Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 138 (1987)

Heft: 2

Artikel: Einsatzmöglichkeiten von Seilkränen im Gebirge

Autor: Heinimann, Hans-Rudolf

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766024

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: 04.07.2025

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

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen
Journal forestier suisse

138. Jahrgang | Februar 1987 | Nummer 2

Einsatzmöglichkeiten von Seilkränen im Gebirge[1]

Von *Hans-Rudolf Heinimann,* CH-3700 Spiez

Oxf.: 375.12:(494)

1. Einleitung

Die Holzernte – als Mittel zur Verwirklichung waldbaulicher Massnahmen – ist im Gebirge durch Transportprobleme geprägt, weshalb eine der wichtigsten Forderungen der Gebirgsforstwirtschaft darin besteht, die Transportverfahren zu verbessern und zu rationalisieren (vergleiche *H. Steinlin, K. Zehntner,* 1953). Langfristig ist die Erschliessung das wesentlichste Mittel, um den Holztransport und die Zugänglichkeit zu verbessern. Daneben stellt sich jedoch die Frage, wie die Beförderung des Holzes vom Schlagort an die Waldstrasse – das Rücken – optimal gelöst werden kann. Die Verbesserung der Rückemethoden ist deshalb ein dringliches Problem. Diese Bestrebungen dürfen aber nicht allein darauf ausgerichtet sein, die kurzfristigen wirtschaftlichen Interessen zu optimieren, sondern müssen auf eine möglichst grosse Schonung von Bestand und Boden abzielen und die Nutzung geringer Holzmengen im Rahmen eines kleinflächigen Waldbaus ermöglichen.

In den Bergwäldern der Schweiz werden zur Überbrückung grosser Rückedistanzen seit langem Seilkräne eingesetzt. Unser Land wird im Ausland auch etwa als «Wiege des Seilkrans» bezeichnet. Es weist auf dem Gebiet der Seilkrantechnik eine beachtliche Tradition auf; es sei nur an Namen wie Bachmann, Steinlin, Wettstein oder Wyssen erinnert, welche die Seilbringung zwischen 1940 und 1965 wesentlich beeinflusst haben.

Die Seiltechnik erlebte eine Stagnation durch die stürmische Verbreitung des Knickschleppers als Folge der Windwurfkatastrophe von 1967. Nach negativen Erfahrungen wie Fahrspuren, Bodenerosion und Bestandesschäden erfuhr die Seilbringung aber Mitte der siebziger Jahre vor allem in Österreich einen Neuaufschwung (Fabrikate von Hinteregger, Koller, Mayr-Melnhof, Österreichische Bundesforste, Steyr).

Der hydraulische Antrieb als wichtigste Neuerung ermöglichte eine einfache Kraftübertragung auf mehrere Winden und eine stufenlose Regulierung. Heute

[1] Referat, gehalten am 10. Februar 1986 im Rahmen der forst- und holzwirtschaftlichen Kolloquien der ETH Zürich.

ist die Entwicklung in vollem Gang und noch nicht abgeschlossen; laufend kommen neue Geräte auf den Markt. In der schweizerischen Forstwirtschaft liegt das Schwergewicht der Seilbringung nach wie vor bei den konventionellen Seilkränen, den Schlittenwinden, doch seit Beginn der achtziger Jahre werden – zwar vorest zögernd – auch Mobilseilkräne eingeführt.

Die Einsatzmöglichkeiten der neuen Seilanlagen – insbesondere der Mobilseilkräne – sind in der Schweiz noch nicht näher bekannt. Ziel der folgenden Ausführungen ist es, die Einsatzmöglichkeiten, Leistungen und Kosten verschiedener Seilkräne für das Gebiet der schweizerischen Voralpen, Alpen und Alpensüdseite darzustellen. Dazu werden folgende Themenkreise eingehender beleuchtet:

- Die Eigenschaften verschiedener Seilanlagen (um festzuhalten, von welchen Maschinen wir auszugehen haben);
- die vorhandenen Einsatzbedingungen, das heisst die Gelände- und Erschliessungsverhältnisse;
- die Leistung, die Kosten und die heutige Einsatzpraxis verschiedener Seilanlagen und
- die Bedeutung der diversen Seilkrantypen, hergeleitet aufgrund der Einsatzbedingungen und der Maschineneigenschaften.

2. Beschreibung der wichtigsten Seilanlagen

Für eine Einteilung der Seilgeräte wird weitgehend die Systematik verwendet, wie sie von der *FAO* (1981) vorgeschlagen worden ist. Diese berücksichtigt neben den Maschineneigenschaften hauptsächlich die praktischen Einsatzmöglichkeiten *(Abbildung 1)*.

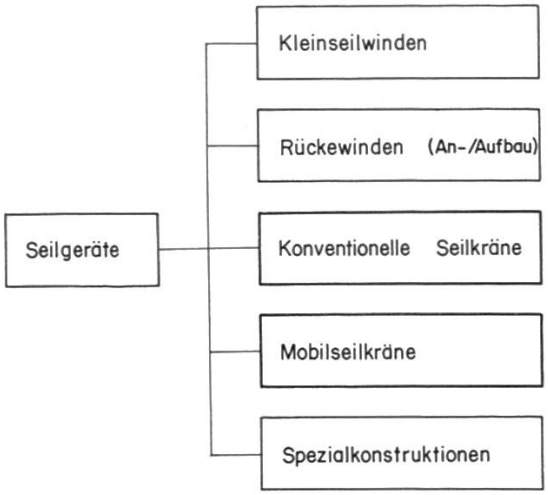

Abbildung 1.
Klassifikation von Seilanlagen, nach *FAO* (1981), vereinfacht.

Konventionelle Seilkräne, welche in der Schweiz unter den Herstellernamen als Baco- bzw. Wyssen-Winden bekannt sind, sind meistens auf Schlit-

ten montiert und umfassen Winden und Antriebseinheit. Als Stützen benutzen sie Bäume und nur ausnahmsweise vorfabrizierte Elemente. Je nach Windentyp sind Einsatzdistanzen von über 2000 m möglich; der verbreitetste Anlagetyp hat eine maximale Tragkraft des Laufwagens von 20 kN (2 t) und verwendet ein Tragseil von 24 mm Durchmesser. Konventionelle Seilkräne können sowohl im Gravitationsverfahren als auch im Allterrainverfahren eingesetzt werden.

Mobilseilkräne bestehen aus drei Komponenten, die als eine mobile Einheit zur Verfügung stehen: dem Mast (Kipp- oder Teleskopmast), den Windenaggregaten und dem Trägerfahrzeug, welches ein Lastwagen, ein Anhänger oder ein Traktor sein kann. In Mitteleuropa stehen drei Grössenklassen von Mobilseilkränen zur Verfügung, welche nachfolgend als kleine, mittlere und grosse Mobilseilkräne bezeichnet werden. Wichtigste Unterscheidungsmerkmale sind die Masthöhe, die maximale Zugkraft der Tragseilwinde, die Seildimensionen sowie die Art des Trägerfahrzeugs.

Kleine Anlagen stehen als Traktoranbaugeräte zur Verfügung oder sind als Anhänger mit eigener Antriebseinheit erhältlich. Die maximale Einsatzdistanz liegt bei 300 bis 400 m, die Tragkraft der Laufwägen bei rund 10 kN (1 t). Sie sind in erster Linie für den Bergauftransport von Trämellängen geeignet. *Mittlere Anlagen* sind meist auf einem zweiachsigen Fahrzeug aufgebaut und weisen eine maximale Einsatzdistanz von rund 500 m auf; die Tragkraft der Laufwägen liegt bei etwa 20 kN (2 t). Mittlere Anlagen sind für Bedingungen konstruiert, bei denen entweder schwere Sortimentsstücke oder Doppellängen (Doppelträmel) anfallen; sie erlauben die Vollbaumrückung, wenn auch bei geringeren Leistungen als die Grossanlagen. *Grossanlagen* mit Eigengewichten von über 250 kN (25 t) sind als Drei- oder Vierachsfahrzeuge erhältlich; sie sind auf Stamm- und Baumverfahren ausgerichtet und werden fast ausschliesslich bei Endnutzungen eingesetzt, das heisst, sie sind für unsere waldbaulichen Verfahren wenig geeignet. Eine Zuteilung der am Markt erhältlichen Maschinen zu den drei Grössenklassen ist nicht immer eindeutig möglich, da es insbesondere im Bereich zwischen Klein- und Mittelanlagen Maschinen gibt, die Merkmale beider Kategorien besitzen und daher beiden Klassen zugeordnet werden könnten.

Für die weiteren Überlegungen sind in erster Linie die Einsatzdistanzen und die Transportrichtungen wichtig, die zusammenfassend wie folgt vereinfacht werden können:

- konventionelle Seilkräne können von rund 300 m bis 2000 m eingesetzt werden, wobei in erster Linie bergab transportiert wird;
- kleine Mobilseilkräne werden bei Distanzen von 100 bis 300 m eingesetzt und sind vorwiegend für den Bergauftransport geeignet;
- mittlere Mobilseilkräne erlauben Seillinienlängen von etwa 100 bis 500 m und können bergauf und bergab transportieren und
- grosse Mobilseilkräne können bei Distanzen von rund 150 bis 700 m arbeiten, sind jedoch für unsere Waldbaumethoden zu gross.

3. Geländeklassifikation

3.1 Allgemeines

Die Geländebedingungen sind Teile jener Faktoren, die als praktisch unbeeinflussbar hingenommen werden müssen. Die forstliche Geländeklassifikation befasst sich mit der quantitativen Erfassung und Darstellung der Geländeverhältnisse. Sie ist eine Beschreibung und Gruppierung forstlich genutzter Flächen und soll die Zugänglichkeit, die Schwierigkeiten sowie die Möglichkeiten und Grenzen für die Durchführung forstlicher Massnahmen aufzeigen (vergleiche *H. Löffler* 1984). Es werden folgende Methoden der forstlichen Geländeklassifikation unterschieden:

- die funktionelle Geländeklassifikation und
- die beschreibende (technische) Geländeklassifikation.

Die funktionelle Klassifikation unterteilt das Gelände direkt in Klassen (zum Beispiel in Seilkranhänge, Seilplateaus, Seilwindengelände, Traktorgelände), wie ein Beispiel aus Norwegen zeigt *(I. Samset* 1975). Eine funktionelle Klassifikation ist einfach in der Anwendung, veraltet jedoch mit der Technik der Maschinen, welche ihr zugrunde liegen.

Die technische Geländeklassifikation sucht Geländeklassen, die auf quantitativen oder qualitativen Geländewerten aufbauen, so beispielsweise auf der Makrotopographie, der Mikrotopographie (Oberflächengestalt, Hindernisse), den Bodeneigenschaften, den Transportdistanzen usw. Die Nachteile einer technischen Klassifikation bestehen darin, dass die vorhandenen Vorschläge theoretischer Natur, das heisst in der Praxis nicht erprobt sind.

3.2 Methodik

Im vorliegenden Fall sind die Gelände- und Erschliessungsverhältnisse in den Voralpen, den Alpen und auf der Alpensüdseite von Interesse. Eine Geländeinventur soll somit die Eigenheiten des Berggebietes berücksichtigen und insbesondere über folgende Merkmale Auskunft geben:

- Flächendaten (Koordinaten, Zugehörigkeit zu Forstkreis, Kanton, Eigentumskategorie);
- Erschliessungsverhältnisse (Zugänglichkeit, Anordnung der Strassen am Hang);
- Rückeverhältnisse (Hanglängen, Hangneigungen, Transportrichtungen);
- Bezug zur heute geltenden Seilkranpraxis.

Ein Teil der genannten Daten wurde auch durch das Landesforstinventar erhoben. Die Angaben sind jedoch für eine Geländeklassifikation zu wenig detail-

liert, weshalb eine eigene Erhebung durchgeführt wurde (vergleiche *H. R. Heinimann* 1986). Diese basiert weitgehend auf messbaren Grössen, aus denen je nach Bedürfnis funktionelle Geländeklassen abgeleitet werden können. Da die Grösse des Gebietes eine flächendeckende Kartierung ausscheiden lässt, wurde ein Stichprobenverfahren angewandt (vergleiche I. Samset 1967, 1975). Als Stichprobennetz wurde das Kilometernetz der Landeskarte gewählt, wie es auch den Erhebungen von *E. Ott* (1972) oder dem Landesforstinventar zugrunde liegt.

Auf den neuesten Ausgaben der Landeskarte 1: 25 000 wurden über 6000 Stichprobenpunkte beurteilt und mit Angaben aus verschiedenen Arbeiten ergänzt *(Forstinspektorat GR* 1979, *Ch. Hosig et al.* 1982 (forstliche Diplomarbeiten Wallis), *S. Lienert* 1983, E. Ott 1972). Mit der Erhebung der Arbeitsgruppe Seilkran aus dem Jahre 1980 standen für die Alpenregion Angaben über die bisherige Praxis des Seilkraneinsatzes zur Verfügung. Rund 2500 Seillinien, auf denen in den Jahren 1970 bis 1980 Holz transportiert worden war, wurden durch eine Kartenerhebung festgehalten.

Pro Stichprobenpunkt wurden die Erschliessungsverhältnisse beurteilt. Das wichtigste Erschliessungsmittel ist die lastwagenbefahrbare Strasse, die auf den Landeskarten als 2.-, 3.- und 4.-Klass-Strasse dargestellt ist (vergleiche Zeichenerklärung für die topographischen Landeskarten, *H. R. Stierlin* 1979). Daneben kommt jenen Wegen, die mit leichten Fahrzeugen befahren werden können, für den Holztransport eine gewissse Bedeutung zu (5.-Klass-Strassen). Erd- und Schlittwege, die wohl Pferdetransporte zulassen, wurden nicht einbezogen.

Abgelegene Waldgebiete ohne Strassen wurden als «unzugänglich» betrachtet. Als Kriterium galt dabei, ob man das Holz vom Stichprobenpunkt in ungebrochenem Transport mit einer Seillinie an eine Strasse transportieren kann. Die Rückeverhältnisse wurden lediglich für jene Stichprobenpunkte beurteilt, die als «zugänglich» angesprochen wurden. Für jeden Stichprobenpunkt wurde die Transportrichtung bestimmt. Dabei wurden die Kategorien «Abwärtstransport», «Aufwärtstransport» und «Transport zwischen Strassen» ausgeschieden. Die Lage des Stichprobenpunktes bezüglich der Strasse war immer massgebend für die Kategorienzuteilung. In Fällen, in denen die nächste Strasse am Hangfuss oder am Fusse des Gegenhanges liegt, wurde die Stichprobe der Kategorie «Abwärtstransport» zugeordnet. Die Hanglänge wurde in Richtung der Fallinie auf der Karte gemessen (I. Samset 1975). Beim Auf- und Abwärtstransport wurde die Hanglänge von der Strasse bis zur Messgrenze ermittelt (vergleiche *Abbildung 2)*. Als Messgrenze gilt in den meisten Fällen die Grenze des voll bestockten Waldes. In einigen Fällen wird die Transportgrenze auch durch geländebedingte Hindernisse bestimmt: beim Aufwärtstransport sind dies vor allem Bachtobel und hohe Felswände, beim Abwärtstransport hohe Felswände und Kreten. Liegt ein Stichprobenpunkt zwischen zwei Strassen, so wurde die Hanglänge von einer Strasse zur nächsten gemessen. Aus der horizontalen Hanglänge und der Hanghöhe *(Abbildung 2)* lassen sich die schiefe

Hanglänge und die durchschnittliche Hangneigung berechnen. Um einen Bezug zur heute geltenden Seilkranpraxis herzustellen, wurden aus der Kartenerhebung der Arbeitsgruppe Seilkran über 1000 Seillinien ausgemessen.

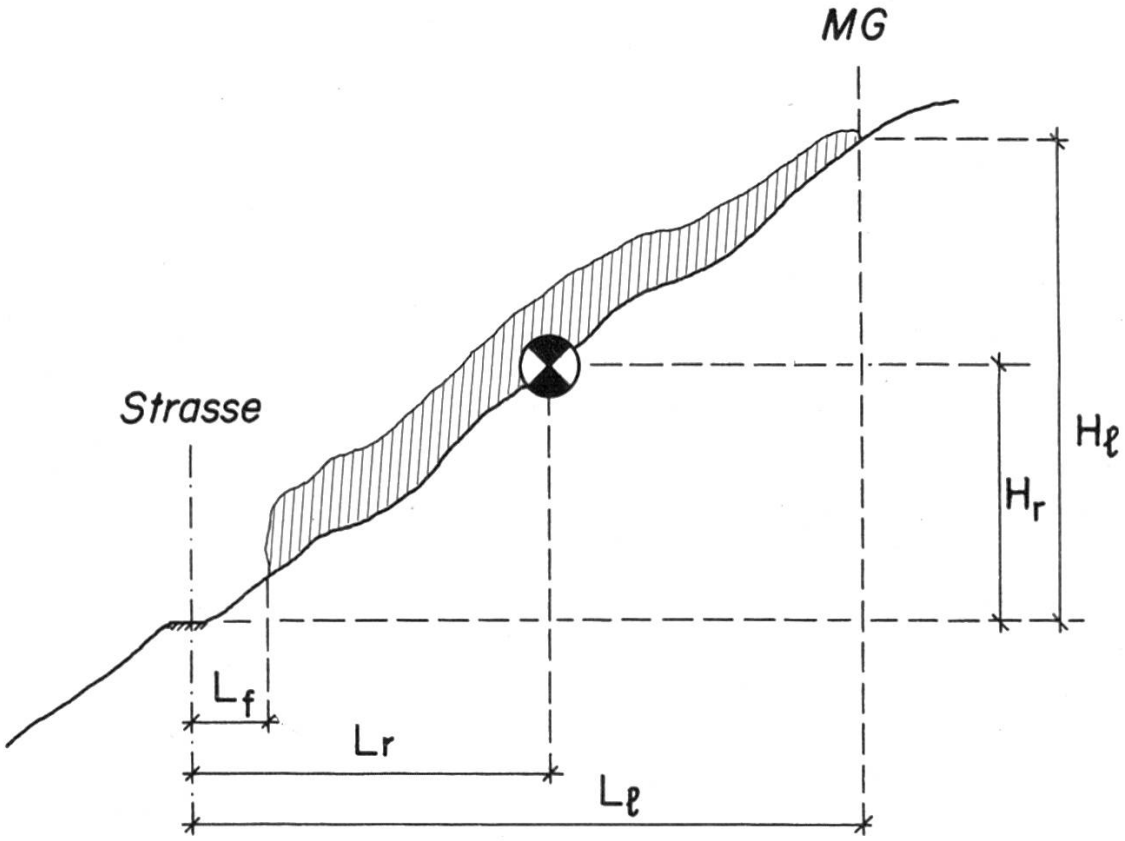

Abbildung 2. Erfasste Geländemerkmale beim Bergabtransport.
Legende: ⊗ Stichprobenpunkt
MG Messgrenze (Waldrand, Transportgrenze)
L_l Horizontale Hanglänge
H_l Hanghöhe
L_r Horizontale mittlere Rückedistanz
H_r Höhendifferenz zur Rückedistanz
L_f Freilanddistanz

3.3 Bildung von Geländetypen

Für die Auswertung der Geländeklassifikation stellte sich das Problem, wie die grosse Datenmenge sinnvoll und informativ dargestellt werden könnte. Eine umfassende Auswertung über das gesamte Gebiet wäre wenig aussagekräftig und auch nicht sinnvoll. Eine Auswertung nach sich anbietenden Merkmalen, wie beispielsweise nach Kantonen, ergäbe in unserem Fall 17 Klassen und wäre unüberblickbar. Zur Steigerung des Aussagewertes einer Inventur ist es üblich zu stratifizieren. Über die Struktur des Datenkörpers ist im vorliegenden Fall jedoch wenig bekannt. Um Klassifikationsprobleme und Fragen der Typen-

bildung lösen zu helfen, steht die sogenannte Clusteranalyse zur Verfügung (vergleiche zum Beispiel *L. Fahrmeir, A. Hamerle* 1984). Das Prinzip dieser statistischen Methode besteht darin, eine grosse Menge von Objekten anhand verschiedener Variablenwerte in eine kleine, überschaubare Anzahl möglichst homogener Teilmengen (Cluster, Klassen, Gruppen) aufzuspalten. Für die Durchführung der Clusteranalyse wurde folgender Weg gewählt: jeder Forstkreis wurde als mehr oder weniger homogene Einheit betrachtet und mit verschiedenen numerischen Werten charakterisiert. Die numerischen Werte als Eingangsgrössen für die Clusteranalyse müssen die Eignung für den Einsatz verschiedener Rückemittel möglichst gut beinhalten. Um dieser Forderung nachzukommen, wurden aufgrund der Hanglängen, der Hangneigungen und der Zugänglichkeit verschiedene funktionelle Geländeklassen definiert. Pro Forstkreis konnten sodann die prozentualen Anteile der definierten Geländeklassen bestimmt werden, diese Prozentwerte dienten als Eingangsgrössen für die Clusteranalyse.

Als plausibelstes Resultat der Clusteranalyse ergaben sich sieben Geländetypen, welche nachfolgend mit «Voralpen 1», «Voralpen 2», «Voralpen 3», «Alpen 1» «Alpen 2» «Alpen 3» und «Alpensüd» bezeichnet werden. Für eine detaillierte Beschreibung der Herleitung der Geländetypen sei auf H. R. Heinimann (1986) verwiesen. Jede derartige Typenbildung beinhaltet auch Schwächen. Während sich die einzelnen Typen deutlich unterscheiden, gibt es in Wirklichkeit keine scharfen Grenzen; es gibt Übergänge, welche beispielsweise in Gebieten mit wechselnder Geologie liegen.

Die Zuordnung der Forstkreise zu den ausgeschiedenen Geländetypen ist aus der *Abbildung 3* ersichtlich. Flächenmässig kommt dem Typ «Alpen 1» die grösste Bedeutung zu, gefolgt von «Alpen 2», «Voralpen 1», «Alpensüd», «Alpen 3», «Voralpen 3» und «Voralpen 2».

3.4 Charakterisierung der Geländetypen

Es werden lediglich jene Faktoren beleuchtet, welche die Möglichkeiten des Seilkraneinsatzes beeinflussen. Auf die Darstellung einzelner Geländewerte wird hingegen verzichtet.

Rund ein Viertel des Untersuchungsgebietes liegt in privatem Besitz, dieser Anteil unterscheidet sich nur wenig vom gesamtschweizerischen Mittel von 27%. Der flächenmässig kleinste Geländetyp, «Voralpen 2», weist einen Privatwaldanteil von 80% auf. Die zugehörigen Gebiete wie das Emmental oder das luzernische Napfgebiet sind als typische Privatwaldregionen bekannt. Die hohen Privatwaldanteile der «Voralpen 2 und 3» erlauben wegen ihrer Kleinflächigkeit den Einsatz von Seilkränen nur beschränkt.

Besonders beeinflussen die Erschliessungsverhältnisse, das heisst die Zugänglichkeit und die Transportrichtungen, die Möglichkeiten von Maschinen-

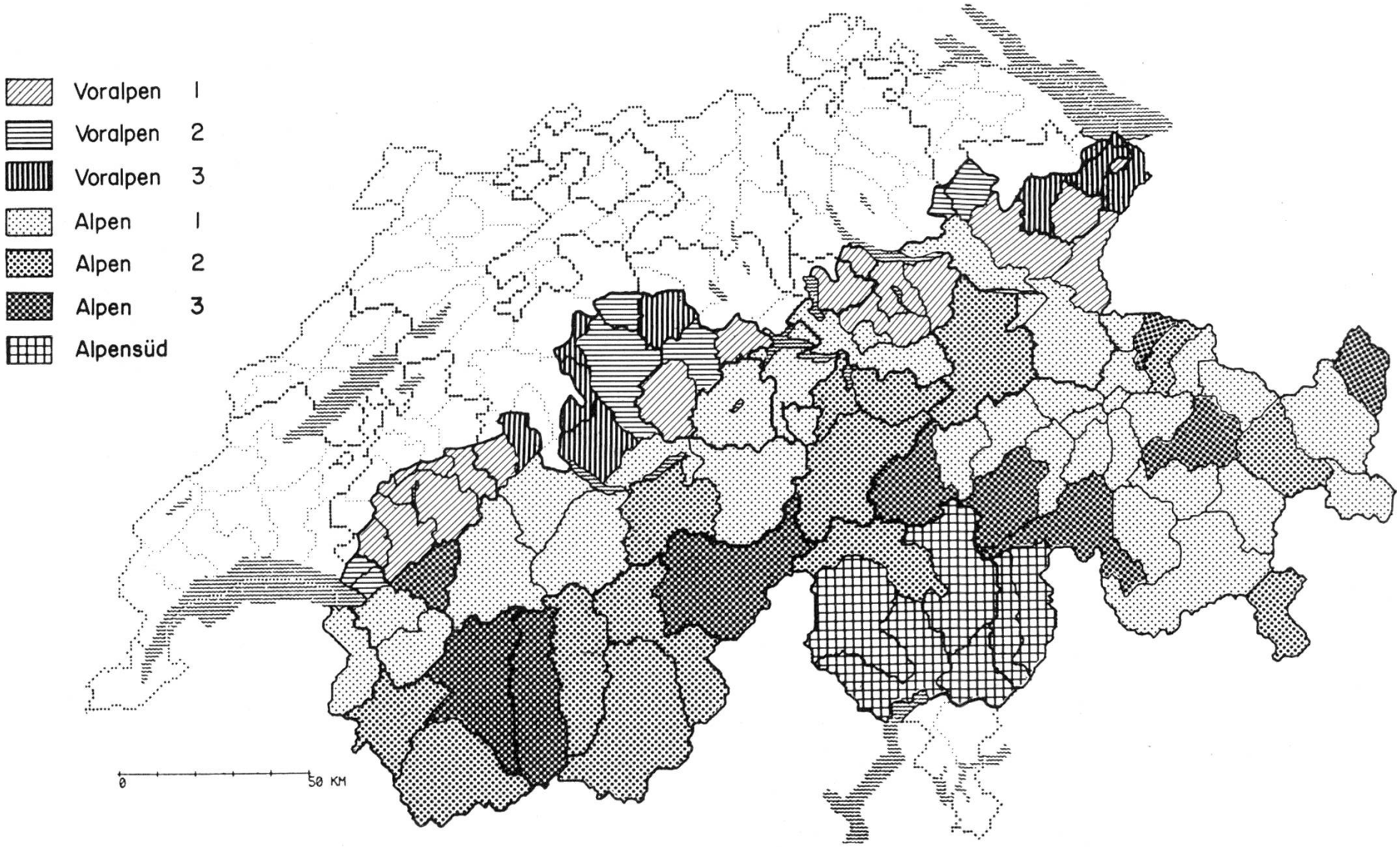

Abbildung 3. Räumliche Verteilung der sieben Geländetypen.

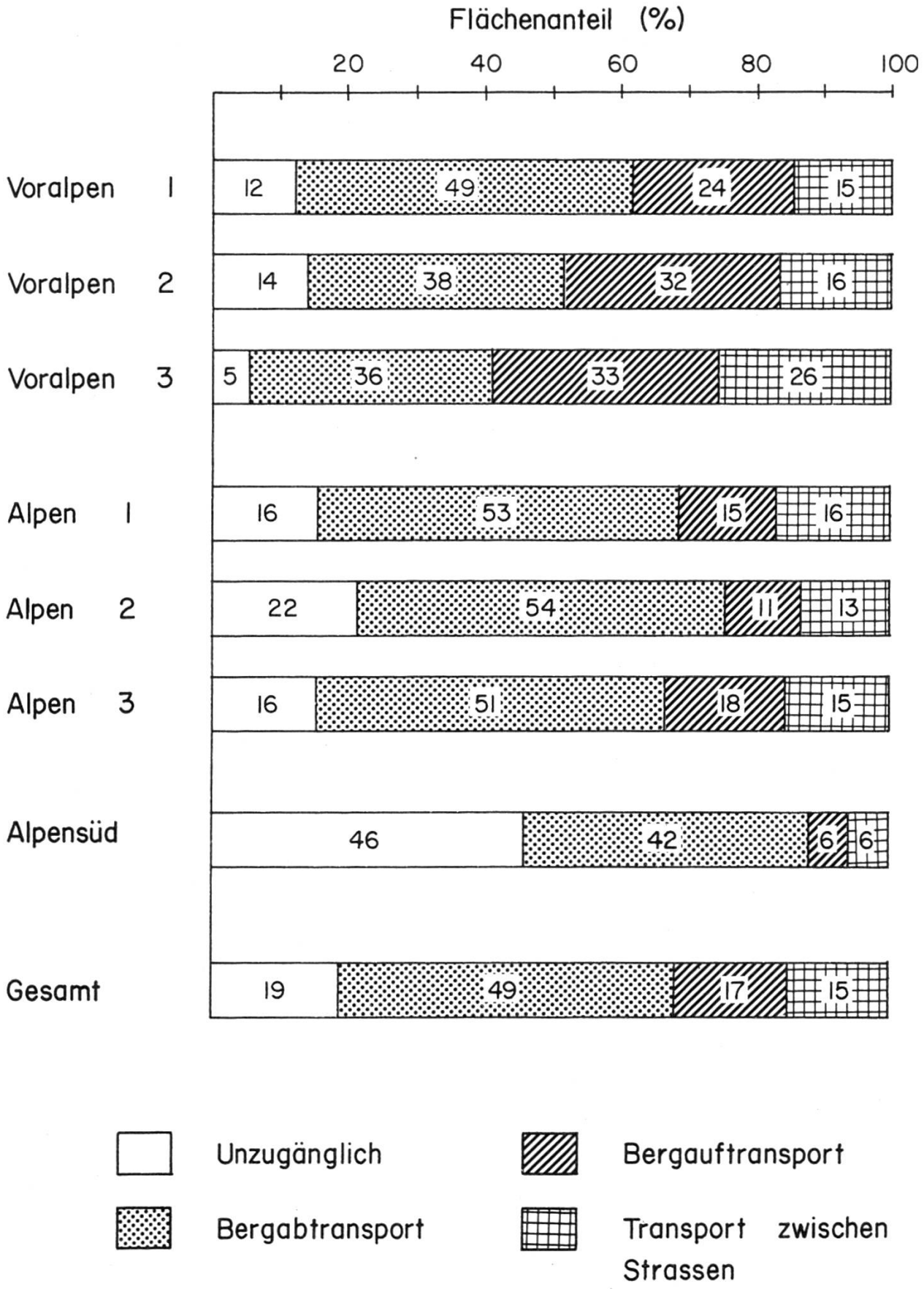

Abbildung 4. Flächenanteile verschiedener Erschliessungskategorien.

einsätzen. Aus der *Abbildung 4* geht hervor, dass der Geländetyp «Alpensüd» einen Anteil von 46% unzugänglicher Waldfläche aufweist. Die Sonderstellung von «Alpensüd» fällt besonders auf, indem fast die Hälfte der Fläche unzugänglich ist. Diese Feststellung gilt nicht nur für die Niederwälder, sondern auch für die produktiven Nadelholzwaldungen in Höhenlagen von über 1000 m über Meer. Der Typ «Alpen 2» beinhaltet einen Anteil von 22%, «Voralpen 1», «Voralpen 2» und «Alpen 1» zeigen Anteile von 12 bis 16%, während «Voralpen 3» einen Anteil von 5% unzugänglicher Fläche auf sich vereinigt. Der Flächenanteil «Bergabtransport» beträgt in «Voralpen 2» und «Voralpen 3» etwas mehr als einen Drittel, in allen übrigen Typen etwa die Hälfte. Der Anteil «Bergauftransport», der für Mobilseilkräne idealen Transportrichtung, liegt in den Voralpentypen bei einem Viertel bis einem Drittel, er beträgt in den Alpentypen 10 bis 20% und in «Alpensüd» 6%.

Aus den einzelnen Gelände- und Erschliessungsparametern lässt sich noch nicht ableiten, ob der Einsatz eines bestimmten Rückemittels zweckmässig ist oder nicht. Man ist daher gezwungen, die Gelände- und Erschliessungswerte verschiedenen Maschinentypen zuzuordnen, das heisst, funktionelle Geländeklassen zu bilden. Im folgenden werden zwei Klassifikationen erläutert; eine, deren Rückedistanzen im mittleren Bereich mit Mobilseilkränen bis 300 m Reichweite abgedeckt werden (Variante 1), und eine zweite, aus der die Möglichkeiten von Mobilseilkränen bis 500 m Reichweite hervorgehen (Variante 2). Aus den Gelände- und Erschliessungsmerkmalen «Zugänglichkeit», «Transportrichtung», «Hanglänge» und «Durchschnittliche Hangneigung» wurden Klassen gebildet, welche die Einsatzbereiche bestimmter Seilkrantypen umreissen.

Aus dem Vergleich zwischen den mittleren Hangneigungen, bei denen nach heutiger Praxis Seilkräne eingesetzt werden, und den mittleren Hangneigungen, wie sie aus der Geländeklassifikation hervorgegangen sind, ergibt sich, dass die Hangneigung für den Entscheid, Seilkräne einzusetzen, eine untergeordnete Rolle spielt. Die vorhandene Erschliessung, die Hanglängen und die zu überwindenden Hindernisse — wobei als Hindernis auch eine schlechte Bodentragfähigkeit gilt — scheinen die Wahl des Rückemittels weit stärker zu beeinflussen. Aus diesem Grunde werden Hänge mit einer durchschnittlichen Hangneigung von über 25% als seilkranwürdig eingestuft. Die Rückerichtung beeinflusst bei Mobilseilkrananlagen den Montageaufwand und das Transportverfahren (kopfhoch, freischwebend). Flächen mit «Transport zwischen Strassen» werden deshalb bei Mobilseilkränen dem einfacheren Bergauftransport zugewiesen. Die Hanglänge, wie sie in *Abbildung 2* dargestellt ist, beeinflusst die Wahl des Rückemittels am stärksten. Die maximale Hanglänge, welche mit einem bestimmten Maschinentyp abgedeckt werden kann, ist anlageabhängig und für einen bestimmten Maschinentyp konstant. Aus diesen Überlegungen ergeben sich Abgrenzungen, wie sie aus der *Abbildung 5* ersichtlich sind.

Geländeklasse	Variante 1 MSK 300 m	Variante 2 MSK 500 m
Traktor- und Windengelände	HN < 25 % HN > 25 % - HL < 100 m ↑↓ - HL < 200 m ↕	HN < 25 % HN > 25 % - HL < 100m ↑↓ - HL < 200m ↕
MSK bergauf	HN > 25 % - HL 100-300 m ↑ - HL 200-300m ↕	HN > 25 % - HL 100-500 m ↑ - HL 200-500 m ↕
MSK bergab	HN > 25 % - HL 100-300m ↓	HN > 25 % - HL 100-500m ↓
SK < 1000 m	HN > 25 % - HL 300-1000 m	HN > 25 % - HL 500-1000m
SK > 1000 m	HN > 25 % - HL > 1000 m	HN > 25 % - HL > 1000 m
Unzugänglich	unzugänglich	unzugänglich

Abbildung 5. Abgrenzung von Geländeklassen für die Beurteilung der Einsatzmöglichkeiten von Seilkränen.

Legende:

HL (m)	Schiefe Hanglänge	↑	Transport bergauf
HN (%)	Durchschnittliche Hangneigung	↓	Transport bergab
MSK	Mobilseilkran	↕	Transport zwischen Strassen
SK	Konventioneller Seilkran		

Für beide Varianten wurden je sechs Klassen gebildet: Traktor- und Windengelände, zwei Klassen für Mobilseilkran-Gelände, zwei für Gelände konventioneller Seilkräne und eine Klasse «unzugänglich». Die beiden Varianten der *Abbildung 5* unterscheiden sich lediglich in den beiden Mobilseilkranklassen und in der Klasse «Seilkran unter 1000 m», während die anderen Klassen für beide Varianten gleich sind.

Aus der *Abbildung 6* für die Variante 1 geht hervor, dass im gesamten Gebiet rund 9% der Fläche auf Gebiete entfallen, die mit Mobilseilkränen von bis 300 m Reichweite im Bergauftransport erfasst werden können. Bedeutend günstigere Voraussetzungen weisen «Voralpen 2» und «Voralpen 3» auf, innerhalb welchen 19% bzw. 16% auf die genannte Klasse entfallen. «Alpen 2» und «Alpensüd» liegen unter dem Durchschnitt und bieten ungünstige Bedingungen für den Einsatz von Mobilseilkränen, welche eine Maximalreichweite von 300 m aufweisen und nur für den Bergauftransport ausgerüstet sind. Die Flächenanteile «Mobilseilkräne bis 300 m bergab» entsprechen etwa jenen für Bergauftransport gleicher Reichweite. Ein Maschinentyp, der bergauf und bergab transportieren kann, findet in «Voralpen 2» die besten Voraussetzungen: 39% der Waldfläche liessen sich damit abdecken, während diese Anteile in «Voralpen 3» 31%, in «Voralpen 1» 22% und in «Alpen 1» 19% ausmachen.

Für die Variante 2 (Mobilseilkran mit 500 m maximaler Einsatzdistanz) sind die Resultate aus der *Abbildung 7* ersichtlich. Im gesamten Gebiet entfallen 15% der Waldfläche auf die Klasse «Mobilseilkräne bis 500 m bergauf». «Voralpen 2» und «Voralpen 3» zeigen wesentlich günstigere Verhältnisse, da 24% bzw. 21% in die genannte Klasse gehören. In «Alpensüd» sind die Bedingungen mit 5% Flächenanteil ungünstig. Ein Mobilseilkran, der den Bergauf- und den Bergabtransport ermöglicht, findet die besten Einsatzbedingungen in «Voralpen 2», wo rund die Hälfte der Fläche mit entsprechenden Maschinen abgedeckt werden könnte. In «Voralpen 1» und «Voralpen 3» sowie in «Alpen 1» und «Alpen 3» liessen sich die genannten Mobilseilkräne auf rund einem Drittel der Fläche einsetzen, in «Alpen 2» auf einem Fünftel und in «Alpensüd» auf einem Zehntel.

Eine Vergrösserung der Einsatzdistanz von 300 auf 500 m bewirkt eine Zunahme der mit Mobilseilkränen erreichbaren Fläche von 5 bis 22%. Die Zunahme ist besonders deutlich in «Alpen 1» und in «Alpen 3», während die Vergrösserung in «Voralpen 3» und in «Alpensüd» bescheiden ist. Die vorhandenen Einsatzbedingungen sprechen für Mobilseilkräne mittlerer Reichweite, da die erreichbare Fläche durch Erhöhung der Einsatzdistanz von 300 auf 500 m rund verdoppelt wird. Dies lässt zudem eine bessere Auslastung und geringere Kosten erwarten, da die grössere Reichweite einen nur unwesentlich höheren Anschaffungspreis bedingt. Für Mobilseilkräne von 500 m Einsatzdistanz können die Einsatzbedingungen wie folgt zusammengefasst werden:

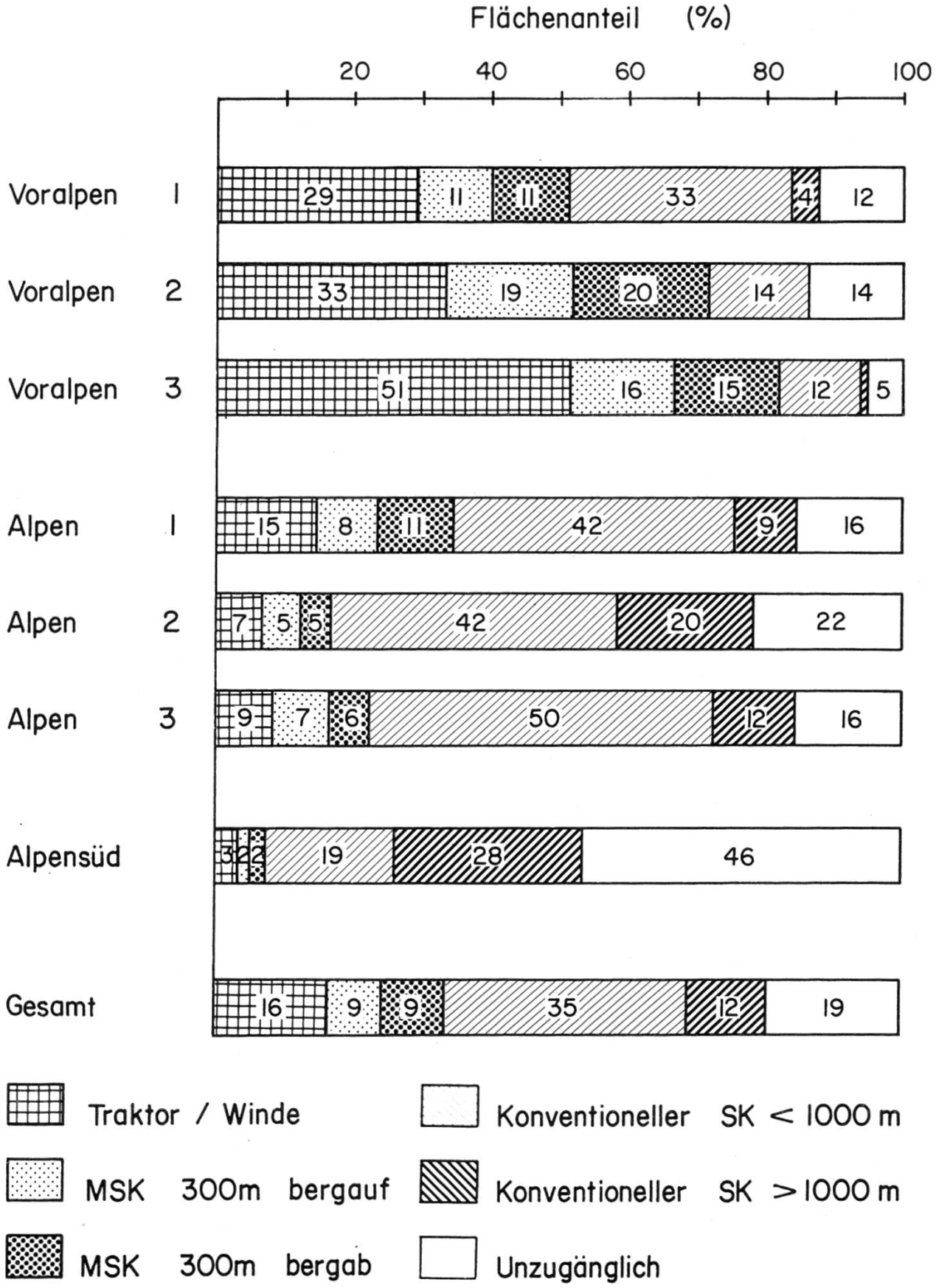

Abbildung 6. Flächenanteile verschiedener Geländeklassen. Variante 1: Mobilseilkräne bis 300 m Einsatzdistanz.

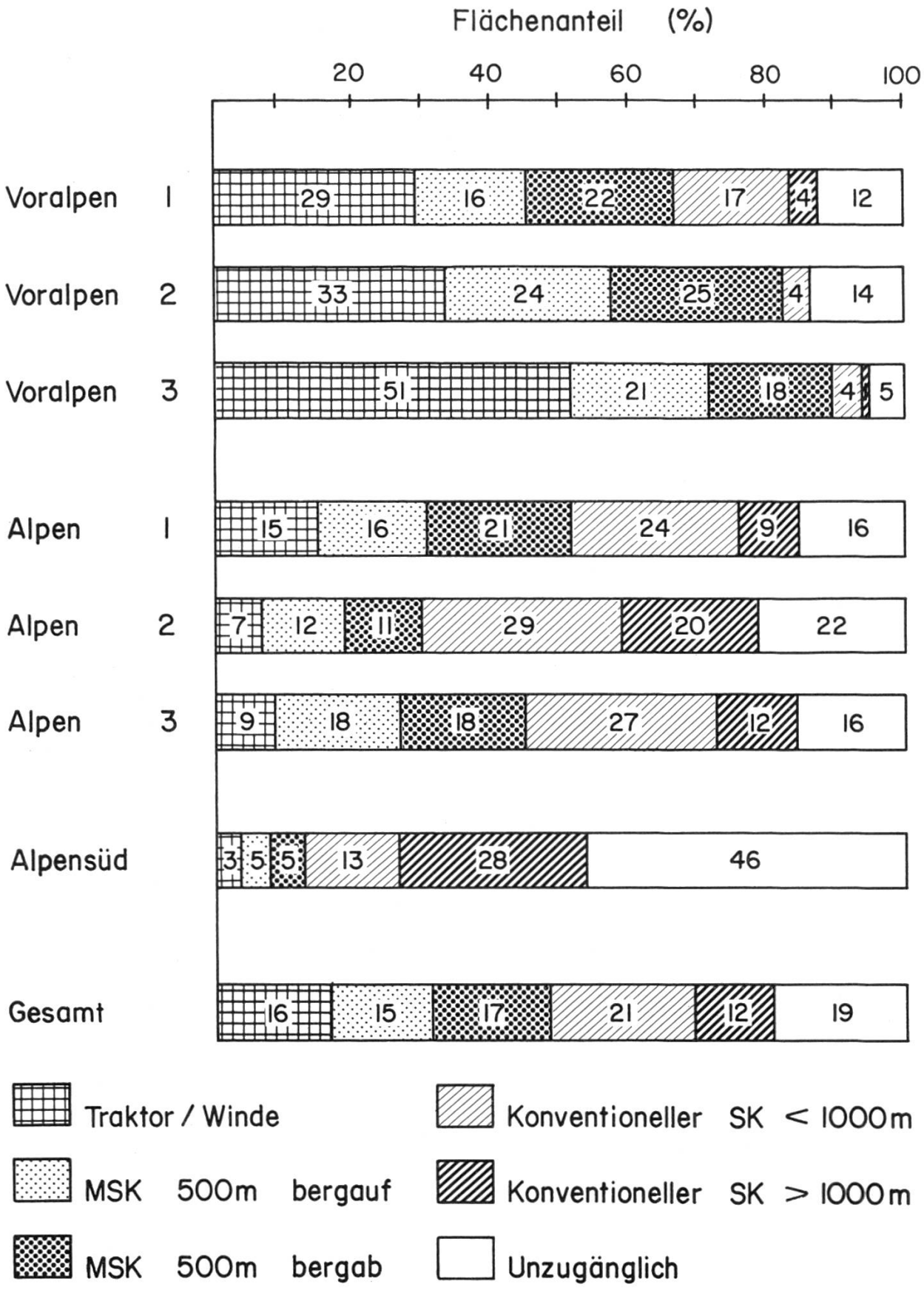

Abbildung 7. Flächenanteile verschiedener Geländeklassen. Variante 2: Mobilseilkräne bis 500 m Einsatzdistanz.

- Die besten Voraussetzungen bieten die Typen «Voralpen 2» und «Voralpen 3», bei denen rund 6- bis 10mal mehr Fläche auf Mobilseilkrangelände entfällt als auf Gelände für konventionelle Seilkräne.
- In «Voralpen 1», «Alpen 1» und «Alpen 3» beträgt das Flächenverhältnis «mobil» zu «konventionell» 2 zu 1 bis 1 zu 1.
- In den Typen «Alpen 2» und «Alpensüd» überwiegen die Flächen mit konventionellen Seilkränen gegenüber jenen mit Mobilseilkränen im Verhältnis 2 zu 1 bis 4 zu 1.

4. Einsatz, Leistung und Kosten verschiedener Seilanlagen

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit müssen Daten verschiedener Seilanlagen in vergleichbarer Form zur Verfügung stehen. Die Beurteilung stützt sich auf zwei Bereiche ab:
- die Kosten und die Kostenstruktur einer Maschine und
- die Leistung und die Stückkosten einer Maschine.

Die Leistung wurde anhand von Leistungsnachweisen analysiert. Leistungsnachweise erfassen die Arbeit durch Nachkalkulation. Dabei wird versucht, jene Faktoren, welche die Leistung beeinflussen, im einzelnen zu beschreiben und zu klassieren. Durch dieses Vorgehen konnte eine umfangreiche Datenmenge ausgewertet werden. Die Daten konventioneller Seilkräne wurden nach einem standardisierten Schema in verschiedenen Forstkreisen des Untersuchungsgebietes erhoben. Für die Daten von Mobilseilkränen musste auf Leistungsnachweise deutscher und österreichischer Betriebe zurückgegriffen werden, da in der Schweiz keine entsprechenden Angaben erhältlich waren. Für die Auswertung entfielen auf jeden Seilkrantyp Angaben, die eine gerückte Holzmenge von je 30 000 bis 40 000 m^3 repräsentieren. Die Analyse der Daten erfolgte mit Regressionsrechnungen, wodurch die Abhängigkeiten quantifiziert werden konnten.

4.1 Aufgliederung der Einsatzzeit

Die Aufgliederung der Einsatzzeit ist aus *Abbildung 8* ersichtlich. Als Bezugsgrösse für die Maschinenkosten wurde ursprünglich die Betriebsstunde, das heisst jene Zeit, während welcher der Motor läuft, gewählt *(G. Rieger* 1983). Die Betriebsstunden sind nicht mit der Arbeitszeit der Bedienungsmannschaft identisch, weshalb die Betriebsstunde vielerorts durch die Einsatzstunde abgelöst wurde. Die Einsatzzeit umfasst neben der eigentlichen produktiven Arbeitszeit auch unproduktive Zeiten wie Anfahrt zum Einsatzort, Umstellungen, Re-

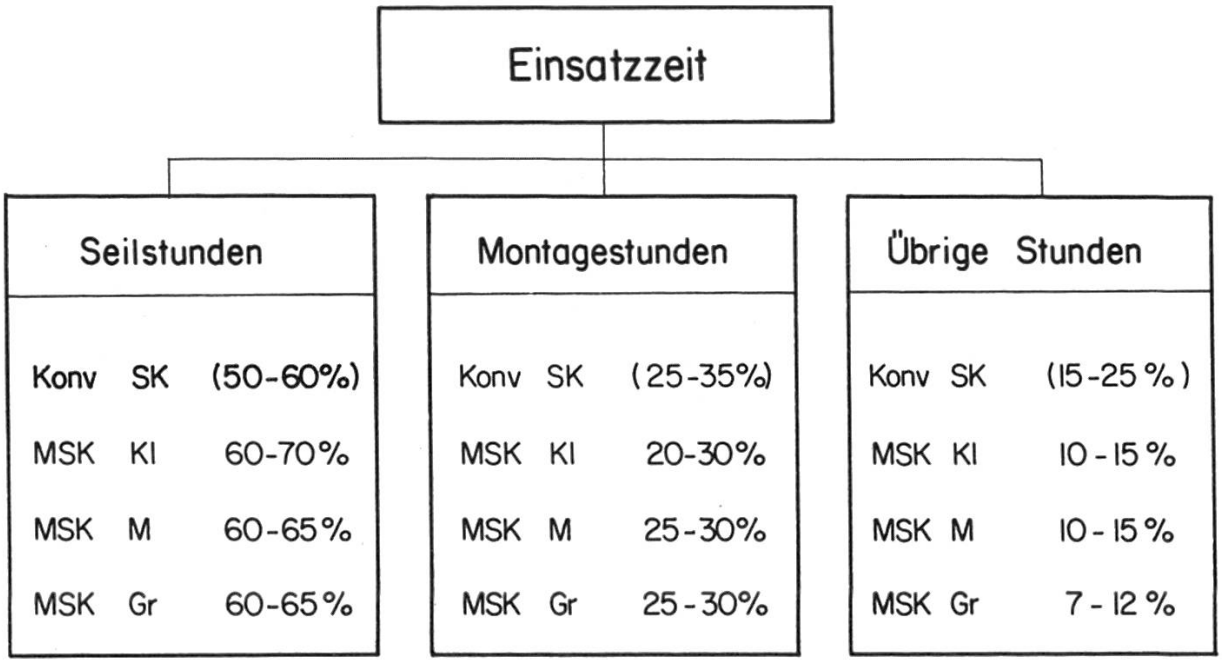

Abbildung 8. Aufgliederung der Maschineneinsatzzeit verschiedener Seilkräne.

Legende: Konv SK konventioneller Seilkran
MSK Kl kleiner Mobilseilkran
MSK M mittlerer Mobilseilkran
MSK Gr grosser Mobilseilkran

paraturen usw. Beim Seilkraneinsatz spielen die unproduktiven Zeiten eine wesentliche Rolle, weshalb die Gesamtzeit aufgeschlüsselt wurde in «Seilstunden», «Montagestunden» und «Übrige Stunden», wie es in ähnlicher Form auch in einigen Betrieben gehandhabt wird. Aus der *Abbildung 8* geht hervor, dass der Anteil an Seilzeit bei den Mobilseilkränen bei rund zwei Dritteln, bei konventionellen Anlagen schätzungsweise knapp über der Hälfte liegt.

4.2 Waldbauliche Eingriffsstärke

Nachfolgend wird die Frage, unter welchen waldbaulichen Bedingungen der Seilkraneinsatz in der Praxis erfolgt, kurz beleuchtet. Als entsprechende Messgrösse wird der Holzanfall pro Laufmeter Seillinienlänge verwendet, wobei als Seillinienlänge die totale Länge, von Verankerung zu Verankerung, verwendet wird. Für konventionelle Anlagen zeigt die heutige Praxis einen mittleren Holzanfall von 0,7 m^3 pro m'; er liegt selten unter 0,4 m^3 pro m' und über 1,2 m^3 pro m'. Als Faustregel für wirtschaftliche Seilkraneinsätze wird in der Praxis ein Holzanfall von 1 m^3 pro m' gefordert. Von den untersuchten Seilschlägen der Schweiz liegen lediglich etwa 20% über diesem Wert. Bei mittleren Mobilseilkränen beträgt der Holzanfall durchschnittlich 0,5 m^3 pro m', wobei er selten unter 0,2 m^3 pro m' und über 1,0 m^3 pro m' liegt. Dagegen liegen die Werte der grossen Mobilseilkräne wesentlich höher. Im Mittel bei 1,5 m^3 pro m', selten unter

0,7 m³ pro m' und über 2,4 m³ pro m'. Mittlere und kleine Mobilseilkräne erlauben somit geringere Eingriffsstärken als konventionelle Anlagen. Grosse Anlagen werden zu drei Vierteln bei Holzanfällen von über 1,0 m³ pro m' eingesetzt, Bedingungen, die unter schweizerischen Verhältnissen wohl lediglich bei flächigen Zwangsnutzungen, beispielsweise bei Flächenwindwürfen auftreten.

4.3 Leistung

Eine zentrale Maschineneigenschaft ist die Leistung, die nachstehend eingehender dargestellt wird. Für konventionelle Seilkräne konnte in den untersuchten Schlägen eine durchschnittliche Leistung von 5 m³ pro Seilstunde festgestellt werden, wobei die Werte zwischen 2 und 8 m³ pro Seilstunde streuen. Aus der *Abbildung 9* gehen Leistungswerte für verschiedene Grössenklassen von Mobilseilkränen hervor. Es zeigte sich in allen Fällen, dass die Leistung haupt-

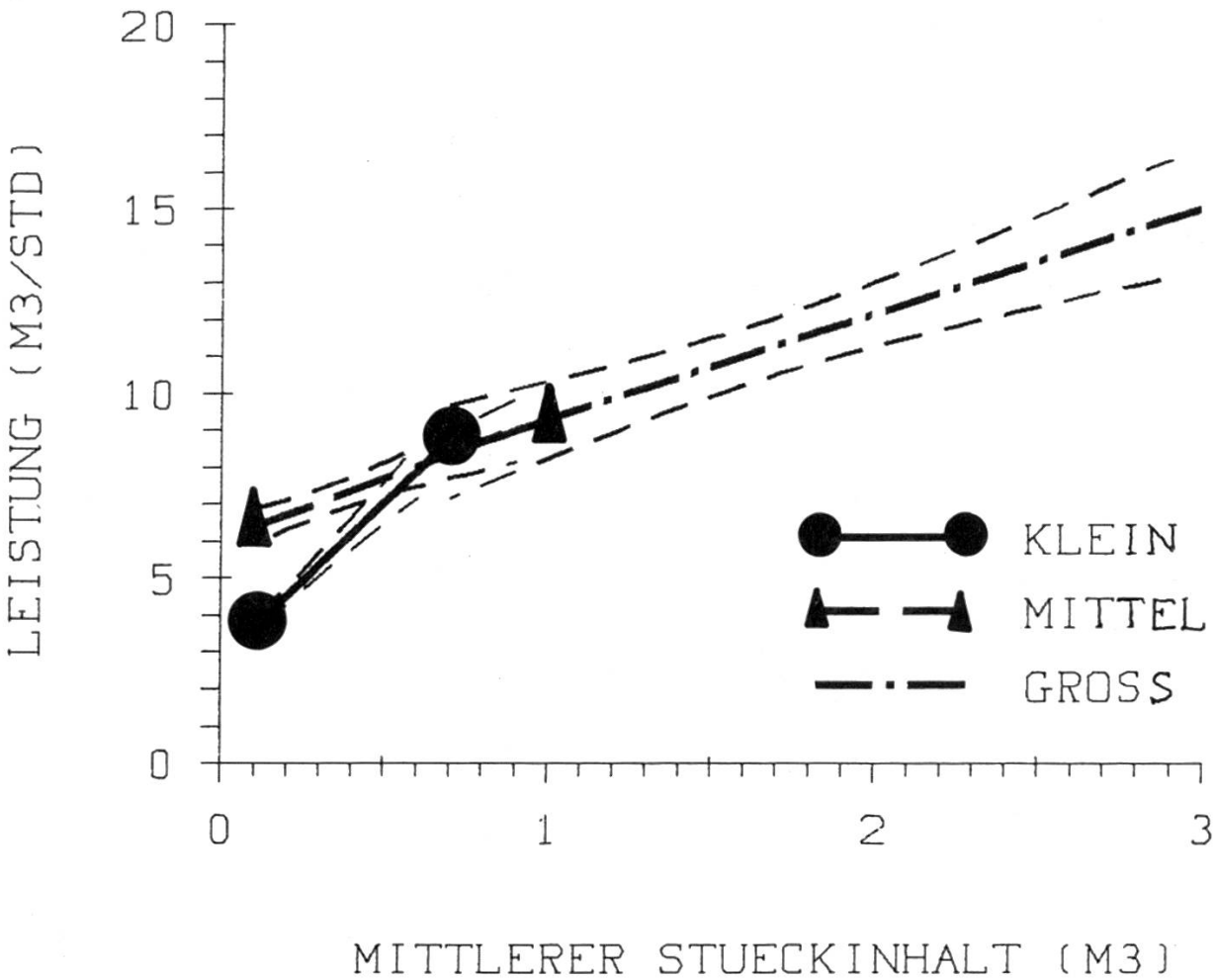

Abbildung 9. Durchschnittliche Leistung von Mobilseilkränen in Abhängigkeit des mittleren Stückinhaltes und der Grössenklasse. Regressionsgeraden mit 95%-Vertrauensgrenzen für den Erwartungswert.

sächlich vom mittleren Stückinhalt abhängt. Ein analoger Zusammenhang konnte für konventionelle Seilkräne nicht hergeleitet werden, da das Datenmaterial zu wenig detailliert war. Für kleine Mobilseilkräne wurde eine durchschnittliche Leistung von 4 m^3 pro Seilstunde festgestellt (bei einem Streubereich von 2 bis 8 m^3 pro Seilstunde), für mittlere Mobilseilkräne eine solche von 7 m^3 pro Seilstunde (Streubereich 4 bis 12 m^3 pro Std.) und für grosse Mobilseilkräne eine mittlere Leistung von 11 m^3 pro Seilstunde (Streubereich 6 bis 20 m^3 pro Std.). Die kleinen Mobilseilkräne weisen bei geringen mittleren Stückinhalten kleinere Leistungen auf als die mittleren Anlagen, wobei die Unterschiede mit zunehmendem Stückinhalt kleiner werden. Die mittleren und grossen Mobilseilkräne unterscheiden sich in der Leistung bei gleichen mittleren Stückinhalten nicht. Neben der Abhängigkeit vom mittleren Stückinhalt konnten weitere Einflüsse festgestellt werden:

- Für gleichartige Maschinen weicht die Leistung je nach Forstbetrieb systematisch von den Zusammenhängen, wie sie *Abbildung 9* zeigt, ab, und zwar maximal ± 1 m^3 pro Seilstunde.
- In einem Fall konnte ein Zeittrend nachgewiesen werden. Durch den Trainingseffekt der Bedienungsmannschaft konnte die Leistung innerhalb eines Jahres um durchschnittlich 1,5 m^3 pro Seilstunde gesteigert werden.
- In den untersuchten Betrieben hat die Rückedistanz beim Mobilseilkraneinsatz keinen gesicherten Einfluss auf die Leistung.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass für eine möglichst grosse Leistung die zu rückenden Stämme möglichst lang ausgehalten werden müssen (Stückmassegesetz).

4.4 Aufwände für Montage und Demontage

Montage- und Demontagearbeiten verursachen beim Seilkraneinsatz ein beträchtliches Mass an unproduktiven Zeiten. Nachfolgend werden alle Zeitaufwände in Systemstunden, das heisst der effektiv benötigten Kalenderzeit, und nicht in Mannstunden angegeben. Für kleine Mobilseilkräne konnte ein mittlerer Montage-/Demontageaufwand von 5,5 Stunden festgestellt werden, bei einem Streubereich von 3 bis 10 Stunden. Bei mittleren Mobilseilkränen von rund 8 Stunden (Streubereich 4 bis 12 Stunden). Für die konventionellen Seilkräne und die grossen Mobilseilkräne kann der Aufwand für Montage und Demontage in Abhängigkeit der Seillinienlänge dargestellt werden. In der *Abbildung 10* sind die Aufwände konventioneller Anlagen jenen von grossen Mobilseilkränen gegenübergestellt. Ein Vergleich der beiden Geraden zeigt, dass bei Seillinienlängen zwischen 300 m und 600 m für die konventionellen Seilkräne mit einem Mehraufwand von rund 8 Stunden zu rechnen ist (etwa 1 Tag). Bei 300 m Linienlänge ist für die grossen Mobilseilkräne mit einem Montage-/

Demontageaufwand von rund 2 Tagen zu rechnen, für konventionelle Anlagen mit rund 3 Tagen. Dabei gilt es allerdings zu beachten, dass die Werte je nach Geländeschwierigkeiten um 50 bis 90% höher liegen können.

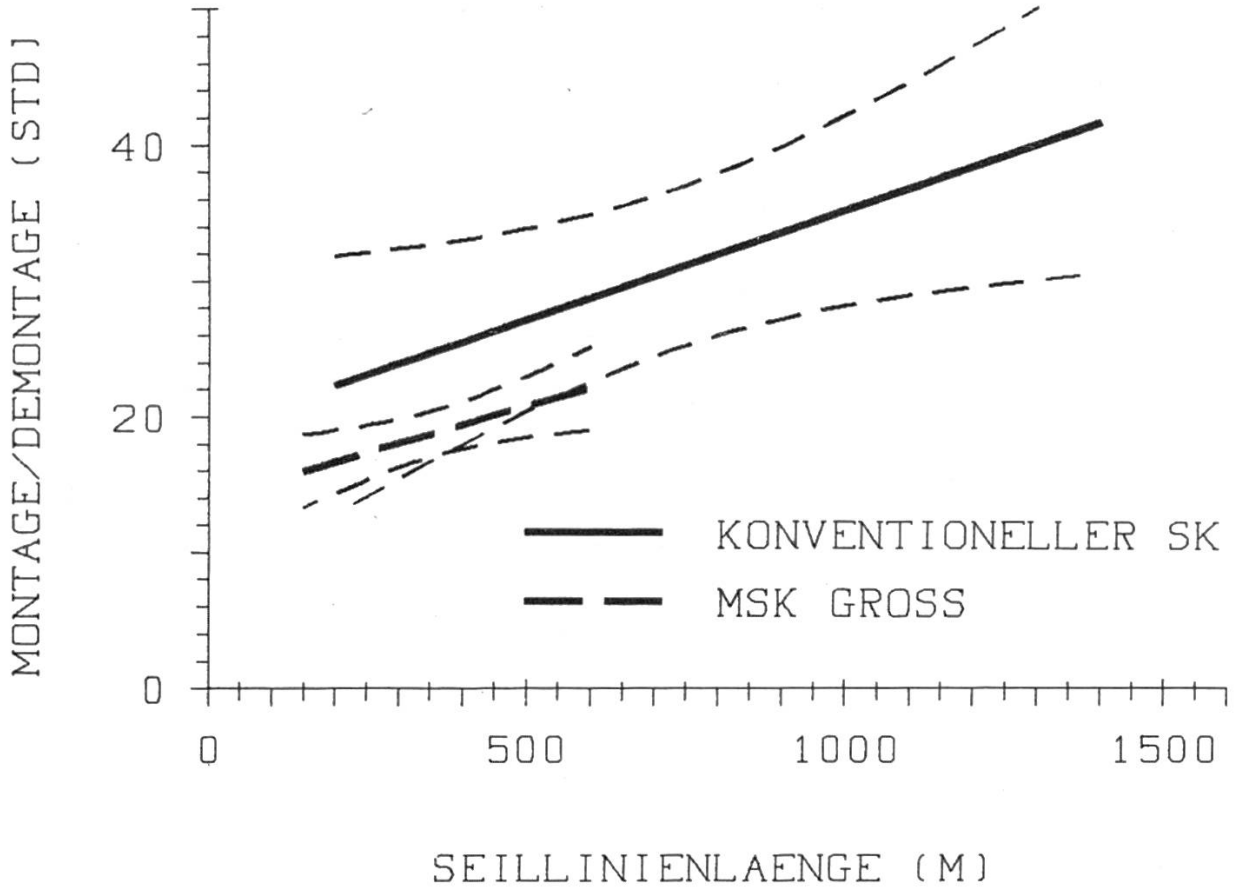

Abbildung 10. Aufwand für Montage und Demontage konventioneller Seilkräne und grosser Mobilseilkräne in Abhängigkeit der Seillinienlänge. Angaben in Systemstunden. Regressionsgeraden mit 95%-Vertrauensgrenzen für den Erwartungswert.

4.5 Kosten

In der Forstwirtschaft ist es allgemein üblich, die Maschinenkosten nach dem FAO/ECE-Schema zu berechnen. Die Betriebsstunde als Bezugsgrösse für die Kosten ist wenig sinnvoll, da ihre Erfassung vom Stundenzählertyp abhängig ist und eine Maschine während unproduktiver Zeiten nicht anderweitig eingesetzt werden kann. In neueren Veröffentlichungen wird daher empfohlen, die Kosten auf die produktive Maschinenarbeitsstunde, das heisst die Seilstunde, wie sie bereits erwähnt wurde, zu beziehen (*E. S. Miyata* 1980, E. S. Miyata / *H. M. Steinhilb* 1981, G. Rieger 1983). Die Herleitung der Maschinenkosten nach dem FAO-Schema ist zeitaufwendig, weshalb in der Praxis nach Faustformeln gesucht wird. Es konnten folgende derartigen Beziehungen gefunden werden:

– für konventionelle Seilkräne und kleine Mobilseilkräne
  MK = A / 2,5 MK Maschinenkosten pro Seilstunde (Fr./Seilstd.)
– für mittlere und grosse Mobilseilkräne
  MK = A / 3,0 A Anschaffungskosten (in 1000 Fr.)

Die obigen Näherungsformeln gelten für 120 bis 140 Einsatztage pro Jahr und eine Amortisationsdauer von 10 Jahren. Im Bereich von über 120 Einsatztagen pro Jahr kann mit einer Genauigkeit gerechnet werden, die weniger als 10% von der exakten Rechnung abweicht. Neben den reinen Maschinenkosten sind für den Vergleich verschiedener Maschinentypen vor allem die Systemkosten von Interesse. Unter Systemkosten versteht man alle Maschinenkosten und Personalkosten eines bestimmten Verfahrens pro Zeiteinheit. Zur Herleitung der Systemkosten werden die Personalkosten, die während der gesamten Einsatzzeit einer Maschine anfallen, auf die produktiven Seilstunden umgerechnet. Auf diese Weise können die Kosten direkt auf den Kostenträger, das heisst die zu rückende Holzmenge, umgerechnet werden, indem die Systemkosten pro Seilstunde durch die Leistung pro Seilstunde dividiert werden.

Zur Veranschaulichung sei der Rechengang an einem Beispiel erläutert.

Annahmen:	4 Mann Bedienungsmannschaft			
	Personalkosten	Fr.	24.–	pro Std.
	Anschaffungskosten	Fr. 140 000.–		(konventioneller Seilkran)
	Verhältnis Seilzeit/Einsatzzeit =	0,5 (vergleiche *Abbildung 8)*		
	MK = 140 / 2,5 =	Fr.	56.–	pro Seilstunde
	PK = (4 * 24) / 0,5 =	Fr.	192.–	pro Seilstunde
	Systemkosten = rund	Fr.	250.–	pro Seilstunde

MK Maschinenkosten pro Seilstunde
PK Personalkosten, umgerechnet pro Seilstunde

Bei einer Leistung von 5 m³ pro Seilstunde ergeben sich Rückekosten von 250 / 5 = Fr. 50.– pro m³.

Diese Art der Kostenermittlung eignet sich gut für grobe Schätzungen, ist jedoch für einzelne Holzschläge zu wenig präzis.

Die Leistung hängt bei Seilkränen in erster Linie vom mittleren Stückinhalt ab. Für konstante Systemkosten können somit die Kosten pro m³ in Abhängigkeit des mittleren Stückinhaltes angegeben werden. In der *Abbildung 11* sind die Kosten pro m³ für Mobilseilkräne ersichtlich, wobei die Kosten für das Verziehen und Lagern nicht inbegriffen sind. Bei gleichem mittlerem Stückinhalt ist die kleinere Maschine bezüglich Kosten jeweils überlegen. Amerikanische Untersuchungen kommen zu gleichen Ergebnissen *(C. B. Le Doux, J. D. Brodie* 1982). Um die Leistung zu steigern und die Kosten zu senken, muss das Verfahren bei Grossanlagen derart geändert werden, dass möglichst grosse mittlere Stückinhalte erreicht werden, eine Forderung, der im Ausland mit der Anwen-

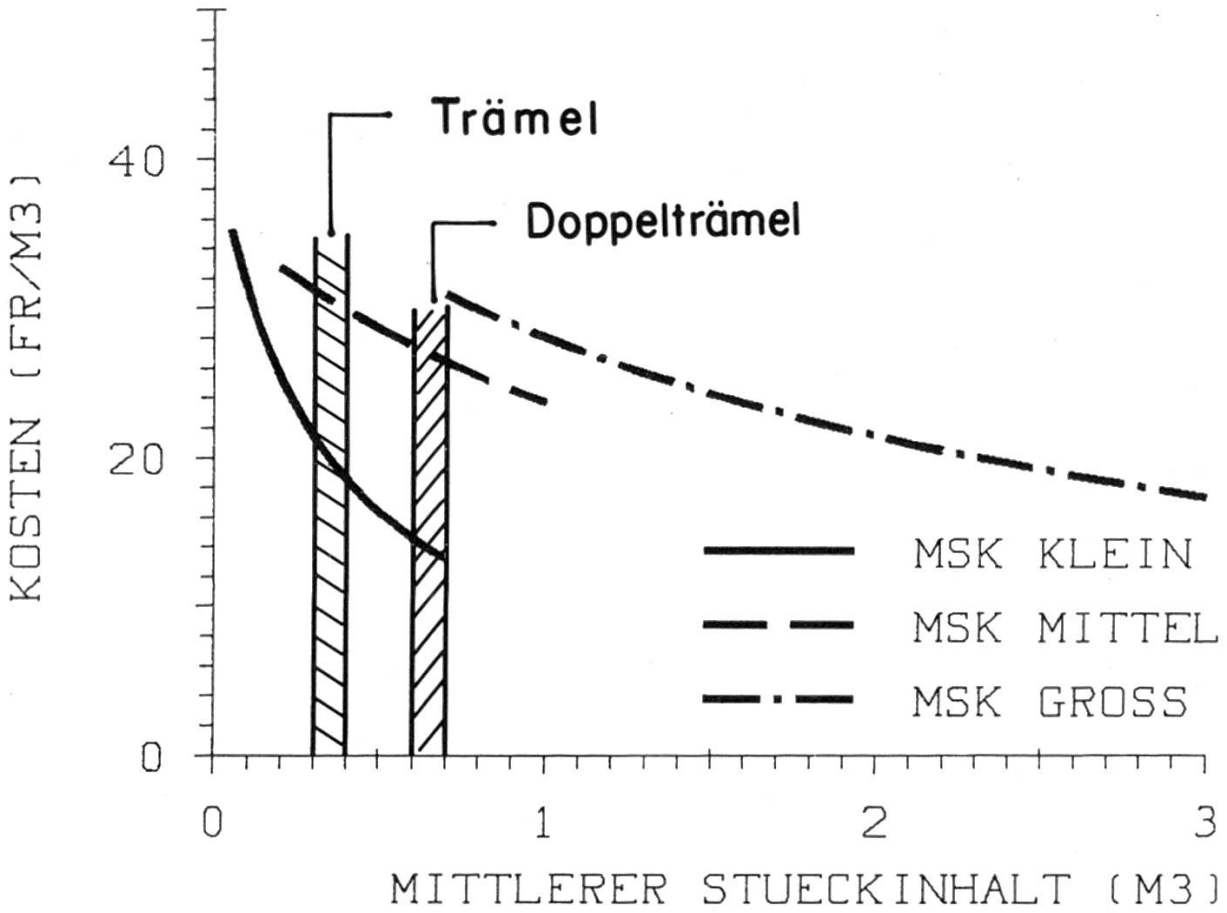

Abbildung 11. Seilbringungskosten in Abhängigkeit des mittleren Stückinhaltes und des Maschinentyps (ohne Kosten für Verziehen und Lagern). Rechnungsannahmen: Systemkosten MSK klein 115 Fr./Std., MSK mittel 220 Fr./Std., MSK gross 260 Fr./Std.

dung des Stamm- und Baumverfahrens konsequent nachgelebt wird. Die Grenzen für den Einsatz kleiner Seilkräne sind durch die maximale Tragkraft gegeben. Die oberen Grenzwerte liegen für kleine Mobilseilkräne bei rund 0,7 m^3 und für mittlere Mobilseilkräne bei rund 1,2 m^3 mittlerem Stückinhalt. Sollen aus waldbaulichen Gründen kurze Sortimentsstücke ausgehalten werden (mittlerer Stückinhalt bei Trämelsortierung = 0,3 bis 0,4 m^3), so ist eine kleine Maschine in jedem Fall zweckmässig.

5. Abschätzung des Maschinenbedarfs

Aus den Resultaten der Geländeklassifikation und den Seilkraneigenschaften, wie sie dargelegt worden sind, kann die optimale Anzahl Maschinen ermittelt werden, die für eine nachhaltige Nutzung benötigt wird. Im folgenden werden wiederum jene beiden Varianten herangezogen, die schon bei der Geländeklassifikation eingehender betrachtet worden sind: eine Variante 1 für Mo-

bilseilkräne mit 300 m Einsatzdistanz und eine Variante 2 für Mobilseilkräne mit 500 m Einsatzdistanz. Zur Herleitung des Maschinenbedarfs wurden folgende Merkmale verwendet:

- die mittlere jährliche Nutzung pro Geländeklasse, ermittelt aus der Geländeklassifikation und der Forststatistik und
- die Jahresleistung einer Maschine.

In der *Tabelle 1* sind die Jahresleistungen verschiedener Seilanlagen zusammengestellt, welche auf folgenden Annahmen basieren:

- einer jährlichen Einsatzzeit von 150 bis 175 Tagen;
- Leistungen pro Seilstunde, wie sie beim Beibehalten der Trämelaushaltung erwartet werden können.

Tabelle 1. Jahreskapazitäten verschiedener Seilkrantypen.

Seilkrantyp	*Mittlere Leistung (m^3/Std.)*	*Jahreskapazität*	
		150 Einsatztage pro J. (m^3)	*175 Einsatztage pro J. (m^3)*
Konventionell	5,0	3300	3900
Mobils. klein	5,5	4800	5600
Mobils. mittel	7,5	6500	7700

Die zugrundeliegenden jährlichen Auslastungen betragen rund das Doppelte jener Werte, die der *Eidg. Betriebszählung* (1977) entnommen werden können. 150 Einsatztage pro Jahr lassen sich nur erreichen, falls neue Organisations- und Einsatzformen gefunden werden können. 175 Tage liessen sich ausnahmsweise bei Katastrophennutzungen verwirklichen.

Aus der *Tabelle 2* geht der Maschinenbedarf für das gesamte Untersuchungsgebiet hervor.

Tabelle 2. Erforderliche Anzahl Seilkrantypen bei optimalem Einsatz für Voralpen, Alpen und Alpensüdseite.

	Seilkrantyp	*Öffentlicher Wald*	*Privatwald*
Variante 1 (300 m)	MSK 300 m	43 – 51	30 – 34
	SK < 1000 m	123 – 144	38 – 44
	SK > 1000 m	34 – 40	7
Variante 2 (500 m)	MSK 500 m	56 – 66	31 – 36
	SK < 1000 m	69 – 82	20 – 24
	SK > 1000 m	34 – 40	7

MSK Mobilseilkran
SK < 1000 m Konventioneller Seilkran bis 1000 m Einsatzdistanz
SK > 1000 m Konventioneller Seilkran über 1000 m Einsatzdistanz

Bei der Variante 1 fällt die Hauptrolle nach wie vor den konventionellen Seilkränen zu, von denen im öffentlichen Wald rund 170 und im Privatwald rund 45 Geräte eingesetzt werden könnten. Bei einer Vergrösserung der Einsatzdistanz der Mobilseilkräne von 300 m auf 500 m (Variante 2) behalten die konventionellen Anlagen zahlenmässig eine Vorrangstellung. Ein detaillierter Vergleich der beiden Varianten ergibt folgende Resultate:

- In allen Geländetypen gilt, dass mit Seilkränen, welche bergauf und bergab transportieren können, die Einsatzmöglichkeiten stark verbessert werden könnten.
- Die besten Voraussetzungen für Mobilseilkräne bietet der Geländetyp «Voralpen 3», in dem 1 bis 2 Maschinen pro Forstkreis ausgelastet werden könnten.
- In «Voralpen 2» mit einem hohen Privatwaldanteil liessen sich Mobilseilkräne optimal einsetzen, wenn für öffentliche und private Waldungen gemeinsame Lösungen angestrebt würden.
- In «Voralpen 1» und «Alpen 1» wären mittlere Mobilseilkräne mit 500 m Einsatzdistanz zu beschaffen, da derartige Maschinen innerhalb eines Forstkreises optimal ausgelastet werden könnten.
- In «Alpen 2» und «Alpen 3» wären zwar mittlere Mobilseilkräne mit 500 m Einsatzdistanz zweckmässig. Die Tatsache hingegen, dass lediglich ein Seilkran pro 3 bis 5 Forstkreise ausgelastet werden könnte, wird deren Einführung wohl verzögern. Es wird in diesen Gebieten daher eher eine Lösung zu suchen sein, die auf Unternehmereinsatz abstützt.
- Im gesamten «Alpensüd» könnte bestenfalls ein Mobilseilkran ausgelastet werden.
- Mit Ausnahme von «Voralpen 2» und «Voralpen 3» würden im gesamten Untersuchungsgebiet – selbst bei optimalem Einsatz von Mobilseilkränen – nach wie vor 1 bis 2 konventionelle Anlagen pro Forstkreis benötigt. Dieses Rückemittel hat bei uns also – entgegen der Entwicklung im benachbarten Ausland – noch lange nicht ausgedient.

6. Schlussbemerkungen

Zusammenfassend seien die gemachten Ausführungen mit einigen Gedanken abgerundet:

Mit der dargestellten Methode konnten die Gelände- und Erschliessungsverhältnisse überschaubar aufgezeigt werden. Diese Methode könnte auch angewandt werden, um den Erschliessungsstand in anderen Regionen nach objektiven Kriterien zu erfassen, damit die Einsatzmöglichkeiten bestimmter Rückemittel abgeleitet werden könnten. Ebenso wäre denkbar, auf einer ähnlichen Basis eine Typologie der schweizerischen Forstbetriebe zu entwickeln, die als

Grundlage für eine künftige Subventionspolitik dienen könnte. In Norwegen wird ein ähnliches Verfahren angewandt, indem Art und Höhe von Subventionen aufgrund einer Geländeklassifikation festgelegt werden.

Mit bescheidenen Mitteln war es anhand ausländischer Daten möglich, praxisnahe Angaben über Leistung und Aufwände verschiedener Seilkräne herzuleiten. Auch in der Schweiz müssten daher Anstrengungen unternommen werden, ein einheitliches System der Leistungserfassung einzuführen, um verbesserte Grundlagen für den Maschineneinsatz zur Verfügung zu haben.

Die wirtschaftliche Lage unserer Forstbetriebe wird sich in den nächsten Jahren wahrscheinlich weiter verschlechtern. Um die Forstwirtschaft im Gebirge zu stärken, ist deshalb insbesondere die Erschliessung weiter voranzutreiben. Daneben kommt – wie bereits erwähnt – den Rückemitteln eine bedeutende Rolle zu. Es wurde versucht, deutlich zu machen, wie der Holztransport mit konventionellen Seilkränen und Mobilseilkränen gelöst werden könnte. Der Autor ist sich bewusst, dass die gezeigte Lösung einen Idealzustand darstellt und dass wir heute nicht sagen können, wieweit dieser einmal verwirklicht wird. Dabei sei auf ein Zitat von *H. Steinlin* (1956) verwiesen, der geschrieben hat: «Wer recht gehabt hat, kann erst die Zukunft zeigen; vielleicht bringt uns diese Lösungen, an die wir heute gar nicht denken. – Das Wissen um das Ungewisse der Zukunft darf uns aber nie und nimmer daran hindern, mit Optimismus und Tatkraft an der Weiterentwicklung unserer Gebirgsforstwirtschaft zu arbeiten.»

Résumé

Possibilités de mise en service de câbles-grues en montagne

La récolte des bois en montagne est entravée par des problèmes de transport. Pour le débardage des bois hors de versants escarpés on utilise depuis longtemps des câbles-grues conventionnels. Au cours des années 1970 les câbles-grues mobiles ont été développés mais leur emploi en Suisse ne s'effectue pourtant qu'avec hésitation.

L'auteur expose les particularités de différents engins à câbles. En outre, il fait une classification de terrain en subdivisant la région des Préalpes, des Alpes et du Sud des Alpes en sept classes de terrain homogènes de façon à ce que chaque arrondissement forestier puisse être attribué à une de ces sept classes.

Avec les résultats de cette classification et les données d'exploitation de mise en service, de performance et de frais spécifiques à chaque câble-grue, il est possible de déduire, pour chaque type de terrain, l'aptitude d'un engin à câbles déterminé.

La solution exposée représente un état modèle qui devrait servir d'information pour les forestiers et les propriétaires de forêts et démontrer la nécessité de faire usage des procédés modernes.

Traduction: *M. Heinimann*

Eidg. Betriebszählung (1977): Öffentliche und private Forstbetriebe. Hg.: Eidg. Stat. Amt, Bern (Statistische Quellenwerke der Schweiz, Heft 584).

Fahrmeir, L., Hamerle, A. (1984): Multivariate statistische Verfahren. Walter de Gruyter, Berlin, New York, 796 S.

FAO (Hg.) (1981): Cable logging systems. FAO For. Paper, 24: 1–105.

Forstinspektorat GR (1979): Stand der Walderschliessung im Kanton Graubünden, Karte 1: 50 000, unveröffentlicht.

Heinimann, H. R. (1986): Seilkraneinsatz in den Schweizer Alpen. Eine Untersuchung über die Geländeverhältnisse, die Erschliessung und den Einsatz verschiedener Seilanlagen. Diss. ETH Nr. 7929, Zürich, 169 S.

Hosig, Ch. et al. (1982): Erschliessungs- und Holzerntekonzepte für den Wald des Kantons Wallis. Diplomarbeiten, Fachber. forstl. Ingenieurw., ETH Zürich, 49 S., unveröffentlicht.

Lienert, S. (1983): Zustand, Unterhalt und Ausbau von Wald- und Güterstrassen. Diss. ETH Nr. 7399, Zürich, 96 S.

Le Doux, C. B., Brodie, J. D. (1982): Maximizing financial yields by integrating logging and silviculture techniques. Journal of Forestry, *80,* 11: 717–720.

Löffler, H. (1984): Terrain classification for forestry. Final report of the team of specialists. ECE/FAO/ILO Joint committee on forest working techniques and training of forest workers. Paper TIM/EFC/WP. 1/R. 51, 34+21 S.

Miyata, E. S. (1980): Determining fixed and operating costs of logging equipment. General Technical Report NC-55, USDA, Forest Service, 16 S.

Miyata, E. S., Steinhilb, H. M. (1981): Logging system cost analysis: comparison of methods used. Research Paper NC-208, USDA, Forest Service, 15 S.

Ott, E. (1972): Erhebungen über den Zustand des Schweizer Waldes als Grundlage waldbaulicher Zielsetzungen. Eidg. Anst. forstl. Versuchsw., Mitt., *48,* 1: 1–193.

Rieger, G. (1983): Einsatz Kosten und Leistung forstlicher Maschinen. Forstl. Vers. Anst. Baden-Württemberg, Mitt., H. 106, 274 S.

Samset, I. (1967): Terrain classification of forest areas in the Greek mountains. Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen (Reports of the Norwegian Forest Research Institute), *22,* 84: 575–631.

Samset, I. (1975): The accessibility of forest terrain and its influence on forestry conditions in Norway. Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning (Reports of the Norwegian Forest Research Institute), *32,* 1: 45–94.

Steinlin, H. (1956): Entwicklungstendenzen beim Holztransport und bei der Walderschliessung. Bündnerwald, Beih. Nr. 6: 49–79.

Steinlin, H., Zehntner, K. (1953): Untersuchungen zur Verbesserung des Holztransportes im Gebirge. 1. Mitteilung. Eidg. Anst. forstl. Versuchsw., Mitt., *29,* 1: 131–168.

Stierlin H. R. (1979): Die Erfassung der Walderschliessung. Eidg. Anst. forstl. Versuchsw., Ber. Nr. 204, 31 S.