

Traktionshilfswinden für Harvester und Forwarder – Pfleglich und sicher?

Durch die Entwicklung von Traktionshilfswinden für Harvester und Forwarder können vollmechanisierte Holzertesysteme nun auch im Übergangsbereich zwischen befahrbaren Gelände und Steilhang eingesetzt werden. Durch die Seilunterstützung wird die Schlupfbildung der Räder unterbunden und ein kontrolliertes Fahren in der Trasse ermöglicht. Die Holzerte im steileren Gelände kann somit pfleglicher und sicherer durchgeführt werden.



Ziel des folgenden Forschungsprojektes war es, die Einsatzmöglichkeiten und Auswirkungen traktionswindenunterstützter Harvester und Forwarder auf Wirtschaftlichkeit, Boden und Arbeitssicherheit zu evaluieren. Die von der Kooperationsplattform Forst Holz Papier (FHP) in Auftrag gegebene Studie wurde in Zusammenarbeit mit dem Holzerteunternehmen Huber & Tazreiter sowie mit Öforst, dem John Deere Forestry-Partner in Österreich, durchgeführt.

Im Zuge der Studie wurden die Montage- und Demontageprozesse des Traktionshilfsseiles analysiert, Seilspannungen und Spurrinnenbildung gemessen sowie Produktivitäten und Einsatzkosten kalkuliert.

Die Aufnahmen fanden an Standorten in Niederösterreich und der Steiermark statt. Bei den untersuchten Beständen handelte es sich um Fichtenbestände mit vereinzelt Lärchen, Kiefern und Buchen. Das Alter der Bestände variierte sehr stark, mit Einsätzen in Erstdurchforstungen bis hin zu Endnutzungen. Bei den zu untersuchenden Maschinen handelte es sich um einen Harvester des Typs John Deere 1170E und einen Forwarder des Typs John Deere 1110E mit montierten Traktionshilfswinden von Haas Maschinenbau.

Verschiedene Arbeitsweisen möglich

Bei der vollmechanisierten Holzernte mit Traktionshilfswinden arbeiten Harvester und Forwarder getrennt voneinander. Grundsätzlich bestimmt die Lage der Forststraße in Bezug zum Einsatzort die Arbeitsweise. Liegt der Einsatzort oberhalb der Forststraße, wird das schwerere Traktionshilfsseil mittels einer an der Maschine montierten Hilfswinde mit Kunststoffseil zum oberen Trassenende gezogen und dort an einem geeigneten Ankerbaum oder Baumstumpf befestigt. Liegt der Einsatzort unterhalb der Forststraße, so wird das Windenseil direkt oberhalb der Forststraße an einem geeigneten Ankerbaum befestigt (Abbildung 1). Ist die Traktionshilfswinde des Harvesters frontseitig montiert, so kann nur bergauf gearbeitet werden. Befindet sich die Traktionshilfswinde am Heck, so ist ein Arbeiten nur bergab möglich. Beim Forwarder befindet sich die Traktionshilfswinde unter der Ladefläche, wobei ein Arbeiten bergauf als auch bergab möglich ist.

Generell beginnt der Forwarder mit dem Laden immer am oberen Trassenende bei der Bergabrückung und am unteren Trassenende bei der Bergaufrückung. Dabei wird normalerweise zuerst das Sägerundholz, dann das Industrieholz und anschließend das Brennholz oder, falls gewünscht, auch noch der Schlagabraum gerückt.

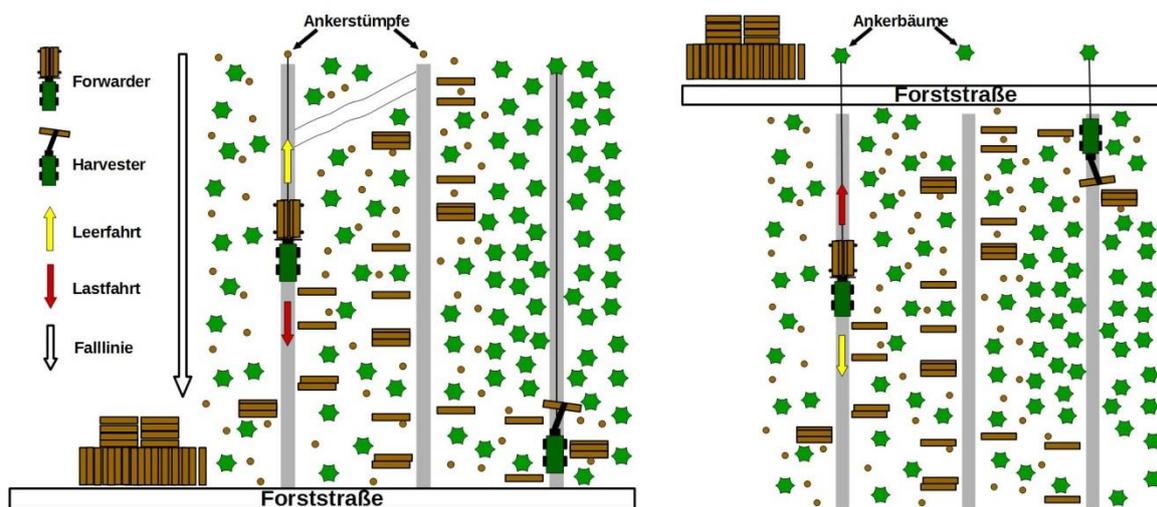


Abbildung 1: Arbeitsweise bei der seilgestützten Holzernte mit Harvester und Forwarder

Einsatzgrenze bei 70 % Hangneigung

Der Einsatzbereich hängt von den vorherrschenden Boden- und Witterungsverhältnissen ab. Um eine Gefährdung von Mensch und Maschine auszuschließen, sollte ein Einsatz nur bis zu einer Hangneigung erfolgen, bei der im Falle eines Seilrisses oder Ankerversagens noch ein sicherer Stand der Maschine gegen Abrutschen in der Trasse gewährleistet ist. Zur Berechnung dieser kritischen Hangneigung ist der unterstellte Traktionskoeffizient von entscheidender Bedeutung. Die Gewichtskraft der Maschine unterteilt sich in Hangabtriebskraft und Normalkraft. Die Antriebskraft der Räder muss größer sein als die Hangabtriebskraft, um ein Abrutschen der Maschine zu verhindern. Der Traktionskoeffizient gibt nun an, welcher Anteil der Normalkraft in Antriebskraft umgewandelt werden kann. Dieser Koeffizient kann mit dem Versuchslayout von Hittenbeck (2013) für verschiedene Bodenarten ermittelt werden. Für eine 32 Tonnen Maschine ist eine sichere Befahrbarkeit bis circa 70 % Hangneigung unter guten Boden- und Witterungsbedingungen (trockene feste

Böden – Traktionskoeffizient 0,7) vertretbar. Bei schlechten Boden- und Witterungsbedingungen (nasse weiche Böden – Traktionskoeffizient $< 0,4$) hingegen kann die Grenze einer sicheren Befahrbarkeit bis unter 40 % sinken (Visser und Stampfer, 2015).

Entscheidende Bedeutung kommt im Grenzbereich der Befahrbarkeit der Traktionshilfswinde zu. Sie soll zur Verbesserung der Traktion beitragen und die Spurrinnenbildung minimieren. Erste Untersuchungen zur Spurrinnenbildung (pro Geländeneigungsstufe erfolgten 7 Messungen ausgehend von der Streuauflage und nach Entfernung des losen Boden- und Astmaterials) zeigen, dass die Spurrinnentiefe unter guten Bedingungen erst ab einer Geländeneigung von 70 % überproportional zunimmt (Abbildung 2). Diese Ergebnisse unterstützen die oben gemachten Überlegungen zur Einsatzgrenze dieser Maschinenkombination und unterstreichen den positiven Effekt der Traktionsunterstützung auf die Bodenpfleglichkeit.

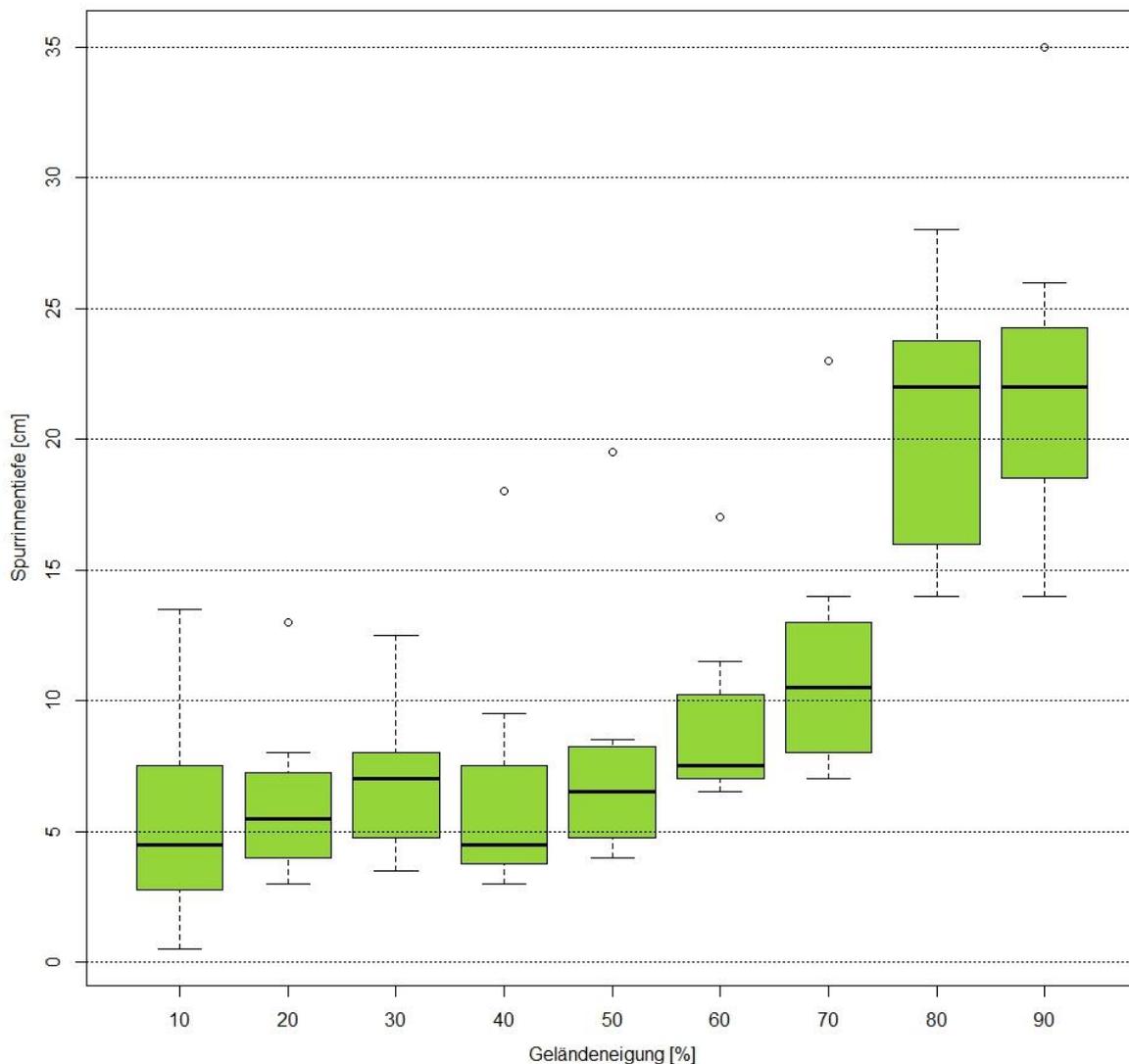


Abbildung 2: Spurrinnentiefe in Abhängigkeit von der Geländeneigung

Keine auffälligen Seilspannungsspitzen

Während der normalen Arbeitsprozesse konnten sowohl beim Harvester als auch beim Forwarder keine kritischen Spannungsspitzen im Traktionshilfsseil festgestellt werden. Der Wechsel zwischen Kran- und Fahrbewegungen verursacht lediglich einen Anstieg der Seilspannung in der Höhe von bis zu 30 % der gewählten Vorspannung (Abbildung 3). Spannungsspitzen traten beim Harvester durch die Fällung eines Baumes direkt auf das gespannte Traktionsseil auf. Während der Aufarbeitung kann es zusätzlich durch direkten Kontakt des Baumes mit dem Traktionsseil zu Spannungsspitzen kommen. Auch Hindernisse (z.B.: Wurzelstöcke) in der Fahrspur, welche zu ungleichmäßigen Bewegungen der Maschine führen, können Spannungsspitzen verursachen. Diese waren jedoch bei den Beobachtungen vernachlässigbar, da die Mindestbruchkraft des Traktionshilfsseiles bei Weitem nicht erreicht wurde. Die auftretenden Spannungsspitzen überschritten nicht einmal ein Drittel der Mindestbruchkraft des Traktionshilfsseiles. Somit war ein Sicherheitsfaktor von 2 immer gegeben (Entwurf ISO 19472-2).



Abbildung 3: Typischer Seilspannungsverlauf bei der Arbeit mit dem Forwarder

Zusätzliche Kosten durch Seilmontage

Beim **seilgestützten Harvester** war der Zeitbedarf für die Seilmontage mit circa 13-14 % der gesamten Arbeitszeit etwas höher als beim Forwarder. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass der Harvester noch keine Trasse zur Verfügung hat und das Traktionsseil durch den Bestand gezogen werden muss. Insgesamt wurden 21 Montage- und Demontageprozesse

beobachtet, wobei der durchschnittliche Zeitbedarf pro Trasse 23,3 Minuten für die Montage und 11,6 Minuten für die Demontage betrug (Brandtner, 2017). Dies verursachte Kosten in der Höhe von 98 €/Trasse bei unterstellten Systemkosten von 168,46 €/PSH₁₅ (produktive Systemstunde inklusive Unterbrechungen kleiner als 15 Minuten).

Die Seilmontage beim **seilgestützten Forwarder** nahm circa 10 % der gesamten Arbeitszeit in Anspruch. Von 14 beobachteten Montageprozessen entfielen 12 auf die Rückerichtung „bergab“. Lediglich bei 2 Trassen wurde die Ladung „bergauf“ gerückt. Bei den Bergabrückungen wurden 10 Trassenwechsel beobachtet, wobei der durchschnittliche Zeitbedarf für die Seilmontage/-demontage 21,6 Minuten betrug (Holzfeind, 2017). Mit errechneten Systemkosten von 110,68 €/PSH₁₅ ergaben sich somit Kosten für die Seilmontage bei der Bergabrückung von circa 40 €/Rückegasse beziehungsweise circa 1 €/m³. Bei der Bergaufrückung würden die Kosten noch geringer sein, da das Windenseil direkt oberhalb der Forststraße an einem geeigneten Anker montiert wird und somit der Zeitaufwand wesentlich geringer ausfällt.

Produktivitäten leicht geringer als im befahrbaren Gelände

Über alle 75 Zyklen (Fuhren) erreichte der seilgestützte Forwarder eine Produktivität von 13,73 m³/PSH₁₅ bei einem durchschnittlichen Stückvolumen von 0,10 m³ ohne Rinde, einem Fuhrenvolumen von 9,25 m³ ohne Rinde und einer Rückedistanz von 111 Metern (Holzfeind, 2017). Wie erwartet verringert sich die Produktivität mit zunehmender Rückedistanz (Abbildung 4). Der Vergleich mit anderen Studien zeigt, dass der seilgestützte Forwarder etwas geringere Produktivitäten aufweist als konventionelle Forwarder, was wohl auf den Einfluss des Seiles und der Geländeneigung zurückzuführen ist. Generell können mit seilgestützten Forwardern Produktivitäten von circa 5-21 m³/PSH₁₅ in Abhängigkeit von Stückvolumen, Fuhrenvolumen, Rückedistanz, Ladedistanz und Geländeneigung erreicht werden.

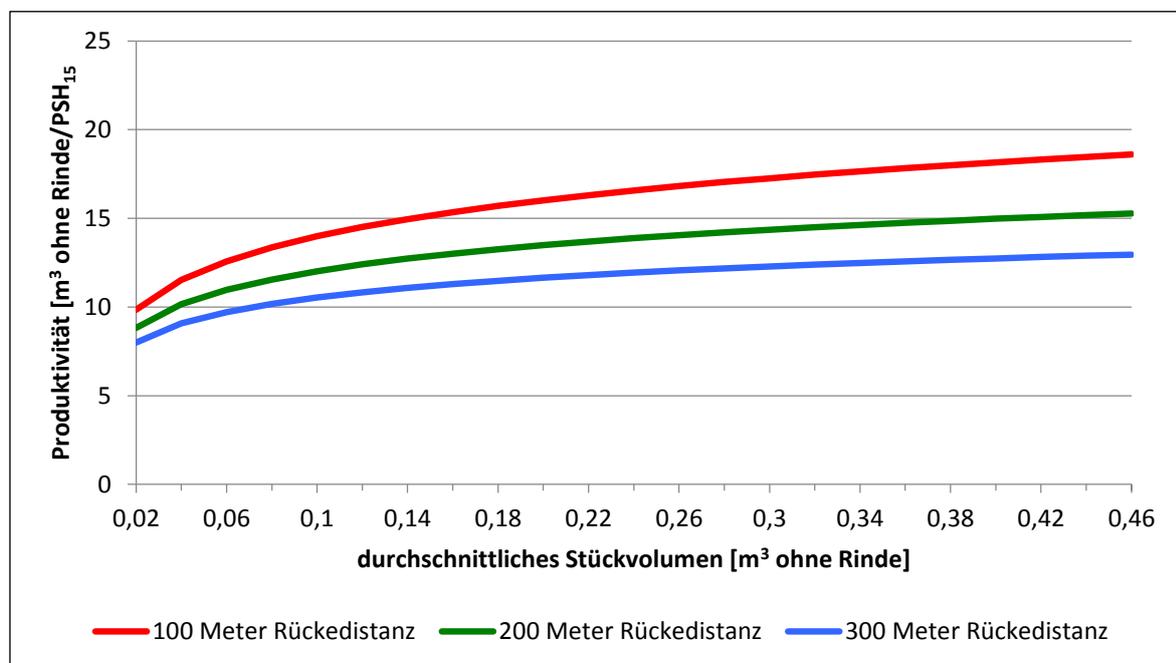


Abbildung 4: Produktivität in Abhängigkeit vom durchschnittlichen Stückvolumen und der Rückedistanz

Ausblick

Da die Traktionshilfswinde auch vermehrt eingesetzt wird, um in Hangneigungen vorzudringen, bei der im Falle eines Seilrisses oder Ankerversagens kein sicherer Stand gegen Abrutschen gewährleistet ist, stellt sich unter anderem die Frage der richtigen Ankerbaumauswahl. Bis jetzt gibt es keine Empfehlungen darüber, welche Dimensionen Anker aufweisen müssen, um den auftretenden Kräften zu widerstehen. Grundsätzlich sollten als Anker nur ausreichend dimensionierte, vitale und standsichere Bäume verwendet werden. Häufig werden zur Bestimmung der Baumdimension Berechnungen von Pestal (1961) herangezogen. Dabei ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die Kräfteverhältnisse von Ankerbäumen bei Seilgeräten und Ankerbäumen bei Traktionshilfswinden unterschiedlich sind. Daher sollten diese Berechnungen vorübergehend nur als Anhaltspunkt dienen, bis Ergebnisse weiterer Studien vorliegen. Jedenfalls sind bei der vollmechanisierten Holzernte am Steilhang noch weitere Untersuchungen notwendig, um potentielle Gefahren für Mensch, Umwelt und Maschine minimieren zu können.

Empfehlungen

- Traktionswindenbasierte Holzerntesysteme mit Harvester und Forwarder sind in ihren Einsatzbereichen gegenüber Seilgeräten ökonomisch überlegen.
- Überfällige Pflegemaßnahmen (Durchforstungsrückstände) im Grenzbereich der Befahrbarkeit können dadurch kosteneffizient realisiert werden.
- Ein Einsatz unter günstigen Boden- und Witterungsverhältnissen ist bis zu 70 % Hangneigung ökologisch vertretbar.
- Die Bedienungsanleitungen der Hersteller oder Inverkehrbringer sind jedenfalls einzuhalten (§ 35 Abs 1 Ziffer 2 ArbeitnehmerInnenschutzgesetz).
- Auf eine Seilunterstützung sollte jedenfalls zurückgegriffen werden, wenn ein Befahren ohne Seilunterstützung zu höheren Schäden führen könnte.
- In Beständen mit hohen Böschungswinkeln und stark kupiertem Gelände empfiehlt sich der Einsatz von Traktionshilfsseilwinden.