

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Forstverein
<b>Band:</b>	125 (1974)
<b>Heft:</b>	1
<b>Artikel:</b>	Umweltfreundliche Maschinen für den Bergwald
<b>Autor:</b>	Pestal, E.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-766212">https://doi.org/10.5169/seals-766212</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:** 20.01.2026

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

## **Umweltfreundliche Maschinen für den Bergwald**

Von E. Pestal, Wien

Oxf.: 307

*Es ist eine Grenze gezogen für die Grösse der Dinge. Wenn sie zu gross oder zu klein werden, verlieren sie ihre natürliche Wirksamkeit. Entweder gehen sie völlig ihrer Eigenart verlustig, oder sie werden zerstört.*

*Aristoteles, 4. Jh. v. Chr.*

Die weltweite Expansion der Industrie fordert von der Rohstoffproduktion, insbesondere von der Forstwirtschaft, mehr zu liefern, als die Natur auf Dauer herzugeben bereit ist. Bei uns in Mitteleuropa befinden sich Wald und Verarbeitungsindustrie fast durchweg in der Hand verschiedener Besitzer. Daher konnten Verantwortungsbewusstsein und Traditionverbundenheit von Waldbesitzern und Forstleuten bisher schwere Einbrüche verhindern. Wo sich aber Wald und Industrie im gleichen Eigentum befinden, trifft der Druck den Wald unvermittelt. Das Gesetz der Industrie ist hart und zielt in erster Linie auf den kurzfristigen, maximalen Gewinn. Diese Situation bedeutet für die Forstwirtschaft in aller Welt eine Gefahr. Wenn wir nämlich heute dem Zwang der Industriegesellschaft zur Ausbeutung der Natur allzu sehr nachgeben, wird sie uns später, wenn sich die Folgen einstellen, ein zweites Mal brauchen: als Sündenböcke für die gemachten Fehler. Wir hätten es wissen müssen, wird man uns sagen, dass es so nicht geht!

Dabei sind wir Forstleute in Mitteleuropa noch in einer relativ günstigen Lage, denn wir finden bei unseren Waldbesitzern und in der Öffentlichkeit für unseren Standpunkt Verständnis. Viel schwerer ist das Los unserer skandinavischen oder nordamerikanischen Kollegen, die in industrie eigenen Wäldern arbeiten und den Wald nach Industriegrundsätzen bewirtschaften müssen, wohl wissend, dass dies auf die Dauer unmöglich ist und zum Ruin des Waldes führt. Der Aussenstehende sieht nur die grossen Maschinen und macht sie für alle Schäden verantwortlich. Der Eingeweihte aber weiß, dass die Forsttechnik nur ein Instrument der jeweiligen Auffassung vom Walde ist.

## 1. Forsttechnischer Situationsbericht

Bisher konnte die mitteleuropäische Forsttechnik dem Zwange nachgeben, der von steigenden Löhnen und abnehmenden Arbeiterzahlen ausging, und durch Rationalisierung der Holzernte einen Anstieg der Holzpreise weitgehend abfangen. Bekanntlich zählten die Rundholzpreise im vergangenen Jahrzehnt zu den stabilsten, und der im laufenden Jahr erfolgte Anstieg kam nicht von der Produktionsseite, sondern vom Weltmarkt als Folge der Inflationsangst und der Flucht in die Sachwerte.

Heute ist der verantwortliche Forsttechniker vor allem im Gebirge vor eine neue Situation gestellt. In Ebene und Hügelland mögen manche Vorstösse gegen bewährte Waldbaugrundsätze von der Natur hingenommen werden, im Gebirge wird die Sache problematisch.

«Die ich rief, die Geister, die werd' ich nun nicht los», lässt Goethe den Zauberlehrling rufen, und fast scheint es, als ob sich die Forstwirtschaft in grossen Teilen der Welt in einer derartigen Lage befinden würde. Es ist gleichgültig, welches internationale Forstjournal man durchblättert: Immer übertrumpft ein Erzeuger den anderen an PS-Zahl und Grösse der Maschinen, und sogar innerhalb der gleichen Firma gehört es schon dazu, dass der Folgetyp immer etwas stärker ist als der vorhergehende. Die Forsttechnik scheint weithin von der Gigantomanie befallen.

Einstmals hat man uns gelehrt: Je weiter man nach Süden geht, um so mehr gewinnen in der Waldbewirtschaftung die biologischen Motive die Oberhand. Bewegen wir uns nordwärts, sind die technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte massgebend. An dieser Auffassung ist sicher viel Wahres, aber so wie man sie heute praktiziert, kann es nicht lange gutgehen. Die Grossflächennutzung, mit der man heute beispielsweise in Schweden die Holzernte einbringt, muss jeden mitteleuropäischen Forstmann in Sorge versetzen. Vor etwa 15 000 Jahren haben sich in Südschweden die Gletscher der letzten Eiszeit zurückgezogen; die nachfolgende warmfeuchte Periode hat den glattgeschliffenen kaledonischen Granit mit Vegetation überzogen, die Findlingsblöcke mit Moos, Myrtillus und kleinen Bäumchen bedeckt. Die frühere schwedische Forstwirtschaft hat diesen Zustand zu erhalten vermocht. Noch vor 25 Jahren bestand die schwedische Holzernte zu über 50 Prozent aus Vornutzungen; man verhinderte nach Möglichkeit die grossflächige Freistellung des Bodens. Heute säbeln die Grosserntemaschinen auf Kahlschlagflächen von 60, ja 80 ha alles verwertbare Holz nieder. Wo die Maschinen nicht hinkönnen, bleibt ein Waldschopf stehen, «aus Naturschutzgründen» heisst es, und bevor ihn ohnehin der Sturm umwirft, wird er womöglich noch schnell als Titelbild für eine Forstzeitschrift photographiert (vgl. Skogen, 6/73).

Weithin werden Findlingsblöcke und Felspartien der prallen Sonne ausgesetzt, das Moos verdorrt, Bodenpilze und Bakterien arbeiten die humose

Substanz auf, Nitrat und Nitrite werden ins Grundwasser abgeschwemmt und lösen in der Wasserversorgung der Siedlungen Giftalarm aus. Nach Abfallen der Moosdecke bleichen die Findlingsblöcke und Gletscherschroffen wie Gebeine urzeitlicher Tiere. Dabei wären so grosse Kahlflächen gar nicht nötig. Die Maschinen sind gut und recht beweglich und müssten auch auf kleinen Schlägen, ja sogar bei Femel- und Schirmschlag rentabel sein. Wenn man aber so grossflächig weiterarbeitet, wird die herrliche schwedische Waldlandschaft langsam wieder nacheiszeitliche Formen annehmen.

Auch die Alpen verdanken ihre heutige Form den Eiszeiten. Die Schesa war einst ein Bächlein, über das sich die Mähder laut Chronik den Wetzstein reichen konnten. Erbstreitigkeiten und deren einvernehmliche Lösung durch Grosskahlschlag im Jahre 1796 rissen im diluvialen Schutt, aus dem ja bekanntlich viele unserer Talflanken bestehen, eine Geländewunde auf, die man mit einem guten Theodoliten vom Mond aus sehen könnte. Vor Eingreifen der Wildbachverbauung war die grösste Tiefe unter dem ursprünglichen Niveau bis 220 m, der 60 ha grosse Bruchkessel verschlang die Fläche mehrerer Bauernhöfe, der Schuttkegel bedeckte etwa 80 ha Talgrund und hätte einen «Bludenzer See» aufgestaut. Der Bodensee wäre bis Bregenz zugeschüttet. Man kann die Sache nicht mit dem Hinweis abtun, das sei eben ein bedauerlicher Einzelfall, der zur Katastrophe auswuchs. Wir wissen nicht, wie viele solche «Tretminen» noch in den schweizerischen und österreichischen Alpen liegen, in Form labiler Moränenhänge und rutschgefährdet, durch tiefe V-Täler unterschnittener Flyschberge. Fehler in der Waldbewirtschaftung können sie jederzeit in Bewegung bringen und in der Folge mehr als nur einen See zuschütten.

Wir sind vorsichtig geworden und betrachten die aus Nordamerika eingebrachten oder nach dortigem Vorbild in Europa entwickelten Grosserntemaschinen mit Skepsis, und diese Einstellung hat einen sehr realen Hintergrund. In Nordamerika entstand nämlich in den letzten Jahren als Antithese gegen die Übermechanisierung und Überrationalisierung eine starke Umweltschutzbewegung. Anfangs haben beispielsweise die Papierfabrikanten nur gelächelt, als die These verbreitet wurde, farbige Servietten seien umweltschädlich. Die Mode wäre stärker, meinten sie. Als sie die Produktion einstellen mussten, waren sie eines Besseren belehrt!

Wir haben es wiederholt erlebt, wie in Nordamerika entstandene Bewegungen positiver und negativer Art innerhalb weniger Jahre nach Europa übergriffen. Damit dürften auch wir schon in Kürze einer machtvollen, von Nichtfachleuten geführten und politisch verbrämten Umweltschutzbewegung gegenüberstehen, die alle Bereiche der Wirtschaft erfasst und gewiss auch der Forstwirtschaft in die Zügel greift. Wie alle Bewegungen dieser Art wird auch diese anfangs über das vernünftige Ziel hinausschiessen. So legen wir in Österreich bereits darauf an, durch verfeinerte Sprengverfahren, Längsausgleich des anfallenden Materials und rasche Böschungsbegrünung dem Um-

weltschutz entgegenzukommen. Selbstverständlich suchen wir auch zu verhindern, dass Arbeitsmaschinen in Umlauf kommen, die Wald und Boden schädigen und für den Umweltschutz eine Provokation darstellen müssten.

Die Umweltschutzbewegung kommt weder unerwartet noch unlogisch. Sie bedeutet die natürliche Reaktion auf den zu weit gegangenen technischen Fortschritt, der heute die Menschheit bereits mehr belästigt, als er ihr nützt. Damit hat der Umweltschutz für den Forstmann sogar gewisse sympathische Züge, und man wird seinen Bestrebungen lieber schon im voraus Rechnung tragen und damit verhüten, dass er zum Umweltfanatismus ausartet.

## 2. Allgemeine Maschinenausstattung

Die speziell für den Bergwald bestimmten Maschinen werden eingerahmt von einem Kranz von Forstmaschinen, die sich für die gesamte Forstwirtschaft bewährt haben. Diese sollen hier nicht im Detail behandelt, wohl aber generell bewertet werden. An erster Stelle sind die Motorsägen zu erwähnen, und zwar vor allem die vibrationsgedämpften Typen mittlerer Motorstärken und Schwertlängen. Für die Durchforstung kommen allenfalls noch Minisägen in Frage; bei der Endnutzung soll dagegen die Aufspaltung in eine

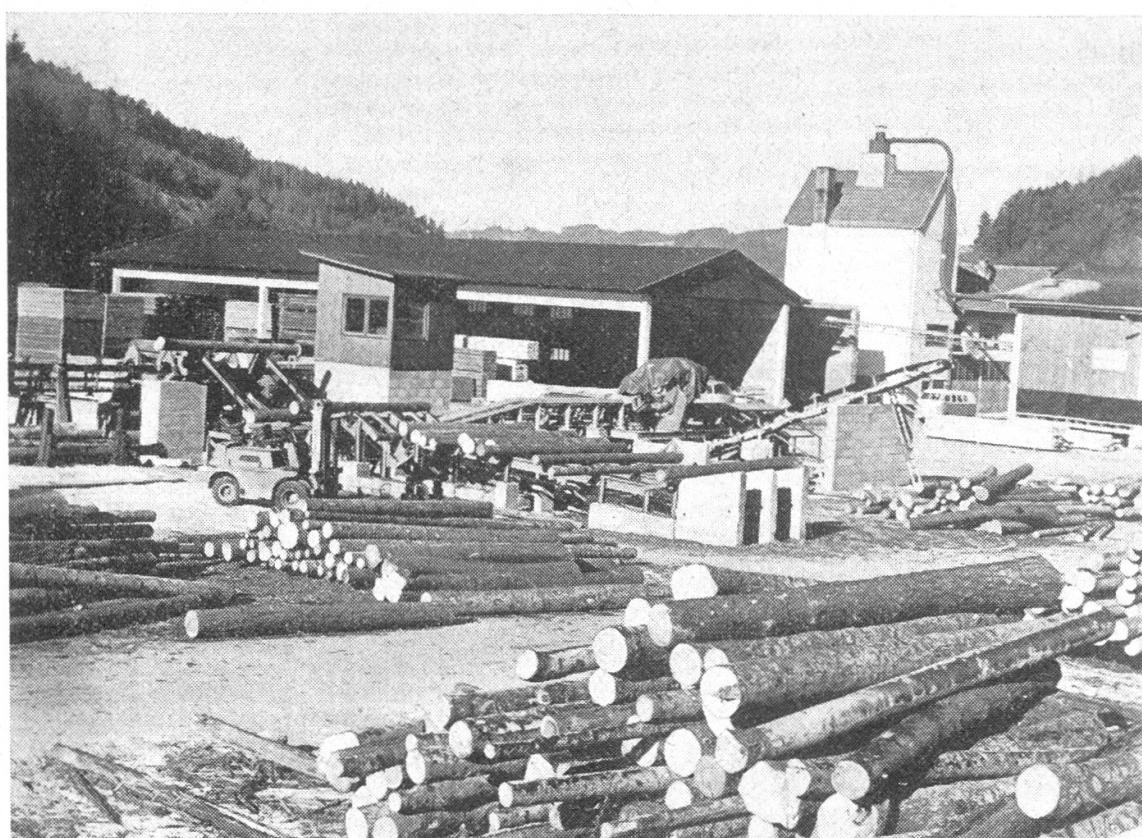
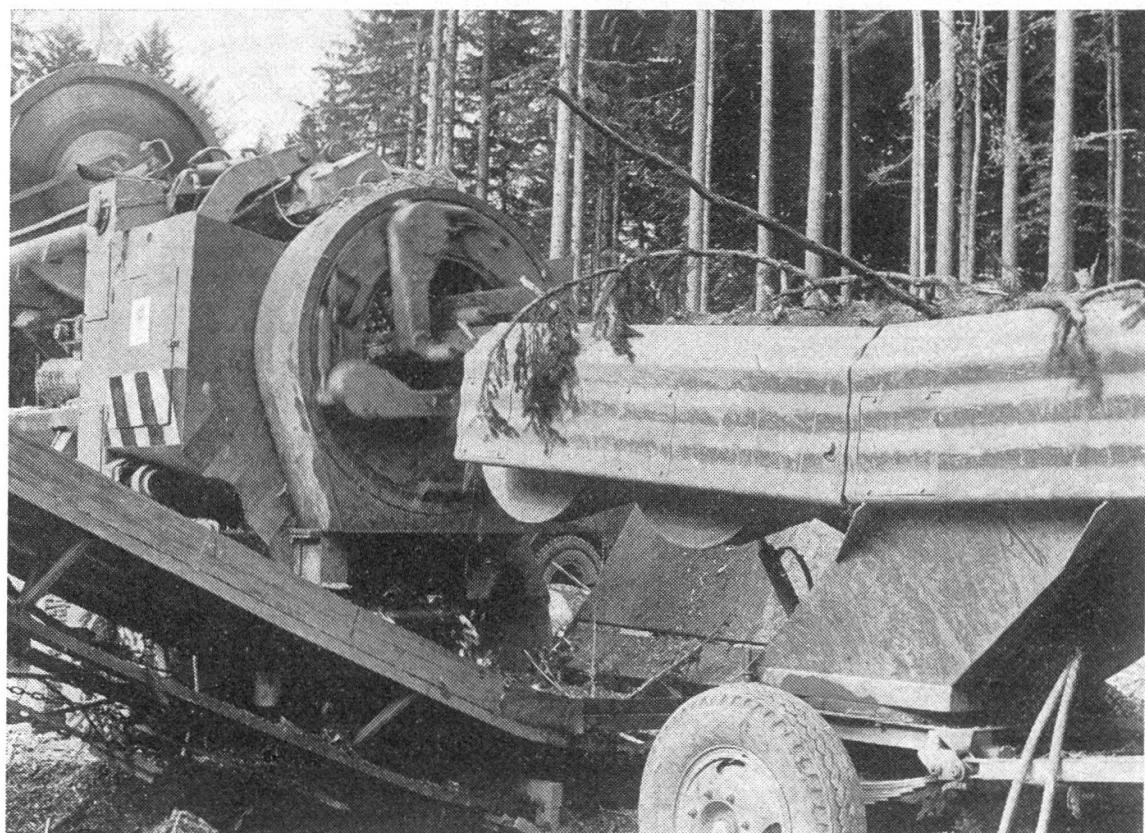


Abbildung 1. Die im Holzhof fixmontierte Entrindungsmaschine ermöglicht ohne Beugung waldbaulicher Grundsätze eine Optimierung der Holzernte und höchste Qualitätsausbeute. (Holzhofsägewerk Seier, Schlatten, Niederösterreich)

grössere Fäll-/Ablängsäge und eine kleine Entastungssäge eher vermieden werden. Das Vorhandensein einer Kleinsäge veranlasst, die gesamte Entastung mechanisch zu besorgen, und das führt zu Gesundheitsschäden. Ist nur ein einziger Motorsägentyp mittlerer Schwertlänge am Arbeitsort, wird sich der Waldarbeiter eher entschließen, die schwächeren Äste — genauer gesagt, soweit sie sich mit einem einzigen Axthieb entfernen lassen — auch wirklich mit der Axt abzuhauen. Das ist gut so, denn die Axtarbeit treibt das Blut in den Adern und ist das natürliche Mittel gegen Vasoneurose, die allgemein als Weissfingerkrankheit bezeichnet wird, sich aber leider nicht auf die Finger beschränkt.

Aus dem gleichen Grund sollen hydraulische Fällkeile vermieden werden, denn auch das Keilen ist Kraftarbeit und dient demselben Zweck. Es wäre sinnlos, den Waldarbeiter, der früher zuviel Kraftarbeit leisten musste und dadurch gesundheitlich litt, heute durch Blutstockung in den Haargefässen invalid werden zu lassen. Die Lösung liegt am Mittelweg.

Die Messerentastung, wie sie in der borealen Nadelwaldzone gebräuchlich ist, wird vom mitteleuropäischen Holzkäufer als unzureichend empfunden und erfordert regelmässig Nacharbeit von Hand. Ausserdem haben massgebende Gebirgswaldbauer grundsätzliche Bedenken gegen die Entfer-



*Abbildung 2.* Die Entastungsmaschine System Auböck ist technisch zwar gut, die Vollbaumernte wird jedoch vom Waldbau begründet abgelehnt.

nung der Äste aus dem Nährstoffkreislauf des Waldes vorgebracht. Dies führte dazu, dass auch das vorzügliche Entastungssystem nach Oberforstrat *F. Auböck* im Gebirgswald in erster Linie für Sonderfälle und bei der Aufarbeitung von Kalamitätshölzern zum Einsatz vorgesehen ist.

Entrindungsmaschinen sind für das Gebirge ebenso wichtig geworden wie für Flach- und Hügelland. Dabei ist die Kosteneinsparung durch die Maschinenentrindung weniger bedeutsam als der Qualitätsgewinn durch Frischholzabfuhr. Ab 50 Prozent Hangneigung lässt sich das Holz bereits in Rinde reisten, schwächere Stangen allerdings nur bei nassem Wetter. Anfangs wehren sich die Walddarbeiter gegen das Reisten in Rinde, weil es etwas langsamer abläuft. Aber gerade das ist in waldbaulicher Hinsicht ein Vorteil, denn damit sinken auch die Schäden am verbleibenden Bestand. Dass Radschlepper und Seilgeräte das Holz mit nur geringen Mehrkosten in Rinde erfassen können, dass die Verteuerung des Strassentransportes bei unseren Transportentfernungen gering ist, braucht keine nähere Begründung.

Hier muss aber die Frage behandelt werden, welche Entrindungsmaschinen zu empfehlen sind und wo sie stehen sollen. Es gibt eine Unzahl kleiner Entrindungsgeräte — mobile, traktormontierte, handgeführte —, doch wenn man das Problem von Grund auf lösen will, bleiben nur zwei Typen übrig. Für das Industrieholz ergibt die Trommelentrindung die niedrigsten Entrindungskosten bei bester Entrindungsqualität. Die Entrindungstrommel steht grundsätzlich am Werklagerplatz. Viele mitteleuropäische Papierfabriken wehren sich noch gegen diese Tatsache, doch ihr Wunsch, das Holz wie bisher, womöglich noch in Meterlängen und entrindet, zum gewohnten Preis ins Werkgelände gelegt zu bekommen, ist unerfüllbar. Da helfen keine noch so geschickt formulierten Gegenargumente in den Papierzeitschriften: In einigen Jahren kommt in der Hauptsache nur mehr Holz in Rinde zu den Fabriken. Wir haben das gleiche in Skandinavien erlebt; in grosser Zahl liegen die dortigen Untersuchungen über Rindenprozente, Umrechnungsfaktoren und ähnliches auf, doch schon bevor sie zum Druck kamen, waren sie von den Tatsachen überholt.

Für das Sägeholz haben sich die stationären Entrindungsmaschinen auf Lochrotorbasis am besten bewährt. Die meistverwendete Durchgangsweise ist 65 cm, bei vorherrschender Plenter- und Femelwirtschaft sollten 75 cm Rotorlichten bevorzugt werden. Mobilentrindungsmaschinen haben nicht die erhofften finanziellen Erfolge gebracht; die häufigen Umstellungen bedeuten grossen Zeit- und Geldverlust. Sie erschweren die Forstorganisation, weil der Förster die ganze Waldarbeit nach dem stets wechselnden Standort der Entrindungsmaschine ausrichten und bei Verzögerungen oder Störungen umdisponieren muss. Ausserdem verleiten die fixen Kosten pro Aufstellung zu einer gewissen Hiebkonzentration, die waldbaulich unerwünscht ist. Wir sind heute in Österreich vorwiegend der Ansicht, dass sich die Optimierung von Holzernte und Holztransport ohne Beugung waldbaulicher Grundsätze am

besten mit fixmontierten Werkentrindungsmaschinen erreichen lässt. Viele grosse Forstverwaltungen haben Holzhöfe errichtet, die unmittelbar neben forsteigenen Sägen liegen. Die Rentabilität dieser Einrichtungen liess die Säger nicht schlafen, und so werden heute auch die meisten gewerblichen Sägen von 15 000 fm Jahresverschnitt aufwärts durch Einbau von Lochrotoren holzhofmässig ausgebaut. Wer heute von den österreichischen Bundesforsten Holz kaufen will, der muss es — von Ausnahmen abgesehen — in Rinde nehmen. Damit sind die Entrindungsmaschinen in manchen Gebieten für die Säger existenzentscheidend geworden und werden schon herab bis zu 8000 fm Jahresverschnitt eingebaut. In solchen Fällen wird jedoch ohne automatische Sortierung und elektronische Messung gearbeitet, und zwar meist mit reiner Digitalsteuerung. Für Baustangen und Masten haben sich fixmontierte Lochrotoren mit 35 bis 45 cm Durchgangsweite eingeführt.

Auch in der Schweiz fehlen zunehmend die Waldarbeiter für die Waldentrindung, sogar die bäuerliche Arbeitskraft wird rar. Da aber nur wenige Grossbetriebe vorhanden sind, die sich nach dem Holzhofsystem mit forsteigenen Sägen etablieren können, wird sich das Schwergewicht der mechanischen Entrindung auf die gewerblichen Sägen verlagern, und das dürfte wohl alle Betroffenen am besten befriedigen.

### **3. Spezialmaschinen für den Bergwald**

Mit dem vorangegangenen Abschnitt ist der Rahmen gegeben, in den die für den Gebirgswald charakteristische Maschinenausstattung eingefügt werden kann. Dabei wird grundsätzlich vermieden, aufgrund von technischen Spitzenmaschinen ein Idealbild zu zeichnen, das für die schweizerische Besitzstruktur undurchführbar ist. Daher werden — ausgehend von den Besttypen — auch die weniger spektakulären, aber dennoch unter bestimmten Verhältnissen wirtschaftlichen Geräte gestreift. Bei der grossen Zahl der vorhandenen Maschinen kann die nachfolgende Beschreibung nur die Systeme erfassen, nicht aber die einzelnen Modelle.

#### *3.1 Radschlepper*

Obwohl für den Bergwald Seilgeräte charakteristisch sind, werden hier die Radschlepper zuerst behandelt, denn sie arbeiten am billigsten, machen der Betriebsführung am wenigsten Arbeit, und der Waldarbeiter bevorzugt sie, wo immer es geht.

Auch für den Gebirgswald besitzen Knickschlepper das beste Konzept und bringen höchste Tagesleistungen bei niedrigsten Festmeterkosten. Nachdem über dieses Thema vor kurzem im Augustheft der schweizerischen Zeitschrift «Die Walddarbeit», Solothurn, eine Spezialabhandlung erschienen ist, dürfen die technischen und wirtschaftlichen Details als bekannt vorausgesetzt werden.

Leider sind Knickschlepper sehr «gefrässig»; unter etwa 10 000 Jahresfestmetern geben sie sich nicht gerne zufrieden. Wie viele Forstbetriebe in der Schweiz werden sich solche Zugmaschinen halten können? Und wenn man die Rückung dem Unternehmer überlässt, gibt man dann nicht unnötig viel vom Gewinn ab, den der Wald auch ganz gut brauchen könnte? Wir haben in Tirol, das strukturell der Schweiz ähnlich ist, diesbezügliche Erfahrungen gesammelt. Vorwiegend sind es die bereits mit Entrindungsmaschinen ausgestatteten Sägen, welche die Knickschlepperrückung vorantreiben. Begreiflich, denn Knickschlepper ermöglichen die Frischholzrückung in Rinde und voller Länge, und das ist die Voraussetzung für höchste Wertausbeute.

Bezüglich Knickschleppereinsatz im Gebirge sind zwei Fragen aufgetreten, die noch nicht einhellig beantwortet sind. Die erste ist betriebswirtschaftlicher Art: «Welcher Anteil der Waldfläche ist knickschlepperfahrbare?» Da mir hierzu schweizerische Ausgangsdaten fehlen, will ich den Verlauf der in Österreich durchgeföhrten Erhebungen schildern.

Die Neigungsgrenzen für den Einsatz von Knickschleppern werden heute wie folgt angegeben:

- bis 50 Prozent: normaler Einsatz;
- bis 60 Prozent: bei trockenem Wetter und festem Boden;



Abbildung 3. Zum Wenden am Steilhang verankert sich der Knickschlepper mit seinem Windenseil an einem oberhalb stehenden Baum und beschreibt, um diesen rückwärtsstossend, einen Halbkreis (ÖBF Grossreifling, Steiermark).

bis 70 Prozent: als Ausnahme im Urgestein auf Heidelbeerfilz (jedoch wegen Gefahr nervlicher Überlastung des Fahrers nur kurzfristig)

Hangneigungen über 50 Prozent können nur mit Last talwärts befahren werden, von 60 Prozent aufwärts müssen überdies die Äste zwecks Bremung am Stamm belassen werden. Talwärts-Leerfahrten sind in solchen Neigungen zu vermeiden. Für die Leerbergfahrt sind nach Möglichkeit entsprechend flachere Auffahrtspisten festzulegen.

Generell haben sich die Knickschlepper von Anfang an vergleichbaren Rückungsmitteln als überlegen gezeigt, schlagartig die vorher unrentable Laubholznutzung wieder wirtschaftlich gemacht und im Nadelholz neue vorteilhafte Arbeitsketten (zum Beispiel Holzhof- und Erntezugsystem) eingeleitet. Die Möglichkeit der Befahrung mit Knickschleppern wurde eine wichtige Grenze für die Wirtschaftlichkeit der Holznutzung überhaupt. Daher hat man im Zuge der Forstinventur die Hangneigungen genauer überprüft, und es ergab sich das frappierende Resultat, dass 82,5 Prozent der Wirtschaftswaldfläche eine Hangneigung von unter 30 Grad (58 Prozent) aufweisen und somit potentiell knickschlepperfahrbare seien.

Leider war die Freude der Waldbesitzer über dieses Ergebnis verfrüht, denn die Forstinventur erfasste die mittleren Hangneigungen, während für den Schleppereinsatz das «Kleinrelief», also die innerhalb des Hanges vorkommenden steilsten Stellen, massgeblich ist. Damit reduziert sich der angegebene Prozentsatz des knickschlepperfahrbaren Geländes auf etwa 55 bis 58 Prozent der Wirtschaftswaldfläche. Diese Zahl bezieht sich auf die technische Einsatzfähigkeit. Da aber 49,6 Prozent der österreichischen Waldfläche Bauernbesitz ist, der nur ausnahmsweise durch unternehmereigene Knickschlepper bearbeitet wird, vermindert sich das derzeit effektiv technisch und betriebswirtschaftlich erreichbare Einsatzgebiet der Knickschlepper auf etwa 30 Prozent der österreichischen Wirtschaftswaldfläche. Da Bauernwälder in Zuwachs und Ertrag nur die halbe Flächenleistung der Gross- und Mittelbetriebe erreichen und die nicht knickschlepperfahrbaren Hoch- und Steillagen in der Regel niedrigere Bonitäten darstellen, steht den Knickschleppern mit einem Flächenanteil von 30 Prozent etwa 45 Prozent des österreichischen Gesamteinschlages offen.

Die zweite Frage ist technischer Art. Der Knickschlepper kann in der Falllinie steil bergauf und bergab fahren, doch bei Querhangfahrt kommt er leicht zum Kippen oder Abgleiten. Was ist zu tun, wenn der Steilhang nicht von hinten oder von der Seite her auf flacherer Piste angefahren werden kann und keine flachere Stelle zum Wenden auffindbar ist? In diesem Fall bleibt der Knickschlepper in der Falllinie stehen, das Windenseil wird einige Meter weit in der Schichtlinie ausgezogen und an einem Baum oder Stock befestigt. Nach Anspannen des Windenseiles fährt der Schlepper um den Verankerungspunkt einen 180-Grad-Bogen und steht an dessen Ende fahr-

bereit mit dem Motor nach unten. Gegen Kippen schützt ihn sein eigenes Windenseil. Sollten in dem hierbei beschriebenen Halbkreis Bäume stehen, die nicht gefällt werden dürfen, ist das obige Verfahren nur mit Doppelwinde anwendbar und etwas zeitraubend.

So vorteilhaft Knickschlepper auch sein mögen, man kann sie einer Bäuer mit einigen hundert Hektaren Waldbesitz nicht recht empfehlen, da sie wie Mähdrescher fast ein Dreivierteljahr im Schuppen stehen würden. Wenn aber meine Beobachtungen in der Schweiz zutreffen, erkennen manche Waldgemeinden den Vorteil der Leitung durch einen Forstwirtschaftsführer, und wo die Waldflächen der Einzelgemeinde zu klein sind, tun sich mehrere unter gemeinsamer Leitung zusammen. Diese Tendenz schafft optimale Voraussetzungen für Knickschlepper, die in der Regel die üblichen Rückungskosten halbieren und darüber hinaus das Anfangsglied neuer, vorteilhafter Arbeitsketten darstellen.

Im übrigen werden forstlich adaptierte Radschlepper, die sowohl am Acker als auch im Walde entsprechen, wohl noch auf längere Zeit das breite Mittelfeld der Betriebe beherrschen. Hier ist zu erwähnen, dass die mit zusätzlichem Vorderantrieb, verstärkten Differentialen, Überschlagverdeck und wenn nötig auch Ringstollenketten ausgestatteten traditionellen Schlep-



Abbildung 4. Mit Allradantrieb und Ringstollenketten überwinden auch traditionelle Schlepper bedeutende Steigungen. Die Kuxmann-Rückezange befähigt sie außerdem zur Rückung von Langschläften. (ÖBF Ort, Oberösterreich)

per so geländegängig geworden sind, dass sie unter günstigen Verhältnissen die Bergabrückung in der Fallinie bis 40 Prozent Hangneigung bewältigen, und zwar mit Rinde; die stärkeren Typen schaffen es sogar in Schaftlänge. Letzteres ist aber nicht nur ein technisches, sondern besonders bei plenter- und femelartiger Nutzung auch ein waldbauliches Problem. So zweckmäßig beispielsweise die Kuxmann-Rückezange ist, die Schäden am verbleibenden Bestand steigen bei Einzelstammnutzung mit zunehmender Holzlänge stark an. Vorderhand lassen wir in solchen Fällen am Hiebort nach Käuferwunsch ausformen, aber nur auf Doppel- oder Dreifachlängen abschneiden. Das sind in der Regel Längen von 10 bis maximal 14 m. Damit kommt man — wie das Beispiel FD Stift Admont beweist — im Naturverjüngungsbetrieb auch im Hochgebirge recht gut durch.

Für die Rückung kürzerer Stammabschnitte hat sich der Steyr-Rückewagen bewährt. Er stellt eine gebirgsgängige Weiterentwicklung des S&R-Rückewagens nach Oberförster Helm dar, ist etwas kräftiger und relativ querhangstabil.

Generell wäre zu fordern, dass jeder forstlich verwendete Radschlepper die Zugkraft seiner Winde aus eigener Bodenadhäsion aufbringen soll, so dass sich eine zusätzliche Verankerung an Bäumen oder Stöcken erübriggt.



Abbildung 5. Der Steyr-Rückewagen lässt sich ohne viel Zeitverlust an der Dreipunkthydraulik von Ackerschleppern befestigen und wird in land-/forstwirtschaftlichen Mischbetrieben zunehmend verwendet. (FV Stift St. Paul, Kärnten)

Dies bedeutet nicht nur eine Arbeitserleichterung und -beschleunigung, sondern vermindert auch die Schäden am verbleibenden Bestand. Am besten ist es, wenn der Schlepper bei belasteter Winde — also unter Zug — verfahren werden kann. Ausserdem wird das Holz im Regelfall ja nicht am Unterhang abgelegt, sondern nach dem Aufseilen eine gewisse Strecke am Weg vorgezogen und sortiert. Ein Schlepper, der infolge zu geringen Eigengewichtes verankert werden muss, ist hierzu ausserstande und bleibt eine halbe Lösung.

### 3.2 Seilgeräte

Durch die Pionierarbeit von *Wyssen, Bütkofer, Steinlin, Bachmann und Küpfer* ist die Schweiz zum Eldorado des forstlichen Seiltransports geworden, und es sollen daher anschliessend nur einige in Österreich entwickelte Neuerungen näher behandelt werden. Der Tiroler Bauernsohn *J. Koller* aus Kufstein hat eine bemerkenswerte Vereinfachung in der Konstruktion automatischer Seilkranlaufwagen zuwege gebracht, die ihm zu guten Exporterfolgen verhalf. Der Koller-Automat erfüllt alle geforderten Funktionen, ist aber so einfach, dass man ihn sogar nach eventuellem Absturz relativ leicht reparieren kann, und das wird besonders in Entwicklungsländern geschätzt.

Die Linie der Seilkrane mit geschlossenem Zugseil, auch Seilbahnkrane genannt, wird im Gebirge nur für Vollbaumrückung verwendet, die aus verschiedenen Gründen nicht allgemein wünschenswert erscheint. Die Reihe

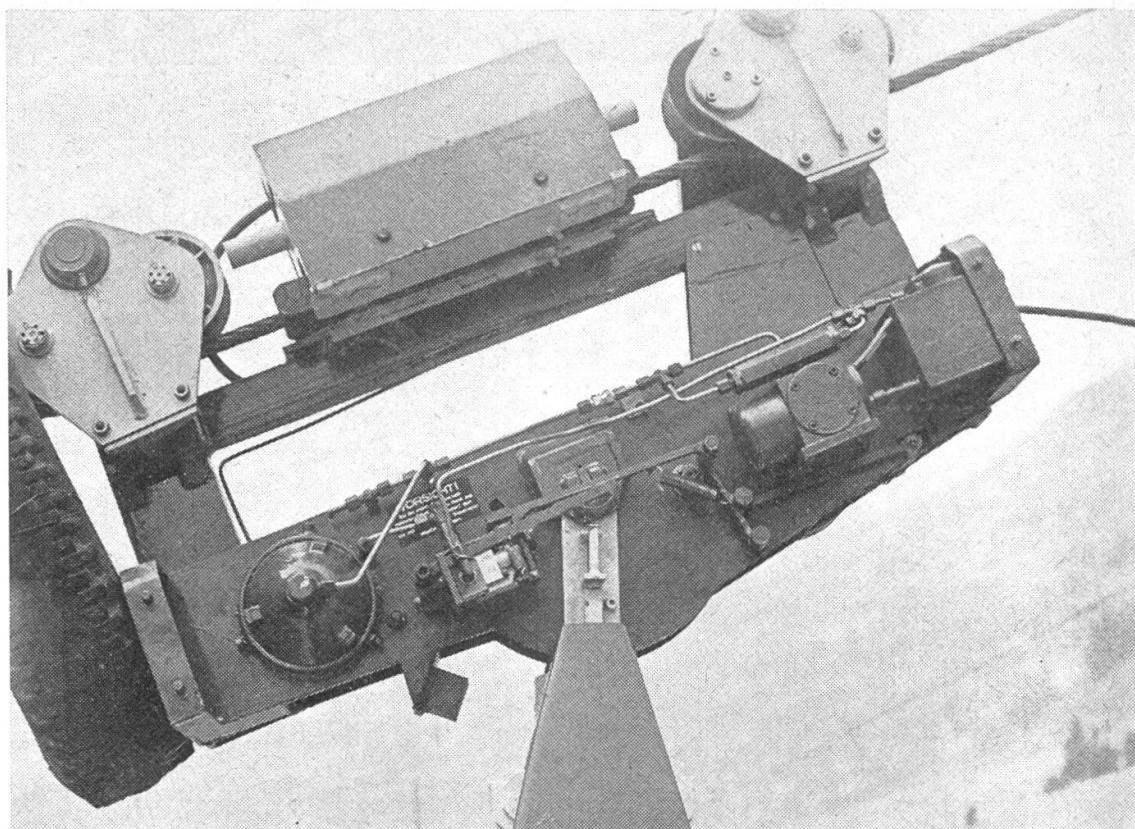


Abbildung 6. Der Koller-Automat überrascht durch seine Einfachheit. (Matrei, Osttirol)

wurde von den Ingenieuren *Schönholzer* (Spiez) und *Lörtscher* (Frutigen) begonnen, in Österreich durch den Forstingenieur *Seidl* fortgeführt und durch eine Allianz der Firmen *Hinteregger* (Villach) und *Bachmann* (Thun) in den Entwicklungsländern eingeführt, wo durch fehlende Grundaufschlüsselung lange Seilförderstrecken über Berg und Tal zu überwinden sind. Im schweizerischen und österreichischen Gebirgswald ist aber die Wegerschlüsselung so weit gediehen, dass in der Regel alle Wälder mit gleichsinnig geneigten Seilkrantrassen erfasst werden können.

Nachdem also die Lang- und Mittelstreckenseilkranne in System und Anwendung als ausreichend bekannt und die Seilbahnkrane als für uns wenig wichtig definiert sind, bleiben in erster Linie die Kurzstreckenseilkranne zu behandeln, die neuerdings vor allem in Form der Kippmastseilkranne für die mitteleuropäischen Gebirgswälder immer wichtiger werden.

Voraussetzung für den Einsatz von Kippmastseilkranen ist das Vorhandensein eines ausgebauten Hangwegnetzes mit Wegabständen von möglichst nicht über 400 m. In der Regel steht das Windenaggregat am oberen Trasse-Ende, und zwar am Weg selbst in einer vorher (zweckmäßig mittels kleiner Planierraupe) geschaffenen Bucht. Zur Beschleunigung der Montage und Demontage ist das gesamte Antriebs- und Windenaggregat am Plateau eines Unimog mit langem Radstand aufgesetzt. Auch Allrad-Lastkraftwagen mit kurzem Radstand — zum Beispiel ausgediente Armeefahrzeuge — haben sich gut bewährt. Als Laufwerk kann jeder beliebige Seilkranwagen benutzt werden; aus Billigkeitsgründen und zur Vermeidung der Manipulation eines Stellapparates empfiehlt sich neuerdings der Koller-Automat. Die Stämme werden am Hiebort auf 8 bis maximal 14 m abgelängt und in Rinde zu Berg gezogen. Bei der Entladestelle erfassst sie — noch bevor sie vom Zughaken gelöst werden — der hydraulische Greifer des nebenstehenden Mobilkrans. In dieser Stellung erfolgt die Aufteilung auf die gewünschten Längen. Anschliessend besorgt der Mobilkran die Zwischenlagerung am Weg oder die Weiterverladung auf die Fahrzeuge der Käufer.

Bezüglich Kippmastseilkran standen wir mehrere Jahre vor einem Rätsel. Rechnerisch musste beispielsweise der Urus der Firma Hinteregger pro Tag seine 70 bis 100 fm schaffen, effektiv kam er in den meisten Fällen über einen Durchschnitt von 35 fm nicht hinaus. Den Forstingenieuren der Hespa-Domäne Wolfsberg ist es gelungen, diese «Ladehemmung» ausfindig zu machen und zu beheben. Das geschah durch die erwähnte Kombination mit einem Mobilkran. Vorher war es unmöglich gewesen, das Holz den Anforderungen des Stückmassegesetzes entsprechend in Mehrfachlängen zurück und erst oben an der Strasse abzulängen. Ausserdem war die bergseitige Entladestelle immer mit Holz verstopft.

Nunmehr haben Kippmastseilkranne in Kombination mit Mobilkranen Tagesleistungen erzielt, die denen von Knickschleppern im Flach- und

Hügelland nicht mehr nachstehen. Ist damit die Diskriminierung des Gebirgswaldes gefallen? Sie wurde gemildert, aber gefallen ist sie leider nicht. Am Knickschlepper rückt ein Mann pro Tag seine 60 bis 90 fm. Beim Kippmastseilkran sind zur Erzielung der gleichen Durchschnittsleistung mindestens drei, meist aber vier Arbeiter nötig. Dazu kommen beim Seilkran die Zeitverluste durch Montagezeiten. In Summe sind die Rückungskosten auch beim besten Kippmastseilkran immer noch die doppelten bis dreifachen des Knickschleppers. Das ist der Preis, den wir für den Gebirgswald zu zahlen haben. Wir könnten ihn weiter senken, wenn wir zu nordamerikanischen Hochleistungsseilkränen mit Teleskopmast und ähnlichem übergehen. Aber hierbei ergeben sich bedeutende Kahlschlaggrößen, die eine Naturverjüngung praktisch ausschliessen. Daher ist dieser Weg versperrt, und es wird nötig, die fixe Mehrbelastung des Gebirgsholzes im Holzpreis zu berücksichtigen.

Es ist noch zu erwähnen, dass der in Österreich meistbenützte Kippmastseilkran Urus dem Arbeitsverfahren nach den Anforderungen des Gebirgswaldes entspricht und bereits an die Schwelle der Serienreife gelangt ist. Unentbehrlich ist aber der Einbau einer Spannungskontrolleinrichtung für das Tragseil, weil gerade beim Kurzstreckenbetrieb im Kopfhochverfahren gerne Überspannungen auftreten. Um Unfälle sicher auszuschliessen, muss das Kontrollgerät im Gesichtsfeld des Maschinisten liegen.

Leider gab es bei Kippmastseilkränen durch Überspannung des Tragseiles und zu steile Abspaltung des Rückemastes unliebsame Überraschungen. Gegen diese kann man sich am besten schützen, wenn man auch kurze Trassen mit dem Wyssen-Kompass absteckt und anschliessend mit Gefällsmesser und Messband einmisst. Auf diese Stunde soll es dem Forstmann nicht kommen, um so mehr, als die hierzu nötigen Grundlagen in der Literatur beschrieben sind und in Försterschulen und Seilkursen gelehrt werden. Allein die Arbeitsbeschleunigung bei der Montage sowie das erhöhte Vertrauen der Arbeiter in ihre Anlage machen die zur Projektierung aufgewendete Zeit mehrfach bezahlt. Der Forstmann erweist seinem Berufsstand keinen guten Dienst, wenn er um die Maschinen einen Bogen macht und sie ausschliesslich dem Arbeiter überlässt. Maschinen sind nun einmal nötig, und wer ihren Einsatz zu leiten imstande und gewillt ist, braucht um seinen Posten nicht besorgt zu sein.

Hier wäre noch ein gutes Stück zu vermerken, das Österreich auf den an sich reich gedeckten Tisch des schweizerischen Seiltransportes legen kann: die aufklappbare Aluminiumseilrolle von Gantner Sulz, Vorarlberg. Bei 3 t zulässiger Belastung erreichte die Rolle in der Prüfmaschine 15 t Effektivbruchlast und dürfte damit auch für die schwersten Stämme des schweizerischen Plenter- und Femelwaldes genügen. Ihr Gewicht von nur 8 kg erleichtert ihren Einsatz besonders im Steilgelände.

### *3.3 Flugbringung*

In Nordamerika werden derzeit mancherorts Ballon- und Helikopterrückung für Gebirgswälder empfohlen. Ich habe diese als ehemaliger Kriegsflieger mit besonderem Eifer verfolgt, doch mein anfänglicher Optimismus musste sich realistischen Erwägungen beugen. Um das europäische forstliche Versuchswesen vor verlorenen Ausgaben zu bewahren, gab ich im «Forstarchiv», Hamburg, 8/72 einen Bericht, den ich hier kurz ergänzen möchte.

Erst hat man in Nordamerika im Sinne der Gewinnmaximierung die Schlepperrückung bis zum Exzess gesteigert. Windenkickschlepper genügten nicht, denn bei ihnen verliert der Fahrer Zeit, weil er zum An- und Abhängen aussteigen muss. Daher wurden Greifknickschlepper entwickelt und mit hydraulischen Zangen ausgestattet. Diese mussten natürlich zu jedem Stamm hinfahren. Weiter ging die Reihe mit Fällknickschleppern, Klemmbankschleppern, Tragknickschleppern. Die Räder wurden immer grösser und griffiger ausgestattet und ähnelten am Ende fast schon Stachelwalzen, wie man sie im forstlichen Strassenbau verwendet. Darf es verwundern, wenn hierdurch grossflächige Gefügestörungen und Kompressionsschäden am Waldboden auftraten?

Auch die Tragseilskidder und Hochschleppwerke erhielten immer höhere und raffiniertere Masten, kräftigere Motoren und stärkere Seile und zerpflügten den Boden derart, dass im Bergland bedeutende Erosionsschäden entstanden. Wir danken insbesondere dem US-Forstdienst für die Offenheit, mit der er über diese Schäden berichtete.

Interessant ist auch der weitere Verlauf. Die im eigenen Land vom Umweltschutz zunehmend behinderten Loggerfirmen verlegten sich darauf, die Entwicklungsländer zu «beglücken», und was sie dort in den labilen tropischen Lateritböden anrichten, ist schlimm. In Nordamerika selbst sprang man von einem Extrem ins andere und forcierte die Flugbringung.

Wie alle Neuerungen hat auch die Flugbringung ihre Stärken und ihre Schwächen. Wirklich vorbildlich sind Management und Propaganda, und es ist gelungen, sich von Anfang an in den Sog der Umweltschutzbewegung zu stellen, die Werbefilme mit Waldblumen und Forellenbächlein zu garnieren; kaum sichtbar sind dagegen die unter den Ballonskiddern entstehenden, oft nicht gerade kleinen Kahlschläge.

Schwach entwickelt ist die wirtschaftliche Seite. Um die Sache überhaupt in Gang zu bringen, stellte der US-Forstdienst das Holz unentgeltlich bei, wenn es mit Hubschrauber oder Ballon gerückt wird. Das würde bei uns weder staatlichen Forstbeamten noch Privatwaldbesitzern einfallen, und es ist gut so. In der Wirtschaft sind Geschenke immer verdächtig; meist dienen sie dazu, irgendeinen Mangel zuzudecken.

Schon unsere bescheidenen Hubschrauberversuche haben gezeigt, dass die Kraftstoff- und Versicherungskosten untragbar hoch und die Zahl der

pro Jahr verfügbaren Einsatztage recht niedrig ist. Die Alpen mit ihren Fall- und Wirbelwinden und den im Kreuzungspunkt atlantischer und mediterraner Wettereinflüsse sehr häufigen, plötzlichen Wetterumschlägen sind für den Holztransport per Hubschrauber kein gutes Einsatzfeld.

Was die Ballonrückung betrifft, habe ich meinen Ausführungen im Forstarchiv eine Kleinigkeit zuzufügen. Ein nordamerikanischer Holzbringungsballon wurde durch Sturm abgerissen und samt Takelung und Verankerungsstöcken über Land getrieben. Hierbei hat er Starkstrom- und Telefonleitungen abgerissen, die Industrie durch Stromausfall zeitweilig lahmgelegt und den Flugverkehr behindert. Wie ein ähnliches Ereignis im dichtbesiedelten Mitteleuropa ausgehen würde, kann sich jeder selbst ausmalen. Demgemäß sind unsere Erwartungen bezüglich Hubschrauber- und Ballonbringung für den europäischen Gebirgswald nahe bei Null.

Um bei uns einer ähnlichen Fehlentwicklung vorzubeugen, empfehlen wir ausschliesslich die relativ pfleglichen Windenknickschlepper mit — bezogen aufs Dienstgewicht — niedriger PS-Zahl. Wo die Hänge zu steil werden, setzen wir unsere Seilkrane ein. So wie der mitteleuropäische Seilkran betrieben wird, stört er den Boden gewiss nicht mehr als der amerikanische Ballonskiddler.

Es gibt allerdings eine Ausnahme, welche uns zwingen kann, technisch-wirtschaftliche Gesichtspunkte den biologischen überzuordnen: die Aufarbeitung von Kalamitätshölzern. Wie unsere Kollegen im norddeutschen Windwurfgebiet bewiesen haben, sind die nordamerikanischen und skandinavischen Holzerntemaschinen geeignet, im Falle der Notwendigkeit zu retten, was zu retten ist. Auch der Erntezug der österreichischen Bundesforste sowie der in Entwicklung befindliche ÖBF-Schwachholzerntezug sind mit Entastungs-Entrindungs-Kombinen ausgestattet, die sich vor allem für die Aufarbeitung von Windwurfhölzern empfehlen.

### Ausblick

Während es bisher möglich war, die mit Steigerung der Löhne entstehende Mehrbelastung durch Rationalisierung der Holzernte abzufangen, wird dies in den kommenden Jahren immer weniger möglich sein, ohne die Grundsätze einer pfleglichen und nachhaltigen Forstwirtschaft zu verletzen.

Nun rät man uns: Wo die Forsttechnik aufhört, muss eben die Produktionssteigerung einsetzen. Man rechnet uns vor, was der Wald alles produzieren könnte. Manche Länder haben grossartige Produktionssteigerungsprogramme proklamiert. Einige derselben entpuppten sich bereits als von einer übermäßig expandierten und vom Rohstoffmangel bedrohten Industrie arrangierte Versuche, das Nachhaltigkeitsprinzip zu durchbrechen. Die für die Zukunft angekündigte Produktionssteigerung sollte wohl in erster Linie die unmittelbar gewünschten Überschlägerungen bemänteln. Daher hat man

über die ungeheuren Kosten und den praktisch nicht zu deckenden Bedarf an Arbeitskräften soweit gehender Produktionssteigerungen niemals viel zu hören bekommen.

Wir sind keine Pessimisten, doch wir bleiben auf dem Boden der Tatsachen. Die wichtigsten und wirksamsten Massnahmen zur Produktionssteigerung sind ordentliche Waldaufschliessung und Waldflege. Jeder Forstmann weiss, wie schwierig diese heute geworden sind, und ist froh, wenn er sie einigermassen zufriedenstellend über die Bühne bringt. Es ist völlig utopisch, zu hoffen, die Produktionssteigerung könne in absehbarer Zeit die bisher von der Forsttechnik getragene Kostensenkung weiterführen.

Das bedeutet, dass früher oder später jede Mehrbelastung des Waldes durch Löhne oder Betriebsmittel via Holzpreis wird in Rechnung gestellt werden müssen. Die Forstwirtschaft kann nicht längere Zeit unter den Gestehungskosten verkaufen, sie hat es aber auch gar nicht nötig. Es hat sich bereits bis in die Wälder hinaus herumgesprochen, dass in der gesamten Weltwirtschaft eine Gewichtsverlagerung vom Verarbeiter zum Rohstoffproduzenten im Gange ist; der Rohstoff wird zunehmend dominant. In einer solchen Phase den Wald zugunsten einer problematischen Überrationalisierung zu schädigen, wäre unklug.

Freilich werden wir nie aufhören, Geräte und Verfahren weiterzuentwickeln und auszufeilen. Der Effekt, den wir dabei erwarten dürfen, zeigt aber abnehmende Tendenz. Den Kollegen, die sich an den technischen Fortschritt so gewöhnt haben wie an den Morgenkaffee, müssen wir Vorsicht empfehlen. Wir nähern uns technisch einer Grenze, deren Überschreitung den Bestand des Waldes gefährden könnte.

Die Vollbaumrückung und die mechanische Entastung, mit denen wir uns — dem Zwang gehorchend, nicht dem eigenen Triebe — aus Arbeitermangel und zwecks mechanischer Bestandesbegründung auseinandersetzen müssen, liegen fürs Gebirge bereits im Grenzgebiet. Es wird sehr genau zu überlegen sein, ob und wo sie noch vertretbar sind. Die auf uns zukommenden Entscheidungen werden wesentlich dadurch beeinflusst werden, ob es der Öffentlichkeit mit dem Umweltschutz ernst ist und Bereitschaft besteht, zur Erhaltung der Waldlandschaft finanzielle Opfer zu bringen.

## Résumé

### *Forêt de montagne et machines sauvegardant l'environnement*

Dans la première partie de son article, l'auteur analyse la situation économique des exploitations forestières de montagne et en tire des conséquences en matière d'utilisation de machines d'une part, de protection de la nature d'autre part. Il met en garde contre toute mécanisation forcée susceptible d'atteindre et de dépasser dans un bref délai les limites au-delà desquelles l'environnement souffrirait de dommages quasi irréparables.

La seconde partie détaille le parc à machines considéré comme raisonnable selon les critères cités plus haut. Outre la présentation de modèles précis, l'auteur s'attache à démontrer les avantages de certains systèmes de récolte, combinaisons de machines, chaînes de production, en s'appuyant sur des expériences faites en Autriche, aux Etats-Unis, en Scandinavie et en Suisse.

Résumé: *J.-P. Sorg*

### *Literatur*

- Arnold, H., und Reithmeier, L.: Vollmechanisierung der Holzernte und Waldbau im Hochgebirge. Allgemeine Forstzeitschrift 5/1970, S. 114—116, München*
- Berglund, B.: Kahlschlagproblem in Südschweden: die unbekannte Gefahr durch Gift aus dem Walde. Bericht nach Untersuchungen von Prof. C. O. Tamm und Mitarbeitern in «Dagens Nyheter» vom 16. 3. 1973*
- Diener, H.: Neue Möglichkeiten einer rationellen Holzernte. Bündnerwald, Chur, Februar 1971, S. 23—34*
- Hafner, F.: Der Holztransport. Österr. Agrarverlag, Wien 1964*
- Hafner, Hartmann, Steinlin, Surber, Wettstein und Mitarbeiter: Maschinen für den Bergwald. Bündnerwald, Chur, Beiheft Nr. 6, Dezember 1956*
- Hamilton, H.: Träume und Wirklichkeit über die nordischen Forste. World-Wood, San Francisco, Mai 1972, S. 2—4*
- Leibundgut, H.: Umweltschutz in der Gebirgswaldwirtschaft. Allg. Forstzeitung, Wien 4/1973, S. 85—88*
- Mayer, H.: Waldbau und Technik im Gebirge. Schweizerische Forstzeitschrift für Forstwesen, Zürich, Januar 1972, S. 12—39*
- Meyr, R.: Schlepper und Zusatzgeräte für die Holzernte im kleineren Forstbetrieb. Allg. Forstzeitung, Wien, 7/1972, S. 179—184*
- Pestal, E.: Seilbahnen und Seilkrane für Holz- und Materialtransport. Verlag Fromme — Österr. Agrarverlag, Wien 1961*
- Pestal, E.: Rationalisierung auf neuen Wegen. Agrarische Rundschau, Wien, Februar 1973, S. 4—8*
- Rose, D. W.: Die Kahlschlagkontroverse in den USA. Der Forst- und Holzwirt, Hannover, 9. 10. 1973, S. 385—387*
- Schleicher, H.: Die Mechanisierung in der Forstwirtschaft. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 6/1969, S. 300—320, Zürich*
- Steinlin, H., und Grammel, R.: Grundfragen der Mechanisierung. Der Forst- und Holzwirt, Hannover, 23. 11. 1967*
- Trzesniowski, A.: Technische Neuerungen für Montage und Betrieb von Seilanlagen, Allg. Forstzeitung, Wien, 5/1971, S. 122*