

FORSTTECHNISCHE INFORMATIONEN

Mitteilungsblatt des

„KURATORIUM FÜR WALDARBEIT UND FORSTTECHNIK“

1 S 2894 E

24. Jahrgang

Nr. 9

September 1972

Schleppereinsatz ohne oder mit Gleitschutzketten?

Zur Theorie und Praxis der Gleitschutzkettenverwendung

Dipl.-Ing. Alexander Popovici, Mechanisch-technische Abteilung des KWF

1.0 Allgemeines

Seit geraumer Zeit laufende Untersuchungen über Erhöhung des Wirkungsgrades bei der Umwandlung der Schleppermotorleistung in Zugleistung führten u. a. auch zur Verwendung von Gleitschutzketten. Solche Ketten wurden ursprünglich nur im Winter auf Eis- und Schneedecken verwendet. Zahlreiche Untersuchungen sowohl in Norwegen [2] als auch in der BRD [1] ergaben eine deutliche Überlegenheit von Bereifungen mit Gleitschutzketten gegenüber den damals üblichen Reifen mit Hochstollenprofil.

Die von der MtA des KWF im Jahre 1957 auf schneelosen Böden durchgeführten Versuche konnten noch keine Überlegenheit der Gleitschutzkettenverwendung beweisen. Es wurde damals ein MAN-Allradschlepper bei Vollumbrucharbeiten auf ebenem Waldboden im Nürnberger Reichswald vor einem Tiefbeet-Anhängepflug eingesetzt. Die benutzten Ketten ergaben infolge ihrer einfachen Bauart weder auf Sand noch auf Lehm Böden eine eindeutige Überlegenheit. Bei Leistungsuntersuchungen der MtA an Forstschleppern zeigte sich jedoch in den letzten Jahren nach Abschluß der Entwicklung neuer Bauarten von Gleitschutzketten, daß sich auch auf schneelosen Böden durch Kettenverwendung Vorteile erzielen lassen. Diese Erfahrungen veranlaßten die MtA des KWF zur Anlage neuer Versuchsreihen. Es sollte auf Schneedecken sowie auf schneelosen Böden das Verhalten von Forstschleppern mit und ohne Ketten ermittelt und dabei die charakteristischen Meßdaten aufgenommen werden. Diese Untersuchungen erfolgten auf schneelosen Böden in den Jahren 1970 und 1972 bei der Fürstl. Hohenlohe-Waldenburg'schen Forstverwaltung und auf Schnee- und Eisdecken im Staatl. Forstamt Murnau.

1.1 Erfahrungen aus der Praxis

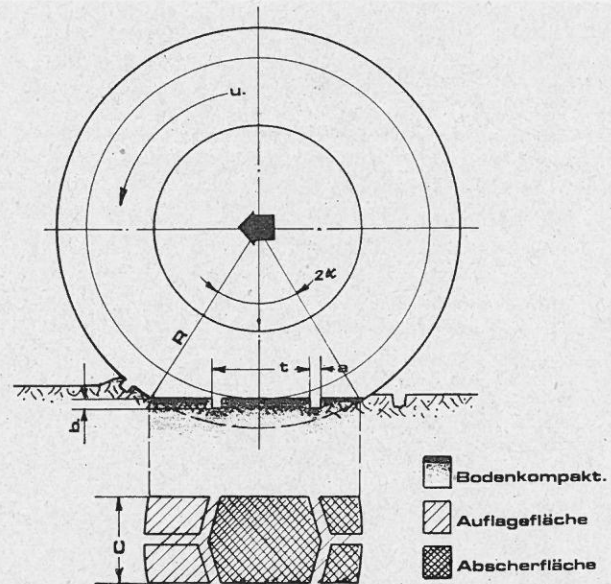
Auf Grund der bisher vorliegenden praktischen Erfahrungen konnten zunächst bei Verwendung von Gleitschutzketten für Transporte auf Schnee- und Eisdecken eine Erhöhung der Reibungskoeffizienten, wesentlich bessere Spurhaltung und somit höhere Fahrsicherheit erwartet werden.

Bei Einsätzen auf schneelosen Böden stellte sich heraus, daß auf schmierigen Lehm Böden eine lockere Kettenmontage die Selbstreinigung gewährleistet, mitnehmbare Vorteile bezüglich Fahrverhalten und Zugleistung zu bieten vermag.

Weitere Beobachtungen bei Einsätzen auf mäßig feuchten und trockenen Böden legten die Vermutung nahe, daß sich auch hier durch Verwendung von Gleitschutzketten eine Erhöhung der Schlepperleistung bei größerer Fahrsicherheit im Gelände ergeben müsse. Man beobachtete außerdem, daß unter besonders schwierigen Bringungsverhältnissen bzw. auf Böden von geringer Tragfähigkeit auch noch bei Ketteneinsatz geringe Fahrgeschwindigkeiten gehalten werden müssen, um ein Durchdrehen der Räder zu vermeiden.

1.2 Zur Theorie

Aus allen diesen Beobachtungen ließ sich bereits folgern, daß die Kette ähnlich einem Zahnrad größerer Teilung in den Waldboden eingreift. In Darstellung 1 wird schematisch das Abrollen eines Rades über Kette und Boden wiedergegeben. Die Kette legt sich dabei vor das abrollende Rad auf den Boden. Infolge des Rollvorgangs und der vom Rad übertragenen Last wird der unmittelbar vor dem Rad befindliche Boden angeschoben und dabei ein wenig aus der Bodenoberfläche herausgehoben, um unmittelbar nachher vom Rad überrollt und zusammengedrückt zu werden. Das Kettennetz schneidet



Darstellung 1: Abrollvorgang eines Rades mit Gleitschutzkette

INHALT:

POPOVICI, A.:

Schleppereinsatz ohne oder mit Gleitschutzketten?

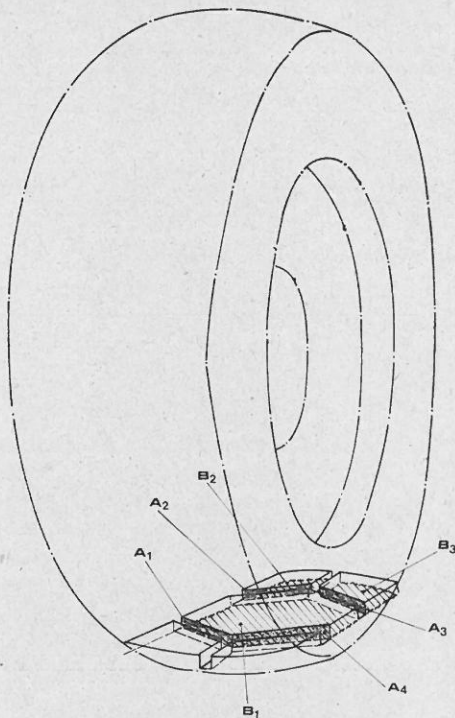
HOFLE, H. H.:

Möglichkeiten des Einsatzes mobiler Entastungs- und Einschnidemaschinen

Hinweise auf bemerkenswerte Veröffentlichungen in der Fachpresse des In- und Auslandes

teilweise in den lockeren, herausgeschobenen Boden ein und wird während des Rollvorgangs durch radiale Kräfte tiefer in den Boden eingedrückt. Die vom Rad auf die Kette übertragenen Tangentialkräfte werden ebenfalls von den Kettennetzteilen an den Boden übertragen. Hier ist zu unterstreichen, daß auf Grund eines höheren spezifischen Druckes die Kette tiefer in den Boden gepreßt wird, als ein nicht mit Kette versehenes Reifenprofil.

Die quer zur Fahrtrichtung liegenden Kettennetzteile üben auf die Summe der Flächen A_1 bis A_4 Druckkräfte aus, die sich parallel zur Bodenoberfläche auswirken (vgl. hierzu Darst. 2).



Darstellung 2: Auf dem Boden aufliegende Reifenfläche

Die Hochstollenprofile der Bereifung sind nur solange an der Einwirkung auf den Boden beteiligt, wie sie nicht durch Boden verschmiert sind. Tritt dieser Fall ein, so erreichen die oben erwähnten, vom Kettennetz ausgeübten Druckkräfte ihren maximalen Wert, der der Tangentialkraft des Rades entspricht. In diesem besonderen Fall besteht infolge des erwähnten Druckes die Tendenz, die im Augenblick vom Kettennetz umschlossenen Bodenflächen B_1 bis B_3 in Bewegung zu versetzen. Dieser Vorgang führt zum Abscheren der Bodenflächen B_1 bis B_3 , sobald die über die Kette an den Boden übertragenen Kräfte den Abscherwiderstand übersteigen.

Die geschilderten Vorgänge lassen sich in zwei Beziehungen ausdrücken:

$$K < B \cdot T \quad (1)$$

$$K < n \cdot \frac{B_{\text{Bod.}}}{d_{\text{Bod.}}} \cdot S \quad (2)$$

Erläuterung:

K = an Boden übertragene Tangentialkraft

B = abgescherte Bodenoberfläche ($B = \sum B_1 \dots B_n$)

C = Breite der am Boden aufliegenden Reifenfläche

T = Koeffizient der Abscherfestigkeit des Bodens

n = Anzahl der querliegenden Kettennetzteile

b = Greiftiefe der Kette

S = Koeffizient für Druckfestigkeit des Bodens

d_{Bod}

Im Gleichgewichtszustand werden:

$$B \cdot \frac{T}{d_{\text{Bod}}} - n \cdot \frac{(C \cdot b) S}{d_{\text{Bod}}} = 0 \quad (3)$$

Zu T/S: Aus drucktechnischen Gründen wurden die griechischen Buchstaben in allgemein üblichen Versalien wiedergegeben.

Über diese Gleichung lassen sich die maximale Tangentialkraft des Rades bzw. für einen bestimmten Boden die Greiftiefe der Kette oder die Zahl der gleichzeitig angreifenden querliegenden Kettennetzteile ermitteln. Da T und S charakteristische Kennwerte für den betreffenden Boden sind, läßt sich somit folgern, daß sich für jede Reifengröße die Charakteristiken eines optimal wirksamen Kettennetzes herleiten lassen, das die Übertragung eines Maximums an Tangentialkraft an den Boden ermöglicht.

Die Kettennetzteilung t sollte folgender Gleichung entsprechen:

$$t \leq 2 R \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

Erläuterung:

t = Kettennetzteilung

R = Reifenradius

α = der der Reifenaufgabe entsprechende Halbwinkel.

Entspricht die Kettennetzteilung der Gleichung 4, so treten zusätzlich keine dynamischen Kräfte auf, wie sie etwa infolge Durchdrehens des Rades (Schlupf) normalerweise vorkommen könnten.

1.3 Zur Entwicklung von Gleitschutzketten

Mit der Ausweitung der Verwendung von Gleitschutzketten sahen sich die Hersteller veranlaßt, Neuentwicklungen vorzunehmen. Die Fabrikanten standen dabei vor bis dahin unbekannten Problemen, die sich durch die vielseitigere Verwendung von Ketten ergaben.

Wollte man die Wirkung von Gleitschutzketten erhöhen, so mußte man versuchen, mehrere Ziele gleichzeitig zu erreichen. Zunächst ging es darum, die Haftreibung soweit wie möglich zu steigern, um die Kraftübertragung an den Boden zu erhöhen. Dabei mußte berücksichtigt werden, daß die Selbstreinigung der Kette auch auf schmierigen Böden keine nennenswerte Einbuße erlitt. Schließlich durfte der Rollwiderstand nicht größer werden, um den für die Eigenfortbewegung der Zugmaschine benötigten Anteil der Nennleistung des Motors nicht anwachsen zu lassen.

Die Laufruhe des Schleppers soll bei Verwendung von Gleitschutzketten keineswegs beeinträchtigt werden. Zusätzliche dynamische Beanspruchung soll nicht eintreten. Ein Befahren von öffentlichen Straßen muß ohne Gefahr der Beschädigung von Straßendecken möglich sein.

Der Kettenverschleiß soll niedrig sein, das erfordert Rücksichtnahme auf Form und Verwendung eines entsprechenden Materials. Die Montage darf nicht zu schwer und unbequem werden.

2.0 Über die Anwendung von Gleitschutzketten

2.1 Sichtung des derzeitigen Angebots

Die Praxis betrachtet auch bei Verwendung von Ketten diese immer noch als simple Vorrichtungen. Demgegenüber wirft sowohl die Entwicklung und Gestaltung moderner Kettennetze als auch die Anwendung der jeweils zweckmäßigsten und damit i. d. R. auch wirtschaftlich arbeitenden Kette manche Probleme auf. Für universellen Gebrauch gefertigte Gleitschutzketten entsprechen nicht in jedem Fall den Anforderungen, die von seiten des einzelnen Forstbetriebes an Ketten gestellt werden müssen. Es werden deshalb heute neben bisher überwiegend verwendeten Universalketten in zunehmendem Maße Spezialketten hergestellt. Damit ist für den Praktiker die Entscheidung noch schwerer geworden. Um ihm die Wahl einer für seine Zwecke besonders geeigneten Kette zu erleichtern, hat die MtA des KWF im Jahre 1970 mit der Erprobung von Gleitschutzketten verschiedener Fabrikate und unterschiedlicher Bauart begonnen. Die Erkenntnisse der Untersuchungen konnten später dem Forsttechnischen Prüfausschuß (FPA) zur Verfügung gestellt werden. Inzwischen sind die wichtigsten

Gleitschutzkettentypen aus der Fabrikation der beiden bekanntesten deutschen Herstellerwerke einer eingehenden Prüfung unterzogen worden. Über die Ergebnisse dieser Prüfungen wird anschließend berichtet.

2.2 Zur Methodik der Prüfung

Ketten derselben Fabrikate und gleichen Bauart wurden zunächst an drei Knickschleppern verschiedener Leistungsklassen bei der Mta-Erprobung 1970 eingesetzt. Es handelte sich um einen Timberjack 207 D (67 PS DIN mit Bereifung 16,9–30/10PR) als schwere Maschine, einen Uniknick 52 (52 PS DIN mit Bereifung 14,9–26/8PR) als mittelschwere Maschine und einen Holder AG 35 F (30 PS DIN mit Bereifung 10,5–20/6PR) als leichteste Maschine. Auf Grund der in der Tendenz übereinstimmenden Ergebnisse war es bei später erfolgten Erprobungen bzw. Prüfungen weiterer Kettentypen möglich, sich auf schwere Maschinen gleicher Bereifung zu beschränken. Es kam ausschließlich neben einem Timberjack nur noch ein Kockum KS 831–D6 ebenfalls mit Bereifung 16,9–30/10PR zum Einsatz.

Zu diesen Untersuchungen wurde eine spezielle Meßeinrichtung entwickelt und gebaut, mittels der gleichzeitig Zugkraft und Zugleistung bzw. die Zeit sowie der jeweils aufgetretene Schlupf bei einem Schleppereinsatz mit und ohne Kette gemessen werden konnten. Derartige Messungen sind bisher an drei Kettentypen der Fa. RUD sowie an vier der Fa. ERLAU durchgeführt worden. Sie bezogen sich in allen Fällen auf die Beeinflussung des Verhaltens bei unterschiedlichen Bodenarten und Bodenzuständen bzw. auf Schnee- und Eisdecken. Selbstverständlich wurde in jede Meßreihe auch die Hochstollenbereifung ohne Kettenanwendung einbezogen.

Auf Grund der Ergebnisse dieser Untersuchungen war es möglich, die einzelnen Kettentypen bezüglich ihres Wertes für den Bringungsbetrieb vergleichend zu beurteilen. Zusätzlich wurde bei der ersten Erprobung von neuen Kettenmodellen im Jahre 1970 die Spurabweichung bei Querfahrt zum Hang auf einer nassen Wiese von 18 % Neigung ermittelt. Bei Verwendung von Gleitschutzketten ließ sich die Richtungsabweichung nicht unerheblich vermindern. Allerdings läßt sich dieser Vorteil nur in begrenztem Umfang ausnutzen. Soll durch die Kette die Haftreibung erhöht und der Schlupf vermindert werden, muß diese relativ locker gespannt sein. Zur Verringerung der Richtungsabweichung bei Querhangfahrt sollen Gleitschutzketten dagegen besonders fest aufgespannt werden. Die Selbstreinigung ist in solchem Falle natürlich denkbar schlecht.

3.0 Gleitschutzketten im Forsteinsatz

3.1 Auf schneelosen Böden

Die Beobachtungen und Messungen wurden auf trockenen Sandböden, aber auch auf schlammigen, weichen Waldböden sowie auf lehmigen Böden, die sich im nassen Zustand befanden, vorgenommen.

Eine Zugkraftehöhung und eine Steigerung der Fahrgeschwindigkeiten beim Rücken von Holz wird nur erreicht, wenn Gleitschutzketten so locker aufgespannt sind, daß der Kette auf dem Reifen ein gewisser Spielraum zum Wandern verbleibt. Die Vorteile einer Verwendung von Gleitschutzketten auf schneelosem Boden gehen aus den Zahlenwerten der Übersicht 1 hervor für je zwei RUD- und ERLAU-Ketten, die inzwischen vom FPA anerkannt wurden. Diese Werte beziehen sich auf vergleichbare Böden bzw. Bodenzustände. Die höchsten Haftreibungswerte werden von den Ketten ERLAU Typ „Farmer“ mit 0,817, RUD vom Typ „Bison“ DH 69 G mit 0,720, ERLAU „Hochgebirge“ mit 0,716 und RUD „Bison“ DH 68 G mit 0,690 erreicht. Die in Prozenten ausgedrückte Zugkraftehöhung schwankt bei diesen Ketten zwischen 108 und 122 %. Die Zahlenangaben treffen jedoch nur zu, wenn die bei Kettenbenutzung gemessenen Ergebnisse auf

Zahlenwerte bezogen werden, die für das Hochstollenprofil einer ganz oder fast neuen Bereifung gemessen werden. Mit zunehmender Abnutzung eines Hochstollenprofils gewinnt die Anwendung von Gleitschutzketten zunehmend an Bedeutung. Es ist zu ergänzen, daß sich die o. a. Werte auf trockenen Waldböden beziehen. Wird ein Schlepper mit Gleitschutzketten auf weichem oder schmierigem Waldboden gefahren, liegen die Prozentwerte erheblich günstiger. An einem Hang mit weichem oder schmierigem Boden vermögen Forstschlepper ohne Ketten normalerweise nicht gegen den Berg zu fahren. Die Hochstollenbereifung verschmiert sofort, die Räder drehen durch, der Schlepper bewegt sich nicht von der Stelle (vgl. hierzu Abb. 1). Wie auch aus den Abbildungen hervorgeht, konnte derselbe Schlepper mit Gleitschutzketten ausgerüstet ohne Schwierigkeiten dieselbe Steigung nehmen (vgl. hierzu Abb. 2).



Abb. 1: Hochstollenbereifung auf schmierigem Boden

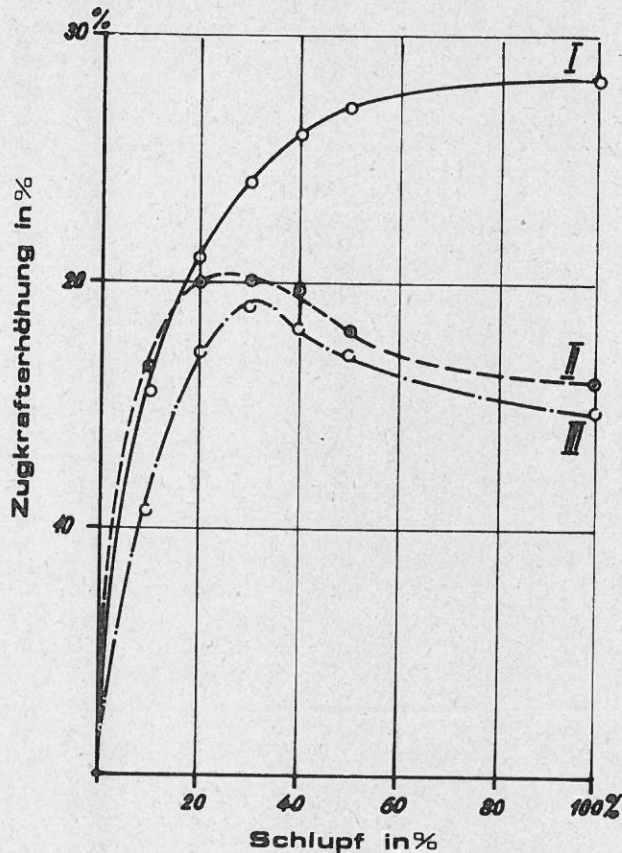


Abb. 2: Verwendung von Gleitschutzketten (hier RUD „Bison“ DH 69 G) auf schmierigem Boden

Aus den Kurven II und III der Darstellung 3 ist zu entnehmen, daß sowohl der schwere Timberjack als auch der Holder AG 35 F, deren beider Bereifung zu etwa 10 % abgenutzt war, mit Ketten eine Zugkraftehöhung bis zu 20 % bei einem Schlupfbereich, der zwischen 15 und 40 % lag, erreichen. Mit zunehmendem Schlupf wird die Zugkraftehöhung indessen kleiner. Im Gegensatz hierzu führte bei dem Uniknick Kettenbenutzung zu einer relativen Zugkraftehöhung bis zu ca.

29 %. Dazu ist zu bemerken, daß die Hochstollenprofile der Bereifung des Uniknick sehr stark abgenutzt waren (s. Kurve I).

In allen drei Fällen (s. Kurve I–III) steigt die Zugkrafteerhöhung in dem Bereich von etwa 35 % Schlupf relativ schnell an, um beim Uniknick ab ca. 50 % nur noch schwach anzusteigen. Bei den beiden anderen Schleppern mit gutem Hochstollenprofil beginnen die Zugkräfte ab 30 oder 35 % bereits leicht abzusinken.



Darstellung 3: Zugkrafteerhöhung im Verhältnis zum aufgetretenen Schlupf ()

Interessanterweise hatte auf trockenen Erdwegen die Benutzung von sehr dicht gehaltenen Kettennetzen weniger dichten Netzen gegenüber eine wesentlich geringere Erhöhung der Zugkräfte zur Folge. Die Benutzung von Ketten dieser Bauart empfiehlt sich jedoch auf geröll- und blocküberlagerten Waldböden (Begründung s. unten). Sie gewähren hier sogar einen gewissen Reifenschutz.

3.2 Auf Eis- und Schneedecke

Im Wintereinsatz, d. h. bei Eis- oder Schneedecke ist man grundsätzlich auf die Verwendung geeigneter Gleitschutzketten angewiesen. Die im Spätwinter 1972 im oberbayrischen Forstamt Murnau in 1200–1300 m Meereshöhe auf einer dünnen Schneedecke mit starker Eisunterlage durchgeführten Messungen ergaben hohe Haftreibungskoeffizienten. Es wurden z. B. 0,502 bzw. 0,546 mit ERLAU-Ketten „Farmer“ und „Hochgebirge“ bei 100 % Schlupf erreicht. Mit dem bloßen Hochstollenprofil der selben Bereifung wurde dagegen auf Schnee nur der Haftreibungswert 0,227 erreicht. Die Haftreibung läßt sich somit durch Kettenbenutzung auf 240 % erhöhen. Die sehr günstigen Meßwerte bei Kettenbenutzung erklären sich durch die große Anzahl von Greifkanten bei ERLAU-Ketten (vgl. hierzu Abb. 3b).

Ältere Versuchsreihen der MtA des KWF aus dem Jahre 1964 (Forstamt Partenkirchen) zeigten, daß sich auf verharschter und balliger Schneedecke auch mit Ketten aus Rundstahl-

gliedern ebenso wie mit solchen mit Flachstahlstegen Haftreibungskoeffizienten zwischen 0,460–0,500 bzw. 0,510 bis 0,560 oder 0,560–0,580 erzielen lassen. Die Zugkrafteerhöhung gegenüber Hochstollenbereifung kann ebenfalls der Übersicht 2 entnommen werden. Es bedarf Erwähnung, daß bei Schnee und Eis unter Kettenbenutzung die Fahrsicherheit fühlbar zunimmt.

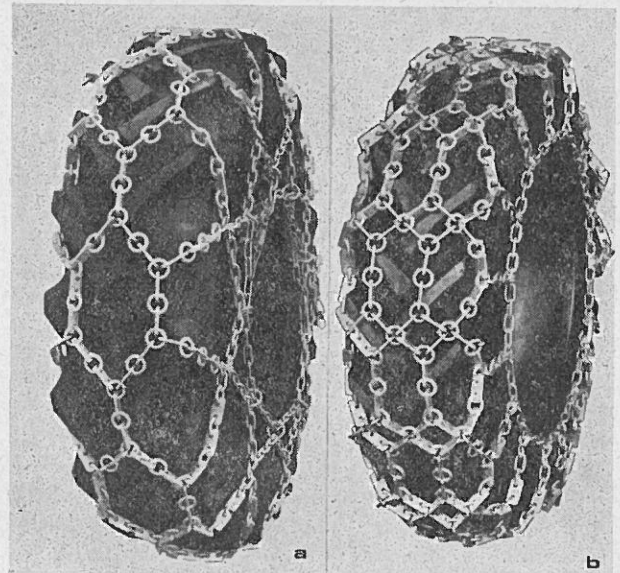


Abb. 3: Vom FPA anerkannte ERLAU Gleitschutzketten „Farmer“ (a) und „Hochgebirge“ (b)

4.0 Für den Forsteinsatz geprüfte Gleitschutzketten

Die vom FPA anerkannten Gleitschutzketten wurden aus einer Reihe von Kettentypen ausgewählt, die sich bereits in Erprobung befanden. Die anerkannten Ketten eignen sich sowohl für einen Einsatz auf schneelosen Böden als auch bei Schnee- und Eisdecke.

Die vom FPA anerkannten Gleitschutzketten „Bison“ der Fa. RUD der Typen DH 68 G und DH 69 G ähneln sich in der Netzgestaltung. Sie sind ausschließlich aus Rundstahlgliedern zusammengestellt (vgl. hierzu Abb. 4a und b). Auf schneelosen Böden bewirken beide Ketten eine Zugkrafteerhöhung um 14 bzw. 17 % gegenüber Hochstollenbereifung. Bei Schneedecken beträgt die Zugkraftmehrung 53 bzw. 66 %.

Aus dem Angebot der Fa. ERLAU wurden für den Forsteinsatz zwei Gleitschutzkettentypen, nämlich „Farmer“ und „Hochgebirge“ anerkannt. Diese Ketten sind aus Flachstahlstegen und Rundstahlverbindungselementen gefertigt. Die Bauart der Netze weicht hier ziemlich voneinander ab (vgl. hierzu Abb. 3a und b). Die Kette vom Typ „Farmer“ ist auf schneelosem Boden der „Hochgebirge“-Kette überlegen (siehe Übersicht 1). Es fällt auf, daß von vier ERLAU-Ketten die Typen „Farmer“ und „Hochgebirge“ — beide mit einem mitteldichten Netz — wesentlich besser abschneiden als die weniger dicht gehaltene „Europa-Doppelspur“ oder die „Garant-Spezial“, ein Modell mit besonders dichtem Netz. Die Nachteile einer weniger dicht gehaltenen Kette, wie die der „Europa-Doppelspur“, dürfen darin liegen, daß sich hier ungünstige dynamische Kräfte auswirken. Während des Abrollvorganges des Rades kommt nämlich im steten Wechsel ein mit Ketten bestückter Abschnitt nach einem auf den Boden, bei dem das Reifenprofil völlig frei liegt. Das bewirkt ein ruckartiges Abrollen des Rades wegen der zwischen einem bestückten und einem nicht bestückten Reifenabschnitt bestehenden Unterschiede in der Haftreibung. Diese störenden dynamischen Kräfte bewirken immer wieder ein ruckartiges Eingreifen der Kettenstücke. Die sehr dicht bestückte Kette „Garant-Spezial“ erzielt nicht, wie man vermuten könnte,

vergleichbar größere Haftreibungskoeffizienten. Die abgescherte Bodenfläche ist nicht so groß wie bei normal gebauten, mitteldicht gehaltenen Ketten vom Typ „Farmer“ oder „Hochgebirge“ bzw. wie bei den beiden RUD „Bison“-Ketten.

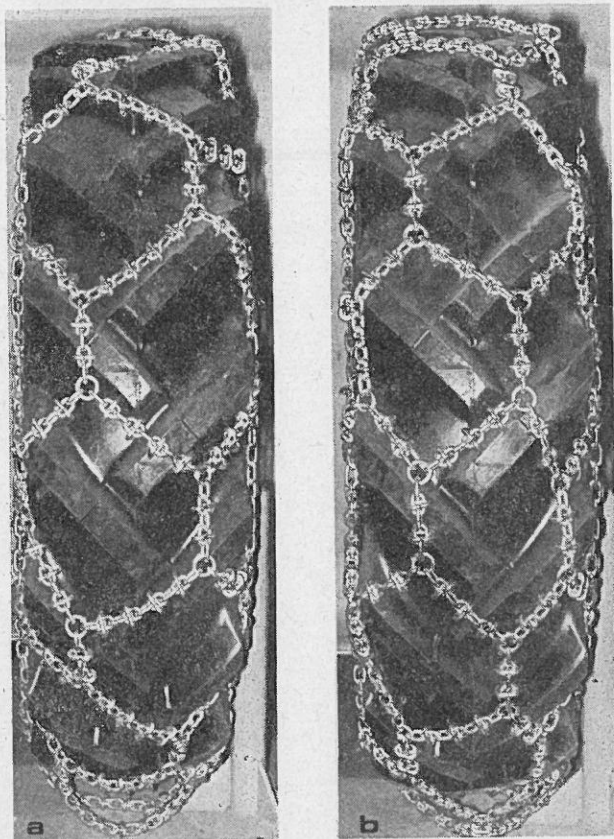


Abb. 4: Vom FPA anerkannte RUD Gleitschutzketten „Bison“ DH 68 G (a) und DH 69 G (b)

5.0 Über Dauerbeanspruchung und Verschleiß

Der Verschleiß als Folge der Dauerbeanspruchung von Gleitschutzketten auf unterschiedlichen Böden und bei wechselnden Bodenzuständen konnte vorerst nicht gemessen werden. Die Ausführung derartiger Messungen würde, allein bezogen auf Wintereinsatz, mehrere Jahre in Anspruch nehmen. Untersuchungen, die in zurückliegenden Jahren von der DLG-Prüfstelle in Volkenrode [3] an Gleitschutzketten durchgeführt wurden, befaßten sich auch mit dem Kettenverschleiß. So hat der Verschleiß bei einer RUD-Kette für die Bereifung 10–28 AS in den 170 Betriebsstunden 4,4–4,7% ihres Neugewichtes ausgemacht. Das Ergebnis bezieht sich vornehmlich auf Ackerböden.

Daraus läßt sich folgern, daß Gleitschutzketten der hier vorliegenden Materialgüte bei den größeren Reifendimensionen von Forstschleppern auf gleichem Boden einen geringeren Verschleiß haben müssen. Es sei unterstellt, daß Ketten bei Einsatz auf nicht oder wenig steinig Waldböden eine kalkulatorische Lebensdauer von ca. 800 Betriebsstunden zugesprochen werden kann. Es ist weiter zu vermuten, daß Gleitschutzketten, die nur aus Rundstahlgliedern gebaut sind, eine hierüber hinausgehende Lebensdauer besitzen. Dabei sei ver-

merkt, daß Flachstahlstege in Verbindung mit Rundstahlgliedern zu scharfkantigen Kontakten führen, die an den Berührungsstellen eine höhere Druckbeanspruchung bewirken. Das kann eine Verkürzung der Lebensdauer zur Folge haben.

6.0 Zusammenfassung

1. Gleitschutzketten haben sich seit zwei Jahrzehnten bei der winterlichen Holzbringung auf Schnee- und Eisdecken vor allem im Hochgebirge bewährt.
2. Die vor 15 Jahren erstmalig von der MtA des KWF auf schneelosem Boden durchgeführten Kettenversuche erbrachten gegenüber Bereifungen mit Hochstollenprofil noch keinen deutlichen Vorteil.
3. In der Zwischenzeit haben führende Werke der Kettenindustrie Gleitschutzketten-Bauarten entwickelt, die einen Ketteneinsatz außerhalb der Wintermonate auf nicht unbedingt schwierigen Böden vertretbar machen.
4. Während sich die Haftreibungswerte von Forstschleppern im Wintereinsatz bei Benutzung von geeigneten Ketten bis auf das 2,4fache der Haftreibung einer Hochstollenbereifung steigern lassen und damit denen von Hochstollenprofilen auf schneelosen Böden nahe kommen, beträgt der Vorteil der Kette gegenüber einer noch neuen Hochstollenbereifung auf schneefreien Böden maximal etwa 20%.
5. Die Zugkräfte erhöhen sich entsprechend, sofern die verfügbare Schlepperleistung hinreichend am Boden abgestützt werden kann.
6. Die erwähnten Vorteile, die Gleitschutzketten auch außerhalb des Wintereinsatzes zu bieten vermögen, beziehen sich auf normale Bodendecken und Bodenzustände. Unter ungünstigeren Bodenverhältnissen bzw. auf Weichböden, schmierigen Lehm Böden, nassen Böden sowie bei der Fahrt gegen den Berg sind Ketten ohnehin unentbehrlich. Die Fahrsicherheit wird damit auch bei Bergabfahrten erhöht.
7. Für den Forsteinsatz eignen sich nur Ketten mit mitteldicht gehaltenen Kettennetzen, zu denen die vier bisher vom FPA anerkannten Kettentypen gehören. Leichte und billige Gleitschutzketten mit grober Netzteilung bringen keine volle Leistung. Zu dicht gehaltene Ketten, die sich in der Ausführung den Panzerketten der Bauwirtschaft nähern, sind nicht nur schwer und dementsprechend teuer, sondern auch weniger wirksam.
8. Der relative Vorteil des Ketteneinsatzes auf schneelosen Böden wird um so größer, je mehr die Hochstollenprofile einer Bereifung abgenutzt sind.
9. Im Bringungsbetrieb können Ketten, die im Wintereinsatz laufen, auf schneefreien Böden weiterbenutzt werden. Die Verwendung von Ketten zum Ausgleich des Leistungsabfalls von Bereifungen, deren Hochstollen mehr als zu 50% abgenutzt sind, sollte aus guten Gründen Ausnahmefall bleiben.

Literatur

1. EHMKE, KURD: Arbeiten des KWF (unveröffentlichte Manuskripte) Dillingen/Donau 1957 sowie 1964
2. SAMSET, IVAR: Timber transport with Horse and Tractors on compact Snowroads — Vollebakk Norw. 1956
3. v. SALOMON, L. M.: RUD-Spur-Schlepperkette Typ „Stollenreiter“ DLG-Maschinenprüfbericht Nr. 873 / Juli 1963

Übers. 1: Gleitschutzketten auf schneelosem Boden

Haftreibungskoeffiziente bei 100% Schlupf Zugkrafterhöhung %	Wert Erhöhung	R U D			E R L A U		
		ohne Ketten	Bison DH 68 G	Bison DH 69 G	ohne Ketten	Farmer	Hochgebirge
		0,634	0,69	0,72	0,693	0,817	0,716
	100	100	108	114	100	117	103
	100	100	113	117	100	122	108

Übers. 2: Gleitschutzketten auf Schnee- u. Eisdecken

Haftreibungskoeffiziente bei 100% Schlupf Zugkrafterhöhung %	Wert Erhöhung	R U D			E R L A U		
		ohne Ketten	Bison DH 68 G	Bison DH 69 G	ohne Ketten	Farmer	Hochgebirge
		0,227	0,34	0,42	0,227	0,502	0,546
	100	100	149,7	185	100	221	240
	100	100	153	187,5	100	227	250

Möglichkeiten des Einsatzes mobiler Entastungs- und Einschneidemaschinen

– dargestellt am Beispiel der PIKA 50 –

Dr. H. H. Höfle, FVA Freiburg i. Brsg., Abt. Waldarbeit

1. Einleitung

Komplexe Holzerntemaschinen sind dank der Ansprüche, die an ihre Geländegängigkeit, die Zahl der durchzuführenden Teilarbeiten und den Grad der Automatisierung gestellt werden, faszinierende Entwicklungen der Technik. Dies darf jedoch nicht davon ablenken, die Einsatzmöglichkeiten dieser Maschinen sehr kritisch zu durchdenken, wie andererseits die Kompliziertheit der Maschinen auch nicht zu ihrer vollkommenen Ablehnung führen darf. Denn die Forstwirtschaft in Mitteleuropa muß weiter rationalisieren: dabei werden angesichts der Vielfalt der forstlichen Verhältnisse auch künftig sehr unterschiedliche Verfahren der Holzernte angebracht sein. Welche Rolle den mobilen Entastungs- und Einschneidemaschinen, z. B. vom Typ der PIKA 50 zukommt, sollen die folgenden Überlegungen zeigen.

2. Allgemeine Probleme des Einsatzes von Großmaschinen

Zwei Gründe bewegen uns, von Großmaschinen zu sprechen: die Höhe der notwendigen Investitionen und die Arbeitskapazität der Maschinen. Da die meisten mobilen Entastungs- und Einschneidemaschinen dazu gehören, mögen die folgenden Stichworte die wichtigsten Merkmale von Großmaschinen ohne Anspruch auf Vollständigkeit in Erinnerung rufen:

- > Die hohen Fixkosten fordern möglichst viel Einsatzstunden pro Jahr.
- > Die große Arbeitskapazität bedingt den Einsatz über die Grenzen eines Forstbetriebes hinweg.
- > Zur Minimierung der Umsetzzeiten sind je Arbeitsort möglichst große Holzmen gen bereitzustellen.
- > Jeder Fehler der Organisation bedeutet Verlustzeiten und höhere Kosten. Die einzelnen Arbeitsplätze sind so zu gestalten, daß die Maschinen ohne Unterbrechung arbeiten können.
- > Da immer nur wenige Maschinen desselben Typs laufen, sind der Kundendienst, die Durchführung von Reparaturen und die Ersatzteilbeschaffung problematisch.
- > Die Fahrer müssen so ausgebildet sein, daß sie nicht nur die Maschinen vollständig beherrschen, sondern auch die Ursachen von Störungen erkennen und — bei kleinen Mängeln — beseitigen können.

3. Spezielle Probleme der Pika als Beispiel für mobile Entastungs- und Einschneidemaschinen

3.1 Einsatzbereich

Jede Maschine besitzt einen bestimmten Einsatzbereich, in dem sie geeignet und wirtschaftlich ist. Die Untergrenze wird bei der Pika 50 bestimmt durch die Wirtschaftlichkeit im Vergleich zur Handarbeit, die Konkurrenz anderer, auf schwächere Dimensionen zugeschnittener Maschinen (wie der „Astab“) und — zumindest solange noch nicht eindeutig geklärt ist, ob die stehenbleibenden Aststummel ohne Bedeutung sind — die Arbeitsqualität bei schwachen Bäumen. Sie liegt z. Zt. bei einer Stückmasse von etwa 0,20 Fm. Die Obergrenze liegt entsprechend der Dimension der Bäume und Äste, sowie der Konstruktion der Maschine bei etwa 0,80 bis 1 Fm pro Baum. Somit ist die Pika keine Maschine für das schwache Nadelindustrieholz, weil sie dort zu wenig wirtschaftlich und evtl. auch zu wenig sorgfältig arbeitet, und keine Maschine für das Starkholz, weil sie dafür zu schwach dimensioniert ist.

Die Qualität der Arbeit kann nicht deshalb von vornherein abgelehnt werden, weil sie nicht dem Ergebnis der Handarbeit entspricht. Es ist vielmehr zu fragen, ob die Einsparungen durch mindere Qualität bei der Entastung in späteren Stufen der Produktion durch höhere Kosten wieder aufgehoben werden oder ob eine echte Einsparung zu erreichen ist.

3.2 Die Konkurrenz anderer Verfahren und Maschinen in diesem Einsatzbereich

In dem Bereich zwischen 0,2 und 0,8 (1,0) Fm pro Baum wird heute in erster Linie Sägerundholz in Verbindung mit Industrieholz als Kuppelprodukt aus dem Gipfelbereich oder vom rotfaulen Stammfuß ausgehalten. Das Stammholz wird bisher einzelstammweise vermessen, sortiert, numeriert und in Holzlisten aufgenommen.

In Zukunft sind für diese Form der Aufarbeitung des Sägerundholzes recht unterschiedliche Verfahren mit oder ohne mobile Entastungsmaschinen denkbar, wie die Übersicht zeigt. Als grundlegende Varianten sind die mobile Aufarbeitung im Walde, die keiner Errichtung spezieller Arbeitsplätze bedarf, und die zentrale Aufarbeitung im Walde oder außerhalb des Waldes mit der Einrichtung spezieller Arbeitsplätze zu betrachten. Die Aufarbeitungsplätze im Walde können dabei entweder ortsfest (stationär) oder — wie der Erntezug der österreichischen Bundesforste — mobil sein. Bei den Plätzen im Walde ist daran zu denken, die gesamte Entastung auf dem Platz selbst durchzuführen oder wie bei zentralen Aufarbeitungsplätzen außerhalb des Waldes vorher zu entasten. Während im ersten Fall kein Raum für mobile Entastungsmaschinen mehr bleibt, muß im zweiten Fall wegen des Transports zum zentralen Platz über größere Entfernungen, vor allem auf öffentlichen Straßen, im Walde grob oder fein entastet werden. Diese Grob- oder Feinentastung läßt sich dann entweder von Hand oder maschinell durchführen. Die Arbeit im Walde kann sich dabei auf die Entastung beschränken, während die Entrindung, Vermessung und Sortierung Aufgaben des zentralen Platzes sind.

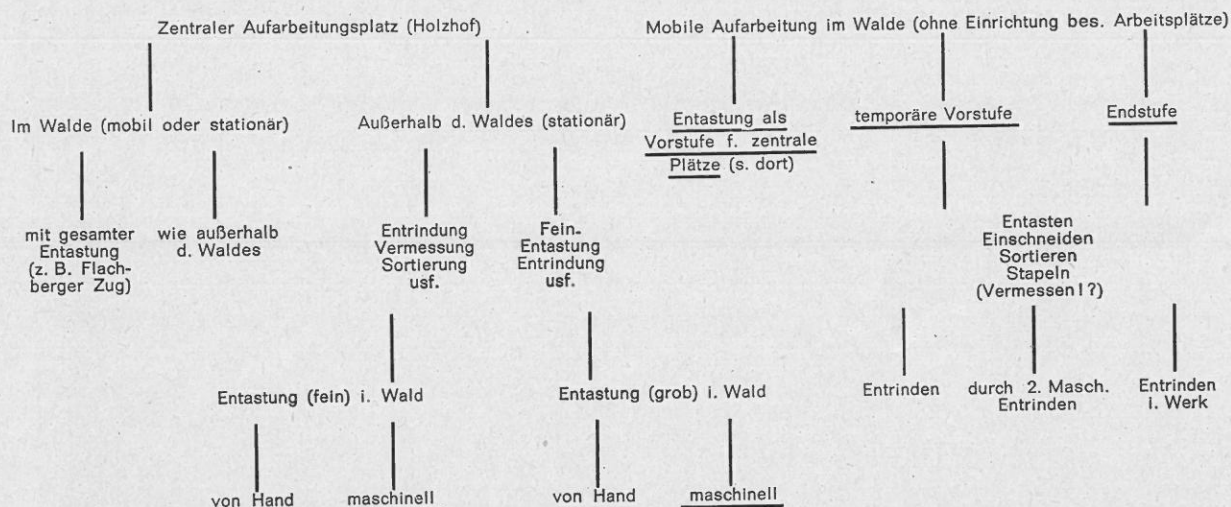
Die mobile Aufarbeitung, d. h. der Einsatz mobiler Entastungsmaschinen, kann

- > ein Glied der Produktionskette mit zentralen Plätzen,
- > eine temporäre Vorstufe, bis zentrale Plätze geschaffen sind, oder
- > die Endstufe sein, wenn die Errichtung zentraler Plätze unzumutbar ist.

Wenn die mobile Entastung nicht nur ein Glied der ganzen Produktionskette mit einem zentralen Aufarbeitungsplatz ist, muß nach der maschinellen Aufarbeitung auch das verkaufsfertige Sortiment vorliegen, d. h. die mobile Entastungsmaschine sollte die Teilarbeiten Entasten, Einschneiden, Sortieren, Stapeln und Vermessen in ausreichendem Umfang und mit zufriedenstellender Sorgfalt durchführen.

Nachdem nun Klarheit darüber besteht, wo sich mobile Entastungsmaschinen oder Entastungs- und Einschneidemaschinen einsetzen lassen, ist zu prüfen, welche Maschinen die jeweils gestellten Anforderungen am besten erfüllen. Dabei können andere Maschinen in Konkurrenz zur Pika treten. Jeder Betrieb muß daher überlegen, welche Anforderungen hinsichtlich Geländegängigkeit, Arbeitsqualität, Zahl der Teilarbeiten, Kapazität usw. an eine für seine Verhältnisse geeignete Aufarbeitungsmaschine zu stellen sind und welche Maschine demnach am besten geeignet ist.

Obersicht: Produktionsketten mit mobilen Entastungsmaschinen in Mitteleuropa



(Die Unterstreichungen deuten an, wo der Einsatz mobiler Entastungsmaschinen im Zusammenhang mit der zentralen Aufarbeitung oder mobiler Entastungs- und Einschneidemaschinen bei mobiler Aufarbeitung in Frage kommt.)

3.3 Konsequenzen für die Vermessung, die Sortierung und den Verkauf des Stammholzes

Die Pika kann die im letzten Abschnitt von mobilen Aufarbeitungsmaschinen geforderten Teilarbeiten zwar, wenn z. T. auch mit gewissen Einschränkungen, erfüllen, doch ist es unmöglich, das Stammholz in der bisher gewohnten Weise für den Verkauf zu vermessen, zu sortieren und aufzulisten. Dies mögen folgende Probleme erläutern:

- > die Aushaltung des Stammholzes nach bisherigen Gewohnheiten fordert eine Durchmesser- und Längenmeßeinrichtung;
- > wenn diese Einrichtungen vorhanden sind, muß der Fahrer der Maschine zusätzlich zu den für die Bedienung notwendigen Handgriffen noch bei jedem Stamm über die Aushaltung entscheiden und steigert dadurch seine Belastung;
- > auch wenn dies möglich ist, muß jeder Stamm gekennzeichnet (numeriert) werden und unter der Nummer sind Holzart, Länge, Durchmesser, Volumen und Stammholzklasse schriftlich festzuhalten.

Wenn man daher davon ausgeht, daß die mobile Aufarbeitung unter gewissen Voraussetzungen eine durchaus realistische und wirtschaftliche Alternative darstellt, muß nach anderen Mög-

lichkeiten zur Vereinfachung der Aushaltung von Stammholz als nur der Vermessung auf einem zentralen Platz gesucht werden. Die von LÖFFLER (Holz-Zentralblatt 1972, Nr. 24) genannten Aufwendungen dafür lassen dies ohnehin angebracht erscheinen. Daß dafür mit der Vermessung im Werk, mit der Sortierung durch Computerprogramme oder evtl. sogar mit dem Gewichtsverkauf Möglichkeiten bereitstehen, sollte erkannt und möglichst rasch erprobt werden.

4. Zusammenfassung

Die Pika ist keine Maschine für das schwache Nadelindustrieholz, obwohl gerade hier eine wirtschaftlich und sauber arbeitende Entastungsmaschine besonders erwünscht wäre. Im Bereich zwischen 0,2 und 1,0 Fm pro Baum wird in erster Linie Sägerundholz ausgehalten. Die Pika tritt hier in Konkurrenz zur Aufarbeitung auf zentralen Plätzen (Holzhöfen) und zu anderen Maschinen. Die mobile Aufarbeitung des Stammholzes kann aber unter gewissen Voraussetzungen eine realistische und wirtschaftliche Lösung darstellen. Sie verlangt dann eine Neugestaltung der ganzen Produktionskette, und zwar im besonderen der Vermessungs-, Sortierungs- und Verkaufsverfahren des Stammholzes. Dies entspricht aber einem ohnehin bestehenden Zwang zur Rationalisierung.

Das KWF gratuliert seinen langjährigen Mitgliedern und Förderern

zum 70. Geburtstag

am 18.9.1972 Herrn Landforstmeister a. D. Wilhelm von Laer

Der Jubilar ist durch seine hervorragende Tätigkeit auf den Gebieten Forsteinrichtung und Fotogrammetrie bekannt geworden (s. FTI 9/1967 zum 65. Geburtstag). Auch im Ruhestand hat er weitere, wertvolle Anregungen der Forstpraxis gegeben. Die besten Wünsche des KWF begleiten den Jubilar auch weiterhin.

zum 60. Geburtstag

am 18.9.1972 Herrn Ltd. Ministerialrat Otto Zimmer

In dankbarer Anerkennung der wertvollen Unterstützung, die dem KWF und seinen Arbeiten durch ihn als Leiter der Ministerialforstabteilung des Saarlandes, aber auch schon vorher als Waldarbeitsreferent, zuteil wurden, wünscht das KWF dem Jubilar weiterhin Wohlergehen und erfolgreiche Fortführung seiner Arbeiten.

Hinweise auf bemerkenswerte Veröffentlichungen in der Fachpresse des In- und Auslandes

- ABETZ, P.: „Zur waldbaulichen Behandlung der Kiefer in der nordbadischen Rheinebene“
AFZ 27. (1972) 29, S. 591
- BACKHAUS, G.: „Bereitstellung von Buchenindustrieholz aus Durchforstungen“
Holz-Zentralbl., Stuttgart 98. (1972) 38/39, S. 561
- BARTH, W.-E.: „Zum neuen Holzerntetarif“
AFZ 27. (1972) 1/2, 11, 13
- BOTHE, G.: „Vorgabezeiten für Winkelpflanzungen von Fichte (Lärche) sowie Buche und anderen Laubhölzern“
Forst- und Holzwirt 27. (1972) 12, S. 270
- BRANKAMP, K.: „Integrierte Datenverarbeitung, ein Instrument fortschrittlicher Produktionstechnik“
REFA-Nachrichten 25. (1972) 3, S. 193
- KELLER, TH.: „Auswirkungen der Motorfahrzeugabgase auf die Vegetation — eine Literaturübersicht“
Schweiz. Zeitschr. für Forstwesen 123. (1972) 6, S. 372
- KHALISY, M., OESTEN, G., WOLFLE, G.: „Fäll- und Rückeschäden im Buchen-Schwachholz in Abhängigkeit von Gelände, Jahreszeit, Sortenlänge und Rückeverfahren“
Mitt. der FVA Freiburg Heft 38, Abt. Waldarbeit Nr. 25, Dezember 1971
- KOPF, E. U.: „Zukunftsbewußte Arbeitsgestaltung in der Forstwirtschaft“
AFZ 27. (1972) 22/23, S. 447
- KWASNITSCHKA, K.: „Die Naturverjüngung von Mischbeständen im Rahmen eines weitgehend mechanisierten Forstbetriebes“
Schweiz. Zeitschr. Forstw., 123. (1972) 3, S. 160
- LEINERT, S. und MÜLLER, B.: „Die Entrindung von Nadelstammholz“
Teil 3: Arbeitsverfahren und Zeitbedarf beim HMS-Entrindungszug
Teil 4: Leistung und Kosten beim HMS-Entrindungszug
Holzzentralbl. 98. (1972) 72, S. 1044; 73, S. 1063
- MARQUART, R.: „Transport von Rohstangen zum Holzofen Oberschwaben“
Mitt. der FVA Freiburg Heft 37, Abt. Waldarbeit Nr. 24, November 1971
- MEYER, R.: „Schlepper und Zusatzgeräte für die Holzernte im kleineren Forstbetrieb“
Allg. Forstzeitung 83. (1972) 7, S. 179
- NEUGEBAUER, O.: „Waldarbeiterentlohnung in der Bayer. Staatsforstverwaltung“
AFZ 27. (1972) 26, S. 541
- FRAUENHOLZ, O.: „Arbeitsverfahren und Arbeitsabläufe bei der Holzernte in kleineren Forstbetrieben“
Allg. Forstzeitung 83. (1972) 7, S. 172
- GUSSONE, H.-A., REHFUESS, K. E. und ULRICH, B.: „Entwicklungstendenzen der Forstdüngung“
Allgem. Forst-Jagdztg., 143. (1972)
- HOFLE, H.: „Die Aufarbeitung des Nadelschwachholzes heute und in Zukunft“
Forst-Holzwirt, 27. (1972) 7, S. 141
- HOFLE, H.: „Zur Zahl, Art und Ursache von Rückeschäden in Durchforstungen schwacher Nadelholzbestände“
Mitt. d. FVA Freiburg Heft 38, Abt. Waldarbeit Nr. 25, Dezember 1971
- PEINE, J.: „Fälltechnik mit der Motorsäge bei Hängern“
Holzzentralbl. 98. (1972) 69, S. 998
- REHFISCH, B.: „Planung in Forstwirtschaftsbetrieben“
Heft 23 der Abhandlungen aus dem Industrieseminar der Universität Köln
Dunker + Humblot Berlin 1972
- RICHTER, E.: „Rückerversuche mit schwachem Nadellangholz für den Holzofen Oberschwaben“
Mitt. der FVA Freiburg Heft 37, Abt. Waldarbeit Nr. 24, November 1971
- SABIEL, G.: „Mechanisierungsprogramm für die Forstwirtschaft in Hessen“
Forst-Holzwirt 27. (1972) 11, S. 257
- SAGL, W. und LINDEMANN, G.: „Ergebnisse der Tätigkeitserhebung bei den Österr. Bundesforsten im Jahre 1970“
Allg. Forstzeitung 83. (1972) 3, S. 43
- SCHLAICH, K.: „Methodenlehre des Arbeitsstudiums — Verbesserungen und Ergänzungen“
REFA-Nachrichten 25. (1972) 1, S. 35
- SPEIDEL, G.: „Planung im Forstbetrieb“
Verlag Paul Parey Hamburg/Berlin 1972
- Sonderheft „Buchhaltung und Kostenrechnung mit EDV“
Allg. Forstzeitung 83. (1972) 5
- Sonderheft „Wildbachsperren“
Allg. Forstzeitung 83. (1972) 8
- Sonderheft „Deutsch-schwedischer Erfahrungsaustausch“
AFZ 27. (1972) 12
- Sonderheft „Industrieholz“
AFZ 27. (1972) 20
- Sonderheft „Arbeitsschutz und Gesundheitspflege“
AFZ 27. (1972) 31/32

Hinweis des Verlages:

Bezugspreis jährlich ab 1. Januar 1973 einschl. Versand und MwSt. 24,50 DM.

Auf Wunsch des KWF als Herausgeber soll — wie bisher — im Hinblick auf dessen besondere Aufgabenstellung und den relativ geringen Umfang der FTI keine Anzeigenwerbung in dieser Fach-Zeitschrift betrieben werden. Daher müssen sich die in der Zwischenzeit gestiegenen Lohn- und Materialkosten auf den Bezugspreis, der auch mit dem KWF abgestimmt wurde, auswirken. Wir bitten um Verständnis.