

Norbert Kanswohl, Mathias Schlegel und Fritz Tack, Rostock, sowie Hans-Georg Kirschbaum und Maik Orth, Hohen Luckow

Lagerungsverhalten von Holzhackschnitzeln in Mieten

Da die Ernte oft zeitlich nicht mit der Verwertung von Energieholz übereinstimmt, ist die Lagerung größerer Mengen von Holzhackschnitzeln zwingend notwendig. Eine Unterdachlagerung würde zu hohen Lagerungskosten führen. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass die Qualität des Lagergutes maßgeblich durch die Temperaturentwicklung und den Trocknungserfolg im Lagerstock bestimmt wird. Grob gehackte Holzhackschnitzel (≥80 mm Kantlänge) verringern die Trockenmasseverluste und die Schimmelbildung.

Priv.-Doz. Dr. agr. habil. Norbert Kanswohl ist wissenschaftlicher Assistent, Dr. agr. Mathias Schlegel Mitarbeiter und Prof. Dr. agr. habil. Fritz Tack Lehrstuhlinhaber an der Professur für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 8, 18059 Rostock; e-mail: norbert.kanswohl@uni-rostock.de. Dr. agr. habil. Hans-Georg Kirschbaum und Dipl.-Ing. Maik Orth sind am Institut A.F.E.R. e.V. des Innovations- und Bildungszentrums Hohen Luckow tätig, Bützower Str. 1a, 18239 Hohen Luckow.

Schlüsselwörter

Lagerung, Holzhackschnitzel, Trockenmasseverluste

Keywords

Storage, wood chips, dry matter losses

Der Beitrag der Biomasse zur Energieversorgung in Europa ist nach Angaben der Internationalen Energieagentur in den letzten Jahren von 45 auf 50,2 Mio. t Rohöleinheiten gestiegen. Dies bedeutet einen Anstieg um 1,1 Mio. Einheiten pro Jahr. In den kommenden Jahren müssten jährlich 8 Mio. t Biomasse zusätzlich für den Energiemarkt bereitgestellt werden, damit die für den Zeitraum von 2000 bis 2010 angestrebte Erhöhung der Biomasse auf 135 Mio. t Rohöleinheiten erreicht wird [1].

Der wachsende Bedarf an Biomasse für den Wärme- und Stromsektor wird den Anbau von Energiepflanzen beschleunigen. Insbesondere mehrjährige Energiekulturen wie Pappeln und Weiden haben aufgrund der vergleichsweise geringen Produktionskosten, den geringen Emissionen bei Anbau und Verbrennung und dem hohen Akkumulationsvermögen an Schwermetall Vorteile. Außerdem stehen für den Brennstoff Holz bewährte emissionsminimierte Feuerungstechnologien zur Verfügung. Notwendig sind aber eine Forcierung der Züchtung und die Entwicklung kostengünstiger und zuverlässiger Technologien zur Ernte und Lagerung des Holzes sowie zur ackerbaulichen Rekultivierung der Flächen [2].

Um den notwendigen wissenschaftlich-technischen Vorlauf auf dem Gebiet der Lagerung von Energieholz für Biomasseheizkraftwerke zu erreichen, wurden in Mecklenburg-Vorpommern experimentelle Untersuchungen zur Auswahl eines geeigneten Lagerungsverfahrens durchgeführt.

Material und Methoden

Die Lagerung der Holzhackschnitzel erfolgte im Freien auf einer betonierten Fläche. Das Erntegut wurde vom Transportfahrzeug abgekippt und dann durch Traktoren mit Frontschaufel zu Mieten zusammengescho-

ben und aufgestapelt. Bei einem Teil der Mieten (Tab. 1) kam noch verfügbare Kartoffelbelüftungstechnik zum Einsatz. Obwohl bei Verwendung von Axiallüftern aufgrund des relativ hohen Druckverlustes in den Hackschnitzelmieten keine stärkere Durchströmung des Haufwerkes und damit auch kein größerer Trocknungserfolg zu erwarten war, sollte damit vor allem einer zu starken Erhitzung der Mieten vorgebeugt werden.

Wichtige Untersuchungsfragen waren hierbei

- die Eigenerwärmung der Hackschnitzel in den Mieten
- der Trocknungsverlauf und der Trocknungserfolg
- die Trockenmasseverluste und
- die Schimmelbildung.

V Versuchsergebnisse

Die Qualität des Lagergutes wird maßgeblich durch die Temperaturentwicklung im Lagerstock und den Trocknungserfolg bestimmt. Bild 1 zeigt den Temperaturverlauf in den Mieten, die mit Temperaturmesstechnik nach dem DATA-Logger-System ausgestattet waren.

Das Ergebnis ist typisch für die Lagerung von fein gehackten, feuchten biogenen Stoffen und stimmt mit Ergebnissen aus der Literatur sowie eigenen Lagerungsuntersuchungen mit Holzhackschnitzeln gut überein. Die rasche Erwärmung kurz nach der Einlagerung ist auf aerobe Stoffwechselprozesse von Mikroorganismen an den Haufwerkspartikeln und lebenden Pflanzenzellen zurückzuführen. Während im Bereich des Temperaturanstiegs vor allem mesophile Organismen aktiv sind, werden diese bei weiterer Temperatursteigerung von thermophilen Organismen abgelöst. Die Erwärmung auf hohem Niveau dauert etwa vier bis sechs

Tab. 1: Beschreibung der untersuchten Hackschnitzelmieten

Miete	Einlagerung	Auslagerung	Eingelagerte Menge [t]		Belüftung zwangsbelüftet
			Pappeln	Weiden	
1	3. 2. 2000	22. 6. 2000	109		ja
2	3. 2. 2000	22. 6. 2000	106		ja
3	9. 2. 2000	22. 6. 2000		77	nein
4	9. 2. 2000	22. 6. 2000		46	nein

Table 1: Description of tested wood chip stacks

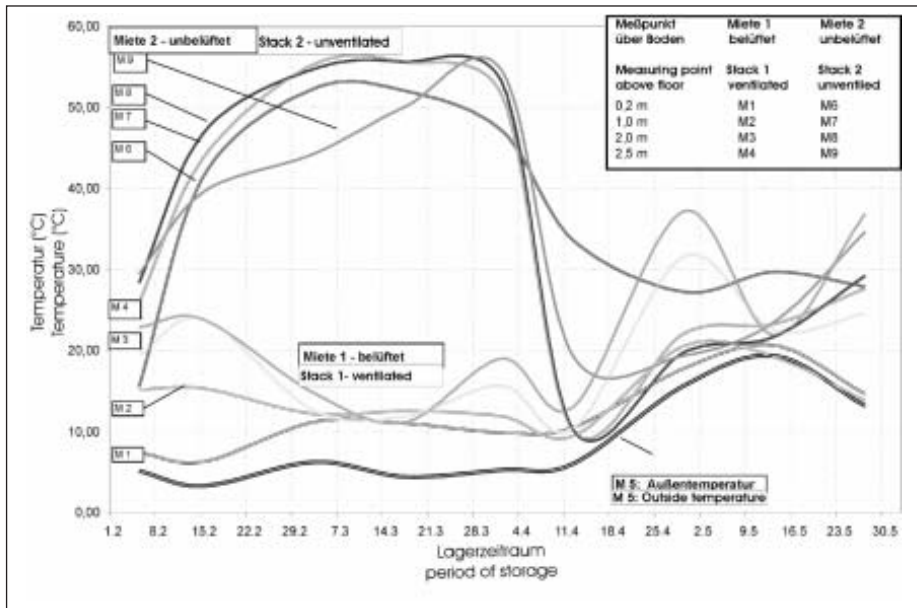


Bild 1: Temperaturverlauf in den Holzhackschnittelmieten (Miete 1 belüftet, Miete 2 unbelüftet)

Fig. 1: Temperature pattern of wood chip stacks (stack 1 ventilated, stack 2 unventilated)

Wochen an und klingt danach ebenfalls relativ rasch auf ein Niveau etwas oberhalb der Außentemperatur ab. Die Ursache für den Temperaturrückgang ist darauf zurückzuführen, dass die thermophilen Organismen bei Temperaturen um 60°C absterben. Durch eine Zwangsbelüftung konnte in Miete 1 eine starke Erwärmung unterbunden werden. Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, fand während der Lagerung auch eine gewisse Trocknung der Hackschnitzel statt.

Der Trocknungserfolg ist bei der Miete ohne Belüftungssystem vor allem auf die Eigenwärmerückführung zurückzuführen, die eine gewisse freie Konvektionsströmung im Haufwerkskörper aufgrund von Dichteunterschieden zwischen der Luft im Gutstapel und der Außenluft in Gang setzt. Durch die feine Hackschnitzelstruktur wurde diese jedoch stark gebremst, so dass auch der Trocknungserfolg nur gering war. Bei der zwangsbelüfteten Miete fand eine Trocknung dann statt, wenn die zugeführte Außenluft über ein entsprechendes Trocknungspotenzial verfügte, was in der Regel außerhalb der Wintermonate etwa ab April gegeben ist. Da aber der hohe Durchströmungswiderstand nur einen niedrigen Volumenstrom durch die Schüttung zuließ, konnte auch hier nur eine geringe Trocknung erzielt werden. Mit einem Restwassergehalt von etwa $w_e = 44$ bis 46 % wurde die vom Heizkraftwerk geforderte Vortrocknung auf $w \leq 35$ % in beiden Fällen nicht erreicht.

Danach gibt es besonders am Mietenboden und etwas unterhalb der Oberfläche (Schwitzkopf) Bereiche, in denen überhaupt keine Trocknung und sogar während der Lagerung noch eine Befeuchtung erfolgte. Bei

der belüfteten Miete war trotz der Belüftungskanäle mittig am Boden der Miete kein wesentlich anderes Ergebnis nachzuweisen, was davon zeugt, dass die eingesetzten Axialventilatoren für die Belüftung der feinen Hackschnitzel wenig geeignet waren. Wie ebenfalls aus Tabelle 2 ersichtlich, traten bei der Lagerung der Hackschnitzel auch hohe Trockenmasseverluste von bis zu 30 % auf. Diese sind auf die intensive mikrobielle Tätigkeit sowohl durch bakterielle als auch fungizide Organismen vergleichbar mit der biologischen Rotte zurückzuführen. Ein signifikanter Unterschied zwischen belüfteter und unbelüfteter Miete war dabei nicht auszumachen.

Fazit

Die im Freien in Mieten gelagerten Holzhackschnittel (Schnitzellänge 25 bis 30 mm) erwärmten sich auf Grund mikrobiologischer Aktivitäten im Mietenkörper sehr rasch auf etwa 50 bis 60 °C. Das hohe Temperaturniveau dauerte etwa vier bis sechs Wochen an und ging danach relativ rasch wieder auf einen etwas höheren Wert als die Umgebungstemperatur zurück. Die Lagerung war von hohen Trockenmasseverlusten

begleitet, die in der etwa viereinhalb monatigen Lagerung bei 20 bis 30 % lagen. Die Verluste sind vergleichbar mit dem Trockenmasseabbau in einer biologischen Rotte. Außerdem trat im Lagerstock eine starke Schimmelbildung auf. Der Trocknungserfolg war mit einer Wassergehaltssenkung von 56,60 % bei der Einlagerung auf 43 bis 46 % bei der Auslagerung relativ gering. Der vom Heizkraftwerk geforderte Restwassergehalt von $w \leq 35$ % wurde in keiner Miete erreicht. Zwischen den Mieten mit eingebautem Zwangsbelüftungssystem und den unbelüfteten Mieten gab es bezüglich des Trocknungserfolges und der Lagerqualität insgesamt keine signifikanten Unterschiede. Allerdings waren die eingesetzten Axialventilatoren aufgrund des hohen Durchströmungswiderstandes der fein gehackten Hackschnitzel kaum wirksam.

Auf die Ausrüstung der Mieten mit einer Zwangsbelüftung kann verzichtet werden, da die Gefahr der Selbstentzündung der Mieten nahezu ausgeschlossen werden kann.

Bei einem zukünftigen Verfahren der Ernte und Bereitstellung von schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb sollten grobstückige Hackschnitzel mit einer Kantenlänge von ≥ 80 mm durch die Erntetechnik bereitgestellt werden. Solche Hackschnitzel sind in im Freien angelegten Mieten problemlos und mit ausreichender Qualität zu lagern. Durch eine Nachtrocknung mit Abwärme am Heizkraftwerk lässt sich die Qualität der Hackschnitzel für eine anschließende Verbrennung durch Erhöhung des Heizwertes weiter verbessern.

Literatur

- Bücher sind mit • gezeichnet
- [1] • Kopetz, H.: Die energetische Nutzung der Biomasse als Beitrag zum Klimaschutz und zur Energieversorgung. KTBL-Schrift 420, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, 2004, S. 7-18
 - [2] • Scholz, V., H.-J. Hellebrand und P. Grundmann: Produktion von nachwachsenden Energierohstoffen auf landwirtschaftlichen Flächen. KTBL-Schrift 420, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, 2004, S. 167-181

Tab. 2: Trocknungserfolg und Trockenmasseverluste bei der Lagerung der Holzhack-Schnittel

Table 2: Drying result and dry matter loss during storage of wood chips

Miete	Baumart	w_a [%]	w_e [%]	Δw [%]	ΔTM [%]
1 ¹ (belüftet)	Pappeln	56,57	44,55	-12,02	-30,31
2 ¹ (unbelüftet)	Pappeln	56,57	43,46	-13,11	-20,62
3 ² (belüftet)	Weiden	56,66	46,71	-9,95	-20,36
¹ Einlagerung 3. 2. 2000		² Einlagerung 9. 2. 2000			
Auslagerung 22. 6. 2000		Auslagerung 22. 6. 2000			
w_a = Wassergehalt vor der Trocknung w_e = Wassergehalt nach der Trocknung					