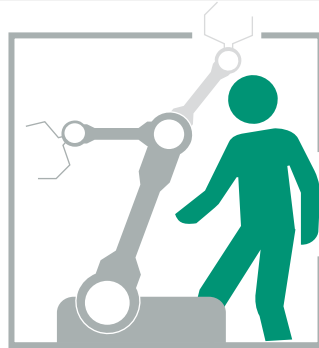
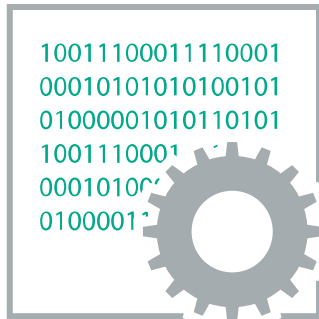


Erkenntnisse aus dem Projekt „EnerSpreu“ für thermische Wertschöpfungspotentiale in der Landwirtschaft

Dipl.-Ing. Torsten Birth, M. Sc. Betty Appelt



Inhalt:

1. Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung IFF Magdeburg
2. Motivation
3. Was wurde untersucht?
4. Fazit

Entwicklung und Untersuchung von Nutzungspfaden

Digital Engineering and Operation

- Digitale Methoden, Werkzeuge und Modelle sicher und nachhaltig anwenden
 - über den gesamten Lebenszyklus von Produkten und Betriebsmitteln, Produktionssystemen bis hin zu Fabriken
- Performanz der Produktion über den gesamten Lebenszyklus steigern

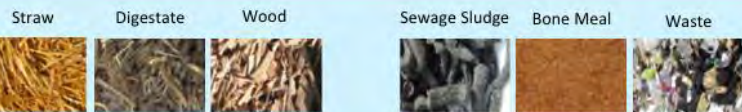
Intelligente Arbeitssysteme



Ressourceneffiziente Produktion und Logistik



Konvergente Versorgungsinfrastrukturen



Incineration
Gasification
Pyrolysis



Motivation

-
- **EEG 2014 beendet den Ausbau der Biomasse-KWK Systeme**
 - Export
 - Verbraucher = Produzent (Eigenstrom-/-wärmedeckung)

 - **Nutzungskonkurrenzen:**
 - stofflich vs. energetisch

 - **Alternative: Reststoffe**

Motivation

- **Was will das EEG?**
 - Biomasse bzgl. Verbrennung / Vergasung kaum erwähnt
 - Regierung will Güllebiogasanlagen und Abfallvergärung

- **Was bleibt für Verbrennung und Vergasung?**
 - Evtl. Förderfähige Reststoffe
 - Landwirtschaftliche Reststoffe (Stroh, Spreu, Gärrest etc.)
 - Industrielle Reststoffe (Rest aus Pflanzenölproduktion etc.)
 - Nicht Förderfähige Reststoffe

- **Was ist am Ende die größte Konsequenz des neuen EEG?**
 - Investormodelle nicht mehr attraktiv
 - Produzent/Nutzer/Vermarkter-Mischformen sind gefragt

Motivation

Reststoffpotentiale

- **Potential landwirtschaftlicher Reststoffe in D:**
 - ca. 215 Mio. t/a
 - Stroh: ca. 30 Mio. t/a
 - davon nutzbar ca. 10 Mio. t/a

[Projekt Strohverbrennung / Projekt Nachhaltige Nutzung landwirtschaftlicher Reststoffe / DMK / Kindler] 5

Motivation

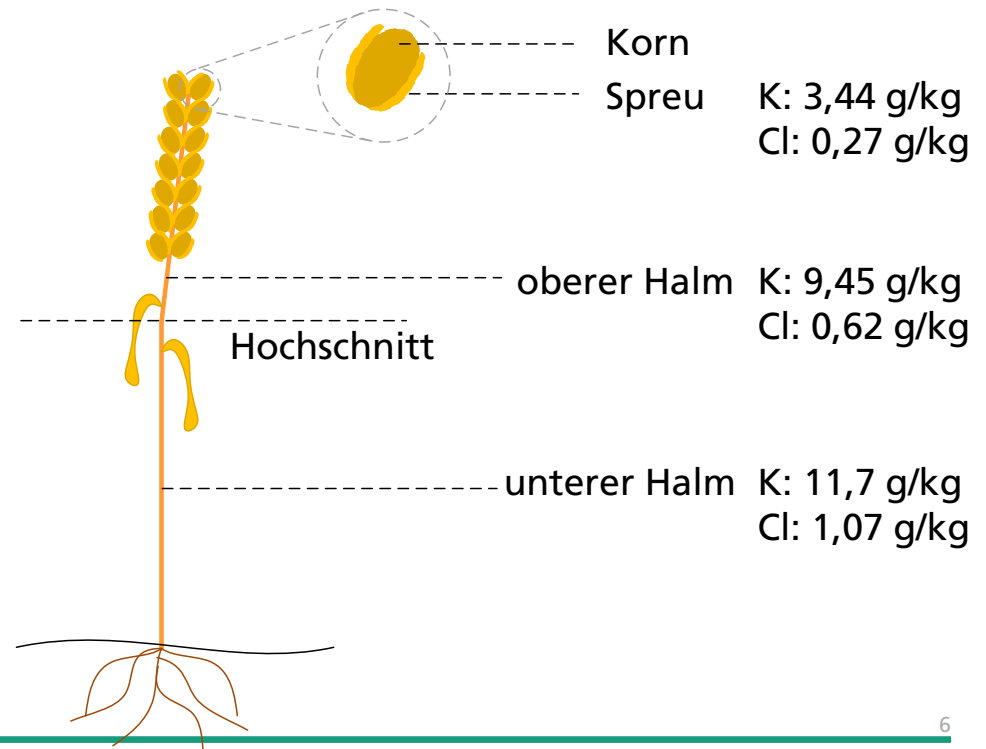
Reststoffpotentiale - Kompakternteverfahren

■ innovatives Kompakternteverfahren der LLFG

- simultane Stroh- und Spreu-Mitnahme
- neuartiger landwirtschaftlicher Reststoff verfügbar (1,5 t/ha)

■ Vorteile für den Landwirt:

- höhere Lagerstabilität
- Mitnahme von Fremdsamen
- höhere Unabhängigkeit von klimatischen Erntebedingungen
- geringere Stickstoffzehrung durch höheren Mitnahmeanteil



Quelle: „Das Kompakternteverfahren“, LLFG Bernburg

Motivation

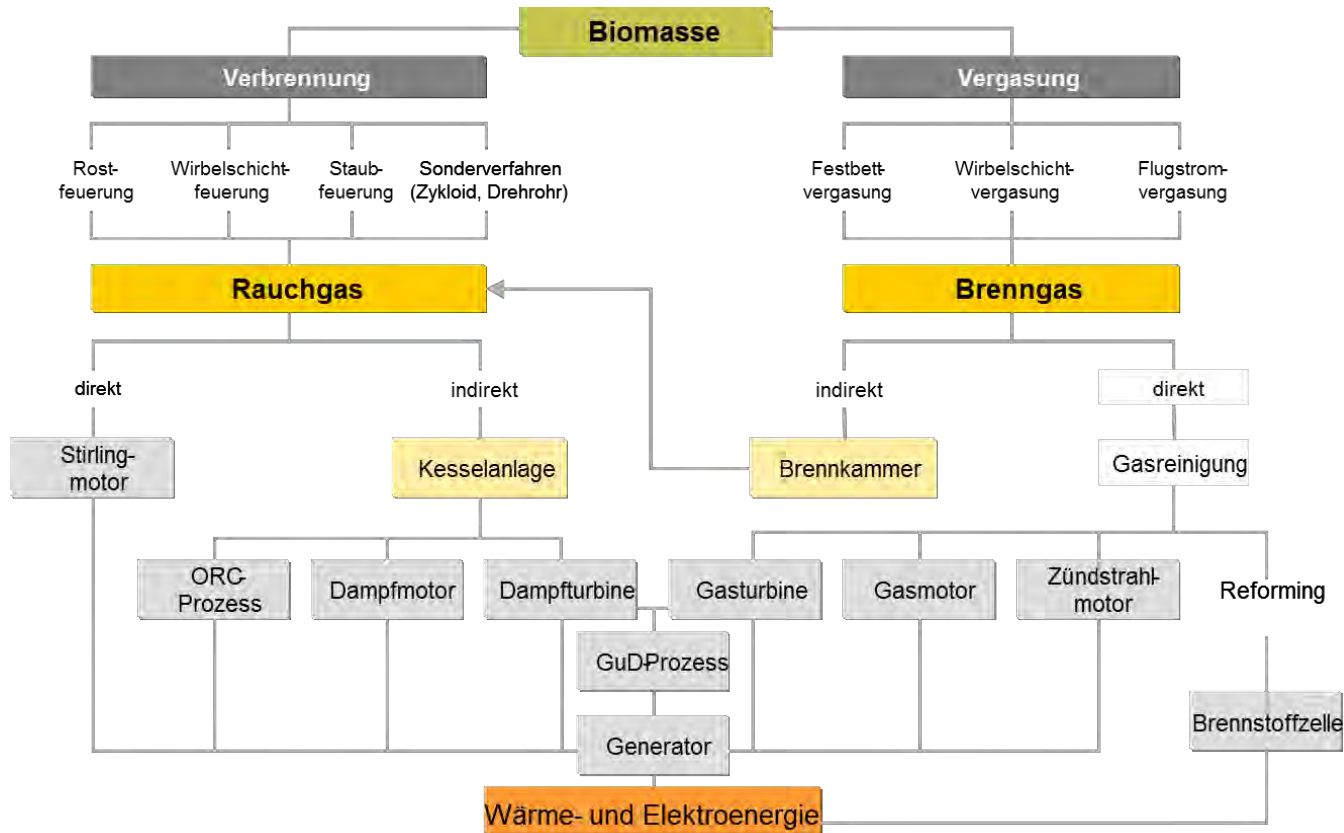
Reststoffpotentiale

- **Potential landwirtschaftlicher Reststoffe in D:**
 - ca. 215 Mio. t/a
 - Stroh: ca. 30 Mio. t/a
 - davon nutzbar ca. 10 Mio. t/a
 - Spreu: ca. 10 Mio. t/a
 - Maisreste: ca. 5 Mio. t/a
 - davon Spindeln: ca. 1 Mio. t/a
 - Gärreste: mehre 1.000 t/a pro Biogasanlage
(bei ca. 8000 Biogasanlagen)
 - Brennstoffmischungen?

[Projekt Strohverbrennung / Projekt Nachhaltige Nutzung landwirtschaftlicher Reststoffe / DMK / Kindler] 7

Was wurde untersucht?

Verwertung im Rahmen von Verbrennungs- und Vergasungsanlagen



Was wurde untersucht?

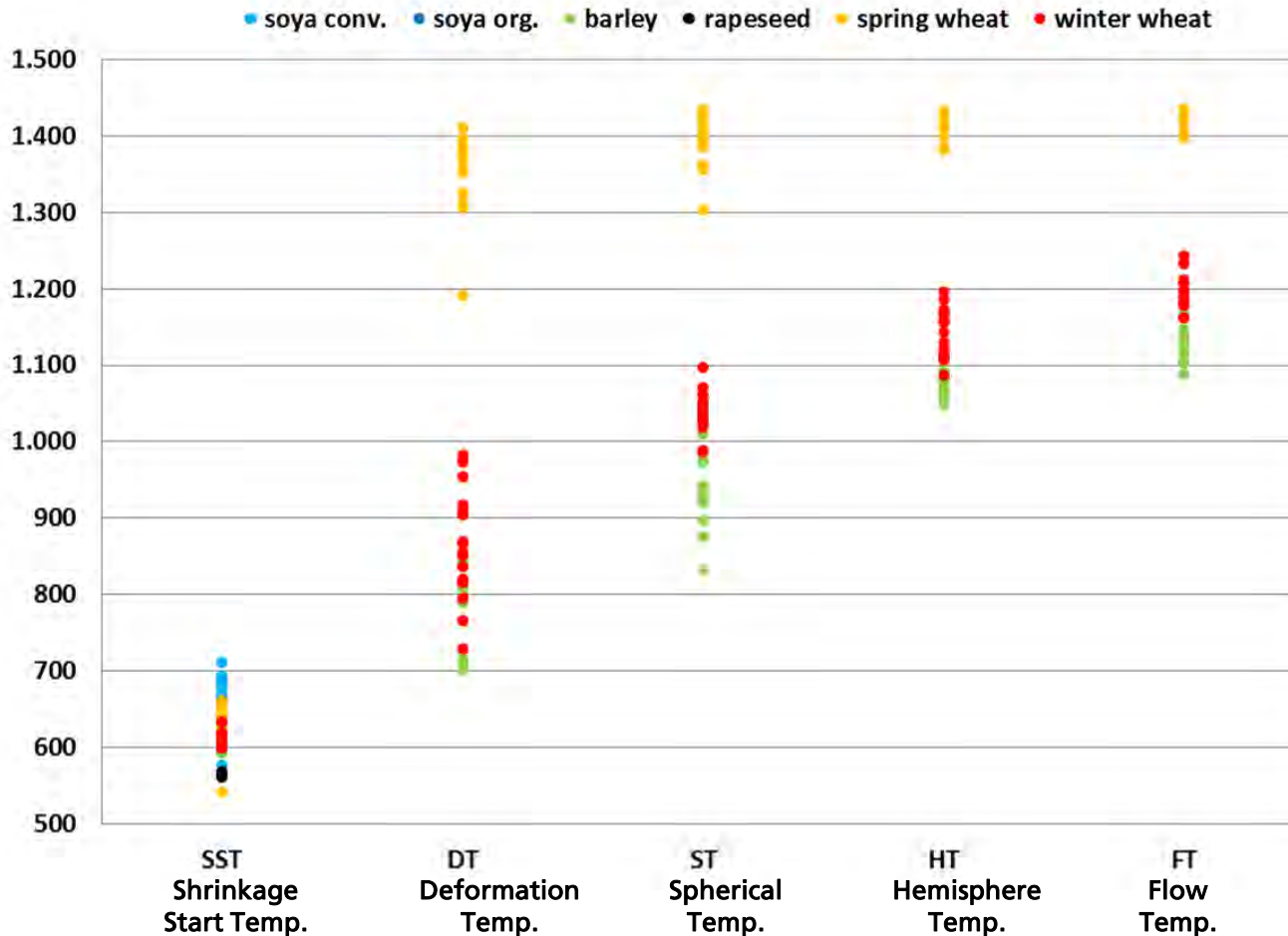
Brennstoffcharakteristik

		Raps	Gerste	Winterweizen	Sommerweizen	Soja bio	Soja konv
Wasser	[Ma.%]	12,16	10,45	8,15	4,09	4,82	6,78
Asche	[Ma.%]	6,74	7,35	7,86	9,55	6,88	5,46
Kohlenstoff	[Ma.%]	40,46	41,24	41,96	42,10	43,40	42,72
Wasserstoff	[Ma.%]	6,23	6,10	6,19	5,36	5,51	5,31
Stickstoff	[Ma.%]	0,19	0,48	0,76	0,61	0,79	0,62
Sauerstoff	[Ma.%]	34,12	33,26	34,58	37,81	39,57	39,94
Schwefel	[Ma.%]	1,44	1,35	0,90	0,10	0,00	0,10
Chlor	[Ma.%]	0,15	0,10	0,05	0,03	0,23	0,02
Ho	[MJ/kg]	15,36	15,64	15,94	16,58	16,86	16,55
Hu	[MJ/kg]	13,92	14,24	14,56	15,31	15,54	15,23

- Kalium (Spreu: 3,44 g/kg Stroh: 11,7 g/kg) [LLFG]
- Chlor (Spreu: 0,27 g/kg Stroh: 1,07 g/kg) [LLFG]

Was wurde untersucht?

Brennstoffcharakteristik

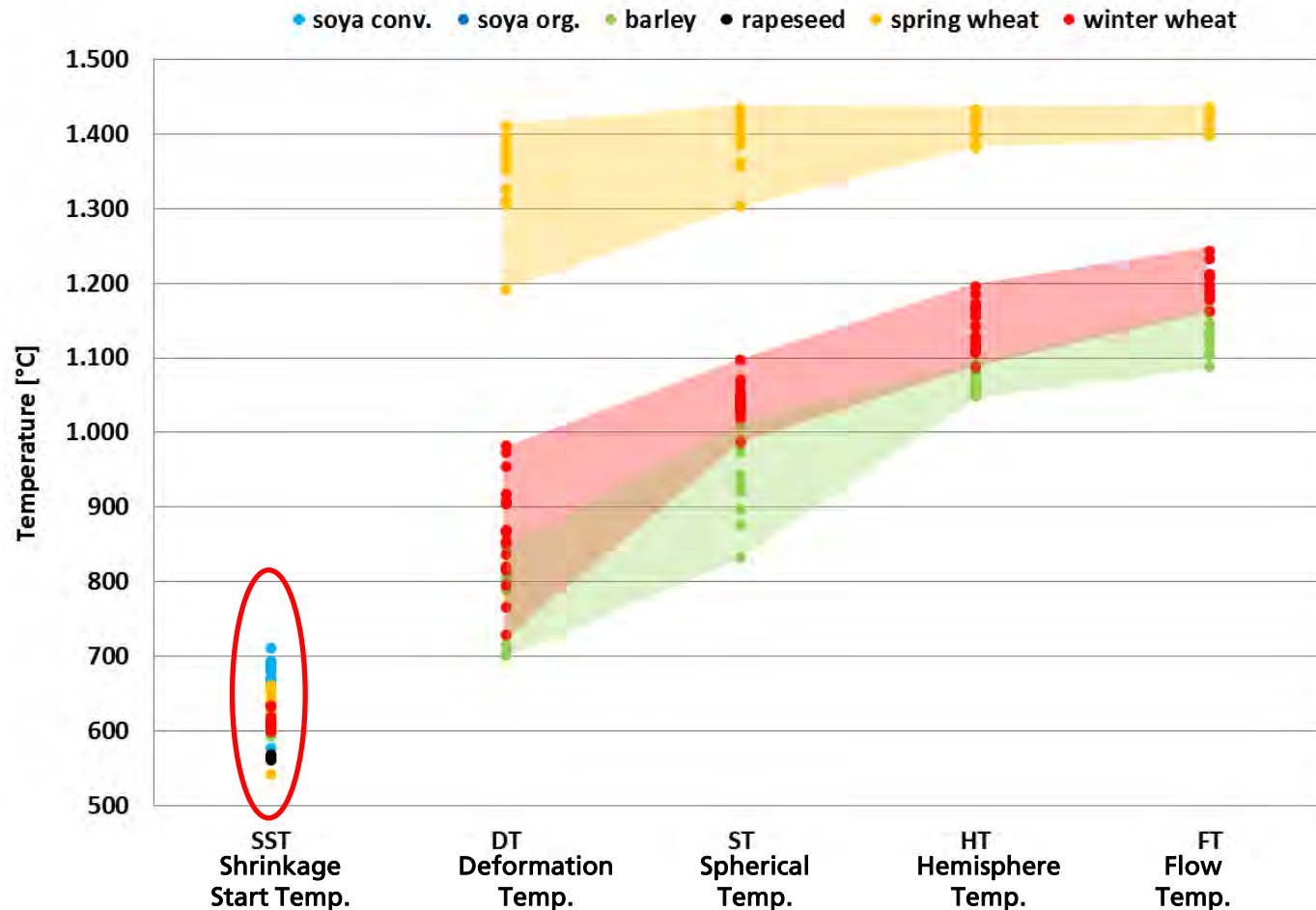


- 100 durchgeführte ASP-Analysen für die Reststoffe Soja, (konventionell und biologisch) Sommer- bzw. Winterweizen, Gerste und Raps
- Raps und Soja ohne detektierbares Schmelzverhalten

[Projekt EnerSpreu]₁₀

Was wurde untersucht?

Brennstoffcharakteristik



- artspezifische Abhängigkeit des Schmelzverhaltens
- Sommerweizen zeigt deutliche Unterschiede zum Winterweizen
- Gerste und Winterweizen zeigen kritisches Schmelzverhalten
- gut geeignet sind Raps, beide Soja-Varianten

[Projekt EnerSpreu]₁

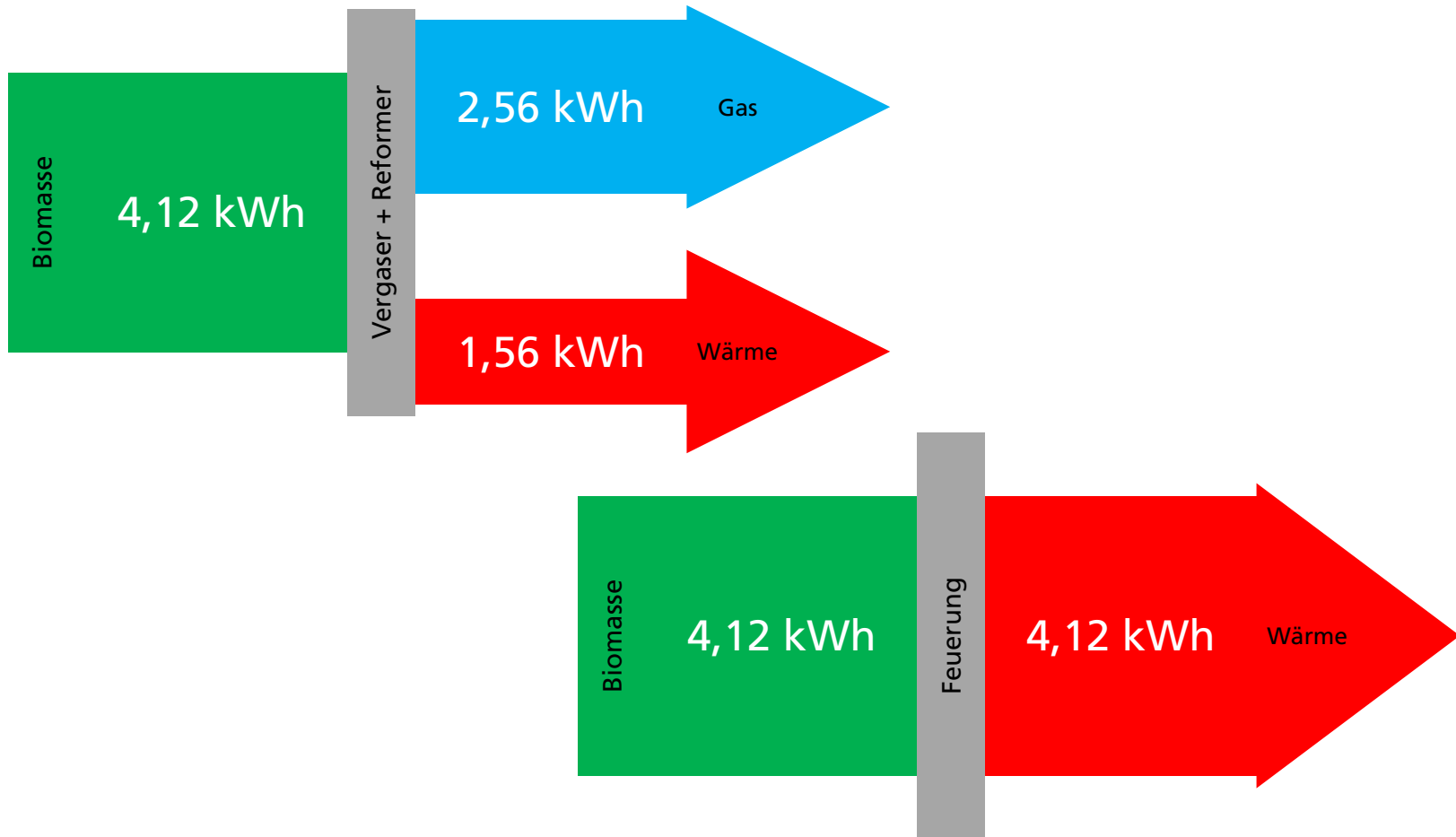
Was wurde untersucht?

Überblick

- **Forschungsvorhaben zur energetischen Nutzung von landwirtschaftlichen Reststoffen des Kompakternteverfahrens mittels thermo-chemischer Konversion in Wirbelschichtanlagen**
 - Verfahren: Verbrennung, Vergasung
 - Brennstoffe: Spreu/Spreuartiges: Weizen, Soja, Raps, Gerste
 - Additiv: Weißkalkhydrat
- **Ergebnisse:**
 - Schüttdichte 0,32 - 0,33 g/cm³ Stampfdichte 0,37 - 0,38 g/cm³
 - Feststoffdichte 1,55 - 1,58 g/cm³
 - Problematik der volumenbezogenen Energiedichte
 - Pelletierung von Stroh und Spreu
 - Verdichtung führt zu besserem Brennstoffzufuhrverhalten
 - Torrifizierung nicht unbedingt nötig
 - Verfahren: Verbrennung, Vergasung
 - Zufuhrsystem: Regelmäßiger Abwurf, Gleichmäßige Verteilung

Was wurde untersucht?

Energiebereitstellung für die Landwirtschaft



Was wurde untersucht?

Energiebereitstellung für die Landwirtschaft – Praxisbeispiele

[Projekt EnerSpreu]



[Verband der Landwirtschaftskammern]

Ø Energieverbrauch* in der Innen- und Aussenwirtschaft			
Betriebszweig	Ø Stromverbrauch pro Jahr	Ø Heizenergieverbrauch pro Jahr	Ø Dieselverbrauch pro Jahr
Sauenhaltung (inkl. Ferkel bis 28 kg)	270 kWh/Sau	950 kWh/Sau	–
Mastschweinehaltung	35 kWh/Platz	50 kWh/Platz	–
Milchviehhaltung	400 kWh/Kuh	–	–
Kälbermast	100 kWh/Platz	400 kWh/Platz	–
Hähnchenmast	0,3 kWh/Tier	1,1 kWh/Tier	–
Acker	–	–	100 l/ha
Grünland	–	–	80 l/ha

*Orientierungswerte aus Praxisbetrieben - keine abgesicherten Meßwerte

14

Was wurde untersucht?

Energiebereitstellung für die Landwirtschaft – Praxisbeispiele

[Projekt EnerSpreu]



[Verband der Landwirtschaftskammern]

Ø Energieverbrauch* in der Innen- und Aussenwirtschaft			
Betriebszweig	Ø Stromverbrauch pro Jahr	Ø Heizenergieverbrauch pro Jahr	Ø Dieselverbrauch pro Jahr
Sauenhaltung (inkl. Ferkel bis 28 kg)	270 kWh/Sau	950 kWh/Sau	–
Mastschweinehaltung	35 kWh/Platz	50 kWh/Platz	–
Milchviehhaltung	400 kWh/Kuh	–	–
Kälbermast	100 kWh/Platz	400 kWh/Platz	–
Hähnchenmast	0,3 kWh/Tier	1,1 kWh/Tier	–
Acker	–	–	100 l/ha
Grünland	–	–	80 l/ha

*Orientierungswerte aus Praxisbetrieben - keine abgesicherten Meßwerte

15

Warum gibt es noch keine 10 Mio. Reststoffnutzungssysteme?

Energiebereitstellung für die Landwirtschaft – Allgemein

- **Weil es einfacher aussieht, als es ist...**
 - Wirtschaftlichkeit: Standort abhängig
 - Umsetzbarkeit: viel Überzeugungsarbeit
 - weiteres Hauptproblem: Asche

Was wurde untersucht?

Asche

KrW-/AbfG

- **Bett- und Kesselaschen aus pflanzlichen, unbehandelten Stoffen**
 - Abfall aus Kraftwerken und Verbrennungsanlagen
 - (Abfallschlüssel 10 01 01)

Aschegehalt:
Spreu Stroh Gemisch
5 – 10 Ma.-%

DüMV

- **Brennraummasche aus der Verbrennung von Spreu/Stroh (DüMV Anlage 2 Tabelle 7.3.16)**
 - Abgabe in granulierter oder staubgebundener Form
 - vor einer Granulierung:
 - Siebdurchgang:
 - 98 % bei 0,63 mm
 - 90 % bei 0,16 mm
 - Siebdurchgang:
 - bei 0,1 mm max. 0,2 %,
 - bei 0,05 mm max. 0,05 %,
 - bei 0,01 mm max. 0,005 %.

17

Was wurde untersucht?

Novelle Kalkdünger:
(Übergangsfrist 31.12.2016)
90 % bei 6,3 mm
70 % bei 3,15 mm

Asche

■ Einsatz als Kalkdünger

- Kalkdünger aus pflanzlichen Stoffen: min. 15 % CaO in TM
 - Siebdurchgang:
 - 97 % bei 3,15 mm
 - 70 % bei 7,0 mm
- Kohlensaurer Kalk aus pflanzlichen Stoffen:
 - min. 70% CaCO₃
 - max. 30 % Brennraumasche aus unbehandelten Pflanzenteilen
 - Düngemittelhinweis: „enthält basisch wirksame Pflanzenasche“

Was wurde untersucht?

Asche

- Grenzwerte für NPK-Dünger (DüMV Anlage 1 Abschnitt 2 Tabelle 2.4)

Nährstoff	Mindest- gehalt	Sommerweizen (ohne Additiv)	Winterweizen (Ohne Additiv)	Einheit
Stickstoff	3	n.b	n.b	Ma.-%
Phosphorpentoxid	5	0,09	0,11	Ma.-%
Kaliumoxid	5	0,65	0,9	Ma.-%

Asche aus
Spreu/Stroh
Gemisch nicht als
alleiniger Dünger
geeignet

Was wurde untersucht?

Asche

■ Schadstoffgrenzwerte (DüMV Anlage 2 Tabelle 1.4)

- Getrenntes Erfassen von Ascheströmen
- Analysen zur Bestimmung der Schadstoffe
- Gegebenenfalls Entsorgung laut Deponieverordnung

Schadstoff	Gehalte des Ausgangs-Brennstoffs	Einheit
Blei	0,3 - 13	mg/kg TM
Cadmium	0,1	mg/kg TM
Chrom ges.	0,5 - 22	mg/kg TM
Quecksilber	0,1	mg/kg TM
Kupfer	3 - 11	mg/kg TM
Zink	58 - 147	mg/kg TM

Schadstoff	Grenzwert	Einheit
Arsen	40	mg/kg TM
Blei	150	mg/kg TM
Cadmium	1,5	mg/kg TM
Chrom ges.	2	mg/kg TM
Nickel	80	mg/kg TM
Quecksilber	1	mg/kg TM
Thalim	1	mg/kg TM
PCB, PFT	30	ng/kg TM
Kupfer	100	mg/kg TM
Zink	400	mg/kg TM

- Nur Chrom als problematisch einzustufen
- Aufkonzentrierung in der Asche zu erwarten

Fazit

Energiebereitstellung für die Landwirtschaft – Allgemein

Das Fraunhofer IFF beschäftigt sich im Projekt „EnerSpreu“ mit der Verbrennung und Vergasung von landwirtschaftlichen Reststoffen aus dem Kompakternteverfahren.

Materialien:

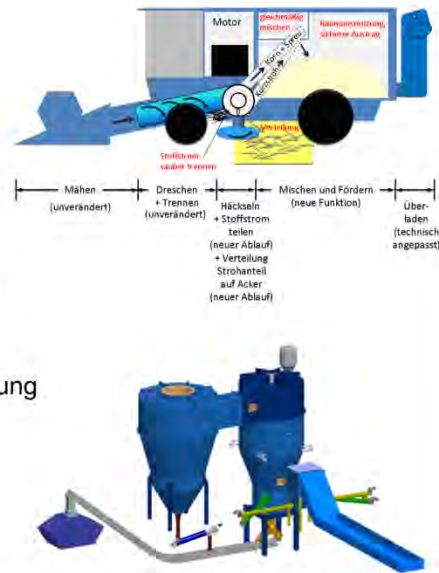
- Weizen-, Gersten- und Rapsspreu
- Sojastroh (Stängel, Hülsen, Blätter)

Projekthinhalte:

- Brennstoffcharakterisierung
- Transport- und Lageruntersuchungen
- Verbrennungstests
- Vergasungstests
Gasaufbereitung zur motorischen Nutzung
- Reststoffuntersuchungen hinsichtlich Düngemiteleinsetz

Projektziele:

- Brennstoff- und Versuchsdatenbasis
- Erstes Konzept einer Verbrennungs-/Vergasungsanlage



Was sind die Voraussetzungen für den Landwirt?

- 1000 ha Druschfläche
- Anpassung Ernteverfahren

Was muss der Landwirt tun?

- Stroh/Spreu bereitstellen
- Fläche für Energiewandlungsanlage stellen

Was erhält der Landwirt?

- Eigenwärmeversorgung
- Strom zur Versorgung und Einspeisung

Was schafft das Fraunhofer IFF als Voraussetzungen?

- Verbrennungs- und Vergasungstests (Ausbrand, Wirkungsgrad, Betriebsparameter)
- Reststoffkonditionierung und Reststoffklassifizierung als Düngemittel

Was liefert das Fraunhofer IFF?

- Anlagenkonzept
- Anlagenplanung
- Aufbaubegleitung und Inbetriebnahme
- Begleitung des Betriebes und der Optimierung
- Einbindungsunterstützung in die Liegenschaften

[Rumpler, Heidecke, Birth: DLG Feldtage]

21

Erkenntnisse aus dem Projekt „EnerSpreu“ für thermische Wertschöpfungspotentiale in der Landwirtschaft

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Torsten Birth

Dipl.-Ing.

Projektleiter | Laborleiter
Prozess- und Anlagentechnik
Fraunhofer-Institut für
Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Sandtorstraße 22 | 39106 Magdeburg
Telefon +49 391 4090-355 | Fax +49 391 4090-93-355
torsten.birth@iff.fraunhofer.de



Betty Appelt

M. Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Prozess- und Anlagentechnik
Fraunhofer-Institut für
Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Sandtorstraße 22 | 39106 Magdeburg
Telefon +49 391 4090-3495
betty.appelt@iff.fraunhofer.de



Ihr Technologiepartner für angewandte Forschung in Sachsen-Anhalt



Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg

Telefon: +49 391 4090-355

torsten.birth@iff.fraunhofer.de
www.iff.fraunhofer.de



Virtual Development and Training Centre des Fraunhofer IFF Magdeburg

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 1
39106 Magdeburg