Holzbringung in schwierigem Gelände

Über Hänge und Nassstellen hinweg – Kleinseilbahnen bieten interessante Lösungen.

Thomas Fottner, Hans Feist und Konstantin Benker

Der Bayerischen Waldbauernschule steht zu Lehr-und Testzwecken eine Kleinseilbahn der Firma Maxwald zur Verfügung. Bei einer Arbeitsstudie zusammen mit der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft konnten einige Stärken und Schwächen dieser standort- und bestandsschonenden Bringungstechnik aufgedeckt und beschrieben werden.

Die Durchforstung in nadelholzreichen Jungbeständen ist eine wichtige Maßnahme zur Verbesserung der zukünftigen Bestandsstabilität unserer Wälder. In schwierigen Lagen, wie Steilhängen oder stark vernässten Standorten, wird diese wichtige Maßnahme häufig nicht oder erst zu einem sehr späten Zeitpunkt durchgeführt. Grund dafür ist, dass mit konventioneller Technik solch ein Gelände kaum befahrbar und Spezialtechnik nicht verfügbar oder zu teuer ist. Hier kann der Einsatz einer Durchforstungsseilbahn eine Lösung sein. Kurzstrecken-Seilbahnen werden von verschiedenen Herstellern angeboten. Der Bayerischen Waldbauernschule steht zu Test- und Übungszwecken eine Kleinseilbahn der Firma Maxwald zur Verfügung. An deren Beispiel soll hier zum einen das Grundprinzip der Bergauf-Seilbringung erläutert werden, zum anderen beleuchten Ergebnisse einer Arbeitsstudie ökonomische Aspekte.

Eine Kleinseilbahn für kurze Distanzen

Bei der Seilkranbringung wird ein Tragseil in einer zuvor angelegten Trasse gespannt. Die Maxwald-Seilbahn hat in der Grundausstattung keinen eigenen Mast, sodass für die Fixierung des Tragseils jeweils ein Baum am Beginn und am Ende der Trasse erforderlich ist. Zum sicheren Betrieb müssen diese sogenannten Endmastbäume noch an anderen Ankerbäumen abgespannt werden. Die Tragseilhöhe richtet sich nach den Geländegegebenheiten und soll eine »Kopf-Hoch-Rückung« des Holzes ermöglichen. Die Maxwald-Kleinseilbahn ist für Trassenlängen bis etwa 250 Meter konzipiert. Bei langen Trassen oder Geländekanten kann der Einbau einer überfahrbaren Tragseilstütze (Abbildungen 1 und 2) erforderlich sein.

Ein etwa 40 kg leichter Laufwagen (Abbildung 4) fährt auf dem Tragseil durch die Schwerkraft angetrieben bergab bis zum liegenden Holz. Das Zugseil wird an der Winde am Schlepper abgebremst, sodass der Laufwagen nicht ungebremst an einen Laufwagenstopper in Form eines Schäkels am Tragseil fährt. Am Laufwagen befindet sich eine Hubrolle mit der Last, die vom Zugseil gehoben und gesenkt wird. Schließlich werden das Zugseil und der Laufwagen von einer mechanisch gesteuerten Maxwald-Anbauseilwinde bewegt. Für den Windenantrieb reicht ein kleiner Standardschlepper aus. Die Kleinseilbahn ist je nach verwendetem Tragseil für

Abbildung 1: Eine überfahrbare Stütze sichert bei langen Seiltrassen oder Geländekanten eine ausreichende Tragseilhöhe.

Abbildung 2: An einer Buche bringt ein Arbeiter eine überfahrbare Stütze an.

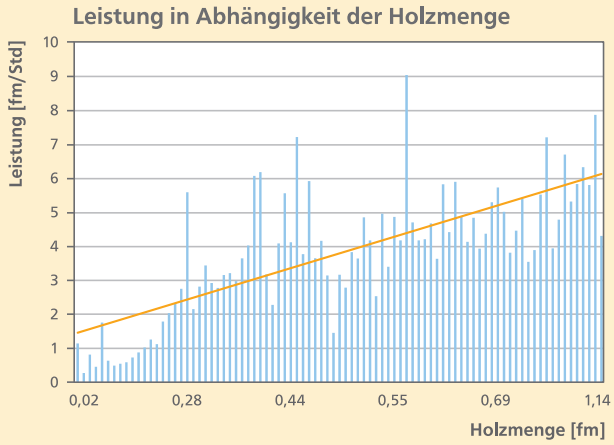

Abbildung 3: Leistung in Fm/h in Abhängigkeit der angehängten Holzmenge. Je größer die angehängte Holzmenge je Fuhre, desto höher die Leistung.

eine Anhängelast von bis zu 1.000 kg ausgelegt. Dies ist für schwache bis mittelstarke Durchforstungen ausreichend. Für die Bedienung der Kleinseilbahn sind zwei Personen notwendig. Der »Maschinist« bedient die Seilwinde am Schlepper, hängt das Holz ab und versucht dabei, die Sortimente am Lagerort zu trennen. Der »Anhänger« in der Seiltrasse bündelt das Holz mit einem Sappie vor und hängt es an der Hubrolle des Zugseils an. Funkverbindung mit vereinbarten Kommandos sind für einen sicheren und rationellen Betrieb wichtig.

Optimale Lastbildung entscheidend für hohe Leistung

In der Auswertung der Arbeitsstudie wurde deutlich, wie stark die Holzmenge je Fuhre die Leistung beeinflusst. Dazu folgendes Beispiel: Bei 0,3 Festmeter (Fm) Lastgröße je Fuhre ergibt sich eine mittlere Leistung von 2,5 Festmeter je Stunde (Fm/h), bei 0,8 Fm steigt die Leistung auf knapp 6 Fm/h. Die Leistung der Seilbahn ist also umso höher, je mehr Holz pro Fuhre angehängt wird (Abbildung 3). Dabei darf die maximale Anhängelast nicht überschritten werden. Bei der Studie konnten wir aufgrund des schwachen Tragseils lediglich 650 kg anhängen, was bei waldfrischem Fichtenholz in etwa 0,9 Fm bzw. 7,5 Stammabschnitten pro Ladung entspricht.

Um eine hohe Leistung zu erzielen, gilt es also, die Seilbahn möglichst »voll« zu beladen. Dies ist während der Arbeitsstudie mit im Schnitt 3,2 Stammabschnitten je Fuhre nicht immer gelungen. Ein Grund dafür ist das Hubrollensystem der Kleinseilbahn. Sobald der erste Stamm hängt, kann konstruktionsbedingt nur in einem kleinen Umkreis zugehängt werden. Liegt das Holz sehr verstreut, stimmt die Fällordnung nicht oder wurden die einzelnen Stämme zuvor nicht zu ausreichenden Lastgrößen gebündelt, kann man die maximale Anhängelast nicht ausnutzen. Die Folge ist eine geringere Leistung. Rückt man sortimentsweise, verstärkt sich dieses Problem. Deshalb sollte die Holzsortierung erst am Abladeplatz stattfinden. Gelingt es, durch Vorarbeit optimale Lastgrößen zu bilden, kann durchaus von höheren Systemleistungen ausgegangen werden.

In der Kürze liegt die Würze!

Die Rückedistanz wird von der Länge des Hanges vorgegeben. Im Gegensatz zur Lastgröße kann man sie bei der Arbeitsausführung nicht aktiv beeinflussen. Vor allem bei der Hiebspla-

Abbildung 4: Der leichte Laufwagen ist technisch sehr einfach gehalten. Durch das Hubrollensystem verdoppelt sich die Kraft beim Anheben der Last.

Abbildung 5: Sobald ein Stamm angehängt ist, kann nur noch in begrenzter Entfernung zugehängt werden. In diesem Fall liegen die Stämme nah genug.

Tabelle 1: Matrix zu Holzmenge und Rückedistanz. Die höchste Leistung wird bei kurzer Rückedistanz und hoher Holzmenge je Fuhre erreicht.

	Holzmenge je Fuhre				
Rückedistanz	0,2 Fm	0,4 Fm	0,6 Fm	0,8 Fm	1, 0 Fm
200 m	1,4	1,9	2,9	3,6	3,8
150 m	1,6	2,2	3,4	4,2	4,4
100 m	1,8	2,4	3,7	4,6	4,8
50 m	2,0	2,7	4,2	5,2	5,5

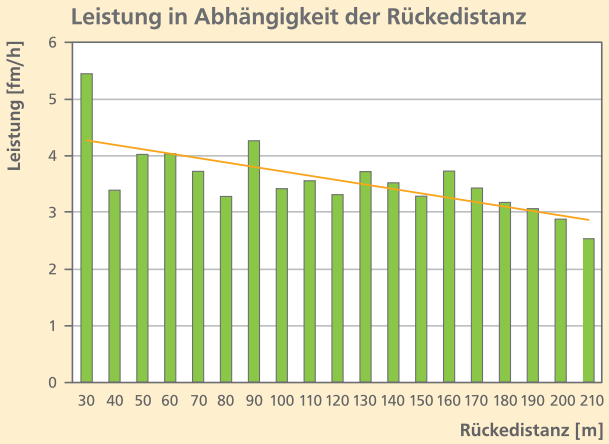

Abbildung 6: Leistung in Fm/h in Abhängigkeit der Rückedistanz. Deutlich erkennbar: Je größer die Rückedistanz, desto geringer die Leistung.

nung ist sie aber wichtig, um Zeitbedarf und Kosten der Seilbringung einschätzen zu können.

Wie zu erwarten, wirkt sich die Trassenlänge und damit die Rückedistanz unmittelbar auf die Leistung der Seilbahn aus (Abbildung 6). Es gilt: Je länger die Rückedistanz, desto geringer die Leistung. Der Einfluss ist aber weniger stark als bei der Lastgröße. So beträgt die Leistung bei gleicher Holzmenge je Fuhre und einer Rückedistanz von 50 m etwa 4 Fm/h, bei einer Rückedistanz von 200 m immerhin noch 3 Fm/h.

Der Zeitaufwand für Auf- und Abbau der Seilbahn mit zwei Personen beträgt in etwa 4 bis 5 Stunden und verlängert sich nur geringfügig mit zunehmender Trassenlänge. Berücksichtigt man dies bei den Kosten je Festmeter, wird der Nachteil langer Trassen weiter relativiert.

Leistungsbeeinflussend wirkt neben Lastgröße und Rückedistanz auch der Beizug, also das Zuziehen der Last aus dem Bestand zur Trasse. Man könnte vermuten: Je größer der Trassenabstand, desto größer die Beizugentfernung und die Dauer des Beizugs. Bei der Arbeitsstudie konnten wir dies aber nicht feststellen. Die Zeit für den Beizug ist gemessen an der Gesamtzeit einer Fuhre gering, so dass sie von anderen Einflussgrößen überlagert wird. Die Beizugentfernung wirkt sich nicht messbar auf die Systemleistung aus. Sollte der Trassenabstand allerdings größer sein (bei unserer Studie betrug er 20 bis 25 m), könnte sich die größere Beizugentfernung durchaus negativ in der Leistung bemerkbar machen.

Ausschlaggebend für die Leistung sind also Holzmenge je Fuhre und Rückedistanz. Betrachtet man diese beiden Faktoren gleichzeitig und verschneidet sie, lässt sich eine Matrix erstellen (Tabelle 1). Unter der Annahme, dass der Einfluss der Holzmenge je Fuhre bei allen Rückedistanzen gleich groß ist, ergeben sich nach unserer Arbeitsstudie diese Leistungszahlen in Fm/h. Fällen und Aufarbeiten sowie Poltern des gerückten Holzes sind dabei nicht berücksichtigt.

Abbildung 7: Mit circa 500 kg wurde bei dieser Fuhre die maximale Anhängelast nicht ausgereizt.

Abbildung 8: Die Möglichkeit, am Holzabladeplatz zu sortieren, ist sehr begrenzt. Es ist also von Vorteil, möglichst wenige Sortimente auszuhalten.

Tabelle 2: Kosten und Erlöse bei drei verschiedenen Varianten mit unterschiedlicher Rückeleistung

		Variante 1 2,0 Fm/h Seilkran	Variante 2 3,5 Fm/h Seilkran	Variante 3 5,0 Fm/h Seilkran
Kosten [€/Fm]	Bringung Seilkran	31,40 €	17,90 €	12,60 €
	Fällung und Aufarbeitung	9,50 €	9,50 €	9,50 €
	Montage/Demontage Seilkran	4,70 €	4,70 €	4,70 €
	Gantern mit Rückeanhänger je fm	6,80 €	6,80 €	6,80 €
	Gesamtkosten	52,40 €	38,90 €	33,60 €
Erlöse [€/Fm]	Holzverkauf	65,00 €	65,00 €	65,00 €
	Förderung	10,00 €	10,00 €	10,00 €
	Gesamterlös	75,00 €	75,00 €	75,00 €
Holzerntekostenfreier Erlös [€/Fm]		**22,60 €**	**36,10 €**	**41,40 €**

Was kostet das Ganze?

Diese Frage ist nicht so einfach zu beantworten, da die Leistung und damit die Kosten von zahlreichen Einflussgrößen abhängen und so von Einsatz zu Einsatz stark schwanken können. Tabelle 2 zeigt eine Beispielrechnung für den kompletten Prozess vom Fällen bis zum gepolterten Holz frei Waldstraße. Als Stundenlöhne der beiden Waldarbeiter (Seilwindenführer und Anhänger) haben wir in Anlehnung an übliche Maschinenringsätze jeweils 20 €/h. angenommen. Mit berücksichtigt ist die staatliche Förderung, die man unter Umständen für »Bodenschonende Bringung« nach der neuen Richtlinie (WaldFöPR 2014) in Anspruch nehmen kann.

Abbildung 9: Ein Schlepper mit Rückeanhänger sammelt das Holz auf und legt sortimentsweise an geeigneten Stellen Polter an.

Fazit

Wesentliches Ergebnis der Arbeitsstudie ist, dass die Leistung der Maxwald-Kleinseilbahn von folgenden Größen deutlich beeinflusst wird – Auslastung der maximalen Anhängelast sowie Rückedistanz. Das kann als allgemeingültig angesehen werden. Die exakten Leistungszahlen einer Arbeitsstudie gelten aber immer nur für bestimmte Bedingungen und sind nicht beliebig auf andere Hiebssituationen übertragbar. Die vorliegenden Zahlen haben wir während der Durchforstung eines 60 bis 80 Jahre alten Mischbestandes in den Altmühltalhängen bei Kelheim erhoben. Die Hangneigung beträgt auf der Hiebsfläche im Mittel 25 Grad. Zwei Punkte minderten die Leistung der Maxwald-Kleinseilbahn. Zum einen war der Hang im oberen Bereich zu flach. Da der Laufwagen allein durch die Gravitation bergab fährt, konnte er oft nicht zügig vom Abladeplatz oben wegfahren. Dies verlängerte die Leerfahrten wesentlich. Zum anderen waren die gerückten Stämme mit einem durchschnittlichen Mittendurchmesser von 17,2 cm so stark, dass man sie mit dem Sappie nur begrenzt an der Seiltrasse zu einzelnen Fuhren bündeln konnte. Auch das führte zu kleinen Lastgrößen. Bei der Einwertung und Verwendung der Zahlen sollte dies beachtet werden. Man kann deshalb vermuten, dass die Leistung bei günstigeren Einsatzbedingungen auch höher sein kann. Um dies bestätigen zu können, sind weitere vergleichbare Arbeitsstudien notwendig.

Hans Feist war Mitarbeiter in der Abteilung »Forsttechnik, Betriebswirtschaft, Holz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. *Hans.Feist@aelf-hk.bayern.de*
Konstantin Benker ist Mitarbeiter in der Abteilung »Forsttechnik, Betriebswirtschaft, Holz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. *Konstantin.Benker@lwf.bayern.de*
Thomas Fottner ist Mitarbeiter der Bayerischen Waldbauernschule. *Thomas.Fottner@wbs.bayern.de*