

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 143 (1992)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Forsttechnik : aktueller Stand und Entwicklungsmöglichkeiten  
**Autor:** Thees, Oliver  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-765845>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

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

# Forsttechnik – aktueller Stand und Entwicklungsmöglichkeiten<sup>1</sup>

Von *Oliver Thees*

FDK 24: 36: 37

## 1. Aktueller Stand in der Schweiz

### 1.1 Rahmenbedingungen und Tendenzen

Schwierige Geländebedingungen, hohe Lohnkosten, vielfach ineffiziente Organisationsstrukturen sowie weitreichende Rücksichtnahme auf die Schutz- und Wohlfahrtsfunktionen des Waldes verteuern die Holzproduktion am Standort Schweiz (*Steinlin*, 1989). Hierdurch und durch das im folgenden skizzierte aktuelle Umfeld werden Stand und Entwicklung der Forsttechnik in besonderem Masse geprägt:

- zunehmende Naturnähe der Waldbewirtschaftung,
- steigende Ansprüche an die Humanisierung der Arbeitswelt,
- zunehmendes Risiko durch Waldschäden,
- beabsichtigte Steigerung der Holznutzung,
- sinkende Holzpreise.

### 1.2 Beurteilung unter verschiedenen Gesichtspunkten

#### 1.2.1 Erschliessung, Technik und Verfahren

Allgemein:

Geländebedingt dominieren die motormanuellen Holzernteverfahren. Die Arbeitsverfahren sind oft nicht eindeutig definiert oder werden nicht sauber eingehalten. Vielfach wird zuviel Personal eingesetzt. Die handarbeitsintensive Aufarbeitung von Brennholz in Form von 1-m-Schichtholz nimmt noch einen grossen Umfang ein. Es gelangen nicht immer die optimalen Verfahren zur Anwendung. Das sogenannte Denken in Verfahren ist wenig verbreitet.

<sup>1</sup> Referat, gehalten am 20. Januar 1992 im Rahmen der Kolloquien der Abteilung für Forstwirtschaft an der ETH Zürich.

Viele öffentliche Forstbetriebe verfügen über grosszügige Ausstattungen mit betriebseigenen Schleppern, anderen Maschinen und Werkhöfen. Oft ergeben sich Auslastungsprobleme für diese Infrastrukturen. Umfang und Akzeptanz der Mechanisierung haben bei den Förstern zugenommen.

**Befahrbares Gelände:**

Die Groberschliessung ist im Mittelland ausser in Privatwaldgebieten ausreichend. Übererschliessungen sind häufig. Defizite bestehen allerdings in der Feinerschliessung mit geeigneten Rückegassen.

Die Forwarderrückung hat Verbreitung gefunden. Anbauprozessoren und Vollernter haben in der Aufarbeitung von Nadelschwachholz Fuss gefasst.

Besonders kennzeichnend für die Holzernte sind kleine Bestände und Hiebspositionen. Bei der vollmechanisierten Aufarbeitung beträgt ihre durchschnittliche Grösse rund 2 ha.

**Nicht befahrbares Gelände:**

Strassen- und Maschinenwegebau sind im Gebirge noch nicht abgeschlossen und entsprechende Bauvorhaben stehen oft im Konflikt mit dem Natur- und Landschaftsschutz.

Problematisch für die Holzernte ist vor allem das teure Rücken. Im Seilkrangelände kommen immer mehr mobile Seilkräne zum Einsatz: Die Zahl leichter und mittlerer Mobilseilkräne hat sich seit Beginn der achtziger Jahre etwa verzehnfacht; heute stehen rund 70 Maschinen im Dienst.

Die mechanisierte Aufarbeitung von Vollbäumen nach dem Rücken durch Prozessoren oder Hacker auf der Waldstrasse hat keine Bedeutung.

### *1.2.2 Planung, Ausführung und Kontrolle*

Der Einsatz von Personal, Maschinen und Verfahren ist vielfach nicht optimal. Es fehlen Grundlagen für die Planung. Teilweise fällen Nicht-Fachleute Entscheide. Es besteht nur eine geringe Bereitschaft für eine überbetriebliche Zusammenarbeit.

Der Einsatz von Forstunternehmern nimmt stark zu. Die Forstunternehmer sind Träger der Mechanisierung geworden und bestimmen daher weitgehend die Entwicklung in der Waldarbeit. Es besteht die Tendenz, dass sie auch vermehrt Aufgaben in der Holzvermarktung übernehmen. Ohne die Forstunternehmen wäre der Einsatz der hochmechanisierten Ernteverfahren bei den gegebenen Betriebs- und Organisationsstrukturen nicht möglich.

Trotz dieser Entwicklung wird die Arbeitsqualität in der Holzernte kaum auf quantitativer Basis kontrolliert.

### *1.2.3 Ergonomie, Pfleglichkeit und Wirtschaftlichkeit*

**Ergonomie:**

Die Situation ist durch eine unerträglich hohe Zahl von Unfällen gekennzeichnet: In den öffentlichen Forstbetrieben und den privaten Forstunter-

nehmen gab es im Jahr 1989 über 400 Berufsunfälle pro 1000 Vollbeschäftigte. Berufskrankheiten und Frühinvalidität sind ebenfalls sehr häufig (Rigling, 1991).

**Pfleglichkeit:**

Traditionellerweise besteht in der Schweiz ein sehr ausgeprägtes Bewusstsein für eine pflegliche Waldarbeit. Trotzdem ist eine geringe Sensibilität gegenüber der flächigen Befahrung von Waldböden mit Forstmaschinen vorhanden. Dies gilt insbesondere für den Traktoreinsatz im befahrbaren Gelände. Die Mechanisierung wird nur selten als ein Mittel für besonders pflegliches Arbeiten betrachtet. Lediglich der Mobilseilkran gilt im steilen Gelände als ein pflegliches Bringungsmittel. Die sehr pflegliche Vollerntertechnik hat diesen Ruf noch nicht erlangt.

**Wirtschaftlichkeit:**

Die Ertragskraft der Forstbetriebe ist ausgesprochen schlecht. Dies gilt insbesondere für das Seilkrangelände. Wichtige Gründe hierfür sind die schwierigen Arbeitsbedingungen, das hohe Lohnniveau, die geringen Holzerlöse, aber auch unausgenutzte Rationalisierungschancen. Die Bedeutung der Holzernte zeigt sich in ihrem hohen Anteil von 50 bis 60 % der gesamten Aufwendungen. Die Subventionen belaufen sich im Durchschnitt auf rund ein Drittel des Gesamtertrages der Forstbetriebe. Das wirtschaftliche Denken ist bei der Waldbewirtschaftung oft wenig ausgeprägt.

### *1.3 Anforderungen an die Forsttechnik*

Aus der Situationsanalyse lassen sich folgende Forderungen als integrale Aufgabenstellung für die Forsttechnik ableiten:

- Reduzierung der Unfälle und Verminderung der körperlichen Belastung,
- Verminderung der Holzernteschäden am Boden und am Bestand,
- Verminderung der Kosten und Erhöhung der Wertschöpfung.

Den Aspekten der Pfleglichkeit kommt unter den aktuellen politischen Rahmenbedingungen eine existenzielle Bedeutung für den Fortbestand der Holznutzung zu. Die Forstwirtschaft muss daher zur Zeit vor allem zeigen, dass sie den Wald pfleglich nutzen kann.

Zur Erfüllung dieser Forderungen können für die zukünftige Entwicklung in der Forsttechnik folgende Vorgaben formuliert werden.

**Im Bereich Ergonomie:**

- Einbeziehung von Fragen der Arbeitssicherheit in die Holzernteplanung,
- Verringerung des Motorsägeneinsatzes.

Im Bereich Pfléglichkeit:

- Aufarbeitung und Rückung von kurzen Holzlängen (Kranlängen),
- konsequente Feinerschliessung der Bestände,
- Bewehrung der Rückegassen mit Reisig,
- Konzentration aller Fahrbewegungen auf das Rückegassennetz,
- Vollbaumernte möglichst nur als kronengekappte Vollbäume,
- Einsatz umweltschonender Maschinen.

Im Bereich Wirtschaftlichkeit:

- Verbesserung der Holzernteplanung,
- überbetriebliche Zusammenarbeit,
- dauerhafte Zusammenarbeit mit Forstunternehmern,
- Verbesserung des Holzflusses vom Wald zum Werk,
- verwendungsorientierte Holzsortierung.

## **2. Entwicklungsmöglichkeiten**

Wesentliche Entwicklungsmöglichkeiten der Forsttechnik liegen in der Mechanisierung (Hydraulik, Elektronik) und in der Verfahrensgestaltung.

### *2.1 Befahrbares Gelände*

Rund 27% der Waldfläche gelten hinsichtlich Hangneigung und Tragfähigkeit des Bodens als befahrbar. Die technischen Mittel sind vorhanden, um unter diesen Bedingungen eine hohe Arbeitsproduktivität zu erreichen. Die Aufgabe des Forsttechnikers besteht darin, die neuen Techniken anzuwenden und ihren Einsatz im Hinblick auf die betrieblichen Ziele zu optimieren.

Die wesentlichen Entwicklungsmöglichkeiten der Forsttechnik im befahrbaren Gelände liegen in folgenden Bereichen:

- Vollerntereinsatz,
- Forwardereinsatz,
- Feinsortierung,
- Hackschnitzelerzeugung.

Den Vollernterverfahren und der Forwardertechnik kommt insofern eine besonders grosse Bedeutung zu, als sie im Hinblick auf alle aufgestellten Forderungen zielführend sind.

#### *2.1.1 Vollerntereinsatz:*

Der Einsatzschwerpunkt der Vollernterverfahren liegt in der Fällung und Aufarbeitung von Durchforstungen homogener Nadelholzbestände. Voll-

ernter haben sich auch bei Aufarbeitung von Sturmholz bewährt. Der Voll-  
erntereinsatz zeichnet sich gegenüber der motormanuellen Fällung und Auf-  
arbeitung durch Vorteile im Bereich der Ergonomie, der Pfleglichkeit und der  
Wirtschaftlichkeit aus:

- Die Unfallgefährdung ist im Vergleich zur motormanuellen Aufarbeitung  
geringer; gefährliche Arbeiten wie das Fällen, das Zufallbringen und das  
Entasten werden maschinell ausgeführt.
- Die Gefährdung durch gesundheitsschädliche Motorsägenabgase, Vibra-  
tionen und Lärm sowie körperlich anstrengende Arbeiten, wie das Zufall-  
bringen in dichten Beständen oder das händische Vorliefern, entfallen  
ebenfalls.
- Bodenschäden werden verringert, da alle Fahrbewegungen der Maschinen  
auf die Rückegassen konzentriert und die Rückegassen selbst durch einen  
Reisigteppich geschützt werden; auch der Eintrag von Sägekettenhaftöl in  
den Boden ist wesentlich verringert, weil die Entastung mit Messern  
erfolgt.
- Bestandesschäden sind wesentlich geringer, weil vor allem das Vorrücken  
des Holzes an die Rückegasse mittels Kran durch die Luft erfolgt.
- Die Leistungen betragen ein Mehrfaches der motormanuellen Auf-  
arbeitung und die Kosten sind wesentlich geringer.
- Hohe Leistungen und geringe Witterungsabhängigkeit verbessern die  
Planbarkeit der Holzerntemassnahmen und verschaffen Vorteile bei der  
Holzvermarktung.

Technische Entwicklungsmöglichkeiten bestehen in der Verbesserung

- der Geländegängigkeit der Maschinen,
- der Vermessungsanlagen der Vollernterköpfe.

Die Entwicklungsmöglichkeiten hinsichtlich der Verfahrensgestaltung  
bestehen

- in Verfahren mit engen Rückegassenabständen,
- in der Verringerung des Einsatzes von Kleinvollerntern ausserhalb des  
Rückegassennetzes,
- in der gleichzeitigen Aufarbeitung von mehreren Bäumen im schwachen  
Holz (Multi-Tree-Processing).

Die Entwicklungsmöglichkeiten der Betriebsführung liegen in der Aus-  
dehnung des Einsatzes (*Lüthy, Thees, Wüthrich, 1991*)

- auf stärkere Holzdimensionen (mittlere Nadel-Baumhölzer),
- auf das Laubholz (Stangen- und schwache Baumhölzer),
- sowie auf Mischbestände aus Laub- und Nadelholz.

Erste Untersuchungen belegen auch die Einsatzmöglichkeit von Voll-  
erntern in ungleichaltrigen Mischbeständen aus Laub- und Nadelholz (*Pfeil,  
Mehlin, Glöckler, 1988*).

### 2.1.2 Forwardereinsatz

Forwarder werden zum Rücken von Kranlängen (3 bis 6 m) im Laub- und Nadelholz eingesetzt. Sie eignen sich sowohl für den Einsatz in vollmechanisierten als auch in motormanuellen Arbeitsverfahren.

Der Forwardereinsatz zeichnet sich gegenüber dem konventionellen Rücken mit Seilschleppern durch Vorteile im Bereich der Ergonomie, der Pfleglichkeit und der Wirtschaftlichkeit aus:

- Unfallträchtige und anstrengende Handarbeit beim Rücken entfällt.
- Die Lastbildung erfolgt wesentlich bestandesschonender, weil kurze Holzlängen mittels Kran durch die Luft transportiert werden; dies gilt auch für das Vorrücken, sofern diese Arbeit mit dem Kran des Forwarders ausgeführt wird.
- Das Rücken kann bodenschonender durchgeführt werden, weil aufgrund der grossen Transportkapazität weniger Lastfahrten notwendig sind.
- Die wirtschaftlichen Vorteile beruhen auf der hohen Leistungsfähigkeit der Forwarder: Die Lastbildung sowie das Entladen und Lagern werden durch den Kraneinsatz rationalisiert; im Rahmen der Kranreichweite können auch Vorrückearbeiten rationalisiert werden; das Rücken erfolgt leistungsstark infolge grosser Lasten und seltener Unterbrüche, was auch bei kleinen Stückmassen und grossen Ruckeentfernungen hohe Leistungen ermöglicht. Ausserdem kann die Grenze der Befahrbarkeit auf 35 % Hangneigung angehoben werden.

Die Entwicklungsmöglichkeiten liegen in technischer Hinsicht

- in der Ausrüstung mit Langkränen von 10 bis 11 m Reichweite,
- in einer weiteren Verbesserung der Geländegängigkeit.

Bezüglich der Verfahrensgestaltung bestehen Entwicklungsmöglichkeiten

- im vermehrten Einsatz in motormanuellen Arbeitsverfahren,
- im vermehrten Einsatz beim Sortieren des Holzes.

### 2.1.3 Feinsortierung

Feinsortierungen werden durchgeführt, wenn sich der erhöhte Sortierungsaufwand durch entsprechende Mehrerlöse bezahlt macht.

Ertragsteigerungen sind angesichts der geringen Ertragskraft der Forstbetriebe dringend notwendig. Während die zum Zwecke der Feinsortierung prädestinierten Holzhöfe unter hohen Fixkostenbelastungen leiden, bieten sich auch unter den für eine Feinsortierung weniger günstigen Bedingungen im Wald Chancen zur Erzielung von Sortierungsgewinnen.

Eine Entwicklungsmöglichkeit besteht in der Feinsortierung von hochmechanisiert aufgearbeiteten Kranlängen guter Holzqualität nach Dimensionen. Die Vermessungsanlagen der Vollernterköpfe erlauben eine dimen-

sionsmässig differenzierte Aushaltung im Bestand. Nach dem Rücken kann eine manuell durchgeführte Feinsortierung auf der Waldstrasse erfolgen. Voraussetzung sind eine intensive Marktbeobachtung und eine flexible Produktgestaltung. Positive Beispiele für ein derartiges Vorgehen sind vorhanden. Da es in der Schweiz selbst keine Holzhöfe gibt, scheidet die Lösung der Feinsortierung von Kranlängen auf Holzhöfen weitgehend aus.

#### 2.1.4 Hackschnitzelerzeugung

Hacker werden zur Erzeugung von Waldhackschnitzeln schwerpunktmässig in Schwachholzbeständen und im stärkeren Laubholz zur Aufarbeitung von Kronenmaterial eingesetzt.

Ergonomische und wirtschaftliche Vorteile ergeben sich durch eine Vollmechanisierung des Arbeitsverfahrens. Eine vollmechanisierte Fällung und Aufarbeitung ist durch den Einsatz von mobilen Hackern auf Forwarderchassis mit Kran und Fällkopf möglich. Ausserdem können in schwachen Holzdimensionen gleichzeitig mehrere Bäume gehackt und so das Stückmassegesetz unterlaufen werden. Besonders geeignet für die Hackschnitzelerzeugung sind Erstdurchforstungen, weil gerade für das schwächste Rundholz Absatzprobleme bestehen und Vollerntereinsätze teurer sein können. Auch könnte im Falle grosser Befahrungsrisiken der Einsatz von Kleinvollernern vermieden werden. Einen entscheidenden Gesichtspunkt kann weiterhin die Mehrausbeute an Biomasse gegenüber herkömmlicher Nutzung darstellen (*Grammel, 1988*).

Nachteile können sich beim Absatz wegen begrenzter Verwertungsmöglichkeiten und für die Bodenpfleglichkeit wegen Nährstoffentzügen bei Vollbaumhackung ergeben. Hinzuweisen ist auf die grossen Restholzmengen auf den Sägewerken, die sich durch die vom Forst beabsichtigten Mehrnutzungen an Rundholz ergeben würden. Sie liessen sich vermutlich schwer in der Holzindustrie absetzen. Diese Restholzmengen könnten zentral sehr rationell gehackt, gelagert und vertrieben werden.

Entwicklungsmöglichkeiten liegen wohl vor allem in der Betriebsführung:

- Schaffung von Absatzmöglichkeiten,
- Anwendung der vollmechanisierten Arbeitsverfahren.

## 2.2 Nicht befahrbares Gelände

Der grösste Teil der Waldfläche der Schweiz ist wegen Hangneigung und Tragfähigkeit des Bodens nicht befahrbar. Es werden die zwei grundsätzlichen Erschliessungskonzepte Strassen/Seilkran und Strassen/Maschinenwege unterschieden (*Abegg, 1988*). Traditionellerweise werden für das Fällen und Aufarbeiten motormanuelle Arbeitsverfahren und für die Rückung Forstraktoren und Seilkräne eingesetzt.



Erschliessungskonzept Strassen/Maschinenwege:

- Die wesentlichen Entwicklungsmöglichkeiten der Forsttechnik liegen in
- der vermehrten Anwendung der seilwindenunterstützten Holzhauerei,
  - der mechanisierten Aufarbeitung auf Strassen und Wegen,
  - der Übertragung der Vollerntertechnik auf den Hang.

Erschliessungskonzept Strassen/Seilkran:

Die wesentlichen Entwicklungsmöglichkeiten der Forsttechnik liegen hier in folgenden Bereichen:

- Rationalisierung des Seilkranrückens,
- Übertragung der Vollerntertechnik auf den Hang.

Wegen der grossen Bedeutung der Seilkräne für die Holzernte im Gebirge – zwei Drittel der Gebirgswälder sind dem Seilkrangelände zuzurechnen (*Heinimann, 1989*) – soll hier nur das Erschliessungskonzept Strassen/Seilkräne weiterverfolgt und hierbei die Rationalisierungsmöglichkeiten des Seilkranrückens am Beispiel des Mobilseilkranes im Rahmen einer tiefgehenden Analyse betrachtet werden. Dabei wird zwischen dem Rückeverfahren und dem gesamten Ernteverfahren unterschieden. Für den konventionellen Seilkran gelten ähnliche Überlegungen.

### 2.2.1 Rückeverfahren mit Mobilseilkran

Der Einsatzschwerpunkt der Mobilseilkräne liegt in der Schweiz:

- in Nadel- und Laubholzdurchforstungen zwischen 20 und 50 cm BHD,
- im nicht befahrbaren Gelände von 40 bis 80 % Hangneigung,
- bei Einsatzdistanzen von 200 bis 550 m.

Das Rücken mit dem Mobilseilkran gilt als pfleglich, verursacht aber hohe Kosten.

Das Erschliessungskonzept Strasse/Seilkran ist im steilen Gelände im Vergleich zum Konzept Strassen/Maschinenwege mit geringeren Eingriffen in die Landschaft verbunden und kann daher als landschaftspfleglicher beurteilt werden:

- weniger Waldstrassen und Maschinenwege,
- schmale Seilschneisen.

Das eigentliche Rücken mit dem Mobilseilkran kann im Vergleich zum Rücken mit dem Traktor im Bodenseilzug unter den selben Bedingungen als boden- und bedingt auch als bestandespfleglicher beurteilt werden:

- Transport des Holzes freihängend oder kopfhoch durch die Luft,
- kein Befahren des Waldbodens,
- kurze Zuzugdistanzen durch den Bestand,
- Zuzug teilweise kopfhoch durch die Luft.

Aus Arbeitsstudien und Kostenanalysen werden die wichtigsten Problem-  
bereiche ersichtlich (*Frutig, Trümpi, 1990*):

- hoher Anteil der Montage-, Demontage- und übrigen Zeiten im Verhältnis zur eigentlichen Seilarbeit (rund 40 % der Einsatzzeit),
- geringer Holzanfall pro Aufstellungsort (100 m<sup>3</sup>) und Laufmeter Seillinie (0,5 m<sup>3</sup>),
- hoher Anteil der Personalkosten (rund 60 % der gesamten Rückekosten),
- relativ geringe Rückeleistungen (5 bis 7 m<sup>3</sup>/Std. Seilarbeit).

Mögliche Rationalisierungsmassnahmen sind:

- Senken der Personalkosten durch Einsparen von Arbeitskräften mittels technischer Rationalisierung,
- Verringern der Nicht-Seilzeiten durch Vermeiden von Betriebsunterbrüchen und durch Rationalisieren von Montage und Demontage,
- Erhöhen der Rückeleistung durch Verfahrensgestaltung.

Kaum verbreitet sind bisher Mobilseilkräne mit Funkfernbedienung und Zielautomatik für den Laufwagen. Sie ermöglichen in Zusammenarbeit mit einem Kranfahrzeug die Einsparung von ein bis zwei Arbeitskräften, so dass im Idealfall im Zwei-Mann-Verfahren gearbeitet werden kann: Während der Mitarbeiter im Bestand den Seilkran über Funk selbst steuert, kann der Mitarbeiter auf dem Lagerplatz Kranarbeiten ausführen. Das Zwei-Mann-Verfahren setzt vor allem günstige Lagerplatzverhältnisse und im Bestand fertig aufgerüstetes Holz voraus.

Mit Funk steuerbare Mobilseilkräne auf Lastwagen mit aufgebautem Kran, Absenkplattform und Funkfernbedienung nach österreichischem Vorbild sind unter Schweizer Verhältnissen weniger geeignet, bedingen sie doch durch die Immobilität des Kranes sehr gute Lagermöglichkeiten am Mobilseilkranstandplatz und eine kontinuierliche Holzabfuhr.

Die Nicht-Seilzeiten können vor allem durch das Vermeiden von Betriebsunterbrüchen verringert werden. Zeitersparnisse bei der Montage und Demontage lassen sich durch eine genaue Detailplanung der Seillinien, durch eine gute Arbeitsvorbereitung (Materiallisten), durch den Verzicht auf montageaufwendige Seilsysteme sowie durch Verwendung von Montageseilwinden und leichterem Materialien für den Stützenbau erzielen.

Einer Erhöhung der Rückeleistung sind Grenzen gesetzt. Der Erhöhung der mittleren Stückmasse des zu rückenden Holzes durch grössere Holzlängen stehen die zu erwartenden grösseren Schäden am verbleibenden Bestand entgegen. Der Verzicht auf das Rücken schwacher Sortimente läuft dem Bestreben zuwider, die Stückkosten durch das Rücken einer möglichst grossen Holzmenge zu senken. Bei der Lastbildung sollte das Vermeiden von Schäden am verbleibenden Bestand Vorrang vor der Leistung haben. Die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit des Laufwagens spielt keine grosse Rolle für die

Rückeleistung. Die Zeit für Last- und Leerfahrt, die von der Rückedistanz abhängt, beträgt nämlich nur ein Drittel eines Lastzyklus. Wenn eine automatisierte Betriebsdatenerfassung für Mobilseilkräne entwickelt würde, liessen sich die Seilarbeiten besser überwachen und steuern.

Die Holznutzungsmenge pro Seillinie ist von der waldbaulichen Eingriffsstärke abhängig. Sie kommt allein zur Senkung der Stückkosten nicht in Frage.

Für die Rationalisierung des Rückeverfahrens kommt insgesamt gesehen der möglichen Personaleinsparung durch Funkfernbedienung die grösste Bedeutung zu.

### 2.2.2 Ernteverfahren mit Mobilseilkran

Im gesamten Ernteverfahren entfällt mit 50 bis 60 % der grösste Teil der Kosten auf das Rücken mit dem Mobilseilkran. Hierauf konzentrieren sich folglich wie gezeigt die Rationalisierungsbemühungen. Es kommt hinzu, dass im Moment nur geringe Möglichkeiten bestehen, die Holzhauereiarbeiten am Steilhang durch den Einsatz von Prozessoren und Hackern auf der Waldstrasse zu rationalisieren.

Beim Einsatz dieser Mittel wird die händische Aufarbeitung aus den ungünstigen Arbeitsbedingungen des Steilhanges auf die Waldstrasse verlagert und dort von Maschinen mit hohen Leistungen ausgeführt. In beiden Fällen entfällt vor allem die gefährliche, körperlich anstrengende und teure Entastungsarbeit. Trotz der genannten Vorteile haben Prozessor- und Hackereinsatz in Zusammenarbeit mit dem Mobilseilkran in der Praxis bisher wenig Verbreitung gefunden. Die Gründe sind folgende:

Beide Rationalisierungsmöglichkeiten bedingen das Rücken von Vollbäumen oder wenigstens von Vollbaumteilen. Das Vollbaumrücken birgt jedoch ein erhöhtes Risiko bezüglich Holzernteschäden und ist aus diesem Grund nur im schwächeren Holz vorteilhaft. Probleme des Nährstoffentzuges und im Falle des Prozessoreinsatzes auch die der Entsorgung des Astmaterials können hinzutreten. Da fast ausschliesslich in Durchforstungen gearbeitet wird, ist die Rückeleistung im Vergleich zur Aufarbeitungsleistung der auf der Waldstrasse arbeitenden Prozessoren oder Hacker meistens sehr gering. Folglich müssten die Vollbäume für einen nachfolgenden Einsatz dieser teuren Maschinen nach dem Rücken verzogen und gelagert werden. Dies scheitert wiederum an den meist ungünstigen Lagerplatzverhältnissen und an den Kosten dieser Manipulationen. Der parallele Einsatz eines Prozessors auf mehreren Seillinien ist unter Schweizer Verhältnissen ausgeschlossen.

Die aktuellen Rationalisierungsmöglichkeiten der Holzhauerei beim Mobilseilkraneneinsatz sind also beschränkt. Eine zukünftige Verbesserungsmöglichkeit könnte darin bestehen, dass es gelingt, zum Beispiel mit Hilfe von Schreitgeräten die Vollerntertechnik auf den Steilhang zu übertragen. So liessen sich Fällen, Vorliefern, Entasten und Einschneiden auch hier mechanisieren.

### 3. Schlussfolgerungen

Die Forsttechnik hat in der Schweiz trotz schwieriger Rahmenbedingungen gute Entwicklungsmöglichkeiten. Sie bestehen in den Bereichen Mechanisierung und Verfahrensgestaltung bei der Holzernte. Beide dienen nicht nur der Wirtschaftlichkeit, sondern in ganz besonderem Masse auch der Ergonomie und der Pfleglichkeit.

Die Forsttechnik kann daher ihrer Verantwortung für menschenfreundliche Arbeitsplätze und umweltfreundliche Produktionsprozesse in der Forstwirtschaft gerecht werden.

Im befahrbaren Gelände stehen neue, sehr vorteilhafte Holzernteverfahren zur Verfügung. Im nicht befahrbaren Gelände bieten Rationalisierungen traditioneller Holzerntetechniken gute, aber vergleichsweise doch geringere Verbesserungsmöglichkeiten. Sie werden in vielen Fällen nicht ausreichen, um positive holzerntekostenfreie Erlöse bei der Bewirtschaftung des Gebirgswaldes zu erzielen. Hier muss nach neuen Lösungen gesucht werden.

Die bestehenden Chancen und Entwicklungsmöglichkeiten der Forsttechnik müssen wahrgenommen werden, will man den umweltfreundlichen Rohstoff Holz auch in Zukunft nutzen. Eine entscheidende Voraussetzung hierfür ist wirtschaftliches Denken und Handeln im Rahmen einer ganzheitlichen Betrachtungsweise des Forstbetriebes.

Weitere wichtige Voraussetzungen sind:

- konsequente und zweckmässige Feinerschliessung der Bestände,
- quantitative Formulierung von Pfleglichkeitsanforderungen,
- Erstellung von Holzerntekonzepten,
- Verbesserung der Holzvermarktung,
- verstärkte forsttechnische und betriebswirtschaftliche Beratung,
- verstärkte Kontrolle im Forstbetrieb,
- grössere Forstbetriebe und verstärkter Unternehmereinsatz,
- Reform der Organisation der Waldbewirtschaftung,
- Motivation, Aus- und Weiterbildung des Personals.

### Résumé

#### Technique forestière – Bilan des possibilités de développement

La technique forestière en Suisse est en bonne voie d'évolution même si les conditions de travail en général ne sont pas des plus favorables. Il existe actuellement des possibilités d'améliorer la mécanisation et de créer de nouvelles méthodes d'exploitation des bois. Ces progrès augmenteront la capacité de rendement certes mais ils favo-

riseront surtout, et dans une large mesure, les conditions de travail de l'homme face à la machine ainsi que la qualité de ce travail qui pourra être réalisé à l'aide de méthodes douces.

La technique forestière est ainsi capable d'assumer ses responsabilités en procurant à son personnel un travail réalisable dans des conditions humaines et en adoptant des méthodes de production propices à l'environnement.

Dans les terrains praticables, les nouvelles méthodes d'exploitation des bois s'avèrent être très favorables. Dans les terrains non praticables, il existe aussi plusieurs possibilités de rationaliser les méthodes traditionnelles mais elles sont moins nombreuses que dans les endroits plus facilement accessibles. Elles sont souvent insuffisantes pour permettre une gestion des forêts de montagne qui se solde par un bilan positif lorsque les frais d'exploitation ont été déduits. Il sera nécessaire en l'occurrence de chercher de nouvelles solutions.

Les chances de développer les techniques forestières ne sauraient être négligées si l'on désire assurer l'avenir de l'exploitation des bois, cette matière première propice à l'environnement. Une condition essentielle pour atteindre cet objectif est d'acquérir un raisonnement économique et une faculté d'action qui se placent dans le cadre d'une vision globale de l'exploitation forestière.

L'objectif se traduit aussi par d'autres lignes de conduite non moins indispensables. En voici les principales:

- Mise au point d'une desserte de détail conforme et adéquate
- Formulation de la liste des exigences imposées par l'application de méthodes douces
- Etablissement d'un schéma directeur de l'exploitation des bois
- Amélioration de la commercialisation des bois
- Intensification des contrôles effectués dans les exploitations forestières
- Intensification des activités consultatives en matière de technique forestière et de gestion de l'entreprise
- Elargissement des exploitations forestières et intensification de la mise à contribution des entreprises d'exploitation
- Réforme de l'organisation de la gestion forestière
- Motivation, formation et postformation du personnel

Traduction: *Monique Dousse*

#### *Literatur*

- Abegg, B.*, 1988: Wirtschaftliche Erschliessung von Wäldern in Hanglagen, Berichte der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Nr. 302, 176 S.
- Frutig, F., Trümpi, D.*, 1990: Holzbringung mit Mobilseilkran, Schlussberichte Programm Sanasilva 1984–1987, Berichte der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Nr. 316, 54 S.
- Grammel, R. H.*, 1988: Holzernte und Holztransport, Grundlagen, Parey, Hamburg und Berlin, 242 S.
- Heinimann, H.-R.*, 1989: Möglichkeiten und Grenzen der Seilbringung aus Schweizer Sicht, Österreichische Forstzeitung, 101, Nr. 1, S. 37–39.
- Lüthy, Ch., Thees, O., Wüthrich, W.*, 1991: Kranvollernter FMG 990 Lokomo – Vielfältiger Einsatz möglich, Wald und Holz, 72, Nr. 14, S. 90–100.

- Pfeil, Chr., Mehlin, H., Glöckler H. G.*, 1988: Vollerntereinsatz im Nadelschwachholz, Versuchsberichte der Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Versuchsbericht Nr. 3/88.
- Rigling, L.*, 1991: Statistische Fakten zur Arbeitssicherheit in der Forstwirtschaft 1970–1989/1985–1989, SUVA Sektion Forst, unveröffentlicht.
- Steinlin, H.*, 1989: Wald- und Holzwirtschaft wohin?, *Wald und Holz*, 70, Nr. 6, S. 470–482.