

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Forstverein
<b>Band:</b>	133 (1982)
<b>Heft:</b>	8
<b>Artikel:</b>	Einige Grundlagen und Voraussetzungen zur Mechanisierung der Holzernte im Gebirgswald der Schweiz
<b>Autor:</b>	Rechsteiner, K.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-764943">https://doi.org/10.5169/seals-764943</a>

### **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:** 18.01.2026

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

# Einige Grundlagen und Voraussetzungen zur Mechanisierung der Holzernte im Gebirgswald der Schweiz<sup>1</sup>

Von *K. Rechsteiner*

(Aus dem Institut für Wald- und Holzforschung der ETH Zürich,  
Fachbereich Forstliches Ingenieurwesen)

Oxf.: 31:(494)

## 1. Einleitung und Problemstellung

Die Holzernte ist vor allem im Gebirgswald das wichtigste Mittel zur Erreichung der waldbaulichen Ziele, denn nur durch eine sorgfältige Holzernte erfolgt die Pflege der Wälder im waldbaulich geforderten Mass. Eine unsachgemässen Durchführung der Fäll-, besonders aber der Rückearbeiten kann hingegen verunmöglichen, dass bestimmte waldbauliche Ziele erreicht werden. Die Kosten der Holzernte entscheiden heute leider in vielen Fällen und in zunehmendem Masse letztlich darüber, welche Wälder noch und wie intensiv genutzt und damit gepflegt werden.

Es ist einerseits von grösster Bedeutung, die waldbauliche Zielsetzung seriös zu erarbeiten und klar zu formulieren, und anderseits ist es notwendig, die technischen Möglichkeiten der Holzernte zu kennen, um jeweils die zielkonforme Variante auszuwählen und richtig anzuwenden.

*Holzwieser* (1) hat in seinem Referat «Holzerntekonzepte für den Gebirgswald» den gegenwärtigen Stand der Mechanisierung und die möglichen Entwicklungstendenzen der Forsttechnik sehr umfassend dargestellt. Auffallend und beachtenswert ist dabei die konzeptionelle Einfachheit, welche sich in der dargestellten Form selbstverständlich nur in einem Grossbetrieb, wie ihn die Österreichischen Bundesforste darstellen, realisieren lässt. Die bereits sehr vielseitigen Erfahrungen mit der Mechanisierung der Holzernte in den Bundesforsten sind es aber wert, die Verfahren auf ihre Anwendbarkeit für unseren Gebirgswald einmal grundsätzlich zu prüfen. Dabei lassen sich folgende Problemstellungen formulieren:

<sup>1</sup> Speziell bearbeiteter Teil der Ausführungen anlässlich des Vortrages, gehalten am 11. Januar 1982 im Rahmen der forst- und holzwirtschaftlichen Kolloquien und des Podiumsgesprächs vom 15. Februar 1982. Der Autor verdankt H. Heinimann und A. Ruef die Zusammenstellung des Datenmaterials.

- Welche der von Holzwieser dargestellten Holzerntekonzepte können im Gebirgswald der Schweiz allenfalls realisiert werden?
- Welche allfälligen Anpassungen an unsere Verhältnisse sind vorzunehmen?
- Welche technischen und organisatorischen Massnahmen wären zu treffen, um die Holzernte im Gebirgswald auf die beschriebene Art und Weise zu rationalisieren?

Wenn man die gestellten Fragen einigermassen konkret beantworten will, müssen vorerst die Merkmale moderner Holzernteverfahren dargestellt werden, und ausserdem muss man sich einen Überblick verschaffen über die Grundlagen und die gegenwärtige Situation der Holzernte im Gebirgswald der Schweiz. Dabei stellen sich unter anderem folgende Fragen:

- Wie ist der gegenwärtige Stand der Holzerntetechnik im Gebirgswald der Schweiz?
- Inwieweit ist die Mechanisierung überhaupt notwendig und erwünscht?
- Welches sind günstige und welches ungünstige Voraussetzungen für die Mechanisierung?

## 2. Einige Merkmale moderner Holzernteverfahren für den Gebirgswald

Das wichtigste Merkmal der heutigen Mechanisierungsbestrebungen bei der Holzernte ist ganz allgemein die Tatsache, dass vollständige Holzernteverfahren entwickelt und angewandt werden. Die Teilarbeiten eines bestimmten Verfahrens sind so zu gestalten und aufeinander abzustimmen, dass das jeweilige Gesamtverfahren einerseits den Zielsetzungen der Waldpflege entspricht und anderseits auf eine verwertungsorientierte Rundholzbereitstellung ausgerichtet ist. Damit wird auch klar, dass Holzerntemassnahmen eng mit den waldbaulichen Massnahmen verknüpft sind und dass eine Trennung zwischen erster und zweiter Produktionsstufe, zwischen biologischer und mechanischer Produktion, im Gebirgswald wenig sinnvoll oder sogar falsch ist.

Eine weitere Merkmalsgruppe umfasst die Abhängigkeit von spezifischen Einsatzbedingungen und den «Zwang», die Maschinen auszulasten. Die Erschliessungsverhältnisse, das Gelände, die Witterung, der Holzanfall, der Sortimentsauftrag sowie die Standortsbedingungen sind bestimmende oder teilweise auch anzupassende Faktoren bei der Wahl eines Ernteverfahrens. Auf der Waldstrasse einzusetzende Aufarbeitungsmaschinen (Prozessoren) benötigen für einen wirtschaftlichen Einsatz Holzmengen von 15 000 bis 25 000 m<sup>3</sup>/Jahr. Es ist aber zu bedenken, dass nicht in jedem Fall volle Auslastungen anzustreben sind. Es ist vielmehr ein sauberer Kostenvergleich mit den bisherigen Verfahren anzustreben; das Resultat kann im Extremfall

ergeben, dass die Nutzungen nur noch mit diesen Maschinen durchgeführt werden können. Geringe Holzanfälle pro Hiebsort verlangen eine grössere Mobilität. Voraussetzungen sind gute Erschliessung und eher kleine, einfache Aufarbeitungsmaschinen.

Ein weiteres Merkmal sind die waldbaulichen Randbedingungen. Es besteht eine gewisse Tendenz, die waldbaulichen Aktivitäten auf die Holzernte abzustimmen. Räumlich geordnete, regelmässige Streifenhiebe oder sogar Streifenkahlhiebe entsprechen den Einsatzbedingungen von Seilsystemen am ehesten. Bei der Verlagerung der Entastung, Ablängung und der Entrindung aus dem Bestand und der damit verbundenen Ganzbaumbringung ist abzuklären, inwieweit der Biomasseentzug verantwortet werden kann. Hier ist es Aufgabe des Waldbauspezialisten, den möglichen Spielraum örtlich festzulegen und die Grenzen abzustecken. Es kann sich aber kaum darum handeln, die Wälder und die Waldbauverfahren an die Maschinen anzupassen. Vielmehr ist der Einsatz «waldgerechter» Maschinen anzustreben.

Ein weiteres Merkmal ist das Bestreben, die Holzausbeute zu verbessern und Sortierungsgewinne zu erzielen. Holzhöfe bieten hier eine Lösung an, die vor allem durch den «Verkauf nach Mass» höhere Holzpreise ermöglicht.

Viele Aspekte (Arbeitserleichterung, bessere Holzausbeute, grundsätzliche technische Möglichkeiten) sprechen für eine Verlagerung der Teilarbeiten Entasten, Entrinden und Ablängen auf die Waldstrasse oder auf zentrale Aufarbeitungsplätze der holzverarbeitenden Industrie. Bei der Holzhauerei lassen sich dabei wesentliche Leistungssteigerungen erzielen, gleichzeitig wird die Arbeit erleichtert und die Arbeitssicherheit erhöht. Die Waldstrasse wird vermehrt zum Aufarbeitungsplatz, gewinnt somit an Bedeutung, ist aber letztlich auch hierzu wieder Voraussetzung.

Von grösster Bedeutung für die Zukunft der Holzernte im Gebirge ist die «Renaissance» der Bringung mit Seilsystemen. Es werden Trassenlängen zwischen 250 m und maximal 600 m angestrebt. Wenn immer möglich ist bergauf, im Kopfhochverfahren, zu arbeiten. Mobilseilkräne sind dazu die geeigneten Mittel, vorausgesetzt, dass eine entsprechende Erschliessung vorhanden ist. Wo letztere fehlt, ist nach wie vor der konventionelle Schwerkraft-Seilkran über längere Distanzen einzusetzen. Mit dem Rücken längerer Sortimente (fallende Längen, Baumlängen) samt Ästen (Vollbäume, Ganzbäume) nehmen die Rückeschäden bei sonst gleicher Arbeitsweise zu, beim Ganzbaumverfahren zum Beispiel bis zu 25 %. Hieraus ist deutlich zu ersehen, dass nicht bloss die Sortimentslänge oder der Beauftragungszustand geändert werden können. Parallel müssen auch spezielle Seillinenverfahren entwickelt und in der Forstpraxis eingeführt werden.

Zusammenfassend sind in *Tabelle 1* die Klassifikationsmerkmale der Holzernteverfahren zusammengestellt und stichwortartig beschrieben. Für die Holzernte im Gebirgswald stellt sich die Frage, welche dieser Verfahren in irgendeiner Form anwendbar sind.

Tabelle 1. Zusammenstellung der Klassifikationsmerkmale von Holzernteverfahren.

Klassifikationsmerkmale		Beschreibung		Verfahren
Ausformungsgrad des Holzes beim Rücken	Sortimentsstück wird gerückt			Sortimentsverfahren
	Ganzer Stamm wird gerückt (ohne Äste)			Stammverfahren
	Ganzer Baum (abgezopft oder mit Giebel) wird gerückt (mit Ästen)			Baumverfahren
Mechanisierungsstufen	Fällen und Aufarbeiten Rücken	motormanuell maschinell		teilmechanisiert
	Fällen Aufarbeiten und Rücken	motormanuell maschinell		hochmechanisiert
	Fällen, Rücken und Aufarbeiten	maschinell		vollmechanisiert
Ort der Aufarbeitung zum Sortiment	Auf Bestandesfläche			Sortimentsverfahren
	Auf Waldstrasse			Stammverfahren Baumverfahren
	Auf zentralem Aufarbeitungsplatz			Stammverfahren Baumverfahren

Ausschliesslich aus der Sicht der Arbeitsproduktivität und der Arbeitserleichterung betrachtet sind das Baum- oder Stammverfahren mit hochmechanisierter Aufarbeitung zum Sortiment auf der Waldstrasse anzustreben.

Nach *Löffler* (2) ist es künftig «vor allem in den Industrienationen ohne den Einsatz technischer Mittel nicht mehr möglich, die zur Erhaltung und Pflege des Waldes notwendigen Arbeiten auf wirtschaftliche Weise oder überhaupt durchzuführen». Die künftige Entwicklung der Mechanisierung hat Rücksicht zu nehmen – und dies vor allem in unserem Gebirgswald – auf die Kleinflächigkeit der Arbeitsfelder; Systeme und Maschinen mit kleiner Leistung, jedoch geringerer Empfindlichkeit gegen die unterschiedliche Auslastung werden bessere Aussichten haben als mobile Grossaggregate. Dabei sind Arbeiten, die nicht zwingend im Bestand ausgeführt werden müssen, auf die Waldstrasse oder auf stationäre Anlagen der holzverarbeitenden Industrie zu verlagern. Wenn wir weiterhin die waldbaulichen Ziele erreichen wollen, so müssen wir von diesen Tatsachen und Merkmalen Kenntnis nehmen und mit der entsprechenden Konsequenz handeln, Anpassungen vornehmen und ganz sicher bestimmte Gewohnheiten zugunsten neuer Organisationsformen fallen lassen.

### 3. Einige Grundlagen für die Holzernte im Gebirgswald der Schweiz

Um moderne Holzernteverfahren auf ihre Anwendbarkeit im Gebirgswald der Schweiz überprüfen zu können, müssen vorerst die gegebenen

Verhältnisse einigermassen bekannt sein. Unter Gebirgswald werden im folgenden die öffentlichen und privaten Waldungen der Produktionsregionen «Voralpen», «Alpen» und «Alpensüdseite» verstanden (3, 4).

Die Einsatzmöglichkeiten bestimmter Holzerntemittel werden durch die Geländebeziehungen und die Nutzungsmöglichkeiten entscheidend beeinflusst. Die produktiven öffentlichen und privaten Waldflächen der Produktionsregionen «Voralpen», «Alpen» und «Alpensüdseite» werden deshalb in funktionelle Geländeklassen aufgeteilt. Pro Klasse wird die gegenwärtige und zukünftige Nutzung geschätzt. Die Geländeklassen sind auf die Holzernteverfahren und besonders auf die Rückemittel ausgerichtet (*Tabelle 2*).

*Tabelle 2.* Geländeklassen.

<i>Geländeklasse (Neigung)</i>	<i>Beschreibung</i>
Traktorbefahrbares Gelände (0–25 %)	Gelände befahrbar auf Rückegassen
Seilwindengelände (25–60 %)	Gelände befahrbar auf Maschinenwegen
Seilkrangelände (> 60 %)	Gelände nicht befahrbar Einsatz von Seilsystemen

Die Geländeklassen wurden aus Neigungsklassen (4, 5) abgeleitet. Für die Rückearbeiten ist die Bodenbefahrbarkeit von massgebender Bedeutung. Ein Teil der Neigungsklasse 0–25 % ist wegen schlechter Bodenträgfähigkeit nicht befahrbar. Ebenso kann ein Teil der Neigungsklasse 25–60 % wegen mangelnder Bodenstabilität und -trägfähigkeit nur mit grossem Aufwand mit Maschinenwegen erschlossen werden. Diese «Korrekturflächen» wurden in *Tabelle 3* geschätzt und der Geländeklasse «Seilkrangelände» zugeordnet.

*Tabelle 3.* Anteil «Seilkrangelände» in den Neigungsklassen 0–25 % und 25–60 % (geschätzt).

<i>Produktionsregion</i>	<i>Neigungsklasse %</i>	<i>Anteil «Seilkrangelände» (Flächen-%)</i>
Voralpen	0–25	33
	25–60	20
Alpen	0–25	15
	25–60	20
Alpensüdseite	0–25	—
	25–60	15

Als Grundlage für weitere Überlegungen und Berechnungen (Holzanfall, Erschliessungsbedürfnisse, Kapazitäten) dienen die in *Tabelle 4* zusammengestellten Flächenanteile der einzelnen Geländeklassen. Öffentlicher Wald einerseits und öffentlicher und privater Wald zusammen anderseits werden unterschieden.

*Tabelle 4.* Produktive Waldfläche der einzelnen Geländeklassen.

Produktionsregion und Waldbesitz	Gesamtfläche (ha)	Geländeklassen		
		Neigung 0–25 % (ha)	Neigung 25–60 % (ha)	Neigung > 60 % (ha)
<b>Voralpen</b>				
– öffentlich	92 000	22 080	39 010	30 910
– öffentlich und privat	180 000	43 200	76 320	60 480
<b>Alpen</b>				
– öffentlich	238 000	26 300	79 970	131 730
– öffentlich und privat	287 000	31 710	96 430	158 860
<b>Alpensüdseite</b>				
– öffentlich	83 000	7 470	33 860	41 670
– öffentlich und privat	115 000	10 350	46 920	57 730

Aus dem Zuwachs und der gegenwärtigen effektiven Nutzung werden die Maximal- und Minimalwerte für die Nutzung in den einzelnen Produktionsregionen hergeleitet. Das anfallende Arbeitsvolumen und die notwendigen Arbeitsmittel können aus dieser Nutzungsprognose abgeleitet werden. In *Tabelle 6* und *Abbildung 1* sind die Schätzungen für den «öffentlichen Wald» und den «öffentlichen und privaten» Wald zusammen dargestellt. Die zugrundeliegenden Zuwachs- und Nutzungswerte sind aus *Tabelle 5* ersichtlich.

*Tabelle 5.* Effektive Nutzung und Zuwachs pro Produktionsregion.

Produktionsregion und Waldbesitz	Zuwachspotential (m <sup>3</sup> /ha, Jahr)	effektive Nutzung (m <sup>3</sup> /ha, Jahr)
<b>Voralpen</b>		
– öffentlich		4,56
– öffentlich und privat	5,9	4,35
<b>Alpen</b>		
– öffentlich		1,92
– öffentlich und privat	3,2	1,82
<b>Alpensüdseite</b>		
– öffentlich		0,68
– öffentlich und privat	2,6	0,54

*Tabelle 6.* Schätzung der jährlichen Nutzungen (möglich und effektiv) nach Produktionsregionen, Geländeklassen und Waldbesitz.

Produktionsregion und Waldbesitz	Gesamtnutzung (m <sup>3</sup> /Jahr)	Nutzung pro Geländeklasse		
		Neigung 0 – 25 % (m <sup>3</sup> /Jahr)	Neigung 25 – 60 % (m <sup>3</sup> /Jahr)	Neigung > 60 % (m <sup>3</sup> /Jahr)
Voralpen				
E öffentlich	420 000	100 000	180 000	140 000
E öffentlich und privat	780 000	190 000	330 000	260 000
Z öffentlich	540 000	130 000	230 000	180 000
Z öffentlich und privat	1 060 000	250 000	450 000	360 000
Alpen				
E öffentlich	450 000	50 000	150 000	250 000
E öffentlich und privat	520 000	60 000	170 000	290 000
Z öffentlich	760 000	80 000	260 000	420 000
Z öffentlich und privat	920 000	100 000	310 000	510 000
Alpen Südseite				
E öffentlich	55 000	5 000	20 000	30 000
E öffentlich und privat	60 000	5 000	25 000	30 000
Z öffentlich	220 000	20 000	90 000	110 000
Z öffentlich und privat	300 000	30 000	120 000	150 000

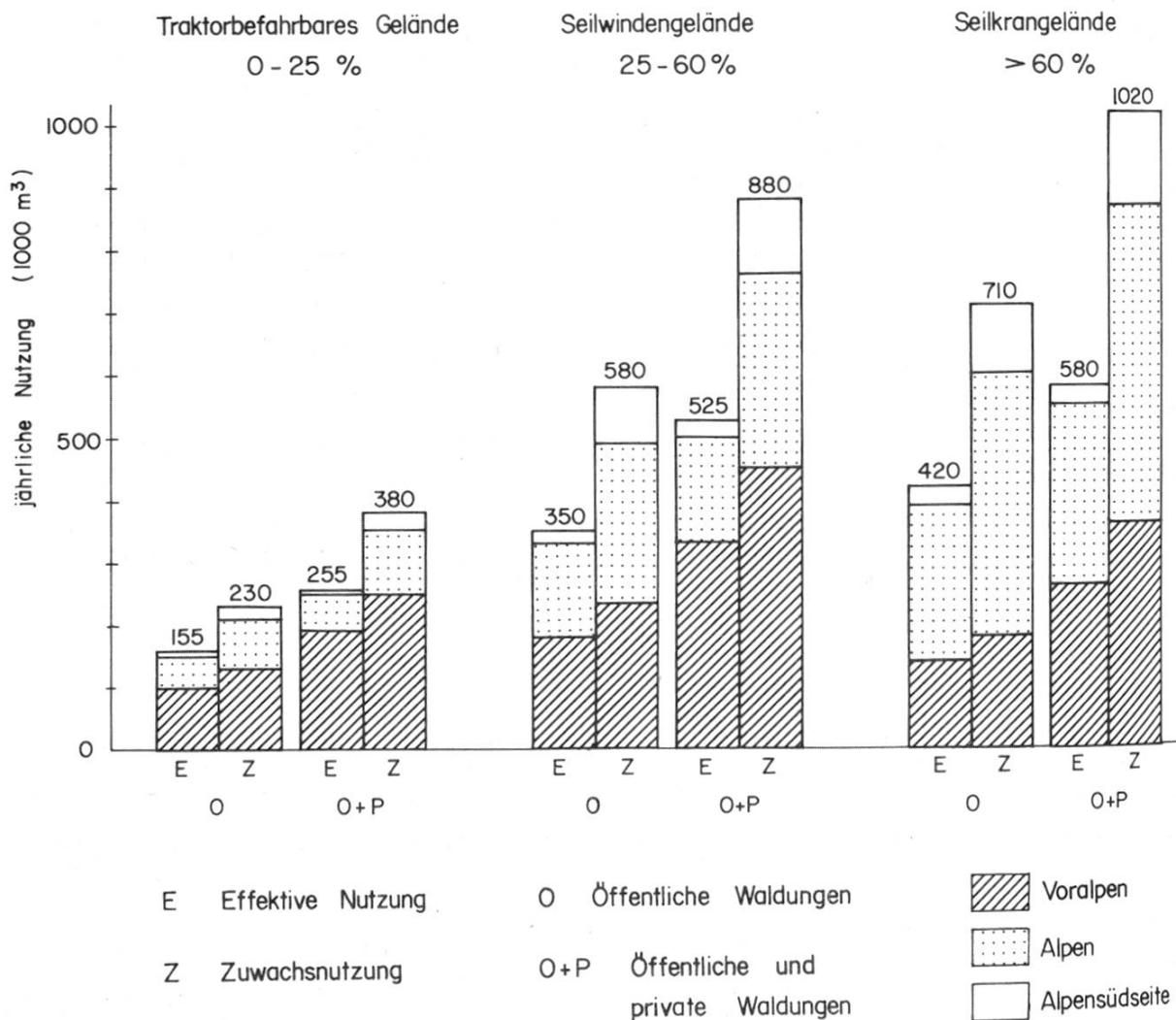
E = effektive Nutzung / Z = Zuwachsnutzung / öffentlich = öffentlicher Wald / privat = privater Wald

Die Maximalwerte, d. h. die Nutzung des gesamten Zuwachses, können nur dann erreicht werden, wenn sämtliche Waldungen optimal erschlossen und die entsprechenden Holzernteverfahren anwendbar sind. Somit erhalten diese Daten den Charakter von langfristig anzustrebenden Zielgrössen.

Die aktuellen Erschliessungsverhältnisse sind in *Tabelle 7* dargestellt. Auch hier musste für die Kennziffer «Strassendichte» eine Klassifikation vorgenommen werden, vor allem auch im Hinblick auf das noch zu ermittelnde Ausbauvolumen. Die ausgeschiedenen Erschliessungsklassen sind folgendermassen definiert:

- Erschliessungsklasse < 5 m<sup>1</sup>/ha (im Mittel 2 m<sup>1</sup>/ha):  
Das Waldgelände ist praktisch unerschlossen; zur Holznutzung müssen Langstreckenseilkräne, Seilbahnen oder Helikopter eingesetzt werden.
- Erschliessungsklasse 5 – 15 m<sup>1</sup>/ha (im Mittel 10 m<sup>1</sup>/ha):  
Der theoretische Strassenabstand beträgt 700 – 2000 m; Bodenrückung ist nur möglich, wenn Rückegassen oder Maschinenwege vorhanden sind; im steilen Gelände müssen Langstreckenseilkräne eingesetzt werden.

Abbildung 1. Schätzung der jährlichen Nutzungsmengen pro Geländeklasse.



- Erschliessungsklasse 15 – 35 m<sup>1</sup>/ha (im Mittel 25 m<sup>1</sup>/ha):  
Der theoretische Strassenabstand beträgt 300 – 700 m; Bodenrückung ohne Rückegassen oder Maschinenwege ist unzweckmässig; der Einsatz von Mobilseilkränen ist zweckmässig.
- Erschliessungsklasse 35 – 65 m<sup>1</sup>/ha (im Mittel 50 m<sup>1</sup>/ha):  
Der theoretische Strassenabstand beträgt 150 – 300 m; die Bodenrückung ist direkt von der Strasse aus möglich; es kann gereistet werden; der Einsatz von Mobilseilkränen (im schwachen Holz auch von Hebeschleifzügen) ist zweckmässig.
- Erschliessungsklasse > 65 m<sup>1</sup>/ha:  
Der theoretische Strassenabstand ist kleiner als 150 m; es kann ausschliesslich Bodenrückung mit der Traktorseilwinde direkt von der Strasse aus durchgeführt werden.

Tabelle 7. Verteilung der Waldfläche nach Erschliessungsklassen und Produktionsregionen (4).

Erschliessungsklasse (m/ha)	Produktionsregionen		
	Voralpen (Flächen-%)	Alpen (Flächen-%)	Alpensüdseite (Flächen-%)
< 5	18	19	58
5–15	29	38	32
15–35	31	35	7
35–65	19	7	3
> 65	3	1	—

Diese Erschliessungsklassen lassen sich in zwei Gruppen zusammenfassen (siehe *Tabelle 7*):

- In Gebirgswäldern mit einer Strassendichte unter 35 m<sup>1</sup>/ha werden zum Rücken des Holzes zweckmässigerweise Seilsysteme eingesetzt.
- In Gebirgswäldern mit einer Strassendichte über 35 m<sup>1</sup>/ha soll im Bodenzug mit Traktorseilwinden gerückt werden.

Ein weiteres – hier letztes – Merkmal zur Beurteilung der Holzernte ist der gegenwärtige Stand der Mechanisierung. Dieser lässt sich für die schweizerische Forstwirtschaft im allgemeinen und für den Gebirgswald im speziellen leider nur sehr pauschal und ungenau feststellen, im Gegensatz etwa zur österreichischen Forstwirtschaft, wo eine forsttechnische Erhebung sehr detailliert über den jeweiligen Stand und die Entwicklung der Mechanisierung Auskunft gibt (6).

Der Stand der Mechanisierung kann am besten anhand der eingesetzten Rückemittel beurteilt werden. Aus der Betriebszählung 1975 (3) lässt sich folgendes entnehmen (*Tabelle 8*):

Tabelle 8. Verteilung der gerückten Holzmenge nach Rückemitteln für die Voralpen und Alpen (3).

Rückemittel	Holzmenge (m <sup>3</sup> /Jahr)	(%)
Seilanlagen	350 000	39
Transporter und Forstraktoren	300 000	33
Reisten	200 000	22
Pferd	50 000	6
Total	900 000	100

Die in *Tabelle 8* aufgeführten Holzmengen wurden zur Hauptsache im Sortimentsverfahren genutzt. Unter dem Begriff «Seilanlagen» sind vorwiegend die konventionellen Gravitationsseilkräne mit Schlittenwinden (zum Beispiel Baco, Wyssen) zu verstehen, aber auch einfachere Geräte mit stationären Seilwinden (teilweise Bodenzug). Bemerkenswert ist der immer noch grosse Anteil an gereistem Holz, obwohl dieses Verfahren aus der Sicht der Arbeitssicherheit und wegen der meist häufigen Schäden am verbleibenden Bestand und am gerückten Holz doch eher fragwürdig ist.

#### 4. Erschliessung als notwendige Voraussetzung für eine Mechanisierung im Gebirge

Um die zukünftigen Erschliessungsbedürfnisse abschätzen zu können, werden folgende Annahmen getroffen:

- Minimale Erschliessung für «traktorbefahrbares Gelände» und «Seilwindengelände»  $35 \text{ m}^1/\text{ha}$
- Minimale Erschliessung für «Seilkangelände»  $15 \text{ m}^1/\text{ha}$

Aus *Tabelle 7* ist ersichtlich, wieviel Prozent der Waldfläche mit weniger als  $35 \text{ m}^1/\text{ha}$  bzw. weniger als  $15 \text{ m}^1/\text{ha}$  erschlossen sind. Es sind dies in den Voralpen 78 % bzw. 47 %, in den Alpen 92 % bzw. 57 % und auf der Alpensüdseite 97 % bzw. 90 % der Waldfläche.

Die Erschliessungsklassen « $< 15 \text{ m}^1/\text{ha}$ » und « $< 35 \text{ m}^1/\text{ha}$ » weisen folgende durchschnittlichen Erschliessungsdichten auf (4):

- Voralpen und Alpen  $7 \text{ m}^1/\text{ha}$  bzw.  $15 \text{ m}^1/\text{ha}$
- Alpensüdseite  $4 \text{ m}^1/\text{ha}$  (beide Klassen!)

Aus den obigen Daten kann eine Grunderschliessung abgeleitet werden, die den Verfahren «Traktor» und «Seil» optimal angepasst ist. In Zukunft sollte danach noch etwa folgendes Strassenbauprogramm ausgeführt werden:

- Voralpen  $2100 \text{ km}$
- Alpen  $3100 \text{ km}$
- Alpensüdseite  $2300 \text{ km}$

Gegenwärtig werden jährlich rund 500 km Waldstrassen gebaut; in Zukunft kann mit einem reduzierten jährlichen Bauvolumen von 400 km gerechnet werden. Die 7500 km könnten somit in den nächsten 20 Jahren erstellt werden. Eine von der Erschliessung her optimale Bewirtschaftung dürfte nach dem Jahr 2000 möglich sein. Danach ergeben sich folgende Gesamtlängen und durchschnittlichen Strassendichten:

- Voralpen  $6150 \text{ km}$   $34 \text{ m}^1/\text{ha}$
- Alpen  $8100 \text{ km}$   $28 \text{ m}^1/\text{ha}$
- Alpensüdseite  $3600 \text{ km}$   $31 \text{ m}^1/\text{ha}$
- Gesamter Gebirgswald  $17850 \text{ km}$   $31 \text{ m}^1/\text{ha}$

Diese Werte sind als Maximalwerte anzusehen. Eine Ausdehnung der Seilverfahren in die Geländeklasse «Seilwindengelände» zieht eine Reduktion der geforderten Strassendichte von minimal 35 m<sup>1</sup>/ha auf minimal 15 m<sup>1</sup>/ha nach sich. Unter der Annahme, in der Geländeklasse «Seilwindengelände» würde ausschliesslich mit Seilsystemen gearbeitet, sind in der Zukunft noch etwa folgende Waldstrassen neu zu bauen:

- Voralpen 1200 km
- Alpen 1750 km
- Alpensüdseite 1350 km

Diese eher theoretischen Werte weisen zusammen mit den vorangegangenen Schätzungen auf die minimalen und maximalen Erschliessungsbedürfnisse hin.

## 5. Schlussbemerkungen

Die Holzernte ist im Gebirgswald das wesentliche Mittel zur Erreichung der waldbaulichen Ziele; nur durch die Holzerntemassnahmen erfolgt die Pflege der Bestände.

Gemessen am Gesamtaufwand pro ha für die Holzproduktion beträgt der zeitliche Aufwand für die Holzernte 77 %, der kostenmässige Aufwand noch 63 %; rund zwei Drittel von Arbeitszeit und Kosten entfallen in den Gebirgsforstbetrieben also auf die Holzernte.

Die Ziele einer erfolgreichen Rationalisierung der Holzernte müssen deshalb lauten:

- Reduktion des Arbeitskräfteaufwandes,
- Erhöhung der Maschinenkapazitäten,
- Verlagerung stark belastender und gefährlicher Teilarbeiten der Holzhauerei aus der Bestandesfläche auf die Waldstrasse oder auf zentrale Aufarbeitungsplätze.

Die Grundlage zur Verwirklichung dieser Zielsetzungen bildet ein Erschliessungs- und Holzerntekonzept für die öffentlichen und privaten Waldungen der Voralpen, Alpen und der Alpensüdseite:

- In den Waldungen mit 0 – 25 % Neigung, im noch befahrbaren Waldgebände, ist mit Forstraktoren und Bodenzugseilwinde von der Waldstrasse und von Rückegassen aus zu arbeiten; dieses Gebiet umfasst eine Waldfläche von 85 000 ha mit einer Jahresnutzung von 250 000 fm.
- In den Waldungen mit 25 – 60 % Neigung ist mit Forstraktoren und Bodenzugseilwinde und/oder mit Mobilseilkränen von der Waldstrasse und von Maschinenwegen aus zu arbeiten; dieses Gebiet umfasst eine Waldfläche von 220 000 ha mit einer Jahresnutzung von 600 000 fm.

- In den Waldungen mit mehr als 60 % Neigung ist ausschliesslich mit Seiltransystemen von der lastwagenbefahrbaren Strasse aus zu arbeiten; dieses Gebiet umfasst eine Waldfläche von 280 000 ha mit einer Jahresnutzung von 700 000 fm.

Zur Realisierung dieses Konzeptes muss eine bestimmte Grunderschliessung vorhanden sein; in Zukunft sind hiefür noch folgende Strassen zu erstellen:

- In den Voralpen rund 2100 km
- In den Alpen rund 3100 km
- Auf der Alpensüdseite rund 2300 km

Diese Werte sind als Maxima zu betrachten, da eine Ausdehnung des Anteils der Seilsysteme in die Neigungsklasse 25 – 60 % eine Reduktion der Wegedichte zur Folge hat, aber gleichzeitig eine Erhöhung der Holzerntekosten verursacht.

Im stark geneigten Gelände und auch für Starkholznutzungen ist der Einsatz mobiler Seilsysteme zu fördern:

- Einsatzdistanzen 300 bis 400 m
- 1 Mobilseilkran und 1 Traktor und insgesamt 4 Mann
- Gesamtleistung 7 fm/h
- Kosten für die Seilrückung etwa Fr. 30.– bis 40.– pro fm
- Investitionsbedarf für Mobilseilkran ohne Traktor: rund Fr. 300 000.–

Unter gleichzeitiger Förderung der konventionellen, bisher eingesetzten Seilkräne sollte im Gebirgsraum eine Mobilseilkrankapazität von 40 bis 50 Anlagen aufgebaut werden. Für einfachere Geländeverhältnisse sowie für Privatwaldgebiete und für Durchforstungen schwächerer Bestände eignen sich leichtere Kippmastgeräte als Anbaugeräte an die Dreipunktehydraulik landwirtschaftlicher Traktoren:

- Investitionsbedarf ohne Traktor maximal Fr. 50 000.–
- Bringungskosten etwa Fr. 30.– bis Fr. 40.– pro fm

Um für diese neuen Mittel die notwendigen Einsatzstunden und die entsprechende Menge Holz als Kostenträger zu erhalten, ist der überbetriebliche Einsatz unerlässlich. Kopfbetriebe oder spezielle regionale Maschinenbetriebe sollten ihre Dienstleistungen anbieten, unterstützt durch Organisations- und Investitionshilfen regionaler Waldwirtschaftsverbände und Forstreservekassen.

## Résumé

### Quelques fondements et conditions préalables à la mécanisation de l'exploitation des bois en forêt de montagne

L'exploitation des bois en forêt de montagne est le moyen essentiel permettant d'atteindre les buts sylvicoles; ce n'est qu'au travers des mesures destinées à la récolte que se réalisent les soins aux peuplements.

Les buts d'une rationalisation efficace de l'exploitation des bois sont:

- réduction des besoins en main d'œuvre,
- augmentation du taux de capacité des machines,
- déplacement des manœuvres exigeantes sur la route forestière.

La base pour la réalisation de ces buts est constituée par un concept de dévestiture et d'exploitation des bois à l'intention de la forêt de montagne:

- dans les boisés avec pente de 0—25 %, le travail doit s'effectuer au moyen de tracteurs forestiers et de treuils, à partir de la route forestière et des layons de débardage; ce territoire renferme une surface boisée de 85 000 ha avec une récolte annuelle de 250 000 m<sup>3</sup>.
- dans les boisés avec pente de 25—60 %, le travail doit se réaliser avec tracteurs forestiers et treuils et/ou avec des câbles-grues mobiles depuis la route forestière et les pistes pour tracteurs; ce domaine comporte une superficie boisée de 220 000 ha avec une exploitation annuelle de 600 000 m<sup>3</sup>.
- dans les boisés avec plus de 60 % de pente, le travail doit se faire exclusivement au moyen de systèmes de câbles-grues à partir de la route accessible aux camions; ce domaine compte une surface boisée de 280 000 ha avec une exploitation annuelle de 700 000 m<sup>3</sup>.

Pour permettre la réalisation de ce concept, une certaine dévestiture de base s'avère nécessaire; à l'avenir, les routes suivantes doivent encore être construites à cet effet:

- dans les Préalpes env. 2100 km
- dans les Alpes env. 3100 km
- au Sud des Alpes env. 2300 km

Simultanément à un encouragement des câbles forestiers conventionnels utilisés jusqu'à ce jour, une capacité de 40—50 installations de câbles-grues mobiles devrait être mise sur pied dans le domaine alpin.

Pour des conditions topographiques plus simples, ainsi que dans les régions à forêts privées et les éclaircies dans des peuplements à plus faibles dimensions, il est indiqué d'utiliser les mâts articulés plus légers, adaptés au système hydraulique triple des tracteurs agricoles.

Afin de pourvoir ces nouveaux moyens d'un nombre d'heures d'utilisation suffisant, ainsi que d'une quantité de bois correspondante pour la répartition des frais, il est indispensable de recourir à une mise en service dans plusieurs entreprises. Des entreprises pilotes ou des entreprises mécanisées spécialisées à l'échelon régional devraient offrir leurs services, soutenues par des participations aux organisations ou des aides sous forme d'investissements de la part des sociétés forestières régionales et des fonds de réserve forestiers.

Traduction: *E. Zürcher*

### *Literatur*

- (1) *Holzwieser, O.*, 1982: Holzerntekonzepte für den Gebirgswald aus der Sicht der Österreichischen Bundesforste. Schweiz. Z. Forstwes., 133 (1982) 8: 711 – 726
- (2) *Löffler, H.*, 1978: Zur Mechanisierung der Forstwirtschaft in den Ländern der EG. Forstw. Cbl. 97, 109 – 116
- (3) Eidgenössische Betriebszählung 1975, 1977, Statistische Quellenwerke der Schweiz, Heft 584
- (4) *Speich, A.* und *Brassel, P.*, 1980: Strukturelle Merkmale der öffentlichen Forstbetriebe der Schweiz. EAFV-Bericht, 210
- (5) *Kuonen, V.*, 1979: Generelle Erschliessungsplanung. Unterlagen zur Vorlesung, ETHZ
- (6) *Meyr, R.*, 1981: Entwicklung der Mechanisierung in der österreichischen Forstwirtschaft. Allg. Forstztg. 92, 2, 251 – 257