

Bringung von Buchenindustrieholz mit Forstschleppern in Ein- oder Zweimannarbeit?

Dr. G. Backhaus und J. Nagy, Weilburg/Lahn

1. Problemstellung

Die Kosten je Maschinenarbeitsstunde für die zur Holzbringung eingesetzten Rückeaggregate sind in den vergangenen Jahren erheblich gestiegen. Eine der wesentlichen Ursachen ist der hohe Anteil der Ausgaben für das Bedienungspersonal. Diese Teilkosten gewinnen vor allem dann einen großen Einfluß, wenn die Bedienung der Maschine nicht allein durch den Fahrer, sondern in Zweimannarbeit erfolgt.

Für das Rücken von Stammholz liegen zu der Fragestellung „Ein- oder Zweimannarbeit“ Versuchsergebnisse des KWF (LOYCKE 1972, SCHMIDT 1970) vor. Da der zweite Mann während der für die Holzbringung benötigten Zeit zu 50 bis 60 % nicht ausgelastet ist, sollte aus Kostengründen nach SCHMIDT (1970) verstärkt zur Einmannarbeit übergegangen werden.

Für den Schwachholzbereich führt SCHMIDT (1970) aus, daß die geringen Holzdimensionen, vor allem infolge der besseren Auslastung des Beifahrers bei Anwendung des Chokersystems, für die Zweimannarbeit sprechen, ohne allerdings den zahlenmäßigen Nachweis für diese Vermutung zu liefern.

Im Gegensatz hierzu kommen MAHLER und SCHELSHORN (1972) im Rahmen einer Vergleichsuntersuchung zum Rücken von Buchenindustrieholz in unterschiedlichen Längen (Schaftlängen und Kürzungen) zu dem Ergebnis, daß die Einmannarbeit stets kostengünstiger ist, weil die Mehrleistung beim Einsatz eines Beifahrers nicht den zusätzlichen Lohnkosten entspricht.

Nach DUISSEL (1974), der in seiner Dissertation u. a. die Bringung von Buchenindustrieholz in verschiedenen Sortimentslängen aus Endnutzungsbeständen untersucht hat, ist das aufwendigere Rücken in Zweimannarbeit auch darauf zurückzuführen, daß infolge der Spezialisierung des Beifahrers mit größeren Seilentfernungen gearbeitet wird.

Da nach wie vor auch in der Praxis unterschiedliche Meinungen hierüber bestehen und die Bringung von schwachem Langholz sowohl wegen der Kosten je gerückten EFm als auch wegen der Beschädigungen am verbleibenden Bestand und Boden (BACKHAUS 1972, PESTAL 1975) problematisch ist, wurden von Mitarbeitern des Versuchs- und Lehrbetriebs für Waldarbeit und Forsttechnik beim Hessischen Forstamt Me-

renberg im Jahr 1974 Untersuchungen zur Ein- und Zweimannarbeit mit folgender Zielsetzung durchgeführt:

- > Analyse der Ablaufabschnitte pro Fahrt (Zyklus);
- > Leistungsermittlung in Abhängigkeit von der Stückmasse und der Rückeentfernung;
- > Herleiten der Bringungskosten;
- > Empfehlungen für den praktischen Einsatz von Forstschleppern im Laubschwachholz.

2. Versuchsmethodik und Aufnahmetechnik

Aus Zeit- und Kostengründen beschränkt sich diese Untersuchung zunächst auf:

- > einen Schleppertyp (Unimog U 45 F mit Werner-Schwachholzrückeaggregat);
- > zwei durch schlepperbefahrbare Rückegassen systematisch erschlossene Laubholzbestände (50- bzw. 80-jährig), bei denen der Fällort wegen der noch zu hohen Stammzahlen nicht schleppererreichbar ist;
- > die Anwendung der kombinierten Bringungsphase, bei der das Industrieholz vom Fällort bis zur Rückegasse durch die Seilwinde mit begrenzter Anwendung des Chokersystems (Bestandsschäden) vorgerückt und anschließend mit dem Unimog zur Lkw-befahrbaren Straße gerückt wird.

Es ist beabsichtigt, den Versuch mit einem anderen Schleppertyp in diesem Jahr fortzusetzen.

INHALT:

BACKHAUS, G. und NAGY, J.:

Bringung von Buchenindustrieholz mit Forstschleppern in Ein- oder Zweimannarbeit?

HUSSL, J.:

Möglichkeiten zur Verbesserung der Aufwuchsbedingungen von Fichten-Douglasien-Kulturen durch Bodenvorbereitung und Düngung

Die Rückefahrten (Zyklen) — im Anhalt an LIEBSCHER (1966) jeweils mindestens 50 — sind gleichmäßig verteilt auf vergleichbaren Flächen der beiden Versuchsbestände für die zwei Varianten — Ein- und Zweimannarbeit — mit demselben Bedienungspersonal durchgeführt worden. Gerückt wurde Buchenindustrieholz in möglichst langer Form; vereinzelt mußten im Zuge der Fällung und Aufarbeitung Trennschnitte zur Verringerung der Bestandesschäden (BACKHAUS 1972) vorgenommen werden, so daß in geringen Mengen auch Industrieholz in Abschnitten zur Bringung anstand.

Das Ausscheiden von Ablaufabschnitten (REFA 1972) und das Festlegen der Meßpunkte bei den Arbeitsstudien erfolgten entsprechend dem Vorschlag von LIEBSCHER (1966). Bei den Ganztagsstudien wurde zur Zeitaufnahme das Multimomentverfahren mit einem konstanten Intervall von 25/100 Min. angewendet.

Eine Leistungsgradbeurteilung für den Fahrer und Beifahrer fand während der Arbeitsstudien nicht statt; in beiden Fällen handelte es sich um gut ausgebildete Maschinenführer.

Die mathematisch-statistische Auswertung der Arbeitsstudien erfolgte durch die EDV-Anlage der Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung in Göttingen. Im Anhalt an BACKHAUS (1971) wurden in die Regressionsansätze als unabhängige Einflußgrößen die Stückmasse und die Rückeentfernung aufgenommen. Die Verwendung des an sich geeigneteren Brusthöhendurchmessers entfiel wegen der bereits genannten Trennschnitte beim Langholz zur Reduzierung der Bestandesschäden.

Beim Vergleich verschiedener Regressionsansätze (linear, quadratisch, gemischt und logarithmisch) erwies sich das lineare Ausgleichsmodell hinsichtlich der Reststreuung und des Bestimmtheitsmaßes als besonders günstig und wurde deshalb bei den Regressionsanalysen verwendet.

3. Versuchsergebnisse

3.1 Mittelwerte und Variationskoeffizienten

Einen ersten Einblick in die Versuchsbedingungen und die Ergebnisse gewährt Tabelle 1 für die beiden untersuchten Varianten.

Tabelle 1: Mittelwerte ($\bar{x}$) und Variationskoeffizienten (v %)

Merkmale	1 Mann-Arbeit		2 Mann-Arbeit	
	$\bar{x}$	v %	$\bar{x}$	v %
1	2	3	4	5
Gerückte Holzmenge (EFm)	68	—	76	—
Lastmasse (EFm)	1,35	34	1,52	27
Stückmasse (EFm)	0,30	43	0,29	30
Rückeentfernung (m)	288	36	233	36
Einseilentfernung (m)	39,50	51	48,50	42
RAZ (Min.)	19,10	27	16,77	33
AZ (Min.)	1,44	—	1,39	—
Leistung (EFm/Std. GAZ)	4,14	37	5,51	42

Beim Vergleich dieser Zahlen wird ersichtlich, daß trotz nahezu gleicher Stückmassen bei der Zweimannarbeit infolge der höheren Einseilentfernung DÜSSEL (1974) eine größere Holzmenge pro Lastfahrt transportiert wurde. Die zugunsten der Zweimannarbeit festzustellende Leistungsdifferenz zwischen den Mittelwerten hat wegen der unterschiedlichen Rückeentfernungen lediglich einen orientierenden Charakter.

3.2 Analyse der Ablaufabschnitte

Der Zeitbedarf für die einzelnen Ablaufabschnitte in Minuten sowie die prozentuale Aufgliederung der Reinen Arbeitszeit (RAZ) sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Zyklusweise Aufgliederung in Ablaufabschnitte

Ablaufabschnitte	1 Mann-Arbeit		2 Mann-Arbeit			
	Fahrer		Beifahrer			
	Min.	in % z. RAZ	Min.	in % z. RAZ	Min.	in % z. RAZ
1	2	3	4	5	6	7
Leerfahrt	3,82	20	2,85	17	—	—
Seilauziehen	1,34	7	—	—	1,90	11
Anhängen	2,48	13	0,17	1	3,32	20
Laufzeit	1,34	7	—	—	0,16	1
Seilzug	2,87	15	3,34	20	—	—
Nachseilen	0,37	2	0,34	2	—	—
Abhängen	1,53	8	0,34	2	0,62	4
Sammelfahrt	0,57	3	0,67	4	—	—
Lastfahrt	3,25	17	2,52	15	—	—
Poltern	1,53	8	1,34	8	—	—
ablaufbedingte Unterbrechung	—	—	5,20	31	10,77	64
RAZ	19,10	100	16,77	100	16,77	100
AZ	1,44	8	1,39	8	1,39	8

Faßt man die Ablaufabschnitte zusammen, so ergibt sich für die Einmannarbeit, daß pro Zyklus:

- 40 % der RAZ auf die Fahrten,
- 44 % der RAZ auf die Lastenbildung und
- 16 % der RAZ auf das Abhängen und Poltern entfallen.

Eine Wartezeit — nach REFA (1972) ablaufbedingtes Unterbrechen — entsteht für den Fahrer nicht.

Bei der Zweimannarbeit ist infolge der Tätigkeit des Beifahrers trotz größerer Lastmasse der Zeitbedarf pro Zyklus (RAZ) geringer. Im einzelnen ergibt sich für den Fahrer folgende Aufgliederung:

- 36 % der RAZ Fahrzeiten,
- 23 % der RAZ Lastenbildung,
- 10 % der RAZ Abhängen und Polter und
- 31 % der RAZ ablaufbedingtes Unterbrechen

Da der Fahrer bei der Lastenbildung dem Beifahrer lediglich zeitweise behilflich ist, entstehen für ihn Wartezeiten in Höhe von 5,2 Minuten pro Zyklus, die meist als Erholungszeit genutzt werden.

Der Beifahrer übt im wesentlichen die Ablaufabschnitte Seilauziehen und Anhängen aus, die demzufolge 31 % seiner RAZ ausmachen. Auf das Abhängen am Polterplatz, bei dem auch der Fahrer mitwirkt, entfallen weitere 4 % der RAZ.

Die Wartezeiten sind für den Beifahrer mit nahezu 11 Minuten pro Zyklus noch erheblich länger als beim Fahrer. Es sind rund 60 % der Gesamtzeit, womit der geringe Auslastungsgrad des Beifahrers bei dem angewandten Bringungsverfahren deutlich zum Ausdruck kommt.

3.3 Regressionsanalyse und Leistungsvergleich

Mit Hilfe der Regressionsanalyse wurde geprüft, welche unabhängigen Variablen einen gesicherten Einfluß auf die Lei-

Tabelle 3: Ergebnisse der Regressionsanalysen

Einflußgrößen	Konst. Glied	Regressions-Koeffizient	1 Mann-Arbeit		F-Wert	Restvarianz in %
			T-Wert	Bestimmtheitsmaß		
1	2	3	4	5	6	7
Stückmasse	2.02	10.312	11.45	0.74	66.14	52
Rückeentfernung	—0.003	—2.26				
2 Mann-Arbeit						
Stückmasse	3.22	18.647	8.76	0.70	53.80	56
Rückeentfernung	—0.012	—5.35				

stung als abhängige Variable (EFm./Std. RAZ) ausüben. Das Ergebnis ist der Tabelle 3 zu entnehmen.

Die Stückmasse und die Rückeentfernung erklären die Gesamtstreuung der Rückeleistung zu 74% bei der Einmannarbeit und zu 70% bei der Zweimannarbeit. Dabei ist auffallend, daß die Stückmasse am stärksten zur Streuungserklärung beiträgt. Im Vergleich hierzu tritt die negative Beeinflussung der Leistung durch eine zunehmende Rückeentfernung nur gering in Erscheinung. Dies gilt vor allem für die Einmannarbeit.

Die hohen Restvarianzen sind auf das heterogene Ausgangsmaterial wegen der angestrebten Allgemeingültigkeit der Ergebnisse und auf die Beschränkung auf zwei Einflußfaktoren zurückzuführen.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Regressionsanalysen sind die Leistungen pro Stunde Gesamtarbeitszeit (GAZ) für beide Varianten in Abhängigkeit von der Stückmasse und der Rückeentfernung hergeleitet worden (Tab. 4 und 5). Die Angaben

Tabelle 4: EIN-MANN-ARBEIT

Stückmasse	LEISTUNG / STUNDE (EFm) Rückeentfernung							KOSTEN / EFm (DM) (45,— DM/Std.) Rückeentfernung						
	100	140	180	200	240	280	300	100	140	180	200	240	280	300
0,13	2,82	2,73	2,64	2,58	2,49	2,40	2,36	15,96	16,48	17,05	17,44	18,07	18,75	19,07
0,15	3,01	2,91	2,82	2,77	2,68	2,58	2,54	14,95	15,46	15,96	16,25	16,79	17,44	17,72
0,18	3,29	3,19	3,10	3,06	2,97	2,87	2,82	13,68	14,11	14,52	14,71	15,15	15,68	15,96
0,20	3,48	3,39	3,29	3,25	3,15	3,06	3,01	12,93	13,27	13,68	13,85	14,29	14,71	14,95
0,23	3,76	3,67	3,58	3,53	3,43	3,34	3,29	11,97	12,26	12,57	12,75	13,12	13,47	13,68
0,25	3,95	3,86	3,76	3,71	3,62	3,53	3,48	11,39	11,66	11,97	12,13	12,43	12,75	12,93
0,28	4,23	4,14	4,04	3,99	3,90	3,81	3,76	10,64	10,87	11,14	11,28	11,54	11,81	11,97
0,30	4,41	4,32	4,23	4,19	4,09	3,99	3,95	10,20	10,42	10,64	10,74	11,00	11,28	11,39
0,33	4,70	4,60	4,51	4,47	4,37	4,28	4,23	9,57	9,78	9,98	10,07	10,30	10,51	10,64
0,35	4,89	4,80	4,70	4,65	4,56	4,47	4,42	9,20	9,38	9,57	9,68	9,87	10,07	10,18
0,38	5,17	5,08	4,98	4,93	4,84	4,75	4,70	8,70	8,86	9,04	9,13	9,30	9,47	9,57
0,40	5,36	5,26	5,17	5,12	5,03	4,93	4,89	8,40	8,56	8,70	8,79	8,95	9,13	9,20

Tabelle 5: ZWEI-MANN-ARBEIT

Stückmasse	LEISTUNG / STUNDE (EFm) Rückeentfernung							KOSTEN / EFm (DM) (66,50 DM/Std.) Rückeentfernung						
	100	140	180	200	240	280	300	100	140	180	200	240	280	300
0,13	4,07	3,63	3,20	2,98	2,56	—	—	16,34	18,32	20,78	22,32	25,98	—	—
0,15	4,40	3,98	3,54	3,33	2,89	—	—	15,11	16,71	18,79	19,97	23,01	—	—
0,18	4,91	4,49	4,05	3,84	3,40	—	—	13,54	14,81	16,42	17,32	19,56	—	—
0,20	5,25	4,82	4,40	4,18	3,75	—	—	12,67	13,80	15,11	15,91	17,73	—	—
0,23	5,76	5,33	4,90	4,69	4,26	—	—	11,55	12,48	13,57	14,18	15,61	—	—
0,25	6,10	5,67	5,24	5,02	4,60	—	—	10,90	11,73	12,69	13,25	14,46	—	—
0,28	6,61	6,18	5,75	5,53	5,11	—	—	10,08	10,76	11,57	12,03	13,01	—	—
0,30	6,95	6,52	6,09	5,87	5,44	—	—	9,57	10,20	10,92	11,33	12,22	—	—
0,33	7,45	7,03	6,60	6,38	5,95	—	—	8,93	9,46	10,08	10,42	11,18	—	—
0,35	7,80	7,37	6,93	6,72	6,29	—	—	8,53	9,02	9,60	9,90	10,57	—	—
0,38	8,31	7,87	7,44	7,23	6,80	—	—	8,00	8,45	8,94	9,20	9,78	—	—
0,40	8,64	8,22	7,79	7,57	7,14	—	—	7,70	8,09	8,54	8,78	9,31	—	—

für die zu erwartende Rückeleistung bestätigen die starke Abhängigkeit von der Stückmasse, die bei der Zweimannarbeit besonders ausgeprägt in Erscheinung tritt. Erwartungsgemäß besteht bei allen Stufenwerten der unabhängigen Variablen ein Leistungsunterschied zugunsten der Zweimannarbeit (Ta-

belle 6); mit zunehmender Rückeentfernung sinkt allerdings die Rückeleistung bei der Zweimannarbeit infolge der steigenden Wartezeiten für den Beifahrer erheblich stärker als bei der Einmannarbeit, wodurch die Leistungs-differenz zwischen den beiden Varianten abnimmt (Abb. 1 und Tab. 6).

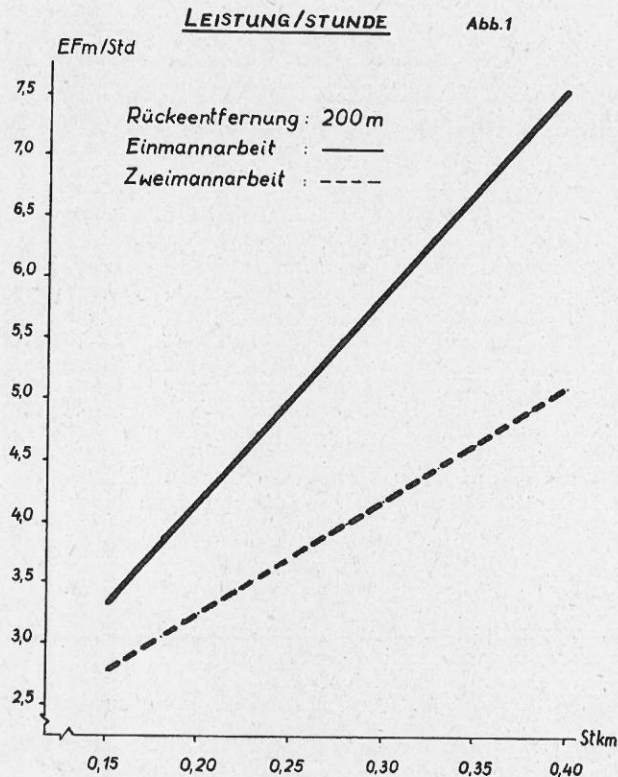
Tabelle 6: LEISTUNGS- UND KOSTENDIFFERENZ

Stückmasse	LEISTUNGSDIFFERENZ in EFm Rückeentfernung						KOSTENDIFFERENZ in DM Rückeentfernung				
	100	140	180	200	240		100	140	180	200	240
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,13	1,25*	0,90	0,56	0,40	0,07		+ 0,38	+ 1,84	+ 3,13	+ 4,88	+ 7,91
0,15	1,39	1,07	0,72	0,56	0,21		+ 0,16	+ 1,25	+ 2,83	+ 3,72	+ 6,22
0,18	1,62	1,30	0,95	0,78	0,43		— 0,14	+ 0,70	+ 1,90	+ 2,61	+ 4,41
0,20	1,77	1,43	1,11	0,93	0,60		— 0,26	+ 0,53	+ 1,43	+ 2,06	+ 3,44
0,23	2,00	1,66	1,32	1,16	0,83		— 0,42	+ 0,22	+ 1,00	+ 1,43	+ 2,49
0,25	2,15	1,81	1,48	1,31	0,98		— 0,49	+ 0,07	+ 0,72	+ 1,12	+ 2,03
0,28	2,38	2,04	1,71	1,54	1,21		— 0,56	— 0,11	+ 0,43	+ 0,75	+ 1,47
0,30	2,54	2,20	1,86	1,68	1,35		— 0,63	— 0,22	+ 0,28	+ 0,59	+ 1,22
0,33	2,75	2,43	2,09	1,91	1,58		— 0,64	— 0,32	+ 0,10	+ 0,35	+ 0,88
0,35	2,91	2,57	2,23	2,07	1,73		— 0,67	— 0,36	+ 0,03	+ 0,22	+ 0,70
0,38	3,14	2,79	2,46	2,30	1,96		— 0,70	— 0,41	— 0,10	+ 0,07	+ 0,48
0,40	3,28	2,96	2,62	2,45	2,11		— 0,70	— 0,47	— 0,16	— 0,01	+ 0,36

* Anstieg der Leistung je Maschinenarbeitsstunde infolge einer Zweimannbedienung

+ Kostenersparnis bei der Einmann-Arbeit
— Kostenersparnis bei der Zweimann-Arbeit

Eine durchgeführte Kovarianzanalyse bestätigte ebenfalls, daß die Leistungsunterschiede — auf die bereinigten Mittelwerte beider Varianten bezogen — statistisch gesichert sind.



3.4 Kostenvergleich

Die Kosten je Maschinenarbeitsstunde sind für den Unimog U 45 F im Anhalt an das vom FAO/ECE-Ausschuß erarbeitete Schema hergeleitet worden. Als Entlohnungsbasis wurde der im Bereich der Hessischen Landesforstverwaltung anzuwendende Sonderlohn gewählt, dessen Höhe für das Jahr 1975 auf 10,63 DM/Std. begrenzt ist. Die Vorkalkulation führte zu folgenden Beträgen:

45,— DM je Maschinenarbeitsstunde bei Einmannarbeit;
der Lohnkostenanteil beträgt 60 %.

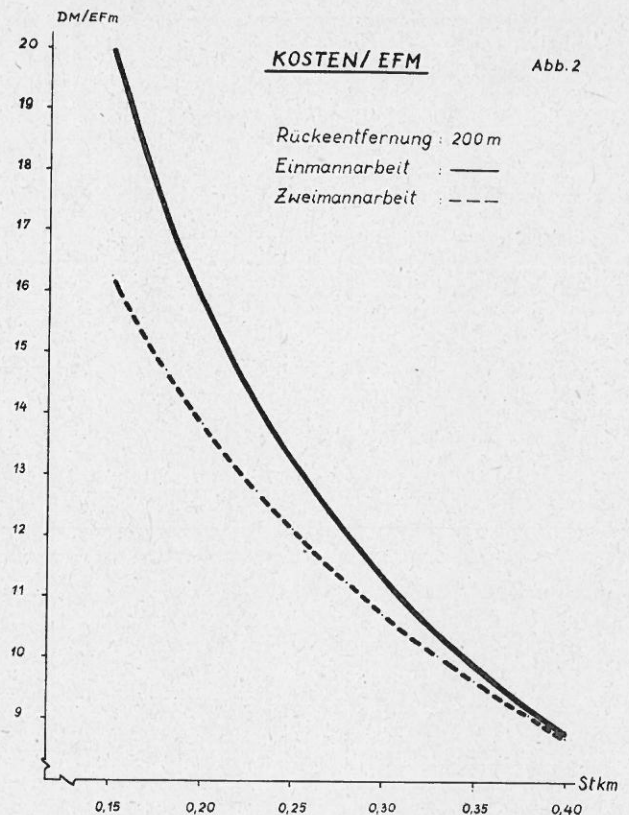
66,50 DM je Maschinenarbeitsstunde bei Zweimannarbeit;
der Lohnkostenanteil beträgt 73 %.

Einen Vergleich der zu erwartenden finanziellen Belastungen ermöglichen die in den Tabellen 4 und 5 für beide Varianten in Abhängigkeit von den dort genannten Arbeitsbedingungen zusammengestellten Bringungskosten je EFm. Von Interesse sind zunächst die absoluten Geldbeträge; je nach Stückmasse und Rückentfernung entstehen Kosten zwischen 10,— und 20,— DM pro EFm. Erst ab einer Stückmasse von über 0,30 Fm liegen die Bringungskosten unter 10,— DM pro Fm.

Deutlich kommt die starke Abhängigkeit von der Stückmasse zum Ausdruck. So sinken beispielsweise bei Einmannarbeit und einer durchschnittlichen Rückentfernung von 200 m die Kosten von 17,44 DM (Stückmasse: 0,13 Fm) auf 8,79 DM (Stückmasse: 0,40 Fm). Unter vergleichbaren Bedingungen betragen bei Zweimannarbeit die Rückekosten bei einer Stückmasse von 0,13 Fm 22,32 DM und sind somit um nahezu 5,— DM je EFm höher; mit zunehmender Stückmasse nimmt bei gleichbleibender Rückentfernung allerdings diese zugunsten der Einmannarbeit bestehende Kostendifferenz ab. Bei einer Stückmasse von 0,40 Fm ist Kostengleichheit zwischen der Ein- und Zweimannarbeit eingetreten.

In Tabelle 6 sind die aus den Versuchsergebnissen hergeleiteten Kostendifferenzen genannt. Als Ergebnis ist festzustellen,

daß bei einer Rückentfernung von 100 m die Zweimannarbeit erst ab einer Stückmasse von 0,18 Fm günstiger ist. Bei weiteren Rückentfernungen verlagert sich die in Zweimannarbeit kostengünstigere Bereitstellung in immer stärkere Bestände; über 200 m ist in dem untersuchten Bereich die Einmannarbeit durchweg billiger (Abb. 2).



Abschließend ist zur Kostensituation festzustellen, daß mit jeder Lohnerhöhung der Bereich, in dem die Zweimannarbeit noch Kostenvorteile bringt, weiter eingengt wird.

4. Empfehlungen für die Praxis

Die Versuchsergebnisse zeigen deutlich, daß aus wirtschaftlichen Gründen bei der Bringung von schwachem bis mittelstarkem Langholz (Industrieholz) vermehrt auf die Einmannarbeit übergegangen werden sollte. Bei praxisnahen Arbeitsbedingungen (0,18 Fm Stückmasse, 240 m Rückentfernung) besteht beispielsweise eine Kostendifferenz von 4,41 DM pro EFm zugunsten der Einmannarbeit. Diese Feststellung gilt allerdings nicht für extreme Situationen (ungünstige Geländebedingungen, Rücken am Steilhang, Anwendung von Spezialverfahren); hier sollte auf den Beifahrer nicht verzichtet werden.

Um den Bedenken aus der Sicht der Unfallverhütung beim Übergang auf Einmannbedienung zu begegnen, bieten sich folgende Lösungsmöglichkeiten an:

- > gleichzeitiger Einsatz von Waldarbeitern und Forstschleppern in demselben Bestand;
- > Einsatz von zwei, evtl. unterschiedlich starken Forstschleppern auf derselben Hiebsfläche;
- > Funkkontakt zwischen Einsatzzentrale und Forstschlepper;
- > Anwendung einer integrierten Holzernte, bei der Fällen, Aufarbeiten und Bringen des Holzes durch die Waldarbeiter einer Rotte durchgeführt werden (WEITBRECHT, STEUDINGER und GRASER 1974);

> bei schwierigen Arbeitsbedingungen ist unter Umständen für zwei Schlepper ein Beifahrer zur Verfügung zu stellen, der die Schlepperfahrer im Wechsel unterstützt.

Literaturhinweise

- BACKHAUS, G., 1971: Untersuchungen über die Bereitstellung von Buchen-Industrieholz in verschiedenen Sortimentslängen aus Durchforstungsbeständen. Dissertation Göttingen
- BACKHAUS, G., 1972: Rationelle Schwachholzbringung und Bestandespfleglichkeit — ein Gegensatz? Forsttechnische Informationen Nr. 3, S. 17
- DUSSEL, V., 1974: Zeitbedarf und Wirtschaftlichkeit aktueller Arbeitsverfahren bei der Rohholzbereitstellung aus Buchenendnutzungen. Dissertation Göttingen
- MAHLER, G. und SCHELISHORN, H., 1972: Ein Vergleich von Längenvarianten beim Einschnitt, Rücken und Transport von Buchen- und sonstigem Laub-Industrieholz — lang. Mitteilungen der Baden-Württembergischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, Heft 40

LIEBSCHER, E., 1966: Betriebsuntersuchung beim Rücken. Dissertation Hann.-Münden

- LOYCKE, H. J., 1972: Vorausbestimmte und tatsächlich erzielte Leistungen beim Maschineneinsatz. Forsttechnische Informationen Nr. 11, S. 83
- PESTAL, E., 1975: Vermeidung von Bodenschäden beim Einsatz von Rückeschleppern im Gebirge. Allgemeine Forstzeitschrift Nr. 5, S. 101—103
- REFA, 1972: Methodenlehre des Arbeitsstudiums, Teil 2 Datenermittlung. Karl Hanser Verlag
- SCHMIDT, H., 1970: Ein- oder Zweimannarbeit beim Rücken von Stammholz mit Forstschleppern. Forsttechnische Informationen Nr. 12, S. 112
- WEITBRECHT, J., STEUDINGER, K. und GRASER, Th., 1974: Integration der Rückeschlepper beim Holzeinschlag und Einbeziehung der Schleppermannschaft in den Stücklohn im staatlichen Forstamt Klosterreichenbach. Allgemeine Forstzeitschrift Nr. 23/24, S. 529

Möglichkeiten zur Verbesserung der Aufwuchsbedingungen von Fichten-Douglasien-Kulturen durch Bodenvorbereitung und Düngung*

Professor Dr. J. Huss, Waldbauinstitut der Forstl. Forschungsanstalt München

1. Einführung

Die immer wieder entmutigenden Schwierigkeiten bei dem in den letzten Jahren bundesweit forcierten Douglasienanbau legen es nahe, neben der Wahl geeigneter Provenienzen, der Beachtung des geeigneten Pflanzzeitpunktes und der Beschaffung frischen Pflanzenmaterials auch Bedingungen auf den Kulturflächen zu schaffen, die die Ausfälle unmittelbar nach der Pflanzung verringern und die Gefährdungen in der Jungwuchsphase herabsetzen. Im folgenden wird von zwei Versuchsprojekten berichtet, die Hinweise auf die diesbezüglichen Möglichkeiten geben. Sie wurden im niedersächsischen Forstamt Ahlhorn nahe Oldenburg durchgeführt und drei bzw. fünf Jahre hindurch beobachtet.

2. Allgemeine Vorbedingungen für die Versuchsanlage

Das Versuchsgebiet liegt im subozeanisch getönten westniedersächsischen Tiefland. In großem Umfang werden seit einiger Zeit die dort großflächig vertretenen, mäßig frischen bis sommertrockenen und nur schwach grundwasserbeeinflussten, schwach verlehnten bis anlehmgigen Geschiebe- und Talsande der Douglasie zugewiesen. Diese Standorte sind zwar meist nur mäßig nährstoffversorgt, sie ermöglichen jedoch über die Douglasie erheblich höhere Produktionsleistungen als sie die meist darauf stockenden, vielfach mit Fichten oder Birken gemischten Kiefernbestände liefern. Diese verlichten zudem im Alter normaler Weise, so daß sich eine mehr oder minder dichte Bodenvegetation aus Gräsern (besonders Drahtschmiele) sowie Heidelbeere, Heide, Brombeeren, Faulbaum, Preiselbeere u. ä. bildet.

Wegen solcher Vegetationsdecken oder auch Nadelstreuaufgaben wurden früher gelegentlich Handhackplätze angelegt. Heute erhalten die Waldarbeiter oft einen um ein paar Pfennige erhöhten Akkordpflanzsatz mit der Auflage, diese Hindernisse beim Pflanzen, dort, wo nötig, zu beseitigen.

Auf solchen Flächen werden zwar im allgemeinen Douglasien-Reinbestände angestrebt, trotzdem war bei der Kulturbegründung eine „Sicherheitsmischung“ mit der Fichte üblich. Die Beimischung der Fichte (auf den Versuchsflächen stets im Verhältnis 1:1) eröffnet nun wertvolle Vergleichsmöglichkeiten und Voraussetzungen für eine Verallgemeinerung der ermittelten Ergebnisse.

*) Nach einem am 30. 5. 1975 beim Douglasien-Kolloquium im Institut für Waldbau der Universität Göttingen gehaltenen Referat.

Das vielfach ungleichmäßige und oft verzögerte Aufwachsen auf den Versuchsflächen besonders des Douglasienanteils solcherart begründeter Kulturen gab Veranlassung, nach Wegen zu suchen, die offenbaren Anwuchsschwierigkeiten mit Hilfe von Bodenvorbereitungen und Jungwuchsdüngungen zu beheben. Ein erster im Frühjahr 1970 angelegter Versuch sollte dabei klären, ob es mit streifen- bzw. plätzweisen Bearbeitungen oder mit Herbizideinsatz möglich sein würde, die Anwuchsbedingungen zu verbessern. Die im nächsten Jahr folgende Einzelpflanzdüngung diente dann der Beschleunigung der weiteren Entwicklung.

Die zunächst nur auf einer Fläche gewonnenen und in einem kurzen Bericht (HUSS, 1971) mitgeteilten Ergebnisse wurden im Frühjahr 1972 in einem zweiten Versuch auf vier Flächen überprüft.

Alle — insgesamt also fünf — Flächen waren typisch für die Douglasienkulturflächen in jenem Raum. Abgesehen von der Einmessung der Parzellen und der späteren Beobachtung bzw. Aufnahme und Auswertung wurden alle Arbeiten bei der Anlage und Pflege dieser Kulturen in praxisüblicher Weise durch das Forstamt vorgenommen.

3. Der erste Bodenvorbereitungs- und Düngungsversuch

Für den Versuch stand eine ca. 1 ha große, im Winter 1969/70 von einem lockeren Fi-Bi-Kie-Altholz geräumte Fläche zur Verfügung. Der Boden war mit einer überwiegend geschlossenen Decke aus Drahtschmiele, Heidel- und Preisel-, gelegentlich auch Brombeere überzogen. Auf 400 m² großen Parzellen wurden in fünffacher Wiederholung die fünf folgenden Bodenvorbereitungsvarianten angelegt:

(1) Unbehandelte Vergleichsparzellen.

(2) Herbizideinsatz:

Wie so oft lagerte bis kurz vor der Pflanzung noch Holz auf der Fläche, eine an sich erwünschte Vorbehandlung schied deshalb aus. Im Sommer nach der Pflanzung wurde daher eine Dikotylenbehandlung mit 6 kg/ha Top KH und im folgenden Frühjahr 1971 eine Grasbekämpfung mit 70 kg/ha Dalaponggranulat vorgenommen.

(3) Herstellen von Pflugstreifen mit einem Anbaupflug, der den Bodenüberzug nach einer Seite überkippte und den Mineralboden zwischen den Stöcken streifenweise 30 bis 40 cm breit freilegte.

(4) Herstellen von 50 × 50 cm großen Handhackplätzen.

(5) Herstellen von Bohrlöchern mit Anbaugerät zur Fräse.

Die Bepflanzung erfolgte mit jeweils 2+2j. Fichten und Douglasien (abzüglich Randpflanzen je 50 Stck./Parz.).

Im Frühjahr 1971 wurde je eine Hälfte aller Parzellen mit 50 g granuliertem NPK-Dünger (12.12.17.2) auf etwa 0,3 m² um jede Einzelpflanze gedüngt.

Messungen und Zählungen wurden 1, 2, 3 und 5 Jahre nach der Pflanzung vorgenommen.

3.1 Ergebnisse

3.1.1 Ausfälle

Der Prozentanteil überlebender Pflanzen in Abhängigkeit von der Bodenvorbereitung ist in Tab. 1 für die beiden Baumarten angegeben.

BODENVORBEREITUNG	Douglasie			Fichte		
	Überlebende Pflanzen (%)			Überlebende Pflanzen (%)		
	nach 2 J.	nach 5 J.	Diff.	nach 2 J.	nach 5 J.	Diff.
Unbehandelt	65	27	38	85	77	8
Herbizidbehandlung	57	18	39	90	79	11
Pflugstreifen	89	53	36	97	95	2
Handhackplätze	81	39	42	100	96	4
Bohrlöcher	92	40	52	98	95	3

Tab. 1: Prozentanteil der überlebenden Pflanzen in Abhängigkeit von der Bodenvorbereitung 2 und 5 Jahre nach der Pflanzung (durch senkrechte Striche miteinander verbundene Werte sind bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit gleichrangig).

Dabei enthält der erste Zeitabschnitt von 2 Jahren im wesentlichen die unmittelbar mit der Pflanzung in Zusammenhang stehenden Abgänge durch Vertrocknen.

Es zeigte sich nun, daß in dem trockenen Frühjahr 1970 hohe Ausfälle sofort nach der Pflanzung offenbar stets dann eintraten, wenn die Pflanzen nicht exakt in den Mineralboden gesetzt worden waren. So starben rd. 40% der Douglasien auf den unbehandelten und den Herbizid-Parzellen ab. Dabei ist daran zu erinnern, daß die Herbizidbehandlungen erst im Sommer nach der Pflanzung einsetzten, der Bodenzustand mithin zunächst dem der unbehandelten Parzellen entsprach. Bei den drei Varianten mit mechanischer Bearbeitung hingegen hatte diese Gefahr anscheinend nicht bestanden. Deshalb machten die Ausfälle nur 10–20% aus.

Bei der Fichte ließ sich die Differenzierung in diese zwei Gruppen noch eindeutiger nachweisen. Allerdings waren die Abgänge insgesamt weniger gravierend. Nach 2 Vegetationszeiten wiesen die mechanisch behandelten Parzellen nämlich nur 0–3% Ausfälle auf, die mit unbeeinflusster Bodenvegetation jedoch 10–15%.

Im Verlauf der drei Folgejahre erhöhten sich die Abgänge bei den Douglasien — offenbar unabhängig von dem anfänglichen Bodenzustand — um rd. 40–50% als Folge von Rüsselkäferbefall, Fege- und Verbißschäden, Befall durch den Phomopsis-Pilz bzw. den vereinten Angriffen mehrerer Schadfaktoren. Die ursprüngliche Gruppierung erhielt sich also weitgehend.

Bei den Fichten vergrößerten sich mit rd. 10% die Abgänge auf den unbearbeiteten Parzellen auf insgesamt eben über 20%, während sie auf Pflugstreifen, Handhackplätzen und Bohrlöchern nur um 2–3% zunahmen und erhöhten sich damit auf insgesamt 2–5%. Eine Auswirkung der Düngungsmaßnahmen auf die Abgänge war nicht nachweisbar.

3.1.2 Beeinflussung des Wachstums

Beim letzten Aufnahmetermin im Herbst 1974, also nach 5 Vegetationszeiten, wurden nur noch die Pflanzen auf den unbehandelten und den Pflugstreifenparzellen gemessen. Eine solche Beschränkung des Auf-

nahmeprogramms rechtfertigte sich aus der augenscheinlich nur kurzfristigen und unzureichenden, mithin also ungenügenden Wirkung der Herbizidbehandlungen auf die Bodenvegetation sowie daraus, daß Bodenvorbereitungen für Handhackplätze oder Bohrlöcher zu kostenaufwendig sind und gegenüber dem Pflugstreifen keine ökologischen Vorteile für den Jungwuchs bringen. In Abb. 1 sind deshalb nur noch die Meßwerte der auf unbehandelten und Pflugstreifen-Parzellen stockenden Douglasien und Fichten berücksichtigt.

Als Kriterium zur Beurteilung der Wachstumsentwicklung wurden die Gesamthöhen, die Sproßbasisdurchmesser sowie die Kombination beider, das Produkt Grundfläche $\times$ Höhe nämlich, herangezogen, das als Maß für die tatsächlichen Unterschiede in der Trockensubstanzerzeugung dienen kann — mindestens soweit es die relativen Werte angeht.

Bei der Douglasie zeigte sich nur eine anfänglich gesicherte Düngewirkung. In der Folge verlor sich diese jedoch weitgehend. Demgegenüber lösten die Pflugstreifen eine langsam zunehmende Wuchsförderung aus. Beide Effekte waren im Grundsatz bei der Höhen- und der Stammstärkenentwicklung gleichgerichtet. So kam es, daß die Douglasien auf den Pflugstreifen nach 5 Jahren mehr als einen Jahreszuwachs in der Höhe und mehr als 100% Trockensubstanzgewinn zu verzeichnen hatten.

Hinsichtlich der Bodenvorbereitung zeigten die Fichten dasselbe Verhalten. Auch sie reagierten mit erheblichem Mehrzuwachs. Die Düngung jedoch brachte nur anfänglich eine geringfügige Durchmessersteigerung, aber keinen nachhaltigen Produktionszuwachs.

Es ist anzunehmen, daß diese bei beiden Baumarten gleichgerichtete Verbesserung des Wachstums und die damit erzielte angestrebte Abkürzung der Gefährdungszeit über eine Ausschaltung der Konkurrenz durch die Bodenvegetation erreicht wurde. Fünf Jahre nach der Pflanzung waren die Pflugstreifen nämlich noch immer weitgehend unkrautfrei, die unbehandelten Parzellen aber mit einer gleichmäßig dichten Bodenvegetation überzogen.

4. Der zweite Bodenbearbeitungs- und Düngungsversuch

Zur Überprüfung der Ergebnisse aus dem dargestellten ersten Versuch wurde im Frühjahr 1972 auf vier im Forstamt Ahlhorn verstreut liegenden Douglasienkulturflächen der Versuch mit den Varianten „unbearbeitet“ und „Pflugstreifen“ wiederholt. In den beiden Folgejahren wurden dann jeweils einige Reihen in den Parzellen mit 50 oder 100 g granuliertem Mehrnährstoffdünger (12.12.17.2) gedüngt, und zwar jeweils 1973 bzw. 1974 einmalig oder doppelt mit Jahresabstand.

Jede Versuchsfläche umfaßt je 8 unbehandelte und Pflugstreifen-Parzellen mit der teilweisen Unterteilung nach den Düngungsvarianten. Sie wurden mit einheitlich 1+2j. Douglasienmaterial aus dem Forstamt-Pflanzgarten und angekauften 2+2j. Fichten im Verband $2 \times 1,5$ m bepflanzt.

Entsprechend den Vorbeständen unterschied sich die Ausgangslage hinsichtlich der Bodenvegetation von „dicht bewachsen“ mit Heidelbeere, Heide und Drahtschmiele (Fläche 2) über „mäßig bewachsen“ mit Straußgras, Himbeere, Drahtschmiele (Fläche 1) bis hin zu praktisch „vegetationsfrei“ (Flächen 3 und 4). Stets aber fanden sich stärkere Auflageschichten von Rohhumus- bis moderartiger Nadelstreu.

4.1 Ergebnisse

4.1.1 Ausfälle

Das Frühjahr 1972 war nach der Pflanzung so feucht und günstig, daß bis zum Herbst praktisch keinerlei Abgänge eintraten. Nach drei Vegetationszeiten aber, im Herbst 1974, zeigte sich dennoch eine klare Differenzierung zwischen den Prozentanteilen der überlebenden Pflanzen auf den unbehandelten und auf den Pflugstreifen-Parzellen.

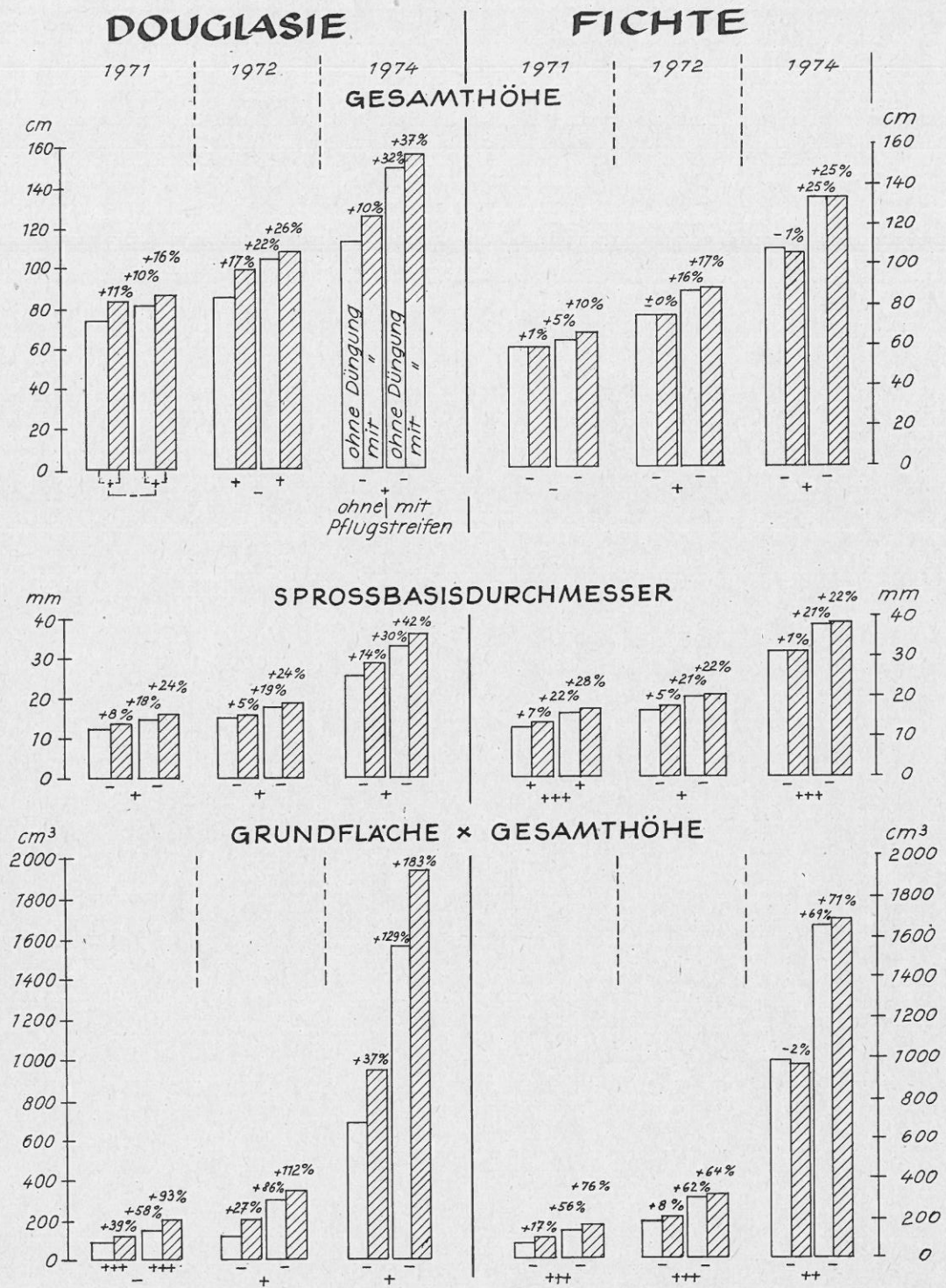


Abb. 1: Die Wirkung von Bodenbearbeitung und Düngung auf das Wachstum junger Douglasien und Fichten 2, 3 und 5 Jahre nach der Pflanzung. (Unter den Säulen ist jeweils der statistische Befund für die Dünge- und Bearbeitungswirkung angegeben).

Bodenvorbereitung	Flächen				
	1	2	3	4	x
DOUGLASIE					
Unbearbeitet	49	69	36	43	49
Pflugstreifen	66	82	61	68	69
Diff.	17++	13+	25+++	25+++	20+++
FICHTE					
Unbearbeitet	78	60	30	88	64
Pflugstreifen	87	77	49	93	76
Diff.	9-	17-	19++	5-	12+++

Tab. 2: Prozentanteil der überlebenden Pflanzen in Abhängigkeit von der Bodenvorbereitung 3 Jahre nach der Pflanzung.

Fichten und Douglasien hatten, wie schon im 1. Versuch, gleichsinnig reagiert: Stets waren die Abgänge auf den Pflug-

streifen geringer als auf den unbearbeiteten Vergleichsparzellen. Für die Douglasien betrug diese Differenz im Durchschnitt 20%; die Werte für die einzelnen Parzellen schwankten dabei zwischen 13 und 25%; sie waren in allen Fällen statistisch gesichert. Bei den Fichten war der Unterschied mit 12% etwas geringer; die Differenzen schwankten zwischen 5 und 19% auf den einzelnen Versuchsflächen. Die Überlebensrate der Fichte war zwar insgesamt höher als die der Douglasie, aber nicht durchgängig bei den Einzelversuchen. Auf den Flächen 2 und 3 lag sie nämlich sogar niedriger.

Die eindeutige Verringerung der Ausfälle auf den Pflugstreifen dürfte z. T. in einer etwas verbesserten Vitalität der Pflanzen zu suchen sein. Sie überrascht nämlich zunächst, wenn man weiß, daß nahezu alle auch derzeit noch lebenden Pflanzen von mindestens einem Schädiger —

Kaninchen, Rehbock, Rüsselkäfer oder dem Phomopsispilz — heimge-
sucht wurden. Besonders von Reh und Kaninchen, auf die weitgehend
die Unterschiede zwischen den Ausfällen der einzelnen Flächen zurück-
gehen, war keine Bevorzugung der Pflanzen nach der Bodenvorbereitung
zu erwarten. Beim gleichzeitigen Auftreten mehrerer Schäden, die alle
sorgfältig erfaßt wurden, ließ sich oft nicht die Todesursache zuordnen.
Auf den unbehandelten Parzellen wurde aber im Sommer 1973 etwas
stärkerer Rüsselkäferfraß beobachtet und bei den Douglasien vermehr-
ter Befall durch Phomopsis. Dieser Pilz scheint vornehmlich als Sekun-
därschädling wirksam zu werden, also bereits geschwächte Bäume zu
befallen. Sein Auftreten kann daher offenbar durch die Verbesserung der
Aufwuchsbedingungen für die Forstpflanzen zurückgedrängt werden. Und
genau das scheint in den Pflugstreifen eingetreten zu sein: Die dort ge-
pflanzten Douglasien konnten die verschiedenen Primärschäden rascher
überwinden und damit den Sekundärschäden besser widerstehen.

4.12 Beeinflussung des Wachstums

Nach bisher drei Vegetationszeiten lassen sich bei den Fichten
und Douglasien noch keinerlei Unterschiede in den Sproß-
längen oder Sproßbasisdurchmessern nachweisen, die auf eine
Beeinflussung durch die beiden Versuchsfaktoren Bodenvor-
bereitung oder Düngung zurückzuführen sein könnten. Da
kaum eine Pflanze von den oben beschriebenen Schädlingen
ungeschoren blieb, haben diese Störungen das Wachstum wahr-
scheinlich bisher noch stark beeinträchtigt. Es muß demnach
abgewartet werden, ob sich in den Folgejahren dennoch posi-
tive Wirkungen der Starthilfen einstellen.

5. Zusammenfassende Interpretation und Kostengegenüberstellung

Die beiden beschriebenen Versuchsprojekte zeigen, daß die
mechanische Beseitigung des Bodenüberzugs auf Douglasien-
Kulturflächen geeignet ist, die Pflanzung in den Mineralboden
zu gewährleisten und damit sicherer zu gestalten. In trockenen
Jahren wird dadurch das Risiko des Vertrocknens frisch ge-
setzter Pflanzen vermindert. Offenbar zeichnen sich die so
ausgebrachten Pflanzen durch eine höhere Vitalität aus, was
sich in einer Verringerung der Ausfälle durch Schädlinge wie
Wild und Pilze äußert.

Die Versuche machen den erheblichen Spielraum der Reaktio-
nen deutlich, mit dem bereits von Jahr zu Jahr auf gleich-
artigen Standorten gerechnet werden muß. Zusätzliche Ab-
weichungen sind deshalb bei anderen Vorbedingungen hin-
sichtlich Böden und Versuchsgebieten wahrscheinlich. Eine Ver-
allgemeinerung ist demnach wohl nur in Form der Feststellung
zulässig, daß sich aufgrund der dargelegten Zusammenhänge
auch auf anderen Standorten ähnliche Reaktionen erwarten
lassen. Dafür gibt es im übrigen eine Vielzahl bestätigender
Beobachtungen.

Wie gefährdet die Douglasie oftmals ist, bzw. welche Verluste
in den ersten Jahren eintreten können, dürfte durch die hier
mitgeteilten Befunde abermals unterstrichen worden sein. Die
dargestellten Verhältnisse sind nämlich typisch für weite Be-
reiche der forstlichen Praxis. Deshalb scheint es durchaus
zweckmäßig, die aufgezeigten Möglichkeiten einer Förderung
von Douglasienkulturen mit einer Bodenvorbereitung etwa der
geschilderten Art auch andernorts aufzugreifen.

Dieser Hinweis gilt zweifellos in weit stärkerem Maße für
Douglasien als für Fichten, schon weil diese Baumart in der
Regel doch mehr auf feuchtere Standorte gepflanzt wird als die
Douglasie. Immerhin bleibt auch bei den Fichten gelegentlich
erwägenswert, Nachbesserungen auf diese Weise einzusparen.
Berücksichtigt man die wohl generell größere Gefährdung der
Douglasie, so wird m. E. nicht recht verständlich, warum für
Douglasienkulturen in fast allen Landesforstverwaltungen z. T.
erheblich weitere Verbände als für die Fichte vorgeschrieben

werden. Pflanzenzahlen von 2500 Stck./ha und darunter wer-
den dann nämlich ggfls. problematisch, wenn — wie hier ge-
funden — mit Ausfällen von 50 % und mehr bis zum Er-
reichen des Dichtungsschlusses gerechnet werden muß.

Nun ist die Erkenntnis, daß intensive Bodenvorbereitungen
den Kulturerfolg erhöhen können, keineswegs neu, da und
dort über kurzfristigen Einsparungsbemühungen aber vielleicht
manchmal in Vergessenheit geraten.

Auch stellt das hier erprobte Pflugstreifenverfahren sicher nicht
die einzige oder gar beste Möglichkeit der Bodenvorbereitung
dar. Im Douglasien-Kolloquium des Instituts für Waldbau der
Universität Göttingen im Mai 1975 berichteten in der Dis-
kussion mehrere Praktiker über ähnliche und z. T. noch besse-
re Erfahrungen mit verschiedenartigen, meist ganzflächigen Be-
arbeitungen. Das Streifenverfahren hat aber — gleichgültig
mit welchem Gerät es schließlich durchgeführt wird — m. E.
den Vorteil, daß es billig ist, der Gefahr starker Nährstoff-
umsetzungen und -verluste auf den meist ohnehin nicht gut
versorgten Douglasienstandorten keinen Vorschub leistet und
relativ kleinflächig eingesetzt werden kann, also den für die
Douglasienkultur so bedenklichen Trend zur Großfläche ver-
meiden hilft.

Anders als die Bodenvorbereitungen haben die Düngungen der
hier erprobten praxismäßigen Art bisher keine oder nur so
geringe Wirkungen erzielt, daß daraus keine Empfehlungen
ableitet werden können.

Auf den fünf dargestellten Versuchsflächen ergeben sich —
legt man derzeitige Durchschnittssätze zugrunde — etwa fol-
gende Kosten und Einsparungen entsprechend den tatsächlich
durchgeführten Arbeiten (Tab. 3):

		Douglasie	Fichte
Kulturanlagekosten (ohne Flächenräumung):			
Pflanzenzahlen	(Stck./ha)	3.333,—	3.333,—
Pflanzenkosten	(DM/Tsd.)	300,—	200,—
Pflanzenkosten	(DM/ha)	1.000,—	670,—
Pflanzkosten (—,15 DM/Stck.)	(DM/ha)	500,—	500,—
Sozialleistungen (120 %)	(DM/ha)	600,—	600,—
Gesamtkosten	(DM/ha)	2.100,—	1.770,—
Kosten für Pflugstreifen	(DM/ha)	300,— bis 400,—	
Einsparungen:			
Geringere Pflanzkosten (—,03 DM/Stck.)	(DM/ha)	100,—	100,—
Sozialleistungen (120 %)	(DM/ha)	120,—	120,—
Eingesparte Nachbesserungen:		(20 %)	(15 %)
Pflanzenkosten	(DM/ha)	60,—	30,—
Pflanzkosten (—,12 DM/Stck.)	(DM/ha)	120,—	90,—
Sozialleistungen	(DM/ha)	140,—	140,—
Einsparungen insgesamt	(DM/ha)	540,—	450,—

Tab. 3: Kulturkostenkalkulation zur Ermittlung der Einsparungsmög-
lichkeiten durch die Herstellung von Pflugstreifen.

Die tatsächliche Einsparung liegt hier also nur im Bereich von
DM 100,—/ha bei der Fichte und von DM 200,—/ha bei der
Douglasie. Auf den Versuchsflächen mußten die unbearbeiteten
und die streifengepflügten Flächenteile in derselben Weise von
Reisig geräumt werden. Neuere Pflugtechniken dürften aber
weitere Einsparungen — vor allem bei der Flächenräumung —
möglich machen.

Zu diesen direkten Kostenminderungen müßten nun noch die
im einzelnen nur schwer quantifizierbaren Vorteile gerechnet
werden, die sicherere Kulturen durch weniger Arbeit bieten,
die das gleichmäßigere Aufwachsen der Kulturen hinsichtlich
der späteren Qualität der Bestände bringt und die schließlich
die Wachstumsförderung im Hinblick auf die raschere Über-
windung der Gefährdungen in der Jungwuchsphase bedeuten
kann.