

FORSTTECHNISCHE INFORMATIONEN

Mitteilungsblatt des

„KURATORIUM FÜR WALDARBEIT UND FORSTTECHNIK“

1 Y 6050 EX

31. Jahrgang

Nr. 11

November 1979

Zum Nährstoffexport aus Fichtenbeständen durch die Holzernte

Meliksah Yildirim

I. Vorbemerkung

Mit einer zunehmenden Mechanisierung der Rohholzaufbereitung tritt das Problem des Bioelementexportes verstärkt zutage. Ungeklärt ist bislang die Frage, inwiefern derartige Verluste durch Düngungsmaßnahmen ausgeglichen werden müssen und welche Kosten für den Betrieb dadurch entstehen.

Diese Thematik ist vor allem für Fichtenreihenbestände aktuell, die wegen ihrer Homogenität und Geradschaftigkeit optimale Möglichkeiten für das maschinelle Aufarbeiten bieten. Einschlägige Veröffentlichungen beziehen sich demzufolge häufig auf diesen Bestandestyp; so etwa die verfahrens- und nutzwertanalytischen Überlegungen von Häberle (1973) und Timinger (1974).

Andere Autoren — Ulrich (1975), Tamm (1969), Mälkönen (1972), Weetmann (1972) und Krapfenbauer (1971) — betonen, daß der Bioelementexport besonders auf armen Standorten einen Leistungsrückgang bedingen kann.

Um die Frage nach Art und Menge des Biomassenexportes zu beantworten, wurden Untersuchungen am Institut für Waldarbeit und Forstmaschinenkunde der Universität Göttingen in Zusammenarbeit mit dem Institut für Bodenkunde und Waldernährung durchgeführt (Yildirim 1978).

Nachfolgend soll versucht werden, der Praxis einen Überblick darüber zu verschaffen, wie hoch sich die eventuellen Ersatzdüngekosten für verschiedene Holzernteverfahren zu einem bestimmten Zeitpunkt belaufen.

II. Methodik

1. Allgemeines

Hinsichtlich des Bioelementtransportes kann ein Urwald, in dem keinerlei Nutzungen stattfinden, als ein geschlossenes System betrachtet werden. Findet eine gleich wie geartete Nutzung statt, so ist das stets mit einem Verlust an Bioelementen verbunden, der allerdings prinzipiell durch eine Düngung ausgeglichen werden kann. In der Praxis wird man selbstverständlich zuvor festzustellen versuchen, ob eine Düngung überhaupt notwendig ist. Hierzu dienliche Verfahren lehnen sich an die Untersuchungen des Bioelementvorrates des Bodens an, wobei zusätzlich zu berücksichtigen ist, daß, wie

Ulrich (1975) festgestellt hat, in der Umgebung relativ dicht besiedelter Industriezentren jährlich ca. 26 kg Stickstoff/ha dem Ökosystem aus der Luft gespendet werden.

Zur Darstellung der für einige Eingriffstypen¹ charakteristischen Düngekosten werden im folgenden beispielhafte Modellrechnungen vorgestellt.

¹ Eingriffstypengruppe (ETG): Die Zusammenfassung von Eingriffen in Waldbestände zum Zwecke der Ernte oder Pflege, die aus vergleichbaren Bestandestypen zum Export etwa gleicher Baumbestandteile (Rinde, Äste, Stammabschnitte o. ä.) führen, also qualitativ ähnliche Nährstoffentzüge bedingen. Beispiel: Derbholzentnahme mit Rinde.

2. Fragestellung

In der Praxis werden Holzerntemethoden hinsichtlich ihrer Kosten verglichen. Nicht untersucht werden bisher die Ersatzdüngekosten, die aufgrund der Bioelementexporte der verschiedenen Erntemethoden verursacht werden.

Nach Yildirim (1978) können eingriffstypenspezifische Düngekosten mit Hilfe von Tabellen einfach ermittelt werden. Er hat 14 Eingriffstypen (ETG) unterschieden, denen alle Holzerntemethoden zugeordnet werden können (Übersicht 1).

Übersicht 1

Bez.	Eingriffstypen
01	Stammholz ohne Rinde
02	Derbholz ohne Rinde
03	Stangen ohne Rinde
04	Stammholz ohne Rinde + Restderbholz mit Rinde
05	Stammholz ohne Rinde + Zopfstück mit Rinde und Ästen
06	Derbholz ohne Rinde + Zopfstück mit Rinde und Ästen
07	Stammholz mit Rinde
08	Derbholz mit Rinde
09	Stangen mit Rinde
10	Stammholz mit Rinde + Zopfstück mit Rinde und Ästen
11	Derbholz mit Rinde + Zopfstück mit Rinde und Ästen
12	Stammholz mit Rinde und Ästen
13	Derbholz mit Rinde und Ästen
14	Ganzbäume

INHALT:

YILDIRIM, M.:

Zum Nährstoffexport aus Fichtenbeständen durch die Holzernte

ZIMMERMANN, W. und KROHN, B.:

Die Waldameise (Skogsmyran)

KROHN, B.:

Das Kippverhalten eines Knickschleppers

DENNINGER, W.:

Wichtige Bestimmungen der Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) für Forstschlepper und gezogene Transportfahrzeuge

Das folgende Beispiel macht die Fragestellung und den Vorgang der Herleitung der Düngekosten deutlich:

Beispiel:

Ein gleichaltriger Fichtenbestand soll im Alter 100 abgetrieben werden. Der Bestand, II. EKL, hat einen mittleren BHD von 32 cm. Ausgewählt werden folgende Eingriffstypen:

1. Derbholzentnahme ohne Rinde (ETG 02)
2. Derbholzentnahme mit Rinde (ETG 08)
3. Ganzbaumentnahme ohne Zopf (ETG 13)
4. Ganzbaumentnahme mit Zopf (ETG 14)

3. Methodisches Vorgehen

Yildirim (1978, S. 78) hat die Düngekostenbelastung für einzelne Eingriffstypen in Abhängigkeit vom BHD tabellarisch aufgestellt (Tabelle 1). Angegeben sind die Düngungskosten nach Erntemaßnahmen bei einem bestimmten BHD in Prozent bezogen auf die mittleren Gesamtdüngungskosten bei Ganzbaumernte im Mittel der Umtriebszeit.

Tabelle 1: Prozentuale Düngekosten in Abhängigkeit von BHD und ETG für den einzelnen Eingriff

BHD (cm)	Düngekosten v. H.			
	ETG 02 ¹	ETG 08 ¹	ETG 13 ¹	ETG 14 ²
1	2	3	4	5
8	6	7	15	326
10	9	11	29	256
12	11	14	42	200
14	12	17	53	158
16	14	20	62	129
18	14	22	70	109
20	15	24	76	96
22	15	25	81	93
24	15	26	85	93
26	15	26	87	93
28	15	27	87	93
30	15	26	86	93
32	15	26	84	91
34	15	25	80	89
36	16	24	74	84

¹ In Prozent bezogen auf Ganzbaumentnahme

² In Prozent bezogen auf Gesamtmittelwert

Mittels der in Tabelle 1 aufgeführten Daten kann man absolute Werte herleiten, wenn man die mittleren Gesamtdüngekosten für die Ganzbaumentnahme mit Zopf (ETG 14) anhand eines Düngepfanes ermittelt.

Zur Aufstellung eines Düngepfanes bedarf es der Festlegung der Düngemittelpreise und Ausbringungskosten (s. Tabelle 2).

Tabelle 2: Zusammenstellung der Düngemittel- und Ausbringungskosten (incl. Soziallasten)

Lfd. Nr.	Düngerart	Kosten ¹ (DM/dz ²)	
		Düngemittel	Ausbringung
0	1	2	3
1	Kalkammonsalpeter	40,—	20,—
2	Thomasphosphat	18,—	5,50
3	Kalimagnesia	25,—	20,—
4	Schwefelsaures Kali	34,—	20,—
5	Mehrnährstoffdünger (NPK)	47,—	55,—

¹ Die Kosten wurden für Düngemittel ca. 10 v. H. und für Ausbringung ca. 5 v. H. gegenüber dem letzten Jahr erhöht.

² dz = Doppelzentner

Nach Festlegung der Düngemittel- und Ausbringungskosten kann man den Düngungsplan für ETG 14 folgendermaßen erstellen (vereinfachte Form nach Yildirim 1978, S. 75)

Der Tabelle 3 sind in diesem Falle mittlere Gesamtdüngekosten von 4,67 DM/EFm zu entnehmen. Um die absoluten Düngekosten für andere Eingriffstypen zu ermitteln, ist nunmehr nur noch eine Multiplikation mit den entsprechenden Prozentsätzen aus Tabelle 1 erforderlich. Beispiel: Tabelle 4.

Tabelle 4: Absolute Düngekosten der Eingriffstypen (hier für BHD 32 cm)

ETG	Bezugsgröße v. H.	Prozentsatz v. H.	Düngekosten DM/EFm Sp. 2 × 4,67 DM
1	2	3	3
ETG 14	100 × 91 = 91		4,25
ETG 02	91 × 15 = 14		0,64
ETG 08	91 × 26 = 24		1,11
ETG 13	91 × 84 = 77		3,57

Tabelle 3: Düngungsplan und Kostenkalkulation für die Ganzbaumentnahme (ETG 14)

Baumart: Fichte	Umtriebszeit: 100 Jahre
EKL: II	Gesamtleistung: 883 EFm/ha

Lfd. Nr.	Düngerart	Menge dz/ha	Kosten DM/ha		Summe
			Düngemittel	Ausbringung	
0	1	2	3	4	5
1	Kalkammonsalpeter	36,4	1456,—	728,—	2184,—
2	Thomasphosphat	16,5	297,—	99,—	396,—
3	Kalimagnesia	20,3	508,—	406,—	914,—
4	Schwefelsaures Kali	9,8	333,—	196,—	529,—
5	Mehrnährstoffdünger (NPK)	1,0	47,—	55,—	102,—
6	S u m m e n		2641,—	1484,—	4125,—

Mittlere Gesamtdüngekosten (DM/EFm) =	=
Gesamtdüngekosten (DM/ha)	4125
Gesamtleistung (EFm/ha)	883
	= 4,67 DM/EFm

In Tabelle 4 sind die unterschiedlichen Düngekosten je EFm für die einzelnen Eingriffstypen ermittelt. Nach diesem Muster können für beliebige Eingriffstypen und BHD-Werte die Düngekosten hergeleitet werden.

III. Diskussion

Es wird versucht, die einem Bestand während eines Eingriffs entzogenen Bioelementmengen in Geldbeträgen zu bewerten (DM/EFm). Basis dabei ist die Annahme, daß nach Art und

Menge genau die im Zuge der Holzerntemaßnahme entfernten Nährstoffe ersetzt werden müssen.

Unberücksichtigt bleiben abweichende Thesen, wie etwa diejenigen von Mälkönen (1972), Krapfenbauer (1973) und Rehfuess (1974), wonach den Beständen auf dem Wege der Düngung stets mehr als der eigentliche Bioelementverlust zugeführt werden müßte.

Die Beurteilung der Notwendigkeit einer Düngung liegt im Aufgabenbereich des Forstmannes. Die Notwendigkeit kann anhand der Bodenfruchtbarkeit konkret festgestellt werden, die Entscheidung fällt auch nach finanziellen Erwägungen.

Die Modellrechnung basiert auf dem Verfahren der gestaffelten Durchforstung, deren zeitliche Abstände nach Abetz (1975) ausgewählt wurden.

Erfolgt eine andere Bestandesbehandlung, sind Unterschiede zur Modellrechnung zu erwarten.

Die Kostenentwicklung von Düngemitteln und Ausbringung wird in Zukunft unterschiedlich verlaufen. Da jedoch die prozentualen Verhältniszahlen der Düngekosten für die Eingriffstypen eher gleichbleiben, erscheint eine hinreichend exakte Ermittlung der Meliorationskosten auf diese Weise möglich.

IV. Zusammenfassung

Die vorliegende Abhandlung macht es möglich, die nachhaltigen Düngekostenbelastungen der Holzerntemaßnahmen näherungsweise zu berechnen.

Als Eingangsgröße genügen die nach Tabelle 3 errechneten mittleren Gesamtdüngekosten für Ganzbaumentnahme. Danach kann man mittels der Tabelle 1 die Düngekosten der anderen Eingriffstypen in Abhängigkeit vom BHD wie beschrieben herleiten.

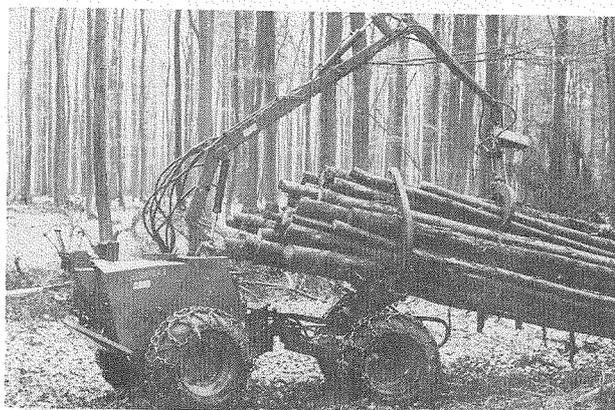
Diese überschlägige Kalkulation genügt, um einen Überblick über die bei verschiedenen Holzerntemethoden zusätzlich zu berücksichtigenden Düngekostenbelastungen zu erhalten. Insbesondere können die unterschiedlichen Effekte der verschiedenen Eingriffstypen heute schon tendenziell berücksichtigt werden.

Die Waldameise (Skogsmyran)

W. Zimmermann und B. Krohn

Allgemeines

Im Rahmen von Schwachholzernterversuchen in Rheinland-Pfalz wurde die Waldameise in der Zeit vom 30. 10. 1978 bis 30. 5. 1979 im Forstamt Hermeskeil-Ost zum Vorliefern und Rücken schwacher Langholzsortimente eingesetzt.



V. Literatur

- Abetz, P. (1975): Entscheidungshilfen für die Durchforstung von Fichtenbeständen (Durchforstungshilfe Fichte 1975)
Merkblätter der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (Abteilung Waldwachstum) Nr. 13, Freiburg
- Häberle, S. (1973): Die Stehendbearbeitung der Fichte im Systemvergleich
Allgemeine Forstzeitschrift, München, 28., S. 675 ff.
- Krapfenbauer, A. (1971): Vollmechanisierung der Holzerte und Nachhaltigkeit der Holzproduktion
Allgemeine Forstzeitung Wien, 82. 11, S. 305 - 308
- Krapfenbauer, A. (1973): Holzerte und Nachhaltigkeit der Holzproduktion
Allgemeine Forstzeitung Wien, 84. 6, S. 133 - 135
- Mälkönen, E. (1972): Auswirkungen von Holzernte-Rückständen auf den Ernährungszustand von Kiefernbeständen
Folia Forestalia 157, Metsäntutkimus laitios, Helsinki
- Rehfuess, K. E. (1974): Belastungen von Waldökosystemen — Möglichkeiten der Vorbeugung und Abwehr
Forstwissenschaftliches Centralblatt Hamburg, 93. 1, S. 10 - 19
- Tamm, C. O. (1969): Site damages on thinnings due to removal of organic matter and plant nutrients — Thinning and mechanization
IUFRO-Meeting Royal College of Forestry, Stockholm, Schweden, S. 175
- Timinger, J. (1974): Erntesysteme in Durchforstungsbeständen
Teil 1: Holz-Zentralblatt Nr. 11, S. 162 - 163;
Teil 2: Holz-Zentralblatt Nr. 68, S. 1057 - 1058
- Ulrich, B. (1975): Stoffhaushalt von Waldökosystemen
Manuskript
- Weetmann, G. F. u. a. (1972): The influence of wood harvesting on the nutrient status of two spruce stands
Canadian J. Forest Research, Nr. 2, S. 351 - 369
- Yildirim, M. (1978): Der Nährstoffexport aus Fichtenreinbeständen in Abhängigkeit vom Holzernteverfahren
Dissertation, Göttingen

Anschrift des Autors:

Dr. M. Yildirim
Institut für Waldarbeit und Forstmaschinenkunde
Büsgenweg 4
3400 Göttingen-Weende

1.0 Kennzeichnung

Die Waldameise ist ein kleines, schmales, knickgelenktes, an der Lenkstange geführtes Fahrzeug mit Kran und Klemmbank, das alternativ zur Seilwinde zum Vorrücken in Durchforstungsbeständen eingesetzt werden kann.

1.1 Technische Daten

Motor	
	Einzyylinder Lamborghini-Motor mit 8,85 kW
Abmessungen	
Fahrzeuglänge	3110 mm
Gesamtlänge (mit Lenkstange)	4705 mm
Radstand	1660 mm
Spurbreite	1040 mm
Gesamtbreite	1300 mm
Gesamthöhe (bei niedrigster Kranstellung)	1660 mm
Fahrwerk	
Bodenfreiheit	270 mm
Reifenbreite	260 mm
Spurkreis	8000 mm
Reifen	LP 280 x 15,5

Gewichte		
Gesamtgewicht		1120 kg
Vorderachslast		630 kg
Hinterachslast		490 kg
Fahrgeschwindigkeiten		
	Herstellerangabe	Meßwerte
1. Gang stufenlos bis	3,5 km/h	2,3 km/h
2. Gang stufenlos bis	5,3 km/h	3,6 km/h
Kran		
Reichweite	3,2 m	
Tragkraft	150 kp bei max. Reichweite	

2.0 Einsatz

2.1 Einsatzbedingungen

Sortimente:

Fichte – Industrielangholz, Profilerspanerabschnitte und Stangen der Klassen P 1 – P 2.3

Lärche – Industrielangholz, schwaches Stammholz der Klassen 1 b / 2 a

Gesamtverfahren:

Die Stämme wurden mit der Waldameise vorgeliefert und das vorkonzentrierte Holz wurde durch den Zangenschlepper John-Deere 540 B gerückt.

2.2 Leistungen

Bestand	Mittelstamm		Leistung	
	Fm	Stck/MAS	Fm/MAS	
Hermeskeil Abt. 12 a ² / 20 a ²	0,12	18,8	2,26 *	
Hermeskeil Abt. 22 c	0,09	22,3	2,0 *	
Beuren Abt. 32 a ²	0,12	13,7	1,64 **	
Hermeskeil Abt. 12 b ¹	0,02	76,8	1,54 ***	

Rückentfernung i. D.: * 50 m, ** 80 m, *** 120 m.

2.3 Leistungsergebnisse aus Schweden

Bei einer Bewertung der Leistungen, die die Maschine während der Einsätze im FA Hermeskeil erbrachte, muß berücksichtigt werden, daß hier die Einsatzbedingungen für diese Maschine nicht optimal waren. Ein Blick auf die Bestandesbeschreibung macht dies deutlich.

Um die vorhandenen Ergebnisse zu relativieren, sollen Leistungsergebnisse betrachtet werden, die unter Einsatzbedingungen entstanden, für die die Maschine konzipiert ist. Diese Ergebnisse wurden dem Bericht von Skogsarbeten entnommen

In Schweden wurden 1977 2 Studien mit der Maschine durchgeführt. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Entnahme Fm/ha	Streckenlänge m	Anzahl Lastfahrten	Lastgröße Fm/Last	RAZ Go-min/Fm
50	100	6	1,05	11,9
65	100	38	0,8	12,6

2.4 Zeitstudie

Zur Ergänzung der Einsatzergebnisse wurde im Forstamt Hermeskeil auch eine Zeitstudie durchgeführt. Die Einsatzbedingungen wurden so gewählt, daß sie als weitgehend optimal für den Maschineneinsatz angesprochen werden können:

Bestand:

Lärche, Alter 30, Gassenauftrieb und selektive Durchforstung, BHD 13 cm, Aufarbeitung allen verwertbaren Materials bis Zopf 7 cm, Abschneiden unverwertbaren Materials, tiefe Stöcke, gute Schlagordnung

Stückmasse:

Durchschnittliche Stückmasse der gerückten Stämme 0,08 fm

Hangneigung:

flach bis mäßig geneigt (unter 10 %)

Die erzielte Leistung war zwar mit 2,4 fm/MAS höher als die der vorangegangenen Einsätze, reicht aber nicht an die in Schweden erzielten Leistungen heran. Ursache hierfür ist

sicher, daß im Bestand oft nur einzelne Stämme geladen wurden, da sich die Waldameise schwertat, zwischen den stehenden Stämmen zu rangieren und größere Lasten zu starken Rückeschäden geführt hätten.

2.5 Umsetzen

Zum Umsetzen der Waldameise wird die Maschine auf einen Pkw-Anhänger mit kippbarer Ladepritsche aufgefahren und mit Spannbändern befestigt. Das Lenkgestänge wird abgebaut. Der Zeitaufwand für das Verladen ist gering, er beträgt im Mittel ca. 15 Minuten.

2.6 Reparaturen

Während des Probeeinsatzes fielen relativ häufig Reparaturen an. Die Schäden konzentrierten sich auf Motor und Kran.

2.7 Rückeschäden

Während des Einsatzes wurde in zwei Beständen eine Aufnahme und Auswertung der Rückeschäden vorgenommen.

Das Schadensprozent ist mit 3,1 % geschädigter Bäume als relativ gering anzusprechen.

Fast 2/3 der entstandenen Schäden befinden sich unmittelbar am Rückegassenrand und entstehen beim Einschwenken der Last in die Gasse sowie bei der Anlage der Rauhbeugen.

2.8 Kosten

Die Maschinenarbeitsstunde kostet bei einem Lohnanteil des Maschinenführers von 24 DM insgesamt ca. 40 DM.

3.0 Einsatzbeurteilung

Der Einsatzbereich der Waldameise liegt beim Vorliefern von Langholz in einem Mittelstammbereich von 0,02 bis 0,12 Fm. Die Maschine läßt sich jedoch nur dann sinnvoll einsetzen, wenn

- > die Anzahl der stehenden Bäume pro ha und der Pflegezustand des Bestandes
- > das Gewicht des Holzes
- > die Arbeitsvorbereitung
- > das Gelände und die Witterung
- > die Rückentfernung

die Leistungen nicht zu stark einengen. Auf die einzelnen Faktoren wird nachfolgend eingegangen.

3.1 Anzahl der stehenden Bäume pro ha, Pflegezustand

Bei der Erstdurchforstung ohne vorangegangene Läuterung ist insbesondere in engbegründeten Fichtenbeständen der Einsatz der Waldameise trotz ihrer geringen Breite von 1,30 m problematisch und nicht sinnvoll. Da man mit der Maschine an jeden Stamm heranfahren muß, ist das Sammeln der Last nur durch zeitaufwendiges Rangieren möglich.

Der Maschinenführer sollte daher grundsätzlich mit 2 Hebehaken und Packhaken ausgerüstet sein, um weiter entfernt liegendes schwächeres Holz manuell in den Greifbereich des Krans vorzuliefern.

Die Beweglichkeit der Maschine wird stark eingeengt durch die Länge des Lenkgestänges (1.700 mm) und den Knickwinkel. Der Pflegezustand des Bestandes beeinflusst entscheidend die Geländegängigkeit der Maschine.

Hier wirkten sich vorangegangene Jungbestands Pflegemaßnahmen durch Abschneiden der ausscheidenden Bestandessglieder in Knie- bis Brusthöhe als sehr hinderlich aus.

3.2 Das Gewicht des Holzes

Durch die geringe Hubkraft des Krans und die Kippgefährdung des Schleppers bereitet das Rücken von stärkeren Stämmen, die beim Auftrieb von Rückegassen anfallen, Schwierigkeiten. Zwar ist es möglich, den Stamm mit einer Kette ans

Fahrzeug schleifend zu rücken, doch sind auch hier insbesondere bei etwas schmierigem Gelände die Grenzen schnell erreicht. Durch das geringe Eigengewicht kann sich die Maschine nicht genügend am Boden abstützen und neigt schnell zum Durchdrehen der Räder.

3.3 Die Arbeitsvorbereitung

Die Güte der Arbeitsvorbereitung beeinflusst in ganz entscheidendem Maße gerade bei dieser leichten Maschine die Leistung erheblich.

Leistungsfördernd wirken:

- > das Schneiden tiefer Stöcke insbesondere auf der Rückegasse
- > das bodennahe Abschneiden unverwertbaren Materials bei Jungbestandspflege und Durchforstung
- > das Einhalten der vorgegebenen Fällrichtung, damit möglichst dickkörtig gerückt werden kann
- > die Aushaltung von Rohschäften mit möglichst dünnem Zopf und Aufarbeitung auch unterständiger Bestandestglieder.

3.4 Gelände, Witterung

Beim Fällen sollte darauf geachtet werden, daß möglichst hangabwärts gerückt werden kann; schon bei geringen Hangneigungen ist ein Rücken bergauf mit ausreichender Last kaum noch möglich, insbesondere bei Nässe und unebenem Gelände. Bei der Feinerschließung sind Gräben, Gegensteigungen sowie steinige Partien zu meiden. Feuchtes Gelände wird gut überwunden, bedingt durch den geringen Bodendruck der Maschine. Insbesondere bei nassem Wetter ist das Überwinden von Stöcken und quer in der Gasse liegenden Zöpfen und Ästen schwierig, da die Rinde schnell absichert und die kleinen Räder durchdrehen. Deshalb sollte grundsätzlich mit Ketten gerückt werden.

Kippt das Fahrzeug einmal um, läßt es sich mit einem mitgelieferten kleinen Greifzug leicht wieder aufstellen.

Das Rücken bei Schnee wird weniger durch die Geländegängigkeit der Maschine als durch das Auffinden der Rohschäfte erschwert.

3.5 Die Rückeentfernung

Infolge der geringen Fahrgeschwindigkeit der Maschine, die ja auf die Gehgeschwindigkeit des Maschinenführers abgestimmt ist, sind größere Rückeentfernungen über 100 m zu vermeiden.

Das Fahrzeug sollte deshalb zum Vorliefern eingesetzt werden. Das nachträgliche Rücken der Rauhbeugen erfolgte hier durch einen John-Deere 540 B Zangenschlepper. Die Leistungen schwankten je nach Arbeitsbedingungen zwischen 11 und 20 Fm/MAS.

Sie sind abhängig von

- > der ausreichenden Breite und Geradlinigkeit der Rückegassen (schneller Last- und Leerfahrt)
- > bündiger Ablage der Rauhbeugen
- > greifergerechten Größe der Polter
- > Rückeentfernung

Die Rauhbeugen dürfen nicht zu breit und nicht zu hoch angelegt werden und müssen im Greifbereich der Zange liegen (kein Holz hinter Bäumen).

Mit der Waldameise ist eine bündige Ablage nur bedingt möglich. Da ein Überfahren der Polter vom Zopf her schwierig ist, können nur breite und flache Rauhbeugen angelegt werden. Werden die Rückegassen gleichzeitig mit dem Bestand gehauen, sollten erst die Rückegassen vorgeliefert und fertig gerückt werden, da der Massenanzug auf der Gasse zu hoch wird und die Beschädigungen der Gassenrandbäume zunehmen.

4.0 Technische Messungen

4.1 Leistungsfähigkeit

Die Motorleistung der Waldameise soll 8,85 kW (12 PS) betragen. Bei dem gemessenen Fahrzeug stand ganz offenbar nicht die volle Motorleistung zur Verfügung (Schwierigkeiten mit dem Auspuff). Die gemessenen Zugkräfte betragen im 1. Gang max. 870 kp, im 2. Gang max. 464 kp. Auch die angegebenen Fahrgeschwindigkeiten mit dem hydrostatischen Getriebe von 3,5 km/h bzw. 5,3 km/h wurden nicht erreicht. Geht man von einer normalen Leistung des Motors aus, so würden bei der Fahrt im Bestand unter Last (ca. 1,5 Fm) die zur Verfügung stehenden Kräfte bei einfachen Bodenbedingungen bis zu Hangneigungen von ca. 20 % ausreichen. Diese Leistung konnte das gemessene Fahrzeug jedoch nicht erbringen.

Da das Fahrzeug sehr leicht ist, besteht eine hohe Kippgefährdung beim Beladen. Dies tritt verschärft im unbeladenen Zustand und durch die ruckartigen Bewegungen des Krans auf.

Die max. Kräfte am Kran bis zum Aufbäumen oder Kippen wurden gemessen:

Kran in Fahrtrichtung	116 kp
Kran quer zur Fahrtrichtung (Fahrzeug eingeknickt)	64 kp
Kran um 50 ° gedreht	40,6 kp

4.2 Geräuschbelastung

Die Belastung des Maschinenführers durch das Geräusch liegt

- > an der Zugstange je nach Motordrehzahl zwischen 67 und 82 dBA

- > an den Hydraulikhebeln zwischen 72 und 84 dBA

Diese Werte liegen relativ niedrig, die Geräuschbelastung wird trotzdem als unangenehm empfunden, da sich der Arbeiter häufig auch am Fahrzeug entlang bewegt und in Auspuffnähe höheren Belastungen ausgesetzt ist.

5.0 Alternativen

Zieht man anhand der Leistungsdaten einen Vergleich mit dem Rückepferd, so ist die Waldameise diesem sicher leicht überlegen. Dem landwirtschaftlichen Schlepper mit funkgesteuerter Dreipunktanbauwinde ist sie etwa ebenbürtig. Die Einsatzmöglichkeiten der Waldameise sind aber stärker begrenzt. Ein betriebswirtschaftlich günstigeres Abschneiden ist daher kaum zu erwarten.

6.0 Zusammenfassung

Der Einsatzbereich der Waldameise ist relativ eng. Eine ungenügende Arbeitsvorbereitung wirkt sich besonders leistungsbestimmend aus. Der Einsatz empfiehlt sich bei relativ einfachem Gelände in weitständig begründeten Beständen bei Vorlieferentfernungen zwischen 40 und 80 m.

Das Verziehen und Poltern verschiedener Sortimenten auf dem Aufarbeitungsplatz überlastet die Maschine.

Eine Bewertung der Einzelpunkte ergibt folgendes Bild:

Vorteile

- > schmale Maschine
- > einfache Lastenbildung
- > hydrostatischer Antrieb
- > geringer Bodendruck

Nachteile

- > relativ hohe Störanfälligkeit
- > große Kippgefährdung
- > durch Lenkstange nachteilige Gesamtlänge, großer Wendekreis
- > geringe Motorisierung

- > Hydraulik stark drehzahlabhängig
- > bei vollem Lenkeinschlag stirbt der Motor ab
- > relativ kleine Räder
- > knappe Bodenfreiheit
- > Kranbewegung zu abrupt
- > Gesamtgewicht mit 1120 kg zu hoch für Pkw-Anhänger

Die notwendige Anhängelast von ca. 1500 kg wird nur von ganz wenigen Pkw's auf dem deutschen Markt erfüllt (Anhängergewicht mindestens 350 kg).

Anschrift der Autoren:

Forstoberinspektor W. Zimmermann
Forstamt Hermeskeil-Ost
5508 Hermeskeil

Dipl. Ing. B. Krohn
KWF — Mechan. techn. Abt.
Sprembergerstraße 1
6114 Groß Umstadt

Das Kippverhalten eines Knickschleppers

B. Krohn

1.0 Allgemeines

Wenn man mit einem Praktiker über die Kriterien eines Schleppers spricht, so wird man häufig mit der Frage nach dem Kippverhalten des Fahrzeugs konfrontiert. Die Enttäuschung ist meist groß, wenn dann nur pauschale Antworten folgen, „Vergleichsweise normal“, da eine exakte Antwort mit Prozentangaben der Hangneigung erwartet worden war.

Bei diesen Gesprächen wird meist auch deutlich, daß es eine ganze Reihe von falschen Vorstellungen hinsichtlich des Kippverhaltens eines Fahrzeuges gibt.

2.0 Einflüsse auf die Kippstabilität eines Schleppers

Die wichtigsten Grunddaten für das Kippverhalten eines Schleppers bilden der Radstand, die Spur und die Lage des Schwerpunktes. Darüberhinaus sind von Einfluß

- > die Pendelpunkthöhe (bei Pendelachse)
- > die Lage der Einzelschwerpunkte
- > die Antriebsart und
- > die dynamischen Einflüsse während der Fahrt.

Als ersten Grundsatz läßt sich festhalten:

Die Kippdaten, die am stehenden Fahrzeug ermittelt werden, lassen sich nicht für den Fahrbetrieb heranziehen.

Es hat beispielsweise wenig Sinn, die Kippgrenze eines Fahrzeuges quer zur Fahrzeuglängsachse durch ein „Umziehen des Schleppers“ mit Hilfe einer Seilwinde zu ermitteln und diesen Wert mit dem anderer Fahrzeuge zu vergleichen oder mit Abschlägen auf einen praktischen Wert umzumünzen.

Weshalb dies so ist, läßt sich anhand eines Beispiels zeigen: Ausgegangen wird von den Daten eines schweren Forstspezialschleppers mit Pendelachse vorn. Die Kippneigung dieses Fahrzeuges ist in der Abb. 1 dargestellt. Wir betrachten zuerst die Standfläche bzw. die Kippgrenzen des starren Fahrzeuges (die Pendelachse wird verriegelt). Es ergibt sich dabei das Viereck der strichpunktierten Linien. Man muß sich vorstellen, man betrachte das Fahrzeug in der Draufsicht. Die obere Querlinie entspricht dann der Vorderachse (VA), die untere der Hinterachse (HA). Die Eckpunkte werden durch die Radauflandpunkte gebildet. Die Hangneigung ist in Form konzentrischer Kreise um den Schwerpunkt des Fahrzeuges aufgetragen. Die Kippgrenzen für alle Richtungen lassen sich nun leicht ablesen. Über die Vorderachse würde das Fahrzeug beispielsweise bei ca. 115%, quer zur Fahrzeuglängsachse bei ca. 90% kippen.

Nun wird die Verriegelung der Vorderachse gelöst und wir betrachten zuerst die Grenzen, bei der ein Rad beginnt, vom Boden abzuheben. Diese Grenzen wollen wir als partielle

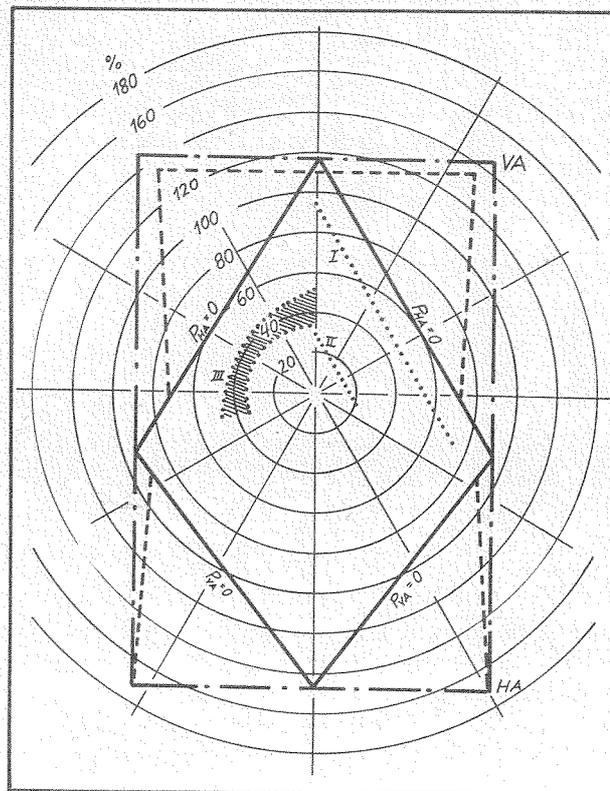


Abb. 1: Die Kippgrenzen eines schweren Spezialschleppers mit Pendelachse

Kippgrenzen bezeichnen. Sie sind als Vollinie in dem Diagramm eingetragen. Es wird also bei einer Hangneigung von 60% und einer Hangrichtung (Richtung der Fallinie) von 30° zur Fahrzeugquerachse nach vorn zu einer totalen Entlastung eines Hinterrades kommen. Das Fahrzeug fällt dann allerdings noch nicht um, sondern wird sich nur bis zum Anschlag der Pendelachse drehen. Es entsteht ein stabiles „Dreiradfahrzeug“, das Fahrzeug steht dann auf den Rädern der Vorderachse und einem Hinterrad. Erhöht man die Hangneigung in dieser Richtung weiter, so wird das Fahrzeug bei ca. 85% ganz umfallen. Dies sind natürlich rein statische Aussagen, im praktischen Betrieb wird der Stoß beim Auftreffen auf den Pendelachsenschlag in vielen Fällen ausreichen, um das Fahrzeug ganz umzuwerfen. Dies bedeutet, daß die Totalkippgrenzen, die im Diagramm gestrichelt eingetragen sind und sich kaum von den Kippgrenzen des starren Fahrzeuges unterscheiden, differenziert betrachtet werden müssen.

Wir verlassen nun den statischen Fall und betrachten den Einfluß dynamischer Wirkungen auf die partiellen Kippgrenzen. Wir setzen voraus, daß der Schlepper Reifen in einer

Größe von 2 m hat. Während der Fahrt am Hang überfährt der Schlepper einen Stock von 30 cm Höhe. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 1,8 km/h verschiebt sich die partielle Kippgrenze auf die punktierte Linie I. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 3,6 km/h auf die punktierte Linie II. Die Hangneigungsgrenze liegt dann bei ca. 15%. Im Klartext bedeutet dies, daß man ein ungefedertes Fahrzeug bei „unsinniger“ Fahrweise selbst in der Ebene umwerfen kann. Es kann festgehalten werden:

Die dynamischen Wirkungen aus dem Fahrbetrieb beeinflussen die Kippstabilität des Fahrzeugs wesentlich.

Wesentlich wichtiger als das Überfahren von Bodenunebenheiten ist die Gefahr des Abgleitens des Schleppers mit nachfolgendem Umsturz. Im praktischen Betrieb spielen Rutschgrenze und Kippgrenze zusammen.

Der überwiegenden Anzahl von Schlepperumstürzen geht ein Abrutschen des Schleppers voraus.

Der Schlepper kommt auf einer Wurzel oder einem Holzstück ins Rutschen, stößt dann mit den Reifen an ein starres Hindernis (Stein oder Stock) und die dynamische Wirkung (Massenträgheitskraft) „wirft ihn um“. Berechnet man den Einfluß eines solchen Abgleitens auf die Partialkippgrenze (es wurden Rutschwege von 10 – 50 cm vorausgesetzt und die Dämpfung des Stoßes durch den Reifen berücksichtigt), so ergibt sich der in der Abb. schraffierte Bereich. Dies bedeutet, daß die Hangneigungsgrenze unter 40% sinkt.

Das Bild in der Abb. 1 beschreibt das Kippverhalten des Schleppers aber auch nur unzulänglich. Einmal abgesehen davon, daß die Schwerpunktslage von Schleppern in vielen Fällen unsymmetrisch ist, erhält man weitere Einflüsse durch die Antriebsart, die Getriebeübersetzung und selbst durch das Einlegen der Differentialsperre.

Die Kippgrenzen werden durch Kräfte und Momente aus dem Antrieb beeinflusst.

Vorderachsentalastungen beim Anfahren und Hinterachsentalastung beim Bremsen sind noch relativ geläufig und vorstellbar. Schlecht überschaubar ist dagegen der Einfluß des Momentes in der Kardanwelle bei Allradantrieb. Dieses Moment liefert einen Beitrag zur seitlichen Kippneigung und hängt in seiner Größe davon ab, ob beispielsweise Radvorgelege eingebaut sind oder nicht.

Das Drehmoment verschwindet bei der Entlastung eines Rades, falls keine Differentialsperre eingelegt ist, und bleibt im anderen Fall (Sperre eingerückt) ganz oder teilweise erhalten.

Natürlich spielt es grundsätzlich eine Rolle, inwieweit die Räder bei den befahrenen Hangneigungen noch Kräfte übertragen können. So bewegt sich beispielsweise ein landwirtschaftlicher Schlepper mit Hinterradantrieb, der rückwärts einen Hang in Falllinie hinauffährt, absolut sicher. Der Einfluß der Hangneigung führt zu einer Entlastung der Antriebsräder, der Schlepper kann also keine Hangneigung erreichen, die ihn zum Umstürzen bringen würde (Kippen über die Vorderachse).

Bei der Kurvenfahrt am Hang entstehen für den Knickschlepper hinsichtlich der Kippgefährdung noch folgende Einflußgrößen:

> Schwerpunktsverschiebung durch Einknicken

Die Schwerpunktsverlagerung beim Lenkeinschlag kann je nach Lage der Einzelschwerpunkte negativ (zur kurvenäußeren Seite), positiv aber auch Null sein. In der Abb. 2 ist die Verlagerung des Gesamtschwerpunktes (V) zur kurvenäußeren Seite hin (da die Teilschwerpunkte des Vorder- und Hinterwagens zwischen den Achsen liegen) eingetragen.

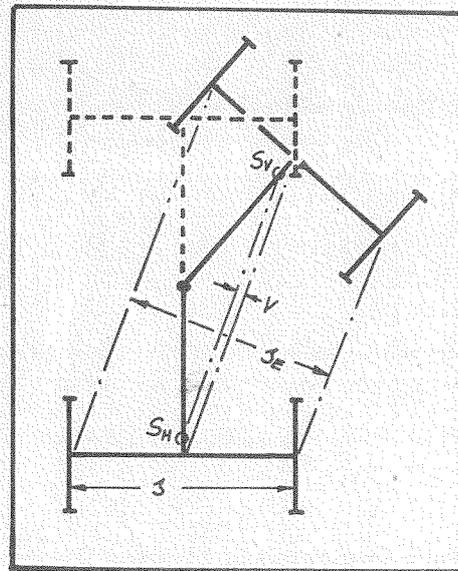


Abb. 2: Veränderung der Standfläche und Schwerpunktsverschiebung beim Einknicken

- > Ungünstigere Kippachsen
Geht man vom einfachsten Fall, dem starren Fahrzeug aus, so „verringert sich die Spur“ von s auf s_{ϕ} .
- > Trägheitskräfte durch Lenkbewegung
Die Lenkbewegung führt zu einer Verschiebung des Schwerpunktes des Schleppers, so daß eine Massenträgheitskraft zur kurvenäußeren Seite hin entsteht.
- > Fliehkraft aus der Kreisbewegung
Bei den geringen Fahrgeschwindigkeiten am Hang können diese Kräfte, die ebenfalls in die kurvenäußere Richtung weisen, vernachlässigt werden.

3.0 Folgerungen

- > Das Kippverhalten eines Fahrzeugs läßt sich in seiner Komplexität nur durch aufwendige Modellversuche oder Rechnerprogramme beschreiben.
- > Exakte Aussagen setzen eine Fülle von Detaildaten voraus, die während einer Praxisprüfung nicht erfaßt und die auch von den Fahrzeugherstellern meist nicht geliefert werden können. Die Ermittlung der Teilschwerpunkte eines vorhandenen Schleppers würde eine teilweise Demontage des Schleppers und aufwendige Messungen erfordern (Kippstisch).
- > Einfache statische Betrachtungen lassen keine Rückschlüsse auf die Kippgefährdung während des praktischen Einsatzes zu.
- > Auch eine exakte Kippbetrachtung gibt keine Aussage für den Fahrer, welcher Hang noch gefahrlos befahren werden kann. Der Einfluß der Antriebskräfte, die dynamischen Wirkungen und das Zusammenspiel von Rutschen und Kippen ergeben eine große Streuung der Werte.
- > Der negative Einfluß der Knicklenkung auf das Kippverhalten wird meist überschätzt.
- > Die hinsichtlich der Kippneigung am meisten gefährdete Richtung muß nicht mit der Fahrzeugquerachse identisch sein.
- > Entscheidend für die Sicherheit beim Fahren am Hang ist die Erfahrung und die Umsicht des Maschinenführers.

Anschrift des Autors:
Dipl. Ing. B. Krohn
KWF — Mechan. techn. Abt.
Sprembergerstraße 1
6114 Groß Umstadt

Wichtige Bestimmungen der Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) für Forstschlepper und gezogene Transportfahrzeuge.

W. Denninger

1. Vorbemerkung

Die in weiten Kreisen der Forstwirtschaft herrschende Unsicherheit über die Anforderungen der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeiten von Forstschleppern bezüglich Zulassung, Versicherung, Ausstattung (Kennzeichnung, Bremsen etc.), TÜV-Überwachung und den notwendigen Führerscheinen, sollen Anlaß für die Aufzeichnung der wesentlichen Vorschriften der StVZO sein. Denn Verstöße gegen diese Bestimmungen werden nach dem fortgeschriebenen Bußgeldkatalog mit erhöhten Geldstrafen und Strafpunkten geahndet. Zudem gewinnen diese Bestimmungen mit dem verstärkten Übergang zu schnelleren, schwereren Forstschleppern und Transportfahrzeugen (Verringerung der Umsetzzeiten) bei steigendem Umfang der Fahrten auf öffentlichen Straßen und Wegen an Bedeutung.

2. Betriebserlaubnis

Forstschlepper und Anhängertransportfahrzeuge (ein-, zwei- bzw. mehrachsige oder ein bzw. zwei angehängte Anhänger) unterliegen nach § 18, Absatz 1 der StVZO ab einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von 6 km/h der Betriebserlaubnispflicht. Die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit wird von der Nenndrehzahl des Schleppermotors, der jeweiligen Getriebe- und Achsenuntersetzung sowie von der aufgezogenen Reifengröße bestimmt; sie schwankt bei den am Markt erhältlichen Forstschleppern im Geschwindigkeitsbereich 18 bis 80 km/h. Nach der StVZO erfolgt die Einteilung wie folgt:

- 2.1: bis 25 km/h ohne Beschränkung im zulässigen Gesamtgewicht
- 2.2: über 25 km/h mit einem zulässigen Gesamtgewicht bis max. 7,5 t
- 2.3: über 25 km/h mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 7,5 t

3. TÜV-Überwachung

Nach Anlage VIII zu § 18, Abs. 1 und 2 der StVZO werden die Forstschlepper als Zugmaschinen behandelt. Nach den Bestimmungen des Technischen Überwachungsvereines unterliegen sie bei Vorliegen bestimmter Kriterien folgenden Untersuchungen.

3.1 Schlepper

	Haupt-Untersuchung	Zwischen-Untersuchung	Bremsen-Sonderprüf.
Höchstgeschwindigkeit bis 40 km/h	alle 24 Mt.	nein	nein
Höchstgeschwindigkeit über 40 km/h und zul. Gesamtgewicht bis 6,0 t	alle 12 Mt.	nein	alle 12 Mt.
Höchstgeschwindigkeit über 40 km/h und zul. Gesamtgewicht über 6,0 t	alle 12 Mt.	alle 6 Mt.	alle 12 Mt.

3.2 Anhängerfahrzeuge

	Haupt-Untersuchung	Zwischen-Untersuchung	Bremsen-Sonderprüf.
hinter Schleppergruppe 2.1		TÜV-frei	
hinter Schleppergr. 2.2 u. 2.3 bei zul. Gesamtgew. bis 6,0 t	alle 12 Mt.	nein	nein
über 6,0 bis 9 t	alle 12 Mt.	nein	alle 12 Mt.
über 9 t	alle 12 Mt.	alle 6 Mt.	alle 12 Mt.

4. Zulassung, Versicherung

Während nach § 18, Absatz 1 StVZO alle Schlepper über einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von 6 km/h zulassungspflichtig sind, besteht sie nicht für Anhängerfahrzeuge bis 25 km/h, wenn sie ausschließlich für land- und

forstwirtschaftliche Zwecke eingesetzt werden. Versicherungspflicht besteht uneingeschränkt für alle Schlepper (auch unter 6 km/h). Bei Anhängerfahrzeugen besteht sie nicht unter einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h. Selbstfahrende Arbeitsmaschinen (Forwarder, Processoren etc.) sind nach § 18, Absatz 2, Ziffer 1 in Verbindung mit § 58 und § 64 b der StVZO bei Vorliegen der Betriebserlaubnispflicht zulassungs- und steuerfrei, wenn mit diesen Fahrzeugen kein Personen- und Gütertransport (fehlende Anhängerkupplung) stattfinden kann und nicht schneller als max. 20 km/h gefahren wird.

5. Anzahl und Art der mitgeführten Anhängerfahrzeuge hinter den drei unterschiedlichen Schleppergruppen

Schleppergruppe 2.1: bis zu zwei zulassungsfreie Anhänger, die lediglich auflaufgebremst sein müssen.

Schleppergruppe 2.2: entweder ein schnellaufender, zulassungspflichtiger Einachsanhänger (über 25 km/h) oder zwei zulassungsfreie, mehrachsige Anhänger — einer davon druckluftgebremst. Letztere dürfen aber nur mit einer max. Geschwindigkeit von 25 km/h gefahren werden, da sie nach 4.0 zulassungsfrei sind.

Schleppergruppe 2.3: ein schnellaufender, zulassungspflichtiger Anhänger oder zwei zulassungs- und versicherungspflichtige Anhänger mit eigenem Kennzeichen.

6. Notwendige Führerscheine

- a) Für die Schleppergruppe 2.1 in Verbindung mit zwei auflaufgebremsten, zulassungsfreien Anhängern (mehrachsige) oder schnellaufenden Einachsanhänger bzw. zwei zulassungsfreien, mehrachsigen Anhängern den Führerschein Klasse 4
- b) Schleppergruppe 2.2 in Verbindung mit den gleichen Anhängerfahrzeugen Führerschein Klasse 3
- c) Schleppergruppe 2.3 in Verbindung mit den gleichen Anhängerfahrzeugen Führerschein Klasse 2

7. Unterlegkeile

Unterlegkeile müssen sicher zu handhaben, ausreichend wirksam, im oder am Fahrzeug mit Halterungen leicht zugänglich angebracht sein. Haken oder Ketten dürfen als Halterungen nicht verwendet werden.

Anzahl der mitzuführen- den Unterlegkeile	Schlepper	Anhänger
keine	unter 4,0 t zul. Gesamtgewicht	einachsige u. zulässig. Gesamtgewicht v. 750 kg
ein	über 4,0 t zul. Gesamtgewicht	zweiachsige
zwei	—	drei- und mehrachsige u. einachsige über 750 kg zulässig. Gesamtgewicht

Anschrift des Autors: Dipl. Forstwirt W. Denninger
KWF — Mechan. techn. Abt.
Sprembergerstraße 1 · 6114 Groß Umstadt