

Geräte- und Verfahrenstechnik

# Mechanisierte Starkholzaufarbeitung in strukturreichen Mischbeständen

Manuela Bacher-Winterhalter

Waldbauliche Strategien, technische Weiterentwicklungen und Veränderungen am Holzmarkt beeinflussen zunehmend die Holzernte. Das Konzept der naturnahen Waldwirtschaft sieht unter anderem den Aufbau stabiler Bestände

Bisher wurde Nadelstarkholz motormanuell in langer Form aufgearbeitet und vermarktet. Zunehmend wird vor allem von größeren Marktpartnern die Bereitstellung von Starkholzabschnitten erwartet.



Der Raupenharvester IMPEX KÖNIGSTIGER bei der Aufarbeitung

durch Waldumbau, einzelstammweise Nutzung und pflegliche Holzernteverfahren vor [10]. Durch den derzeitigen Umbau von überwiegend gleichaltrigen Nadelholzreinbeständen in stufig aufgebaute Mischbestände werden die Starkholz- und Laubholzanteile, die Sortenvielfalt und der ungleichmäßige Nutzungsanfall weiter zunehmen [2, 17]. Darüber hinaus führt die Bestandesstruktur zur Unübersichtlichkeit und zu hohen Anforderungen an die Arbeitssicherheit.

Die technischen Entwicklungen von Aufarbeitungs- und Rückemaschinen orientierten sich in den letzten Jahren wesentlich an dem prognostizierten und vorhandenen Starkholzaufkommen [17]. Dies führte zu leistungsstärkeren und standfesteren Maschinen mit Kränen, die höhere Hubkräfte und größere Kranreichweiten aufweisen. Harvesteraggregate sind stärker und robuster geworden. Ein Beispiel auf dem Gebiet der Aufarbeitungstechnik ist die Entwicklung der Raupenharvestertechni-



## Forsttechnische Informationen

Fachzeitschrift für Waldarbeit und Forsttechnik  
D 6050

### Inhalt

**Geräte- und Verfahrenstechnik**  
Mechanisierte Starkholzaufarbeitung in strukturreichen Mischbeständen; M. Bacher-Winterhalter

**Neues aus der Forsttechnik**  
Entwicklung von bundeseinheitlichen geografischen Standards zur Optimierung der Holzlogistik; B. Hauck

**Ergonomie und Unfallverhütung**  
Ergebnisorientierter Arbeitsschutz – ein Beitrag zum Erreichen der Unternehmensziele; V. Gerding

**Geräte- und Verfahrenstechnik**  
Netz-Darstellung von Arbeitsverfahren; J. Erler, M. Weiß

**Termin**  
Risikoanalyse für die Land- und Frostmaschinentechnik

### Personalia

<http://www.kwf-online.de>

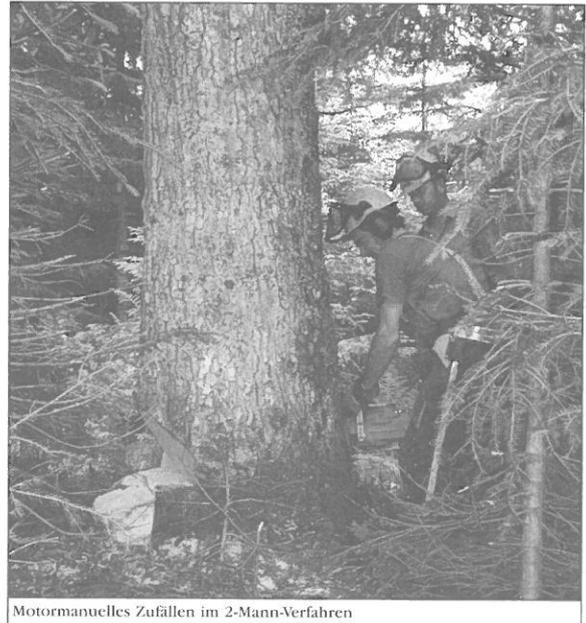
9/2003

nologie Mitte der 90er Jahre in Mitteleuropa [13, 14, 15, 16].

Jetzt sind Holzernteverfahren von großer Flexibilität gefragt, die den heutigen Waldbau unterstützen, den Anforderungen des Holzmarktes gerecht werden und ökonomische, ökologische und soziale Kriterien gleichermaßen erfüllen.

Inwieweit können diese technischen Weiterentwicklungen den veränderten Anforderungen gerecht werden? Diese Fragestellung war Gegenstand einer dreijährigen Untersuchung in den Hochlagen des Südschwarzwaldes. Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Holzernteprojektes wurden mehrere Versuchseinsätze mit Harvestern in ungleichaltrigen Mischbeständen mit flächiger Verjüngung durchgeführt.

Begleitend wurden mechanisierte Holzerntesysteme entwickelt.



Motormanuelles Zufüllen im 2-Mann-Verfahren

### Versuchsbeschreibung

Im folgenden werden drei Versuche mit einem mechanisierten Holzerntesystem anhand der Einsatzbedingungen und Ergebnisse präsentiert und verglichen [5].

### Bestandes- und Geländebedingungen

Die Versuche wurden in Bergmischwäldern aus Fichte, Tanne und Buche durchgeführt. Die Versuchflächen 1 und 2 befanden sich in ebener Lage, Versuchfläche 3 in Hanglage (Tab. 1). Die Eingriffstärken variierten zwischen 43 und 88 Fm/ha.

Eine Neuanlage des Feinerschließungsnetzes bewirkte bei Versuch 3 einen höheren Hiebsanfall.

aufgearbeitet (Abb. 1). Schwach- als auch Starkholzbäume wurden gerntet (Abb. 2). Der Starkholzanteil (BHD  $\geq$  50 cm) betrug bei den Versuchen 1 und 2 knapp 50 %. Vier bis sieben Kurzholzsortimente wurden ausgehalten (Tab. 2). Insgesamt wurden 931 Bäume mit 1440 Efm aufgearbeitet.

### Verfahrensbeschreibung

Die Rückegassenabstände lagen im Mittel bei 40 m. Die Kranreichweite des Raupenharvesters IMPEX KÖNIGSTIGER von 15 m führte bei der vorhandenen Feinerschließung dazu, dass ein Teil der Fläche motormanuell bearbeitet werden musste. Neben dieser motormanuellen Bearbeitung der Zwischenzone wurden auch innerhalb der Kranzone Bäume aufgearbeitet, die für den Raupenharvester und dessen Aggregat zu stark dimensioniert oder zu stark astig waren. Daraus ergaben sich kombinierte Aufarbeitsverfahren, die motormanuelle, mechanisierte und vollmechanisierte Komponenten beinhalten.

Aufgrund erschwelter Bedingungen in strukturreichen Mischbeständen und

Parameter	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3
Eingriffstärke [m <sup>3</sup> /ha]	61	43	88
Baumartenverteilung [%]	Bu39	3	34
Mittlerer BHD [cm]	33	49	43
BHD-Streuung [cm]	12-61	16-84	9-87
Gelände	Ebene (< 20%)	Ebene (< 20%)	Hang (36%)

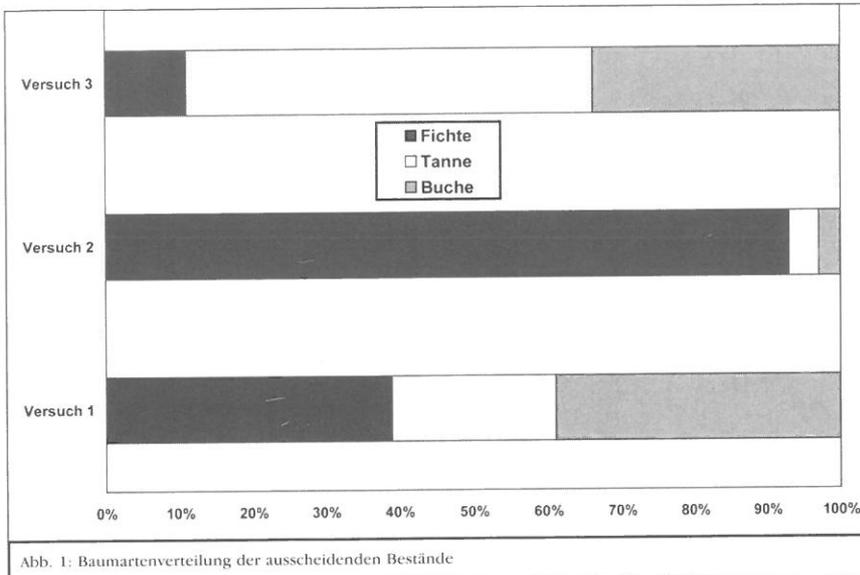
Tab. 1: Bestandes- und Geländedaten

Die ausscheidenden Bestände wurden vor den Hiebsmaßnahmen komplett aufgenommen und wiesen hinsichtlich Baumartenverteilung sowie Holzstärke erhebliche Unterschiede auf. Vor allem Fichten und Tannen wurden

höheren Anforderungen an die Arbeitsqualität wurden erfahrene Maschinisten und Forstwirte der jeweiligen Forstbezirke eingesetzt. Somit konnten optimale Einsatzbedingungen erzielt werden.

Das untersuchte Holzertesystem gliedert sich in drei zeitlich getrennte Phasen (Abb. 3):

Die Gipfel wurden zerkleinert. In den ebenen Lagen wurde das feinere Gipfelmaterial und Reisig zur Erhaltung der



### I. Aufbereitungsverfahren

#### PHASE 1: Zufällen in der Zwischenzone und Zufällen der überstarken Nadelbäume (BHD > 55 cm) innerhalb des Kranzonenbereiches im 2-Mann-Verfahren

Bäume der Zwischenzone und die überstarken Nadelbäume (BHD > 55 cm) der Kranzone, die vom Harvesteraggregat nicht mehr sicher gefasst und gefällt werden konnten, wurden im Zwei-Mann-Verfahren motormanuell in Richtung Rückegasse so weit wie möglich dünnrötig zugefällt.

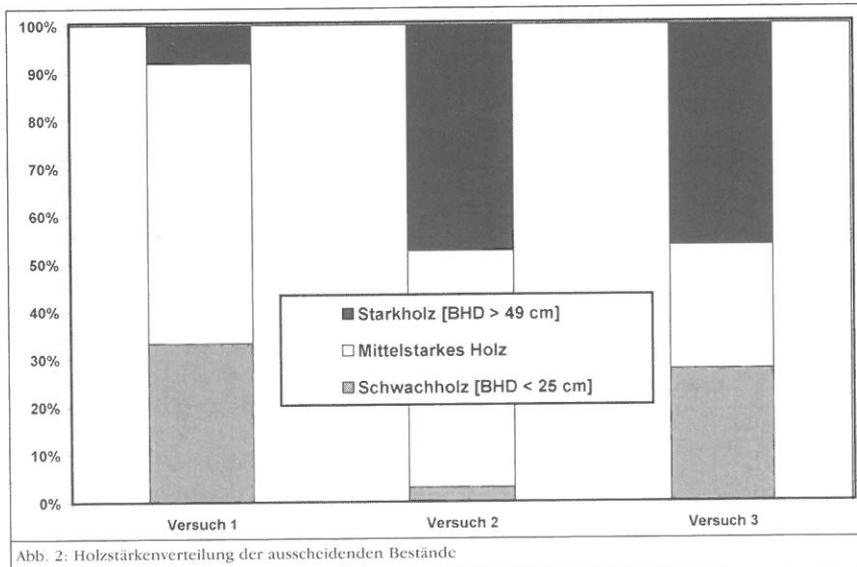
technischen Befahrbarkeit in die Rückegassen eingebaut.

Beim Raupenharvester handelte es sich um einen „IMPEX KÖNIGSTIGER“ mit einem „LAKO 63“ und dem Mess- und Steuerungssystem „MOTOMIT 4.0“.

### II. Rückeverfahren:

#### Holzbringung durch leistungsstarke Tragschlepper

Die gesamten Kurzholzabschnitte wurden mit leistungsstarken Tragschleppern (z. B. VALMET 860, WELTE 210)



#### PHASE 2: Aufarbeitung des Kranzonenbereiches und der zugefallenen Bäume mit einem Raupenharvester „IMPEX KÖNIGSTIGER“

In der zweiten Phase arbeitete bei allen Versuchen der gleiche Raupenharvester mit dem selben Maschinenführer die zugefallenen Bäume auf. Gleichzeitig wurden die restlichen ausscheidenden Bäume gefällt und aufgearbeitet. Die Kurzholzsortimente wurden entlang der Rückegassen sortenweise abgelegt.

sortenweise gerückt und entlang des Fahrweges gepoltert.

### Verfahrensbeurteilung

Das beschriebene Holzertesystem kann in ungleichaltrigen Mischbeständen bis zu einer Hangneigung von 45 % eingesetzt werden. Die Kombination motormanueller und vollmechanisierter Holzertetechnik erlaubt es, die jeweiligen Stärken zu nutzen. Aufwendige Entastungs- und Einschneidarbei-

ten wurden zum größten Teil maschinell durchgeführt.

ARBEITS- ABLAUF- SCHNITTE	ARBEITSORT			
	Bestand		Rückegassen	Waldstraße
	Zwischen- zone	Kranbereich		
Fällen	Zufällen 	Zufällen der überstarken Nadelbäume 		
Entasten Vorrücken Einschneiden Vermessen Sortieren				
Rücken Poltern				

Abb. 3: Beschreibung des Holzerntesystems

### Ergonomie und Arbeitssicherheit

Die Arbeit in unübersichtlichen Beständen stellt hohe Anforderungen an die Arbeitssicherheit. Die Forstwirte müssen mit Funkgeräten ausgestattet sein. Sichere Arbeitsabstände sind bereits bei der Hiebsplanung zu berücksichtigen. Eine direkte Zusammenarbeit zwischen Forstwirten und Harvester ist zu vermeiden, d. h. bei kombinierten Aufarbeitungsverfahren ist das motormanuelle Zufällen von der Harvesteraufarbeitung örtlich zu trennen!

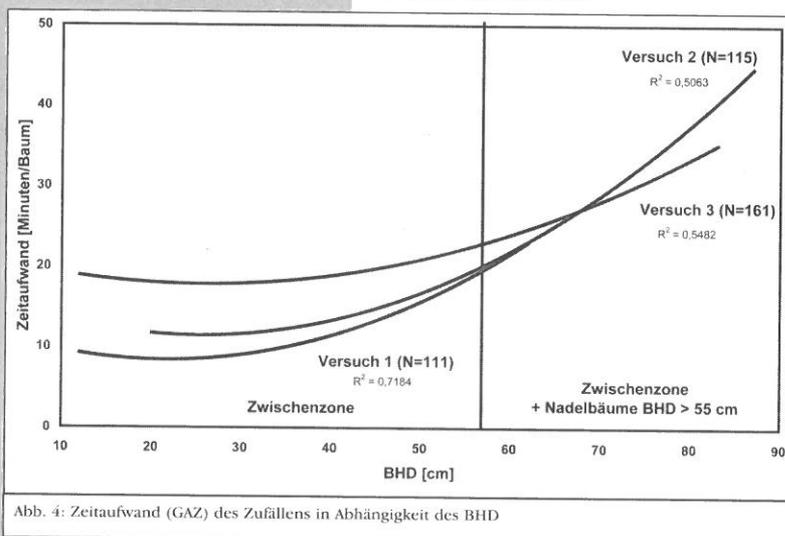


Abb. 4: Zeitaufwand (GAZ) des Zufällens in Abhängigkeit des BHD

### Leistungen und Kosten

Für das Holzerntesystem und deren Komponenten wurden Zeitstudien durchgeführt. In Abbildung 4 ist zu erkennen, dass der Zeitaufwand für das motormanuelle Zufällen mit dem BHD zunimmt. Beim Versuch 1 wurden im Durchschnitt 3,8 Bäume pro Stunde zugefällt (Tab. 2). Der Bestand auf Versuchsfläche 2 war sehr strukturreich. Die Bestandesstruktur und die Tatsache, dass bei 26 % der zugefallenen Bäume ein Teil entastet werden musste, erhöhte den mittleren Zeitaufwand pro

Baum um 5 Minuten. Bei Versuch 3 ist der höhere Zeitaufwand von 24 Minuten pro Baum auf den Hangeinfluss zurückzuführen.

Der größte Anteil der ausscheidenden Bäume wurde mit dem Raupenharvester gefällt (Tab. 2). Die Durchmesserstreuung war groß. Die größeren Streuungen bei Versuch 1 und 3 resultieren aus der Aufarbeitung von sowohl Nadel- als auch Laubbäumen. Abbildung 5 zeigt die Leistungen getrennt nach Versuchen in Abhängigkeit des Haupteinflussfaktors, des BHDs.

In Versuch 2 beeinflussten die geringe Eingriffstärke, die Bestandesstruktur und teilweise die Starkastigkeit der Fichten die Harvesterleistung. Die Aufarbeitung der schwach bis mittelstark dimensionierten Buchen verlief unproblematisch. Wie auch andere Studien belegen, wirken sich flächiger Unterstand und Verjüngung  $> 1,3$  m negativ auf die Harvesterleistung aus [8, 12, 15].

Trotz Hanglage war die Leistung beim Versuch 3 höher. Dafür sprechen eine niedrigere Verjüngung und ein hoher Anteil an Tannen. Das Harvesteraggregat hatte mit starkastigen Tannen wesentlich weniger Probleme als mit starkastigen Fichten. Auch leistungsstarke Radharvester können im Dauerwald eingesetzt werden. Im Vergleich zum Raupenharvester gibt es keine bedeutenden Leistungsunterschiede [3, 4].

Die Rückeleistungen wurden einerseits durch die höheren Stückmassen und andererseits durch die vorkonzentrierte Ablage entlang der Rückegassen begünstigt (Tab. 2). Sie betragen bei Versuch 2 und 3 im Mittel 27 bzw. 25 Fm/h. Die mittlere Rückeleistung von 12 Fm/h bei Versuch 1 wurde einerseits durch den Einsatz eines vergleichsweise kleineren Forwarder „TIMBERJACK 810“ mit geringeren Ladekapazitäten und andererseits durch geringere Stückmassen beeinflusst.

Die Kostenkalkulation basiert auf den Maschinenverrechnungsfaktoren Baden-Württembergs (Tab. 2). Kosteneinsparungen sind beim Rücken durch die vorkonzentrierten Abschnitte des Harvesters zu erzielen. Ein bei weiteren Versuchseinsätzen untersuchtes konventionelles Holzerntesystem – motormanuelle Aufarbeitung von Rohschäften im Bestand, Langholzbringung zur Waldstraße, motormanuelle Kurzholzaufarbeitung an der Waldstraße und Endrücken der Abschnitte – kostet ca. 20 bis 23 €/Fm [6]. Im Vergleich zum mechanisierten Holzerntesystem sind Kosteneinsparungen von bis zu 25 % zu erzielen.

### Pfleglichkeit

Die Notwendigkeit leistungsstarker, großer Maschinen mit hohem Eigenge-

wicht zur Bearbeitung von Starkholz führt zu Bodenschäden. Deshalb ist es wichtig, die Befahrung auf ein permanentes Feinerschließungsnetz zu konzentrieren. Rückegassenabstände mit 40 m stellen dabei eine gute Alternative dar [11].

griffstärke und der Hangneigung zu. In den meisten Fällen wiesen die Bäume nur einen Schaden auf. Die Ergebnisse von Versuch 1 und 2 sind mit Schadprozenten vollmechanisierter Kurzholzverfahren in schwächeren Beständen vergleichbar [1, 7].

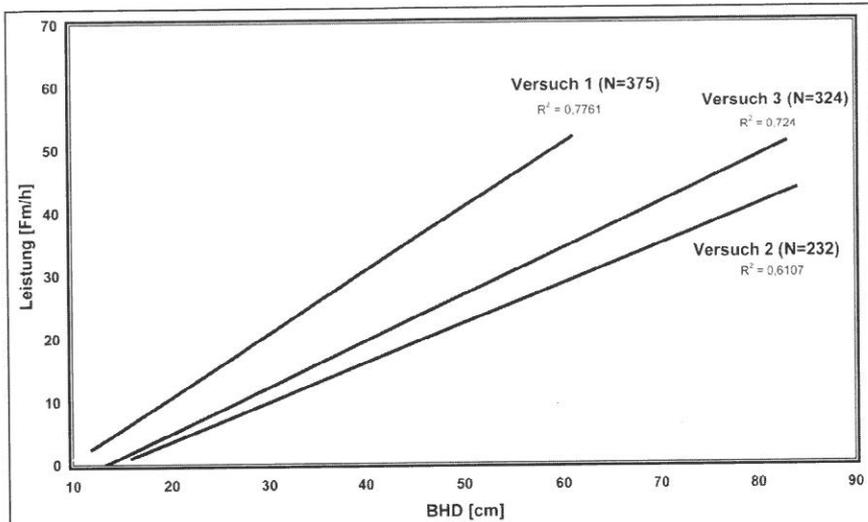


Abb. 5: Harvesterleistung in Abhängigkeit des BHD

Die Erhaltung waldbaulicher Zielsetzungen und die Werterhaltung der Produkte erfordern bestandespflegliche Holzernteverfahren. Nach den Hiebsmaßnahmen wurden auf repräsentativ verteilten Stichprobenflächen die Schäden am verbleibenden Bestand nach

Nicht nur die optimale Positionierung des Raupenharvesters begünstigte die Bestandespfleglichkeit und die Verjüngungsschonung, sondern auch das zielgerichtete Zufällen mit der Krone auf die Rückegasse. Dadurch war der größte Anteil der Krone direkt auf der

Parameter	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3
Hiebmasse [EFm o.R.]	384	440	616
Anzahl Kurzholzsortimente	7	4	7
Mittlerer Zeitaufwand für das motormanuelle Zufällen	16	21	24
Standardabweichung	4,14	9,60	5,95
Mittlere Leistung der Harvesteraufarbeitung [Fm/h]	27	22	26
Standardabweichung	14,02	9,41	17,01
Anteil zugefallter Bäume [%]	26	46	45
Leistung beim Rücken [Fm/h]	12	27	25
Standardabweichung	7,44	6,34	12,10
Mittlere Rückentfernung [m]	131	154	109
Aufarbeitungskosten [€/Fm]	9,70	11,50	11,00
Rückekosten [€/Fm]	6,40	3,60	3,90
Systemkosten [€/Fm]	16,10	15,10	14,90
Schäden am verbleibenden Bestand [%]	9	8	19

Tab. 2: Versuchsergebnisse

MENG [9] erhoben. Dabei wurden alle Bäume mit BHD  $\geq 7$  cm erfasst und hinsichtlich Schäden beurteilt. Ein Schaden wurde folgendermaßen definiert: Größe ab 10 cm<sup>2</sup> und freiliegender Holzkörper.

Die Versuche ergaben im Vergleich zur motormanuellen Langholzaufarbeitung von Starkholz niedrigere Schadprozent mit 8 bis 19 % (Tab. 2) [1]. Die Bestandsschäden nahmen mit der Ein-

Rückegasse bzw. im Randbereich vorhanden.

#### Organisation

Der Organisationsaufwand im Vergleich zu konventionellen Holzerntesystemen ist höher. Eine große Bedeutung bei kombinierten Aufbereitungsverfahren kommt der Abstimmung zwischen Forstwirten und Maschinenführer zu. Beide Seiten sind gefordert.

Kleinhiebe sind für das mechanisierte Holzertesystem aufgrund hoher Umsetzungskosten wenig geeignet.

### Zusammenfassung

Die Bewirtschaftung strukturreicher Mischbestände erfordert flexible Holzerteverfahren. Sie müssen den heutigen Waldbau unterstützen und ökonomischen, ökologischen und sozialen Kriterien gleichermaßen entsprechen. Technologische Weiterentwicklungen

beständen. AFZ/Der Wald 21, S. 1097–1099.

[3] BACHER, M. and SCHÖTTLE, R. (2001): Wheeled or tracked harvester? A Comparison between Two Mechanized Harvesting Systems. IN: Johansson, J. (2001): Excavators and Backhoe Loaders as Base Machines in Forest Operations. Proceedings from the Third Meeting of the EU-Concerted Action, Pisa/Italy, 19.–22.9.2000. Research Note No. 11, p. 201–207.



Rücken mit der Kombimaschine WELTE 210

und veränderte Kundenwünsche ermöglichen den Einsatz von Harvester-technik in Kombination mit motor-manueller Holzerte.

Aus Sicherheitsgründen muss das Zufällen und die Harvesterarbeitung zeitlich getrennt werden. Für das Handling von Starkholz sind leistungsstarke, stabile, große Harvester und Rückemaschinen erforderlich. Ein systematisch angelegtes Feinerschließungsnetz ist für die Bodenschonung von großer Bedeutung.

Das mechanisierte Holzertesystem kann zur Kurzholzaufarbeitung in strukturreichen Mischbeständen in Lagen bis 45% Hangneigung kostengünstig und pfleglich eingesetzt werden.

Die Bestandsschäden nehmen mit Eingriffstärke und steigender Hangneigung zu. Auf großen Hiebsflächen kann das beschriebene Holzertesystem zur Kurzholzaufarbeitung zunehmend an Bedeutung gewinnen.

### Literaturhinweise

[1] BACHER, M. (1999): Literaturstudie Bestandsschäden. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung, Versuchsbericht Nr. 6, 11 S..

[2] BACHER, M. (2001): Strategien der Holzerte in naturnahen Wald-

[4] BACHER, M., PFEIL, Chr. (2002): Mechanisierte Starkholzernte im naturnahen Wald. Forst und Technik 8; S. 2–5.

[5] BACHER, M. (2003): A Mechanized Harvesting System for Large-sized Wood in Permanent Stands. IN: Iwarsson Wide, M. and Baryd, B. (ed.) (2003): Proceedings: Techniques and Methods, 2<sup>nd</sup> Forest Engineering Conference, Växjö/Sweden, 12-15 May 2003, Arbeitsrapport Skogforsk No. 535, p. 13–21.

[6] BACHER-WINTERHALTER, M. (2003): Auswirkungen des Waldumbaus auf die Verfahrensgestaltung – Entwicklung optimierter Holzertesysteme. Vortrag beim FVA-Kolloquium „Befahrung von Waldböden“, Freiburg, 8.–9.7.2003.

[7] BORT, U., MAHLER, G. und PFEIL, CHR. (1993): Mechanisierte Holzerte. Forsttechnische Informationen 11, S. 121–124.

[8] GUNNARSON, P.; HELLSTRÖM, C. (1992) Bestand med underväxt – rätt atgard pa rätt plats sänker kostnaderna. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse1, p. 65–68.

[9] MENG, W. (1978): Baumverletzungen durch Transportvorgänge bei der Holzerte: Ausmaß und Verteilung, Folgeschäden am Holz und Versuch ihrer Bewertung. Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Nr. 53, 159 S..

[10] MINISTERIUM LÄNDLICHER RAUM BADEN-WÜRTTEMBERG (MLR) (ed.) (1994): Wald, Ökologie und Naturschutz. 128 S..

[11] MINISTERIUM LÄNDLICHER RAUM BADEN-WÜRTTEMBERG (MLR) (ed.) (2003): Richtlinie der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg zur Feinerschließung von Waldbeständen. 27 S..

[12] PAUSCH, R. und PONITZ, K. (2002): Harvesterleistung und Hiebsbedingungen. Forst und Technik 4, S. 10-14.

[13] SCHÖTTLE, R.; PFEIL, CHR. und SAUTER, F. (1997): Leistung und Einsatzmöglichkeiten des Raupenharvesters in der Durchforstung. AFZ/Der Wald 52, S. 1179-1181.

[14] SCHÖTTLE, R., PFEIL, CHR. und KAPAHNKE, F. (1998): Einsatz von Starkholz-Raupenharvestern in naturverjüngten Altbeständen. AFZ/Der Wald 53, S. 981-984.

[15] WEIXLER, H.; FELLER, S. und SCHAUER, H. (1997): Der Raupen-Harvester IMPEX 1650T „Königtiger“ im Einsatz. AFZ/Der Wald Nr. 22, S. 1182-1184.

[16] WEIXLER, H. und FELLER, S. (1998): Zwei Raupenharvester im Test. Wald und Holz 8, S. 27-30.

[17] VON TEUFFEL, K.; JOOS, M., KREBS, M.; HARTEBRODT, C.; HRADETZKY, J.; BÖSCH, B. und KÄNDLER, G. (2000): Sortenanfall unterliegt deutlichen Veränderungen. Holz-Zentralblatt Nr. 59, S. 831.

#### **Autor:**

Manuela Bacher-Winterhalter  
Forstliche Versuchs- und  
Forschungsanstalt Baden-  
Württemberg (FVA)  
Abteilung Waldnutzung  
79100 Freiburg

Beginnend mit der Eröffnungsveranstaltung am 18. 2. 2003 wurde das Projekt GeoDat in raschen Schritten vorangetrieben. In der Kürze der Zeit konnten dabei selbstverständlich nicht alle Detailfragen erschöpfend geklärt werden. Im bereits vorgelegten Projektbericht wurden die wesentlichen Arbeitsergebnisse zusammengefasst, die es den Projektträgern erlauben, über den weiteren Fortgang von GeoDat zu entscheiden.



#### **Was wurde bislang erreicht**

- Einigung auf das zu verwendende Datenformat GDF<sup>Forst</sup> [Kapitel 4.1.2].
- Festlegung bundesweit einheitlicher Wegeklassen [Kapitel 4.1.3].
- Beschreibung der notwendigen Informationen (Objekte und Attribute) für eine zweckmäßige Navigation im Wald [Kapitel 4.1.4].
- Abschätzung der Rationalisierungspotenziale (mind. 6 Mio. € pro Jahr) [Kapitel 4.2.2].
- Kostenschätzung (max. 10 €/km) [Kapitel 4.2.3].

- Entwurf möglicher Geschäftsmodelle [Kapitel 4.2.4].

#### **Was ist zu tun**

- Entscheidung von DFWR/DHWR über das umzusetzende Geschäftsmodell (Kapitel 4.2.4). Favorisiert wird von den Mitgliedern der Arbeitskreise das „Koordinationsmodell“, in dem eine zu bestimmende Koordinierungsstelle die bundesweit einheitliche Erhebung der notwendigen Daten in Zusammenarbeit mit den Waldbesitzern und den Nutzern organisiert. Den Geldleistungen der beteiligten Partnern stehen dabei auf Seiten der Landesforstverwaltungen Personalleistungen für die Qualifizierung und Attributierung gegenüber.
  - Unterstützung der weiteren Arbeiten:
    - Beobachtung und Auswertung derzeit laufender Projekte zum Thema „Navigation im Wald“.
    - Planung, Vorbereitung und Durchführung eigener Pilotversuche zur Datenerhebung, Qualifizierung und Attributierung und zur Datenbereitstellung.
    - Vorbereitung und Durchführung von Präsentationen bei potentiellen Partnern.
    - Einwerben von Geldmitteln aus der Industrie und der öffentlichen Hand; Übergangsfinanzierung durch Mittel des Holzabsatzfonds.
- Die wesentlichen Informationen zu GeoDat können auf der Webseite des KWF ([www.kwf-online.de/deutsch/aktuelles/projekte/geodat/index.htm](http://www.kwf-online.de/deutsch/aktuelles/projekte/geodat/index.htm)) eingesehen werden.

B. Hauck, KWF

## **Neues aus der Forsttechnik**

### **Entwicklung von bundes-einheitlichen geographischen Standards zur Optimierung der Holzlogistik (GeoDat)**

**Bernhard Hauck**

#### **Der aktuelle Sachstand des Projektes**

## Ergebnisorientierter Arbeitsschutz – ein Beitrag zum Erreichen der Unternehmensziele

Volker Gerding

Arbeitsschutzmaßnahmen verbessern die interne und externe Servicequalität und beeinflussen nachweisbar das Gesamtergebnis

### Ausgangssituation

Alle Bereiche eines Forstbetriebes müssen angesichts der geradezu desaströsen Situation des Holzmarktes einer Prüfung unterzogen werden, inwiefern sie zum Erhalt des Unternehmens beitragen. Diese Entwicklung macht auch nicht vor dem Arbeits- und Gesundheitsschutz halt. Wenn der Arbeitsschutz auch einen Wert an sich darstellt, sehen sich die Arbeitsschutzexperten der Betriebe doch einem permanenten Rechtfertigungszwang ihrer Arbeit bezüglich der Effizienz von Arbeitsschutzmaßnahmen gegenüber.

Die Kosten des Arbeitsschutzes lassen sich verhältnismäßig leicht darstellen und bestimmten Kostenstellen zuordnen wie Sicherheitsbeauftragte, Fachkräfte für Arbeitssicherheit, betriebsärztliche Untersuchungen, Sicherheitsschulungen, Arbeitsschutzausschuss-Sitzungen und den Ausgaben für die persönliche Schutzausrüstung. Ein direkter Zusammenhang zwischen einzelnen Arbeitsschutzmaßnahmen und einem verhinderten Unfall oder einer vermiedenen Krankheit ist aber nur sehr selten erkennbar (eine Ausnahme ist z. B. die Verhinderung der Weißfingerkrankheit durch ein Antivibrations-System).

Werden die Wirkungen des Arbeitsschutzes im Hinblick auf ihren Beitrag zum Unternehmenserfolg analysiert, ist auch die Rolle der Arbeitsschutzexperten zu hinterfragen.

Die Organisation des Arbeitsschutzes ist in Deutschland detailliert in zahlreichen Gesetzen und Verordnungen geregelt. Bedingt durch das Sozialgesetzbuch (SGB) und das Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG) hat sich ein Expertenkreis aus Sicherheitsbeauftragten, Fachkräften für Arbeitssicherheit, Betriebsärzten und Gefahrstoffbeauftragten gebildet, die dann im Arbeitsschutzausschuss (nach § 11 ASiG) die Weichen für den Arbeitsschutz im Betrieb stellen. Diese Expertenbildung birgt aber die Gefahr, dass die Verantwortung für die Gestaltung von Arbeitsschutzmaßnahmen auf die bestellten „Arbeitsschützer“ übertragen wird und die übrigen Mitarbeiter sich mehr oder weniger passiv verhalten. Die „Arbeitsschützer“ können jedoch, und dies ist die leidvolle Erfahrung vieler dieser Experten, allenfalls unterstützend wirken. Die eigentlichen Anstöße zur Verbesserung des Arbeitsschutzes müssen von den Akteuren selbst kommen. Für den Forstbereich bedeutet dies, dass die Mitarbeiter der oberen Leitungsebene, Forstamtsleiter, Revierleiter, Forstwirtschaftsmeister, Forstwirte und Waldarbeiter Arbeitsschutzleistungen entweder blockieren und scheitern lassen können oder aber, wenn die positiven Wirkungen für den Gesamt- oder Teilbetrieb deutlich werden, diese Maßnahmen initiieren, un-

terstützen und zum Erfolg führen. Die Hauptakteure des Arbeitsschutzes dürfen demnach nicht die Experten sein, sondern die Führungskräfte und Mitarbeiter des Betriebes.

### Ergebnisorientierung

Die Veränderungen in den Forstbetrieben wie z.B.

- Grundlegender Wandel der Stellung der Forstwirte,
  - schlanke Hierarchien mit zunehmender Selbststeuerung der operativen Einheiten (Stichwort Teilautonome Gruppen),
  - Prozessorientierung in der Funktionalisierung (z.B. Steuerung des Harvestereinsatzes durch Spezialisten) und
  - spezielle Problemlösungen für die Kunden als Standardvariante
- bedingen auch eine veränderte, am Gesamtbetrieb orientierte Analyse des Arbeitsschutzes, die sich im wesentlichen auf drei Punkte stützt:

1. Arbeitsschutzleistungen tragen zum ökonomischen Gesamtoptimum eines Unternehmens bei,
2. Arbeitsschutzleistungen sind Gefügeleistungen, also nicht nur Sache der Arbeitsschutzxperten,
3. Ergebnisorientierung erfordert die (Veränderungs-)Kompetenz der Akteure (LANGHOFF).

Untersuchungen in verschiedenen Industriebetrieben zur Wirkung von Arbeitsschutzmaßnahmen zeigen, dass diese schwerpunktmäßig bei der internen Servicequalität ansetzen, die wiederum der Ausgangspunkt für die Wirkungskette hin zu einem verbesserten Unternehmensergebnis sind. Kundendienst, so die Überzeugung erfolgreicher Unternehmen, bezieht sich nicht nur auf die externen Kunden, sondern ist Bestandteil der gesamten Organisation. Jeder Mitarbeiter hat Kunden, wenn nicht externe, dann interne und manchmal beide zugleich. Als interner Kunde wird jeder Mitarbeiter eines Betriebes bezeichnet, der zu irgendeinem Zeitpunkt auf irgendeinen anderen Mitarbeiter des Betriebes angewiesen ist. Oder anders ausgedrückt: die gesamte Kette des Produktionsprozesses bis zur Abnahme des Produktes (wobei hier ausdrücklich auch Dienstleistungen mit einbezogen sind) ist ein Ineinandergreifen von Kundenbeziehungen. Je reibungsloser und störungsfreier dieses Räderwerk der verschachtelten und teilweise parallel ablaufenden Prozesse funktioniert, um so positiver wird das Betriebsergebnis sein. Genau an dieser Stelle setzt der ergebnisorientierte Arbeitsschutz an. „In dem ergebnisorientierten Ansatz wird davon ausgegangen, dass Kundenzufriedenheit und positive Geschäftsergebnisse sich aus einer hohen Qualität der Arbeitsergebnisse (z. B. Liefertreue oder Produktqualität)

ergeben. Dies wird als externe Servicequalität bezeichnet. Externe Servicequalität kann aber nur von gesunden, zufriedenen, qualifizierten und motivierten Mitarbeitern erbracht werden. Zufriedenheit, Qualifikation, Motivation und Gesundheit sind aber keine Frage des Willens, sondern sind an bestimmte Voraussetzungen in der betrieblichen Arbeitsorganisation, der Personalführung und der Arbeitsbedingungen geknüpft. Diese Voraussetzungen werden als interne Servicequalität bezeichnet“ (LANGHOFF).

Ein Beispiel soll den Zusammenhang zwischen interner und externer Servicequalität verdeutlichen und die Bedeutung für das Unternehmensergebnis darstellen.

Unternehmen brauchen Betriebsziele. Da sich alle Maßnahmen eines Betriebes, seien sie formeller, informeller, technischer oder soziologischer Natur, letztendlich auf den Erhalt und die Stärkung des Betriebes als Unternehmen im Wettbewerb beziehen, lautet das wichtigste Ziel: *Verbesserung des Unternehmensergebnisses*.

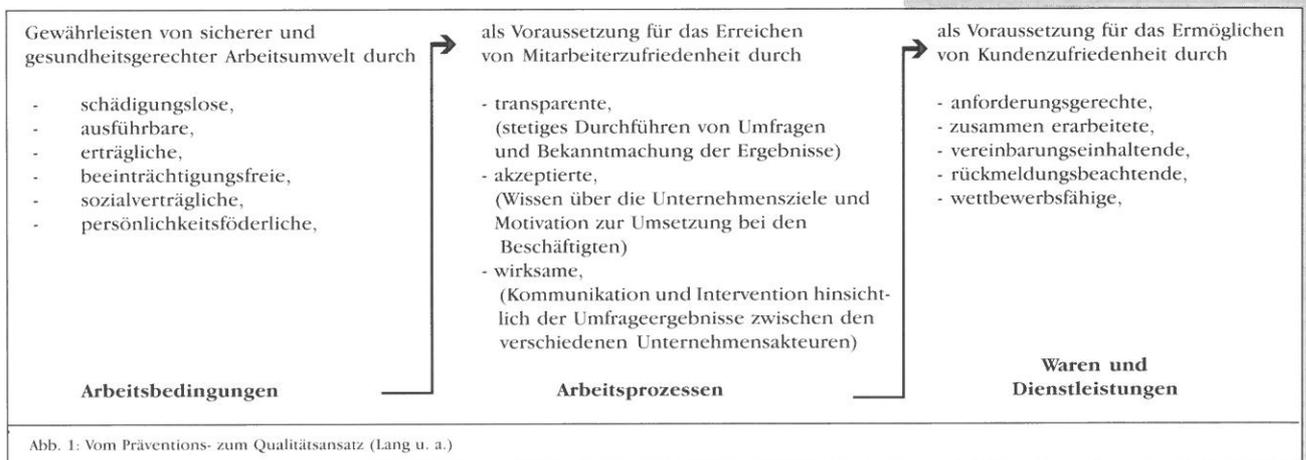
### Die interne Servicequalität beeinflusst die externe Servicequalität

- Verbesserte Liefertreue,
- optimales Ausnutzen von idealen Wetterperioden für z. B. Rückarbeiten und Holztransport,
- Repräsentation als zertifiziertes Unternehmen,
- störungsfreie und ununterbrochene Leistungserbringung,
- schnelle Auftragsabwicklung,
- kundenfreundliche Preisgestaltung durch störungsfreiere Arbeitsprozesse.

### Die externe Servicequalität

- Sichert den Produktabsatz,
- erhöht die Kundentreue,
- verbessert die Auftragslage durch ein positives Unternehmensimage.

Der ergebnisorientierte Arbeitsschutz geht somit davon aus, dass optimierte Arbeitsschutzleistungen die interne und externe Servicequalität verbessern und dass diese Verbesserung zu einer Kostensenkung führt. Gleichzeitig ergeben sich direkte und indirekte Wirkun-



Zum Erreichen des Zieles sind verschiedene, die gesamten Betriebsabläufe berücksichtigende Maßnahmen zu ergreifen, die sich auch in einer Qualitätsverbesserung des internen und externen Services niederschlagen.

### Verbesserung der internen Servicequalität durch:

- Steigerung der Motivation mittels konsequenter Einbeziehung von Arbeitsschutzmaßnahmen bereits in der Planungsphase von Betriebsarbeiten. Hierdurch wird auch der Improvisationsbedarf verringert.
- Einhalten von Terminen durch geringere Ausfallzeiten in Phasen der Spitzenbelastung (Herbst-/Winter-Einschlag),
- Verringerung der Unfallgefahren,
- Bereitstellung technischer Hilfsmittel zur optimierten Verfahrensauswahl (z.B. seilwindenunterstützte Holzernteverfahren, Funkhelmkombination), hochmechanisierte Holzernte.

gen auf die Erlöse des Betriebes insbesondere durch die Sicherung des Produktabsatzes. Kostensenkung und Erlössicherung bedingen wiederum die Verbesserung des Unternehmensergebnisses.

Wie, so muss nun die Frage lauten, kann der Beitrag des Arbeitsschutzes zur Verbesserung des Betriebsergebnisses gemessen werden? Bei der Motivation und der Kundenzufriedenheit versagen die klassischen Kennzahlensysteme und es läßt sich auch nicht die Optimierung einer einzelnen Kostenstelle darlegen. Ohnehin spiegeln klassische Indikatoren wie Umsatz, Gewinn und Rendite nicht die Komplexität der Ziele eines forstlichen Unternehmens wider, die von der „Daseinsvorsorge für Mensch und Natur“ bis zur Belieferung von „Holzkunden“ reichen. Mit in die Bewertung des Unternehmensergebnisses gehören auch regelmäßige, standardisierte Mitarbeiter- und Kundenerbefragungen. Bei Untersuchungen in Dienstleistungsbetrieben – zu denen ja

auch die Forstbetriebe gehören – konnte eine enge Korrelation zwischen der Mitarbeiterzufriedenheit und der Kundenzufriedenheit festgestellt werden oder anders ausgedrückt, ein enger Zusammenhang zwischen interner und externer Serviceleistung.

mit über verschiedene Wege zum Erreichen der Unternehmensziele bei.

Der Paradigmenwechsel vom expertengestützten Präventionsbestreben zum ergebnisorientierten Arbeitsschutz kann neue Impulse für die Verbesserung des Arbeitsschutzes im Forst ge-

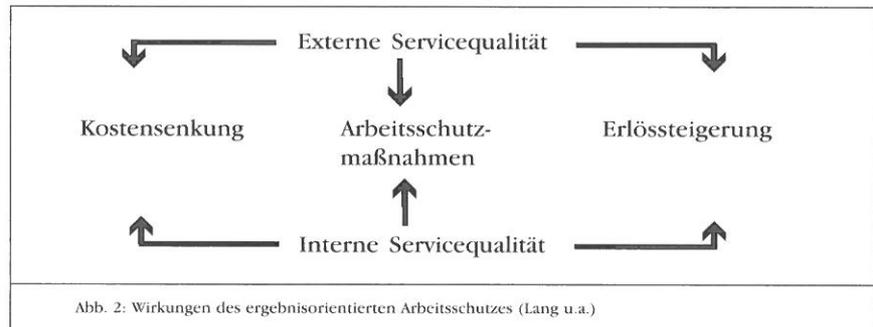


Abb. 2: Wirkungen des ergebnisorientierten Arbeitsschutzes (Lang u.a.)

LANG u. a. stellen aufgrund der aufgeführten Erkenntnisse einen Qualitätsansatz als Weiterentwicklung des bisher auch im Forstbereich üblichen Präventionsgedankens vor, der sich in Verbindung mit modernen Ansätzen des Arbeitsschutzes wie dem Arbeitsschutzmanagementsystem auch in Forstbetrieben verwirklichen ließe (s. Abb. 1)..

### Ausblick

Beispiele aus Industrie- und Dienstleistungsbetrieben zeigen, dass sich Arbeitsschutzmaßnahmen nachweisbar positiv auf das Gesamtergebnis auswirken. Zur Darstellung der Beteiligung des Arbeitsschutzes an der Erreichung der Unternehmensziele können jedoch nicht Kennzahlen für einzelne Kostenstellen herangezogen werden. Es ist vielmehr neben der Unfallzahlen- und Ausfallzeitenentwicklung die Verbesserung der internen und externen Servicequalität zu erfassen. Maßnahmen zur Verbesserung der Mitarbeiterzufriedenheit durch verbesserte Qualifikation, Motivation und Gesundheit müssen in einem kontinuierlichen Prozess stehen und von einer Vielzahl der Betriebsangehörigen entwickelt und mitgetragen werden. Gemessen werden kann der Grad der Mitarbeiterzufriedenheit nur durch regelmäßige, standardisierte Befragungen und der Fehlzeitenanalyse. Als weiteres Instrument zur Optimierung des Arbeitsschutzes im Hinblick auf die Unternehmensziele hat sich in der Industrie die Einführung eines Arbeitsschutzmanagementsystems bewährt. Die Verbesserung der internen Servicequalität hat direkte und indirekte Wirkungen auf die Kundenzufriedenheit (externe Servicequalität), die ebenfalls durch regelmäßige standardisierte Befragungen zu ermitteln ist.

Die durch Arbeitsschutzmaßnahmen erreichte verbesserte Mitarbeiter- und Kundenzufriedenheit, schlägt sich schließlich in Kostensenkungen und Erlössteigerungen nieder und trägt so-

ben. Es bedarf aber hierzu einer neuen, ganzheitlichen Sicht des Arbeitsschutzes unter Hinzuziehung verschiedener Bewertungsmethoden und der intensiven Beteiligung aller Mitarbeiter. Die dafür notwendigen Instrumente wie Arbeitsschutzmanagementsysteme und integrierten Managementsystemen sowie kontinuierliche Verbesserungsprozesse sind bekannt, sie müssen jedoch genutzt werden. Nur durch die strikte Orientierung aller Betriebsprozesse auf die Betriebsziele können die vielfältigen Aufgaben der Forstbetriebe auch in Zukunft auf qualitativ hohem Niveau erfüllt werden.

### Literaturverzeichnis

- Gerding, V. (1999): Managementsystem im Arbeitsschutz – ein erfolgversprechender Weg auch für die Forstwirtschaft?, AFZ 7/99
- Hyken, Shep (2001): Der interne Kunde, Future 01/2001, www.aventis.com
- Jacob, J. (2001): Qualitätsmanagement bei Hessen-Forst, AFZ 1/2001
- Lang, K.-H., u. a. (2001): Von der Prävention zur Qualität, in: Management und Qualität, 12/2001
- Langhoff, T. (2002): Ergebnisorientierter Arbeitsschutz, Schriftreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund
- Oesten, G., Roeder, A. (2002): Management von Forstbetrieben, Remagen-Oberwinter, www.forstbuch.de
- Rüster, F.-S. (2003): Arbeit gestalten in der Praxis – Hüffermann Fahrzeug- und Stahlbau, www.bilanzierungarbeitsgestaltung.de
- Windthorst, H. (1999): Arbeitsplanung in einem öffentlichen Forstbetrieb, AFZ 14/1999

### Autor:

Volker Gerding  
Versuchs- u. Lehrbetrieb für  
Waldarbeit u. Forsttechnik  
35781 Weilburg

Arbeitsverfahren zeichnen sich dadurch aus, dass Arbeitsmittel (Maschinen und Geräte) vom Menschen auf eine bestimmte Weise und in vorgegebener Reihenfolge so eingesetzt werden, dass nicht nur das Ergebnis, sondern der gesamte Arbeitsablauf vorher planbar ist und den Mitarbeitern vermittelt werden kann. Ein Verfahren in seinen Nuancen zu erläutern braucht viel Zeit, und sehr schnell hat man den Überblick über die Verfahren verloren. Darum mangelt es nicht an Versuchen, Arbeitsverfahren zu kategorisieren und ihnen griffige Namen zu geben. Als Ergebnis kommen hierbei recht oft Darstellungen heraus, die für den einzelnen Anwendungsfall gute Dienste leisten mögen, darüber hinaus aber nur begrenzt verwendet werden können.

Hinzu kommt, dass sich die Verfahren mit zunehmender technischer Entwicklung ebenfalls weiterentwickeln, indem oft nur kleine Ausschnitte verbessert, technisch anders gelöst oder in anderer Reihenfolge als zuvor angeordnet werden. Handelt es sich dann bereits um ein neues Verfahren, das gänzlich neu erforscht und in der Praxis erprobt werden muss, oder liegt lediglich eine kleine Variation vor, auf die Erfahrungen überwiegend übertragen werden können? Spätestens die schwer überschaubare Vielfalt der Verfahren für die Holzernte lässt erahnen, dass ein Bedarf besteht nach abstrakten und allgemein gültigen Verfahrensbeschreibungen.

Die Autoren möchten im Folgenden einen Darstellungsansatz zur Diskussion stellen,

- der abstrakt genug ist, um allgemein verwendbar zu sein und als Basis für eine umfassende Kategorisierung zu dienen,
- dabei aber so konkret ist, dass er vor dem Hintergrund der Holzernte relativ zügig verstanden wird und keiner Schulung bedarf
- der offen ist für Erweiterungen, so dass er je nach Bedarf um spezielle Informationsinhalte ergänzt werden kann,
- und zugleich im Einklang steht mit den Begrifflichkeiten, die sich in der Forstwirtschaft durchgesetzt haben.

### Methoden zur visuellen Darstellung von Verfahren

In der deutschsprachigen Literatur hat die größte Verbreitung eine Darstellungsform gefunden, die auf LÖFFLER, TIMINGER und WARKOTSCH zurückgeht: Ihr grundsätzliches Muster ähnelt einer Tabelle, in deren Zeilen die Teilvorgänge in ihrer Reihenfolge verbal aufgeführt sind und in deren Spalten die Arbeitsorte „Bestand“, „Rückegasse“ und „Waldstraße“ voneinander getrennt werden. An den Schnittpunkten ergeben sich Felder, in die – und darin liegt der gro-

ße Charme dieser Darstellung – Piktogramme eingezeichnet werden, die (meist) das wichtigste Arbeitsmittel abbilden. Aus der Anordnung des Arbeitsmittels ergibt sich relativ klar, wozu es eingesetzt wird und an welchem Ort im Wald dies geschieht. Dort, wo ein Teilvorgang mit einer Ortsveränderung einhergeht, werden mehrere Felder zu einem großen Feld zusammengefasst.

Unter der Voraussetzung, dass sich der jeweilige Autor auf die wesentlichen Arbeitsmittel beschränkt (und diese auch noch sinnvoll darzustellen vermag), ergeben sich hierbei zumeist überschaubare Zeichnungen, die einen schnellen Eindruck von dem Verfahren vermitteln. Dann aber, wenn Verfahrens-Nuancen dargestellt werden sollen, die sich nicht in einem anderen Arbeitsmittel, sondern lediglich in einer anderen Verwendung desselben Arbeitsmittels ausdrückt, versagt die Darstellungsweise. Mit anderen Worten: Das Modell nach LÖFFLER et al. konzentriert sich vornehmlich auf die Struktur des Arbeitsverfahrens, indem es die eingesetzten Arbeitsmittel in ihren räumlichen und (in Grenzen) zeitlichen Koordinaten darstellt. Die Funktionen, die jedes Arbeitsmittel ausübt, ergeben sich aus der verbalen Beschreibung am linken Rand, grafisch darstellen kann man sie nur sehr beschränkt.

Fußend auf einer Anregung von HEINIMANN<sup>1</sup> hat ERLER<sup>2</sup> im Jahr 2000 eine Darstellungsweise vorgeschlagen, bei der die räumliche Gliederung und die Visualisierung mittels Piktogrammen übernommen werden, der zeitliche Arbeitsablauf jedoch mit Hilfe eines Flussdiagramms in Anlehnung an die DIN-Norm 66001 abgebildet wird. Auf diese Weise können auch die Funktionen der abgebildeten Arbeitsmittel im Detail beschrieben werden, so dass auch komplexere Arbeitsabläufe sowohl struktural als auch funktional exakt erfasst werden und mit weiteren Informationen wie z. B. zu Datenflüssen und Produktionspuffern ergänzt werden können. Der Vorteil dieser Darstellung liegt darin, dass Details präziser gezeigt werden können; der Abstraktionsgrad jedoch ist im Zweifelsfall eher niedriger anzusetzen als bei der Methode von LÖFFLER et al.

Eine interessante Fortsetzung dieses Trends zur stärkeren Verdeutlichung funktionaler Zusammenhänge finden wir bei HEINIMANN et al.<sup>3</sup>: Zur Abbildung der Funktionen eines Seilkranes bedienen sich die Autoren ebenfalls eines Flussdiagramms, dessen Felder aber so

<sup>1</sup>Heinimann, H. R. (1993): Modelle für die Beschreibung von Holzernsystemen. Internat. Symposium „Mechanisierung der Waldarbeit“, unveröffentlicht.

<sup>2</sup>Erlér, J. (2000): Forsttechnik – Verfahrensbewertung. UTB 2179, Ulmer Stuttgart, S. 78 ff.

<sup>3</sup>Heinimann, H. R.; Stampfer, K.; Loschek, J.; Caminada, L. (2001): Perspectives on Central European Cable Yarding Systems. Int'l. Mountain Logging and 11<sup>th</sup> Pacific Northwest Skyline Symposium 2001.

## Netz-Darstellung von Arbeitsverfahren

Jörn Erler und Maja Weiß

Ein neuer Darstellungsansatz für forstliche Arbeitsverfahren wird zur Diskussion gestellt.

angeordnet werden, dass sie gleichzeitig die räumlichen Veränderungen in drei Dimensionen zeigen. Da es sich bei Seilkranarbeit um einen Transportprozess handelt, bei dem die Raumüberwindung im Vordergrund steht, eignet sich diese Darstellung wie keine andere zur Visualisierung der Funktion im Raum. Möchte man sie aber allgemein auf die Holzernteverfahren übertragen, bei denen zumeist die dritte Dimension entfällt und obendrein noch Fertigungsvorgänge beachtet werden müssen, dann nähert sich diese Methode an die von ERLER an. Hier wie dort lässt mit zunehmender funktionaler Präzisierung der Grad der Abstraktion nach, beide Methoden haben ihren Platz bei der Erläuterung von Details, eignen sich aber kaum zur schnellen visuellen Erfassung und abstrakten Systematisierung.

### Grundzüge einer funktionalen Darstellung

Aus dem Gesagten drängt sich der Eindruck auf, dass in dem Moment, in dem die funktionalen Zusammenhänge in den Mittelpunkt gerückt werden, die Darstellungsweisen zwangsläufig sehr detailliert ausfallen und damit eine Kategorisierung unmöglich wird. Demgegenüber werden in der Praxis Verfahren intuitiv gern nach Funktionen unterschieden, was sich in Begriffen wie Vollbaum-, Rohschaft- und Sortimentverfahren ausdrückt. Strukturelle Unterscheidungsmerkmale wie vor allem der Mechanisierungsgrad werden dagegen lieber mit ergänzenden Adjektiven berücksichtigt.

#### Ein abstraktes Modell

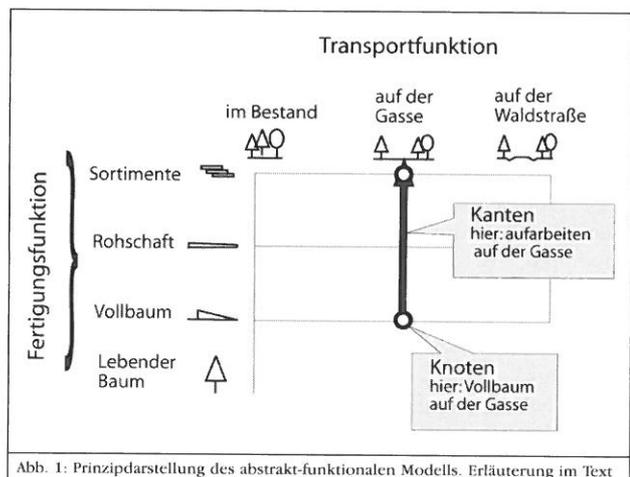
Das nachfolgende Modell bemüht sich, diesen anscheinenden Widerspruch aufzulösen: Als Ausgangspunkt soll die Frage dienen, welche Funktionen in der Holzernte im wesentlichen vollzogen werden. Die Technologie unterscheidet zwischen den Hauptfunktionen „Fertigen“ und „Transportieren“, zu denen sich noch einige Nebenfunktionen hinzugesellen, die hier aber ohne Belang sind.<sup>4</sup> Im Falle der Holzernte spannen diese Hauptfunktionen ein Netz mit 3\*2 Kanten auf (siehe Abbildung 1):

- Das Fertigen kann im wesentlichen in vier Stufen erfolgen:
  - Durch „Fällen“ wird aus dem lebenden Baum ein Vollbaum hergestellt.
  - Das „Entasten“ mit Zopfen formt aus einem Vollbaum einen Rohschaft.

- Das „Einschneiden“ trennt den Rohschaft auf in mindestens zwei Sortenstücke.
- Mit Ausnahme des Fällens können alle übrigen Fertigungsschritte an verschiedenen Orten durchgeführt werden. Die hierzu notwendigen Transportvorgänge werden unterteilt in
  - „Vorrücken“ vom Fällort bis an die Gasse und
  - „Rücken“ über Gassen bis zum Übergabeort an der Lkw-befahrbaren Straße.

Dort, wo mindestens zwei solche „Kanten“ zusammentreffen, befinden sich die „Knoten“. Diese lassen sich interpretieren als die möglichen Produktzustände und möglichen Orte:

- Vertikal treten von unten nach oben folgende mögliche Produktzustände auf:
  - lebender Baum
  - Vollbaum
  - Rohschaft
  - Sortiment.
- Horizontal werden die Lagerorte dargestellt
  - in unmittelbarer Nähe des Fällortes im Bestand
  - an oder auf der Gasse
  - an der Waldstraße.



Durch diesen schematischen Aufbau wird es möglich, den Produktionsablauf modular zu betrachten: Beispielsweise gibt es verschiedene Möglichkeiten, ein Sortiment auszuformen und an der Gasse abzulegen. Für den weiteren Transport spielt es keine Rolle, wie dieses Sortenstück dorthin gelangte und auf welche Weise es gefertigt wurde, das Rücken kann immer auf dieselbe Weise erfolgen.

Das führt zu der Vermutung, dass es „Familien“ von Holzernteverfahren geben muss, deren „Mitglieder“, sprich Verfahrensvarianten in wesentlichen Eigenschaften große Ähnlichkeiten aufweisen.

Hier bietet sich folgende Unterscheidung an, die jedoch keineswegs ausschließenden Charakter haben muss:

<sup>4</sup> näheres siehe Erler, J. (2000), a.a.O. S. 27 ff.

#### *Funktional: Vollbaumverfahren etc.*

Funktional kann man unterscheiden nach dem Zustand, in dem sich das Produkt während des Transportes (über die Gasse) befindet:

- Wenn im Bestand nur gefällt wird und der Baum bis an die Waldstraße als Vollbaum gerückt wird, handelt es sich um ein Vollbaumverfahren.
- Wenn im Bestand oder an der Gasse entastet wird und die Stämme „in baumfallender Länge“ gerückt werden, liegt ein „Rohschaffverfahren“ vor, für das bei Bedarf zwei Unterverfahren (Entasten im Bestand oder an der Gasse) ausgeschrieben werden können.
- Wenn die Stämme an der Gasse in verkaufsfähige Sorten aufgeteilt werden und als solche mehr oder weniger kurz gerückt werden, spricht man von Sortimentverfahren. Es wird empfohlen, hierbei noch zu unterscheiden je nachdem, ob die Sorten so lang sind, dass sie geschleift werden müssen (Langholzsortimente), oder kurz genug sind, um tragend transportiert werden zu können. Unabhängig von dieser möglichen Unterscheidung gibt es drei mögliche Untervarianten: Aufarbeiten auf der Gasse, Einschneiden von Rohschäften auf der Gasse und Ausformen der Sorten direkt im Bestand.

#### *Struktural: Technisierungsstufe und Mechanisierungsgrad*

Die vorgestellte Unterscheidung konzentriert sich auf Fertigungs- und Transportfunktionen und beschreibt damit die prinzipielle Abfolge der Produktionsschritte. Dabei wird zunächst einmal vollkommen ausgeblendet, mit welchen Arbeitsmitteln diese Funktionen wahrgenommen werden. Will man sich dieser Frage nähern, so fügt man zu der funktionalen Betrachtung noch eine strukturelle hinzu. Hierfür bietet sich der Mechanisierungsgrad an.

Für das Wort „Mechanisierungsgrad“ gibt es viele mehr oder weniger exakte Definitionen. Um im folgenden diesen Begriff eindeutig und schlüssig verwenden zu können, muss er auf dem Umweg über die Technisierungsstufe definiert werden<sup>5</sup>:

- Wird eine Tätigkeit ganz ohne Hilfsmittel oder maximal mit einem Handwerkzeug ausgeführt, so handelt es sich um manuelle Arbeit.
- Wird ein Gerät eingesetzt, das zwar von einem Motor angetrieben wird, dabei aber vom Menschen an das Werkstück herangeführt und dort in der Position gehalten werden muss, so liegt motormanuelle Arbeit vor.
- Sobald dem Menschen auch die Führung des Arbeitsmittels abgenommen wird und er nur noch lenkend tätig wird, handelt es sich um maschinelle Arbeit.

Diese Definitionen gelten für einzelne Produktionsstufen, die je nach Produktionsverfahren relativ schlicht sein können (z. B. nur das Fällen umfassen) oder auch komplexer ausfallen können (z. B. Fällen, Vorliefern, Entasten, Vermessen, Einschneiden und Sortieren durch Harvester).

Der Mechanisierungsgrad hingegen beschreibt, inwieweit die einzelnen Vorgangsstufen des gesamten Verfahrens technisiert sind; er bezieht sich also nicht mehr auf die einzelne Stufe, sondern beschreibt das Zusammenspiel aller Vorgangsstufen im gesamten Verfahren<sup>6</sup>:

- Wenn ausnahmslos alle Vorgangsstufen manuell (inkl. tierischer Kraft) bewältigt werden, ist das Verfahren nicht mechanisiert.
- Sollte mindestens eine Verfahrensstufe manuell bearbeitet, aber mindestens eine nicht manuell durchgeführt werden, dann ist das Verfahren teilmechanisiert.
- Wenn keine Stufe manuell durchgeführt wird, aber mindestens eine Stufe motormanuell bearbeitet wird, liegt ein höher mechanisiertes Verfahren vor.
- Wenn alle Stufen maschinell bearbeitet werden, dann ist das Verfahren voll mechanisiert.

Aus funktionaler und struktureller Betrachtungsweise gemeinsam ergeben sich komplexe Bezeichnungen wie etwa „vollmechanisiertes Sortimentverfahren für Kurzholz“, das von Harvester und Forwarder ausgeführt wird. Eine weitere Unterteilung – z. B. nach dem räumlichen Muster flächig, schematisch oder selektiv – erübrigt sich im allgemeinen, kann aber bei Bedarf ohne weiteres als Spezifizierung beigefügt werden.<sup>7</sup>

#### **Netz-Darstellung an Beispielen**

Beispielhaft soll im Folgenden die Darstellung dreier Holzernteverfahren in der Netz-Darstellung anhand einer konkreten Maßnahme entwickelt werden.

Man stelle sich einen 40-jährigen Fichtenbestand mit Brusthöhendurchmesser zwischen 18 und 30 cm vor. Der Bestand soll zum zweiten Mal durchforstet werden. Die Lage ist eben bis leicht geneigt, es kommen keine größeren Hindernisse vor. Die Bodenverhältnisse werden durch einen nicht zur Vernässung neigenden terrestrischen Standort geprägt.

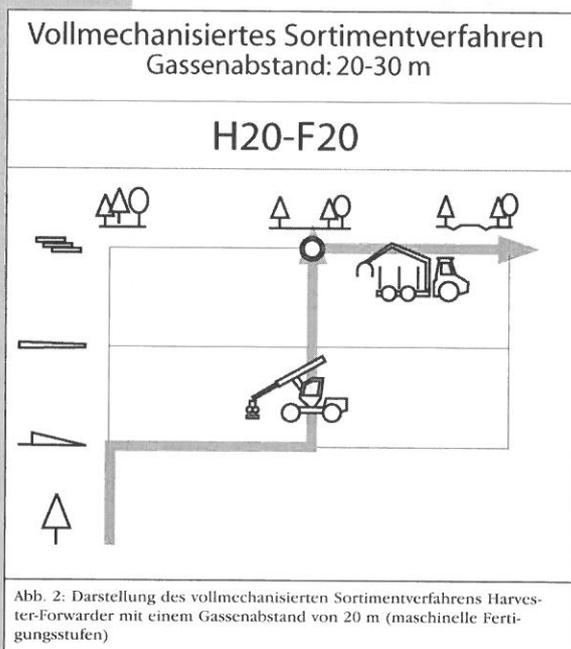
Nur den Bestand vor Augen, ist das heutige „Standardverfahren“ Harvester-Forwarder mit einem 20-m-Gassenabstand naheliegend. Bei Frost oder längere Trockenheit zum Zeitpunkt der Maßnahme steht diesem Verfahren nichts im Wege.

<sup>5</sup>vgl. Erler, J. (2000), a.a.O. S. 25 ff

<sup>6</sup>vgl. Erler, J. (2000), a.a.O. S. 67 ff

<sup>7</sup>vgl. Erler, J. (2000), a.a.O. S. 35

Abbildung 2 zeigt dieses vollmechanisierte Sortimentverfahren mit einem Gassenabstand von 20 bis max. 30 m. Der Harvester fällt den Baum im Bestand. Er rückt den Vollbaum vor bis zur Gasse und arbeitet ihn dort zum Sortiment auf. In der nächsten Verfahrensstufe rückt der Forwarder die Sortimente von der Gasse an die Waldstraße. Der Knoten zwischen den beiden Verfahrensstufen verdeutlicht den Puffer: das Holz wird an der Gasse gelagert und



Wert gelegt wird (z.B. auf armen oder degradierten Standorten), kann der Motorsägenführer den Baum nicht nur fällen, sondern auch zopfen (A3), der Harvester arbeitet dann den gezopften Vollbaum auf (B3). Bei all diesen Varianten rückt der Forwarder C alles Holz bis zur Waldstraße.

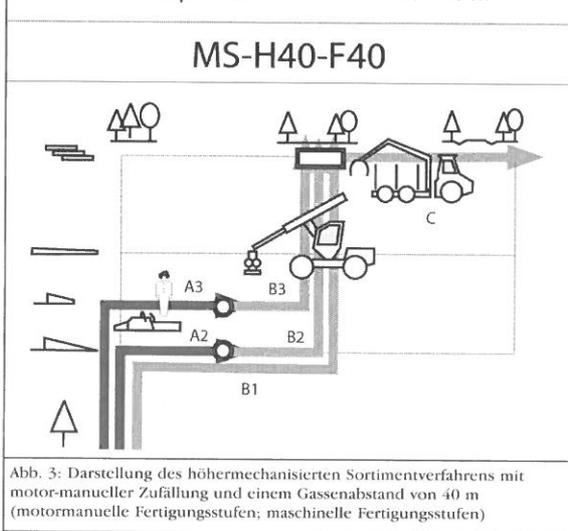
Einem stark ökologisch orientierten Waldbesitzer könnte es eventuell noch zu dicht erscheinen, dass im Abstand von 40 Metern durch den Forwarder die Funktionen des Waldbodens stark eingeschränkt werden. Zugleich möge derselbe Waldbesitzer akzeptieren, dass die einmalige Überfahrt eines Harvesters mit einem BHD-angepassten Gewicht, durchaus auf Gassen fährt, die im Abstand von 20 Metern angelegt werden, da dessen Belastung zu einer geringeren Degradierung des Waldbodens führt (temporäre Gasse, vgl. ERLER und GÜLDNER, 2002<sup>8</sup>). Abbildung 4 zeigt das Verfahren in der Funktionaldarstellung: auf den beiden temporären Gassen fällt Harvester A auf der der permanenten Gasse zugewandten Seite die Bäume nur zu (A1), auf der abgewandten Seite arbeitet er bis zum Rohschafft auf und schiebt diesen dann in Richtung permanenter Gasse (A2). Der Harvester B fährt auf der permanenten Gasse und arbeitet die zugefallenen Bäume (B1), die Rohschäfte (B2) sowie alles Holz innerhalb

kann zeitlich (mehr oder weniger) unabhängig vom Forwarder abgeholt werden. Die Transportvorgänge – horizontale Kanten – sind eindeutig trennbar von den Fertigungsvorgängen – vertikale Kanten.

Das zweite mögliche Verfahren könnte präferiert werden, wenn es Richtlinien für einen generellen 40-m-Gassenabstand gibt. Als Verfahren wird das höhermechanisierte Sortimentverfahren mit Harvester, Forwarder und motormanuellem Zufällen im 40-m-Gassenabstand vorgeschlagen. Wie Abbildung 3 zeigt, setzt sich dieses Verfahren aus drei Arbeitsmitteln zusammen: der Motorsäge (A), dem Harvester (B) und dem Forwarder (C). Mit den beiden ersten Arbeitsmitteln (Motorsäge und Harvester) können bei diesem Verfahren verschiedene Fertigungsvarianten ausgeführt werden (1–3): Innerhalb der Kranzone rund um die Gasse führt der Harvester alle Fertigungsschritte selbst aus (B1). In den Bestandesabschnitten außerhalb der Kranreichweite müssen die Bäume motormanuell zugefällt (A2) und dann maschinell aufgearbeitet werden (B2). Falls auf geringe Nährstoffverlagerung

### Höhermechanisiertes Sortimentverfahren

Abstand permanenter Gassen: 30 - 40 m



der Kranzone (B3) auf. Der Forwarder C rückt schließlich alle Sortimente von der permanenten Gasse zur Waldstraße.

### Diskussion

Die vorgestellten drei Beispiele, die bewusst auch etwas kompliziertere Varianten abbilden, lassen deutlich die Vor- und Nachteile dieser abstrakt-funktionalen Darstellungsweise erkennen:

Alle drei Verfahren fallen unter die Kategorie „Sortimentverfahren für Kurzholz“. Das erste und das dritte Verfah-

<sup>8</sup>Erlér, J.; Güldner, O. (2002): Technologisch differenzierte Standorte. AFZ 57, 10, 484-488

ren sind vollmechanisiert, während das zweite wegen der motormanuellen Zufällung als höhermechanisiert bezeichnet werden muss. Werden die einzelnen Technisierungsstufen wie in Abbildung 2–4 durch unterschiedliche Graustufen voneinander unterschieden, lassen sich Unterschiede im Mechanisierungsgrad plastisch herausarbeiten.

Bei dem zweiten und dritten Verfahren treten Abweichungen von dem „normalen“ Arbeitsablauf eines Harvesters auf. Diese lassen sich in der Darstellung sehr klar und logisch zeigen, ohne dass die einzelnen Varianten in gesonderten Unterabbildungen herausgestellt werden müssten. Somit ergibt sich, dass auch komplexe, situationsbedingt variable Arbeitsabläufe problemlos abgebildet werden können. Gerade darin hebt sich diese Grafik sehr positiv von der üblichen strukturalen Darstellungsform ab.

Als sehr hilfreich erweist sich die konsequente Trennung zwischen Fertigungsvorgängen (vertikale Kanten) und Transportvorgängen (horizontale Kanten). Zusammen mit der Darstellung der Puffer lassen sich hieraus organisatorische und technologische Konsequenzen sehr schnell ablesen.

Infolge des konsequenten Verzichts auf verbale Erläuterungen ist diese Darstellungsweise unabhängig von Sprachräumen einsetzbar und kann auch im internationalen Dialog ohne weiteres „gelesen“ werden. Aus eigener Erfahrung der Autoren hatten auch Mitglieder anderer Kulturkreise keinerlei Schwierigkeiten, sich zügig in die Darstellungsform hineinzudenken.

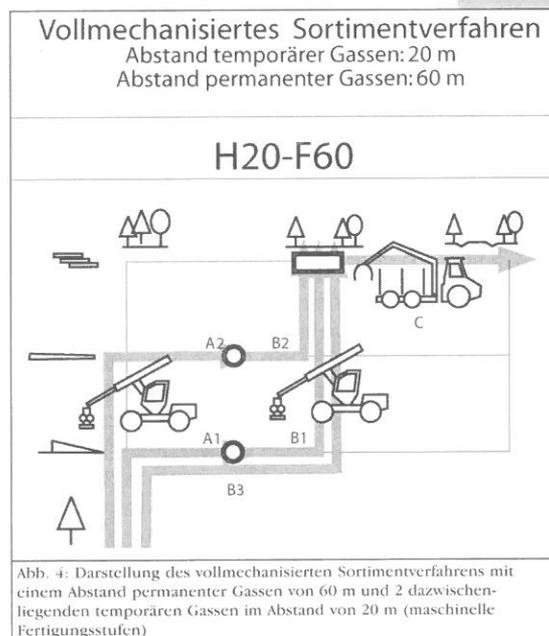
Allerdings soll nicht verschwiegen werden, dass die Netz-Darstellung auch Nachteile mit sich bringt: Ihre Bildhaftigkeit kann auf den ersten Blick suggerieren, dass es sich um eine räumliche Darstellung handelt. Dies ist bei der Fertigung (vertikale Kanten) offensichtlich nicht der Fall. Aber auch im Falle der Transportvorgänge muss vor räumlichen Interpretationen gewarnt werden: Die Gliederung in die drei Klassen Bestand/Gasse/Straße muss streng kategorisch gesehen werden und verbietet irgendwelche Zwischenstufen, wie z. B. die Einzeichnung von Kranzonen, Gassenabständen oder – wie im Beispiel 3 – die Unterscheidung zwischen temporären und permanenten Gassen.

Die abstrakte Sicht bedarf also gegenüber der strukturalen Darstellung einer erheblichen Umgewöhnung und einer strengen Selbstdisziplin.

Im Beispiel nicht darstellbar ist namentlich die Besonderheit, dass die Gassen in unterschiedlichen Abständen zueinander stehen und unterschiedlich genutzt werden. Hier könnte beispielsweise in der Bezeichnung ein Zusatz hilfreich sein, der auf diese wichtige Verfahrenseigenschaft hinweist, wie H20-F20 (Harvester und Forwarder auf

Gassen im Abstand von 20 m für Abb. 2), H40-F40 (Abb.3) und H20-F60 (Abb. 4). In anderem Zusammenhang können auch andere Zusätze als Untertitel notwendig werden.

Hier zeigt sich, was die Netz-Darstellung leisten soll: Sie eignet sich für eine systematische und schnell überschaubare Prinzipdarstellung von Holzernteverfahren. Die wichtigsten Arbeitsvorgänge, die beteiligten Arbeitsmittel sowie gegebenenfalls die Technisierungsstufen werden dargestellt. Feinheiten eines Verfahrens kann und will diese Darstellung nicht zeigen.



### Ausblick

Mit dem vorgestellten System werden vorrangig Funktionen abgebildet und zu einem komplexen und dennoch flexiblen Ganzen zusammengefügt. Hinter den Funktionen stehen in der Realität einzelne Verfahrensstufen, die jeweils von einer mehr oder weniger großen Anzahl möglicher Varianten ausgeführt werden können. Jede Variante hat ihre Vor- und Nachteile, oder allgemeiner gesprochen: Für jede Variante können die einschlägigen Eigenschaften wie betriebswirtschaftlicher Erfolg und soziale wie ökologische Risiken und Nebenwirkungen erforscht und festgehalten werden. Setzt man modular aus diesen einzelnen Varianten ganze Verfahren zusammen, so lässt sich die Wirkung des gesamten Verfahrens theoretisch verhältnismäßig exakt vorhersagen. Damit kann das vorgestellte Modell auch einen praktischen Nutzen ergeben, der sich in beträchtlichen Einsparungen und einer nennenswerten Risikoeingrenzung ausdrücken kann.

### Autoren:

Prof. Dr. Jörn Erler u.  
Dipl.-Forstwirtin Maja Weiß  
TU Dresden Fachrichtung  
Forstwissenschaften  
Piennerstr. 8, 01737 Tharadt

## Termin

### Risikoanalyse für die Land- und Forstmaschinentechnik

DPLF-Seminar am 7. und 8. Oktober 2003 in Groß-Umstadt

(DLG). Mit dem Seminar „Risikoanalyse für die Land- und Forsttechnik“ bietet die Deutsche Prüfstelle für Land- und Forsttechnik (DPLF), ein Zusammenschluss des Bundesverbandes der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften (BLB), des Kuratoriums für Waldarbeit und Forsttechnik (KWF) und der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG), Konstrukteuren, Ingenieuren und weiteren Verantwortlichen für die Erstellung von Risikoanalysen und Risikobewertungen bei der Herstellung von Maschinen, Geräten und Einrichtungen eine praxisnahe Weiterbildungsmaßnahme an. Dabei sollen in Zusammenarbeit mit dem Fachverband Landtechnik im VDMA ein Überblick über die derzeit verbindliche Richtlinien-, Vorschriften- und Normenlage gegeben, Vorgehensweisen und Anstöße für zeitnahe und effektive Möglichkeiten zur Erstellung von Risikoanalysen geliefert und Unterstützung bei der Entwicklung und beim Bau qualitativ hochwertiger, anwenderorientierter Produkte geleistet werden. Das Seminar findet am 7./8. Oktober 2003 in der DLG-Prüfstelle für Landmaschinen in Groß-Umstadt statt. Die Teilnehmerzahl ist auf 25 Personen begrenzt. Die Teilnahmegebühr beträgt 400 € (für DLG-, KWF- und VDMA-Mitglieder 350 €). Folgende Themen werden bei diesem

Postanschrift D 6050

Entgelt bezahlt

Verlag: „Forsttechnische Informationen“

Bonifaziusplatz 3, 55118 Mainz

DPLF-Seminar angesprochen und vertieft:

- Notwendigkeit von Risikoanalysen und Risikobewertung,
- Zusammenspiel von Risikobewertung und Herstellerhaftung
- verschiedene Vorgehensweisen zur Durchführung einer Risikoanalyse,
- die Risikoanalyse als Hilfsmittel für eine sicherheitsgerechte Konstruktion,
- Die praktische Durchführung einer Risikoanalyse.

Interessenten erhalten das Seminar-Programm und die Anmeldeunterlagen bei der DLG-Prüfstelle für Landmaschinen, Max-Eyth-Weg 1, 64823 Groß-Umstadt, Telefon 0 60 78/96 35-12, Fax 0 60 78/96 35-90 oder E-Mail: W.Gramatte@dlg-frankfurt.de. Informationen sind auch im Internet unter der Adresse: [www.DLG-Frankfurt.de](http://www.DLG-Frankfurt.de) erhältlich.

## Personelles

### Wir gratulieren unseren langjährigen Mitgliedern

Oberamtsrat Erwin Jung, Weilrod, seit über 40 Jahren KWF-Mitglied, zum 80. Geburtstag am 4. September 2003.

Eine ausführliche Würdigung findet sich in FTI 9/83.

Dr. Werner Landschütz, Gengenbach, zum 70. Geburtstag am 7. September 2003

Mitteilungsblatt des Kuratoriums für Waldarbeit und Forsttechnik (KWF) e. V. (Herausgeber), Spremberger Straße 1, 64823 Groß-Umstadt • Schriftleitung: Dr. Reiner Hofmann, Telefon (0 60 78) 7 85-31, KWF-Telefax (0 60 78) 7 85-50 • E-Mail: [fti@kwf-online.de](mailto:fti@kwf-online.de) • Redaktion: Dr. Klaus Dummel, Dr. Andreas Forbrig, Jörg Hartfiel, Joachim Morat, Dietmar Ruppert, Dr. Günter Weise • Verlag: „Forsttechnische Informationen“, Bonifaziusplatz 3, 55118 Mainz, Telefon (0 61 31) 67 20 06 • Druck: Gebr. Nauth,

55118 Mainz, Telefax (0 61 31) 67 04 20 • Erscheinungsweise monatlich • Bezugspreis jährlich im Inland inkl. 7 % MwSt. € 22,00 im Voraus auf das Konto Nr. 20032 Sparkasse Mainz • Kündigung bis 1. 10. jeden Jahres • Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Mainz • Einzel-Nummer € 2,50 einschl. Porto.