



Abb. 1: Kurzumtriebsplantagen drei Monate nach der Begründung

Energiebilanz klar positiv

Kurzumtriebsplantagen

Frank Burger

Im Rahmen eines langfristigen Forschungsprogramms werden an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) seit dem Jahr 1999 Ernteeinsätze in Kurzumtriebsplantagen (KUP) mit orientierenden Zeitstudien begleitet. Die gewonnenen Daten fließen in eine umfassende Ökobilanzierung des Landnutzungssystems KUP ein. Es zeigte sich, dass das Verhältnis zwischen eingesetzter und gewonnener Energie sehr weit ist und die Produktion von Hackschnitzeln in Kurzumtriebsplantagen mit der Hackschnitzelbereitstellung im Wald hinsichtlich der Extensivität konkurrieren kann.

Zuwachsleistungen auch im dritten Umtrieb hoch

Der Anbau schnellwachsender Bäume auf landwirtschaftlichen Flächen leistet hohe Zuwächse an Biomasse über einen langen Zeitraum. In Tab. 1 sind die Ertragsdaten einer Versuchsfläche während der dritten fünfjährigen Rotationsperiode aufgelistet.

Dr. F. Burger ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Die Forschungsvorhaben werden vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten im Rahmen des Gesamtkonzepts „Nachwachsende Rohstoffe“ gefördert.



Frank Burger
Frank.Burger@lwf.bayern.de

Der Biomassezuwachs übertraf den der zweiten Umtriebszeit (dargestellt in AFZ-DerWald Nr. 14/2007). Alle Klone der Balsampappel zeigten Erträge zwischen 12 und 15 t_{atro}/ha*a (Tonnen absolut trockene Biomasse pro Jahr und Hektar). Das entspricht einer Energiemenge von 5 500 bis 7 000 l Heizöl, das mit der Verbrennung der gewonnenen Hackschnitzel ersetzt werden kann.

Ökobilanzierung

Die Ökobilanzierung oder Life Cycle Assessment (LCA) ist eine standardisierte und normierte Methode [1], die die ökologischen Auswirkungen eines Produktes während seines Lebensweges umfassend abbildet.

Die Energiebilanz als Teil der Ökobilanz umfasst alle durch die Bewirtschaftung

von Kurzumtriebsplantagen verursachten Energieströme und stellt sie der gewonnenen Energiemenge gegenüber. Sie wird hier für fünf Erntelinien differenziert dargestellt:

1. Motormanuelle Ernte mit anschließendem Hacken, Umtrieb fünf Jahre,
2. Ernte mit einem Fäller-Bündler, Rücken und Hacken, Umtrieb fünf Jahre,
3. vollautomatische Hackschnitzelproduktion (hier mit dem Gehölmähhäcksler nach WIENEKE/DÖHRER), Umtrieb fünf Jahre,
4. motormanuelle Ernte, anschließendes Rücken und Hacken im darauffolgenden Herbst, Umtrieb zehn Jahre,
5. Fällung mit einem Harvester, Rücken und Hacken, Umtrieb zehn Jahre.

Diese fünf Erntelinien werden in Abb. 2 bis 4 als Erntelinien 1 bis 5 beschrieben. Als Zuwachs wurden 10 t_{atro}/ha*a während der gesamten 30-jährigen Nutzungsdauer der Plantage angenommen. Um die KUP mit landwirtschaftlichen Energiekulturen vergleichen zu können, sind alle notwendigen Maßnahmen, wie Flächenvorbereitung, Begründung, Pflege, Ernte und Rodung der Plantage für ein Jahr berechnet. Eine Düngung von KUP ist nach den Erfahrungen der LWF nicht notwendig und deshalb nicht Bestandteil der Ökobilanzierung.

Die Ergebnisse enthalten die so genannten Vorketten oder „Graue Energie“, d.h. die Energie, die zur Herstellung der eingesetzten Maschinen und des Kraftstoff- und Schmiermittelverbrauchs notwendig war. Die Ökobilanzierung bildet den Lebensweg von der Flächenvorbereitung bis zum Hackschnitzel daher vollständig ab. Bilanziert wird 1 ha Balsampappel-KUP, die Betrachtung beginnt bei Flächenvorbereitung und Pflanzung und endet mit der Produktion der Hackschnitzel.

Abb. 2 stellt den Energie-Einsatz in eine KUP pro Jahr und Hektar dar. Dieser wird eindeutig von Ernte und Rodung dominiert. Alle anderen Arbeiten wie Begründung

Tab. 1: Jährliche Zuwachsleistung in t_{atro}/ha*a von Roterle, Korbweide und Balsampappel auf der Versuchsfläche Coburg; dritter Umtrieb 2005 bis 2009

Baumart	Sorte	Zuwachs
Roterle		7,47
Korbweide	85/55	6,49
	722/51	8,29
Balsampappel	P 10/85	12,70
	Hybrid 275	15,50
	Max 1	12,05
	Max 2	12,13
	Max 3	11,50
	Max 4	12,23

dung, Einsatz von Herbiziden, Beikrautregulierung und Randpflege machen nur einen geringen Anteil der eingesetzten Energie aus.

Den niedrigsten Energie-Einsatz erfordert die Ernte mit dem vollautomatischen Gehölmähhäcksler, den höchsten der Fäller-Bündler, beide im fünfjährigen Umtrieb. Insgesamt zeichnet sich der zehnjährige Umtrieb durch einen niedrigeren Energiebedarf aus als der Durchschnitt des fünfjährigen Umtriebes. Sowohl beim fünf- als auch beim zehnjährigen Umtrieb ist die motormanuelle Erntelinie energieextensiver als der Einsatz von Fäller-Bündler bzw. Harvester.

Vergleicht man den Energieeinsatz mit dem Output an Energie, hier der Heizwert des erzeugten Holzes in absolut trockenem Zustand (Abb. 3), so macht dies den extensiven Charakter der Bodennutzungsart „Kurzumtriebsplantage“ deutlich. Die Input-Output-Verhältnisse bewegen sich in einem Rahmen von 1 : 55 bei der Ernte mit dem vollautomatischen Gehölmähhäcksler und 1 : 29 bei der Ernte mit dem Fäller-Bündler und anschließendem Rücken und Hacken, beides in der fünfjährigen Rotation. Der Anbau von Winterweizen zur energetischen Verwertung kann hier nicht mithalten. Die Ergebnisse einer österreichischen Studie [2] für einen guten und einen schlechten landwirtschaftlichen Standort zeigen einen wesentlich höheren Input an Energie bei geringeren Energie-Outputs der Ackerfrucht.

Rechnet man die „Graue Energie“ heraus und betrachtet nur die direkt eingesetzte Energie, so wird ein Vergleich mit dem Primärenergieeinsatz bei der Produktion von Waldhackschnitzeln möglich. Die bei Waldhackschnitzeln ermittelte direkt eingesetzte Energie schwankt bei Profi-Ernte-Szenarien in einem Bereich von 1,4 bis 2,5 % des unteren Heizwertes der erzeugten Biomasse [3]. Die vergleichbaren Werte bei den Kurzumtriebs-Hackschnitzeln bewegen sich in einem Rahmen von 1,13 bis 2,5 % der produzierten Energiemenge. Hinsichtlich der Extensivität kann die Hackschnitzelproduktion in KUP mit der im Wald also durchaus konkurrieren.

Die Darstellung der Energiebilanz in Abb. 4 geht einen Schritt weiter und bezieht die **Verwertung der Hackschnitzel**, hier in einer 1,4 MW großen Kraft-Wärme-Koppelungsanlage, mit ein. Die blauen Balken stellen den Energieinput in das System dar. Dieser beinhaltet zusätzlich zum Energiebedarf von Anbau und Ernte den des Transports der Hackschnitzel zum Heizkraftwerk, des Baus von Gebäude und Anlage sowie den aller anderen notwendigen Verfahrensschritte. Der Energieinput erhöht sich dadurch im Vergleich zu Abb. 2. Die roten und grünen Balken stellen den Energie-Output in Form von Nutzwärme und Strom dar. Es fällt auf, dass die Output-Balken nicht die gleiche Höhe haben. Das liegt daran, dass hier nicht mehr mit dem theoretischen unteren Heizwert von absolut trockenem Holz gerechnet wurde, sondern mit dem realen Heizwert der mit unterschiedlichen Wassergehalten produzierten Hackschnitzel. Die Erntelinien 1, 3 und 5 wurden mit erntefrischem Hackgut kalkuliert, die Linien 2 und 4 mit den bei den Zeitstudien tatsächlich ermittelten Wassergehaltsprozentzen von 50 bzw. 24 %.

Folgerungen

Abb. 4 zeigt, dass sich die Verwertung von trockeneren Hackschnitzeln, zumindest was die Energiebilanz betrifft, durchaus lohnt. Die Mehrausbeute an Energie bei der Erntelinie 4 liegt bei einem Vielfachen des hier benötigten Energieinputs. Die Relationen von Energieinput zu Energieoutput reichen von 1 : 16 bei der Erntekette mit dem Fäller-Bündler im fünfjährigen Umtrieb bis 1 : 26 bei der motormanuellen Ernte mit Rücken und Hacken am zentralen Platz in der zehnjährigen Rotation.

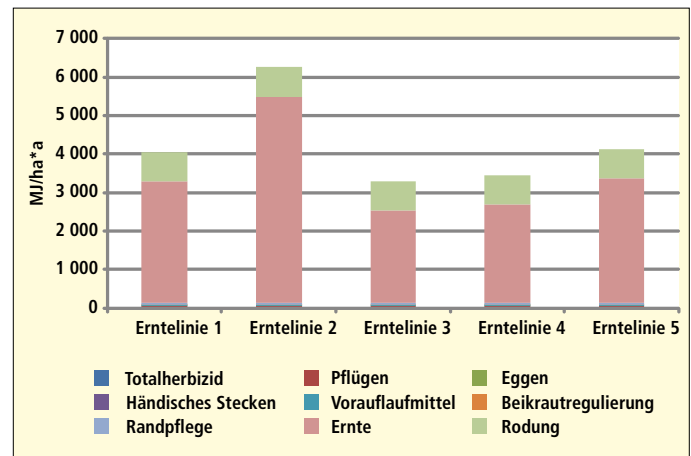


Abb. 2: Energieinput pro Jahr und Hektar bei Anbau und Ernte von Kurzumtriebsplantagen, differenziert nach fünf Erntelinien

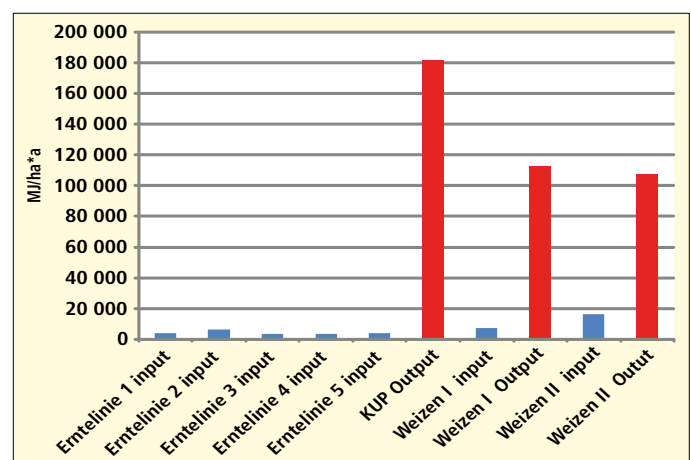


Abb. 3: Verhältnis von Energieinput zu Energieoutput bei der Bewirtschaftung von KUP im Vergleich zur Produktion von Winterweizen für die thermische Verwertung [2]

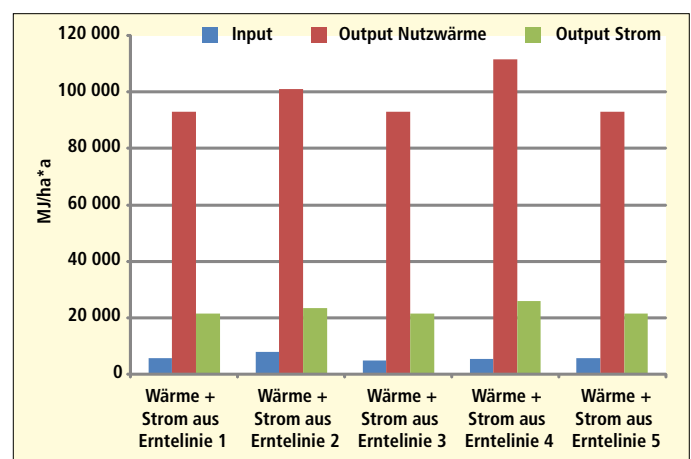


Abb. 4: Verhältnis von Gesamtenergieinput zu Output bei Verwertung der pro Jahr und Hektar produzierten KUP-Hackschnitzel in einer 1,4 MW KWK-Anlage, differenziert nach fünf Erntelinien

Literaturhinweise:

[1] NAGUS (NORMENAUSSCHUSS FÜR GRUNDLAGEN DES UMWELTSCHUTZES IM DIN) (2006a): Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006); deutsche und englische Fassung EN ISO 14040:2006. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. [2] BIEDERMANN, G.; MOITZ, G.; BOXBERGER, J. (2010): Klar positive Energiebilanz in der Getreideproduktion. Blick ins Land Nr. 2, Jahrgang 45, 34-36. [3] ZIMMER, B. (2009): Ökobilanzierung der Bereitstellung von Waldhackschnitzeln. In: EBERHARDINGER, A.; WARKOTSCH, W.; ZORMAIER, F.; SCHARDT, M.; HUBER, T.; ZIMMER, B. (2009): Prozessanalyse und Ökobilanzierung der Bereitstellung von Waldhackgut. Schlussbericht, Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München, Freising, 104-141. [4] BURGER, F. (2010): Bewirtschaftung und Ökobilanzierung von Kurzumtriebsplantagen. Dissertation TU München.