

FORSTTECHNISCHE INFORMATIONEN

Mitteilungsblatt des

„KURATORIUM FÜR WALDARBEIT UND FORSTTECHNIK“

Verlag Forsttechnische Informationen in Mainz

Postverlagsort 65 Mainz

1 S 2894 E

Herausgeber: Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik

23. Jahrgang

Nr. 11

November 1971

Forstspeziialschlepper und Wegedichte

Dipl. Ing. C. Sc. A. Schlaghamersky

Mechanisch-technische Abteilung des KWF, Buchschlag

1. Einführung

Die Einführung der Forstspeziialschlepper in die mitteleuropäische Forstwirtschaft machte die Untersuchung des Einflusses dieser Maschinen auf die Wegenetzdichte erforderlich (1, 2, 7, 8, 9, 13, 17). In letzter Zeit veröffentlichte SANKT-JOHANSEN (17) auf dem gleichen Gebiet eine interessante Arbeit. Zur Lösung der Frage einer optimalen Wegedichte bringt der Verfasser einige neue Gedanken, mit denen ich mich hier auseinandersetzen möchte. Knickschlepper erreichen im Bestand, auf Rückelinien und Abfuhrwegen höhere Geschwindigkeiten auch mit großer Last als vergleichbare konventionelle Schlepper.

Nach Einführung von Knickschleppern ist eine Überprüfung der bisherigen Kostenvergleichskalkulationen, die dem Ziel der Findung optimaler Wegedichten dienen, notwendig. Die Leistung des Schleppers und dadurch die Wirtschaftlichkeit seines Einsatzes hängt vor allem von den für die Lastenbildung benötigten Zeiten (Seilausziehen, Anhängen, Seilen, Umhängen, Nachseilen), den Fahrt- und Polterzeiten sowie der Größe der Last und den Rückentfernungen ab.

2. Problematik

Bei der Berechnung der optimalen Wegenetzdichte haben manche Autoren nicht nur die Größe der Last hinter dem Schlepper, sondern auch seine Bewegungsgeschwindigkeit im weiteren Sinne berücksichtigt (2). Dabei werden Zeiten für die Lastenbildung, das Abhängen und das Poltern des Holzes als Konstantwerte für unterschiedliche Schlepperlasten unterstellt. Diese Werte verschwanden jedoch bei mathematischer Darstellung der ersten Ableitung der Gleichung für die Berechnung der optimalen Wegedichte völlig. Rein theoretisch ergibt sich hieraus, daß Lastenbildung, Abhängen und Poltern keinen Einfluß auf die Dichte bzw. den Abstand der einzelnen Abfuhrwege ausüben.

An Hand von Zeitstudienauswertungen der Mechanisch-technischen Abteilung des KWF für die Forstspeziialschlepper Uniknick, Welte Ökonom und Timberjack kann man sich einen Überblick über den Anteil der einzelnen Teilvorgänge bei dem Bringungsvorgang verschaffen. Die Zeiten für Lastenbildung, Abhängen und Poltern machen i. D. 2,60 min/Fm aus, bezogen auf eine durchschnittliche Last zwischen 3,0 – 4,0 Fm. In Tabelle 1 sind durchschnittliche Zeitwerte für die einzelnen

Teilarbeiten dargestellt. Es ist klar, daß sich mit der Änderung der Lastengröße auch die Anteilzeiten anderer Arbeitsvorgänge der Holzbringung ändern.

Tabelle 1

Durchschnittliche Teilzeiten beim Rücken von Stammholz mit Forstspeziialschleppern bezogen auf 1 Fm, unter der Annahme, daß i. D. je Transportvorgang zwischen 10 und 20 m Seilarbeit zu leisten ist und die Durchschnittslast 3,8 Fm, die Rückentfernung 300 m, der Stammfestgehalt 1,2 Fm betragen.

Teilarbeit	Durchschnittl. Werte min/Fm	%
1. Rangieren	0,18	7
2. Seilausziehen	0,31	12
3. Anhängen	0,52	20
4. Vorfahren	0,21	8
5. Seilen	0,47	18
6. Umhängen	0,18	7
Sa. Lastenbildung	1,87	72
7. Abhängen	0,31	12
8. Poltern	0,34	13
9. Wenden	0,08	3
Gesamtzeit	2,60 min/Fm	100%

Die Höhe der sog. Fixzeiten, das sind Zeiten für Lastenbildung, Abhängen, Wenden und Poltern, die sämtlich von der Lastgröße abhängig sind, ist aus Darstellung 1 ersichtlich. Die Höhe für weitere Rechnungen läßt sich aus nachfolgender Gleichung entnehmen.

$$t_n = 4,28 + 1,51 L$$

t_n Zeiten für Lastenbildung, Abhängen, Wenden und Poltern in min

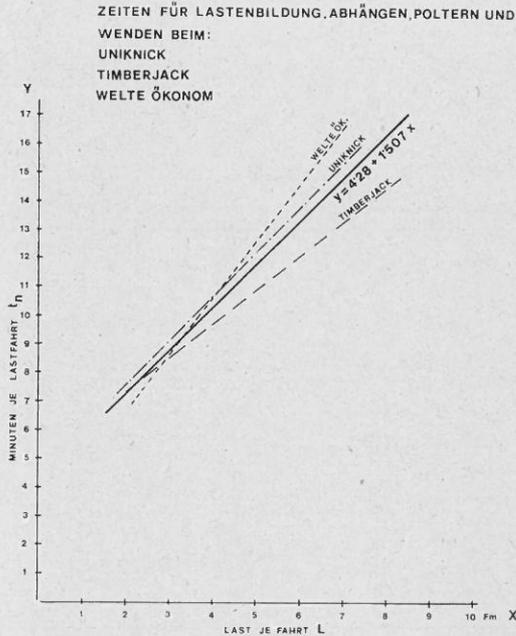
L die Lastgröße in Fm

Die Lastenbildung ist der bedeutendste Faktor bei den fixen Zeiten und damit auch die teuerste Teilarbeit bei der Holzbringung.

INHALT :

SCHLAGHAMERSKY, A.:
Forstspeziialschlepper und Wegenetzdichte

DOHRER, K.:
Finnlands Forstmaschinenindustrie stellte sich vor



Darstellung 1 — Durchschnittliche Zeiten für Lastenbildung, Abhängen, Poltern und Wenden bei verschiedenen Forstspezialschleppern in Abhängigkeit von der Lastgröße je Fahrt.

Weiteren wesentlichen Einfluß auf die Kosten der Holzbringung üben die erzielbaren Fahrweggeschwindigkeiten des Schleppers aus. In der Tabelle 2 sind durchschnittliche Fixzeiten für Schlepper errechnet, wobei die Lasten in drei Klassen unterteilt sind.

Tabelle 2
Fixzeiten für einzelne Schlepper-Typen
Durchschnittliche Bringungsentfernung 300 m,
Stammfestgehalt i. D. 1,3 Fm

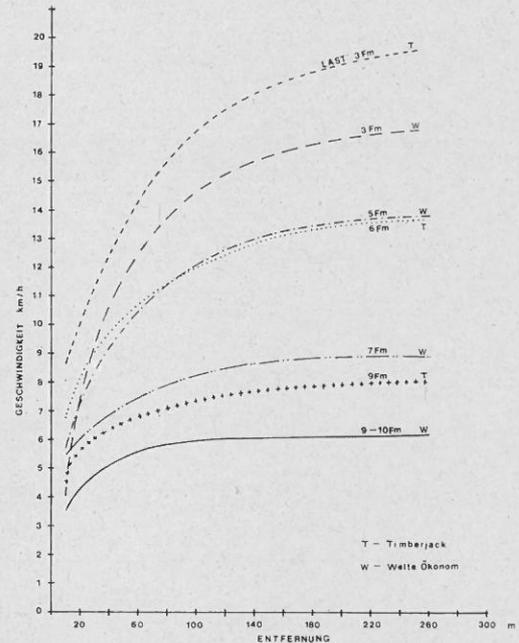
Schlepper	Durchschnittl. Last-Klassen Fm	Durchschnittl. Last Fm	Durchschnittl. Zeit min
Welte Ökonom	1 — 3	2,40	7,47
	3 — 5	3,80	10,05
	5 — 8	6,14	14,93
Uniknick	1 — 3	2,17	7,91
	3 — 5	3,70	10,04
	5 — 8	6,43	14,38
Timberjack	1 — 3	2,06	7,51
	3 — 5	3,96	9,74
	5 — 8	6,31	12,13

Darstellung 2 zeigt die Ergebnisse von Geschwindigkeitstesten, die an den Schleppern bei verschiedenen großen Lasten von der Mechanisch-technischen Abteilung durchgeführt wurden. Es geht aus dieser Darstellung hervor, daß die Forstspezialschlepper mit größerer Last eine kürzere Strecke benötigen, um die durchschnittliche Dauergeschwindigkeit zu erreichen, als die vergleichsweise höhere Dauergeschwindigkeit bei kleiner Last. Denn bei größeren Lasten wird die relativ niedrige Dauergeschwindigkeit bereits im 2. Vorwärtsgang, bei kleiner Last dagegen im 3. Vorwärtsgang erreicht. Im Durchschnitt wird die dann ziemlich konstant bleibende Geschwindigkeit bei 120 m erzielt, was bedeutet, daß bis zu dieser Grenze die Schlepper mit Untergeschwindigkeiten fahren. Bei einer Last von beispielsweise 3 Fm könnten Timberjack und Welte „Ökonom“ unter den geschilderten besonderen Verhältnissen Geschwindigkeiten von 16–20 km/Std., bei 5–6 Fm bis 14 km/Std., bei 7–9 Fm bis 8–9 km/Std. auf befestigtem, ebenen Weg erreichen.

Für weitere Berechnungen können auf Grund dieses Materials folgende Durchschnittswerte angenommen werden:

$$v_1 = 4,80 \text{ km/Std. für unbefestigte Rückelinien (Leer- und Lastfahrt)}$$

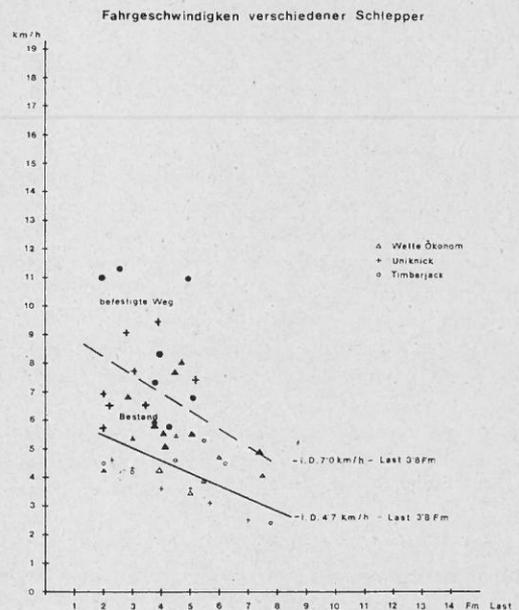
ERGEBNISSE DES GESCHWINDIGKEITSTESTES DER SCHLEPPER.



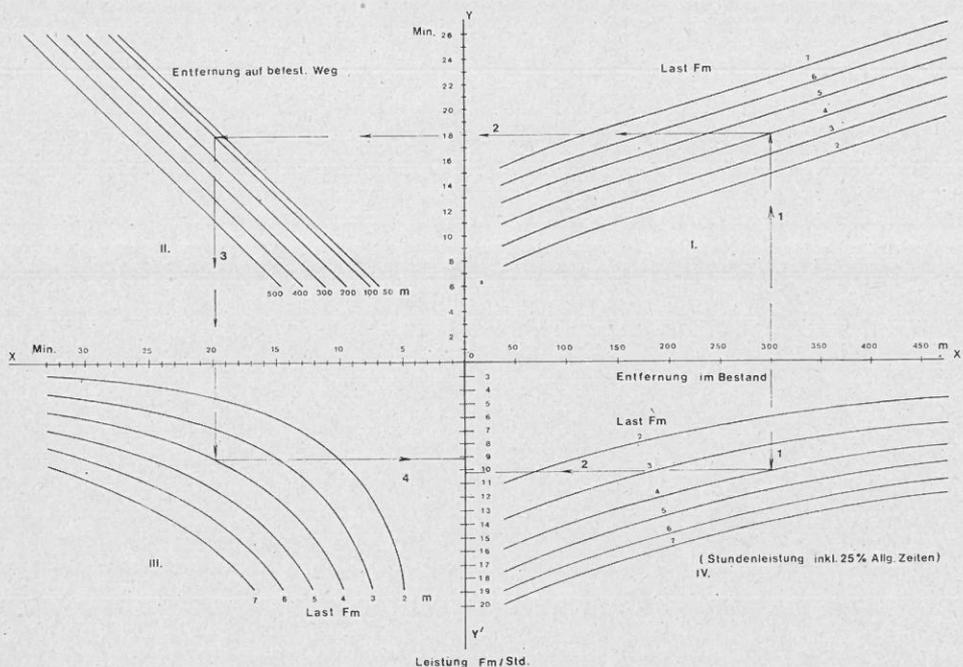
Darstellung 2 — Ergebnisse des Geschwindigkeitstestes der Schlepper Timberjack und Welte Ökonom.

$$v_2 = 7,00 \text{ km/Std. für befestigte Rückewege (Leer- und Lastfahrt)}$$

Die tatsächlich gemessenen Fahrgeschwindigkeiten der Schlepper im Bestand oder auf befestigten Wegen sind aus Darstellung 3 ersichtlich. Wenn wir bestimmte Parameter der Forstspezialschlepper kennen, können wir orientierungsmäßig die Stundenleistung beim Holzrücken vorausbestimmen. Diesem Zwecke dient die Darstellung 4 (Nomogramm) von Durchschnittswerten aus Zeituntersuchungen, die sich auf ca. 300 m in unterschiedlichem Gelände gemessenen Transportvorgängen beziehen. Für schwere Geländebedingungen sind von den wiedergegebenen Stundenleistungen zwischen 10 bis 15 % abzuziehen. Unter besonders günstigen Bedingungen kann die Leistung um 10 bis 20 % erhöht werden.



Darstellung 3 — Tatsächliche, gemessene Durchschnittswerte der Fahrgeschwindigkeiten verschiedener Forstspezialschlepper.



Darstellung 4 — Nomogramm zur Darstellung der Durchschnittlichen Stundenleistung verschiedener Forstspezialschlepper.

Erläuterung zur Darstellung 4

Im Teil I ist die Abhängigkeit der reinen Arbeitszeit (RAZ) in Min von der Rückentfernung in m auf unbefestigter Rückelinie für die Hin- und Rückfahrt des Schleppers mit unterschiedlich großer Last dargestellt. Teil II gibt die Gesamtzeiten, die je Fahrt des Schleppers nicht nur auf der Rückelinie sondern auch auf befestigtem Wege benötigt werden. Die reine Arbeitszeit ist auf der X-Achse aufgetragen. Zu den Lösungen kommt man, wenn man der rechtwinkligen Linie mit Pfeilen folgt.

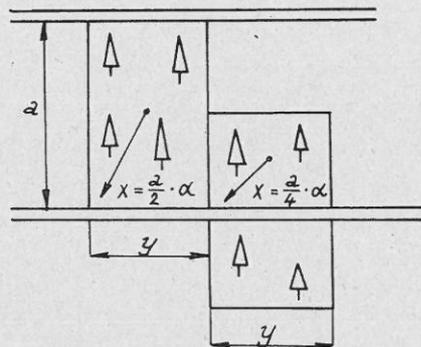
Beispiel: Ein Schlepper rückt eine durchschnittliche Bringungslast von 4 Fm im Bestand 300 m und auf befestigtem Wege 100 m. Man geht aus vom Werte 300 m (I. 1.). Von hier führt die Verbindungslinie in den Teil II (2.) zur Entfernung von 100 m auf befestigtem Wege. Die Senkrechte auf die X-Achse (3.) zeigt uns die zugehörige Zeit in Min je Transportfahrt an (19,8 min). In Teil III (4.) läßt sich aus der je Fahrt benötigten Zeit die Stundenleistung des Schleppers zuzügl. 25% Allgemeine Zeiten auf der Y-Achse ablesen (etwas über 9 Fm/Std.).

Der IV. Teil dient zur direkten Feststellung der Stundenleistung des Schleppers beim Rücken von Stammholz auf unbefestigten Rückelinien oder direkt aus dem Bestand. Von der X-Achse (Rückentfernung in Metern) führt man eine Senkrechte bis zur Kurve, die die Lastgröße angibt. Von da aus führt man eine waagerechte Verbindungslinie auf die Y'-Achse, um die Leistung in Fm/Std. abzulesen (10,3 Fm/Std.).

3. Einfluß der Rückekosten auf den optimalen Wegeabstand

Wenn der optimale Wegeabstand aus Werten die nur 40% der Gesamtrückekosten enthalten, errechnet wird, so ist diese Berechnung angreifbar. Es ist besser, Rückekosten in der Art zu rechnen, daß man diese mit Rücksicht auf die Rücke- und Seilentfernung — bei Seilarbeit im Bestand — zerlegt. Bei der Seilarbeit und beim Poltern handelt es sich ebenfalls um eine Fortbewegung von Holzmassen, sei es vom Stock zum Schlepper oder auf das Holzlager.

Wenn wir eine Fläche von 1 ha bei Abmessungen a und y , wobei a der Abstand der Wege bedeutet, betrachten (Darstellung 5), dann ist:



Darstellung 5 — Schema für die Wegeabstandsrechnung.

$$a \cdot y = 10.000 \text{ m}^2 \quad a = \frac{10.000}{y} \text{ in m} \quad (1)$$

$$y = \frac{10.000}{a} \text{ in m} \quad a = \frac{1}{y} \text{ in hm} \quad (1')$$

$$y = \frac{1}{a} \text{ in hm} \quad (\text{hm} = 100 \text{ m})$$

α = Koeffizient der Streckenverlängerung infolge der Geländeunebenheiten (1,1 bis 1,7) = ca. $\sqrt{2}$

Die Transportkosten N für 1 lfm Holz sind dann:

$$N = V \cdot K + \frac{1}{a} \cdot r + U \quad (2)$$

V Holznutzung Fm/ha

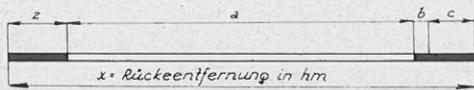
K Rückekosten DM/Fm

r Jahresabschreibung (auf hm) und Zinsen aus Wegebaukosten

U jährliche Unterhaltungskosten auf 1 hm Länge

Rückekosten K:

Man rechnet die Zeit für Lastenbildung, Abhängen, Poltern in den Anteil der sich ändernden Kosten mit Rücksicht auf die Rückentfernung (Darstellung 6) ein.



Darstellung 6 — Zusammensetzung des gesamten Rückevorgangs aus den einzelnen Rücketeilarbeiten.

- x Entfernung der Holzbewegung = Rückentfernung in hm
 z Seilentfernung (Entfernung vom Stock zur Seilwinde) im Bestand, durchschnittl. 12–20 m laut Messungen der MtA des KWF, in hm
 a eigentliche Rückentfernung in hm
 b Abhängen
 c Poltern

Nur die Zeit für das Abhängen und Anhängen der Stämme beim Holzrücken hängt nicht direkt mit der Holzbewegung zusammen. Wir machen aber einen kleineren Fehler, wenn wir diese Zeit in die Gesamtzeit einrechnen, als wenn wir die ganze Lastbildung und Poltern außer Acht lassen.

Dann drücken wir die Seilentfernung z als Anteil der Rückentfernung x aus.

Die Zeit für die Gesamtfahrt:

$$T = t_n + t_a + t_b + t_c \quad (3)$$

- t_n Seilarbeitszeit = Lastbildung
 t_a Rückzeit
 t_b Abhängezeit
 t_c Polterzeit (inkl. Wendezeit)

Zeit T umgerechnet auf 1 fm und Entfernung x ist T_1 , wobei $t_n = (m + n \cdot L)$

$$T_1 = \frac{(m + n \cdot L) \cdot z}{L \cdot 0,2} + \frac{2 \cdot x}{v \cdot L} \quad (4)$$

wobei t_a :

$$t_a = \frac{2 \cdot x}{v \cdot L}$$

$$t_n + t_b + t_c = \frac{(m + n \cdot L) \cdot z}{L \cdot 0,2} \quad (5)$$

$$m = 4,28 \quad n = 1,507$$

- L Lastgröße in Fm
 v Durchschnittsgeschwindigkeit d. Schleppers in km/Std.
 z drücken wir durch den Quotient aus vorher geschätzter Entfernung x und Zahl β so aus, daß das Ergebnis = 0,2 hm ist. (Durchschnittliche Seilentfernung 20 m = 0,2 hm)

$$\beta = \frac{x}{z}, \text{ also: } z = \frac{x}{\beta} = 0,2 \text{ hm}$$

$$\begin{array}{cccccc} x = & 3,0 & 4,0 & 6,0 & 8,0 & 10,0 \text{ hm} \\ \beta = & 15 & 20 & 30 & 40 & 50 \end{array}$$

Wenn man 25% der Fahrt als Fahrt auf dem Abfuhrwege zum Holzlager — siehe LOYCKE (7) — annimmt, dann gilt

$$\begin{aligned} T_{1 \min} &= \frac{(m + n \cdot L)}{L \cdot \beta \cdot 0,2} + \frac{12 \cdot x \cdot 0,75}{v_1 \cdot L} + \frac{12 \cdot x \cdot 0,25}{v_2 \cdot L} = \\ &= \frac{(m + n \cdot L)}{L \cdot \beta \cdot 0,2} + \frac{3 \cdot x \cdot (3 \cdot v_2 + v_1)}{v_1 \cdot v_2 \cdot L} \quad (6) \end{aligned}$$

Wenn wir für v_1 und v_2 früher festgestellte Geschwindigkeiten einsetzen, d. i.

$$v_1 = 4,8 \text{ km/Std.}$$

$v_2 = 7,0 \text{ km/Std.}$, dann erhält die Formel folgende Form:

$$T_{1 \min} = \frac{(m + n \cdot L) \cdot x}{L \cdot \beta \cdot 0,2} + 2,3 \cdot \frac{x}{L} \quad (7)$$

Für einseitiges Rücken

$$x = \frac{a}{2} \cdot \alpha \quad (\alpha = \sqrt{2}, \text{ durchschnittl. Werte})$$

Für beiderseitiges Rücken

$$x = \frac{a}{4} \cdot \alpha$$

Nach Einsetzen in die Gleichung T_1 : für $\frac{a}{2} \cdot \alpha$

$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{(m + n \cdot L) \cdot \frac{a}{2} \cdot \sqrt{2}}{L \cdot \beta \cdot 0,2} + 2,3 \cdot \frac{\frac{a}{2} \cdot \sqrt{2}}{L} = \\ &= \frac{(m + n \cdot L) \cdot 0,7 a}{L \cdot \beta \cdot 0,2} + \frac{1,6 \cdot a}{L}; \quad (8) \end{aligned}$$

$$\text{für } \frac{a}{4} \cdot \alpha; T_1 = \frac{(m + n \cdot L) \cdot 0,35 \cdot a}{L \cdot 0,2 \cdot \beta} + \frac{0,9 \cdot a}{L}; \quad (9)$$

Kosten je Arbeitsstunde des Schleppers = S .

$$\text{Gesamtkosten } K = \frac{S \cdot T_1}{60} \quad (10)$$

Kosten für einseitiges Rücken

$$K_e = \frac{(m + n \cdot L) \cdot 0,7 \cdot S \cdot a}{L \cdot 0,2 \cdot \beta \cdot 60} + \frac{1,6 \cdot S \cdot a}{60 \cdot L} \quad (11)$$

Kosten für beiderseitiges Rücken

$$K_b = \frac{(m + n \cdot L) \cdot 0,35 \cdot S \cdot a}{L \cdot 0,2 \cdot \beta \cdot 60} + \frac{0,8 \cdot S \cdot a}{60 \cdot L} \quad (12)$$

Die Gesamt-Transportkosten N werden minimal (Bedingung des optimalen Abstandes der Wege) wenn die erste Ableitung = 0 (nach a) und die zweite Ableitung positiv sind.

Gesamt-Transportkosten N :

$$\begin{aligned} N &= a \cdot \left[\frac{(m + n \cdot L) \cdot S \cdot 3,5 \cdot V}{60 \cdot L} \right] + a \cdot \left[\frac{1,6 \cdot S \cdot V}{60 \cdot L} \right] + \\ &\quad + \frac{1}{a} \cdot (r + U) \quad (13) \end{aligned}$$

$$N = a \cdot (M + P) + a^{-1} \cdot (r + U) \quad (14)$$

r jährliche Abschreibung in DM

U Unterhaltungskosten DM/hm

V Holzmasse Fm/ha

$$f' = \frac{dN}{da} = 0$$

$$f' = \frac{dN}{da} = (M + P) - N \cdot a^{-2} = 0 \quad (15)$$

$$a = \pm \sqrt{\frac{N}{M + P}} \quad (16)$$

$$f'' = \frac{d^2N}{da^2} = \frac{2N}{a^3}$$

Einseitiges Rücken:

$$W_e = \pm \sqrt{\frac{(r + U) \cdot L \cdot 60 \cdot \beta}{S \cdot V \cdot (15 + 5,3 \cdot L + 1,6 \cdot \beta)}} \quad (17)$$

Beiderseitiges Rücken:

$$W_b = \pm \sqrt{\frac{(r + U) \cdot L \cdot 60 \cdot \beta}{S \cdot V \cdot (7,5 + 2,6 \cdot L + 0,8 \cdot \beta)}} \quad (18)$$

$W_{e,b}$ = Wegeabstand

4. Vergleich der Ergebnisse der Berechnungen:

Wenn wir die Berechnung des optimalen Abstandes der Wege nach Formel 17 und 18 mit der Formel von HABSBURG-LOTHRINGEN (2) vergleichen, können wir uns eine Vorstellung über den Einfluß der sogenannten fixen Zeiten auf den Wegeabstand machen, bei i. D. Rückentfernung 600 m, $\beta = 30$.

Zweckmäßigerweise verwenden wir in dem gewählten Beispiel als Währungseinheit den auch von HABSBURG-LOTHRINGEN (2) benutzten Ö-Schilling.

Als jährliche Abschreibung setzen wir die Formel (HABSBURG-LOTHRINGEN 2) ein:

$$r = \frac{R}{n_1} + \frac{R}{2} + \frac{p}{100} \quad (19)$$

Die Gleichung (20) von HABSBURG-LOTHRINGEN wurde nur dadurch angepaßt, daß der Koeffizient für die Geländeform und das Glied, das den Holzmassenverlust durch die Wegtrasse darstellt, ausgelassen wurden.

Formel HABSBURG-LOTHRINGEN für Wegeabstand W_e : Einseitiges Rücken (in hm):

$$W_e = \sqrt{\frac{U + \frac{R}{n_1} + \frac{R}{2} + \frac{p}{100} \cdot v \cdot L \cdot 10}{S \cdot v \cdot c}} \quad (20)$$

Angaben eines Vergleichsbeispiels:

S' = Schilling (1 DM = ca. 14 Schilling)

p = 8% Zinssatz

S = 220 S' /Std. ... Stundensatz einschl. Schlepperbedienung

U = 130 S' /hm ... Unterhaltungskosten

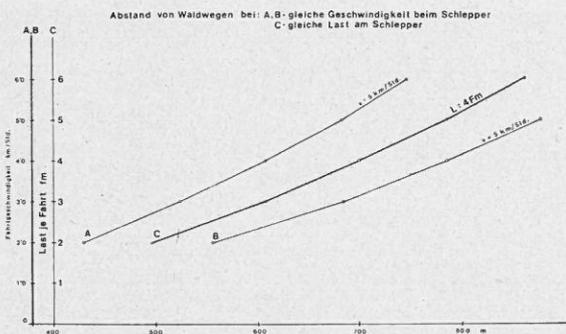
R = 6000 S' /hm ... Baukosten

L = 4,0 Fm/Fahrt ... Last des Schleppers

v = 5,0 km/Std. ... durchschnittl. Geschwindigkeit des Schleppers

V = 6,0 Fm/ha ... Holzmasse je ha

c = 1,4 Koeffizient der Verlängerung der Rückstrecke infolge der Geländeunebenheiten.



Darstellung 7 — Abstandsermittlung von Waldwegen nach verschiedenen Formeln:
A — neue Formel aus den Gesamtrückekosten
B — Formel nach HABSBURG-LOTHRINGEN
C — Formel nach HABSBURG-LOTHRINGEN, jedoch mit verschiedenen Geschwindigkeiten bei gleicher Last.

Die Ergebnisse der Berechnung für einseitiges Rücken sind in Darstellung 7 aufgeführt.

Durch die Einführung der Kosten für Lastenbildung, Poltern und Abhängen in die Formel zur Berechnung des optimalen Wegeabstandes bekommt man ein dichteres Netz von primären Abfuhrwegen. Der Unterschied beträgt ca. 120 – 180 m. In Darstellung 7 ist die Abhängigkeit des Wegeabstandes von den möglichen Geschwindigkeiten des Schleppers bei einer Durchschnittslast von 4,0 Fm Holz dargestellt. Bei Erhöhung der Durchschnittsgeschwindigkeit des Schleppers von 2,0 auf

6 km/Std., also um das 3-fache bei 4 Fm Last, vergrößert sich der Wegeabstand von 496 m auf 860 m, was 170% ausmacht.

5. Schlußfolgerung

Der Artikel behandelt den Einfluß knickgesteuerter Forstspeziialschlepper wie Timberjack, Welte-Ökonom, Uniknick, die in den letzten Jahren bei der Holzbringung in der Bundesrepublik verwendet wurden, auf den optimalen Abstand der Abfuhrwege. Die Holzbringung wird hier vom Standpunkt des Zeitanspruchs aus betrachtet. Auf Grund von Zeitstudien-ergebnissen sind einzelne beim Holzrücken auftretende Teilarbeiten, die für die Berechnung des optimalen Wegeabstandes von Bedeutung sind, untersucht worden. Für die fixen Zeiten, die Lastbildung, Abhängen, Poltern umfassen, wurde die direkte Abhängigkeit der Zeit $t_{n \min}$ von der Größe der Last festgestellt.

Weiterhin werden Angaben über die Geschwindigkeit der Schlepper bei Lastfahrten auf Rücklinien und auf Abfuhrwegen angegeben. Aus den Geschwindigkeitstesten der MtA des KWF geht hervor, daß die Beschleunigungsgrenze der Schlepper unter Last bis zum Erreichen voller Fahrgeschwindigkeit bei einer Entfernung von ca. 120 m liegt. Bis zu dieser Entfernung kann der Schlepper eigentlich seine Geschwindigkeit nicht voll ausnutzen.

Nach den Meßergebnissen aus solchen Testen erreichten sowohl der Timberjack als auch der Welte „Ökonom“ bei einer Last von 5 – 6 Fm die Geschwindigkeit von 14 km/Std., mit 7 – 8 Fm 8 – 9 km/Std. Als Durchschnittsgeschwindigkeit des Schleppers wurden 7,0 km/Std. auf befestigtem Weg (Abfuhrwege) und 4,8 km/Std. auf der unbefestigten Rücklinie ermittelt. Die Ergebnisse der Messungen und der Berechnung wurden mit den Ergebnissen mehrerer Autoren (6 und 7) verglichen. Um die Zeit, die zum Holzrücken und für die Holzabfuhr benötigt wird, berechnen zu können, müssen auch die Leistungen der Schlepper bekannt sein. Zur Bestimmung der durchschnittlichen Stundenleistung eines Forstschleppers wurde das Nomogramm in Darstellung 4 aufgestellt.

Aus dem Gesamtvergleich der Zeiten für einzelne Teilarbeiten geht hervor, daß die Fahrzeiten 40% einnehmen, wogegen die fixen Zeiten 60% betragen. Bei Berechnung des optimalen Wegeabstandes wird eigentlich gemäß den verwendeten Formeln nur mit Kosten für die Fahrzeiten der Schlepper gerechnet. Das erscheint nicht richtig, da 60% des Zeitaufwandes bzw. 60% der Rückekosten in der Endformel nicht enthalten sind. Es ist zu bedenken, daß auch diese 60% Kosten — Teilarbeiten der Holzbringung — zu berücksichtigen sind.

Es wurden auch diese Kosten eingerechnet, um eine objektivere Unterlage für die Berechnung des optimalen Wegeabstandes zu schaffen. Dabei wurde die Seilentfernung als ein Teil der Gesamtrückentfernung einbezogen.

Literatur-Verzeichnis:

- BENES, J., 1966, Inženýrské stavby lesnické. Lesnická fak. VSZ Brno, SPN Praha: 21 - 25.
- HABSBURG-LOTHRINGEN, 1970, Knickschlepper und Forststraßenbau. AFZ Nr. 25: 539.
- HAFNER, F., 1956, Forstlicher Straßen- und Wegebau, Verlag G. Fromme-Co., Wien und München.
- KLOTZ, K., 1965, 15 Jahre forstlicher „Primitiver“ Wegebau im Bayerischen Wald, Allg. Forstzeitung, Wien: 379.
- KÖNIG, W., 1968, „Stärkere Schlepper — weniger Wege“, Forsttechn. Inform. Nr. 8.
- LATTEN, 1970, Zur Frage des Zusammenhanges zwischen Holzrücketechnik und Waldwegebau, F. u. H. Nr. 2: 29.
- LOYCKE, H. J., 1970, Rücken von Stammholz mit neuzeitlichen Maschinen und Wegebau. Allg. Forstzeitschrift Nr. 46, München: 1 - 4.
- PESTAL, E., 1968, Forstwegebau unter Berücksichtigung der Knicksteuerrückung und mechanischer Entrindung. AFZ - Wien Nr. 6.

9. RINGHANDT, G., 1970, Zur Problematik der Wegedichte. Forsttechn. Inform. Nr. 9, Sept.: 78 - 83.
10. RITTER, H., 1970, Zur Frage der Dichte des Waldwegenetzes. Forsttechn. Inform. Nr. 6/7, Juni/Juli: 51.
11. STREHLKE, E. G., 1967, Holzbringung und Wegebau, Forstarchiv 1967: 73.
12. STEINLIN, H., 1963, Aufgaben des Erschließungsnetzes und seine Auswirkungen auf die Führung eines Forstbetriebes. Symposium Walderschließung. Geneva 1963.
13. STAUD, V. a kol., 1964, Soustredování drivi traktory UVSH. Praha 1964.
14. VOLKERT, E., 1956, Die Bringungstechnik als gemeinsames Problem von Forst- und Holzwirtschaft. Schriftenreihe der Forstl. Fakultät der Universität Göttingen u. Mitteilungen der Nieders. Forstl. Versuchsanstalt, Bd. 16 Frankfurt/M.
15. VOLKERT, E., 1961, Extensivierung im Waldwegebau, Forsttechn. Inform. Nr. 8 u. Nr. 10.
16. POPELKA, J., 1969, Vykonnost a hospodárnost lesních kolových traktorů. Práce vyzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti. Zbraslav - Strnady, Nr. 38 - Praha 1969: 113 - 135.
17. SANKTJOHANSER, L., 1971, Zur Frage der optimalen Wegedichte in Gebirgswaldungen. Forst-Wissenschaftliches Centralblatt, Heft 3, Juni, München: 142 - 153.

Finnlands Forstmaschinenindustrie stellte sich vor

Oberforstmeister Karl Döhner, Rhoden/Hessen

Im Zuge einer sich auf mehrere Wirtschaftszweige erstreckenden Export-offensive in der Bundesrepublik veranstaltete Finnlands Außenhandelsverband in Zusammenarbeit mit der Finnischen Außenhandelskammer in der Bundesrepublik sowie mit den am Export in die Bundesrepublik interessierten Forstmaschinenherstellern vom 20. bis 22. Oktober im Hessischen Forstamt Oberkaufungen, in unmittelbarer Nähe Kassels, eine Vorführung von Forstmaschinen, von denen man annahm, daß sie auch unter deutschen forstlichen Verhältnissen einsetzbar seien.

Mit ca. 1900 Besuchern wurden die Erwartungen mehr als erfüllt und auch die bereits angebahnten Geschäftsverbindungen lassen darauf schließen, daß sich die nicht ganz unerheblichen Aufwendungen zumindest auf längere Sicht auszahlen werden.

Seitens der Veranstalter war nicht mit sofortigen Verkaufserfolgen gerechnet worden, Ziel der Vorführungen war vielmehr die Präsentation Finnlands als eines bedeutenden und leistungsfähigen Forstmaschinenherstellers, der bei Investitionsplanungen und -vorhaben nicht übergangen werden kann.

Die Reaktion forstlicher Fachkreise und auch der forstlichen Öffentlichkeit auf das, was gezeigt wurde, war überwiegend positiv, womit angenommen werden kann, daß das Ziel der Bemühungen erreicht wurde.

Es wurden Geräte und Anlagen für die Pflanzenanzucht und den Kulturbetrieb, Maschinen für das Rücken von Lang- und Schichtholz, Entbindungsmaschinen für Kurzholz, eine Entastungs- und Einschneidmaschine für Nadelholz, Grabenräum- bzw. Wegebaugeräte, Ladekräne sowie ein Transportsystem im Einsatz gezeigt.

Kulturen

In einem geräumigen, sehr preiswerten, mit durchsichtiger Plastikfolie überspannten, von leichten Holzleimbändern getragenen Zelt (Gewächshaus) wurden Befüll- und Besäanlagen für ein Ballenpflanzverfahren, das Paperpotverfahren, gezeigt. Zunächst auf kleinstem Raum zusammengefaltete Sechseck-Papier-Waben werden auseinandergezogen, in Kartons gespannt, mit Torf gefüllt, mit möglichst nur einem Saatkorn je Sechseck besät, abgedeckt und zum Auflaufen in einem Gewächshaus abgestellt.

Die gezeigten Anlagen zum Befüllen und Besäen waren in ihrer Kapazität sehr unterschiedlich und reichten von einer nahezu vollautomatischen Anlage sehr hoher Kapazität bis zu Handgeräten einfachster Bauart und entsprechend niedrigerem Preis.

Auf der Freifläche wurde das Pflanzen von in Gewächshäusern angezogenen, wenige Monate alten Paperpotpflanzen, also Ballenpflanzen, gezeigt. In einem Tragebehälter kann der Waldarbeiter 250 - 300 derartiger Ballenpflanzen unterbringen, die er mit Hilfe eines Pflanzrohres mitsamt der am Boden offenen Papierhülle (Paperpot) ohne sich bücken zu müssen in schneller Folge pflanzt. Die Methode hat sich in Skandinavien in den letzten Jahren sehr stark eingeführt und auch bewährt.

Für unsere meist stärker zur Verunkrautung neigenden Böden sollte versucht werden, mindestens 2-jährige und damit größere und widerstandsfähigere Paperpotpflanzen zu erziehen. Die

ausstellende Firma Lännen Sokeri macht bereits Versuche in dieser Richtung.

Ebenfalls auf der Freifläche zeigte die Firma Työväline ihre sogenannte Forstegge, ein Gerät mit zwei schräg zur Fahrtrichtung angebrachten, mit Dreiecksmessern versehenen Teller-scheiben, die beim Fahren den Boden streifenweise auf ca. 40 cm Breite verwunden und den Mineralboden leicht durcharbeiten. Treffen die Scheiben auf größere Hindernisse, wie z. B. Stöcke oder Felsbrocken, können sie aufgrund eines äußerst stabilen Hebelmechanismus so ausweichen, daß das Hindernis schadlos überrollt wird. Als Zugmittel eignen sich knickrahmengelenkte Forstspezialschlepper von mindestens 70 bis 80 PS. Das Gerät ist vermutlich einsetzbar zum Herstellen von Pflanzstreifen für Kiefernkulturen, insbesondere auf Flächen mit Beer- und Heidekrautbewuchs (Abb. 1).

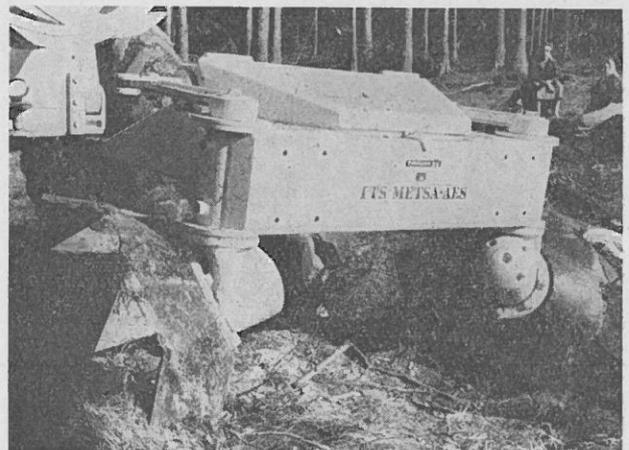


Abb. 1: TTS-Forstegge zum Herstellen von Pflanzstreifen.

Photo: Weber

Während der Vorführungen war hinter jedes Scheibenrad der Forstegge ein Pflanzlochrad der Firma Enso-Gutzeit montiert worden, die im Abstand von 60 cm, ca. 20 cm tiefe und ca. 10 cm breite Löcher in den von der Forstegge geschnittenen Streifen gruben. In diese Löcher wurden Ballenpflanzen in Torftöpfen, sogen. Finnspots, gepflanzt.

Rücken

Die Firmen Peltosalmen Konepaja und Jukka zeigten Schlepperanbauwinden verschiedener Stärke, die sich durch beim Rücken vorteilhaft kurze und sehr zweckmäßige Bauweise sowie einen günstigen Preis auszeichnen. Diese Winden lassen sich an jeden Schlepper mit Dreipunkthydraulik anbauen und

machen ihn dadurch zumindest für schwaches bis mittleres Holz bedingt forsttauglich (Abb. 2). Beide Firmen zeigten auch Stammzangen für mittelstarkes Holz, die ein besseres Gleiten der Stämme beim Seilen über Hindernisse gewährleisten.



Abb. 2: Jukka-Seilwinde zum Anbau an landwirtschaftliche Schlepper.
Photo: Weber

Schwere Forstspezialschlepper führten die Firmen Valmet 110 SAE-PS) und Lokomo (130 SAE-PS) vor. Beide Maschinen zeichnen sich durch sehr stabile Bauart, hohe Bodenfreiheit bei niedrigem Schwerpunkt, große Räder (18,4 - 34) aus und sind serienmäßig mit automatischen Allison-Powershift-Getrieben ausgerüstet. Der Schlepper der Firma Valmet ist mit einer hydraulisch angetriebenen Eintrommelwinde von 8 to Zugkraft, der Schlepper der Firma Lokomo mit einer mechanisch angetriebenen Doppeltrommelwinde von je 9 to Zugkraft ausgestattet. Beide Schlepper verfügen über vollkommen geschlossene und gut klimatisierbare Fahrererkabinen.

Der Schlepper der Firma Lokomo war zusätzlich mit einer „Jukka“-Rückezange bestückt, die bei den Besuchern der Vorführungen großen Eindruck hinterließ (Abb. 3). Mit Hilfe der



Abb. 3: Lokomo-Forstschlepper mit Doppeltrommelwinde und Jukka-Rückezange.
Photo: Döhner

absenkbaren Rückezange kann der Fahrer Stämme aufnehmen, ohne das Fahrerhaus verlassen zu müssen, fährt mit dem eingeklemmten Stamm bis zum nächsten Stamm, legt den ersten Stamm neben oder auf den nächsten Stamm und greift dann mit der Zange beide Stämme. Dieses Ablegen oder Zugreifen

kann so oft wiederholt werden, bis die maximale Zugkraft des Schleppers erreicht wird, in Ausnahmefällen bis die Zange gefüllt ist.

Da die maximale Öffnungsweite der Zange 2,20 m beträgt und die Zange außerdem in der Längsachse des Schleppers ca. 1,50 m vor- und zurückbewegt werden kann, braucht der Schlepper beim Aufnehmen nicht sehr exakt vor dem Stamm zu stehen.

Am Polterplatz wird das Holz sehr schnell abgelegt, was bei geübten Fahrern nicht einmal ein Stehenbleiben der Maschine erfordert.

Im Montagebock der Zange sind Seilführungsrollen eingebaut, die es erlauben, auch bei montierter Zange Holz in nicht befahrbaren Lagen zu seilen bzw. auch in befahrbaren Lagen hin und wieder vorkommende Stämme, an die nicht unmittelbar herangefahren werden kann, mit dem Seil heranzuziehen. Erste Beobachtungen zeigten, daß durch den Einsatz derartiger Rückezangen, die an nahezu jeden Forstspezialschlepper angebaut werden können, in nicht allzu schwierigem Gelände Leistungssteigerungen beim Rücken zu erzielen sein müßten. Es zeigte sich aber auch, daß Rückezangen hohe Anforderungen an den Schlepper stellen, denen die einzelnen Fabrikate unterschiedlich gewachsen sind. Es ist geplant, die Einsatzmöglichkeiten der Stammholzzange unter Mittelgebirgsverhältnissen sowie die Frage der erzielbaren Rückeleistung eingehender zu untersuchen.

Die Firmen Lokomo und Valmet zeigten auch Kranrückezüge im Einsatz. Der vergleichsweise leichte Kranrückezug Valmet 870 CK mit der Ladekapazität von 10-12 tm, der bereits während der KWF-Tagung in Bayreuth zu sehen war, rückte von Waldarbeitern an Rückegassen vorgeliefertes, 2 m langes Fichten-Faserholz. Durch die Montage des Krans auf dem Dach der Fahrererkabine war es Valmet möglich, die Maschine mit 7,95 m Gesamtlänge sehr kurz zu bauen, was der Wendigkeit in engen Beständen zugute kommt. Die größte Breite von 2,30 m liegt ebenfalls unter der anderer Spezial-Kranrückezüge. Die Maschine ist äußerst preiswert, es muß aber bedacht werden, daß sie lediglich mit einem mechanischen Getriebe sowie Vierradantrieb ausgestattet ist. Auf Grund der sechs sehr großen Räder und der hohen Bodenfreiheit dürfte die Geländegängigkeit gut sein.

Lokomo zeigte einen Kranrückezug, der mit einer Breite von 2,48 m und einer Gesamtlänge von 8 m gut unter mitteleuropäischen Verhältnissen einsetzbar ist. Hervorstechendes Merkmal der allradangetriebenen Maschine ist eine offenbar ganz enorme Robustheit, eine mit 66 cm sehr hohe Bodenfreiheit und auf Grund der sehr großen Räder und des automatischen Getriebes erstaunliche Geländegängigkeit. Während der Vorführungen überkletterte die Maschine vollbeladen und ohne Gleitschutzketten einen Buchenstamm von 50 cm Durchmesser ohne die geringsten Schwierigkeiten. Der Triebkopf der Maschine entspricht exakt dem Vorderteil des Langholzrückeschleppers der gleichen Firma. Der auf dem Vorderteil der Maschine montierte Lader der Firma Wärsilä hat ein Hubmoment von 4,5 mto, schien aber in seinen Bewegungen nicht sehr schnell zu sein (Abb. 4).

Entrinden

Valon Kone zeigte neben der in Bayreuth bereits vorgeführten Kurzholzentindungsmaschine vom Typ Commander mit Querflußprinzip und Montage des Krans auf dem antreibenden Schlepper eine auf einem Lkw montierte Entrindungsmaschine für Kurzholz im Längsflußprinzip, die ein schnelleres Vorrücken von Polter zu Polter ermöglicht. Beide Maschinen sind mit den bewährten Lochrotorentreindern VK 16 mit einem max. Durchlaß von 36 cm bestückt.



Abb. 4: Lokomo-Kranrückezug.

Photo: Döhner

Entasten

Die ebenfalls in Bayreuth bereits gezeigte Entastungs- und Einschnidmaschine Valmet Pika 50 wurde in Oberkaufungen mit kleinen, zwischenzeitlich vorgenommenen Änderungen durchgeführt. Die Maschine kann jetzt Bäume bis zu einer Länge von 16 – 18 m entasten und in ganzer Länge abwerfen. Wahlweise können aber auch rotfaule Stücke vom Stammfuß in 1 bis 3 m Länge abgetrennt und in einem Sammelbehälter für Kurzholz aufgefangen werden, der dann von Zeit zu Zeit abgekippt wird.

Die Maschine wurde außerdem im Fichtenaltholz gezeigt, wo sie auf einem Kahlschlag die nach Herausrücken des Stammholzes verbliebenen ca. 10 m langen Kronen entastete (Abb. 5).

Wegebaugeräte, Wechselpritschen, Ladekräne

Andere Firmen zeigten Schlepperanbaubagger beim Ausheben von Gräben sowie ein Wechselpritschensystem zur schnellen Beladung von Lkw.

Beeindruckend war ein Stammholzladekran der Firma Fiskars mit einem Hubmoment von 10 mto, der sich durch sehr schnelle

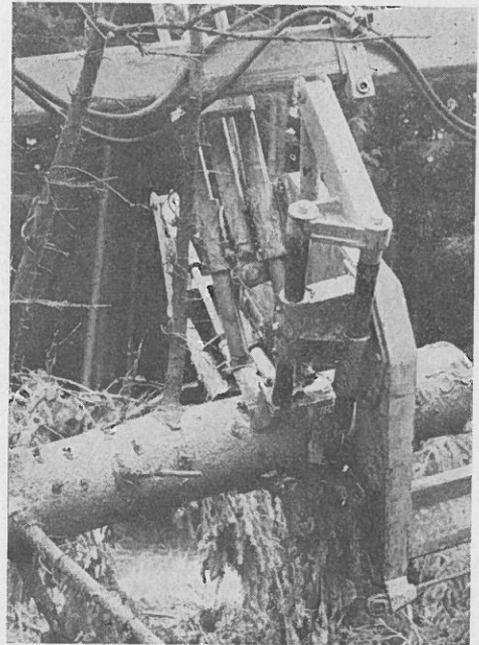


Abb. 5: Entastungswerkzeuge des Prozessors Valmet Pika 50 beim Entasten einer Krone aus Fichten-Alt Holz.
Photo: Döhner

und weiche Bewegungen auszeichnet. Stammholzladekräne mit derartig hohen Hubleistungen ermöglichen Einmannbeladung von Langholzfahrzeugen auch beim Beladen mit starkem und relativ kurzem Laubholz.

Die Vorführungen waren vermutlich für alle Fachbesucher, die auch aus Frankreich, Holland und Österreich z. T. als Reisegruppen gekommen waren, ein Gewinn, da sie maschinentechnische Entwicklungstendenzen zeigten, die auch für mitteleuropäische Verhältnisse von Interesse sind. Der finnischen Forstmaschinenindustrie ist es gelungen, sich als bedeutender Forstmaschinenhersteller mit hohem technischem Niveau auf dem deutschen Markt bekannt zu machen.