

Der Brennstoff Strohpellets



Stand: 09/10

Ausgangssituation

Angesichts der flächendeckend steigenden Preise für Holzbrennstoffe kommt vermehrt halmgutartige Biomasse zur direkten Verbrennung ins Gespräch. Insbesondere dem Getreidestroh wird ein großes Potential zugesprochen.

Nicht nur seitens der Landwirtschaft gibt es große Bestrebungen, diesen Brennstoff, der in der Regel in Ballenform mit einer geringen Lagerungsdichte von rund 150 kg/m³ vom Acker geborgen wird, zu kompaktieren. Ziel ist dabei, einen Brennstoff zu gewinnen, der hohe Schüttdichten aufweist, problemlos lagerbar und rieselfähig ist und somit wie Pellets aus Holz in automatisch beschickten Feuerungen eingesetzt werden kann.

Leider ist Stroh sowohl beim Pelletierprozess als auch bei der Verbrennung im Ofen nicht eins zu eins mit dem Brennstoff Holz vergleichbar. Dies haben verschiedenste Untersuchungen gezeigt, deren Ergebnisse wir im Folgenden zusammenfassen wollen.

Pelletierungsprozesse und mögliche Probleme

Festigkeit der Pellets

Stroh hat einen wesentlich geringeren Gehalt an Lignin (ca. 18%) als Holz (je nach Holzart zwischen 21–30%). Das Strohpellet ist daher brüchiger als das Holzpellet. Da der Abrieb oder die Bindigkeit ein wesentliches Qualitätsmerkmal bei Presslingen darstellt, wird bei der Qualitätspellet-Herstellung die Bindigkeit mit einer maximalen Zuzugmischung von zwei Prozent stärkehaltiger Substanzen erhöht. Auch bei der Strohpelletierung werden in der Regel Zuschlagstoffe wie Stärke, Melasse oder Öle verwendet. Zudem kann das Mischen von Halmgut mit besonders harzhaltigem Holz den Abrieb vermindern. Dennoch muss man feststellen, dass Strohpellets, mit welchem Zuschlagstoff auch immer, leider in der Regel keine genügende Festigkeit aufweisen, um die üblichen Einlagerungs- und Transportprozesse bis hin zur Feuerung selbst unversehrt zu überstehen.

Üblicherweise wird das Stroh vor der eigentlichen Pelletierung mit Hilfe von Schneid- und Hammermühlen zerkleinert. Dieser Aufbereitungsschritt erzeugt zwar ein fließfähiges Material, jedoch wird die Wachsschicht des Halmes nur unzureichend aufgebrochen. Untersuchungen an der Sächsischen Landesanstalt zeigten, dass sich eine Aufbereitung des Strohs mit einem Doppelschneckenextruder unter Einwirken von Wasserdampf positiv auf die Festigkeit der Pellets auswirkt (vgl. Tabelle 1). Faserstoffpellets weisen in der Regel einen niedrigeren Abrieb und Feinanteil auf als Strohpellets aus Häckselgut. Allerdings ist dieses Verfahren vergleichsweise teuer.

Um das Ascheerweichungsverhalten von Stroh, das im Nachfolgenden noch näher beschrieben wird, positiv zu beeinflussen, versucht man, dem Pressgut auch Kalkmehl in einem Anteil von zwei bis sechs Prozent beizumischen. Allerdings leidet darunter, wie Tabelle 1 zeigt, die Abriebfestigkeit sehr. Zudem hat die Beimischung von Kalk

eine Absenkung des Heizwerts und eine wesentliche Zunahme des Aschegehaltes zur Folge.

Tabelle 1: Qualitätsparameter ausgewählter Pelletvarianten
(Quelle: Kiewewalter, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft)

Pelletcharge	Schüttgewicht kg/m³	Abrieb %	Heizwert (wf) MJ/kg	Aschegehalt %
Weizenstroh (WSP)	599	7,6	17,7	4,6
WSP mit 3% Melasse	644	6,2	17,3	6,2
WSP mit 2% Dolomitkalk	550	12,3	17,4	6,0
WSP mit 6% Dolomitkalk	414	13,0	16,1	10,8
Strohfaserstoff	587	4,7	17,5	6,0
Heupellets	580	1,8	17,5	7,5
Miscanthuspellets	540	8,9	18,1	2,7
Rapspresskuchen	607	45,1	18,3	6,1
Holzpellets DINplus	650	< 2,3	18,0	< 0,5

Verschleiß der Matrizen

Wie auch bei Grüngut und Holzspänen werden zur Pelletierung von Stroh überwiegend Kollergangpressen mit Flach- oder Ringmatrizen eingesetzt. Dabei wird das Material von den Kollern in die Bohrungen der Matrizen gedrückt. Durch den in den Bohrungen sich aufbauenden Druck und die Reibkraft erhitzt sich das Material und die Matrize. Inhaltsstoffe wie Lignin und Harze werden weich und bewirken so eine Eigenbindung. Nach dem Pelletierprozess ist ein schnelles Abkühlen der Pellets zur Stabilisierung notwendig.

Die Matrizen unterliegen einer hohen Beanspruchung durch Hitze, Scherkräfte, aber auch durch das zu verpressende Material selbst. Da Stroh im Vergleich zu Holz einen rund zehnfach höheren Mineraliengehalt aufweist (siehe Tabelle 2) ist von einer noch stärkeren Abnutzung sowohl auf der Matrizenoberfläche als auch in den Bohrungen auszugehen.

In den Bohrungen selbst baut sich ein sehr hoher Reibwiderstand auf. Sind der Druck, der Bohrungsdurchmesser und die Kanallänge nicht optimal aufeinander abgestimmt, so kann es zu einem Festlegen in den Matrizen kommen. Immer wieder wird von langen Einfahrzeiten und Optimierungsmaßnahmen berichtet, bis Strohpellets mit der gewünschten Qualität die Presse verlassen. In der Regel sinkt auch die Produktionsleistung der Anlage beim Verpressen von Stroh im Vergleich zu der Leistung bei der Holzpelletproduktion.

Kompaktierung von unzerkleinertem Halmgut

An der Universität in Chemnitz wurde das Brikettieren von unzerkleinertem Halmgut nach dem Stempelpressverfahren untersucht. Das Halmgut wurde mit einem Feuchtegehalt von 12 bis 16% unter Einwirkung von Drücken bis zu 250 MPa ohne Zugabe von Bindemitteln kalt zu kleinen Briketts mit einem Durchmesser von etwa 40 mm

verpresst. Im Vergleich zu Pellets aus Kollergangpressen wiesen die Briketts aus Langgut wesentlich geringere Abriebwerte auf. Eine Anwendung dieses Verfahrens in einer Praxisanlage ist allerdings nicht bekannt.

Entwicklung mobiler Pelletiereinheiten

Über ganz Deutschland hinweg dürften rund ein Dutzend größere stationäre Pelletieranlagen verteilt sein, die auch Stroh verarbeiten. In der Regel können dort Landwirte ihr Stroh auch lohnpelletieren lassen.

Der Transport von Stroh in Ballenform stößt aufgrund der geringen Dichte aber schnell an seine wirtschaftlichen Grenzen. Bereits in den 90er Jahren entwickelte die Firma Haimer daher eine selbstfahrende Pelletiereinheit, den sogenannten BIOTRUCK, welcher das Stroh direkt auf dem Feld zu Presslingen verdichtet. Über einen Prototyp hinaus, der von der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik damals auch wissenschaftlich begleitet wurde, ging diese Entwicklung allerdings nicht.

Erst in den letzten Jahren griffen einschlägige Firmen die Idee wieder auf und arbeiten an Kompaktierungseinheiten in Containerbauweise. Ziel ist dabei nicht mehr, die Strohbergung und Pelletierung in einem Arbeitsschritt zu verknüpfen. Vielmehr wird das Stroh entsprechend der landwirtschaftlichen Praxis in Form von Ballen vom Feld abgefahren und vorgelagert. Vor Ort wird das Stroh dann von einer transportablen Anlage pelletiert. Solche mobilen Pelletiereinheiten, die, wie im Falle des Herstellers BauerPower, auf einem Anhänger untergebracht sind, sind aus wirtschaftlichen Gründen nur für den überbetrieblichen Einsatz sinnvoll.

Einige Hersteller bieten auch Kleinstpelletieranlagen mit einer Stundenleistung zwischen 100 und 500 kg an, die preislich für einen Einzelbetrieb erschwinglich sind, jedoch viel Arbeitszeit binden.



Abbildung 1: Mobile Pelletiereinheit zur Pelletierung von Halmgütern der Firma BauerPower (Bildquelle: www.energievomland.de, Stand 09/2010)

Nutzung von Strohpellets in automatisch beschickten Kleinfeuerungsanlagen

Beschäftigt man sich mit der Pelletierung von Stroh, so muss man immer im Auge behalten, dass die Möglichkeiten des Einsatzes von Strohpellets in Kleinfeuerungsanlagen aufgrund verbrennungstechnischer Gegebenheiten begrenzt sind. Ergänzend wird deshalb im Folgenden der Brennstoff Stroh von der Seite der Verbrennungseigenschaften näher beleuchtet. Darüber hinaus wird die rechtliche Situation in Deutschland dargelegt.

Brennstoffeigenschaften – Betriebssicherheit und Emissionsverhalten

Es ist grundsätzlich sehr viel schwieriger, Halmgüter sauber zu verbrennen als z. B. Holzbrennstoffe. Die Ursache hierfür liegt in den unterschiedlichen Inhaltsstoffen und dem unterschiedlichen Ascheerweichungsverhalten. Tabelle 2 zeigt die relevanten Inhaltsstoffe für verschiedene Brennstoffe.

Ascheerweichung

Aufgrund des gegenüber Holz höheren Kaliumgehaltes im Stroh beginnt die Strohasche bei den in Holzfeuerungen üblichen Abbrandtemperaturen zu erweichen und kann so zu Störungen des Anlagenbetriebs und damit verbunden zu höheren Emissionen führen. Durch die Zugabe von Kalk lässt sich dieser Ascheerweichungspunkt etwas anheben. Zudem gibt es mittlerweile Biomassefeuerungen am Markt, die mit aschereichen Brennstoffen gut zurecht kommen. Sie sind z. B. mit luft- oder wassergekühlten Rosten ausgestattet und haben eine leistungsstarke Entaschung.

Staubemissionen

Wie verschiedene Forschungsprojekte darlegen, ist es schwierig, mit dem Brennstoff Strohpellets den derzeit gültigen Grenzwert von 100 mg Staub/Nm³ einzuhalten. Allerdings gibt es hier große Unterschiede zwischen den einzelnen Feuerungsanlagen. In der Regel ist der Brennstoff Stroh in punkto Staubemissionen kritischer einzustufen als der stark diskutierte Brennstoff Getreide, was sich mit dem etwa doppelt so hohen Aschegehalt erklären lässt. Aschebildner wie Kalium oder Silicium werden bei hohen Temperaturen im Glutbett flüchtig und oxidieren zu Gasen, die im Abgasweg bei Abkühlung zu Salzkristallen kondensieren. Als Feinstäube werden diese Partikel emittiert.

Primärseitig kann die Ausgasung der Aschebildner durch verringerte Glutbetttemperaturen und Reduzierung des Luftüberschusses beeinflusst werden. Sekundärseitig ist der Einsatz von Rauchgasreinigungsanlagen angedacht. Derzeit sind im kleinen Leistungsbereich vor allem Elektroabscheider in der Entwicklung. Für Anlagen über 100 kW kommen auch Gewebefilter zum Einsatz, aber auch von Rauchgaskondensationsanlagen erhofft man sich einen gewissen Effekt bei der Staubreduzierung.

Korrosionsrisiko

Da die Grunddüngung in Deutschland üblicherweise mit dem kostengünstigeren Kaliumchlorid durchgeführt wird, ist mit hohen Chlorgehalten im Getreidestroh zu rechnen. Einmal abgesehen davon, dass das Chlor unter ungünstigen Verbrennungszuständen auch Dioxine und Furane bildet, können Salzsäure (HCl) und Kaliumchloride zu erheblichen Korrosionserscheinungen in der Anlage und im Abgasweg führen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn es zur Kondensation an kalten Anlagenteilen kommt.

Auswaschung unerwünschter Inhaltsstoffe

Derzeit werden unterschiedliche Ansatzpunkte zur Reduktion der problematischen Inhaltsstoffe Kalium und Chlor diskutiert. Zum einen wird empfohlen, das Stroh nach der Getreideernte noch etwas im Schwad liegen zu lassen. Niederschläge, aber auch bereits Tau bewirken eine deutliche Auswaschung dieser unerwünschten Stoffe. Diese Vorgehensweise birgt natürlich ein großes Risiko, das Stroh überhaupt noch in einem lagerfähigen Zustand bergen zu können. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, dem gehäckselten Stroh über eine sogenannte „Strohwäsche“ Chlor, Kalium oder auch unerwünschte Stickstoffverbindungen auszuwaschen, was allerdings wegen der hohen Kosten bislang in der Praxis kaum erfolgt.

Rechtliche Situation

Mit Inkrafttreten der Novelle der 1. Bundesimmissionsschutzverordnung (1. BImSchV) am 22.03.2010 ist die Verbrennung fester Biomasse in Kleinfeuerungsanlagen neu geregelt. Nach wie vor sind Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe Regelbrennstoffe gemäß § 3 Nummer 8 der 1. BImSchV. Unter dieser Nummer sind zusammengefasst: „Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe, nicht als Lebensmittel bestimmtes Getreide wie Getreidekörner und Getreidebruchkörner, Getreideganzpflanzen, Getreideausputz, Getreidespelzen und Getreidehalmreste sowie Pellets aus den vorgenannten Brennstoffen.“

Aufgrund des erhöhten Emissionspotentials hat der Gesetzgeber allerdings den Einsatz an verschiedene Bedingungen geknüpft:

Regelbrennstoffe der Nummer 8 dürfen nur in automatisch beschickten Feuerungsanlagen eingesetzt werden, die nach Angaben des Herstellers für diese Brennstoffe geeignet sind und die im Rahmen der Typprüfung mit diesen Brennstoffen geprüft wurden. Dabei muss der Hersteller über das Typenprüfzeugnis belegen, dass Schadstoffgrenzwerte für Dioxine und Furane sowie Stickoxide, die später im Praxisbetrieb vom Kaminkehrer nicht mehr gemessen werden, eingehalten werden können. (vgl. § 5 Abs. 3 und Anlage 4 Nr. 2 der 1. BImSchV). Ein Markt für Briketts aus Stroh zum Einsatz in händisch beschickten Einzelfeuerstätten wie Kaminöfen oder in Scheitholzkessele ist damit gesetzlich unterbunden. Im Gegensatz zur alten 1. BImSchV ist aber das Verbrennen von Strohpellets in Feuerungen unter 15 kW nun erlaubt.

In Tabelle 2 sind die Emissionsgrenzwerte der 1. BImSchV für Zentralheizungsanlagen, die ab 22.03.2010 in Betrieb gehen bzw. gegangen sind, dargestellt. Ab dem Jahr 2015 ist mit der 2. Stufe der Grenzwertverschärfung für Neuanlagen ein für den heutigen Stand der Technik höchst ambitionierter Staubgrenzwert von 20 mg/Nm³ vorgesehen. Diese Anforderung ist gleichbedeutend mit einer Filterpflicht für die meisten Biomassefeuerungen, denn auch Scheitholz- und Hackschnitzelkessel werden diesen Grenzwert im Praxisbetrieb voraussichtlich allein mit Primärmaßnahmen nicht zuverlässig einhalten können. Es sei aber nochmals betont, dass diesen scharfen Staubgrenzwert nur Feuerungen, die ab dem 01.01.2015 in Betrieb gehen, einhalten müssen. Für Anlagen, die nach dem 22.03.2010 und vor dem 31.12.2014 errichtet werden oder wurden, gelten die Grenzwerte der Stufe weiter.

Tabelle 2: Emissionsanforderungen bei der Verbrennung von Festbrennstoffen nach der 1. BImSchV vom 26.01.2010

Anlagenleistung	Brennstoff	Bezugs-sauerstoff Vol.% O ₂	Grenzwerte		
			CO g/Nm ³	Staub mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³
Stufe 1: Heizkessel, die nach dem 22.03.2010 errichtet werden					
ab 4 kW bis 1 MW	Naturbelassenes Holz (Scheitholz, Hackschnitzel)	13	1 bzw. 0,5 *	100	-
ab 4 kW bis 1 MW	Holzpellets (DINplus-Qualität)	13	0,8 bzw. 0,5 *	60	-
ab 4 kW bis 100 kW	Stroh, Heu, Miscanthus, Getreide, Spelzen **	13	1 bzw. 0,5 *	100	600 Prüfstand
Stufe 2: Heizkessel, die nach dem 31. 12.2014 errichtet werden ***					
ab 4 kW bis 1 MW	Naturbelassenes Holz	13	0,4	20	-
ab 4 kW bis 100 kW	Stroh, Heu, Miscanthus, Getreide, Spelzen *	13	0,4 Prüfstand: 0,25	20	500 Prüfstand

* Grenze bei 500 kW

** zusätzl. Begrenzungen PCDD/F 0,1 ng TE/Nm³ bei Typenprüfung

*** bei Scheitholzfeuerungen nach dem 01.01.2017

Die Kleinf Feuerungsverordnung gilt für Anlagen zur Verbrennung naturbelassener Hölzer bis 1 MW Feuerungswärmeleistung. Werden dagegen Regelbrennstoffe nach § 3 Nummer 8 oder Nummer 13, also Brennstoffe wie Stroh, Miscanthus, Getreide oder sonstige nachwachsende Rohstoffe verbrannt, so sind die Feuerungsanlagen bereits ab 100 kW Feuerungswärmeleistung immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen. Diese Feuerungen finden sich wieder in der Spalte 2 Nr. 1.3 des Anhangs zur 4. Bundesimmissionsschutzverordnung (4. BImSchV), die im Wesentlichen die Art des Genehmigungsverfahrens festlegt. Von 100 kW bis 1 MW ist für Getreide- und Halmgutfeuerungen das vereinfachte Genehmigungsverfahren nach § 19 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) vorgesehen. Von 1 MW bis 50 MW ist das förmliche Genehmigungsverfahren mit Beteiligung der Öffentlichkeit gemäß § 10 des BImSchG anzuwenden, das gegebenenfalls auch eine Umweltverträglichkeitsprüfung mit einschließt.

Welche Emissionsgrenzwerte immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Halmgutfeuerungen, also Anlagen über 100 kW Feuerungswärmeleistung erwartet, ist in der Technischen Anleitung Luft (TA-Luft) festgelegt. Die Anforderungen hierzu sind abschließend in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3: Emissionsanforderungen bei der Verbrennung von Festbrennstoffen nach TA-Luft vom 24.07.2002

Anlagenleistung	Bezugs- sauerstoff Vol.% O ₂	Grenzwerte					
		CO g/Nm ³	Staub mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	SO ₂ mg/Nm ³	HCl mg/Nm ³	Dioxine Furane ng/Nm ³
Naturbelassenes Holz							
1 - < 2,5 MW	11	0,15	100	250	-	-	-
2,5 - < 5 MW	11	0,15	50	250	-	-	-
Stroh und ähnliche Stoffe							
100 KW - < 1MW	11	0,25	50	500	350	30	0,1
1 < 50 MW	11	0,25	20	400	350	30	0,1

Ausblick

Durch den Pelletiervorgang verteuert sich der Brennstoff Stroh um rund 80 bis 100 €/t. Der Preis, für den Strohpellets als Heizmaterial am Markt angeboten werden, schwankt zwischen 150 und 180 €/t. Sie sind daher vor allem bei größeren Abnahmemengen nur unwesentlich günstiger zu beziehen als Holzpellets. Unter Abwägung der o. g. Risiken und Probleme, die man sich mit Strohpellets einkauft, dürfte der Verbraucher zumindest beim zweiten Einkauf in der Regel das qualitativ höherwertige Heizmaterial Holzpellets wählen. Herkömmliche Pelletöfen und -kessel sind für Agrarbrennstoffe definitiv nicht geeignet. Insbesondere bei Feuerungsanlagen, die im Wohnbereich oder auch in anderweitig genutzten Heizräumen aufgestellt sind, ist das Asche-Handling nicht zu unterschätzen.

Trotz großer Bemühungen einschlägiger Strohpelletierer konnte sich bisher kein nennenswerter Markt für den Brennstoff Strohpellets etablieren. Strohpellets gehen hauptsächlich in die hochpreisige Marktnische „Tiereinstreu“ und nur zu einem kleinen Teil in die Feuerungsanlagen der an den Pelletieranlagen beteiligten Landwirte.

Wer nicht an günstige Gebrauchtanlagen kommt und keinen festen Kundenstamm im Hochpreissegment im Auge hat, für den ist die Investition in eine Pelletieranlage mit einem erheblichen finanziellen Risiko verbunden. Darüber hinaus bereitet die Herstellung von abriebfesten Qualitäts-Strohpellets, wie es der Einsatz in automatisch beschickten Kleinfeuerungsanlagen erfordert, nach wie vor Probleme. Für Großanlagen wäre jedoch in die Zukunft, angesichts der Verknappung der Holzsägespäne, die Herstellung von Industripellets aus Stroh denkbar.

Weiterführende Informationen

Weiterführende Informationen zu einschlägigen Forschungsvorhaben, die sich mit der Pelletierung von Stroh oder der direkten thermischen Nutzung beschäftigen, finden Sie unter folgenden Adressen:

- Clauß, B.: Beitrag zur Kompaktierung von unzerkleinertem Halmgut für die energetische Nutzung. Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Technischen Universität Chemnitz. 2001
http://archiv.tu-chemnitz.de/pub/2002/0100/data/Diss_BClauss.pdf
- Kiesevalter, C.: Untersuchungen zur Herstellung und Nutzung von Brennstoffpellets aus landwirtschaftlicher Biomasse. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. 2006
<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/inhalt/9775.htm>
- KTBL: Energetische Nutzung von Getreide in Kleinfeuerungsanlagen. Fachgespräch am 12.-13. Februar 2003 in Petersberg-Almendorf bei Fulda. 2003. ISBN: 3-7843-2160-7
- Vetter, A. et al.: Energetische Verwertung von Getreide und Halmgutpellets. Forschungsbericht. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. 2006
<http://www.tll.de/ainfo/pdf/pell0506.pdf>
- Hartmann, H. et al.: Getreidekörner als Brennstoff für Kleinfeuerungen – Technische Möglichkeiten und Umwelteffekte. Berichte aus dem TFZ 13. Straubing. 2007
http://www.tfz.bayern.de/sonstiges/15951/bericht_13_gesch_tzt.pdf
- Wopienka, E. et al.: Strohpellets für Kleinfeuerungsanlagen. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie in Wien. 2009
http://www.nachhaltigwirtschaften.at/edz_pdf/0945_trohpellets_edz-811864.pdf

Darüber hinaus bietet C.A.R.M.E.N. e. V. unter
<http://www.carmen-ev.de/dt/energie/bezugcontent.html>
Adresslisten zu folgenden Themen:

- Brikettiertechnologie
- Pelletiertechnologie
- Biomassekessel für aschereiche Brennstoffe
- Sekundäre Rauchgasreinigungsanlagen

Als Ansprechpartner steht Ihnen für weitere Fragen gerne zur Verfügung:

Sabine Hiendlmeier
C.A.R.M.E.N. e. V.
Schulgasse 18
94315 Straubing
Tel.: 09421/960-300
Fax: 09421/960-333
E-Mail: contact@carmen-ev.de
Internet: www.carmen-ev.de