

## **Halmgut**

### **Bedeutung des Energieträgers**

Die Nutzung von Halmgut, z. B. Stroh oder Energiegetreide, zur Erzeugung von Wärmeenergie erfolgt heute schon in kleinerem Umfang in landwirtschaftlichen Betrieben zur Beheizung der Wohngebäude und von Ställen. Jedoch sind Anlagen im Gegensatz zu Holzheizungen entsprechend der 4. BImSchV nur bis 100 kW Wärmeleistung genehmigungsfrei. Mit der Novellierung der Verordnung am 16. Januar 2010 (gültig seit 22.3.2010) ist für diese Kessel jedoch eine Typprüfung mit dem jeweiligen Brennstoff hinsichtlich seines Schadstoffausstoßes erforderlich. Der Grund für die niedrigere Heizleistungsschwelle liegt in dem höheren Ausstoß von Asche und Staub bei der Verbrennung. Im Vergleich zu Holz spielt Halmgut (Stroh und Miscanthus) sowie Getreide nur eine sehr geringe Rolle als Energieträger für Heizungsanlagen. Bestehende Anlagen haben häufig noch einen Pilotanlagencharakter.

### **Verfügbarkeit**

#### **Langfristige Verfügbarkeit und Nachhaltigkeit**

Grundsätzlich jedoch ist Halmgut und Getreide keine zeitlich begrenzte Ressource wie fossile Brennstoffe. Das bei der Verbrennung entstehende CO<sub>2</sub> wurde während der Kultur der Atmosphäre entzogen. Es kommt lediglich das bei der Produktion erzeugte CO<sub>2</sub> zum Tragen.

#### **Kurzfristiges Versorgungsrisiko**

Da der Gärtner nicht der Produzent des Brennstoffs ist, und die Versorgungsinfrastruktur nicht so ausgebaut ist wie bei herkömmlichen Brennstoffen, sollte die Bezugsquelle möglichst vertraglich gebunden werden, den erforderlichen Energiebedarf zu decken.

#### **Stör- und Ausfallzeiten**

Der Brennstoff stellt weitaus höhere Anforderungen an die Feuerungstechnik wie beispielsweise Holz. Durch die hohe Gefahr der Verschlackungen und höherer Korrosionsgefahr besteht hier ein größeres Ausfallrisiko.

#### **Lagerung des Heizmaterials**

Halmgut und Getreide sollte nur überdacht gelagert werden. Es sind höhere Lagerkapazitäten als bei Holz erforderlich, da der Brennstoff eine geringe Dichte als Häckselgut aufweist. Durch die einmalige Ernte des Brennstoffes muss immer der ganze Jahresbedarf als Kapazität eingeplant werden. Die Dichte des Brennstoffes lässt sich durch Pressen von Ballen oder Pellets erhöhen. Ballen erfordern jedoch eine manuelle Zuführung des Brennstoffs.

### **Wärmeerzeugung/Verbrennung**

#### **Ganzballenverbrennung**

Das auf dem Feld geerntete Stroh wird auf dem Feld in Quader oder Rundballen gepresst und dann zur Lagerhalle gebracht. Die Ballen werden der Brennkammer einzeln mithilfe eines Radladers oder Schleppers zugeführt und als Ganzes in die Füll- und Entgasungskammer eingebracht. Danach wird die Tür zur Kammer geschlossen und der Ballen verschwelt. Primärluft und Schwelgase werden in eine weitere Brennkammer geblasen und mit zusätzlicher Sekundärluft verbrannt. Dadurch steht keine kontinuierliche Wärmeleistung zur Verfügung und der Einsatz von Wärmespeichern ist daher sinnvoll. Die Regelbarkeit des Verbrennungsprozesses ist ebenfalls begrenzt und die Anlage sollte daher möglichst immer mit der Maximalleistung betrieben werden auch des geringeren Schadstoffausstoßes wegen.

#### **Strohfeuerungen mit automatischen Ballenauflösern**

Auch hier wird das Stroh wieder auf dem Feld geborgen und in Ballen gepresst. Die Ballen werden dann der Feuerungsanlage über ein Förderband zugeführt. Die Feuerungsanlage ist zusätzlich mit einem automatischen Ballenauflöser ausgestattet, der die Ballen zerkleinert und dem Brennraum über einen Schneckenförderer als Häckselgut zugeführt.

### Strohpellets

Um das Stroh dichter zu packen und die Lagerkapazitäten besser zu nutzen, sowie die Zuführung zur Feuerungsanlage weniger störungsanfällig zu gestalten, wird Stroh zu Pellets gepresst. Die Pellets haben jedoch aufgrund des niedrigen Ligningehalts eine geringere Stabilität und Abriebfestigkeit als Holzpellets. Dies kann durch Zuschlagsstoffe wie Stärke oder Harz verbessert werden, reicht aber nicht an Holzpellets heran. Ein weiteres Problem bei der Pelletherstellung ist der Mineralgehalt des Strohs, der zu stärkerer Abnutzung der Pressmatrizen führt (HIENDLMEIER, 2010)

### Getreidekornverbrennung

Durch Krankheitsbefall sind größere Mengen von Getreide nicht mehr für den Verzehr von Mensch und Tier geeignet. Eine Deponierung dieser Chargen ist nicht mehr zugelassen. Daher werden sie der Regel in Müllverbrennungsanlagen thermisch entsorgt. Es ist jedoch auch möglich, diese zur Wärmeerzeugung zu verwenden. In der 4. BImSchV werden Halmgut und ähnliche Pflanzenstoffe als Brennstoff aufgeführt, Getreidekörner aber nicht explizit erwähnt. Dies führt zu einer unterschiedlichen Handhabung der Genehmigung solcher Feuerungsanlagen in den einzelnen Bundesländern. Grundsätzlich problematisch ist insbesondere der niedrige Ascheerweichungspunkt der Körner und damit die Gefahr der Verschlackung des Brennraums. Dem kann durch Kühlung des Glutbetts und des Brennraums entgegengewirkt werden. Dies bedeutet aber einen erhöhten technischen und finanziellen Aufwand.

### Beschaffenheit/Kennwerte

Tab. 3: Physikalisch-technische Basiskennwerte

Brennstoff (trocken)	Heizwert [MJ/kg <sub>wf</sub> ] <sup>1)</sup>	Brennwert [MJ/kg <sub>wf</sub> ] <sup>1)</sup>	Aschegehalt [%]	Erweichungspunkt d. Asche [°C]
Roggenstroh	17,4	18,5	4,8	1 002
Weizenstroh	17,2	18,5	5,7	998
Triticalestroh	17,1	18,3	5,9	911
Gerstenstroh	17,5	18,5	4,8	980
Rapsstroh	17,1	18,1	6,2	1 273
Weizen-Ganzpflanzen	17,1	18,7	4,1	977
Triticale-Ganzpflanzen	17,0	18,4	4,4	833
Weizenkörner	17,0	18,4	2,7	687
Triticalekörner	16,9	18,2	2,1	730
Rapskörner	26,5	-	4,6	-
Miscanthus	17,6	19,1	3,9	973

<sup>1)</sup> wf = wasserfrei. Quelle: Eltrop, 2005

Tab. 4: Schütt- bzw. Stapeldichte verschiedener Lagerformen

Lagerform	Brennstoff	Schüttdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Stapeldichte [kg/m <sup>3</sup> ]
Quaderballen	Stroh, Miscanthus		140
	Heu		160
	Getreideganzpflanzen		190
Häckselgut	Miscanthus	110	
	Getreideganzpflanzen	150	
Getreidekörner	(Triticale)	750	

Tab 5: Gehalte an emissionsrelevanten Elementen

Brennstoffart	C	H	O	N	K	S	Cl
Roggenstroh	46,6	6,0	42,1	0,55	1,7	0,085	0,40
Weizenstroh	45,6	5,8	42,4	0,48	1,0	0,082	0,19
Triticalestroh	43,9	5,9	43,8	0,42	1,1	0,056	0,27
Gerstenstroh	47,5	5,8	41,4	0,46	1,4	0,089	0,40
Rapsstroh	47,1	5,9	40,0	0,84	0,8	0,27	0,47
Weizen-Ganzpflanzen	45,2	6,4	42,9	1,41	0,7	0,12	0,09
Triticale-Ganzpflanzen	44,0	6,0	44,6	1,08	0,9	0,18	0,14
Weizenkörner	43,6	6,5	44,9	2,28	0,5	0,12	0,04
Triticalekörner	43,5	6,4	46,4	1,68	0,6	0,11	0,07
Rapskörner	60,5	7,2	23,8	3,94		0,10	
Miscanthus	47,5	6,2	41,7	0,73	0,7	0,15	0,22

Quelle: Hartmann 2007: Handbuch Bioenergiekleinanlagen, Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe, Gülzow

Tab. 6: Emissionsgrenzwerte bei der Verfeuerung von Stroh und ähnlichen pflanzlichen Stoffen

Anlagenleistung	Relevante Vorschrift	Bezugs-sauerstoff Vol.-% O <sub>2</sub>	CO g/Nm <sup>3</sup> 1)	Gesamt C mg/Nm <sup>3</sup> 1)	NO <sub>x</sub> mg/Nm <sup>3</sup> 1)	Staub mg/Nm <sup>3</sup> 1)
15 bis <100 kW Nennwärmeleistung	1. BImSchV	13	4	-	-	150
100 kW bis <1 MW Feuerungswärmeleistung	TA Luft	11	0,25	50	500	50
1 bis <50 MW Feuerungswärmeleistung	TA Luft	11	0,25	50	400	20

<sup>1)</sup> g/Nm<sup>3</sup> = Gramm pro Normkubikmeter

Quelle: Technologieförderzentrum für nachwachsende Rohstoffe, Straubing 2008

Bei der Verbrennung von Stroh und ähnlichen pflanzlichen Stoffen und Anlagenleistungen über 100 kW muss darüber hinaus noch der Grenzwert für Dioxine und Furane von 0,1 ng TE/Nm<sup>3</sup> eingehalten werden. TE steht für Toxizitätsäquivalent bezogen auf Tetrachlordibenzodioxin (TCDD).

Die Angaben der Emissionswerte sind auf Abgas im Normzustand bezogen bei 0 °C und einem Luftdruck von 1 013 hPa.

### Energieträgerspezifische Besonderheiten

Die bei der Verbrennung von Getreide und Halmgut entstehende Asche weist einen sehr niedrigen Ascheerweichungspunkt auf. Das bedeutet, die Asche wird schon bei sehr niedrigen Temperaturen weich und verbackt zu Schlacken. Dadurch wird die Mechanik des Glut- und Aschetransports behindert oder kommt vollständig zum Erliegen. Dem kann mit einer Wasserkühlung des Glutbettes begegnet werden. Die bedeutet jedoch einen erhöhten technischen Aufwand der Feuerungsanlage.

Das Verhältnis Asche zu eingesetztem Brennstoff ist bei Stroh- und Getreidefeuerungen deutlich höher als bei der Holzverbrennung. Dies führte auch zu, dass schon Anlagen ab einer Leistung von 100 kW genehmigungspflichtig sind, im Gegensatz zu Holzbrennstoffen mit einer Grenze von 1 000 kW. Dies bedeutet für einen Gartenbaubetrieb mit einem Leistungsbedarf weit über 100 kW, dass entsprechende Abgasreinigungssysteme und Staubfilter erforderlich sind, um die Grenzwerte der Bundes-Immissions-Schutzverordnung (BImSchV) und der TA-Luft einzuhalten

Ein weiteres Problem ist der Chlorgehalt des Brennstoffs, besonders bei Getreidekörnern. Das entsteht aus der Verwendung chlorhaltiger Dünger bei der Produktion. Es führt dazu, dass die Korrosionsgefahr des Kessels deutlich steigt. Darüber hinaus führt dies auch zur Entstehung von Dioxinen und Furanen bei der Verbrennung. Daher wurde speziell für Halmgut und ähnliche pflanzliche Stoffe ein Grenzwert von 0,1 ng TE/Nm<sup>3</sup> festgelegt.

Die Schüttdichte von Stroh und Halmgut ist sehr gering. Daher lohnen sich weite Transportwege des Brennstoffs nicht, da sehr viele Fahrten erforderlich sind um den erforderlichen Energieinhalt in Form von Stroh zu transportieren. Die Bezugsquellen sollten also möglichst in der Nähe sein. Das Lager muss dementsprechend geräumig gestaltet sein, um die Menge an Stroh lagern zu können, die zwischen den maximalen Lieferperioden benötigt wird.

Durch Pelletierung des Strohs oder der Getreideganzpflanzen können diese Nachteile teilweise ausgeglichen werden. Jedoch kann das Strohpellet die Qualität eines Holzpellets in Bezug auf Stabilität und Abriebfestigkeit nicht erreichen. Wenn zusätzlich noch Kalkmehl zugeschlagen wird, um die Gefahr der Verschlackung zu mindern, verringern sich Stabilität und Abriebfestigkeit noch mehr.

Aufgrund der höheren Anforderungen des Brennstoffs an die Feuerungstechnik, die Abgasreinigung und die Entstaubung ist ein deutlich geringerer Preis je Energieeinheit im Vergleich zu Holz erforderlich.

## **Literatur**

Hiendlmeier, S. (2010): Der Brennstoff Strohpellets. C.A.R.M.E.N., Straubing

Eltrop, L. (2005): Leitfaden Bioenergie – Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen. FNR, Gülzow