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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 131 (1980)

Heft: 1

Artikel: Rationalisierung der Holzernte - Aspekte der Mechanisierung in der mitteleuropäischen Forstwirtschaft

Autor: Dietz, P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766522

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 15.07.2025

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

Rationalisierung der Holzernte — Aspekte der Mechanisierung in der mitteleuropäischen Forstwirtschaft[1]

Von *P. Dietz*, Freiburg im Breisgau Oxf.: 375

(Aus der Bad.-Württ. Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt Freiburg im Breisgau)

Wer sich mit Problemen der Rationalisierung in der Forstwirtschaft beschäftigt, muss sich zunächst einmal fragen, ob das Streben nach Rationalisierung, das heisst nach Verringerung des Einsatzes an Mitteln, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen, heute noch zeitgemäss ist. Haben wir nicht in den zurückliegenden Jahren einen grossen Teil unseres Fortschrittsglaubens eingebüsst? Hat dieses Streben nach Fortschritt nicht zu einer Unzahl von Fehlentwicklungen geführt? Sind wir nicht sehr deutlich an die naturgegebenen Grenzen des Wachstums erinnert worden, und sind diese Grenzen nicht gerade im Ökosystem Wald besonders unverrückbar markiert?

Ganz sicher ist Rationalisierung als Selbstzweck kein Ziel. Aber es ist doch so, dass wir alle ständig nach einer Verbesserung unseres Lebensstandards streben, nach besserem Einkommen, nach mehr Freizeit, nach verbesserter Aus- und Fortbildung, nach besserer Gesundheits- und Altersfürsorge, dass wir zumindest das Erreichte behalten wollen, und dass wir ganz sicher nur ungern bereit wären, Einschränkungen hinzunehmen.

Hier liegt der Grund für den Zwang zu ständigem Bemühen um weitere Rationalisierung in allen Bereichen unserer Gesellschaft. In dieser arbeitsteiligen Gesellschaft können sich Teilbereiche wie zum Beispiel die Forstwirtschaft nicht von der allgemeinen Entwicklung absetzen, selbst wenn wir Forstleute dies zuweilen wünschen mögen:

— Wir müssen ein als Folge ständiger Rationalisierung in der industriellen Gesellschaft möglich gewordenes ständig steigendes Einkommen auch für unsere Waldarbeiter akzeptieren, das heisst wir müssen betriebswirtschaftlich mit ständig steigenden Lohnkosten fertig werden.

— Wir müssen uns gleichermassen an den in der industriellen Gesellschaft erreichten Standard der Arbeitsqualität anpassen, das heisst wir müssen

[1] Vortrag, gehalten am 5. Februar 1979 im Rahmen der Forst- und Holzwirtschaftlichen Kolloquien an der ETH Zürich.

uns um Arbeitserleichterungen durch bessere Gestaltung der Arbeitsabläufe bemühen.

Damit sind die beiden wichtigsten Triebfedern der Rationalisierung auch im Forstbetrieb genannt:

— das Streben, ständig steigende Lohnkosten einzufangen,

— das Streben nach Erleichterung menschlicher Arbeit.

Es soll im folgenden versucht werden, einige Aspekte der Mechanisierung in der Holzernte in der mitteleuropäischen Forstwirtschaft darzustellen.

Dabei gehe ich davon aus — andere forstliche Disziplinen mögen mir diese für sie wohl etwas anmassend erscheinende Feststellung nachsehen —, dass die Holzernte auch im Nachhaltsforstbetrieb die wichtigste forstliche Tätigkeit überhaupt ist. Im Exploitationsbetrieb etwa des tropischen Regenwaldes ist sie, wie Sie wissen, bedauerlicherweise bis heute praktisch die einzige forstliche Tätigkeit geblieben.

— Die Holzernte ist wichtigste Kostenstelle, andererseits entscheidende Einnahmequelle für den Forstbetrieb. Dies mag am Beispiel des Staatsforstbetriebs Baden-Württemberg gezeigt werden, für den ich über detaillierte Daten verfüge: rund 60 % der Betriebsausgaben werden für die Holzernte verwandt, gleichzeitig stammen mehr als 95 % der Betriebseinnahmen aus dem Holzverkauf (EM Baden-Württemberg, Forststatistisches Jahrbuch 1977).

— Die Holzernte ist entscheidender waldbaulicher Eingriff, etwa im Sinne des vor einiger Zeit kreierten Werbeslogans für die vermehrte Verwendung von Holz «Holz sägen, heisst Wald pflegen».

— Die Holzernte ist als waldbaulicher Eingriff über das Biotop eines einzelnen Bestandes hinaus wirksam im grösseren Gefüge einer Landschaft.

— Die Holzernte liefert den Rohstoff für eine weitverzweigte holzbe- und -verarbeitende Industrie.

Ich gehe ferner davon aus, dass Mechanisierung zwar nicht die einzige, aber doch die entscheidende Methode der Rationalisierung der Holzernte ist. Es ist schwierig, den Anteil der Mechanisierung am Rationalisierungserfolg der Holzernte einzuschätzen. Ganz sicher hat auch die sogenannte qualitative Rationalisierung, also die Verbesserung der Arbeitsverfahren, die bessere Schulung der Waldarbeiter, die Ausstattung mit besserem Arbeitsgerät, zum Rationalisierungserfolg der zurückliegenden Jahre beigetragen. Entscheidender war aber doch der Beitrag der Mechanisierung, der Einsatz der Motorsäge, die Mechanisierung in der Holzbringung, die maschinelle Entrindung, das maschinelle Einschneiden. Eine genaue Betrachtung zeigt im übrigen, dass zunächst als qualitative Rationalisierungsmassnahmen erscheinende Verfahrensänderungen, wie etwa der Übergang zur Aufarbeitung des Indu-

strieholzes in langer Form, nur aufgrund der Mechanisierung des Einschneidens, zwar nicht im Wald, sondern beim Abnehmer möglich waren.

Die forstliche Arbeitswissenschaft gliedert den Ablauf bei der Holzernte in einzelne Arbeitsablaufabschnitte. Es wird sich als zweckmässig erweisen, wenn wir bei unserer Analyse zunächst einmal dieser Gliederung folgen:

Baumaufsuchen
Fällen und Zufallbringen
Entasten (Wenden)
Entrinden
Vermessen, Sortieren, Einschneiden
Vorliefern, Rücken, Lagern
Transportieren

Die einzelnen Abschnitte unterscheiden sich sehr stark im erforderlichen Zeitaufwand und in der Schwere der Arbeit. Dies sei am Beispiel von schwacher (0,1 m^3 pro Baum) und mittelstarker (1,0 m^3 pro Baum) Fichte demonstriert (Darstellung 1).

Jeder einzelne Ablaufabschnitt lässt sich in irgendeiner Form mechanisieren, wobei geeignete Werkzeuge und technische Mittel weitgehend entwickelt und verfügbar sind:

— Das Baumaufsuchen entfällt, hydraulische Arme greifen von Maschinenwegen oder Rückegassen aus in den Bestand;

— das Fällen und Zufallbringen wird durch hydraulisch betriebene Scheren oder Kettensägen übernommen, die an diesen Greifarmen montiert sind;

— für das Entasten wurden eine Vielzahl von schneidenden, fräsenden, schlagenden Werkzeugen entwickelt;

— dasselbe gilt für das Entrinden;

— Vermessen, Sortieren, Einschneiden lässt sich durch elektronisch gesteuerte Anlagen weitgehend automatisch durchführen;

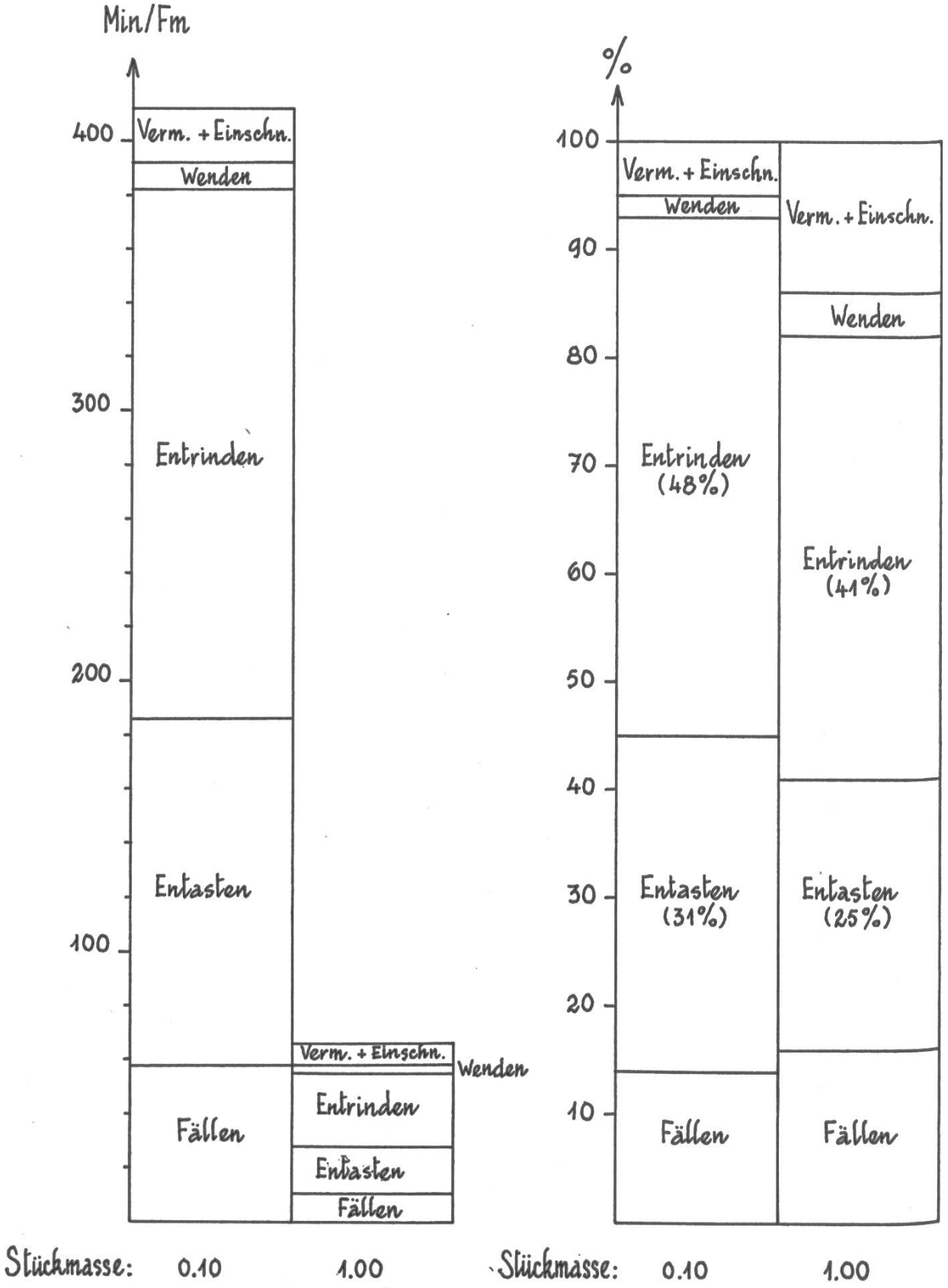
— für das Vorliefern, Rücken, Lagern steht eine Vielzahl leistungsfähiger Geräte zur Verfügung;

— der Holztransport aus dem Wald zum Abnehmer lässt sich aufgrund der weitgehend guten Walderschliessung mit Hilfe leistungsfähiger, mit hydraulischem Ladegerät ausgestatteter Fahrzeuge ohne Schwierigkeiten durchführen.

Durch Vergleich der mechanisierten Aufarbeitung mit der konventionellen motor-manuellen Aufarbeitung lässt sich ein Mechanisierungsgrad als Massstab für die Mechanisierung einschätzen. Er gibt an, wieviel Prozent des ursprünglichen gesamten Zeitaufwands bei Handarbeit mechanisiert wurden (*Kwasnitschka,* 1976).

Struktur der Arbeitsablaufabschnitte beim Holzeinschlag

(Fi, EST)



Darstellung 1.

So ergibt sich bei der Mechanisierung der Entrindung bei der Aufarbeitung mittelstarker Fichte ein Mechanisierungsgrad von etwa 40 %, bei der Mechanisierung der Entastung und Entrindung bei schwacher Fichte ein Mechanisierungsgrad von etwa 80 %.

Dabei bleibt die Mechanisierung mit handgeführtem Gerät, wie etwa der Einmann-Motorsäge, üblicherweise ausser Betracht. In Schweden ist es sogar üblich, auch die Entrindung bei der Errechnung des Mechanisierungsgrades ausser Betracht zu lassen, da im Wald praktisch nicht mehr entrindet wird.

Es gibt Beispiele für Mechanisierung nur einzelner Arbeitsablaufabschnitte, am weitesten verbreitet wohl das Beispiel der Entrindungsmaschinen. In zunehmendem Masse gewinnt jedoch die zu Mechanisierungssystemen zusammengefasste Mechanisierung mehrerer Ablaufabschnitte an Bedeutung. Man spricht von mehrfunktionalen Holzerntemaschinen oder Multi Purpose Logging Machines (MPLM vgl. *Grammel* u. a. 1976). Durch die vielfachen Möglichkeiten der Kombination einzelner Arbeitsabschnitte in einer Maschine ergibt sich eine Vielzahl verschieden möglicher komplexer Maschinen:

Maschinen, die nur fällen und das gefällte Holz ablegen (*Feller-buncher)*

Maschinen, die fällen und das gefällte Holz gleichzeitig vorliefern *(Feller-skidder)*

Maschinen, die entasten und einschneiden oder entasten, entrinden und einschneiden *(Processoren),* um nur die wichtigsten zu nennen.

Die vorläufige Endstufe dieser Entwicklung ist die Vollerntemaschine *(Harvester),* die den Baum fällt, entastet und zu verkaufsfertigen Sortimenten einschneidet.

Die Vielfalt denkbarer und auch zu einem erstaunlich grossen Teil bereits realisierter Möglichkeiten wird noch dadurch vergrössert, dass der Einsatz der Mechanisierungsmittel sehr unterschiedlich organisiert sein kann, wobei sich im wesentlichen drei Organisationsformen unterscheiden lassen:

mobile Mechanisierung auf der Bestandesfläche (bzw. auf der Rückegasse)

mobile Mechanisierung auf der Waldstrasse (bzw. auf einem fliegenden Aufarbeitungsplatz im Wald)

stationäre Mechanisierung auf einem zentralen Aufarbeitungsplatz (bzw. beim Abnehmer des Holzes).

Diese Vielfalt macht es möglich, für die jeweiligen örtlichen Verhältnisse relativ gut angepasste Lösungen zu finden. Dies ist sicher ein Vorteil. Man hat in diesem Zusammenhang vom Zwang zu individuellen Lösungen gesprochen (Grammel, 1972). Auf der anderen Seite muss man sich fragen, ob wir uns diesen Individualismus auf die Dauer leisten können. Ganz sicher kostet er sehr viel Zeit und Geld.

Angesichts dieser Vielfalt müssen schematische Gliederungsversuche zwangsläufig zu Vergröberungen und Ungenauigkeiten führen. Im folgenden soll im Interesse einer besseren Durchschaubarkeit trotzdem eine solche Gliederung versucht werden, und zwar nach den drei bereits genannten organisatorischen Formen:

1. Mechanisierung auf der Bestandesfläche
2. Mechanisierung auf der Waldstrasse
3. Mechanisierung auf dem zentralen Aufarbeitungsplatz

(Darstellung 2)

Zu 1. Mechanisierung auf der Bestandesfläche:

Ich möchte dieses System vereinfachend als *Modell Schweden* bezeichnen, weil es wohl in Schweden seine derzeit ausgeprägteste Realisierung gefunden hat und weil aus Schweden sehr gute und aussagefähige Erfahrungen mit diesem System vorliegen.

Skogsarbeten, die zentrale schwedische Forschungs- und Entwicklungsinstitution für das Gebiet der Waldarbeit und Forsttechnik, führt in regelmässigen Abständen Erhebungen durch über Stand und Entwicklungstendenzen der Mechanisierung bei der Holzernte. Die letzte dieser Erhebungen wurde im Herbst 1977 durchgeführt, ihre Ergebnisse im vergangenen Jahr veröffentlicht *(Mosberg,* 1978). Die Erhebung erfasst rund $^2/_3$ des gesamten schwedischen Holzeinschlags, allerdings mit einem deutlichen Schwerpunkt bei den grösseren Unternehmungen mit einem Jahreseinschlag von mehr als 20 000 m³. Das restliche Drittel des Holzeinschlags kommt überwiegend aus dem kleineren Privatwald mit geringerem Holzanfall und ganz sicher auch geringerem Mechanisierungsgrad. Dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten. Da wir inzwischen das Prognosejahr 1979 erreicht haben, sollte das Augenmerk speziell auf die Daten für dieses Jahr gelenkt werden, wobei auf die Problematik jeder Prognose hinzuweisen ist. Zusammengefasst ergibt sich folgendes:

Mehr als 75 % des Einschlags erfolgt im Kahlschlagbetrieb als *Endnutzung:*

— Rund 40 % davon werden maschinell gefällt.
— Rund 70 % davon werden maschinell entastet und eingeschnitten.
— Praktisch 100 % des Einschlags verbleibt in Rinde; Entrindung im Wald findet also nicht mehr statt.
— Rund 95 % des Einschlags werden mit Tragschleppern an die autofahrbare Strasse gerückt.
— Wichtigste Erntemaschine ist der Processor, der entastet und einschneidet, also eine mehrfunktionale Holzerntemaschine (MPLM).

Mechanisierung der Holzernte – Grundmodelle

× Handarbeit (mit EMS) ● Maschinenarbeit

	Fällen	Entasten	Entrinden	Einschneiden	Vermessen	
Bestand	×	×	×	×	×	Motor-manuelle Aufarbeitung
Waldstrasse						
Zentr. Aufarbeitungsplatz						
Bestand	●	●		●		Mechanisierung auf der Bestandesfläche (Schweden)
Waldstrasse					×	
Zentr. Aufarbeitungsplatz			●			
Bestand	×					Mechanisierung auf der Waldstrasse (Österreich)
Waldstrasse		●	●	●	●	
Zentr. Aufarbeitungsplatz						
Bestand	×					Mechanisierung auf dem zentralen Aufarbeitungsplatz (Baden-Württemberg)
Waldstrasse						
Zentr. Aufarbeitungsplatz		●	●	●	●	

Darstellung 2.

— Rund 45 % der Endnutzung werden mit Maschinen dieses Typs aufgearbeitet.
— Es wird vermutet, dass der Vollernter, der vor dem Entasten und Einschneiden auch das Fällen übernimmt, rasch Eingang in die Praxis finden wird. Sein Anteil in der Endnutzung wird für 1979 bereits auf 13 % eingeschätzt.

Wesentlich weniger günstig sind die Bedingungen für die Mechanisierung bei der *Durchforstung*. Nicht zuletzt deshalb wird daher angenommen, dass der Durchforstungsanfall auch im Prognosejahr 1984 nur bei etwa 25 % liegen wird.

— Immerhin wird angenommen, dass bereits heute rund 22 % des Durchforstungsanfalls mit Processoren aufgearbeitet werden.
— Interessant ist, dass das Vorliefern des schwachen Durchforstungsmaterials auch in Schweden noch zu rund 60 % von Hand durchgeführt werden muss,
— während das eigentliche Rücken wie bei der Endnutzung zu nahezu 100 % durch Tragschlepper erfolgt.

Insgesamt errechnet sich aus dieser Analyse der Mechanisierung der einzelnen Arbeitsablaufabschnitte ein Mechanisierungsgrad von derzeit

rund 66 % für die Endnutzung
rund 25 % für die Durchforstung und damit
rund 56 % für die gesamte Nutzung.

(Darstellung 3)

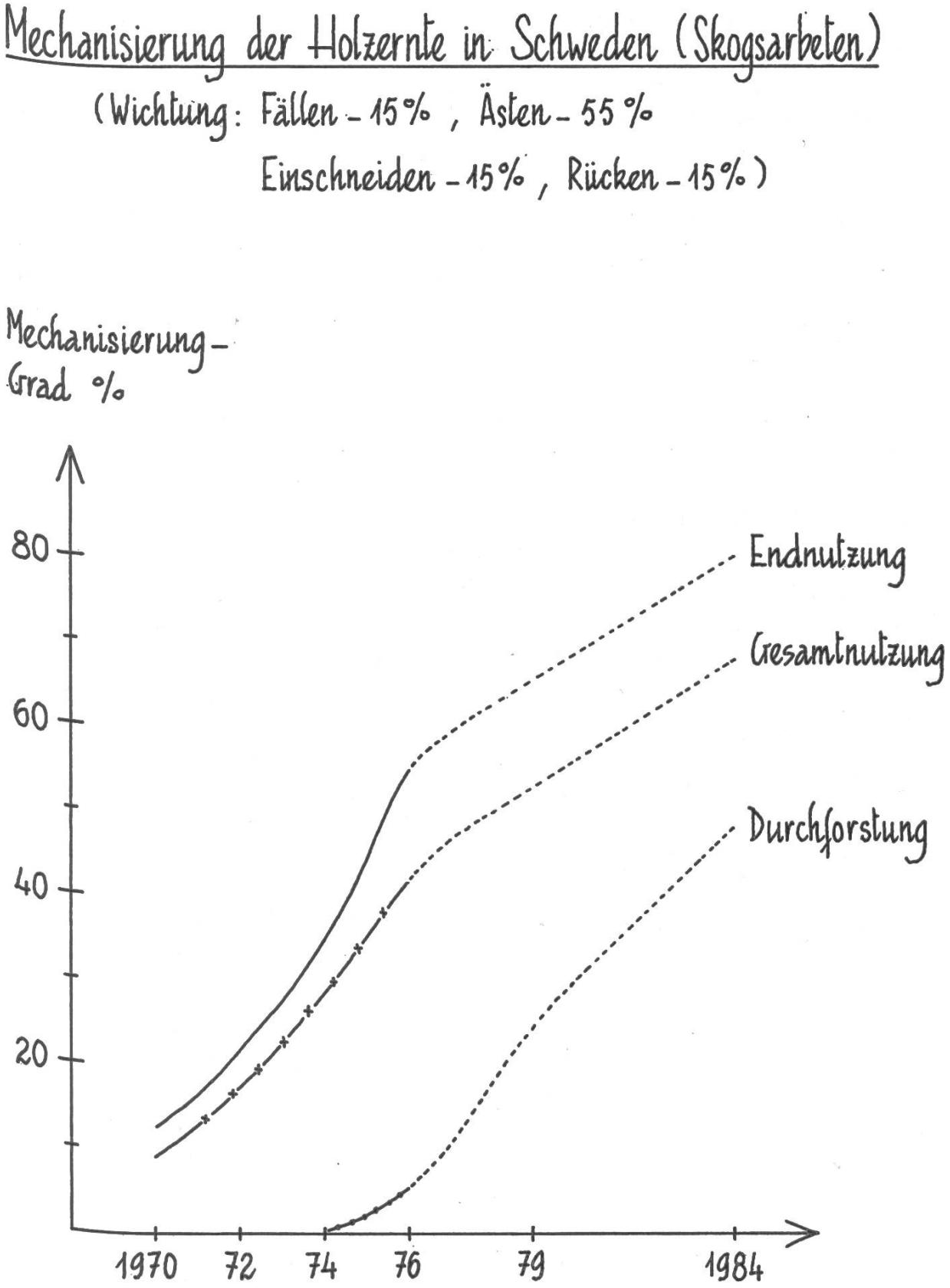
Zu 2. Mechanisierung auf der Waldstrasse:

Ich möchte dieses System vereinfachend als Modell Österreich bezeichnen, weil es wohl in Österreich seine derzeit am besten ausgeprägte Realisierung gefunden hat, allerdings nicht in der Ausdehnung, wie es bei dem vorher geschilderten Mechanisierungsmodell Schweden der Fall ist.

Die Österreichische Forstliche Bundesversuchsanstalt führte im Jahr 1975 eine forsttechnische Erhebung bei allen Forstbetrieben mit einer Waldfläche von 200 ha aufwärts durch, also auch hier ein deutliches Übergewicht des grösseren Waldbesitzes (*R. Meyr* u. a. 1976). Die Erhebung erfasste knapp 50 % des gesamten österreichischen Holzeinschlags. Die für die Analyse wichtigen Ergebnisse:

— Der gesamte Holzeinschlag wurde mit der Motorsäge gefällt,
— nahezu 98 % des Einschlags wurden mit der Motorsäge entastet,
— knapp 47 % des Einschlags wurden von Hand im Wald entrindet.

Es zeigt sich also, dass die Mechanisierung der Holzernte insgesamt weit weniger fortgeschritten ist als in Schweden.



Darstellung 3.

Bei einigen grossen Betrieben, vor allem den Österreichischen Bundesforsten und einigen grösseren Privatwaldbetrieben, zeichnet sich nun aber in jüngster Zeit eine sehr rasche Mechanisierungsentwicklung ab. Unter den

durch Waldbau und Gelände gegebenen speziellen Bedingungen eines Gebirgslandes konnte die Mechanisierung verständlicherweise nicht nach dem schwedischen Modell auf der Bestandesfläche erfolgen. Die Entwicklung musste konsequent zur Mechanisierung auf der Waldstrasse oder am zentralen Aufarbeitungsplatz führen. Beide Wege wurden beschritten, wobei wohl inzwischen offensichtlich die mobile Lösung der Mechanisierung auf der Waldstrasse in den Vordergrund getreten ist *(Vyplel* 1977). Voraussetzung war die erfolgreiche Lösung des Problems, Ganzbäume mit Hilfe leistungsfähiger Knickschlepper und eines Systems von Maschinenwegen, bzw. mit Hilfe leistungsfähiger Kippmast-Tragseilanlagen an die Strasse zu bringen. Gleichzeitig mussten leistungsfähige und für den Einsatz auf der Waldstrasse geeignete Processoren, also Mehrzweckerntemaschinen für Entastung, ggf. Entrindung und Einschneiden der bereitgestellten Bäume gefunden werden. Hierbei verdient insbesondere die durch *Auböck* bei den Österreichischen Bundesforsten entwickelte Entastungs/Entrindungskombination LIMBAC Beachtung, mit fliegender Kreissäge zum Einschneiden des Holzes während des Durchlaufs durch die Entastungs-/Entrindungskombination.

Für den Beobachter besonders interessant ist die Feststellung, dass die Entwicklung in Österreich heute von den am Anfang stehenden technisch faszinierenden halbstationären Grossaggregaten des Österreichischen Holzerntezugs *(Flachberger),* der für einen rationellen Einsatz an einem Arbeitsplatz Holzmengen von mehreren 1000 m³ brauchte, zu mobilen Anlagen geht, die auch relativ geringe Holzmengen entlang der Waldstrasse rationell aufarbeiten können *(ÖBF Strama* 65 und 45). Gleichzeitig hat man sich mit Erfolg bemüht, die schwedischen Processoren für den mobilen Einsatz auf der Waldstrasse zu adaptieren *(ÖSA, Kockums)* oder entsprechende eigene Processoren zu konstruieren *(Meyr Melnhof),* wobei für die weitere Entwicklung bei uns in Mitteleuropa kleine Anbauprocessoren für die Aufarbeitung des schwächeren Durchforstungsanfalls besonderes Interesse verdienen *(ÖBF, MM).*

Die Entwicklung in Österreich scheint also sehr rasch zur Mechanisierung der Holzernte auf der Waldstrasse mit mobilen Processoren zu laufen, wobei die Aggregate in der Zwischenzeit so mobil und klein geworden sind, dass auch die rationelle Aufarbeitung verhältnismässig geringer Holzanfälle möglich ist. Es darf also angenommen werden, dass diese Entwicklung nicht beim grossen Waldbesitz stehen bleibt.

Zu 3. Mechanisierung auf dem zentralen Aufarbeitungsplatz:

Ich möchte dieses System vereinfachend als *Modell Baden-Württemberg* bezeichnen, weil sich gerade hier im Südwesten der Bundesrepublik einige sehr interessante und erfolgreiche Beispiele für diese Lösung finden, über die ich gut informiert bin, nachdem Baden-Württemberg das eigentliche Arbeitsgebiet unserer FVA Freiburg ist. Wir waren zudem in Freiburg zum Teil an

der Entwicklung dieser Lösungen beteiligt, wenngleich klar zum Ausdruck zu bringen ist, dass das wesentliche Verdienst an diesen, wie wir meinen, sehr erfolgreichen und auch weiterhin erfolgversprechenden Entwicklungen einigen überdurchschnittlich einsatzfreudigen und verantwortungsbewussten Betriebsleitern zukommt.

In Baden-Württemberg bearbeiten derzeit

drei Starkholzhöfe etwas mehr als	150 000 m³ und
drei Schwachholzhöfe rund	90 000 m³
zusammen also knapp	250 000 m³ Nadel-Rohschäfte.

Ein weiterer Schwachholzhof mit einer Jahreskapazität von rund 40 000 Fm ist derzeit in Planung.

Gemessen am gesamten Nadelstammholzeinschlag verarbeiten die Holzhöfe zwar nur etwa 5—6 %. Dies beeinträchtigt jedoch nicht ihre modellhafte Bedeutung für die weitere Rationalisierung von Holzernte und Holzvermarktung.

Auf Einzelheiten der Holzhoflösung einzugehen, würde einen selbständigen Diskussionsnachmittag erfordern, es würde den Rahmen dieses Referats bei weitem sprengen. Ich darf in diesem Zusammenhang auf die gemeinsame KWF/IUFRO-Veranstaltung zu diesem Fragenkomplex hinweisen, die vom 12. bis 15. Juni dieses Jahres in Donaueschingen stattfinden wird.

Im folgenden daher nur eine knappe Verfahrensbeschreibung:

— Das Holz wird in Form von Rohschäften oder Ganzbäumen bereitgestellt. Die Leistung beim Holzeinschlag steigt als Folge dieser extensiven Aufarbeitung auf

  1 m³/Std. bei Rohstangen
  2,5 m³/Std. bei schwachen Ganzbäumen
  3—6 m³/Std. bei entasteten und teilentasteten Rohschäften.

  Hier liegt also eine ganz erhebliche Rationalisierungsreserve zur Einsparung teurer und schwerer Handarbeit.

— Das Rücken des Holzes in Rinde und zum Teil mit Ästen bereitet grundsätzlich keine Schwierigkeiten. Zu beachten ist allerdings unter Umständen die Gefahr vermehrter Rückeschäden beim Rücken während der Saftzeit.

— Das bereitgestellte Holz wird durch normale Langholztransportfahrzeuge zum Holzhof gebracht. Der Transport von Ganzbäumen erfordert eine zusätzliche Ausstattung der Fahrzeuge mit Seitenwänden. Das dadurch und durch das zusätzliche Gewicht der Äste bedingte höhere Ladungsgewicht führt zu einer Verringerung der Ladekapazität mit der Konsequenz, dass derartige Transporte nicht über unbegrenzte Entfernungen wirtschaftlich möglich sind. Bei starkem Holz muss wegen der Überlänge unter Umständen ein Transportschnitt geführt werden, dessen optimale

Lage je nach den Marktanforderungen zu bestimmen ist. Hier verspricht ein Vorhaben der Fürstl. Fürstenbergischen Forstdirektion einen weiteren Rationalisierungseffekt, bei dem die Gipfelstücke des Starkholzes mit einem Teil der Äste über den mit Entastungsanlage ausgestatteten Schwachholzhof manipuliert werden sollen, so dass sich die Handentastung auch beim starken Holz weitgehend auf den schwächer beasteten unteren Stammteil beschränken kann.

— Im Holzhof selbst werden die angelieferten Bäume oder Schäfte über ein System von Quer- und Längsförderern verschiedenen Bearbeitungsaggregaten zugeführt: Entastung, Entrindung, Vermessung, Einteilung, Sortierung.

— Zusätzliche Lade- und Manipulationseinrichtungen, im wesentlichen Portalkran oder Radlader, komplettieren die Holzhofanlage.

Entscheidend für die erfolgreiche Arbeit eines zentralen Aufarbeitungsplatzes ist nicht allein die Verlagerung einiger Arbeitsablaufabschnitte der Holzernte aus dem Wald auf den Holzhof mit seinen optimalen Mechanisierungsmöglichkeiten, zumal die Einsparungen im Wald durch die Transportkosten zum Holzhof und die Bearbeitungskosten am Holzhof weitgehend wieder aufgezehrt werden. Dazu kommt eine zum Teil beachtliche Wertsteigerung des bereitgestellten Holzes durch die Möglichkeit der optimalen Sortierung und Vermarktung.

Eine Beurteilung der drei geschilderten Mechanisierungsmodelle im Hinblick auf ihre Realisierbarkeit unter durchschnittlichen mitteleuropäischen Verhältnissen wird im wesentlichen folgende Kriterien heranzuziehen haben:

1. Kriterien aus dem Bereich der natürlichen Standortsgegebenheiten, aus dem Bereich des Waldbaus und der Ökologie
2. Kriterien aus dem Bereich der Waldflächenverteilung und der Waldbesitzstruktur
3. Kriterien aus dem Bereich der Holzverwertung, des Holzmarktes
4. Kriterien aus dem Bereich des einzelnen Forstbetriebs, betriebswirtschaftliche Wertung, Konsequenzen für die Personalstruktur, insbesondere für die vorhandene Arbeits-Kapazität.

Dabei zeigt sich sehr deutlich, dass für das *schwedische Modell der Mechanisierung auf der Bestandesfläche* unter unseren mitteleuropäischen Verhältnissen sehr wenig Realisierungsmöglichkeiten bestehen.

1. Unsere Bestände sind nur mit erheblicher Einschränkung befahrbar, wenngleich eine diesbezügliche Analyse für Baden-Württemberg den unerwartet hohen Anteil von 60 % befahrbarer Lagen ergab (Arbeitsgruppe Feinerschliessung 1976). Weit stärkere Restriktionen gehen von der mitteleuropäischen Waldbaukonzeption aus: Die Mechanisierung nach

schwedischem Modell setzt Grosskahlschläge voraus, die bei uns weder waldbaulich, noch ökologisch, noch forstpolitisch realisierbar, geschweige denn wünschbar sind.

2. Die für Mitteleuropa typische zersplitterte Waldflächenverteilung und sehr stark differenzierte Waldbesitzstruktur dürfte einer Mechanisierung nach schwedischem Modell in aller Regel zusätzlich unüberwindbare Schranken setzen.

3. Die beim schwedischen Modell der Mechanisierung auf der Bestandesfläche zwangsläufig sehr eingeschränkte Sortierungsmöglichkeit für das geerntete Holz würde unserem differenzierten Holzmarkt nicht annähernd gerecht. Die Einbussen bei der Verwertung des Holzes wären mit Sicherheit erheblich grösser als die aufgrund der Mechanisierung erzielbaren Einsparungen.

4. Es ist fraglich, ob die teuren Aggregate unter unseren Verhältnissen eine spürbare Kosteneinsparung bringen könnten. Die Ergebnisse einer ganzen Reihe praktischer Einsatzversuche, die wir im Verlaufe der zurückliegenden Jahre mit Unterstützung der schwedischen Fa. Swedforest durchführen konnten, lassen dies sehr bezweifeln (Grammel u. a. 1976, *G. Rieger, C. Pfeil* 1978).

Man wird also davon ausgehen müssen, dass das schwedische Mechanisierungsmodell unter durchschnittlichen mitteleuropäischen Verhältnissen keine Lösung unserer Probleme bringen wird. Anders ist die Situation zu beurteilen bei grossflächigem Anfall von Katastrophenhölzern. So haben sich die schwedischen Holzerntemaschinen beim Sturmholzeinsatz Anfang der 70er Jahre in Norddeutschland hervorragend bewährt.

Eine gewisse Bedeutung könnten zudem auch unter unseren Verhältnissen die in jüngster Zeit entwickelten kleinen, auf der Rückegasse operierenden Holzerntemaschinen (Miniprocessoren) erlangen, wie der französische Sifer-Salev-Processor, der dänische Stripper oder der schwedische Kockums GP 822. Diese Maschinen bieten den Vorzug, das Holz quer zur Rückegasse aufzuarbeiten. Es entfällt damit das Rückeschäden verursachende Einschwenken langer Hölzer in die Rückegasse. Gleichzeitig sind die Sortierungsmöglichkeiten jedoch naturgemäss sehr eingeschränkt, so dass ein rationeller Einsatz eigentlich nur in reinen Industrieholzhieben möglich ist. Wir haben für das laufende Jahr grössere Probeeinsätze mit dem dänischen Stripper und mit dem schwedischen Gallringsprocessor vorgesehen, obwohl wir wissen, dass die Aufarbeitung der 6000 m³ Industrieholz unseres Versuchs mit dem Gallringsprocessor teurer sein wird, als die konventionelle Aufarbeitung von Hand. Wir glauben, dass dieser Aufwand im Interesse einer besseren Information und im Interesse der Weiterentwicklung der Holzerntetechnik gerechtfertigt ist.

Wesentlich günstiger fällt die Beurteilung *des österreichischen Modells der Mechanisierung auf der Waldstrasse* und des *baden-württembergischen Modells der zentralen Aufarbeitung* aus:

1. Beide Modelle sind von den standörtlichen und waldbaulichen Gegebenheiten weitgehend unabhängig realisierbar. Ökologische Aspekte werden insofern berührt, als die Entnahme von Ganzbäumen in gewissem Umfang Entzug von Biomasse, also von humusbildender und nährstoffhaltiger organischer Substanz bedeutet *(Krapfenbauer* 1975). Diesen Aspekt wird man je nach den standörtlichen Gegebenheiten zu berücksichtigen haben. Die Aufarbeitung an der Waldstrasse bringt zudem das Problem des konzentrierten Anfalls von Rinde und Astmaterial, dessen Beseitigung bisweilen Schwierigkeiten bereiten mag. Demgegenüber zeichnet sich bei konzentriertem Anfall dieser «Abfälle» auf dem zentralen Aufarbeitungsplatz eine zunehmend bessere Verwertungsmöglichkeit ab (unter anderem Kompostierung, Energiegewinnung, Industrierohstoff). Problematisch kann im übrigen die mit der Ausbringung von Rohschäften und Ganzbäumen zunehmende Gefährdung des verbleibenden Bestandes durch Rückeschäden werden. Hier gibt es zweifellos ernst zu nehmende Restriktionen *(Meng* 1978).
2. Beide Modelle, ganz besonders aber das Modell der zentralen Aufarbeitung fügen sich sehr viel besser als das schwedische Modell in unsere Waldflächenstruktur. Häufiges Umsetzen mit hohem Anteil unproduktiver Fahrzeiten, mit zunehmenden organisatorischen Schwierigkeiten, kann die Wirtschaftlichkeit des mobilen Einsatzes auf der Waldstrasse unter Umständen stark beeinträchtigen. Die Wirtschaftlichkeit der zentralen Aufarbeitung wird im Grunde genommen nicht beeinträchtigt, solange am einzelnen Hiebsort wenigstens eine Lkw-Ladung mit Rohschäften oder Ganzbäumen anfällt. Dass die organisatorischen Schwierigkeiten mit abnehmender Holzmenge pro Liefereinheit steigen, ist unbestritten. Am Beispiel des auf genossenschaftlicher Basis arbeitenden Holzhofs Oberschwaben kann gezeigt werden, dass diese Probleme lösbar sind.
3. Das österreichische Modell der mechanisierten Aufarbeitung an der Waldstrasse ist naturgemäss in den Möglichkeiten der differenzierten Sortenaushaltung begrenzt. Nahezu uneingeschränkt optimal lassen sich die Sortierungsmöglichkeiten und damit die Möglichkeiten maximaler Wertschöpfung dagegen bei der zentralen Aufarbeitung ausnützen. Hier liegt einer der entscheidenden Vorzüge dieses Modells (Grammel 1978).
4. Alle Mechanisierungsmodelle erfordern für die Forstwirtschaft bislang in ihrer Höhe ungewohnte Investitionen:
   Knapp 1 Mio. DM für die mobilen Grossaggregate
   3—4 Mio. DM für die stationären Anlagen

   Diese Investitionen verlangen eine Auslastung der Aggregate, sollen sie sich betriebswirtschaftlich positiv auswirken. Es ist allerdings darauf

hinzuweisen, dass das unter unseren Verhältnissen üblicherweise im Wegenetz oder gar im Holzvorrat festgelegte Kapital ein Vielfaches dieser Summen ausmacht.

Alle Mechanisierungsmodelle verlangen zur Auslastung ihrer Kapazitäten Einsatzbereiche, die über die bei uns üblichen Betriebsgrössen weit hinausgreifen. Dies muss konsequenterweise zu organisatorischen Änderungen führen. Die Forderung, die Betriebsgrösse müsse sich dem Einsatzbereich der leistungsfähigen Aggregate anpassen, ist allerdings in dieser Form sicher nicht richtig *(Loycke,* 1959).

Gleichzeitig führt die Mechanisierung (bei allen drei Modellen) zu einer spürbaren Verringerung der erforderlichen Arbeitskapazität. Dies ist zwar, wie eingangs dargestellt wurde, mit ein Ziel der Mechanisierung. Es kann jedoch, zumal in Zeiten relativ hoher Arbeitslosigkeit und in strukturschwachen Gebieten, wie es Waldgebiete häufig sind, zu erheblichen Problemen führen, die eine rasche Durchsetzung betriebswirtschaftlich sinnvoller Mechanisierungspläne aus arbeitsmarkt- und strukturpolitischen Gründen verbieten. So setzt eine mobile Stammholzentrindungsmaschine mit einer Jahreskapazität von 40 000 m³ knapp 10, ein Schwachholzhof mit derselben Kapazität etwa 20 Waldarbeiter frei.

Ich habe versucht darzustellen, dass die Forstwirtschaft auch in Mitteleuropa dem Zwang zu einer weiteren Rationalisierung unterworfen ist, dass Rationalisierung bei der wichtigsten forstbetrieblichen Arbeit, der Holzernte, vor allem Mechanisierung bedeutet und dass ein breites Angebot, auch unter mitteleuropäischen Verhältnissen einsetzbarer technischer Möglichkeiten verfügbar ist.

Einer Realisierung dieser Möglichkeiten stellen sich in der Praxis allerdings erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Ich möchte abschliessend versuchen, auf die mir am wichtigsten erscheinenden Problemkreise kurz einzugehen:

Da ist zunächst einmal die im besten Sinne konservative Grundeinstellung der Mehrzahl unserer in der Praxis arbeitenden Kollegen zu nennen, die in einer weiteren Mechanisierung eine akute Gefährdung für unseren Wald sehen. Diese Befürchtung ist sicher nicht unbegründet, exempla docent! Es ist aber anderseits auch nicht so, dass Mechanisierung grundsätzlich mit einer Schädigung des Biotops Wald, mit einem Abweichen von bewährten Grundsätzen des mitteleuropäischen Waldbaus erkauft werden müsste. Auch für das Funktionieren der Mechanisierung im Rahmen eines pfleglichen Waldbaus gibt es Beispiele. Ich darf nur die beiden Betriebe der Fürstl. Fürstenbergischen und der Fürstl. Zeilschen Forstverwaltungen erwähnen, die sich beide nicht in erster Linie durch ihre Holzhofmechanisierung, sondern vor allem durch ihren hervorragenden Waldbau einen Namen gemacht haben. Voraussetzung für eine positive Lösung des uralten Konflikts zwi-

schen Waldbau und Forstbenutzung ist also wohl in erster Linie das vorurteilsfreie Bemühen um vernünftige Problemlösungen.

An zweiter Stelle ist der Problemkreis zu nennen, der sich aus unserem Waldaufbau und aus unserer Waldbesitzstruktur ergibt. Beide, der hohe Anteil von gemischten und auch ungleichaltrigen Beständen, wie auch die starke Besitzzersplitterung sind im Grunde genommen mechanisierungsfeindlich. Die aufgezeigten Mechanisierungsmodelle erfordern für eine wirtschaftlich unabdingbare Mindestauslastung je nach Leistungsfähigkeit, Waldaufbau, Waldbesitzstruktur, Waldflächen zwischen 10 000 und 50 000 ha, eine Grössenordnung, die weit über die bei uns üblichen Besitz- bzw. Betriebsgrössen hinausgeht. Es ist daher bemerkenswert, dass die genannten Mechanisierungsmodelle nahezu ausschliesslich im Grossprivatwald oder im Staatswald realisiert wurden. Die Ausnahmelösung des Holzhofs Oberschwaben, zu dessen Betrieb sich auf genossenschaftlicher Basis mehr als 3000 Waldbesitzer mit einer Waldfläche von 50 000 ha zusammengeschlossen haben, zeigt einen gangbaren Weg aus dieser Schwierigkeit. Waldbesitzer und forstlicher Betriebsleiter müssen erkennen, dass vernünftige Lösungen nur möglich sind, wenn die Bereitschaft zur Kooperation über die Besitz- bzw. Betriebsgrenzen hinweg geweckt werden kann. Ich selbst habe in dem früher von mir geleiteten Forstamt einen Zusammenschluss von 28 Waldbesitzern mit rund 5500 ha Waldfläche gegründet, der demnächst auf ein 10jähriges Bestehen zurückblicken kann und der die Voraussetzungen geschaffen hat für eine betriebswirtschaftlich erfolgreiche Arbeit.

An dritter Stelle schliesslich ist auf das empfindliche Beziehungsgefüge zwischen Holzernte und Holzmarkt einzugehen. Die Mechanisierung der Holzernte hat sehr häufig auch Einflüsse auf den Holzmarkt. Diese Einflüsse reichen von geringfügigen Änderungen der Qualität, zum Beispiel Änderungen der Entastungsqualität, Änderungen im Entrindungszustand, Änderungen in den Dimensionen, vor allem der Länge der bereitgestellten Sortimente, bis hin zur grundlegenden Produktänderung etwa bei der Aushaltung von nur noch ideell sortierten Rohschäften oder bei der Herstellung von Ganzbaumhackschnitzeln, um zwei Extrembeispiele zu nennen. Es versteht sich von selbst, dass derartige Änderungen ohne das Einverständnis zwischen den Marktpartnern Forst- und Holzwirtschaft nur schwer realisierbar sind. Dies gilt ganz besonders dort, wo ein Teil der Mechanisierung aus dem Wald zum Abnehmer des Holzes verlagert wird, wie etwa beim Entrinden des Sägeholzes und des Industrieholzes oder beim Einschneiden des langen Industrieholzes im Werk. Es wurde wiederholt darauf hingewiesen, dass die Skandinavier es hier sehr viel einfacher haben, sofern Waldbesitz und Holzindustrie sich in einer Hand befinden. Es konnte anderseits in den zurückliegenden Jahren gezeigt werden, dass bei ausreichendem Willen zur Kooperation sich ein Grad an geistiger Integration zwischen den Marktpartnern erzielen lässt, der die Entwicklung von im gemeinsamen Interesse von Forst- und Holz-

wirtschaft liegenden Verfahren ermöglicht. Ich darf in diesem Zusammenhang auf das erfolgreiche Wirken der Schweizerischen Interessengemeinschaft Industrieholz verweisen.

Schlussbemerkungen

Lassen Sie mich zusammenfassend formulieren:

1. Die Forstwirtschaft in der modernen Industriegesellschaft kann sich dem allgemeinen Zwang zu ständiger Rationalisierung nicht entziehen. Es soll allerdings nicht verkannt werden, dass es gewisse naturgegebene Grenzen für eine Mechanisierung gibt, die im Interesse einer Erhaltung der vielfältigen Funktionen des Waldes für die Allgemeinheit nicht überschritten werden dürfen. Hier das richtige Mass zu finden, erfordert sorgfältige waldbaulich-ökologische, technisch-betriebswirtschaftliche und forstpolitische Analysen.
2. Wir verfügen heute über ein breites Spektrum technischer Lösungen, die auch unter den differenzierten standörtlichen, waldbaulichen und forstpolitischen Verhältnissen Mitteleuropas brauchbar sind oder sich ohne unüberwindbare technische Schwierigkeiten auf diese Verhältnisse anpassen lassen.
3. Voraussetzung für eine Realisierung dieser Möglichkeiten ist eine unvoreingenommene Prüfung,
   ist der Mut, unter Umständen auch einmal liebgewordene Konventionen zu verlassen,
   ist das kooperative Bemühen, durch überbetriebliche Zusammenarbeit und durch Zusammenarbeit zwischen Forst- und Holzwirtschaft zu besseren Lösungen zu finden.

Ich sehe in dieser Aufgabe eine Herausforderung unserer Generation von Forstleuten, und ich bin sicher, dass wir fähig sind, diese Herausforderung anzunehmen und die anstehenden Probleme zu meistern.

Résumé

Rationalisation de la récolte du bois — aspect de la mécanisation dans l'économie forestière en Europe centrale

1. Dans la situation industrielle moderne, l'économie forestière ne peut se soustraire à la contrainte générale d'une rationalisation constante. Il ne faut pourtant pas méconnaître certaines limites que la nature oppose à la mécani-

sation; dans l'intérêt du maintien des multiples fonctions que la forêt remplit pour la communauté, ces limites ne peuvent être transgressées. Si l'on veut trouver la juste mesure dans ce cas, il faut effectuer des analyses précises dans les domaines de l'écologie forestière, de la sylviculture, de l'économie d'entreprise et de la politique forestière.

2. Aujourd'hui nous disposons d'un large éventail de solutions techniques, qui sont valables même dans les conditions écologiques, sylvicoles et politiques particulières à l'Europe centrale ou qui s'adaptent à ces conditions sans difficultés techniques insurmontables.

3. La réalisation de ces possibilités nécessite un examen impartial, du courage pour se défaire, le cas échéant, d'habitudes bien ancrées et un effort commun pour trouver de meilleures solutions par une collaboration d'une part entre les entreprises, et d'autre part entre l'économie des forêts et du bois.

Traduction: *R. Beer*

Literatur

EM Baden-Württemberg: Forststatistisches Jahrbuch 1977.

Kwasnitschka, K.: Forstwirtschaft mit Ökologie und Holzhofmechanisierung. Allg. Forstzeitschrift, München, 1976/47.

Grammel, R. u. a.: Mechanisierung der Holzernte durch den Einsatz mehrfunktionaler Holzerntemaschinen. Mitt. der FVA Freiburg, 1976, Heft 79.

Grammel, R.: Die Holzernte im Südwesten der Bundesrepublik Deutschland — eine Entwicklung zu individuellen Lösungen. Allg. Forstzeitschrift, München, 1972, S. 227—230.

Mosberg, C. G.: Drivningsarbetens mekanisering 1976 samt utvecklingstendenser, Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, ekonomi, 1978/2.

Meyr, R. u. a.: Ergebnisse der forsttechnischen Erhebung 1975. Informationsdienst der Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien, Nr. 162, 165, April/Juli 1976.

Vyplel, K.: Möglichkeiten und Voraussetzungen der Mechanisierung. Forst- und Holzwirt, 1977/15, S. 282—287.

Rieger, G., Pfeil, C.: Einsatz des Durchforstungsprocessors GP 822, FVA Freiburg. Int. Mitt. AWF, 1978/1.

Krapfenbauer, A.: Betreiben wir noch eine standortsangepasste Forstwirtschaft? Allg. Forstzeitung, Wien, 1975/11, S. 324—325.

Meng, W.: Baumverletzungen durch Transportvorgänge bei der Holzernte. Schriftenreihe der LFV, Bad.-Württ., Heft 53, Stuttgart 1978.

Grammel, R.: Mehrwert der zentralen Rohholzaufarbeitung. Kolloquiumreihe Forstbenutzung, 1977/78, Heft 3, S. 46—51.

Loycke, H. J.: Mechanisierung in der Forstwirtschaft. Allg. Forstzeitschrift, München, 14/1959, S. 831—832.