

Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften
Fachgebiet Nutzpflanzenkunde und Fachgebiet Agrartechnik

1. Prüfer: Prof. Dr. Konrad Scheffer
2. Prüfer: Prof. Dr. Rüdiger Krause

Erhöhung der Flächenproduktion bei Raps durch energetische Nutzung der feucht konservierten Ganzpflanze

Doktorarbeit vorgelegt von: Catarina von Schwerin

Witzenhausen, 2001

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden die Einsatzmöglichkeiten von grün geerntetem und feuchtkonserviertem Raps, angebaut als Erstkultur im System der Zweikulturnutzung, als erneuerbarer Energieträger geprüft. Die einzelnen untersuchten Verfahren wurden in einer Energiebilanz bewertet und dem Anbau von Körnerraps gegenübergestellt.

Zweikulturnutzungssystem

Das Konzept sieht den gezielten Anbau von Biomasse als Energieträger vor. Zum Zeitpunkt der höchsten Biomasseerträge, ca. 2-5 Wochen (je nach Kultur) vor der physiologischen Reife, wird die Biomasse grün geerntet. Bei fortschreitender Reife steigt zwar der Trockensubstanzgehalt des Erntegutes, der Gesamtbiomasseertrag sinkt aber durch Blattfall und Kornverluste. Nach der vorgezogenen Ernte der Erstfrucht ist der Nachbau einer Sommerung als Zweitfrucht möglich. Dadurch kann die gleiche Fläche zweimal pro Jahr beerntet werden und der Gesamtbiomasseertrag pro Fläche liegt deutlich höher als bei anderen Anbausystemen.

Das grüne Material wird auf dem Feld gehäckselt und als Silage feucht konserviert. Somit ist eine verlustarme und kostengünstige Konservierung und die Bereitstellung von Biomasse über ein ganzes Jahr hinweg möglich.

Versuchsmaterial

Für die Versuche wurde in der rotierenden Fruchtfolge der Versuchsfläche des Institutes für Nutzpflanzenkunde der Universität Gesamthochschule Witzenhausen Winterraps in drei aufeinanderfolgenden Jahren angebaut. Das Versuchsmaterial wurde zu verschiedenen Entwicklungsstadien gehäckselt und feucht konserviert. Es wurden die Biomasseerträge und Trockensubstanzgehalte der einzelnen Entwicklungsstadien erfaßt. Nach ausreichender Vergärung wurden verschiedene Aufbereitungsschritte für die Biomasse (mechanische Entwässerung, Siebtrennung) getestet und in ihrer Wirkung auf das Endprodukt „biogener Energieträger“ hin betrachtet. Außerdem wurde untersucht, in wie

weit sich das in der Rapspflanze zu den späteren Entwicklungsstadien bereits synthetisierte Öl isolieren und nutzen läßt.

Die wichtigsten Ergebnisse sind:

Gesamtbiomasseerträgen und Qualität des biogenen Energieträgers

Die höchsten Biomasseerträge wurden bei Raps zum Entwicklungsstadium EC 85 erreicht. Im Mittel der drei Untersuchungsjahre lagen diese bei 11,8 t TM/ha. Daher wurde auf das Entwicklungsstadium EC 85 besonderes Gewicht in den weiterführenden Untersuchungen gelegt.

In dieser Arbeit wurde die energetische Nutzungseignung der Biomasse aus feuchtkonserviertem Raps für Verbrennung, Vergasung, Pyrolyse oder anaerobe Fermentation untersucht. Der Brennwert des biogenen Energieträgers liegt, je nach Aufbereitungsschritten zwischen minimal 18590 J/g (Siebrest) und maximal 22890 J/g (Kornfraktion).

Die Verbrennung und Vergasung in praxisüblichen Anlagen (Vorschub-Rostfeuerung, Vergaser-Vomfenfeuerung mit nachgeschalteter Wirbelbrennkammer) ist möglich. Die hohe Eingangsfeuchte des Materials erzwingt jedoch den Zwischenschritt einer Trocknung. Ein rein auf Rapssilage basierender Brennstoff stellt bei der Einhaltung der Abgaswerte der TA-Luft Probleme dar. Brennstoffgemische aus verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturen, wie sie das Zweikulturnutzungssystem vorsieht, können diese Grenzwerte auf Grund der verschiedenen stofflichen Zusammensetzung der einzelnen Arten leichter einhalten.

Die technischen Möglichkeiten der Pyrolyse sind noch nicht bis zur Praxisreife gelangt. Erste Versuche in einer Flash-Pyrolyscanlage brachten aber bereits Ausbeuten von bis zu 29 % Pyrolysegas und 40 % Öl.

Die Silage ist für die Verwertung in Biogasanlagen auf Grund des niedrigen TS-Gehaltes, der feinen Struktur und des Ölanteiles gut geeignet. Zur Zeit erscheint dies der sinnvollste und umweltverträglichste Weg einer energetischen Nutzung, da die hierfür erforderliche Technik ausgereift und verfügbar ist.

Ölgewinnung im Zuge der mechanischen Entwässerung

Die mechanische Entwässerung (Pressen in Schneckenpressen) ist ein unerläßlicher Schritt der Aufbereitung feuchtkonservierter Biomasse, wenn diese thermisch genutzt werden soll. Durch den Abpreßvorgang wird nicht nur der Trockensubstanzgehalt des Materials erhöht, sondern auch der Gehalt an brenntechnisch problematischen Inhaltsstoffen reduziert, so daß der entstandene biogene Brennstoff emissionsärmer ist als getrocknetes Material. Durch den mechanischen Entwässerungsprozeß werden, vor allem zu späten Entwicklungsstadien, größere Mengen an Öl in den Preßsaft überführt. Bei Rapssilage des Entwicklungsstadiums EC 85 waren bis zu 534 kg Öl/ha im Preßsaft. Es ist möglich, dieses Öl zu isolieren und getrennt zu nutzen. Wird dieses Öl nicht gewonnen, sondern mit dem Preßsaft zusammen als Dünger ausgebracht, stellt es energetisch gesehen eine erhebliche Verlustgröße dar.

Körner- bzw. Ölgewinnung durch Siebtrennung

Es erwies sich als sehr einfach, das silierte Material, vor allem das des Entwicklungsstadiums EC 85, durch einen Siebvorgang (Trommelsieb) in eine Korn- und eine Restfraktion zu trennen. Die Restfraktion (Siebrest) stellt nach einer mechanischen Entwässerung den biogenen Brennstoff dar. Die Kornfraktion kann zur Ölgewinnung oder direkt energetisch genutzt werden. Der Anteil der Kornfraktion an der TM lag zum Entwicklungsstadium EC 85

bei durchschnittlich 23 %. Die Ölerträge der abgetrennten Kornfraktion erreichten Werte von bis zu 1000 kg/ha.

Perspektiv Ölnutzung

Das in diesem Verfahren gewonnene Öl ist mit reifem Rapsöl verglichen qualitativ minderwertig. Gesamtverschmutzung, Schwefel- und Phosphorgehalt sowie der Wassergehalt erreichen extreme Werte. Der Anteil der freien Fettsäuren liegt bei über 60 %. Die Brennwerte der Öle sind allerdings in etwa gleich, so daß eine thermische Nutzung möglich ist. Eine höherwertige Ölnutzung des schlechten „grünen“ Rapsöl als Treibstoff zeichnet sich in ersten Versuchen ab. Eine sehr interessante Möglichkeit ist ein neues Verfahren, in welchem das Öl vor der Veresterung zu Treibstoff vollkommen in Glycerin und Fettsäuren zerlegt werden muß. Hier wäre eine bereits weit vorgeschrittene Aufspaltung in die einzelnen Komponenten von Vorteil.

Energiebilanz

Die Flächenproduktivität bei Grünraps im Zweikulturnutzungssystem lag bei allen untersuchten Varianten höher als die von Körnerraps. Der Nettoenergieertrag der Körnerrapsproduktion lag maximal bei 75,4 GJ/ha, der der Grünrapsproduktion lag, je nach Weiterverarbeitungsverfahren, zwischen 198,7 GJ/ha und 349,5 GJ/ha. In allen Systemen ist eine intensivere Stickstoffdüngung einer Verhaltenen vorzuziehen.