



Bayerische Landesanstalt für
Landwirtschaft 

Verfahren und Technik zur Zerkleinerung von Maisstroh und Stoppeln

Dr. Markus Demmel, Hans Kirchmeier
Institut für Landtechnik und Tierhaltung



Herausforderung – Schnelle und gleichmäßige Umsetzung

Grundsätzlich analog der Ernterückstände von Getreide und Raps

- Gleichmäßige Verteilung auf der Fläche
- Intensive Zerkleinerung und mechanisches Aufschließen des Materials

Spezifisch für (Körner)Mais:

- Gesamtmengen deutlich größer – bis über 170 dt/ha TM Körnermaisstroh
- Großteil des Materials gleichmäßig verteilt (Maispflücker, Schneidwerk)
- Zerkleinerung des Materials deutlich schwieriger
- Bedingungen bei der Zerkleinerung ungünstiger (Material- und Bodenfeuchte)
- Zeit und Verhältnisse für schnelle Umsetzung deutlich ungünstiger
- Infektionspotential für Pilzkrankheiten sehr hoch (Ährenfusariosen)
- Rückzugsmöglichkeit bzw. Überwinterungsplatz für Schädlinge

**Welche verfahrenstechnische Maßnahmen können diese
Herausforderungen am sichersten bewältigen?**

Stand der Technik – Ernterückstände Silomais



Quelle: Krone



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Stand der Technik – Ernterückstände Silomais



Quelle: www.traktor-power.de



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Stand der Technik – Ernterückstände Körnermais



Quelle: Claas



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Stand der Technik – Ernterückstände Körnermais



02.10.2004
 Maisstroh +
 Stoppel
 420 dt/ha
 FM
 170 dt/ha
 TM

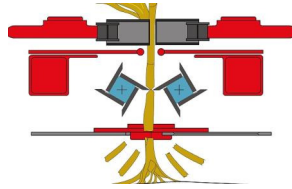


Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Stand der Technik – Ernterückstände Körnermais



Quelle: Geringhoff



Standard: Unterbauhäcksler unterschiedlicher Bauart an Maispflückern



Quelle: Spearhead



Zusätzlich: Schlegelhäcksler oder Rotor-/Sichelmäher

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Stand der Technik – Schlegelhäcksler mit horizontaler Welle



Quellen: Dücker, MÜthing, Spearhead



Tier und Technik



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Stand der Technik – Schlegelhäcksler Werkzeuge



Unterschiede:
Werkzeugform, Werkzeuganordnung,
Rotordurchmesser, Werkzeuggeschwindigkeit, ...

Quellen: Müthing,
Dücker, Spearhead



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Stand der Technik – Rotor-/ Sichelmäher



Freier Schnitt, eventuell in 2 Ebenen
oder mit Gegenschneide

Quellen: Spearhead, Schulte



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Stand der Wissens – Ernterückstände Silomais

Diskussionsvorschlag Krone 2007

Geteiltes Verfahren „schlagkräftige Maisstoppelzerkleinerung“, begrünte Fahrgassen, „Controlled Traffic Harvesting“, 12 reihig – 9 m AB,






Quelle: Krone

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Stand der Wissens – Ernterückstände Körnermais

Systemvergleich von Unterbauhäckslern an Maispflückern

Handler, Nadlinger und Paar, DER FORTSCHRITTLICHE LANDWIRT 10/2005

Alle Angaben beziehen sich auf 6-reihige Pflücker	Mais Star*	Rota-Disc*	Horizon Star®
			
Leerlaufleistung	13,9 kW	13,6 kW	16,3 kW
Mittlerer Leistungsbedarf	60,3 kW	43,9 kW	53,8 kW
Anteil gespaltener Stängel	68 %	96 %	90 %
Anteil der Stängel ≤ 20 cm	62 %	9 %	93 %
Anteil der Stängel > 30 cm	18 %	2 %	1 %
Verteilung des Häckselgutes	gleichmäßig	ungleichmäßig	gleichmäßig
Listenpreis inkl .MwSt.	€ 45.180,-	€ 50.328,-	€ 55.044,-






Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Stand der Wissens – Ernterückstände Körnermais

Systemvergleich von Unterbauhäckslern an Maispflückern

Handler, Nadlinger und Paar, DER FORTSCHRITTLICHE LANDWIRT 10/2005

Alle Angaben beziehen sich auf 6-reihige Pflücker	Mais Star*	Rota-Disc*	Horizon Star®
			
Leerlaufleistung	13,9 kW	13,6 kW	16,3 kW
Mittlerer Leistungsbedarf	60,3 kW	43,9 kW	53,8 kW
Anteil gespaltener Stängel	68 %	96 %	90 %
Anteil der Stängel ≤ 20 cm	62 %	9 %	93 %
Anteil der Stängel > 30 cm	18 %	2 %	1 %
Verteilung des Häckselgutes	gleichmäßig	ungleichmäßig	gleichmäßig
Listenpreis inkl .MwSt.	€ 45.180,-	€ 50.328,-	€ 55.044,-



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Stand der Wissens – Ernterückstände Körnermais

Vergleich unterschiedlicher Werkzeuge am Schlägelhäcksler beim Zerkleinern von Körnermaisstroh

Roy Latsch und Joachim Sauter, AGROSCOPE SWISS, Informationstagung Landtechnik, 13./14. Oktober 2009 (Vortragsfolien im Internet)

Mulchgerät eines Herstellers (KUNN BPR 280) mit Hammerschlägel (1085 g) Y-Messer (945 g)

Kennwerte / Messwerte	Hammerschlägel	Y-Messer
Gewicht	1085 g	945 g
Leerlaufleistungsbedarf 1960 min ⁻¹	3,6 kW/m AB	1,7 kW/mAB
Leistungsbedarf Maisstroh (90 dt TS/ha) bei Durchsatz 86 dt TS/h (4 km/h)	12,5 kW/mAB	4,0 kW/mAB
Anteil zwischen 0-15 cm verletzter Maisstängel	52%	38%
Fusariuminfektion in folgenden Winterweizen (1 Standort, 1 Jahr)	Kein Unterschied zwischen den Werkzeugformen feststellbar	



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Stand der Wissens – Ernterückstände Körnermais



LfL
Tier und Technik



LfL-Information

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Forschungsvorhaben LfL - Fragestellung

„Kann durch eine intensive Strohzerkleinerung die Rotte des Maisstrohs (Körnermais) so gefördert werden, dass bei einem Verzicht auf die wendende Bodenbearbeitung (Erosionsschutzgründe) der Befall des Weizens mit Fusarium so gering ist, dass eine Überschreitung der Grenzwerte (DON) nicht zu befürchten ist?“

Gefördert von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)

Laufzeit: 2004-2007 (3 Jahre)

Kooperation: LfL – IPZ 2c Dr. G. Zimmermann, Dr. L. Hartl, K. Fink
LfL – AQU 2 Dr. J. Lepschy
LfL – IAB 1c J. Kreitmayr

Material und Methode

Dreijähriger Feldversuch an zwei Körnermais-Standorten im Raum Mühldorf am Inn (Südostbayern)

3 Varianten der Maisstrohzerkleinerung:

- 1 Intensiv-Anbau-Häcksler / Mulchgerät am Mähdrescher (integriert)
- 2 Standard-Unterbau-Häcksler + Schlegel-Mulchgerät am Traktor (extra)
- 3 Standard-Unterbau-Häcksler (solo)

3 Varianten der Bestellverfahren:

- 1 Konventionell: Pflug + Kreiseleggen-Drillmaschinen-Kombination
- 2 Mulchsaat intensiv: Kurz-Scheibenegge + Grubber + Kreiseleggen-Drillmaschinen-Kombination
- 3 Mulchsaat extensiv: Kurz-Scheibenegge + Mulchsägerät / „Universaldrillmaschine“

Versuchsaufbau



- Großparzellenversuch (Block-Spalt-Anlage) mit 3 x 3 Varianten (Strohzerkleinerung und Bodenbearbeitung) (2 Standorte / 9 unechte Wiederholungen)
- Ermittlung umfangreicher Parameter: Strohzerkleinerung, Strohbedeckung, Feldaufgang, Weizenentwicklung, Ertrag, Fusariumbefall und DON-Gehalt

Intensiv-Anbau-Häcksler am Maispflücker (integriert)



Technische Entwicklung

Lohnunternehmer Rudolf Westermeier
(Seit 9 Jahren Körnermaisdrusch mit integrierten Schlegel-Häckslern, über 1000 ha Körnermais bislang)

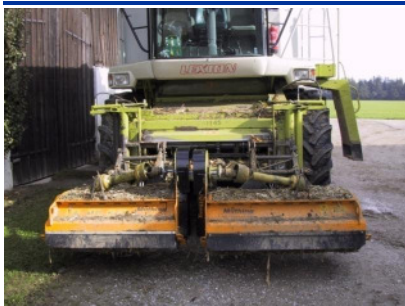
Mähdrescher

- Claas Lexion 450 (270 PS)
- Pflücker Olimac Drago 6 reihig, starr
- 3 am Mähdrescher angebaute Schlegel-Häcksler
- 27 €/ha Aufpreis für integriertes Zerkleinern



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Intensiv-Anbau-Häcksler am Maispflücker (integriert)



Hinter der Hinterachse

- 2 mittlere Reihen + Überlappung
- 2,4 m Mulchgerät mit Y Messer
- Antrieb über Strohhäcksler

Vor der Vorderachse

- je 2 Reihen links und rechts vor den Rädern
- 2 Mulchgeräte mit Y Messer (1,2 bzw. 1,4m)
- Antrieb über Schrägförderer



Vorteile:

- + nahezu kein niedergefahrenes Stroh bzw. umgedrückte Stoppeln
- + ideal bei ungünstigen Schlagformen oder viel Vorgewende
- + Maisdrusch und intensives Zerkleinern in einem Arbeitsgang



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Ergebnisse Zerkleinerung Maisstroh 2004-2006

Sieblängenverteilung (Länge Maisstroh)	Holzen			Mössling		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Maisstrohertrag TM	102 dt/ha	63 dt/ha	96 dt/ha	172 dt/ha	120 dt/ha	105 dt ha
Schlegel- Häcksler integriert	< 4,5 cm	60%	70%	58%	70%	66%
	> 4,5 cm	40%	30%	42%	30%	34%
	> 20 cm	10%	6%	6%	3%	6%
Schlegel- Häcksler extra	< 4,5 cm	63%	87%	68%	59%	49%
	> 4,5 cm	37%	13%	42%	41%	51%
	> 20 cm	5%	7%	11%	7%	16%
ohne zusätzl. Häcksler	< 4,5 cm	41%	32%	28%	31%	38%
	> 4,5 cm	59%	68%	72%	69%	62%
	> 20 cm	29%	39%	44%	40%	38%

Ohne zusätzlichen Einsatz eines
Schlegelhäckslers
⇒ sehr grobes Material
2/3 größer 4,5 cm, 1/3 > 20 cm Länge



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Ergebnisse Zerkleinerung Maisstroh 2004-2006

Sieblängenverteilung (Länge Maisstroh)	Holzen			Mössling		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Maisstrohertrag TM	102 dt/ha	63 dt/ha	96 dt/ha	172 dt/ha	120 dt/ha	105 dt ha
Schlegel- Häcksler integriert	< 4,5 cm	60%	70%	58%	70%	66%
	> 4,5 cm	40%	30%	42%	30%	34%
	> 20 cm	10%	6%	6%	3%	6%
Schlegel- Häcksler extra	< 4,5 cm	63%	87%	68%	59%	49%
	> 4,5 cm	37%	13%	42%	41%	51%
	> 20 cm	5%	7%	11%	7%	16%
ohne zusätzl. Häcksler	< 4,5 cm	41%	32%	28%	31%	38%
	> 4,5 cm	59%	68%	72%	69%	62%
	> 20 cm	29%	39%	44%	40%	38%

Zusätzliche Zerkleinerungsmaßnahme reduziert
Materialanteil > 4,5 cm deutlich
→ zumeist mehr als 2/3 kleiner 4,5 cm,
weniger als 10% > 20 cm



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Ergebnisse Zerkleinerung Maisstroh 2004-2006

Sieblängenverteilung (Länge Maisstroh)		Holzen			Mössling		
		2004	2005	2006	2004	2005	2006
Maisstrohertrag TM		102 dt/ha	63 dt/ha	96 dt/ha	172 dt/ha	120 dt/ha	105 dt ha
Schlegel- Häcksler integriert	< 4,5 cm	60%	70%	58%	70%	75%	66%
	> 4,5 cm	40%	30%	42%	30%	25%	34%
	> 20 cm	10%	6%	6%	3%	3%	6%
Schlegel- Häcksler extra	< 4,5 cm	63%	87%	68%	59%	79%	49%
	> 4,5 cm	37%	13%	42%	41%	21%	51%
	> 20 cm	5%	7%	11%	7%	6%	16%
ohne zusätzl. Häcksler	< 4,5 cm	41%	32%	28%	31%	38%	38%
	> 4,5 cm	59%	68%	72%	69%	62%	62%
	> 20 cm	29%	39%	44%	40%	37%	38%

Ernte 2005 – fabrikneuer Anbau-Schlegelhäcksler
(Y-Messer)
bei Variante Schlegelhäcksler extra.
⇒ Zustand Arbeitswerkzeuge hat großen Einfluss



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Ergebnisse Bodenbedeckungsgrade mit Maisstroh 2005/2006/2007

Varianten		Bodenbedeckungsgrad mit Maisstroh [%]*					
		Holzen			Lochheim / Mössling		
		2004	2005	2006	2004	2005	2006
Maisstrohertrag TM		102 dt/ha	63 dt/ha	96 dt/ha	172 dt/ha	120 dt/ha	105 dt/ha
Mulcher integriert	Pflug	1	0	0	1	1	0
	Mulchsaat intensiv	38	16	7	40	36	10
	Mulchsaat extensiv	32	19	10	38	37	40
Mulcher extra	Pflug	1	0	0	0	0	0
	Mulchsaat intensiv	36	16	4	40	30	17
	Mulchsaat extensiv	34	13	8	61	26	35
Mulcher ohne	Pflug	1	1	0	2	2	1
	Mulchsaat intensiv	40	23	11	52	45	21
	Mulchsaat extensiv	38	25	22	63	56	46


* Bodenbedeckungsgrad zu Beginn der Vegetationsperiode im Frühjahr



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Ergebnisse Bodenbedeckungsgrade mit Maisstroh 2005/2006/2007							
Varianten		Bodenbedeckungsgrad mit Maisstroh [%]*					
		Holzen			Lochheim / Mössling		
		2004	2005	2006	2004	2005	2006
Maisstrohertrag TM		102 dt/ha	63 dt/ha	96 dt/ha	172 dt/ha	120 dt/ha	105 dt/ha
Mulcher integriert	Pflug	1	0	0	1	1	0
	Mulchsaat intensiv	38	16	7	40	36	10
	Mulchsaat extensiv	32	19	10	38	37	40
Mulcher extra	Pflug	1	0	0	0	0	0
	Mulchsaat intensiv	36	16	4	40	30	17
	Mulchsaat extensiv	34	13	8	61	26	35
Mulcher ohne	Pflug	1	1	0	2	2	1
	Mulchsaat intensiv	40	23	11	52	45	21
	Mulchsaat extensiv	38	25	22	63	56	46


* Bodenbedeckungsgrad zu Beginn der Vegetationsperiode im Frühjahr

 **LFL**
Tier und Technik

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Ergebnisse Bodenbedeckungsgrade mit Maisstroh 2005/2006/2007							
Varianten		Bodenbedeckungsgrad mit Maisstroh [%]*					
		Holzen			Lochheim / Mössling		
		2004	2005	2006	2004	2005	2006
Maisstrohertrag TM		102 dt/ha	63 dt/ha	96 dt/ha	172 dt/ha	120 dt/ha	105 dt/ha
Mulcher integriert	Pflug	1	0	0	1	1	0
	Mulchsaat intensiv	38	16	7	40	36	10
	Mulchsaat extensiv	32	19	10	38	37	40
Mulcher extra	Pflug	1	0	0	0	0	0
	Mulchsaat intensiv	36	16	4	40	30	17
	Mulchsaat extensiv	34	13	8	61	26	35
Mulcher ohne	Pflug	1	1	0	2	2	1
	Mulchsaat intensiv	40	23	11	52	45	21
	Mulchsaat extensiv	38	25	22	63	56	46

* Bodenbedeckungsgrad zu Beginn der Vegetationsperiode im Frühjahr

 **LFL**
Tier und Technik

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Ergebnisse Bodenbedeckungsgrade mit Maisstroh 2005/2006/2007

Varianten		Bodenbedeckungsgrad mit Maisstroh [%]					
		Holzen			Lochheim / Mössling		
		2004	2005	2006	2004	2005	2006
Maisstrohertrag TM		102 dt/ha	63 dt/ha	96 dt/ha	172 dt/ha	120 dt/ha	105 dt/ha
Mulcher integriert	Pflug	1	0	0	1	1	0
	Mulchsaat intensiv	38	16	7	40	36	10
	Mulchsaat extensiv	32	19	10	38	37	40
Mulcher extra	Pflug	1	0	0	0	0	0
	Mulchsaat intensiv	36	16	4	40	30	17
	Mulchsaat extensiv	34	13	8	61	26	35
Mulcher ohne	Pflug	1	1	0	2	2	1
	Mulchsaat intensiv	40	23	11	52	45	21
	Mulchsaat extensiv	38	25	22	63	56	46



Herbst 2006 – sehr günstige Bedingungen

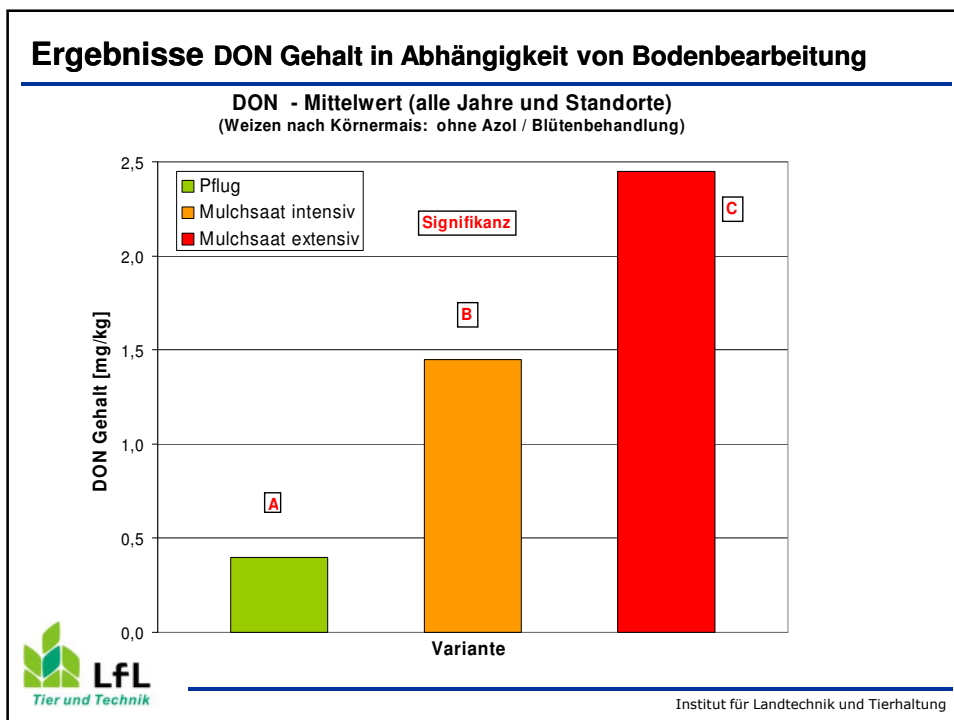
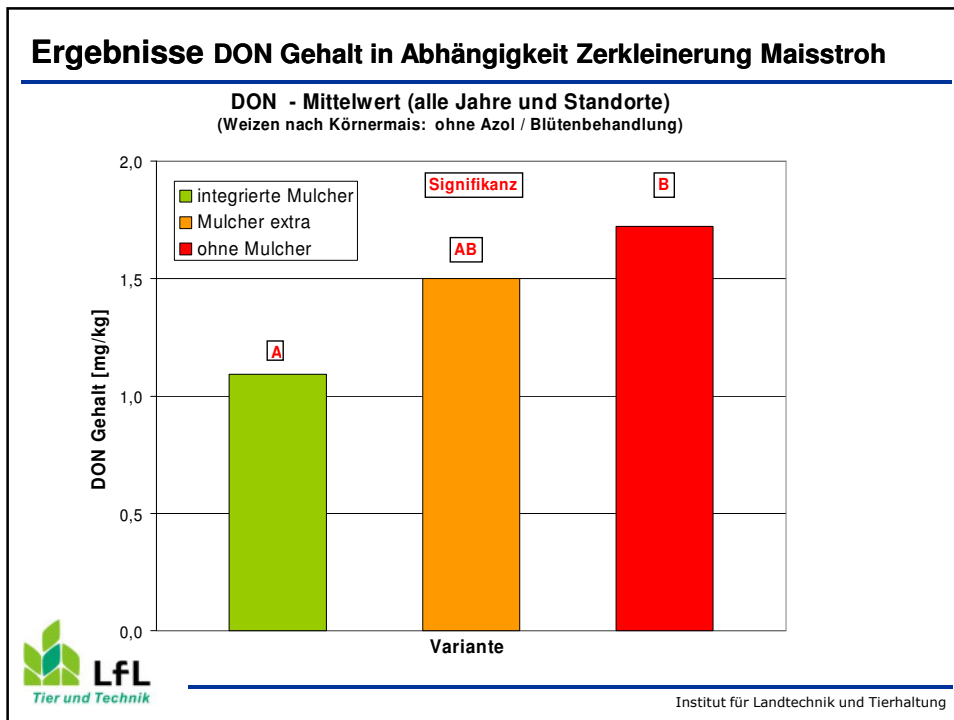
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Ergebnisse Ertrag Winterweizen 2005/2006/2007 („Drifter, Magnus“)

Varianten		Winterweizenerträge [dt/ha]					
		Holzen			Lochheim / Mössling		
		2005	2006	2007	2005	2006	2007
Maisstrohertrag TM		102 dt/ha	63 dt/ha	96 dt/ha	172 dt/ha	120 dt/ha	105 dt/ha
Mulcher integriert	Pflug	78,6	76,2	93,5	61,5	86,0	93,1
	Mulchsaat intensiv	74,0	81,6	92,2	58,7	78,2	94,5
	Mulchsaat extensiv	76,6	76,1	90,8	61,4	88,6	89,3
Mulcher extra	Pflug	80,6	81,9	95,9	73,7	82,9	96,2
	Mulchsaat intensiv	72,1	82,8	84,6	68,4	84,6	91,1
	Mulchsaat extensiv	79,0	76,6	87,2	63,5	72,5	91,2
Mulcher ohne	Pflug	81,2	82,1	95,1	67,4	84,1	93,4
	Mulchsaat intensiv	78,7	79,4	89,1	71,8	87,2	89,7
	Mulchsaat extensiv	80,8	85,3	97,5	60,3	63,0	86,3



Institut für Landtechnik und Tierhaltung



Weitere Informationen (LfL Internet)

Forschungsbericht (66 Seiten):

<http://www.lfl.bayern.de/itt/pflanzenbau/34413/endbericht.pdf>

LfL Information (16 Seiten):

http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_32443.pdf



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

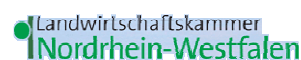
Untersuchung Maisstroh- /Maisstoppelzerkleinerung 2010

Gemeinsamer Praxistest der Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen und der Bayerischen
Landesanstalt für Landwirtschaft im Landkreis Soest:



Vergleich verschiedener Mulcherbauarten:

- in Stroh nach Corn Cob Mix
- in Silomaisstoppel



▪ Zerkleinerungswirkung

- Bonitur (Beschädigung Knoten, Stoppel- bzw. Strohlänge)
- Probenahme (befahren, unbefahren) + Siebanalyse

▪ Zapfwellenleistungsbedarf

- (Drehmomentmessung mit Messnabe)
- 100 m Messstrecke
- bei 8 km/h und 1050 er Zapfwelle
(ein Schlepper bzw. Fahrer)



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Untersuchung 2010 – Geräte und Werkzeuge

Hersteller	Maskinfabriken DAL-BO A S Randbol Dänemark	Spearhead A/S Kolding Dänemark	Schulte Industries Ltd. Englefeld Kanada	KUHN S.A. Saverne Frankreich	Spearhead A/S Kolding Dänemark	Gerhard Dücker GmbH & Co. KG Stadtlohn Deutschland	Müthing GmbH & Co. KG Soest Deutschland	
Typ	MaxiCut 600	Star-Cut 500	FX 315	RM 280 Y-Messer	Trident 2800 HD	UM 27	MU-Pro 280	MU-FARMER 280
Werkzeugart	Schneidwalze	Doppelschnitt ohne Gegenschneide	Doppelschnitt mit fester Gegenschneide	Y-Messer mit Gebläseschaukel	kleiner Plattenschlegel ("C-Schlegel")	großer Plattenschlegel	leichter Hammerschlegel ("M-Schlegel")	schwerer Hammerschlegel ("Farmer- Schlegel")
Arbeitsbreite [m]	5,80	5,00	4,57	2,80	2,80	2,70	2,80	2,80
Rotordurchmesser [m]	0,60	1,80/1,80/1,80	1,55/1,80/1,55	0,65	0,48	0,62	0,51	0,67
Werkzeuggeschwindigkeit [m/s]		93,5	80,0	56,9	55,5	42,2	51,0	55,7
Schnittfrequenz [1/s]		51,0	28,2	28,0	38,0	21,7	32,2	26,7
Anzahl Werkzeuge je Rotor:	15	oben: 3 unten: 3	oben: 2 unten: 2	64 Y-Messer 32 Schaufeln	66	24	24	18
Schlegelmasse [kg]				1,0	0,5	3,0	1,1	3,0
Anzahl Gegenschneiden	0	0	2	2 glatte Leisten	0	1	2	2

Untersuchung 2010 - Messerwalze

Dalbo Messerwalze:

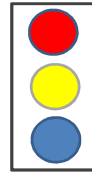
- gut 6 Tonnen Eigengewicht (mit Wasserfüllung) bei 6 m Arbeitsbreite
- mit Hartmetall Schneiden bestückte Glattwalze => theoretische Schnittlänge 17 cm
- hohe Fahrgeschwindigkeit notwendig (min. 15 km/h) => Flächenleistung / Zugkraft



Untersuchung 2010 - Bewertung

Erstellen eines Bewertungsschemas:

- für bessere Übersichtlichkeit
- in Form von „Ampelfarben“



Kriterium	sehr gut	gut	befriedigend	genügend	ungenügend
Stoppellänge (beim Test)	< 2 cm	> 2 - 4 cm	> 4 - 6 cm	> 6 - 8 cm	> 8 cm
Zerkleinerungsqualität (Bonitur)	> 3,6	> 3,1 - 3,6	> 2,6 - 3,1	> 2,1 - 2,6	< 2,0
Zerkleinerungsintensität (< 45 mm)	> 95 %	> 90 - 95 %	> 85 - 90 %	> 80 - 85 %	< 80 %
spez. Zapfwellen-Leistungsbedarf Silomais	< 10 kW/m	> 10 - 12 kW/m	> 12 - 14 kW/m	> 14 - 16 kW/m	> 16 kW/m
spez. Zapfwellen-Leistungsbedarf CCM	< 12,5 kW/m	> 12,5 - 15 kW/m	> 15 - 20 kW/m	> 20 - 25 kW/m	> 25 kW/m



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Untersuchung 2010 - Ergebnisse

	Schneidwalze	Sichelmulcher		Y-Messer Gebläse- schaufel	Schlegelmulcher			
		ohne Gegen- schneide	mit Gegen- schneide		kleine Platten- schlegel	große Platten- schlegel	kleine Hammer- schlegel	große Hammer- schlegel
	Daibo MaxiCut 600	Spearhead StarCut 500	Schulte FX 315	Kuhn RM 280	Spearhead Trident 2800	Dücker UM 27	Muthing Pro 280	Muthing Farmer 280
Silomais								
Stoppellänge beim Test (cm)	22,8	6,8	4,0		3,8	4,6	4,6	1,4
Zerkleinerungsqualität (Boniturwert)	2,17	2,67	2,83	3,00	3,00	3,00	3,17	3,67
Zerkleinerungsintensität (< 45 mm)	37,7%	85,7%	92,0%	96,8%	90,4%	64,7%	92,7%	94,2%
ZW-Leistungsbedarf (kW/m)		11,80	15,32	15,00	11,43	8,89	12,50	26,25
CCM-Mais								
Stoppellänge beim Test (cm)	15,5	7,5	6,4	6,3	5,6	4,9	4,5	4,1
Zerkleinerungsqualität (Boniturwert)	2,50	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,17	3,33
Zerkleinerungsintensität (< 45 mm)	52,2%	79,2%	81,7%	59,6%	84,2%	85,0%	81,9%	88,4%
ZW-Leistungsbedarf (kW/m)		20,30	26,04	27,50	27,86	17,59	23,75	43,04



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

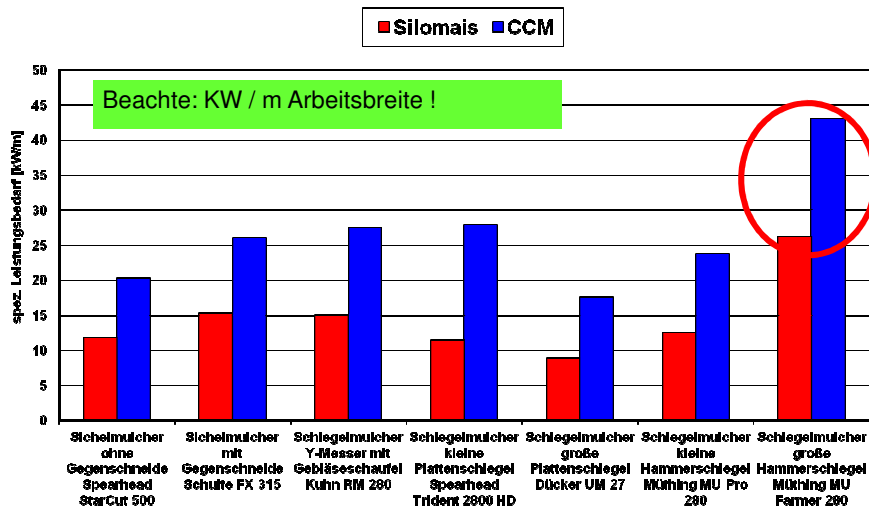
Untersuchung 2010 - Ergebnisse

	Schneidwalze	Sichelmulcher		Y-Messer Gebläse- schaufel	Schlegelmulcher			
		ohne Gegen- schneide	mit Gegen- schneide		kleine Platten- schlegel	große Platten- schlegel	kleine Hammer- schlegel	große Hammer- schlegel
	Daibo MaxiCut 600	Spearhead StarCut 500	Schulte FX 315	Kuhn RM 280	Spearhead Trident 2800	Dücker UM 27	Müthing Pro 280	Müthing Farmer 280
Silomais								
Stoppellänge beim Test (cm)	22,8	6,8	4,0		3,8	4,6	4,6	1,4
Zerkleinerungs- qualität (Boniturwert)	2,17	2,67	2,83	3,00	3,00	3,00	3,17	3,67
Zerkleinerungs- intensität (< 45 mm)	37,7%	85,7%	92,0%	96,8%	90,4%	64,7%	92,7%	94,2%
ZV-Leistungs- bedarf (kW/m)		11,80	15,32	15,00	11,43	8,89	12,50	26,25
CCM-Mais								
Stoppellänge beim Test (cm)	15,5	7,5	6,4	6,3	5,6	4,9	4,5	4,1
Zerkleinerungs- qualität (Boniturwert)	2,50	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,17	3,33
Zerkleinerungs- intensität (< 45 mm)	52,2%	79,2%	81,7%	59,6%	84,2%	85,0%	81,9%	88,4%
ZV-Leistungs- bedarf (kW/m)		20,30	26,04	27,50	27,86	17,59	23,75	43,04



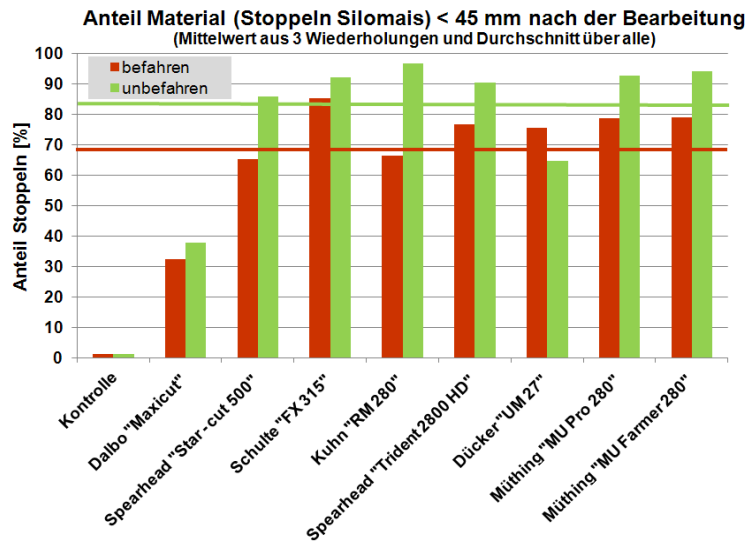
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Untersuchung 2010 - Leistungsbedarf



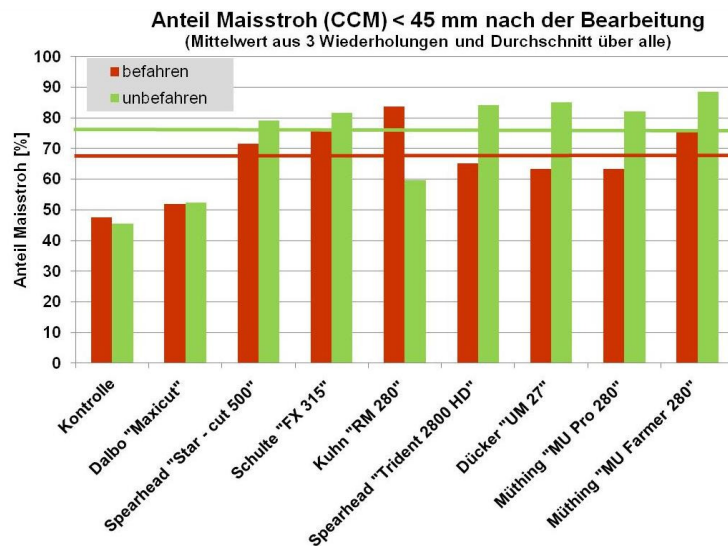
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Untersuchung 2010 – Zerkleinerungsintensität Silomais



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Untersuchung 2010 – Zerkleinerungsintensität CCM Stroh



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Weitere Informationen - Veröffentlichungen

Mais, Heft 1 2011, S. 30-33:

Uppenkamp, N., Demmel, M. und Kirchmeier, H.: Maisstoppeln und Maisstroh - den Mulchern gehört die Zukunft

LOP , Heft 9/10 2011, S. 27-31:

Demmel, M., Kirchmeier, H. und Uppenkamp, N.: Maisstroh effizient zerkleinern – Mulchgeräte unterschiedlicher Bauart im Test



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Schlussfolgerungen – Untersuchung der LfL

1. Maisstroh – Zerkleinerung

- auch große Mengen von Körnermaisstroh lassen sich mit geeigneten Geräten(integriert und traktorangebaut) intensiv zerkleinern.
- Niedergefahrene Restpflanzen werden von Häckslern kaum erfasst.
- Ohne zusätzliche Zerkleinerung mindestens 2-3 mal mehr „Langstroh“.

2. Maisstroh – Bodenbedeckungsgrad

- Selbst bei „exaktem“ Pflugeinsatz etwa 1 % Bodenbedeckung nach Saat.
- Bei pflugloser / mulchender Bestellung bis zu 60 %.
- Ohne zusätzliche Zerkleinerung der Restpflanze immer höher als mit.

3. Winterweizen - Bestandsentwicklung - Ertrag

- Niedrigerer Feldaufgang und stärkere Bestockung bei Mulchvarianten.
- Etwa gleiches Ertragsniveau bei allen Varianten.

4. Winterweizen - Fusariuminfektion - DON Gehalte

- Fusariuminfektion und DON Gehalt wird durch die Intensität der Maisstrohzerkleinerung und der Art und Intensität der Bodenbearbeitung beeinflusst.
- Die Jahreswitterung, wie auch die lokale Ausprägung des Wettergeschehens haben Einfluss auf den Infektionsverlauf und die Höhe der DON Gehalte.



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Schlussfolgerungen – Zerkleinerung Ernterückstände von Mais

5. Niederfahren von Maistoppeln und Maisstroh vermeiden!

- Niedergefahrene Maistoppeln und Maisstroh werden bisher von keinem Zerkleinerungsgerät (sicher) erfasst.
- Bei Erntemaschinen und Transporttechnik, bei der Ernte und der Abfuhr auf möglichst wenig niedergefahrene Stoppeln + Maisstroh achten.
- Nach Ernte des Vorbeetes sofort Maistoppeln und Maisstroh auf den Vorbeetflächen zerkleinern.

6. Maistoppeln und Maisstroh intensiv zerkleinern!

- Auch nach der Silomaisbergung die Maistoppeln mit Mulchgeräten intensiv und bodennah zerkleinern.
- Maispflücker mit aggressiv und exakt arbeitenden Unterbauhäckslern einsetzen, bodennah arbeiten, auch wenn dies die Ernteleistung reduziert.
- Körnermaisstroh zusätzlich mit Mulchgeräten intensiv zerkleinern.

7. Über Alternativen nachdenken, sie fordern und fördern!

- Intensiv arbeitende Unterbauhäcksler an Maispflückern sind möglich!

Zusatzleistungen können nicht zum Nulltarif erwartet werden!



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Fazit Maisstrohzerkleinerung und Winterweizenanbau

- Besteht **keine Erosionsgefahr**, ist die wendende Bestellung mit **Pflug** nach vorhergehende Maisstrohzerkleinerung als Maßnahme zur Reduzierung des Infektionsrisikos /Überdauerung von Schädlingen eine wirkungsvolle Maßnahme.
Pflügen allein schützt aber nicht automatisch und immer!
Gering anfällige Weizensorten sollten ebenso verwendet werden.
Eventuell sind zusätzlich Pflanzenschutzmaßnahmen notwendig.
- **Bei Erosionsgefahr** oder konsequent **pflugloser Bewirtschaftung** sollte zunächst überlegt werden, ob die Fruchtfolge umgestellt werden kann.
Auf jeden Fall muss bei mulchender Bestellung das **Maisstroh umfassend und intensiv zerkleinert und möglichst gleichmäßig eingearbeitet werden** (fördern einer optimalen und schnellen Rotte).
Zusätzlich müssen **gering anfällige Weizensorten** gewählt und eventuell spezielle **Pflanzenschutzmaßnahmen (Blüte)** eingeplant werden.



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



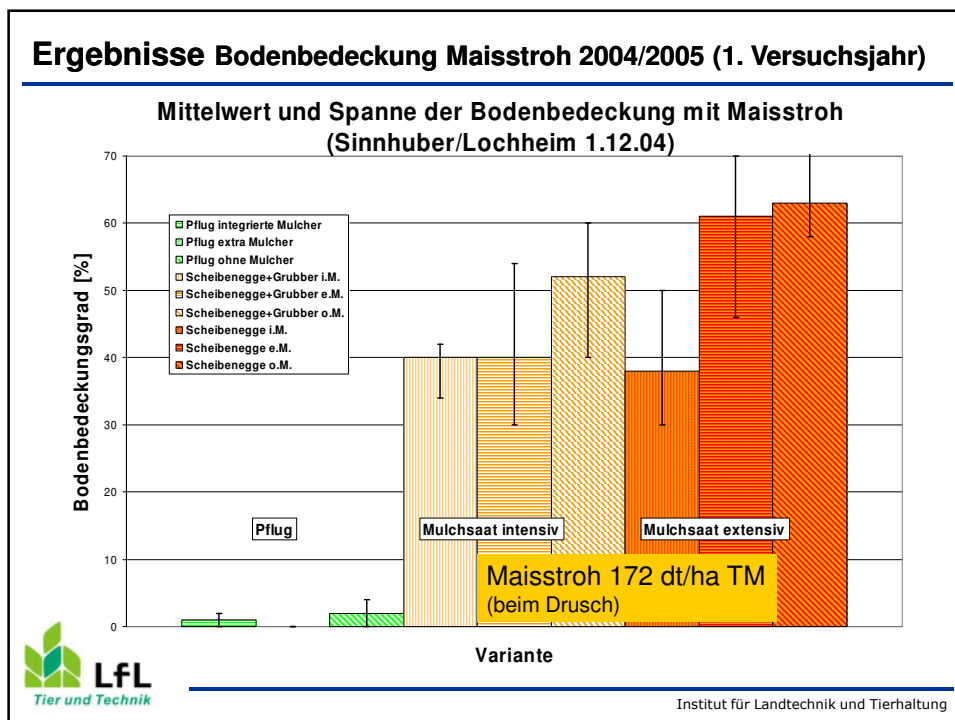
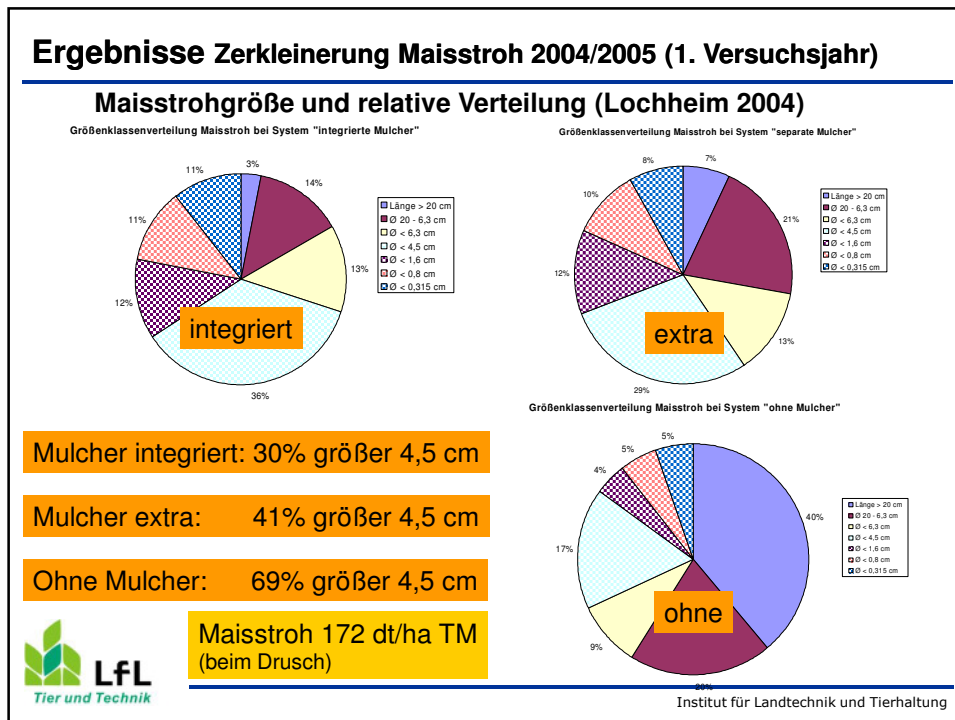
Demmel IL11-081
Dm014-45

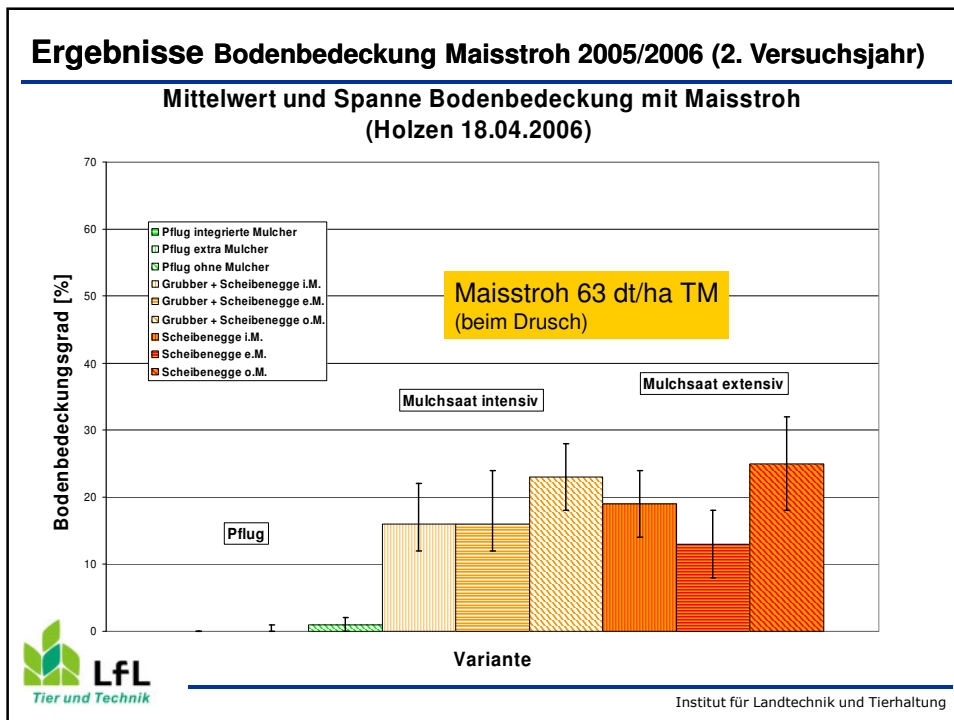
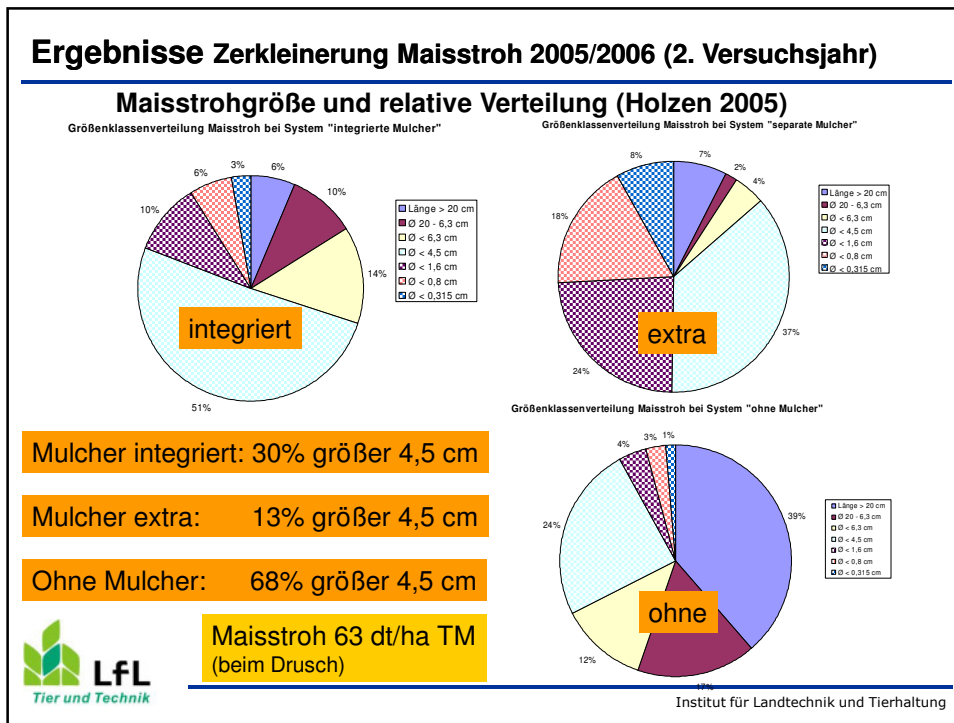
Institut für Landtechnik und Tierhaltung



Demmel IL11-081
Dm014-46

Institut für Landtechnik und Tierhaltung





Schlussfolgerungen – Stoppel- bzw. Maisstrohzerkleinerung

- Auch große Mengen von Körnermaisstroh lassen sich mit Schlägelmulchgeräten (integriert und traktorangebaut) stark zerkleinern
- **Niedergefahrene Restpflanzen** werden von Mulchgeräten kaum erfasst (Vorteil beim „integrierten System“: Es werden kaum Restpflanzen niedergefahren!)
- Ohne zusätzliche Zerkleinerung 2-3 mal mehr „Langstroh“
- Kraftbedarf wächst (über)proportional zur Zerkleinerungsintensität
- Kraftbedarf in Silomaisstoppeln niedriger als in Körnermais/CCM
- Großer Rotordurchmesser, hohe Schnittfrequenz und Schlegelmassen sowie Gegenschneiden kosten (viel) Kraft, verbessern jedoch meist die Zerkleinerungswirkung oder zumindest die Einsatzsicherheit
- Schneidwalzen haben eine enorme Flächenleistung, dafür eine sehr begrenzte Zerkleinerungsintensität



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Schlussfolgerungen – Bodenbedeckungsgrade

- Selbst bei „exaktem“ Pflugeinsatz etwa 1 % Bodenbedeckung nach Saat (oft zieht die Saatbettbereitung / Saat wieder Stroh an die Oberfläche)
- Bei mulchender Bestellung bis zu 60 %
- Abhängig von Boden und Witterung (Schüttfähigkeit)
- Abhängig vom Strohanfall (Sorten- und Jahreseinfluss)
- Ohne Mulchen der Restpflanze meist höher (alle Bodenbearbeitungsgeräte haben Schwierigkeiten mit viel und / oder unzerkleinertem Stroh)



Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Schlussfolgerungen – Maisstroh, Bestellung und Bestände

- Niedrigerer Feldaufgang bei Mulchvarianten
(hauptsächlich bei hohem Strohanfall und hohem Bedeckungsgrad)
- Stärkere Bestockung bei Mulchvarianten
- Teilweise ungleichmäßige Bestände bei „Mulchsaat extensiv“
(anfälliger gegen Fusariumbefall?)
- Etwa gleiches Ertragsniveau bei allen Varianten
(Variante „Mulchsaat extensiv ohne Mulchen“ vereinzelt etwas niedriger)

Schlussfolgerungen – Fusariuminfektion

- Fusariuminfektion durch Intensität der Maisstrohzerkleinerung und Art / Intensität der Bodenbearbeitung beeinflusst
- DON Gehalte steigen von „Pflug“ über „Mulchsaat intensiv“ zu „Mulchsaat extensiv“ signifikant an
- Jahreswitterung und lokale Ausprägung des Wettergeschehens haben Einfluss auf Infektionsverlauf und absolute Höhe des DON Gehaltes
- Abstufung zwischen den Varianten
Pflug – Mulchsaat intensiv – Mulchsaat extensiv bzw.
integrierter Mulche – extra Mulcher – ohne Mulcher
war in jedem Jahr vorhanden