



Service d'Economie Rurale  
115, rue de Hollerich  
L-1741 Luxembourg

Division de la comptabilité et du conseil de  
gestion des exploitations agricoles

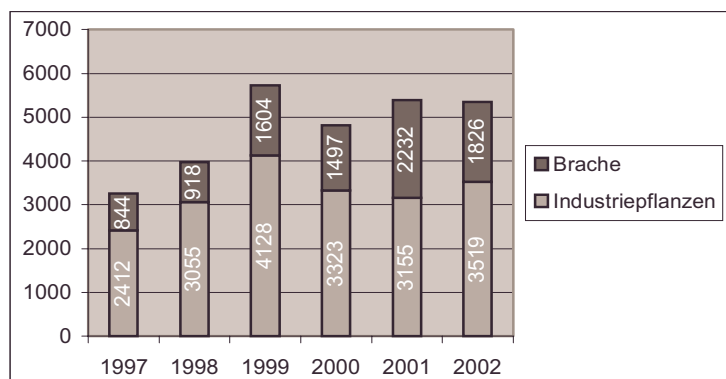
## Energetische Nutzung von halmgutartiger Biomasse

Wie bereits in früheren Beiträgen dargestellt (cf. *De Beroder* N° 27) birgt der Einsatz von Biomasse vor allem in land- und forstwirtschaftlich geprägten Regionen ein hohes energetisches Potenzial. Aufgrund von ungünstigen Rahmenbedingungen (niedriger Preis fossiler Energieträger) werden diese Möglichkeiten hierzulande jedoch nur sehr ungenügend genutzt. Die Verwertung beschränkt sich neben der landwirtschaftlichen Biogasproduktion, auf die thermische Nutzung von Siedlungsabfällen und das Betreiben einiger Holzhackschnitzelfeuerungen. Potenzielle Biobrennstoffe wie der Aufwuchs von Naturschutzflächen oder Stroh bzw. Energiegetreide werden derzeit überhaupt nicht genutzt.

Die thermische Nutzung solcher Brennmaterialien würde helfen die nationalen CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren<sup>1</sup> und die Energieversorgungssicherheit zu erhöhen<sup>2</sup>. Darüber hinaus könnten sich die Bereitstellung und die energetische Nutzung von Stroh, Energiegetreide und sonstigem Halmgut zu einem netten Nebenverdienst für die Landwirtschaft entwickeln.

### Anfall/Anbau, Bereitstellung und Potenzial

Zur Zeit wird das in Luxemburg anfallende **Stroh** zum großen Teil in der Viehzucht verwertet. Das Potenzial für eine energetische Verwertung ist folglich eher gering einzuschätzen. **Aufwuchs von Naturschutzflächen** steht dagegen zunehmend zur Verfügung und auch **Energiegetreide** das auf Stilllegungsflächen angebaut wird<sup>3</sup>, und entsprechend nicht in die Nahrungskette fließen darf; kann zur Wärmeerzeugung genutzt werden.



**Abb. 1:** Rezente Entwicklung der Flächenstilllegung [ha] in Luxemburg.

Quelle: Bulletin du STATEC 2003

In 2002 lagen 1.826 ha landwirtschaftliche Flächen brach. Unter der Annahme, dass diese integral zum Anbau von Energiegetreide genutzt werden, leitet sich ein energetisches Potenzial von ca. 90.000 MWh/Jahr ab, das entspricht ca. 9 Mio. l Heizöl oder 2,5 Mio. € (Heizölwert)!!! Aufgrund ihres hohen Gesamtpflanzenertrages eignen sich insbesondere Weizen, Roggen und Triticale zum Energiegetreideanbau.

<sup>1</sup> Im „EU Burden Sharing“-Mechanismus verpflichtet sich Luxemburg seine Treibhausgasemissionen bis 2008/12 um 28% gegenüber 1990 zu reduzieren.

<sup>2</sup> Zur Zeit müssen ca. 99% der in Luxemburg verbrauchten Energie importiert werden.

<sup>3</sup> Laut EU-Verordnung 587/2001 dürfen Getreidekörner (wie auch z.B. Raps) für die energetische Verwertung auf Stilllegungsflächen angebaut werden.

Der Anbau solcher Pflanzen zur Energiegewinnung verbindet eine Reihe positiver Qualitäten agronomischer, energetischer und umwelttechnischer Natur. Da es bei der Produktion mehr auf den Masse- bzw. den Energieertrag des Erntegutes (Korn und Stroh) als auf den Nährwert und die Futterqualität des Getreidekorns ankommt, ist eine **vergleichsweise extensive Kulturführung möglich**. Reduzierter Düngereinsatz sowie kompletter Verzicht auf Halmwuchsregler und Fungizide erlauben eine umweltfreundliche Produktion. Die ganzjährige und ganzflächige Bodenbedeckung der vorgeschlagenen Wintergetreidearten gewährleistet einen optimalen Bodenschutz. Im Vergleich zu anderen Industriepflanzen oder aber einer konventionellen Brache bestehen keine Probleme durch Humusabbau oder Erosion (Wasser, Wind). Schlussendlich ist der Nettoenergiegewinn beim Anbau von Energiegetreide im Vergleich zur Grünbrache sehr deutlich.

**Tab. 1:** Vergleichende Energiebilanz von Industriegetreide und Grünbrache auf Stilllegungsflächen<sup>4</sup>:

	1 ha W-Weizen, Ertrag : 136 dt/ha zur Energienutzung (Ganzpflanze)			1 ha Grünbrache Aufwuchs gemulcht		
	kg/ha	MJ/kg	GJ/ha	kg/ha	MJ/kg	GJ/ha
<b>Energieinput</b>						
<b>Saatgut</b>	140	3,09	0,4	15	12,00	0,2
<b>Dünger</b>						
N	171	47,11	8,0			0,0
P	75	15,76	1,2			0,0
K	136	9,28	1,3			0,0
Ca	37	2,12	0,1			0,0
<b>Pflanzenschutzmittel</b>	2	274,10	0,5			0,0
<b>Masch.aufwand</b>			4,6			2,3
<b>Energieeinsatz (ges.)</b>			<b>16,1</b>			<b>2,4</b>
<b>Energieoutput</b>						
<b>Aufwuchs (verwertbar)</b>	13.600	14,62	<b>198,8</b>			<b>0,0</b>
<b>Nettoenergiegewinn/-verlust</b>						
			<b>182,8</b>			<b>-2,4</b>

### *Verfahrenstechnik und Wärmenutzung*

Da Korn und Halm bei Energiegetreide nicht getrennt werden müssen, ist die Ernte einfach mit betriebsüblichen Maschinen zu bewerkstelligen: Mit einem Scheibenmäher wird der Aufwuchs zur Trocknung auf dem Feld im Schwad abgelegt. Anschließend wird das abgelegte Erntegut mit einer Ballenpresse aufgenommen und für Transport und Lagerung zu Getreideganzpflanzenballen verdichtet. Übermäßige Verluste lassen sich durch angepasste Getreidearten und Erntetechnik vermeiden.

Die aktuell zur Verfügung stehenden Verfeuerungsanlagen sind den bekannten Hackschnitzelanlagen sehr ähnlich: Eine Förderbahn transportiert die Rund- oder Quaderballen zum Ballenauflöser, der das Halmgut zerkleinert. Von dort aus wird es über eine Förderschnecke oder mit Hilfe eines Gebläseluftstroms bis zur Zellenradschleuse geleitet, die den Brennstoff luftdicht an die Stokerschnecke zur Beschickung der Feuerung weitergibt.

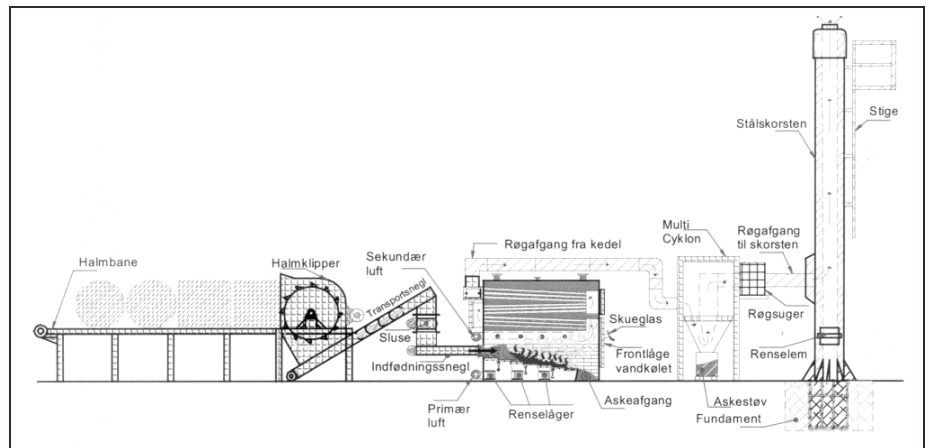
Herzstück der Anlage ist eine Feuerung mit kontrollierter Verbrennung. Nach der Durchströmung des Kessels werden die Rauchgase zwecks Staubabscheidung durch einen Zyklonabscheider abgeführt. Die erzeugte Wärme wird über ein Netz an die angeschlossenen Verbraucher verteilt. Die Anlage ermöglicht einen automatischen Betrieb von der Kesselbeschickung über die Ascheaustragung bis hin zur periodischen Reinigung der Wärmetauscherflächen im Kessel. Um das Feuerrisiko zu minimieren,

<sup>4</sup> in Anlehnung an Angaben des Luxemburger Herdbuchverbandes (A. Meyers).

verfügt die Anlage über ein Schutzsystem mit Rückbrandsicherung. (Bei entsprechender Ausstattung [Zuführtechnik] sind mit demselben Kessel auch Hackschnitzel, Holzpellets,... verfeuerbar).

**Abb. 2:** Schematische Darstellung einer Feuerungsanlage für halmgutartige Biomasse.

Quelle: REKA A/S (Dänemark)



Zu beachten bei der Verfeuerung von Halmgut ist die Verschlackungs- und die Korrosionsgefahr, bedingt respektive durch die niedrige Ascheerweichungstemperatur und den hohen Chlorid- und Schwefelgehalt des Brennstoffs. Durch optimierte Techniken und konstant hohe Auslastung der Anlage scheinen diese Probleme jedoch im Griff zu sein.



**Abb. 3:** Ballenfördersystem mit Ballenauflöser. (auf einem Betrieb in Dänemark)



**Abb. 4:** 200 kW Kessel für Halmgut, mit Kesselbeschickung und Ascheabtragung. (auf einem Betrieb in Dänemark)

Was die erlaubten Emissionen für Strohfeuerungen anbelangt, so sind diese in Luxemburg per Ministerialrundschriften festgelegt: Staub:  $\leq 50 \text{ mg/Nm}^3$ ; Kohlenmonoxid (CO):  $\leq 250 \text{ mg/Nm}^3$ ; Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ):  $\leq 500 \text{ mg/Nm}^3$ . Dank der kontrollierten Verbrennung können die Richtwerte von CO und  $\text{NO}_x$  in modernen Anlagen unterschritten werden. Mit einfachem Zyklonabscheider sind die nationalen Staubemissionswerte jedoch nicht einzuhalten. Emissionswerte unter  $50 \text{ mg/Nm}^3$  sind nur mittels Gewebe- oder Elektrofilter erreichbar. Allerdings sind diese Filter sehr kostenintensiv und verschlechtern somit die Wirtschaftlichkeit. Mit einem Zyklonabscheider können die Staubemissionen auf ca.  $300 \text{ mg/Nm}^3$  abgesenkt werden; ein Überdenken der Emissionsvorschriften in diesem Sinne, speziell für kleinere Anlagen wäre also angebracht. 80 bis 95 Gewichtsprozent der gesamten durch den Brennstoff zugeführten Mengen an Pflanzennährstoffen (Ca, Mg, K, P) sind in der anfallenden Grob- und Zyklonflugasche enthalten. Diese stellt einen wertvollen Mehrnährstoffdünger dar, durch dessen Rückführung auf die landwirtschaftlichen Flächen Nährstoffkreisläufe geschlossen werden können.

In Dänemark werden bereits einige Hundert Stroh-Feuerungsanlagen erfolgreich betrieben. Anlagen im kleinen Leistungsbereich von einigen Hundert kW werden überwiegend auf landwirtschaftlichen Betrieben eingesetzt und beliefern den landwirtschaftlichen Betrieb und die Nachbarschaft mit Wärme. Darüber hinaus gibt es Anlagen im MW-Bereich, die größere Wärmenetze speisen.

## Wirtschaftlichkeit und Förderung

Was die Wirtschaftlichkeit der Verfeuerung halmgutartiger Biomasse anbelangt, so ist diese von einer ganzen Reihe externer Faktoren abhängig: Energiepreis, Bereitstellungskosten des Verbrennungsmaterials, Investitions- und Betriebskosten der Anlage, Aufwand der Wärmeverteilung.

**Tab. 2:** Ermittlung der Wärmeerzeugungskosten anhand eines Praxisbeispiels (in Zusammenarbeit mit der AEL<sup>5</sup>)

	Kosten ges. (€)	Kost. pro Jahr (€/a)	Technische Eckdaten des berechneten Beispiels
<b>Investitionskosten</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Energiegetreide/Halmgutfeuerungsanlage mit einer Gesamtwärmeleistung von 200 kW; aus wirtschaftlichen Überlegungen, aufgeteilt auf einen 100 kW Biomassekessel zur Abdeckung der Grundlast und einen mit Heizöl befeuerten Spitzenlastkessel von 100 kW,</li> <li>▪ Betreiber: landwirtschaftlicher Betrieb,</li> <li>▪ Versorgung von 10 Wärmeverbrauchern à 20 kW über ein Wärmenetz von einer Gesamtrassenlänge von 250 m,</li> <li>▪ der ermittelte Nutzwärmebedarf liegt bei 360 MWh/Jahr, davon werden 80 % durch den Biomassekessel gedeckt, die restlichen 20 % werden im Spitzenkessel produziert,</li> <li>▪ es sei bemerkt, dass vor allem die für Wärmenetz und „Sonstiges“ eingesetzten Kosten je nach den örtlichen Gegebenheiten sehr stark variieren können und entsprechend nicht ohne Weiteres zu verallgemeinern sind.</li> </ul>
Fördersystem	24.000	1.600	
Biomassekessel	26.000	1.300	
Spitzenlastkessel	8.500	425	
Wärmenetz	99.500	3.320	
Sonstiges (Lageraum, hydr. Einbind., Elektrik,...)	58.500	2.925	
<b>Betriebskosten</b>			
Wartung + Instandhaltung		2.600	
Versicherung		1.000	
Arbeitsansatz (ca. 200 Std. à 12 €)		2.500	
Sonstiges		1.000	
<b>Verbrauchsgeb. Kosten</b>			
Biomasse		5.750	
Heizöl		2.500	
<b>Kosten gesamt</b>	<b>216.500</b>	<b>24.920</b>	
<b>Verschiedene Förderungsalternativen</b>	<b>Investit.-beihilfe (gesamt)</b>	<b>Kost./Jahr (Beihilfe berücksichtigt)</b>	
<i>Gesetz zur Förderung erneuerbarer Energ.<sup>6</sup>: alles</i>	61.450	22.163 =62€ cent/kWh	
<i>Agrargesetz: Geb. + Einricht; Gesetz z. F. ern. Energ.: Wärmenetz</i>	77.220	21.321 =59€ cent/kWh	

Wegen erhöhter Investitionskosten im Vergleich zur Wärmeerzeugung auf Heizölbasis ist ein konkurrenzfähiger Wärmepreis ohne finanzielle Förderung nicht erreichbar. Demnach sind im konkreten Fall die Möglichkeiten einer Bezuschussung auf der Grundlage des „Gesetzes zur Förderung erneuerbarer Energien“ oder evtl. in Verbindung mit dem Agrargesetz zu überprüfen. Bei entsprechender Beihilfe liegen die Wärmeerzeugungskosten in einem Bereich, der auch für die dezentrale Wärmeerzeugung mit Heizöl veranschlagt werden kann. Unter günstigen Rahmenbedingungen (Brennstoff verfügbar, Wärmeabnehmer vorhanden,...) könnte das beschriebene Verfahren also eine sinnvolle Diversifikationsalternative für einige Landwirte sein; Beispiele im Ausland (Dänemark, Österreich,...) bestehen zu genüge.

Gérard Conter

*P.S.: Bei Interesse sind wir gerne bereit das beschriebene Verfahren weiter zu vertiefen (Tel.: 478 25 76).*

<sup>5</sup> Der vorliegende Beitrag basiert auf einer Machbarkeitsstudie, welche im Frühjahr 2003 zusammen mit der Agence de l'Énergie (AEL) durchgeführt wurde.

<sup>6</sup> Règlement grand-ducal du 17 juillet 2001 instituant un régime d'aides pour la promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie et la mise en valeur des sources d'énergie renouvelables.