

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 101 (1950)  
**Heft:** 10-11

**Artikel:** Rückaufwand und Wegabstand  
**Autor:** Soom, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766011>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Rückaufwand und Wegabstand

Von Ing. E. Soom, Zürich

Bevor wir uns ein richtiges Bild machen können von der Form der Kostenkurve von der Transportseite her, wie es Herr Prof. Bagdassarian in seinem vorangehenden Vortrag dargelegt hat, müssen wir uns über das Wesen und Ziel des Holztransportes klar sein. Dazu ist zunächst eine Begriffsumschreibung angezeigt. Wir bezeichnen allgemein mit Holzrücken die Beförderung des Holzes vom Schlagort an eine Abfuhranlage und mit Holztransport die Weiterbeförderung des Holzes bis zum Verbrauchsort. Unsere heutigen Ausführungen beschränken sich im wesentlichen auf das Holzrücken. Die Aufgabe des Holzrückens besteht also darin, ein Stück Holz von einem Punkt A, nämlich Fällort, nach einem Punkt B, nämlich Abfuhranlage, zu bringen, und dies selbstverständlich unter minimalem Aufwand. Um diese Aufgabe zu erfüllen, werden heute schon eine große Anzahl verschiedener Rückmittel verwendet, sowohl einzeln als auch kombiniert. Nun ist es aber infolge der großen Zahl von äußeren Einflüssen, welche die Rückarbeit irgendwie beeinflussen, nicht leicht, für jeden gegebenen Fall ohne weiteres das geeignete Rückmittel zu finden. Immerhin ist für bestimmte gegebene Fälle zum vornherein nur ein Teil der vorhandenen Rückmittel überhaupt möglich. Somit haben wir es hier in erster Linie mit einer Auswahl nach Eignung zu tun. Um aber unter diesen als möglich betrachteten Rückmitteln nun das geeignetste zu finden, müssen wir innerhalb dieser Rückmittel einen Wirtschaftlichkeitsvergleich durchführen.

Es war nun Aufgabe der Eidg. Forstlichen Versuchsanstalt, die Grundlagen für solche Vergleiche zu schaffen.

Um einen solchen Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen verschiedenen Rückmitteln durchzuführen, müssen wir erstens den Zeitaufwand und zweitens den Kostenaufwand kennen, der nötig ist, das Transportgut von einer Stelle A nach einer Stelle B zu bringen, unter Berücksichtigung der gegebenen äußeren Umstände und Schwierigkeiten. Ein Zeitvergleich allein genügt nicht. Man kann sich ohne weiteres vorstellen, daß der gesamte Zeitaufwand zweier Rückmittel unter sonst gleichen Bedingungen gleich groß ist, daß aber die Gesamtkosten voneinander stark abweichen können. Dies trifft namentlich dann zu, wenn im einen Fall vorwiegend Handarbeit verrichtet wird, im andern Fall aber Maschinen in irgendwelcher Form eingesetzt werden.

Den Zeitaufwand bestimmen wir mit Hilfe der gebräuchlichen Zeitstudien, wie sie namentlich von der Industrie her bekannt sind. Dabei wird die gesamte Arbeit in eine bestimmte Anzahl Teilarbeiten unterteilt. Dies ist nötig, um erstens die Größenordnung der einzelnen Teilarbeitszeiten und ihr Verhältnis zur Gesamtzeit festzustellen und zwei-

tens einen Einblick in den Arbeitsablauf zu erhalten. Das letztere ist besonders wichtig, weil wir mit Hilfe der Zeitstudien unter anderem auch versuchen, die Arbeit zu verbessern und zu rationalisieren. Die Zeitstudie ist somit auch Grundlage für die eigentlichen Arbeitsstudien. Bei den bisher von unserer Versuchsanstalt auf diesem Gebiete durchgeführten Untersuchungen sind im wesentlichen folgende Teilarbeiten ausgeschieden worden:

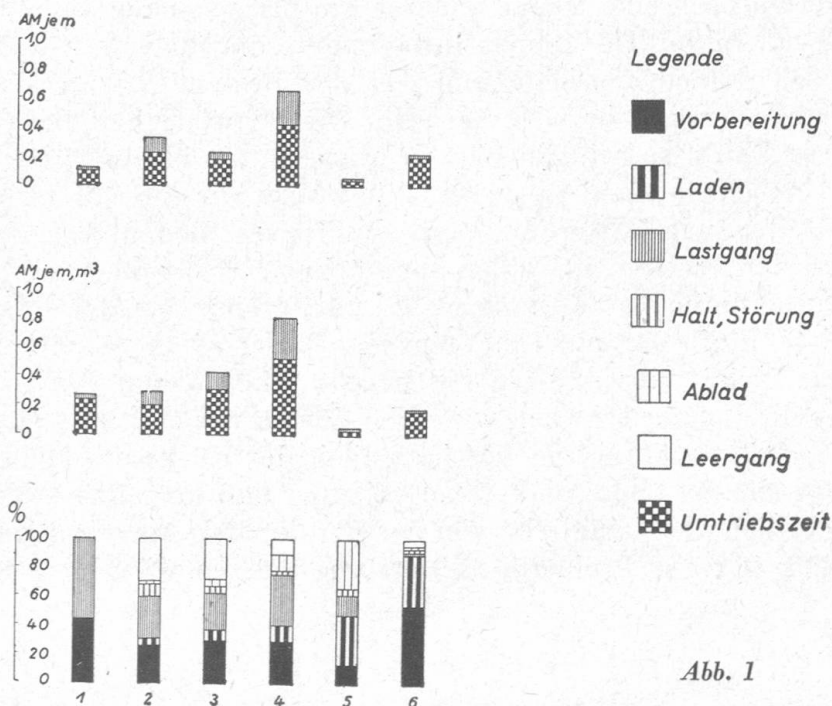
Vorbereitungen allgemeiner und spezieller Natur, Warten, Pausen, Anhängen, Lastgang, Abladen, Leergang, Lagern, Störungen und Halte.

Nehmen wir die Gesamtarbeitszeit zu 100 % an, so ergeben sich für verschiedene Rückmittel (Tabelle 1) im Durchschnitt folgende Verhältniszahlen für die einzelnen Teilarbeiten (vgl. Abbildung 1 unten).

*Tabelle 1*  
Rücken Nutzholz

Messung	Rückmittel	Mittleres Gelände Neigung ‰	Mittlere Rückdistanz m	Mittlerer m <sup>3</sup> je Ladung
1	Reisten .....	— 80 bis — 60	74	0,50
2	Schlitten mit Pferd .....	—11 bis +20	260	1,20
3	Schleifen mit Pferd .....	—15 bis + 6	100	0,54
4	Motorseilwinde Brun .....	+40 bis +80	40	0,84
5	Standseilbahn .....	—40	771	1,22
6	Wyßenkran .....	—30 bis —20	340	1,37

Rücken Nutzholz



Bei Betrachtung dieser Darstellung fällt sofort auf, daß, unbekümmert um die Art des Rückmittels und unbekümmert um die Größe der Zeiten, die Teilarbeit Last im Durchschnitt 20 % ausmacht, das heißt also, daß alle übrigen Zeiten, die wir der Einfachheit halber als Umtriebszeiten bezeichnen wollen, im Durchschnitt rund 80 % betragen. Um also ein Stück Holz von einer Stelle A nach einer Stelle B zu bringen, ist die Umtriebszeit rund viermal größer als das eigentliche Rücken. Somit leuchtet ohne weiteres ein, daß wir wohl in erster Linie das Rückmittel wählen müssen, dessen Umtriebszeit am kleinsten ist. Auf die effektive Rückgeschwindigkeit kommt es dabei weitaus weniger an. Es hat keinen sehr großen Sinn, mit allen uns zur Verfügung stehenden Mitteln die Rückgeschwindigkeit künstlich um Bruchteile von Minuten zu erhöhen, wenn daneben durch ungeschickte oder falsche Organisation ein Mehrfaches an Zeit verloren geht. Bei den Umtriebszeiten müssen wir zuerst anpacken, und wir können es auch, das bestätigen die bisherigen Untersuchungen voll und ganz. Jedes Rückproblem ist somit letzten Endes ein Organisationsproblem. Darum ist es auch sehr wichtig, daß wir die Zeitstudien so gestalten, daß aus ihnen ohne weiteres der gesamte Arbeitsablauf, ähnlich wie ein Fahrplan, herausgelesen werden kann.

In Abbildung 1 haben wir auch die Durchschnittszeitwerte dieser verschiedenen Rückmittel aufgetragen. Zur Vereinfachung beschränken wir uns auf die beiden Hauptbestandteile Umtriebszeit und Lastzeit. Dabei bedeuten im einen Falle die angegebenen Werte die Zeit (ausgedrückt in Arbeitsminuten = AM) einer Ladung je m Weg, im andern Fall die Zeit einer Ladung je m Weg und je m<sup>3</sup> Holz. Betrachten wir diese Durchschnittswerte etwas eingehender, dann fällt die starke Variabilität dieser Werte auf. Dies läßt darauf schließen, daß in diesen Durchschnittswerten noch eine Menge anderer Einflüsse stecken als nur Weglänge und m<sup>3</sup>. In der Tat können insbesondere die Bodenbeschaffenheit, Steilheit des Geländes, Dichte und Art des Bestandes, Sortiment des Holzes und anderes mehr wirksam sein. Die Schwierigkeit besteht nur darin, diese Einflüsse zahlenmäßig zu erfassen, sie in eine feste Beziehung zum Arbeitsaufwand zu setzen. Wie wollen wir z. B. die nicht meßbaren Einflüsse, wie Witterung, Form des Holzes, Bodenform oder Leistungsgrad der Arbeiter, in Zahlen ausdrücken? Wie wollen wir gar die Stärke jedes Einflusses bestimmen? Es dürfte ohne weiteres klar sein, daß gewisse Einflüsse nur auf einzelne Teilarbeiten einwirken, auf andere gar nicht, oder daß ein bestimmter Einfluß auf die Teilarbeit stark und ein anderer schwach wirkt. So dürfen wir z. B. mit Sicherheit annehmen, daß die Form und Beschaffenheit der Rückbahn keinen Einfluß ausübt auf die Lade- und Abladezeit und daß umgekehrt die Leerlaufzeit gänzlich unabhängig ist von der Art der Befestigung des Holzes. Um Einblick in diese Probleme zu erhalten, müssen wir vor allem eine

Frage beantworten: Was beeinflußt wen und wie stark? Beantworten können wir diese Frage nur, wenn wir jede einzelne Teilarbeit für sich allein betrachten, wenn wir die Gesamtarbeit formgerecht analysieren und die erkennbaren Einflüsse irgendwie nach Stärke und Richtung bewerten. Dies ist ein Vorgehen, das sich übrigens auch auf den andern Gebieten der Forstwirtschaft auf Grund unserer bisherigen Untersuchungen sehr stark aufdrängt. Ich denke hier insbesondere an die Untersuchungen in der Holzerei.

Wir haben nun in einer Spezialauswertung die Verhältnisse beim Rücken mit Pferd etwas eingehender untersucht (Tabelle 2).

*Tabelle 2*  
Rücken mit Pferd, Nutzholz

Messung	Mann	Pferd	Befestigungsart	Rückbahn		Mittlere Rückdistanz m	Mittlerer Stamm-inhalt m <sup>3</sup>
				Zustand	Neigung %		
A	2	1	Kette	naß	0 bis +5	69	0,36
B	2	1	Kette	Schnee	—15 bis 0	113	0,36
C	2	1	Zange	Schnee	— 6 bis +6	98	0,69
D	2	2	Kette	naß	0 bis +5	133	1,12
E	2	2	Kette	Schnee	— 6 bis +6	95	0,44
F	2	2	Kette	trocken	— 9 bis 0	151	1,06
G	2	2	Schlepphaube 60	naß	— 2 bis +2	172	0,81
H	3	2	Kette	Schnee	— 8 bis —2	239	0,75
J	3	2	Zange	Schnee	— 8 bis —2	277	1,09
K	3	2	Schlepphaube 80	Schnee	— 8 bis —2	369	1,01
L	3	4	Kette	trocken	— 9 bis 0	119	1,66

Es handelt sich dabei um elf verschiedene Messungen, die wir schematisch mit A, B bis L bezeichnen wollen. Variiert sind dabei Equipengröße, Bodenbeschaffenheit, Befestigungsart, Distanz und m<sup>3</sup>. Zunächst wurden einerseits die Verhältniszahlen der einzelnen Teilarbeiten und andererseits die beiden Arten von Durchschnittszeitwerten graphisch aufgetragen (Abb. 2). Auch hier fällt die große Variabilität der Durchschnittswerte auf, trotzdem es sich um das gleiche Rückmittel handelt. Ganz besonders springt in die Augen, daß die Werte Zeit je m weniger schwanken als die Werte Zeit je m und m<sup>3</sup>. Dies läßt vermuten, daß der Einfluß des Stamminhaltes nicht sehr stark sein kann und daß offenbar zwischen m<sup>3</sup> und Zeitaufwand nur ein beschränkter Zusammenhang besteht. Man kann denn auch durch eine Spezialauswertung gut zeigen, daß innerhalb bestimmter m<sup>3</sup>-Klassen die Größe des m<sup>3</sup> praktisch keine Rolle mehr spielt. Es hat also keinen Einfluß auf die Arbeitszeit, ob beispielsweise bei einem Zweiergespann ein Stamm 0,50 m<sup>3</sup> oder 0,95 m<sup>3</sup> mißt, und doch



Rücken mit Pferd, Nutzholz

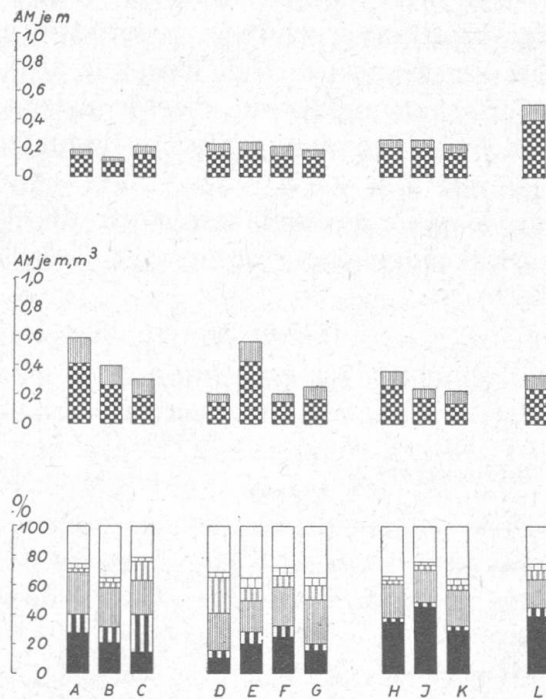


Abb. 2

Legende

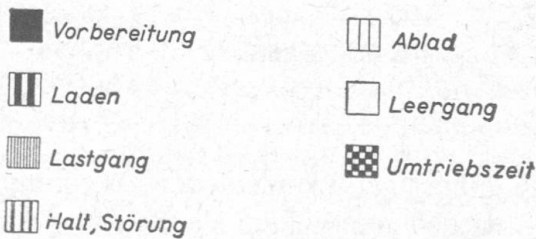


Abb. 2

würde hier die Zeit je  $m^3$  beim ersten Stamm fast doppelt so hoch sein wie beim zweiten. Dagegen zeigt die Distanz einen ganz deutlichen Einfluß auf die Gesamtarbeitszeit. Somit taucht sofort die wichtige Frage auf, ob der  $m^3$  als Bezugs- und Vergleichsgröße überhaupt geeignet sei. Von einer brauchbaren Bezugsgröße müssen wir verlangen, daß sie in einem engen Zusammenhang mit dem eigentlichen Arbeitsaufwand steht. Das ist aber beim  $m^3$  nicht der Fall. Darum scheint es uns viel zweckmäßiger zu sein, die Rückzeit je Stück oder je Ladung zu betrachten, wobei der  $m^3$  einer der möglichen Einflüsse ist, der ähnlich zu erfassen ist wie alle übrigen Einflüsse. Daß der  $m^3$  als Gradmesser für den Arbeitsaufwand nicht sehr geeignet ist, haben wir auch schon in andern Untersuchungen feststellen können, so namentlich in der Holzerei.

Zur Veranschaulichung, wie sich der Rückaufwand in Funktion der Distanz und des Stamminhaltes verhält, haben wir für das Rücken mit Pferd in der Ebene drei Kurven gerechnet (vgl. Abb. 3).

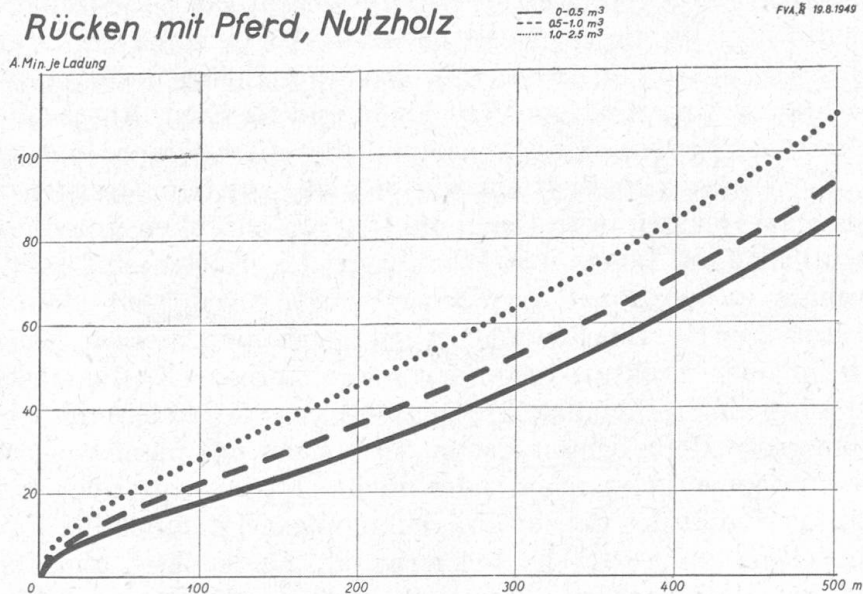


Abb. 3

Jede Kurve entspricht einer  $m^3$ -Klasse. Auf der Abszisse ist die Rückdistanz in m aufgetragen und auf der Ordinate die Gesamtzeit je Ladung in Arbeiterminuten. Bemerkenswert an diesen Kurven ist die Tatsache, daß sie nicht linear verlaufen. Bei sehr kleinen Distanzen haben wir einen ziemlich starken und steilen Anstieg. Dies ist bedingt durch die Tatsache, daß die ersten paar Meter verhältnismäßig mehr Zeit brauchen (Überwindung der Haftreibung, Anlaufzeit usw.). Nach ziemlich gleichförmigem Verlauf bis zirka 200 m nimmt die Steilheit der Kurve allmählich zu. Störungen, Müdigkeit usw. nehmen zu.

Durch eine weitere Auswertung kann auch noch gezeigt werden, daß die übrigen Einflüsse, wie Zustand der Rückbahn und die Art der Befestigung des Holzes, eher kleiner sind, als man geneigt ist anzunehmen. Immerhin kann man feststellen, daß auf die Teilarbeit Last die Art der Befestigung stärker wirkt als der Zustand der Rückbahn, und zwar in dem Sinne, daß Zange und Schlepphaube etwas größere Zeiten ergeben als Ketten. Bei den Umtriebszeiten dagegen kommen diese Unterschiede kaum mehr zur Geltung, da vermutlich die Streuung der Zeitwerte solche Unterschiede zu verdecken vermag. Wollen wir solche Unterschiede tatsächlich herausbringen, dann führen nur eingehende und systematische Versuche zum Ziel. Immerhin weisen uns die bisherigen Versuche den Weg, wie solche Probleme in Zukunft anzupacken sind.

Nachdem wir nun wissen, wie man den effektiven Zeitaufwand messen und verarbeiten kann, wenden wir uns der zweiten Hauptfrage zu: der Bestimmung des Kostenaufwandes. Unter Aufwand wollen wir für unsere Betrachtung ganz allgemein den für die Erzeugung einer Betriebsleistung nötigen Werteverzehr während einer bestimmten Zeit verstehen. Unter Werteverzehr ist dabei all das gemeint, was irgendwie in Geld gewertet werden kann, z. B. Gehälter, Löhne und Zulagen, Materialverbrauch, Unterhalt von Maschinen und Geräten, Abschreibungen, Kapitalzinsen, Steuern, Unkosten und die allgemeinen Verwaltungskosten. Bei reinem Handbetrieb, wie er vielleicht beim Reisten im Gebirge noch am reinsten in Erscheinung tritt, beschränken sich die Kosten im wesentlichen auf Löhne und Werkzeuge. Die Kosten sind somit mehr oder weniger proportional dem Zeitaufwand. Sobald wir aber irgendwelche maschinelle Einrichtung zu Hilfe nehmen, sei es Seilanlage, Raco, Jeep oder Traktor, treten auch die übrigen Kosten mehr oder weniger stark in Erscheinung. Dabei spielt ganz besonders die Abschreibung eine große Rolle. Dieser Posten verursacht uns nämlich Kosten, ob wir die Maschine gebrauchen oder nicht. Darin liegt aber ein ganz wesentlicher Punkt des ganzen Fragenkomplexes, nämlich die Frage der Mechanisierung im Forstbetrieb überhaupt. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß die Maschine, gleich welcher Art, nur dann von Nutzen ist, wenn sie erstens dem Zweck voll und ganz entspricht und zweitens, wenn sie gebraucht wird. Die Gebrauchsdauer ist einerseits eine Frage des jährlichen Holzanfalles und anderseits ganz besonders eine Frage der Organisation der Arbeit. Eine Maschine kann nur dann vernünftig eingesetzt werden, wenn die gesamte Arbeitsorganisation auf den Lauf oder Rhythmus der Maschine abgestellt wird. Sobald im Arbeitsablauf irgendwelche Flaschenhälse auftreten (damit sind Stellen gemeint, an denen entweder das Transportgut oder die Arbeitskräfte warten müssen), dann stimmt irgend etwas nicht mehr, dann muß Abhilfe geschafft werden. Entweder ist in einem solchen Falle die Maschine zu schnell oder die Organisation falsch oder nicht auf den Rhythmus der Maschine abgestellt. Aus diesem Grunde muß die Anschaffung einer maschinellen Einrichtung, auch wenn sie noch so sehr arbeitserleichternd wirkt, sehr gründlich überlegt sein. Freilich kann es auch Fälle geben, bei denen noch ganz andere, wichtigere Gründe mitspielen, nämlich in allen jenen Fällen, in denen aus naturbedingten Gründen nichts anderes in Frage kommt, z. B. Seilbahnen im Gebirge, da, wo sich eine Straße nur unter sehr hohem Kostenaufwand oder überhaupt nicht erstellen läßt und wo es keine andere Möglichkeit gibt, das Holz vernünftig zur Abfuhrstelle zu bringen. Hier handelt es sich aber mehr um eine eigentliche Rentabilitätsrechnung, in der der Aufwand dem Ertrag des Holzes gegenübergestellt werden muß.



Um einen konkreten Einblick in die Kosten zu erhalten, ist es zweckmäßig, die Gesamtkosten auch noch nach einem andern Gesichtspunkte zu unterteilen, nämlich in fixe Kosten und variable Kosten. Die ersteren sind im allgemeinen unabhängig von der effektiven Transportleistung. Darunter sind zu rechnen: Zinsen, Amortisationen, Wartung und Verwaltungskosten. Die variablen Kosten sind direkt abhängig von der Rückdistanz. Sie bestehen aus Löhnen, Materialverbrauch, Betriebs- und Brennstoff, Schmiermittel, Unkosten. Diese beiden Kostenelemente zusammen ergeben uns nun die sogenannte Kostencharakteristik, d. h. den Verlauf der Kosten in Funktion der Rückdistanz (siehe Kurve in Abb. 4).

Rücken mit Pferd  
Nutzholz

### Kostencharakteristik

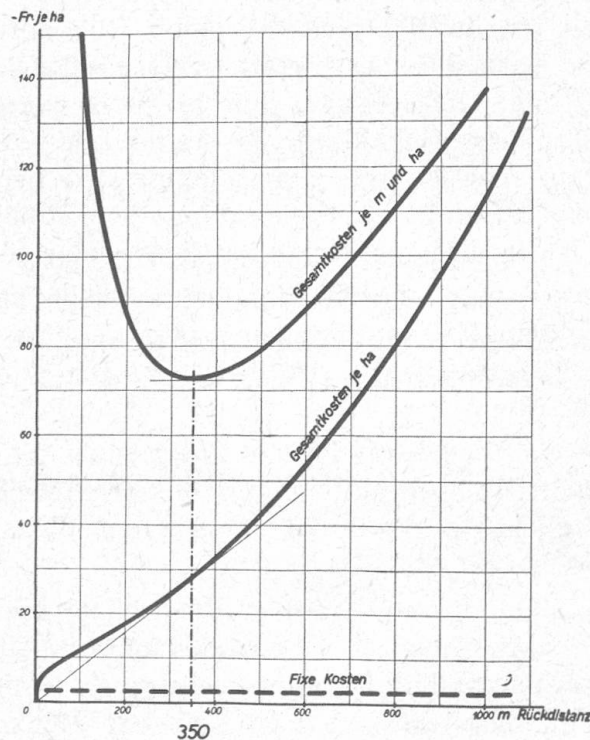


Abb. 4

Zum besseren Verständnis sind hier die gesamten Rückkosten je ha für das Rücken mit Pferd aufgetragen. Es sei dabei eine Nutzung von  $5 \text{ m}^3$  je ha und ein mittlerer Kubikinhalte von  $0,5 \text{ m}^3$  je Stück vorausgesetzt. Ferner sei eine Pferdeminute = einer Arbeiterminute und der Arbeitslohn je AM stelle sich auf 3,5 Rp., was in der Praxis ungefähr stimmen dürfte. Unter der Annahme, daß je ha 2,5 Fr. an fixen Kosten entstehen und 0,5 Rp. je Arbeiterminute für Materialverbrauch

zu rechnen seien, ergibt sich obige Kostenkurve. Das Charakteristische ist auch hier der steile Anstieg im Nullpunkt. Mit zunehmender Rückdistanz verflacht sich die Kurve zunächst bis zum Wendepunkt, um dann allmählich wieder anzusteigen. Dieses Ansteigen kann verschiedene Ursachen haben. Ganz allgemein kann gesagt werden, daß mit zunehmender Distanz die Wahrscheinlichkeit von Störungen jeglicher Art zunimmt, die Müdigkeit wird spürbar, darum vermehrte Halte und Pausen. In einzelnen Fällen kann die Erhöhung auch durch andere Ursachen entstehen. Bei Seilanlagen muß z. B. bei großen Distanzen die Anlage vergrößert werden. Es braucht mehr Seil, stärkere Verankerungen, dadurch höhere Anlagekosten und eventuell auch mehr Bedienungspersonal. Beim Reisten: vermehrtes Einlegen von Holz, stärkere Beschädigung des Bestandes oder des gerückten Holzes.

Welches auch immer die Ursachen sein mögen für diese Zunahme der Kosten, so kann sie doch grundsätzlich bei jedem Rückmittel beobachtet werden. Sie tritt freilich nicht bei jedem Rückmittel bei derselben Distanz ein. Diese Tatsache aber gestattet uns, die Rückmittel untereinander zu vergleichen. Diese Kostencharakteristik vermittelt uns aber auch noch etwas anderes. Sobald wir das Verhältnis Kosten je m Rückdistanz betrachten, erhalten wir eine Rückdistanz, bei der diese Verhältniszahl minimal ist, d. h. wir finden damit jene Rückdistanz, bei der das betreffende Rückmittel am wirtschaftlichsten arbeitet.

Wird es einmal möglich sein, für jedes Rückmittel eine Kostencharakteristik aufzustellen, dann kennen wir auch sofort für jedes dieser Rückmittel die wirtschaftlichste Rückdistanz. Das gestattet uns nun weitgehende Folgerungen :

1. Bei gegebenem Wegabstand kann unter sonst gleichen Bedingungen das Rückmittel gewählt werden, dessen wirtschaftlichste Rückdistanz möglichst gut mit dem gegebenen Wegabstand übereinstimmt.
2. Bei einem neuen Projekt können Rückmittel und Straßenbau so aufeinander abgestimmt werden, daß einerseits die Gesamtkosten minimal werden und daß andererseits der errechnete Wegabstand möglichst gut mit der wirtschaftlichsten Rückdistanz übereinstimmt unter Berücksichtigung der gegebenen Rückart.

In unserem Beispiel, Rücken mit Pferd in der Ebene, ergibt sich auf Grund der Kurven in Abb. 4 ohne Berücksichtigung der Wegkosten eine günstigste Rückdistanz von 350 m. Berücksichtigen wir nun die Wegkosten und nehmen an, der Weg koste 40 Fr. je Laufmeter und Verzinsung, Amortisation und Unterhalt des Weges betrage 4 %, dann ergibt sich unter der Voraussetzung, daß einseitig unter einem Winkel von 45 Grad zum Weg gerückt wird, eine wirtschaftliche Rückdistanz von 367 m oder ein wirtschaftlichster Wegabstand von 519 m (Abb. 5).

## Gesamtkosten

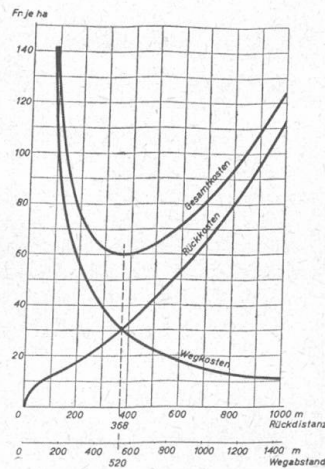


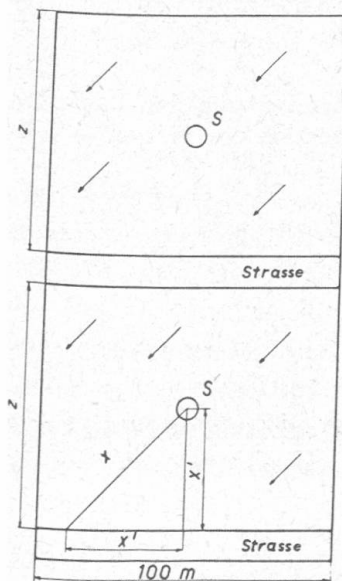
Abb. 5

Bemerkenswert an diesem Resultat ist vor allem die Tatsache, daß wir sowohl von reinem Rücken als auch von der Waldwegseite her auf ungefähr dieselben Distanzen kommen. Damit wäre unsere vorhergehende Folgerung erfüllt.

Im folgenden sei der Gang der Berechnung der wirtschaftlichen Rückdistanz angegeben. Selbstverständlich können in diesem Zusammenhang nicht sämtliche möglichen Varianten gerechnet werden. Wichtig ist für den Moment, daß man die Größenordnung der Wegabstände kennt.

### 1. Beziehung zwischen Rückdistanz $x$ und Wegabstand $z$ bei verschiedener Rückart

#### A. Einseitiges Rücken an Weg



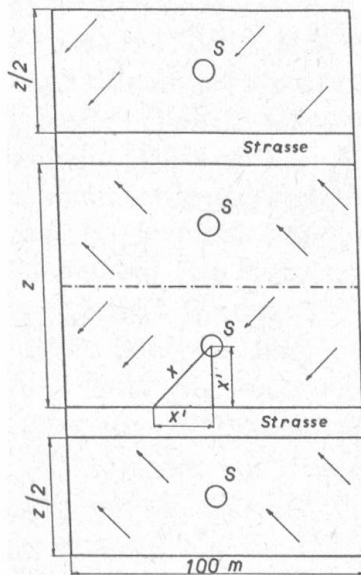
Der Wegabstand betrage  $z$  Meter und die Weglänge sei 100 m.  $S$  ist der Schwerpunkt des Wegeinzugsgebietes.  $x'$  ist somit die mittlere Rückdistanz senkrecht zum Weg. Wird ferner vorausgesetzt, daß in einem Winkel von 45 Grad zum Weg gerückt wird, ergibt sich folgende Beziehung:

$$x' = z/2; x = x' \cdot \sqrt{2}$$

daraus folgt:

$$x = \frac{z \sqrt{2}}{2}$$

## B. Zweiseitiges Rücken an Weg



Unter den gleichen Voraussetzungen wie beim einseitigen Rücken ergibt sich folgende Beziehung:

$$x' = z/4; x = x' \sqrt{2}$$

daraus folgt:

$$x = \frac{z \sqrt{2}}{4}$$

Die in den Abbildungen eingezeichneten Pfeile veranschaulichen die Rückrichtung.

## 2. Berechnung der Kosten

### a. Rückkosten: $y_1$

Aus den Zeitwerten  $t$  (Totalzeit je Ladung) der Messungen A—L mit insgesamt 223 Einzelwerten ergibt sich nach den Methoden der mathematischen Statistik folgende Ausgleichsfunktion:

$$t = 2,085\,159 \sqrt{x} + 0,000\,211\,897 x^2 \quad (1)$$

Für die Berechnung der Rückkosten je ha seien folgende Annahmen gemacht: Nutzung je ha: 5 m<sup>3</sup>; bei 0,5 m<sup>3</sup> je Ladung ergibt dies 10 Ladungen je ha. Kosten einer Arbeiterminute: 0,04 Fr. Die fixen Kosten je ha betragen 2,5 Fr. Somit ergibt sich für die Rückkosten folgende Beziehung:

$$y_1 = 10 \cdot 0,04 \cdot t + 2,5 \quad (2)$$

Gleichung (1) in Gleichung (2) eingesetzt, ergibt:

$$y_1 = 2,5 + 0,834\,064 \sqrt{x} + 0,000\,084\,759 x^2 \quad (3)$$

### b. Wegkosten: $y_2$

Die Wegkosten je ha sind abhängig vom Wegabstand  $z$ , von den Baukosten  $k$  je m und von der Verzinsung, Amortisation und Unterhalt des Weges =  $p$  %. Es gilt dabei folgende allgemeine Funktion:

$$y_2 \cdot z = k \cdot p \cdot 100 \cdot 100 = \text{konst.}$$

oder

$$y_2 = \frac{k \cdot p \cdot 100 \cdot 100}{z} \quad (4)$$

### c. Gesamtkosten: $Y$

Diese setzen sich im wesentlichen zusammen aus Wegkosten und Rückkosten.

$$Y = y_1 + y_2 \quad (5)$$



Die Gleichungen (3) und (4) in Gleichung (5) eingesetzt, ergibt:

$$Y = \frac{k \cdot p \cdot 100 \cdot 100}{z} + 2,5 + 0,834\,064 \sqrt{x} + 0,000\,084\,759 x^2 \quad (6)$$

Für den Fall, daß  $k = \text{Fr. } 40.-$ ,  $p = 4 \%$  und  $x = z \sqrt{2}/2$  gewählt wird, lautet die Formel (6) wie folgt:

$$Y = \frac{16\,000}{z} + 2,5 + 0,701\,361\,400 \sqrt{z} + 0,000\,042\,379\,500 z^2 \quad (7)$$

Da es sich bei Gleichung (7) um die Funktion einer Parabel handelt, muß ein minimaler Funktionswert für  $Y$  existieren. Den Wert  $z = z_w$ , für welchen  $Y$  minimal wird, nennt man den sog. wirtschaftlichsten Wegabstand. Dieser Wert kann durch Differentiation der Gleichung (7) gefunden werden:

$$\frac{dY}{dz} = Y' = -\frac{16\,000}{z^2} + \frac{0,350\,680\,700}{\sqrt{z}} + 0,000\,084\,759 z$$

Wird  $Y' = 0$  gesetzt, so erhält man für  $z = z_w$  einen Wert von 519,065 m.

Der wirtschaftlichste Wegabstand unter den gegebenen Voraussetzungen beträgt somit:

$$z_w = 519,065 \text{ m}$$

Selbstverständlich variiert diese Zahl je nach den Voraussetzungen, die im einzelnen Fall gemacht werden. Grundsätzlich kann folgendes gesagt werden: Je niedriger die Wegkosten gehalten werden können, um so näher können die Wege gelegt werden und umgekehrt. Andererseits kann gerade durch die geschickte Wahl des Rückmittels und seiner Organisation das Rücken verbilligt werden, wodurch ohne weiteres auch größere Rückdistanzen noch wirtschaftlich sein können. In der folgenden Tabelle 3 sind die Wegabstände für 4 verschiedene Voraussetzungen gerechnet worden.

Tabelle 3

Baukosten Fr./m	Rückart	p %	Wirtschaftlichster Wegabstand m
40.—	einseitig	4	519,065
	zweiseitig	4	790,830
20.—	einseitig	4	395,412
	zweiseitig	4	593,018

Für viele mag es ferner eine überraschende Tatsache sein, daß die absoluten Wegabstände wesentlich größer werden, als dies bis heute allgemein vermutet wurde. Freilich sind in dieser Überlegung die Rückschäden am Bestand noch kaum berücksichtigt worden.

Bei so großen Wegabständen muß aber besonders dieser Tatsache größte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Neben den bisherigen Maßnahmen zur Milderung der Rückschäden werden unbedingt noch andere kommen müssen. Wir denken hier besonders an das System der permanenten Rückbahnen, die fest in ein generelles Wegnetz eingebaut werden



müssen. Auf diese Weise sollte es möglich sein, die Rückschäden auf ein Minimum zu beschränken, ohne daß deswegen die Straßenbaukosten zu hoch sind.

Es kann sich natürlich nicht darum handeln, heute schon für jedes einzelne Rückmittel einen festen Wegabstand zu geben, sondern es ging uns in unserer Betrachtung in erster Linie darum, zu zeigen, auf welche Weise dieser ganze Fragenkomplex angepackt werden muß, um eine in jeder Beziehung vernünftige und für die Praxis brauchbare Lösung zu erhalten.

Zusammenfassend kann immerhin gesagt werden, daß allein schon durch Senken der Umrtriebszeiten durch organisatorische Maßnahmen wesentliche Einsparungen erzielt werden können. Besonders bei Einsatz von maschinellen Hilfsmitteln ist auf diese Möglichkeit Bedacht zu nehmen. Im weiteren haben wir gesehen, wie man durch geschicktes Erfassen aller Kosten für jedes Rückmittel eine Kostencharakteristik konstruieren kann, aus der als wichtigste Eigenschaft die für das Rückmittel wirtschaftlichste Distanz herausgelesen werden kann.

Aus diesen Überlegungen heraus ergeben sich für die Zukunft folgende Fragen, die untersucht werden müssen :

1. Untersuchung der wichtigsten heute bekannten Rückmittel auf ihre wirtschaftlichste Betriebslänge sowohl in der Ebene wie auch im Gebirge.
2. Verbesserung der Rückmittel in arbeitstechnischer Hinsicht.
3. Erweiterung der Untersuchungen auch auf die übrigen Holzsortimente, namentlich Brennholz, Papierholz, Wellen usw.
4. Ausarbeiten von eigentlichen Richtwerten für alle in der Praxis möglichen Fälle.

Freilich kann dies nicht von heute auf morgen geschehen, sondern solche Untersuchungen, sofern sie genau und einwandfrei sein wollen, brauchen ein großes Maß an Zeit und Geld. Wir dürfen eben eines nie vergessen : Die Arbeitsverhältnisse in der Forstwirtschaft sind wesentlich komplizierter als etwa die Arbeiten in einem Industriebetrieb. Wir können nur sehr beschränkt Maschinen einsetzen, haben dafür mit sehr vielen, teils unberechenbaren Einflüssen zu tun. Immerhin, ein Anfang ist gemacht, und wir hoffen zuversichtlich, daß unsere Ausführungen zur Klärung des ganzen Problems beitragen konnten.

### Résumé

#### *Frais de débardage et écartement des chemins*

Nos exploitations forestières ne peuvent plus se payer le luxe de travailler avec des procédés de débardage surannés et coûteux. L'Institut fédéral de recherches forestières examine actuellement, dans les conditions les plus diverses, comment le bois peut être transporté le plus économiquement de l'assiette de la coupe jusqu'au chemin de dévestiture. Il ne s'agit pas seulement de gagner du temps, mais encore d'épargner de l'argent.

Dans la *mesure du temps*, le travail est décomposé en phases (dont l'étude est précieuse pour la rationalisation). Voir la fig. 1, en bas: elle montre que le transport proprement dit (Lastgang) ne prend, en moyenne, que 20 % du temps total de l'opération, quels que soient le moyen de débardage et la durée. Il saute aux yeux qu'on choisira le procédé dont la durée accessoire (les autres 80 %) est la plus courte. La rapidité effective du transport importe beaucoup moins. Donc, chaque problème de débardage est, en dernière analyse, un problème d'organisation.

Les temps moyens, rapportés soit au m. de chemin, soit au m<sup>3</sup> par m. de chemin, varient beaucoup. C'est qu'ils subissent l'influence d'une foule de facteurs autres que la longueur du parcours et le volume de la charge: nature et état du sol, déclivité du terrain, densité et structure du peuplement, genre d'assortiment, etc. La difficulté n'est pas de reconnaître ces influences, mais bien de les définir numériquement.

Le tableau 2 et la fig. 2 ont trait au débardage fait avec l'aide du cheval. La variabilité des moyennes est grande, surtout chez celles qui se rapportent au m<sup>3</sup> par m. de chemin. On peut donc admettre que la relation entre le cube et le temps de débardage est assez lâche et se demander si le cube est, d'une manière générale, un bon terme de rapport et de comparaison.

La fig. 3 montre comment le temps pris par le débardage varie en fonction de la distance et du cube de la tige; chaque courbe correspond à une catégorie de volume. L'ascendance des courbes est forte près du point d'origine, diminue, puis augmente progressivement à partir d'environ 200 m. (fatigue et dérangements). L'état du terrain et le mode d'accrochage jouent un rôle moins important qu'on serait enclin à l'admettre.

Dans la *détermination du coût*, qui est d'autant moins proportionnel au temps que l'outillage se complique, l'amortissement joue un grand rôle. Il est évident que les machines et outils ne sont véritablement utiles que lorsqu'ils sont exactement adaptés au travail qu'on leur fait faire et qu'on les emploie suffisamment. Leur acquisition ne doit pas se faire à la légère.

Les frais sont en partie fixes, en partie variables. Ces derniers seuls dépendent directement de la longueur du transport. Dans la fig. 4, où les frais totaux sont mis en rapport avec la distance, la courbe monte rapidement du point d'origine, puis de plus en plus lentement jusqu'au point d'inflexion, où reprend une ascendance progressive. Les grands trajets provoquent généralement une fatigue et plus de dérangements.

Cette hausse de la courbe des frais dans les grandes distances est commune à tous les procédés de débardage. Mais elle ne se produit pas au même point, ce qui permet de comparer ces procédés entre eux. L'examen comparé des courbes peut par exemple révéler quel moyen se prête le mieux pour de petits trajets, quel autre convient pour les grandes distances, et où se fait la transition.

Le rapport des frais à la distance accuse un minimum. La distance où il se produit est, on le conçoit aisément, celle pour laquelle le procédé est le plus économique. Lorsque le coût de tous les moyens de débardage sera connu, nous saurons aussi quelle est la distance optima pour chacun d'entre eux.

En conséquence,

1° lorsque l'écartement des chemins est donné, il faut choisir le procédé de débardage dont la distance optima correspond le mieux aux trajets probables,

2° lors de l'établissement d'un nouveau projet, il faut arranger les choses d'une manière telle que, d'une part, les frais totaux soient aussi bas que possible et que, de l'autre, la moitié de l'écartement trouvé corresponde bien à la distance optima de débardage.

Dans l'exemple choisi (débardage à l'aide d'un cheval), la distance la plus économique est de 350 m. (fig. 4). En admettant que la route coûte 40 francs le m., la distance optima passe à 376 m., l'écartement des chemins à 520 m. (débardage sous un angle de 45°, d'un côté).

On s'étonnera peut-être de voir proposer d'aussi grands écartements. Dans le calcul, il n'a, il est vrai, guère été tenu compte des dégâts de débardage. Pour diminuer ceux-ci, on pourrait songer à établir des pistes permanentes de transport.

Les questions qui seront l'objet de notre étude dans le plus proche avenir sont:

1° la détermination de la distance la plus économique pour les principaux procédés de débardage aujourd'hui connus, en plaine et à la montagne,

2° le perfectionnement des moyens de débardage, du point de vue de la technique du travail,

3° l'élargissement du champ d'investigation,

4° l'élaboration de directives numériques, applicables à tous les cas qui peuvent se présenter.

(Adapté par E. Badoux.)

## **Die Erhaltung des Hochgebirgswaldes durch Jungwuchspflege und Durchforstung**

Von Forstmeister Ing. *R. F. Wieser*, Reutte in Tirol

Obwohl die wesentlichsten tiefgreifenden Unterschiede zwischen den Standortsfaktoren des Gebirges und des Flachlandes bekannt sind, liegen doch für das Gebirge leider nur wenig exakte ökologische Untersuchungen vor. Für den Gebirgswaldbau ist vor allem die klare Erkenntnis wichtig, daß den hier vorliegenden besonders Umweltbedingungen entsprechend besondere Holzartenrassen heimisch sind. Die Provenienzversuche haben in dieser Hinsicht einige deutliche Hinweise erbracht. Vielerorts sind die Gebirgsrassen durch menschliche Einflüsse (Raubbau, Waldweide, Verwendung ungeeigneten Pflanzenmaterials bei Aufforstungen) nahezu verschwunden. Im Tirol wird zudem allgemein, zum Teil bedingt durch intensive Weidewirtschaft und sogar durch behördlich vorgeschriebene Nutzungsweise, einer viel zu geringen Bestockungsdichte Vorschub geleistet. Für Aufforstungen in höhern Lagen wird offiziell eine herabgesetzte Pflanzenzahl von 2000—3000 Pflanzen pro ha als durchaus