

Edmund Isensee, Dirk K. Stübzig und Christoph Lubkowitz, Kiel

Bergung und Aufbereitung von Knick- und Schwachholz

Wallhecken oder Knicks prägen weite Teile der Landschaft in Schleswig-Holstein. Der Aufwuchs muss regelmäßig reduziert werden und bildet somit den nachwachsenden Rohstoff. Die verfahrenstechnische Aufgabe liegt darin, das Gehölz abzusägen, zu „knicken“ und das sehr inhomogene Material für die weitere Verwertung rationell zu bergen und aufzubereiten.



Bild 1: Einsatz des Hackers am Knick

Fig. 1: Application of the chopper at the hedgerows

Prof. Dr. Edmund Isensee ist Leiter, Dipl.-Ing. Dirk K. Stübzig wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dipl.-Ing. (FH) Christoph Lubkowitz technischer Angestellter am Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel, Max-Eyth-Str. 6, 24098 Kiel, e-mail: landtechnik@ilv.uni-kiel.de

Schlüsselwörter

Holz hackschnitzel, Biomasse, erneuerbare Energieträger, Holzhacker

Keywords

Wood chips, biomass, renewable energy, wood chopper

Der ökologische Wert der Knicks beruht darauf, dass dieser Aufwuchs die Landschaft prägt, generell als nachwachsender Rohstoff gilt und CO₂-neutral ist. Es wird bei der Verbrennung dieses Materials also die gleiche Menge an CO₂ freigesetzt, die zum Aufbau und Wachstum der Pflanze notwendig ist.

Technik zur Abnahme der Knicks

Der Knick, ursprünglich als Weidezaun angelegt, wächst auf einem Wall und setzt sich aus unterschiedlichen Gehölzen zusammen. Folglich muss sich die Technik auf sehr variierende Bedingungen einstellen.

In diesem Sinne hat sich die Knickschere am Ausleger des Baggers bewährt, deren Einsatz vom Baggerführer in Höhe und Weite exakt gesteuert werden kann. Die hydraulisch betätigten Schneiden mit einer Öffnungsweite von 750 mm (je nach Ausführung) schneiden mehrere Hölzer ab, die gleichzeitig von einem Greifer gehalten und dann vom Bagger abgelegt werden können. Diesem Konzept des Scherenschnitts wird nachgesagt, dass die Schnittfläche bricht und ausfransen kann.

Als Alternative wird eine Lösung erprobt, die einen ziehenden Schnitt ausführt und abgeleitet ist von einem Prozessorkopf im Forst. Der Nachteil der kürzeren Schneide wird dadurch kompensiert, dass dieses System mehrmals nachgreifen kann. Das Knickholz wird während des Schnitts durch ein Greiferpaar direkt oberhalb des Messers gehalten. Nach Beendigung des Schneidvorganges werden die abgeschnittenen Hölzer durch ein weiteres, höher liegendes Greiferpaar gehalten, so dass sich die unteren Greifer öffnen können, um nachzugreifen und weiteres Holz aufzunehmen. Auf diese Weise wird ein Stamm nach dem anderen zu einem Bündel zusammengefasst und dann vom Baggerarm gezielt abgelegt. Somit kann die Menge je Arbeitszyklus erhöht werden (Tab. 1). Die Ablage erfolgt im Hinblick auf die spätere Gutaufnahme als Längschwad parallel zum Verlauf des Knicks.

Die charakteristische Arbeitsweise des Prozessorkopfes wird durch längere Schnittzeiten sowie die Anzahl der Schnitte pro Schwenkvorgang wiedergegeben. Die Anga-

ben zu Geschwindigkeit und Leistung hängen neben den Fähigkeiten des Bedieners von der Beschaffenheit des Knicks ab.

Die Kosten für das Abnehmen der Knicks richten sich nach deren Alter und Zustand. Diese Faktoren sind zusätzlich von regionalen Besonderheiten abhängig. So werden für das Knicken vom Landwirt oder Anlieger zwischen 1 und 3 DM/m gezahlt.

Technik zur Aufnahme des Schwads

Die anspruchsvolle Aufgabe liegt darin, das breite Schwad aufzunehmen und es zu verdichten. Es wäre auch denkbar, dass der Bagger das abgeschnittene Bündel direkt in den Hacker eingibt. Allerdings haben beide Arbeitsgänge eine unterschiedliche Leistung und Störanfälligkeit, so dass sie besser getrennt voneinander ablaufen.

Die Dimension des Schwads bildet den Ausgangspunkt für die Auslegung der Aufnahmetechnik und des Hackeraggregats. Bei früheren Messungen ergab sich eine Breite in der Ablage von 3 m bei einer Höhe von 1,8 m. Das Material ließ sich im entsprechenden Experiment mit Spanngurten auf einen Durchmesser von 0,5 m komprimieren. Daher wurde eine Aufnahme mit einer 3 m breiten Pick-up gebaut. Andere Lösungen haben eine schmale Aufnahme für Stammholz.

Eine seitliche Fixierung soll das Material verdichten und zur Hackertrommel führen. Der Zufuhrboden setzt sich aus mehreren, mit Mitnehmern besetzten Walzen zusammen. Deren Umfangsgeschwindigkeit ist dank der hydraulischen Antriebe auf die gegebenen Bedingungen einzustellen. Dies soll eine kontinuierliche Aufnahme und steife Vorfahrt gewährleisten.

Die Erfahrung aus der Einsatzerprobung lehrt, dass die abgelegten Schwade deutlich größer sind als ursprünglich zugrunde gelegt. Entgegen der Planung war keine stetige Vorfahrt möglich, so dass der aufgebaute Kran eingesetzt werden musste. Eine wesentliche Ursache dafür liegt darin, dass offensichtlich mehr Holz im Knick gewachsen

| | Knickschere | Prozessorkopf |
|--|-------------|---------------|
| Holz hackschnitzel-Volumen [m ³ /10 m Knicklänge] | 1,1 | 1,5 |
| Zeit des Schneidens pro Schwenkvorgang [s] | 17,1 | 23,7 |
| Masse pro Schwenkvorgang [kg] | 20,0 | 24,3 |
| Schnitte pro Schwenkvorgang | 1 | 2,2 |
| Geschwindigkeit [m/h] | 60,1 | 45,8 |
| Leistung [m ³ /h] | 6,6 | 6,9 |
| Leistung [t/h] | 2,4 | 2,5 |

Tab: 1 Messwerte zur Leistung von Knickschere und Prozessorkopf

Table 1: Measured values for the performance of shears and processor head

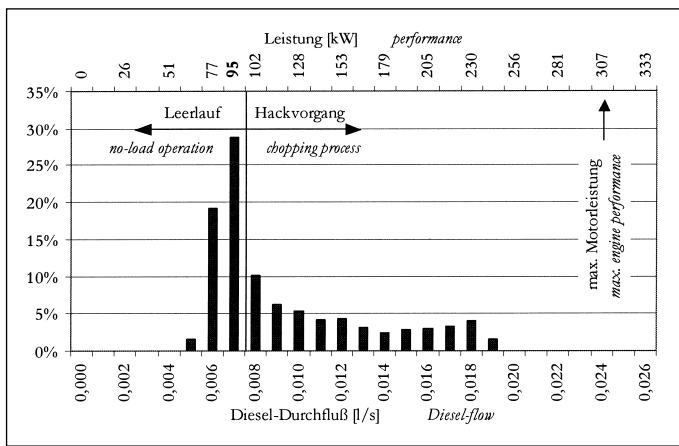


Bild 2: Auslastung des Hackersystems hinsichtlich der bereitgestellten Leistung

Fig. 2: Extent of utilization of the chopper system with regard to installed power

0,3 % der bei einer thermischen Verwertung freiwerdenden Energie.

Auslastung des Hackersystems

Der kontinuierliche Betrieb stellt das Ziel beim Einsatz des Hackers dar. Bei andauernder Fahrt soll die maximale, zur Verfügung stehende Motorleistung ausgeschöpft werden. Inwieweit das gelungen ist, geben die Messwerte zu Dieseldurchfluss und Motorleistung wieder. In Bild 2 sind die kW-Klassen nach Häufigkeit aufgetragen. Sie umfassen bis 95 kW den Leerlauf für das System, und dieser nimmt mit 50% einen zu hohen Anteil ein. Die gesamte Motorleistung von 307 kW steht nicht zur Verfügung, da eine Sicherheitsabschaltung das System gegen Überlastung schützt.

Darüber hinaus besteht eine breite Verteilung der Klassen mit Werten unter 5%. Die Spitze der beanspruchten Leistung stellt hierbei ein Wert von 256 kW dar. Das breite Spektrum der kW-Klassen deutet darauf hin, dass es noch nicht gelungen ist, die Hackertrommel kontinuierlich und mit genügend Masse zu beschicken. Der Gutfluss muss, mit Blick auf die Ablage des Holzes im Schwad sowie das Aufnahmeorgan, weiter verbessert werden.

Wirtschaftliche Situation zur Herstellung der Holz hackschnitzel

Die Vollkosten für das Hacken betragen 400 DM/h. Dabei entfallen 300 DM/h auf das Hackersystem und 100 DM/h auf den Traktor mit Containersystem zum Transport der Holz hackschnitzel. Diese Kosten werden nicht, wie beim Knicken, vom Besitzer des Knicks getragen, sondern sollen mit dem Verkauf der Holz hackschnitzel gedeckt werden.

Die Preise, die für Holz hackschnitzel bezahlt werden, hängen stark von der regionalen Marktlage ab sowie von der Qualität, also Wassergehalt und Größenverteilung. Als Bezugsgröße gilt das Schüttvolumen, das allerdings zwischen 250 und 350 kg/m³ schwanken kann, beispielweise erhöht durch den Absetzvorgang beim Transport oder durch unterschiedliche Wassergehalte.

Das erklärt die Spannweite von 7 bis 27 DM/m³. Der Transport zum Heizwerk wird mit 5 DM/m³ bewertet. Aktuell vergütet ein Heizwerk die Ware frei Hof mit 10 DM/m³. Also müssen im Durchschnitt des Tages 40 m³/h produziert werden. Angesichts der Leerzeit von 50% müsste der Hacker im Mittel 80 m³/h schaffen, im Maximum mehr.

Diese Größenordnung belegt, wie wichtig es ist, die Maschine kontinuierlich zu beschicken und auszulasten.

ist, als ursprünglich mit 1 m³ je 10 m Knicklänge angenommen wurde.

Daher werden erneut beispielhaft Schwadverläufe vermessen, allerdings mit einer anderen Methode. Der Querschnitt des Schwads wird vermessen. Aus diesem Volumen nimmt der Aufbaukran Greiferfüllungen heraus. Damit wird eine realitätsnahe Verdichtung erzielt. Sie liegt mit dem Verhältnis 1 : 11 bis 1 : 19 nur halb so hoch, wie zuvor unterstellt. Danach lässt sich das sperrige Material auf einen Querschnitt von 0,7 m² komprimieren. Auf diesen Wert wäre die Öffnung des Hackers abzustimmen, also 1,5 m breit und 0,5 m hoch. Diese Dimension erscheint sehr groß. Daher sollten bei einem starken Knick mit mehr als 1,5 m³ Holz hackschnitzel pro 10 m Knicklänge die Knickschere oder der Prozessorkopf ein Doppelschwad ablegen.

Technik zur Zerkleinerung des aufgenommenen Materials

Zur Herstellung von Holz hackschnitzeln sind Trommelhacker für einen hohen Durchsatz eher geeignet als Scheibenhacker. Die Baugruppen für die Aufnahme und Zerkleinerung des Materials müssen von einem Fahrzeug getragen und von einem Motor angetrieben werden.

An beide sind spezielle Anforderungen gestellt, denen landtechnisch geprägte Lösungen am ehesten entsprechen. Neben den Antrieben durch die Zapfwelle eines Traktors oder eines aufgebauten Motors gibt es die Möglichkeit, den Antriebsstrang eines in der Landwirtschaft etablierten Arbeitsgerätes zu nutzen.

Der Leistungsbedarf des Hackers ist hoch, der des Fahrtriebs dagegen gering. Um sowohl auf Straßen als auch auf Ackerflächen, mit oder ohne einen Anhänger, auf unebenem Untergrund oder nassem Boden zu fahren, werden hohe Anforderungen an das Fahrwerk gestellt. Weiterhin soll auch bei langsamen Arbeitsgeschwindigkeiten eine kontinuierliche Vorfahrt gewährleistet sein. Dies ließe sich mit einem hydrostatischen Fahrtrieb verwirklichen.

Eine Möglichkeit diese verschiedenartigen Forderungen hinsichtlich Leistung,

Fahrwerk und Antrieb zu erfüllen, bietet der selbstfahrende Feldhacksler. Die Idee, solch ein vorhandenes System auch für andere Zwecke zu verwenden, ist so alt wie die Existenz dieser Arbeitsmaschinen selbst.

In Schleswig-Holstein wird mit solchen Maschinen schon seit längerer Zeit am Knick gearbeitet, wobei Vorgänger dieser Umbauten bereits wesentlich früher in Süddeutschland tätig waren. Der Unterschied und die Innovation liegen in dem Ziel, die bisher absätzig Arbeitsweise durch eine kontinuierliche zu ersetzen.

Das breite Aufnahmeorgan mit Pick-up und aggressiven Einzugswalzen nimmt das Gut auf und leitet es zur Trommel. Der angebaute Kran ist hierbei zur Unterstützung vorgesehen, wenn einzelne Sträucher querliegen oder stärkere Stämme eingezogen werden sollen. Die eingebaute Hacktrommel hat eine Breite von 0,75 m und einen Durchmesser von 0,7 m, abgeleitet aus den Maßen des komprimierten Schwads. Sie ist so dimensioniert, dass sie das vom Feldhacksler vorgegebene Innenmaß maximal ausfüllt.

Die Grenze für das zu hackende Material bilden Stammdurchmesser von 0,4 m.

Um Aussagen bezüglich der Leistungsaufnahme machen zu können, wurden verschiedene Daten während des Hackvorganges aufgenommen und ausgewertet. Es wurde ein Durchsatz von 80 m³/h Holz hackschnitzel angestrebt.

Ermittlung des Energiebedarfs beim Hacken

Die für die Zerkleinerung des Schwach- und Knickholzes notwendige Energie wird über die Messung des Betriebsmittelverbrauchs ermittelt. Dafür wird ein Durchflussmessgerät in das Kraftstoffsystem des Feldhackslers integriert. Gleichzeitig erlaubt der Kraftstoffdurchfluss eine Aussage zur Motorleistung und damit zur Auslastung des Hackers.

Der Mittelwert der zur Zerkleinerung benötigten Energie beträgt etwa 8 kWh/t Holz hackschnitzel (n = 50, s = 1,6).

Im Vergleich zum Energiegehalt der Holz hackschnitzel mit 9 MJ/kg bei 45 % Wassergehalt beträgt die mechanische Energie nur