

Thomas Peschel, Mirko Lindner und Thomas Herlitzius

# Mechanisierte Ernte von einjährigen Weiden- und Pappelplantagen für die Pflanzgutgewinnung

Die wachsende Nachfrage nach Weiden- und Pappelpflanzmaterial in Europa bei gleichzeitig steigendem Kostendruck für die Pflanzgutproduzenten stellt die Branche vor neue Herausforderungen. Ziel des durch die Europäische Union geförderten Forschungsvorhabens ist es, eine effizienten und leistungsfähige Technologie für die maschinelle Ernte und Aufbereitung von Pflanzgut zu entwickeln. In diesem Artikel liegen die Schwerpunkte auf der Vorstellung der entwickelten Erntetechnologie „ROD-Picker“ und der Darstellung des Einsparpotenzials bei den Ernte- und Produktionskosten.

eingereicht 19. Februar 2014

akzeptiert 7. Mai 2014

## Schlüsselwörter

Kurzumtriebsplantagen, KUP, Energieholzproduktion, Hackschnitzel, ROD-Picker

## Keywords

Short rotation coppice, SRC, energy wood production, wood chips, ROD-Picker

## Abstract

Peschel, Thomas; Lindner, Mirko and Herlitzius, Thomas

Mechanized harvesting of one year old willow and poplar crops for producing planting material

Landtechnik 69(3), 2014, pp. 143–146, 4 figures, 2 tables, 5 references

The growing demand for willow and poplar planting material in Europe concurrent with rising cost pressure for producers has resulted in new challenges for the industry. The main subject of this European Union funded research project is to develop an efficient technology for mechanical harvest and preparation of planting material. The following article is focused on the development of the harvesting technology “ROD-Picker” and the presentation of the cost saving potential concerning harvest and production costs.

■ In Europa wird die Holznachfrage bis 2020 die heimische Holzverfügbarkeit übersteigen [1]. Diese Entwicklung wird zusätzlich durch steigende Preise bei fossilen Energieträgern und gesetzlichen Bestimmungen zum Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch verschärft. Allein der Brennholzverbrauch in Deutschland ist von 2000 bis 2013 um 200 % auf rund 75 Mio. m<sup>3</sup>/a gestiegen [2]. Durch die Substitution traditioneller Rohstoffe und chemischer Grundstoffe durch Holzprodukte wird dieser Verbrauch zukünftig weiter ansteigen. Der Import von Biomasse aus Übersee ist aufgrund hoher, zusätzlicher Transport- und Umschlagskosten nur für einige wenige Großverbraucher in Küstennähe ökonomisch interessant. Für eine schnelle und ökologisch vertretbare Erzeugung der benötigten Biomasse gewinnt die Feldholzproduktion im Kurzumtrieb immer mehr an Bedeutung und ermöglicht zusätzlich den Ausbau regionaler Wertschöpfungsketten. In Mittel- und Nordeuropa werden dazu vorwiegend Pappel- und Weidensorten auf landwirtschaftlichen Nutzflächen angebaut.

Aus dem jährlichen Flächenzuwachs in den einzelnen EU-Ländern seit 2010 lässt sich ein Gesamtflächenzuwachs von ca. 150 000 ha bis 2020 hochrechnen. Um den dafür nötigen Bedarf an Pflanzmaterial zu decken, müssen im Mittel jedes Jahr 1 200 ha Mutterquartiersflächen beerntet werden. Dafür muss eine effiziente Erntetechnologie für das Pflanzgut entwickelt werden.

## Ernte des Rohmaterials und Pflanzgutaufbereitung

Zur Maximierung der Pflanzgutausbeute werden viele Mutterquartiersflächen mit einem Reihenabstand von 50 bis 75 cm angelegt [3]. Jedoch finden sich in der Praxis auch Plantagen mit Reihenabständen bis 2 m. Dieser Pflanzverband ermöglicht es dem Landwirt, z. B. bei Rückgang der Nachfrage nach Pflanzmaterial, die Umtriebszeiten und damit die Produktion

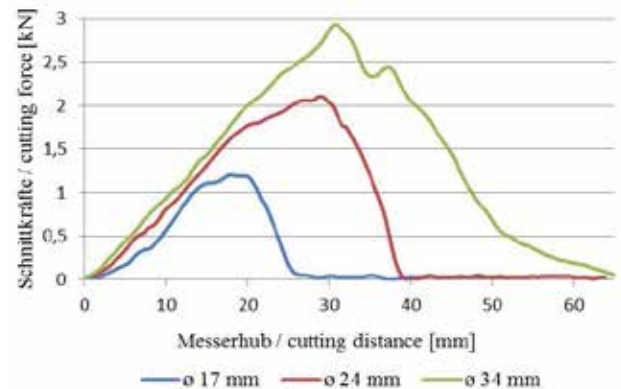


Abb. 1  
Versuchsstand mit Schnittbereich (links), Schnittkräfte am Messerbalken bei erntefrischen Pappelruten (rechts) (Foto: Peschel, TU Dresden)  
Fig. 1: Test stand with cutting distance (left), cutting forces of a cutting bar with fresh poplar rods (right)

von Energieholz flexibel anzupassen. Die Ernte der einjährigen Pappel- und Weidenaufwüchse erfolgt ausschließlich während der Wintermonate und ist derzeit durch einen sehr geringen Mechanisierungsgrad gekennzeichnet. Neben der manuellen Ernte mit Freischneidern werden vereinzelt auch ältere Vorserienmaschinen und Selbstbauten mit geringen Ernteleistungen eingesetzt. Eine Marktanalyse ergab, dass keine serienreifen Erntemaschinen am Markt verfügbar sind. Die weitere Aufbereitung der geernteten Ruten erfolgt üblicherweise in einer Halle. Nach der manuellen Vorsortierung und der Trennung von Ausschussmaterial werden die Ruten auf eine Länge von bis zu 2,40 m geschnitten und zu Bündeln à 50 Stück verpackt oder zu 200 mm langen Stecklingen weiterverarbeitet. Der hohe Handarbeitsanteil während der Ernte und der Aufbereitung führt dazu, dass etwa 60 % der Kosten für eine Flächenneuanlage (10 000 St/ha, 0,19 €/St, Sorte Max 3) dem Pflanzgut zuzurechnen sind [4]. Nur durch die Mechanisierung einzelner Glieder der Verfahrenskette kann eine Steigerung der Flächenleistung bei gleichzeitiger Kostenreduzierung erreicht werden.

### Mechanisierung der Pflanzguternte

Die zu Projektbeginn durchgeführte Umfrage bei Betreibern von KUP ergab, dass die Erntegeschwindigkeiten gesteigert und die Nebenzeiten, z. B. durch das Abladen, minimiert werden sollten. Neben der Leistungsfähigkeit und Verlässlichkeit sind eine schonende Aufnahme des Pflanzgutes und der Transport der empfindlichen Aufwüchse die wichtigsten Anforderungen an die zu entwickelnde Maschine. Bereits kleinere Rindenbeschädigungen können den Austrieb der Pflanze negativ beeinflussen und zum Totalausfall führen. Für die Fixierung und den Transport der abgetrennten Aufwüchse eignen sich speziell für diesen Einsatzzweck entwickelte Einzugsbänder. Die Erntegeschwindigkeit wird maßgeblich von der zulässigen Vorschubgeschwindigkeit der Trenneinrichtung beeinflusst. Hierfür wurden vor Versuchsbeginn unterschiedliche Schneidprinzipien auf ihre Eignung in Versuchsständen untersucht.

Die Messwerte zeigen, dass Sägeblätter für das Abtrennen der Aufwüchse vom Wurzelstock am besten geeignet sind. Die Erhöhung des Vorschubs und somit der Fahrgeschwindigkeit kann mit relativ wenig Aufwand durch eine Steigerung der Antriebsdrehzahl umgesetzt werden. Für das Kappen freier Astenden oder Triebspitzen eignen sich Sägeblätter aufgrund des fehlenden Widerlagers nur bedingt. Liegen die Schnittdurchmesser unter 30 mm, können für das Abtrennen der Triebspitzen schnelllaufende Messerbalken aus der Kommunaltechnik bis zu einer Erntegeschwindigkeit von 7 km/h zuverlässig eingesetzt werden. Diese klemmen das zu schneidende Holz zwischen Messer und Finger ein und zeichnen sich durch ein glattes Schnittbild aus.

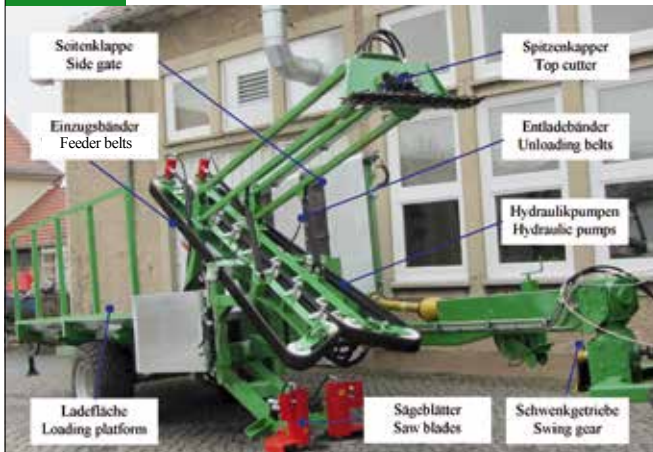
In **Abbildung 1** sind die während der Versuche aufgezeichneten Schnittkräfte für das Durchtrennen von erntefrischen Pappelruten bei unterschiedlichen Durchmesser dargestellt. Der Abstand zwischen den feststehenden Gegenschnitten beträgt 60 mm. Für die Auslegung des Antriebes des Messerbalkens wird die maximal auftretende Schnittkraft von 3 kN mit der Anzahl der Triebe je Wurzelstock multipliziert. In der Versuchsmaschine werden schnelldrehende Sägeblätter zum Trennen vom Wurzelstock und ein Messerbalken zum Abtrennen der Triebspitzen eingesetzt.

### ROD-Picker – der Prototyp

Im Rahmen eines Forschungsprojektes der TU Dresden wurde der Prototyp ROD-Picker entwickelt (**Abbildung 2** und **Tabelle 1**). Der Antrieb der vollhydraulisch arbeitenden Maschine erfolgt über die Traktorzapfwelle und erfordert eine maximale Antriebsleistung von 35 kW. Bis auf den Schwenkzylinder der Deichsel werden alle Arbeitselemente von den vier auf der Maschine installierten Hydraulikpumpen versorgt. Die Steuerung der einzelnen Funktionen erfolgt bequem über ein eigenes Bedienterminal.

Die Aufwüchse werden zunächst von den Einzugsbändern fixiert und anschließend mithilfe der Sägeblätter vom Wurzelstock getrennt. Die Geschwindigkeit der Einzugsbänder kann

Abb. 2



ROD-Picker-Prototyp (Foto: Peschel, TU Dresden)  
Fig. 2: ROD Picker prototype

stufenlos und unabhängig von der Erntegeschwindigkeit angepasst werden. Die Ruten werden nach dem Schnitt von den Einzugsbändern zur Ladefläche gefördert und fallen durch die Vorspannung selbständig in horizontaler Richtung um. In Abhängigkeit von der Sorte und der Wuchshöhe reicht die Ladekapazität der Erntemaschine für bis zu 700 m in Einzelreihe gepflanzten Weiden (Pflanzenabstand 30 cm).

Die mit Stollenbändern ausgeführte Seitenklappe ermöglicht auch das Überladen auf einen nebenher fahrenden Transportanhänger, sodass die Transportfahrten zum Entladeplatz reduziert werden. Alternativ kann das Erntegut auch am Vorgebende abgelegt werden. Für die Beerntung von höheren Beständen wird die gesamte Ernteeinheit um bis zu 300 mm ausgefahren. Der mit einem Messerbalken ausgeführte Spitzenkapper trennt die Triebspitzen, welche nicht für die Pflanzgutgewinnung verwendet werden können, ab. Somit übernimmt die Maschine bereits auf dem Feld einen Teil der Pflanzgutauf-

Tab. 1

## Technische Daten

Table 1: Technical data

Abmessung L x B x H <i>Dimension L x W x H</i>	7 060 x 2 520 x 2 500 mm
Gewicht leer <i>Weight empty</i>	2 900 kg
Traktorleistung <i>Power required</i>	min. 60 kW
Zuladung <i>Payload</i>	1 500 kg
Erntegeschwindigkeit <i>Harvesting speed</i>	max. 12 km/h
Schnittdurchmesser <i>Cutting capacity</i>	max. 80 mm

bereitung. Die Schnitthöhe lässt sich von 2,20 bis 3,50 m variabel einstellen und kann auch während der Fahrt an variierende Höhen angepasst werden.

## Versuchsergebnisse

Während der ersten Ernteeinsätze (**Abbildung 3**) wurden von Januar bis März 2014 auf rund 18 ha Mutterquartiersfläche erfolgreich einjährige Weiden (Sven, Tordis, Inger, Tora) und Pappeln (Max 1–4, Hybride 275, Matrix 24) geerntet. Im Mittel erreichte die Maschine dabei eine Erntegeschwindigkeit von 6,5 km/h. Bei Versuchsreihen ohne montierten Spitzenkapper wurden Erntegeschwindigkeiten von mehr als 12 km/h erreicht. Da die Maschine derzeit nur manuell bedient werden kann, sind diese Geschwindigkeiten für den Traktorfahrer nur kurzzeitig realisierbar. Im Durchschnitt kann eine Reihenlänge von 400 m bei einjährigem Aufwuchs ohne zusätzlichen Abładestopp geerntet werden.

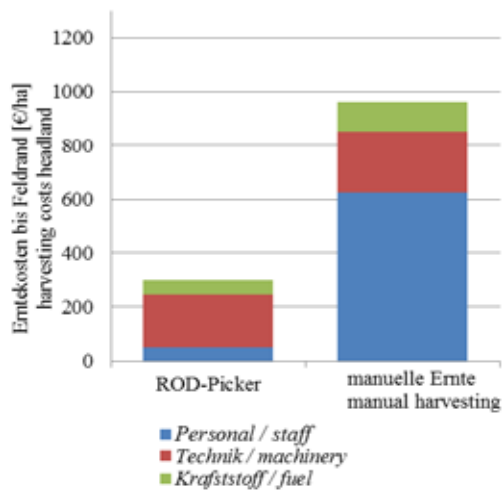
Abb. 3



Sägeblätter und Einzugsbänder (links), abgeladene Pappelaufwüchse (rechts) (Fotos: Peschel, TU Dresden)  
Fig. 3: Saw blades and feeder belts (left), unloaded poplar rods (right)



Abb. 4



Vergleich der Erntekosten bei manueller Ernte mit Freischneider und der Ernte mit dem ROD-Picker

Fig. 4: Comparison of harvesting costs by manual harvest with brush cutter and by using the ROD-Picker

Am Beispiel einer Mutterquartiersfläche mit einem Reihenabstand von 75 cm, einer Reihlänge von 400 m und einer Baumanzahl von 37 700 Stck./ha werden die Verfahrenskosten für die manuelle Ernte mit Freischneider und die Ernte mit dem ROD-Picker berechnet (**Tabelle 2**). Als Grundlage dienen die während der Versuche aufgezeichneten Zeitmessungen und Messwerte. Die geernteten Aufwüchse werden in diesem Beispiel am Vorgewende abgelegt. Die weitere Aufbereitung zum

Tab. 2

Ausgangsdaten für die Berechnung der Erntekosten  
Table 2: Main data for calculating the harvesting costs

	ROD-Picker	Manuelle Ernte Manual harvest
Ernteleistung Harvest performance	4 000 m/h <sup>1)</sup>	500 m/h <sup>1)</sup>
ROD-Picker	30 €/h <sup>1)</sup>	-
Freischneider Brush cutter	-	6 €/h <sup>4)</sup>
Transportanhänger Trailer	-	8 €/h <sup>1)</sup>
Traktor/Tractor	29 €/h <sup>2)</sup> [5]	18 €/h <sup>3)</sup> [5]
Dieserverbrauch Fuel consumption	12 l/h <sup>1)</sup>	6 l/h <sup>1)</sup>
Personalbedarf Staff requirement	1 AK	3 AK
Personalkosten Labour costs	15 €/h	10 €/h

<sup>1)</sup> Eigene Datenaufnahme und Berechnung/Own data recording and calculation.

<sup>2)</sup> Traktor mit 84 bis 102 kW bei 75 % Auslastung/Tractor power 84 to 102 kW at 75 % utilization.

<sup>3)</sup> Traktor mit 55 bis 67 kW bei 75 % Auslastung/Tractor power 55 to 67 kW at 75 % utilization.

<sup>4)</sup> Kosten für Freischneider inkl. Kraftstoff, eigene Datenaufnahme/ Costs for brush saw including fuel, own data recording.

Pflanzmaterial ist in der Berechnung nicht enthalten. Die Gesamtkosten (**Abbildung 4**) für die manuelle Ernte liegen um den Faktor 3 über dem der maschinellen Ernte. Während der ROD-Picker vollständig von einer Arbeitskraft bedient werden kann, sind für die Ernte mit Freischneider mindestens 3 Arbeitskräfte nötig, bei gleichzeitig deutlich geringerer Flächenleistung. In Kombination mit der stationär arbeitenden Aufbereitungseinheit können die Produktionskosten für Pflanzmaterial um bis zu 30 % gesenkt werden bei gleichzeitiger Steigerung der Produktionskapazität.

### Schlussfolgerungen

Die während der ersten Ernteeinsätze aufgezeichneten Messwerte und Erkenntnisse fließen in die Weiterentwicklung des ROD-Picker-Prototyps ein. Das Ziel des Projektes ist die Umsetzung einer Vorserienmaschine und die Langzeiterprobung bei den Praxispartnern während der nächsten Ernteperiode 2014/15. Nach der erfolgreich abgeschlossenen Erprobungsphase übernimmt die dänische Firma EGEDAL die schrittweise Markteinführung und die weitere Produktion.

### Literatur

- [1] Mantau, U. et al. (2010): Real potential for changes in growth and use of EU forests, [http://ec.europa.eu/energy/renewables/studies/doc/bioenergy/euwood\\_final\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/energy/renewables/studies/doc/bioenergy/euwood_final_report.pdf), Zugriff am 26.5.2013, p. 23
- [2] Mantau, U. (2012): Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung 1987 bis 2015. Hamburg, [http://literatur.vti.bund.de/digbib\\_extern/dn051281.pdf](http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/dn051281.pdf), Zugriff am 26.5.2014
- [3] Landgraf, D. (2013): Mutterquartiere. In: Energieholzplantagen in der Landwirtschaft, Hg. Bemann, A.; Butler Manning, D.; Clenze, Erling Verlag, S. 30–34
- [4] Wagner, P.; Schweinle, J.; Setzer, F.; Kröber, M.; Dawid, M. (2012): DLG-Merkblatt 372: DLG-Standard zur Kalkulation einer Kurzumtriebsplantage, Frankfurt am Main, DLG, S. 12
- [5] KTBL (2005): Faustzahlen für die Landwirtschaft. 13. Auflage, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt, S. 78

### Autoren

Dipl.-Ing. Thomas Peschel und Dipl.-Ing. Mirko Lindner sind wissenschaftliche Mitarbeiter an der Professur für Agrarsystemtechnik (Leiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Herlitzius), Technische Universität Dresden, ZINT, Bergstr. 120, 01069 Dresden, E-Mail: peschel@ast.mw.tu-dresden.de

### Hinweise

Das von der EU im 7. Rahmenprogramm geförderte Forschungsvorhaben „ROD-PICKER – Automatic harvesting system for SRC nurseries“ (grant agreement n° 315416) hat eine Laufzeit von 24 Monaten und endet am 30.09.2014. Die Projektkoordination erfolgt durch die dänische Firma EGEDAL. Die Forschungsergebnisse können unter anderen auf folgender Homepage eingesehen werden <http://rod-picker.eu>.