

# Energieholzernte innovativ

Auf der Suche nach Lücken im Stück-Masse-Gesetz bieten Ernteverfahren mit Sammelaggregaten neue Möglichkeiten in der Energieholzbereitstellung

Alexander Eberhardinger

**Pflegerückstände gerade in jungen Waldbeständen sind auf Grund der hohen Kosten für die Pflegemaßnahmen leider keine Seltenheit. Sammelaggregate bieten mit ihrer neuen Funktionsweise eine interessante Möglichkeit, bisher zurückgestellte Flächen effizient zu pflegen. Diese innovativen Arbeitsverfahren schließen damit manche Lücke im vielerorts so erbarmungslosen »Stück-Masse-Gesetz«.**

Auf bedeutenden Flächen von Pflege- und jungen Durchforstungsbeständen sind immer noch erhebliche Pflegerückstände zu beobachten. Die geringen Stückmassen des ausscheidenden Bestandes machen eine kostendeckende Holzernte mit klassischen Arbeitsverfahren oftmals unmöglich und notwendige Pflegemaßnahmen werden aufgeschoben. Dies kann bei gering differenzierten Beständen zu erhöhtem Stabilitätsrisiko und zu Zuwachseinbußen führen. Auf Grund der dynamischen Entwicklung des Energieholzmarktes und der angespannten Kosten-Erlös-Situation besteht weiterhin ein Bedarf an alternativen Bereitstellungsverfahren und Rohstoffquellen für Waldhackgut. Die Anwendung innovativer Verfahren zur Erschließung neuer Rohstoffquellen könnte dazu beitragen, den Nutzungskonflikt zwischen stofflicher und energetischer Holznutzung zu entschärfen. Der Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München prüfte in diesem Zusammenhang verschiedene »Energieholz«-Aggregate, mit denen höhere Leistungen bei der Schwachholzernte erzielt werden können. Dabei kamen unterschiedliche Trägerfahrzeuge und Arbeitsverfahren zum Einsatz.

## Sammelaggregate hebeln Stück-Masse-Gesetz aus

Die seit einigen Jahren in Skandinavien entwickelten und auf europäische Verhältnisse angepassten Sammelaggregate (engl. »Feller-Buncher-Aggregates«) bieten neue technische Möglichkeiten für eine effiziente Pflege problematischer Jungbestände. Sie fällen (engl. *to fell*) und bündeln (engl. *to bunch*) in (mehr oder weniger) einem Arbeitsgang sehr schwache, aber bereits für die Energieholzproduktion geeignete Bäume und legen diese als kleine Bündel in den Beständen ab. Wegen ihres geringen Gewichtes (300 bis 500 kg) sowie verringerten Anforderungen an die Hydraulikleistung (ab 80 l/min) eignen sich die Aggregate auch für kleinere Trägerfahrzeuge (Abbildung 1). Die niedrige Fixkostenbelastung (z. B. beim Einsatz eines Schleppers) kompensiert dabei die geringeren Leistungen der eingesetzten Maschinen.

Der Einsatz konventioneller Harvester-Aggregate in sehr schwachen und überdichten Beständen ist stark eingeschränkt. Spannungskräfte führen dazu, dass die Sägekette oftmals vom Schwert springt. Daraus resultieren Standzeiten und erhöhte Wartungskosten. Die Investitions- und Reparaturkosten der Energieholz-Aggregate hingegen sind deutlich geringer als bei herkömmlichen Fällköpfen. Die Schnittfunktion erfolgt zumeist mit hydraulischen Messern. Die Energieholz-Aggregate besitzen i. d. R. keine Vorschubwalzen, Entastungsmesser und kein integriertes Vermessungssystem. Der eigentliche Clou der Sammelaggregate sind die seitlich angebrachten, gefederten Bündelzangen (Abbildung 2), die es ermöglichen, mehrere Bäume direkt hintereinander zu fällen und anschließend gemeinsam abzulegen. Damit werden Kranbewegungen eingespart, die Fällleistung erhöht sich und die Kosten sinken.

Die Sammelaggregate kommen für verschiedene Einsatzgebiete in und außerhalb des Waldes in Frage. Neben den Möglichkeiten bei der Jungbestandspflege, Erstdurchforstung und Lichtraumprofilpflege werden sie bisher vor allem in der Landschafts- und Gewässerpflege, bei Rodungen oder bei der Pflege von Straßenböschungen eingesetzt. In Zukunft mag auch die Ernte von Kurzumtriebsplantagen eine Rolle spielen.



Foto: A. Eberhardinger

Abbildung 1: Die leichten Sammelaggregate lassen sich auch auf kleinere Trägerfahrzeuge montieren.

## Aggregattypen, Trägerfahrzeuge und Verfahren

Die Aggregate bieten sowohl einige »klassische« Forstmaschinenhersteller, darunter John Deere, Ponsse, Silvatec, Waratah, sowie Spezialisten für »Biomassemaschinen«, z. B. Allan Bruks, PentinPaja und Bracke an. Auffällig ist, dass sich z. T. sehr unterschiedliche Bauweisen entwickelt haben. Dazu zählt beispielsweise die Art der Schnittfunktion. Beim Bracke C16.a (Abbildung 2) wird eine  $\frac{3}{4}$  Zoll starke und auf eine Stahlscheibe fest montierte Sägekette verwendet. Hinsichtlich Stabilität und Wartungsaufwand ist diese gegenüber den Aggregaten mit einem oder mehreren Schnittmessern (z. B. NaarvaGrip 1500-40) im Nachteil. Vorteile des Kettensystems ist jedoch ein sauberer und schneller Schnitt. Gerade in sehr schwachen Jungbestandsflächen (»Fichten-Bürstenwuchs«) ist dies günstig, da die dicht gewachsenen Bäumchen effektiv gemäht werden können.



Foto: A. Eberhardinger

Abbildung 2: Das Sammelaggregat Bracke C16.a ist mit einer auf eine Stahlscheibe montierten Sägekette ausgestattet.

Für die Art der Aggregataufhängung am Trägerfahrzeug stehen ebenso verschiedene Lösungen zur Verfügung (pendelnd, mit fixierendem Zylinder oder doppelter Pendelbremse). Eine fixierende Aufhängung (z. B. bei AllanBruks) erleichtert es, Bäume bzw. Baumkronen senkrecht und damit äußerst schonend aus dem Bestand zur Rückegasse zu heben.

Je nach Verfahren ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an die Wahl der geeigneten Trägermaschine. Während der Forwarder (Tragschlepper) deutliche Kostenvorteile gegenüber einem Zweimaschinensystem aufweist, bietet ein Harvester oder Bagger als Trägerfahrzeug i. d. R. die Vorteile der größeren Hubkraft und Kranreichweite sowie der besseren Sicht für den Maschinenführer. Gerade bei Gassenauftrieben ist die Sicht ein entscheidender Faktor. Konventionelle Forwarder sind hier nur begrenzt einsatzfähig.

In der Pflege naturverjüngter Bestände mit hohen Bestandesdichten wurden bisher in erster Linie schematische Arbeitsverfahren getestet. Dabei werden neben dem Freischneiden der Rückegassen in regelmäßigem Abstand Kranlinien senkrecht zur Rückegasse angelegt. Diese dienen einerseits als Ablagemöglichkeit für die gefällten Bäume. Andererseits wird über diese Stammzahlreduktion der Pflegeeffekt erhöht. Selektive Verfahren, bei der einzeln ausgewählte Zuwachsträger gefördert werden sollen, kommen eher bei gepflanzten Beständen mit nicht allzu hohen Stammzahlen in Betracht.

## Hohe Leistung bei niedrigen Kosten

Auf Grund der Vielzahl an Anbaumöglichkeiten und in Frage kommenden Maschinensystemen sowie der enormen Heterogenität der Einsatzgebiete ist es schwer, Faustzahlen über Leistung und Kosten auszugeben. Wie bei der konventionellen Holzernte beeinflussen Faktoren wie Baumvolumen, Eingriffstärke oder Rückedistanz Leistung und Kosten erheblich und führen bei wechselnden Hiebsbedingungen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Die bisherigen Erkenntnisse aus schematischen Pflegeeingriffen (Alter 15 bis 20) zeigen, dass allein die Kosten für das Fällen und Vorkonzentrieren zwischen 6,00 und 13,00 Euro pro Schüttraummeter (€/Srm) schwanken können. Dies entspricht etwa 35 bis 80 Euro pro Tonne absolut trockener Hackschnitzel (€/t atro).

Die bisher geprüften Arbeitsverfahren verdeutlichen, dass eine in Anbetracht der geringen Stückmasse sehr hohe Rückeleistung erzielt werden kann. Voraussetzung dafür ist die Qualität der Vorkonzentration entlang der Rückegassen. Für das Energieholz müssen im Gegensatz zum Stammholz i. d. R. keine unterschiedlichen Sortimente gebildet und dementsprechend getrennt an die Waldstraße vorgeliefert werden, ein weiterer Grund für ein hohes Leistungsvermögen bei der Rückung. Im Einzelfall ermittelten wir Leistungen bis zu 40 Srm/h (entspricht circa 6,5 t atro/h). Bei einem derartigen Leistungsniveau sinken die Rückekosten unter 2,00 €/Srm (entspricht circa 12,00 €/t atro). Werden für Hacken und Transport 7,00 €/Srm (entspricht circa 42 €/t atro) veranschlagt, ergeben sich für die Bereitstellung frei Werk Gesamtkosten von 15,00 bis 22,00 €/Srm (circa 90 bis 132 €/t atro).

Die Ernte und Bereitstellung von Vollbäumen wirkt sich positiv auf die Hackleistung aus. Bei entsprechender Polterung (senkrecht zur Forststraße!) gewähren die konzentrierten und bereits leicht verdichteten Vollbäume eine einfache Kranzufuhr zum Einzugstisch des Hackers. Die Länge der getrimmten Vollbäume sollte für eine bestandsschonende Rückung fünf bis sieben Meter nicht überschreiten und ermöglicht beim Hacken eine gleichmäßige Kranzufuhr und damit eine konstant hohe Hackerlaufleistung. Die Hackschnitzelproduktion führt bei geringeren Stammvolumina und entsprechend hohen Rinden- und Blatt- bzw. Nadelanteilen zu geringer Hackgutqualität. Der optimale Erntezeitpunkt ist parallel zur Schadensvorsorge außerhalb der Saftzeit. Dies gewährleistet eine gute Ausgangssituation für eine Lagerung des Energieholzes, Grünanteile im Hackgut lassen sich deutlich reduzieren.

## Risiko »Vollbaumverfahren«

Wie andere Vollbaumverfahren verursacht auch dieses Holz-erntesystem einen signifikanten Entzug von Nährstoffen, der insbesondere auf mäßig versorgten Standorten zu berücksichtigen ist. Darüber hinaus ist, da keine Reisigmatratzen angelegt werden, von einem gesteigerten Risiko von Bodenschäden auszugehen. Um Schäden am Bestand zu vermeiden, sollten die Maßnahmen außerhalb der Vegetationszeit stattfinden. Ein Nachteil der Energieholz-Aggregate ist das fehlende Vermessungssystem. Deshalb ist keine Ausformung von Industrieholz- oder Brennholzsortimenten bzw. nur mit zusätzlicher Vermessung nach dem Rücken möglich.



Foto: A. Eberhardinger

Abbildung 3: Harvester-Aggregate mit Sammelarmen sind auf Grund ihrer Entastungsfunktion in der Lage, eine den Boden schützende Reisigmatratze anzulegen. Dadurch verbleiben auch wichtige Nährstoffe im Bestand.

Auf der Forstmesse ELMIA WOOD 2009 präsentierten einige Prozessorhersteller Sammelarme für konventionelle Harvester-Aggregate (Abbildung 3). Die Vorteile dieser Mehrfacheinrichtung liegen in den geringen Umbaukosten sowie einer hohen Flexibilität. Eine Standardaufarbeitung ist nach wie vor ohne Einschränkungen möglich. Bei der Energieholzernte unter Verwendung der Sammelfunktion lassen sich zudem verschiedene Sortimente aushalten (Industrie- und Energieholz). Ein wesentlicher Vorteil bietet die Vorschub- und Entastungsfunktion. Eine Reisigmatratze kann angelegt werden und sorgt neben der Armierung der Rückegasse dafür, dem Bestand einen erheblichen Teil der Nährstoffe zu erhalten. Der Nachteil der Schnitttechnik mit dem Risiko erhöhter Standzeiten in extrem dichten Beständen (siehe oben) bleibt aber nach wie vor bestehen.

## Fazit

Die *Feller-Buncher*-Technologie kann einen Beitrag zur effizienten Pflege bisher zurückgestellter Flächen bieten. Daraus lassen sich für die Bereitstellung von Waldhackgut neue Rohstoffquellen erschließen. Unter gewissen Rahmenbedingungen sind kostendeckende Einsätze auch in extrem stückmassenarmen Beständen möglich. Eine reine Jungbestandspflege gibt es nicht zum Nulltarif. Die Pflege sollte jedoch als Investition in Bestandesstabilität und Wuchsleistung und damit als Investition in die Zukunft gesehen werden. Der Zeitpunkt des Eingriffs beeinflusst das Risiko von Bestandesschäden und die Qualität des erzeugten Hackgutes wesentlich. Die standortsabhängigen Konsequenzen des Nährstoffentzuges bei Vollbaumverfahren sind zu berücksichtigen. Hinsichtlich der Wahl des Aggregattyps, der Trägermaschine und des Arbeitsverfahrens kann kein Patentrezept ausgegeben werden. In weiteren Fallstudien hat der Lehrstuhl spezielle Forwarderaufbauten für die Rückung von Kronen bzw. Schlagabraum sowie den Einsatz eines Spezialpapiers zur Abdeckung von Energieholz während der Lagerung im Praxiseinsatz getestet. Informationen dazu stehen auf Anfrage zur Verfügung.

---

Alexander Eberhardinger ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der Technischen Universität München.  
[eberhardinger@wzw.tum.de](mailto:eberhardinger@wzw.tum.de)