

3.1.3 Vollmechanisierte Nadelholzernte auf befahrungsempfindlichen Standorten

mittels Harvester und Tragschlepper

Zum gezeigten Holzerntesystem wurden von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) Zeitstudien am Forstbetrieb Landsberg durchgeführt. Das Verfahren ist in weiteren Forstbetrieben der Bayerischen Staatsforsten (BaySF) im Einsatz. Schwerpunkt in Landsberg bilden 40 bis 100-jährige Fichten- bzw. Fichtenmischbestände auf teilweise befahrungsempfindlichen Böden. Die Bestände sind charakterisiert durch großflächige Naturverjüngung aus Tanne und Fichte, einzelne Edellaubhölzer sowie gruppenweise eingebrachtem Buchenvoranbau. Diese Bestände werden nach dem neu entwickelten Fichtenpflegekonzept (Abb. 1) der BaySF behandelt. Ziel hierbei sind stabile, strukturreiche Bestände mit Dauerwaldcharakter. Um dies zu erreichen, ist es von besonderer Bedeutung bei Durchforstungen und Verjüngungsnutzungen die Schäden am verbleibenden Bestand (Z1, Z2 Bäume und in den Zwischenfeldern) sowie an der Vorausverjüngung so gering wie möglich zu halten. Neben der Bestandepfleglichkeit ist es bei der mechanisierten Holzernte ebenso bedeutsam die Ressource Boden schonend zu behandeln. Beide Aspekte gewährleistet das am Exkursionspunkt gezeigte Verfahren. Sowohl eine bestandspfleghche Fällung als auch ein bodenschonendes Rücken sind hiermit möglich.

Verfahrensbeschreibung

Bei dem gezeigten Verfahren handelt es sich um eine vollmechanisierte Bereitstellung von Standardsortimenten (Fixlängen, Papierholz) mittels Harvester und Forwarder. Bei Bedarf kann auch Langholz ausgehalten werden. Die Besonderheiten liegen in den technischen Modifikationen beider Maschinen, die eine bestandes- und bodenschonende Holzernte ermöglichen. Der Raupenharvester, Königstiger T30 Gigant der Firma IMPEX, ist am Teleskoparm mit einer Baumhaltezange über dem Aggregat ausgerüstet. Die maximale Kranauslage der Maschine beträgt 15 m. Hier kann noch rund 1 t, oder ein Baum von 1 Fm, angehoben werden. Der 8-Rad-Forwarder, HSM 208 F, ist mit 940 mm breiten Reifen der Firma Firestone ausgestattet.

Exkursionsbild 3.1.4

Waldort: Staatswald Fbtr. 136, Betriebsteil Ostalbkreis, Distr. 7, Abt. 14

Eigentümer: Land BW

Standort: Buchen-Eschenwald-Stieleichenwald auf grundfeuchtem bis wechselfeuchten Tonlehm und Buchenwald auf mäßig frischem Kalkverwitterungslehm

Bestand: Fichten- und Bergahorn-Baumholz (Alter 48 Jahre), geschlossen bis lückig an mehreren Orten sonstige Laubbäume in einzel bis truppweiser Beimischung

Vorrat/ha: 290 Efm.o.R. dGZ₁₀₀: 17 Vfm/J/ha

Waldentwicklungstyp: labile Fichte ->Entwicklung zu Buntlaubholz

Bhd ausscheidender Bestand: 24 cm

Waldbauliches Ziel: Durchforstung, Mischbaumarten fördern

Regie: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Bayerische Staatsforsten AöR(BaySF), Forstbetrieb Landsberg am Lech

Vorfürher: FDir Dr. Herbert Borchert (1), FR Jan-Philipp Egner (1), FOI Hans Feist (1), FAR Michael Wolf (1), MSF Johann Prommersberger, MSF Andreas Diepold

Wegen der schmalen Bauweise der HSM-Forwarder können auf die Maschinen besonders breite Reifen aufgezogen werden. Trotzdem liegt die Gesamtbreite des Tragschleppers noch bei drei Meter. Eine Sondergenehmigung für das Umsetzen der Maschine ist somit nicht notwendig.

Arbeitsort	Bestand	Rückegasse	Waldstraße
Ablaufabschnitt			
Fällen/Aufarbeiten (Lang-/Kurzholz)			
Rücken			

Bild 3

Ablauf:

- Der Harvester fällt die Entnahmebäume und hebt sie mittels Haltezange senkrecht aus dem Bestand heraus.
- Die Vollbäume werden zielgerecht auf der Rückegasse zu Fall gebracht und, ohne die Stämme in die Verjüngung zu schieben, aufgearbeitet. Die Kurzholzsortimente (wahlweise Langholz) legt der Harvester parallel zur Gasse ab.
- Anschließend wird das überwiegend auf der Gasse anfallende Kronenmaterial zur Armierung der Rückegasse gleichmäßig in den Fahrspuren verteilt. Bei einem Rückegassenabstand von 30 Meter muss wegen der 15 m Kranauslage nicht aus dem Mittelblock zugefällt werden.
- Zeitversetzt rückt der Forwarder das aufgearbeitete Holz und
- poltert es sortimentsweise an der Waldstraße.

Arbeitsvorbereitung

- Planung großer Einsatzblöcke pro Revier (mind. 1 000 Fm),
- Auswahl geeigneter Bestände
- Alle 30 m markieren der Gassen (auf gerade Gassenführung achten, trichterförmiges Aufschneiden ermöglicht bereits im Bestand das Einleiten von Kurvenfahrten, was zu stark verringerten Schäden an Forststraßen führt),
- Positives/negatives Auszeichnen der Bäu-

- me bis 32 m Oberhöhe, in Verjüngungsnutzungen nur negativ,
- Bei Stöcken Maximaldurchmesser beachten (optimal bis 50 cm, maximal 68 cm),
- Festlegen der aufzuarbeitenden Sortimente entsprechend der Vermarktungsmöglichkeiten,
- Festlegen der Holzlagerplätze,
- Organisation und Sicherstellung von Arbeitssicherheit und Verkehrssicherung entsprechend Gefährdungsbeurteilung,
- Einweisen der Maschinenführer durch den Einsatzleiter.

Ausrüstung

- Raupenkranner (hier: IMPEX Königstiger T30 Gigant mit Baumhaltezange),
- Forwarder (hier: HSM 208 F mit 54 x 37.00-25 [940 mm] Bereifung).

Entlohnung

Die Vergabe der Aufträge für die Bayerischen Staatsforste AÖR erfolgt in der Regel über eine europaweite Ausschreibung. Alle Leistungen werden daher üblicherweise von Unternehmern erbracht und es wird ein festmeterbezogener Preis vereinbart.

Für das vorliegende Kalkulationsbeispiel werden die Lohnkosten im Anhalt an den Tarifvertrag zur Regelung der Arbeitsbedingungen von Beschäftigten in forstwirtschaftlichen Verwaltungen, Einrichtungen und Betrieben der Länder (TV-Forst) mit der seit 26. Mai 2011 gültigen Lohn-tabelle für das Tarifgebiet West (Anlage A 2 zum TV-Forst) im Zeitlohn kalkuliert.

Alter (Jahre)	10	25	45	65
Bestandsoberhöhe		12 m	25 m	32 m
Nutzungsart	JP 	JD 	AD 	VJN
Wichtige Pflegeeingriffe	Jungwuchspflege	Zielbaumdurchforstung	Differenzierte Zielbaum- und Struktur-durchforstung	Verjüngung/ Zielbaumnutzung
Maßnahmen	Mischbaumarten-pflege/Mischwuchs-regulierung, Stand-raumregulierung	Förderung Z1 aus Fichte und Mischbaumarten. Keine Maßnahmen im Zwischenfeld	Förderung Z2 (Struktur-Durchforstung im Zwischenfeld), ggf. noch Z1 Förderung.	Rechtzeitiger Voranbau von Ta und Bu
Zielstammzahl		100 Z1	100 Z1 und 100 Z2	
Zahl der Eingriffe	(1)	5	3	mehrere
Entnahmemenge		max. 50-60 Efm/ha und Eingriff	max. 60-70 Efm/ha und Eingriff. Ggf. beginnende Zielstärkennutzung	max. 80 Efm/ha u. Eingriff, max. 20 % der Z1 je Eingriff bzw. 30 % der Z1 im Jahrzehnt. Vorrat auf Niveau halten, lfd. Zuwachs abschöpfen

Abb. 1: Grundsätze der Bayerischen Staatsforsten AÖR für die Bewirtschaftung von Fichten- und Fichtenmischbeständen im Bayerischen Staatswald

Quelle: Richtlinie 2009, 81 Seiten

Arbeitsproduktivität, Kosten

Die größten Einflussfaktoren für die Produktivität des Holzertesystems sind

- das Leistungsvermögen der Fahrer und das Stückvolumen des ausscheidenden Bestandes
- Geländeausformung, Hiebsvorbereitung, Holzart und Erschließungsgrad.

Für die Leistungsbeurteilung wurden von der LWF Zeitstudien durchgeführt. Im Langzeitbetrieb muss mit einer geringeren Produktivität kalkuliert werden (Relation Zeitstudie ideal zu langfristigen Praxisdurchschnitt, Faktor 1,5 bei Harvester, Faktor 1,2 bei Forwarder¹⁾). Die in Tab. 1 aufgeführten Werte wurden mit diesen Faktoren reduziert. Die Leistung bezieht sich auf einen 40- bis 80-, im Mittel 60-jährigen Fichtenbestand in ebenem Gelände und einer mittleren Rückentfernung von 150 m.

- Leistungsverlust über alle Stärkeklassen von rund 19 % durch den zusätzlichen Zeitaufwand für das Herausheben mit der Haltezange (Abb. 2).
- Hohe Maschinenkosten für den Baggerharvester bei Einsätzen im schwachen bis mittleren Baumholz.

Risiken, Waldschutzfragen

- Insbesondere in der Saftzeit stellt das Verfahren hohe Anforderungen an den Maschinenführer des Harvesters, um Bestandsschäden zu vermeiden.

¹⁾ PAUSCH R., 2007: Holzerte-Faustzahlen, lose Blattsammlung.

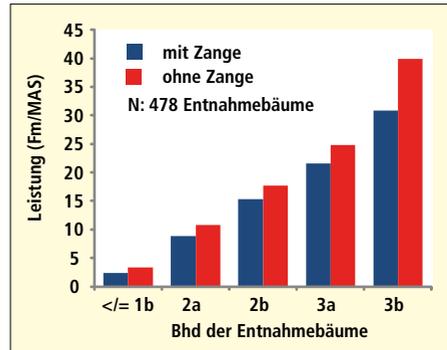


Abb. 2: Produktivitätsverlust des Königstiger durch den Einsatz der Baumhaltezange.

- Vereinzelt sind Schäden an den Wurzelausläufen der Gassenrandbäume durch das Kettenlaufwerk des Harvesters aufgetreten. Wichtig ist eine gerade, ausreichend breite (4 bis 5 m) Gassenführung.
- Aufreißen der Deck- und Tragschicht der Forststraßen durch die Stege der Ketten (5 cm hoch). Verringerung der Schäden durch Streerubbers.

Bodenpfleglichkeit:

- Niedrige Reifeninnendrucke erhöhen die Bodenpfleglichkeit zusätzlich. Hierzu wurden mit dem Forwarder Befahrungsvorversuche bei unterschiedlichen Reifeninnendrucke (4,0 bzw. 1,8 bar) durchgeführt. Zwei nebeneinanderliegende Rückegassen wurden auf unberührtem Waldboden angelegt und diese jeweils sechs

Tab. 1: Arbeitsproduktivität und Kosten						
ausscheidender Bestand (90 Fi, 10 Lbh)	Stückvolumen je Baum	0,13 Fm	0,31 Fm	0,47 Fm	0,77 Fm	1,2 Fm
	Bhd	17 cm	22 cm	27 cm	32 cm	37 cm
Arbeitsproduktivität						
Bäume/MAS		46	35	32	29	28
Fällen/Aufarbeiten mit Raupenharvester	Fm/MAS	6	11	15	22	33
Rücken mit Tragschlepper	Fm/MAS	8	16	22	29	37
Kosten		€/Fm				
Fällen/Aufarbeiten mit Raupenharvester		33,84	18,46	13,53	9,23	6,15
Rücken mit Tragschlepper		12,76	6,38	4,64	3,52	2,76
Gesamtkosten		46,60	24,84	18,17	12,75	8,91
Kostensätze				Maschine	Lohn+LNK	Umsetzen
Fällen/Aufarbeiten mit Raupenharvester (1,3 Lohnstd./MAS)				156,67 €/MAS	40,30 €/Std.	6,05 €/MAS
Rücken mit Tragschlepper (1,1 Lohnstd./MAS)				62,87 €/MAS	34,10 €/Std.	5,12 €/MAS
Zuzüglich 20 % Unternehmergewinn (ist rechnerisch in der Kalkulation nicht enthalten).						



Abb. 3: Fahrspurausprägung bei 1,8 bar (links) und 4,0 bar Reifeninnendruck. Bodenfeuchte 36 %.

Mal mit dem voll beladenen Forwarder (Gesamtgewicht 27,5 t) befahren. Die bodenphysikalische Auswertung der Untersuchung lag bei Redaktionsschluss des Tagungsbandes noch nicht vor. Allerdings war schon optisch zu erkennen, dass es bei niedrigem Druck zu einer deutlich geringeren Spurtiefe kommt (Abb. 2).

- Statische Messungen der Aufstandsfläche auf Asphalt ergaben bei Absenken des Reifeninnendrucks von 4,0 auf 1,8 bar eine Vergrößerung der Aufstandsfläche um 30 %.

Durchführung der Erfolgskontrolle

- Regelmäßige Kontrolle des Arbeitsauftrags, insbesondere:
 - Bei Nässe Rücksprache mit dem Einsatzleiter vor Rückung,
 - Einhaltung der Rückegassen (Verlauf, Breite),
 - Gassenarmierung (Falls zu wenig Material zur Gassenarmierung vorhanden, kein Energieholz oder IS aushalten),
 - Sortimentsaushaltung, getrennte Ablage an der Rückegasse,
 - Vollständige Rückung, Polterkontrolle;
- Prüfung der Kalibrierung des Harvesteragregats;
- Ansprache von Bestandes- und Bodenschäden;
- Erreichen der waldbaulichen Zielsetzung.

Beurteilung des Verfahrens

Arbeitsschutz (Ergonomie, Arbeitssicherheit):

- Arbeitssicherheit und Ergonomie sind wie bei den meisten vollmechanisierten Verfahren als sehr hoch zu bewerten.

Umweltverträglichkeit:

Vorteile für den Bestand:

- Reduzierung der Schäden am verbleibenden Bestand durch das Herausheben mit der Baumhaltezange.
- In Verjüngungsnutzungen wird zudem die vorhandene Vorausverjüngung geschont.

- Bestandespflegliches Bereitstellen von Langholz, da der Vollbaum aus dem Bestand herausgehoben und auf der Rückegasse, ohne Schieben des Stammes in die Verjüngung, aufgearbeitet wird.

Nachteile für den Bestand: :

- Vereinzelte Schäden an den Wurzelanläufen der Gassenrandbäume durch das Raupenlaufwerk des Königtimers. Diese können jedoch durch eine gerade und ausreichend breite (4 bis 5 m) Gassenführung minimiert werden.

Boden:

- Hohe Bodenpfleglichkeit durch Verringerung des Kontaktflächendrucks bei voll beladenem Tragschlepper um 22 % (Herstellereangaben) im Vergleich zur 700er Bereifung.
- Schonung der Rückegasse durch Reisingauflage.

Prozessorientierung:

Harvester und Tragschlepper können zeitlich unabhängig voneinander eingesetzt werden. Dem Harvester muss jedoch entsprechend Vorlauf eingeräumt werden. Bei den durchgeführten Zeitstudien war der Forwarder 28 % schneller als der Harvester. Dieser Wert bezieht sich auf eine Maschinenarbeitsstunde (produktive Arbeitszeit zzgl. Unterbrechungen bis 15 min.). Bei den Zeitstudien hat sich gezeigt, dass Ausfallzeiten > 15 min. beim Harvester öfter auftreten. Die Vorlaufzeit auf den Tragschlepper muss dementsprechend höher angesetzt werden.

Wirtschaftlichkeit:

Vorteile:

- Erhöhung der Produktivität auf befahrungsempfindlichen Böden. Die Spezialmaschine kann weiterhin bodenpfleglich rücken, wenn bei hoher Bodenfeuchte konventionelle Forwarder mit schmalen Reifen die Arbeit einstellen müssen. Bei geringen Reifeninnendrücken wird dieser Effekt verstärkt.
- Hohe Flexibilität durch Einsatzbereiche sowohl in Endnutzungen als auch bei Durchforstungen.
- Kurz- und Langholz kann ausgehalten werden.
- Keine Zufällkosten bei konsequenter Anlage der Feinerschließung.

Technische Daten



Raupenkranvollerter IMPEX Königstiger T30 Gigant mit Baumhaltezange (in KWF-Gebrauchswertprüfung)

Abmessung: Gesamtbreite 3,2 m

Motor: 250 PS; Steigfähigkeit: 70% Geschwindigkeit: 1. Gang 2,6 km/h; 2. Gang 4,7 km/h

Kran: Reichweite: 15 m, Höhe Baumhalter: 2,8 m, Hubkraft (Nettohubkraft): in ebenem Gelände 10 kN bei voller Kranauslage

Besonderheiten: Baumhaltezange

Vollernteaggregat Lako-IMPEX VV 786

Fälldurchmesser: max. 68 cm

Entastungsdurchmesser: max. 63 cm

Hydraulikanlage: Load Sensing, Max. Druck: 230-250 bar

Durchfluss: 190-240 l/min

Preis Harvester und Aggregat: o. MwSt. 598.500 €

Hersteller/Händler: IMPEX Forstmaschinen GmbH;
www.impex-forstmaschinen.de

Tragschlepper HSM 208 F

Maße und Gewichte:

Gewicht (ohne Zuladung): 14,9 t

Zuladung: 12 t

Länge/Breite/Höhe: 9185/3000/3798 mm



Rungenkorb für Längen von 2 bis 5 m

Motor: IVECO NEF 6 Zyl. Common Rail Turbo/ EuroMot TIER3
Hubraum: 6,7 l, Leistung: 130 kW, Max. Drehzahl: 2200 U/min

Kraftübertragung: hydrostatisch-mechanisch,
Elektronische Steuerung CMC, 2-stufiges NAF
Verteilergetriebe, Zugkraft 175 kN

Lenkung: Rahmenknickrahmenlenkung mit 2 Zylindern
Lenkeinschlag 44°

Achsen: NAF Portal-Tandemachsen, getrennt schaltbare
Differentialsperren 100% vo./hi.

Bereifung: Firestone, 54 x 37.00-25 (940 mm)

Ladekran: Epsilon S110 F110, Reichweite: 10,1 m,
Schwenkmoment: 36 kNm, Bruttohubmoment: 143 kNm,
Greifer: FG 41 S

Hydraulikanlage: Load Sensing,
Verstellpumpe: Fördermenge: 232l/min bei 1600 U/min,
Druck: bis max. 350 bar,
Konstantpumpe: Druck: 120 bar, Hydrauliköl: gesättigter,
synthetischer Ester, Panolin HLP SYNTH mit Kleenoil
Microfiltration WGK 1, Steuerblock: Rexroth M4-15,
Kransteuerung: Digitalelektronik CMC mit individuell
einstellbaren Geschwindigkeiten und Rampenzeiten, 5
Fahrerprogramme

Besonderheiten: 54 x 37.00-25 (940 mm) Bereifung

Hersteller: HSM; Hohenloher Spezial-Maschinenbau GmbH &
Co. KG; www.hsm-forest.net



Bild 3

Nachteile:

- Kosten von 2000 - 3000 Euro/Umsetzen für den Harvester. Ein hoher Massenanstieg je Einsatzort sollte daher in der Planung berücksichtigt werden.
- Leistungsverlust über alle Stärkeklassen von rund 19 % durch den zusätzlichen Zeitaufwand für das Herausheben mit der Haltezange (Abb. 2).
- Hohe Maschinenkosten für den Baggerharvester bei Einsätzen im schwachen bis mittleren Baumholz.

Zusammenfassende Beurteilung

- Das Verfahren bietet aus Sicht der Bestandespfleglichkeit entscheidende Vorteile gegenüber

der ohne Haltezange durchgeführten konventionellen vollmechanisierten Holzernte in Fichten- und Fichtenmischbeständen.

- Die Bodenpfleglichkeit wird durch den Einsatz der breiten Reifen erheblich erhöht.
- Sowohl Kurz- als auch Langholz kann mit dem System ausgehalten werden.
- Mehrkosten von 2 bis 3 €/Fm sind für das Verfahren bei vergleichbaren Bestandesverhältnissen zu veranschlagen (Vergleichswert: Durchschnitt der in den letzten Jahren erzielten europaweiten Ausschreibungsergebnisse am FB Landsberg für die vollmechanisierte Holzernte in ebenem Gelände).