

Holzerntetechnik für das steile Gelände

von Fritz Frutig und Oliver Thees, Eidg. Forschungsanstalt WSL

1. Herausforderungen für die Holzernte am Hang

Im Schweizer Wald wachsen heute jährlich rund 10 Millionen m³ Holz nach, welche nur zu ca. 60% genutzt werden. Aufgrund der Nachfrageentwicklung der letzten Jahre kann davon ausgegangen werden, dass sich die jährliche Nutzungsmenge in Zukunft erhöhen wird. Grosse Holzvorräte finden sich heute vor allem in Hanglagen in den Voralpen und Alpen, wo aufgrund der höheren Holzerntekosten in den letzten Jahrzehnten vielerorts wenig bis gar kein Holz genutzt wurde. *Tab. 1* zeigt, dass rund zwei Drittel der Waldfläche in eingeschränkt oder gar nicht befahrbaren Hanglagen liegen.

Erschwerend für die Holzernte am Hang sind neben den geländebedingten Schwierigkeiten auch die vielerorts kleinparzellierten Besitzesstrukturen. Die daraus resultierenden kleinflächigen Holzschläge verlangen nach einer besseren Zusammenarbeit der Waldbesitzer. Die hochmechanisierten Holzerntesysteme lassen sich nur dann kostengünstig einsetzen, wenn pro Arbeitsort eine genügend grosse Holzmenge aufgearbeitet und gerückt werden kann.

Neben den ökonomischen Zielen des Waldeigentümers sind zunehmend besondere Standards bezüglich der Auswirkungen der Holzernte auf Boden und Bestand zu erfüllen. Im weiteren sind bei Arbeiten am Hang die körperliche Beanspruchung und die Unfallrisiken für die Arbeitskräfte

sowie der Maschinenverschleiss höher. Das zeigt, welche hohe Anforderungen an heutige Arbeitsverfahren für die Holzernte am Hang gestellt werden und wie komplex die Aufgabe ist, die Holzvorräte in diesen Lagen zu nutzen.

2. Stand und Entwicklung der Holzerntetechnik für das steile Gelände

Im befahrbaren steilen Gelände geht es darum, den Einsatzbereich bodengestützter Erntemaschinen am Hang durch technische Massnahmen auszuweiten. Die Entwicklung zielt darauf ab, die Bearbeitungsprozesse zu mechanisieren und die Rückprozesse kostengünstiger und umweltschonender zu gestalten, um auf die vielfach teureren Seilsysteme verzichten zu können. Der Fokus liegt vor allem darauf, die bewährte Vollernter- und Forwardertechnik auch im steilen Gelände einsetzen zu können, was mit Hilfe von spezialisierten Rad- und Raupenfahrgestellen sowie von Schreitwerken geschieht. Voraussetzungen für einen Dauereinsatz bei über 30% Hangneigung sind eine Vorrichtung, um die Kransäule vertikal zu stellen (sogenannt tiltbarer Kran), sowie eine nivellierbare Kabine. Hinzu kommen Traktionshilfswinden, um einen bodenschonenden Einsatz von Radmaschinen vor allem beim Rücken zu gewährleisten.

Im nicht befahrbaren steilen Gelände geht es darum, die Bearbeitungsprozesse des Entastens und Einschneidens aus dem Hang

Der Fokus richtet sich auf den Einsatz bewährter Vollernter- und Forwardertechnik auch im steilen Gelände.

Tab. 1: Waldfläche nach Hangneigungsklassen in der Schweiz, basierend auf den Ergebnissen des 3. Landesforstinventars (Stand 2006).

Hangneigungsklasse	Waldfläche		
befahrbar	< 30%	345 000 ha	30%
Hanglagen eingeschränkt befahrbar	30-60%	400 000 ha	34%
Hanglagen nicht befahrbar	> 60%	427 000 ha	36%

auf die Waldstrasse zu verlagern und sie hier unter günstigeren Bedingungen mechanisiert ausführen zu können. Das wichtigste Beispiel ist die seilgestützte Bringung von Vollbäumen mit anschliessendem Entasten und Einschneiden mittels Prozessor auf der Waldstrasse. Dieses Verfahren ist schon länger bekannt, hat sich aber erst in den letzten 10 Jahren in der Schweiz durchgesetzt. Anstoss dazu gab die Aufrüstung von Windwurfholz nach dem Orkan Lothar. Bei den Rückprozessen ist man bestrebt, die teuren Seilsysteme zu rationalisieren. Hier setzt man vor allem bei den Installationsprozessen an, um die mit hohen Fixkosten verbundene Montage und Demontage der Seilkrananlagen zu vereinfachen:

- der selbstfahrende Laufwagen erlaubt ein neigungsunabhängiges Rücken im Einseilsystem – ansonsten müsste meist aufwendig ein Dreiseilsystem installiert werden,
- schwere Raupenbagger als Träger von Mobilseilkränen müssen aufgrund ihres Eigenwichtes weniger aufwendig abgespannt werden und lassen sich daher rasch auf die nächste Linie umsetzen.

Gänzlich neue revolutionierende Technik für die Holzernte im steilen Gelände gibt es derzeit nicht. Es gibt jedoch eine Reihe von innovativen Entwicklungen – vorangetrieben vor allem von kleineren Forstmaschinenherstellern und Forstunternehmungen im Alpenraum – welche bestehende Systeme verbessern. Vor diesem Hintergrund werden in der Folge einige Beispiele für die befahrbaren und die nicht befahrbaren Hanglagen ausgewählt und ausführlicher dargestellt:

- der Raupen- und der Schreitvollernter, der selbstfahrende Laufwagen sowie der Mobilseilkran mit aufgebautem oder separatem Prozessor sind seit mehreren Jahren in der Praxis eingeführt,
- Forwarder (und Radharvester) mit Traktionshilfswinden sowie der Baggerseilkran sind neuere Entwicklungen, welche zunehmend zum Einsatz kommen.

3. Arbeitsverfahren für das befahrbare steile Gelände

3.1 Übersicht über die Einsatzschwerpunkte

Die Übersicht (Abb. 1) zeigt die Einsatzschwerpunkte der wichtigsten Holzernteverfahren für das befahrbare steile Gelände. Die Einordnung der Verfahren in das Schema erfolgt nach Merkmalen

- des *Geländes*, weil Hangneigung, Bodenrauigkeit und Bodentragfähigkeit seine Befahrbarkeit bestimmen,
- des *Bestandes*, weil vor allem die Baumdimensionen relevant sind für die Bemessung der Maschinen und die Leistungsfähigkeit des Verfahrens,
- und der geplanten *Eingriffe*, weil vor allem der Holzanfall massgeblich die Kosten beeinflusst.

Die grauen Felder mit der Bezeichnung der Verfahren zeigen deren Einsatzschwerpunkte und nicht die gesamten möglichen Einsatzbereiche.

3.2 Beispiel «Raupenvollernter und Radforwarder mit Traktionshilfswinde»

Arbeitsablauf: Der Raupenvollernter fällt die Bäume, entastet sie, schneidet sie ein und legt die Stammabschnitte am Gassenrand ab (Abb. 2). Bei Rückegassenabständen von mehr als 20 m werden die Bäume ausserhalb der Kranreichweite von ein bis zwei Personen motormanuell zugefällt. Für das Rücken des Holzes kommt nachfolgend auf der gleichen Rückegasse ein Forwarder mit Traktionshilfswinde zum Einsatz (Abb. 3). *Technik:* Raupenvollernter können zwar in Hanglagen bis 50 % Neigung und mehr arbeiten, aber es fehlte bisher ein passendes bodengestütztes Rückemittel. In der Folge wurde diese Lücke geschlossen, indem Forwarder (und heute vermehrt auch Radvollernter) mit einer Traktionshilfswinde ausgerüstet werden. Diese unterstützt das Fahren von Radmaschinen am Hang mit einer synchron zum Fahrtrieb laufenden Seilwinde. Zweck ist es, die Traktion des Fahrzeuges bei der Bergauffahrt und die

Es gibt eine Reihe von innovativen Entwicklungen, welche bestehende Systeme verbessern.

Einsatzschwerpunkte von Holzernteverfahren im befahrbaren steilen Gelände

	Holzanfall	Baum dimensionen	mittlere bis gute Bodentragfähigkeit					
			Bodenrauigkeit					
			gering				mittel	
			Hangneigung					
			30 %	40 %	50 %	60 %	30 70 %	
Kurzholz	hoch	stark	Rad vollerner & Forwarder	Raupen vollerner & Forwarder THW	Spezial raupen vollerner & Mobil seilkran	Schreit vollerner & Seilkran		
	mittel	mittel	Kombi Maschine Lightlander	Radvollerner THW & Forwarder THW				
	gering	schwach	Motorsäge : Boden laufwagen ully & Prozessor					
		alle Dimens.	Motorsäge & Schlepper					
Langholz	hoch	Baumholz	Raupenvollerner & Schlepper					
	gering	mittel stark	Motorsäge & Schlepper					

Abb. 1: Einsatzschwerpunkte von Holzernteverfahren im befahrbaren steilen Gelände. Die rote Umrandung bezeichnet die Beispiele für die vertiefte Betrachtung.
Anmerkungen: THW = Traktionshilfswinde; Spezialraupenvollerner: z.B. Valmet X3M mit 4 unabhängig aufgehängten Raupenlaufwerken.

Abb. 2: Fällen und Aufarbeiten mit einem Raupenvollerner am Hang in einem Fichtenbaumholz. Die Maschine befährt dabei die von ihr selbst angelegte Reisigmatte, um den Boden zu schonen und Wurzelverletzungen zu vermeiden.

Abb. 3: Rücken mit einem Forwarder mit Traktionshilfswinde.



E. Frutig, WSL



E. Frutig, WSL



F. Frutig, WSL

Abb. 4: Schreitvollernter bei der Aufarbeitung am Steilhang. Die Abschnitte werden anschliessend mit einem Seilkran bergab an die Waldstrasse gerückt.



F. Frutig, WSL

Abb. 5: Selbstfahrender Laufwagen. Auffällig sind die Rillenscheiben, welche vom Motor auf dem Laufwagen angetrieben werden und um die herum das Tragseil geführt wird. Unten ist das Hubseil zum Zuziehen und Heben der Lasten erkennbar.

Bremswirkung bei der Bergabfahrt zu verbessern um so den Schlupf möglichst zu minimieren und damit den Boden zu schonen. Mit der Traktionshilfswinde darf die Maschine jedoch nicht am Hang «aufgehängt» werden, sie muss ohne Zugkraft auf der Seilwinde noch sicher am Hang stehen bleiben und nicht abrutschen.

Einsatzschwerpunkt: Der Einsatzschwerpunkt des Arbeitsverfahrens liegt im 40 bis 50 % steilen, aber wenig rauen Gelände. Die Länge der Rückegassen sollte nicht mehr als ca. 350 m betragen, was der maximalen Seillänge der Traktionshilfswinde des Forwarders entspricht. Das Verfahren schliesst eine bisher nicht mechanisierte Lücke im eingeschränkt befahrbaren Gelände. Der Raupenvollernter spielt seine Stärke dort aus, wo eine hohe Standfestigkeit der Maschine und grosse Hubkräfte am Kran gefordert sind, nämlich im starken Holz und im Sturmholz. Die Traktionshilfswinde erlaubt ein sicheres und bodenschonendes Rücken mit dem Forwarder im steilen Gelände. Dort, wo das Verfahren am Steilhang als Alternative zum Rücken mit Seilkran eingesetzt werden kann, ergeben sich in der Regel günstigere Holzerntekosten.

3.3 Beispiel «Schreitvollernter und Seilkran mit selbstfahrendem Laufwagen»

Arbeitsablauf: Unter schwierigen Geländebedingungen am Steilhang fällt und en-

tastet der Schreitvollernter die Bäume und schneidet sie in Abschnitte ein (Abb. 4). Da sich die Maschine nur langsam bewegen kann und ihre Kranreichweite auf 6-7 m beschränkt ist, wird ein Teil der Bäume in der Regel motormanuell zugefällt. Dies verbessert die Produktivität des Schreitvollernters. Die aufgearbeiteten Abschnitte werden vom Schreitvollernter geordnet auf Haufen abgelegt, was die Lastbildung und den Zuzug erleichtert und sich damit positiv auf die Produktivität beim Seilkranrücken auswirkt.

Technik: Der Schreitvollernter ist ein Vollernter auf der Basis der bekannten Schreitbagger und besitzt eine hohe Kletterfähigkeit und Standfestigkeit am Hang. Die Maschinen können sich daher im sehr steilen und rauen Gelände sowie aufgrund des relativ geringen Gewichtes von etwa 13 Tonnen auf beschränkt tragfähigen Böden bewegen.

Selbstfahrende Laufwagen bewegen sich mit eigenem Antrieb fernbedient auf einem Tragseil (Abb. 5). Dadurch ist es möglich, mit einem Einseilsystem unabhängig von der Bringungsrichtung – also bergauf, bergab oder horizontal – zu rücken. Die Verwendung einer hydraulischen Spannvorrichtung mit aufgebautem Mast erleichtert das Aufstellen der Anlage sowie das Absenken des Laufwagens zum Tanken und für Wartungs- und Reparaturarbeiten.

Laufwagen mit eigenem Antrieb rücken mit Einseilsystem bergauf, bergab oder horizontal.

Einsatzschwerpunkt: Die Stärke des Arbeitsverfahrens liegt in Hanglagen von 30 bis 70 % Neigung mit ausgeprägter Rauheit des Bodens (Gräben und Blocküberlagerungen) oder eingeschränkter Bodentragfähigkeit, wo erschliessungsbedingt bergab gerückt werden muss und es nicht möglich ist, Vollbäume zu rücken. Das kann der Fall sein bei grosser Steilheit, bei Steinschlaggefahr, bei grossen Risiken von Bestandsschäden und wenn Äste, Reisig und Nadeln bei nährstoffarmen Standorten im Bestand verbleiben sollen. In solchen Fällen werden die Bäume im Bestand mechanisiert aufgearbeitet und als Abschnitte bergab freihängend gerückt.

Der selbstfahrende Laufwagen eignet sich besonders gut für kurze Rückedistanzen, für die Bergabbringung und für schwache bis mittelstarke Holzdimensionen.

4. Arbeitsverfahren für das nicht befahrbare steile Gelände

4.1 Übersicht über die Einsatzschwerpunkte

Die Übersicht (Abb. 6) zeigt die Einsatzschwerpunkte der wichtigsten Holzernteverfahren für das nicht befahrbare steile Gelände. Die Einordnung der Verfahren in das Schema orientiert sich an Merkmalen des Geländes und der Erschliessung sowie an der Eingriffsstärke. Von Gelände und Erschliessung hängen massgeblich die Länge der Seillinie und die Transportrichtung und damit die Höhe der Fixkosten ab. Aus der waldbaulichen Eingriffsstärke resultiert die zu rückende Holzmenge, welche die Stückkosten massgeblich beeinflusst. Aufgrund der Tragseillängen kommen für Entfernungen bis rund 600 (800) m Mobilseilkranne, darüber hinaus Langstreckenseilanlagen (Schlittenwinden) zum Einsatz.

Einsatzschwerpunkte von Holzernteverfahren im **nicht befahrbaren** steilen Gelände

Holz anfall	Hanglänge und Transportrichtung		
	< 600 (800) m		> 600 (800) m
	bergauf	bergab	
hoch > 1.0 m n'	Kombiseilgerät oder Mobilseilkran und Bagger Prozessor Vollbaum verfahren	Mobilseil seilkran (Vehrseil system) Kurzholz verfahren	Seilkran mit Doppel Lauf wagen Vollbaum Verfahren (liegend)
mittel 0.5 1.0 m n'		Seilkran mit selbstfah rendem Laufwagen	Konventioneller Seilkran Kurzholz verfahren Vollbaum Verfahren
gering < 0.5 m n'	Bagger Seilkran Vollbaum verfahren	Kurzholz verfahren	Helikopter Kurzholz oder Vollbaumverfahren

Abb. 6: Einsatzschwerpunkte von Holzernteverfahren im nicht befahrbaren steilen Gelände. Die rote Umrandung bezeichnet die Beispiele für die vertiefte Betrachtung.



F. Frutig, WSL

Abb. 7: Mobilseilkran und Prozessor auf gemeinsamem Trägerfahrzeug (Kombiseilgerät) bei der Rückung von Vollbäumen bergauf.



F. Frutig, WSL

Abb. 8: Mobilseilkran und Prozessor auf separaten Trägerfahrzeugen.

4.2 Beispiel «Mobilseilkran mit aufgebautem oder separatem Prozessor»

Arbeitsablauf: Die Bäume werden im Bestand motormanuell gefällt, allenfalls wird ein Teil der Krone abgezopft. Dann werden die Vollbäume mit einem Mobilseilkranssystem an die Waldstrasse gerückt und dort mit einem Prozessor entastet und eingeschnitten. Die aufgearbeiteten Abschnitte müssen aus Platzgründen von Zeit zu Zeit abtransportiert werden.

Technik: Es gibt zwei verschiedene Ausprägungen dieses Arbeitsverfahrens:

- Der Mobilseilkran (Mast, Antrieb, Seilwinden, Seiltrommeln, Bedienungskabine) ist zusammen mit dem an einem Hydraulikkran montierten Prozessorkopf auf einem gemeinsamen Trägerfahrzeug, meist einem 3- oder 4-achsigen Lastwagen aufgebaut (Abb. 7). Dank der Funkfernbedienung kann dieses System mit minimal 2 Personen betrieben werden. Während dem Anhängen der Lasten, dem Zuziehen zur Seillinie und dem Rücken entlang der Seillinie kann der Maschinist mit dem Prozessor das Holz der vorangegangenen Last aufarbeiten.
- Der Mobilseilkran ist auf einem Anhänger oder Lastwagen aufgebaut und kann auch für die Rückung von im Bestand aufgearbeitetem Holz (freihängendes Rücken von Kurzholz) eingesetzt werden (Abb. 8). Der Prozessor ist auf einem eigenen Trägerfahrzeug, in der Regel

auf einem Radbagger, aufgebaut. Damit lässt sich der Prozessor bei Bedarf auch in anderen Arbeitsverfahren einsetzen, beispielsweise für die Aufarbeitung von Vollbäumen, welche mit dem Helikopter gerückt wurden. Die Anschaffungskosten sind bei diesem System in der Regel höher (2 Trägerfahrzeuge), ebenso werden 2 Maschinisten benötigt, das System ist aber flexibler im Einsatz, leistungsfähiger im Starkholz sowie weniger anfällig auf Engpässe in der Holzabfuhr.

Einsatzschwerpunkt: Der Einsatzschwerpunkt liegt im mittleren bis starken Holz und bei der Bergaufrückung über Entfernungen bis ca. 600m (maximal 800m) zur Waldstrasse. Die Bergabrückung von Vollbäumen ist bei mässig steilem und wenig rauem Gelände zwar verfahrenstechnisch möglich, stösst aber bei Durchforstungen aufgrund der Schäden am verbleibenden Bestand rasch an Grenzen. Das Verfahren eignet sich besonders gut bei grossem Holzanfall und ist leistungsmässig, kostenmässig und auch ergonomisch den Sortiments-Seilverfahren überlegen.

4.3 Beispiel «Baggerseilkran und Prozessor»

Arbeitsablauf: Nach dem Aushieb der Seilstrasse und der Installation der Seilkrananlage werden die Bäume mit der Motorsäge seilunterstützt gefällt. Das Rücken der Vollbäume erfolgt bergauf mit dem auf der

Die Vollbäume werden mit einem Mobilseilkran-system an die Waldstrasse gerückt und dort mit einem Prozessor entastet und eingeschnitten

Geländeklasse	befahrbares steiles Gelände		nicht befahrbares steiles Gelände	
Arbeitsverfahren	Kurzholzverfahren	Kurzholzverfahren	Vollbaumverfahren	Vollbaumverfahren
	Raupenvollernter & Forwarder mit Traktionshilfswinde	Schreitvollernter & Seilkran mit selbstfahrendem Laufwagen	Kombiseilgerät oder Mobilseilkran & Baggerprozessor	Baggerseilkran & Prozessor
	Fällen, Aufarbeiten: 1(-2) Personen Rücken: 1 Person	Fällen, Aufarbeiten: 2 Personen Rücken: 2-3 Pers.	Fällen, Rücken, Aufarbeiten: 3 Personen	Fällen, Rücken: 3 Personen Aufarbeiten: 1 Pers.
Einsatzbedingungen				
Hangneigung	30-60%	30-70%	> 60%	> 60%
Bodenrauheit	gering	gross	unabhängig	unabhängig
Bodentragfähigkeit	gut	eingeschränkt	unabhängig	unabhängig
Holzdimensionen	mittel - stark	schwach - mittel	mittel - stark	schwach - mittel
Hanglänge	200-400 m	200-400 m	200-800 m	200-400 m
Rückerichtung	bergauf/bergab	bergauf/bergab	bergauf/bergab	bergauf/bergab
Holzanfall	hoch	gering - mittel	hoch	gering
Wirkungen				
Investitionen	Raupenvollernter 600'000 CHF Forwarder mit Traktionshilfswinde 400'000 CHF	Schreitvollernter 500'000 CHF Selbstfahrender Laufwagen 150'000 CHF	Kombiseilgerät 600'000 CHF oder Mobilseilkran 450'000 CHF Baggerprozessor 250'000.- CHF	Baggerseilkran 400'000 CHF Baggerprozessor 250'000 CHF
Produktivität Bearbeitung	15-18 m ³ /MAS	10-15 m ³ /MAS	8-12 m ³ /MAS	15-20 m ³ /MAS
Produktivität Rücken	8-14 m ³ /MAS	8-10 m ³ /MAS	8-12 m ³ /MAS	5-10 m ³ /MAS
Kosten	40-50 CHF/m ³	70-80 CHF/m ³	60-70 CHF/m ³	50-60 CHF/m ³
Besondere Risiken Bodenpfleglichkeit	Spurbildung	flächiges Befahren	Bodenschürfungen/ Erosion	Bodenschürfungen/ Erosion
Besondere Risiken Bestandespfleglichkeit	Wurzelverletzungen durch Raupen	Rückeschäden	Nährstoffentzug, Rückeschäden	Nährstoffentzug, Rückeschäden
Besondere Risiken Arbeitssicherheit und Ergonomie	Umstürzen der Maschinen	Umstürzen des Schreitvollernters, Abrollen Abschnitte	Motorsägenarbeit beim Fällen	Motorsägenarbeit beim Fällen
Stärken	effizient bei grossem Holzanfall und im starken Holz, bodenschonendes Rücken	hochmechanisiertes Verfahren für Bergabbringung wenn Vollbaumrückung nicht möglich	flexibel bezüglich Gelände und Witterung und effizient bei grossem Holzanfall	effizient bei kleinen Holz mengen pro Seillinie wo häufiges Umstellen der Anlage nötig

Tab. 2: Charakteristische Merkmale innovativer Arbeitsverfahren für das steile Gelände (MAS = Maschinenarbeitsstunde).

Waldstrasse oberhalb des Holzschlages positionierten Baggerseilkran. Die Vollbäume werden in der Seiltrasse abgelegt, sofern sie nicht abrutschen. In einem späteren Arbeitsschritt werden sie mit einem Prozessor auf der Waldstrasse aufgearbeitet.

Technik: Der Baggerseilkran (Abb. 9) besteht aus einem Raupenbagger und einem am Ausleger montierten Seilkranmast mit Stützfuss und Winden. Durch das hohe Eigengewicht des Baggerseilkrans von ca. 30 Tonnen wird eine hohe Standfestigkeit erreicht, so dass die Abspannung des Mastes am Bagger selbst in der Regel genügt und keine weiteren Mastabspannungen nötig sind. Das erlaubt die Aufstellung der Anlage mit vergleichsweise geringem Zeit- und Kostenaufwand.

Einsatzschwerpunkt: Der Einsatzschwerpunkt liegt bei der Bergaufrückung von Vollbäumen auf nicht befahrbaren, kurzen Hängen von 200-400 m. Das Verfahren eignet sich besonders für schwaches und mittelstarkes Holz und bei geringem Mengenanfall pro Seiltrasse und folglich häufigem Trassenwechsel. Allerdings stellt das Verfahren hohe Ansprüche an die Erschliessungsinfrastruktur, da der schwere Raupenbagger auf einem Tiefbettanhänger an den Einsatzort gebracht werden muss.

5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Table 2 gibt einen Überblick über die 4 ausgewählten und vorangehend beschriebenen Arbeitsverfahren und erlaubt – auch wenn viele Angaben als Grössenordnungen zu betrachten sind – eine erste differenzierte Beurteilung. Die schwierigen Arbeitsbedingungen im steilen Gelände erfordern eine besondere Sorgfalt bei der Planung und Durchführung der Holzernte. Bereits die Auswahl der Verfahren bestimmt zum grössten Teil das Ergebnis bezüglich Leistung und Kosten sowie der Wirkungen auf Mensch und Umwelt. Daher ist es sehr wichtig, die Einsatzschwerpunkte der Verfahren genau zu kennen und die Wahl der Arbeitsverfahren im Einzelfall anhand der



Herzog Forsttechnik

Abb. 9: Baggerseilkran - die Abspannung des Mastes an der Maschine selber ist gut erkennbar. Das Gelände ist nicht extrem steil, so dass die Vollbäume in der Gasse liegen bleiben und nicht abrutschen.

gegebenen Einsatzbedingungen zu treffen. So ist es zum Beispiel nicht zwingend, dass die seilgestützten Verfahren immer teurer sind als die bodengestützten. Hinzu kommt, dass im Einzelfall der Bodenschutz hohe Priorität geniessen kann und daher die grössere Unabhängigkeit der seilgestützten Verfahren gegenüber Gelände und Witterung hoch bewertet wird.

Bei der Holzernte im steilen Gelände der Schweiz wird die Arbeit mit der Motorsäge, insbesondere für Fällarbeiten, auch in Zukunft eine wichtige Rolle spielen. Dies gilt nicht nur für das nicht befahrbare, sondern auch für das befahrbare steile Gelände, also dort wo man gezielt geländegängige Vollernter einsetzt, um die Bearbeitungsprozesse zu mechanisieren. Auch hier muss meist ein Teil der Bäume den Vollerntern aus verschiedenen Gründen motormanuell zugefällt werden. Bemerkenswert ist aber, dass bei allen Verfahren nicht mehr mit der Motorsäge entastet wird.

Dieser Artikel erschien erstmals im Bündner Wald, Ausgabe Juni 2011, S. 5-13

Kontakt:

Fritz Frutig, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Forstliche Produktionssysteme, friedrich.frutig@wsl.ch

Dr. Oliver Thees, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Forstliche Produktionssysteme, oliver.thees@wsl.ch

Bereits die Auswahl der Verfahren bestimmt zum grössten Teil das Ergebnis bezüglich Leistung und Kosten ...