

Dinkelspelzen als Regelbrennstoff

Im Rahmen einer Masterarbeit wurde untersucht, inwieweit es feuerungstechnisch sinnvoll und rechtlich möglich ist, Dinkelspelzen gepresst zu Pellets für eine thermische Nutzung in Kleinfeuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von 15 bis 100 kWh zu verwenden. Die bisherigen Entsorgungskosten der Dinkelspelzen, die von der Verarbeitungsindustrie getragen werden müssen, könnten dadurch wegfallen. Mit der thermischen Nutzung von Spelzenpellets ließe sich so auf dezentraler Ebene ein kostengünstiger und CO₂-neutraler Brennstoff bereitstellen.

Im Erntejahr 2006 fielen in Deutschland zwischen 36 000 und 55 000 Tonnen Dinkelspelzen bei der Verarbeitung des bespelzten Dinkels an. Diese Dinkelspelzen besitzen durch ihr geringes spezifisches Gewicht einen sehr hohen Lagerraumbedarf und müssen entsorgt werden, da keine anderen wertschöpfenden Absatzwege möglich sind [1].

Eine mögliche Verwertung ist die Herstellung von Pellets aus Dinkelspelzen. Diese können thermisch beispielsweise in einer Kleinfeuerungsanlage mit einer Nennwärmeleistung von 15 bis 100 kWh genutzt werden. Nach § 3, Absatz 1, Nr. 8 der 1. BimSchV. sind Stroh oder ähnliche pflanzliche Stoffe als Regelbrennstoff anerkannt. Diese Stoffe dürfen in den genannten Anlagen verfeuert werden.

Um Dinkelspelzen als strohähnliche Substanz einzuordnen und damit als Regelbrennstoff nutzen zu können, wurden in dieser Arbeit die botanische Zuordnung und die Brennstoffeigenschaften ermittelt [2, 3].

Die Dinkelspelzenpellets

Die in dieser Arbeit untersuchten und aus dem ökologischen Anbau stammenden Dinkelspelzen aus dem Erntejahr 2005 wurden von der Bohlsener Mühle bereitgestellt. Die Mühle verarbeitet im Jahr rund 3000 t Dinkel, wobei etwa 700 t Spelzen anfallen. Diese Spelzen werden von den Körnern im sogenannten Gerbgang der Mühle abgetrennt und dann von einer Hammermühle auf eine

Größe von < 5 mm zerkleinert. Fünf Proben der Spelzen wurden danach für die Untersuchungen in einer Pelletieranlage zu Pellets mit einem Durchmesser von 4,5 mm gepresst.

Botanische Zuordnung der Dinkelspelzen

Stroh wird als trockene, fruchtentleerte Blätter und Stengel der Kulturpflanzen, besonders von Getreide bezeichnet [4]. Der Blütenstand des Dinkels besteht aus Ährchen mit mehreren Hochblättern (Spelzen). Am Grund ist die Blüte von zwei Hüllspelzen umgeben, worauf in zweizeiliger Anordnung die Deckspelzen als Tragblätter der Einzelblüten dienen. Darauf folgen zweikielige Vorspelzen, die auch als Vorblätter bezeichnet werden. Die Deckspelze und auch die Vorspelze umschließen nach der Kornausbildung fest das Korn und bieten damit eine Schutzfunktion [2, 3].

Vergleicht man die oben angeführte Definition von Stroh mit der botanischen Zuordnung der Spelzen, so müssen die Dinkelspelzen nach dem Gerbgang als trockene, fruchtentleerte Blätter des Getreides angesehen werden.

Brennstoffeigenschaften der Dinkelspelzen

Um die botanische Zuordnung zu bestätigen, wurden die Brennstoffeigenschaften der Dinkelspelzenpellets ermittelt und mit de-

Arne Rehnert schreibt zurzeit seine Masterarbeit an der Georg-August-Universität Göttingen im Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Agrartechnik, Gutenbergstrasse 33, 37075 Göttingen; e-mail: arnerehnert@freenet.de. Dr. Jörg Heinzemann ist Geschäftsführer der AgraTEG, Lutz Beplate-Haarstrich ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Prof. Dr. Wolfgang Lücke ist Leiter der Abteilung Agrartechnik.

Schlüsselwörter

Dinkel, Spelzen, Pellets

Keywords

Spelt, glumes, pellets

Tab. 1: Brennstoffeigenschaften von Dinkelspelzen im Vergleich zu Biomasse-Festbrennstoffen [nach 5, 6]

Table 1: Fuel characteristics of spelt glumes compared to solid biomass fuels [acc. to 5, 6]

| Brennstoff | Wassergehalt % | Aschegehalt % | Heizwert | |
|----------------------------|-------------------|------------------|----------|--------|
| | | | MJ/kg | kWh/kg |
| DSP 105 ¹⁾ | 8,69 | 8,22 | 16,2 | 4,51 |
| DSP 108 ¹⁾ | 8,49 | 9,55 | 15,9 | 4,42 |
| DSP 111 ¹⁾ | 7,61 | 7,92 | 16,2 | 4,52 |
| DSP 121 ¹⁾ | 8,15 | 8,6 | 16,0 | 4,46 |
| DSP 139 ¹⁾ | 8,48 | 5,86 | 16,7 | 4,65 |
| Mittelwert ¹⁾ | 8,28 | 8,03 | 16,2 | 4,51 |
| Roggenstroh ²⁾ | - | 4,8 | 17,4 | 4,83 |
| Weizenstroh ²⁾ | - | 5,7 | 17,2 | 4,78 |
| Strohpellets ³⁾ | 8,00 | 6,8 | 19,4 | 5,39 |
| Weizenkörner | - | 2,7 | 17,0 | 4,72 |

¹⁾ DSP, Dinkelspelzenpellets wurden ohne Zusatzstoffe gepresst.

²⁾ Naturbelassenes Stroh

³⁾ Strohpellets wurden ohne Zusatzstoffe gepresst.

| Brennstoff | C | N | Cl | S | K | Ca | Mg |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | % | % | % | % | % | % | % |
| DSP 105 ¹⁾ | 46 | 0,567 | 0,10 | 0,09 | 0,223 | 0,076 | 0,034 |
| DSP 108 ¹⁾ | 46,79 | 0,468 | 0,09 | 0,09 | 0,218 | 0,068 | 0,032 |
| DSP 111 ¹⁾ | 46,3 | 0,506 | 0,03 | 0,09 | 0,202 | 0,070 | 0,033 |
| DSP 121 ¹⁾ | 45,97 | 0,473 | 0,02 | 0,09 | 0,236 | 0,090 | 0,039 |
| DSP 139 ¹⁾ | 47,04 | 0,415 | 0,10 | 0,09 | 0,136 | 0,064 | 0,030 |
| Mittelwert ¹⁾ | 46,42 | 0,485 | 0,068 | 0,09 | 0,203 | 0,073 | 0,033 |
| Roggenstroh ²⁾ | 46,6 | 0,55 | 0,40 | 0,085 | 1,68 | 0,36 | 0,06 |
| Weizenstroh ²⁾ | 45,6 | 0,48 | 0,19 | 0,082 | 1,01 | 0,31 | 0,10 |
| Strohpellets ³⁾ | - | 0,89 | 0,02 | 0,2 | 1,28 | 0,24 | 0,06 |
| Weizenkörner | 43,6 | 2,28 | 0,04 | 0,12 | 0,46 | 0,05 | 0,13 |

¹⁾ DSP, Dinkelspelzenpellets wurden ohne Zusatzstoffe gepresst.
²⁾ Naturbelassenes Stroh
³⁾ Strohpellets wurden ohne Zusatzstoffe gepresst.

Tab. 2: Elementgehalte von Dinkelspelzen im Vergleich zu Biomasse-Festbrennstoffen [nach 6, 7]

Table 2: Element contents of elements of spelt glumes compared to solid biomass fuels [acc. to 6, 7]

nen von Stroh und Strohpellets verglichen. Gleichzeitig wird mit der Bestimmung der Brennstoffeigenschaften ein aussagefähiger Vergleich mit anderen marktüblichen Brennstoffen für Pelletöfen möglich.

Heizwert, Wasser- und Aschegehalt der Dinkelspelzenpellets sind in *Tabelle 1* aufgeführt. Der Wassergehalt liegt im Mittel aller fünf Proben mit 8,28 % auf einem für Pellets üblichen Wert. Der Aschegehalt von 8 % entspricht dem von Strohpellets. Der Heizwert liegt im Durchschnitt mit 4,51 kWh/kg auf gleichem Niveau wie Getreidekörner und um 0,88 kWh/kg niedriger als Strohpellets. Damit können 2 bis 2,5 kg Dinkelspelzen in etwa einen Liter Heizöl ersetzen.

Die Ergebnisse der chemischen Elementaranalyse in *Tabelle 2* zeigen, dass der Kohlenstoffgehalt mit 46,4 % genau im Mittel der übrigen Brennstoffe liegt. Daher ist zu erwarten, dass der Kohlenmonoxidgrenzwert von 4000 mg/m³, wie auch bei den übrigen Brennstoffen, eingehalten wird.

Im Mittel der Proben ergab sich mit 0,48 % N ein um die Hälfte niedrigerer Wert im Vergleich zu Strohpellets, wodurch die Stickoxidemissionen bei der Verbrennung entsprechend geringer ausfallen werden.

Da mit dem Chlorgehalt im Brennstoff auch gleichzeitig die Emissionen an Chlorwasserstoff zunehmen, sollte deshalb ein möglichst niedriger Wert im Brennstoff vorhanden sein, um so die dadurch entstehenden Korrosionen in der Anlage möglichst gering zu halten. Insgesamt weisen die ermittelten Werte der Dinkelspelzenpellets von durchschnittlich 0,068 % Cl einen unkritischen Wert auf. Ob es sich bei den niedrigen Chlorgehalten der Pellets im Vergleich zu Weizen- und Roggenstroh um eine pflanzenbaulich/botanisch bedingte Eigenschaft handelt oder mit der Verarbeitung im Zusammenhang steht, sollte geprüft werden.

Nennenswerte Schwefeldioxidemissionen sind aufgrund der geringen Analysewerte wie auch bei den übrigen biogenen Festbrennstoffen nicht zu erwarten.

Für das Schmelzverhalten der Asche im Brennraum und damit für die Schlackebildung sind vor allem die Gehalte an Kalzium, Kalium und Magnesium ausschlaggebend. Besonders die Werte von Kalzium und Kalium liegen um ein Vielfaches und die von Magnesium um knapp die Hälfte unter denen der Vergleichsbrennstoffe. Es muss in weiteren Verbrennungsversuchen geklärt werden, wie positiv sich dies auf die Vermeidung einer möglichen Verschlackung der Asche im Brennraum der Feuerungsanlagen auswirkt. Aufgrund der geringen Messwerte kann jedoch von einer geringen Verschlackungsneigung ausgegangen werden.

Die übrigen Elementgehalte (*Tab. 3*) wie Eisen, Aluminium, Natrium oder Mangan befinden sich ebenfalls alle zum Teil deutlich unter denen der Strohpellets. Gehalte an Schwermetallen wie etwa Mangan, Kupfer Zink oder Cadmium liegen ebenfalls darunter. Dies führt zu positiven Auswirkungen auf eine spätere Nutzung der Rost- und Grobmasse der Feuerungsanlage als Düngemittel.

Tab. 3: Elementgehalte der Dinkelspelzen im Vergleich zu Strohpellets [nach 7]

Table 3: Element contents of spelt glume pellets compared to straw pellets [acc. to 7]

| Elementgehalt in mg/kg TM | DSP ¹⁾ MW | Strohpellets ²⁾ |
|---------------------------|----------------------|----------------------------|
| Na | 48,4 | 100 |
| Al | 37,8 | 219,4 |
| Mn | 19,6 | 28,3 |
| Fe | 92,8 | 596,8 |
| Cu | 1,8 | 3,1 |
| Zn | 13,6 | 16,3 |
| As | 0,158 | 0,3 |
| Cd | 0,03 | 0,1 |
| Ba | 4,8 | 49,2 |
| Pb | 0,42 | 1,7 |

¹⁾ DSP, Dinkelspelzenpellets wurden ohne Zusatzstoffe gepresst.
²⁾ Strohpellets wurden ohne Zusatzstoffe gepresst.

Fazit

Nach den hier vorgestellten Analysen sind die Elementgehalte der untersuchten Dinkelspelzenpellets auf ähnlichem oder besserem Niveau im Vergleich zu Strohpellets. Die Ergebnisse von zukünftigen Feuerungsversuchen hängen jedoch auch stark von der verwendeten Feuerungsanlage ab. Ist diese speziell für die Nutzung halmgutartiger Festbrennstoffe konstruiert, kann durchaus mit sehr guten Abbrandergebnissen gerechnet werden. Durch die botanische Zuordnung der Dinkelspelzen zu Stroh oder ähnlichen pflanzlichen Stoffen, bestätigt durch Elementanalysen und Brennwertversuche, sollte aus wissenschaftlicher Sicht eine Anerkennung als Regelbrennstoff erfolgen.

Es erscheint sinnvoll, zukünftige Forschungsarbeiten auch auf weitere bespelzte Getreidearten auszuweiten, etwa auf Hafer oder Gerste, bei denen ebenfalls große Spelzenmengen als Nebenprodukt bei der Verarbeitung anfallen. Mit der thermischen Nutzung des Müllerei-Nebenprodukts Spelzenpellets bietet sich eine dezentrale, kostengünstige und CO₂-neutrale Brennstoffalternative aus nachwachsenden Rohstoffen an. Umweltfreundliche Wärme aus Spelzenpellets kann dazu beitragen, eine nachhaltige Energieversorgung in Deutschland sicherzustellen.

Literatur

- Bücher sind mit • gezeichnet
- [1] Bickert, C.: Dinkel bietet Perspektiven. DLG-Mitteilungen, 121 (2006), H. 5, S. 68-69
 - [2] • Lütke Entrup, N., und J. Oehmichen: Lehrbuch des Pflanzenbaues Band 1: Grundlagen. Verlag Th. Mann, Geslenkirchen-Buer/ AgroConcept GmbH, Bonn, 2000
 - [3] • Sitte, P., H. Ziegler, F. Ehrendorfer und A. Bresinsky: Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1991
 - [4] • NN: Der Grosse Brockhaus in 12 Bänden. 18. Auflage, F.A. Brockhaus GmbH, Wiesbaden, 1978
 - [5] Eltrop, L., K. Raab, H. Hartmann, S. Schneider, G. Schröder, M. Kaltschmitt, J. Fischer, B. Jahraus, P. Heinrich, S. Deimling, C. Rösch, D. Schneider, I. Lewandowski, V. Siegele und H. Spliethoff: Leitfaden Bioenergie - Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow, 2005
 - [6] • Kaltschmitt, M., und H. Hartmann: Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2001
 - [7] Kieselwalter, S.: Entwicklung einer wirtschaftlichen Prozesskette zur energetischen Nutzung von halmgut- und holzartiger Biomasse im Freistaat Sachsen. 2002, http://www.smul.sachsen.de/lfi/publikationen/download/177_1.pdf (10. 7. 2006)