumentation ist hinsichtlich der Datenpflege aufwendig und benötigt im Laufe der Zeit viel Stauraum. Auf Forstamtsebene werden im Rahmen der FOKUS 2000 Einführung (vgl. 2.1.1) bereits umfangreiche Daten standardisiert verwaltet. Die Daten sind aber bis heute den Revierleitern nur eingeschränkt zugänglich (nur auf dem Forstamt) und es bleibt der Vorbehalt, dass die Erhebung der Daten, die später bei der Abschrift von Übertragungsbelegen in FOKUS 2000 aufgenommen werden, zum Teil auf unterschiedliche Weise erfolgt.

Bis auf die Holzaufnahme mittels mobilem Datenaufnahmegerät (vgl. 2.1.7) und dem Austausch von Übertragungsbelegen findet derzeit kaum ein standardisierter innerbetrieblicher Datenaustausch zwischen Revier- und Forstamtsebene statt. Erste Ansätze für die standardisierte Verwaltung beziehungsweise den Austausch von forstwirtschaftlichen Daten sind in der Standardschnittstelle für den bundesweiten elektronischen Austausch von Holzdaten (ELDAT) umgesetzt worden (vgl. 2.1.6.1). Eine weitere Initiative bemüht sich derzeit um die bundesweite Standardisierung des digitalen Waldwegenetzes im Rahmen des Projektes GeoDAT (vgl. 2.1.6.3). Bei dieser Initiative sollte darauf geachtet werden, dass die Schnittstelle auch in Englisch entwickelt wird, um den europäischen und internationalen Verbund zu begünstigen. Die Akzeptanz würde hierdurch im Ausland erhöht, einer Übernahme des Standards durch Nachbarstaaten erleichtert und der Datenaustausch grenzüberschreitend verbessert. Diese Initiativen zeigen, dass der betriebsübergreifende standardisierte Austausch von Daten zwischen den Logistikpartnern als wichtig angesehen wird. Daher ist es verwunderlich, dass dem betriebsinternen Austausch von Daten nicht die gleiche Beachtung zukommt.

Die häufig in veränderter Form strukturierten Daten, zum Beispiel bei der Darstellung von Kundenwünschen, erschweren es den Mitarbeitern des Betriebes, die den Daten zu Grunde liegenden Muster und Relationen zu erkennen und zu verstehen

und Informationen daraus abzuleiten. Dies ist jedoch von großer Bedeutung, damit die Mitarbeiter aus den Informationen verständliches Wissen gewinnen können. Der immer wieder anders strukturierte Informationsaustausch kostet unnötige Zeit und vergeudet Wertschöpfungspotentiale, da oft eine erneute Einarbeitung in den Sachverhalt und die Besprechung offener und unpräziser Formulierungen mit Vorgesetzten und Kunden nötig wird. Wertschöpfungspotentiale werden in diesem Zusammenhang auch häufig deshalb nicht genutzt, weil der Forstbetrieb bei nicht eindeutigen Informationen, zum Beispiel bei Kundenwünschen bezüglich der Holzqualität, auf Nummer sicher gehen will und höhere Qualität zum gleichen Preis als notwendig bereitstellt, um die Kundenzufriedenheit zu sichern. Derzeit wird versucht, die Probleme der Informationsinterpretation dadurch zu lösen, dass der Revierbeamte mehrmals je Woche die Waldarbeiterrotten aufsucht und offene Fragen mit diesen bespricht. Dieses Vorgehen des mündlichen, improvisierten ad-hoc Informationsaustauschs und der situativen Präzisierung der Arbeitsanweisungen nimmt immer wieder aufs Neue viel Zeit in Anspruch. Zusätzlich kommt es bei dieser Organisation des Informationsflusses vielfach zu mehreren Schnittstellen.

#### *5.3.1.2 Einfluss der Schnittstellen und Datenformate auf die Arbeitsabläufe*

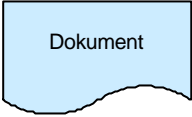
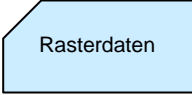


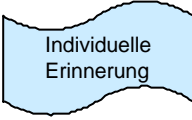

Schnittstellen beim Informationsaustausch von Mensch zu Mensch erhöhen in der Regel den Aufwand und verschlechtern die Informationsqualität. Solche Schnittstellen bestehen derzeit zum einen durch den hierarchischen Organisationsaufbau der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg zwischen Ministerium, Forstdirektion, Forstamt und Forstrevier und andererseits in Bezug auf Kunden, die die Dienstleistung der Landesforstverwaltung in Anspruch nehmen, wie zum Beispiel Gemeinden, Forstbetriebliche Gemeinschaften und Privatwaldbesitzer. Des Weiteren bestehen Schnittstellen zwischen Holzkäufern und Dienstleistern und Landesforstverwaltung.

Die negativen Effekte von Schnittstellen lassen sich auf zweierlei Weise vermeiden, einerseits durch eine Reduktion der hierarchischen Ebenen und somit einer Reorganisation der Unternehmensstruktur und andererseits durch die Einführung von Informationstechnologie. Grundsätzlich sollte mit der Einführung von Informationstechnologie eine konsequente Optimierung von Geschäftsabläufen und eine strukturelle Reorganisation verbunden sein. Im Rahmen dieser Arbeit soll jedoch, soweit dies möglich ist, das Hauptaugenmerk auf der Prozessoptimierung im operativen Bereich der Holzbereitstellung liegen, wobei grundsätzlich der organisatorische Rahmen, das heißt die Organisationsstruktur Forstamt – Revier nicht in Frage gestellt wird.

Die thematische Forderung nach einem vollintegrierten System ohne Schnittstellen wird in der betrieblich-organisatorischen Praxis allerdings in Anbetracht der Probleme bei der Integration der Anwendungssysteme nicht für realisierbar gehalten (Österle/ Brenner/ Hilbers 1991). Dies bestätigt auch Wüst (1980) und weist darauf hin, dass es immer EDV-Schnittstellen geben wird, da es in der Realität kein vollständig integriertes DV-System für ein Unternehmen gibt. Ein vollständig integriertes DV-System ist nur als Denkmodell vorstellbar. Hoffmann (2002) hält die Möglichkeit zur einheitlichen Entwicklung von Programmen in der deutschen Forstwirtschaft auf Grund unterschiedlicher Voraussetzungen, die die föderalen Strukturen mit sehr unterschiedlichen forstlichen Traditionen mit sich bringen, nur in sehr wenigen Fällen tatsächlich für gegeben. Picot und Reichwald (1991) sprechen bei einer Realisierung einer vollständigen Integration von einer Idealvorstellung von Theorie und Praxis.

Mit der konsequenten Integration von Informationstechnologie zur Prozessoptimierung ist zwangsläufig ein Umstieg vom analogen zum digitalen Datenformat verbunden.

Betrachtet man die auf Revierebene verwendeten Datenformate (siehe EPK-Ist-Zustand), so fällt auf, dass bis auf die Aufnahme der Holzdaten mittels mobilem Datenaufnahmegerät (vgl. 2.1.7) durch den Revierleiter keinerlei elektronische Datenerfassung und -verarbeitung zum Einsatz kommt. Zu den derzeit verwendeten Dateiformaten gehören die in Abb. 19 dargestellten Formen (vgl. EPK-Ist-Zustand).

Informationsform	Beispiele
 Dokument	FE, Anweisung FA u. FD, Holzliste, Rechnung, handschriftliche Notizen
 Rasterdaten	Altersklassenkarte
 Visuelles Kennzeichen	Sprühmarkierung (Ausscheidender Bestand, Polterkennzeichnung), Farbstift (Vermessungsdaten auf Stammstirnfläche) Waldnummern (Nummernplättchen auf Stirnfläche)
 Mündlich	Stundensätze, Arbeitsaufträge, Terminabsprachen, Aufarbeitungsstand
 Individuelle Erinnerung	Bestandeszustand, Polterauffindung, Fahrwege, Ästung
 Datenbank	Mobiles Dateneingabegerät; FOKUS 2000

*Abb. 19: Informationsformen bei der Holzbereitstellung im Ist-Zustand (Quelle: eigene Darstellung)*

Sämtliche bei Planung, Durchführung und Controlling der Holzbereitstellung erhobenen Daten, wie zum Beispiel von Bestandesdaten oder Arbeitszeiten der Waldarbeiter (vgl. EPK-Ist-Zustand), werden handschriftlich notiert. Diese vor Ort ermittelten und handschriftlich festgehaltenen Notizen werden gegebenenfalls im Büro des Revierleiters weiterverarbeitet, wobei sie ebenfalls handschriftlich übertragen werden.

Diese analoge Dokumentation und Verwaltung von Daten hat verschiedene Merkmale, die im Folgenden diskutiert werden. Zu den Vorteilen gehören die freie Wahl der Dokumentation hinsichtlich Umfang und Form. Die Ausführung erfolgt schnell, unkompliziert und geübt. Sie ist von elektrischem Strom unabhängig (außer bei schlechtem Licht) und handlich. Zu den Nachteilen gehören die eingeschränkte Wetterfestigkeit und die häufig schlechte Leserlichkeit. Auf Grund der variierenden Dokumentationsausführung ist keine Standardisierung gegeben (vgl. 5.3.1.1). Die

Daten lassen sich nur unkomfortabel verwalten und durchsuchen. Der Zugriff auf solche Daten ist ausschließlich am selben Standort möglich. Im Vertretungsfall wird in der Regel ohne Daten improvisiert, was die Prozessqualität verschlechtert. Der voluminöse Umfang benötigt verhältnismäßig viel Stauraum, ist schwergewichtig und verhindert in der Praxis den mobilen allgegenwärtigen Zugriff.

Eine Datenübertragung erfolgt ausschließlich manuell, ist zeitaufwendig und geht einher mit Medienbrüchen. Manuelle Übertragungen haben den Nachteil, dass sie unweigerlich Übertragungsfehler mit sich bringen und daher die Daten verfälschen, wobei Datenfehler für den Prozessverlauf mehr oder weniger schwerwiegend sein können. So ist zum Beispiel ein „Zahldreher“ in der hinteren Dezimalstelle meist unbedenklich, während ein Zahldreher in der Kontonummer den Prozessverlauf völlig verändert beziehungsweise hemmt.

Für die digitale Datenerfassung und -haltung werden unter anderem folgende Nachteile angeführt: Ein elektronisches Datenverarbeitungssystem ist grundsätzlich von elektrischem Strom abhängig. Bei Ausfall der Stromquelle kann dies einen Totalausfall des Systems bedeuten. Die Anschaffung solcher Systeme ist teuer, die Schulung aufwendig und kostenintensiv.

Bei langfristig zu speichernden Daten können in elektronischen Systemen aus technischen Gründen Datenverluste vorkommen, vor allem bei wenig erprobten Speichermedien. Bedingt durch den technischen Fortschritt können die Lesbarkeit älterer Formate Probleme bereiten. Ein permanentes Update beziehungsweise die Konvertierung des Datenformats bei der Datenhaltung ist daher notwendig.

Diesen wenigen Nachteilen stehen jedoch viele Vorteile gegenüber. Das Datenmanagement sollte, um optimal jeglichen Verarbeitungsfehler ausschließen zu können, mit Beginn der Erhebung digital ohne jegliche manuelle Eingabe und analogen Medienbruch erfolgen. Dabei können Plausibilitätsprüfungen integriert werden, so dass Aufnahmefehler automatisch erkannt werden können. Die Daten können zentral zur Verfügung gestellt werden, was einen schnellen und dezentralen Zugriff ermöglicht. Auch im Vertretungs- und Krankheitsfall sind die Daten somit verfügbar.

Digitale Speichermedien benötigen sehr wenig Platz, wodurch eine ständige Verfügbarkeit im häufigen mobilen Außendienst möglich ist. Die Archivierung und Wiederverwendung der Daten (vgl. 5.3.1.1) wird durch die digitale Datenverarbeitung verbessert. Für eine praktische Umsetzung wären daher mobile Datenmanagement-Systeme notwendig (vgl. 7.1.2). Die ausschließliche Einführung von Desktop-Rechnern auf Revierebene, wie sie derzeit in einigen Forstämtern der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg getestet werden, würde eine nur teilweise Verbesserung der Arbeitsprozesse bedeuten und nicht dem zeitgemäßen

Bedarf eines Revierbeamten mit großen Bewirtschaftungsflächen und dementsprechend hohem Außendienstanteil entsprechen (vgl. Arnold 2003).

Der im Rahmen dieser Arbeit ermittelte Zeitbedarf für Revierfahrten zeigt, dass der Revierbeamte täglich circa zwei Stunden mit Revierfahrten beschäftigt ist. Hinzu kommt der Zeitbedarf für die Tätigkeiten im Revier. Daraus ergibt sich ein hoher „mobiler Anteil“ des Revierleiters an der gesamten Arbeitszeit. In dieser Zeit kann der Revierbeamte heute mittels Mobiltelefon erreicht werden, jedoch führt er in der Regel keine Unterlagen mit sich. Dadurch kommt es häufig entweder zu unpräzise Informationsaustausch oder zu Kommunikationsverlagerungen auf einen späteren Zeitpunkt vom Büro des Revierbeamten aus (vgl. 5.3.1.2). Mobile Datenmanagementsysteme ermöglichen einen ständigen Zugriff auf die Daten und können dadurch die Durchlaufzeit bei der Kommunikation verkürzen, Warte- und Leerlaufzeit des Revierbeamten ausnutzen und somit die Produktivität und Serviceleistung (Erhöhung der Kundenzufriedenheit) des Revierleiters quantitativ und qualitativ verbessern.

Die Kommunikationsanalyse hat das Ziel, die Informations- und Kommunikationsflüsse auf Revierebene zu strukturieren und zu bewerten. Betrachtet werden die Informations- und Kommunikationsflüsse innerhalb der Prozesse sowie an den Schnittstellen zu angrenzenden Prozessen.

Dem Revierbeamten stehen heute verschiedene Arten der Kommunikation zur Verfügung. Diese lassen sich nach ihren kommunikativen Eigenschaften klassifizieren. Derzeit können ausschließlich direkte Kommunikationsarten genutzt werden. Die direkte Kommunikation kann in persönliche und unpersönliche Kommunikation unterteilt werden. Die Kommunikation kann synchron, das heißt in Echtzeit oder asynchron, das heißt Absenden und Empfangen der Nachricht sind nicht zeitgleich, erfolgen.

Die direkte persönliche und synchrone Kommunikation wird derzeit durch die Kommunikationsarten „Treffen vor Ort“, „Telefon“ und „Mobiltelefon“ ausgeführt (vgl. Abb. 20). Die persönliche synchrone Kommunikation macht es erforderlich, dass beide Kommunikationspartner zur gleichen Zeit kommunizieren können. Einschränkungen können hier der häufige und umfangreiche Außendienst sein, während dessen Gesprächsunterlagen nicht zur Hand sind und die schlechte oder fehlende Funknetzverfügbarkeit. Aber auch die zunehmende Globalisierung, die die Kommunikation mit Geschäftspartnern über mehrere Zeitzonen entfernt erfordert, zum Beispiel Buchen- oder Tannenverkauf nach Japan, erschwert die synchrone Kommunikation und somit den Informationsaustausch. Zudem können bei der derzeit verwendeten direkten persönlichen Kommunikation nur sprachliche und keine schriftlichen Informationen ausgetauscht werden. Fremdsprachige Kommunikation kann hierbei erschwerend hinzukommen.

Die direkte persönliche asynchrone Kommunikation wird derzeit durch die Dienste „Post“, „Anrufbeantworter“ und „Fax“ ermöglicht. Diese Art der Kommunikation gestattet es, unabhängig vom Kommunikationspartner Informationen auszutauschen. Dies bringt allerdings die Nachteile mit sich, dass eventuelle Fragen oder Stellungnahmen frühestens nach Ankunft der Daten erfolgen kann. Alternative Formen der Kommunikation, wie zum Beispiel über Internet (vgl. 2.1.9) werden derzeit (2003) von der Landesforstverwaltung auf Revierebene noch nicht unterstützt.

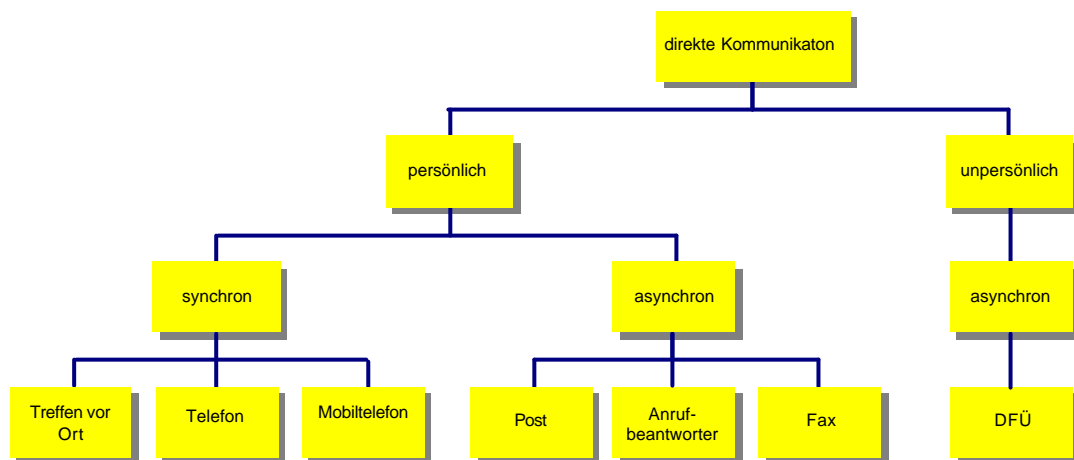


Abb. 20: Kommunikationsarten des Revierbeamten im Ist-Zustand (Quelle: eigene Darstellung)

Den Ereignisgesteuerten Prozessketten ist zu entnehmen, dass die Kommunikation auf Revierebene stark hierarchisch angelegt ist. Informationen werden innerbetrieblich grundsätzlich vertikal über die Hierarchieebenen ausgetauscht. Auch Anordnungen vom Ministerium oder der Forstdirektion, die die Revierebene betreffen und vom Forstamt nicht weiter kommentiert werden müssen, werden nicht direkt an die Revierbeamten gesendet, sondern ausschließlich über das Forstamt. Ein direkter Versand würde Zeit sparen und wäre zu dem weniger fehleranfällig. Dabei soll in diesem Zusammenhang nicht die Funktion des Forstamtes in Frage gestellt werden. Der Informationsfluss könnte jedoch direkt erfolgen und somit eine Schnittstelle reduziert und das Forstamt von der Weiterleitung entlastet werden sollte. Ein solches Verfahren wäre bereits mit den jetzigen Kommunikationsmitteln des Revierleiters umsetzbar und würde lediglich die Umstellung des Systems auf höherer Ebene erfordern. Mit den jetzigen Kommunikationsmitteln könnte das Fax-Gerät des Revierbeamten auf der einen und auf der anderen Seite ein Messaging-Dienst auf dem Verteiler eingesetzt werden. Dies würde zwar nur eine teilweise



Verbesserung darstellen, jedoch auf Revierebene keine weitere Investition und Schulung erforderlich machen.

Die einzige direkte unpersönliche Kommunikation stellt der asynchrone Datenaustausch mittels Datenfernübertragung (DFÜ) dar. Hierbei übermittelt der Revierbeamte von seinem Büro die in ein mobiles Datenaufnahmegerät (vgl. 2.1.7) eingegebenen Holzdaten elektronisch an das zuständige Forstamt. Nach einmaliger Übertragung der Daten sind diese nicht mehr erneut übertragbar und für den Revierleiter auch nicht mehr elektronisch verfügbar. Der Rückfluss der Daten durch das Forstamt an den Revierbeamten erfolgt in Form von analogen ausgedruckten Holzlisten.

Die Nutzung der Kommunikationsarten im Ist-Zustand zeigt, dass ausschließlich die direkte Kommunikation zum Einsatz kommt, obwohl häufig nur Informationen abgerufen werden müssen. So zum Beispiel bei folgenden Tätigkeiten des Revierbeamten: Prüfung, ob eine Abfuhrerlaubnis vorliegt oder wie hoch die derzeitigen Unternehmersätze für die Hiebskalkulation sind. In diesem Fall müssen sich immer zwei Arbeitskräfte (Ressourcenbindung) zur gleichen Zeit mit einem Sachverhalt beschäftigen und dies auf dem Forstamt bei einer größeren Anzahl an Revierbeamten mehrfach in regelmäßigen Abständen. Verbessert werden könnte die Kommunikation und der Informationsaustausch durch die Nutzung eines Informationsabrufs durch einen Dienst des Internets (vgl. 2.1.9). Dies hätte die Vorteile, dass nur einmal die Informationen bereitgestellt werden müssten und für eine beliebige Anzahl von Anfragen beziehungsweise Abrufen zu jeder Zeit bereitstünden. Diese Abrufe könnten im Rahmen eines integrierten Informationssystems vollautomatisch erfolgen.

Mit Einführung eines vollständig integrierten Informationssystems sollte der Datenaustausch mittels Fax abgelöst werden, da dieser auf dem Austausch von analogen Daten basiert, welche nur schlecht weiterverarbeitet und wieder verwendet werden können. Das Fax könnte zum Beispiel durch den Internetdienst E-Mail ersetzt werden. Dies hätte zum einen den Vorteil, dass die Daten digital ausgetauscht werden könnten und zum anderen von überall dort, wo man einen Internetzugang zur Verfügung hat, sei es mittels Mobiltelefon oder Festnetz, abrufbar sind. Das bedeutet für die Praxis, dass sowohl die Daten im Revier abgerufen oder gesendet werden können und im Vertretungsfall eines Kollegen alle Daten zum Vertreter umgeleitet werden können. Der Informationsaustausch verläuft somit flexibler, schneller, direkter, kostengünstiger und qualitativ besser.

Neben der persönlichen Kommunikation sollte ebenfalls die unpersönliche Kommunikation genutzt werden. Diese bietet sich sowohl für einen Wissensaustausch intern im eigenen Betrieb als auch überbetrieblich an. Solche Dienste haben in anderen Fachrichtungen bereits großen Zuspruch gefunden. Für die

synchrone Kommunikation bieten sich die Internetdienste „Internet Real-time Chat“ (IRC) und für die asynchrone Kommunikation „Newsgroups“ an (vgl. 2.1.9).

### *5.3.1.3 Räumliches Bezugssystem für die Datenhaltung (punktgenau)*

Für die Datenhaltung und Wiederverwendung von Daten des Forstbetriebs bei der Holzbereitstellung ist ein räumliches Bezugssystem von großer Bedeutung. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde eine geographische Datenbank der Firma ESRI (Geodatabase) genutzt, um Daten punktgenau im dreidimensionalen Raum zu verwalten (vgl. 2.1.11 und 4.5.3).

Neueste Geographische Informationssysteme (GIS) bieten Funktionen zur Pflege und Analyse einer Geodatabase. Geographische Informationssysteme werden derzeit nur auf Forstdirektionsebene eingesetzt, zudem wird nur ein Bruchteil der möglichen Funktionen genutzt und dies ohne Nutzung einer Geodatabase (vgl. 2.1.2). Den sich im Produktionsraum, das heißt der Waldfläche bewegend und operativ handelnden Mitarbeitern steht ein solches System jedoch bislang nicht zur Verfügung. Die nähere Betrachtung des Informationsbedarfs von Revierbeamten zeigt jedoch, dass gerade in diesem Bereich ein großer Nutzen durch ein solches Systems zu erwarten ist. Schwerpunkte liegen hier bei den Geländeeigenschaften, Bestandeseigenschaften und Forstbetrieblichen Informationen sowie deren Auswirkung auf die Holzbereitstellungskosten, die ebenfalls für den Produktionsraum ausgewertet und dargestellt werden können. Lagerinformationen, zum Beispiel Polterkoordinaten und die zugehörigen Vermessungsdaten, sind ebenso wie Transportinformationen, wie zum Beispiel die optimale Route unter Berücksichtigung der Poltermassen, können schnell und revierübergreifend genutzt werden. Ein tabellarischer Überblick über den Punktbezug relevanter Daten und Informationen ist dem Anhang zu entnehmen. Chamra (2002) skizziert die Geoinformationen als Grundlage für computergestützte logistische Optimierung. Er unterscheidet dabei die Abbildung der Objekte Waldbestand beziehungsweise Polter als Quelle des Holzes, Waldstraße als Möglichkeit das Holz zu transportieren, Transporteinheit (Lkw, Harvester, Forwarder) als Medium das Holz zu transportieren, das Werk als Transportziel und die Fuhre als kleinste transportierbare Holzmenge.

Für Planung und Controlling im Forstbetrieb ist die Wiederverwendung und Nutzung von Daten und Informationen aus vorherigen Maßnahmen, wie sie in Kapitel 5.3.1.1 bereits angesprochen wurde, von Vorteil. In diesem Zusammenhang ist eine umfassende Analyse und Auswertung der Daten durch Informationstechnologie von Bedeutung. Auf Kundenaufträge kann dadurch, wie im Folgenden beschrieben wird, schnell sowie punktgenau reagiert und entsprechend geplant werden. Größere

Aufträge können durch Blockbildung rationell bearbeitet werden. Die durch die Kundenwünsche spezifizierten Parameter, zum Beispiel Baumart, Sortimente, Massen oder der Überwallungszeitraum seit dem Zeitpunkt der Wertästung sowie weiterer forstbetriebliche Vorgaben, wie zum Beispiel räumliche Abgrenzung (konzentrierte Blockbildung), maximale Holzbereitstellungskosten und logistisch relevante Informationen (Transportkosten, Möglichkeit des ganzjährigen Abtransports), müssen in ein integriertes Modul eines Informationssystems importiert werden. Algorithmen dieses Moduls dienen dazu, sämtliche Daten zu vergleichen (Matching) und beim Auffinden der ausgewählten Gemeinsamkeiten diese auszugeben. Diese Funktionalität eines solchen Moduls wird in dieser Arbeit Daten- und Informations-Matching (DIM) genannt. Die Ergebnisse können mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems räumlich und punktgenau identifiziert und visualisiert werden. Durch die Veränderung verschiedener Parameter lassen sich schnell verschiedene Szenarien erstellen und vergleichen. Für den automatisierten Betrieb eines solchen Systems sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die Standardisierung der In- und Output-Daten eine Grundvoraussetzung darstellt (vgl. 5.3.1.1).

Bei der Analyse der Prozesse und im Rahmen der Experteninterviews zeigte sich in diesem Zusammenhang bei verschiedenen Prozessen, dass die mangelnde informationsbasierende Transparenz (fehlende Antworten auf spezielle Fragen) im Forstbetrieb zu verschiedenen Schwachstellen führt. Die von Becker (1997) aufgestellten grundsätzlichen Fragen können in diesem Zusammenhang zwischen der räumlichen, produktiven und zeitlichen informationsbasierenden Transparenz weiter differenziert werden.

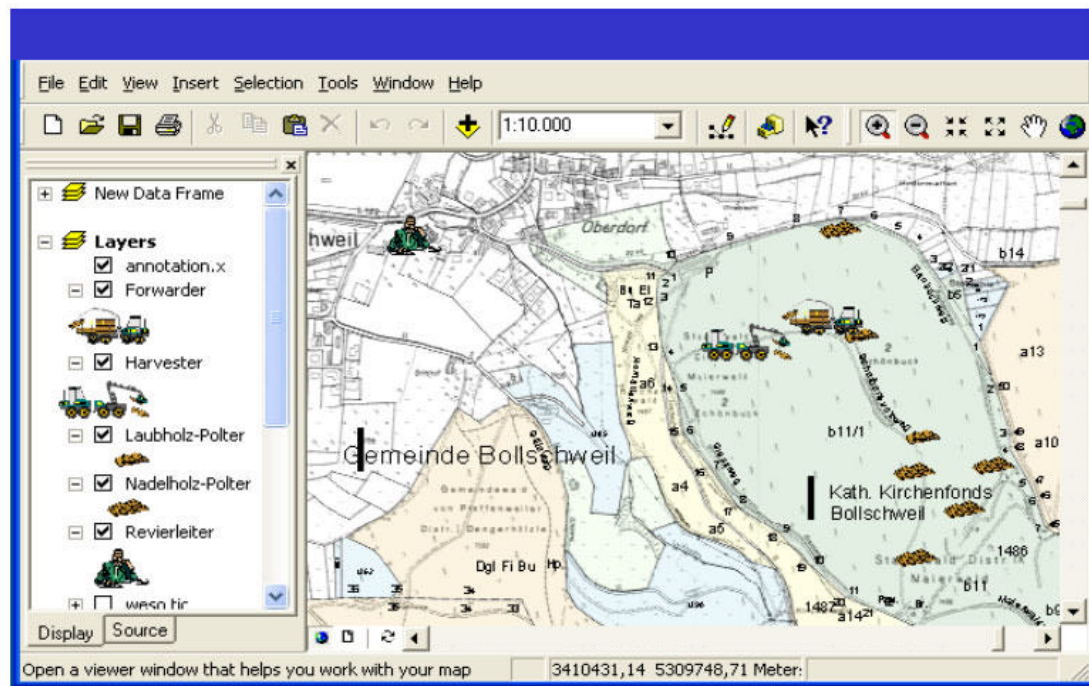
Schwachstellen bei der räumlichen informationsbasierenden Transparenz zeigen sich zum Beispiel bei folgenden Fragen des Revierbeamten:

- Wo befindet sich die Waldarbeiter-Rotte XY?
- Wo wird derzeit die Maschine XY eingesetzt?
- Wo ist das Sortiment XY zu finden?
- Wo ist der Einzelstamm XY für eine Submission zu finden?
- Wo wird der nächste Hieb durchgeführt?
- Wo liegt das Polter XY?

Bei diesen Fragen handelt es sich zum Teil um statische Informationen, das heißt, dass sie keiner Veränderung unterliegen, wie zum Beispiel bei dem Lagerort eines speziellen Polters, oder aber um dynamische Informationen, wie zum Beispiel der

derzeitigen Position von Personal und Maschinen. Statische Informationen müssen im Gegensatz zu dynamischen nur einmal erhoben werden, die dynamischen Positionen immer wieder aufs Neue. Im Ist-Zustand werden die statischen Informationen allenfalls grob erhoben und dokumentiert, so zum Beispiel bei den Lagerorten der Polter, von denen in der Regel nur die Waldstraßennamen in den Holzlisten notiert werden. Auf Grund der zum Teil sehr langen Waldstraßen und der Vielzahl der dort lagernden Polter ist diese Angabe zu unpräzise. Die dynamischen Positionen werden im Ist-Zustand zum Teil mittels Mobiltelefon erfragt. Die Positionsbestimmung verläuft hierbei zum Beispiel auf folgende Weise: Der Revierbeamte kontaktiert das Forstamt und erfragt, in welchem Revier die Maschine sich derzeit befindet. Der zuständige Sachbearbeiter teilt dem Revierbeamten das entsprechende Revier mit. Der Revierbeamte wiederum ruft den zuständigen Revierkollegen an und erfragt die derzeitige Position der Maschine. Falls der Revierbeamte dies nicht weiß, muss dieser wiederum mit den Waldarbeitern beziehungsweise Unternehmern sprechen und den Revierkollegen zurückrufen. Neben den vielen Schnittstellen (vgl. 5.3.1.2) kommt es häufig zu unpräzisen Positionsangaben und Missverständnissen. Durch den Zeitbedarf können sich Positionen zwischenzeitlich wieder „dynamisch“ verändert haben.

Für die Verbesserung dieser Prozesse bietet sich an, die statischen Positionen mit einem GPS-Empfänger punktgenau zu lokalisieren und in ein Informationssystem zu importieren. Die dynamischen Positionen könnten ebenfalls durch einen GPS-Empfänger ermittelt werden, wobei je nach Anwendungsfall die Koordinaten entweder in regelmäßigen Abständen an ein Informationssystem übermittelt oder bei Bedarf abgerufen werden. Schließlich ist zum Beispiel bei Großmaschinen mit integrierten GPS eine laufende automatische Positionsmeldung realisierbar. Das Geographische Informationssystem dient zur Visualisierung und Analyse der jeweiligen Positionen (vgl. Abb. 21).



*Abb. 21: Beispiel für die räumliche informationsbasierende Transparenzverbesserung durch den Einsatz von Geographischen Informationssystemen (Quelle: eigene Darstellung)*

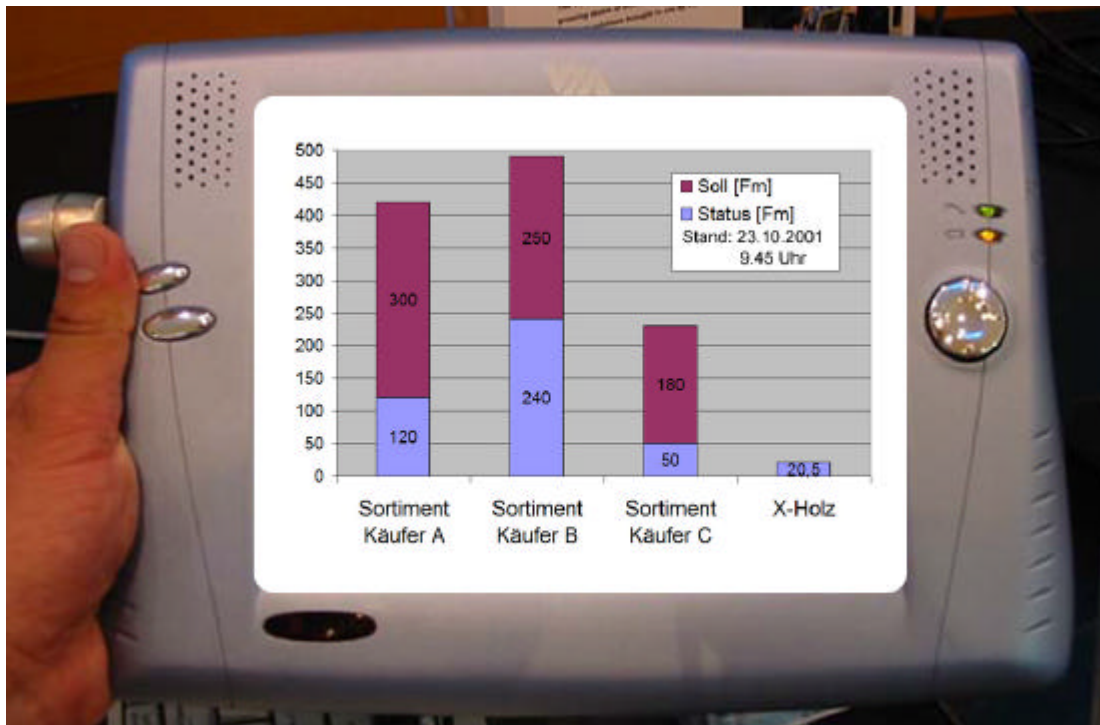
Schwachstellen in Bezug auf die produktionsspezifische informationsbasierende Transparenz zeigt sich zum Beispiel bei den Fragen:

- Wie viele Festmeter sollen im Bestand XY geerntet werden?
- Wie viele Festmeter wurden bereits aufgearbeitet?
- Wie viele Festmeter müssen noch geerntet werden?
- Welche Sortimenten wurden bereits aufgearbeitet?
- Weichen die aufgearbeiteten von den geplanten Sortimenten (Kundenauftrag) ab?

Bei den Produktionsdaten handelt es sich vorwiegend um dynamische Daten. Dies erschwert dem Revierbeamten die Übersicht über den jeweils aktuellen Stand der Produktion. Im Ist-Zustand kommuniziert (vgl. 5.3.1.2) der Revierbeamte daher häufig persönlich mit den Waldarbeiter-Rotten und fährt dazu die Hiebsorte mehrmals in der Woche an. Um einen Überblick über den Produktionsfortschritt zu erhalten, nimmt er dabei das von den Waldarbeitern jeweils neu aufgearbeitete, vermessene und beschriftete Holz mit dem mobilen Datenerfassungsgerät (vgl. 2.1.7) auf. Diese Art der Erhebung des aktuellen Produktionsstandes erweist sich allein auf Grund der damit verbundenen Revierfahrten als sehr aufwendig. Bei großen

Verkaufsmengen oder bei Holzverkauf in Rahmenverträgen (vgl. 4.2) ist die Produktionsübersicht und -koordination zusätzlich erschwert, obwohl gerade bei betriebsübergreifenden Rahmenverträgen der Bedarf an aktuellen Informationen für die Abstimmung besonders ausgeprägt ist: An der Holzbereitstellung bei Rahmenverträgen oder bei Einzelverträgen mit großen Vertragssummen sind grundsätzlich mehrere Forstreviere, häufig mehrere Forstbetriebe beteiligt. Die Koordination der Ernteanteile der einzelnen Reviere wird durch den Forstamtsleiter oder seinen Vertreter, gegebenenfalls unter Beteiligung der Forstdirektion übernommen. Da die Revierleiter ihren Aufarbeitungsstand in unregelmäßigen Abständen ermitteln und diese Informationen wiederum unregelmäßig an das Forstamt übermittelt werden, kann das Forstamt die Produktion nicht optimal steuern. Stellt das Forstamt (auf Grund handschriftlicher Aufzeichnungen, die ständig aktualisiert werden müssen) fest, dass die benötigten Sortimente und Masse geerntet wurden, schickt das Forstamt an jeden Revierleiter ein Fax mit dem Auftrag, die Ernte abzubrechen, da der Rahmenvertrag erfüllt ist. Die Revierleiter erreicht das Fax unter Umständen erst am Abend, was zur Folge hat, dass einen ganzen Tag lang noch speziell für diesen Rahmenvertrag weiter Holz geerntet, aufgearbeitet und sortiert wird, für das unter Umständen noch kein anderer Käufer gefunden wurde. Zudem müssen die Revierbeamten die Waldarbeiter von der neuen Situation unterrichten und ihnen kurzfristig neue Arbeitsaufträge übermitteln. Maschinen müssen womöglich kurz nach dem letzten Umsetzen erneut umgesetzt werden. Außerdem kommt es gegenüber den mit den Käufern vereinbarten Kontingenten zu Mehr- oder Minderliefermengen, aus denen mangelnde Kundenzufriedenheit erwachsen kann. Nicht selten sind für diese Fälle Vertragsstrafen oder Minderpreise vereinbart, so dass auch unmittelbare finanzielle Nachteile drohen.

Dieses Beispiel zeigt, dass mangelnde produktionsspezifische informationsbasierte Transparenz negative Auswirkungen auf die Holzbereitstellung hat und die Schnittstellenanzahl (vgl. 5.3.1.2) und der Kommunikationsbedarf (vgl. 5.3.1.3) ansteigen. Die regelmäßige Übermittlung von Produktionsdaten in ein zentrales Informationssystem direkt durch die Waldarbeiter würde die Transparenz wesentlich verbessern. Das Forstamt, alle am Rahmenvertrag beteiligten Revierbeamten und Waldarbeiter könnten auf diese Weise einen hinreichenden aktuellen und präzisen Überblick über den Produktionsstand bei der Holzbereitstellung erhalten. Auch die abnehmende Holzindustrie könnte sich in einem integrierten System diese Informationen beschaffen und entsprechend reagieren. Die Graphik in Abb. 22 zeigt beispielhaft die Visualisierung von Produktionsdaten. Bei dem gepolterten Holz handelt es sich um vorwiegend statische Produktionsdaten. Für die Holzdisposition so Chmara (2002) sind in diesem Zusammenhang die Informationen zu Sorte, Ziel und Menge des Holzes auf dem Polter wichtig.



*Abb. 22: Vereinfachtes Beispiel für eine produktionsspezifische informationsbasierende Transparenzsteigerung durch eine aktuelle Informationsaufbereitung (Quelle: eigene Darstellung)*

Die zeitliche Planung im Ist-Zustand erfolgt durch eine grobe Schätzung der Ernteleistung pro Waldarbeiter und Tag durch den Revierleiter. Diese grobe Kalkulation wird im Kopf oder im Kalender vermerkt. Beim Eintreten von unerwarteten Einflüssen wird kurzfristig und häufig unvorbereitet gehandelt. Ein Überblick über die Revierebene hinaus fehlt häufig. Eine Übersicht über die jährlich geplanten Hiebsmaßnahmen wird nicht erstellt.

Schwachstellen in der zeitlichen informationsbasierenden Transparenz zeigen sich zum Beispiel dadurch, dass die Beantwortung folgender Fragen Probleme bereitet:

- Wann wurde der letzte Eingriff in Behandlungseinheit XY durchgeführt?
- Wie viel Zeit hat der letzte Hieb auf der Behandlungseinheit XY pro Festmeter benötigt?
- Wann muss das Holz für Käufer XY bereitgestellt sein?
- Wann wird die Holzbereitstellung für Auftrag XY voraussichtlich abgeschlossen?
- Wann kann die Maschine XY eingesetzt werden?

- Wann sind die Waldarbeiter X und Y in Urlaub?
- Wann ist der nächste Hieb geplant?
- Wie groß ist die zeitliche Diskrepanz zwischen Planung und Durchführung?

Die zeitliche Planung und Durchführung im Wirtschaftszweig Forstwirtschaft und dort speziell bei der Holzbereitstellung ist sehr komplex, da sie von vielen Faktoren beeinflusst werden. So wird zum Beispiel die Holzernte stark von meteorologischen Einflüssen tangiert. Zu nennen ist hier die Verzögerung durch Schlechtwetter, verursacht durch Sturm, Regen, Hagel und Schnee. Vernässungsflächen und weiche Böden stellen zusätzliche Probleme dar. Andererseits können Schönwetterperioden oder Frost die Arbeit beschleunigen.

Abiotische und biotische Schadereignisse (Käferbefall nach trockener Witterung) können naturale Änderungen in der zeitlichen Gestaltung der Produktionsplanung zur Folge haben.

Neben diesen meteorologischen und standörtlichen Einflussfaktoren verursachen die heterogenen, schwer vorherzusehenden Eigenschaften des Naturprodukts Holz weitere Schwierigkeiten bei der zeitlichen Holzbereitstellungsplanung und -durchführung in der Forstwirtschaft.

Das gemeinsame Auftreten dieser Einflussfaktoren stellt hohe Ansprüche an die Planung im Forstbetrieb. Diese hohen Ansprüche, vor allem bei einer just-in-time Holzbereitstellung, werden aber nur ungenügend erfüllt und erschweren somit die Planung aller darauf folgenden logistischen Abläufe erheblich. Bereits die Visualisierung der zeitlichen Abläufe zum Beispiel in Form von Gantt-Diagrammen würde die zeitliche Transparenz verbessern. Gantt-Diagramme sind Balkendiagramme, die Aktivitäten und ihre Dauer anzeigen. Gantt-Diagramme eignen sich für die Zeitplanung, so zum Beispiel für die Planung und das Verwalten von Projekten. Die Verkettung der einzelnen Aktivitäten vermittelt einen guten und schnellen Überblick über die Auswirkungen, zum Beispiel unter Berücksichtigung der verfügbaren Ressourcen, die bei Verzögerungen eintreten. Auf Grund der sich häufig verändernden Einflussfaktoren ist, wie oben beschrieben, die zahlreichen Aktualisierung mit einem hohen Aufwand verbunden.

Informationstechnologie kann an dieser Stelle durch dynamische Integration (immer auf dem aktuellen Stand) von räumlichen und produktionsspezifischen Daten die Transparenz erhöhen und auftretende zeitliche Veränderungen für die Betriebsleitung gut erkennbar machen. Geeignete Gegenmaßnahmen können somit schneller und frühzeitiger eingeleitet werden. Die Graphik in Abb. 23 soll die zeitliche Visualisierung der Maßnahmen beispielhaft verdeutlichen.



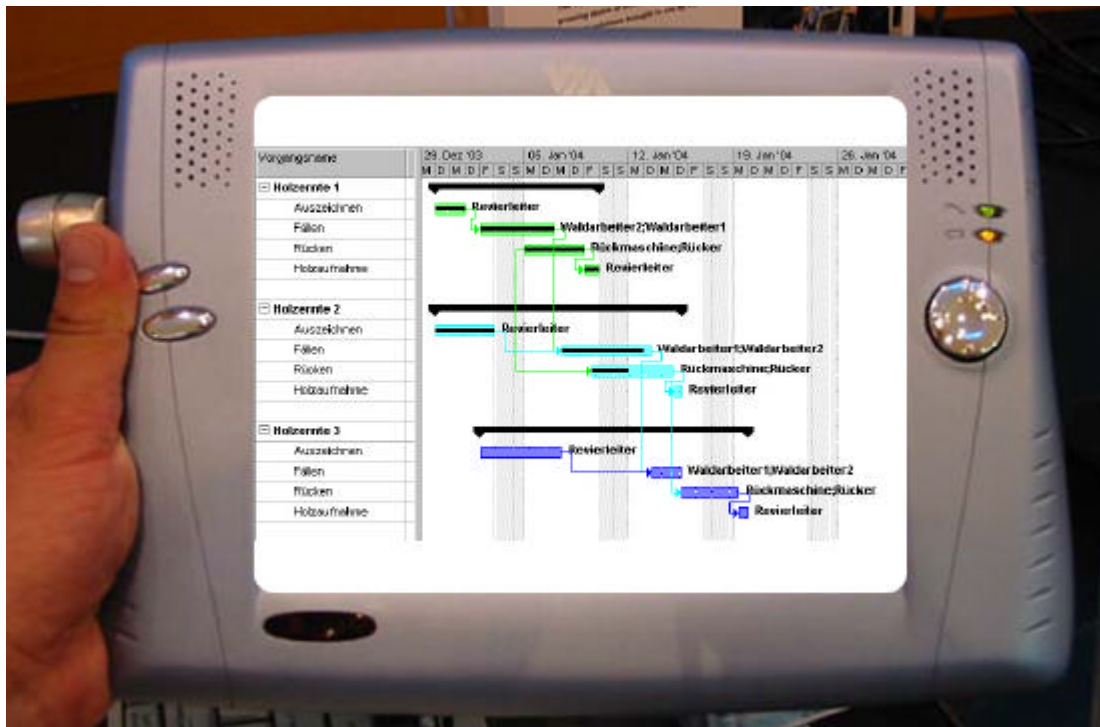


Abb. 23: Beispiel für die zeitliche informationsbasierende Transparenzsteigerung durch IT-gestützte aktuelle Gantt-Diagramme (Quelle: eigene Darstellung)

Wie bereits im Kapitel 5.3.1.3 beschrieben ist eine punktgenaue Positionsbestimmung zur Zeit schwierig beziehungsweise kaum möglich. Von Global Positioning Systems (GPS) werden in diesem Zusammenhang viele Verbesserungen und Vorteile erwartet. Allerdings waren die Geräte der ersten Generation verhältnismäßig schwer und sperrig, sowie nicht ausreichend genau. Der praxistaugliche Einsatz stellt in diesem Zusammenhang einen ausschlaggebenden Einfluss für die Akzeptanz im operativem Bereich dar. Daher ist es von Interesse, inwieweit heute verfügbare kompakte und leichte Hardware im Gegensatz zu sperrigen und schweren Geräten Vorteile bieten. Neben dem handlichen Einsatz ist die Genauigkeit in Abhängigkeit des Einsatzzweckes von hoher Bedeutung. Verglichen wurden daher im Rahmen dieser Arbeit zwei vergleichsweise kompakte GPS-Geräte. Zum Einsatz kamen das GeoMeter 12L GPS von der Firma Geosat mit externer Antenne und ein weiteres sehr handliches Gerät, das Garmin III Plus GPS der Firma Garmin (vgl. 7.1.2.1).

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden diese beiden GPS-Geräte unter praxisnahen forstwirtschaftlichen Bedingungen miteinander verglichen. Dabei wurden beide GPS-Geräte zur gleichen Zeit auf einen Trigonometrischen Punkt (TP) (vgl. 4.3.6) im Wald installiert, der sehr genau terrestrisch eingemessen wurde ( $\pm 8$  cm). Die Messungen wurden zeitgleich durchgeführt, damit dieselbe Satellitenkonstellation unterstellt werden konnte und somit die Messdaten direkt vergleichbar sind.

Mit Hilfe einer topographischen Karte (vgl. Abb. 12) konnte ein ausgewählter TP mit dem Auto oder zu Fuß angesteuert werden. Die Skizze des Landesvermessungsamtes für diesen Punkt (vgl. Abb. 14) und die Gauß-Krüger-Koordinaten aus der Tabelle (vgl. Abb. 13), die zum Navigieren (Aufsuchfunktion) mit dem Geometer dienten, waren zwingend notwendig, um den entsprechenden Punkt zu finden.

Schwierigkeiten bei der Suche der Trigonometrischen Punkte:

- Es war nicht möglich, aus der Karte die befahrbaren von den nicht befahrbaren Wegen zu unterscheiden, beziehungsweise waren viele Wege bereits so zugewachsen, dass sie als solche erst bei sehr genauem Hinsehen zu erkennen waren.
- Die Topographische Karte war nicht aktuell. Viele vorhandene Wege waren nicht verzeichnet, was die Orientierung erheblich erschwerte.
- Laub, Bodenvegetation und Sträucher verdeckten einige Steine teilweise oder ganz, so dass sie nur schwer zu sehen oder nur mit Hilfsmitteln (Klopfen mit Eisenstange) oder gar nicht aufzufinden waren.

Die Koordinaten eines jeden gefundenen TP wurde sowohl mit dem GeoMeter als auch mit dem Garmin je fünf Mal eingemessen. Eine Messung erfolgte über 60 Sekunden. Als Schnittstellensoftware zwischen GPS und PC kamen in Abhängigkeit vom GPS-Geräts zwei verschiedene Produkte zum Einsatz, und zwar für das Garmin GPS die Software TrackMaker Pro und für den GeoMeter die Software GeoLink von GEOsat GmbH (vgl. 4.5.5). Die Nutzung der Schnittstellensoftware beschränkte sich auf den Ex- und Import der Daten. Die Daten wurden im Gauß-Krüger-Format gespeichert und übertragen. Die Auswertung wurde mittels der Software MS Excel und ArcView 8 der Firma ESRI durchgeführt (vgl. 4.5.2 und 4.5.3).

Die aufgenommenen Koordinaten wurden mit den terrestrisch von der Landesvermessungsanstalt aufgenommenen Koordinaten der Trigonometrischen Punkte verglichen. Hierzu wurden jeweils fünf Messungen pro Trigonometrischen Punkt und GPS-Gerät gemittelt. Auf Grund der verhältnismäßig geringen Abweichung (< 100 m) zwischen den Koordinaten wurde die Erdkrümmung bei der Vergleichsberechnung nicht einbezogen, sondern vereinfachend ein ebenes kartesisches Koordinatensystem unterstellt. Die weitere Berechnung erfolgte nach folgender, auf dem Satz des Pythagoras basierenden Formel:

$$r_g = \sqrt{(x_t - x_g)^2 + (y_t - y_g)^2}$$

$r_g$  = GPS\_Fehler\_[m]

$x_t$  = Terrestrischer\_Rechtswert\_[m]

$x_g$  = GPS\_Rechtswert\_[m]

$y_t$  = Terrestrischer\_Hochwert\_[m]

$y_g$  = GPS\_Hochwert\_[m]

TP-ID	Abweichung GEOMeter [m]	Abweichung Garmin [m]
34	4,80	12,22
35	2,46	22,28
38	3,46	14,98
14	6,37	44,57
24	6,13	9,54
28	3,02	24,85
27	8,25	11,71
26	5,74	46,82
45	1,25	4,72
42	4,56	19,36
<b>x</b>	<b>4,60</b>	<b>21,10</b>

Tab. 14: GPS-Abweichung (Mittelwert aus fünf Messungen) im Vergleich zur terrestrischen Einmessung der LVA (TP) (Quelle: eigene Darstellung)

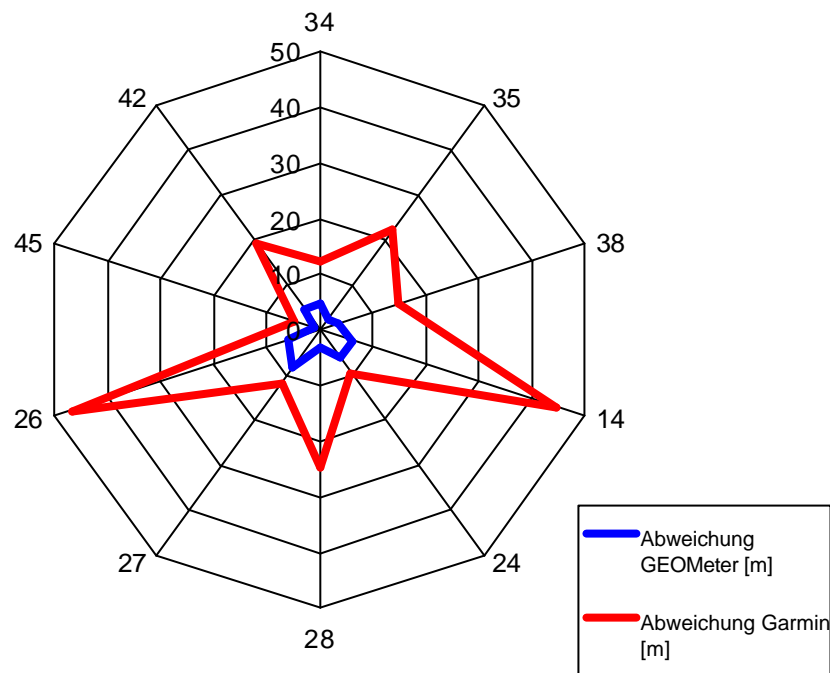


Abb. 24:GPS-Mittelwert-Abweichung im Vergleich zur terrestrischen Einmessung der LVA (TP) (Quelle: eigene Darstellung)

Die durchschnittliche Abweichung der GPS-Messung unter forstwirtschaftlichen Bedingungen liegt im Vergleich zu den terrestrisch eingemessenen Trigonometrischen Punkten beim Geometer bei 4,60 Meter und beim Garmin bei 21,10 Meter (vgl. Tab. 14 und Abb. 24).

Czaja und Hamberger (2001) untersuchten sieben GPS-Empfänger statisch unter Kronendach. Die Lagegenauigkeit der fünf besten Geräte lagen zwischen 2,9 und 6,9 Metern. Die Mittlere Lageabweichung des GeoMeter 12L betrug bei Czaja und Hamberger (2001) 4,87 Meter. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Fritz und Gawehn (2001) und den im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten GPS-Messungen. Naesset (1999) hat ebenfalls statische Punktmessungen im Wald unter Schirm durchgeführt. Seine Genauigkeiten lagen im besten Fall zwischen 0,8 und 2,2 Metern. Naumann, Kühnel und Nicke (2004) stellten in ihrer Untersuchung fest, dass die Messung in belaubten Buchenbeständen gegenüber unbelaubten Buchenbeständen zuverlässiger möglich ist und begründen dies mit der Eigenschaft von Mikrowellen. So soll die Dämpfung (eingeschränkte Freiraumbedingungen führen zur Verringerung der Empfangsleistung), die durch das belaubte Kronendach verursacht wird, geringer sein als die durch kahle Äste und Zweige herbeiführte Streuung (Multi-Pathing-Effekt; genau wie optische Strahlen werden

elektromagnetische Funkwellen an Partikeln gestreut). Die Ursache für eine geringere Dämpfung wurde jedoch nicht untersucht.

Für praktische forstbetriebliche Anwendungen und Interpretation ist neben der durch TP-Vergleich durchgeführten Genauigkeitsprüfung von Interesse, mit welchem zeitlichen Aufwand und mit welcher Genauigkeit praktische Ortungsaufgaben im betrieblichen Ablauf mit GPS im Vergleich zu herkömmlichen Ortungsverfahren erzielt werden können.

Um die praktischen Vorteile der GPS-Ortungstechnologie quantifizieren und mit anderen Positionsbestimmungsmethoden vergleichen zu können, wurden verschiedene Methoden zur punktgenauen Positionsbestimmung auf ihre rationelle Einsetzbarkeit innerhalb der Holzbereitstellungskette im operativen Forstbetrieb hin untersucht. Dazu wurde im Rahmen einer Diplomarbeit (Baumann 2003) im Untersuchungsgebiet eine Fallstudie durchgeführt (4.2). Folgende Positionsbestimmungsmethoden kamen dabei vergleichend zur Anwendung:

- Verbale Beschreibung
- Karte
- Luftbild
- „Global Positioning System“ (GPS) in Verbindung mit „Geographischen Informationssystemen“ (GIS)

Mit Hilfe dieser vier Varianten suchte je ein ortsunkundiger Proband verschiedene Positionsarten auf, die zuvor im Untersuchungsgebiet festgelegt wurden. Dabei handelte es sich um Holzpolter, Rückegassen, Sturmflächen und Einzelwürfe. Die Positionen wurden auf Karte und Luftbild jeweils handschriftlich vom Revierleiter eingezeichnet oder verbal beschrieben. Mit GPS erfolgte eine Einmessung der Positionen und deren Visualisierung im GIS. Im Rahmen einer Arbeitszeitstudie wurden die benötigten Zeiten und Wegstrecken zum Aufsuchen der einzelnen Positionen gemessen.

Für die statistische Auswertung der erhobenen Daten wurde der zeitliche Aufwand und der zurückgelegte Weg zum Aufsuchen der Positionen mittels Karte – als herkömmliche und traditionelle Positionierungsmethode – gleich 100 % gesetzt und getrennt nach den einzelnen Positionsarten ausgewertet. Danach waren mit 36 % bei der Suche mit Hilfe von GPS die höchsten zeitlichen Einsparungen zu verzeichnen. Zweitschnellstes Verfahren mit 48 % war die Suche mit Hilfe der verbalen Beschreibung. Das verhältnismäßig gute Abschneiden der verbalen Positionsbeschreibung lässt sich darauf zurückführen, dass das Untersuchungsgebiet relativ klein und somit eine gute Orientierung möglich war. Am längsten dauerte die

Suche mit dem Luftbild. Verglichen mit der Karte war damit ein zeitlicher Mehraufwand von über 83 % im Fall des Aufsuchens der Rückegassen notwendig. Die Zeitbedarfswerte für die Suche mit der Karte lagen zwischen Luftbild und GPS beziehungsweise verbaler Beschreibung. Die bei der Suche zurückgelegten Wege verteilten sich entsprechend. Mit GPS und verbaler Beschreibung wurden während des Aufsuchens der Positionen die wenigsten, mit dem Luftbild die meisten Kilometer zurückgelegt.

Bei Auswertung der Untersuchung wurde auch zwischen direktem Auffinden anhand guter Orientierungsmöglichkeiten und einem verzögerten Auffinden der Positionen durch Fehlfahrten und wegen Orientierungsschwierigkeiten unterschieden. Danach traten die größten Schwierigkeiten beim Luftbild auf. Nur 56 % der Positionen konnten direkt gefunden werden; bei der verbalen Beschreibung und Karte jeweils 87 %. Mit GPS wurden 94 % der Positionen zielsicher und ohne Orientierungsschwierigkeiten aufgefunden. Der größere zeitliche Aufwand bei GPS/GIS-Nutzung trotz sofortigen Auffindens ergibt sich durch systembedingte Wartezeiten zum Beispiel an Kreuzungen, wo jeweils auf die Aktualisierung der Ortsbestimmung durch das System gewartet werden musste. Dadurch wird die Aussage von Chmara (2002) bestätigt, dass für die einfache Navigation eingescannete georeferenzierte Wegekarten, auf denen die Position des Polters und mit Hilfe von GPS die aktuelle Position des Fahrzeugs angezeigt werden, ausreichen und für Waldfahrten nicht zwangsläufig ein Routing (vgl. 2.1.5) notwendig ist, bestätigt.

Des Weiteren wurden in dem Versuch aus Zeit und Weg die aus dem Einsatz der verschiedenen Positionierungsmethoden entstandenen Kosten berechnet. Danach ergaben sich gegenüber der Karte mit 64 % die höchste prozentuale Einsparung durch die Verwendung von GPS. Mit der verbalen Beschreibung konnten finanzielle Einsparungen von über 55 % erreicht werden. Der Einsatz des Luftbildes ergab einen Mehraufwand von über 80 % und erwies sich dadurch als die teuerste Positionierungsmethode. GPS stellte also das kostengünstigste Verfahren dar.

Zusätzlich wurde die Genauigkeit der auf dem Luftbild und der Karte eingezeichneten Positionen bestimmt. Referenzwerte waren hier die Messwerte des GPS-Empfängers GEOMeter 12L der Firma Geosat (vgl. 7.1.2.1). Um diese Positionen wurden nach forstfachlichem Ermessen Genauigkeitsbereiche festgelegt, innerhalb derer die gefundenen Objekte eingezeichnet werden mussten, um ein sicheres Auffinden der Objekte zu gewährleisten. Danach hatte das Luftbild die größten Positionsabweichungen. Insgesamt entsprachen knapp 1/3 der Positionen auf der Karte und fast die Hälfte auf dem Luftbild nicht den festgelegten Genauigkeitsanforderungen. Chmara (2002) hingegen schätzt die Positionsbestimmung von Holzpoltern auf einer Karte als für betriebliche Zwecke ausreichend genau ein. Da die Ergebnisse dieser Untersuchung zu einem anderen Schluss kommen, sollte, solange mit Karten ohne GPS-Unterstützung gearbeitet

wird, eine zusätzliche Kennzeichnung am Holzpolter erfolgen, über die eine eindeutige Identifikation des Polters gegeben ist. Die derzeit praktizierte Farbmarkierung der obersten Stämmen der Holzpolter wird als nicht ausreichend angesehen. Zum einen ist die Suche der Farbmarkierung bei Schneelage aufwendig und zum anderen sind damit halb abgefahrene Polter nicht mehr eindeutig gekennzeichnet und erfordern eine erneute Kennzeichnung durch den Revierleiter oder in Abhängigkeit des Sortimentes einen Abgleich mit den Waldnummern an der Stirnseite des Holzes.

Neben GPS/GIS-Einsatz könnte zur Poltersuche zukünftig auch RFID-Technologie (vgl. 2.1.8) eine vorteilhafte Kennzeichnung sein, die es erlaubt, beim Passieren des richtigen Polters dem Fuhrmann ein entsprechendes Signal zu übermitteln.

Zusammenfassend könnte der im Rahmen dieser Untersuchung im logistischen Ablauf der Holzbereitstellungskette ein erhebliches Rationalisierungspotential durch den Einsatz satellitengestützter Positionsbestimmungsverfahren aufgedeckt werden.

### 5.3.2 *Erstellung eines Schwachstellenkatalogs*

Alle Prozesse des Ist-Zustands wurden systematisch (chronologisch) analysiert. Hierfür wurden alle drei Darstellungsformen herangezogen (vgl. 4.1.3.1 und 5.2). Die 52 ermittelten Prozessschwachstellen wurden durch eine Identifikationsnummer gekennzeichnet, die Angaben über die betreffende Prozessgruppe, den entsprechenden Prozess und eine Kurzbezeichnung enthält. Die Schwachstellen wurden ergänzend in tabellarischer Form dargestellt (vgl. 4.1.3 und Tab. 15). So hat zum Beispiel der Prozess „Koordination der Holzeinweisung“ die Identifikationsnummer „38“, gehört zur Prozessgruppe „Durchführung“ des Prozesses „Holztransport“ und hat die Kurzbezeichnung „Koordination der Holzeinweisung“. Eine Kurzbeschreibung des betreffenden Prozessablaufs wurde aus den Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK) des Ist-Zustands abgeleitet (vgl. Abb. 8). Des Weiteren wurden Nachteile des Ist-Zustandes, wie zum Beispiel Schnittstellen und Medienbrüche, dokumentiert. Die von dem Prozess betroffenen organisatorischen Einheiten wurden ebenfalls aufgelistet. Eine Einstufung über die Dringlichkeit der Prozessverbesserung wurde aus den Prozesskosten und der Prozessqualität (vgl. 4.1.2.6), die bereits durch die Attributtabelle der Ereignisgesteuerten Prozessketten ermittelt wurden, abgeleitet (vgl. 5.2.3). Schließlich sind eine Kurzbeschreibung eventueller Lösungsalternativen sowie Sofortmaßnahmen für eine kurzfristige provisorische Behebung der Probleme im Schwachstellenkatalog ebenfalls skizziert.

Nr	Prozess- gruppe	Prozess	Kurz- bezeichnung	Beschreibung	Nachteile	Betroffene organisa- torische Einheiten	Dringlich- keit	Lösungs-alternativen	Sofortmaß- nahmen
38	Durchführung	Holztransport	Koordination der Holzabtransport einweisung	Im telefonischen Gespräch mit dem Fuhrmann wird geklärt: Liegt die Abfuhrgenehmigung vor? Terminabsprache Treffpunktabsprache Fahrzeugtyp für weitere Abfuhrplanung erfragen	Fuhrmann muss RL im Büro erreichen, da RL sonst nicht alle Dokumente zur Hand hat. Kommunikations- bzw. Sprachprobleme mit ausländischen Fuhrleuten. RL muss in Ordnern nach Dokumenten suchen (Holzlisten und Abfuhrerlaubnis). Falls Abfuhrgenehmigung nicht vorliegt, muss FA kontaktiert werden, um nach Abfuhrerlaubnis zu fragen). Terminabsprache wird in analogen Kalender notiert. Das bedeutet keine Erinnerungsfunktion sowie schlechte Informationsverfügbarkeit bei Reviervertretung. Treffpunktabsprache nicht immer eindeutig.	RL sonst Transporteur	hoch	Zur Verfügungstellung der benötigten Informationen (Polterkoordinaten, digitale Karte, Holzliste) in digitaler Form an den Transporteur, wenn Abfuhrfreigabe vorliegt. Eigenständige Holzabfuhr durch Transporteur. Digitale zentrale Datenhaltung. Nur im Ausnahmefall persönliche Unterstützung durch RL. Abfuhrkontrolle durch Forstschranken und digitalen Schlössern mit Zahlenkombination oder TAN. Weitere Möglichkeit der Abfuhrkontrolle mit Radio frequency identification (RFID)	Kartenmaterial zur Verfügung stellen

Tab. 15: Auszug aus dem Schwachstellenkatalog in tabellarischer Form (Quelle: eigene Darstellung)

### 5.3.3 Schwachstellenanalyse

Im Folgenden werden einige bedeutsame Schwachstellen von einzelnen Prozessen näher diskutiert (vgl. 5.3.2). Die Diskussion erfolgt soweit möglich chronologisch nach den Kernprozessen, Planung, Durchführung und Controlling.

#### 5.3.3.1 Planung der Holzbereitstellung

Der Zeitbedarf des Revierbeamten für den Kernprozess der Planung der Holzbereitstellung beträgt 42,37 Stunden pro Jahr (vgl. 5.2.3). In diesem Kernprozess sind die Tätigkeiten von der Erstellung des jährlichen Hiebsplans über die Erhebung von Bestandes-, Gelände- und Forstbetriebsinformationen, der Bearbeitung der Übertragungsbelege bis hin zur Erstellung der Arbeitsaufträge enthalten.

Wie Becker (1997) bereits kritisch anmerkte, ist der Zugriff auf potentielle Lieferbestände allenfalls „per Hand“ über tabellarische Zusammenstellungen der Forsteinrichtung über Baumarten und Altersklassenkarten möglich. Dies hat sich bis heute nicht geändert. Angesichts des zeitaufwendigen Informationsbeschaffungsprozesses und der unpräzisen Informationen verlässt man sich häufig auf sein eigenes Gedächtnis und das der Mitarbeiter.



Forstamtsleiter und Revierleiter prüfen zum Herbstbeginn unter Berücksichtigung des Planungsbriefs der Forstdirektion alle 200 Behandlungseinheiten des Reviers auf Möglichkeiten und Notwendigkeiten eines Hiebs. Dabei wird das Forsteinrichtungswerk systematisch von Anfang bis Ende überprüft. Die Durchsicht des Forsteinrichtungswerks ist aufwendig und die Informationen häufig ungenau (vgl. Becker 1997). Voraussetzung für eine automatisierte Auswahl von potenziellen Hiebsflächen wäre die Standardisierung des Planungsbriefs der Forstdirektion sowie eine Standardisierung waldbaulicher Informationen, wie zum Beispiel Dringlichkeit, Stärke und Zeitraum des empfohlenen Eingriffs im Rahmen der Forsteinrichtung. Derzeit werden diese Empfehlungen im Planungstext verbal beschrieben und sind daher nur sehr schlecht elektronisch auswertbar. Auch müssten die im laufenden FE-Zeitraum bereits erledigten Hiebsmaßnahmen dokumentiert werden.

Im Zusammenhang mit der Entscheidung, einen Hieb durchzuführen, werden die anfallenden Sortimente und deren Masse hiebsweise grob geschätzt. Planungsdaten von gegebenenfalls in den Vorjahren geplanten, aber nicht durchgeführten Hieben werden dabei nicht genutzt. Der Zeitbedarf für die Tätigkeiten bis zu diesem Punkt liegt bei 4,08 Arbeitstagen allein für den Revierleiter pro Jahr.

Nach Durchsicht aller Behandlungseinheiten und der Entscheidung zur Durchführung bestimmter Hiebe im Planungsjahr erhebt der Revierleiter präzisere Daten vor Ort. Zu diesen Daten gehören Bestandesdaten, Geländedaten und forstbetriebliche Informationen. Dabei liegt der Zeitbedarf im Büro bei 2,76 Arbeitstagen pro Jahr und allein für die Revierfahrt im Pkw zu den einzelnen Waldorten bei 1,32 Arbeitstagen pro Jahr (vgl. EPK und Tabellen). Das bedeutet, dass der Revierbeamte circa 12 Stunden ununterbrochen im Pkw fährt, um die Bestände anzufahren, bei denen er die Daten für die Vervollständigung der Planung erhebt.

Die Datenaufnahme erfolgt dabei handschriftlich im Revier. Diese Notizen werden ebenfalls handschriftlich im Büro übertragen. Die Planungsdaten werden anschließend zusammengefasst, handschriftlich in einen Übertragungsbeleg eingetragen und dem Forstamt zur Abschrift in die EDV übergeben (vgl. EPK). Dieser Ablauf verursacht mehrfache Schnittstellen und Medienbrüche (vgl. 5.3.1.2).

Hiebsblöcke, das heißt räumlich zusammenhängende Hiebe gleicher Art, werden nicht systematisch gebildet. Eine Hiebsabsprache über Reviergrenzen oder sogar Forstamtsgrenzen erfolgt nicht. GIS-Netzwerkanalyse-Module könnten diese Blockbildung auch reviergrenzenübergreifend unterstützen. Der Anteil der tatsächlich durchgeführten Hiebe (45 Hiebe) im Verhältnis zu den geplanten Hieben (jährliche Hiebsplanung: 67 Hiebe) ist relativ gering. Dies beruht auf dem hohen Anteil an nicht vorher planbaren zufälligen Nutzungen und der kurzfristigen kundenorientierten beziehungsweise marktorientierten Hiebsführung. Der

Durchschnitt der zufälligen Nutzungen der letzten fünf Jahre wurde auf Grund der Bilanzdaten der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg speziell für das Untersuchungsforstamt berechnet. Die zufällige Nutzung liegt demnach im Forstamt bei circa 20 % des gesamten Hiebsatzes. Die jährliche Hiebsplanung ohne Wiederverwendung der Planungsdaten der letzten Jahre (wie es derzeit in der Praxis üblich ist) könnte daher in Frage gestellt werden. Zielführender wäre es, eine Hiebsplanung für zwei bis drei Jahre im Voraus zu erarbeiten und in einer Planungsdatenbank zu speichern (vgl. Hecker/ Ressmann/ Becker 1998; Duffner 1998a und 2003). Kurzfristige kundenorientierte Abfragen der Planungsdatenbank wären dann marktorientiert möglich. Einmal erfasste Planungsdaten sollten grundsätzlich Wiederverwendung finden und dabei gegebenenfalls fortgeschrieben werden (vgl. 5.3.1.1), so zum Beispiel bei früher erhobenen Gelände-, Bestandes- und Forstbetriebsinformationen. Die standardisierte Datenerhebung und Datenverwaltung wäre hierbei, wie bereits in Kapitel 5.3.1.1 beleuchtet, eine Grundvoraussetzung.

Im Rahmen der Holzernteplanung müssen trotz Abschaffung des Leistungslohns im Staatswald nach wie vor Geländedaten erhoben werden. Zum einen, weil im betreuten Kommunalwald immer noch der Leistungslohn Anwendung findet und zum anderen, weil die Geländeeigenschaften die Holzernte in ihrer Organisation direkt beeinflussen, zum Beispiel durch die Wahl des Holzernteverfahrens in Abhängigkeit von Hangneigung der Arbeitsflächen. Zu dem zeitlichen kommt auch ein kostenbestimmender Einfluss auf die Holzernte und somit auf die Berechnung des Kostendeckungsbeitrags. Zu den relevanten Geländeeigenschaften gehören zum Beispiel die Neigung, Bodeneigenschaften, Gewässer, Vernässungsflächen und Blocküberlagerung sowie die Nähe öffentlicher Straßen. Diese Geländedaten weisen alle einen Lagebezug auf und können daher punktgenau mit Hilfe des GPS aufgenommen, dokumentiert und somit wieder verwendet werden. Eine Wiederverwendung dieser Daten könnte eine zeitliche Einsparung von circa 5 Arbeitstagen pro Jahr zur Folge haben. Noch nicht inbegriffen sind dabei die damit zeitlich verbundenen Revierfahrten zu den Orten der Datenerhebung. Die Geländeeigenschaften wie Bodeneigenschaft und Vernässungsflächen sind saisonal meteorologischen Schwankungen unterworfen. Diese Informationen sollten daher durch saisonale meteorologische Erfahrungswerte, zum Beispiel Temperaturbereiche, Niederschläge und Schneefallgrenzen, erweitert werden. Die übrigen Geländeeigenschaften sind statistischer Natur, unterliegen also kurz- bis mittelfristig keinen Veränderungen und müssten daher nur einmal mit GPS dokumentiert werden. In der letzten Altersklassenkarte von 1990, die nicht mit FoGIS erstellt wurde, fällt im Vergleich zur GIS-gestützten Kartierung von 2001 auf, dass Blocküberlagerungen als Kartierungsinformationen der FGK 5 eingezeichnet waren. Diese Informationen gingen beim neuen Verfahren der Kartenproduktion (vgl. 2.1.2) verloren, da sie von den FoGIS-Daten (Vektordaten) überlagert wurden.

Eine Prüfung der Blocküberlagerungskartierung (Vergleich der Kartendarstellung mit Realität) zeigte, dass diese Daten von Nutzen sind und daher auch zukünftig lokalisiert und visualisiert werden sollten. Dies kann mit aktuellen GIS-Produkten durch eine halbtransparente Darstellung erfolgen.

Eine standardisierte Dokumentation der Daten ist zwar in den meisten Fällen möglich, die Dateninterpretation bleibt allerdings abhängig von unterschiedlichen Einflussfaktoren, wie zum Beispiel die Bodeneigenschaften auf die Befahrbarkeit durch verschiedene Maschinentypen unterschiedliche Auswirkungen haben können. In diesem Zusammenhang sieht Becker (1997) auch die Dokumentation der Erfahrungen aus bereits durchgeführten Maßnahmen als nützlich an, um bei aktuellen Vorhaben und die Auswirkungen entsprechend abschätzen zu können.

Bestandeseigenschaften sind wie Geländeeigenschaften ebenfalls dokumentierbar und können daher auch im Rahmen der Planung erhoben und einem Punkt oder einer Fläche zugeordnet werden. Becker (1997) bemerkt, dass die im Forsteinrichtungswerk enthaltenen Bestandesdaten in der Bestandesbeschreibung allenfalls verbale Informationen sowie die Mittelwerte des Gesamtbestandes, jedoch keine detaillierten Informationen über den ausscheidenden Bestand zur Verfügung stellen. Dabei ist zwar zu berücksichtigen, dass Bestandeseigenschaften zum Teil ständigen Veränderungen unterliegen. Einmal ermittelte Bestandesdaten, wie zum Beispiel Baumalter, Baumhöhe, BHD und zum Teil auch Sortimente können jedoch auf Grund von Wachstumssimulationen für einen bestimmten Zeitraum fortgeschrieben werden. Die Fortschreibung könnte eine zeitliche Einsparung von circa 3 Arbeitstagen pro Jahr bedeuten. Dies würde zu einer Reduzierung der Revierfahrten führen.

Wertvolle, zum Beispiel für Submissionen oder spezielle Kundenanfragen (zum Beispiel Rammpfähle) geeignete Einzelbäume, die über die gesamte Revierfläche zerstreut stehen, könnten bei Gelegenheit mit GPS eingemessen und attribuiert, in ein GIS importiert und dann bei Bedarf abgefragt werden. Dadurch könnte vermieden werden, dass sehr hochwertiges Holz in schlechtere Sortimente sortiert wird, weil die Transportkosten für den Einzelstamm zu hoch sind und die Bäume bei den unregelmäßigen Submissionen in Vergessenheit geraten.

Beim Auszeichnen des Bestandes bei der Hiebsvorbereitung können durch elektronische Einhandkluppen ohne großen Zusatzaufwand Informationen über den ausscheidenden Bestand gewonnen werden (Hecker/ Ressmann/ Becker 1998). Hecker (1998) geht von einem benötigten Zeitbedarf von maximal einer halben Stunde je Hektar aus, ohne diese Schätzung jedoch durch eine Zeitstudie validiert zu haben. Die Kosten allein für die Vollaufnahme durch eine elektronische Klappung liegen nach Feit (2001) zwischen 1,14 €/je Efm.o.R. und 1,78 €/je Efm.o.R. Bei der Stichprobenaufnahme mit Bestandesvermessung entstehen Kosten zwischen 1,55 €/je

Efm.o.R. und 3,06 € je Efm.o.R. Ohne Bestandesvermessung liegen die Kosten zwischen 0,58 € je Efm.o.R. und 0,91 € je Efm.o.R. Aus den berechneten Kosten für die Vollaufnahme und die Stichprobe zieht Feit (2001) die Folgerung, dass der wesentliche Kostenverursacher bei der Stichprobenaufnahme der Arbeitsschritt der Bestandesvermessung ist. Damit bestätigt sich die Aussage von Pelz (1980), dass Stichproben in kleinflächigen Beständen häufig kein rationelles Verfahren darstellen.

Verbindet man Auszeichnen, Vollkluppung mit nur gleichzeitigen Positionsbestimmung des ausscheidenden Bestands, so ergeben sich neben BHD und Baumanzahl die ungefähre räumliche Verteilung der zu erntenden Bäume, das heißt es kann ein Punktbezug hergestellt werden. Dies würde verschiedene Vorteile mit sich bringen. Zum einen könnte die Zuordnung der erhobenen Daten in einem Geographischen Informationssystem vollautomatisch erfolgen, zum anderen kann aus der erhobenen Punktwolke automatisch die Lage und die Größe der Arbeitsfläche für die Hiebsplanung, Hiebskalkulation und Arbeitsauftragserstellung ermittelt werden. Die Ermittlung der Hiebsfläche benötigt derzeit allein 1,54 Arbeitstage pro Jahr und ist dennoch auf Grund der Erhebungsmethoden (Lineal oder Schätzung) mit großen Ungenauigkeiten verbunden. Nicht zuletzt ist bei der Ermittlung der zu erwartenden Hiebssmasse mit Stichprobenverfahren die Hiebsflächenbestimmung von erheblichem Einfluss (vgl. Pelz 1980 und Feit 2001).

Durch eine automatisierte eindeutige Behandlungseinheiten-Zuordnung und der Verknüpfung dieser Daten mit den Daten des „Allgemeinen Liegenschaftsbuchs“ (ALB) ist überdies eine Besitzerzuordnung möglich. Dies ist bei der Holzernteplanung in parzellierten Privatwaldgebieten für die Abrechnung der Hiebssmasse gegenüber den Waldeigentümern von besonderer Bedeutung. Auf Grund des GPS-Messfehlers muss derzeit mit einem Fehler von circa 5 Metern gerechnet werden (vgl. 5.3.1.3). Dies wird sich mit Einführung des Galileo-Systems ab dem Jahr 2008 (vgl. 2.1.4) und der zunehmenden technischen Entwicklung der GPS-Empfänger verbessern.

Zusätzlich wäre eine eindeutige Identifikationszuweisung des einzeln stehenden Baums ebenso denkbar wie beim geernteten Stamm (vgl. 2.1.8). Radio Frequency Identification (RFID) Systeme können auf Entfernung ausgelesen und beschrieben werden. Sie sind klein, wartungsfrei und werden kostengünstiger angeboten. Bei der Ernte könnte mit RFID kontrolliert werden, ob alle ausgezeichneten Bäume geerntet und gerückt wurden. Des Weiteren wäre auch die Zuordnung zwischen Einzelstamm und Besitzer bei der gemeinsamen Holzernte im Kleinprivatwald praktikabel und würde eine besitzerbezogene Verkaufs- und Holzerntekostenabrechnung zulassen.

Die GPS-Messung in einem Arbeitsgang mit der Kluppung kann also eine Bestandesvermessung erleichtern und die Datenaufnahme bei der Holzernteplanung verbessern. Feit (2001) weist darauf hin, dass bei Vorliegen eines Orthophotos, auf

dem die Erschließungslinien und die Bestandesgrenzen zu erkennen sind, auf die zeitaufwendige Bestandesvermessung verzichtet werden kann, wenn die Flächenermittlung durch Planimetrieren erfolgt. Dies sollte in Beständen bis zur Altersklasse II, die bereits einmal durchforstet worden sind, möglich sein. Unter diesen Voraussetzungen können komplette Hiebsblöcke (Flächen zwischen zwei Gassen) als Aufnahmeflächen verwendet werden. Durch hohe Aufnahmeanteile, so Feit (2001), kann dabei die Genauigkeit bei der Stichprobenerhebung gewährleistet und die Kosten trotzdem um bis zu 50 % gesenkt werden. Da die Vorteile von GPS jedoch klar überwiegen, sollte dieses Verfahren nur dort eingesetzt werden, wo kein GPS-Empfang möglich ist, oder wenn man auf eine Klappung des ausscheidenden Bestandes verzichtet wird

Die Nutzung von Laser-Scanning-Daten könnte nach Thies, Koch und Spiecker (2002) in Zukunft noch präzisere Daten zu Geländeneigung, Baumposition, Baumoberhöhen, Volumen und Stammform liefern. Es gilt weiter zu prüfen, ob ebenso wie in der Landwirtschaft, Vernässungsflächen durch Laser-Scanning-Daten ermittelt werden können (vgl. 2.2.1). Durch die neue Technik wären auch die von Jaeger (1995) bemängelte ungenügende Genauigkeit der Höhendaten für die Erstellung eines Höhenmodells zur Erschließungsplanung beseitigt.

Weinacker, Diedershagen und Koch (2002) erwarten von einer Datenerhebung mit Laser-Scanning weitere Vorteile. Zunächst stünde eine Datenquelle zur Verfügung, die schnell und weitestgehend wetterunabhängig Informationen liefert. Mit automatische Auswerteverfahren wäre es möglich schnell, zeitnah, flächendeckend, kostengünstig und objektiv Inventurdaten zu sammeln und zu archivieren. Dadurch könnte die Anzahl der Revierfahrten sowie der Datenerhebungsaufwand des Revierbeamten reduziert werden (vgl. 5.3.1.3).

Bei der Wertästung können ebenfalls Positionsdaten und Stückzahlangaben direkt erhoben und mit Punktbezug standardisiert in ein Informationssystem integriert werden. Damit wäre der Kundenforderung nach zeitlich und örtlich nachweisbaren und dokumentierten Informationen über wertgeästete Stämme entsprochen. Des Weiteren können die erhobenen Bestandes- und Geländedaten in Simulations- und Kalkulationssoftware einfließen. Das Holzernteprogramm der FVA Freiburg (vgl. 4.5.7) wird vor und nach der Ernte für die Kalkulation eingesetzt und ermöglicht die Simulation der Hiebsmaßnahmen. Hierbei steht die Ermittlung des erntekostenfreien Erlöses im Vordergrund. Als Eingangsdaten dienen die Kenndaten zur Identifizierung des Hiebs, Flächenangaben, Klappungsdaten (Stichprobe oder Vollaufnahme), Güteklassenanteile, Aushaltungskriterien, Angaben zur Sortenbildung, Preisangaben und Arbeitsschrittangaben (vgl. Abb. 33). Hiermit können der Zeitbedarf sowie die Lohn- und Betriebskosten berechnet werden. Zudem kann die Sortenstruktur ermittelt werden

Feit (2001) stellt fest, dass das Programmpaket Holzernte Funktionen bietet, Sorten und Erlöse in Fichten-Durchforstungsbeständen für Verkaufsverhandlungen ausreichend genau, das heißt mit Volumenabweichungen von weniger als 5% im Vergleich zu den realen Hiebsdaten, zu kalkulieren (vgl. 2.3.7; Hradetzky/ Schöpfer 2001).

Neben den Bestandes- und Geländedaten müssen im Rahmen der Holzernteplanung zusätzliche forstbetriebliche Informationen erhoben und berücksichtigt werden. Die Informationen über Erschließungsverhältnisse, Bestandesgrenzen, Polterplätze und Transportwege unterliegen keinen kontinuierlichen Veränderungen und sind standardisiert dokumentierbar. Dadurch ist zum Beispiel eine Auswertung der Attributdaten, die Aufschluss über die maximale Kapazität von Polterplätzen geben, realisierbar. Diese Daten sind wieder verwendbar, zumal sie einen eindeutigen Punktbezug aufweisen. Derzeit bemühen sich mehrere Arbeitsgruppen der Forst- und Holzwirtschaft, eine bundesweite Standardisierung für eine einheitliche Klassifizierung, einheitliche Digitalisierung und einheitlichen Datenstandard für Waldwege zu vereinbaren (GeoDAT vgl. 2.1.6.3).

Die Erschließungsverhältnisse haben einen Punktbezug und können im GIS abgebildet und analysiert werden. Neue Waldstraßen werden heutzutage nur noch in geringem Umfang gebaut. Sie können direkt mit GPS aufgenommen und vektorisiert werden. Einrichtungen der Feinerschließung wie Maschinenwege, Rücke- und Seilkranlinien lassen sich unter Berücksichtigung von vorhandenen Geländedaten wie Steigung, Blocküberlagerung, Bodeneigenschaften, Gewässer und Vernässungsflächen in einem Geographischen Informationssystem planen und in den Wald durch den Einsatz von GPS übertragen und dokumentieren. Chmara (2002) weist für eine Transportoptimierung auf die Notwendigkeit von Informationen zum Wegenetz, wie zum Beispiel auf die aktuelle Befahrbarkeit und Wendemöglichkeiten, hin. Dabei lässt er jedoch offen, wie diese Informationen aktuell erfasst werden sollen und wie diese in Abhängigkeit vom Fahrzeugtyp zu dokumentieren sind. Die Realisierung durch entsprechende Attributierung mit zeitnahen updates wäre in einem GIS-gestützten Wegeinformationssystem theoretisch möglich, aber angesichts der vergleichsweise geringen Verkehrsfrequenz in der Datenpflege aufwendig.

Bestandesgrenzen sind bereits heute vektorisiert, werden aber bisher nur für die Erstellung der Alterklassenkarte genutzt (vgl. 2.1.2). Derzeit müssen die Bestandesgrenzen, soweit sie nicht durch einen Weg direkt ersichtlich sind, mittels visueller Kennzeichnung verdeutlicht werden. Dies geschieht in der Praxis durch Aufsuchen der Grenzsteine und Farbmarkierung der angrenzenden Bäume durch den Revierleiter. Das Aufsuchen der Grenzsteine ist sehr aufwendig und die Farbmarkierungen mittels Sprühdose maximal ein bis zwei Jahre sichtbar (vgl. Kraft 2000). Das bedeutet, dass die Bestandesgrenzen bei jedem Eingriff erneut markiert

werden müssen. Wird ein Hieb auf Grund der Marktlage oder zum Beispiel nach starken Sturmschäden und Reglementierungen der Forstdirektion verschoben, muss unter Umständen die Markierung für einen Hieb doppelt durchgeführt werden. Nutzt man hingegen die bereits vektorisierten Daten, könnten Waldarbeiter und Maschinen durch ein mobiles GIS, das einen GPS-Empfänger besitzt, visuell und akustisch darauf hingewiesen werden, dass sie sich der Arbeitsflächengrenze nähern oder diese bereits übertreten haben. Mittels RFID Markierung der Grenzbäume und einem entsprechenden Empfangsmodul in der Motorsäge oder Harvesterkopf könnte die Ernte von Bäumen, die von dieser Erntemaßnahmen ausgeschlossen sein sollen, vollständig vermieden werden.

Zaunflächen erschweren die Holzernte und beeinflussen die Hiebsordnung und müssen daher in die Hiebsplanung einbezogen werden. Sie sind zwar im Forsteinrichtungswerk und in der Altersklassenkarte abgebildet, stellen aber nur die Situation zum Forsteinrichtungstichtag dar. Des Weiteren ist die Lage der gezäunten Flächen im Bestand nur grob vom Forsteinrichter geschätzt und skizziert. Eine exakte Übereinstimmung mit der Realität ist daher oft nicht gegeben. Eine Aktualisierung erfolgt zehn Jahre lang nicht.

Der Einfluss von benachbarten Einrichtungen, wie zum Beispiel Platzmangel und Unfallgefahr durch Straßen oder nicht tiefgründige Gasleitungen, die sich zum Teil von Maßnahme zu Maßnahme nicht verändern, aber die Holzernteplanung beeinflussen, werden nicht dokumentiert. Ebenso werden keine Lösungsansätze und Erfahrungen vorheriger Maßnahmen dokumentiert. Eine Standardisierung solcher Informationen kann auf Grund der komplexen und vielseitigen Faktoren nur sehr eingeschränkt erfolgen. Die Dokumentation als Freitext wäre jedoch zu empfehlen.

Polterplätze werden bei jedem Hieb je nach Bedarf durch den Revierbeamten ausgewählt. Bei der Auswahl der Polterplätze muss der Revierbeamte abschätzen, wie lange das Holz voraussichtlich im Wald liegen wird. Dies ist jedoch von mehreren Einflussfaktoren abhängig. Liegt ein Nadelholz-Polter zur Zeit des Käferbefalls (April-September) im Wald, wird es unter Umständen aus Waldschutzgründen mit Insektiziden gespritzt. Jedoch ist die Ausbringung von Insektiziden auf Flächen, bei denen die Gefahr einer Abschwemmung in Gewässer – insbesondere durch Regen oder Bewässerung – gegeben ist, verboten. In jedem Fall sind Mindestabstände zu Oberflächengewässern bei der Anwendung der Substanzen einzuhalten. Dem Revierbeamten stehen jedoch nur die unvollständigen Informationen über Oberflächengewässer, die in der Altersklassenkarte enthalten sind, zur Verfügung. Vor Ort ist die Ermittlung eventuell betroffener weiterer Gewässer durch saisonale Schwankungen (starke Trockenheit oder Schneelage) und auf Grund schlechter Sicht durch Vegetation erschwert. Geeignete Polterplätze in ausreichendem Abstand zu Gewässern könnten systematisch durch die Pufferung der Fließgewässer mit Hilfe eines GIS festgelegt werden. Neben der Berücksichtigung

von Gewässern bei der Polterplatzauswahl ist die Berücksichtigung einer möglichst kurzen Rückentfernung zur Optimierung der Holzbereitstellungskosten von Bedeutung. Im GIS können sowohl die ökologischen als auch die ökonomischen Anforderungen berücksichtigt und so Polterplätze optimal festgelegt und dargestellt werden.

Für einen günstigen Abtransport des Holzes, aber auch zum Einsatz von mobilen Entrindungsanlagen, ist das exakte Poltern wichtig. Zu beachten ist zum Beispiel die Erdstammrichtung in Abhängigkeit von der Transportrichtung und die Poltertiefe sowie der Mindestabstand zwischen den Einzelpoltern. Im Zuge einer Verbesserung der gesamten Holzbereitstellung sind in diesem Zusammenhang also auch die Interessen der anderen Logistikpartner zu berücksichtigen, um die gesamte Holzbereitstellung zu optimieren und damit die Kosten insgesamt zu reduzieren. Daher muss der Revierleiter schon bei der Planung der Holzernte die Transportrichtung und somit auch zum Teil den Transportweg festlegen. Erschwert wird diese Überlegung durch variable meteorologische Faktoren und die Ungewissheit des Transportzeitpunkts. Zudem häuft sich von Seiten der Holzkäufer der Wunsch, nach ganzjähriger Holzabfuhr (Erler 1997). Die Nutzung von punktbezogenen Erfahrungswerten, wie zum Beispiel potentielle Polterplätze, der letzten Jahrzehnte wäre in diesem Zusammenhang ebenso wie die Einbeziehung von meteorologischen Daten in ein Geographisches Informationssystem von Nutzen. Die zur Zeit erarbeitete Datenstandardisierung des deutschen Waldwegenetzes (GeoDAT) und seine Verschneidung mit dem öffentlichen Straßennetz würde die Möglichkeit eines Transport-Routings und somit einer automatischen Transportweganalyse eröffnen (vgl. 2.1.5). Des Weiteren könnten die Daten für eine Wegeoptimierung genutzt werden, wie es zum Beispiel Janowsky (2001) untersucht hat.

Erfolgt sowohl die Erhebung als auch die Nutzung bereits aufgenommener Bestandes- und Geländedaten sowie forstbetrieblicher Informationen ausschließlich digital und standardisiert, müssen die Daten nicht in Planungsbelege übertragen und abgetippt werden, sondern werden zentral und zeitnah dem Forstamt zur Verfügung gestellt. Dies würde unter anderem die Vorbereitung von Hiebsmaßnahmen zur Ausschreibung an Einschlagsunternehmer wesentlich erleichtern. Auch die Erstellung von Arbeitsaufträgen an die Waldarbeiter, die 3,5 Arbeitstage pro Jahr in Anspruch nimmt, könnte bezüglich des Zeitaufwandes verkürzt, die Informationsbereitstellung wesentlich umfangreicher, punktgenau und insgesamt präziser erfolgen und somit auch qualitativ verbessert werden.

Im Rahmen dieser Untersuchung haben sich zur Erstellung von Arbeitsauftragsunterlagen mit GIS Unterstützung folgende Informationen als zweckdienlich erwiesen: Erschließung und Feinerschließung, Bringungsrichtung, Art und Ort der Polterung, Hangneigung, Bodenverhältnisse und daraus abgeleitet Zeit-



und Kostenvorgaben, Hiebsordnung, Bestandesgrenzen, Abgrenzung der Arbeitsfläche, Abfuhrrichtung, Biotopkartierung, Wasserschutzgebiete, Rettungspunkte, UVV-Absperrlinien, verfügbare Mobilfunkpunkte, alternative Arbeitsaufträge zur Vermeidung von Leerlaufzeiten (z.B. Grabenreinigung, zufällige Nutzung) und die Positionen benachbarter Waldarbeiter beziehungsweise Arbeitsorte.

In diesem Zusammenhang ist weiter zu bemerken, dass bisher im untersuchten Fall eine detaillierte Vorkalkulation der erwarteten Holzbringungs- und Holzbereitstellungskosten nicht durchgeführt wird. Es erfolgt lediglich eine grobe Abschätzung. Um diese für den Revierleiter schwierige und aufwendige Berechnung zu erleichtern, sollte eine GIS-gestützte Berechnung der Holzbringungskosten für jeden Bestand, wie es Becker (1997), Becker et al. (1998) und Chmara (2002) beschreiben, im Sinne einer Plankostenerstellung durchgeführt und dem Revierleiter zur Verfügung gestellt werden. Entsprechend könnte eine Berechnung der Transportkosten und ein späteres Lkw-Routing innerhalb des Waldes vorkalkuliert werden. Dazu müssen nach Chmara (2002) die zulässigen Brückentonnagen, Wendemöglichkeiten und Durchfahrts Höhen von Tunneln erhoben und im Informationssystem gespeichert werden.

### 5.3.3.2 Durchführung der Holzbereitstellung

Insgesamt benötigt der Revierleiter circa 92 Arbeitstage pro Jahr für Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Durchführung der Holzbereitstellung. Die zeitlich aufwendigsten Prozesse hierbei sind: Auszeichnen von Bringungslinien, Auszeichnen der Bestände, Begleitung der Holzernte, Holzaufnahme, Einweisung des Fuhrmanns und das Poltermanagement.

Die Auszeichnung der Bringungslinien (Feinerschließung) erfordert 6 Revierleiter-Arbeitstage pro Jahr. Bei dieser Arbeit wird der Revierleiter durch einen Waldarbeiter beim Einfluchten der Bringungslinien unterstützt. Dies ergibt zusätzlich 6 Waldarbeiter-Arbeitstage pro Jahr. Bringungslinienabstand ermitteln und Bringungslinien einfluchten gefolgt von der Planung der Bringungslinie auf der Forstkarte und dem Auszeichnen derselben im Gelände gehören in diesem Prozess zu den aufwendigsten Arbeiten. Die Planung der Bringungslinien kann unter Berücksichtigung der Geländeeigenschaften, wie zum Beispiel Steigung und Blocküberlagerung, mittels GIS erfolgen.

Das derzeitige klassische System des Einfluchtens der Bringungslinien ist durch verschiedene Probleme gekennzeichnet. Vegetation verdeckt teilweise die Sichtlinie beim Einfluchten. Die eingefluchtete Bringungslinie wird nicht erfasst, sondern ist

nur im Bestand abgebildet. Dadurch kann die Dokumentation nur annäherungsweise auf einer Forstkarte erfolgen. Ist seit dem letzten Eingriff einige Zeit vergangen, so ist das Auffinden der Bringungslinien häufig nicht mehr möglich. Das führt zur erneuten Planung der Linien und unter Umständen zu einer abweichenden Umsetzung. Die befahrene Fläche und damit die Gefahr von Bodenverletzungen vergrößert sich hierdurch.

Nicht zuletzt sind Feinerschließung und Befahrung Aspekte der Nachhaltigkeitszertifizierung (vgl. FSC, PEFC), die bei Vor-Ort-Kontrollen überprüft werden. Eine umfassende GIS-gestützte Dokumentation verbessert und erleichtert diesen Zertifizierungsprozess.

Hingegen kann die Erfassung der geplanten Bringungslinie im Gelände durch ein mobiles GPS-Gerät und die Übertragung in ein GIS im Einmannbetrieb erfolgen, hinreichenden GPS-Empfang vorausgesetzt. Dadurch wird ein Einfluchten der Linien überflüssig. Die Bringungslinien liegen danach digital vor, sind somit dauerhaft dokumentiert und können leicht weiterverwendet werden. Zusätzliche Möglichkeiten der Verbesserung ergeben sich zum Beispiel bei der Analyse des kürzesten Rückewegs, bei der Maschinen-Navigation und der Kontrolle der Einhaltung der konsequenten Befahrung von Rückegassen.

Das Auszeichnen der Bestände erfordert circa 14 Arbeitstage pro Jahr. Eine Verbesserung durch Informationstechnologie ist hier nicht unmittelbar zu erkennen. Jedoch können bei diesem Prozess wichtige Daten für andere Prozesse gesammelt werden. Wird die Auszeichnung der Bestände nicht wie derzeit kurz vor dem Hieb, sondern bereits frühzeitig bei der Planung zusammen mit der Erhebung von Gelände-, Bestandes-, und forstbetrieblichen Informationen durchgeführt, kann der Revierleiter einerseits Daten erheben, zum Beispiel bei gleichzeitiger Kluppung mittels elektronischer Kluppe und GPS-Messung, und sich andererseits einen ausführlichen Überblick über den Bestand verschaffen. Diese detaillierten Informationen können in einer Produktionsdatenbank verwaltet werden (vgl. hierzu die Ausführungen zur Planung Kapitel 5.3.3.1).

Der Zeitbedarf des Revierbeamten für die Begleitung der Holzernte beträgt 21 Arbeitstage pro Jahr. Allein für die nicht produktiven Revierfahrten werden 58 % dieser Zeit (Begleitung der Holzernte) beansprucht. Der gesamte Zeitaufwand liegt jedoch höher als 21 Arbeitstage pro Jahr, da zusätzlich die Besprechungen mit und zwischen den Waldarbeitern zu berücksichtigen sind. Die intensive Begleitung der Holzernte durch den Revierleiter wird durch den Informationsbedarf der Waldarbeiter sowie die geringe Transparenz (vgl. 5.3.1.3) und Übersicht des Aufarbeitungsstands erforderlich. Die Verbesserung des Arbeitsauftrags durch Aufnahme weiterer Informationen würde die Zahl der offenen Fragen der

Waldarbeiter wesentlich reduzieren. Der Revierleiter müsste dadurch auch weniger Revierfahrten durchführen.

Damit der Revierleiter die Übersicht über den Aufarbeitungsstand behält, ist es notwendig, laufend Produktionsinformationen zu erheben. Derzeit werden die Produktionsdaten zwar von den Waldarbeitern bei der Holzvermessung erhoben, jedoch werden diese lediglich auf der Stammstirnfläche handschriftlich notiert. Die Holzaufnahme erfolgt durch den Revierleiter zusammen mit einem Waldarbeiter über die Eingabe in ein mobiles Datenaufnahmegerät (vgl. 2.1.7) und hat einen Gesamtzeitaufwand des Revierleiters von 24 Arbeitstagen pro Jahr zur Folge. Davon fallen 8 Arbeitstage pro Jahr allein durch die mit diesem Vorgang verbundenen Revierfahrten an. Diese Revierfahrten können nur sehr eingeschränkt mit anderen Arbeiten kombiniert werden, da der Zeitpunkt vom Aufarbeitungsstand der Waldarbeiter abhängt und der Revierleiter immer wieder Auftragsmasse und Erntemasse vergleichen muss, auch um dem Forstamt den Aufarbeitungsstand zeitnah zu melden, das den Verkauf, insbesondere bei Rahmenverträgen, entsprechend steuern muss. Die Konsequenz sind unnötige Schnittstellen und Fehlerquellen. Dies könnte vermieden werden, würden die Daten bereits mit der Vermessung in ein mobiles Datenaufnahmegerät aufgenommen. Die Datenaufnahme erfolgt im Zweimannbetrieb, da sonst der ständige Blickwechsel zwischen Stammkennzeichnung und Tastatur beziehungsweise Geräteanzeige zu erhöhten Fehlern bei der Eingabe führen kann. Der Waldarbeiter kennzeichnet die Stämme mit einer Waldnummer und liest die Vermessungsdaten von der Stammstirnseite vor, während der Revierleiter die Daten in das Gerät eintippt (ausschließlich alphanumerische Dateneingabe möglich). Die Eingabe erfolgt durch das Eintippen mit nur einem Finger und lässt auf Grund der kleinen Tasten keine Eingabe mit Handschuhen zu. Dies erweist sich im Winter bei der langwierigen Eingabe (im Jahr circa 16 Arbeitstage des Revierleiters) als unangenehm und führt zu Konzentrationsschwächen und Eingabefehlern. Besser wäre es, eine Doppelerfassung (erst Waldarbeiter und dann Revierleiter) zu vermeiden und die Vermessungsdaten stattdessen direkt vom Waldarbeiter in einem Vermessungssystem mit Anbindung an ein zentrales Informationssystem zu speichern. Falls jedoch eine Eingabe durch den Revierleiter wie bisher beibehalten werden soll, sollten die Tasten größer sein oder zu einer Spracheingabe gewechselt werden. Die Spracheingabe hätte den Vorteil, dass die Holzaufnahme im Einmannverfahren durchgeführt werden könnte. Beim heute genutzten Datenaufnahmegerät ist keine Eingabe der Auftragsdaten vorgesehen und somit kein Abgleich zwischen Aufarbeitungsstand und Arbeitsauftrag möglich. Der Abgleich erfolgt erst im Büro auf Grund der Erinnerung oder unter Einbeziehung analoger Dokumente. Durch direkten Vergleich dieser Daten würde eine bessere Übersicht und Transparenz erreicht werden (vgl. 5.3.1.2).

Würde der Stamm statt wie heute durch Nummerierung zum Beispiel durch RFID eindeutig identifizierbar gemacht werden (vgl. 2.1.8), könnten diese Daten zeitnah und zentral, zum Beispiel über Internetdienste (vgl. 2.1.9.6 und 2.1.9.8), zur Verfügung gestellt werden. Die Transparenz für alle beteiligten Logistikpartner wäre so gegenüber der herkömmlichen Kennzeichnung verbessert (vgl. 5.3.1.3).

Die zusätzliche Positionsbestimmung könnte neben der produktspezifischen auch die räumliche Transparenz erhöhen. Das Holz könnte auf diese Weise, als Kollektiv (Polter) oder auch einzelstammweise ähnlich wie bereits heute schon bei Paketsendungen möglich, über ein Tracking-System verfolgt werden. Neben einer Reduzierung der Doppelerhebung und innerbetrieblichen Transparenzsteigerung (verbesserte Lagerverwaltung) würde die Serviceleistung des Forstbetriebs verbessert (vgl. Hunke 1996) und auf diese Weise die Kundenzufriedenheit erhöht.

Bei der Mantelvermessung, die der Forstbetriebs zur Kontrolle der Werkseingangsvermessung und für Logistikzwecke zum Beispiel bei Industrieholz oder Profilerspanerabschnitten häufig vornimmt, stellt vor allem die Erhebung der Stückzahl einen erhöhten Aufwand und eine Fehlerquelle dar, was zum Beispiel eine Untersuchung von Koepke und Hecker (1998) belegt. Die Stückzahl und die Durchmesserverteilung sowie das Volumen können nach Fink (2003) durch Photooptische Holzvermessung auf Basis eines im Wald vom Polter aufgenommenen digitalen Photos automatisiert ermittelt werden. Die photooptische Messung weist bei entsprechender Lagerung eine ausreichende hohe Genauigkeit auf und kann unmittelbar digital in ein Informationssystem einfließen.

Die im Datenaufnahmegesetz (wird derzeit ausschließlich für die Holzaufnahme verwandt) gespeicherten Daten werden nach der Aufnahme im Revierleiterbüro über die Telefonleitung via Datenfernübertragung (DFÜ) dem Entwicklungs- und Betreuungszentrum für Informations- und Kommunikationstechnik des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg (EBZI) übermittelt. Mit einer Verzögerung von circa einem Tag bekommt das Forstamt vom EBZI ein Holzlistenprotokoll in das FOKUS 2000 System zurückübermittelt. Die Daten werden daraufhin ausgedruckt und an den Holzkäufer per Post versandt sowie ebenfalls in Papierform dem Revierleiter in sein Postfach im Forstamt gelegt. Kommt es auf Forstamtsebene (Revierleitung wird in der Regel nicht hinzugezogen), zum Beispiel beim Vorzeigen des Holzes zwischen Forstamtsleiter und Käufer, zu Änderungen, werden die Listen handschriftlich editiert, im Forstamt abgetippt, ausgedruckt und erneut inklusive Rechnung mit der Post an den Holzkäufer versandt sowie dem Revierleiter in sein Postfach im Forstamt gelegt. Der Holzkäufer sendet die Holzliste mit dem Transportauftrag wiederum an seinen Transporteur weiter. Eine unmittelbare Weiterverwendung für Käufer und Logistikpartner ist auf Grund der Medienform (gedruckte Holzliste) somit erschwert und die Integration in das eigene EDV-System aufwendig und fehleranfällig (Schnittstellenproblem vgl.

5.3.1.2). Durch Nutzung der neuen Standardschnittstelle für den bundesweiten Datenaustausch von Holzdaten (ELDAT) können die damit verbundenen Probleme eliminiert werden. Die Implementierung der Schnittstelle ELDAT für den bidirektionalen Datenaustausch ist seitens der Landesforstverwaltung und Holzkäuferseite noch nicht abgeschlossen. Vor allem kleine Holzkäufer und kleine Transportunternehmen benötigen dazu noch einige Zeit, obwohl bei der Erstellung des Fachkonzeptes und der Entwicklung der Schnittstelle die technische Systemunterstützung des älteren, weit verbreiteten Datenformates CSV (Character Separated Value), das von gängiger Office-Software unterstützt wird, explizit berücksichtigt und integriert wurde (vgl. 2.1.6.2). Je verbreiteter die Schnittstelle quantitativ wie auch geographisch ist, desto größer wird der potentielle Nutzerkreis. Wünschenswert wäre daher eine baldmögliche Erweiterung der Schnittstelle für einen europaweiten oder weltweiten Datenaustausch. Hierfür wäre eine Internationalisierung der bestehenden Schnittstelle wünschenswert (vgl. 5.3.1.2).

Wenn auf Grund des aktuellen Bedarfs des Käufers beziehungsweise Transporteurs das Holz abtransportiert werden soll, kontaktiert der Transporteur den Revierleiter meist recht kurzfristig. Die Kontaktinformationen (Telefon, Fax und Mobiltelefon) des Revierleiters sind auf der Holzliste vermerkt. Im Vertretungsfall kommt der Kontakt auf dem Umweg über das Forstamt zum Vertreter des Revierleiters zustande. Meist wird der Revierleiter über sein Mobiltelefon im Außendienst erreicht und muss, bedingt durch eine unbefriedigende zeitliche Vorplanung des Transporteurs, kurzfristig seine Arbeit unterbrechen, um sich mit dem Fuhrmann für die Einweisung des Holztransports an einem gut auffindbaren Ort zu treffen.

Der Prozess Tätigkeit der Koordination des Holzabtransportes nimmt für den Revierbeamten in dieser Untersuchung 1,5 Arbeitstage pro Jahr in Anspruch, und die Einweisung des Fuhrmanns erfordert 16,43 Arbeitstage pro Jahr. Diesem Aufwand stehen keine direkten Erlöse entgegen, sondern reduzieren lediglich die Transportkosten des Holzkäufers, der ab Waldstraße das Holz kauft und den Abtransport selbst organisiert und beauftragt. Die Kosten pro Festmeter leiten sich über die Anzahl der Hiebe pro Jahr (45), der durchschnittlichen Käuferanzahl pro Hieb (3), der Anzahl der Fuhrleute pro Käufer (1) und den Erfahrungswert des Revierbeamten über die Ortskenntnis der Fuhrleute ( $\frac{2}{3}$  ohne Ortskenntnis) her.

$$\text{Häufigkeit der Einweisung} = \frac{\text{Hiebe pro Jahr} * \text{Käuferanzahl} * \text{Hiebe pro Hieb} * \text{Anzahl der Fuhrleute pro Käufer} * \text{Fuhrleute ohne Ortskenntnis}}{\text{Fuhrleute gesamt}}$$

$$\text{Häufigkeit der Einweisung} = \frac{45 * 3 * 1 * 2}{3} = 90 \quad [\text{n}]$$

Bei einem Gesamteinschlag im Revier von 8000 Fm pro Jahr, bei dem zwei Drittel der Fuhrleute eingewiesen werden müssen (gleiche Verteilung der Fuhrleute vorausgesetzt), bedeutet dies, dass circa 5300 Fm eingewiesen werden müssen. Das sind circa 270 Lkw Ladungen von je circa 20 Fm. Da jeder Fuhrmann durchschnittlich drei Fahren fährt, aber jeweils nur einmal eingewiesen wird, müssen daher 90 Fuhrleute eingewiesen werden. Für die Einweisung der 90 Fuhrleute werden 6768 Arbeitsstunden pro Jahr benötigt. Bei einem unterstellten Kostensatz von 47 €/Std. (vgl. VwV) ergeben sich daraus Kosten in Höhe von 1,27 €/Fm allein für das Einweisen des Fuhrmanns.

Einer Arbeitsstudie von Hausknecht, Höfle und Röttgen (2001) zufolge benötigt der Fuhrmann im Durchschnitt 22 % mehr Zeit für das Auffinden der Polter als nach dem Beladen für das Verlassen des Waldes. Hochgerechnet sollen der deutschen Holzindustrie dadurch Kosten in Höhe von circa 20 Mio. €/pro Jahr entstehen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Fahrgeschwindigkeit bei der Rückfahrt mit Ladung in bergigen Gebieten meist geringer ist als die Hinfahrt ohne Ladung. Nach einer Schätzung von Becker (1998) könnten allein durch den Einsatz von handelsüblicher Software für die Routenplanung 10-15 % Transportaufwand eingespart werden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Kenntnis der kürzesten, aber auch der schnellsten Wegstrecke. Bodelschwingh (2001) sieht bereits durch den Einsatz einfacher Technologien ein Einsparpotential von 0,27 €/Fm für das Fuhrunternehmen und von 0,17 €/Fm für den Forstbetrieb (vgl. 2.3.5).

Um den Zeitaufwand und die Kosten für die Einweisung und Koordination der Transporteure zu senken, bietet sich daher die elektronische Unterstützung der Einweisung des Fuhrmanns durch Routing an. Die technischen Voraussetzungen hierfür werden derzeit von einer gemeinsamen Arbeitsgruppe GeoDAT des DFWR/DHWR geschaffen. Die Landesforstverwaltungen beziehungsweise Forstbetriebe müssten die Datengrundlage zur Verfügung stellen und diese Standards einsetzen. Eine Lotsung auf dem kürzesten Weg, über öffentliche Straßen zum Waldeingang und weiter bis zum gewünschten Polter, wäre hierdurch möglich. Der Forstbetrieb müsste allerdings sein Poltermanagement dementsprechend anpassen. Voraussetzung wäre, außer vektorisierten und attributierten Waldwege, dass die Polter durch Positionsangaben nach dem GeoDAT-Standard eindeutig definiert werden (vgl. 2.1.6.3 und 5.3.1.1). Diese Positionsinformationen müssten allen beteiligten anderen Logistikpartnern zur Verfügung gestellt werden.

Für den Forstbetrieb ergeben sich folgende Vorteile:

- Reduzierung des Zeitaufwands für den Revierleiter bei der Koordination und Einweisung des Transporteurs

- Reduzierung des Aufwands bei der Revierleitervertretung, durch zentrales Datenmanagement
- Schaffung der informationellen Voraussetzungen (Informationsfluss schneller als der Warenfluss) für eine just-in-time Lieferung
- Serviceverbesserung durch Schnittstellenreduktion und moderne digitale Informationsmedien. Dadurch wird dem Käufer die händische Eingabe in dessen Warenwirtschaftssystem abgenommen (Sicherung der Kundenzufriedenheit)

Nachteile für den Forstbetrieb:

- Datenerhebung und -verwaltung muss neu organisiert werden. Für einen volldigitalen Informationsfluss benötigen alle Forstbetriebsebenen IT (Außendienst mobile und Innendienst stationäre Systeme)
- Investitionskosten (Hardware-, Software-, und Schulungskosten)
- Wartungskosten für Hardware und Support für Software fallen an
- Anspruch an die Qualifikation der Revierleiter und der Transporteure steigt mit zunehmenden IT-Einsatz an.
- Die Abfuhrkontrolle, ebenso wie bei Holzabfuhr durch Fuhrleute mit Ortskenntnis, ist eingeschränkt

Vor allem für große Holzkäufer mit ausgedehnten Einkaufsgebieten wird die Einführung eines durch Routing optimierten Holztransports große Vorteile mit sich bringen. Daher wird der Druck zur Einführung auf die Forstwirtschaft und andere Logistikpartner steigen, sobald ein solches Verfahren flächendeckend umsetzbar sein wird.

Zu den Vorteilen für Holzkäufer beziehungsweise Transporteur zählen:

- Bessere Übersicht des Käufers im Warenlager-Wald (wo genau liegt das gekaufte und im Wald lagernde Holz – räumliche Transparenzsteigerung)
- Verbesserung der just-in-time Lieferung (Becker/ Hecker 2002)
- Keine Wartezeiten auf den Revierleiter, die Holzabfuhr kann unabhängig von der Verfügbarkeit des Revierleiters auch außerhalb von dessen regulären Arbeitszeit erfolgen

- Transportkostenreduktion durch
  - Senkung der Fixkosten durch Verbesserung der Maschinenauslastung durch 24-Stundenbelieferung
  - Automatisierte Berechnung der Transportzeit, der Transportkosten sowie Routenoptimierung
  - Reduzierung der Suchfahrten und dadurch Reduzierung des Spritverbrauchs und optimierte Fahrtzeit durch Routing
  - Rückfrachtoptimierung
- Reduzierung der Kommunikationskosten des Fuhrmanns
- Flexibler Einsatz unterschiedlicher Fahrer und Subunternehmer (Ortskenntnis nicht entscheidend)
- Vergrößerung des Transportgebiets

Nachteile für den Holzkäufer beziehungsweise Transporteur:

- Datenverwaltung muss neu organisiert werden, alle Logistikpartner benötigen IT. Fraglich ist jedoch, ob die vielerorts noch vorherrschenden kleineren Fuhrunternehmer die dafür notwendige Technik in ihre meist älteren Fahrzeuge einbauen werden.
- Investitionskosten (Hardware-, Software- und Schulungskosten)
- Wartungskosten für Hardware und Support für Software fallen an
- Anspruch an die Qualifikation der Arbeitskräfte steigt
- Reduzierung der sozialen Kontakte der Fuhrleute, da sie unabhängig arbeiten können beziehungsweise müssen

Für den Abtransport des Holzes ist eine Abfuhrfreigabe notwendig, die nach Zahlung der Rechnung an die Kassenstelle des Käufers geschickt wird und als Kopie dem Revierleiter in sein Postfach im Forstamt gelegt wird. Der Käufer leitet seine Abfuhrfreigabe an den Transporteur weiter. Häufig kommt es jedoch vor, dass der Fuhrmann auf Drängen seines Auftraggebers, der das Holz dringend benötigt, dieses ohne Abfuhrgenehmigung abholen will. Besitzt der Fuhrmann Ortskenntnis, kann er das Holz auf Grund der Beschreibung auf der Holzliste abtransportieren, ohne dass der Revierleiter dies bemerkt. Trotz Forstschranken ist dies möglich, da die



Schranken häufig offen sind beziehungsweise die Transporteure oft eigene Schrankenschlüssel besitzen. Der Revierleiter ist nicht mehr vollständig informiert, welches Holz bereits abtransportiert wurde und welches nicht und kann auch unbefugte Abfuhr beziehungsweise möglichen Diebstahl des Holzes nur sehr eingeschränkt überwachen. Zum anderen stellt sich aus organisatorischen Gründen sowohl für den Verkäufer wie auch den Käufer häufig die Frage, wo und von wem welches Holz noch im Wald liegt, so zum Beispiel bei Anfragen von Käufern, die selbst den Überblick über ihr Lager im Wald verloren haben und anfragen, ob von ihnen bezahltes, aber noch nicht abgefahrenes Holz im Wald liegt. Ein ähnliche Fragestellung ergibt sich zum Beispiel aus Gründen des Forstschutzes für den Forstbetrieb als Verkäufer. Zwischen April und September muss wegen der Gefahr einer Insekten-Kalamität das im Wald liegende Nadelholz mit Insektiziden gespritzt oder rasch abgefahren werden. Die ad-hoc Ermittlung der sich derzeit noch im Wald befindlichen Holzpolter ist aufwendig. Holzlisten und persönliche handschriftliche Notizen beziehungsweise in der Erinnerung liegende Informationen müssen abgerufen beziehungsweise überprüft werden. Für die zusätzliche Kontrolle muss der Revierleiter unter Umständen die möglichen Polterplätze abfahren. Wenn es um vorbeugenden Forstschutz geht, muss er daraufhin einen Auftrag an die Waldarbeiter ausstellen mit der Angabe, wo das zu spritzende Holz lagert. Mit Hilfe eines Informationssystems und einer punktgenauen und zeitnahen Datenhaltung könnten diese Informationen übersichtlich in einem GIS visualisiert werden (vgl. 5.3.1.3 und Abb. 21). Dennoch bleibt das Problem der Aktualisierung, welches Holz bereits abgefahren wurde. Denkbar wäre in diesem Zusammenhang zum Beispiel, Forstschranken auf Schlösser mit Code-Eingabe umzurüsten. Der gültige Code würde mit Abfuhrfreigabe übermittelt werden. Eine weitere Möglichkeit wäre, den Holzabtransport durch RFID-Scanner, zum Beispiel an der Forstschranke oder einem anderen Zwangspass, zu erfassen und in ein Informationssystem zu integrieren. Dadurch könnten Transporteur, Holzkäufer, Zeitpunkt des Abtransports und sämtliche Polterdaten (Holzlistendaten) erfasst und mit einem Informationssystem abgeglichen und aktualisiert werden.

### *5.3.3.3 Controlling der Holzbereitstellung*

Der Begriff „Controlling“ wird in dieser Untersuchung nicht auf die vergangenheitsorientierte Kontrolle (Revision) sondern vielmehr auf zukunftsorientiertes Gestalten (Innovatorfunktion) und Lenken des Unternehmens (Navigatorfunktion) interpretiert und angewendet. Aufgabe des Controllings ist es, nach der Vorgabe von definierten Erfolgs- bzw. Gewinnzielen die erforderlichen Informationen bereitzustellen und zielgerichtet koordinierend tätig zu werden. Daraus wird die Konzeption für ein wirtschaftlich erfolgreiches Handeln entwickelt.

Die Kosten-, Investitions- und Planungsrechnungen einschließlich der Vorgabe von Kennzahlen bilden dazu die Grundlage. Durch die Durchführung von Abweichungsanalysen lassen sich Abweichungen von den vorgegebenen Zielen erkennen und geeignete Gegenmaßnahmen frühzeitig einleiten. Damit wird der Unterschied deutlich zur vergangenheitsgerichteten reinen Kontrolle über das Buchhaltungswesen. Der Informationsbedarf für ein solches modernes Planungs-, Kontroll- und Informationssystem kann durch die Einführung von Informations- und Datentechnik maßgeblich unterstützt werden.

Die Prozessanalysen in der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass ein modernes Controllingssystem auf Forstrevierebene noch nicht existiert. Die Bürotätigkeiten des Revierleiters beschränken sich weitgehend auf rein vergangenheitsbezogene beziehungsweise statistische buchhalterische Tätigkeiten. Ein Informationskreislauf und Informationsrückfluss auf Forstrevierebene und eine Abweichungsanalyse, wie sie für eine zukunftsorientierte Gestaltung und Verbesserung der Betriebsabläufe notwendig wären, sind kaum vorhanden. Es werden lediglich durchschnittliche Kennzahlen für das abgelaufene Jahr auf Revieerebene ermittelt, daraus jedoch keine unmittelbaren Konsequenzen gezogen.

Der Bereich Controlling sollte auf Grund des großen strategischen zukunftsorientierten wirtschaftlichen Einflusses grundsätzlich durch eine Stabstelle besetzt werden. Der Revierleiter kann für diese Stabstelle wichtige Daten liefern und sein eigenes Handeln evaluieren. Aus diesem Grund wurde auch die Lohnabrechnung in das Controlling mit aufgenommen.

Die Bürotätigkeit des Revierleiters für die Lohnabrechnung, vor allem für die eigenen staatlichen Waldarbeiter, ist sehr aufwendig (10,71 Arbeitstage pro Jahr). Dazu werden die ausgefüllten Arbeitsheft-Formulare des Rottenführers auf Grund der Erinnerung oder Notizen im Kalender auf ihre Plausibilität geprüft und daraufhin von diesem Formular in ein weiteres Formular übertragen, wobei einfache Berechnungen, wie Summenbildung oder Multiplikationen, manuell ausgeführt werden müssen. Diese Tätigkeiten wären bei direkter Erfassung der Daten durch den Rottenleiter in ein elektronisches System nicht notwendig und eine Kontrolle der Daten durch den Revierleiter dennoch möglich. Die Berechnungen und die Bereitstellung der Daten an das Forstamt könnten ohne Bruch im Informationssystem erfolgen.

Außerdem sollten die entnommenen und bei der Holzaufnahme ohnehin genau ermittelten Hiebsmengen automatisiert und bei Bedarf punktgenau (zum Beispiel auf Unterflächen bezogen) in den naturalen Vollzugsnachweis der Forsteinrichtungsplanung beziehungsweise in die Produktdatenbank einmünden (vgl. Becker 1997). Dies hätte auch eine verbesserte Datenbasis für die zukünftige jährliche Einschlagsplanung und die Forsteinrichtung zur Folge.

Für eine zukunftsorientierte Verbesserung der kundenorientierten Holzbereitstellung wäre darüber hinaus ein Informationsrückfluss vom Holzkäufer zum Forstbetrieb wichtig. Ein Informationsrückfluss an den Forstbetrieb bezüglich der inneren Holzqualität würde erlauben, zukünftig noch präzisere Aussagen über die in dem betreffenden Bestand zu erwartende Holzqualität zu machen (vgl. Becker 1997). Durch eine vom stehenden Bestand bis zum Werkseinschnitt durchgehende Holzkennzeichnung, wie es zum Beispiel durch RFID möglich wäre, und einer dazugehörigen vorherigen Positionsermittlung des stehenden Stamms könnte die Holzqualität bei Bedarf genau zugeordnet werden. Auch eventuelle Besonderheiten wie Splitterschäden könnten in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden. Die bereits entwickelte ELDAT Schnittstelle für den Austausch von Holzdaten zwischen Forst- und Holzwirtschaft ist hierfür prinzipiell geeignet und bereits verfügbar (vgl. 2.1.6.2). Eine losweise Zuordnung könnte bereits heute über die Losnummer erfolgen und wäre in den meisten Fällen ausreichend. Die detaillierte Zuordnung über eine eindeutige Einzelstammidentifikation auf Basis von RFID ist bislang nicht integriert, stellt jedoch seitens der Schnittstelle bei Updates kein prinzipielles Problem dar.

Die im Kapitel 5.3 dargestellten Verbesserungsmöglichkeiten durch Informationstechnologie werden im Folgenden in die Konzeption des Soll-Konzepts einbezogen. Dabei wurden die Prozesse durch die bereits teilweise beschriebenen Maßnahmen quantitativ und/oder qualitativ verbessert. Daran anschließend werden in einem Ist-Soll-Vergleich die Unterschiede herausgearbeitet und die angesprochenen Verbesserungsmöglichkeiten in Hinblick auf ihre Verbesserungspotentiale analysiert. Die Ergebnisse der quantifizierten Verbesserungspotentiale werden eingehend im Kapitel Schlussfolgerungen erläutert.

#### **5.4 Entwicklung des Soll-Konzepts**

Modernisierung von Organisation und Verwaltung ist ohne Vernetzung von Informationen kaum denkbar. Die Informationstechnologie entwickelt sich daher mehr und mehr zu einem Schlüsselfaktor. Sie wird somit in vielen Fällen zur Voraussetzung für tief greifende Änderungen in den etablierten Prozessabläufen (Hoffmann 2002).

Das Soll-Konzept für neue Prozessabläufe basiert auf der Schwachstellen-Analyse und den Verbesserungsmöglichkeiten des Ist-Zustands. Die bereits diskutierten Schwachstellen können durch das neue Konzept weitgehend eliminiert werden. (vgl. 5.3).

Alle Prozesse im Ist-Zustand wurden analysiert und vier Gruppen zugeordnet, für die im Rahmen der Erarbeitung eines neuen Konzeptes (Soll-Konzeptes) grundsätzlich unterschiedliche Optimierungspotentiale gelten:

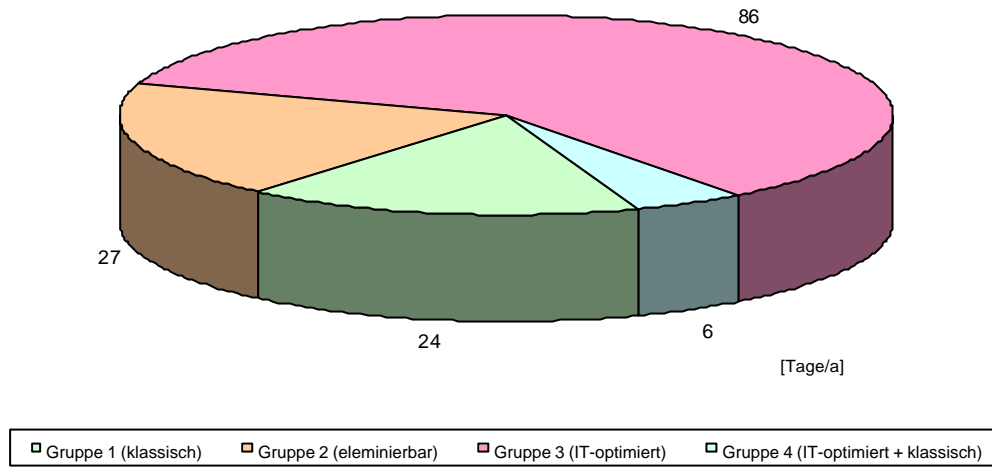
Gruppe 1 beinhaltet Prozesse, die nach wie vor klassisch, das heißt wie im Ist-Zustand, durchgeführt werden. Prozesse dieser Gruppe verlaufen auch im Soll-Konzept in Bezug auf Qualität und Durchlaufzeit unverändert (zum Beispiel wird der Bewuchs im Bestand wie bisher durch okulare Schätzung in der Fläche ermittelt).

Die Gruppe 2 beinhaltet Prozesse, die durch den Einsatz von Informationstechnologie ersatzlos entfallen können. Hierdurch kann der im Ist-Konzept benötigte Zeitaufwand für diese Prozesse nahezu völlig eingespart werden (zum Beispiel ist die Einweisung des Fuhrmanns durch den Revierleiter in Zukunft nicht mehr erforderlich). Ein eventueller verbleibender nicht eingesparter Rest fällt zum Beispiel dann an, wenn kurzfristig Waldwege gesperrt worden sind und der Revierleiter daher trotz bestehender Informationstechnik die Einweisung übernehmen muss.

Gruppe 3 beinhaltet Prozesse, die durch den Einsatz von Informationstechnologie im Ablauf grundsätzlich verändert werden. Die Durchlaufzeit für den Einzelprozess kann sich dabei verkürzen, aber auch zum Beispiel durch eine zusätzlich erforderliche Datenaufnahme verlängern. Die Qualität und/oder der Zeitbedarf der Kernprozesse wird dabei jedoch immer verbessert.

Gruppe 4 beinhaltet Prozesse, die zum Teil durch den Einsatz von Informationstechnologie im Ablauf verändert werden, aber auch Teilprozesse beinhalten, die unverändert wie im Ist-Zustand beibehalten werden (zum Beispiel Ermittlung des Verlaufs von Fließgewässern mittels GIS und EDV (neu) und anschließende Kontrolle vor Ort (wie bisher)).

In Abb. 26 und Abb. 25 ist der Ist-Arbeitsaufwand für die Holzbereitstellung dargestellt, aufgeteilt in die vier Gruppen mit unterschiedlichen Optimierungspotentialen.



*Abb. 25: Die Prozesse des Ist-Zustands sind nach ihren absoluten Optimierungspotentialen in vier Gruppen eingeteilt [Tage/a] (Quelle: eigene Darstellung)*

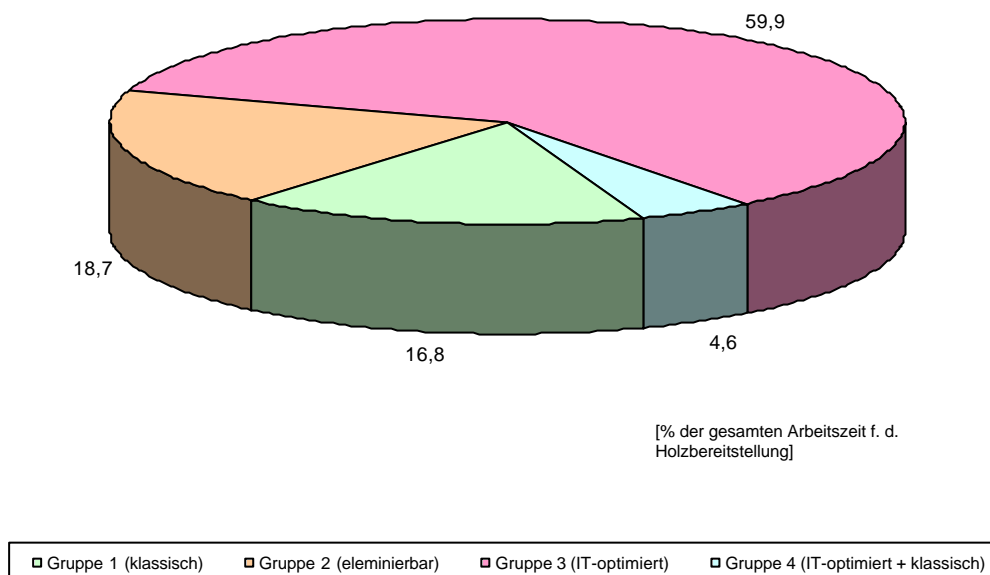


Abb. 26: Die Prozesse sind nach ihren relativen Optimierungspotentialen in vier Gruppen eingeteilt [%] (Quelle: eigene Darstellung)

Wie die Abb. 26 und Abb. 25 zeigen, liegt der Anteil der ersten Gruppe (klassisches Verfahren) bei 24 Tagen pro Jahr beziehungsweise 16 % der Arbeitszeit für die Holzbereitstellung. Diese Prozesse können derzeit noch nicht durch IT vereinfacht oder ersetzt werden. Daher werden diese Prozesse in das Soll-Konzept unverändert übernommen. Damit ergibt sich auch im Soll-Konzept einen Sockel-Arbeitszeitbedarf von 24 Tagen pro Jahr. Die Prozesse, die ersatzlos entfallen können und in Gruppe zwei zusammengefasst sind, benötigen 27 Tage pro Jahr und entsprechen gut 18 % der gesamten Arbeitszeit. Somit können hier bereits 18 % der gesamten Arbeitszeit des Revierleiters im Rahmen der Holzbereitstellung durch IT eingespart werden. Erzielt wird dies vor allem durch den Wegfall der Planung und Durchführung für die Einweisung des Fuhrmanns. Die Gruppe 3 umfasst 86 Tage die 60 % der Jahresarbeitszeit entsprechen. Der Einsatz von IT ist in dieser Gruppe besonders vorteilhaft und kann die Prozesse wesentlich verbessern. Die IT bewirkt in vielen Fällen eine erhebliche Veränderung des Prozessablaufs. Die Aktivitäten der Gruppe 4 benötigen 6 Tage pro Jahr oder gut 5 % der Arbeitszeit für die Holzbereitstellung. Die Zeiteinsparung für den Revierleiter ergibt sich durch die

Vorgabe von Daten aus dem Informationssystem, die er vor Ort lediglich überprüfen (mittels mobilem Datenaufnahmegerät) und gegebenenfalls neu editieren muss.

Die Rationalisierungspotentiale der Gruppe 2, 3 und 4 ergeben sich vor allem durch die Nutzung ausschließlich digitaler Daten. Dadurch werden Schnittstellen und Medienbrüche vermieden sowie die automatische Weiterverarbeitung der Daten im Netzwerk ermöglicht (vgl. 5.3.1.2). Hierfür ist die Nutzung von mobilen digitalen Datenaufnahmegeräten mit integrierten Formularen zweckmäßig. Die betriebsweit einheitliche Datenaufnahme und -verarbeitung sowie der Datenaustausch werden hierdurch erleichtert. Die Verwendung überbetrieblicher Standards vereinfacht auch den externen Informationsaustausch zwischen den beteiligten Geschäftspartnern.

### **5.5 Darstellung des Soll-Konzepts**

Die Darstellung des Soll-Konzeptes erfolgt entsprechend der Darstellung des Ist-Zustands in Form von EPK, Tabellen und Text. Sämtliche EPK und Tabellen befinden sich, soweit sie nicht im Text dargestellt werden, im Anhang dieser Arbeit.

Die Grundlage für eine umfassende Informationsbereitstellung bilden neben einer Geländedatenbank und einer Forstbetrieblichen Info-Datenbank vor allem eine Bestandesdatenbank (Virtuelles Warenlager Wald). Diese Bestandesdatenbank ist für die kundenorientierte Holzernte von großem Vorteil. Analyse-Module ermöglichen eine kurzfristige Bestandesvorauswahl, auch wenn keine ausgeprägten Ortskenntnisse vorhanden sind. Der geringe Anteil an durchgeführten Hieben gegenüber der jährlichen Hiebsplanung (67 Hiebe werden geplant, jedoch nur 45 Hiebe durchgeführt, vgl. 5.3.3.1) lässt erkennen, dass die derzeit praktizierte jährliche Hiebsplanung verbesserungswürdig ist. Die Erhebung von Daten der ausscheidenden Bestände und Erstellung eines virtuellen Warenlagers, das Informationen über kurz- bis mittelfristig verfügbares Holz liefert, ist unbedingt erforderlich. Für eine erste Vorauswahl können die Forsteinrichtungsdaten, die nach einem Hieb aktualisiert werden müssen, genutzt werden. Die Verwaltung der Bestandesdaten erfolgt von Beginn der Datenerhebung an digital (vgl. Abb. 27).

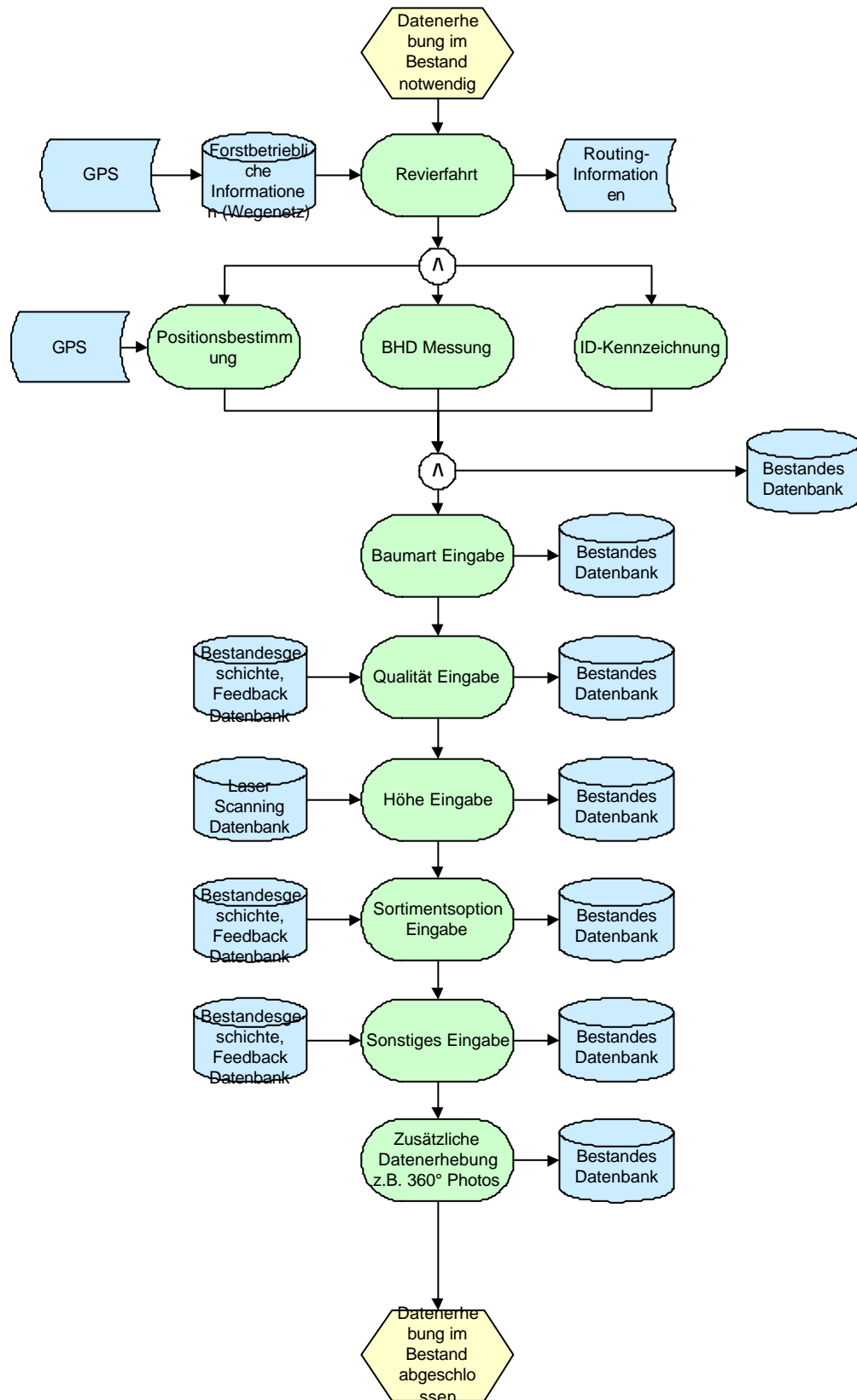


Abb. 27: Erhebung von Bestandesdaten im Soll-Konzept (Quelle: eigene Darstellung)



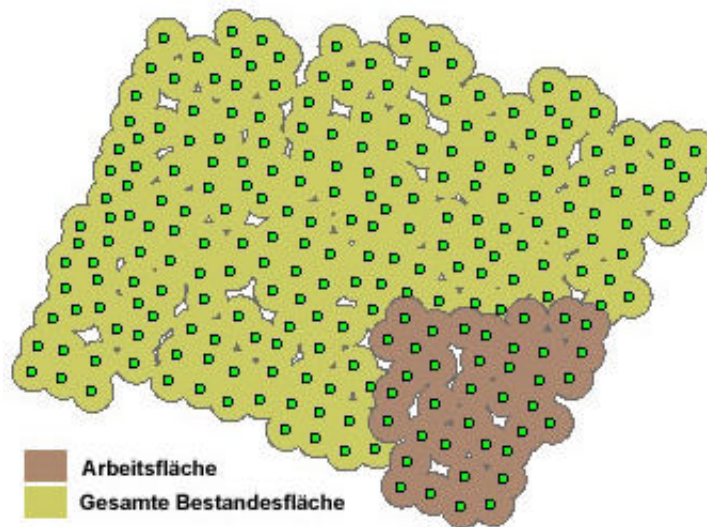
Die Bestandesdaten von potentiell zu erntenden Beständen müssen mit ausreichendem Vorlauf, das heißt ein bis drei Jahre im Voraus erfasst und in der Bestandesdatenbank gespeichert werden. Die Datenerhebung sollte wenn möglich mittels einer automatischen digitalen Kluppe und einem digitalen Formulars auf einem mobilen Datenaufnahmesystem durchgeführt werden, um eine standardisierte und vollständige Datenerhebung zu gewährleisten. Nur im ersten Jahr der Erstellung einer solchen Datenbank ist dazu ein größerer Aufwand erforderlich. In den darauf folgenden Jahren müssen lediglich die Daten für die durchgeführten Hiebe als „vollzogen“ übertragen und neue Hiebe für ein weiteres Jahr ergänzt werden. Diese frühzeitige Erhebung der Bestandesdaten lässt zudem mehr Spielraum in der Tagesplanung des Revierleiters. Die Daten können dann erhoben werden, wenn der Revierleiter sich ohnehin in dieser Gegend befindet, beziehungsweise Zeit hat (zum Beispiel im Sommer).

Zu erhebende Bestandesdaten:

- Position im Raum; Flächengrenzen, später auch Einzelbäume (z.B. mittels GPS)
- Kennzeichnung mit Farbe, später auch mit RFID
- Baumart
- BHD (z.B. mittels elektronischer Kluppe)
- Höhe (Schätzung im Bestand oder Messung mittels flugzeuggetragenen oder terrestrischen Laser-Scanning-Daten)
- Qualitätseinschätzung
- Sortimentsoptionen
- Sonstige Bemerkungen
- Sonstige Datenerhebung (z.B. 360° digitale Bestandesphotos für einen visuellen Vergleich vor und nach einem Hieb)

Eine Vollerhebung der Bestandesdaten ermöglicht die genaueste und umfangreichste Auswertung der Daten bei Kundenanfragen (vgl. 5.3.3.1). Bei einer solchen Vollaufnahme kann mittels GPS (derzeitige Genauigkeit für diese Anwendung kann als ausreichend betrachtet werden, vgl. 5.3.1.3) die Aufarbeitungsfläche gleichzeitig vektorisiert aufgenommen werden (vgl. Abb. 28). Dies hat den Vorteil, dass Aufnahmefehler bei einer späteren IT-gestützten Kalkulation, zum Beispiel mit dem Programm Holzernte, eliminiert werden können. Schwachstellen und Fehlerquellen im Holzernteprogramm ergeben sich nach Schöpfer (1998) insbesondere bei der ungenauen Flächenschätzung, Stückzahlerfassung, BHD-Messung, Höhenmessung

und durch Unterstellung unzutreffender Schaftkurven. Diese Differenzen beruhen nach Schöpfer mit Ausnahme der Schaftkurvenungenauigkeit meist auf Anwenderfehlern. Bei einer Vollaufnahme des ausscheidenden Bestandes, bei der die BHD-Messung und Markierung der Bäume gleichzeitig erfolgt, sollten die Anwenderfehler jedoch im vertretbarem Bereich liegen. Der Einsatz von Messkluppen im Zuge der Hiebsauszeichnung verursacht nach vorläufigen Zeitstudien keinen wesentlichen Mehraufwand (Schöpfer 1998). Boll et al. (2000) beziehungsweise Wilhelm (1997) berichten von Mehrkosten für die Erhebung der notwendigen Daten unter Praxisbedingungen von lediglich 7,70 €/ha (15 DM/ha) beziehungsweise 5-26 €/ha (10-50 DM/ha), wenn die Datenerhebung während der Bestandesvorbereitung durchgeführt wird. Diese Kosten liegen somit wesentlich unter den Kosten die, für eine eigenständige Datenerhebung 54 €/ha (105 DM/ha) bei Vollaufnahme und 27 €/ha (53 DM/ha) bei Stichprobe ohne Bestandesvermessung (Feit 2001). Deshalb sollten Hiebsvorbereitung und Datenaufnahme möglichst gemeinsam erfolgen.



*Abb. 28: Arbeitsflächenermittlung beim gleichzeitigen Einsatz von GPS und elektronischer Kluppe (Quelle: eigene Darstellung)*

Der gleichzeitige Einsatz von GPS und elektronischer Kluppe bei der Erhebung des ausscheidende Bestandes erleichtert die Erstellung eines detaillierten Arbeitsauftrags mit räumlichem Bezug sowie die Kalkulation der Hiebskosten (vgl. 5.3.3.1). Die Informationen können zusätzlich für die Dokumentation, die Kontrolle des Vollzugs vor Ort und das Controlling unter Berücksichtigung des Raumbezugs genutzt werden. Eine Fortschreibung der Bestandesdaten ermöglicht die Nutzung der Daten über mehrere Jahre. Durch den Rückfluss von Informationen zum Beispiel via

ELDAT-Schnittstelle von der Holzindustrie zurück an die Forstbetriebe die bisherigen Informationen, zum Beispiel bezüglich der inneren Holzqualität, verdichtet werden. Von Nutzen wäre zum Beispiel die standort- und bestandesspezifische Kartierung von Rotfäule. Diese Informationen können wiederum für das Controlling (Verbesserung der zukunftsorientierten Informationsbasis) und die nächste Planung auf der gleichen Fläche genutzt werden. Des Weiteren könnten diese Informationen für Forschungszwecke, zum Beispiel bei der Untersuchung von Gründen für die Rotfäuleentstehung, Verwendung finden.

Zur Vermeidung von zeitraubenden Revierfahrten sollten neben den Bestandesdaten direkt zusätzlich weitere Forstbetriebliche Informationen mit Bezug zur Holzernte mit aufgenommen werden. Hierfür bietet sich ebenfalls ein digitales Formular an, welches auf einem mobilen Datenaufnahmesystem aufgerufen wird. Dies hat den Vorteil einer standardisierten, vollständigen und digitalen Datenaufnahme. Zu diesen zusätzlich aufzunehmenden Informationen gehören die Hiebsordnung, die Auswahl der vom GIS vorgeschlagen Polterplätze, die Abfuhrrichtung, die Festlegung der UVV-Absperrlinien, die Rettungspunkte und sonstige individuelle Informationen.

Diese umfangreichen Informationen können umgekehrt auch bei Kundenanfragen für die Auswahl geeigneter Bestände aus der Bestandesdatenbank verwendet werden, indem die Angaben zur Dimension und Qualität des zu erwartenden Hiebsanfalls mit den Kundenwünschen abgeglichen werden. Unter Einbezug der Geländedaten (Geländedatenbank) und den Forstbetrieblichen Informationen ist weiterhin eine Vorauswahl der jeweils geeigneten Holzernteverfahren und die Einschätzung des Zeitbedarfs für die Aufarbeitung und Vorkalkulation der Holzerntekosten möglich. Das ermöglicht auch eine terminliche und ertragsorientierte Kalkulation des Auftrags.

Eine GIS-Analyse der Bewirtschaftungsfläche ermöglicht eine erste schnelle Einschätzung der Befahrbarkeit von Beständen. Dafür müssen die Neigungsklassen berechnet werden. Hierfür sind Höhenangaben für das entsprechende Gebiet notwendig. Die im Jahr 2004 vollständig abgeschlossene Laserscanning-Befliegung für Baden-Württemberg bietet eine ausreichende Datenqualität für die Berechnung von Neigungsklassen unter forstwirtschaftlichen Bedingungen. Für die Berechnung der Neigungsklassen wird ein „Triangulated Irregular Network“ (TIN) erstellt.

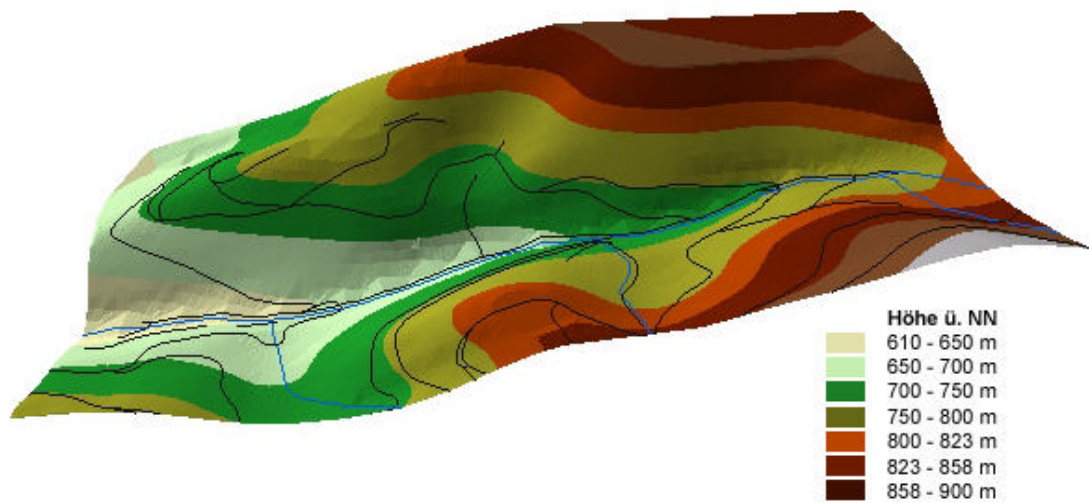


Abb. 29: Geländedarstellung als 3-D-TIN (Quelle: eigene Darstellung)

Nähere Informationen zu TINs sind unter anderem bei Jaeger (1995) zu finden. Die Hangneigung kann zum Beispiel in die folgenden vier Neigungsklassen eingeteilt werden (vgl. Abb. 30):

- |                     |   |
|---------------------|---|
| Klasse 1: 0 - 10 %  | ohne Probleme befahrbar, Rückegassen können in alle Richtungen angelegt werden            |
| Klasse 2: 11 - 25 % | befahrbar, Rückegassen müssen jedoch in Falllinie verlaufen                               |
| Klasse 3: 26 - 55 % | Erschließung erfolgt mit Maschinenwegen, die eine Maximalsteigung von 15- 20 % aufweisen. |
| Klasse 4: > 55 %    | Holzbringung nur mit Seilkrantechnik möglich  |

Diese GIS-Analyse braucht nur einmalig durchgeführt werden, da die Geländemerkmale unveränderlich sind. Die Ergebnisse können bei wiederholter Nutzung wieder verwendet werden. Die Neigungsklassen können sich bei Weiterentwicklung der Aufarbeitungsverfahren und neuer Fahrzeugtechnik ändern, und können dann bei Bedarf neu angepasst und berechnet werden.

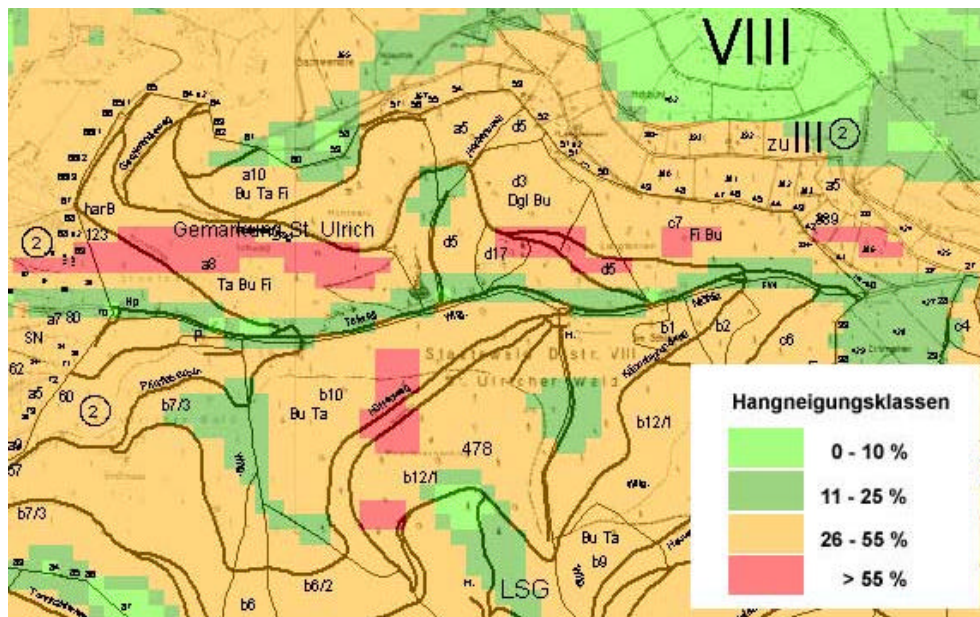


Abb. 30: Hangneigungsklassen Distrikt VIII (Quelle: eigene Darstellung)

Zur Einschätzung der Befahrbarkeit für die Auswahl des Holzernteverfahrens müssen zudem Geologie und bodenkundliche Daten des Gebietes berücksichtigt werden. Digitale geologische Daten und Standortdaten sind bereits jetzt vorhanden und lassen Rückschlüsse auf die Tragfähigkeit des Geländes zu. Gegebenenfalls sind Witterungsdaten bei der Beurteilung mit einzubeziehen (Niederschläge, Frost). Auch Blocküberlagerung oder Gräben als erschwerende oberirdische Geländeeigenschaften, unterliegen keinen Veränderungen. Zum Teil können diese Informationen bereits den vorliegenden topographischen Rasterdaten FGK 5 (1 : 5000) aus den 70er Jahren übernommen werden (vgl. 4.3 und Abb. 31). Eine präzise Erfassung vor Ort ist mit GPS bei Bedarf möglich.

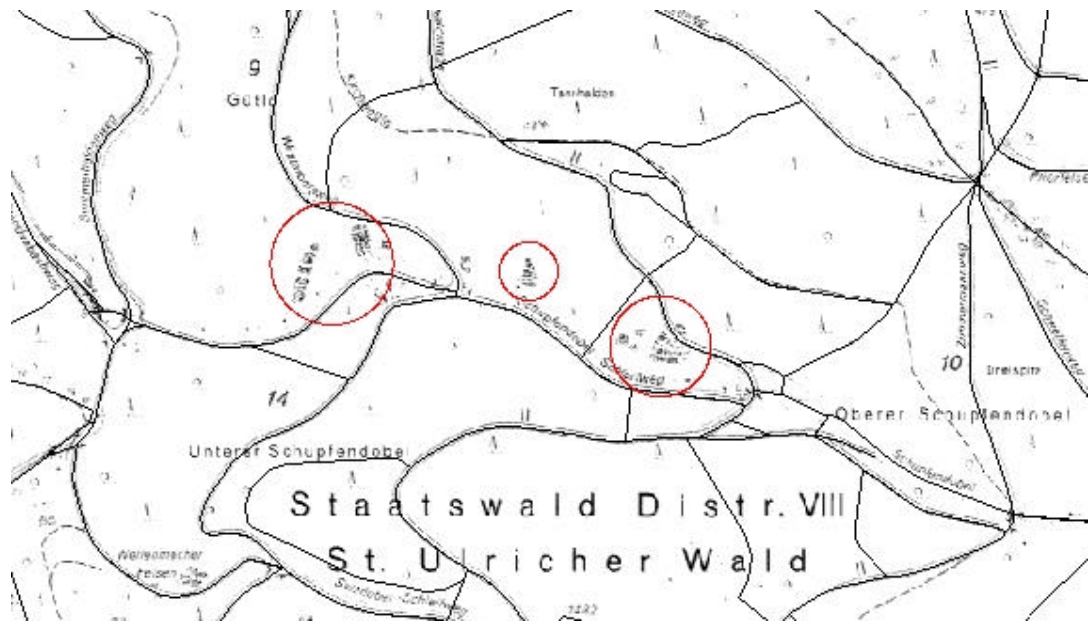


Abb. 31: Blocküberlagerungsinformationen in FGK 5 rot eingekreist (Quelle: eigene Darstellung)

Die bereits digital vorliegende Gewässerkartierung ist bei der Einschätzung der Befahrbarkeit eines Geländes ebenfalls mit einzubeziehen werden. Steh- und Fließgewässer schränken die Befahrbarkeit des Geländes ein. Gewässer haben zudem einen Einfluss auf die Pestizidausbringung auf Holzpolter. Kann man die Notwendigkeit des Einsatzes von Pestiziden noch nicht abschätzen, muss im Zweifel ein Polterplatz gesucht werden, der die Pestizidausbringung erlaubt. Die Polterplatzauswahl hat in Verbindung mit den Erschließungsverhältnissen direkte Auswirkungen auf die Rückentfernung und dadurch auch auf die Holzbereitstellungskosten.





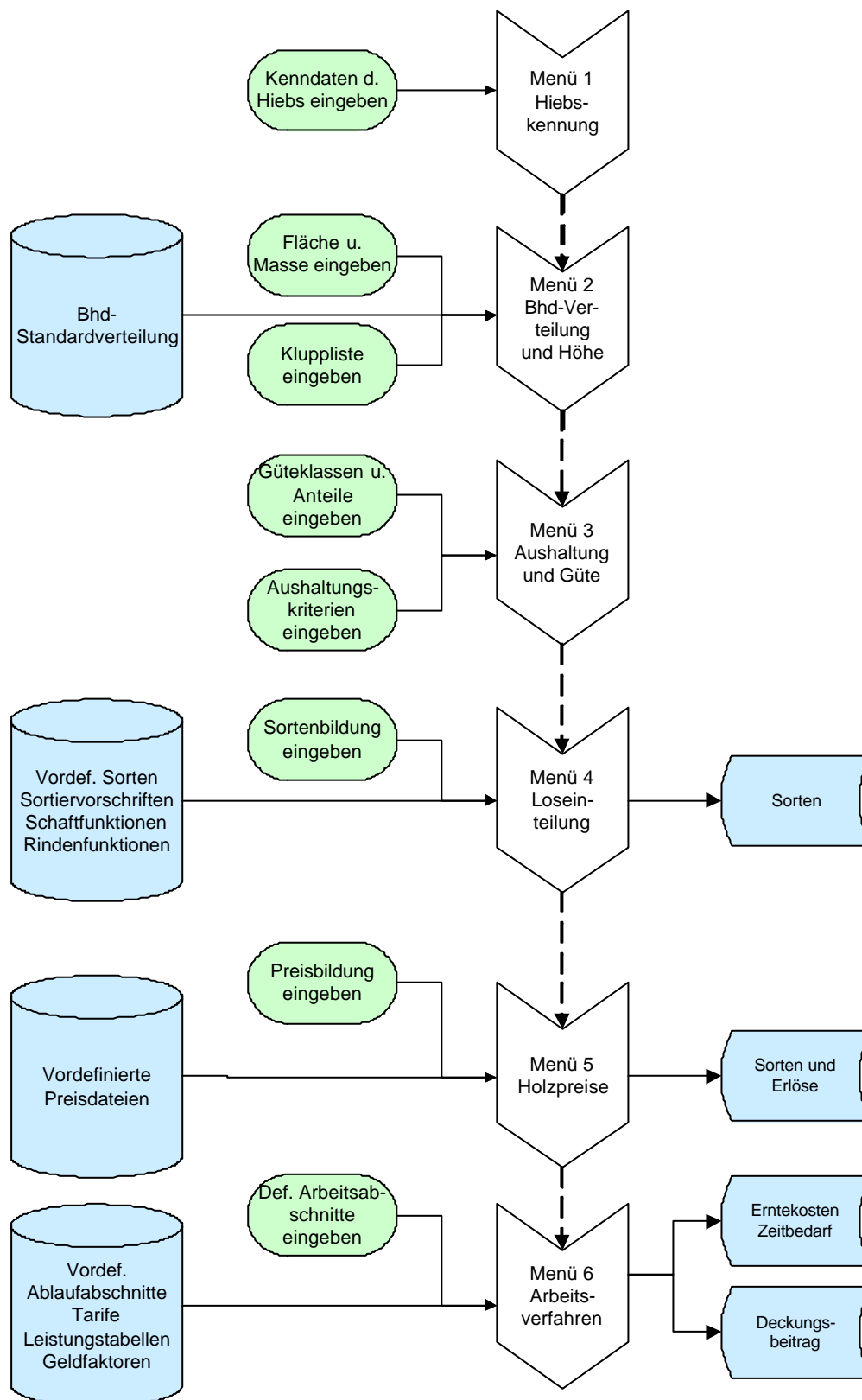


Abb. 33: Daten Input und Output im Ablaufschema des Programmpaketes Holzernte 6.x der FVA Baden-Württemberg (Quelle: eigene Darstellung)



Nach Auswahl der für den Kundenauftrag geeigneten Bestände und der Holzernteanalyse müssen Arbeitsaufträge erstellt werden. Gemäß der Schwachstellenbeschreibung (vgl. 5.3) sollte der Informationsgehalt von Arbeitsaufträgen verbessert werden mit dem Ziel, Rückfragen seitens der Waldarbeiter (sowie der Dienstleister) und die damit verbundenen zeit- und kostenaufwendigen Revierfahrten des Revierleiters zu reduzieren (vgl. 5.3.3.1). Bei den im Arbeitsauftrag enthaltenen Informationen handelt es sich zum Teil um statische Angaben, also um Informationen, die keinen Veränderungen unterworfen sind (zum Beispiel Hangneigung), oder um betriebliche Informationen, die bei der Erhebung der Bestandesdaten zusätzlich aufgenommen wurden (zum Beispiel UVV-Absperrlinien). Die Informationen über die Aushaltung, das Holzernteverfahren, den Maschineneinsatz, Erschließungsverhältnisse, Polterplätze, Hangneigung, Bodenverhältnisse, Hiebsordnung, Bestandesgrenzen, Abgrenzung der Arbeitsfläche, Biotopkartierung, Wasserschutzgebiete, Rettungspunkte, verfügbare Mobilfunkgebiete, alternative Arbeitsaufträge, die Position anderer Waldarbeiterrotten sowie Zeit- und Kostenvorgaben liegen zu diesem Zeitpunkt (im Rahmen dieses Konzeptes) bereits digital vor und können daher bei der Erstellung des Arbeitsauftrags automatisch genutzt und entsprechend visualisiert (GIS) werden. Die umfassende schriftliche und visualisierte Informationsbereitstellung hat den Vorteil, dass die Ortskenntnis der Waldarbeiter nicht zwingend gegeben sein muss. Arbeitsaufträge können auch kurzfristig an Dienstleister vergeben werden. Die Anzahl der Arbeitseinweisungen verringert sich, und der Revierleiter kann leichter vertreten werden (zentrales Informationsmanagement). Die digitale Bereitstellung des Arbeitsauftrags hat zudem den Vorteil, dass die Informationen jederzeit aktualisiert werden können.

Die Ausführung des Arbeitsauftrags beginnt in der Regel mit der Umsetzung von Personal und Maschinen. Um eine schnelle Umsetzung zu gewährleisten, ist der Einsatz von Routingsystemen (zum Beispiel auf Basis von GeoDAT) oder Navigationshilfen zweckdienlich (vgl. 2.1.5, 2.3.7 und 5.3.1.3). Die Angabe des Zielorts der Umsetzung kann auf Grund der Bereitstellung von digitalen Arbeitsauftragsdaten ohne manuelle Eingabe direkt aus dem Informationssystem erfolgen.

Bei der Holzernte und -bringung kommt dem Einsatz von GPS, digitalen Arbeitsflächengrenzen und RFID eine besondere Bedeutung zu. GPS-Empfänger geben Auskunft über die Position von Mensch und Maschine im Raum (vgl. 2.1.3, und 5.3.1.3). Eine digitale Arbeitsflächengrenze beschreibt die Arbeitsfläche eindeutig und verhindert den versehentlichen Eingriff auf anderen Waldflächen. Akustische und optische Warnsignale in mit GPS ausgerüsteten Holzerntefahrzeugen können zum Beispiel eine Grenzüberschreitung anzeigen. Des Weiteren wird durch die Kombination einer eindeutigen Stammkennzeichnung (RFID) und GPS bei der

Holzernte eine Holzvermarktung mit Raumbezug und Punktbezug möglich. Hierdurch entstehen folgende Vorteile gegenüber dem Ist-Zustand:

- Auszeichnung eines Bestandes mit Liefersortimenten für mehrere Kunden möglich (Stamm-Kundenzuordnung)
- Herkunftsnachweis im Rahmen der Holz-Zertifizierung möglich
- Vollständigkeit der Holzernte kann leicht überprüft werden
- Vollständigkeit des Rückens von geerntetem Holz kann leicht überprüft werden
- Beim Holzverkauf im Kleinprivatwald kann das Holz zum Zweck der Abrechnung jedem Eigentümer trotz gemeinsamer Holzernte und -bringung zugeordnet werden
- Keine zusätzliche Kennzeichnung der Stämme durch Waldnummern nötig
- Holz ist für den Transporteur trotz schlechter Sicht auf die Stammstirnfläche eindeutig zu identifizieren
- Kürzere Standzeiten der Lkws im Wald durch einfache Überprüfung der Vollständigkeit der Holzladung
- Kürzere Standzeit der Lkws im Werk durch einfache Überprüfung des Wareneingangs

Die Erfüllung der Arbeitssicherheitsanforderungen in der Forstwirtschaft ist auf Grund des dezentralen Arbeitseinsatzes und schwieriger Arbeitsplatzigenschaften, zum Beispiel Eis und Schnee im steilen Gelände, besonders anspruchsvoll. Informationstechnologie hat in diesen Bereichen bislang nur eingeschränkt Einzug gehalten. Derzeit wird ein spezielles Warn-Funkgerät genutzt, das beide Waldarbeiter in der Zweierrotte mit sich tragen. Stürzt einer der Waldarbeiter und bleibt dabei längere Zeit liegen, wird über einen Quecksilberschalter ein Warnsignal an das Funkgerät seines Kollegen übermittelt. Werden beide Waldarbeiter verletzt oder arbeiten die Waldarbeiter getrennt voneinander, stößt dieses System an seine Grenzen. Inzwischen existieren jedoch bereits wesentlich leistungsstärkere Techniken, welche die Sicherheit beziehungsweise die Rettungsmaßnahme verbessern. So hat der Mobilfunkanbieter Vodafone das Handy Vitafone 1200 in seine Produktpalette aufgenommen, das über eine spezielle Notfall-Taste und das Ortungssystem GPS verfügt. Ein Druck auf die breite Notruf-Taste am oberen Rand des Mobiltelefons setzt eine Meldung an die rund um die Uhr besetzte Servicezentrale der Firma Vitaphone ab, die per GPS die auf etwa 15 Meter genaue

Position des Besitzers ermitteln kann. Der Notruf wird mit Angaben zur Person und zum Standort direkt an die Rettungsdienste weitergeleitet. Es ist dabei möglich, dem Notarzt auch sofort wichtige medizinische Daten zu übermitteln. Zum Vitaphone-Service gehört auch die Benachrichtigung von Angehörigen und behandelnden Ärzten. Dank GPS-Ortung kann der Besitzer seine Position auch selbst feststellen. Wird der Träger des Handys vermisst, lässt sich die Position des Notfall-Telefons über eine Servicenummer und nach Angabe eines Sicherheitscodes jederzeit auch von befugten Dritten abfragen. Vitaphone bietet schon seit längerer Zeit auf dem selben Prinzip beruhende Mobilfunk-Notrufsysteme etwa zur Überwachung von Herzinfarktpatienten an (URL <sup>19</sup>). Die lückenhafte Netzabdeckung der Mobilfunkanbieter stellt allerdings derzeit noch einen begrenzenden Faktor dar. Mit Einführung des "Universal Mobile Telecommunications Systems" (UMTS) ist die Installation eines wesentlich dichteren Sendemasten-Netzes verbunden. Durch die Zunahme an Sendemasten wird sich die Netzabdeckung verbessern. Des Weiteren wird die Voraussetzung für eine gute Positionsbestimmung mittels Mobilfunksendemastpeilung verbessert.

Wie die Verwaltung anderer Daten und Informationen sollte auch die Holzmessdatenverwaltung von Beginn an digital in einer Produktionsdatenbank erfolgen. Die Daten können über die Stammkennzeichnung (Nummern oder RFID) verknüpft und direkt vom Vermesser in ein mobiles Datenaufnahmegerät aufgenommen werden. Folgende Vorteile entstehen hierdurch gegenüber dem Ist-Zustand:

- Revierleiterfahrten zur Ermittlung des Aufarbeitungsstands entfallen oder können auf ein Minimum zur Kontrolle der Datenaufnahme reduziert werden
- Gesamtzeitbedarf für die Holzaufnahme nimmt ab
- Fehlerrisiko bei Holzaufnahme durch manuelle Dateneingabe wird reduziert
- Fehlerrisiko bei Holzdatenaufnahme durch schlechte Sicht auf die Stammstirnfläche entfällt
- Der Produktionsstand kann allen beteiligten Logistikpartnern leicht zur Verfügung gestellt werden

Hecker und Köpke (1998) stellen im Rahmen der Holzaufnahme fest, dass die Ermittlung der Stammabschnittanzahl mit einem erheblichen Zeitaufwand verbunden ist. Die Ermittlung der Stammanzahl, zum Beispiel bei PZ-Abschnitten, kann durch photooptische digitale Holzvermessung (vgl. Fink 2003 und 2.3.8) automatisiert, ohne manuelle Eingabe und mit hoher Genauigkeit erfolgen.

Im Zusammenhang mit dem an der Waldstraße bereitgestellten (lagernden) Holz ergeben sich vielfältige organisatorische Aktivitäten. Der Forstbetrieb, speziell das Forstamt, muss bei seinen Verkaufsverhandlungen über den Lagerort des Holzes für eine eventuelle Vorzeigung des Holzes durch den Forstamtsleiter oder seinen Vertreter informiert werden. Die Informationen, die das Forstamt auf Grund der Beschreibung in der Holzliste erhält (Waldstraßennamen), sind für ein Auffinden durch die Forstamtsleitung oder eines vertretenden Revierleiterkollegen unzureichend. Mit Aufnahme der geographischen Position (GPS-Messung) im Rahmen der Holzaufnahme könnten die entsprechenden Positionsdaten ohne größeren Aufwand mit erhoben werden.

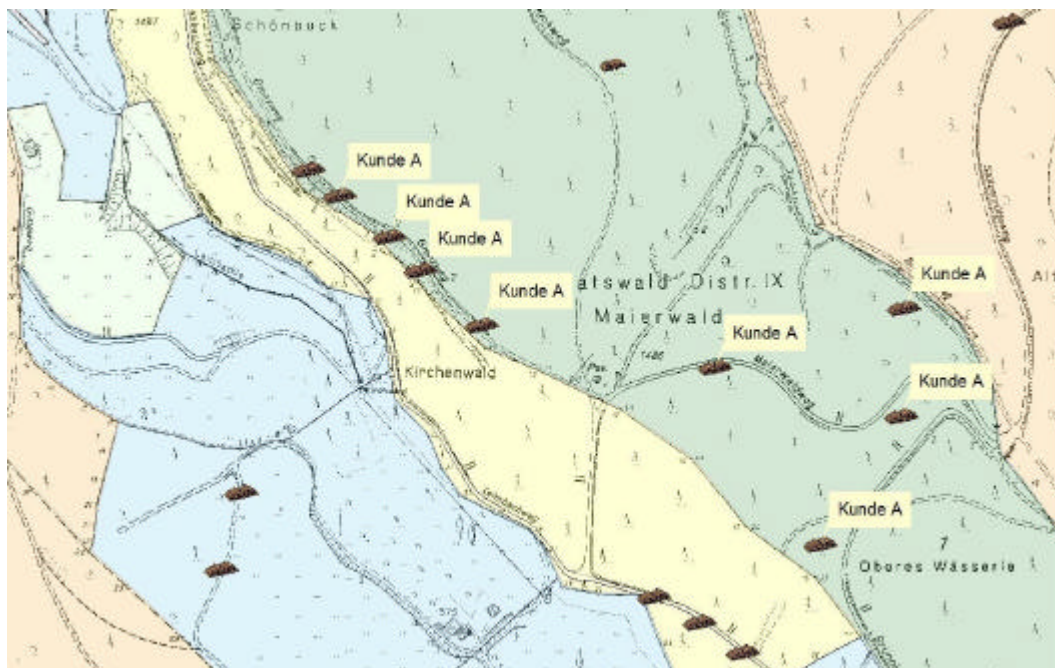


Abb. 34: Polterpositionen mit Käuferangaben im GIS dargestellt (Quelle: eigene Darstellung)

Sämtliche in diesem Zusammenhang notwendigen Daten können in einem Informationssystem abgefragt und automatisiert bearbeitet werden. Die zuverlässige Datenpflege ist dabei von großer Bedeutung. So ist zum Beispiel die Statusinformation über die Holzpolter (Holz ist abgefahren oder nicht abgefahren vgl. Abb. 34) sehr wichtig. Das Problem der Datenaktualisierung kann auf unterschiedliche Art gelöst werden, zum einen durch die Verpflichtung aller Akteure die Daten entsprechend der Vorgaben zu pflegen, zum anderen durch ein RFID-Lesesystem, das an den Waldausgängen (Zwangswechsel) installiert wird. Die Aktualisierung der Daten erfolgt hierbei ohne die Fehlerquelle Mensch. Zudem ist

kein spezielles Informationssystem beim Transporteur und Forstbetrieb notwendig. Ein solches Erfassungssystem könnte, wie bereits in 5.3.3.2 beschrieben, mit einem elektronischem Zugangskontrollsystem kombiniert werden.

Mit Bereitstellung des Holzes beziehungsweise bei Begleichung der Rechnung durch den Kunden kann diesem auf digitalem Wege (zum Beispiel via Internet) eine Holzabfuhrerlaubnis zugesendet werden. Neben der Holzabfuhrerlaubnis können geographische Informationen über den Lagerort des Holzes, die Holzaufnahmedaten, Kennzeichnungsinformationen des Holzes (RFID), Codes für ein elektronisches Zugangskontrollsystem und Kontaktdaten übermittelt werden. Die Holzaufnahmedaten, Polterkoordinaten und Kontaktdaten könnten bereits zum jetzigen Zeitpunkt mittels ELDAT-Schnittstelle übermittelt werden, (die übrigen Daten könnten ebenfalls in ELDAT integriert werden). Die übermittelten Polterdaten können für eine Navigationshilfe (vgl. 2.1.5) genutzt werden. Durch den GeoDAT-Standard kann bei vorliegen vektorisierter Forstkarten der Transporteur sogar bis zum Polter geleitet werden (Routing). Wie bereits in Kapitel 5.3.1.3 beschrieben, wird dadurch das Auffinden von Holzpoltern erleichtert, die Transportzeiten verkürzt und die Transportkosten reduziert. Jedoch nicht nur durch das schnellere Auffinden der Holzpolter seitens des Transporteurs, sondern auch durch Wegfall der Einweisung durch den Revierleiter werden bei der Holzbereitstellung Zeit und Kosten gespart. Folgende Vorteile gegenüber dem Ist-Zustand ergeben sich:

- Schnelleres Auffinden des Polters durch den Transporteur (reduzierte Transportkosten)
- Holzbereitstellungskosten seitens des Holzbereitstellers werden reduziert, da der Revierleiter den Transporteur nicht einweisen muss
- Ortskenntnisse des Transporteurs sind nicht mehr zwingend notwendig. Dadurch kann auf eine größere Anzahl an Transporteuren zurückgegriffen werden (höheres Transportangebot und dadurch stärkere Konkurrenz im Transportgeschäft mit Kostensenkungspotential)
- Transport-Tourenoptimierung in Abhängigkeit der Holzpolterposition, des Holzvolumens, der Holzmasse und der Werksposition wird möglich
- Rückfrachtoptimierung wird vereinfacht

An die Holzernte und den Holzverkauf schließt sich die Lohnabrechnung an. Die monatliche Lohnabrechnung wird im Ist-Zustand nach dem handschriftlich geführten Arbeitsheft des Rottenleiters durchgeführt. Dabei besteht die Haupttätigkeit darin, die Aufschriebe des Rottenleiters auf Plausibilität zu prüfen und vom Arbeitsheft manuell in Formulare zu übertragen beziehungsweise Standardberechnungen

durchzuführen. Die Tätigkeit des mehrmaligen Übertragens wird durch die direkte Eingabe des Rottenführers in ein mobiles Datenaufnahmegerät überflüssig. Standardberechnungen kann das Informationssystem schneller und fehlerfrei durchführen, wodurch Durchlaufzeit und Qualität der Prozesse verbessert werden.

Im Rahmen der Hiebsnachkalkulation sollte der Revierleiter nach jedem Hieb seine Planungsdaten mit den tatsächlichen Daten abgleichen und eventuelle Differenzen begründen können. Vor allem die für ein bestimmtes Gebiet charakteristischen Eigenschaften, zum Beispiel hoher Holzernteaufwand durch Blocküberlagerung und Dobel, sollten erkannt und in einem Informationssystem dokumentiert werden, denn es handelt sich dabei um häufig wieder verwendbare Informationen. Ebenso können rottenspezifische Informationen gesammelt und bei zukünftiger Planung berücksichtigt werden (Beispiel: Rotte XY ist im steilen Gelände um 10 % leistungsstärker als der Durchschnitt). Außerdem sollten die entnommenen Holzmengen und die bei der Holzaufnahme ermittelten Hiebsmengen automatisiert erfasst und bei Bedarf punktgenau in die Produktdatenbank sowie in den naturalen Vollzugsnachweis der Forsteinrichtungsplanung beziehungsweise einmünden (vgl. Becker 1997). Dies würde auch die Datenbasis für die zukünftige jährliche Einschlagsplanung und die Forsteinrichtung stärken. Neben dem Ziel, die Betriebsleistung zu verbessern, soll auch die Planungssicherheit erhöht werden, um die Abweichung zwischen Planung und Vollzug möglichst gering zu halten. Dies gilt vor allem für die Zeit- und Produktionsplanung, die einen direkten Einfluss auf die Ressourcenauslastung hat.

Neben den Daten, die der Forstbetrieb selbst erhebt, sind auch Daten, die von der Holzindustrie erfasst werden, von Interesse. Der Holzverarbeitende Betrieb erhält zum Beispiel beim Einschnitt von Holz weitere Informationen über spezielle Holzeigenschaften (zum Beispiel Rotfäule). Über eine eindeutige Kennzeichnung des Holzes (vgl. 2.1.8) könnte mittels ELDAT (vgl. 2.1.6.1) ein automatisierter Informationsrückfluss in das Informationssystem des Forstbetriebes erfolgen.

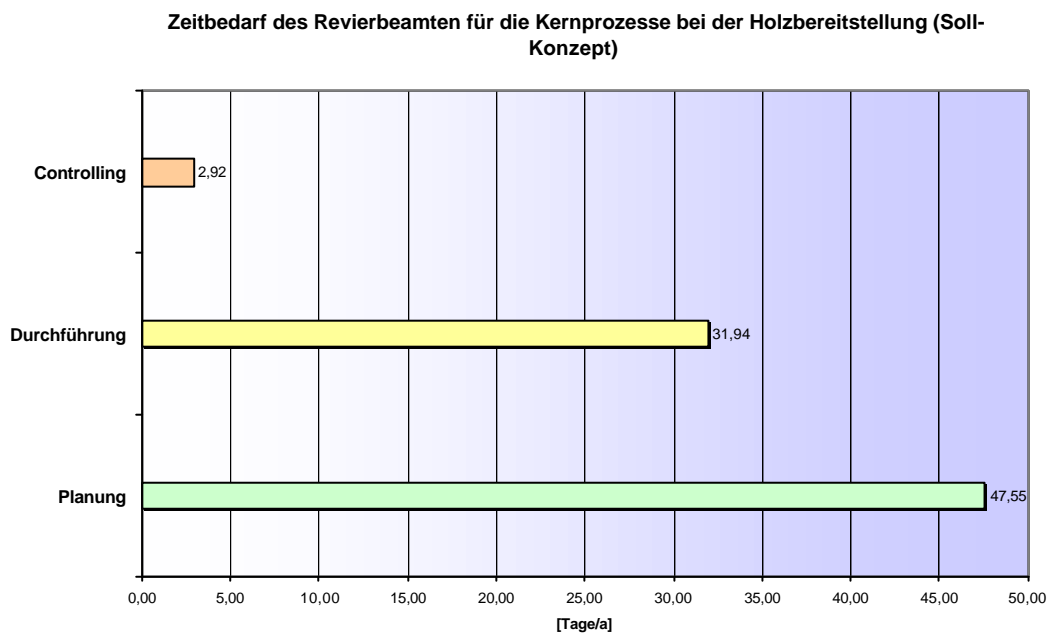
## **5.6 Zeit- und Kostenverteilung im Soll-Konzept**

Die Wiederverwendung von Daten, die keiner Veränderung unterliegen oder fortgeschrieben werden können, bewirken große Zeiteinsparungen (vgl. 5.3.1.1). Zu diesen Daten gehören zum Beispiel die digital vektorisierten und durch Attributdaten gemäß dem GeoDAT-Standard vgl. 2.1.6.3 komplementierten Waldstraßen, Maschinenwege und Rückegassen sowie Geländeeigenschaften, wie zum Beispiel die Geländeneigung, die auf Grund von Laser-Scanning-Daten berechnet werden.

Die Verknüpfung wichtiger Daten und Informationen mit dem „Raum“ beziehungsweise „Punkt“ ermöglicht den Einsatz raumbezogener Abfragen durch Geographische Informationssysteme (vgl. 4.5.3 und 5.3.1.3).

Im Folgenden werden die Prozesse des Soll-Konzeptes in tabellarischer und graphischer Form zusammenfassend vorgestellt. Der Vergleich zwischen Ist- und Soll-Konzept wird im nachfolgenden Kapitel 5.7 dargestellt und diskutiert.

Die Prozesse der Holzbereitstellung benötigen im Rahmen des Soll-Konzeptes 82 Tage pro Jahr und somit 37 % der gesamten Jahresarbeitszeit des Revierleiters. Dabei teilt sich der Zeitbedarf für die einzelnen Kernprozesse Planung, Durchführung und Controlling folgendermaßen auf (vgl. Abb. 35): Die Planung benötigt 47,55 Tage pro Jahr, die Durchführung 22,03 Tage pro Jahr und das Controlling 1,01 Tage pro Jahr.



*Abb. 35: Verteilung der Revierleitertätigkeiten auf die Kernprozesse der Holzbereitstellungskette [Soll-Konzept] (Quelle: eigene Darstellung)*

Die Kernprozesse Planung, Durchführung und Controlling der Holzbereitstellung teilen sich wiederum in die folgenden Prozesse auf (vgl. Tab. 16 und Tab. 17):

		EDV					Summe
		Holzernte	Holzaufnahme	Holzlagerung	Holztransport	Sonstiges	
<b>Planung</b>	[Tage/a]:	47,0		0,6			48
<b>Durchführung</b>	[Tage/a]:	15,0	5,6	0,5	1,0	9,9	32
<b>Controlling</b>	[Tage/a]:	2,9					3
<b>Summe:</b>	[Tage/a]:	64,9	5,6	1,1	1,0	9,9	82,4

Tab. 16: Zeitbedarf des Revierleiters in Tagen pro Jahr für die Kernprozesse der Holzbereitstellung [Soll-Konzept] (Quelle: eigene Darstellung)

		EDV					Summe
		Holzernte	Holzaufnahme	Holzlagerung	Holztransport	Sonstiges	
<b>Planung</b>	[% der gesamten Arbeitszeit für die Holzbereitstellung]	58					58
<b>Durchführung</b>	[% der gesamten Arbeitszeit für die Holzbereitstellung]	18	7	1	1	12	39
<b>Controlling</b>	[% der gesamten Arbeitszeit für die Holzbereitstellung]	4					4
<b>Summe:</b>	[% der gesamten Arbeitszeit für die Holzbereitstellung]	79	7	1	1	12	100

Tab. 17: Zeitbedarf des Revierleiters in Prozent der gesamten Arbeitszeit für die Kernprozesse der Holzbereitstellung [Soll-Konzept] (Quelle: eigene Darstellung)

Den größten zeitlichen Aufwand erfordert die Planung, gefolgt von der Durchführung der Holzernte. Dazu gehören auch die unter „EDV Sonstiges“ zusammengefassten Aktivitäten. Der Einsatz von IT im Soll-Konzept macht es erforderlich, dass das Personal regelmäßig in neuen EDV-Modulen geschult wird. Dafür wurde ein jährlicher Zeitaufwand von fünf Arbeitstagen à neun Stunden kalkuliert. Des Weiteren erfordert der Einsatz von IT im operativen Betrieb die regelmäßige Wartung und Instandhaltung der IT. So ist zum Beispiel die regelmäßige Akkuladung der mobilen Datenaufnahmegaräte und die



Synchronisierung der damit erhobenen Daten mit der zentralen Datenverwaltung notwendig. Für diese Arbeiten wurden pro Arbeitstag zehn Minuten kalkuliert. Sowohl die EDV-Fortbildung als auch die EDV-Instandhaltung wurde dem Kernprozess der Durchführung zugeordnet. Diese zusätzlichen Tätigkeiten werden im Folgenden mit der Codierung „X“ gekennzeichnet (wie zum Beispiel S\_D\_X\_EDV\_Fortbildung). Das Soll-Konzept beinhaltet insgesamt folgende Prozesse, die gemäß der Zugehörigkeit zu den Kernprozessen in unterschiedlicher Farbe dargestellt sind (Planung in Grün, Durchführung in Gelb, Controlling in Orange ) (vgl. Abb. 36):

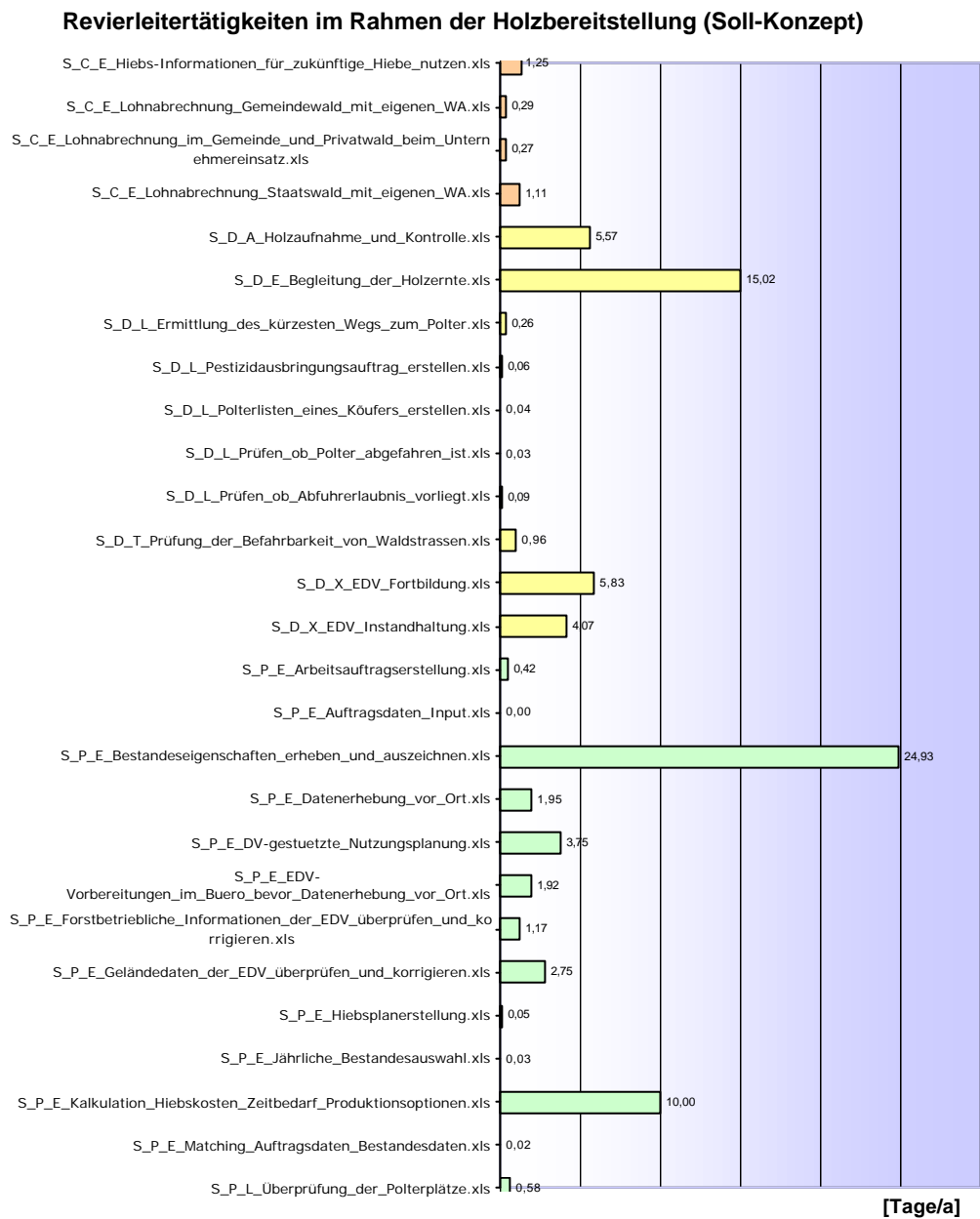


Abb. 36: Übersicht des Zeitbedarfs der Revierleitertätigkeiten im Rahmen der Holzbereitstellung [Soll-Konzept] [Tage/a] (Quelle: eigene Darstellung)

Wie der Abb. 36 zu entnehmen ist, weist die Planung mit 47,5 Tagen pro Jahr den größten Zeitbedarf auf (in Abb. 36 mit S\_P gekennzeichnet). Innerhalb der Planung nehmen die Tätigkeiten der „Bestandeseigenschaften erheben und auszeichnen“ mit 24,9 Tagen pro Jahr den größten Anteil ein. Der große zeitliche Aufwand für die Datenerhebung lässt sich dadurch erklären und rechtfertigen, dass diese Daten die wesentliche Basis für die weiteren Rationalisierungseffekte durch IT-Einsatz bilden. Die Daten werden in der Folge elektronisch verarbeitet und können für vielfältige

Simulations- und Kalkulationsszenarien genutzt werden (vgl. 2.3.7), die hilfreich für Entscheidungen der Unternehmensführung sind. Die Hiebskalkulation erfordert 10 Tage pro Jahr und hat das Ziel, Kundenaufträge und Bestandesauswahl bestmöglich aufeinander abzustimmen.

Für die Prozesse zur Durchführung der Holzbereitstellung benötigt der Revierleiter 32 Tage pro Jahr (in Abb. 36 mit S\_D gekennzeichnet). Die wesentlichen Posten sind dabei die Begleitung der Holzernte mit 15 Tagen, die EDV-Fortbildung mit 5,8 Tagen und die Holzaufnahme mit 5,6 Tagen pro Jahr.

Die Prozesse des Controllings (in Abb. 36 mit S\_C gekennzeichnet) benötigen insgesamt 2,9 Tage pro Jahr und werden vor allem für Hiebsnachkalkulation und Lohnabrechnung benötigt.

## **5.7 Ist-Soll-Vergleich**

### **5.7.1 Allgemeines**

Mit der Einführung von Informationstechnologie verändern sich zwangsläufig auch die organisatorischen Abläufe für alle Beteiligten innerhalb der Holzbereitstellungskette. Vor informationstechnologischen Investitionen müssen deshalb die ablauforganisatorischen Änderungen eingeführt werden (vgl. Witzendorf 2000). Dies impliziert, dass die Einzeltätigkeiten im Ist-Zustand und im Soll-Konzept nicht mehr ohne weiteres verglichen werden können. Vielmehr müssen die Kernprozesse der Planung, Durchführung und des Controllings zur Erreichung eines bestimmten Ziels gegenübergestellt werden.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass die Prozesse im Ist-Zustand sehr heterogen verlaufen. Dies beruht darauf, dass die Prozesse nicht auf Betriebsebene dokumentiert sind und von Seiten der Betriebsführung nur wenige Vorgaben für den Verfahrensablauf existieren. Das operative Vorgehen und der Vollzug wird den jeweiligen Forstbeamten überlassen. Hierdurch ergeben sich forstamtsübergreifend sowie innerhalb der Forstbetriebe eine breite Streuung bezüglich der Prozessabläufe und des Informationsmanagements. Derzeit wird lediglich durch einheitliche Formulare eine gewisse Standardisierung erreicht. Wie jedoch die für das Ausfüllen der Formulare notwendigen Informationen gewonnen und verarbeitet werden sollen, ist nicht festgelegt.

Mit der Entwicklung und Dokumentation eines Soll-Konzepts können diese Prozesse standardisiert und im Unternehmen einheitlich und verbindlich eingeführt werden.

Dies kann auch für ein unternehmensweites Controlling und Evaluationssystem genutzt werden. Der Einsatz von Informationstechnologie kann die Standardisierung von Prozessen unterstützen. So können die standardisierten EDV-Module der Bestandesdatenerhebung auch für das Personalmanagement (zum Beispiel bei der Vertretung von Personal) hilfreich sein. Durch die Standardisierung und vor allem durch den Einsatz von Informationstechnologie können gegenüber dem Ist-Zustand erhebliche Verbesserungen hinsichtlich der Qualität und der Durchlaufzeit erzielt werden. Qualitative Verbesserungen können vorwiegend durch Schnittstellen- und Medienbruchreduktion mittels digitalem Datenmanagement erzielt werden. Die Verbesserung der Durchlaufzeiten resultiert aus der Wiederverwendung von Daten und Informationen sowie aus der Ermittlung und Verarbeitung der Daten mit Hilfe von Informationstechnologie. Die Wiederverwendung der Daten, die durch die elektronische Datenverwaltung vereinfacht und qualitativ verbessert wird, hat zur Folge, dass ganze Prozesse eliminiert werden können. Als Beispiel sei hier die Geländeneigung genannt, die mit Hilfe von flugzeuggetragenen Laserscanning-Daten und einer einmalig abgeleiteten DV-gestützten TIN-Berechnung (vgl. Jaeger 1995) exakter, schneller und umfassender ermittelt werden kann als durch den Revierleiter in klassischer manueller Verfahrensweise mit Neigungsmesser, und auch auf Dauer dokumentiert ist.

### *5.7.2 Schnittstellen und Datenverarbeitung im Vergleich*

Der wesentliche Unterschied zwischen Soll-Konzept und Ist-Zustand in Bezug auf Schnittstellen und Datenverarbeitung liegt in der voll digitalen statt analogen Datenerhebung. Entsprechendes gilt auch für die Datenübertragung und Datenverwaltung. Die Daten stehen zentral zur Verfügung und können, anders als bei einer analogen Datenhaltung, komfortabel durchsucht und ohne Medienbruch wieder verwendet werden. Die Implementierung der ELDAT- und GeoDAT-Schnittstellen in das Soll-Konzept ermöglicht einen standardisierten, schnellen, kostengünstigen und fehlerarmen Datenaustausch auch über die Unternehmensgrenzen hinweg.

### *5.7.3 Zeitaufwand im Vergleich*

Der Zeitbedarf für die Tätigkeiten des Revierleiters wurde im Ist-Zustand durch Summierung der einzelnen Prozesse, an denen der Revierleiter im Ist-Zustand beteiligt ist, berechnet. Nach Angaben des Revierleiters arbeitet dieser durchschnittlich neun Stunden pro Tag bei durchschnittlich 220 Arbeitstagen pro Jahr. Der Gesamtzeitaufwand für die Holzbereitstellung beträgt im Ist-Zustand demnach 145 Tage pro Jahr. Er konnte im Rahmen der Prozessoptimierung im Soll-

Konzept auf 82 Tage pro Jahr reduziert werden; dieses entspricht einer Zeitersparnis von 43 %. Der Gesamtzeitaufwand im Ist-Soll-Vergleich, aufgeteilt auf die Kernprozesse Planung, Durchführung und Controlling ist in Abb. 37 und Abb. 38 dargestellt.

Der Zeitaufwand der Holzbereitstellungsplanung hat sich von 62 Tagen pro Jahr im Ist-Zustand auf 48 Tage pro Jahr verringert. Dies stellt eine Reduzierung des Zeitaufwands von 33 % dar. Der Zeitaufwand für die Durchführung hat sich von 72 Tagen im Ist-Zustand auf 32 Tage im Soll-Konzept reduziert; dies entspricht einer Reduktion von 66 %. Im Bereich des Controllings konnte eine Reduktion des Zeitaufwands um 73 % erzielt werden. Hierbei lag der Zeitaufwand im Ist-Zustand bei 11 Tagen pro Jahr und im Soll-Konzept bei 3 Tagen pro Jahr (vgl. 5.3.3.3).

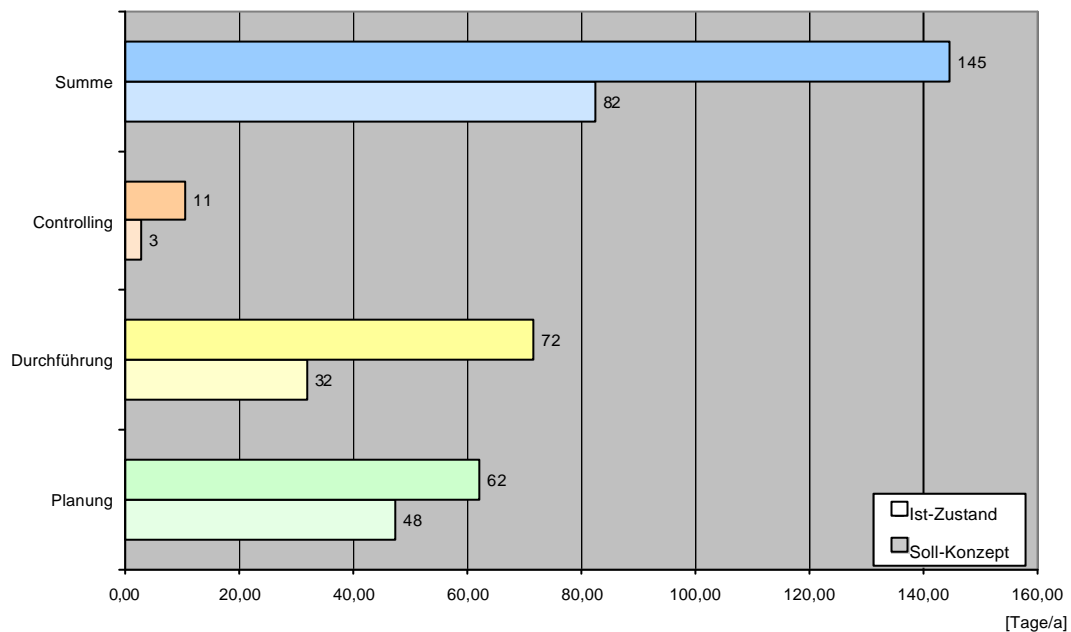


Abb. 37: Ist-Soll-Vergleich [Tage/a] (Quelle: eigene Darstellung)

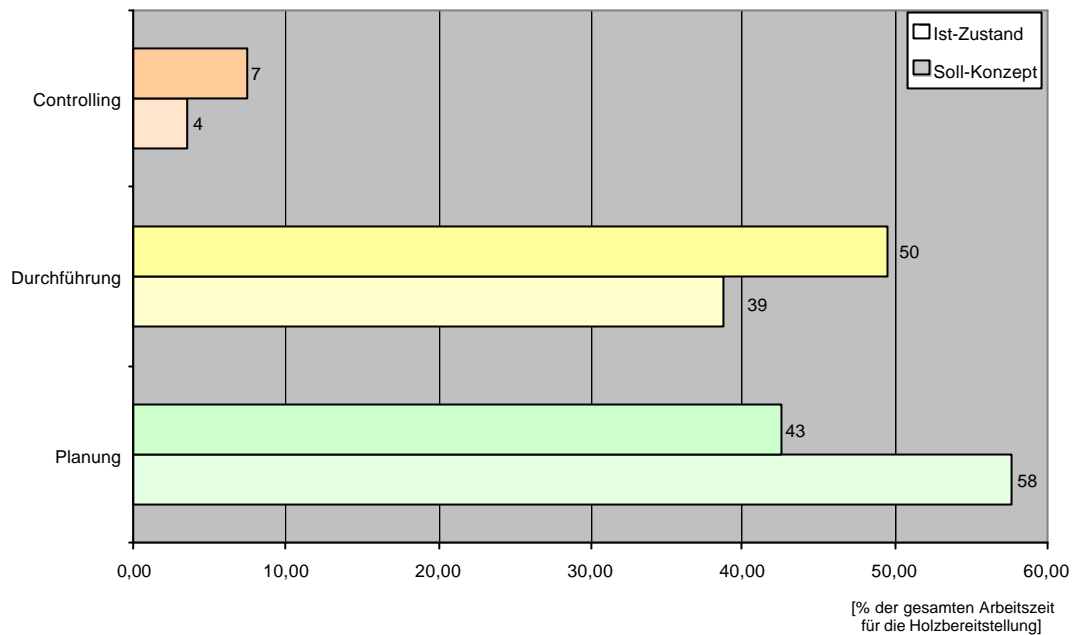


Abb. 38: Ist-Soll-Vergleich [% der gesamten Arbeitszeit für die Holzbereitstellung]  
(Quelle: eigene Darstellung)

Ein erheblicher Zeitbedarf des Revierleiters entsteht bei den regelmäßigen Revierfahrten in Verbindung mit der Begleitung der Holzernte und bei der Besprechung offener Fragen mit den Waldarbeitern. Durch eine detaillierte Planung und Erstellung von Arbeitsaufträgen lässt sich die Anzahl der Revierfahrten wesentlich reduzieren.

Der Aufwand für die Holzbereitstellung, hat sich im Soll-Konzept gegenüber dem Ist-Zustand von der Durchführung hin zur Planung verschoben (vgl. Abb. 38). Dies beruht auf dem gestiegenen Planungsaufwand für die Datenbeschaffung, die als Basis für die Rationalisierungsmaßnahmen zur Verfügung stehen müssen (vgl. 5.3).

Der absolute Zeitbedarf für die Planung konnte durch die Einführung einer Planungsdatenbank reduziert werden. Die Planungsdatenbank ermöglicht, dass in diesem Fall jährlich statt 67 nur noch 45 Hiebe geplant werden müssen, da dies der tatsächlichen Hiebsdurchführung pro Jahr entspricht. Die größere Anzahl an Hiebsplanungen war notwendig, um die Einflüsse aus zufälliger Nutzung und aktueller Marktlage ausgleichen zu können. Eine Planungsdatenbank mit einer Vorlaufzeit von drei Jahren umfasst circa 135 Hiebspläne, auf die jederzeit zurückgegriffen werden kann. Anhand der Auftragsdaten der Kunden können die zu den Aufträgen passenden Hiebe auch kurzfristig ausgewählt werden. Im Bereich des Controllings konnte durch die Eliminierung der handschriftlichen Übertragungen und manuellen Berechnungen der Zeitbedarf um 73 % reduziert werden.

#### 5.7.4 *Qualität im Vergleich*

Die qualitative Bewertung der Informationsermittlung und -verwaltung konnte bei der Qualitätsbewertung im Soll-Konzept gegenüber dem Ist-Zustand um mehr als eine Bewertungsnote von 3 auf 2 (vgl. 4.1.2.6 und 5.2.3) verbessert werden. Dies begründet sich in der durch IT verbesserten und erweiterten Datengewinnung, der vollständigen Eliminierung der handschriftlichen Datenübertragung, und damit der entstehenden Fehlerrisiken, der Verringerung der Durchlaufzeit sowie einer zentralen umfangreichen Datenhaltung. Des Weiteren konnte die Qualität durch integrierte Bereitstellung von Informationen und der daraus resultierenden verbesserten Transparenz hinsichtlich Produktionsstand, räumlicher punktgenauer Ressourcenverteilung und Erfüllung des Zeitplans verbessert werden (vgl. 5.3.1.3). Standardisierte Arbeitsaufträge leisten ebenfalls einen Beitrag zur schnellen und eindeutigen Informationsbereitstellung. Bisher wurden Arbeitsaufträge meist mündlich oder in frei gestalteter schriftlicher Form mitgeteilt. Hierdurch kam es immer wieder zu Rückfragen seitens der Waldarbeiter und zu Missverständnissen (zum Beispiel bei der Beschreibung von Ortsangaben, vgl. 5.3.1.3).

Neben dem unternehmensinternen Informationsaustausch konnte auch der Informationsaustausch zwischen Forstbetrieb und Holzkäufer verbessert werden. Die ELDAT-Schnittstelle (vgl. 2.1.6.2) wird hierbei genutzt, um einen einheitlichen überregionalen Informationsversand und -empfang zu unterstützen. Der digitale Informationsversand ist vor allem für die Empfängerseite von Vorteil, da sie die Daten sehr schnell und ohne Fehlereingabe in das eigene System importieren können. Doch auch der Versender der Informationen profitiert von dem digitalen Datenaustausch. Denn der Versand von digitalen Daten kann per Internet aus dem eigenen System automatisiert und kostengünstig erfolgen. Die Implementierung standardisierter Schnittstellen für den Daten-Import und -Export ist eine qualitative Verbesserung der Serviceleistung und führt zu einer Erhöhung der Kundenzufriedenheit und Stärkung der Kundenbindung. Durch die Differenzierung gegenüber der Konkurrenz wird die eigene Konkurrenzfähigkeit gestärkt. Der prozessintegrierte bidirektionale Informationsaustausch als eine immer wichtigere warenbegleitende Servicedienstleistung kann so auch bei der Holzvermarktung realisiert werden.

#### 5.7.5 *Kosten im Vergleich*

Im Ist-Zustand werden innerhalb der Holzbereitstellung für Planung, Durchführung und Controlling 145 Arbeitstage pro Jahr benötigt. Dies entspricht 65,78 % der Gesamtjahresarbeitszeit des Revierleiters. Um im Soll-Konzept mit IT-gestützten Tätigkeiten dasselbe Ziel zu erreichen, sind nur 82 Arbeitstage erforderlich. Legt

man den aktuellen Personalkostensatz von 47 € pro Arbeitsstunde für den gehobenen Dienst gemäß der VwV-Kostenfestlegung des Finanzministeriums Baden-Württembergs vom 21. Oktober 2002 zu Grunde, ergeben sich Gesamtkosten im Ist-Zustand für die Holzbereitstellungstätigkeiten durch den Revierleiter von 61.219 € pro Jahr. Bei einem Holzeinschlag von 8.000 Fm pro Jahr würden die massebezogenen Kosten durchschnittlich bei 7,65 € pro Fm liegen. Bei gleichen Kostensätzen würde dies im Soll-Konzept bei 82 Tagen pro Jahr für die Holzbereitstellung Kosten in Höhe von 34.686 € entsprechen. Bezogen auf die gleiche Hiebmasse von 8.000 Fm bedeutet dies 4,34 € pro Fm. In der Kostenberechnung sowohl des Ist-Zustands wie des Soll-Konzeptes sind die Fahrtzeiten, nicht aber die Fahrtkosten (km-Geld) des Revierleiters berücksichtigt. Weiter wurden folgende Kosten externer Dienstleister nicht berücksichtigt: Hardwarekosten, Hardwarebetriebskosten, Hardwarereparaturkosten, Softwarekosten, Schulungskosten. Der Zeitaufwand des Revierleiters für die Schulung ist mit 5 Tagen pro Jahr jedoch berücksichtigt.



## 6 **Schlussfolgerungen**

Der Versuch, die im Bereich der Holzbereitstellung auf Revierebene anfallenden Aktivitäten des Revierleiters und ihre interne und betriebliche Verknüpfung sowie ihre Anbindung an externe Akteure (Kunden, Dienstleister usw.) einer prozessorientierten Analyse zu unterziehen und dabei insbesondere zu prüfen, ob durch den konsequenten Einsatz moderner Informationstechnologie wesentliche Verbesserungen gegenüber dem Ist-Zustand erwartet werden können, lässt einige Schlussfolgerungen zu:

Bei der Untersuchung handelt es sich um eine Fallstudie, bei der exemplarisch ein bestimmter Revierleiter eines bestimmte Forstamtes für eine bestimmte Periode untersucht wurde. Die Datenerhebung erfolgte vornehmlich durch Experteninterviews in Form von Gesprächen und beobachtenden Begleitungen des Arbeitsablaufes dieses Revierleiters. Die dabei gewonnenen Ergebnisse sind deshalb weder repräsentativ, noch sind sie direkt auf andere Fälle übertragbar. Dies gilt umso mehr, als, wie auch die Untersuchung zeigt, die forstbetrieblichen Aktivitäten im Bereich der Holzbereitstellung durch ein außerordentlich hohes Maß an Variabilität gekennzeichnet sind, die teilweise auf die naturalen und sachlichen Gegebenheiten (Gelände, Klima, wechselnde Eigenschaften des Naturproduktes Holz) zurückzuführen sind, teilweise aber auch in einer bislang wenig verbindlich strukturierten, sondern individuell ausgestalteten Arbeitserledigung durch die handelnden Personen verursacht werden. Trotz dieser wesentlichen Einschränkungen lassen sich insbesondere in methodischer und konzeptioneller Hinsicht gewisse Folgerungen ziehen:

Das Instrument der Prozessanalyse, welches im Bereich der Industrie für die Darstellung und Optimierung komplexer Prozesse entwickelt wurde und sich dort bewährt hat, eignet sich auch zur Abbildung und Analyse von Verwaltungs- und Organisationsaufgaben, wie sie bei der Bereitstellung von Holz auf der Ebene des Forstreviers anfallen. Die drei zur Erfassung, Beschreibung und Analyse angewendeten Formen der Darstellung: Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK), tabellarisch und textlich sind dabei vorteilhaft. Die formalisierte EPK erlaubt bei der Bearbeitung und Analyse den Einsatz von Informationstechnologie und ist zusammen mit der tabellarischen Form der Darstellung auch für eine quantitative Auswertung besonders geeignet. Die textliche Beschreibung ist jedoch gerade bei so variabel strukturierten und vielfältigen Prozessen wie der Holzbereitstellung zum Verständnis unbedingt notwendig.

Die Darstellung und Analyse des Ist-Zustands zeigt wesentliche Schwachstellen. Diese liegen insbesondere in einer unzureichenden Datenerfassung und Datenhaltung. Mängel sind sowohl in der Erfassungstechnik selbst wie auch der

hohen Variabilität der jeweiligen Datenerfassung zu erblicken. Dies erschwert eine weitere Nutzung der Daten im Prozessablauf und auch eine wiederholte Nutzung der Daten bei der Bearbeitung gleichartiger Fälle, zum Beispiel von vergleichbaren Hiebsmaßnahmen. Im Ist-Zustand wird diese Informationsgewinnung durch persönliches Nachschauen oder Nachfragen ersetzt. Dies ist bei der auf ausgedehnter Fläche stattfindenden forstlichen Produktion besonders zeit- und kostenintensiv, da jeweils erhebliche Such- und Fahrzeiten anfallen. Der Raumbezug forstbetrieblicher Maßnahmen spielt von der Planung bis zum Vollzug und zum Controlling eine entscheidende Rolle. Die Akteure sind sich dessen durchaus bewusst, dennoch wird der Raumbezug bisher nur unvollkommen und auf technisch ungünstige Weise hergestellt. Die konsequente und frühzeitige Verknüpfung aller Daten mit Informationen zur Lage im Raum (durch Einsatz von GIS und GPS-Koordinaten) systematisiert und erleichtert diesen konsequenten Raumbezug im Bereich der Planung, Durchführung und Controlling.

Zur Überwindung dieser grundsätzlichen Schwachstellenproblematik ist der Einsatz moderner Informationstechnologie unverzichtbar. Kernstücke sind zum einen das Geographische Informationssystem, zum anderen die Bestandesdatenbank. Miteinander verknüpft, entsteht auf dieser Grundlage ein Objekt-Raum-Zeit-Management-System, das auch komplexe Vorgänge wie die Holzbereitstellung abzubilden und zu strukturieren vermag. In Verbindung mit der Schnittstellenproblematik (Medienbruch, Fehler bei der Übertragung) sind auch auf Revierebene an der Peripherie entsprechende IT-Instrumente notwendig: GPS, mobiler Computer, Navigationsgeräte usw. erleichtern eine Dateneingabe und Ortung zum frühestmöglichen Zeitpunkt, wodurch im Prozessablauf ein maximaler Nutzen durch Verknüpfung und wiederholte Verwendung dieser Daten entsteht und Übertragungsfehler vermieden werden.

Das auf dieser Grundlage aus dem Ist-Zustand als Ergebnis der Schwachstellenanalyse entwickelte Soll-Konzept macht deutlich, dass im Vergleich zum Ist-Zustand für den Revierleiter erhebliche Zeiteinsparungen und zwar bei allen drei Kernprozessen Planung, Durchführung und Controlling, möglich sind. Bei absolut verkürztem Zeitaufwand wird relativ mehr Zeit für die Planung aufgewandt, da hier die Erhebung der notwendigen Basisdaten zusätzlich erfolgt. Da zugleich jedoch wesentliche Arbeiten, insbesondere viele der im Soll-Konzept nicht mehr notwendigen Fahr- und Suchzeiten entfallen, ist auch hier per Saldo ein positives Ergebnis zu erzielen.

Die für die untersuchte Fallstudie errechnete Zeiteinsparung von circa 40 % muss in ihrer Höhe und in ihren einzelnen Elementen kritisch hinterfragt und vor allem validiert werden. Letztlich muss die Realisierung des Soll-Konzepts und ein entsprechendes Controlling über mehrere Jahre hinweg zeigen, ob und an welchen Stellen de facto eine Einsparung tatsächlich in welcher Höhe möglich ist. Der in der

Fallstudie beispielhaft ermittelte Einsparungseffekt ist jedoch so erheblich, dass auch in der Realität mit deutlichen Einsparungen zu rechnen ist, wenn auf breiter Basis und mit Konsequenz moderne Datentechnologie auch auf Revierebene bei der Holzbereitstellung genutzt wird.

Die Prozessanalyse ermöglicht auch einen (geschätzten) qualitativen Vergleich der Arbeitserledigung zwischen Ist- und Soll-Konzept. Auch hier ist eine tendenzielle Verbesserung vor allem durch Systematisierung und Fehlerminimierung sowie durch höhere zeitliche und räumliche Präzision gegeben.

Die zunächst als Zeit- und Qualitätsverbesserung dargestellten Vorteile des Soll-Konzepts können auch finanziell bewertet werden. In der vorliegenden Arbeit wird dies nur grob nach üblichen Stundensätzen bewerteter Arbeitszeit des Revierleiters vorgenommen.

Nicht zu unterschätzen sind die über die hier betrachtete Revierebene hinausgehenden Zeit- und Kostenvorteile sowie Qualitätsfortschritte, die sich innerhalb des Betriebes (Forstamt, Forstdirektion) vor allem aber auch bei Externen (Holzkäufern, Transporteuren usw.) ergeben. Die entsprechenden Aspekte wurden im Zuge der Prozessanalyse jeweils angesprochen, jedoch nicht bewertet. Die positiven Effekte dürften zusammengenommen eher noch größer sein, als sie in dieser Fallstudie für die Revierebene quantifiziert wurden. Dadurch werden Konkurrenzfähigkeit, Betriebs- und Kundenzufriedenheit entscheidend verbessert, wodurch sich für die Forst- und Holzbranche insgesamt mittelfristig erhebliche Vorteile ergeben.

## **7 Anhang**

### **7.1 Beschreibung der verwendeten Hardware**

#### *7.1.1 Personal Computer*

Auf Grund der Zielsetzung, ausschließlich mit digitalen Daten zu arbeiten und den Einsatz von IT in der Forstwirtschaft auf Revierebene zu untersuchen, ist ein leistungsstarker Computer Grundvoraussetzung. Der große Außendienstanteil des Revierleiters lässt den Einsatz eines Notebooks als sinnvoll erscheinen.

Zu den klassischen Office-Anwendungen müssen vor allem Vektor- und Rasterdaten im GIS visualisiert, analysiert und editiert werden. Es ist zu erwarten, dass sich in den nächsten Jahren der derzeitige Trend fortsetzt und sich die Prozessor- und Graphikkartenleistung jedes Jahr verdoppelt. Daher wird auf die Begrenzung durch Hardwareleistung in dieser Untersuchung und im Rahmen des Gesamtkonzeptes nicht näher eingegangen.

#### *7.1.2 Mobile Datenmanagement-Systeme*

##### *7.1.2.1 GPS-Geräte*

Im Rahmen der Untersuchung wurden GPS-Empfänger unterschiedlicher Bauformen, Größen und Techniken eingesetzt.

Das Differential-GPS-Handgerät GEOmeter12L GPS ein Gerät der GEOsat GmbH wurde hauptsächlich für berufliche Nutzer entwickelt, welche Positionsdaten erheben wollen zur Einspielung in Geographische Informationssysteme (GIS) oder zur Kombination mit umweltrelevanten Daten, die sie mit anderen Geräten im Feld erheben. Das Gerät ist robust, mit einer auch im Sonnenlicht gut ablesbaren Anzeige und einer Batterie-Betriebsdauer von 5 bis 9 Stunden (abhängig vom Anwenderverhalten). Nachteilig ist die unpraktische Größe, verursacht durch eine externe Antenne. Das Gerät empfängt Satellitensignale und Korrekturdaten, um die Genauigkeit zu steigern. Dies macht das GEOmeter zum „Differential“-GPS-Gerät.

In dem GEOMeter 12L ist das GPS-Modul "Jupiter" der Firma Rockwell integriert. Der Preis für dieses Gerät inklusive Zubehör liegt bei circa €6.000,-.

Beim GEOMeter 12L werden DGPS-Korrekturdaten verwendet, die vom SAPOS-Dienst (Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung) ALF (Accurate Positioning by Low Frequency) zur Verfügung gestellt und über Langwelle ausgestrahlt werden. Die DGPS-Referenzstation steht hierbei in Mainflingen bei Frankfurt. Zunehmende Nähe zur Referenzstation verbessert die Messsicherheit.

Als weiteres Gerät kam das Garmin GPS zum Einsatz. Das Gerät besitzt einen PhaseTrac12™ 12 Kanal-Parallelempfänger, der DGPS-fähig und bis zu 12 Satelliten kontinuierlich zur Positionsberechnung empfängt und nutzt. Eine kleine abnehmbare Antenne mit Standard-Anschluss (BNC) gehört zum Lieferumfang. Für eine größere Antenne kann optional an den Standardanschluß angeschlossen werden. Eine externe DGPS-Antenne wurde nicht genutzt, da ansonsten der Vorteil der geringen Größe verloren gegangen wäre. Das Gerät ist nicht viel größer als ein Mobiltelefon.

Das EMTAC CRUX II Bluetooth GPS ist ein kleiner GPS-Empfänger, der die Positionsdaten im NMEA-0183 Format drahtlos an einen geeigneten PC oder PDA liefert. Ein 12-Kanal Parallelempfänger und ein SIRF Chipsatz sind eingebaut. Mit den Abmessungen 94 x 53 x 16mm ist das Gerät sehr kompakt und wiegt nur 100 g. Es besitzt einen eingebauten Li-Ionen Akku und hat eine Betriebsdauer bis zu 6 Stunden. Die Datenverbindung geschieht kabellos über Bluetooth der Version 1.1. Die Funktions- und Statusanzeige erfolgt über drei LEDs.

### 7.1.2.2 Elektronische Kluppe

Mit der Elektronischen Kluppe können die Messdaten dauerhaft gespeichert werden, zum Beispiel bei der Erfassung von Kalkulationsdaten [BHD-Messung] und Kalibrierung von Vollerntern [direkter Datenaustausch]. Die aufgenommenen Daten können auf einen Computer digital übertragen werden. Am Computer können die Daten zum Beispiel mittels HOLZERNTTE FVA und MS EXCEL weiterverarbeitet, gespeichert und ausgedruckt werden.

Der Messvorgang entspricht weitestgehend dem herkömmlichen Kluppen. Der Messbereich wird durch die Messschienenlänge begrenzt. Messfehler können bei falscher Nullstellung (Messschenkel sind bei Arbeitsbeginn nicht vollständig geschlossen) auftreten.

### 7.1.2.3 *Industrie Handheld*

Industrie-orientierte Handheld-Computer dienen der mobilen Datenaufnahme unter widrigen Bedingungen, zum Beispiel bei Regen, Kälte und Staub, im Forstbetrieb bei der Holzdatenaufnahme nach der Ernte.

In der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg wird ein Produkt der Firma PSION verwendet. Das Gerät ist für den Geländeeinsatz konzipiert und mit maßgeschneiderter Software ausgestattet. Es wird über eine Tastatur bedient und weist ein Graustufendisplay auf. Der Revierleiter tippt die Daten der bereits beschrifteten Stämme, die in der Regel von einem Waldarbeiter abgelesen werden, in das Gerät ein. Im Revierbüro werden die Daten dem Forstamt per Modem übertragen. Hardwareseitig ist eine Serielle RS 232 Schnittstelle vorhanden; die Software unterstützt allerdings die Schnittstellen für zum Beispiel Global Positioning Systems (GPS), GSM, General Packet Radio Services (GPRS) und Universal Mobile Telecommunications Systems (UMTS) nicht.

### 7.1.2.4 *Digitalkamera*

In der Landesforstverwaltung werden Digitalkameras bislang nicht eingesetzt. Für die digitale Dokumentation und die Erweiterung der Informationsbasis können Photographien jedoch unterstützend wirken so zum Beispiel bei der Dokumentation von Beständen vor und nach einem Hieb oder für die Beschreibung von Polterplätzen im Arbeitsauftrag.

Im Rahmen dieser Untersuchung kam eine Nikon Coolpix 995 zum Einsatz. Mit 3,2 Millionen Pixel hat sie eine ausreichend hohe Auflösung, zum Beispiel für die Dokumentation von operativen Maßnahmen, Rückeschäden und Holzqualitätskennzeichen.

## **7.2 *Verwendete Geodaten***

Auf Grund des großen Umfangs befinden sich diese Daten ausschließlich auf der zur Arbeit gehörenden CD-ROM.

## **7.3 *Charakteristik der Daten und Informationen***

Auf Grund des großen Umfangs befinden sich diese Daten ausschließlich auf der zur Arbeit gehörenden CD-ROM.

## **7.4 *Ereignisgesteuerte Prozessketten des Ist-Zustands***

Auf Grund des großen Umfangs befinden sich diese Daten ausschließlich auf der zur Arbeit gehörenden CD-ROM.

## **7.5 *Tabellarische Darstellung des Ist-Zustands***

Auf Grund des großen Umfangs befinden sich diese Daten ausschließlich auf der zur Arbeit gehörenden CD-ROM.

## **7.6 *Ereignisgesteuerte Prozessketten des Soll-Konzepts***

Auf Grund des großen Umfangs befinden sich diese Daten ausschließlich auf der zur Arbeit gehörenden CD-ROM.

## **7.7 *Tabellarische Darstellung des Soll-Konzepts***

Auf Grund des großen Umfangs befinden sich diese Daten ausschließlich auf der zur Arbeit gehörenden CD-ROM.

## **7.8 Schwachstellenkatalog**

Auf Grund des großen Umfangs befinden sich diese Daten ausschließlich auf der zur Arbeit gehörenden CD-ROM.



## **8 Glossar**

### **8.1 Controlling**

Der Begriff "Controlling" ist in dieser Untersuchung nicht auf die vergangenheitsorientierte Kontrolle (Revision), sondern vielmehr auf zukunftsorientiertes Gestalten (Innovatorfunktion) und Lenken des Unternehmens (Navigatorfunktion) hin zu interpretieren.

### **8.2 Daten**

Daten sind aufgezeichnete Fakten. Aus den Daten sollen Informationen gewonnen werden. Strukturierte Daten sind im Prinzip alles, was sich sinnvollerweise in einer Tabelle darstellen lässt (URL<sup>20</sup>).

Raw facts and figures that a computer processes into usable information (data such as cash receipts mean little until processed into information such as an open receivable balance) (URL<sup>21</sup>).

Elementare Fakten und Darstellungen, welche zu übergeordneten Informationen modellierbar (Datenmodell) sind (URL<sup>22</sup>).

### **8.3 Data Warehouse**

Ein Data Warehouse ist eine Sammlung von Technologien zur Entscheidungsunterstützung, die dem Anwender erlauben soll, schneller bessere Entscheidungen zu treffen. Unter dem Begriff Data Warehouse wird eine von den operativen DV-Systemen isolierte Datenbank verstanden, die einen effizienten Zugriff auf integrierte Informationen von verschiedenen, im allgemeinen heterogenen Informationsquellen erlaubt und als unternehmensweite Datenbasis für Managementunterstützungssysteme dient (URL<sup>23</sup>).

## **8.4 Digitales Geländemodell**

Ein Digitales Geländemodell (DGM) ist die digitale Darstellung der Geländeoberfläche durch räumliche Koordinaten einer Menge von Flächenpunkten, zum Beispiel in Form von Dreiecksnetzen. Aus dem DGM lassen sich zum Beispiel Höhenlinienkarten ableiten, Volumina und Neigungen berechnen (URL<sup>24</sup>).

Ein Geländemodell ist ein „quasi“ 3-D-Modell einer beliebigen Oberfläche, deren erste Ableitung (Gefälle [slope] ) einigermaßen stetig ist. Dies gilt in der Regel für die topographische Oberfläche der Erde. Senkrechte Felswände beziehungsweise Überhänge können jedoch nicht dargestellt werden. Mathematisch gesehen ist es die Darstellung einer Funktion  $Z=f(x,y)$ . Auch die Elemente oder Mineralverteilung in Gesteinen oder Böden oder deren Temperaturen können mit einem DGM visualisiert werden. X und y müssen auch nicht zwingend der Rechts- und Hochwert sein, vielmehr kann zum Beispiel x eine Raumkoordinate und y die Zeitkoordinate sein. Dabei wird die raumzeitliche Veränderung einer Variablen Z als DGM dargestellt, beispielsweise bei der Temperaturverteilung im Boden über Tiefe und Zeit (URL<sup>25</sup>).

## **8.5 Geographisches Informationssystem**

Ein Geographisches Informationssystem ist ein System aus Hard- und Software, mit dem raumbezogene Daten erfasst, verwaltet, analysiert und präsentiert werden können. Durch den Raumbezug unterscheidet sich ein GIS in seinen Bearbeitungsmethoden wesentlich von anderen Informationssystemen (Liebig/Mummenthey 2002).

Dabei gilt als GIS ein rechnergestütztes Informationssystem, mit dem Datenmodelle der Umwelt (Geosphäre) erzeugt sowie Geoinformationen gewonnen und dargestellt werden. Zu den Hauptkomponenten zählen: 1. Hardware, 2. Methoden, 3. Daten und 4. Organisation. Zwischen den drei erstgenannten Komponenten besteht eine Kostenrelation von etwa 1 : 5 : 25. Hieraus folgt, dass die Daten mit größter Sorgfalt erfasst und gepflegt werden müssen. Obwohl die Forschung zur GIS-Qualität noch in ihren Anfängen steckt, kann mit Sicherheit gesagt werden, dass die komplexe Analyse raumbezogener Informationen einen einheitlichen Raumbezug aller beteiligten Daten zum Zeitpunkt der GIS-Analyse voraussetzt (Grünreich, 1992).

Der Ausdruck Geographische Informationssysteme (GIS) wird heute als Sammelbegriff für Datenverarbeitungssysteme verstanden, die grafikgestützt raumbezogene Daten erfassen, aufbereiten, verarbeiten, verwalten und für vielfältige

Aufgabenstellungen innerhalb der gesamten Geo-Disziplinen einsetzbar sind (Schilcher/Fritsch, 1989).

Geographische Informationssysteme heben sich aus der Menge der Informationssysteme dadurch hervor, dass sie sowohl räumliche als auch nicht-räumliche Daten verarbeiten können (Dickmann/Zehner, 1999).

An organized collection of computer hardware, software, geographic data and personnel designed to efficiently capture, store, update, manipulate, analyze and display all forms of geographically referenced information (URL<sup>26</sup>).

Taken in its broadest sense, a Geographic Information System is any manual or computer based set of procedures used to store and manipulate geographically referenced data (Aronoff, 1989).

## **8.6 Geschäftsprozessoptimierung**

Verbesserung der Wertschöpfung und Effizienz eines Geschäftsprozesses, die auch als Business Process Reengineering oder Business Process Improvement bezeichnet wird (URL<sup>29</sup>).

## **8.7 Information**

Unter Information sind die den Daten zugrunde liegenden Muster und Relationen zu verstehen. Aus den Informationen soll dann für Menschen verständliches Wissen gewonnen werden (URL<sup>20</sup>).

Existentes Element des Wissens oder einer Meinung, welche nicht an eine Repräsentation gebunden ist, und welche an andere Menschen vermittelbar ist (Anonymus, 2002).

Kombination resp. Modellierung von Daten zu einem Sachverhalt, welcher für bestimmte Subjekte in einer bestimmten Situation eine bestimmte Bedeutung hat (URL<sup>22</sup>).

## **8.8 Informationssystem**

Göpfert (1987) stellt ein Informationssystem in folgenden Zusammenhang: „Eine digitale Information über ein Objekt wird als Datensatz bezeichnet. Fachlich und sachlich zusammengehörige Datensätze, die eine rechnergestützte Bearbeitung der enthaltenen Informationen gestatten, werden mit dem Ausdruck Datenbank belegt. Die Gesamtheit mehrerer Datenbanken in Verbindung mit geeigneten Datenverwaltungs- und Datenverarbeitungsprogrammen bilden ein Informationssystem.“

## **8.9 Informationstechnologie**

Informationstechnologie (IT) wird auch als Informationstechnik, im Englischen Information Technology, bezeichnet und stellt einen Bereich der Technik dar, der sich im weitesten Sinn mit allen Aufgaben befasst, die der Verarbeitung und Übertragung von Informationen dienen (URL<sup>27</sup>).

## **8.10 Kommunikationsanalyse**

Die Kommunikationsanalyse strukturiert und bewertet die Informations- und Kommunikationsflüsse eines Unternehmens. Betrachtet werden die I+K-Flüsse innerhalb der Prozesse sowie an den Schnittstellen zu angrenzenden Prozessen. Neben der Häufigkeit, dem Umfang und der Dauer der Kommunikation werden vor allem Medienbrüche, Mehrfacheingaben und Informationsredundanzen analysiert und verbessert.

## **8.11 Landschaftsinformationssystem**

Ein Landschaftsinformationssystem (LIS) ist ein Instrument zur Entscheidungsfindung in Recht, Verwaltung und Wirtschaft sowie ein Hilfsmittel für Planung und Entwicklung. Es besteht einerseits aus einer Datensammlung, welche auf Grund und Boden bezogene Daten einer bestimmten Region enthält, andererseits aus Verfahren und Methoden für die systematische Erfassung, Aktualisierung, Verarbeitung und Umsetzung dieser Daten. Die Grundlage eines LIS bildet ein einheitliches, räumliches Bezugssystem für die gespeicherten Daten, welches eine

Verknüpfung der im System gespeicherten Daten mit anderen bodenbezogenen Daten erleichtert (Bähr; 1991).

SAUER und BEHR (1997) erweitern die Definition, indem sie für Informationssysteme fordern, dass alle raumbezogenen Daten der Erdoberfläche, der Lithosphäre und Atmosphäre bis hin zu den fachthematischen Sachverhalten der Wirtschafts- und Sozialgeographie mit einbezogen werden sollen.

### **8.12 Digitale Geländemodelle aus Laserscan-Befliegung**

Das Landesvermessungsamt richtet derzeit für ganz Baden-Württemberg ein flächendeckendes Digitales Geländemodell (DGM) durch Laserscan-Befliegung ein.

Das Laserscanning ist eine Meßmethode zur Erfassung von Punkten im dreidimensionalen Raum auf mit einem Laserstrahl beleuchteten Oberflächen. Es kann als aktives Sensorsystem angesehen werden, das Entfernungsmessungen in unterschiedlichen Richtungen auf diffus reflektierenden Oberflächen mit sehr hoher Taktrate zur Verfügung stellt. Zur Punktbestimmung ist zusätzlich eine synchronisierte Richtungsbeobachtung notwendig.

3D-Laserscanner erlauben eine "berührungslose" Vermessung. Dadurch lassen sich auch unzugängliche oder gefährliche Gebiete (Steilhänge, Rutschungen, Bergstürze) ebenso wie besonders sensible Objekte (Baudenkmäler) mit unverändert hoher Qualität vermessen.

Die daraus abgeleiteten Gitterpunkte mit dreidimensionaler Festlegung dieses Modells haben einen regelmäßigen Abstand von fünf Metern mit einer Genauigkeit von etwa 50 cm. Die Erfassung der Geländeoberfläche wird bis zum Jahr 2003 abgeschlossen sein. Aus den Befliegungsdaten wird zusätzlich ein Digitales Oberflächenmodell (DOM) abgeleitet, das die Oberfläche der Vegetation und der Bebauung zeigt. Verfügbar ist zur Zeit noch ein Digitales Höhenmodell (DHM) mit einer Rasterweite von 50 Metern als Grobübersicht. Das DGM ist eine unverzichtbare Grundlageninformation unter anderem für Hochwasservorhersagen, Funknetzplanungen und Klimauntersuchungen. Je nach Kundenanforderung ist die Darstellung als Gittermodell, Perspektivansicht, in Farbhöhenstufen und in Form von Höhenlinien oder Profilen lieferbar (URL<sup>28</sup>).

### **8.13 Optimierung**

Der Begriff „Optimierung“ ist in dieser Untersuchung, sofern nicht ausdrücklich auf eine andere Bedeutung wie beispielsweise die Maximierung der Wirksamkeit oder die Minimierung der Kosten verwiesen wird, immer im Sinne der Verbesserung von Abläufen oder Strukturen zu interpretieren. Diese Interpretation ist sowohl in der Literatur und als auch in der Praxis üblich.

### **8.14 Prozess/ Geschäftsprozess**

Ein Prozess ist die inhaltlich abgeschlossene, zeitliche und sachlogische Folge von Aktivitäten, die zur Bearbeitung eines prozessprägenden betriebswirtschaftlichen Objektes zum Beispiel Hiebsplanung, Holzernte und Rechnungsstellung notwendig sind. Kernprozesse als übergeordnete Kategorie lassen sich weiter in Prozesse und diese weiter in Teilprozesse aufteilen.

Somit stellt ein Prozess eine durchgängige Folge von Vorgängen und Arbeitsschritten durch das gesamte Unternehmen und über Unternehmensgrenzen hinweg dar, beispielsweise die Kundenauftragsabwicklung vom ersten Kundenkontakt bis zum Versand und der Fakturierung der fertigen Ware (URL<sup>29</sup>).

### **8.15 Prozessmanagement**

Prozessmanagement ist eine planerische, organisatorische und kontrollierende Maßnahme zur zielorientierten Steuerung der Wertschöpfungskette eines Unternehmens hinsichtlich Qualität, Zeit, Kosten und Kundenzufriedenheit (Gaitanides; Scholz; Vrohling, 1994).

Aufgabe des Prozessmanagements ist die Planung, Steuerung und Überwachung von Unternehmensprozessen und Aufträgen auf strategischer, taktischer und operativer Ebene (Schmidt, 2002).

### **8.16 Prozessorientierung**

Unter Prozessorientierung wird die Grundhaltung verstanden, bei der das gesamte betriebliche Handeln als Kombination von Prozessen beziehungsweise Prozessketten betrachtet wird (Bullinger; Warnecke, 1996).

Prozessorientiert bedeutet die Abkehr von Abteilungsdenken hin zur abteilungsübergreifenden Zusammenarbeit (Wagner, 2001).

### **8.17 Routingsysteme / Navigationssysteme**

Beim Autorouting errechnet das Navigationssystem auf Grundlage der im Gerät gespeicherten elektronischen Straßendaten automatisch eine detaillierte Route zum Ziel und gibt dem Fahrer vor jeder Abzweigung Abbiegeanweisungen, die auf der Anzeige dargestellt und auch über Lautsprecher angesagt werden können.

Neben der Nutzung von GPS-Empfängern zur eigenen Positionsbestimmung im Straßenverkehr verfügen professionelle Autoroutingsysteme zusätzlich über so genannte Gyroskope, kleine Kreiselkompassse, die Richtungsänderungen exakt bestimmen können, und Wegsensoren – Kunststoffstreifen mit magnetischen Marken, die an den nicht angetriebenen Rädern einer Achse befestigt sind; zusammen mit dem Tacho geben sie dem Computer Informationen über die aktuelle Geschwindigkeit und den hinterlegten Weg. Aus diesen drei Faktoren errechnet das Navigationssystem den exakten Standort des Wagens auf wenige Meter genau.

Besonders interessant ist dabei, wie die letzte Stufe der Genauigkeit erzielt wird: Dies geschieht durch Vergleich der berechneten Position mit den genauen Daten von der CD/DVD. Dort sind alle Straßen mit ihren Namen gespeichert. Da nun in der Regel die ungefähre Bestimmung der augenblicklichen Position eine Stelle ergibt, in deren Nähe Straßen verlaufen, die der Rechner in ihrem exakten Verlauf von dem Datenträger kennt, wird unter der Annahme, dass das Fahrzeug sich auf einer dieser Straßen befindet, durch Vergleich der beim Fahren bestimmten Daten mit denen der CD/DVD laufend die Position auf ihre Plausibilität überprüft und das Fahrzeug gegebenenfalls wieder auf die richtige Straße navigiert. Durch Vergleich mit der Karte wird also die Position laufend korrigiert (Map Matching) (URL<sup>30</sup>).

### **8.18 Schnittstellen**

Eine Schnittstelle (engl. Interface oder Port) bildet einen Übergang und ermöglicht die Kommunikation zwischen zwei Systemen

An jeder Schnittstelle kommt es zwangsläufig sowohl zu Zeit- als auch zu Informationsverlusten. Schnittstellen sind mitunter vergleichbar mit „Mauern“ zwischen einzelnen Abteilungen oder Bereichen (Wagner, 2001).

### **8.19 Topologie vs. Geometrie**

Die Topologie kennzeichnet die räumlichen Beziehungen von Geobjekten (räumliche Bezugseinheiten) zueinander. Bei der Betrachtung der Topologie von Geobjekten wird die Geometrie abstrahiert, das heißt sie steht nicht im Mittelpunkt der Betrachtung. Die topologische Sichtweise kann recht gut am Beispiel eines Luftballons verdeutlicht werden, auf dem Grundrisslinien eines Straßenplans aufgezeichnet sind. Wird Luft abgelassen oder hineingepumpt, so ändert sich stets die Geometrie. Die Topologie, die relative Lage der einzelnen Grundrisslinien zueinander, ändert sich aber nicht. Diese Transformationen wie auch zum Beispiel Drehungen, Streckungen oder Stauchungen sind topologisch invariant (Lange, 2002).

Innerhalb der Topologie ist nur die Tatsache wichtig, dass Punkte und Linie in einer bestimmten gegenseitigen Beziehung stehen und nicht die geometrische Form dieser Beziehung. Der Punkt (topologisch Knoten) ist der Träger der geometrischen Information. Linien und Flächen können als Folge charakteristischer Punkte betrachtet werden. Die Form des Verbindungselementes kann durch Zusatzvorschriften angegeben werden, zum Beispiel Kreisbogen mit Radius. Der Träger der topologischen Information ist die Kante. Der Unterschied zwischen Geometrie und Topologie liegt darin, dass sich die Topologie eines räumlichen Gebildes invariant gegenüber topologischen Transformationen verhält, während sich die Geometrie verändert.

### **8.20 Wissen**

Wissen stellt die für Menschen verständlich aufbereitete Information dar (URL<sup>20</sup>).



## 9 *Abkürzungsverzeichnis*

ADP	Automated Data Processing
ALF	Accurate Positioning by Low Frequency
ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
B2B	Business-to-Business
BW	Baden-Württemberg
CFS	Canadien Forest Service
CSV	Character Separated Value
CD	Compact Disc
DFÜ	Datenfernübertragung
DFWR	Deutscher Forstwirtschaftsrat
DHWR	Deutscher Holzwirtschaftsrat
DGM	Digitales Geländemodell
EBZI	Entwicklungs- und Betreuungszentrum für Informations- und Kommunikationstechnik des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EFICS	European Forest Information and Communication System
EFIDAS	Europäisches Forstinformations- und Datenanalysesystem
ELDAT	Elektronischer Datenaustauschstandard für Holzdaten
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
EST	Erweiterter Sortentarif
FA	Forstamt
FGK5	Forstgrundkarte 1:5000
FoGIS	Forstliches Geoinformationssystem LFV BW

---

FW	Forstwirtschaft
GPS	Global Positioning System
DHM	Digitales Höhenmodell
IFMS	Forstinformations- und Forstmanagementsystem der Republik Weißrussland
LFV	Landesforstverwaltung
LIS	Landschaftsinformationssystem
LVA	Landesvermessungsamt
NFIS	National Forest Information Service of Canada
NN	Normal Null
OGC	Open GIS Consortium
ONF	Office National des Forêts
OSR	Open Sky Rate
REFA	Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung
RFID	Radio Frequency Identification
SAPOS	Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung
SOM	Self-Organizing Maps
TK25	Topographische Karte 1:25.000
URL	Uniform Resource Locator
Usw.	Und so weiter
UVV	Unfallverhütungsvorschriften
VwV	Verwaltungsvorschrift
ZS-LFV	Zentralen EDV-Sachbearbeitung und -produktion der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg



## **10 Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1:	Bestandteile eines RFID-Systems (Quelle: URL)	21
Abb. 2:	Beispiel für RFID Transponder sowie Lese- und Schreibeinheit (Quelle: URL und URL)	21
Abb. 3:	RFID Kennzeichnung in Form und Stabilität eines Nagels (Quelle: URL)	22
Abb. 4:	Die wichtigsten Kommunikationsarten im Internet (Quelle: eigene Darstellung)	25
Abb. 5:	Eine Pixellinie (links und ein Vektor rechts) unter der Lupe (Quelle: URL)	31
Abb. 6:	Schlagenerfassung, Fruchtarten- und Schadenerkennung in der Landwirtschaft durch GIS (Quelle: URL)	35
Abb. 7:	Symbole der Ereignisgesteuerten Prozessketten (Quelle: eigene Darstellung)	63
Abb. 8:	Methodische Herleitung der einzelnen Darstellungsformen (Quelle: eigene Darstellung)	69
Abb. 9:	Fbz. Stufen – Waldfläche und Besitzarten (Quelle: eigene Darstellung)	71
Abb. 10:	TP in Form eines Pfeilers aus Granit (Quelle: LVA BW)	82
Abb. 11:	Technische Zeichnung TP (Quelle: LVA BW)	83
Abb. 12:	Übersichtskarte von Trigonometrischen Punkten Maßstab 1 : 25.000 (Quelle: LVA BW)	84
Abb. 13:	Beispiel eines Auszuges aus der Kartei der Trigonometrischen Punkte (alphanumerisch) (Quelle: LFA BW)	85
Abb. 14:	Beispiel eines Auszuges aus der Kartei der Trigonometrischen Punkte (Quelle: LVA BW)	86
Abb. 15:	Prozessdarstellung als Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK) – Koordination der Holzeinweisung (Quelle: eigene Darstellung)	95

Abb. 16:	EPK – Prüfen ob Abfuhrerlaubnis vorliegt (Quelle: eigene Darstellung)	97
Abb. 17:	Verteilung der Revierleitertätigkeiten auf die Kernprozesse der Holzbereitstellungskette (Quelle: eigene Darstellung)	103
Abb. 18:	Übersicht des Zeitbedarfs der Revierleitertätigkeiten im Rahmen 49 für die Holzbereitstellung definierten Prozesse (Quelle: eigene Darstellung)	104
Abb. 19:	Informationsformen bei der Holzbereitstellung im Ist-Zustand (Quelle: eigene Darstellung)	114
Abb. 20:	Kommunikationsarten des Revierbeamten im Ist-Zustand (Quelle: eigene Darstellung)	117
Abb. 21:	Beispiel für die räumliche informationsbasierende Transparenzverbesserung durch den Einsatz von Geographischen Informationssystemen (Quelle: eigene Darstellung)	122
Abb. 22:	Vereinfachtes Beispiel für eine produktionsspezifische informationsbasierende Transparenzsteigerung durch eine aktuelle Informationsaufbereitung (Quelle: eigene Darstellung)	124
Abb. 23:	Beispiel für die zeitliche informationsbasierende Transparenzsteigerung durch IT-gestützte aktuelle Gantt-Diagramme (Quelle: eigene Darstellung)	126
Abb. 24:	GPS-Mittelwert-Abweichung im Vergleich zur terrestrischen Einmessung der LVA (TP) (Quelle: eigene Darstellung)	129
Abb. 25:	Die Prozesse des Ist-Zustands sind nach ihren absoluten Optimierungspotentialen in vier Gruppen eingeteilt [Tage/a] (Quelle: eigene Darstellung)	154
Abb. 26:	Die Prozesse sind nach ihren relativen Optimierungspotentialen in vier Gruppen eingeteilt [%] (Quelle: eigene Darstellung)	155
Abb. 27:	Erhebung von Bestandesdaten im Soll-Konzept (Quelle: eigene Darstellung)	157

---

Abb. 28:	Arbeitsflächenermittlung beim gleichzeitigen Einsatz von GPS und elektronischer Kluppe (Quelle: eigene Darstellung)	159
Abb. 29:	Geländedarstellung als 3-D-TIN (Quelle: eigene Darstellung)	161
Abb. 30:	Hangneigungsklassen Distrikt VIII (Quelle: eigene Darstellung)	162
Abb. 31:	Blocküberlagerungsinformationen in FGK 5 rot eingekreist (Quelle: eigene Darstellung)	163
Abb. 32:	Optionale Polterplätze an Waldwegen bei Pestizideinsatz (Quelle: eigene Darstellung)	164
Abb. 33:	Daten Input und Output im Ablaufschema des Programmpaketes Holzernte 6.x der FVA Baden-Württemberg (Quelle: eigene Darstellung)	165
Abb. 34:	Polterpositionen mit Käuferangaben im GIS dargestellt (Quelle: eigene Darstellung)	169
Abb. 35:	Verteilung der Revierleitertätigkeiten auf die Kernprozesse der Holzbereitstellungskette [Soll-Konzept] (Quelle: eigene Darstellung)	172
Abb. 36:	Übersicht des Zeitbedarfs der Revierleitertätigkeiten im Rahmen der Holzbereitstellung [Soll-Konzept] [Tage/a] (Quelle: eigene Darstellung)	175
Abb. 37:	Ist-Soll-Vergleich [Tage/a] (Quelle: eigene Darstellung)	178
Abb. 38:	Ist-Soll-Vergleich [% der gesamten Arbeitszeit für die Holzbereitstellung] (Quelle: eigene Darstellung)	179

## 11 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Vergleich der unterschiedlichen Satellitengestützten Positionsbestimmungssysteme hinsichtlich Kompatibilität der Frequenzen (Quelle: URL)	14
Tab. 2:	Waldflächen- und Besitzartenübersicht Fbz. Staufen (Quelle: FA Staufen)	71
Tab. 3:	Waldflächen- und Besitzartenübersicht Revier 3 Fbz. Staufen (Quelle: FA Staufen)	72
Tab. 4:	Personalverteilung im Forstamt Staufen (Quelle: FA Staufen)	74
Tab. 5:	Holzeinschlag im Fbz. Staufen Stand 2003 (Quelle: FA Staufen)	75
Tab. 6:	Holzeinschlag im Revier 3 Fbz. Staufen Stand 2003 (Quelle: FA Staufen)	76
Tab. 7:	Geschätzte Kennzahlen der Holzernte Revier 3 und Forstamt Staufen gesamt Stand 2003 (Quelle: FA Staufen)	76
Tab. 8:	Produktiver Arbeitsaufwand im Staatswald Fbz. Staufen Stand 2003 (Quelle: FA Staufen)	77
Tab. 9:	Erschließung im Fbz. Staufen Stand 2003 (Quelle: FA Staufen)	77
Tab. 10:	Jagd im Forstamt Staufen Stand 2003 (Quelle: FA Staufen)	78
Tab. 11:	Prozessdarstellung als Tabelle – Koordination des Holztransports (Quelle: eigene Darstellung)	99
Tab. 12:	Zeitbedarf des Revierleiters in Tagen pro Jahr für die Kernprozesse der Holzbereitstellung (Quelle: eigene Darstellung)	106
Tab. 13:	Zeitbedarf des Revierleiters in Prozent der gesamten Arbeitszeit für die Kernprozesse der Holzbereitstellung (Quelle: eigene Darstellung)	106

---

Tab. 14:	GPS-Abweichung (Mittelwert aus fünf Messungen) im Vergleich zur terrestrischen Einmessung der LVA (TP) (Quelle: eigene Darstellung)	128
Tab. 15:	Auszug aus dem Schwachstellenkatalog in tabellarischer Form (Quelle: eigene Darstellung)	133
Tab. 16:	Zeitbedarf des Revierleiters in Tagen pro Jahr für die Kernprozesse der Holzbereitstellung [Soll-Konzept] (Quelle: eigene Darstellung)	173
Tab. 17:	Zeitbedarf des Revierleiters in Prozent der gesamten Arbeitszeit für die Kernprozesse der Holzbereitstellung [Soll-Konzept] (Quelle: eigene Darstellung)	173



## 12 Literatur

- Anonymus** (1991): Anleitung für forstliche Arbeitsstudien. Datenermittlung Arbeitsgestaltung. Hrsg.: REFA-Fachausschuß Forstwirtschaft und vom Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik, Darmstadt
- Anonymus** (2002): Informatik-Terminologie des Bundes, Schweizer Bundeskanzlei.
- Arnold, Harald** (2003): Ergebnisse der Umfrage zum Revierleiter-PC. Mitteilungen der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Nr. 3, S. 5-7
- Aronoff, Stan** (1989): Geographic information systems – a management perspective, Ottawa, WDL Publ.
- Atroshchanka, Aleh** (2000): Information Forestry Management System of the Republic of Belarus. IUFRO Workshop “Forestry information systems 2000 in Finland”
- Bähr, Hans-Peter** (1991): Aufbau eines geographischen Informationssystems zur Ermittlung von Waldschäden und ihrer Veränderung. Forschungsbericht FZKA-PEF: Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung, Karlsruhe
- Baumann, Tina** (2003): Untersuchung über verschiedene Methoden zur Positionsbestimmung und deren Rationalisierungspotentiale im operativen Forstbetrieb – Fallstudie am Beispiel der Holzbereitstellungskette. Diplomarbeit an der Forstwissenschaftlichen Fakultät Albert-Ludwigs Universität Freiburg, Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft
- Becker, Gero** (1995): Holzvermarktung durch den Forstbetrieb. Vom Rohstoffverteiler zum Leistungspartner der Holzindustrie. Holz-Zentralblatt Nr. 147, S. 2441, 2448, 2449
- Becker, Gero** (1997): Holznutzung und Holzbereitstellung im Informationszeitalter. AFZ – Der Wald, Nr. 3, S. 128-132
- Becker, Gero** (1998): Optimierung der Waldwegeerschließungssysteme. AFZ – Der Wald, 53. Jahrgang Nr. 19, S. 989-991
- Becker, Gero; Jaeger, Dirk; Koch, Babara; Ressmann, Johannes** (1998): Innovative Techniken zur Unterstützung der operativen Planung im Forstbetrieb. AFZ – Der Wald, Nr. 26, S. 1577-1579

- Becker, Gero** (1999): Vortrag anlässlich des 19. Freiburger Winterkolloquiums
- Becker, Gero; Janowsky, Dagmar von** (2000): Wegenetzoptimierung im Stuttgarter Wald. Abschlussbericht zum Werkvertrag über die nutzungsspezifische Analyse und Optimierung des Wegenetzes im Stadt- und Staatswald Stuttgart.
- Becker, Gero; Röttgen, Thomas** (2001): Application Service Providing. AFZ – Der Wald, Nr. 3, S. 116-118
- Becker, Gero; Hecker, Markus** (2002): Verringerung der Transportbelastungen in der Holzbranche – Modellprojekt einer integrierten Holzbereitstellungs- und Logistikkette Wald-Werk für die Forstwirtschaftliche Vereinigung Lüneburg GmbH (FVL), Abschlussbericht zum Forschungsprojekt für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt
- Becker, Jörg; Kugeler, Martin; Rosemann, Michael** (2002): Prozessmanagement: Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. Dritte Auflage, Springer
- Becker, Michel** (1998): Forstbetriebliche Marketing-Strategien beim Holzabsatz. In der Publikation Optimierung der Produktionskette „Holz“ zur Tagung „Forum für Wissen“ vom 4. Februar 1998 an der WSL Birmensdorf. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, S. 19-27
- Bill, Ralf** (1999): Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Band 1: Hardware, Software und Daten. 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg
- Boll, Andreas; Lange, Joachim; Lamour, Ingrid** (2000): Aufnahme des ausscheidenden Bestandes mit verfahrensbezogener Sorten-, Kosten- und Ergebnisschätzung. AFZ – Der Wald, S. 997-998
- Bullinger, Hans-Jörg; Warnecke, Hans-Jürgen** (1996): Ein Handbuch für das moderne Management – Neue Organisationsformen im Unternehmen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 1996, S. 465 ff.
- Chmara, Sergej** (2002): GIS-gestützte Holz-Logistik in der Thüringer Forstverwaltung. Forst und Holz, 58. Jahrgang, Nr. , S. 182-184
- Dickmann, Frank; Zehner, Klaus** (1999): Computerkartographie und GIS, Braunschweig 1999, S.16
- Deeke, Axel; Brinkmann, Christian; Völkel, Brigitte** (1995):

Experteninterviews in der Arbeitsmarktforschung – Diskussionsbeiträge zu methodischen Fragen und praktischen Erfahrungen. Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung 191, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit

**Duffner, Winfried** (1998a): Gestaltung von Prozessketten im Forstbetrieb – Exkursionsvortrag anlässlich der Forstvereinstagung in München. Forst und Technik, Nr. 21, S. 656-657

**Duffner, Winfried** (1998b): Gestaltung des Forstbetriebs im Jahre 2000 – Vortrag anlässlich der Tagung des Deutschen Forstvereins 1998 in München. Forstarchiv, 59. Jahrgang, S. 215-222

**Duffner, Winfried** (1998c): Zukunftsfähige Organisation der Waldarbeit – Vortrag anlässlich der Seminarveranstaltung auf der Interforst 1998 in München.

**Duffner, Winfried** (2003): Forstbetriebe der Zukunft – Veröffentlichung zum Vortrag beim Klosterkammertag in Wennigsen/Hannover am 02.04.2003. Forst und Holz, Nr. 12, S. 347-351.

**Ellsworth, Jill H.; Ellsworth, Matthew V.** (1994): The Internet Business Book, New York 1994

**Erler, Jörn** (1997): Wertschöpfung bei der Holzbereitstellung. Forst und Technik, Nr. 6, S. 8-12

**Feit, Roland** (2001): Eignung forstlicher Informationssysteme zur Rohholzmobilisierung im Privatwald. Diplomarbeit an der Forstwissenschaftlichen Fakultät Freiburg – Inst. f. Forstbenutzung u. Forstliche Arbeitswissenschaft.

**Fink, Florian** (2004): Foto-optische Erfassung der Dimension von Nadelrundholzabschnitten unter Einsatz digitaler, bildverarbeitender Methoden. Dissertation am Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft der Albert-Ludwigs Universität Freiburg.

**Fritz, Roland; Gawehn, Peter** (2001): Vermessung von Waldmessstationen mit DGPS. AFZ – Der Wald, Nr. 10, S. 518-521

**Gaitanides, Michael; Scholz, Rainer; Vrohling, Alwin** (1994): Prozessmanagement – Grundlage und Zielsetzungen. In: Gaitanides, M.; Scholz, R.; Vrohling, A.; Raster, M. (Hrsg.): Prozessmanagement – Konzepte, Umsetzungen und Erfahrungen des Engineerings, München u. a. 1994, S. 1 ff.

- Gaitanides, Michael; Scholz, Rainer; Vrohlings, Alwin; Raster, Max:** Prozessmanagement. Konzepte, Umsetzung und Erfahrungen des Reengineering. München, Wien 1994
- Girth, Werner** (1994): Methoden und Techniken für Prozeßanalysen und Redesign. In: Krickl, O. G. (Hrsg.): Geschäftsprozessmanagement. Heidelberg 1994, S. 148
- Göpfert, Wolfgang** (1987): Raumbezogene Informationssysteme: Datenerfassung - Verarbeitung - Integration - Ausg. auf der Grundlage digitaler Bild- und Karten-Verarbeitung. Karlsruhe Wichmann
- Grünreich, Dietmar** (1992): Aufbau von GIS im Umweltschutz mit Hilfe von Atkis, in: Günther, O., Schulz, K.-P., e Seggelke, J. (Hrsg.): Umweltschwendungen geographischer Informationssysteme, Karlsruhe
- Czaja, Jens; Hamberger, Joachim** (2001): Navigation und Einmessung mit DGPS im Wald. AFZ – Der Wald, Nr. 25, S. 1327-1330
- Hamberger, Joachim** (2002): Forstliche Forschungsberichte München. Schriftenreihe des Wissenschaftszentrums Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München und der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft – GPS als Mittel zum umweltschonenden Maschineneinsatz: Navigation von Forstmaschinen und Dokumentation ihrer Fahrbewegungen. Nr. 188
- Hausknecht, Ekkehard; Höfle, Hannes H.; Röttgen, Thomas** (2001): Einsatz von Navigationssystemen für Holztransporte im Wald. AFZ – Der Wald, Nr. 3, S. 108-109
- Hecker, Markus; Ressmann, Johannes; Becker, Gero** (1998): Wertschöpfungspotentiale und ihre Realisierung entlang von Holzernte- und Logistikketten – dargestellt am Beispiel der kundenorientierten Aushaltung mit Vollerntersystemen. Forst und Holz 53 (21): 651 – 655
- Hoffman, Donna L.; Novak, Thomas P.; Peralta, Marcos** (1998): Building Consumer Trust in Online Environments: The Case for Information Privacy, Vanderbilt University 1998
- Hoffmann, Hans-Dietrich B.** (2002): Der KWF-Arbeitsausschuss „Forstliches Informationsmanagent“. AFZ – Der Wald, Nr. 26, S. 1394
- Höfle, Hans** (2000): The State of Forestry Informations Systems in Germany.

IUFRO Workshop "Forestry information systems 2000 in Finland"

**Hoisl, Richard; Stark, Gisela** (2001): Fachwörterbuch, Benennungen und Definitionen im deutschen Vermessungswesen mit englischen und französischen Äquivalenten – Allgemeines, Auswertung und Ergebnisse der Wortstellen sowie Bearbeitung der Definitionen. Band 17, S. 215

**Hradetzky, Joachim; Schöpfer, Walter** (2001): Eine Entscheidungshilfe für die Holzernte und die Holzvermarktung. AFZ – Der Wald, Nr.21, S. 1100-1101

**Hug, Joachim** (2000): Optimierung des Informations- und Warenflusses durch den Einsatz des Internets – Fallstudie am Beispiel der FBG Waldmärkerschaft Uelzen eG mit exemplarischer Programmierung einer virtuellen Forstplattform. Diplomarbeit an der Forstwissenschaftlichen Fakultät Albert-Ludwigs Universität Freiburg, Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft.

**Hunke, Rüdiger** (1996): Differenzierte Absatzgestaltung im Forstbetrieb. Ein Beitrag zu Strategie und Steuerung der Rundholzvermarktung. Mitteilung aus der forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz Nr. 37/96

**Jaeger, Dirk** (1995): Planung und Bewertung von Baumaßnahmen in der freien Landschaft unter Einsatz von Geographischen Informationssystemen und computergestützten interaktiven Planungsmethoden (CAD) am Beispiel der integrierten Erschließungs- und Projektplanung von Waldwegen. Dissertation Göttingen, Cuvillier Verlag Göttingen

**Janowsky, Dagmar von** (2001): Multifunktionalität forstbetrieblicher Wegenetze: Erfassung der Inanspruchnahme und Optimierung für die verschiedenen Nutzergruppen unter Einsatz von Instrumenten der Informationstechnologie – dargestellt am Beispiel des Stuttgarter Waldes. Dissertation an der Albert-Ludwigs Universität Freiburg

**Johansson, Mats** (2000): A description and experiences of a tool for operational Forestry planning in AssiDomän. IUFRO Workshop "Forestry information systems 2000 in Finland"

**Jolly, Anne** (2000): The G.I.S. at the French Forestry Office: a first step towards an integrated forestry information system. IUFRO Workshop "Forestry information systems 2000 in Finland"

**Joos, Meinrad; Hartebrodt, Christoph** (2001): Kundenzufriedenheit beim Rundholzverkauf der LFV in Baden-Württemberg. AFZ – Der Wald, Nr. 14, S.

736-739

- Kauber, Marcus** (2001): Verwendbarkeit von Wege-Inventurdaten für die Netzwerkanalyse. Diplomarbeit an der Albert-Ludwigs Universität Freiburg – Forstwissenschaftliche Fakultät, Abteilung für Biometrie
- Koepke, Detlev; Hecker, Markus** (1998): Herleitung von Planungskosten für die Unterstützung mittelfristiger Entscheidungen im Forstbetrieb. Forst und Holz 53. Jahrgang, Nr. 15, S. 467-471
- Kraft, Detlev** (2000): Die Prozesskette Holzernte: Leistungs- und Wertschöpfungsprozess aus Sicht eines Forstunternehmens. Forst und Holz, 55. Jahrgang, Nr. 5, S. 123-130
- Lange, Norbert** (2002): Geoinformatik in Theorie und Praxis. Berlin, Heidelberg 2002, S. 161
- Leinert, Sebastian** (1998a): Voraussetzungen für die Mobilisierung der erforderlichen Angebotsmenge zur Belieferung eines großen Sulfatzellstoff-Werkes in den neuen Bundesländern. CMA Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH, Bonn
- Leinert, Sebastian** (1998b): Zukunftsfähige Organisation der Waldarbeit – Vortrag anlässlich der Seminarveranstaltung auf der Interforst 1998 in München.
- Liebig, Wolfgang; Mummert, Rolf-Dieter** 2002: ArcGIS – ArcView8: Das Buch für den Anwender. 1. Aufl. – Norden; Halmstad; Points-Verlag
- Lin, Chijen** (2000): European Forestry Information and Data Analysis System - EFIDAS. IUFRO Workshop "Forestry information systems 2000 in Finland"
- Maier, Gunther** (1995): In 8 Sekunden um die Welt: Kommunikation über das Internet, 4. Aufl., Bonn 1995
- Naesset, Erik** (1999): Point accuracy of combined pseudorange and carrier phase differential GPS under forest canopy. Canadian Journal of Forest Research, Nr. 5, Bd. 29, S. 547-553
- Naumann, Stefan; Kühnel, Johannes; Nicke, Anika** (2004): Genauigkeitsuntersuchung bei DGPS-Messung im Wald. AFZ – Der Wald, Nr. 4, S. 175-177.
- Nissen, Thomas** (2000): Informationstechnik im Forst. AFZ – Der Wald, Nr. 4,

S. 164-166

**Nuber, Hans-Martin** (2000): Mit neuer EDV ins 21. Jahrhundert. AFZ – Der Wald, Nr. 4, S. 176-179

**Ohrner, Gunther** (1998): Zukunftsfähige Organisation der Waldarbeit – Vortrag anlässlich der Seminarveranstaltung auf der Interforst 1998 in München.

**Ohrner, Gunther; Maier, Richard; Pauli, Bernhard; Schreiber, Roland** (2003): Methodische Möglichkeiten einer Prozessanalyse in forstbetrieblichen Schwerpunktbereichen auf Forstamtsebene- dargestellt am Beispiel einer Studie an Bayerischen Forstämtern. Forst und Holz, Nr. 18, S. 541-544

**Pelz, Dieter R.** (1980): Stichproben in kleinflächigen Waldbeständen. Forstwissenschaftliches Centralblatt 99, S. 55-60

**Picot, Arnold; Reichwald, Ralf** (1991): Informationswirtschaft. In: E. Heinen (Hrsg.), Industriebetriebslehre: Entscheidungen im Industriebetrieb. Wiesbaden, S. 241-394

**Polaczek, Klaus** (1999): Das Global Positioning System (GPS) – Neue Perspektiven für das forstliche Arbeitszeitstudium? Diplomarbeit an der Forstwissenschaftlichen Fakultät Freiburg – Abteilung für Biometrie.

**Quenet, Robin** (2000): Building a National Forest Information System for Canada. IUFRO Workshop “Forestry information systems 2000 in Finland”

**Räsänen, Tapio** (2000): Tree data warehouses – new methods for pre-harvest information. IUFRO Workshop “Forestry information systems 2000 in Finland”

**Rosemann, Michael; Schwegmann, Ansgar** (2002): Vorbereitung der Prozessmodellierung. In: Becker, Jörg; Kugeler, Martin; Rosemann, Michael (Hrsg): Prozessmanagement: Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. Dritte Auflage, Springer 2002

**Rotthowe, Thomas** (1998): Schnittstellen-Management im Handel. Eine Analyse der Informationsflüsse zwischen Warenwirtschaft und Rechnungswesen. Wiesbaden, Gabler

**Saurer, Helmut; Behr, Franz-Josef** (1997): Geographische Informationssysteme. Eine Einführung. Darmstadt 1997, S. 5

**Scheller, Martin; Boden, Klaus-Peter; Geenen, Andreas; Kampermann, Jochen** (1994): Internet: Werkzeuge und Dienste, Berlin 1994

- Schilcher, Matthäus; Fritsch, Dieter** (1989): Geo-Informationssysteme – Anwendungen – neue Entwicklungen, Karlsruhe, S. 3
- Schmalfuß, Nicole; Koch, Robert** (1998): Exkursionsführer des Staatlichen Forstamts Staufen
- Schmidt, Günter** (2002): Prozessmanagement: Modelle und Methoden, S. 3-4
- Schöpfer, Walter** (1998): Schritte zu einem Informationssystem für Holzernte und Holzvermarktung. Forst und Holz, Jahrg. 53, Nr. 12, S. 379-387
- Schwegmann, Ansgar; Laske, Michael** (2002): Istmodellierung und Istanalyse. In: Becker, Jörg; Kugeler, Martin; Rosemann, Michael (Hrsg): Prozessmanagement: Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. Dritte Auflage, Springer 2002
- Smaltschinski, Thomas** (1995): Geographische Informationssysteme in der Forstwirtschaft am Beispiel von Arc/Info. Verband forstlicher Forschungsanstalten, Sektion forstliche Biometrie und Informatik, 6. Tagung in Freising, Hrsg. Quednau, H.-D. S. 67-87
- Thies, Michael; Koch, Barbara; Spiecker, Heiner** (2002): Einsatzmöglichkeiten von Laserscannern für Wald- und Landschaftsinventuren. AFZ – Der Wald, Nr. 59, S. 395- 397.
- Thome, Rainer; Schinzer, Heiko** (2000): Electronic Commerce: Anwendungsbereiche und Potentiale der digitalen Geschäftsabwicklung, 2. Aufl., München 2000
- Wagner, Karl Werner** (2001): PQM – Prozessorientiertes Qualitätsmanagement, Leitfaden zur Umsetzung der ISO 9001:2000, Carl Hanser Verlag, München - Wien 2001
- Weinacker, Holger; Diedershagen, Oliver; Koch, Barbara** (2002): NATSCAN – dreidimensionale lasergestützte Erfassung von landschaftsbildenden Elementen. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF, Band 11, S. 107-116
- Weitzendorf, Thomas** (2000): Der Mehrwert von Informationstechnologie: eine empirische Studie der wesentlichen Einflussfaktoren auf den Unternehmenserfolg. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden
- Wilhelm, G.** (1997): Das rheinland-pfälzische Schwachholzkonzzept. Forst und Technik, S. 10 – 15



**Wolf, T.; Hofmann, G.R.; Röder, H.** (1997): Electronic Commerce: Status Quo und Perspektiven, KPMG Unternehmensberatung GmbH, Berlin

**Wüst, Wolfgang** (1980): EDV-Schnittstellen der Kosten- und Leistungsrechnung. In: W. Kilger, A.-W. Scheer (Hrsg.), Plankosten- und Deckungsbeitragsrechnung in der Praxis. Würzburg-Wien, S. 425-442

## **13 URL-Verzeichnis**

---

- <sup>1</sup> [www-agrw.informatik.uni-kl.de](http://www-agrw.informatik.uni-kl.de)**
- <sup>2</sup> [www.elektroniknet.de](http://www.elektroniknet.de)**
- <sup>3</sup> [www.computerdokter24.de](http://www.computerdokter24.de)**
- <sup>4</sup> [www.jobsbeiastrium.de](http://www.jobsbeiastrium.de)**
- <sup>5</sup> [www.hr-tews.de](http://www.hr-tews.de)**
- <sup>6</sup> [www.lichtung.de](http://www.lichtung.de)**
- <sup>7</sup> [www.faire-rite.com](http://www.faire-rite.com)**
- <sup>8</sup> [www.spencer.com.br](http://www.spencer.com.br)**
- <sup>9</sup> [www.uni-dortmund.de](http://www.uni-dortmund.de)**
- <sup>10</sup> [www.sokymat.com](http://www.sokymat.com)**
- <sup>11</sup> [www.glossar.de](http://www.glossar.de)**
- <sup>12</sup> [www.scantech.ch](http://www.scantech.ch)**
- <sup>13</sup> [www.geog.fu-berlin.de](http://www.geog.fu-berlin.de)**
- <sup>14</sup> [www.vereinigte-hagel.de](http://www.vereinigte-hagel.de)**
- <sup>15</sup> [www.bundesregierung.de](http://www.bundesregierung.de)**
- <sup>16</sup> [www.mlr.baden-wuerttemberg.de](http://www.mlr.baden-wuerttemberg.de)**
- <sup>17</sup> [www.europa.eu.int](http://www.europa.eu.int)**
- <sup>18</sup> [www.microsoft.de](http://www.microsoft.de)**
- <sup>19</sup> [www.heise.de](http://www.heise.de)**
- <sup>20</sup> [www-agrw.informatik.uni-kl.de](http://www-agrw.informatik.uni-kl.de)**
- <sup>21</sup> [www.gartnergroup.de](http://www.gartnergroup.de)**
- <sup>22</sup> [www.nove-it.admin.ch](http://www.nove-it.admin.ch)**

<sup>23</sup> [www.mik.de](http://www.mik.de)

<sup>24</sup> [www.gis-tutor.de](http://www.gis-tutor.de)

<sup>25</sup> [www.geo.tu-freiberg.de](http://www.geo.tu-freiberg.de)

<sup>26</sup> [www.esri.com](http://www.esri.com)

<sup>27</sup> [www.interest.de](http://www.interest.de)

<sup>28</sup> [www.baden-wuerttemberg.de](http://www.baden-wuerttemberg.de)

<sup>29</sup> [www.ids-scheer.com](http://www.ids-scheer.com)

<sup>30</sup> [www.lichtung.de](http://www.lichtung.de)