

Neue Kulturen für die Bioenergie

Thermoenergetische Nutzung von Stroh und strohähnlicher Biomasse

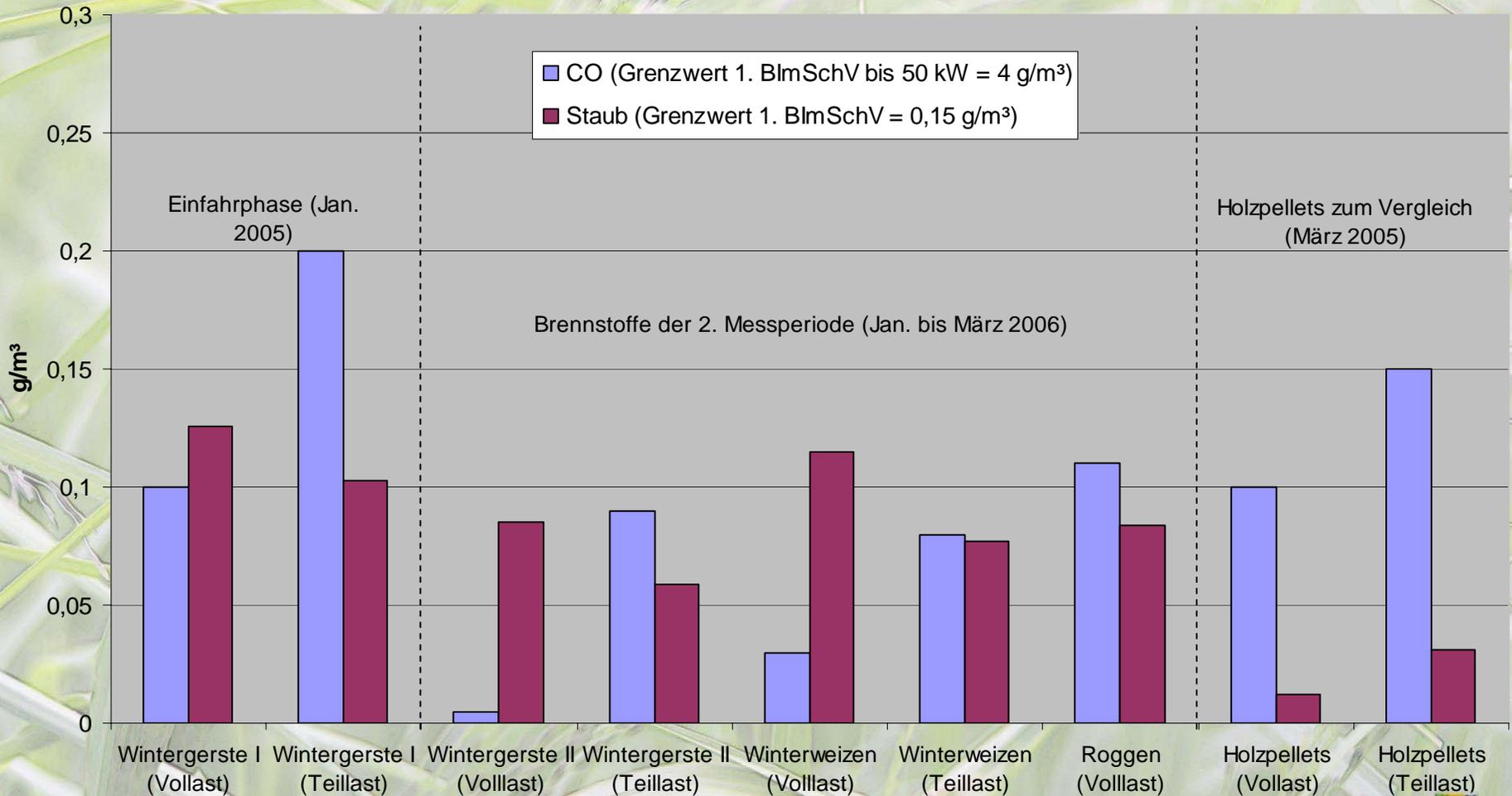
Ergebnisse von Verbrennungsversuchen

Dr.-Ing. J. Rumpler und I. Reichardt

Grundlagenuntersuchungen Getreidekorn

2005/06

Mittlere Staub- und CO-Konzentrationen (Bezug: 13% O₂)



Weniger Staub ab 2010

Novelle der 1. BImSchV vom Oktober 2009

Brennstoff	Nennwärmeleistung	Staub mg/m ³		CO g/m ³	
		ab 2010	ab 2015	ab 2010	ab 2015
Scheitholz, Hackschnitzel, Späne	> 4 bis 500 kW	100	20	1,0	0,4
	> 500 kW	100		0,5	
Holzpellets (gem. DIN 51731 und DINplus)	> 4 bis 500 kW	60		0,8	
	> 500 kW	60		0,5	
Stroh, Energiegetreide, sonstige Nawaro	> 4 bis 100 kW	100	20	1,0	0,4

Zugelassene Brennstoffe und Kriterien ab 2010

Novelle der 1. BImSchV vom Oktober 2009

Auszug § 3 – Brennstoffe

- .
- .
- 8. **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**
- .
- .
- 13. **sonstige nachwachsende Rohstoffe, soweit diese die Anforderungen nach Absatz 5 einhalten**
 - genormte Qualitätsanforderungen
 - Emissionsgrenzwerte sind unter Prüfbedingungen einzuhalten
 - keine höheren Emissionen an Dioxinen, Furanen und PAK als bei der Verbrennung von HolzNachweis durch mindestens einjähriges Messprogramm für den Feuerungsanlagentyp
 - Nachweis der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte wie vor durch mindestens einjähriges Messprogramm für den Feuerungsanlagentyp

Besser:

Es gibt keine als Brennstoff geeigneten sonstigen nachwachsenden Rohstoffe!

Zielstellung

Demonstration neuer Bioenergiepflanzen im direkten Anbauvergleich zu etablierten Arten als umfassende Informations- und Entscheidungsgrundlage für den interessierten Anbauer.

Der Vergleich beinhaltet den schrittweisen Aufbau von Bewertungskriterien hinsichtlich:

- **der pflanzenbaulichen Eignung und Entwicklung,**
- **des erzielbaren Trockenmasseertrages,**
- **der verfahrenstechnischen Anforderungen (Etablieren, Pflegen, Bergen),**
- **der energetischen Nutzungsmöglichkeiten (Ferment, Festbrennstoff ...),**
- **saldierter Energieeffizienz,**
- **Nachhaltigkeit (Wasser, Dünger, CO₂-Bilanz, Flächen)**

Neue Versuchsanlage in der LLFG ab Aussaat 2007 zum Thema

„Anbauoptimierung

verschiedener Energiepflanzen zur Biomasseproduktion“

einjährige Arten: Sudangras, Zuckerhirse, Energiemais

mehrfährige: **Durchwachsene Silphie, Sida, Rumex,
Switchgras, Big Bluestem, Triarrhena,
Igniscum**

Versuchsfrage:

Wie kann mit einem geringen Energieeinsatz (reduzierte N-Düngung)
eine möglichst hohe Energieeffizienz, d. h. Biomasseproduktion erreicht werden?

„Energie-Parkanlage“ Bernburg, Strenzfeld



Pflanzen

Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*)

Pflanzung, im 1. Jahr keine Nutzung, Problem Unkrautbekämpfung,
ab 2. Standjahr schließen die Bestände, Ernte ab 2. Jahr –
mindestens 10 Jahre Nutzungsdauer möglich,

Ernte gesamte Pflanze bei
TS 25-30 % mittels Häcksler,
Blühende im September
Ertrag ca. 130-200 dt TM/ha
Silage ist als Viehfutter und
Koferment geeignet,
guter Futterwert und
Siliereigenschaften,

Methanausbeute mit der von
Mais vergleichbar



Pflanzen

Sida (*Sida hermaphrodita*)

mehrfährige Staude aus Nordamerika,
wird seit 50 Jahren in Polen angebaut, ca. 200 ha
„als schnellwachsende und besonders
ertragreiche Energiequelle, ist Sida
für die Herstellung von Pellets, Biogas,
Methanol, Zellulose-Ethanol, Strom, Wärme,
Bioöle und Sun Diesel geeignet“ ...
Pflanzung, im 1. Jahr keine Nutzung,
Problem Unkrautbekämpfung,
ab 2. Standjahr schließen die Bestände,
Ernte ab 2. Jahr – mindestens 15 Jahre
Nutzungsdauer möglich,
Höchstertträge 400-600 dt TM/ha,
zwei Schnitte pro Jahr sind möglich oder
einmalige Ernte im Frühherbst,
wenn die Pflanze noch belaubt ist mittels Häcksler



Pflanzen

Rumex OK2

Kreuzung von Ampfer mit Spinat,
in der Ukraine gezüchtet, absolut winterfest,
mindestens 15-20 Jahre Nutzungsdauer,
bei einer Ernte ca. 90 bis 160 dt Trockenmasse,
die als hervorragender Brennstoff gilt,
oder bei drei Ernten im Jahr,
als Grünmasse geschnitten
70 bis 100 t Frischmasse
Nutzung in Biogasanlagen oder
Grünfutter oder als Heizmaterial

Lizenzvertrag

www.holub-consulting.de



Pflanzen

Switchgras (*Panicum virgatum* L.)

mehrfähriges Präriegras, an Sommertrockenheit gut angepasst

geeigneter Biomasseproduzent auf trockenen Standorten
später Austrieb und anschließend rasches Wachstum in den Sommermonaten, eine Grünschnittnutzung findet relativ spät statt (ab Juli). Lässt man Switchgrass reifen und trocknen ist eine TM-Nutzung (<20 % Feuchtgehalt) ab Dezember möglich.

Je nach Sorte wird es 0,5 bis 3 Meter hoch.

Horstbildung, einige Formen bilden aber auch eine geschlossene Narbe aus. Mit sehr geringem Input von Dünger, Pflanzenschutz und Treibstoff (Dauerkultur 10 bis 15 Jahre Nutzung)

wird ein vielfaches an Energie erzeugt. Zu Pellets gepresst, ist Switchgrass ein sehr effektiver Brennstoff. Vom Energiegehalt mit Holz vergleichbar.

www.switchgras.de



Pflanzen

Igniscum ®

(Quelle: 2E-Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG)

Kreuzungsprodukt aus Japanischem und Böhmischem Knöterich, in Deutschland gezüchtet

Schnellwüchsige, mehrjährige, krautige Pflanze, keine Herbizide notwendig

mit 20-40 Stielen/m² erreicht sie innerhalb weniger Wochen 3-4 m Wuchshöhe

7.500 Pflanzen/ha, ab 3. Standjahr hohe

Massenleistung, bis 20 Jahre Nutzungsdauer

Ernte mit Maishäcksler 2-3 mal im Jahr

Heizwert: Igniscum 16,6 kJ/g,

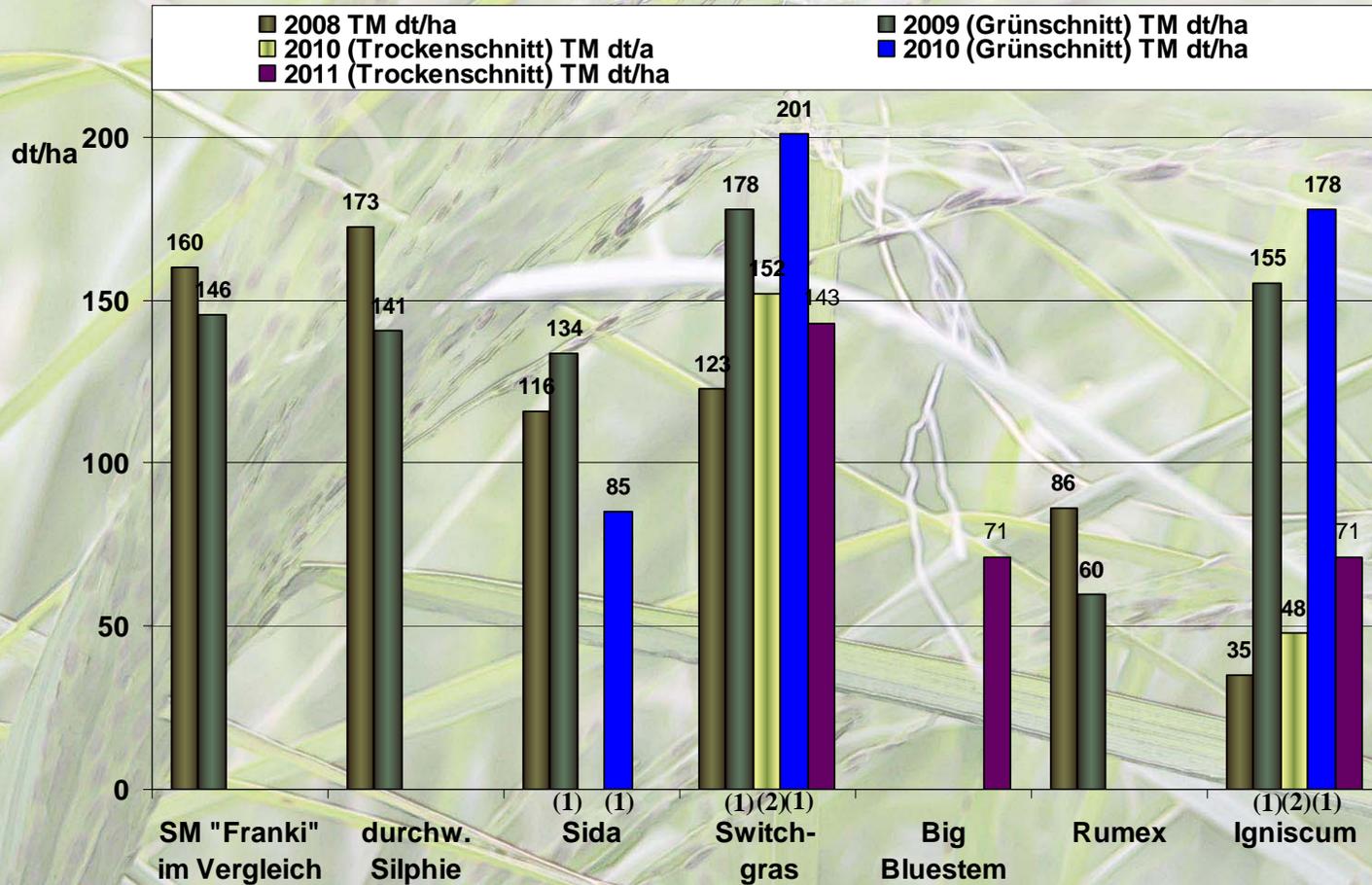
Waldrestholz 15,6 kJ/g



Erträge mehrjähriger Energiepflanzen

LLFG Bernburg, 2008 – 2011

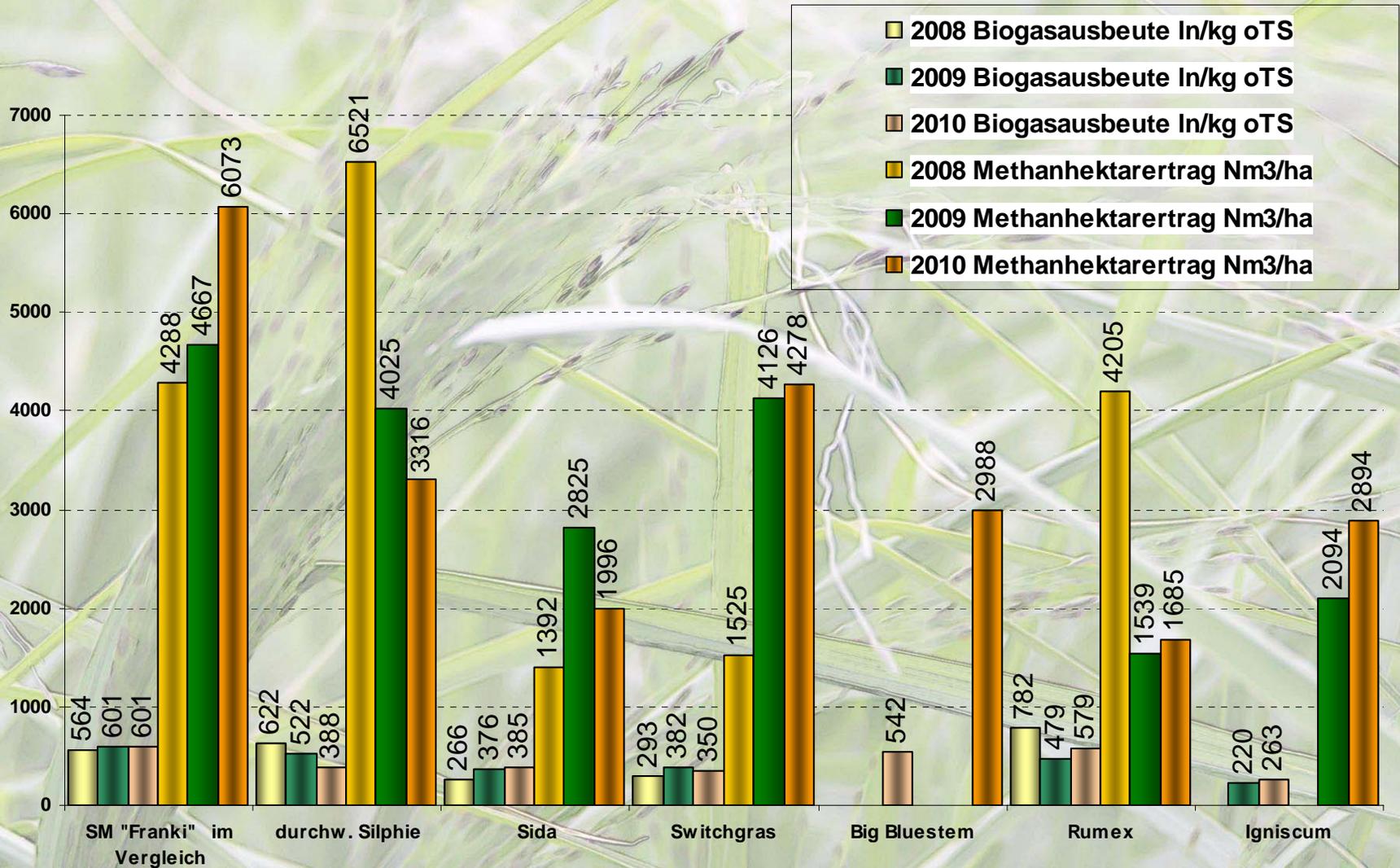
(Düngung zu Vegetationsbeginn: jährlich 60 kg N/ha)

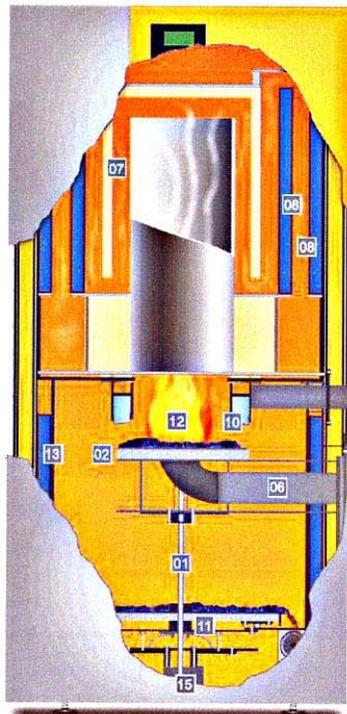


Rumex: Pilzbefall *Verticillium albo-atrum*
 Sida: Pilzbefall *Sclerotinia sclerotonium*

(1) Grünschnitt Sommer
 (2) Trockenschnitt Frühjahr

Biogasausbeute und Methanhektarertrag 2008 bis 2010, LLFG Bernburg



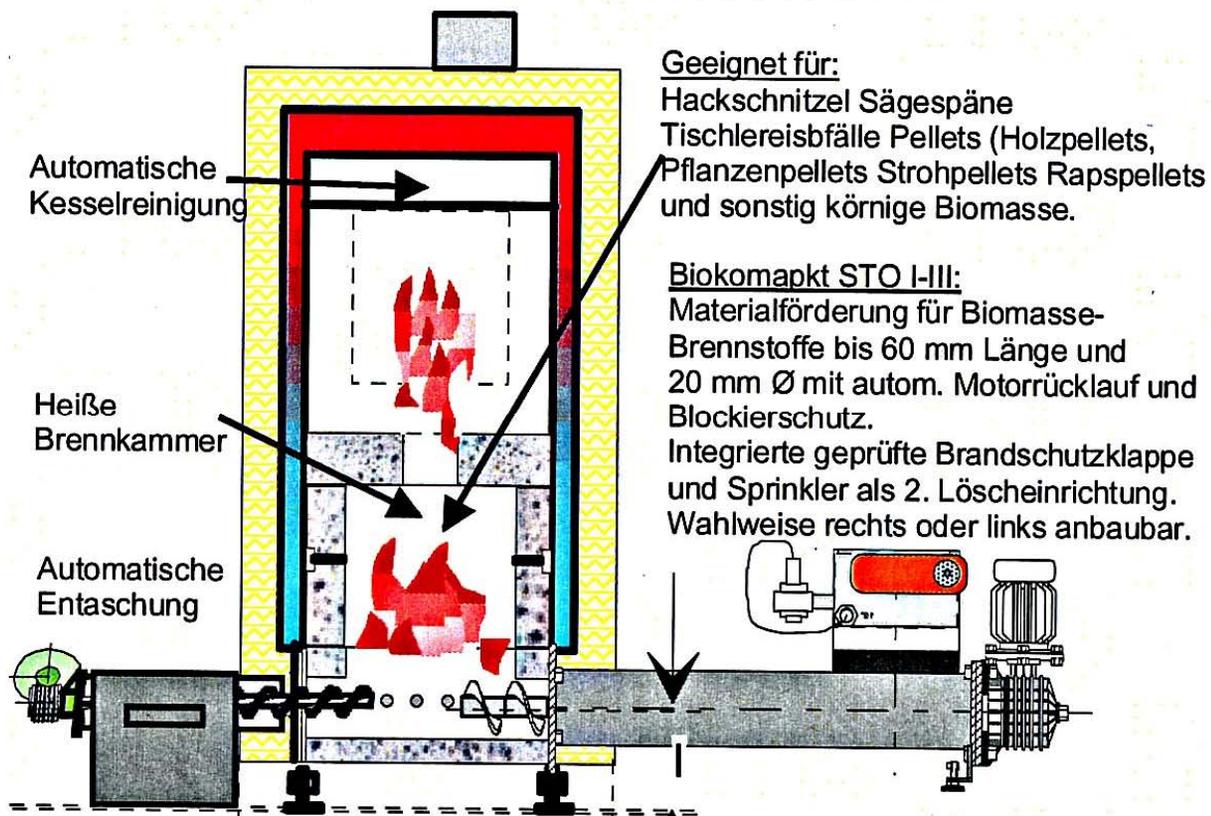


- 11 Ascheaustragung
- 12 1. Verbrennungsstufe
- 13 Wassermantel (gekühlter Brennraum um Verschlackungen zu verhindern)
- 14 Stokerschneckenmotor
- 15 Motor vom Bewegungselement

Kessel 2009

- 01 Bewegungselement
- 02 Brennteller
- 03 Tertiärgebläse
- 04 Primär/Sekundärluftgebläse
- 05 Fallschacht (Brennstoffzufuhr)
- 06 Stokerschnecke
- 07 Keramikrohre
- 08 Spaltwärmetauscher wasserführende Bauteile
- 09 Brandschutzklappe
- 10 Primär-Sekundärluftbehälter

Kessel 2008



Geeignet für:
 Hackschnitzel Sägespäne
 Tischlereisbfälle Pellets (Holzpellets,
 Pflanzenpellets Strohpellets Rapspellets
 und sonstig körnige Biomasse.

Biokompakt STO I-III:
 Materialförderung für Biomasse-
 Brennstoffe bis 60 mm Länge und
 20 mm Ø mit autom. Motorrücklauf und
 Blockierschutz.
 Integrierte geprüfte Brandschutzklappe
 und Sprinkler als 2. Löscheinrichtung.
 Wahlweise rechts oder links anbaubar.

Pellet – Brennstoffe 2008



MCP



STPM



SGP

Pellet – Brennstoffe 2009

STPB



STPM



SGP



IGP



Ergebnisübersicht Pellet – Brennstoffe 2008 - 2010

	Kessel I (2008)		Kessel II (2009)				Kessel II (2010)		
	Miscan- thus	Switch- gras	Switch- gras 09	Ignis- Cum	Stroh STPB	Stroh STPM	Switch- gras 10/09	Spreu SPP	Holz HP
CO (13 % O ₂) [mg/m ³]	353	74	28	112	86	52	22 / 136	153	62
NO _x [mg/m ³]	336 (NO ₂)	383	366	356	420	405	405 / 324	303	93
SO ₂ [mg/m ³]	132	130	97	56	108	163	61 / 81	89	2,5
C ges. [mg/m ³]	4,6	1,6	1,3	0,9	1,2	1,9	1,4 / 2,3	4,8	1,1
Staub (13 % O ₂) [mg/m ³]	158	74	9	24	64	62	26 / 22	32	29
Asche / Rohasche [%]	2,7 / 3,0	5,7 / 4,3	8,9 / 2,8	1,7 / 1,8	6,6 / 5,8	- / 8,3	3,9 /	6,5 / 4,9	0,1 /
Schüttdichte [kg/m ³]	550	-	479	760	468	580	550	580	615
Brennwert [J/g]	18095	17831	18586	18315	17671	17244	18902	18493	20175
Aerosol-Bildner Summe K, Cl, S, Na [%]	0,63	0,34	0,23	0,64	1,19	2,15	0,23 / 0,24	0,72	0,05

Zum Vergleich: Weizenkorn 0,77 %



Asche Switchgras, 2008



Asche Miscanthus, 2008



Asche Igniscum 2009



Asche Switchgras 2009



Kesselzüge nach 3 Heiztagen SGP



Erstreinigung nach 80 Bh Strohpellets



Problem Feinstaub im Abgas / *praktische Messwerte*

	Staubgewicht zu Brennstoff	Staubanfall in 24 h bei 25 kW Leistung	Staubanfall in 24 h bei Grenzleistung 100 kW (1. BImSchV)
A weiche Verbrennung Kessel System BOOS + Switchgras	0,012 % (9 mg / Nm³)	0,78 l	3,12 l
B schlechte, sichtbar staubige Verbrennung Kessel mit Unterschub- feuerung + Miscanthus	0,13 % (158 g / Nm³)	8,48 l	33,90 l
C heftige Verbrennung, hoher Luftüberschuss Kessel mit Unterschub- feuerung + Röstgetreide	0,47 % (427 g / Nm³)	30,65 l	122,60 l



Strohpellets 28 kW

Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen - Anhalt



SACHSEN-ANHALT



Ausbrandraum mit Ascheaustragung

Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen - Anhalt

Zusammenfassung und Ausblick

- Der Anbauvergleich von neuen Bioenergiepflanzen erweist sich hinsichtlich der pflanzenbaulichen Daten sowie der Methananalysen und Brennstoffversuche als sehr vielversprechend.
- Es macht Sinn, nach landwirtschaftlichen Biomassen zu suchen,
 - die einfach und kostengünstig zu etablieren sind,
 - deren Bestandesführung wenig aufwändig ist,
 - die hohe Krankheits-, Schädlings- und Trockenresistenz aufweisen,
 - die einen hohen Trockenmasseertrag/ha erzielen,
 - die mit vorhandenen technischen Mitteln zu ernten sind und
 - die heiztechnisch gute Eigenschaften (K, Cl, ...) versprechen.
- Für nordamerikanische Präriegräser wie Switchgras wurde ein hohes Potenzial in dieser Richtung nachgewiesen.
- Sida, Big Bluestem, Szarvasi 1 und Triarrhena sind weitere Ansätze.