

# Bioethanolverfahren mit thermischer Tresternutzung Bericht über das Verbundvorhaben

Ralph Thomann, IGV  GmbH

Christa Luft, Rosemarie Schneeweiß  
Stephan Icking, Henrik Hiob

# Schwerpunkte

- **Hammermühlen vs. Walzenstühle**
- **Pilotversuche in Rehbrücke**
- **Industrierversuche in Seyda**
  - **Fermentation**
  - **Separation**
- **Trocknung, Pelletierung, Verbrennung**
- **Analytische Daten**
- **Zusammenfassung und Ausblick**

# Ethanol – ein wichtiger Grundstoff

- Die Production von Ethanol wird beeinflußt durch:
  - Bedarf nationaler und globaler Märkte
  - Verfügbarkeit ökonomisch und ethisch vertretbarer Rohstoffe
  - Politische Rahmenbedingungen  
(Gesetze, Steuern, Zölle, Subventionen, carbon footprint)
  - Nutzung effektiver Verarbeitungstechnologien
- Ethanol ist und bleibt ein wichtiger Rohstoff
  - Lebensmittel, Kosmetik, Pharmazie, chemische Industrie und Treibstoff

# Energierrelevante Prozessschritte

- Die Herstellung von Ethanol aus Getreide ist ein energieverbrauchender Prozess
- Stufen der Getreideverarbeitung sind:
  - Reinigung
  - Mahlen
  - Aufkochen vor der Fermentation
  - Destillation
  - Separation, Schlempeentsorgung
  - Trocknung DSG bzw. DDGS

# Hammermühlen vs. Walzenstühle

- Vorteile der Hammermühlen
  - niedrige Investitionskosten
  - Einfache Vorreinigung
  - Robuste Betriebsweise
- Ergebnisse der Hammermahlung
  - Energieverbrauch ca. 10 kWh/t Getreide
  - Hoher Anteil an Feinfraktion
  - Leicht fermentierbare Stärke
  - Unstrukturierte Schlempe -  
hoher Wassergehalt bei der Trocknung zu DDGS

# Hammermühlen vs. Walzenstühle

- Nachteile der Walzenstühle
  - Höhere Investitionskosten
  - Intensive Vorreinigung des Getreides
- Besonderheiten der Walzenvermahlung
  - Optionen:
    - Keimlingsseparation und -gewinnung (nur bei Weizen)
    - Glutenseparation und –gewinnung (nur bei Weizen)
    - Herstellung stärkeangereicherter Mehle
    - Separation von Kleie
- Vorteile:
  - Grob strukturiertes Mahlgut
  - Energieverbrauch ca. 5 - 7 kWh/t Getreide

# Besonderheiten der Walzenvermahlung

- Einsparung von Prozesswasser (Quellstoffe und Kleie werden vor der Fermentation eliminiert)
- Gewonnene Kleie kann als Trocknungshilfsstoff fungieren
- Niedrig-Protein DSG kann thermisch oder anderweitig genutzt werden

# Die Projektidee

Erfahrene Brenner fanden heraus, dass DSG (Distillers' spent grain) nach Walzenvermahlung nützlich sein kann um :

- den externen Energieeintrag
- den carbon food print von Ethanol
- die Kosten bei der Ethanolproduktion zu senken.

Durch das FNR geförderte Projekt sollte ermittelt werden, ob Brennereien den Ethanolgewinnungsprozess mit weniger fossilen Brennstoffen realisieren können

# Die Partner im Projekt

- Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung e.V., Nuthetal, Rehbrücke
- Görlitzer Kornbrennerei und Spiritusfabrik, Betrieb Seyda bei Wittenberg
- IGV Institut für Getreideverarbeitung GmbH  
Nuthetal, Rehbrücke  GmbH

# Versuche im Pilotmaßstab

Vermahlung von

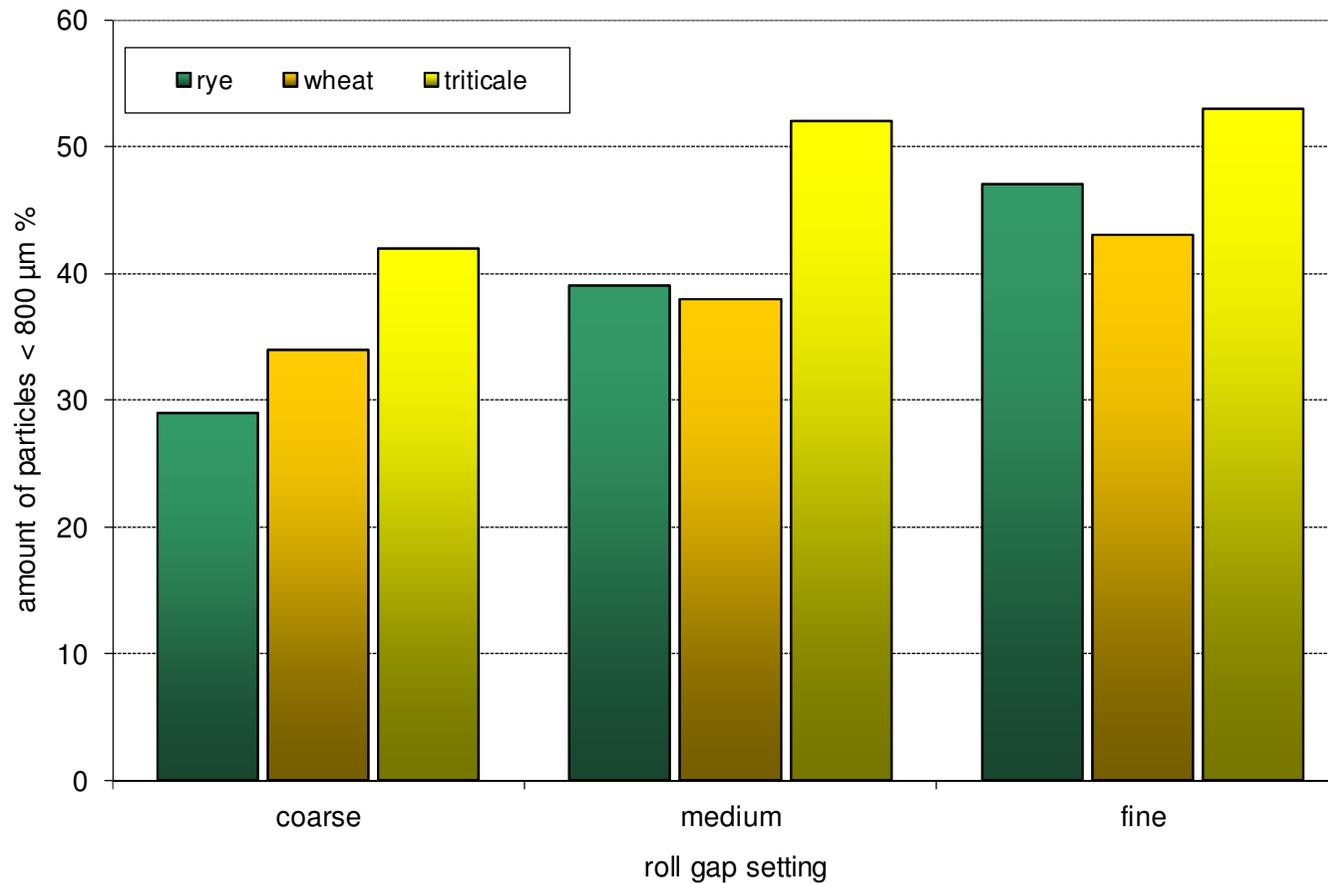
- Weizen
- Triticale
- Roggen

Bei unterschiedlichen  
Mühlenparametern für die Bewertung  
technologischer Kennwerte:

- Viskosität der Maische
- Vergärbarkeit
- Ethanolausbeute
- Struktur und Zusammensetzung von  
DSG



# Kennwerte der zerkleinerten Getreide



# Versuche im Pilotmaßstab

- Einstellung des Walzenspaltes (Rücken/Rücken) 0,3-0,6 mm
  - fein, mittel oder grobe Schrote
  - beeinflussen die Ethanolausbeute nicht signifikant
  - Stark ansteigende Viskosität beim Eimaischen von grob vermahlenem Roggen ist der limitierende Faktor bei der Wahl der Mahlspaltbreite

# Die Brennerei "Seyda" bei Wittenberg

- Eigentümer: Bernhard Icking KG
- Gründungsjahr 2004
- 6 Mio € Investitionen
- Rohstoffe:
  - Roggen, Triticale, Weizen, Reststoffe
  - 18.000 t/a
- Walzenstuhl (mit drei Walzenpaaren)
- Kapazität: 55.000 hl Ethanol/a
- Brennstoffe: 700.000 l Heizöl/a (13 l/hl Ethanol)

# Die Brennerei "Seyda" bei Wittenberg



**Walzenstuhl**

**1 Einmischbehälter**

**10 Gärtanks**

**1 Destillationskolonne**

**Schlempe (80 °C, 160-180 m<sup>3</sup>/d)  
wird regional als Futter verkauft**

# Praxismaßstab: Nasstrennung mit Dekanter

- Die Dekanterseparation ist energieintensiv (12 kWh 10 m<sup>3</sup>/h)
- Die Dünnpfase ist nahezu klar und kann anteilig zum erneuten Einmischen genutzt werden.
- “Dickphase” hat nur 28 % TS
- Der Proteingehalt der TS liegt bei 30%

# Praxismaßstab: Schneckenpressenseparation



Doppelschneckenpresse  
"Quetschprofi"

**Kapazität: 8 -12 m<sup>3</sup>/h**  
**7,2 kWh**



DSG aus Weizen

# Praxismaßstab: Trocknung und Pelletierung



**Trockentrommel**



**Pelletabfluß aus dem Silo**

**Versuchsmuster in 2009: 1 t Roggen DSG Pellets  
1 t Triticale DSG Pellets  
1 t Weizen DSG Pellets**

# Analysenwerte: Pellets (Roggen, Weizen, Triticale)

BTU Cottbus  
Lehrstuhl Kraftwerkstechnik  
Postfach 10 13 44  
03013 Cottbus  
Tel.: 0355 / 69 4500  
Fax: 0355 / 69 4011  
www.kwt.tu-cottbus.de



## Analysenbericht

Bericht-Nr.:	10.009	Datum der Probenahme:	
Auftraggeber:	ILU e.V.	Ort der Probenahme:	
Ansprechpartner:	C. Luft	Empfang der Probe:	01.03.2010
Probengröße:	1,5 kg	Datum des Berichts:	05.03.2010
Bezeichnung:	Brennstoffpellets	Bearbeiter:	D. Seifert
Spezifikation:	BI-ET-WE 52/FA-QP-PE		S. Löffler

## Zusammensetzung und Heizwert

Parameter	Menge		%	
	roh	wf		
Gesamtfeuchte	11,47			
Asche	3,38	3,82		
Brennwert	18,91	21,36		MJ/kg
Heizwert	17,44	20,02		MJ/kg
Stickstoff	2,11	2,38		%
Kohlenstoff	45,58	51,49		%
Schwefel	0,30	0,34		%
Wasserstoff	5,64	6,38		%
Sauerstoff (Differenz)	31,52	35,60		%

## Asche-Schmelz-Verhalten

Erweichungstemperatur	DIN 51730-A	1260 °C
Sphärischtemperatur	DIN 51730-B	n.b. °C
Halbkugeltemperatur	DIN 51730-C	1366 °C
Fließtemperatur	DIN 51730-D	1415 °C

## Bemerkungen

wf - wasserfrei  
waf - wasser- und aschefrei  
n.b. - nicht bestimmbar

**Stickstoff: 1,9 – 2,19 %**

**Protein: ~ 12,5 %**

**Schwefel: 0,23 – 0,3 %**

**Asche: 2,36 – 3,38 %**

**Brennwert:**

**16,5 – 18,5 MJ/kg**

**Ascheschmp.: ~1350 °C**

# Praxismaßstab: Pelletverbrennung



**Brennkammer**



**austretende Schlacke**

# Bilanz der Prozesse (stofflich pro Tag)

50.000 kg Getreide/d

5.000 kg Protein/d

160 hl Ethanol/d

150.000 kg Schlempe/d

5.000 kg Protein/d

15.000 kg Trockenstoff/d

5.000 kg Protein/d

11.000 kg Presskuchen <sub>30% TS/d</sub>

330 kg Protein/d

**3.750kg dry DSG <sub>88% TS/d</sub>**

330 kg Protein/d

139.000 kg Dünnschlempe **8,4 %  
TS /d**

4.670 kg Protein/d

für Kreislaufnutzung und Futtermittel

# Bilanz der Prozesse (energetisch pro Tag)

50.000 kg Getreide

3.750 kg Pellets (88 % TS)

17 MJ/kg → 64.000 MJ

50% für die Trocknung zum Pelletieren

(30 % TS → 88 % TS) → 32.000 MJ verfügbar

2.000 l Heizöl = 1.700 kg = 71.000 MJ

32.000 MJ = **45 %** Einsparung von 71.000 MJ

# Zusammenfassung

- Die Verwendung von Walzenstühlen für die Produktion von Agrar-Ethanol reduziert den Energiebedarf
- Die Ethanolausbeute wird nicht vermindert
- Schneckenpressen separieren die Faserstoffe effizient
- Der Großteil der Proteine verbleibt in der Flüssigphase
- Die Faserstoffe haben sehr gute Brenneigenschaften

# Ausblick

- Die gewonnenen Trockenstoffe sind geeignet, bei energieoptimierten Brennereinheiten den externen Energieeintrag um weitere 45% zu senken.  
Resultat: 8 l Heizöl/hl Ethanol
- Durch Zumischung von Holzschnitzeln/-pellets ist eine ökologische (autarke) Fahrweise möglich
- Die Ökonomie wird durch Getreide- und Ethanolpreise diktiert
- Die Projektpartner suchen nach:
  - Möglichkeiten der stofflichen Nutzung der Faserstoffe
  - Partnern zur Vervollkommnung des Verfahrens von erprobten Modulen hin zu integrierten Linien

# Die Rechtslage heute

- Schlempepellets können in Biomassefeuerungen ab 100 kW Leistung eingesetzt werden, wenn die Kessel über eine Genehmigung nach 4. BImSchV (Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutz-Gesetzes) verfügen und Emissionsanforderungen der TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) einhalten.
- Die Verfeuerung in Anlagen mit einer Leistung von weniger als 100 kW fällt in den Bereich der novellierten 1. BImSchV und ist derzeit nicht ohne weiteres möglich. Die Anforderungen an pelletierten Biobrennstoffe, die keine Regelbrennstoffe der 1. BImSchV sind, werden zur Zeit für den Einsatz in Kleinf Feuerungen präzisiert und voraussichtlich im Jahr 2012 veröffentlicht.

**Im Namen der Projektpartner bedanke ich mich  
für die Unterstützung des Vorhabens bei der FNR  
bei Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit  
und... wir freuen uns auf künftige Kooperationen**