

Heizen mit Getreide

und was man darüber wissen muss

KTBL-Heft 74



Konzeption und Zusammenstellung

Dipl.-Ing. agr. (FH) Tanja Frei | Dipl.-Ing. agr. Michael Brenndörfer
Kuratorium für Technik und Bauwesen
in der Landwirtschaft e. V. (KTBL)
Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt

In Zusammenarbeit mit der KTBL-Arbeitsgemeinschaft „Energie“

© 2007

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL)
Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt
Telefon 06151 7001-0 | Fax 06151 7001-123
E-Mail ktbl@ktbl.de | www.ktbl.de

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)
Hofplatz 1 | D-18276 Gülzow
Telefon 03843 6930-117
www.fnr.de | www.nachwachsende-rohstoffe.de

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Texten und Bildern, auch auszugsweise, ist ohne Zustimmung des KTBL urheberrechtswidrig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) | Bonn

Lektorat
Monika Pikart-Müller | KTBL

Redaktion
Dipl.-Ing. agr. Helmut Döhler, Dipl.-Geoökol. Henning Eckel | KTBL

Titelfoto
Technologie- und Förderzentrum (TFZ) | Straubing

Vertrieb
KTBL | Darmstadt

Druck
Druckerei Lokay | Reinheim

Printed in Germany

ISBN 978-3-939371-50-2

Danksagung

Wir bedanken uns ganz herzlich bei den Autoren für die geleistete Arbeit:

- Dr. Hans Hartman, Technologie- und Förderzentrum (TFZ), Straubing
- Dipl.-Ing. Thomas Hering, Thüringische Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena
- Dipl.-Ing. Michael Struschka, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD), Stuttgart
- Dipl.-Ing. agr. Helmut Döhler, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt
- Dr.-Ing. Andrej Stanev, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR), Gülzow
- Franz Pentenrieder, Starnberg
- Wilhelm Förster, Gudensberg
- Dipl.-Ing. agr. (FH) Tanja Frei, Aglasterhausen

Vorwort

Als in den späten 90er Jahren einige Landwirte begannen, Getreide in Pelletkesseln zur Beheizung von Wohn- und Betriebsgebäuden zu verfeuern um sich damit von den steigenden Preisen für die fossilen Brennstoffe Heizöl und Erdgas unabhängig zu machen, waren Marktpreise von 60 bis 80 €/t Getreide üblich. Die Landwirte waren gezwungen, qualitativ hochwertiges Getreide unterhalb der Gestehungskosten an den Markt abzugeben. Zu diesem Zeitpunkt lag der Energiewert von Getreide weit über dem Marktwert für Lebensmittel. Rein betriebswirtschaftlich betrachtet war der Schritt zum Einsatz von Getreide als Brennstoff logisch und folgerichtig.

Nach dem rasanten Anstieg der Getreidepreise in den vergangenen Monaten ist Getreide mehr denn je weltweit einer der begehrtesten Agrarrohstoffe, der für die Erzeugung von Lebensmitteln, Futtermitteln, biologisch abbaubaren Werkstoffen und zunehmend auch zur Erzeugung von regenerativer Energie nachgefragt wird. Die thermische Nutzung von Getreide, das lebens- und futtermittelrechtlichen Standards entspricht, ist derzeit nicht mehr wirtschaftlich. Allerdings könnten weiterhin minderwertige Partien (Bruchkörner, Siebkörner und mit Toxinen belastete Körner aus Landwirtschaft, Landhandel und verarbeitendem Gewerbe) lohnend als Brennstoff eingesetzt werden.

Bisher sprach die fehlende eindeutige rechtliche Grundlage auf Bundesebene gegen den Einsatz von Getreide als Brennstoff. Im Rahmen der für 2008 geplanten Novellierung der 1. Bundes-Immissionsschutzverordnung ist die Aufnahme von Getreide als Regelbrennstoff vorgesehen; der derzeit vorliegende Referentenentwurf enthält aber unrealistische Emissionsgrenzwerte. Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) fördern seit 2004 mehrere Verbundvorhaben zur Untersuchung des Einsatzes von Getreide und Halmgut in Biomassefeuerungen und zu technischen Innovationen zur Sicherung des Biomasseeinsatzes in Kleinfeuerungsanlagen. Besonderes Augenmerk liegt auf der Entwicklung primärer und sekundärer Maßnahmen zur Staubemissionsminderung. Die Ergebnisse der laufenden FuE-Aktivitäten zur energetischen Nutzung von Getreide zeigen,

dass eine praxis-, markt- und umweltorientierte Verschärfung der rechtlichen Anforderungen an Kleinfeuerungsanlagen möglich ist, diese muss allerdings differenziert unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten umgesetzt werden.

Mit diesem KTBL-Heft wollen wir über die wichtigsten rechtlichen, technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen bei der Verfeuerung von Getreide informieren und dem Leser Hilfestellung bei der Entscheidung für oder gegen die Anschaffung einer Getreideheizung geben. Den Autoren, die diese Informationen fachkundig zusammengestellt haben, sowie der KTBL-Arbeitsgemeinschaft Energie danken wir für ihre Unterstützung recht herzlich.

Kuratorium für Technik und Bauwesen
in der Landwirtschaft e. V. (KTBL)

DR. HEINRICH DE BAËY-ERNSTEN
(Hauptgeschäftsführer)

Fachagentur Nachwachsende
Rohstoffe e. V. (FNR)

DR. ANDREAS SCHÜTTE
(Geschäftsführer)

Inhalt

1	Getreide verbrennen – warum?	7
2	Was unterscheidet Getreide von anderen Brennstoffen?...	8
2.1	Vorteile von Getreide als Brennstoff	8
2.2	Nachteile des Brennstoffs Getreide	11
3	Ist die Verbrennung von Getreide erlaubt?.....	14
3.1	Getreide ist kein Regelbrennstoff	14
3.2	Ausnahmeregelungen der Bundesländer	17
3.3	Forschungsprojekt eröffnet neue Möglichkeiten	20
4	Welche Technik ist für die Verfeuerung von Getreide geeignet?.....	21
5	Wie wirkt sich die Verbrennung von Getreide auf den Schadstoffausstoß von Feuerungsanlagen aus?	30
6	Wann lohnt sich eine Getreideheizung?	32
7	Erfahrungen aus der Praxis	38
7.1	Landwirt Pentenrieder, Starnberg/Wangen eröffnet Internetseite „Heizen mit Weizen“	38
7.2	Vier Jahre Erfahrung mit einer Getreideheizung	40
7.3	Eine Getreideheizung kann einen ähnlichen Komfort bieten wie eine Ölheizung – nur die Asche muss entleert werden	42
8	Bei welchen Herstellern kann man sich informieren?	44
9	Literatur	45
	KTBL-Veröffentlichungen zum Thema	47

1 Getreide verbrennen – warum?

Weil durch die energetische Nutzung land- und forstwirtschaftlicher Haupt- und Nebenprodukte als CO₂-neutrale Brennstoffe die fossilen Ressourcen ebenso geschont werden wie unser Klima. Darüber hinaus ergeben sich positive Effekte für unsere land- und forstwirtschaftlichen Betriebe auch aus betriebswirtschaftlicher Perspektive. Die zunehmende Bereitschaft, Getreide als Brennstoff einsetzen zu wollen, verwundert deshalb vor dem Hintergrund steigender Ölpreise nicht. Lag der Preis für Getreide, bezogen auf das Heizöläquivalent, im Frühjahr 2004 noch etwa auf gleichem Niveau wie der Heizölpreis, so erhöhte sich der Preisabstand zur Jahresmitte 2005 auf über 30 Ct/l. Insofern lohnt es, sich mit dieser Thematik näher zu beschäftigen.

In Abbildung 1 ist die Entwicklung der Preise für Biomassebrennstoffe im Vergleich zu Heizöl von Januar 2001 bis Juli 2007 dargestellt. Seit etwa einem Jahr steigen die Preise für Holzbrennstoffe kontinuierlich, zugleich erhöhte sich aber auch ihre Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Heizöl laufend. Aus den Reihen der Landwirtschaft wird nunmehr gefordert, Feuerungsanlagen mit kleiner Leistung für Getreide und Getreidereststoffe betreiben zu dürfen (1. BImSchV).

Bereits heute stehen große Mengen an Stroh, Minder- und Verwurfgetreide (nicht für den Verzehr oder als Futtermittel geeignetes Getreide) sowie Getreidereststoffe aus der Weiterverarbeitung zur Verfügung, die energetisch genutzt

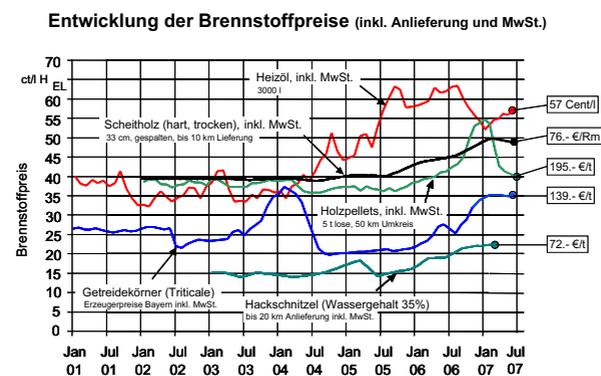


Abb. 1: Preisverlauf von Biomasse-Festbrennstoffen und Heizöl, umgerechnet in Cent pro Liter Heizöläquivalent von Januar 2001 bis Juli 2007 (Quelle: Höldrich, H.; Hartmann, H. et al. (2007))

werden könnten. Veränderte Rahmenbedingungen und Qualitätsanforderungen für Getreide – Stichwort Mykotoxinbelastung – werden zu einer weiteren Zunahme von Minder- und Verwurfgetreide führen. Ganz neue Spielräume ergeben sich durch einen gezielten Anbau von Getreide zur energetischen Nutzung.

Für Landwirte ist hierbei eine dezentrale Nutzung von Getreide für Heizzwecke wünschenswert, da eine Verwendung der Körner in zentralen Abfallverbrennungsanlagen oder Anlagen, die begünstigte Einspeisungstarife für den erzeugten Strom erhalten (vgl. EEG 2004), keine kostendeckenden Erlöse für den Erzeuger erwarten lassen.

2 Was unterscheidet Getreide von anderen Brennstoffen?

Getreide wurde in der Vergangenheit stets für die Verwendung als Nahrungs- und Futtermittel züchterisch weiterentwickelt. Eine Nutzung als Brennstoff stand dagegen nie im Fokus züchterischer Bemühungen. Insofern sind die jetzigen Qualitäten in Hinblick auf eine energetische Nutzung nicht optimiert, weswegen eine umweltgerechte Verbrennung vor allem durch Anpassungen bereits bestehender Feuerungsanlagen erreicht werden muss. Getreidekörner, Stroh und Ganzpflanzengetreide haben einige Eigenschaften, die vom klassischen Bioenergieträger Holz abweichen. Die Form des Brennstoffes bestimmt entscheidend das Verfahren der Nutzung und beeinflusst es von der Lagerung über die Zuführung in den Feuerungsraum bis hin zur eigentlichen Verbrennungsführung.

2.1 Vorteile von Getreide als Brennstoff

Für Getreide als Brennstoff sprechen ausgereifte Produktions- und Logistikverfahren, hohe Energiedichte, gute Rieseigenschaften und gute Lagerfähigkeit. Die Vorteile von Getreide als Brennstoff und deren Auswirkungen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tab. 1: Vorteile des Einsatzes von Getreide als Brennstoff

Vorteile	Auswirkungen
<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Netto-Energie-Erträge je Hektar • Geringe Konversionsverluste 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Energieeffizienz (Wirkungsgrad deutlich höher als bei Ethanol- oder Biogaserzeugung)
<ul style="list-style-type: none"> • Etablierte Anbauverfahren und Logistikketten 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung von vorhandenem landwirtschaftlichem Wissen und vorhandener Technik. Guter Ausbrand
<ul style="list-style-type: none"> • Große Homogenität und gute Riesel-fähigkeit • Mechanisch stabil • Normalerweise frei von Fremdkörpern 	<ul style="list-style-type: none"> • Einfache Fördertechnik • Sehr gute Transportier- u. Dosierbarkeit
<ul style="list-style-type: none"> • Niedriger Wassergehalt 	<ul style="list-style-type: none"> • Gute Lagerfähigkeit, hoher Heizwert
<ul style="list-style-type: none"> • Hohe natürliche Schüttdichte (von 550 kg/m³ bei Spelzengetreide bis 800 kg/m³ bei Nacktgetreide, z. B. Triticale ca. 750 kg/m³) • Hohe Energiedichte 	<ul style="list-style-type: none"> • Lagerraum vergleichbar mit Pellets (z. T. sogar geringer)
<ul style="list-style-type: none"> • Dezentrale Energiequelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Wertschöpfung in der Region • Vermeidung von Transporten • Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen
<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Verfügbarkeit verschiedenster Ausgangsmaterialien (Pflanzen, Sorten etc.) für Züchtung und Forschung 	<ul style="list-style-type: none"> • Standortgerechtes Material kann verwendet werden • Breite Basis für Züchtung und Forschung
<ul style="list-style-type: none"> • Alternative Verwendungsmöglichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Kann im Falle von Notsituationen als Nahrungsquelle verwendet werden
<ul style="list-style-type: none"> • Schonung endlicher fossiler Ressourcen • Geschlossener CO₂-Kreislauf • Kurze Transportwege 	<ul style="list-style-type: none"> • Energieversorgungssicherheit bzw. -autarkie • Beitrag zur Minderung der globalen Erwärmung (des Treibhauseffektes) • Erreichung der Ziele des Kyoto-Protokolls

Quelle: ÖKL (2006), verändert

Schütt- und Energiedichte

Wegen der hohen Schüttdichte der Getreidekörner ist die Energiedichte, d. h. die Energiemenge in einem Kubikmeter Brennstoff, mit 10,5 GJ/m³ ähnlich hoch wie die von Holzpellets (11 GJ/m³). Im Vergleich dazu weisen Holzhackschnitzel Energiedichten von nur 3,4 GJ/m³ auf (Abb. 2).

5 Wie wirkt sich die Verbrennung von Getreide auf den Schadstoffausstoß von Feuerungsanlagen aus?

Die in Bezug auf die 1. BImSchV bzw. der derzeit möglichen Ausnahmeregelungen entscheidenden Schadstoffkomponenten sind Kohlenmonoxid, Staub und Stickoxid. Nachfolgend werden die Ergebnisse von Prüfstandsmessungen mit derzeit auf dem Markt angebotenen Heizkesseln beschrieben.

Kohlenmonoxid (CO)

Der hinsichtlich der Qualität des Ausbrandes und damit letztendlich auch für den Wirkungsgrad einer Anlage entscheidende Parameter ist der Gehalt an Kohlenmonoxid im Rauchgas. Sofern der Betriebsablauf nicht durch allmählich zunehmende Verschlackung und damit Störungen bei der Luftzufuhr behindert wird, lässt sich mit Körnern auch ein relativ vollständiger Ausbrand erzielen. Im Teillastbereich, in der Regel 50 % Auslastung, kommt es bei fast allen Biomassefeuerungen zu höheren CO-Emissionen. Ein Pufferspeicher, der die Betriebsphasen im Teillastzustand minimiert, ist daher meistens von Vorteil.

Bei der Verbrennung von Getreidekörnern wurden sehr unterschiedliche Ergebnisse bei den CO-Messungen erzielt (Abb. 10). Die Emissionswerte an der untersuchten Ferro-Anlage waren so unzureichend, dass weitere Messungen an dieser Anlage als nicht sinnvoll erschienen. Die Kessel der Firmen Baxi bzw. Agroflamm weisen kaum zu verbessernde Ausbrandergebnisse auf.

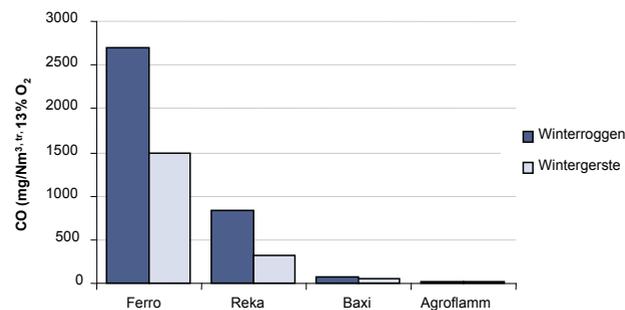


Abb. 10: Kohlenmonoxidemissionen (Mittelwerte) bei der Verbrennung von zwei Getreidearten in verschiedenen Feuerungsanlagen im Vollastbetrieb. Kesseltypen: Ferro Biomat FB 23 L; Reka HKRST-FSK 20; Baxi Multi-Heat Model 2,5; Agroflamm Agro 40 (Quelle: Hering et al. (2006))

Staubemissionen

Der kritischste Parameter bei Getreidefeuerungen ist der Gehalt an Staub im Rauchgas. Die Getreideverbrennung führt zu erhöhten Staubemissionen, weil die besonders feinkörnigen Aschen der Körner- und Halmgutbrennstoffe während der Verbrennung leichter vom Gasstrom mitgerissen werden. Durch die größere Staubfracht kommt es gleichzeitig zu verstärkten Ascheablagerungen im Feuerraum, im Wärmetauscher und auch im Kaminsystem.

Die Staubemissionsgrenzwerte der 1. BImSchV (150 mg/Nm³ bei 13 % O₂) sind mit Getreidekörnern mit konventioneller Technik ohne Entstaubungseinrichtung nur schwer einzuhalten (Abb. 11). Für viele Kleinanlagen sind derartige Anforderungen zu hoch und am Markt verfügbare Techniken unwirtschaftlich. Kostengünstige Entstaubungsanlagen für Kleinfeuerungsanlagen werden derzeit entwickelt; sie sind jedoch noch nicht verfügbar. Erste Ergebnisse aus der Erprobung von Prototypen deuten darauf hin, dass mit der neuartigen Technik deutlich geringere Staubniveaus als bisher erreichbar sind! Demgegenüber ist mit den neuartigen Feuerungstechniken die Einhaltung der derzeitigen Grenzwerte für Holzbrennstoffe möglich.

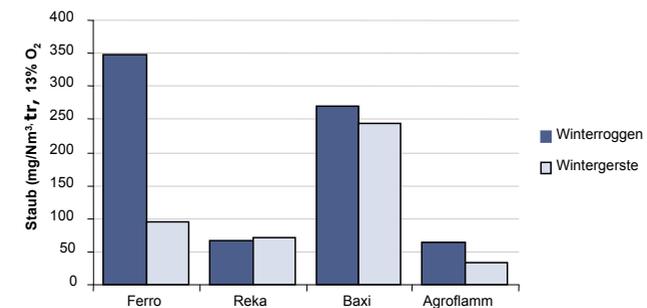


Abb. 11: Staubemissionen (Mittelwerte) bei der Verbrennung von zwei Getreidearten in verschiedenen Feuerungsanlagen im Vollastbetrieb. Kesseltypen: Ferro Biomat FB 23 L; Reka HKRST-FSK 20; Baxi Multi-Heat Model 2,5; Agroflamm Agro 40 (Quelle: Hering et al. (2006))