



LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Körnermaisstroh als Biogassubstrat



LfL-Information

Impressum

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan

Internet: www.LfL.bayern.de

Redaktion: Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Prof.-Dürrwaechter-Platz 2, 85586 Poing
E-Mail: TierundTechnik@LfL.bayern.de
Telefon: 089 99141-300

1. Auflage: Oktober 2016

Druck: ES-Druck, 85356 Freising-Tüntenhausen

Schutzgebühr: 10,00 Euro

© LfL



Körnermaisstroh als Biogassubstrat

Monika Fleschhut

Stefan Thurner

Dr. Johannes Ostertag

Dr. Alexander Bauer

Martin Strobl

Fritz Schwarz

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Grub, 20. Oktober 2016

Inhaltsverzeichnis

Körnermaisstroh – ein Substrat mit überraschendem Potential: Erträge und Methanausbeuten	7
Monika Fleschhut, Dr. Joachim Eder	
Ernte von Körnermaisstroh: Vergleich verschiedener Ernteverfahren	16
Monika Fleschhut, Stefan Thurner	
Stroh silieren? Untersuchungen zur Siliereignung von Körnermaisstroh.....	28
Dr. Johannes Ostertag, Monika Fleschhut	
Auswirkungen von Vorbehandlungstechnologien auf die Nutzbarkeit von Maisstroh zur Biogasproduktion	36
Dr. Alexander Bauer, Javier Lizasoain, Susanne Frühauf, Andreas Gronauer	
Verwertung von Körnermaisstroh-Silage in Biogasanlagen - Eine erste ökonomische Einschätzung.....	44
Martin Strobl	
Bericht aus der Praxis: Nutzung von Körnermaisstroh in der Biogasanlage.....	52
Fritz Schwarz	

Körnermaisstroh – ein Substrat mit überraschendem Potential: Erträge und Methanausbeuten

Monika Fleischhut, Dr. Joachim Eder

LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Hintergrund

Pro Jahr fallen in Deutschland beim Körnermaisbau etwa 3,8 Mio. t Trockenmasse (TM) Maisstroh an, die bislang ungenutzt auf dem Feld verbleiben. Demgegenüber stehen schätzungsweise 12–14 Mio. t TM Silomais, die eigens für die Verwertung in der Biogasanlage angebaut werden (FNR, 2015). Durch die Nutzung von Maisstroh als Biogassubstrat könnten folglich nennenswerte Anteile an Silomais bzw. anderen Substraten substituiert werden und zwar ohne zusätzlichen Flächenbedarf und – mit Ausnahme der Ernte – ohne weiteren Produktionsaufwand. Für die künftige Nutzung von Maisstroh in der Biogasproduktion ist jedoch eine umfangreiche Prüfung der Substrateignung notwendig. Dazu sind grundsätzliche Fragen zum Ertragspotenzial, der Maisstrohqualität und der spezifischen Methanausbeute zu klären.

Versuchsdurchführung

Seit 2013 werden am Standort Freising pflanzenbauliche Exaktversuche mit Körnermais durchgeführt. Um die Einflüsse von Sortenwahl und Erntezeitpunkt zu prüfen, werden vier bzw. (seit 2015) fünf Sorten mit unterschiedlichen Restpflanzeigenschaften angebaut und zu drei zeitlich versetzten Terminen (im Abstand von ca. zwei Wochen, beginnend mit dem Zeitpunkt der frühen Druschreife) geerntet. Alle Varianten werden in dreifacher Wiederholung in einer Blockanlage getestet. Zur Ermittlung der Ertragsstruktur (verlustfreie Erträge und Trockensubstanz (TS) -gehalte) werden Korn und Restpflanze (= Maisstroh) bei der Ernte separat erfasst. Dazu werden die Kolben von Hand ausgebrochen und mithilfe eines stationären Dreschers in Korn und Spindel separiert. Anschließend werden die Restpflanzen jeder Parzelle mit dem Parzellenhäcksler geerntet und die gehäckselten Spindeln wieder zugemischt. Für das Maisstroh wird zudem mittels nasschemischer Analysen (Weender) die stoffliche Zusammensetzung untersucht und mithilfe von Batchversuchen die spezifische Methanausbeute im Labormaßstab gemäß VDI 4630 (2006) ermittelt.

Ergebnisse

In den bisherigen Versuchen lagen die Maisstroherträge im Gesamtmittel über alle Versuchsjahre bei 105 dt TM ha⁻¹. Die Kornerträge betragen durchschnittlich 114 dt TM ha⁻¹.

Daraus ergibt sich ein mittleres Korn:Stroh-Verhältnis von 1:0,9, das eine grobe Abschätzung des Strohanfalls erlaubt. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass der Strohertrag starken jahresbedingten Schwankungen unterliegt und auch innerhalb eines Jahres in Abhängigkeit vom Erntetermin variieren kann. So sanken im Versuchsjahr 2014 die Stroherträge signifikant von 122 dt TM ha⁻¹ (Ernte am 13.10.2014) auf 106 dt TM ha⁻¹ (Ernte am 4.11.2014) ab, während sich die Kornerträge nicht veränderten (130 - 134 dt TM ha⁻¹). Dieser Trend bestätigte sich auch in den anderen Versuchsjahren. In Bezug auf die TS-Gehalte wurden 2013 und 2014 durchschnittliche Werte von jeweils 30 %, im Trockenjahr 2015 von 40 % ermittelt, wobei zumeist ein signifikanter Anstieg der TS-Gehalte im Verlauf der Abreife beobachtet werden konnte.

Im labortechnischen Maßstab erweist sich Körnermaisstroh als gut vergärbar und liefert vergleichsweise hohe Methanausbeuten. Im mehrjährigen Gesamtdurchschnitt (n = 123) wurde für Maisstroh eine spezifische Methanausbeute von durchschnittlich 324 Normliter je kg organischer TM (NI (kg oTM)⁻¹) ermittelt, wobei sich die Werte zwischen einem Minimum von 281 NI CH₄ (kg oTM)⁻¹ und einem Maximum von 379 NI CH₄ (kg oTM)⁻¹ bewegten.

Damit erreicht Maisstroh ca. 80 - 95 % der Methanausbeute von Silomais, die im Labormaßstab unter den gleichen Bedingungen bei rund 360 NI CH₄ (kg oTM)⁻¹ liegt. Demnach ist anzunehmen, dass die Restpflanze auch bei einer Ernte ab der Körnerreife noch einen hohen Anteil an gut verdaulichen Bestandteilen aufweist und die fehlende Stärke vermutlich weitestgehend durch vergärbare Faserbestandteile kompensiert wird.

Ein späterer Erntetermin führte in allen Versuchsjahren zu geringeren Methanausbeuten. 2013 und 2015 sanken diese signifikant (2013: 339 auf 306 NI (kg oTM)⁻¹; 2015: 348 auf 317 NI (kg oTM)⁻¹), 2014 nur tendenziell von 323 auf 313 NI (kg oTM)⁻¹. Einflüsse der Sortenwahl waren hingegen nur von untergeordneter Bedeutung bzw. variierten stark in Abhängigkeit vom Jahreseffekt, sodass der Sorteneffekt noch nicht endgültig geklärt werden konnte. Der Methanhektarertrag, der sich aus dem Strohertrag je ha und der spezifischen Methanausbeute unter Berücksichtigung des Rohaschegehaltes errechnet, lag für Maisstroh in den einzelnen Versuchsjahren zwischen 3100 Nm³ CH₄ ha⁻¹ und 3500 Nm³ CH₄ ha⁻¹ und erreichte damit unter den Bedingungen einer weitestgehend verlustfreien Ernte rund 45 - 50 % von Silomais. Da die Stroherträge wie auch die Methanausbeuten im Verlauf der Abreife mehrheitlich sinken, fallen die Methanhektarerträge bei später Ernte z. T. drastisch ab. Unter Versuchsbedingungen ergaben sich Einbußen von bis zu 800 Nm³ CH₄ ha⁻¹ zwischen dem ersten und dritten Erntetermin, weshalb eine frühzeitige Ernte des Maisstrohs angestrebt werden sollte.

Fazit und Ausblick

Beim Anbau von Körnermais fallen große Mengen an Maisstroh an, die bislang ungenutzt auf dem Feld verbleiben. Der Strohanfall kann dabei überschlägig über ein Korn:Stroh-Verhältnis von rund 1:0,9 abgeschätzt werden. Bei Methanausbeuten von rund 80 - 95 % im Vergleich zu Silomais ergeben sich Methanhektarerträge von bis zu 45 - 50 % von Si-

lomais. Damit ist Maisstroh ein Substrat mit vergleichsweise hohem Biogaspotenzial, insbesondere bei frühzeitiger Ernte. Ohne Berücksichtigung von Ernteverlusten kann als Faustzahl angenommen werden, dass Maisstroh von 1 ha Körnermais hinsichtlich des Methanhektarertrages etwa 0,45 ha Silomais ersetzen kann.

Literatur

FNR (2015): Basisdaten Bioenergie Deutschland 2015. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. <https://mediathek.fnr.de/broschuren/bioenergie/biogas/basisdaten-bioenergie.html>, Zugriff am 07.05.2016.

VDI 4630 (2006): Richtlinie VDI 4630 - Vergärung organischer Stoffe Substratcharakterisierung, Probenahme, Stoffdatenerhebung, Gärversuche. Ver. Dtsch. Ingenieure.

Körnermaisstroh – ein Substrat mit überraschendem Potenzial: Erträge und Methanausbeuten

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ 4a)
Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT 1b)
Abteilung Versuchsbetriebe (AVB)

Monika Fleischhut, Dr. Joachim Eder

Info-Tag „Körnermaisstroh als Biogassubstrat“, 20.10.2016



Hintergrund

Warum Maisstroh?

- Reststoff ohne Flächenbedarf/Produktionsaufwand
 - keine Nutzungskonkurrenzen
 - ökonomische Vorzüge
- beachtlicher Strohanfall
 - ~ 3,8 Mt TM a⁻¹ an Maisstroh in Deutschland (Silomais für Biogas: 12-14 Mt TM a⁻¹ (FNR, 2015))
- „Maisdeckel“ im EEG (Maisstroh ≠ Mais)



Versuchsübersicht Projekt „Maisstroh“

→ Prüfung der Substrateignung

- Ertrag und Qualität
- Methanausbeute
- Siliereignung
- Erntetechnik

1. Pflanzenbauliche Exaktversuche 2013-2017

- in Freising
 - Separation von Korn und Restpflanze (= Maisstroh)
 - 4/5 Sorten; 3 Erntetermine
- Sorteneinfluss?
→ Einfluss des Abreifegrades?

2. Versuche zur Erntetechnik 2014-2017

- ~ 15-20 ha (Großversuch im Praxismaßstab); in Grub
 - Einsatz und Vergleich verschiedener Erntetechniken
- Ernteleistung/Erntequalität
→ Bewertung unter Praxisbedingungen

Versuchsdurchführung

Ernte und Probenahme

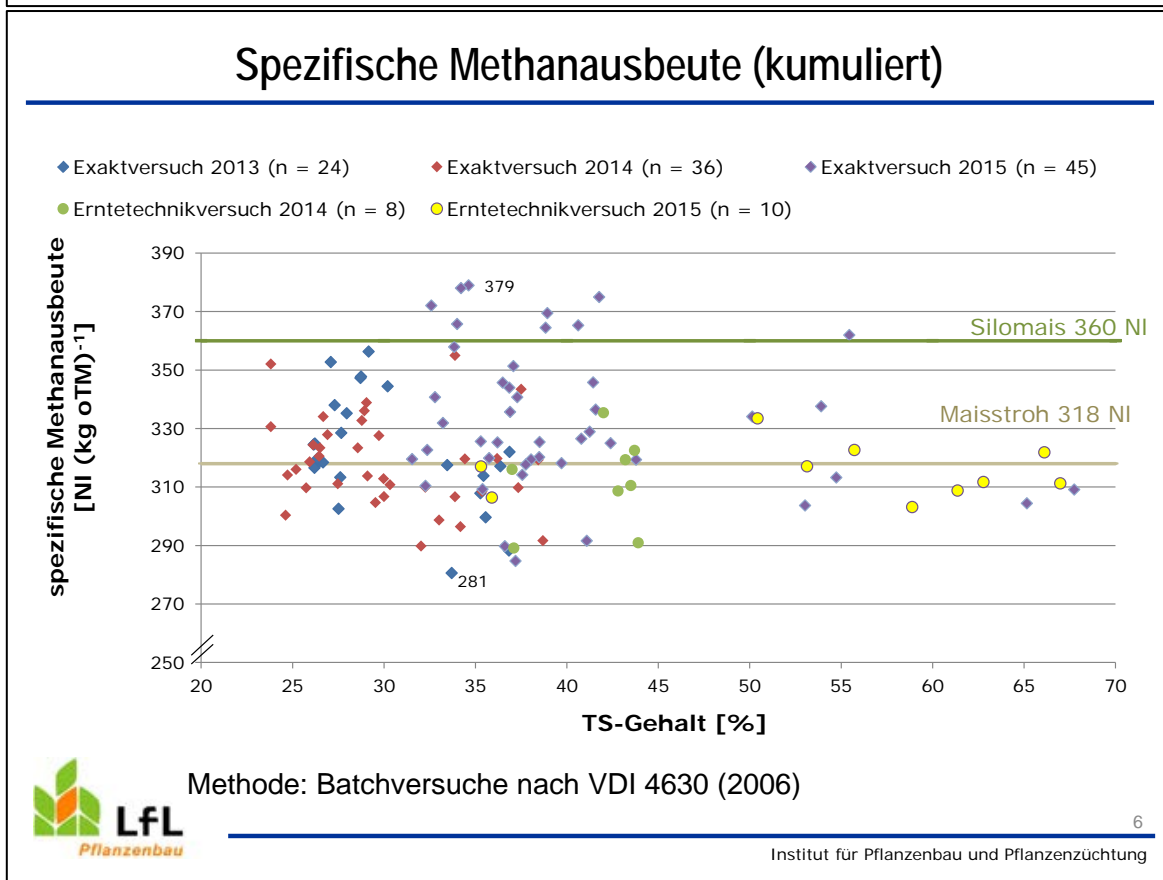
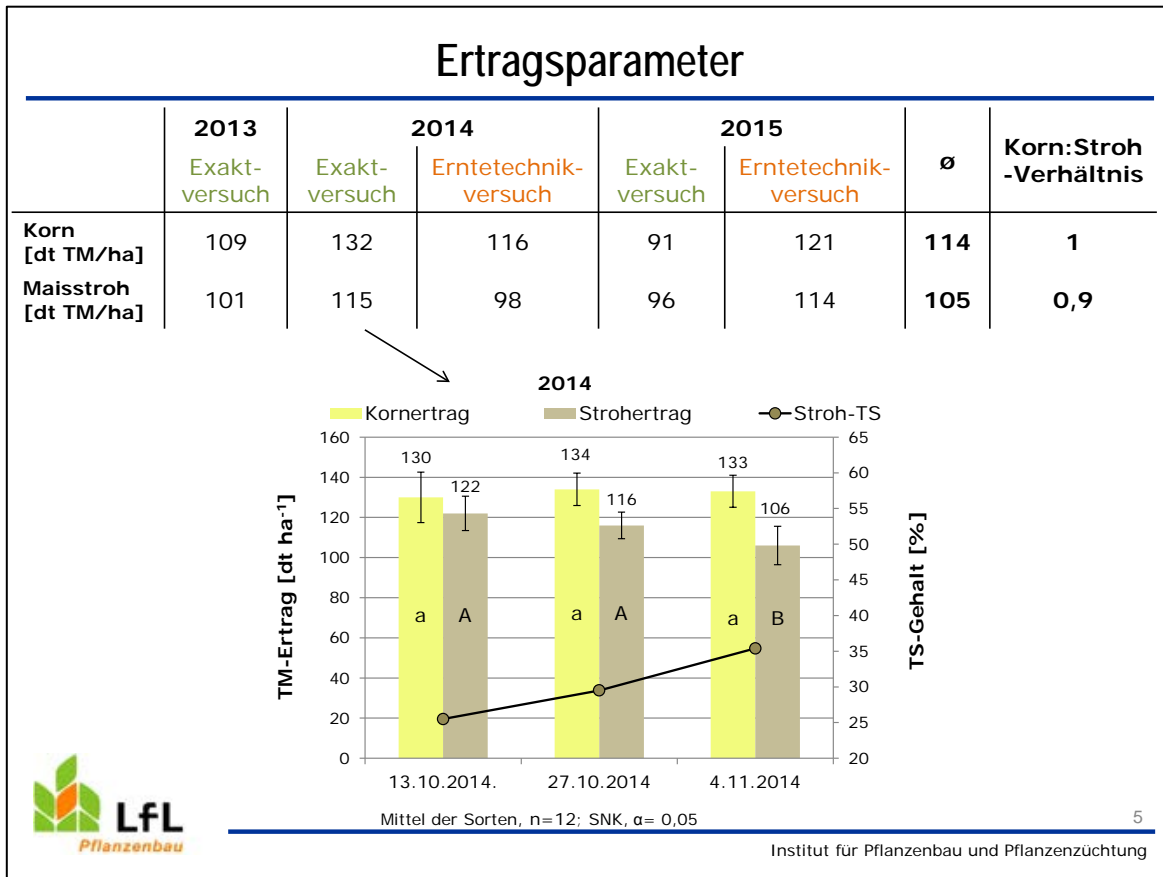
- Ernte der Kolben von Hand
- Separation von **Korn** und **Spindel**

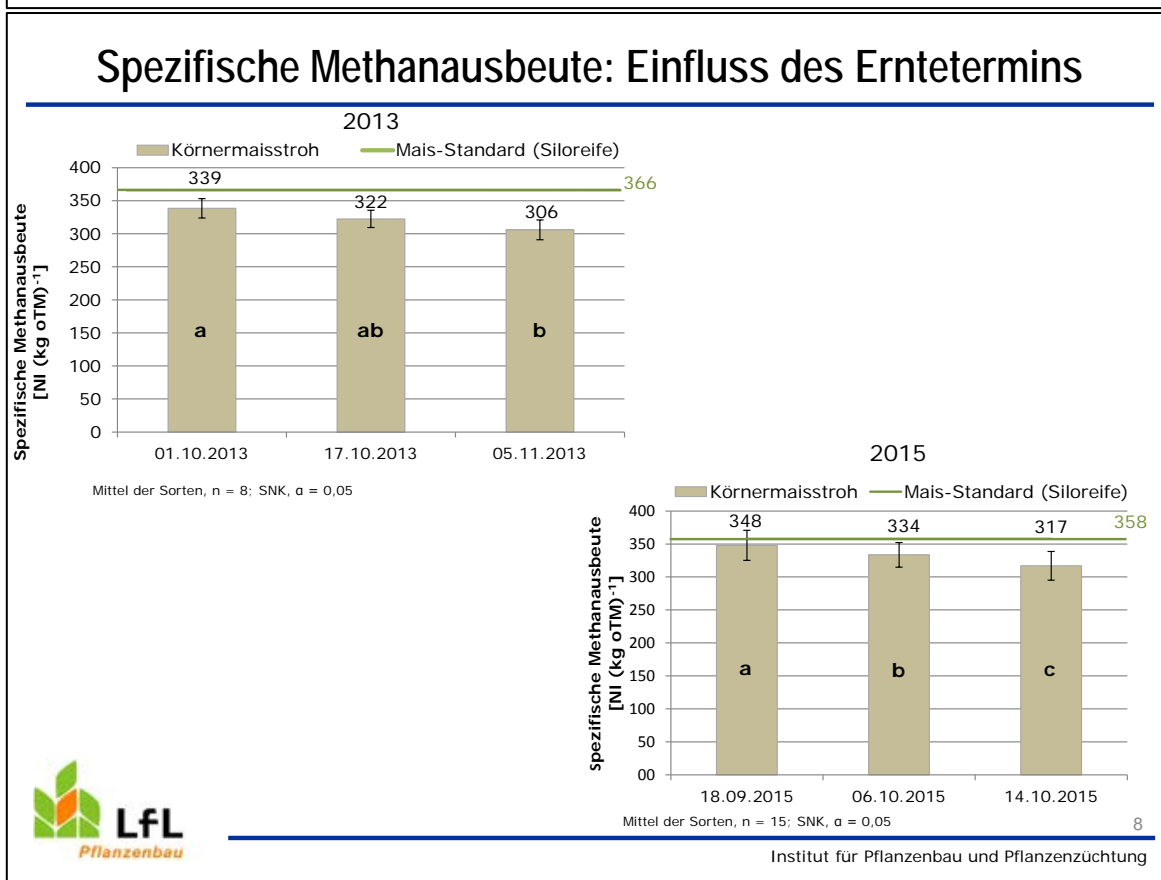
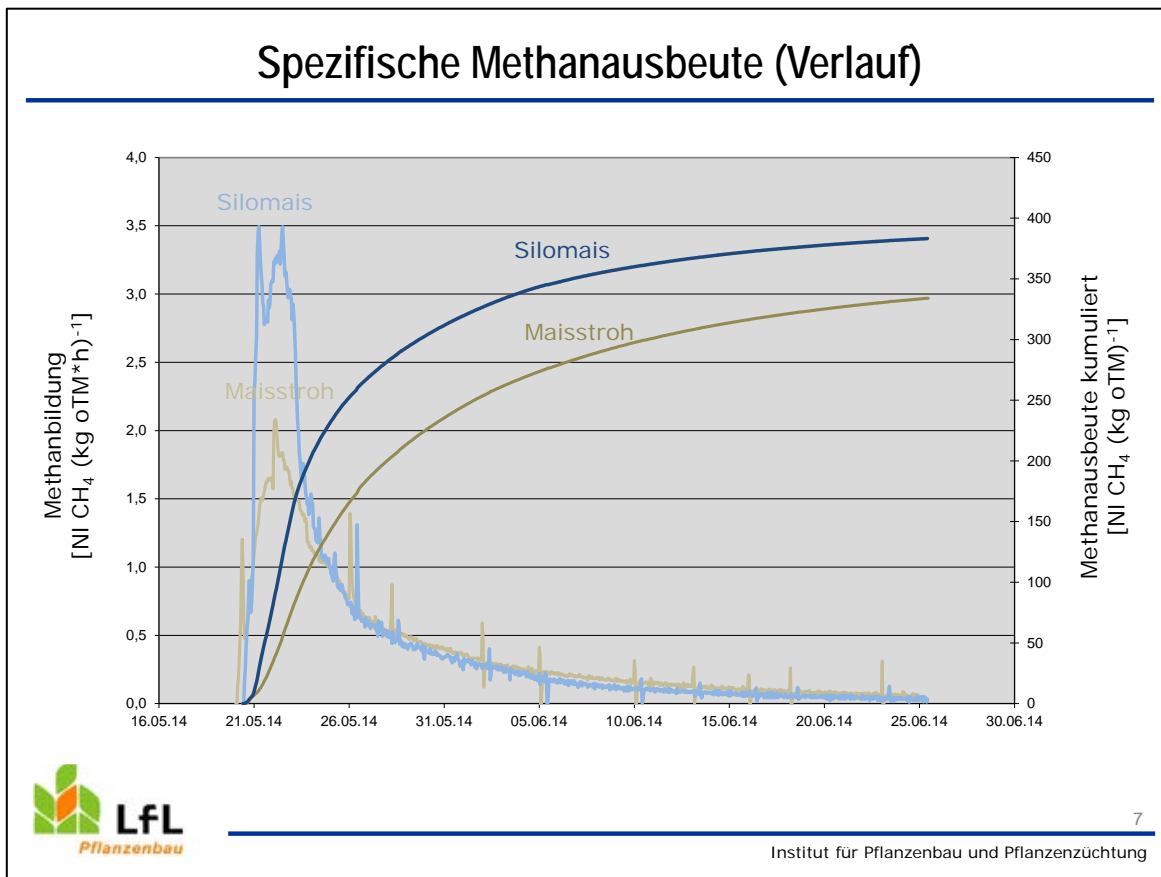


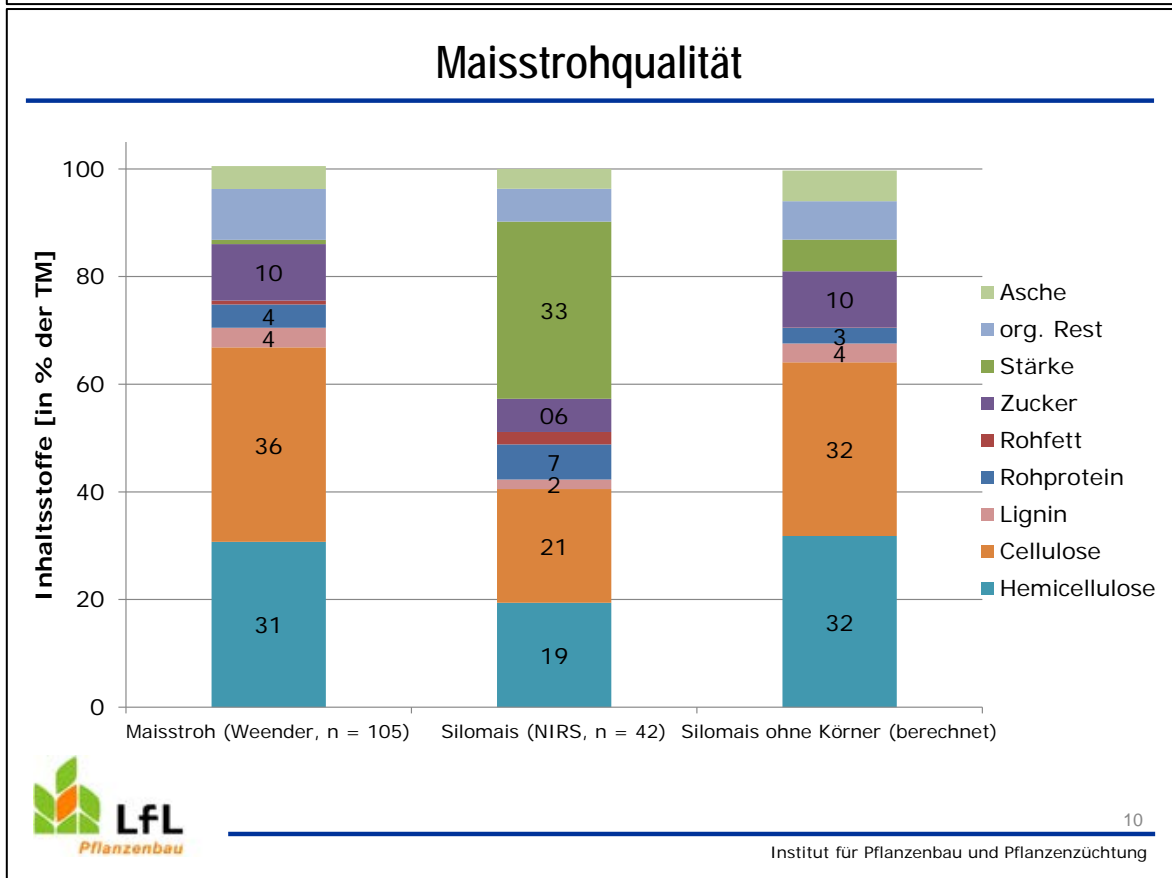
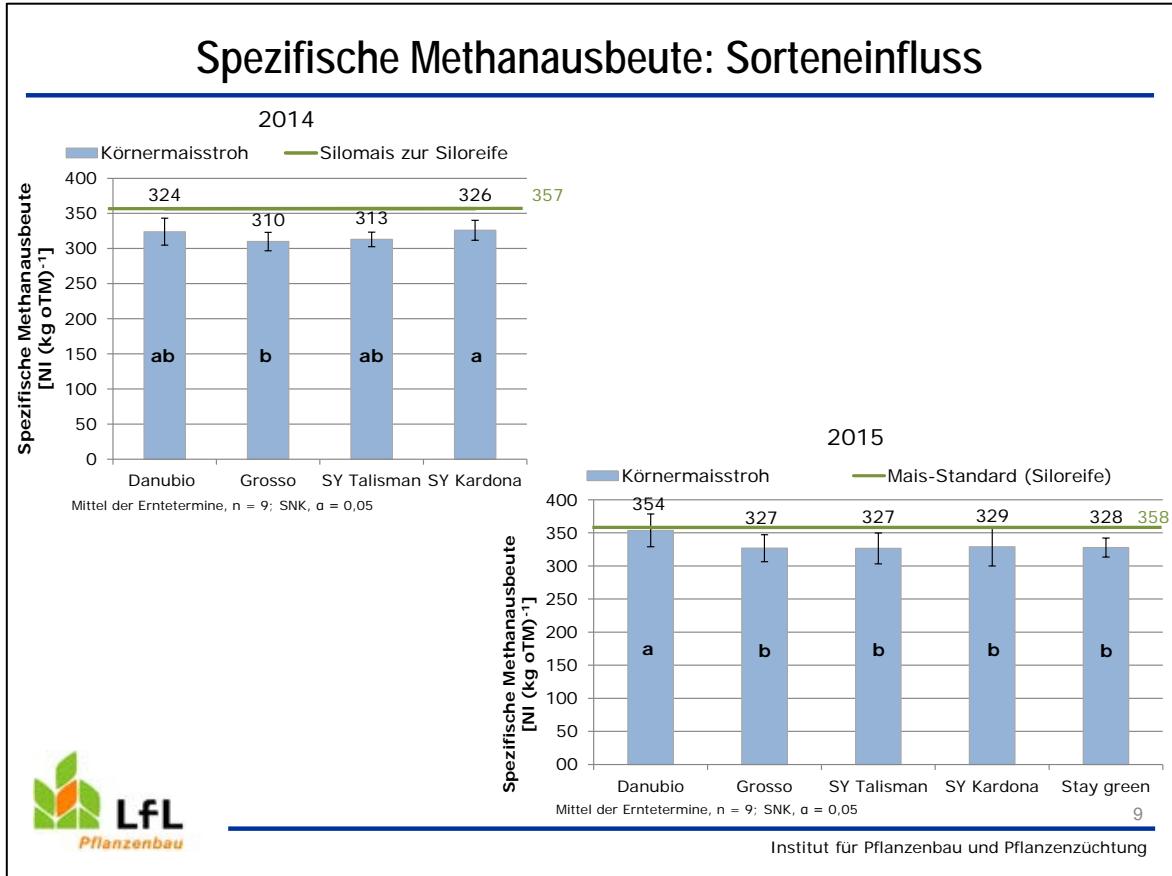
- Ernte der **Restpflanze** mit dem Parzellenhäcksler



- Mischen von **Spindel** und **Restpflanze** = **Maisstroh**







Methanhektarerträge

- Methanausbeute Maisstroh: 300 – 340 NI CH₄(kg oTM)⁻¹
(**80 – 95 % von Silomais!**)
- Methanhektarerträge:

$$= \text{Ertrag [dt ha}^{-1}\text{]} * \text{oTM-Gehalt} * \text{Methanausbeute}$$

	Methanhektarertrag [Nm ³ CH ₄ ha ⁻¹]	
	Maisstroh	Silomais
2013	3200	-
2014	3500	7600
2015	3100	5400

→ **45 -50 % von Silomais**

Resümee

- Strohertrag (verlustfrei): ~ 105 dt TM ha⁻¹
- Methanausbeute: 300 - 340 NI CH₄(kg oTM)⁻¹
- Methanhektarertrag: 3100 - 3500 Nm³ CH₄ ha⁻¹

Einflüsse auf Ertrag, Methanausbeute und Methanhektarertrag:

→ Erntetermin:

Zumeist signifikante Reduktion bei spätem Erntetermin

→ Sorte:

Starker Jahreseinfluss, Sorteneinfluss noch nicht eindeutig geklärt

→ **pflanzenbauliches** Potenzial:

1 ha Maisstroh ~ 0,45 ha Silomais

Ernte von Körnermaisstroh: Vergleich verschiedener Ernteverfahren

Monika Fleschhut, Stefan Thurner

LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
LfL, Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Hintergrund

Mit einem theoretischen Strohanfall von 3,8 Mt Trockenmasse (TM) ha⁻¹ (in Deutschland) und hohen Methanausbeuten von 80 % bis 95 % im Vergleich zu Silomais, ist Körnermaisstroh ein interessantes Biogassubstrat. Eine wesentliche Herausforderung für die künftige Nutzung von Maisstroh liegt jedoch in einer möglichst verlust- und verschmutzungsarmen Ernte von Maisstroh. Welche Stroherträge bei der Ernte von Körnermaisstroh grundsätzlich erzielt werden und wie hoch die Verschmutzung und die Trockensubstanz (TS) -gehalte nach der Bergung sind, wird in einem dreijährigen praxisnahen Großversuch für verschiedene Ernteverfahren unter variierenden Erntebedingungen untersucht.

Versuchsdurchführung

In den Jahren 2014 und 2015 wurden an der LfL-Versuchsstation Grub acht Ernteverfahren (vier Schwadtechniken und zwei Bergungstechniken) unter Praxisbedingungen auf insgesamt 64 Großparzellen in vierfacher Wiederholung getestet. Als Schwadtechniken wurden der BioChipper (BioG GmbH, Österreich), der Schwadhäcksler UP-6400 (Uidl Biogas GmbH/Agrinz Technologies GmbH, Österreich), der Mais Star* Collect (Carl Geringhoff Vertriebsgesellschaft mbH & Co.KG, Deutschland) und der Merge Maxx 900 bzw. 902 (Kuhn S.A., Frankreich) eingesetzt. Die Bergung erfolgte mit dem Feldhäcksler (Claas Jaguar 960) und dem Kurzschnittladewagen (Krone ZX 400 GL bzw. Claas Cargos 8400). Um den Effekt unterschiedlicher Erntebedingungen testen zu können, wurden für alle Ernteverfahren zwei Feldliegezeiten (Schwaden und Bergung direkt nach dem Drusch sowie vier Tage nach dem Drusch) und verschiedene Strohverhältnisse (drei Sorten mit unterschiedlichen TS-Gehalten und Strohmenge) simuliert. Zur Ermittlung des *theoretischen Maisstrohpotenzials*, wurde für jede Parzelle eine Handernte durchgeführt und der Strohertrag (= Gesamtpflanze abzüglich der Körner; Schnitthöhe direkt über dem Boden) erhoben. Durch Aufsammeln und Verwiegen der Schwadmenge eines laufenden Meters wurde der *auf Schwad gelegte Strohertrag* erfasst. Zielgröße des Versuches war der *abgefahrene Strohertrag*. Hierfür wurden die Schwade der jeweiligen Parzelle mit dem Häcksler bzw. Ladewagen geborgen und anschließend verwogen. Um zusätzlich auch die Maisstrohqualität in Abhängigkeit des Ernteverfahrens beurteilen zu können, wurde das ge-

schwadete wie auch das geborgene Maisstroh beprobt und der TS- und Rohaschegehalt (als Maß für die Verschmutzung) bestimmt.

Ergebnisse

Die verlustfreien TM-Kornerträge betragen 2014 115,9 dt ha⁻¹ und 2015 122,2 dt ha⁻¹, während sich das theoretische Maisstrohpotenzial auf einen TM-Ertrag von 97,6 dt ha⁻¹ (2014) und 115,8 dt ha⁻¹ (2015) belief. Im Mittel über alle Ernteverfahren und Erntebedingungen wurden davon in den beiden Versuchsjahren 53,1 dt ha⁻¹ bzw. 57,2 dt ha⁻¹ auf Schwad gelegt und 45,6 dt ha⁻¹ bzw. 49,5 dt ha⁻¹ mit dem Feldhäcksler bzw. Ladewagen geborgen. Damit beliefen sich die Bergungsraten auf 47 % (2014) bzw. 43 % (2015).

Im zweijährigen Vergleich wurden mit den Schwadtechniken BioChipper, Schwadhäcksler UP-6400 und Merge Maxx 900/902 vergleichbare Stroherträge geschwadet (51,7 dt ha⁻¹ bis 53,8 dt ha⁻¹), während die auf Schwad gelegten Stroherträge beim Mais Star* Collect mit 64,8 dt ha⁻¹ tendenziell ($p = 0,0712$) höher waren. Die abgefahrenen Stroherträge bewegten sich zwischen 42,7 dt ha⁻¹ (Schwadhäcksler UP-6400) und 50,7 dt ha⁻¹ (Mais Star* Collect), wobei die Schwadtechniken BioChipper und Merge Maxx 900/902 mit 46,4 dt ha⁻¹ und 47,4 dt ha⁻¹ dazwischen lagen. In beiden Versuchsjahren erwiesen sich Feldhäcksler und Ladewagen völlig gleichwertig hinsichtlich der Ernteleistung.

Die Feldliegezeit hatte einen deutlichen Effekt auf die abgefahrenen Stroherträge. Eine verzögerte Ernte führte dabei mit Ausnahme des Merge Maxx 900/902 bei allen Schwadtechniken zu größeren Ernteverlusten, wobei der Effekt bei den Schwadtechniken BioChipper und Schwadhäcksler UP-6400, bei denen die Aufnahme des Maisstrohs über eine Sogwirkung erfolgt, stärker ausgeprägt war. Der gesamtdurchschnittliche Strohertrag reduzierte sich unter den Bedingungen der längeren Feldliegezeit signifikant von 47,4 auf 43,9 dt ha⁻¹. Der Anbau verschiedener Sorten (= verschiedene Strohverhältnisse, bedingt durch unterschiedliche Stroh-TS-Gehalte und Strohpotenziale) führte nicht zu eindeutigen Effekten auf die Abfuhraten. Tendenziell wurden jedoch höhere Erntemengen bei Sorten mit höherem Strohpotenzial erzielt und zudem scheint der TS-Gehalt des Maisstrohs in Abhängigkeit von der Funktionsweise der Schwadtechnik ebenfalls eine Rolle zu spielen. BioChipper und Schwadhäcksler UP-6400 erzielten dabei tendenziell höhere Erntemengen bei höheren TS-Gehalten des Maisstrohs, wohingegen die Ernteleistung beim Mais Star* Collect eher bei geringen TS-Gehalten des Maisstrohs besser war.

Die TS-Gehalte des geborgenen Maisstrohs lagen unmittelbar vor der Ernte bei 35 % (2014) bzw. 33 % (2015), nach der Strohernte bei 41,6 % (2014) bzw. 59,5 % (2015), weshalb eine starke Nachtrocknung während der Strohernte bzw. -liegezeit angenommen werden kann. Mit einem gesamtdurchschnittlichen Rohaschegehalt von 7,0 % war die Verschmutzung des Maisstrohs unproblematisch. Bei allen Schwadtechniken lagen die Rohaschegehalte unter dem Zielwert von 10 %. Bezüglich der Qualitätsparameter TS-Gehalt und Rohaschegehalt unterschied sich lediglich der Mais Star* Collect von den anderen Schwadtechniken. Eine Ernte mit dem Mais Star* Collect führte zu signifikant geringeren TS-Gehalten (46,5 %) und auch Rohaschegehalten (5,7 %) im Erntegut während

die übrigen Schwadtechniken auf einem vergleichbaren Niveau lagen (TS-Gehalte von 51,1 % bis 52,5 %; Rohaschegehalte von 7,1 % bis 7,6 %). Allerdings ist der Einfluss der Erntetechnik auf den TS-Gehalt dem Effekt der Witterungsbedingungen zur Ernte deutlich untergeordnet.

Für eine umfassende Bewertung der Erntetechniken müssen jedoch neben den hier untersuchten Parametern (Strohertrag, TS- und Rohaschegehalt) weitere Merkmale (z. B. Flächenleistung, Zerkleinerungsgrad, Verschleiß,...) verglichen werden.

Fazit und Ausblick

Die derzeit zur Verfügung stehenden Erntetechniken sind grundsätzlich zur Maisstrohernte geeignet und ermöglichen zusätzlich zum Korntrag einen Maisstrohertrag von durchschnittlich 46 - 50 dt TM ha⁻¹ – abhängig von der Wahl der Schwadtechnik und insbesondere den vorherrschenden Erntebedingungen. Mit Bergungsraten von unter 50 % sind die Ernteverluste aktuell noch sehr hoch. Derzeit findet man am Markt weitere Erntetechniken, die im Projektjahr 2016 ebenfalls getestet werden. Als Faustzahl kann aufgrund der bisher realisierten Bergungsraten und Methanerträge angenommen werden, dass Maisstroh von 1 ha Körnermais hinsichtlich des möglichen Methanhektarertrages etwa 0,2 - 0,25 ha Silomais ersetzen kann.



Ernte von Körnermaisstroh: Vergleich verschiedener Ernteverfahren

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ 4a)
Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT 1b)
Abteilung Versuchsbetriebe (AVB)

Stefan Thurner, Monika Fleschhut

Info-Tag „Körnermaisstroh als Biogassubstrat“, 20.10.2016



Hintergrund

→ pflanzenbauliches Potenzial:

1 ha Körnermais

→ 90 - 100 dt TM Maisstroh auf dem Feld

→ 80 - 95 % Methanausbeute

~ **0,45 ha Silomais**

→ **Nutzbares Potenzial?**

Offene Fragen:

- Welche Ernteverfahren gibt es?
- Welche Strohmenngen können geborgen werden?
- Gibt es Unterschiede zwischen den Ernteverfahren?
- Spielen die Erntebedingungen eine Rolle?
- Wie trocken u. wie verschmutzt ist geerntetes Maisstroh?

Erntetechnikversuch



Foto: J. Schuhbauer

Versuchsdesign

4 Schwadtechniken



BioChipper,
BioG



Schwadhäcksler UP-
6400, Uidl Parts



Merge Maxx 900,
Kuhn



Mais Star* Collect,
Geringhoff

X

2 Aufnahmesysteme



X

2 Feldliegezeiten (2014)/3 Sorten (2015)

Schwadtechniken



BioChipper, BioG



Schwadhäcksler UP-6400, Uidl Parts

- Prinzip: Modifizierte Mulcher → Mulchen der Stoppeln, Aufnahme des Strohs über rotierende Schlegelwelle + Zerkleinerung, seitliche Schwadablage
- Arbeitsbreite: 6 m bzw. 6,4 m (Doppelschwad von 12 m bzw. 12,8 m)



Merge Maxx 900, Kuhn

- Prinzip: Aufnahme des Strohs über Pick-ups (mit Leitzinken), mittige Schwadablage mittels Förderband
- Arbeitsbreite: 9,1 m

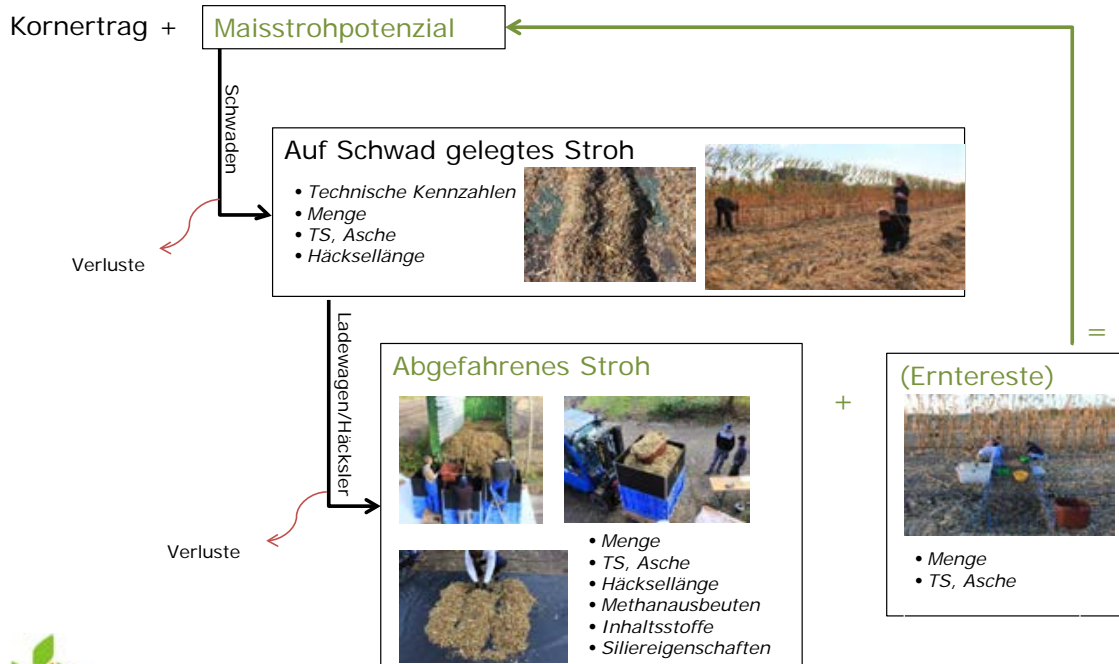


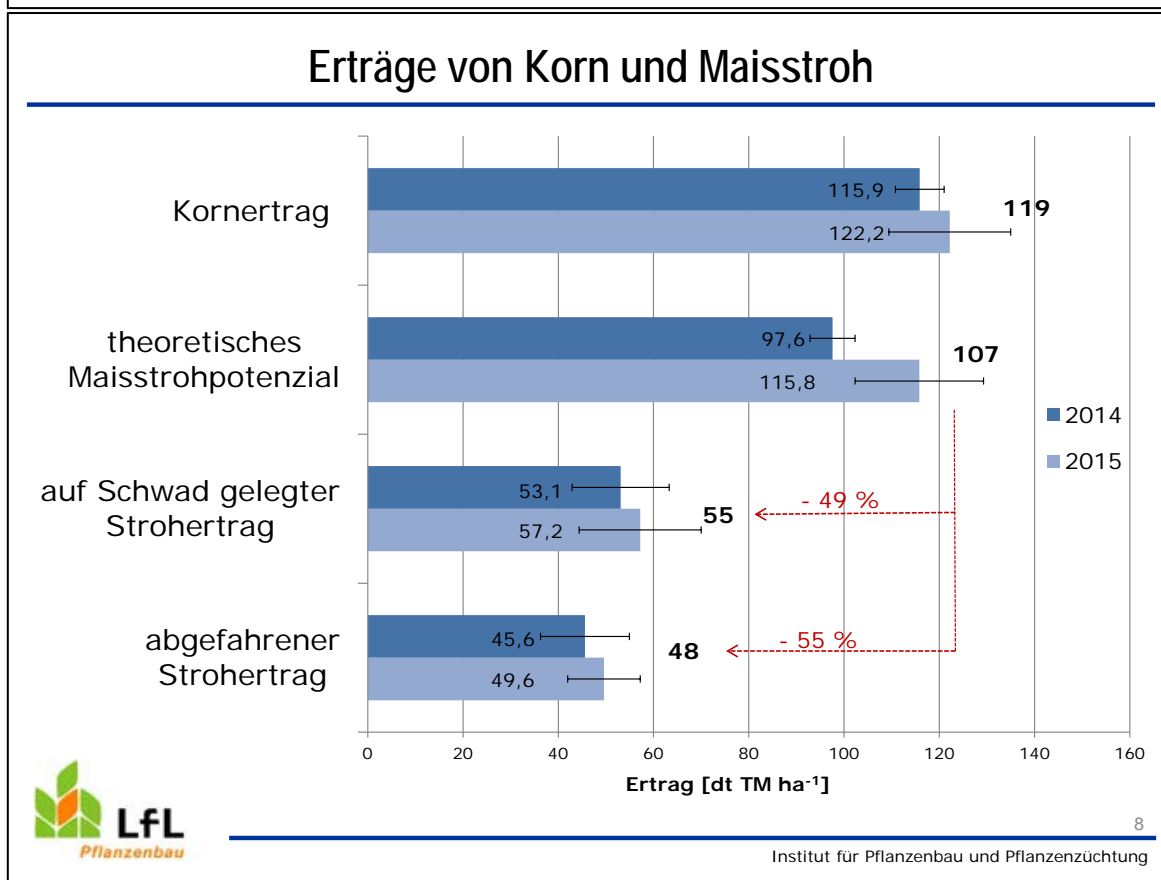
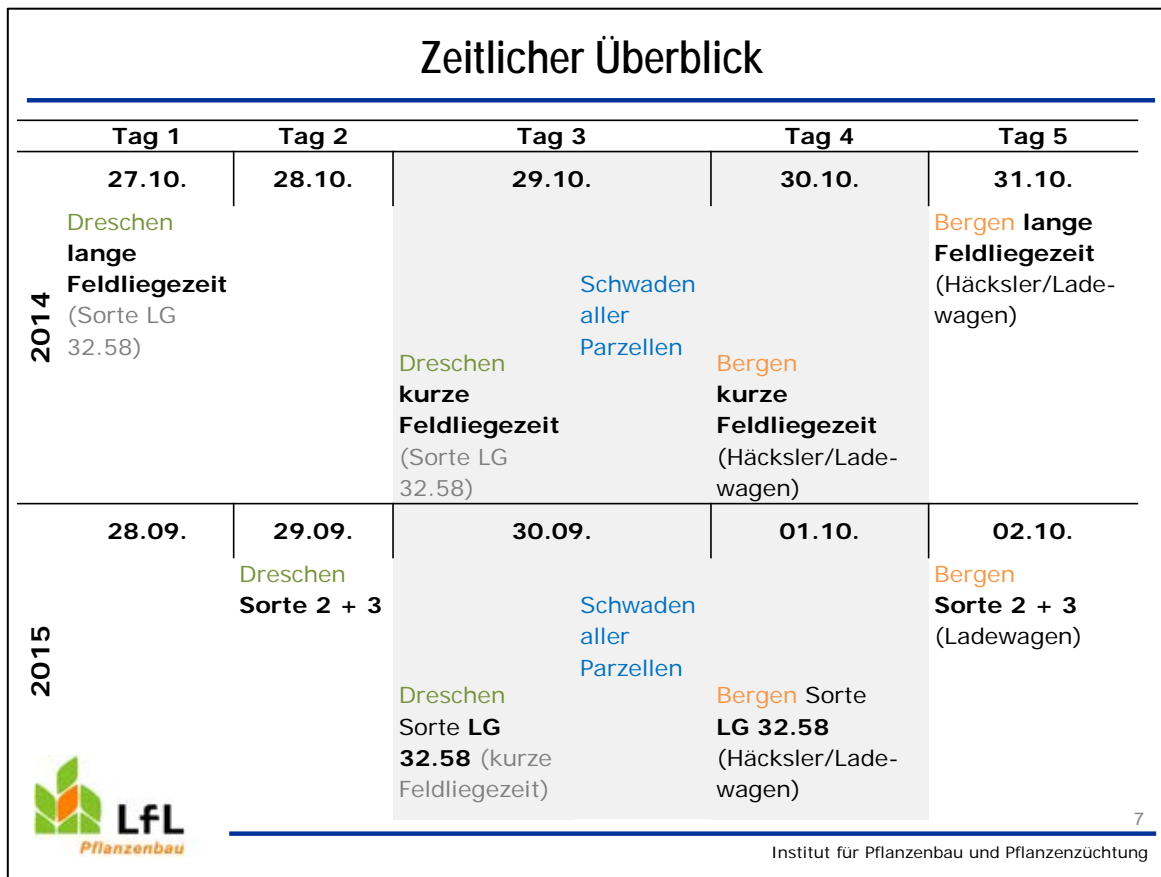
Mais Star* Collect, Geringhoff

- Prinzip: Modifizierter Pflücker mit gekröpften Häckselmessern und Unterfangwanne → mittige Schwadablage mittels Förderschnecke; Lieschen und Spindeln fallen auf den Schwad
- Arbeitsbreite: 8 Maisreihen (6 m)



Versuchsdurchführung





Exkurs: Strohabfuhr und Humusbilanz

- Ganzheitlich betrachtet:
Maisstroh substituiert andere Substrate (die häufig weniger Ernterückstände haben) → evtl. positiver Effekt auf die Humusbilanz (abhängig vom Flächenverbrauch)?
- Humusbilanzierung nach CC und VDLUFA:
Strohabfuhr von 50 % mit äquivalenter Gärrestrückführung (bei Modellfruchtfolgen mit max. 33% Körnermais) → geringere, aber noch unbedenkliche Humussalden
- Ggf. weitere Aspekte:
Nährstoffabfuhr, flexibler Dünger, phytosanitäre Effekte,...



Einfluss des Ernteverfahrens

	Erntetechnik	auf Schwad gelegtes Stroh [dt TM ha ⁻¹]			abgefahrenes Stroh [dt TM ha ⁻¹]		
		2014 (n = 8)	2015 (n = 12)	2014 + 2015 (n = 8)	2014 (n = 16)	2015 (n = 12)	2014 + 2015 (n = 16)
Maisstrohpotenzial [dt TM/ha] 2014: 98 2015: 116	BioChipper	48.9 ^A	53.8 ^B	52.1 ^A	40.5 ^C	51.0 ^{AB}	46.4 ^{AB}
	Schwadhäcksler	48.9 ^A	52.1 ^B	53.8 ^A	41.2 ^C	47.1 ^B	42.7 ^B
	↔ Mais Star* Collect	58.3 ^A	69.7 ^A	64.8 ^A	47.5 ^B	54.1 ^A	50.7 ^A
	Merge Maxx	56.4 ^A	53.1 ^B	51.7 ^A	53.3 ^A	45.9 ^B	47.4 ^{AB}
	Häcksler	-	-	-	(n = 32) 45.7 ^a	(n = 16) 46.0 ^a	(n = 32) 46.1 ^a
	Ladewagen	-	-	-	45.5 ^a	46.3 ^a	47.4 ^a
∅		53.1 ± 10.2	57.2 ± 12.8	55.6 ± 11.5	45.6 ± 9.3	49.5 ± 7.8	46.8 ± 7.0

Verschiedene Großbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb der Spalte zwischen den Schwadtechniken
 Verschiedene Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb der Spalte zwischen den Bergungsarten, SNK, α = 0,05;
 2014: Mittel über die Feldliegezeiten und Bergungsarten; 2015: Mittel über die Sorten; 2014/2015: Mittel über die Varianten kurze
 Feldliegezeit und Sorte LG 32.58



Einfluss der Feldliegezeit (2014)

		abgefahrenes Stroh	Ertrag relativ zur kurzen Feldliegezeit
		[dt TM ha ⁻¹]	[%]
Kurze Feldliegezeit (n = 8)	∅	47.4 ^A	100
	BioChipper	46.0 ^{bc}	100
	Schwadhäcksler	43.6 ^{bc}	100
	Mais Star* Collect	49.1 ^{ab}	100
	Merge Maxx	51.0 ^{ab}	100
Lange Feldliegezeit (n = 8)	∅	43.9 ^B	93
	BioChipper	35.0 ^d	76
	Schwadhäcksler	38.9 ^{cd}	89
	Mais Star* Collect	46.0 ^{bc}	94
	Merge Maxx	55.6 ^a	109
∅		45.6 ± 9.3	

Verschiedene Großbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Feldliegezeiten
 Verschiedene Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Faktorkombinationen Schwadtechnik*
 Feldliegezeit; SNK, α = 0,05

Einfluss verschiedener „Strohverhältnisse“ (2015)

		abgefahrenes Stroh	Ertrag relativ zur Sorte LG 32.58 #
		[dt TM ha ⁻¹]	[%]
Sorte LG 32.58 108 dt ha ⁻¹ Strohpotenzial 60 % TS-Gehalt	∅	46.1 ^A	100
	∅	50.9 ^A	110
Sorte 2 115 dt ha ⁻¹ Strohpotenzial 65 % TS-Gehalt (n = 4)	BioChipper	54.4 ^{ab}	117
	Schwadhäcksler	51.2 ^{ab}	119
	Mais Star* Collect	51.3 ^{ab}	101
	Merge Maxx	46.6 ^{ab}	98
Sorte 3 124 dt ha ⁻¹ Strohpotenzial 54 % TS-Gehalt (n = 4)	∅	51.6 ^A	112
	BioChipper	51.9 ^{ab}	112
	Schwadhäcksler	48.4 ^{ab}	113
	Mais Star* Collect	58.8 ^a	116
	Merge Maxx	47.6 ^{ab}	100
∅		49.5 ± 7.8	

Verschiedene Großbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (SNK, α = 0,05) zwischen den Sorten
 Verschiedene Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (SNK, α = 0,05) zwischen den Faktorkombinationen Schwadtechnik* Sorte
 # Erträge relativ zu den zweijährigen Ergebnissen von LG 32.58 für die jeweilige Schwadtechnik

Verschmutzung

Erntetechnik	Rohaschegehalt [% TM]		
	2014 (n = 48)	2015 (n = 36)	2014 + 2015 (n = 48)
BioChipper	7.5 ^{BC}	6.8 ^A	7.4 ^A
Schwadhäcksler	8.3 ^{AB}	6.9 ^A	7.6 ^A
Mais Star* Collect	6.0 ^C	5.1 ^C	5.7 ^B
Merge Maxx	9.8 ^A	6.0 ^B	7.1 ^A
∅	7.9 ± 2.7	6.2 ± 0.9	7.0 ± 1.9

Verschiedene Großbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb der Spalte zwischen den Schwadtechniken, SNK, α = 0,05; 2014: Mittel über die Feldliegezeiten, Bergungsarten und 3 Ansatzwiederholungen; 2015: Mittel über die Sorten und 3 Ansatzwiederholungen; 2014/2015: Mittel über die Jahre und 3 Ansatzwiederholungen bei den Varianten kurze Feldliegezeit und Sorte LG 32.58

- Zielwert Rohaschegehalt: < 10 %
- „Natürlicher“ Rohaschegehalt der Restpflanze: ~ 4,3 %
- Organischer Stroh-TM-Ertrag: ∅ 44 dt TM ha⁻¹



Stroh-TS-Gehalt

Erntetechnik	TS-Gehalt [%]		
	2014 (n = 48)	2015 (n = 36)	2014 + 2015 (n = 48)
BioChipper	43.5 ^A	60.2 ^A	52.5 ^A
Schwadhäcksler	43.3 ^A	60.3 ^A	51.6 ^A
Mais Star* Collect	37.0 ^B	54.6 ^B	46.5 ^B
Merge Maxx	42.8 ^A	62.9 ^A	51.1 ^A
∅	41.6 ± 3.2	59.5 ± 7.9	50.4 ± 10.6

Verschiedene Großbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb der Spalte zwischen den Schwadtechniken, SNK, α = 0,05; 2014: Mittel über die Feldliegezeiten, Bergungsarten und 3 Ansatzwiederholungen; 2015: Mittel über die Sorten und 3 Ansatzwiederholungen; 2014/2015: Mittel über die Jahre und 3 Ansatzwiederholungen bei den Varianten kurze Feldliegezeit und Sorte LG 32.58

- TS-Gehalt Restpflanze unmittelbar vor der Ernte: 35 % (2014); 33% (2015)



Vergleich der Erntetechniken

Untersuchte Parameter:

- Strohertrag
- TS-Gehalt
- Verschmutzung

Bisher unberücksichtigte Parameter:

- Flächenleistung
- Verschleiß/mechanische Belastung
- Häcksellänge (noch nicht ausgewertet)
- ...

Ausblick

Variante 5: Strohmax 5000
= modifizierter Mulcher mit
Schwadfunktion als Erntevorsatz



Variante 6:
„hohes Pflücken“ + Direktschneidwerk



Foto: DeBruyn, Kanada

Fazit

Stroherträge

- bei $\sim 100 \text{ dt ha}^{-1}$ Strohanfall \rightarrow abgefahrener Strohertrag von $\varnothing 46 - 50 \text{ dt TM ha}^{-1}$ (Abfuhrate $< 50 \%$)
- signifikante Unterschiede zwischen den Schwadtechniken, aber nicht zwischen den Bergetechniken
- z. T. signifikante Einflüsse durch die Erntebedingungen (Feldliegezeit: neg. Zusammenhang; Strohverhältnisse: Effekt abhängig von der Schwadtechnik)

Maisstrohqualität

- TS-Gehalt: $\varnothing 42 - 60\%$; starke Abhängigkeit von der Witterung
- Moderate Verschmutzung: Rohaschegehalt $\varnothing 6,2 - 7,9 \%$

\rightarrow Realistisches/nutzbares Potenzial:

1 ha Maisstroh $\sim 0,2 - 0,25$ ha Silomais

Stroh silieren? Untersuchungen zur Siliereignung von Körnermaisstroh

Dr. Johannes Ostertag, Monika Fleschhut

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Referat Futtermittel
LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Der Begriff „Stroh“ kann zu einer falschen Vorstellung über die Silierbarkeit der Körnermais-Restpflanze verleiten. In den Jahren 2012 bis 2015 wurden daher standardisierte Silierversuche nach Vorgaben der DLG zur Prüfung von Siliermitteln durchgeführt. Ziel war es, die Silierbarkeit von Körnermais-Restpflanzen durch mehrjährige Versuche einschätzen zu können. Das Erntegut hierzu stammte aus pflanzenbaulichen Exaktversuchen, von Praxisbeprobungen und aus praxisnahen Erntetechnikversuchen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft.

Silierbarkeit von Körnermaisstroh

Grundsätzlich sind für eine erfolgreiche Silierung ausreichende Gehalte an Feuchtigkeit für die mikrobielle Aktivität sowie an vergärbaren Zuckern (Wasserlösliche Kohlenhydrate, WLK) zur Überwindung der Pufferkapazität und ausreichenden Absenkung des pH-Werts erforderlich. Diese Eigenschaften werden durch den sogenannten Vergärbarkeitskoeffizienten (VK) nach Weißbach et al. (1974) beschrieben, welcher nach folgender Formel berechnet wird:

$$VK = TM (\%) + 8 \times WLK (\% TM) \div Pufferkapazität \left(\frac{g}{100g} \right)$$

Liegt der VK oberhalb der Marke von 45 Punkten, gilt das Material grundsätzlich als leicht silierbar. Für alle in dieser Untersuchung verwendeten Erntegüter wurden mindestens 45 Punkte berechnet. Körnermaisstroh kann somit allgemein als leicht silierbar eingestuft werden.

Silagequalitäten aus pflanzenbaulichen Exaktversuchen

In den Jahren 2013 und 2014 wurden Körnermais-Restpflanzen aus pflanzenbaulichen Exaktversuchen (vier Sorten, drei zeitlich versetzte Erntetermine) für standardisierte Silierversuche nach den Vorgaben der DLG zur Prüfung von Siliermitteln in Laborsilos eingesilert. Nach 90 Tagen Silierdauer bei 25 °C wurden die üblichen Gärparameter bestimmt.

Insgesamt wurden gute bis sehr gute Silagequalitäten erzielt, allerdings kann bei frühzeitig geernteten Restpflanzen mit Trockenmasse-Gehalten von ca. 25 % (in der Praxis werden 35 % TM meist übertroffen) auch Buttersäure vorkommen. Dies ist möglicherweise aus

energetischer bzw. emissionstechnischer Sicht interessant, stellt jedoch für den Betrieb der Biogasanlage nach dem derzeitigen Wissensstand kein Problem dar.

Sekundäre Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen, wie sie bei Nacherwärmungsge-
schehen auftreten, könnten hier schon eher von Relevanz sein. Diesbezüglich fiel auf, dass
das vergleichsweise sauber und schnell einsilierte Erntegut aus Exaktversuchen stärker zu
Nacherwärmung und aerobem Verderb neigte als Praxismaterial.

Silagequalitäten aus Praxis-Erntegut

In den Jahren 2012 bis 2015 konnte unter Praxisbedingungen erzeugtes Erntegut für stan-
dardisierte Silierversuche gewonnen werden. Die erzielten Silagequalitäten mit Trocken-
masse-Gehalten von 34 % bis 71 % waren über den gesamten Versuchszeitraum hinweg
gut bis sehr gut. Bei vergleichsweise geringen TM-Verlusten während der luftdichten La-
gerung wurden dennoch ausreichend niedrige pH-Werte erreicht. Darüber hinaus erwiesen
sich die erzeugten Laborsilagen nach dem Auslagern als aerob sehr stabil. Nahezu aus-
nahmslos war bis 9 Tage nach Auslagerung kein Anstieg der Silagetemperatur zu ver-
zeichnen.

Diese gesteigerte aerobe Stabilität (im Vergleich zum Erntegut aus den pflanzenbaulichen
Exaktversuchen) könnte allerdings auf Umsetzungsprozesse während der Feldliegezeit zu-
rückzuführen sein. Zumindest die stark reduzierten Nitratgehalte nach verlängerter Feld-
liegezeit deuten darauf hin. Umsetzungsprozesse gehen grundsätzlich nicht verlustfrei von
statten, die Quantifizierung der Verluste war bislang jedoch nicht möglich.

Verdichtbarkeit von Körnermaisstroh

Grundsätzlich zeigte der Versuch, Körnermaisstroh in einem Silotunnel einzusilieren,
deutlich das Hauptproblem bei der Maisstrohsilierung im Praxismaßstab auf. Zum einen
lässt es sich nur schwer verdichten und erfordert daher viel Transport- und Silovolumen,
zum anderen findet eindringender Sauerstoff (z. B. bei Folienverletzungen) relativ locker
gepacktes Siliergut mit einem großen Gasanteil und wenig Barrierewirkung vor. Die Ein-
dringtiefe für Sauerstoff ist daher hoch, direkt abhängig davon auch das mögliche Ausmaß
an aerobem Verderb des ansonsten gut silierbaren Körnermaisstrohs.

Die eingesetzte Siliertechnik war im Versuch nur bedingt in der Lage hohe Raumgewichte
zu erzeugen, was gerade dann problematisch ist, wenn die Fixierung der Silofolie auf dem
Eigengewicht der Silage beruht. Grundsätzlich können mit dem Silotunnel sehr hohe Ver-
dichtungen erreicht werden, das haben ältere Untersuchungen an der LfL Grub mit unter-
schiedlichen Siliergütern gezeigt, allerdings konnten die ermittelten Dichten (im Mittel der
Bohrungen ca. 100 kg TM/m³, berechnet nach Erntemasse und Tunnelvolumen ca. 140 kg
TM/m³) beim Maisstroh nicht zufriedenstellen. Ein zur Einordnung dieser Ergebnisse er-
forderlicher Vergleichsversuch zu Fahrsiloanlagen liegt noch nicht vor. Es kann aus die-
sen ersten Ergebnissen aber abgeleitet werden, dass für die Maisstrohlagerung deutlich
mehr Siloraum im Vergleich zur Maissilage (Basis TM) vorgehalten werden muss.

Fazit

Körnermaisstroh wurde über einen Zeitraum von 4 Jahren hinsichtlich der Silierbarkeit im Labor- und Praxismaßstab untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass Maisstroh (auch bei höheren Trockenmasse-Gehalten) grundsätzlich sicher siliert, wenn Sauerstoffabschluss gewährleistet ist. Die aerobe Stabilität ist vergleichsweise hoch und leidet nicht unter einer verlängerten Feldliegezeit. Dennoch sollte für die Silierung eine möglichst schnelle Ernte mit geringen Feldliegezeiten angestrebt werden, um Feldverluste zu vermeiden. Eine schmutzarme Bergung ist auch unter Praxisbedingungen möglich und ist hinsichtlich Silagequalität, Materialverschleiß und Fermenterfunktion dringend anzustreben.

Die Verdichtbarkeit im Silo ist sowohl beim Transport als auch im Lager sehr eingeschränkt und erfordert im Vergleich zum Silomais zusätzlichen Siloraum sowie idealerweise eine „Beschwerung“ (z. B. Grassilage) der obersten Schichten im Fahrsilo.



Stroh silieren? Untersuchungen zur Siliereignung von Körnermaisstroh

J. Ostertag
LTZ Augustenberg



Inhaltsübersicht

- Grundsätzliches zur Silierung
- Pflanzenbauliche Exaktversuche
- Praxis-Erntegut
- Silierversuch im Silotunnel
- Fazit



Grundsätzliches zur Silierung

- Zur Silierung erforderlich:
 - Silierbares Ausgangsmaterial
 - Ausreichende Feuchte
 - Zucker
 - (Keine hemmenden Inhaltsstoffe)
 - Besatz mit Milchsäurebakterien
 - Ausreichende Wärme
 - Sauerstoffabschluss





Voraussetzungen für die Silierung bei Körnermaisstroh

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg

Ernteperiode	TM	PK	WLK	VK	Nitrat	MSB
	g/kg	g/100g	g/kg TM		mg/kg TM	KbE g ⁻¹ log
2012	404	36	47	51	3447	n.u.
2013	448	28	56	61	290	6,3
2014	343	27	63	57	832	6,7
2015	553	52	63	66	881	6,5
Ø gesamt	439	34	59	61	774	6,5
Min	259	14	18	45	116	5,0
Max	711	62	138	79	3447	8,3



PK = Pufferkapazität, g Milchsäure bis pH 4; WLK = Wasserlösliche Kohlenhydrate,
VK = Vergärbarkeitskoeffizient nach Weißbach et al., MSB = Milchsäurebakterien





Kenngrößen zum Siliererfolg bei Maisstrohsilagen aus pflanzenbaulichen Exaktversuchen der Jahre 2013 und 2014 (jeweils Mittelwerte aus 4 Sorten zu je 3 Laborsilagen und (Standardabweichungen))


Erntejahr	Erntedatum	TM-Gehalt g/kg TM	pH-Wert	ASTA Tage	TMV %
2013	01.10.2013	253 (13)	3,7 (0,0)	3,7 (2,4)	5,1 (0,4)
	14.10.2013	268 (7)	4,0 (0,0)	1,3 (0,3)	5,8 (0,5)
	04.11.2013	346 (11)	4,3 (0,0)	3,3 (2,6)	5,6 (0,1)
2014	15.10.2014	246 (8)	3,7 (0,0)	8,4 (1,1)	7,9 (0,5)
	28.10.2014	288 (8)	3,7 (0,0)	7,1 (2,3)	7,0 (0,8)
	05.11.2014	345 (6)	3,8 (0,0)	7,5 (1,7)	5,2 (0,3)




ASTA=Aerobe Stabilität, TMV=Trockenmasseverluste (korr. nach Weißbach 1998)

 Kenngrößen zum Siliererfolg bei Maisstrohsilagen aus Praxisbetrieben der Jahre 2012 und 2013 (jeweils Mittelwerte aus drei Laborsilagen und (Standardabweichung))					
Erntejahr	Erntedatum	TM-Gehalt g/kg TM	pH-Wert	ASTA Tage	TMV %
2012	18.10.	408 (15)	4,3 (0,0)	9,0 (0,0)	4,8 (0,5)
	27.09.	562 (3)	4,2 (0,0)	9,0 (0,0)	3,8 (0,1)
2013	25.10.	354 (4)	4,2 (0,6)	8,2 (1,6)	5,0 (0,3)
	25.10.	431 (8)	4,8 (0,4)	9,0 (0,0)	6,0 (0,1)
	20.11.	705 (14)	5,4 (0,2)	9,0 (0,0)	3,8 (0,2)


 ASTA=Aerobe Stabilität, TMV=Trockenmasseverluste (korr. nach Weißbach 1998)

 Kenngrößen zum Siliererfolg bei Maisstrohsilagen aus praxisnahen Erntetechnikversuchen der Jahre 2014 und 2015 (jeweils Mittelwerte aus drei Laborsilagen und (Standardabweichungen))					
Erntejahr	Erntedatum	TM-Gehalt g/kg TM	pH-Wert	ASTA Tage	TMV %
2014	30.10._1	434 (6)	4,3 (0,3)	9,0 (0,0)	4,4 (0,5)
	30.10._2	340 (2)	4,0 (0,0)	9,0 (0,0)	4,5 (0,1)
	31.10._1	487 (4)	4,2 (0,0)	9,0 (0,0)	4,6 (0,2)
	31.10._2	360 (1)	4,2 (0,1)	9,0 (0,0)	5,1 (0,2)
2015	01.10._1	608 (72)	5,0 (0,1)	9,0 (0,0)	3,8 (0,5)
	01.10._2	468 (123)	4,2 (0,5)	9,0 (0,0)	4,9 (0,5)
	01.10._3	581 (84)	4,9 (0,1)	9,0 (0,0)	4,7 (1,1)
	01.10._4	546 (81)	4,4 (0,6)	9,0 (0,0)	4,7 (0,4)


 TM-Gehalt=Trockenmassegehalt, ASTA=Aerobe Stabilität, TMV=Trockenmasseverluste bereinigt nach Weißbach 1998, _1=Biochipper+Ladewagen, _2=Strohsammler+Häcksler, _3=Schwadhäcksler+Ladewagen, _4=Bandschwader+Häcksler



Verdichtbarkeit – ein Problem



Fazit

- Körnermaisstroh siliert sicher, wenn Sauerstoffabschluss gewährleistet ist
- Gärsaftanfall nicht zu erwarten
- Vergleichsweise hohe aerobe Stabilität
- Geringe Schüttdichte bei der Bergung
- Schlechte Verdichtbarkeit erfordert mehr Siloraum als andere Substrate



Auswirkungen von Vorbehandlungstechnologien auf die Nutzbarkeit von Maisstroh zur Biogasproduktion

Dr. Alexander Bauer, Javier Lizasoain, Susanne Frühauf, Andreas Gronauer

Institut für Landtechnik der Universität für Bodenkultur, Wien, Österreich

Biogas kann aus verschiedenen Rohstoffen gewonnen werden. Ein großes Potential liegt in der Nutzung von lignozellulosehaltiger Biomasse wie zum Beispiel Stroh, welches beim Anbau von Getreide, Mais, Ölsaaten sowie verschiedenen anderen Kulturen anfällt.

Die in der Biomasse enthaltenen Inhaltsstoffe, insbesondere die Kohlehydrate müssen zu einem möglichst hohen Anteil abgebaut werden können, damit daraus ein optimaler Biogas- bzw. Methanertrag erzielt werden kann. In der Substrataufbereitung liegt ein großes Potential zur Optimierung der Gesamtanlage, wobei es nicht nur um die Steigerung der Methanerträge aus dem Substrat geht, sondern auch um eine erhöhte Abbaukinetik, eine geringere Viskosität des Substrates in Rohrleitungen, eine geringere Verstopfungsanfälligkeit von Pumpen und nicht zuletzt auch Aspekte der Hygienisierung. Durch eine Aufbereitung soll erreicht werden, dass hydrolytische und methanbildende Mikroorganismen günstige Bedingungen für die Biogasbildung vorfinden. Zudem erfordert der Einsatz von agrarischen Reststoffen in einer Biogasanlage eine entsprechende Adaptierung der eingesetzten Technologien. Veränderte Eigenschaften der Einsatzstoffe stellen veränderte Ansprüche vor allem an die Einbringung der Einsatzstoffe in den/die Fermenter, an das Durchmischen des Fermenterinhaltendes oder an die Temperaturregelung.

Für die Vorbehandlung von Biomasse können chemische, enzymatische/biologische und physikalische Verfahren für die Vorbehandlung verwendet werden. Zu den in der Praxis eingesetzten Technologien zählen vor allem **physikalischen Verfahren** wie z.B. die mechanische Zerkleinerung, aber auch biologische Verfahren und Kombinationen. Eine mechanische Zerkleinerung wirkt sich positiv auf die Abbaubarkeit der Substrate aus. Je stärker ein Substrat zerkleinert wird, umso größer wird dessen Oberfläche und somit die Angriffsfläche für den mikrobiellen Abbau. Je weitgehender das Substrat zerkleinert wurde, desto unproblematischer verhalten sich Substratmischungen beispielsweise aus Flüssigmist und Maisstroh. Seit ein paar Jahren werden erste Praxisanlagen mit der thermisch-physikalischen Kombination der sogenannten „Steam explosion“ im landwirtschaftlichen Bereich eingesetzt. Bei der Steam explosion wird sowohl auf der morphologischen als auch auf der molekularen Ebene eine mehr oder weniger starke Zerstörung der Struktur erreicht. Dabei spielen einerseits verschiedene chemische Prozesse die entscheidende Rolle, die bei hohen Temperaturen (140 bis 200°C) und korrespondierendem Druck in der Bio-

masse ablaufen, andererseits aber auch mechanische Belastungen, die durch die plötzliche Entspannung der Biomasse entstehen.

Konsequenzen für die Umsetzung in der Praxis

Ob und welche Vorbehandlungstechnologie gewählt wird, richtet sich maßgeblich nach den betriebsindividuellen Rahmenbedingungen. Dabei muss geklärt werden inwieweit die verschiedenen Optimierungspotenziale (siehe oben) ausgeschöpft werden können und die installierte Technik (Einbringsysteme, Pumpen, Rührwerke) angepasst werden muss. Die Wirtschaftlichkeit einer Vorbehandlung wird maßgeblich u.a. vom Durchsatz und der Leistungsaufnahme beeinflusst. Eine Anpassung und Optimierung der Technologien an den speziellen Bedarf der Aufbereitung von Einsatzstoffen für die Biogasherstellung ist teilweise noch ausständig. Gerade im Hinblick auf bestehende Einbringsysteme und die Rührtechnik fordert der Einsatz von agrarischen Reststoffen, wie strohartiger Biomasse, eine konsequente und effektive Vorbehandlung um Probleme im Betrieb zu vermeiden.



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige
Agrarsysteme

Auswirkungen von Vorbehandlungstechnologien auf die Nutzbarkeit von Maisstroh zur Biogasproduktion

Alexander Bauer

Herausforderung für die technische Umsetzung und das Management

Konservierung und Lagerung



Maisstroh ≠ Maisstroh



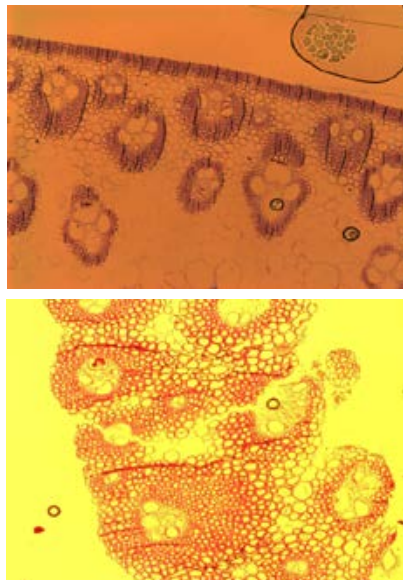
- Stark von Biomassetyp abhängig
- Verbesserung der Silierfähigkeit durch Kombination mit Zwischenfrüchten / Grünschnitt
- u.U. Lagerung als Trockengut

Herausforderung für die technische Umsetzung und das Management

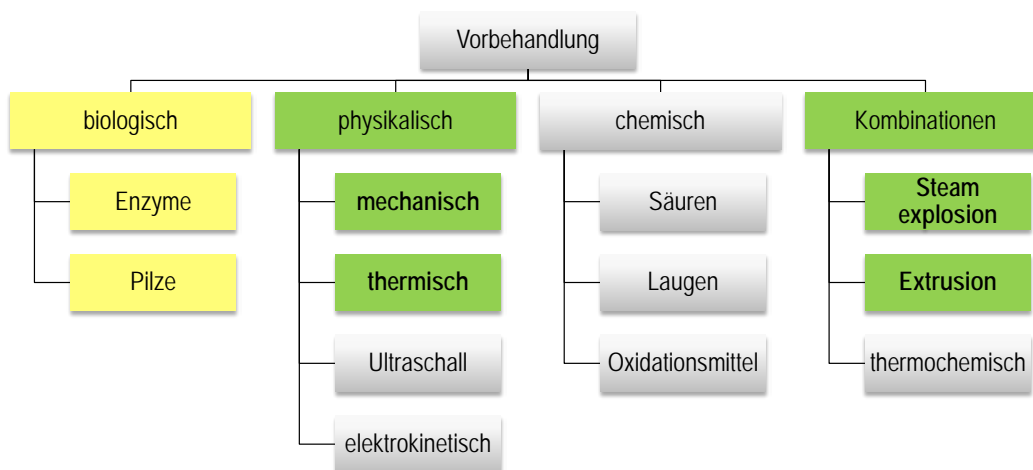


Vorbehandlung: Hintergründe

- Starke Lignifizierung charakteristisch für Reststoffbiomasse
- Lignocellulosekomplex schützt Biomasse vor Abbau → zusätzlicher Prozessschritt in der Verfahrenskette notwendig



Vorbehandlung der Biomasse



Vorbehandlungstechnologien:

Mechanische Vorbehandlung



**Unbehandelte
Maisstrohsilage**



Aufbereitung



**Aufgeschlossene
Maisstrohsilage**

- Hauptsächlich Oberflächenvergrößerung durch Zerkleinerung
 - Schneiden (Scherung)
 - Mahlen (Druck, Prall)
 - Extrusion (Druck, Reibung, Zerfasern)

5

Mechanische Vorbehandlung:

Vor- und Nachteile



Vorteile

- Einfaches Re-Powering von Altanlagen
- Teilweise Reduzierung von Schwimmschichten
- Verbesserung Durchmischungseigenschaften (Rührfähigkeit)
- Schnellerer Abbau
- Erhöhter Gasertrag (?)

Nachteile

- Nicht für alle Einbringstoffe geeignet
- Hohe elektrische Anschlussleistung (Bedarf an elektrischer Energie → erhöht Eigenstrombedarf der BGA)
- Zerkleinerungswerkzeuge meist empfindlich gegenüber Störstoffen (Steine, Metallteile usw.)
- Korrosion bzw. Abrasion durch organ. Säuren sowie mineralischen Anteilen (Sand)

6

Vorbehandlungstechnologien:

Thermische Vorbehandlung



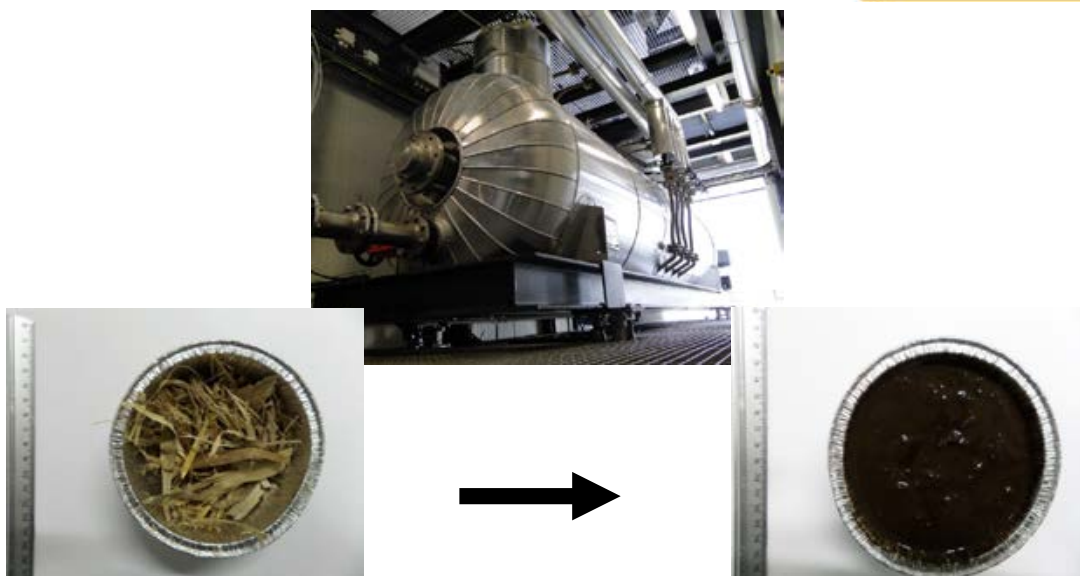
- Behandlung der Biomasse für eine definierte Zeit mit heißem Wasser unter hohem Druck
- Druck wird plötzlich abgebaut → Wasser verdampft schlagartig
- Thermochemischer und mechanischer Aufschluss der Biomasse (Steam Explosion)

Institut für Landtechnik - A. Bauer

7

Vorbehandlungstechnologien:

Thermische Vorbehandlung



Institut für Landtechnik - A. Bauer

Thermische Vorbehandlung - Steam Explosion:

Vor- und Nachteile



Aufschlusswirkung resultiert aus der Vergrößerung der Oberfläche sowie chemischen Prozessen

Vorteile

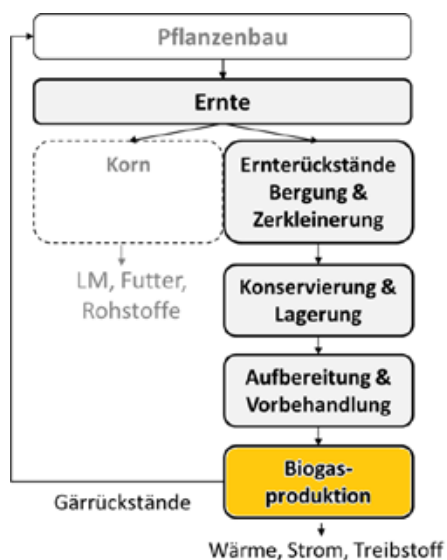
- Möglichkeit der Abwärmenutzung (BHKW)
- Potentiell sehr guter Aufschluss (Zerstörung von Cellulosefasern)
- Als Hygienisierung geeignet

Nachteile

- Zum Teil aufwendige Integration in die Anlage
- Eher große BGAs (> 1 MW)
- Anfallende Abwärme muss für den Prozess ausreichen (keine zusätzliche Feuerung)

Herausforderung für die technische Umsetzung und das Management

Fermentation



- Nutzung von agrarischen Reststoffen in einer Biogasanlage Bedarf einer Anpassung der bestehenden Technik
- Vorbehandlung führt zu verbesserten Abbaueigenschaften von Biomasse, im Speziellen von stark vorbehandelter Biomasse
- Problematik Durchmischung im Fermenter

Handlungsfelder für die Zukunft



- Auswahl Vorbehandlung:
 - Wirtschaftliche Aufbereitung der Einbringstoffe;
 - effektiver Abbau der Einbringstoffe in der Anlage;
 - Abgestimmt mit installierte Technik (Einbringsysteme, Pumpen, Rührwerke).
- Konsequente und effektive Vorbehandlung zwingend notwendig, um Probleme im Betrieb zu vermeiden.
- Die Vorbehandlung der Biomasse dient neben einer optimierten Abbaubarkeit im Fermenter vor allem auch einer Anpassung an die vorhandenen Technologien.
- Eine Anpassung und Optimierung der Technologien an den speziellen Bedarf der Aufbereitung von Einsatzstoffen für die Biogasherstellung ist teilweise noch ausständig.

11

Alexander Bauer

Institut für Landtechnik
Universität für Bodenkultur Wien

alexander.bauer@boku.ac.at



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige
Agrarsysteme

Projekt-Team:

Javier Lizasoain
Oksana Pavliska
Franz Theuretzbacher
Susanne Frühauf
Andreas Gronauer
Alexander Bauer

Verwertung von Körnermaisstroh-Silage in Biogasanlagen - Eine erste ökonomische Einschätzung

Martin Strobl

LfL, Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur

Hintergrund

In den Jahren 2014 und 2015 testeten Fleschhut und Thurner¹ an der LfL-Versuchsstation Grub acht Maisstroh-Ernteverfahren (vier Schwadtechniken und zwei Bergungstechniken) unter Praxisbedingungen auf insgesamt 64 Großparzellen in vierfacher Wiederholung. Durch die Erhebung verfahrenstechnischer Parameter liegen nun verlässliche Zahlen zu den anfallenden Strohmenngen und den Massenverlusten in der Verfahrenskette (vom Mähdrescher bis zum Fahrсило) vor. In weiteren Untersuchungen wurden die Qualitäten und Methanerträge von Maisstroh untersucht (Fleschhut und Eder²). Dem folgenden Kostenvergleich liegen damit ausschließlich die an der LfL erfassten Praxiszahlen zugrunde, mit zwei Ausnahmen: Die Lagerverluste wurden im Rahmen einer Experteneinschätzung bestimmt (siehe auch Tab. 1) und die im Praxisversuch fehlenden Kostenpositionen wurden durch Zahlen des Internet-Deckungsbeitragsrechners der LfL ergänzt (siehe auch <https://www.stmelf.bayern.de/idb/>). Auch versteht sich der Kostenvergleich lediglich als eine erste ökonomische Einschätzung. Die Wirkung der Maisnutzung (Ganzpflanze, Körner und Stroh) auf Humusbilanz, Fruchtfolge, Nährstoffbilanz und Erosion ist stets im Kontext des Einzelbetriebs zu betrachten und ökonomisch zu bewerten. Durch diese Nebeneffekte im einzelbetrieblichen Anbausystem können zusätzliche Vorteile (Gutschriften) oder Nachteile (Kosten) auftreten.

		Mais- Ganzpflanze	Mais- Stroh
<i>Ernte</i>			
Hektarertrag (Trockenmasse)	Tonne Trockenmasse je Hektar	17,28	
Korn-Stroh-Verhältnis		1,00	0,92
Ernteverluste	Prozent Trockenmasse	0	58,7

¹ Fleschhut, M. und Thurner, S. (2016): Ernte von Körnermaisstroh: Vergleich verschiedener Ernteverfahren. Maisstroh-Infotag am 20. Oktober 2016 an der LfL. Tagungsband. Grub

² Fleschhut, M. und Eder, J. (2016): Körnermaisstroh – ein Substrat mit überraschendem Potenzial: Erträge und Methanausbeuten. Maisstroh-Infotag am 20. Oktober 2016 an der LfL. Tagungsband. Grub

<i>Lagerung im Fahrsilo</i>				
Lagerverluste	Prozent Trockenmasse		6	8
<i>Verwertung in Biogasanlage (nach Lagerung/Lagerverluste)</i>				
Hektarertrag (Trockenmasse)	Tonne Trockenmasse je Hektar		16,24	3,72
Organischer Trockenmasseanteil	Prozent oTM		95	93
Methanertrag	Normliter Methan je kg oTM		337	295
„Hektar-Methanertrag“	Nm ³ Methan je Hektar		5.200	1.020
Elektrischer Nutzungsgrad der Methanverwertung durch KWK	Prozent		40	40
„Hektar-Stromertrag“	Kilowattstunden je Hektar		20.759	4.072

Tab. 1: Der Bewertung zugrundeliegende Versuchsdaten sowie weitere praxisnahe Annahmen (Auswahl)

Verfahrenskosten „Mais-Ganzpflanze“, „Mais-Körner“ und „Mais-Stroh“

Für die folgenden drei Verfahren wurden die Kosten bestimmt:

- **Mais-Ganzpflanze:** Ernte des siloreifen Maisbestands als Ganzpflanze mit dem Feldhäcksler, Lagerung im Fahrsilo als Monosilage und Verwertung der Silage in der Biogasanlage. Die Maissilage trägt alle anfallenden Kosten.
- **Mais-Körner:** Ernte des druschreifen Maisbestands zur Körnernutzung mit dem Mähdrescher und Verkauf der „feuchten“ Körner an ein Erfassungslager. Der Körnermais trägt alle anfallenden Kosten.
- **Mais-Stroh:** Bergung des Maistrohs mit einer Variante der vier untersuchten Schwadtechniken und einem Feldhäcksler, Lagerung im Fahrsilo als Monosilage und Verwertung der Silage in der Biogasanlage. Das Maisstroh selbst steht kostenfrei zur Verfügung, die Maisstrohsilage trägt lediglich die Kosten, die nach dem Mähdrescher anfallen.

Die Kosten der Ganzpflanzen- und Strohnutzung sowie der Gewinnbeitrag der Körnernutzung finden sich in Tab. 2 und verstehen sich ohne Pachtzins. Der Pachtzins würde die Kosten erhöhen und ggf. den Gewinnbeitrag verringern.

	Hektarertrag (Trockenmasse, nach Abzug der Lagerverluste)	„Hektar- Stromer- trag“	Vollkos- ten (ohne Pachtzins)	Gewinnbei- trag (ohne Pachtzins)
	t TM/Hektar	kWh _{el} /Hektar	Euro/Hektar	Cent/kWh _{el} Euro/Hektar
Mais-Ganzpflanze	16,24	20.759	1.823,54	8,78
Mais-Körner³	8,63	-	-	- 236,60
Mais-Stroh	3,72	4.072	311,93	7,66

Tab. 2: Verfahrenskosten „Mais-Ganzpflanze“, „Mais-Körner“ und „Mais-Stroh“

Mais als Ganzpflanze häckseln oder alternativ die Körner- und das Maisstroh nutzen?

Zur Beantwortung dieser Frage muss klar sein, in welcher Situation sich der Landwirt oder der Biogasanlagenbetreiber befindet. Dazu drei als Szenarien bezeichnete Beispiele (siehe auch Folien 4 und 5):

- Szenario 1: Der Maisbestand soll als Ganzpflanze gehäckselt, im Fahrsilo gelagert und danach in der Biogasanlage verwertet werden. Ohne Pachtzins ergeben sich Kosten „frei Eintrag“ in Höhe von 8,78 Cent je erzeugter Kilowattstunde. Bei einem Pachtzins von rund 300 Euro je Hektar übersteigen die Kosten 10 Cent, ab etwa 700 Euro je Hektar übersteigen die Kosten 12 Cent je Kilowattstunde.
- Szenario 2: Das Maisstroh wird geschwadet, gehäckselt, im Fahrsilo gelagert und in der Biogasanlage verwertet. Da alle Kosten bis einschließlich dem Mähdrescher vom Körnermais getragen werden, steht das Maisstroh als kostenfreier Reststoff zur Verfügung. Es fallen lediglich die Kosten der Strohbergung und -lagerung an. Die Kosten „frei Eintrag“ belaufen sich auf 7,66 Cent je erzeugter Kilowattstunde. Die Kosten sind unabhängig vom Pachtzins und bleiben auch bei steigendem Pachtpreisniveau konstant bei 7,66 Cent, obwohl die Körnermaiserzeugung ab einem Pachtpreisniveau von rund 240 Euro je Hektar einen negativen Gewinnbeitrag aufweisen würde.
- Szenario 3: Wie Szenario 2, jedoch wird der Gewinnbeitrag der Körnermaisnutzung an die Maisstrohnutzung weitergegeben. Gleiches gilt auch, falls die Körnermaisnutzung ab Pachtpreisen von rund 240 Euro je Hektar einen negativen Gewinnbeitrag (=Verlust) beisteuern würde. Damit wird die Maisstrohverwertung bis

³ Das bayerische Landesamt für Statistik schätzt für Bayern den durchschnittlichen Körnermais-Hektarertrag in den Jahren 2010 bis 2014 auf 10,03 Tonnen Frischmasse mit 14 % Erntefeuchte.

zu einem Pachtzins von rund 240 Euro je Hektar günstiger. Jedoch ab einem Pachtzins größer 240 Euro verteuert sich die Maisstrohsilage. Bei einem Pachtpreisniveau von gut 300 Euro je Hektar belaufen sich die Kosten der Maisstrohsilage „frei Eintrag“ auf rund 10 Cent je erzeugter Kilowattstunde, ab gut 400 Euro je Hektar auf rund 12 Cent je erzeugter Kilowattstunde. Aufgrund des deutlich niedrigeren Methanhektarertrags der Maisstrohsilage gegenüber der Ganzpflanzensilage steigen die Kosten des Maisstrohs bei steigendem Pachtzins auch deutlich schneller an als bei der Ganzpflanze.

Bei Verwertung der Ganzpflanze in der Biogasanlage reagieren die Kosten am geringsten auf ein steigendes Pachtpreisniveau. Sie bietet darüber hinaus den höchsten Hektar-Methanertrag. Aus beiden Gründen ist diese Ganzpflanzennutzung zu bevorzugen, insofern die Kosten im Vordergrund stehen und keine größeren Ausgleichsmaßnahmen (z.B. Kosten für Humuszufuhr oder Humusaufbau) notwendig sind.

Wird jedoch Körnermais zur Tierfütterung oder aus anderen Gründen angebaut, und steht das Maisstroh kostenfrei als Reststoff zur Verfügung, ist die Maisstroh-Verwertung in Biogasanlagen zum klassischen Silomais (aus der Ganzpflanze) konkurrenzfähig oder sogar günstiger. Allerdings wird hier unterstellt, dass die Biogasanlage ohne größere technische Veränderungen und Zusatzkosten die Maisstrohsilage einsetzen kann. Dies könnte besonders bei kleineren Massenanteilen der Maisstrohsilage im Substratmix der Fall sein.

Aus Sicht des reinen Biomasse-Erzeugers, welcher anhand des maximalen Gewinnbeitrags entscheidet, ob der Mais als Ganzpflanze vom Biogasanlagenbetreiber abgeholt oder zum Körner- und Maisstrohverkauf gedroschen wird, wird der Mais meist als Ganzpflanze verkauft werden. Denn nur bei überdurchschnittlichen Kornerträgen, bei überdurchschnittlichen Marktpreisen für Körnermais und einem niedrigen Pachtpreisniveau wird der Gewinnbeitrag aus Körnermais mit Maisstroh größer sein als bei Verkauf des Maises als Ganzpflanze. Allerdings muss der reine Biomasseerzeuger berücksichtigen, dass die Körner- und Maisstrohnutzung positive Effekte auf seine Humus- und Nährstoffbilanz im Betrieb haben, und die Abfuhr als Ganzpflanze Kosten für entsprechende Ausgleichsmaßnahmen nach sich ziehen könnte.

Fazit und Ausblick

Besonders bei höheren Pachtpreisniveaus ist die Nutzung der Ganzpflanze aus betriebswirtschaftlicher Sicht zu bevorzugen. Die Effekte auf Humus, Nährstoffe, Fruchtfolge und Erosion wurden in diesem Beitrag nicht bewertet.

In Fällen, bei denen das Maisstroh als klassischer Reststoff und eine zur Verwertung geeignete Biogasanlage zur Verfügung steht, ist das Maisstroh konkurrenzfähig und könnte dessen Nutzung an Bedeutung gewinnen. Obwohl knapp 60 Prozent der Stroh-Trockenmasse bei der Ernte auf dem Feld verbleiben, könnte ein Hektar Maisstroh den Anbau von gut 0,2 Hektar Ganzpflanzensilage ersetzen. Aber auch gerade weil knapp 60 Prozent der Stroh-Trockenmasse bei der Ernte auf dem Feld verbleiben, könnte

die Maisstrohnutzung als Alternativ zum Häckseln der Ganzpflanze aus einzelbetrieblicher Sicht interessant sein, um beispielsweise die betriebliche Humusbilanz zu verbessern.

Auch das Saftbindevermögen des Maisstrohs könnte in Zukunft eine Rolle spielen. Diese besonders bei Mischsilagen gewünschte Eigenschaft könnte die Lagerung von saftreichen Mischpartnern (beispielsweise der Zuckerrübe) im Fahrsilo erleichtern und deren Sickersaftanfall verringern. Jedoch besteht diesbezüglich noch Forschungsbedarf.



Wirtschaftlichkeit der Maisstrohnutzung - eine erste Einschätzung

Infotag "Körnermaisstroh als Biogassubstrat"
20. Oktober 2016 – 85586 Poing-Grub

Institut für Betriebswirtschaft
und Agrarstruktur

Martin Strobl
Menzinger Str. 54 - 80638 München
Tel. 089 17800 474 – Fax 089 17800 113
martin.strobl@LfL.bayern.de

Zugrundliegende Versuchsdaten sowie davon abgeleitete praxisnahe Annahmen

!! Für Details zu Biologie, Pflanzenbau und Verfahrenstechnik siehe bitte <https://www.lfl.bayern.de/ipz/mais/076707/>

		Ganzpflanzen- Maissilage	Maisstroh- Silage
Ernte			
Trockenmasse-Hektarertrag	[t TM/Hektar]	17,28	
Korn : Stroh-Verhältnis		1 : 0,92	
Ernteverluste	[% Trockenmasse]	0	58,7
Lagerung im Fahrсило			
Lagerverluste	[% Trockenmasse]	6	8
Verwertung in Biogasanlage (nach Lagerung/Lagerverluste)			
Hektarertrag Trockenmasse	[t TM/Hektar]	16,24	3,72
Organischer TM-Anteil	[% oTM]	95	93
Methanertrag	[NI CH ₄ /kg _{oTM}]	337	295
Hektar-"Methanertrag"	[Nm ³ CH ₄ /Hektar]	5.200	1.020
Hektar-"Stromertrag"	[kWh _{el} /Hektar]	20.759	4.072
Heizwert Methan: 9,97 kWh/Nm ³ , elektrischer Nutzungsgrad des Blockheizkraftwerks: 40%			

Wie sind die betriebswirtschaftlichen Rahmenbedingungen?

Aktuelle Situation

- Ø EEG-Vergütung der bayerischen Biogasanlagen in 2014 *: **> 20,0 Cent je eingespeister Kilowattstunde**

Langfristig = Bestandsanlagen wechseln ins EEG 2017

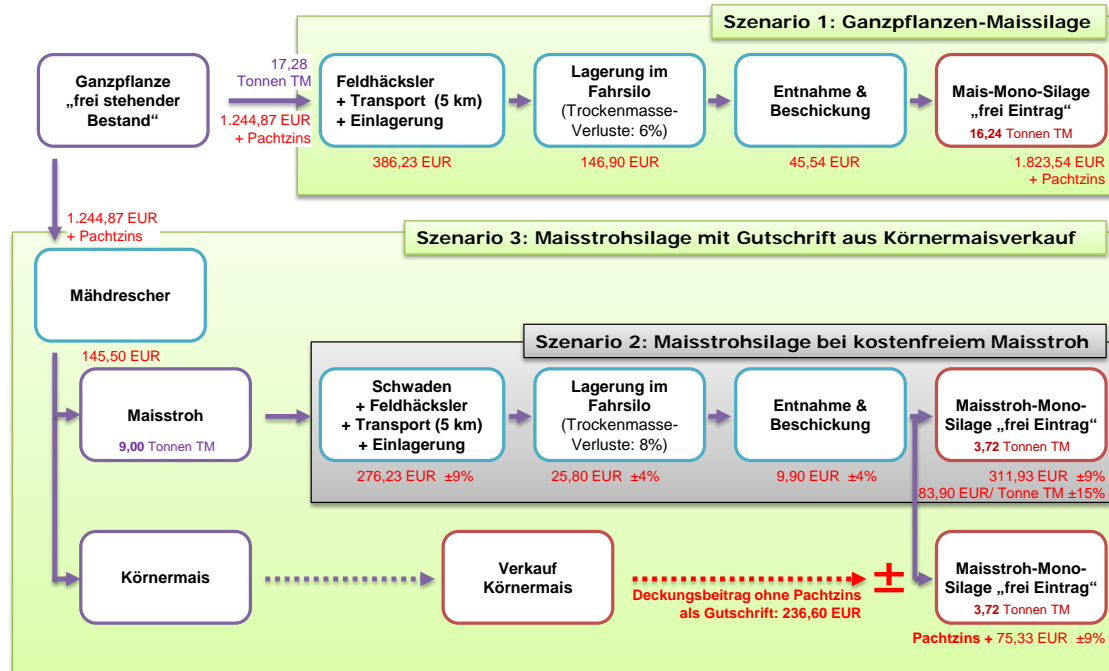
- Ø EEG-Vergütung nach EEG 2017 **: **<= 17,8 Cent je eingespeister Kilowattstunde**
- Mais- und Getreidedeckel § 39h EEG 2017** mit Zuschlag/Erstinbetriebnahme im Jahr.
 - ..2017 oder 2018: max. 50 Masseprozent
 - ..2019 oder 2020: max. 47 Masseprozent
 - ..2021 oder 2022: max. 44 Masseprozent
- „Als Mais „..“ sind Ganzpflanzen, Maiskorn-Spindel-Gemisch, Körnermais und Lieschkolbenschrot anzusehen.“ >> **Maisstroh ist explizit nicht erwähnt und scheint als Reststoff auch implizit nicht betroffen..**
- Die **Zielgröße** der Substratkosten „frei Eintrag“ könnte bei **rund 10 Cent je eingespeister Kilowattstunde** liegen, damit bei Maissilage.. ***
 - 39,9 Cent je Nm³ CH₄**
 - 116,9 Euro je Tonne Trockenmasse**
 - 38,58 Euro je Tonne Frischmasse**



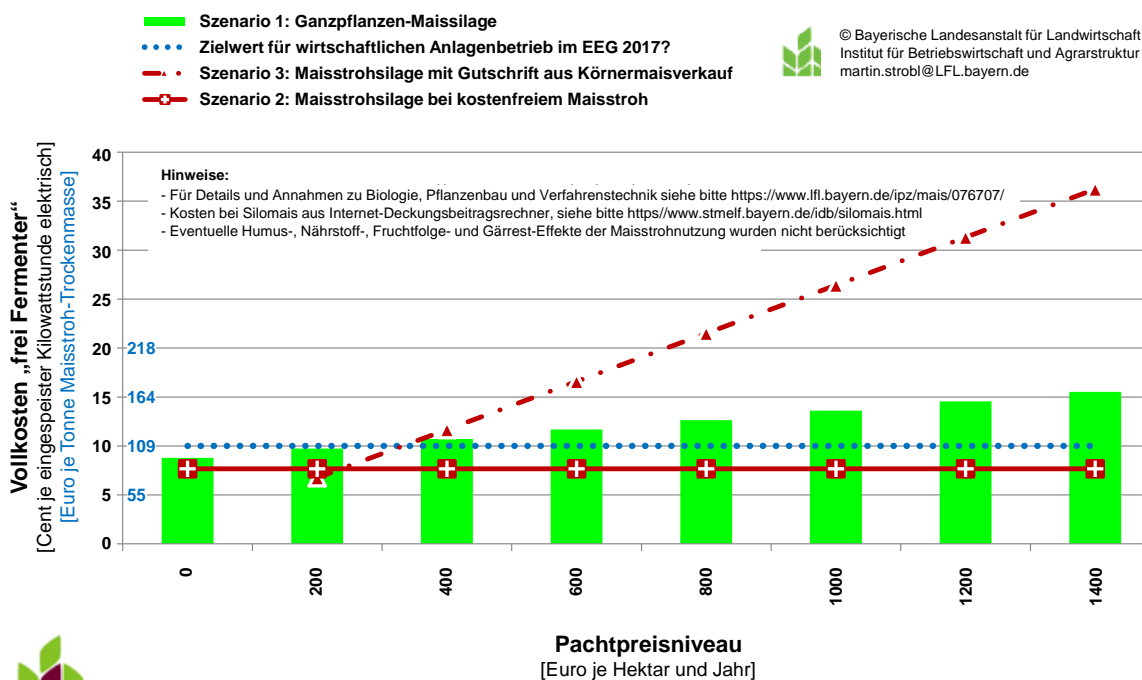
* Biogas-Betreiberdatenbank Bayern, eigene Auswertung
 ** für Bestandsanlagen bei Teilnahme am EEG 2017. Gesetzestext nach Bundesrat, Drucksache 355/16 vom 08.07.2016. Wert ergibt sich aus 16,9 Cent „Höchstgebot für Bestandsanlagen“ nach §39f EEG 2017 sowie 40 Euro je Kilowatt „Flexibilitätszuschlag“ nach §50a EEG 2017 bei 50% Einspeise-Flexibilität.
 *** Annahmen: elektrischer Nutzungsgrad = 40%; Biogasausbeute = 586 Normliter je Kilogramm org. Trockenmasse; Methananteil bei 52,2 Volumen-Prozent; Trockenmasseanteil bei 33 Prozent; organischer Trockenmasseanteil bei 95,8 Prozent

Welche Situation liegt bei Ihnen vor?

Hinweis: Alle Eurobeträge sind netto, gerundet, bezogen auf 1 Hektar und bei Maisstroh als Durchschnitt über alle Verfahren zu verstehen.



Welche Vollkosten „frei Eintrag“ ergeben sich für die drei Szenarien?



Vorläufige Einschätzung und Ausblick

- Vorausgesetzt der tatsächlichen Siliereignung des Maisstrohs mit Lagerverlusten bei rund 8 Prozent der Trockenmasse sowie einem geringen Masseanteil von Maisstrohsilage im Substratmix. Bei höheren Masseanteilen sind notwendige Zusatzinvestitionen und Mehrkosten im Anlagenbetrieb denkbar. (siehe bitte auch Vorträge von Dr. Alexander Bauer und Fritz Schwarz)
- Vorausgesetzt, die Humusbilanz, die Nährstoffbilanz und die Fruchtfolge lassen einen standortangepassten Maisanbau zu. Dies gilt jedoch für alle landwirtschaftlichen Kulturen. Besondere Maßnahmen zur Aufrechterhaltung von Nährstoff- und Humusbilanz wurden nicht ökonomisch bewertet.
- **Szenario 2: Steht das Maisstroh kostenfrei zur Verfügung, belaufen sich die Vollkosten der Maisstrohsilage „frei Eintrag“ auf rund 7,7 Cent je eingespeister Kilowattstunde elektrisch. Dieses Maisstroh ist wettbewerbsfähig und deutlich unter der Zielgröße von 10 Cent und fällt im EEG 2017 nicht unter den Maisdeckel.**
- **Szenario 3: Wird der Erlös aus der Körnermaisproduktion als Gutschrift dem Maisstroh zugerechnet, liegen die Vollkosten der Maisstrohsilage „frei Eintrag“ nur bei Pachtpreisniveaus bis jährlich 300 Euro je Hektar unter der Zielgröße von 10 Cent je eingespeister Kilowattstunde elektrisch. Bis zu einem Pachtpreisniveau von 400 Euro wäre die kombinierte Körnermais- und Maisstrohnutzung der alternativen Ganzpflanzennutzung vorzuziehen.**
- **Ausblick: Aufgrund eines möglichen „Saftbindevermögens“ der Maisstrohsilage und denkbarer Synergieeffekte im Silierprozess wären Untersuchungen zu Misch-Silagen insbesondere mit Zuckerrüben interessant.**

Bericht aus der Praxis: Nutzung von Körnermaisstroh in der Biogasanlage

Fritz Schwarz

Biogasanlagenbetreiber, Margarethen, Österreich

Die Biogasanlage Margarethen am Moos wurde im Jahr 2005/2006 von Landwirten errichtet und in Betrieb genommen. 2011 übernahm die MethaPOWER Biogas GmbH - unter Beteiligung der Landwirte – die Anlage und gründete die „EVM - Energie Versorgung Margarethen am Moos GmbH“. Durch umfangreiche Modernisierungs- und Erweiterungsmaßnahmen der Anlage, konnte die Kapazität der Bestandsanlage auf rund drei MWel erweitert werden. Die Anlage verarbeitet rund 1.100m³ Rohbiogas pro Stunde, davon werden 800 m³ zu hochwertigem Biomethan aufbereitet und ca. 400 m³/h Biomethan in das öffentliche EVN- Erdgasnetz eingespeist. Bereits 2007 wurde zudem Österreichs erste Biomethan-Tankstelle mit Membran-Technologie errichtet und in Betrieb genommen. Neben der Erzeugung von Strom und Kraftstoff werden ca. 150 Haushalte über ein Fernnetz mit Wärme versorgt.

Substratmanagement und Aufbereitung

Bereits seit 2009 wurde intensiv nach Alternativen zu Mais und dem Ersatz von lebensmittelnahen und teuren Rohstoffen gesucht. Heute werden in der Biogasanlage Margarethen ausschließlich Agrarnebenprodukte und tierische Abfälle (Pferdemist, Maisstroh, Getreideausputz, Gemüsereste) verwendet. Voraussetzung einer effektiven Gasausbeute bei diesen Materialien ist allerdings eine geeignete Aufschlusstechnik. Diese soll nicht nur zerkleinern, sondern durch den Aufpralleffekt einen tatsächlichen Zellaufschluss bewirken, um damit eine optimierte Fermentation zu ermöglichen. Zur Aufbereitung wird ein *POWER-CONVERTER* verwendet. Die Einsatzstoffe werden durch rotierende Schlagplatten und die Eigendynamik des Materials aufgeschlossen, womit ein niederer Verschleiß und Energieverbrauch erreicht und trotzdem eine hohe Gasausbeute wirtschaftlich erzielt werden kann.

Einsatz von Maisstroh

In der Biogasanlage wird Maisstroh von ca. 500 ha verwertet. Der Strohertrag je ha liegt bei ca. 7-8 t Trockenmasse. Der Anteil am Substratmix beläuft sich auf etwa 15-20 %. Die Ernte erfolgte bisher mit einem 8-reihigen Geringhoff-Pflücker (mit Strohsammler). Damit konnte das Maisstroh sehr sauber geerntet werden (wenig Erdanhang), allerdings war damit die Erntefläche begrenzt (es konnte nur ein Mähdrescher fahren). Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen wird deshalb künftig mit einem BioChipper geerntet. Für die Stroh-

bergung wird ein Ladewagen eingesetzt. Nach der Ernte wird das Maisstroh ähnlich wie Silomais im Silo verdichtet und später entnommen. Die TS-Gehalte liegen bei ca. 70 - 85 % nach der Ernte, weshalb das Maisstroh nicht vergärt, sondern lediglich durch Verdichten konserviert wird. 2016 wird das Maisstroh schichtweise im Silo eingebracht. Vorsicht, Maisstroh ist sehr trocken – BRANDGEFAHR (Endzündung am Auspuff).



Energieversorgung Margarethen am Moos GmbH

Österreichs größte nawaro Biogasanlage

Input:

- Pferdemist
- Maisstroh
- Getreideausputz
- Gemüsereste

Output:

- Strom 1,125 MW
- Wärme Fernwärme + Glashaus
- Biomethaneinspeisung 400m³h
- Biogastankstelle
- Co² Verwertung im Glashaus

Ernte

Maisstroh Ernte 2016:

ca. 500ha Maisstroh

8t TM/ha

Erntegeräte:

Geringhof Maispflücker

mit Maisstrohsammler 8 Reihen

Pöttinger Ladewagen Jumbo 10000





Verdichten im Fahrsilo:

- Wird wie Maissilage im Silo verdichtet
- Achtung sehr trocken
- Brandgefahr

Entnahme:

- wie Maissilage

ALLES AUS EINER HAND.



ERNTE



DOSIERUNG



AUFBEREITUNG

**NUTZEN SIE
IHRE FELDRESTE!**

BIOG GMBH | WEILBOLDEN 18 | A-4972 UTZENAICH
ÖSTERREICH | +43 (7751) 50149-0 | OFFICE@BIOG.AT
WWW.BIOG-BIOGAS.AT



STROHMAX 5000

Strohmax 5000 by BioMaRo

Arbeitsbreite: 5.000 mm

Gewicht: ca. 3.000 Kg

Sternsieb 3mm (Auf Wunsch andere Siebmaße)

Pendelrahmen für verschiedene Maschinen verfügbar

Optionen:

- Automatische Höhenführung
- Schmutz / Ascheanteilsensor (In Vorbereitung)
- Laufräder Schwenk- und Drehbar
- Andere Arbeitsbreiten auf Wunsch möglich



Hydraulisch verstellbare Dichtlippen (Arbeitshöhe) Verstellung des Sogeffektes bis zu 95% Ernte möglichkeit

Wussten sie beispielsweise, dass im Maisstroh über 400 cbm Biogas sind?

Wussten Sie das Maisstroh einen Brennwert von ca. 18 Joule hat, was nur unbedeutend weniger wie Holz ist?

Wussten sie, das sich Maisstroh zur Fütterung von bsp. Jungvieh einsetzen lässt?

Nicht ? Skeptisch ?

Besuchen sie unsere Webseite, und schauen sie sich weitere Analysen an.

Mit dem Strohmax 5000 bieten wir Ihnen viele Vorteile, unter anderem:

- Ein Lohnunternehmer lasstet seinen Fuhrpark deutlich mehr aus.
- Lange Transportwege werden reduziert, da bis dato nicht verfügbare Flächen genutzt werden.
- Besonders effektiv, beispielsweise als Rohfasertierant für Ihre Biogasanlage
- Pfluglose Feldbestellung wird ermöglicht
- Fütterung mit weiteren Komponenten beispielsweise an Jungtieren
- Nach Trocknung pelletierbar , beispielsweise als Brennmaterial
- Bekämpfung des Maiszünsler

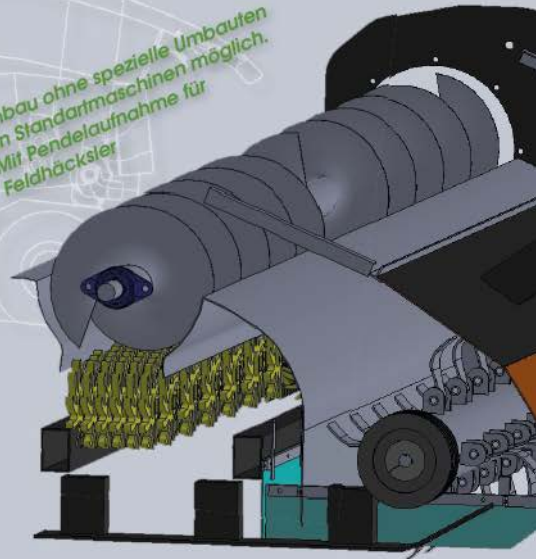


Mit unserem **Strohmax 5000** präsentieren wir Ihnen eine Maschine die ihresgleichen vergeblich sucht.

Mit dem Strohmax ermöglichen wir Ihnen die saubere Aufnahme von Maisstroh und anderen Materialien die bis Dato häufig nicht genutzt wurden. Die Maisflächen für Futtergewinnung und für die stark ansteigende Anzahl von Biogasanlagen haben in den letzten Jahren enorm zugenommen. Durch die Konkurrenzsituation um die Ackerflächen und die damit verbundenen explodierenden Pachtpreise kommt es auch innerhalb der Landwirtschaft in manchen Regionen zu Spannungen, vor allem für Vollerwerbsbetriebe mit einem hohen Pachtflächenanteil wird langsam die Ackerfläche knapp.

Durch den Einsatz unserer Maschine werden völlig neue Sichtweisen aufgetan. Nicht nur die bislang nicht gekannte Doppelnutzung der Körnermaispflanzen entspannt die Lage, sondern auch die Tatsache, dass nun bis dato nicht beachtete Flächen zur Rohstoffgewinnung zur Verfügung stehen.

Anbau ohne spezielle Umbauten an Standardmaschinen möglich. Mit Pendelaufnahme für Feldhäcksler



www.biomaro.de

C.A.R.M.E.N. e.V.

C.A.R.M.E.N. e.V., das Centrale Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk, ist seit seiner Gründung 1992 die Koordinierungsstelle für Nachwachsende Rohstoffe in Bayern und seit 2001 eine der drei tragenden Säulen des Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe mit Sitz in Straubing. Seit 2012 unterstützt C.A.R.M.E.N. zudem aktiv die Umsetzung der Ziele der Energiewende im ländlichen Raum.



C.A.R.M.E.N. e.V. ist der Knoten im Netzwerk für Nachwachsende Rohstoffe, Erneuerbare Energien und nachhaltige Ressourcennutzung, getragen vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie und 76 Mitgliedern, die durch ihre Unterstützung unsere Arbeit möglich machen.

Was wir tun:

C.A.R.M.E.N. e.V.

- ist Ansprechpartner zur stofflichen und energetischen Biomassennutzung
- unterstützt die Entwicklung der Windenergie, Solarenergie, Geothermie sowie die Energie- und Ressourceneinsparung im ländlichen Raum
- sammelt Informationen, wertet sie aus und macht die Erkenntnisse zugänglich
- initiiert und koordiniert Forschungs-, Entwicklungs- sowie Demonstrationsvorhaben
- unterstützt die Forschungs-, Umwelt- sowie Agrar- und Wirtschaftspolitik auf Landes- und Bundesebene durch Analysen
- arbeitet in allen wichtigen Verbänden und Gremien mit

Neutrale und fundierte Hilfe

- Gutachten für Behörden, Institutionen und Unternehmen
- Beurteilung von Förderprojekten des bayerischen Gesamtkonzepts Nachwachsende Rohstoffe
- Screenings zu den Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energien für Kommunen
- Betriebsanalyse und Optimierung von Biomasseanlagen
- Qualitätsmanagement bei Planung und Bau von Holzheizwerken
- Expertisen zu verschiedenen Fragen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG)
- Finanzierungsgutachten für Kreditinstitute

Aktuelle und umfassende Information

- mehr als 30 Fachgespräche, Seminare, Foren und Symposien pro Jahr
- Pressemitteilungen, Tagungsbände, Jahrbücher und Fachschriften
- Schulungen und Fachvorträge
- Wanderausstellung und Messebeteiligungen
- kostenfreie, neutrale Beratung aller Interessensgruppen
- umfangreiche Website mit Informationen, Branchenverzeichnissen, Preisindizes

Leitthemen am 16. und 17. November

- » EEG 2017 – Zukunft von Biogas
- » Anlagensicherheit
- » Wasserrecht und Genehmigung, DUV, AwSV
- » Gärproduktaufbereitung
- » Biogas worldwide: u.a. Biowaste, Safety, Best Practice (in engl. Sprache)

Exklusive Workshops für Mitglieder:

- » EEG 2017/2014
- » Hygienische Leistung anaerober Vergärung
- » Flexibilisierung
- » Biogas und Tierhaltung
- » Emissionen

Offene Workshops:

- » Bio2020plus: Perspektiven für Bestands- und Neuanlagen
- » Biogas Basics (in engl. Sprache)



BIOGAS convention

Plenarvorträge, Workshops, Best Practice, Best Practice, Lehrfahrt und große Abendveranstaltung

15. – 18. November 2016

Tagungsbereich Halle 2, Messegelände Hannover



Große Biogas Fachausstellung in der EnergyDecentral,
Internationale Fachmesse für innovative Energieversorgung

Aktuelle Informationen und Anmeldung: www.biogas-convention.com

Großes Plenum
zum EEG 2017
Mittwoch,
16. November



GERINGHOFF

Einfach besser ernten.



135 Jahre Ernte Know-how

Profitieren Sie von...

- * optimaler Pflück- und Häckselqualität
- * überzeugenden Ernteergebnissen
- * herausragender Antriebstechnologie
- * geringem Wartungsaufwand
- * effektiver Schädlingsbekämpfung
- * innovativen Erntelösungen

Tel.: +49 (0) 2382-9814-0
info@geringhoff.de
www.geringhoff.de

 facebook.com/geringhoff
 youtube.com/geringhofftv



Für mich gibt es zu hochwertigem,
sauberem Grundfutter keine Alternative.

**KUHN, das
ist meine Stärke!**

© 2013 KUHN - 0802-FO-EL-DE - Fotos: Walter Mauel - D. Rousselet



Die Ernte von hochwertigem Futter erfordert leistungsfähige, zuverlässige Maschinen und Geräte, mit technischen Innovationen, die konsequent auf Futterqualität ausgerichtet sind – Investitionen, die sich schnell amortisieren und Ihnen Sicherheit geben. Genau das bietet Ihnen der weltweit führende Futtererntespezialist KUHN mit seinem großen Programm an Mähwerken, Kreiselheuern, Schwadern, Ballenpressen und Wickelgeräten, die in den Grünlandbetrieben als beste Referenzen gelten. Wenn Sie wissen möchten, wie Sie mit den Produkten und Dienstleistungen von KUHN Ihre Rentabilität verbessern können, wenden Sie sich bitte an Ihren autorisierten KUHN-Vertriebspartner.

www.kuhn.de

Pflanzenbau | Tierhaltung | Landschaftspflege
be strong, be **KUHN**

