

# FORSTTECHNISCHE INFORMATIONEN

Mitteilungsblatt des

„KURATORIUM FÜR WALDARBEIT UND FORSTTECHNIK“

1 S 2894 E

24. Jahrgang

Nr. 3

März 1972

## Rationelle Schwachholzbringung und Bestandespfléglichkeit - ein Gegensatz?

G. Backhaus, Göttingen

Zur Zeit der konventionellen Schichtholzaufarbeitung war die bestandspflégliche Holzbringung in nicht zu hängigem Gelände vom Aufarbeitsverfahren her gewährleistet. Lediglich an Steilhängen treten infolge der Rückverfahren des „Abschießens“ oder „Abrollens“ auch bei Kurzholzbringung erhebliche Schäden auf (5, 14). Seit der Einführung des neuen Rohschaffverfahrens wird dagegen intensiv die Frage diskutiert, ob in den jüngeren, stammzahlreichen Laubholzbeständen sich die auf die Langholzbringung zurückzuführenden Baumverletzungen noch mit der angestrebten Wertholzproduktion in Einklang bringen lassen (2, 3, 17). Daher hat der Verfasser in einer umfangreichen Untersuchung für die als Buchen-Industrieholz relevanten Sortimentslängen 1 m, 2 m, Kran- und Baum-längen verschiedene Bringungsverfahren hinsichtlich ihrer Bestandesschonung eingehend geprüft. In der nachstehenden Ab-handlung werden

- > Ausmaß und Ursachen der Baumverletzungen diskutiert und
- > die finanziellen Wertverluste, die in Form von Sekundär-schäden eintreten können, eingeschätzt.

### Versuchsmethode

Die beim Holzrücken verursachten sichtbaren Rinden- und Holzverletzungen wurden fahrtweise aufgenommen. Selbstverständlich gestattet ihre Erfassung nicht ein vollständiges Urteil über die Bestandespfléglichkeit der untersuchten Verfahren. Hierzu hätten auch die besonders im Winter im Vergleich zu den sichtbaren Wunden weitaus häufigeren Quetschungen und Prellungen protokolliert werden müssen. Außerdem unterblieb die Erhebung der ebenfalls dem Begriff „Rückeschäden“ zu-zuordnenden Wert- und Zuwachsverluste, die sich aus den Beschädigungen am Holz während des Rückeprozesses, der Verdichtung oberer Bodenschichten, oft mit unterirdischen Wurzelquetschungen verbunden, und den Zerstörungen an Wegen und Gräben herleiten lassen (1, 5).

Für jede Verletzung wurden als Parameter die Lage am Baum, die Wundgröße und -tiefe sowie die Schadensursache auf-genommen. Daneben erfolgte zur Charakterisierung der Schlag-ordnung die Schätzung des Winkels, der sich aus der Lage des Industrieholzes zur Rückegasse unter Berücksichtigung der Rückrichtung ergibt. Weiterhin fand eine qualitative An-sprache der verletzten Bestandessglieder hinsichtlich ihrer so-

ziologischen Stellung mit einer Begrenzung auf die ersten vier Baumklassen nach KRAFT und der vor der Beschädigung bei Hiebsreife zu erwartenden Güte der Stammstücke statt, für die als Skalierung die Stufen: 1 = A- und gutes B-Holz, 2 = Sonstiges B-Holz einschließlich des besseren C-Holzes, 3 = Sonstiges C-Holz gewählt wurden.

### Analyse der ermittelten Parameter

Aus Tabelle 1, die erste Informationen über das Ausmaß der Baumverletzungen gewährt, lassen sich folgende Tendenzen ableiten: (siehe Seite 18, Tabelle 1)

Beim Rücken (Transport von der Rückegasse zum Lagerplatz an der festen Straße) des 1- und 2 m langen Schichtholzes und des Industrieholzes in Kran- und Baum-längen sowie beim Ein-satz des Volvo zur kombinierten Bringung von kranverlad-baren Abschnitten vom Fällort zum Polterplatz wird keine nennenswerte Anzahl an Verletzungen verursacht. Demgegen-über ist bei den anderen Untersuchungsvarianten trotz günstiger Schlagordnung ein erheblicher Anstieg der Schadenszahlen je gerückten Efm zu verzeichnen (Abbildung 1).

Vergleicht man Anzahl und Umfang der beim Vorrücken — 1. Bringungsphase — entstandenen Baumverletzungen, so sind deutliche Unterschiede für die untersuchten Rückemittel fest-zustellen, die noch auf ihre Signifikanz geprüft werden.

Der prozentualen Verteilung der Wunden nach ihrem Ent-stehungsort ist zu entnehmen, daß bei der Bringungsphase Rücken sich die Schäden überwiegend auf die Rückegasse kon-zentrieren, während bei den anderen Untersuchungen 78% der Verletzungen an Bäumen im Bestand auftreten.

Mit Ausnahme des Schichtholz- und Kranlängentransports mit dem Volvo, bei dem sämtliche Schäden durch die Rückeaggre-

### INHALT:

BACKHAUS, G.:

Rationelle Schwachholzbringung und Bestandespfléglichkeit  
— ein Gegensatz?

v. ZITZEWITZ, H.:

Das Sägemehlstreuverfahren — Bericht über ein neues Ver-fahren zur Niederhaltung von Graswuchs in Kulturen —

Tabelle 1: Ausmaß der Baumverletzungen — Vegetationsperiode —

Sortimentslänge	Bringungsphase	Rückemittel	Baumabstand A 3 in m	Lage des Industrieholzes in %		Baumverletzungen			Spezifische Größe in qcm
				1°-90°	über 90°	Anzahl je gerückten Efm m. R.	Bestand in %	davon Rückegasse in %	
Kranlängen	Vorrücken	Pferd	3,27	84,0	16,0	3,1	80,2	19,8	39,6
Kranlängen	Vorrücken	Radiotir	3,60	98,8	1,1	4,1	71,2	28,8	60,5
Kranlängen	Vorrücken	Drabant	3,92	95,0	5,0	4,3	78,5	21,5	84,5
Baumlängen	Vorrücken	Pferd	3,68	93,9	6,1	6,5	83,3	16,7	45,0
Baumlängen	Vorrücken	Drabant	3,72	87,8	12,2	10,0	70,5	29,5	84,7
1 m	Rücken	Landwirtsch. Schlepper mit Schichtholz.	—	—	—	0,08	31,3	68,7	81,9
2 m	Rücken	Volvo SM 668	—	—	—	0,05	—	100,0	89,6
Kranlängen	Rücken	Volvo SM 668	—	—	—	0,4	3,6	96,4	107,0
Baumlängen	Rücken	Landwirtsch. Schlepper	—	98,1	1,9	1,3	45,4	54,6	136,0
Baumlängen	Rücken	Unimog	—	100,0	—	0,6	21,6	78,4	112,1
Baumlängen	Rücken	Timberjack	—	100,0	—	2,1	35,1	64,9	105,9
Kranlängen	Vorrücken und Rücken	Volvo SM 668	6,20	—	—	0,7	93,2	6,8	122,7
Baumlängen	"	Holder	5,30	83,7	16,3	4,5	88,2	11,8	91,0
Baumlängen	"	Unimog	5,35	87,2	12,8	4,8	70,8	29,2	174,0
Baumlängen	"	Timberjack	6,20	81,5	18,5	4,4	67,5	32,5	202,6

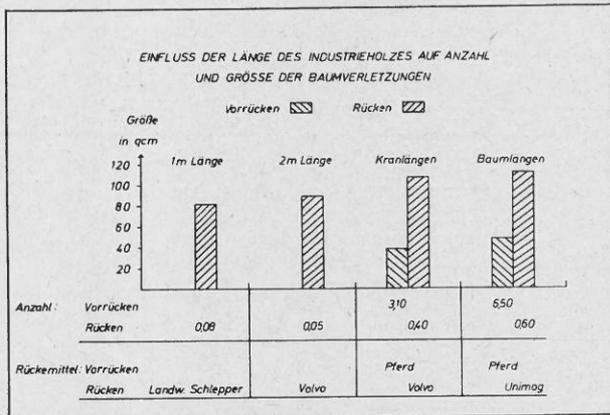


Abbildung 1

gate verursacht wurden, war in den anderen Untersuchungen zu rd. 90 % das schleifende Holz die Hauptschadensquelle. Die restlichen 10 % gehen zu Lasten des Rückeseils und -aggregats. Lediglich der Drabant gewinnt wegen der Antriebsketten als Schadensursache stärker an Bedeutung.

Bei den Baumverletzungen handelt es sich überwiegend um Rindenabschürfungen. Holzbeschädigungen treten nur beim Vorrücken und Rücken — kombinierte Bringungsphase —, beim Einsatz des Drabant aus dem bereits genannten Grund und bei der Arbeit mit einem Rückezug häufiger auf. Infolge des hohen Seileinlaufs oder der Kranausrüstung rufen Skidder und Forwarder mehr Beschädigungen am Stamm hervor.

Da in den Versuchsbeständen erstmals Industrieholz in langer Form gerückt wurde, sind bezüglich der zeitlichen Reihenfolge ihrer Entstehung 85 % der Verletzungen Erstschäden. Mit jedem weiteren Durchforstungseingriff wird sich dieser Prozentsatz verringern.

Im Hinblick auf die Einschätzung der zu erwartenden Wertverluste ist die Frage von Interesse, wie die beschädigten Bäume qualitativ einzustufen sind. Eine entsprechende Auswertung ergab, daß mit nur unbedeutenden Abweichungen zwischen den Varianten rd. 70 % den Baumklassen 1 und 2 nach KRAFT zuzuordnen sind; bei der Güteansprache entfallen sogar 75 % auf Bäume der Stufe 1 und 2. Aus diesen Zahlen ist zu folgern, daß nicht vorwiegend Bäume geringer Qualität, sondern in der Mehrzahl die qualitativ wertvolleren beschädigt werden. Dieses Versuchsergebnis ist auch bei entsprechender Schulung der Holzrucker kaum zu korrigieren, jedenfalls aber nicht ohne Leistungsminderung.

### Regressionsanalysen

Im Anschluß an die zahlenmäßige und strukturelle Interpretation der Baumverletzungen werden nun Regressionen für die Versuchsvarianten der 1. und kombinierten Bringungsphase bestimmt, die eine Approximation der Zahl der Verletzungen je Rückefahrt gestatten. Aus der Kenntnis dieser Faktoren lassen sich dann Empfehlungen zur Schadensreduzierung ableiten. Daß dieses Ziel trotz intensiver statistischer Prüfung nur bedingt erreicht wurde, zeigt ein Blick auf Tabelle 2, die die Regressionskennwerte beinhaltet.

Tabelle 2: Ergebnisse der Regressionsrechnung  
abhängige Variable: Zahl der Baumverletzungen pro Rückefahrt

Rückemittel	unabhängige Variable	Bestimmtheitsmaß	F-Wert	Restvarianz in %
<b>Vorrücken von Kranlängen</b>				
Pferd	SURO*	0,17	50,99***	144
Radiotir	SURO, ENTF*, (SURO) <sup>2</sup>	0,27	11,26**	81
Drabant	STMA*, LAST, (ENTF) <sup>2</sup>	0,19	6,14*	93
<b>Vorrücken von Baumlängen</b>				
Pferd	LANGE, STZA*, ENTF, SURO, A3	0,24	38,30***	113
Drabant	LANGE, STZA, HANG, ENTF, A3 (SURO) <sup>2</sup>	0,44	37,81***	73
<b>Vorrücken und Rücken von Baumlängen</b>				
Holder	LANGE, STZA, DATUM, ENTF, SURO, (ENTF) <sup>2</sup>	0,46	16,04***	51
Unimog	LANGE, STZA, DATUM, ENTF, SURO, (STZA) <sup>2</sup> , (DATUM) <sup>2</sup>	0,38	18,84***	49
Timberjack	LANGE, SURO	0,55	14,88***	26

\* SURO: Schlag- und Rückeordnung

\* STMA: Stückmasse

\* STZA: Stückzahl

\* ENTF: Rückeentfernung

Die sehr hohen Restvarianzen verdeutlichen, daß vor allem für die beim Vorrücken untersuchten Rückemittel die Verletzungen pro Rückefahrt durch die Funktionsansätze nicht befriedigend erklärt werden können. Ihnen ist daher nur eine geringe Aussagekraft beizumessen. Die Ergebnisse für die Versuchsvarianten beim Vorrücken und Rücken des Industrieholzes in Baumlängen sind hinsichtlich der Sicherheitskriterien günstiger zu beurteilen.

Für die nach dem Abbau in den Gleichungen verbliebenen Variablen gelang oft nur eine Absicherung mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%. Würden an die einzelnen T-Werte höhere Anforderungen gestellt (0,1%), so müßten noch ca. 25% der Parameter aus den Regressionen ausscheiden. Dies hätte ein weiteres Absinken der ohnehin sehr geringen Bestimmtheitsmaße zur Folge.

Im wesentlichen sind es wohl drei Gründe, die zur Erklärung der verhältnismäßig schwachen Korrelation zwischen den Verletzungen pro Rückefahrt und ihren Variationsursachen genannt werden müssen: Erstens ist auf den unerwartet hohen Restfehler zu verweisen, dessen verschiedenartige Streuungskomponenten HABERLE (7) ausführlich diskutiert. Von diesen sind besonders einige Arbeitsbedingungen hervorzuheben, die für das Auftreten von Baumbeschädigungen relevant sind und teils bei der Aufnahme vernachlässigt wurden, teils aus Mangel an plausiblen Skalierungen nicht erfaßt werden konnten. Es sind dies die im Einzelfall variierenden Rindenwiderstände, die auf Zufälligkeiten beruhenden Behinderungen beim Schleifen durch Steine oder Stubben, eine unzureichende Aufarbeitungsqualität, die spezifische Ermittlung des Baumabstandes A 3 (10) bei jeder Beschädigung sowie die unterschiedliche Fähigkeit oder Bereitwilligkeit der Rucker, Schäden zu vermeiden.

Betrachtet man die Restvarianz in Verbindung mit dem Versuchsvolumen, so ist als nächstes Argument anzuführen, daß die untersuchte Fahrtenzahl nicht ausreicht, um Gleichungen abzuleiten, die die Abhängigkeit statistisch gesichert charakterisieren. Werden ein Repräsentationsfehler und eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von je 5% toleriert, so ist bei einer durchschnittlichen Restvarianz von 80% hierfür das fünffache Versuchsvolumen erforderlich.

Als dritte Ursache müssen die strukturell bedingten Abweichungen der Residuen von der Normalverteilung und die demzufolge beschränkte Aussagekraft der Testergebnisse vor allem für das Vorrücken von Kran- und Baumlängen erwähnt werden. Der Versuch, durch eine logarithmische Transformation den Einfluß der asymmetrischen Verteilungen zu reduzieren und höhere Bestimmtheiten zu erzielen, brachte keine besseren Ergebnisse.

Trotz der diskutierten Unzulänglichkeiten ist im Anhalt an HABERLE (8) ein Vergleich der Regressionskennwerte aufschlußreich. Dieser zeigt, daß die Anzahl der Verletzungen pro Fahrt im wesentlichen durch die Einflußgrößen „Schlag- und Rückeordnung“, „Rückentfernung“ und „Stückzahl“ bzw. „Rückelast“ bestimmt wird. Die „Industrieholzlänge“ ist lediglich in den Baumlängenregressionen mit einem hochsignifikanten T-Wert vertreten. Beim Vorrücken von Kranlängen kommt ihr als Variationsursache keine Bedeutung mehr zu. Die Abhängigkeit der Rückeschäden von der Jahreszeit ist nur bei der kombinierten Bringung mit Holder und Unimog untersucht worden. Die Zahl der Verletzungen verringert sich, was auch die negativen Regressionskoeffizienten ausweisen, ab Monat Mai bis zum Herbst und Winter.

### Kovarianzanalysen

#### Einfluß der Länge des Industrieholzes

Die Frage, inwieweit sich die Sortimentslänge auf die Anzahl der Baumverletzungen auswirkt, wurde bereits anhand der errechneten Mittelwerte diskutiert. Nunmehr soll für die 1. Bringungsphase und die Rückemittel Pferd und Drabant geprüft werden, ob nach einer Bereinigung mit den Kovariaten „Entfernung“ (ENTF) und „Schlag- und Rückeordnung“ (SURO) hinsichtlich der Schadenszahlen je gerückten Efm m. R. statistisch gesicherte Differenzen zwischen den Kran- und Baumlängen bestehen. Das Ergebnis wird in Tabelle 3 mitgeteilt.

Tabelle 3: Einfluß der Sortimentslänge auf die Anzahl der Baumverletzungen je gerückten Efm m. R.

Variante	Kovariat	T-Wert	Baumverletzungen je Efm m. R. — ber. Mittelwert —	F-Wert
<b>PFERD</b>				
Vorrücken von Kranlängen	ENTF	5,11***	2,5	27,55***
Baumlängen	SURO	2,92**	6,1	
<b>DRABANT</b>				
Vorrücken von Kranlängen	ENTF	3,88***	6,8	18,17***
Baumlängen	SURO	3,10**	14,5	

Die bereinigten Mittelwerte lassen die Folgerung zu, daß durch den zusätzlichen Einschnitt des Industrieholzes in Baumlängen am Fällort zu 5–7 m langen Kranlängen sich die Zahl der Verletzungen beim Vorrücken um rd. 60% (Pferd: 59%, Drabant: 58%) reduzieren läßt (11). Dieser Unterschied ist für beide Rückemittel hochsignifikant gesichert.

### Einfluß des Rückeaggregats

Anhand der Versuchsergebnisse in Tabelle 1 sind für die beim Vorrücken untersuchten Rückemittel Abweichungen zwischen den Schadenszahlen je gerückten Efm zu erkennen, die nachfolgend auf ihre Signifikanz getestet werden. Die Nullhypothese für die Kovarianzanalyse besagt, daß kein echter Unterschied vorliegt.

Tabelle 4: Einfluß des Rückemittels auf die Zahl der Verletzungen

Rückemittel	Kovariat	T-Wert	Verletzungen je Efm m. R. — ber. Mittelwert —	F-Wert
<b>Vorrücken von Kranlängen</b>				
Pferd	STMA	-3,06**	3,5	6,44*
Radiotir	ENTF	3,44***	5,6	
Pferd	STMA	-3,54***	4,0	2,56
Drabant	ENTF	4,64***	5,3	
Radiotir	STMA	-3,60***	5,3	0,11
Drabant	ENTF	2,78**	5,0	
<b>Vorrücken von Baumlängen</b>				
Pferd	STMA	-7,75***	5,7	44,60***
Drabant	ENTF	7,18***	14,4	

Daß diese Hypothese nur beim Vorrücken von Kranlängen für die aufgenommenen Baumverletzungen von Pferd und Drabant sowie Radiotir und Drabant zutrifft, beweisen die nicht signifikanten F-Werte in Tabelle 4. Dagegen muß für die anderen Vergleiche die Nullhypothese verworfen werden. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% erhöht sich die Zahl der Verletzungen um 60%, wenn anstelle eines Pferdes die Radiotirwinde beim Vorrücken von Kranlängen zum Einsatz kommt. Wird nicht das Pferd, sondern der Drabant zum Vorrücken der Baumlängen verwendet, so tritt mit einer Sicherheit von 99,9% ein noch gravierenderer Anstieg um rd. 150% auf.

Als weiteres Kriterium zur Beurteilung der Bestandesschonung kann die im Versuch ermittelte Wundgröße für die in Tabelle 4 genannten Gruppen herangezogen werden. Varianzanalytisch wurde deshalb untersucht, ob für die einzelnen Rückemittel die Wundgrößen so stark schwanken, daß im Vergleich hierzu die Differenzen zwischen den Rückemitteln unbedeutend sind. Die Analysen ergaben, daß die Unterschiede mit einer Wahrscheinlichkeit von 95,0 bis 99,9% groß genug sind, um die Nullhypothese in allen Fällen zu verwerfen.

Aus einer kombinierten Betrachtung von Schadenszahl und -größe ist somit der Schluß zulässig, daß das Pferd für die 1. Bringungsphase das pfleglichste Rückemittel ist und daß sich für die beiden anderen Rückeaggregate Drabant und Radiotirwinde nur bezüglich der Schadensgröße gesicherte Unterschiede nachweisen lassen. Diese Einstufung kann auch den Abbildungen 2 und 3 entnommen werden.

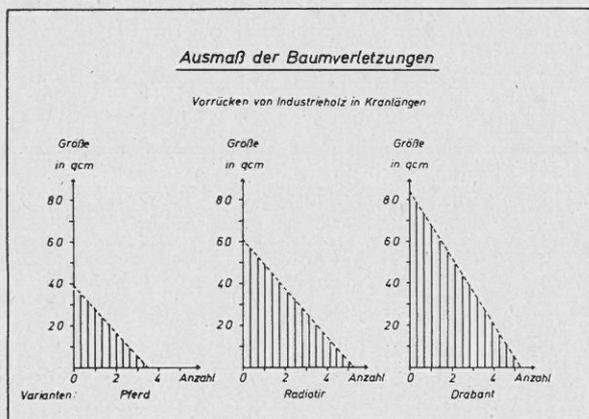


Abbildung 2

### Einfluß der Schlagordnung

Bei der Besprechung der Regressionskennwerte wurde darauf hingewiesen, daß die Schlag- und Rückeordnung zur Klärung der Gesamtstreuung der Schadenzahl beiträgt. Um einen tieferen Einblick in die bestehenden Abhängigkeiten zwischen der Schlagordnung und den verursachten Baumverletzungen zu bekommen, sind für die kombinierte Bringung des Industrieholzes in Baumängen mit den Rückeagregaten Holder, Unimog und Timberjack kovarianzanalytische Tests durchgeführt worden. Bei diesen wurde von der Nullhypothese ausgegangen, daß nach einer Gruppenbildung, wie sie Tabelle 5 aufweist, Häufigkeitsdifferenzen zwischen den Baumverletzungen rein zufällig auftreten.

Als einheitlichen Trend weisen die Angaben der Tabelle 5 sowie die Abbildung 4 für die drei Rückeaggregate eine Zu-

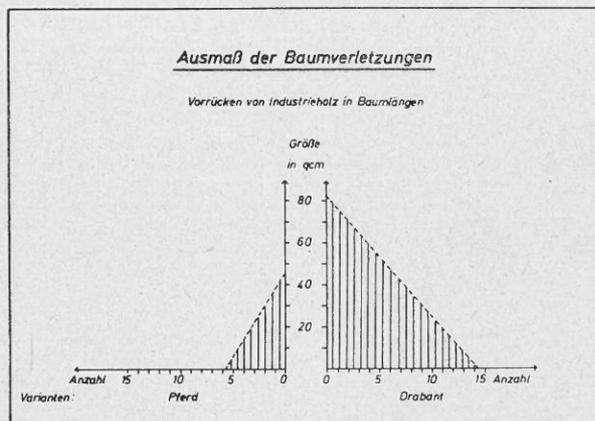


Abbildung 3

Tabelle 5: Einfluß der Schlagordnung auf die Anzahl der Baumverletzungen

Rückemittel	Gruppe	Schlagordnung	Kovariat	T-Wert	Baumverletzungen pro Rückefahrt — bereinigter Mittelwert —	F-Wert
HOLDER	1	0 — 45°	DATUM	— 4,77***	4,5	17,10***
	2	üb. 45°	LAST	2,09*	7,1	
			ENTF	3,87***		
	1	0 — 70°	DATUM	— 4,77***	5,2	10,42**
	2	üb. 70°	LAST	2,09*	7,5	
			ENTF	3,87***		
1	0 — 90°	DATUM	— 4,77***	5,7	2,67	
2	üb. 90°	LAST	2,09*	7,0		
		ENTF	3,87***			
UNIMOG	1	0 — 45°	DATUM	— 3,18**	4,8	18,44***
	2	üb. 45°	LAST	5,67***	6,7	
			BHD	— 2,47*		
			ENTF	3,26**		
	1	0 — 70°	DATUM	— 3,18***	5,6	9,07**
	2	üb. 70°	LAST	5,67***	7,0	
		BHD	— 2,47*			
		ENTF	3,26**			
1	0 — 90°	DATUM	— 3,18**	5,9	2,32	
2	üb. 90°	LAST	5,67***	6,9		
		BHD	— 2,47*			
		ENTF	3,26**			
TIMBERJACK	1	0 — 45°	LÄNGE	3,47**	10,7	4,11
	2	üb. 45°	LÄNGE	3,47**	14,5	
	1	0 — 70°	LÄNGE	3,47**	12,4	5,37*
	2	üb. 70°	LÄNGE	3,47**	16,2	
	1	0 — 90°	LÄNGE	3,47**	12,5	14,12***
	2	üb. 90°	LÄNGE	3,47**	19,0	

nahme der Baumverletzungen pro Rückefahrt nach, wenn das Industrieholz nicht mehr in einem spitzen Winkel zur Rückegasse liegt.

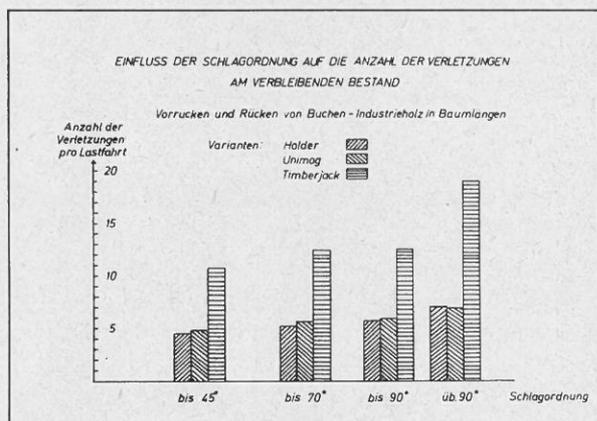


Abbildung 4

Abweichungen bestehen dagegen in der statistischen Sicherheit dieser Ergebnisse. Während bei einer Vergrößerung des Winkels für die Gruppe 1 die F-Werte für die Holder- und Unimoguntersuchung kontinuierlich abnehmen, ist für den Timberjack ein stetiger Anstieg zu verzeichnen. Dieses gegensätzliche Verhalten ist auf Unterschiede in der Bestandesstruktur der Versuchsorte zurückzuführen. Die Bestände, in denen Holder und Unimog zum Einsatz kamen, waren im Durchschnitt 73-jährig; der Baumabstand A 3 betrug 5,3 m. Die Aufnahmen für den Timberjack stammen aus einem 99-jährigen Bestand mit einem Baumabstand A 3 von 6,2 m.

Hieraus kann gefolgert werden, daß in 70–80-jährigen Buchenbeständen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1% weniger Schäden in der in Tabelle 5 genannten Größenordnung je Rückefahrt verursacht werden, wenn der Rückewinkel unter 70° bleibt. Beträgt er maximal 45°, so sind die Unterschiede hochsignifikant. Die Zahl der Baumverletzungen innerhalb der beiden Gruppen 0–90° und über 90° streut dagegen so stark, daß sich mit der erforderlichen Sicherheit keine Unterschiede zwischen diesen Gruppen nachweisen lassen.

In den älteren Beständen ist infolge der größeren Baumabstände eine signifikante Reduzierung der Schadenszahlen nicht allein dadurch erreichbar, daß das Industrieholz in einem spitzen Winkel zur Rückegasse liegt. Verlässliche Abweichungen sind erst dann zu erwarten, wenn es nicht gelingt, einen Schlagordnungswinkel von 70° als maximalen Grenzwert einzuhalten. Hochgesicherte Unterschiede werden schließlich augenscheinlich, wenn der Winkel über 90° beträgt, also überhaupt keine Schlagordnung vorliegt.

#### Einfluß der Rückeentfernung

Mit dem Untersuchungsmaterial für den Drabant wird der Nachweis erbracht, daß sich auch die Rückeentfernung auf die Anzahl der Baumverletzungen auswirkt.

Zwischen den bereinigten Mittelwerten in Tabelle 6 bestehen evidente Unterschiede, die die Bedeutung der Feinerschließung unterstreichen.

#### Einfluß der Jahreszeit

Im Frühjahr und Sommer platzt die Buchenrinde schon bei geringfügigen Stößen ab (5). Zur Begegnung dieser erhöhten Schadensgefahr wird daher empfohlen (2, 6, 9, 14), die Bringung des langen Industrieholzes nur außerhalb der Vegetationszeit durchzuführen. Da für zwei Rückeaggregate entsprechende Vergleichsuntersuchungen während und außerhalb der Vegetationszeit realisiert werden konnten, wurde für dieses Grundlagenmaterial die jahreszeitliche Abhängigkeit geprüft. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Tabelle 6: Einfluß der Rückeentfernung beim Vorrücken auf die Zahl der Baumverletzungen pro Rückefahrt (Rückeaggregat: Drabant)

Sortimentslänge	Entfernung	Kovariat	T-Wert	Baumverletzungen pro Rückefahrt — bereinigter Mittelwert —	F-Wert
Kranlängen	bis 30 m	LAST	3,01**	1,44	6,51*
	über 30 m	STMA	— 2,95**	2,42	
Baumlängen	bis 30 m	LAST	5,65***	1,89	19,39***
		STMA	— 5,29***	2,99	
	über 30 m	SURO	6,71***		

Tabelle 7: Einfluß der Jahreszeit auf Zahl und Größe der Baumverletzungen

Rückeaggregat	Gruppe	Kovariat	T-Wert	Baumverletzungen pro Rückefahrt — bereinigter Mittelwert —	F-Wert
HOLDER	1	LÄNGE	5,04***	7,1	16,91***
	2	SURO	3,10**	4,4	
		STZA	4,96***		
UNIMOG	1	LAST	2,01*	7,0	27,64***
	2	SENTF *	3,61***	4,4	
		SURO	3,57***		
Wundgröße — bereinigter Mittelwert —					
HOLDER	1	LÄNGE	2,51*	138,5	5,33*
	2		108,1		
UNIMOG	1	LÄNGE	2,21*	181,7	34,10***
	2		113,8		

Gruppe 1: während der Vegetationszeit  
Gruppe 2: außerhalb der Vegetationszeit  
\* SENTF: Seilentfernung

Sie bestätigen den vermuteten Zusammenhang zwischen der Anzahl der Beschädigungen und der Jahreszeit. Durch eine Verlegung der Rückearbeit in den Zeitraum Oktober – März ist eine Abnahme der Schäden um 38% (Holder) bzw. 37% (Unimog) zu erreichen. Daß es sich hierbei um hochsignifikante Unterschiede handelt, zeigen die F-Werte.

In gleicher Richtung beeinflusst die Jahreszeit die Wundgröße (11). Bei der Untersuchung mit dem Holder geht sie um 22%, bei der mit dem Unimog um 37% zurück.

Außerdem wirkt sich die Jahreszeit auf die Lage der Verletzungen am Baum aus. Wie der Abbildung 5 entnommen werden kann, treten beim Rücken innerhalb der Saftzeit 88% (Holder) bzw. 71% (Unimog) mehr Schäden an den Baumwurzeln als im Winter auf.

Dieser Anstieg ist mit der großen Empfindlichkeit der Rinde während der Vegetationszeit und dem Fehlen einer Schneedecke, die im Winter die Wurzelanläufe weitgehend schützt (5, 13), zu begründen. Nur unbedeutend ändert sich dagegen die Zahl der Stammeschädigungen.

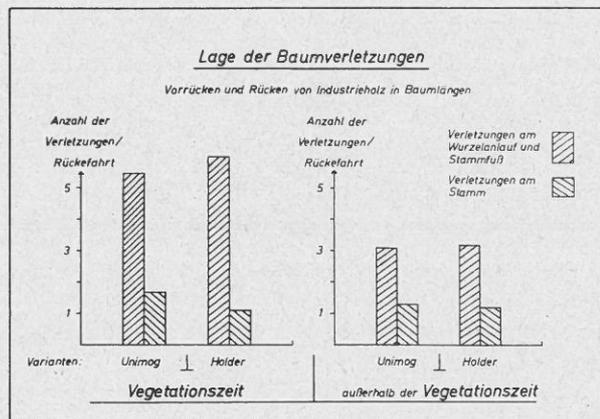


Abbildung 5

Aufgrund dieses starken jahreszeitlichen Einflusses bietet sich als eine weitere Maßnahme zur Reduzierung der Baumver-

letzungen die Bringung des Industrieholzes außerhalb der Vegetationszeit an. Dennoch wird sich wegen der zu erwartenden Schwierigkeiten im Forstbetrieb, auf die BACKHAUS (2) hingewiesen hat, der Holztransport während der Vegetationszeit kaum ganz vermeiden lassen.

#### Einschätzung der Sekundärschäden

Der Begriff Sekundärschäden umfaßt die Holzverfärbungen einschließlich der Veränderungen des Jahrringaufbaus, das Auftreten der Weißfäule, den Befall durch *Xyloterus domesticus* oder *Hylecoetus dermestoides*, die zusätzlichen Werbungskosten für das Abtrennen des faulen Erdstücks, die durch die Kürzung bedingte Durchmesserabnahme des Stammstücks sowie die Verluste, die sich aus der vorzeitigen Nutzung zuwächstüchtiger Bäume ergeben. Da für eine komplexe Betrachtung dieser Komponenten die bisher vorliegenden Versuchsergebnisse nicht ausreichen, wird für einige der untersuchten Bringungsverfahren (Kran- und Baumlängen) in einer Modellrechnung lediglich ermittelt, welche Wertverluste dadurch eintreten, daß die Erdstücke nicht in gesundem Zustand verkauft werden können, sondern als weißfaule Rollen un- aufgearbeitet im Bestand verbleiben. Wegen der vielfältigen Unsicherheiten kann es sich dabei nur um eine Einschätzung der Größenordnungen handeln.

Bisher sind die Einflußgrößen weder qualitativ noch quantitativ exakt bekannt, die bei der Buche bewirken, daß eine bei der Holzbringung verursachte Rindenverletzung gesund überwältigt wird oder nicht. Es sei deshalb für die vorliegende Modellrechnung auf die Untersuchungen von VOLKERT, SIUTS und DIERKS (18) und HOSIUS (12) zurückgegriffen, die sich mit den holztechnologischen Auswirkungen des Rotwildschälens an der Buche beschäftigen. Trotz der Unterschiede zwischen einem Schäl- und Rückeschaden bezüglich der Schadenshöhe am Baum und der

äußeren Wundform sowie der Tatsache, daß Baumverletzungen beim Rücken vorwiegend außerhalb der Vegetationszeit in einem Bestandesalter auftreten, in dem nur noch selten Schälwunden vorkommen, erscheint eine Übertragbarkeit der Ergebnisse vertretbar, da es sich in beiden Fällen um Wunden handelt, die eine Pilzinfektion ermöglichen. Zudem zeigt eine kritische Prüfung der herausgestellten Abweichungen, daß für einen Pilzbefall bei Rückeschäden wegen der höheren Feuchtigkeit am Stammfuß, der breiteren Wunde, für deren Überwallung ein längerer Zeitraum benötigt wird (18), sowie wegen der niedrigen Temperaturen im Winter, die eine intensive Thyllenbildung ausschließen (4), günstigere Bedingungen vorliegen. Unter diesen Aspekten wird sicherlich die Holzfäule als Sekundärschaden nicht überbewertet, wenn man HOSIUS (12) folgt, der anhand seines Untersuchungsmaterials zu dem Ergebnis kommt, daß die Wahrscheinlichkeit für eine gesunde Überwallung eines über 8 cm breiten Schälwundens niedriger als 50% ist.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ist die Wundbreite nicht gesondert ermittelt worden. Bei der Holzbringung handelt es sich jedoch überwiegend um Verletzungen mit einem quadratischen Grundriß, wenn man von den Beschädigungen durch den Einschnitt des Rückeseils absieht. Daher wurden für die weitere Berechnung alle Baumverletzungen mit einer Wundgröße von unter 65 qcm ausgeschieden (Tabelle 8).

Von den verbliebenen Schadenszahlen je gerückten Efm wurde nur für die Erstschäden an Bäumen, die die soziologische Stellung 1, 2 oder 3 einnehmen, unterstellt, daß bei jedem zweiten Fäulnis eintritt.

Stellt man nun die Frage, bis zu welcher durchschnittlichen Länge die Stammfüße durch die Fäulnis entwertet werden, so liefert uns die von RONAY (16) für Verjüngungsbestände hergeleitete Regression einen ungefähren Anhaltswert. Er beträgt, wenn man von einer durchschnittlichen Schadensgröße von 100 qcm ausgeht, rd. 0,5 m.

Tabelle 8: Anzahl der Bäume mit Holzfäule je gerückten Efm m. R. — Vegetationszeit —

Variante	Sortiment	Zahl d. Baumverletzungen je gerückten Efm m. R.	davon über 65 qcm Wundgröße in %	davon über 65 qcm Wundgröße Anzahl	davon Erstschäden in %	davon soziologische Stellung 1, 2 und 3 in %	davon bei 50 % Holzfäule Anzahl *)
1	2	3	4	5	6	7	8
Pferd	Kranlängen	3,1	21	0,89	90	83	0,33
Volvo		0,4	61				
Drabant		4,3	57				
Volvo	Kranlängen	0,4	61	2,69	93	86	1,08
Pferd		6,5	36				
Schlepper		1,3	70				
Drabant	Baumlängen	10,0	64	7,31	86	81	2,55
Schlepper		1,3	70				
Volvo		0,7	88				
Schlepper	Baumlängen	4,6	80	3,68	79	91	1,33

\*) Rechenbeispiel Pferd + Volvo:

Zahl der Baumverletzungen je gerückten Efm m. R. mit einer Wundgröße von über 65 qcm (Sp. 5) = 0,89

$$\text{Zahl der Bäume mit Holzfäule als Sekundärschäden} = \text{Sp. 5} \times \frac{\text{Sp. 6}}{100} \times \frac{\text{Sp. 7}}{100} \times 0,5 = 0,33$$

Da der Waldarbeiter beim Gesundschneiden stets zum Abtrennen längerer Rollen neigt, um nicht mehrere Schnitte durchführen zu müssen, wird alternativ zu den 0,5 m als oberer Grenzwert 1,0 m Holzfäule in der Modellrechnung unterstellt.

Für die Entscheidungsbildung zur waldbaulichen Behandlung von Buchenbeständen mit Rückeschäden dürfte die Tatsache von besonderer Bedeutung sein, daß nach jedem Durchforstungseingriff mit der Aushaltung von Industrieholz in langer Form beim anschließenden Rücken erneut Baumverletzungen verursacht werden. Wird ferner die Bedeutung von Pufferbäumen im Sinne von OSWALD (15) berücksichtigt, so ist daher abgesehen von anderen negativen Auswirkungen eine vollständige Entnahme der beschädigten Bäume im Rahmen des nächsten Pflegehiebes abzulehnen. Es erscheint deshalb sinnvoll, im Modell davon auszugehen, daß sie in den 60–70-

jährigen Beständen je zur Hälfte bis zum Alter 80 und 140 gefällt und aufgearbeitet werden. In den älteren Beständen entfällt dagegen diese Trennung.

Der zur Volumenbestimmung des entwerteten Industrieholzes bzw. Stammholzes erforderliche Mittendurchmesser wurde aus dem mittleren Brusthöhendurchmesser des ausscheidenden Bestandes, wie er sich für die betreffenden Bestandesalter aus dem Aufnahmematerial des KWF ergibt, abgeleitet.

Dieser beträgt bei einem durchschnittlichen Alter von 70 Jahren 21 cm m. R. (Leistungsklasse 7,4). Der Durchmesser des Faulholzstücks ergibt sich aus einer gutachtlichen Erhöhung dieses Brusthöhendurchmessers um 2 cm (mutmaßliche Ausdehnung der Holzfäule: 1,0 m) bzw. 3 cm (Ausdehnung der Holzfäule: 0,5 m). In den älteren Beständen wird von einem mittleren Nutzungsalter der beschädigten Bäume von 110 Jahren ausgegangen. Der Brusthöhendurchmesser beläuft sich hier

auf 34 cm m. R. (Leistungsklasse 6,2). Der Zuschlag zur Ermittlung des Mittendurchmessers beträgt 3 cm bei 1 m und 4 cm bei 0,5 m Holzfäule.

Für die durch Fäulnis entwertete Holzmasse wurde in der Kalkulation ein Preis je ungerückten Efm von 27,— DM (Industrieholz) bzw. 55,— DM (Stammholz, L 3 a, B/EWG) unterstellt. Tabelle 9 nennt die voraussichtlichen Wertverluste, wenn während der Vegetationszeit gerückt wird. Diese Beträge verringern sich beim Rücken außerhalb der Vegetationszeit um 40 %.

Tabelle 9: Wertverlust je gerückten Efm m. R.

Variante	Baumzahl mit Holzfäule	Sortierung in % Industrieholz	Sortierung in % Stammholz	Wertverlust in DM/Efm m. R.			
				innerhalb der Vegetationszeit		außerhalb der Vegetationszeit	
				Länge des Faulholzstücks			
				1,0 m	0,5 m	1,0 m	0,5 m
Pferd							
Volvo (Kranlängen)	0,33	50	50	1,30	0,65	0,80	0,40
Drabant							
Volvo (Kranlängen)	1,08	50	50	3,85	1,90	2,30	1,15
Pferd							
Schlepper (Baumlängen)	1,11	50	50	3,85	1,90	2,30	1,15
Drabant							
Schlepper (Baumlängen)	2,55	50	50	9,05	5,20	5,45	3,10
Volvo (Kranlängen)	0,28	—	100	1,65	0,90	1,00	0,55
Schlepper (Baumlängen)	1,33	—	100	8,25	4,40	4,95	2,65

Ein Vergleich der finanziellen Verluste zeigt, daß abgesehen von den Kurzholzverfahren die geringsten Schäden am verbleibenden Bestand entstehen, wenn das Industrieholz am Fällort in Kranlängen ausgehalten wird und zur Holzbringung ein Pferd (1. Phase) und ein Spezialrückebug (2. Phase) zum Einsatz kommen. Wird auf diese Kürzung verzichtet und das Rohschaffverfahren angewendet, so müssen die dreifachen Beträge kalkuliert werden. Dieselbe Erhöhung ist zu verzeichnen, wenn zum Vorrücken der Kranlängen kein Pferd mehr zur Verfügung steht und auf den Drabant zurückgegriffen wird. Beim Vorrücken der Baumlängen mit dem Drabant während der Vegetationszeit erreichen die Wertverluste die bei dieser Phase entstehenden durchschnittlichen Rückekosten. Die Anwendung dieser Bringungsvariante sollte daher zumindest während der Saftzeit unterbleiben. Diese Empfehlung gilt auch für die kombinierte Holzbringung von Baumlängen, bei der sonst an Rückeschäden über 50 % der Bereitstellungskosten verursacht werden. Auch in diesen Beständen sind die Verluste wesentlich

zu reduzieren, wenn Kranlängen aufgearbeitet und mit einem Spezialrückebug transportiert werden.

#### Schrifttum:

- AGREN, A., 1969: Produktionsverluste in Durchforstungsbeständen als Folge der modernen Rücketechnik. AFZ Nr. 39, S. 758
- BACKHAUS, G., 1971: Analyse der Baumverletzungen beim Rücken von Buchenindustrieholz in langer Form — Ausmaß, Ursachen, Konsequenzen — AFZ Nr. 20, S. 415
- BEHRNDT, W., 1970: Zur Zielsetzung und Organisation des Maschineneinsatzes durch Maschinenhöfe in Staatsforstbetrieben — dargestellt am Beispiel der Niedersächsischen Landesforstverwaltung. FoHo Nr. 13, S. 276
- EBES, K., 1937: Vorming von Thyllen in geveld Beukenhout. Dissertation Wageningen
- GLÄSER, H., 1949: Das Rücken des Holzes. Bayerischer Landwirtschaftsverlag München
- GRAMMEL, R., 1970: Industrie-Laubholz in langer Form — Technische Arbeitsproduktivität, Aushaltungslänge, Mengenanteile — FTI Nr. 8, S. 71
- HABERLE, S., 1961: Die repräsentative Ermittlung des Zeitbedarfs als Grundlage einer Herleitung von Vorgabezeiten für den Holzeinschlag. Dissertation Freiburg
- HABERLE, S., 1967: Die deduktive Ermittlung von Richtzeiten für die Holzhauerei. Schriftenreihe der Forstlichen Abteilung der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br., Bd. 8
- HABERLE, S., RAUSCH, E., 1970: Das Rücken schwacher Langhölzer mit Schlepper und funkferngesteuerter Kleinwinde. FTI Nr. 4, S. 24
- HAUSBURG, M., 1968: Die Eignung der Stammabstände zur repräsentativen Stammzahl- und Vorrattermittlung. Dissertation Freiburg
- HOFLE, H., 1971: Industrieholzaufarbeitung — Probleme und Entwicklung. HZ Nr. 145, S. 2107
- HOSIUS, D., 1967: Auswirkungen von Rotwildschäden an der Buche. AFZ Nr. 28, S. 484
- KNIGGE, W., SCHULZ, H., 1966: Grundriß der Forstbenutzung. Paul Paray, Hamburg - Berlin
- LATTEN, H., 1969: Erfahrungen bei der maschinellen Holzbringung in einem Mittelgebirgsforstamt. AFZ Nr. 43, S. 831
- OSWALD, D., 1971: Versuche zur mechanisierten Durchforstung. AFZ Nr. 20, S. 402
- RONAY, E., 1969: Die Optimierung des Holztransportes in Gebirgsgebieten der Slowakei. Vortrag während des Internationalen Symposiums über Mechanisierung bei der Forstnutzung in Jugoslawien — Sammelband der Referate — S. 73
- SACHSSE, H., 1971: Der Feuchtegehalt von Buchen-Industrieholz. Holz als Roh- und Werkstoff Bd. 2, S. 56
- VOLKERT, E., SIUTS, U., DIERKS, H., 1954: Untersuchungen über den Einfluß des Rotwildschälens auf die Holzeigenschaften der Rotbuche. AFZ Nr. 9, S. 277

## Das Sägemehlstreuverfahren

— Bericht über ein neues Verfahren zur Niederhaltung von Graswuchs in Kulturen —

Dipl. Landwirt Hasso v. Zitzewitz, Oldenburg

Von der Kulturverträglichkeit, der Wirkung und auch den Kosten her gesehen sind die Dalapon-Präparate (Dowpon - Basinex P und die entsprechenden Granulate) nach wie vor als Standardmittel zur Niederhaltung unerwünschten Graswuchses in Kulturen und zur Kulturvorbereitung anzusehen. Die Praxis bedient sich folgender Ausbringungsverfahren:

- 1.) Sprühen bzw. Spritzen mit fahrbaren oder rückentragbaren Geräten.
- 2.) Streuen von Granulaten oder mit Trägerstoffen aufgemischten Spritzmitteln.

Die Abgrenzung eines wirtschaftlichen Einsatzes von Dalapon-Präparaten im Sprühverfahren auf der einen Seite und auf der anderen Seite im Streuverfahren mit Granulaten dürfte im allgemeinen so zu sehen sein: zur Kulturvorbereitung wird ganzflächig gesprüht oder auch gelegentlich gespritzt. Das gleiche Verfahren wird zur Kulturpflege dort, wo die Flächen gut befahrbar sind und auch eine ausreichende Größe aufweisen, ebenfalls vorgezogen. Überall dort dagegen, wo aufgrund weiterer Pflanzverbände eine Reihen- oder Einzelpflanzenbehandlung möglich ist, wird den granulierten Streumitteln

der Vorzug gegeben. Beim Ausbringen aus der Luft sind die Verfahren Sprühen oder Streuen von den vorhandenen Flugzeugen, von der Flächengröße und der Geländeausformung abhängig. Bei sorgfältiger Durchführung hat man mit beiden Verfahren gute Ergebnisse erzielt.

Übrig bleiben die recht zahlreichen Fälle, wo man aus mancherlei Gründen ganzflächig streuen möchte. Solche Gründe wären:

- 1.) Kulturen mit engen Pflanzverbänden, wie z. B. Kiefern- oder Naturverjüngungen.
- 2.) Kleinflächen z. B. unter Buchenaltholz, sog. „Mäusekasernen“.
- 3.) Stark hängige, schwer begehbare Flächen.

Dazu kommt als ein entscheidender Faktor, daß bei den ständig steigenden Löhnen die Ausbringungskosten (Streuen ca. 2-3 Std./ha, Sprühen ca. 8 Std./ha) sich im Verhältnis 1:4 zugunsten des Streuens bewegen. Bei den relativ hohen Kosten der Streumittel für eine Ganzflächenbehandlung führte sich die seinerzeit vom Pflanzenschutzamt Kassel entwickelte Sandstreumethode in verschiedenen Gebieten relativ schnell ein. Neben dem Vorteil der Kosteneinsparung stellten sich aber mit der Zeit auch einige wesentliche Nachteile heraus:

- 1.) Nicht überall findet sich ein zum Mischen geeigneter Sand.
- 2.) Das Mischgut (100 Ltr./ha) ist relativ schwer.
- 3.) Der scharfe Sand greift in Verbindung mit dem Dalapon die Hände beim längeren Streuen an.

Mit dem Sägemehlstreuverfahren können diese Nachteile vermieden werden. Dieses ursprünglich von der Forstwirtschaft Mitteldeutschlands entwickelte Verfahren wurde von der Bayerischen Landesanstalt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht in Teisendorf sorgfältig überprüft und als brauchbar befunden. Es soll nachstehend im Vergleich zum Sandstreuen erläutert werden:

	<b>Sand</b>	<b>Sägemehl</b>
Streugut je 1 ha:	100 Ltr.	300 Ltr.
	+ entsprechende Menge eines Dalapon-Präparates	

Gewicht des Streugutes/ha	128 kg	67 kg
Ausbringungszeit:	φ 3 Std./ha	φ 4,5 Std./ha (größeres Volumen)

Mischbarkeit mit Hand- oder Betonmischer:	kein wesentlicher Unterschied bei Sägemehl wesentlich günstiger	
Deckungsgrad auf der Fläche:	Bau- bzw. Putzsand	jegliches Sägemehl aus dem Einscheiden frisch- bzw. wald-trockenen Nadel- od. Laubholzes nach Entfernung größerer Holz- und Rindenteile
Qualitätsansprüche:		

Wirkungsunterschiede: Im Vergleich zum Sprühen bzw. Spritzen zeigten sich die Streuverfahren als etwas besser in der Wirkung. Dabei war das Sägemehl dem Sand aufgrund der besseren Deckung leicht überlegen.

Die besonderen Vorteile des Sägemehlstreuverfahrens zur Ausbringung von Dalapon liegen in der leichten Handhabung, der oft einfacheren Beschaffung, der angenehmeren und besser überprüfbareren Ausbringung und der guten Deckung und somit Wirkung. Gewisse Nachteile können im größeren Volumen des Sägemehls, das allerdings weitgehendst durch das geringe Gewicht aufgewogen wird, und in der Undurchführbarkeit des Streuens bei starkem Wind gesehen werden.

Für die Planung sind folgende Kostenrichtsätze zu unterstellen:  
Kosten je ha (ganzflächig) für Sägemehlgemisch:

Materialkosten		
5 kg Dalapon-Spritzpulver 16,90/ha	=	84,50 DM
300 Ltr. Sägemehl 1,—/100 Ltr.	=	3,— DM
3 Plastiktüten à 1,50	=	4,50 DM
	zus.	<u>92,— DM</u>

Lohnkosten		
Mischen von Hand 1 Std. à 10,— DM *	10,— DM	
Streuen von Hand 4,5 Std.	<u>45,— DM</u>	<u>55,— DM</u>
		<u><u>147,— DM</u></u>

\* einschl. Soziallasten

Nachdem wir das langjährige Mitglied des KWF

Herrn Oberforstmeister a. D.

**Hans Joachim Augustin**

zu seinem 70. Geburtstag am 7. Februar 1972 beglückwünschen konnten, müssen wir leider nun schon seine Todesnachricht (gestorben am 26. Februar 1972) in dankbarer Verehrung und mit Anteilnahme übermitteln.