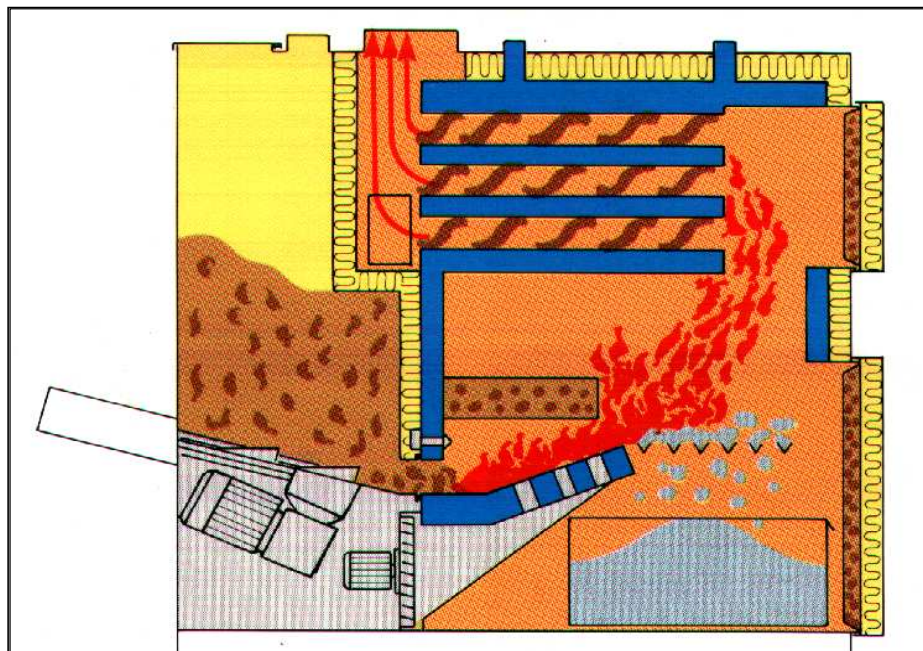




Heizen mit Getreide III



Walter Eggersglüß

Heizen mit Getreide III

Vortrag RKL-Tagung Neumünster 5. Januar 2006

Dipl. Ing. Walter Eggensgluß ist Energieberater bei der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Land- und Umwelttechnik, 24768 Rendsburg, Am Kamp 13.

Herausgeber:

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL)

Leiter: Dr. Hardwin Traulsen

Am Kamp 13, 24768 Rendsburg, Tel. 04331-847940, Fax: 04331-847950

Internet: www.rkl-info.de; E-mail: mail@rkl-info.de

Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung 0.4

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Zustimmung des Herausgebers

Was ist das RKL?

Das Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft ist ein bundesweit tätiger Beratungsring mit dem Ziel, Erfahrungen zu allen Fragen der Rationalisierung in der Landwirtschaft zu vermitteln. Dazu gibt das RKL Schriften heraus, die sich mit jeweils einem Schwerpunktthema befassen. In vertraulichen Rundschreiben werden Tipps und Erfahrungen von Praktikern weitergegeben. Auf Anforderung werden auch einzelbetriebliche Beratungen durchgeführt. Dem RKL sind fast 1400 Betriebe aus dem ganzen Bundesgebiet angeschlossen.

Wer mehr will als andere, muss zuerst mehr wissen. Das RKL gibt Ihnen wichtige Anregungen und Informationen.

Gliederung	Seite
1. Getreidemarkt	827
2. Heizwert und Kostenrelationen	827
3. Bestimmungen	828
4. Technik	829
5. 98 kW-Versuchsanlage der DEULA	833
6. Vergleichsrechnung	837
7. Ausnahmegenehmigungen	838
8. Ausblick.....	840

1. Getreidemarkt

Wir haben in der Bundesrepublik Deutschland einen Selbstversorgungsgrad von etwa 130 % bei Getreide. Nur etwa 20 % gehen direkt in die menschliche Ernährung, 50 % gehen in den Bereich Futtermittel, 10 % landen in der Industrie. Der Rest teilt sich auf kleinere Bereiche auf.

Der Spruch „Heizen mit Weizen“ reimt sich vielleicht schön, aber er trifft nicht unbedingt zu. Insgesamt eignet sich die Gerste besser zum Heizen als Weizen. Wir haben große Mengen an Ausputz, an Schadpartien und auch an anderen minderwertigen Partien, die stehen natürlich erst einmal im Fokus dieser Betrachtungen.

5 % der Getreideernte sind als Ausputz zu betrachten. Das sind etwa 2,5 Mio. t bundesweit pro Jahr, damit könnte man etwa 840 Mio. l Heizöl ersetzen. Die Schadpartien schwanken in Menge und Qualität sehr stark, eine Deponierung ist nicht mehr erlaubt.

2. Heizwert und Kostenkalkulation

Einige Kennwerte: Ganz grob ersetzen 3 kg Getreidekörner 1 l Heizöl, das sind Praxiswerte. Die Theorie nennt etwas höhere Werte für Getreidekörner, aber wir haben nicht ganz die Wirkungsgrade wie bei einer Öl- oder Gasheizung. Körnerenergie ist derzeit deutlich billiger als Heizölenergie. Wenn wir einmal von 8 €/dt ausgehen, dann wäre der dazu passende Heizölpreis nur etwa 24 Cent/l. Derzeit ist es schwierig zum doppelten Preis Heizöl zu bekommen. Die hohe Energiedichte macht natürlich die Körner als Biobrennstoff interessant, sie liegen je

m³ Lagerraumvolumen bei etwa 2300 kWh Brennstoffenergie. Im Vergleich dazu haben Holzhackschnitzel nur 700 kWh/m³ Schüttvolumen. Wir haben bei dem Getreide gegenüber dem Holz eine einfachere Lagerung und Beschickung. Damit will ich aber nichts gegen die Holzhackschnitzel sagen. Getreide kann nur ein ergänzender Biobrennstoff sein und nicht Holzhackschnitzel oder ähnliches verdrängen. Vorrangig soll Gas und Öl ersetzt werden.

Tabelle 1: Heizwertvergleich

100 l Heizöl	= 100 m ³ Erdgas
	= 150 l Flüssiggas
	= 0,6 rm Laubholz (15 %)
	= 1,3 m ³ Holzhackschnitzel (25 %)
	= 200 kg Holzpellets
	= 250 kg Stroh
	= 250 kg Getreidekörner

Wenn Heizöl 50 Ct/l kostet, dann darf das Erdgas 5 Ct/kWh kosten, das Flüssiggas 34 Ct/l usw. (s. Tab. 2).

Tabelle 2: Energiekostenvergleich

Heizölpreis 0,50 €/l	= 5 Ct/kWh Erdgas
	= 34 Ct/l Flüssiggas
	= 83 €/rm Laubholz (15 %)
	= 38 €/m ³ Holzhackschnitzel (25 %)
	= 250 €/t Holzpellets
	= 200 €/t Stroh
	= 200 €/t Getreidekörner

Nach diesem Preisvergleich werden Sie sagen, das ist ja hervorragend, wir alle müssen unbedingt und sofort umsteigen. Aber die Berücksichtigung von Wirkungsgraden der Feuerungsanlagen und deren Investitionskosten sowie Bedienung und Reparaturkosten verschiebt die Rechnung zu ungunsten der Biobrennstofffeuerungen.

3. Bestimmungen

Sobald Sie über Heizen mit Getreide aber auch mit Holz nachdenken, kommen sofort die Bedenken der Emissionsfachleute. Die entscheidende Vorschrift ist die

1. Bundesimissionsschutz-Verordnung, kurz 1. BImSchV. Bei Holz reicht deren Geltungsbereich bis 1 MW. In dieser Vorschrift werden neben dem CO und dem Staub keine weiteren Grenzwerte gemessen. Würden Sie eine Holzheizung über 1000 kW, was in der Landwirtschaft eher unüblich ist, betreiben, dann würden diese unter die TA-Luft fallen. Die TA-Luft hat nicht nur härtere Grenzwerte in den Bereichen Staub und Kohlenmonoxid, sondern sie kann zusätzlich Grenzwerte für Gesamtkohlenstoff, Stickoxide, Schwefeldioxid, Salzsäuredämpfe und Fluorkohlenwasserstoffe, Dioxine und Furane festlegen. Weitere Grenzwerte müssen nicht, aber sie können vorgeschrieben werden.

Tabelle 3: Emissionsgrenzwerte

Anlagen-Nennleistung	Relevante Vorschrift ¹⁾	Bezugs-O ₂ (Vol.%)	Emissionsgrenzen						
			CO (g/m ³)	Staub (mg/m ³)	Ges.-C ¹⁾ (mg/m ³)	NOx ²⁾ (mg/m ³)	SO ₂ (g/m ³)	HCl (mg/m ³)	PCDD/PDCF ³⁾
Verfeuerung von Stroh und strohähnlichen Stoffen:									
15-<100 kW	1.BImSchV	13	4	150	-	-	-	-	-
0,1-<1 MW	TA-Luft	11	0,25	50	50	500	0,35	30	0,1
Verfeuerung von unbehandeltem Holz:									
15-<50 kW	1. BImSchV	13	4	150	-	-	-	-	-
50-<150 kW	1. BImSchV	13	2	150	-	-	-	-	-
150-<500 kW	1. BImSchV	13	1	150	-	-	-	-	-
0,5-<1 MW	1. BImSchV	13	0,5	150	-	-	-	-	-
1-<2,5 MW	TA-Luft	11	15	50	10	250	0,35	30	0,1

Beim Stroh hat man andere Grenzen festgelegt. Dort ist die Grenze zwischen 1. BImSchV und TA-Luft bereits bei 100 kW. Unter 100 kW gelten die Werte wie auch bei den kleinen Holzfeuerungsanlagen haben. Über 100 kW gilt bereits TA-Luft. Getreidekörner sind nach derzeitiger Auslegung nicht strohähnlich und passen damit nicht in die 1. BImSchV. Es ist also verboten, mit Getreidekörnern in Anlagen nach 1. BImSchV zu heizen, es sei denn, man hat eine Ausnahmegenehmigung nach § 20 der 1. BImSchV.

4. Technik

Welche Heizanlagen kommen für das Heizen mit Getreidekörnern in Frage? Natürlich ist unsinnig, einen Unterbrandkessel oder Kaminofen mit Getreide zu beschicken. Das einzige, was Sie hätten, wären extreme Rauchentwicklung und ein

undefinierbares Verbrennungsverhalten. Man braucht zum emissionsarmen Verheizen von Getreide mechanisch dosiert beschickte und regelbare Heizsysteme. Der Kessel in Abb. 1 ist ein sog. Magazinkessel, d.h. der Kessel vereint den Vorratsbehälter mit dem Kessel selbst. Aus diesem Vorratsbehälter, der meist täglich befüllt wird, was auch automatisiert werden kann, wird automatisch so viel Material in die Verbrennungszone des Kessels geschoben, wie gerade abgefordert wird. Man heizt ihn an und dann arbeitet er vollautomatisch vor sich hin, bis das Magazin leer ist. Er kann auch abschalten, ist zwar nicht ganz so regelbar wie ein Öl- oder Gaskessel, aber er fährt seine Leistung herunter, wenn bestimmte Grenztemperaturen erreicht sind. Die Regelung der notwendigen Verbrennungsluft erfolgt mit Hilfe einer Lambda-Sonde, die den Restsauerstoff im Abgas ermittelt.

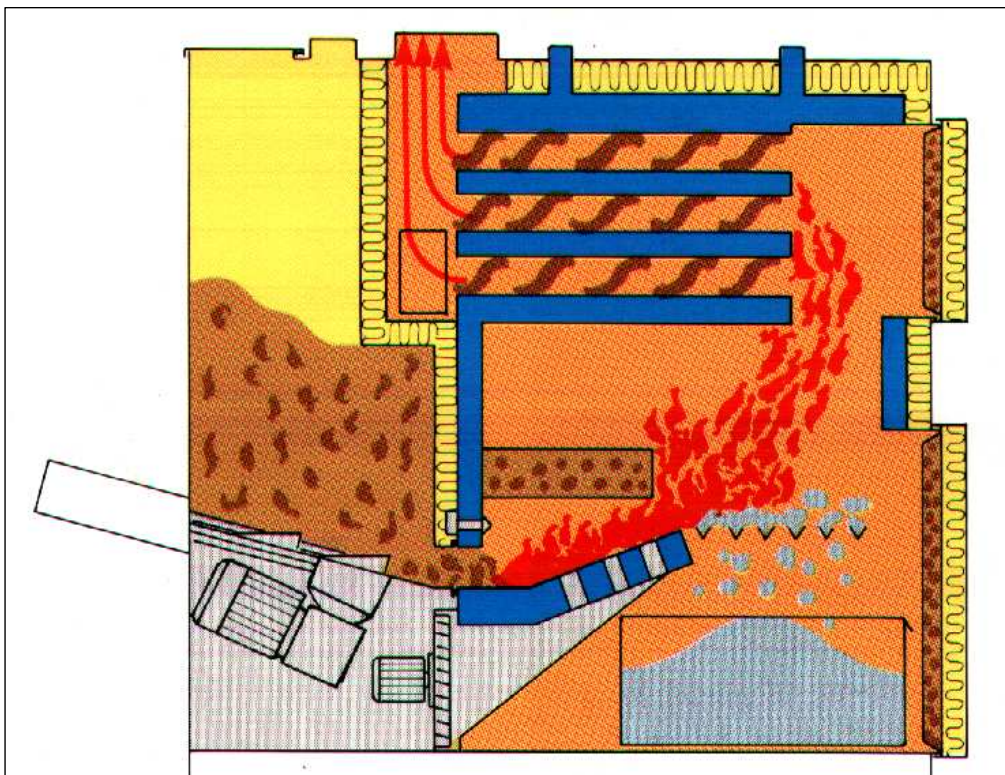


Abbildung 1: Magazinkessel für Hackschnitzel/Energiekorn (Werkbild Passat)

Im Rahmen einer Diplomarbeit in 2004 werden drei Kessel durchgemessen (Tab. 4). In den drei Kesseln Passat C4, Veto 60 und Reka haben wir die verschiedensten Brennstoffe verheizt. Trotz weniger Wiederholungen sehen Sie eine sehr eindeutige Tendenz. Wir haben erhöhte Werte bei allen Kesseln besonders beim Staubgehalt im Abgas. Dort beträgt der Grenzwert $0,15 \text{ mg/m}^3$. Viele Werte liegen oberhalb dieses Grenzwertes. Beim Kohlenmonoxidgehalt lagen nur wenige Messungen über dem Grenzwert. Beim Passat C4 und auch beim Veto haben wir bei Strohpellets, einem zugelassenen Brennstoff, die höchsten Werte beim CO.

Tabelle 4: Feuerungsversuche

Feuerungsversuche				Getreide und Pellets 2004			
Emissionsmessungen durch den Bezirks-Schornsteinfegermeister							
Kessel	Nennl.kW	Datum	Brennstoff	t-Abgas °C	O2-Gehalt %	CO-Gehalt g/m ³	Staubgehalt Abgas in g/m ³
PASSAT C4	32	12.02.04	Roggen	156	6,9	1,00	0,12
PASSAT C4	32	12.02.04	Roggen	163	4,7	2,00	0,13
PASSAT C4	32	12.02.04	Gerste	154	8,2	1,00	0,17
PASSAT C4	32	12.02.04	Gerste	150	10,5	2,00	0,09
PASSAT C4	32	18.02.04	Weizen	228	11,5	0,20	0,23
PASSAT C4	32	18.02.04	Weizen	240	10,3	0,20	0,34
PASSAT C4	32	24.02.04	Strohpellets	246	15,3	6,00	0,56
PASSAT C4	32	24.02.04	Strohpellets	168	16,7	6,00	0,52
PASSAT C4	32	24.02.04	Kaffpellets	227	10,4	0,50	0,28
PASSAT C4	32	24.02.04	Kaffpellets	221	12,0	0,70	0,18
PASSAT C4	32	24.02.04	Holzpellets	260	6,4	7,00	0,28
VETO 60	48	27.02.04	Roggen	66	10,7	0,50	0,31
VETO 60	48	27.02.04	Roggen m.E.	66	10,1	0,60	0,41
VETO 60	48	27.02.04	Gerste	93	8,7	0,30	0,26
VETO 60	48	27.02.04	Weizen	87	12,7	2,00	0,28
VETO 60	48	27.02.04	Strohpellets	62	15,0	6,00	0,40
VETO 60	48	27.02.04	Kaffpellets	100	11,3	0,50	0,31
VETO 60	48	28.02.04	Kaffpellets m.E.	83	10,8	0,50	0,19
VETO 60	48	28.02.04	Holzpellets	107	10,7	0,20	0,14
VETO 60	48	28.02.04	Hackschnitzel	106	11,9	0,50	0,17
VETO 60	48	28.02.04	Hackschn.m.E.	93	11,1	0,90	0,10
REKA FSK30/3	32	02.03.04	Roggen	146	9,3	8,00	0,29
REKA FSK30/3	32	02.03.04	Gerste	156	11,4	3,00	0,21
REKA FSK30/3	32	02.03.04	Weizen	134	7,7	0,80	0,22
REKA FSK30/3	32	02.03.04	Strohpellets	193	12,0	1,00	0,20
REKA FSK30/3	32	02.03.04	Kaffpellets	107	9,8	2,00	0,23
REKA FSK30/3	32	02.03.04	Holzpellets	204	10,4	0,50	0,10
REKA FSK30/3	32	02.03.04	Hackschnitzel	164	8,7	2,00	0,06

(aus „Heizen mit Getreide II“ von Dipl. Ing. agr. Holsteiner, RKL-Schrift 0.4, Seite 735ff)

Hohe Staubemissionen kann man durch stehende Rauchgaszüge (was die meisten Kessel nicht haben) reduzieren oder durch einen nachgeschalteten Multizyklon. Die Wirksamkeit von Zyklonen ist aber begrenzt, da die Ascheteilchen sehr leicht sind. Mit aufwändigen Tuch- oder Elektrofiltern sind deutliche Reduzierungen zu erreichen.

Einem Stickoxid-Grenzwert gibt es in der 1.BImSchV nicht, oft wird die TA-Luft deshalb herangezogen. Immer wieder wird auf die erhöhten Stickoxidwerte hingewiesen, wenn es um die Diskussion geht, einweißhaltige und damit stickstoffhaltige Getreide als Brennstoffe einzusetzen. Leider sind diese Werte dann besonders hoch, wenn wir eine besonders gute, vollständige Verbrennung haben. Das ist das gleiche Dilemma, das wir von Motoren kennen: je besser der Wirkungsgrad ist, desto mehr Stickoxid wird produziert. Also heißt es, den Verbrennungsablauf hinsichtlich Stickoxidwerte zu optimieren. Temperaturen sind zu reduzieren, denn die Höhe der Verbrennungstemperatur spielt eine wesentliche Rolle. Es wird ja nicht nur Stickstoff aus dem Getreidekorn, sondern auch Stickstoff aus der Luft in Stickoxide umgewandelt. Dann ist da noch die Geruchbelästigung, ein

Punkt der beim Getreide nicht ganz ohne ist, und es im Augenblick nicht gerade einfach macht, in einer dichten Wohnbebauung mit Getreide zu heizen. Selbst wenn über 90 % der Zeit dort diese Geruchbelästigung so gering ist, dass sich daran kein Mensch stört, kann es immer mal zu Belästigungen kommen, durch bestimmte Betriebszustände oder bestimmtes Material oder auch durch fehlerhaften Betrieb.

Tabelle 5: Heizen mit Energiekorn
Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- **Staubemissionswerte zu hoch**
(senkrechte Rauchgaszüge, Multizyklon, Feinstaub- o.E-Filter)
- **Hohe Stickoxidwerte**
(Verbrennungsablauf optimieren, Temperaturen reduzieren)
- **Geruchsbelästigung**
(Volllastbetrieb, Kombination mit Pufferspeicher)
- **Verschlackung der Asche vermeiden**
(Bewegliche Roste, Schieber, Wassergekühlte Roste)
- **Hoher Ascheanfall**
(Dimensionierung Aschebehälter, autom. Entaschung)
- **Erhöhte Korrosionsgefahr ?**
(Brennkammer- und Wärmetauschermaterialien anpassen)

Volllastbetrieb ist anzustreben. Dafür ist die Kombination mit Pufferspeichern sinnvoll. Dies wird von einigen Ländern auch im Rahmen von Ausnahmegenehmigungen gefordert.

Die Verschlackung der Asche ist zu vermeiden, da geht es einmal neben der Brennstoffauswahl um bewegliche Roste, dann um Schieber, die Schlacke aus dem Brennraum herausschieben, damit das Material nicht zu lange im heißen Verbrennungsbereich liegen bleibt. Auch mit wassergekühlten Rosten kann man Schlackebildung verhindern.

Nicht so bedeutend ist das Thema Ascheanfall, denn bei Getreide ist er nicht viel höher als bei Holzhackschnitzeln (z.B. aus Knickholz). Gegenüber rindefreien Holzpellets ist er allerdings um ein Mehrfaches größer. Er liegt bei Getreide in der Größenordnung von 2 – 3 %, Gewichtsprozent, bei Stroh wären es 5 – 8 %, bei Holz im Idealfall unter 1 %, in der Praxis oft zwischen 1 und 3 %.

Die erhöhte Korrosionsgefahr ist ein Punkt, der vorrangig zurückzuführen ist auf den Chlorgehalt im Getreide. Dieser ist aber im Verhältnis zu Stroh weitaus geringer, wenn auch deutlich höher als bei Holz. Man sollte also aufpassen, dass man nicht den nächsten erstbesten Kessel nimmt, sondern Firmen mit Erfahrung.

5. 98 kW-Anlage der DEULA

Ende 2004 hat die DEULA in Rendsburg eine 98kW-Anlage gekauft. Der Hauptgrund für die Firmenauswahl war, dass sie als einzige auch einen Elektrofilter bieten konnte. Dies war Voraussetzung für die Teilnahme am Forschungsvorhaben der FNR.



Abbildung 2: Versuchsanlage DEULA >> Kessel

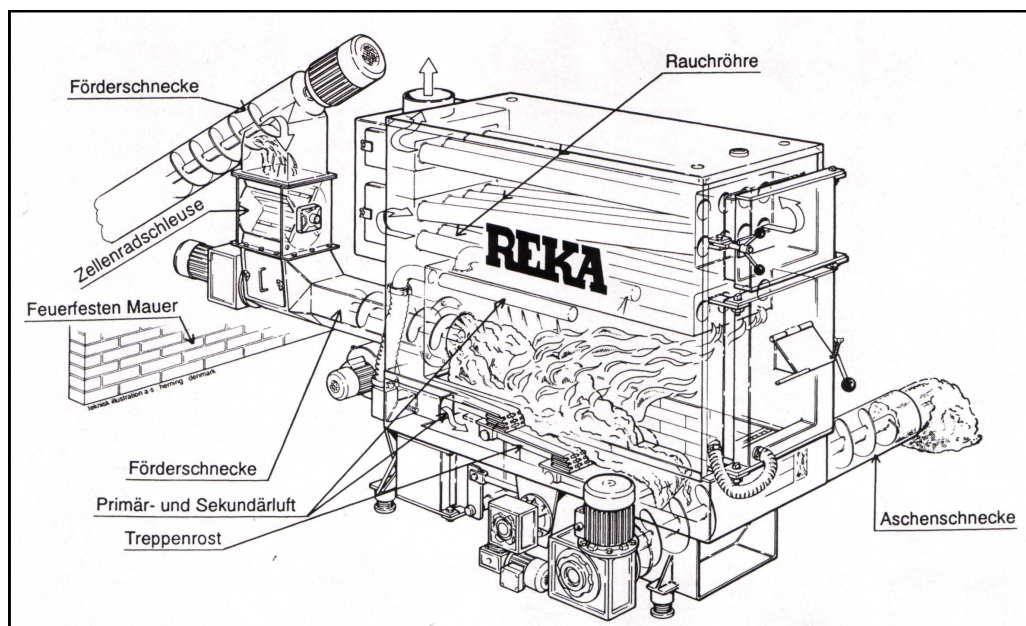


Abbildung 3: Aufbau des 98 kW Biomassekessels mit Treppenrost und automatischer Entaschung

Tabelle 6 zeigt Bewertungen einzelner Brennstoffe. Sie sehen, dass Roggen, Weizen, Triticale hier ziemlich gleich bewertet sind. Das Anheizen ist sehr schwierig, wenn keine Grundglut da ist, bei Gerste und Hafer ist es etwas einfacher als bei Nacktgetreidearten wie Roggen, Weizen und Triticale.

Tabelle 6: Feuerungsversuche mit schüttfähiger Biomasse in Magazinkesseln

Brennstoffe	Anheizen	Verbrennung visuell	Emissionen		Asche	Schlacke
			CO	NOx		
Gerste	0	+	+	-	0	0
Roggen	-	+	+	-	0	-
Weizen	-	+	+	--	0	-
Triticale	-	+	+	-	0	-
Hafer	0	+	+	-	0	0
Getreidenebenprodukt-Pellets	0	+	+	-	0	-
Strohpellets	0	0	0	0	-	--
Rapsschrot	0	0	+	-	0	0
Holz-Pellets	+	++	+	+	+	++
Holz-Hackschnitzel	++	+	+	+	+	++

(Bewertung: - mangelhaft 0 befriedigend ++ sehr gut)

Die Verbrennung ist visuell super in Ordnung, wenn der Kessel richtig eingestellt ist. Kohlenmonoxidwerte kann man ohne große Probleme im vernünftigen Rahmen halten. Bei den Stickoxiden ergeben sich größere Schwierigkeiten, die meisten hatten wir eigentlich beim Weizen, hohe Werte auch beim Roggen bei sonst sehr guter Verbrennung. Mit extrem niedrigen CO-Werten haben wir auch da die höchsten NOx-Werte. Asche ist nicht das Problem. Allerdings stellen wir bisher fest, dass gerade die Nacktgetreidesorten, also Roggen, Weizen, Triticale besonders zur Schlackebildung neigen. Einige arbeiten da mit Kalkzugaben (2 – 4 %), das geht. Wir wollen aber absichtlich in diesem Projekt ohne Zusätze arbeiten, weil es einmal natürlich die Aschemenge erhöht und weil es auf der anderen Seite unsere Ergebnisse verfälscht. Wir wollen hier Grenzerfahrungen machen, sehen wie problematisch die Verschlackungen sind.

Zusätzlich laufen Versuche mit weiteren Biobrennstoffen wie Getreidenebenprodukt-Pellets (Kaffpellets) und Strohpellets. Auch Rapsschrot ist ein großes Thema. Holzbrennstoffe sind deutlich einfacher zu verheizen als Getreide. Das liegt natürlich auch an den geringeren Anteilen von Stickstoff, Chlor und Schwefel. Holz enthält sehr wenig Stickstoff, damit ist auch NOx relativ niedrig, außerdem wenig Schwefel und vergleichsweise wenig Chlor. Im Vergleich zu Getreidekörnern liegen die Chlor-Werte bei Triticalestroh bzw. Triticaleganzpflanzen weit höher. Dies sind Mittelwerte,

die Einzelwerte schwanken erheblich je nach Düngung, Boden, Standort, Sorte, Erntezeitpunkt usw.

Tabelle 7: Hauptelemente in Biomasse-Brennstoffen

	Stickstoff N in %	Schwefel S in mg/kg	Chlor Cl in mg/kg
Laubholz	0,3	150	60
Triticalestroh	0,6	560	2.650
Triticaleganzpflanzen	1,1	1.800	1.400
Triticalekörner	1,9	1.700	550
Roggenkörner	1,7	1.100	700
Gerstenkörner	1,9	1.000	1.100
Getreidenebenprodukte	1,4	1.600	1.100
Rapsstroh	0,8	2.700	4.670
Rapskuchen	5,0	7.000	250
Landschaftspflegeheu	1,1	1.580	3.110

Schwefel liegt bei Stroh und Körnern deutlich höher als bei Holz.

Detailergebnisse mit Messwerten werden erst nach Projektabschluss in 2007 veröffentlicht. Folgende Tabelle zeigt aber schon einige Betriebsergebnisse nach dem 1. Betriebsjahr.

Tabelle 8:

<ul style="list-style-type: none"> • 425 MWh Nutzwärme erzeugt (Wärmebedarf von 15 1-Fam.-Wohnh.) • 47.000 m³ Erdgas ersetzt • 20.000 Euro Kosten für Erdgas eingespart 	
<ul style="list-style-type: none"> • 130 t Biobrennstoffe (> 90 % Getreidekörner) verheizt (10.000 Euro) • 5 MWh Strom-Mehrverbrauch (750 Euro) • 4 t Asche / Schlacke entsorgt (300 Euro) • Bedienungs- und Reinigungsaufwand (?) 	
<ul style="list-style-type: none"> • 100 t Kohlendioxid eingespart • 0,2 t Staub zusätzlich emittiert • 0,2 t Kohlenmonoxid zusätzlich emittiert • 0,4 t Sickerstoffe zusätzlich emittiert 	} Vergleich mit Erdgas

Wir haben im ersten Betriebsjahr 425 MWh Nutzwärme erzeugt, das ist umgerechnet der Wärmebedarf von 15 Ein-Familien-Wohnhäusern. Wir haben 47 000 m³ Erdgas ersetzt. Das sind für die DEULA ca. 20 000 € weniger Erdgaskosten. Natürlich mussten auch die Bio-Brennstoffe gekauft werden, das waren 130 t, davon waren über 90 % Getreidekörner und die haben etwa 10 000 € gekostet. Die DEULA hat also an Brennstoffkosten ca. 10 000 € eingespart. 5.000 kWh Strom wurde zusätzlich verbraucht, das sind 750 €. Asche musste auf der Deponie entsorgt werden, das hat im 1. Jahr 300 € gekostet. Wir haben Bedienungs- und Reinigungsaufwand gehabt, den ich im Augenblick noch nicht bewerten will, weil er auch bei einem Versuchsvorhaben gar nicht ehrlich bewertet werden kann. Der Normalfall würde sein, dass man einmal am Tag am Kessel vorbeischaut, ob alles in Ordnung ist. Viel mehr sollte es nicht sein, aber man muss alle 2 bis 3 Wochen den Kessel sauber machen. Positiv ist, dass 100 t Kohlendioxid eingespart werden, aber wir müssen auch zugeben, dass wir durch die Getreidenutzung gegenüber einer Erdgas- oder Ölheizung 0,2 t Staub und 0,2 t Kohlenmonoxid und 0,4 t Stickoxide zusätzlich in die Umwelt geblasen zu haben. Es wäre betriebswirtschaftlich sehr interessant, Biobrennstoffe zu verheizen, wenn man nur die Brennstoffkosten betrachtet, aber es sind natürlich auch Nutzungsgrade und weitere Kostenarten betrachten. Wie sieht es mit den Jahres-Nutzungsgraden aus. Der Jahres-Nutzungsgrad liegt deutlich unter dem feuerungstechnischen Nutzungsgrad, bei einem Niedrig-Temperatur-Kessel für Heizöl ungefähr bei 85 % (Tabelle 9). Ein Brennwertkessel mit Erdgas kann je nach Heizungsanlage und -gerät um die 98% Nutzungsgrad erzielen. Scheitholz-Vergaser liegen bei 70, 75 %, Hackgutkessel bei 75, 80% und Pelletkessel auch in diesem Bereich.

Tabelle 9: Nutzungsgrade und Kostenarten

Jahresnutzungsgrad:	NT-Kessel Heizöl 85 %	
	Brennwertk.Erdgas	98 %
	Scheitholz-Vergaser	70-75 %
	Hackgutkessel	75-80 %
	Pelletkessel	80 %
<hr/>		
1.Verbrauchsgebundene Kosten:	Brennstoff Strom für Pumpen / Ventilatoren	
2.Betriebsgebundene Kosten:	Bedienung Wartung / Reparaturen Reinigung Emissionsmessung Schornsteinfeger	
3.Sonstige Kosten:	Versicherung Verwaltung	

Tabelle 10: Kostenvergleich Bio-Brennstoff-Heizung mit Öl-Heizung

KOSTENVERGLEICH BIO-BRENNSTOFF-HEIZUNG mit ÖL-HEIZUNG				
		1	2	2/1
Anlage:	Brennstoff	Bio-Brennstoff	Heizöl	Vergleich
	kW-Nennwärmeleistung	50	50	
Ausgangsdaten:	Jahres-Wärmebedarf: <i>bei 2000 Vollast-Std/Jahr</i>	100.000 kWh/a	100.000 kWh/a	
	Heizwert des Brennstoffes:	4,4 kWh/kg	10,0 kWh/l	
	Jahres-Nutzungsgrad:	78 %	85 %	109%
	Bedienungsaufwand:	60 Akh/a	2 Akh/a	
	Jahres-Strombedarf:	1% 1.000 kWh/a	500 kWh/a	
ohne Mwst.	Kosten-Anlagentechnik	0 €	0 €	
	Kosten Brennstoff frei Brennstofflager	0,100 €/kg	0,500 €/l	
	Kosten Hilfsenergie Strom:	0,15 €/kWh	0,15 €/kWh	
	Kosten Bedienungsperson:	15 €/Akh	15 €/Akh	
	Wartungs- u. Reparaturkosten:	1% 1.000 €/a	333 €/a	
	Lebensdauer Anlagentechnik:	15 Jahre	15 Jahre	
	Zinsansatz	4 %	4 %	
Jahres-	Brennstoffbedarf	29.138 kg	11.765 Liter 9.882 kg	
	Jahres-Brennstoffkosten	2.914 €/a	5.882 €/a	2,02
	Stromkosten	150 €/a	75 €/a	0,50
	Bedienung	900 €/a	30 €/a	0,03
	Wartung/Reparatur	1.000 €/a	333 €/a	0,33
ohne Mwst.	Jahres-Betriebskosten	4.964 €/a	6.321 €/a	1,27
	spezifische Betriebs-Kosten in Ct/kWh Nutzwärme	5,0	6,3	
	spezifische Energie-Kosten in Ct/kWh Nutzwärme	2,9	5,9	
Maximal wirtschaftliche Mehr-Investitionen Bio-Brennstoff bei Afa auf 15Jahre/4% Zins:			15.597 EURO	

6. Vergleichsrechnung

Tabelle 10 zeigt einen Kostenvergleich von Biobrennstoffen und Heizöl. Fließen diese Kosten mit in eine Wirtschaftsberechnung mit ein, so ergeben sich Werte, die wiederum grafisch zusammengefasst sind.

Ein 50 kW-Kessel soll 100.000 kWh jährlich an Nutzwärme produzieren. Die Brennstoffkosten sind bei Heizöl doppelt so hoch wie bei dem Bio-Brennstoff.

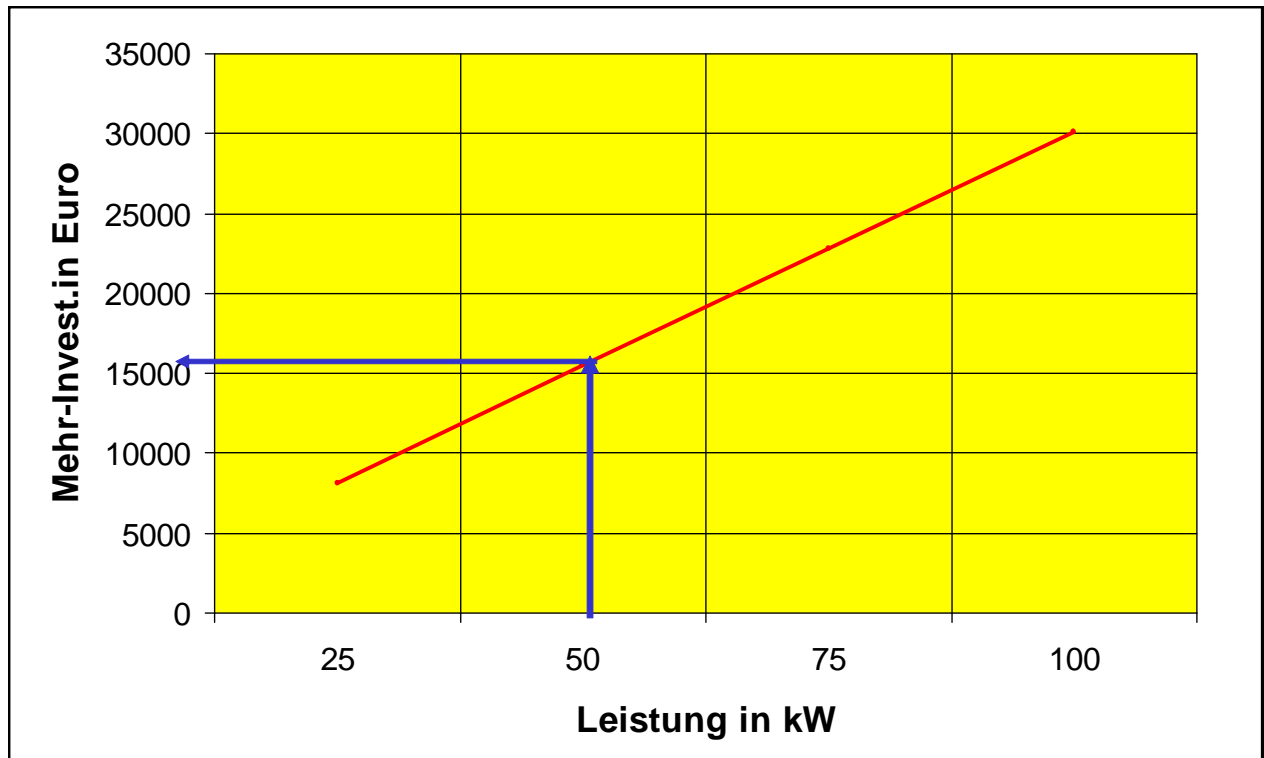


Abbildung 5: Maximale Mehr-Investitionen für Biomasse-Feuerungen gegenüber Ölfeuerungen, wenn Bioenergie nur 50 % der Heizölenergie von 6 Ct/kWh kostet

Abbildung 5 zeigt, dass sich gleiche Jahresgesamtkosten bei etwa 15.600 € Investitionskosten ergeben. Wenn die Öl- oder Gasheizung bestehen bleibt, muss für diese Summe die zusätzliche Heizung erstellt werden können, um wirtschaftlich zu sein. Ersetzt man vorhandene Geräte, können natürlich die eingesparten Kosten für die Erneuerung zusätzlich investiert werden. Wenn zukünftig die Heizölpreise im Verhältnis weiter steigen, die Bio-Energie z.B. nur noch ein Drittel der Heizölenergie kostet, dann kann ich bei 100 kW 55 000 € investieren, um auf das gleiche Ergebnis zu kommen. Wird allerdings ein teurer Brennstoff eingesetzt, z.B. Holzpellets hoher Qualität, die 2/3 des Heizölpreises kosten, dann wird es enger. Bei einem 50 kW-Kessel dürfte ich nur 4 bis 5 000 € für den Kessel mehr investieren als für einen Öl- oder Gaskessel.

7. Ausnahmebestimmungen

Nun zu den gesetzlichen Rahmenbedingungen. Bundesweit haben Fachleute für Luftreinhaltung vor einigen Jahren beschlossen, dass Getreidekörner nicht strohähnlich sind und damit nach derzeitiger Auffassung der Genehmigungsbehörden kein Regelbrennstoff sind. Nach 1.BImSchV dürfen nur Regelbrennstoffe verheizt werden. Getreidekörner dürfen also nicht verheizt werden.

Als Ausweg bleibt eine Ausnahmegenehmigung nach § 20 der 1. BImSchV. Dort heißt es: Zulassung von Ausnahmen. „Die zuständige Behörde kann auf Antrag Ausnahmen von den Anforderungen der §§ 3 bis 11a und des § 18 zulassen, soweit diese im Einzelfall wegen besonderer Umstände durch einen unangemessenen Aufwand oder in sonstiger Weise zu einer unbilligen Härte führen und schädliche Umwelteinwirkungen nicht zu befürchten sind“.

Das ist dehnbar und kann von den einzelnen Behörden, Ämtern oder Ministerien unterschiedlich ausgelegt werden. Die Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen konkretisieren mögliche Ausnahmen durch Erlasse. Ausnahmegenehmigungen sind dann möglich, wenn bestimmte Randbedingungen eingehalten werden (Tab. 11). Die gelten aber nur für bauartgeprüfte Anlagen zwischen 15 und 100 kW – nur für den land- und forstwirtschaftlichen Bereich, Gartenbau und agrargewerblicher Sektor als Anwender.

Wie sieht es aus mit den Emissionsgrenzwerten? In der Presse liest man, das sei alles überhaupt kein Problem. Die Landwirte in Nordrhein-Westfalen dürfen Getreide verheizen und die Schleswig-Holsteiner dürfen das nicht.

So einfach ist es aber nicht, Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen erteilen Ausnahmegenehmigungen nach § 20 der 1. BImSchV. Die Emissionsgrenzwerte für Staub und Kohlenmonoxid haben die drei Länder dabei gegenüber Holzfeuerungen verschärft. Für NO_x müssen die Kessel auf dem Prüfstand 500 mg/ m³ einhalten, was nicht so ganz ohne ist. Im Praxisbetrieb wird nicht gemessen. Die schwarzen Zahlen in Tabelle 11 gelten nur für Bayern und Baden-Württemberg, die grauen für Nordrhein-Westfalen. Die Grenzwerte liegen unterhalb der, die für Holz gelten, aber in Nordrhein-Westfalen nicht so niedrig wie in Bayern und Baden-Württemberg.

Tabelle 12: Ausnahmegenehmigungen § 20 1. BImSchV

Bundesländer:	Bayern, B-W, <i>NRW</i>
Einschränkungen:	nur bauartgeprüfte Anlagen von 15-100 kW nur Land- und Forstwirtschaft, Gartenbau und agrargewerblicher Sektor nur Getreide von Flächen ohne chlorhaltige Mineraldüngung 1 Jahr (Bayern)
Emissionsgrenzen: (bez. auf 13% O ₂) Praxismessungen	N0x max.500 mg/m ³ (nur Prüfstand) 15 - 50 kW: Staub 100 mg/m ³ / CO 1,0 g/m ³ <i>Staub 130 mg/m³ / CO 1,0 g/m³</i> 50-100 kW: Staub 75 mg/m ³ / CO 0,5 g/m ³ <i>Staub 110 mg/m³ / CO 0,5 g/m³</i>
Schleswig-Holstein:	Ausnahmegenehmigungen für die Landwirtschaft im Einzelfall möglich; zeitlich begrenzt als Versuch mit messtechnischer Betreuung keine speziellen Grenzwerte, sondern 1.BImSchV

In Schleswig-Holstein gibt es keine pauschalierte Regelung. Die Schleswig-Holsteiner gehen noch nicht so weit, würden im Einzelfall aber Ausnahmegenehmigungen zulassen. Diese ist dann zwar nur für die Landwirtschaft und auf den Einzelfall zeitlich begrenzt. Das Ganze sollte den Charakter einer Versuchsanlage haben, d.h. es muss eine messtechnische Betreuung erfolgen. Ob bei diesen Einzelfallgenehmigungen schärfere Grenzwerte oder die Werte für Holz gelten, könnte je nach Einzelfall unterschiedlich gehandhabt werden.

8. Ausblick

Der wichtigste Einsatzbereich für Getreideheizungen sind landwirtschaftliche Betriebsgebäude. Als Brennstoff sollte vorrangig das betriebseigene Getreide verwendet werden, aber es könnten auch Restprodukte, minderwertige Partien und Energiegetreide von Stilllegungsflächen sein. Bei speziellem Anbau kann man natürlich auswählen und auch hinsichtlich der Sortenauswahl und der Anbauintensität eingreifen, das kann man bei Restpartien natürlich nicht.

Ausnahmegenehmigungen für die Landwirtschaft sind möglich, in einigen Bundesländern etwas offener, in anderen verhaltener, manche sperren sich noch ganz.

Geeignete Feuerungen sollten ein Zertifikat bekommen „für Getreide geeignet“, so machen die Dänen das. Die sprechen von Kornkesseln. Wir brauchen als Ziel einen Regelbrennstoff Getreide in der 1. BImSchV. Das wäre die Zukunft. Im Augenblick ist es ja so, das der eine oder andere schon mal probiert hat oder mal gemischt hat, um eigene Erfahrungen zu sammeln. Aber auf dem Weg eine offizielle Genehmigung zu bekommen, ist kaum ein Landwirt gegangen.

Ich hoffe, dass die Entwicklung im Augenblick einigen Landwirten aber auch vor allen Dingen den Kesselfirmen Mut macht, in diesem Bereich intensiver tätig zu werden. Wir sind ja mit dem Getreide nicht am Ende. Was ist mit dem Ausputz, was ist mit Rapspresskuchen oder Mischungen von Beiden, mit anderen Biomassen? Wir haben also noch eine wesentlich breitere Palette der Biobrennstoffe zur Verfügung. Getreide ist da nur der erste Schritt.