



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Untersuchung der Wirkung von intensivem
Zerkleinern des Maisstrohs beim Mähdrusch
auf die Fusariumbelastung der Folgekultur
Winterweizen

04UM005

Endbericht

Dezember 2007



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Endbericht

Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Projektleiter:
LOR Dr. M. Demmel

Bearbeiter:
Dipl.-Ing. (FH) H. Kirchmeier

in Zusammenarbeit mit dem:
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
und der Abteilung
Qualitätssicherung und Untersuchungswesen
der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Ziele des Vorhabens	7
3	Versuchsaufbau	7
4	Ergebnisse	12
4.1	Zerkleinerung von Maisstroh.....	12
4.1.1	Standort Lochheim/Mössling.....	12
4.1.1.1	Maisernte 2004.....	12
4.1.1.2	Maisernte 2005.....	15
4.1.1.3	Maisernte 2006.....	18
4.1.2	Standort Holzen	21
4.1.2.1	Maisernte 2004.....	21
4.1.2.2	Maisernte 2005.....	23
4.1.2.3	Maisernte 2006.....	26
4.1.3	Übersicht (alle Jahre/Standorte)	28
4.2	Bodenbedeckung mit Maisstroh	29
4.2.1	Standort Lochheim/Mössling.....	29
4.2.1.1	Weizensaat 2004.....	29
4.2.1.2	Weizensaat 2005.....	30
4.2.1.3	Weizensaat 2006.....	32
4.2.2	Standort Holzen	33
4.2.2.1	Weizensaat 2004.....	33
4.2.2.2	Weizensaat 2005.....	34
4.2.2.3	Weizensaat 2006.....	36
4.2.3	Übersicht (alle Jahre/Standorte)	37
4.3	Ertragsdaten zum Weizen	39
4.3.1	Weizenernte 2005.....	39
4.3.2	Weizenernte 2006.....	40
4.3.3	Weizenernte 2007.....	41
4.4	Fusariumbefall und DON Werte.....	42
4.4.1	Standort Lochheim/Mössling.....	42
4.4.1.1	Weizenernte 2005	42
4.4.1.2	Weizenernte 2006	44
4.4.1.3	Weizenernte 2007	46

4.4.2	Standort Holzen	47
4.4.2.1	Weizenernte 2005	47
4.4.2.2	Weizenernte 2006	49
4.4.2.3	Weizenernte 2007	50
4.4.3	Übersicht (alle Standorte/Jahre)	51
5	Zusammenfassung	53
6	Summary	56
7	Fazit und Ausblick	59
8	Literaturverzeichnis	61
9	Danksagung	62
10	Erfahrungsaustausch	62
11	Bisherige Vorträge/Veröffentlichungen	64
12	Geplante Veröffentlichungen	65
13	Anhang	66

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematischer Aufbau der 9 Versuchsglieder	8
Abbildung 2:	Am Schrägförderer links und rechts angebrachte Mulchgeräte....	9
Abbildung 3:	An der Hinterachse angebrachtes Mulchgerät	9
Abbildung 4:	Schematischer Versuchsanlageplan	10
Abbildung 5:	Trommelsiebmaschine (6 Größenklassen).....	12
Abbildung 6:	Siebanalyse integrierte Mulcher (Lochheim 2004)	13
Abbildung 7:	Siebanalyse extra Mulcher am Traktor (Lochheim 2004).....	14
Abbildung 8:	Siebanalyse nur Unterbauhäcksler (Lochheim 2004).....	14
Abbildung 9:	Einsatz Kuhn Mulchgerät (Typ BNG)	15
Abbildung 10:	Siebanalyse integrierte Mulcher (Mössling 2005).....	16
Abbildung 11:	Siebanalyse extra Mulcher am Traktor (Mössling 2005)	17
Abbildung 12:	Siebanalyse nur Unterbauhäcksler (Mössling 2005)	18
Abbildung 13:	Siebanalyse integrierte Mulcher (Mössling 2006).....	19
Abbildung 14:	Siebanalyse extra Mulcher am Traktor (Mössling 2006)	20
Abbildung 15:	Siebanalyse nur Unterbauhäcksler (Mössling 2006)	20
Abbildung 16:	Siebanalyse integrierte Mulcher (Holzen 2004).....	22

Abbildung 17: Siebanalyse extra Mulcher am Traktor (Holzen 2004)	22
Abbildung 18: Siebanalyse nur Unterbauhäcksler (Holzen 2004)	23
Abbildung 19: Siebanalyse integrierte Mulcher (Holzen 2005).....	24
Abbildung 20: Siebanalyse extra Mulcher am Traktor (Holzen 2005)	25
Abbildung 21: Siebanalyse nur Unterbauhäcksler (Holzen 2005)	25
Abbildung 22: Siebanalyse integrierte Mulcher (Holzen 2006).....	26
Abbildung 23: Siebanalyse extra Mulcher am Traktor (Holzen 2006)	27
Abbildung 24: Siebanalyse nur Unterbauhäcksler (Holzen 2006)	27
Abbildung 25: Bodenbedeckung mit Maisstroh (Lochheim 04/05)	30
Abbildung 26: Bodenbedeckung mit Maisstroh (Mössling 05/06))	31
Abbildung 27: Grenze „Pflug“ (links) zu „Mulchsaat intensiv“ (Mössling)	32
Abbildung 28: Bodenbedeckung mit Maisstroh (Mössling 06/07).....	33
Abbildung 29: Bodenbedeckung mit Maisstroh (Holzen 04/05).....	34
Abbildung 30: Bodenbedeckung mit Maisstroh (Holzen 05/06).....	35
Abbildung 31: Grenze „Pflug“ (links) zu „Mulchsaat intensiv“ (Holzen)	36
Abbildung 32: Bodenbedeckung mit Maisstroh (Holzen 06/07).....	37
Abbildung 33: Maisstrohhaufen in Mulchsaatparzelle	39
Abbildung 34: DON Werte 2005 (Lochheim)	43
Abbildung 35: Zusammenhang DON Wert – Fusarium Bonitur (Lochheim).....	44
Abbildung 36: DON Werte 2006 (Mössling)	45
Abbildung 37: DON Werte 2007 (Mössling)	47
Abbildung 38: DON Werte 2005 (Holzen)	48
Abbildung 39: Zusammenhang DON Wert – Fusarium Bonitur (Holzen)	49
Abbildung 40: DON Werte 2006 (Holzen)	50
Abbildung 41: DON Werte 2007 (Holzen)	51
Abbildung 42: DON Werte (Jahre/Standorte – sortiert nach BB.+Strohzerkl.)	.52
Abbildung 43: DON Werte (Jahre/Standorte – sortiert nach Strohzerkl.)	53

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Sieblängenverteilung Maisstroh (alle Jahre/Standorte)	28
Tabelle 2: Bodenbedeckungsgrade Maisstroh (alle Jahre/Standorte).....	38
Tabelle 3: Ertragsdaten Weizenernte 2005 (2 Standorte)	39
Tabelle 4: Ertragsdaten Weizenernte 2006 (2 Standorte)	40
Tabelle 5: Ertragsdaten Weizenernte 2007 (2 Standorte)	41

1 Einleitung

Pfluglose Bodenbearbeitung und Bestellsysteme haben sich in den vergangenen Jahren zu einem festen Bestandteil im modernen Ackerbau entwickelt. Die hohen Kraftstoffpreise und die zunehmende Betriebsgröße sind nur zwei von vielen Beweggründen für den Pflugverzicht. Entsprechend wurden die mulchenden Bestellsysteme kontinuierlich weiterentwickelt. Dennoch gibt es immer noch Probleme, z.B. mit den Ernteresten, vor allem bei hohem Strohaufkommen und kurzen Zeitspannen zwischen Ernte und Folgesaat. In vielen Untersuchungen, die sich mit der pfluglosen Bestellung befassen, wird deshalb auf die Notwendigkeit eines optimalen Strohmanagements hingewiesen. Zu viel und/oder schlecht verteiltes bzw. zerkleinertes Stroh beeinträchtigt die nachfolgende Bestellung unter Umständen enorm. Andererseits ist es gerade die organische Masse auf der Bodenoberfläche, welche die in Hanglagen mögliche Erosion verhindert oder zumindest abschwächt. Getreide- und vor allem Maisstroh stellt aber auch eine Infektionsquelle für Pilzkrankungen (Fusariosen) dar, die das nachfolgende Getreide befallen und schädigen können. Deshalb wird immer wieder darauf hingewiesen, dass bei der Mulchsaat „der wichtigste und breiteste Baustein darin besteht, die Masse des Strohs und damit gleichzeitig das Erregerpotenzial wirksam zu vermindern. Da die notwendige Zerkleinerungsqualität nach der Körnermaisernte durch Standard-Unterbauhäcksler an Maispflückern derzeit technisch nicht erreichbar ist, bleibt nur die zusätzliche Überfahrt mit einem speziellen Strohhäcksler [1].“ Dadurch kann das Maisstroh so stark zerkleinert werden, dass es optimal verrotten kann, da es genügend Angriffsfläche für die Mikroorganismen bietet. Außerdem ist kurzes Material leichter einzuarbeiten als langes Material und verursacht bei der Aussaat weniger Probleme.

Dass die Gefahren der Fusariumtoxine nicht zu unterschätzen sind, zeigt eine Untersuchung in 12 europäischen Ländern. „In nahezu allen Ländern zeigte sich für DON eine Belastungshäufigkeit von mehr als 50 % [2].“ Die EU hat deshalb für Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA) eine Verordnung über Höchstmengen erlassen, die von Landwirten und Verarbeitern einzuhalten und zum 1. Juli 2006 in Kraft getreten ist.

Für pflanzliche Produktionsverfahren gilt es deshalb Techniken und Verfahren zu finden, die sowohl arbeitswirtschaftliche als auch pflanzenbauliche Anforderungen erfüllen und die optimale Berücksichtigung von Belangen sowohl des Pflanzenschutzes als auch des Bodenschutzes gewährleisten.

2 Ziele des Vorhabens

Der vom Lohnunternehmer Westermeier entwickelte und gebaute Prototyp eines Anbaumulcher Systems zur Zerkleinerung des Stroh direkt beim Dreschen von Körnermais wurde im Rahmen eines 3 jährigen Feldversuches erprobt. Dabei wurde die Qualität und Intensität der Maisstrohzerkleinerung den üblichen Techniken gegenübergestellt. Entscheidend für die Effektivität der Verfahren war die Auswirkung auf die pflanzenbaulichen Kenngrößen. Feldaufgang, Weizenertrag, Fusariumbefall und DON Wert wurden ermittelt und verglichen.

Letztlich sollte der umfangreiche Versuch Aufschluss darüber geben, ob durch eine intensive Maisstrohzerkleinerung die Rotte des Stroh so gefördert werden kann, dass bei einem Verzicht auf die wendende Bodenbearbeitung aus Erosionsschutzgründen der Befall des Weizens mit Fusarium so niedrig gehalten werden kann, dass eine Überschreitung der DON Grenzwerte nicht zu befürchten ist.

Darüber hinaus soll durch das Vorhaben die Bekanntheit und das Verständnis für das neuartige Zerkleinerungsverfahren beim Maisdrusch gefördert werden. Die Ergebnisse und daraus gewonnenen Erkenntnisse sollen in die Praxis einfließen und so zur Verbreitung dieses neuen Verfahrens beitragen.

3 Versuchsaufbau

Die praktische Durchführung dieses umfangreichen Feldversuches hat in einem sehr intensiven Maisanbaugebiet im südöstlichen Oberbayern stattgefunden. Ein Standort liegt dabei nördlich (Lochheim bzw. Mössling), einer südlich (Holzen) des Inns nahe Mühl Dorf. Durch die identische Versuchsdurchführung an zwei Standor-

ten mit unterschiedlichen klimatischen Verhältnissen war es möglich in nur 3 Jahren verschiedenste Witterungsverhältnisse, die sich unter anderem maßgeblich auf den Fusariumbefall auswirken, zu erlangen.

Auf jährlich wechselnden Körnermaisflächen wurde direkt nach dem Drusch Winterweizen bestellt.

Bereits bei der Maisernte fand eine Unterteilung in 3 verschiedene Strohzerkleinerungsvarianten statt. Neben der praxisüblichen Zerkleinerung durch den Unterflurhäcksler am Pflückvorsatz (Abbildung 1: linker Block unten) wurde in einer zweiten Variante das Maisstroh zusätzlich mit einem am Traktor angebauten Mulcher zerkleinert (Abbildung 1: Variante Mulcher extra). Als dritte Zerkleinerungsvariante wurde das Maisstroh bereits beim Dreschen durch am Pflücker bzw. am Mähdrescher angebrachte Mulchgeräte intensiv zerkleinert (Abbildung 1: Variante Mulcher integriert).

Bei dieser Variante sind jeweils links und rechts vor den Vorderreifen am Schrägförderer Mulchgeräte angebracht (Abbildung 2), die jeweils den Bereich der beiden äußeren Reihen bearbeiten (6 reihiger Pflückvorsatz). Den Bereich zwischen den Reifen übernimmt ein am Heck anstatt dem Strohhäcksler angebautes Mulchgerät, welchem auch die Spindeln aus dem Mähdrescher zugeführt werden (Abbildung 3).



Abbildung 1: Schematischer Aufbau der 9 Versuchsglieder



Abbildung 2: Am Schrägförderer links und rechts angebrachte Mulchgeräte



Abbildung 3: An der Hinterachse angebrachtes Mulchgerät

Diese 3 Varianten der Strohzerkleinerung wurden mit 3 verschiedenen Bestellverfahren kombiniert (Abbildung 1: rechter Block), sodass insgesamt 9 verschiedene Varianten (Abbildung 4) untersucht wurden. Neben der konventionellen Pflugvariante, also Unterpflügen von Maisstroh und Stoppeln mit Maispflug und Aussaat des Weizens mit Kreiseleggen / Drillmaschinenkombination wurden auch Mulchsaaten in 2 Intensitäten durchgeführt. Zum einen eine Variante Mulchsaat intensiv, in der versucht wurde, das Maisstroh mit einer Kurzscheibenegge weiter zu zerkleinern und flach einzumischen. Danach folgte ein tiefer Grubberstrich mit einem dreibalkigen Grubber und ebenfalls die Weizensaat mit einer Kreiseleggen / Drillmaschinenkombination. Bei der Variante Mulchsaat extensiv wurden nur zwei Arbeitsschritte durchgeführt. Nach der flachen Einarbeitung mit der Kurzscheibenegge folgte sofort die Aussaat mit gezogener Universalsätechnik. Diese war ausgerüstet entweder mit Spatenrollegge oder mit Hohl scheiben und jeweils mit Doppelscheibenscharen als Säaggregat. Die Intensität der Bodenbearbeitung war damit deutlich geringer und auch die Arbeitstiefe (Stroheinmischung) deutlich flacher.

Die Geräte wurden uns zum Teil freundlicherweise von der Firma Lemken zur Verfügung gestellt, bzw. mussten über den örtlichen Maschinenring organisiert werden.

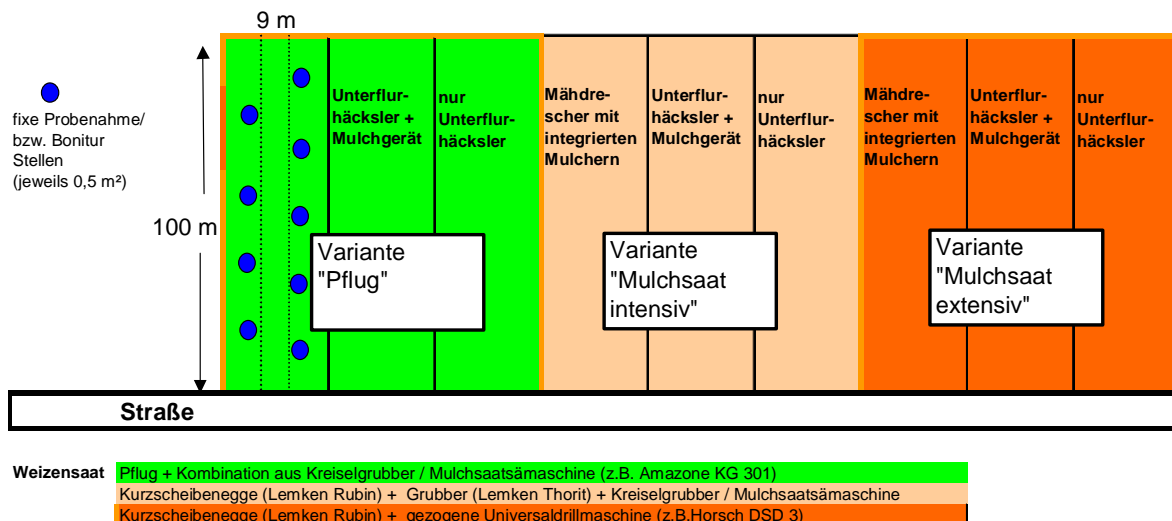


Abbildung 4: Schematischer Versuchsanlageplan

Zur Bewertung und Beurteilung der jeweiligen Systeme wurden zahlreiche Parameter ermittelt und verglichen.

Als Kenngröße für die Strohzerkleinerung wurden Siebanalysen durchgeführt. Dazu wurde von jedem Versuchsglied eine Maisstroh Mischprobe von 2 Flächen a^0 0,75 m x 0,75 m gebildet. Diese wurde getrocknet und so neben dem Frischmasse Strohertrag auch der TM Ertrag bestimmt. Nach erfolgter Trocknung wurden die jeweils 3 Proben eines jeden Verfahrens (Unterflurhäcksler solo, Mulcher extra und Mulcher integriert) mittels einer Trommelsiebmaschine in verschiedene Fraktionen unterteilt und die Massenanteile bestimmt.

Zur Ermittlung der Stroheinarbeitungsqualität wurde von jedem Versuchsglied nach der Weizenaussaat bzw. im folgenden Frühjahr der Strohbedeckungsgrad mit der Schnurmethode [3,4,5] ermittelt. Dabei wird eine mit Markierungen (50 Stück) in gleichen Abständen (20 cm) versehene Schnur (10 m) diagonal über die Bearbeitungsrichtung gespannt. Die Maisstrohteile, die komplett unter diesen Markierungen liegen und breiter oder dicker als mindestens 2,38 mm (3/32 inch) sind, werden gezählt. Durch das Verhältnis der Anzahl „bedeckter“ Markierungen zur Gesamtzahl der Markierungen (in unserem Fall 50) kann der relative Bedeckungsgrad ermittelt werden. Aus der Wiederholung dieses Vorgangs an 5 verschiedenen Stellen in der Parzelle wurde ein repräsentativer Mittelwert gebildet.

Für alle weiteren Bonituren wurden in jeder Parzelle 9 Stück 0,5 m² große Drahtringe zufällig ausgelegt, fixiert und markiert (Abbildung 4). An diesen Stellen wurde der Feldaufgang ermittelt und der Fusariumbefall nach der Blüte bonitiert. Die Halme innerhalb dieser Ringe wurden dann von Hand beerntet und stationär gedroschen. Dabei wurden die Ertragsparameter ährentragende Halme, Kornzahl pro Ähre, TKG und schließlich Kornertrag / ha ermittelt.

Daneben wurde aus dem Erntegut jedes Ringes eine Kornprobe für das Labor gewonnen, die auf DON (Deoxynivalenol) untersucht wurde und letztendlich Aufschluss über die tatsächliche Mykotoxinbelastung jeder einzelnen Probe Aufschluss gab.

Für die Beurteilung der Varianten stehen so je 9 Einzelwerte von je 2 Standorten und 3 Jahren zur Verfügung und ermöglichen eine definitive Aussage zu den einzelnen Verfahren.

4 Ergebnisse

4.1 Zerkleinerung von Maisstroh

Von den 3 Zerkleinerungsvarianten wurden jedes Jahr direkt nach der Maisernte (bzw. nach dem Mulchen beim Verfahren extra Mulcher) jeweils 3 Proben genommen und nach Trocknung mit einer Trommelsiebmaschine (bzw. von Hand bei der „Übergröße“ = Stängellänge >20 cm) die Zusammensetzung des Maisstrohs nach Größenfraktionen analysiert und eingeteilt (Abbildung 5)



Abbildung 5: Trommelsiebmaschine (6 Größenklassen)

4.1.1 Standort Lochheim/Mössling

4.1.1.1 Maisernte 2004

Die Größenklassenverteilung des Maisstrohs zeigen die folgenden Abbildungen. Vor allem in der Klasse „über 20 cm“ gab es deutliche Unterschiede zwischen den Varianten. Erfolgte die Zerkleinerung des Maisstrohs nur durch den Standard – Unterbauhäcksler am Maispflücker, dann betrug der Anteil der Größenklasse über 20 cm an der Gesamtstrohmasse 40 % (Abbildung 8). Beim Einsatz des integrier-

ten Mulchers „System Westermeier“ (Abbildung 6) bzw. des Unterbauhäckslers + Mulcher am Traktor (Abbildung 7) konnten die Anteile von Maisstängeln > 20 cm Länge auf 3 bzw. 7 % reduziert werden. Werden die 3 Klassen mit den größten Fraktionen zu einem Wert zusammengefasst, dann wird deutlich, dass ohne den Einsatz von Mulchgeräten der Anteil größerer Maisstrohteile fast 70 % beträgt. Durch den Einsatz des integrierten Mulchgerätes „System Westermeier“ beträgt dieser Anteil nur noch 30 % und bei dem System Unterbauhäckslers + Mulcher am Traktor 41 %.

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "integrierte Mulcher"

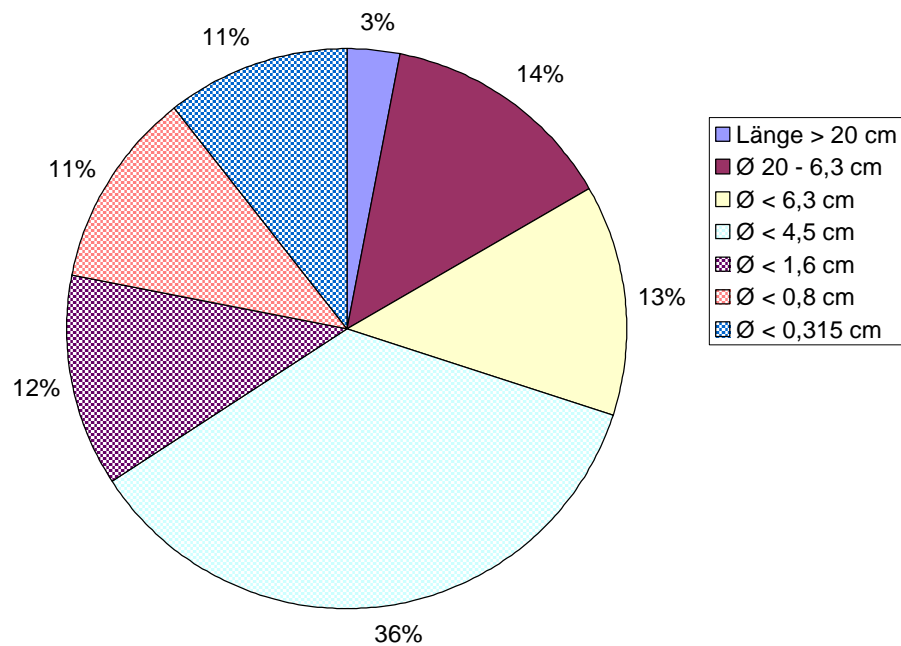


Abbildung 6: Siebanalyse integrierte Mulcher (Lochheim 2004)

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "separate Mulcher"

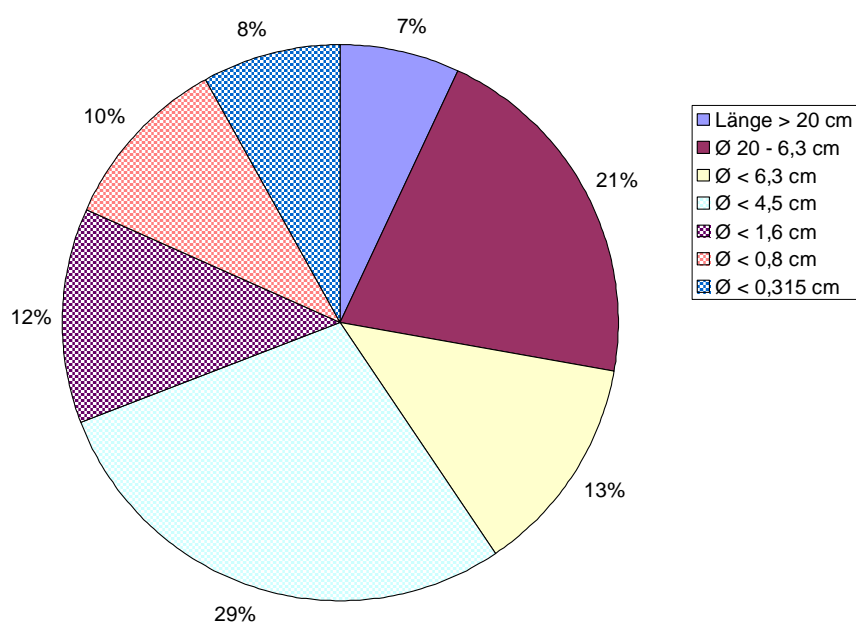


Abbildung 7: Siebanalyse extra Mulcher am Traktor (Lochheim 2004)

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "ohne Mulcher"

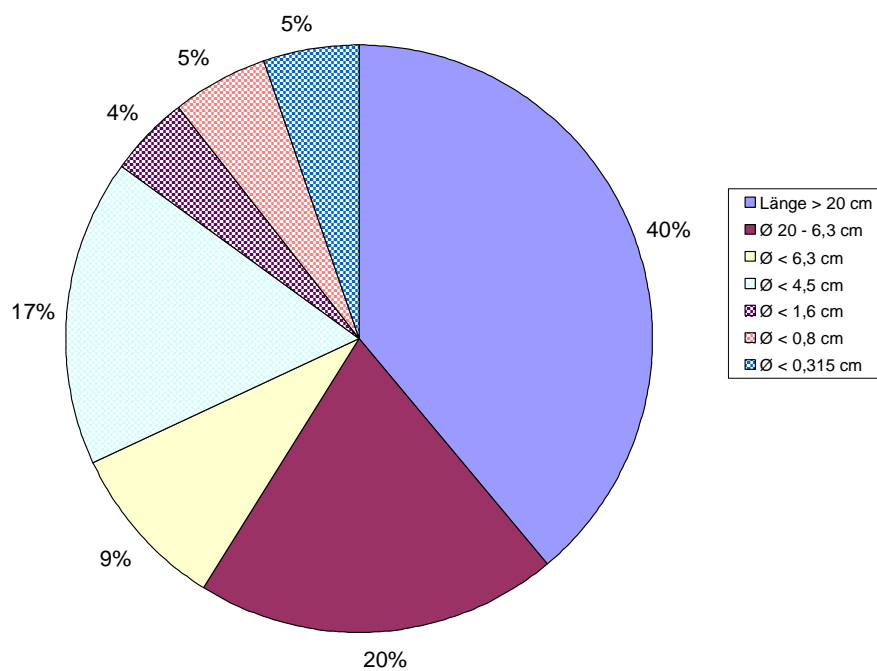


Abbildung 8: Siebanalyse nur Unterbauhäcksler (Lochheim 2004)

4.1.1.2 Maisernte 2005

Im Unterschied zum Vorjahr wurde das Maisstroh in der Variante „Unterflurhäcksler + Mulchgerät“ nicht mit einem Mulchgerät mit Hammerschlägel sondern mit Y Messern und Gebläseschaufeln bearbeitet (Abbildung 9). Dieses Gerät vom Typ BNG wurde uns freundlicherweise von der Firma Kuhn zur Verfügung gestellt.

Dieser Mulcher konnte das Maisstroh besser zerkleinern als das Hammerschleigelgerät vom Vorjahr. Entscheidend dazu beigetragen hat neben der professionellen Einstelllung durch den Kundendienstmonteur vor allem die Tatsache, dass das Gerät Fabrik neu war und damit noch kein Verschleiß an den Mulchwerkzeugen vorhanden war.



Abbildung 9: Einsatz Kuhn Mulchgerät (Typ BNG)

Der Maisertrag war mit 150 dt Nassmais bei 33,6 % Wasser sehr hoch und dementsprechend lag viel Maisstroh auf der Bodenoberfläche. Mit knapp 300 dt FM Maistroh (57 – 65 % Wasser) war der Maisstrohanfall gut doppelt so hoch wie am Standort Holzen (4.1.2.2), aber dennoch normal für diese Region. Wie in

Abbildung 9 zu erkennen ist, zerkleinerte das neue Kuhn Mulchgerät das Maisstroh und die Stoppeln sehr gut. Im Bild ist optisch ein Unterschied zur Zerkleinerung mit den integrierten Mulchern (System Westermeier – links im Bild) zu erkennen.

Die tatsächliche Größenklassenverteilung des Maisstrohs zeigen die folgenden 3 Abbildungen. In der Klasse „über 20 cm“ gab es deutliche Unterschiede zwischen den Varianten. Erfolgte die Zerkleinerung des Maisstrohs nur durch den Standard Unterbauhäcksler am Maispflücker betrug der Anteil der Größenklasse über 20 cm an der Gesamtstrohmasse 37 %.

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "integrierte Mulcher"

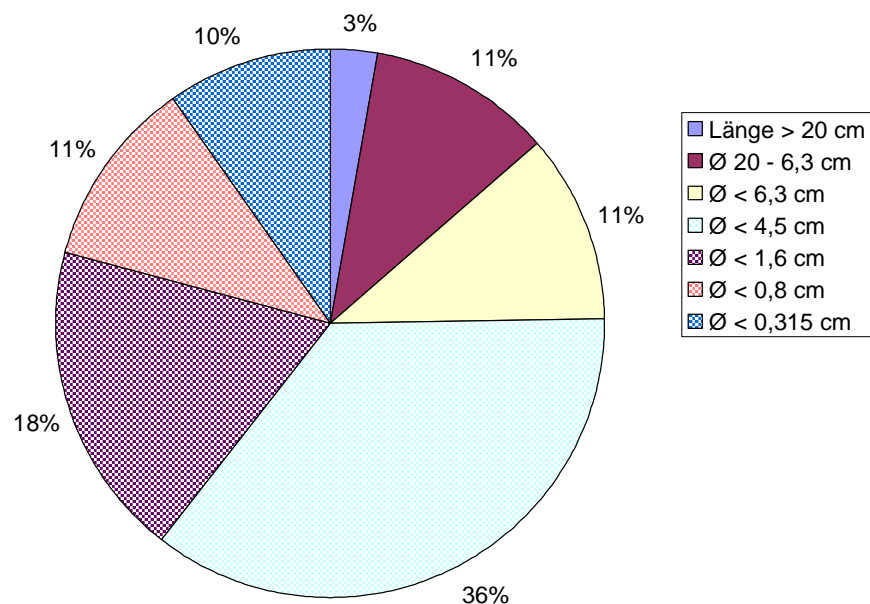


Abbildung 10: Siebanalyse integrierte Mulcher (Mössling 2005)

Beim Einsatz der integrierten Mulcher „System Westermeier“ (Abbildung 10) bzw. des Unterbauhäckslers + Mulcher am Traktor (Abbildung 11) konnten die Anteile von Maisstängeln > 20 cm Länge auf 3 bzw. 6 % reduziert werden. Werden die 3 Klassen mit den größten Fraktionen (> 4,5 cm) zu einem Wert zusammengefasst, dann wird deutlich, dass ohne den Einsatz von Mulchgeräten der Anteil größerer

Maisstrohteile 62 % beträgt. Durch den Einsatz der integrierten Mulchgeräte „System Westermeier“ beträgt dieser Anteil noch 25 % und bei dem System Unterbauhächsler + Mulcher am Traktor nur 21 %. Anhand dieser Zahlen wird deutlich, dass der augenscheinlich vermutete große Unterschied zwischen den beiden Mulchsystemen nicht von der Siebanalyse bestätigt wird. Wesentlich in seiner Zusammensetzung dagegen unterscheidet sich die Variante „ohne Mulcher“ (Abbildung 12) von den beiden anderen Varianten.

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "separate Mulcher"

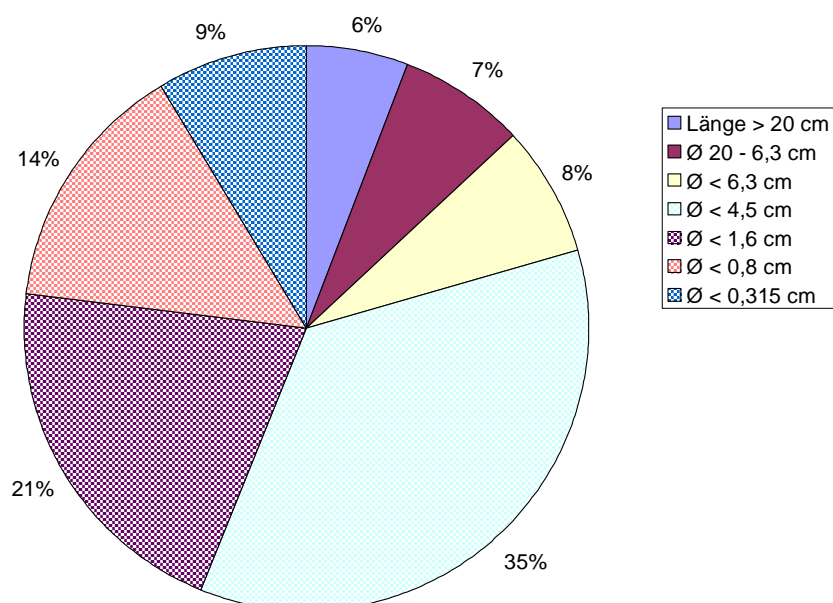


Abbildung 11: Siebanalyse extra Mulcher am Traktor (Mössling 2005)

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "ohne Mulcher"

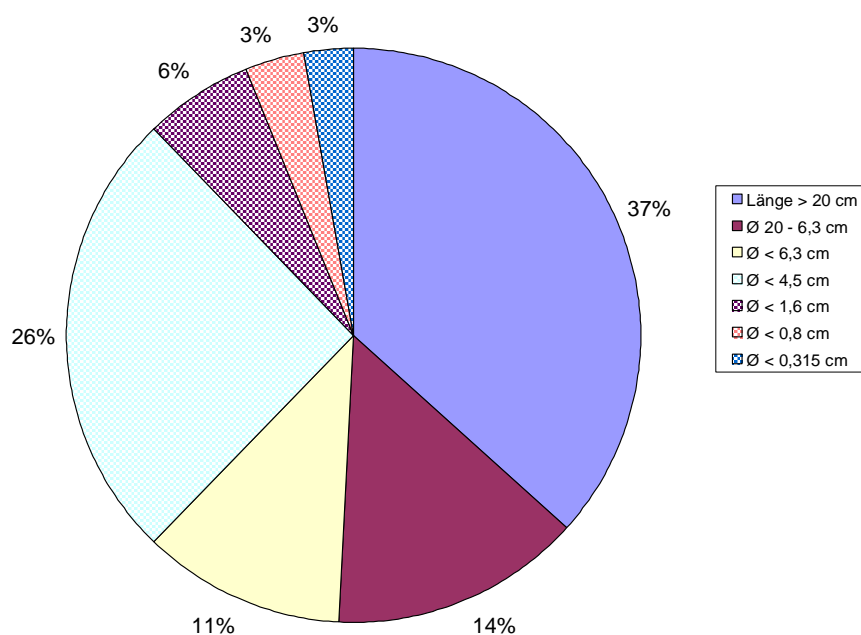


Abbildung 12: Siebanalyse nur Unterbauhäcksler (Mössling 2005)

4.1.1.3 Maisernte 2006

Zur Maisernte 2006 kamen erneut Mulchgeräte mit Hammerschlägern wie schon 2004 zum Einsatz. Auf Grund der Tatsache, dass sowohl bei den beiden Geräten beim Verfahren Mulcher extra als auch bei den integrierten Mulchern am Mähdreher die Werkzeuge bereits stärker abgenutzt waren, lässt sich die relativ schlechte Zerkleinerungswirkung im Vergleich zu den Jahren 2005 bzw. 2006 erklären.

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "integrierte Mulcher"

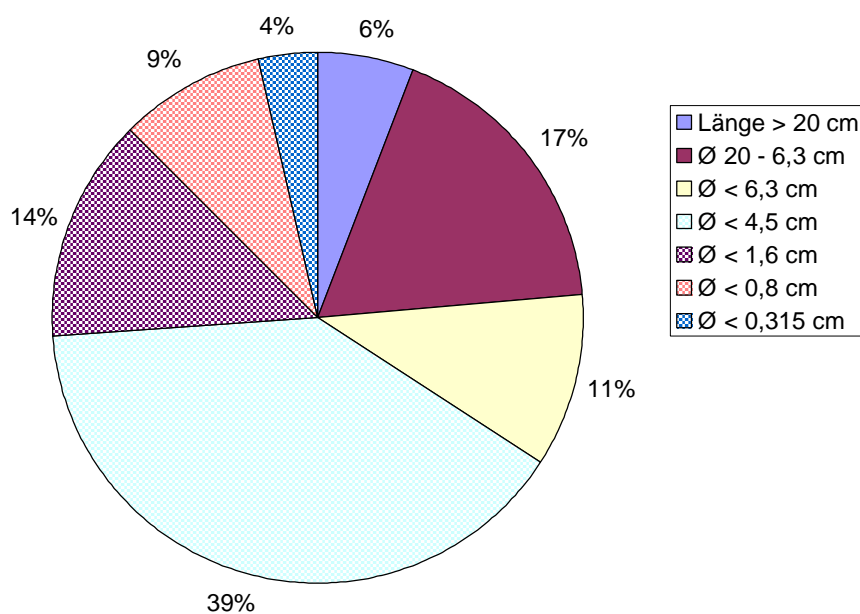


Abbildung 13: Siebanalyse integrierte Mulcher (Mössling 2006)

Während im Vorjahr insgesamt nur 25 % in der Größenklasse über 4,5 cm (Abbildung 10) zu finden waren, ist der Prozentsatz bei den integrierten Mulchern in der Maisernte 2006 auf 34 % angestiegen (Abbildung 13). Beim Verfahren separate Mulcher (Abbildung 14) sind es sogar 51% Maisstroh, die länger als 4,5 cm sind, während es im Vorjahr beim Einsatz des fabrikneuen Mulchgerätes nur 21% waren. Beim Verfahren ohne Mulcher liegt der Wert in beiden Jahren bei 62% (Abbildung 12 und Abbildung 15).

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "separate Mulcher"
(Gerät Rotoland / Hammerschläger - Bichlmeier)

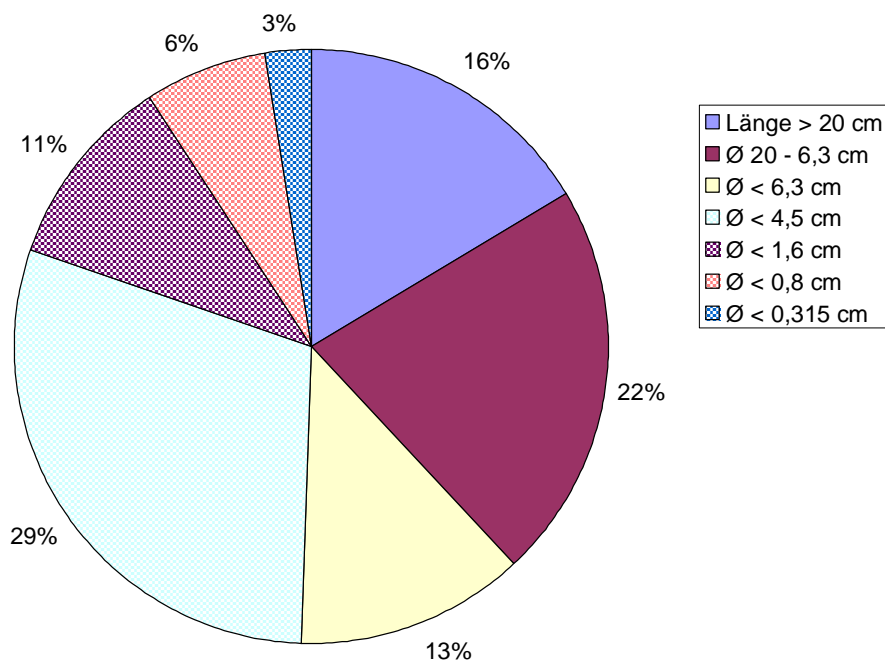


Abbildung 14: Siebanalyse extra Mulcher am Traktor (Mössling 2006)

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "ohne Mulcher"

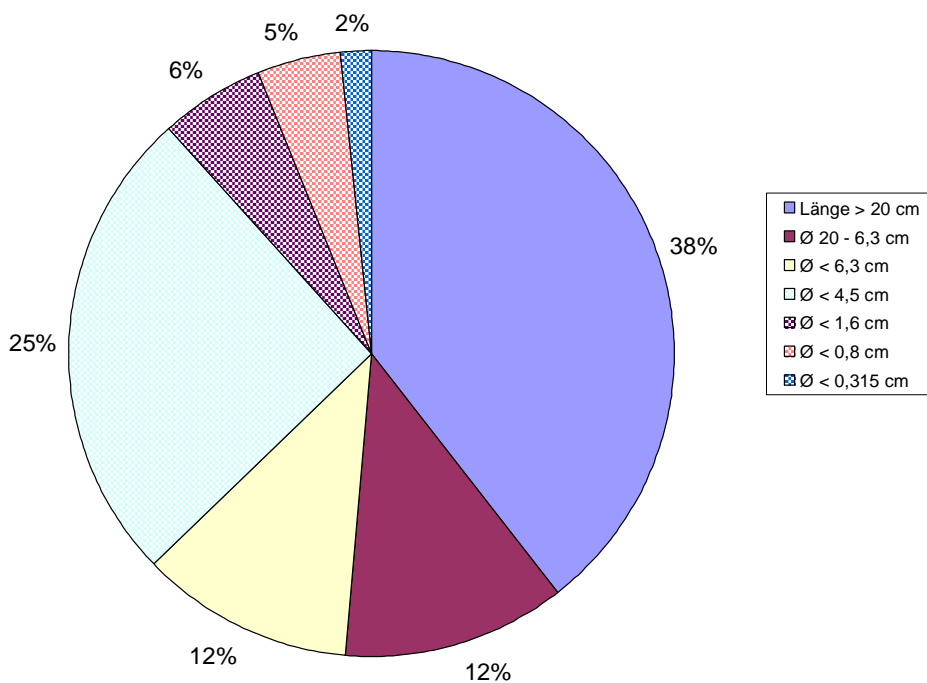


Abbildung 15: Siebanalyse nur Unterbauhäcksler (Mössling 2006)

4.1.2 Standort Holzen

4.1.2.1 Maisernte 2004

Zum Standort Lochheim 2004 vergleichbare Ergebnisse brachte die Siebung des Maisstrohs am Standort Holzen. Auch hier war mit 29 % der Anteil des Häckselgutes über 20 cm Länge beim Verfahren nur mit Unterbauhäcksler deutlich höher als bei den beiden anderen Varianten. Mit dem integrierten Mulcher „System Westermeier“ (Abbildung 16) konnte der Anteil auf 10 % und bei Einsatz des Unterbauhäckslers + Mulcharbeitsgang (Abbildung 17) sogar auf 5 % reduziert werden. Werden die drei Klassen >6,3 cm zu einem Wert zusammengefasst, dann sind auch hier beim Verfahren nur mit Unterbauhäcksler fast 60 % des Strohs in dieser Kategorie zu finden. Beim System integrierter Mulcher „System Westermeier“ dagegen sind es genau 40 % und beim Verfahren Unterbauhäcksler + Mulcher am Traktor 37 %. Die Verfahren integrierter Mulcher „System Westemeier“ und Unterbauhäcksler + Mulcher am Traktor unterscheiden sich bei der Zerkleinerungswirkung nur geringfügig, deutlich ungünstiger verhält sich das Verfahren „Unterbauhäcksler“.

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "integrierte Mulcher"

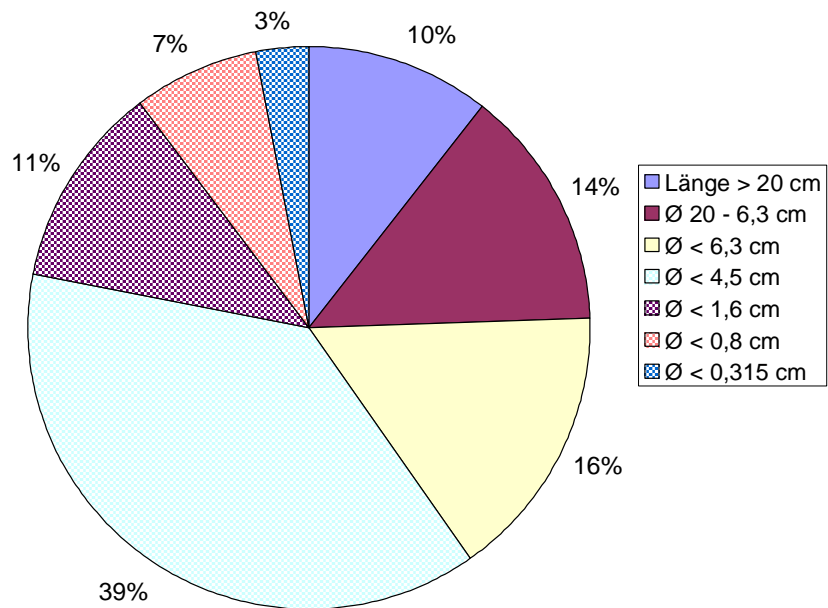


Abbildung 16: Siebanalyse integrierte Mulcher (Holzen 2004)

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "separate Mulcher"

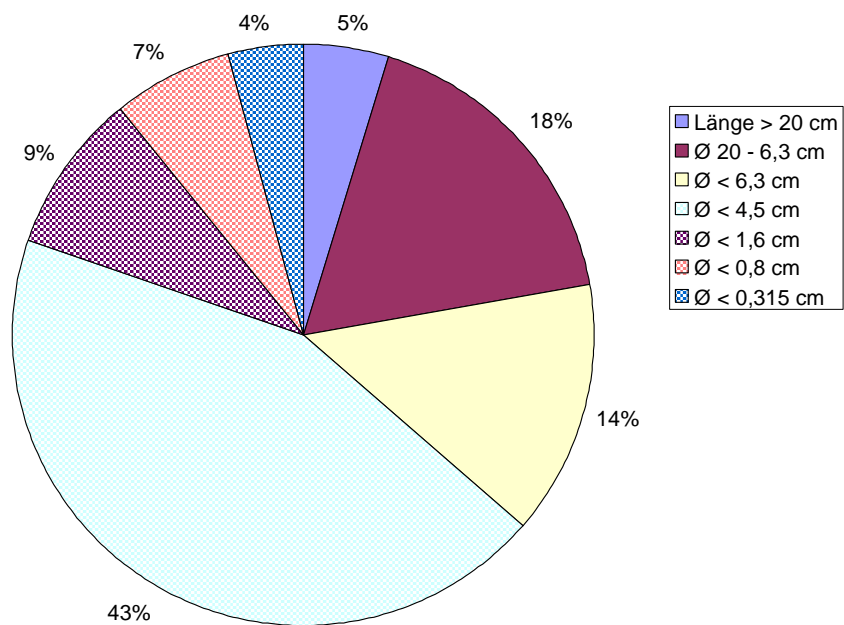


Abbildung 17: Siebanalyse extra Mulcher am Traktor (Holzen 2004)

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "ohne Mulcher"

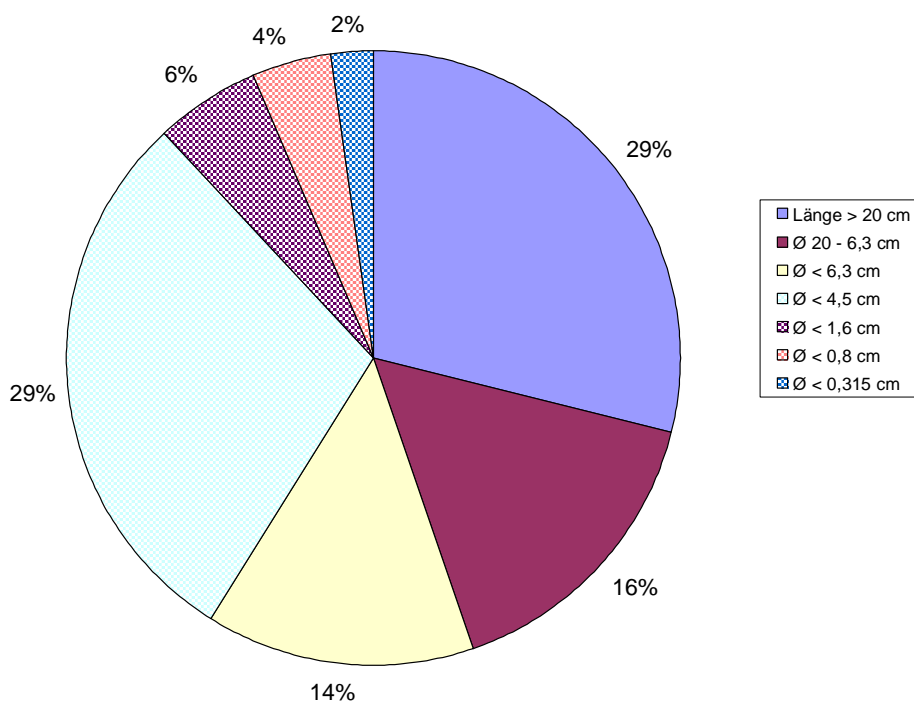


Abbildung 18: Siebanalyse nur Unterbauhäcksler (Holzen 2004)

4.1.2.2 Maisernte 2005

Am Standort Holzen auf dem Betrieb Westermeier wurde der Mais Ende Mai von mehreren Nachtfrösten stark geschwächt, was zu einem ausgedünnten Bestand mit einem vergleichsweise niedrigen Ertrag von 118 dt Nassmais bei 37 – 40 % Wasser geführt hat. Dementsprechend wenig Maisstroh (mit 138 dt Frischmasse bei 51 – 60 % Wasser nur die Hälfte wie in Mössling 2005) war nach dem Drusch auf der Oberfläche zu finden. Für die beiden Mulchsysteme ergaben sich dadurch keine spürbaren Vorteile. Die Fahrgeschwindigkeit hätte auf Grund des geringeren Maisstrohaufkommens sowohl beim Drescher als auch beim am Schlepper angebauten Mulchgerät etwas erhöht werden können. Beim Dreschen wurde wie üblich mit 6 km/h gefahren, um eine saubere Arbeit des Pflückers zu gewährleisten. Mit dem Kuhn Mulchgerät (eingesetzt von einem Kuhn Monteur) wurde nur 5 km/h schnell gefahren, um eine optimale Zerkleinerung zu erreichen. Hinsichtlich der Anteile in der Fraktion über 20 cm Länge brachte die Siebung vergleichbare Ergebnisse zum Standort Mössling. Auch hier war mit 39 % der Anteil des Häck-

selgutes über 20 cm Länge (Abbildung 21) beim Verfahren nur mit Unterbauhäcksler deutlich höher als bei den beiden anderen Varianten. Mit den integrierten Mulchern „System Westermeier“ (Abbildung 19) konnte der Anteil auf 6 % und bei Einsatz des Unterbauhäckslers + Mulcharbeitsgang (Abbildung 20) auf 7 % reduziert werden. Werden die drei Klassen > 4,5 cm zu einem Wert zusammengefasst, dann sind beim Verfahren nur mit Unterbauhäcksler fast 70 % des Strohs in dieser Kategorie zu finden. Beim System integrierter Mulcher „System Westermeier“ dagegen sind es genau 30 % und beim Verfahren Unterbauhäcksler + Mulcher am Traktor 13 %. Die Verfahren integrierte Mulcher „System Westermeier“ und Unterbauhäcksler + Mulcher am Traktor unterscheiden sich bei der Zerkleinerungswirkung hier deutlicher als in Mössling. Mit dem Kuhn Mulchgerät konnte das Maisstroh stärker zerkleinert werden, als mit den am Mähdrescher angebauten Mulchgeräten. Zu berücksichtigen ist jedoch die Tatsache, dass beim Kuhn Mulchgerät sehr langsam gefahren, das Gerät vom Monteur perfekt eingestellt wurde und vor allem noch kein Verschleiß an den Messern (fabrikneu) vorhanden war. Beim späteren Einsatz in Mössling (4.1.1) konnten diese sehr guten Werte bereits nicht mehr erreicht werden.

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "integrierte Mulcher"

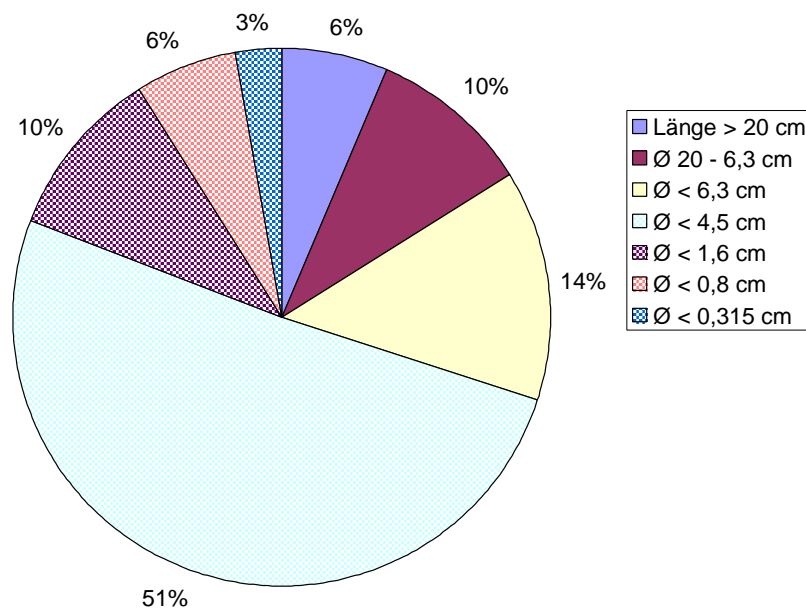


Abbildung 19: Siebanalyse integrierte Mulcher (Holzen 2005)

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "separate Mulcher"

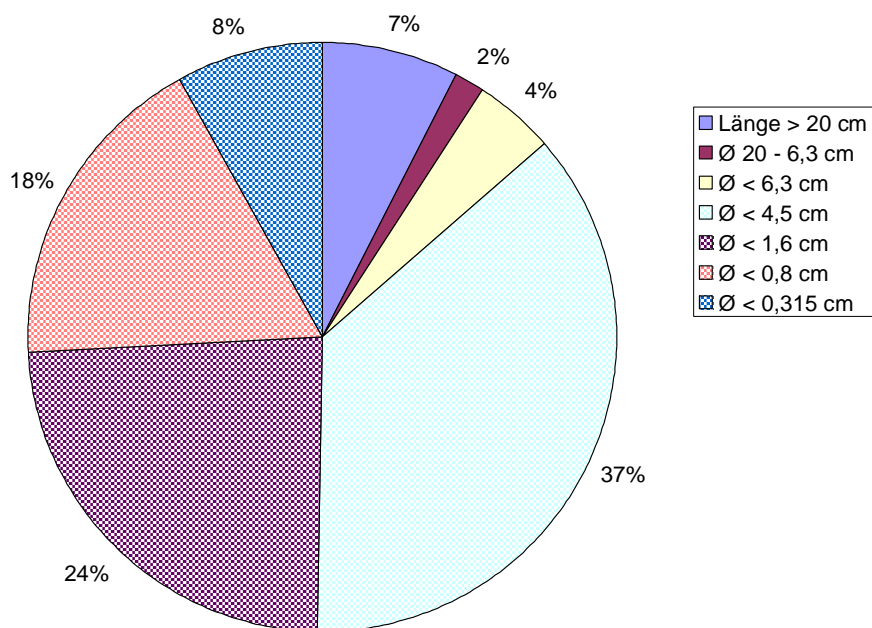


Abbildung 20: Siebanalyse extra Mulcher am Traktor (Holzen 2005)

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "ohne Mulcher"

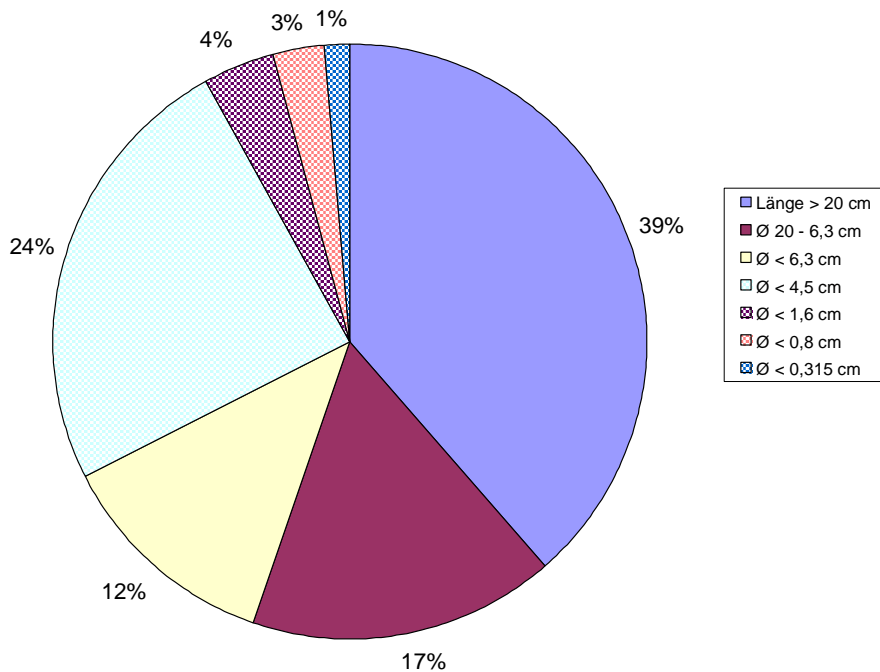


Abbildung 21: Siebanalyse nur Unterbauhäcksler (Holzen 2005)

4.1.2.3 Maisernte 2006

Im Jahr 2006 waren, wie bereits oben erwähnt, die Hammer Werkzeuge des traktorangebauten Mulchgerätes und die Y- Messer der am Mähdrescher angebauten Mulchgeräte bereits stärker verschlissen. Damit erklärt sich, wie am Standort Mössling auch, die im Vergleich zu 2005 deutlich schlechtere Zerkleinerung des Maisstrohs.

Während im Jahr 2006 bei den integrierten Mulchern 42 % des Strohs in den Klassen über 4,5 cm (Abbildung 22) lagen, waren es in 2005 nur 30 % (Abbildung 19). Noch deutlicher war es beim Verfahren extra Mulcher, bei denen die Prozentwerte von 13 in 2005 auf 42 in 2006 gewachsen sind. Beim Verfahren ohne Mulcher dagegen waren in 2005 68 % und in 2006 beinahe identisch 72 % in diesen Klassen zu finden.

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "integrierte Mulcher"

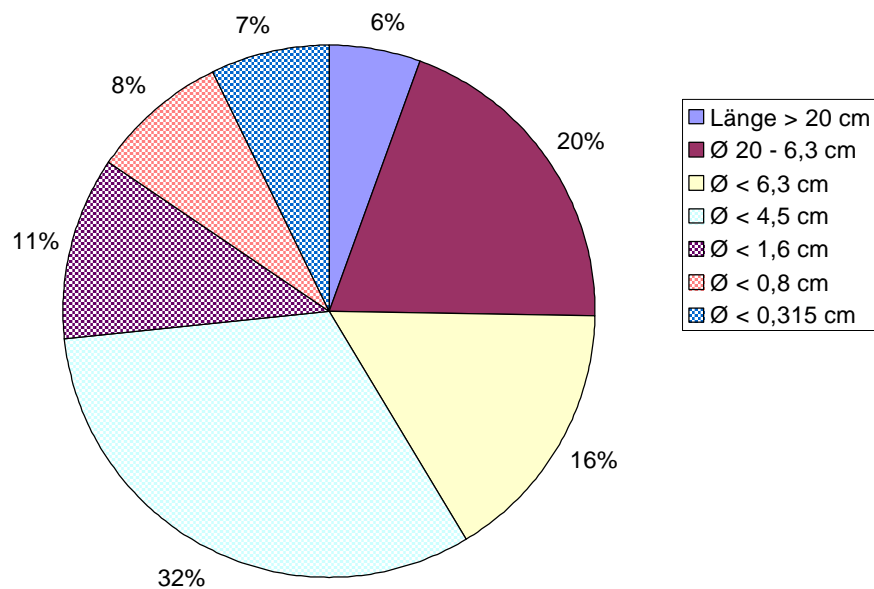


Abbildung 22: Siebanalyse integrierte Mulcher (Holzen 2006)

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "separate Mulcher"
(Gerät Müthing / Hammerschläger - Westermeier)

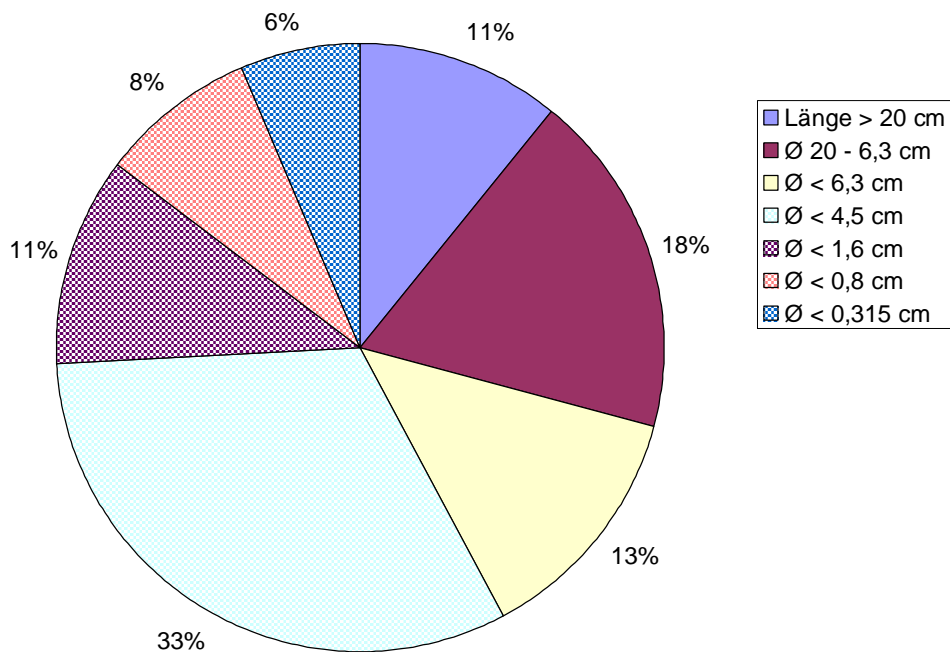


Abbildung 23: Siebanalyse extra Mulcher am Traktor (Holzen 2006)

Größenklassenverteilung Maisstroh bei System "ohne Mulcher"

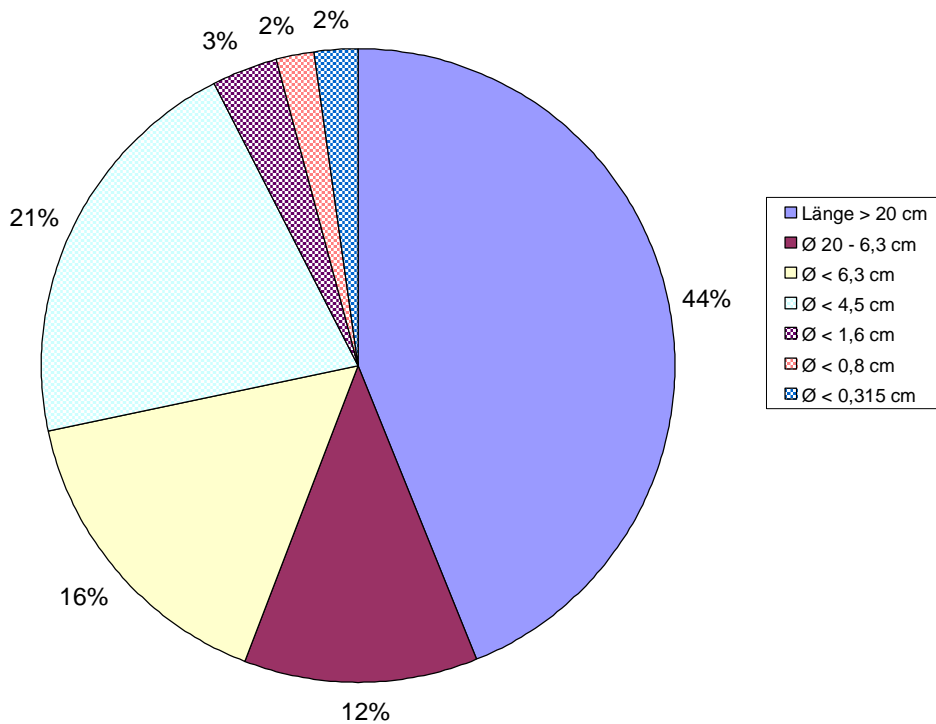


Abbildung 24: Siebanalyse nur Unterbauhäcksler (Holzen 2006)

4.1.3 Übersicht (alle Jahre/Standorte)

Zum besseren Vergleich der einzelnen Jahre und Standorte werden die beiden oberen Größenklassen in einer Gesamtübersicht in Tabelle 1 dargestellt. Daneben wurde auch das Maisstrohaufkommen, welches parallel zum Zerkleinerungsgrad ermittelt wurde dargestellt. Der Vergleich der Jahre 2005 und 2006 auf dem Standort Holzen zeigt, dass für die Intensität der Zerkleinerung kaum die Menge des angefallenen Maisstrohs, sondern hauptsächlich die Beschaffenheit des Mulchgerätes bzw. der Zustand der Arbeitswerkzeuge ausschlaggebend ist. Im Herbst 2006 waren die Werkzeuge aller Mulchgeräte (integriert und extra) an beiden Standorten bereits stärker abgenutzt. Dies schlug sich in der Zerkleinerungsintensität nieder. Demgegenüber kam 2005 ein fabrikneues Mulchgerät mit Y-Messern zum Einsatz (Variante Mulcher extra). Dies führte zu einer eindeutig höheren Zerkleinerungsintensität. Deshalb ist ein deutlicher Unterschied beim Verfahren Mulcher extra zwischen den Jahren 2004/2005 bzw. 2005/2006 zu erkennen.

Eine deutlich geringere Zerkleinerungsintensität ist erwartungsgemäß beim Verfahren ohne Mulcher zu erkennen.

Keinen Einfluss auf die Zerkleinerung hatte die Menge des Maisstrohs. Die Ursache hierfür dürfte sein, dass in den Versuchen die Arbeitsgeschwindigkeit angepasst wurde.

Tabelle 1: Sieblängenverteilung Maisstroh (alle Jahre/Standorte)

Sieblängenverteilung		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
Mulcher integriert	> 4,5 cm	40 %	30 %	42 %	30 %	25 %	34 %
	> 20 cm	10 %	6 %	6 %	3 %	3 %	6 %
Mulcher extra	> 4,5 cm	37 %	13 %	42 %	41 %	21 %	51 %
	> 20 cm	5 %	7 %	11 %	7 %	6 %	16 %
Mulcher ohne	> 4,5 cm	59 %	68 %	72 %	69 %	62 %	62 %
	> 20 cm	29 %	39 %	44 %	40 %	37 %	38 %

4.2 Bodenbedeckung mit Maisstroh

4.2.1 Standort Lochheim/Mössling

4.2.1.1 Weizensaat 2004

Die Bedeckung des Bodens mit Maisstroh nach der Weizenbestellung war erwartungsgemäß bei den Varianten „mulchende Bestellung“ deutlich höher als bei den Pflugvarianten (Abbildung 25).

Während bei den Pflugvarianten die Durchschnittswerte um 1% lagen, bewegten sich die Werte bei den 6 verschiedenen Mulchparzellen zwischen knapp 40 und gut 60 %.

Innerhalb der jeweiligen Bodenbearbeitungsblöcke waren dagegen kaum Unterschiede zwischen den einzelnen Maisstrohzerkleinerungs-Varianten festzustellen. In der Tendenz zeigten alle 3 Parzellen in denen nur mit dem Unterbauhäcksler gearbeitet wurde einen etwas höheren Deckungsgrad. Dies ist nicht überraschend, da es für sämtliche Bodenbearbeitungstechniken schwierig war mit den hohen und unzerkleinerten Maisstrohmengen zurecht zu kommen. Vor allem bei der Bearbeitung mit dem Grubber und der Scheibenegge ist es zur Haufenbildung gekommen. Selbst der Pflug konnte das unzerkleinerte Maisstroh nicht rückstandslos einarbeiten.

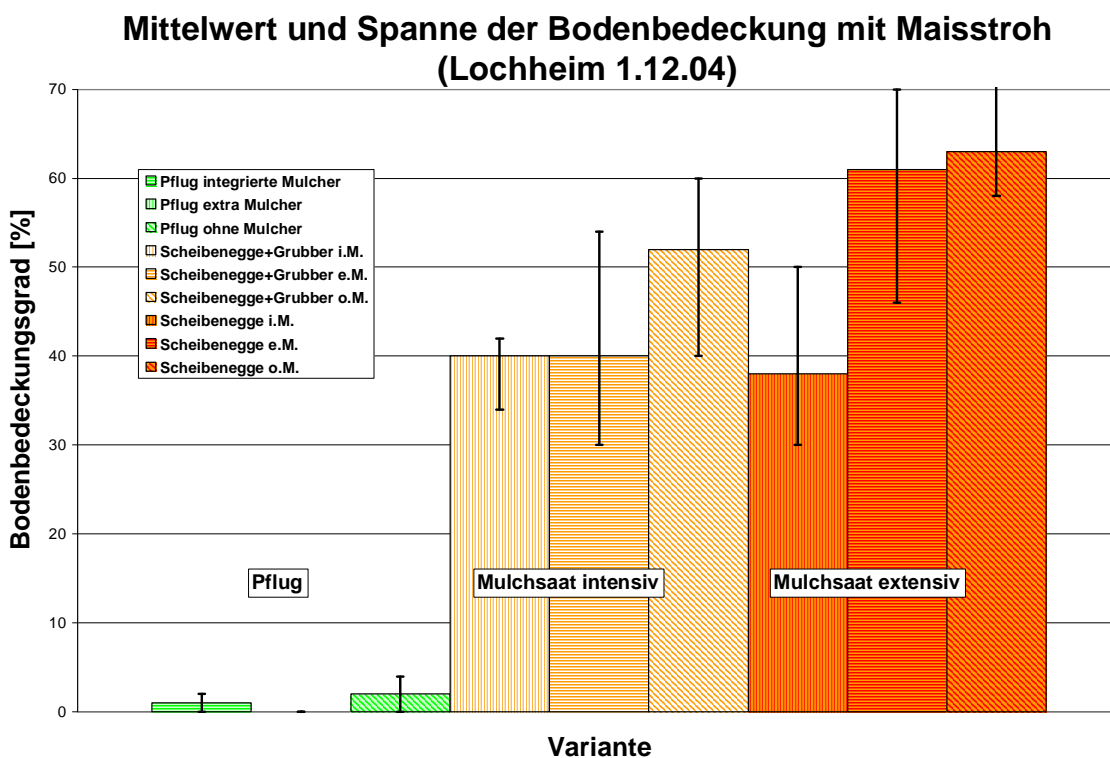


Abbildung 25: Bodenbedeckung mit Maisstroh (Lochheim 04/05)

4.2.1.2 Weizensaat 2005

Die Ermittlung des Bodenbedeckungsgrades im Jahr 2005 sollte unter anderem zeigen, ob sich die gute Zerkleinerungswirkung des neuen Mulchgerätes auf die Maisstrohbedeckung auswirkt, d.h. bei den Varianten mit Kuhn Mulchgerät die Bodenbedeckung mit Maisstroh niedriger ist als beim „System Westermeier“. Die Bedeckung des Bodens mit Maisstroh nach der Weizenbestellung war wie im Vorjahr bei den Varianten „mulchende Bestellung“ deutlich höher als bei den Pflugvarianten (Abbildung 26). Innerhalb der jeweiligen Bodenbearbeitungsblöcke waren im Gegensatz zum Vorjahr Unterschiede zwischen den einzelnen Maisstrohzerkleinerungs-Varianten festzustellen. Bei den 3 Parzellen, in denen das Maisstroh nur mit dem Unterbauhäcksler zerkleinert wurde, war der Deckungsgrad am höchsten. Dies ist – wie auch in der Vergangenheit - nicht überraschend, da es für alle 3 Bodenbearbeitungstechniken schwierig war mit den hohen und unzerkleinerten Maisstrohmengen zurecht zu kommen. Selbst der Pflug konnte das unzerkleinerte Maisstroh nicht völlig rückstandslos einarbeiten (Abbildung 27 linke Bild-

hälfte). Zum ersten Mal zeigte sich auch ein Unterschied zwischen „Mulcher extra“ und „Mulcher integriert“. Die etwas bessere Zerkleinerungswirkung des Kuhn Mulchgerätes wirkte sich in allen 3 Parzellen positiv auf die Einarbeitung aus. Während bei den Pflugvarianten die Durchschnittswerte um 1% lagen, bewegten sich die Werte bei den 6 verschiedenen Mulchparzellen zwischen 26 und 56 %. Damit lagen die Werte in den Mulchsaat Parzellen deutlich unter dem Niveau des benachbarten Standortes Lochheim aus dem Vorjahr. Die Begründung hierfür liefern neben der guten Zerkleinerungswirkung des neuen Kuhn Mulchers vor allem die vergleichsweise guten Bedingungen zum Zeitpunkt der Bodenbearbeitung im Herbst 2005.

Mittelwert und Spanne Bodenbedeckung mit Maisstroh (Mössling 18.04.2006)

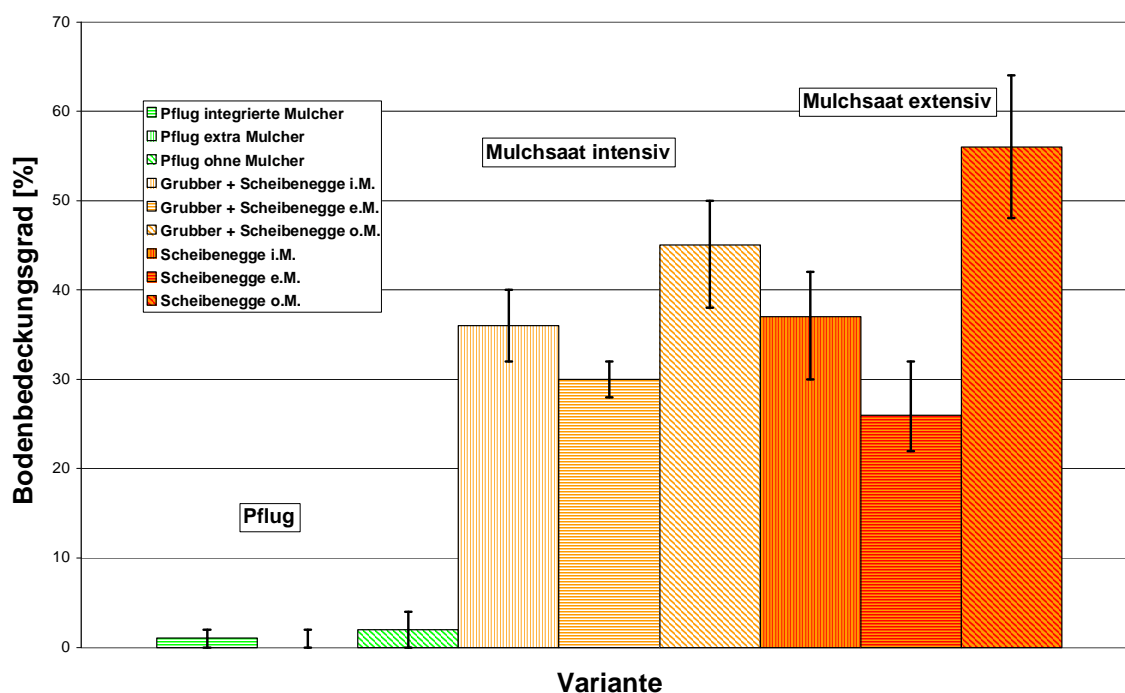


Abbildung 26: Bodenbedeckung mit Maisstroh (Mössling 05/06)



Abbildung 27: Grenze „Pflug“ (links) zu „Mulchsaat intensiv“ (Mössling)

4.2.1.3 Weizensaat 2006

Sowohl am Standort Mössling als auch in Holzen waren im Herbst die Boden- und Witterungsbedingungen für die Strohzerkleinerung und Bodenbearbeitung bzw. Weizensaat ideal. Sommerliche Temperaturen und ein gut abgetrockneter Boden ließen eine optimale Arbeit zu.

Während beim Pflug die maximal möglichen 0 % Bodenbedeckung erreicht werden konnte, lagen die Werte in der Variante Mulchsaat extensiv ohne Mulcher bei rund 45 % (Abbildung 28). Das ist ein hoher Wert, der sich jedoch im Vergleich zu den Werten aus den beiden Vorjahren relativiert und ebenfalls die guten Bearbeitungsbedingungen widerspiegelt. Wie auch schon in den beiden Vorjahren, war die Bodenbedeckung innerhalb der Bodenbearbeitungsblöcke (Pflug, Mulchsaat intensiv und Mulchsaat extensiv) jeweils in der Variante ohne Mulcher am höchsten. D.h. ohne zusätzliche Zerkleinerung des Maisstrohs konnte dies in jedem Fall schlechter eingearbeitet werden als mit Zerkleinerung.

Mittelwert und Spanne Bodenbedeckung mit Maisstroh (Mössling 12.03.2007)

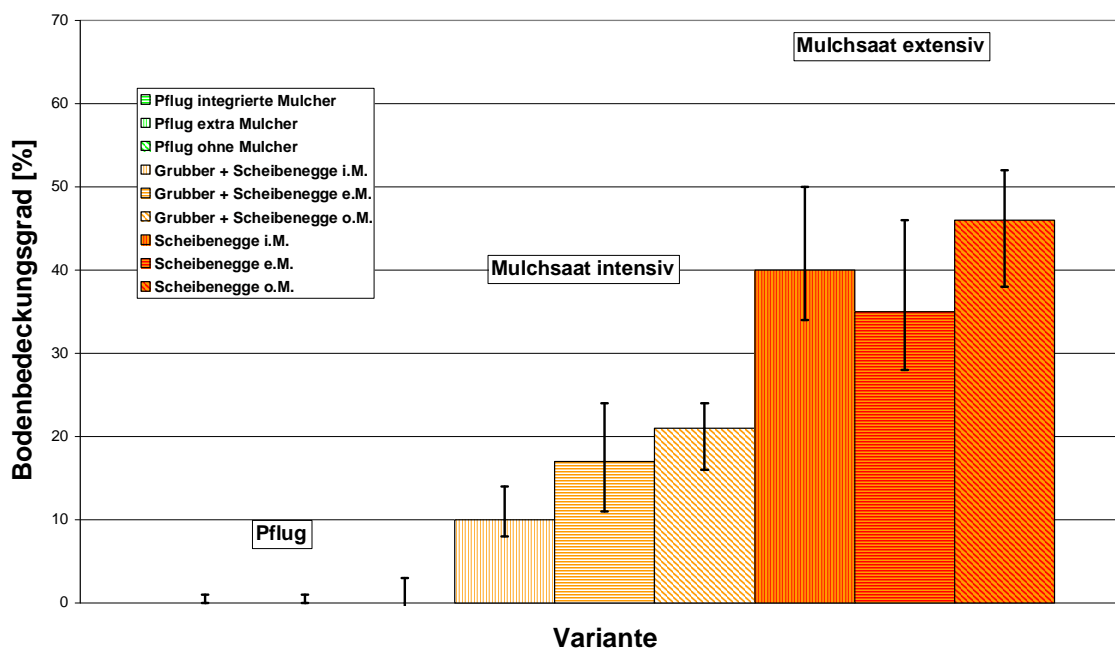


Abbildung 28: Bodenbedeckung mit Maisstroh (Mössling 06/07)

4.2.2 Standort Holzen

4.2.2.1 Weizensaat 2004

Am Standort Holzen zeigte sich ebenfalls ein deutlicher Unterschied zwischen der Pflug- und den Mulchbestellvarianten (Abbildung 29). Auf Grund der trockeneren Bodenbedingungen bei der Bodenbearbeitung und Aussaat konnte mit der Scheibenegge (Mulchsaat extensiv) bzw. mit Scheibenegge plus Grubber (Mulchsaat intensiv) mehr Maisstroh in den Boden eingearbeitet werden als in Lochheim.

Die ermittelten Bodenbedeckungsgrade lagen deshalb auf einem niedrigeren Niveau zwischen 32 und 40 %. Ebenfalls kaum ausgeprägt war der Unterschied innerhalb der einzelnen Bodenbearbeitungsblöcke. Der Pflug des Landwirts Westermeier kam auch mit dem nicht zerkleinerten Maisstroh sehr gut zurecht, so dass zwischen den Zerkleinerungsvarianten kein Unterschied festzustellen war. Dennoch konnte auch hier vereinzelt Maisstroh an der Oberfläche gefunden werden, sodass im Mittelwert aller 3 Pflugvarianten 1 % Bodenbedeckungsgrad ermittelt wurde.

Ähnlich wie beim Standort Lochheim war auch hier die Tendenz zu erkennen, dass beim alleinigen Einsatz des Unterbauhäckslers in beiden Mulch-Bestellvarianten das meiste Maisstroh an der Oberfläche zu liegen kam.

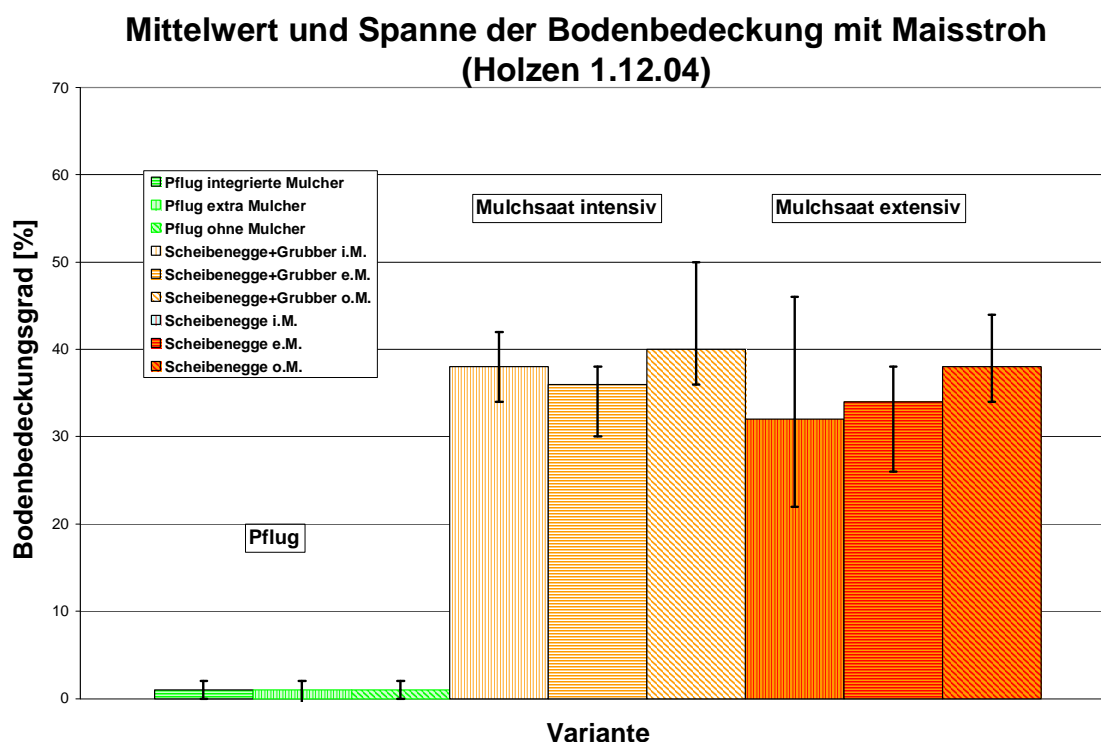


Abbildung 29: Bodenbedeckung mit Maisstroh (Holzen 04/05)

4.2.2.2 Weizensaat 2005

Auf Grund der guten Bedingungen bei der Bodenbearbeitung und Aussaat und vor allem aber des geringen Maisstrohaufkommens (Tabelle 2) konnte dieses mit der Scheibenegge (Mulchsaat extensiv) bzw. mit Scheibenegge plus Grubber (Mulchsaat intensiv) deutlich besser eingemischt werden als in Mössling.

Die ermittelten Bodenbedeckungsgrade lagen deshalb selbst in den Mulchsaatparzellen deutlich unter 30 %. Im direkten Vergleich (Abbildung 27 mit Abbildung 31) ist der Unterschied in der Höhe der Bodenbedeckung mit Maisstroh optisch deutlich zu erkennen. Trotz des niedrigeren Niveaus in Holzen zeigte sich auch hier, dass in allen 3 Bodenbearbeitungsblöcken die Variante mit dem unzerkleinerten Maisstroh zu den jeweils höchsten Bodenbedeckungsgraden führte. Auch bei der Pflug Variante waren einzelne Maisstroh Haufen an der Oberfläche zu finden.

Mittelwert und Spanne Bodenbedeckung mit Maisstroh (Holzen 18.04.2006)

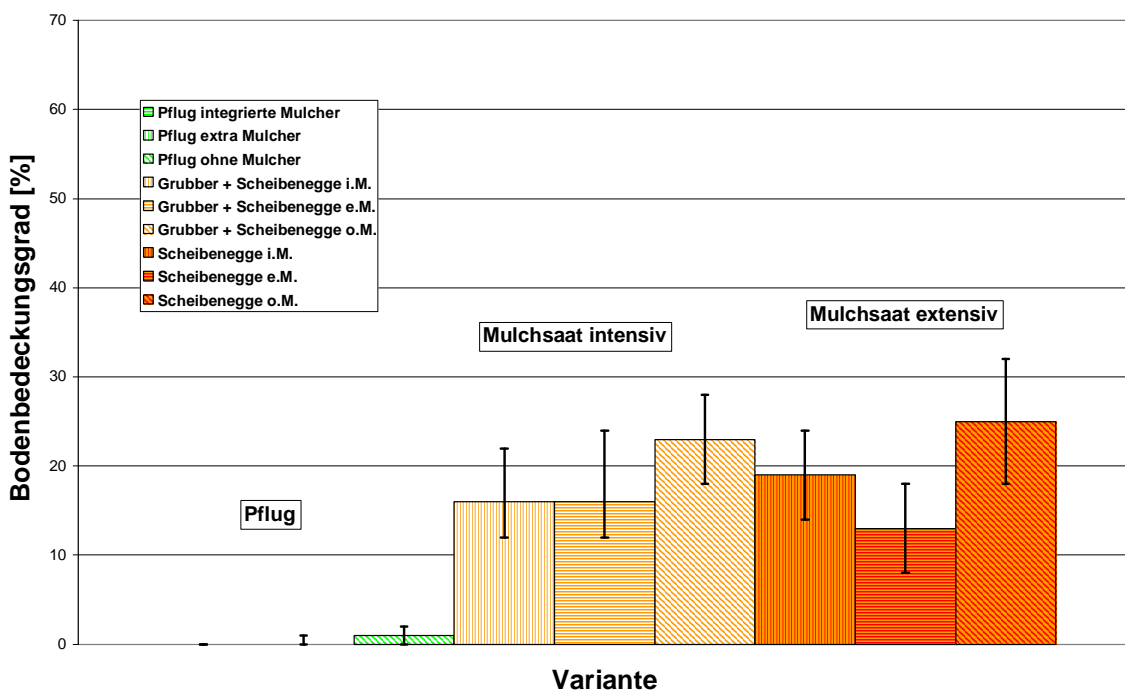


Abbildung 30: Bodenbedeckung mit Maisstroh (Holzen 05/06)

Im Bodenbearbeitungsblock „Mulchsaat intensiv“ unterscheiden sich die beiden verschiedenen Mulchsysteme hinsichtlich des Bodenbedeckungsgrades nicht. Die Erklärung dafür liegt in der Tatsache, dass durch den geringen Maisstrohanfall die Intensität der Zerkleinerung nicht so eine große Rolle spielt, da die Bodenbearbeitungstechnik relativ gut mit den geringeren Mengen Maisstroh zurecht kommt.



Abbildung 31: Grenze „Pflug“ (links) zu „Mulchsaat intensiv“ (Holzen)

4.2.2.3 Weizensaat 2006

Die beste Einarbeitung des Maisstrohs gelang im Herbst 2006 am Standort Holzen trotz des relativ hohen Maisstrohaufkommens von 96 dt TM/ha (Tabelle 2). Die idealen Bodenbedingungen (trockener, gut schüttlähiger Boden) führten zu deutlich niedrigeren Bodenbedeckungsgraden, die selbst in der Variante Mulchsaat extensiv ohne Mulcher - also nur Unterflurhäcksler, Scheibenegge und gezogene Universaldrillmaschine - nur Werte von 22 % erreichten (Abbildung 32). Dennoch war vor allem in der Variante Mulchsaat extensiv der Bodenbedeckungsgrad der Unterflurhäcksler Variante deutlich höher als bei den beiden Mulcher Varianten.

Mittelwert und Spanne Bodenbedeckung mit Maisstroh (Holzen 12.03.2007)

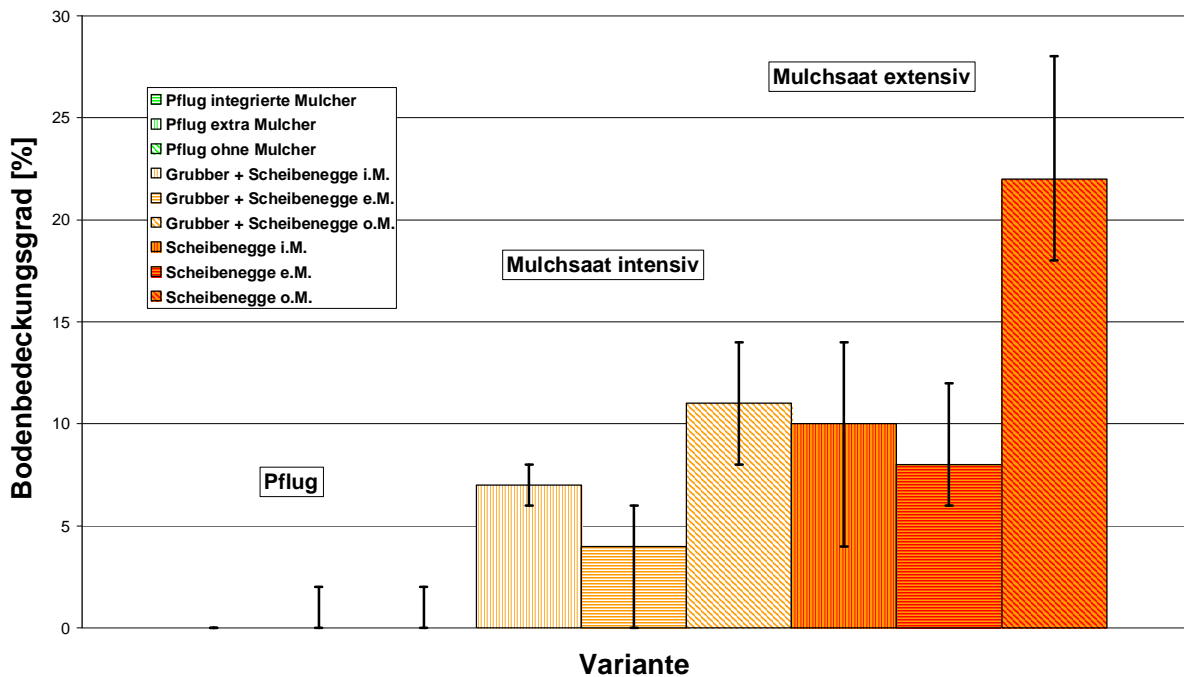


Abbildung 32: Bodenbedeckung mit Maisstroh (Holzen 06/07)

4.2.3 Übersicht (alle Jahre/Standorte)

In der Tabelle 2 sind die Bodenbedeckungsgrade mit Maisstroh im Überblick über alle Jahre und Standorte dargestellt.

Die mit Abstand niedrigsten Werte sind bei der konventionellen Bestellung (Pflug + Kreiselegge / Drillmaschine) zu finden. Hier liegen die Werte zwischen 0 und 2 %, was bedeutet, dass nicht immer das Maisstroh vollständig untergepflügt werden konnte, bzw. bei der Weizensaat wieder an die Oberfläche gezogen wurde.

Die beste Einarbeitung des Stroh gelang im Herbst 2006 auf dem Standort Holzen. Hier herrschten trotz des relativ hohen Maistrohertrages auf Grund der trockenen Bodenbedingungen ideale Verhältnisse. Damit lässt sich auch erklären warum trotz der schlechten Maisstrohzerkleinerung die Bodenbedeckungsgrade in beiden Mulchsaatvarianten deutlich unter dem Niveau des Jahres 2004 lagen, obwohl der Maistrohertrag beinahe identisch war.

Die höchsten Deckungsgrade mit Werten bis zu über 60 % finden sich bei der Mulchsaatvariante ohne zusätzliche Maisstrohzerkleinerung. Auch beim Verfahren Pflug sind die Deckungsgrade beim Verzicht auf den Mulcher am höchsten. Dies liegt daran, dass alle Bodenbearbeitungsgeräte, ob Scheibenegge, Grubber oder Pflug mit großen unzerkleinerten Strohmenge Probleme haben.

Darüber hinaus wirkt sich maßgeblich der Bodenzustand insbesondere bei der Mulchsaat auf die Qualität der Einarbeitung der Ernterückstände aus. Die hohen Maisstrohmengen und vor allem die nassen Bodenverhältnisse im Herbst 2004 erklären die in allen Varianten über den Werten der anderen Jahre liegenden Maisstrohbedeckungsgrade.

Tabelle 2: Bodenbedeckungsgrade Maisstroh (alle Jahre/Standorte)

Bodenbedeckungsgrade		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
Pflug	Mulcher integriert	1 %	0 %	0 %	1 %	1 %	0 %
	Mulcher extra	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Mulcher ohne	1 %	1 %	0 %	2 %	2 %	1 %
Mulchsaat intensiv	Mulcher integriert	38 %	16 %	7 %	40 %	36 %	10 %
	Mulcher extra	36 %	16 %	4 %	40 %	30 %	17 %
	Mulcher ohne	40 %	23 %	11 %	52 %	45 %	21 %
Mulchsaat extensiv	Mulcher integriert	32 %	19 %	10 %	38 %	37 %	40 %
	Mulcher extra	34 %	13 %	8 %	61 %	26 %	35 %
	Mulcher ohne	38 %	25 %	22 %	63 %	56 %	46 %

4.3 Ertragsdaten zum Weizen

4.3.1 Weizenernte 2005

Im ersten Versuchsjahr lagen die Winterweizenerträge (Tabelle 3) bei beiden Standorten deutlich unter denen der Jahre 2006 und 2007. Die großen Maisstroh-mengen führten bei den Varianten mit pflugloser Bestellung zu geringeren Feldaufgängen. Dennoch erreichten die Erträge in den Mulchsaatparzellen fast das Niveau der Pflugparzellen, wie der Signifikanztest zeigt.

Tabelle 3: Ertragsdaten Weizenernte 2005 (2 Standorte)

Varianten/Standort		Holzen			Lochheim		
		Pflanzen/m ²	Ähren/m ²	Ertrag in dt/ha	Pflanzen/m ²	Ähren/m ²	Ertrag in dt/ha
Bestellverfahren	Mulcher	Feldaufgang	Ernte	Ernte	Feldaufgang	Ernte	Ernte
Pflug	integriert	204	471	78,6		410	61,5
	extra	199	460	80,6		488	73,3
	ohne	170	434	81,1		433	67,4
Mittelwert "Pflug"	Parz. 1 - 3	191	455	80,1 A		444	67,5 A
Mulchsaat intensiv	integriert	126	410	73,9		429	58,7
	extra	134	402	72,1		473	68,3
	ohne	132	434	78,6		488	71,7
Mittelwert "intensiv"	Parz. 4 - 6	131	415	74,6 B		463	66,2 A
Mulchsaat extensiv	integriert	180	431	76,6		424	61,3
	extra	161	469	79,0		464	63,5
	ohne	150	484	80,8		442	60,3
Mittelwert "extensiv"	Parz. 7 - 9	164	461	78,8 A		443	61,7 B
Mittelwert über alle	Parz. 1 - 9	162	442	77,8		451	65,5

Signifikanz: Gleicher Buchstabe bedeutet nicht signifikant (Wahrscheinlichkeit 95 %) unterschiedlich



Abbildung 33: Maisstrohhaufen in Mulchsaatparzelle

4.3.2 Weizenernte 2006

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Varianten „Pflug“ und „Mulchsaat intensiv“ mit der gleichen Sätechnik und damit Aussaatstärke gedrillt wurden fällt auf, dass am Standort Holzen der Feldaufgang in etwa gleich ist, während er in Mössling bei der Variante „Mulchsaat intensiv“ abfällt. Dies lässt sich mit den Aussaatbedingungen gut erklären. Während es in Holzen (Abbildung 31) auf Grund des geringen Strohanfalles zu keinen Beeinträchtigungen bei der Saat kam wurde in Mössling (Abbildung 27) die Bodenbearbeitungs- und Sätechnik in ihrer Funktion wegen des hohen Maisstrohaufkommens doch deutlich negativ beeinflusst, was sich letztendlich in einem ungleichmäßigen, lückigen Feldaufgang äußerte. Auf die Erträge hat sich dies erstaunlicherweise kaum ausgewirkt, weil es durch eine stärkere Bestockung – ausgedrückt durch die Anzahl Ähren / m² bei der Ernte – ausgeglichen werden konnte. Lediglich Parzelle 9 (Mulchsaat extensiv, ohne Strohzerkleinerung) am Standort Mössling fiel ab. Hier herrschten die für den Feldaufgang schlechtesten Bedingungen, wie der Wert 174 Pfl / m² auch eindeutig bestätigt. Dort war der Weizenertrag mit nur 63 dt / ha deutlich unter dem Durchschnitt aller Parzellen von gut 80 dt / ha.

Tabelle 4: Ertragsdaten Weizenernte 2006 (2 Standorte)

Varianten/Standort		Holzen			Mössling		
		Pflanzen/m ²	Ähren/m ²	Ertrag dt/ha	Pflanzen/m ²	Ähren/m ²	Ertrag dt/ha
Bestellverfahren	Mulcher	Feldaufgang	Ernte	Ernte	Feldaufgang	Ernte	Ernte
Pflug	integriert	178	476	76,2	262	460	86,0
	extra	226	503	81,9	276	492	82,9
	ohne	210	483	82,1	270	482	84,1
Mittelwert "Pflug"	Parz. 1 - 3	205	487	80,1 A	269	478	84,3 A
Mulchsaat intensiv	integriert	224	535	81,6	220	429	78,2
	extra	222	563	82,8	232	516	84,6
	ohne	210	547	79,4	216	504	87,2
Mittelwert "intensiv"	Parz. 4 - 6	219	548	81,3 A	223	483	83,3 A
Mulchsaat extensiv	integriert	196	504	76,1	232	516	88,6
	extra	214	502	76,6	214	426	72,5
	ohne	182	565	85,3	174	410	63,0
Mittelwert "extensiv"	Parz. 7 - 9	197	524	79,3 A	207	450	74,7 B
Mittelwert über alle	Parz. 1 - 9	207	520	80,2	233	470	80,8

Signifikanz: Gleicher Buchstabe bedeutet nicht signifikant (Wahrscheinlichkeit 95 %) unterschiedlich

4.3.3 Weizenernte 2007

In den hohen Erträgen der Ernte 2007 spiegeln sich die durchwegs idealen Wachstumsbedingungen vom trockenen Herbst über den milden Winter wider (Tabelle 5). Die Frühjahrtrockenheit beeinträchtigte den Weizen wegen des guten Wasserspeichervermögens der Böden nicht. Die Mulchsaaten zeigten durchwegs sehr gute Erträge, die denen der Pflugparzellen nicht nachstehen.

Tabelle 5: Ertragsdaten Weizenernte 2007 (2 Standorte)

Varianten/Standort		Holzen			Mössling		
		Pflanzen/m ²	Ähren/m ²	Ertrag in dt/ha	Pflanzen/m ²	Ähren/m ²	Ertrag in dt/ha
Bestellverfahren	Mulcher	Feldaufgang	Ernte	Ernte	Feldaufgang	Ernte	Ernte
Pflug	integriert		574	93,5		522	93,1
	extra		632	95,9		558	96,2
	ohne		593	95,1		532	93,4
Mittelwert "Pflug"	Parz. 1 - 3		600	94,8 A		538	94,2 A
Mulchsaat intensiv	integriert		565	92,2		575	94,5
	extra		576	84,6		527	91,1
	ohne		606	89,1		559	89,7
Mittelwert "intensiv"	Parz. 4 - 6		582	88,6 A		554	91,8 A
Mulchsaat extensiv	integriert		603	90,8		584	89,3
	extra		658	87,2		579	91,2
	ohne		633	97,5		552	86,3
Mittelwert "extensiv"	Parz. 7 - 9		631	91,8 A		572	88,9 A
Mittelwert über alle	Parz. 1 - 9		604	91,8		554	91,6

Signifikanz: Gleicher Buchstabe bedeutet nicht signifikant (Wahrscheinlichkeit 95 %) unterschiedlich

Die Weizenerträge der unterschiedlichen Zerkleinerungs- und Bestellverfahren lagen in allen 3 Jahren auf jeweils ähnlichen Niveaus. Trotz eines teilweise deutlich schlechteren Feldaufganges des Winterweizens in den Mulchsaatvarianten haben sich die lückigen Bestände dort bis zur Ernte größtenteils geschlossen. Bei der Ernte konnten durchwegs mit den Pflugparzellen identische Erträge ermittelt werden. Dennoch gab es vor allem bei großen, schlechter eingearbeiteten Maisstrohmenngen (Mössling 2006) auch größere Abweichungen nach unten.

4.4 Fusariumbefall und DON Werte

4.4.1 Standort Lochheim/Mössling

4.4.1.1 Weizenernte 2005

Als Weizensorte für den Anbau 2004/2005 wurde auf beiden Standorten die Sorte Drifter (Einstufung Fusariumanfälligkeit: mittel) in Absprache mit den Pflanzenbauexperten ausgesät, um für die Klärung der Versuchsfrage sicher eine Infektion mit Fusarium zu erreichen. Bereits nach der Weizenblüte, als der Zeitpunkt für eine visuelle Fusariumbonitur gekommen war, wurde deutlich, dass der Fusariumbefall in den Versuchspartzellen beachtlich war. Als Folge der geringen Fusariumtoleranz und den im Jahr 2005 „guten“ Bedingungen für eine Ausbreitung der Fusariumpilze überstiegen die DON Werte den EU Grenzwert für Rohgetreide von 1,25 mg/kg Getreide zum Teil deutlich (Abbildung 34). Diese Tatsache schränkte die Auswertung nicht ein und führte auch nicht zu falschen Ergebnissen. Es sollte jedoch weniger die absolute Höhe der einzelnen Werte betrachtet werden, sondern vielmehr die Abstufung in Hinblick auf die Varianten der Maisstrohzerkleinerung und der Bodenbearbeitung. Diese Abstufung konnte auch statistisch (dargestellt durch die Buchstaben A, B, C in Abbildung 34) mit Hilfe des Signifikanztestes und einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % nachgewiesen werden.

Exakt dieselbe Abstufung mit weitgehend der selben Signifikanz – so viel sei hier schon vorweggenommen – zeigte sich auch auf den anderen Standorten und in den folgenden Jahren. Der Unterschied lag lediglich in der Höhe der jeweiligen Niveaus, die durch unterschiedlich starke Fusariuminfektion (Sortenanfälligkeit, Witterung) hervorgerufen worden sind.

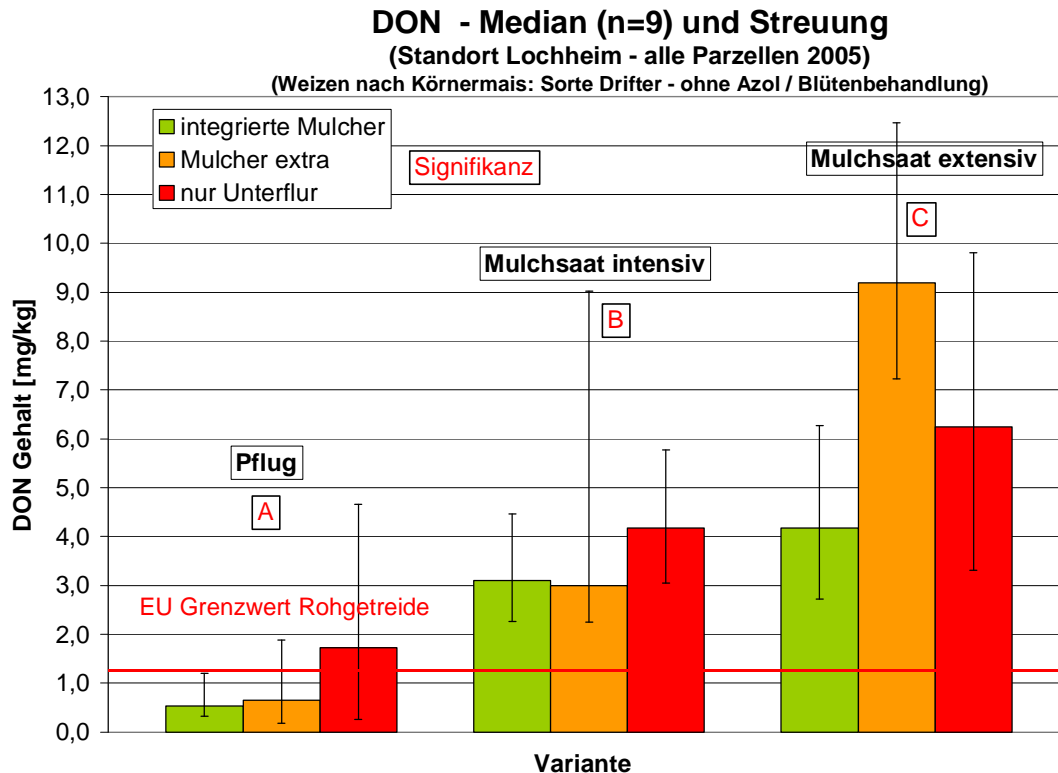


Abbildung 34: DON Werte 2005 (Lochheim)

Abbildung 34 zeigt deutlich, dass in sämtlichen Mulchsaatparzellen die DON Werte deutlich über den Grenzwert liegen. Der Einfluss der Maisstrohzerkleinerung hatte bei diesem massiven Auftreten von *Fusarium* nur eine untergeordnete Rolle. Dennoch ist zu erkennen, dass beim Unterlassen der Maisstrohzerkleinerung die DON Werte in der Tendenz ansteigen. Je schlechter die Strohzerkleinerung und damit die Verrottung war, desto höher waren in der Tendenz (in Abhängigkeit von jeweiligem Befallsdruck durch die Witterung) die DON Werte. Die Auswertung der DON Werte über alle Jahre und Standorte wird sogar eine statistische Absicherung dieser Aussage zulassen (4.4.3).

Neben der Laboranalyse wurden die Weizenkörner aus den Beprobungsringen mit dem Auge auf erkennbaren *Fusarium*befall bonitiert und nach der Ernte der Anteil kranker Körner je Probe ermittelt. Diese Boniturwerte wurden in Korrelation zu den DON Laborwerten gebracht (Abbildung 35).

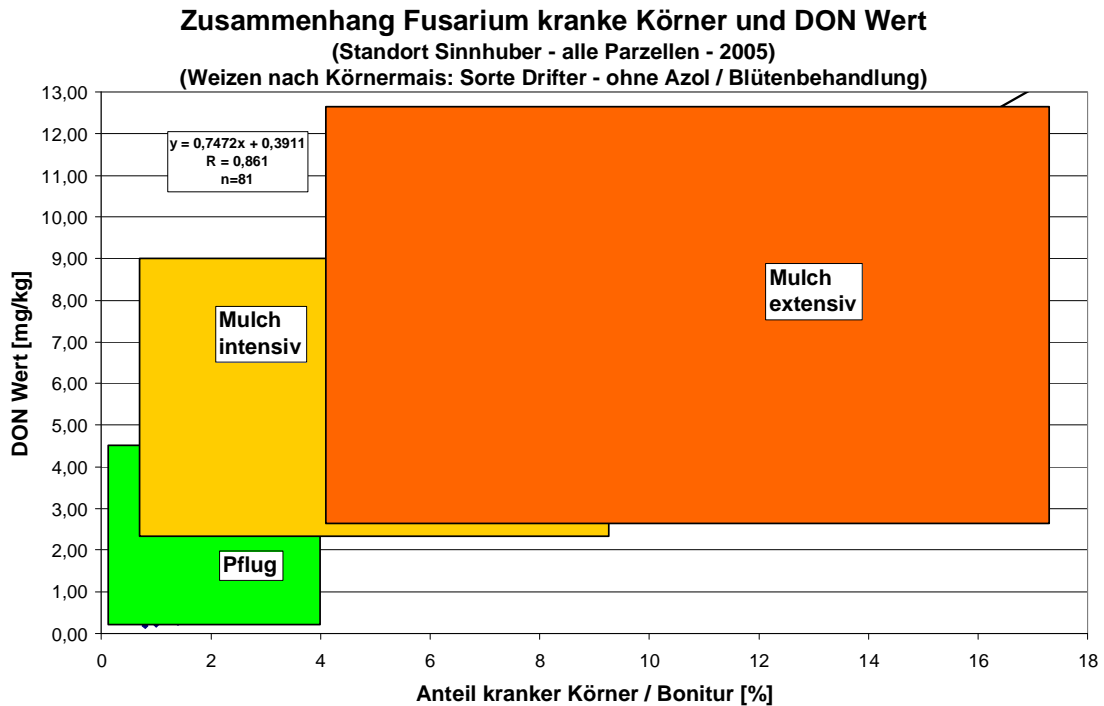


Abbildung 35: Zusammenhang DON Wert – Fusarium Bonitur (Lochheim)

Die Abbildung zeigt den Zusammenhang zwischen rein äußerlich befallenen Körnern und dem tatsächlichen DON Gehalt in der Ernteware. Unter Einbeziehung von 81 Wertepaaren konnte eine sehr gute Korrelation mit $R=0,861$ errechnet werden. Darüber hinaus verdeutlicht die Darstellung nochmals, die von wendender Bestellung über intensiv mulchende Bestellung zu extensiv mulchender Bestellung zunehmende Infektion mit Ährenfusariosen.

4.4.1.2 Weizenernte 2006

Im Unterschied zum ersten Versuchsjahr wurde ab der Aussaat 2005 eine Weizensorte mit einer besseren Fusariumtoleranz (Magnus - Fusariumanfälligkeit: gering - mittel) ausgesät. Die Infektionsbedingungen zum Zeitpunkt der Weizenblüte waren 2006 erneut günstig, doch dann setzte an beiden Standorten eine extreme Vorsommertrockenheit ein, die eine Ausbreitung von Pilzkrankheiten stark hemmte. Von Ende Juni bis zum Zeitpunkt der Beerntung der Beprobungsringe fielen praktisch keine Niederschläge mehr. Dennoch kam es an beiden

Standorten (vor allem Mössling) zum Befall mit Fusarium, wenn auch viel schwächer als im Vorjahr.

Bei der Bestandesbonitur auf Fusarium am 10.07.06 zeigte sich, dass erneut unterschiedlich starker Fusariumbefall vorhanden war. Wie im Vorjahr war der Befall besonders intensiv in den Mulchsaatparzellen und hier vor allem in den Varianten ohne Maisstrohzerkleinerung. Im absoluten Niveau dagegen war der Befall deutlich geringer als im Vorjahr.

Die folgende Laboranalyse bestätigte die Bonituren. Die Ergebnisse der Laboranalyse sind in Abbildung 36 dargestellt. Die Darstellung zeigt, dass im Gegensatz zum Vorjahr auch die Werte der Varianten „Mulchsaat intensiv“ und „Mulchsaat extensiv“ unter dem geltenden Grenzwert von 1,25 mg/kg Rohgetreide liegen. Zwischen diesen beiden Varianten gibt es, ebenfalls wieder abweichend zum vorjährigen Ergebnis, keinen signifikanten Unterschied. Signifikant dagegen ist der Unterschied zur Variante Pflug, die deutlich unter dem Niveau der Mulchsaat liegt. Wie auch im Vorjahr weisen die Varianten mit dem unzerkleinerten Maisstroh die höchsten Werte auf. Einzelwerte, vor allem im Bodenbearbeitungsblock „Mulchsaat extensiv“, liegen deutlich über dem Grenzwert.

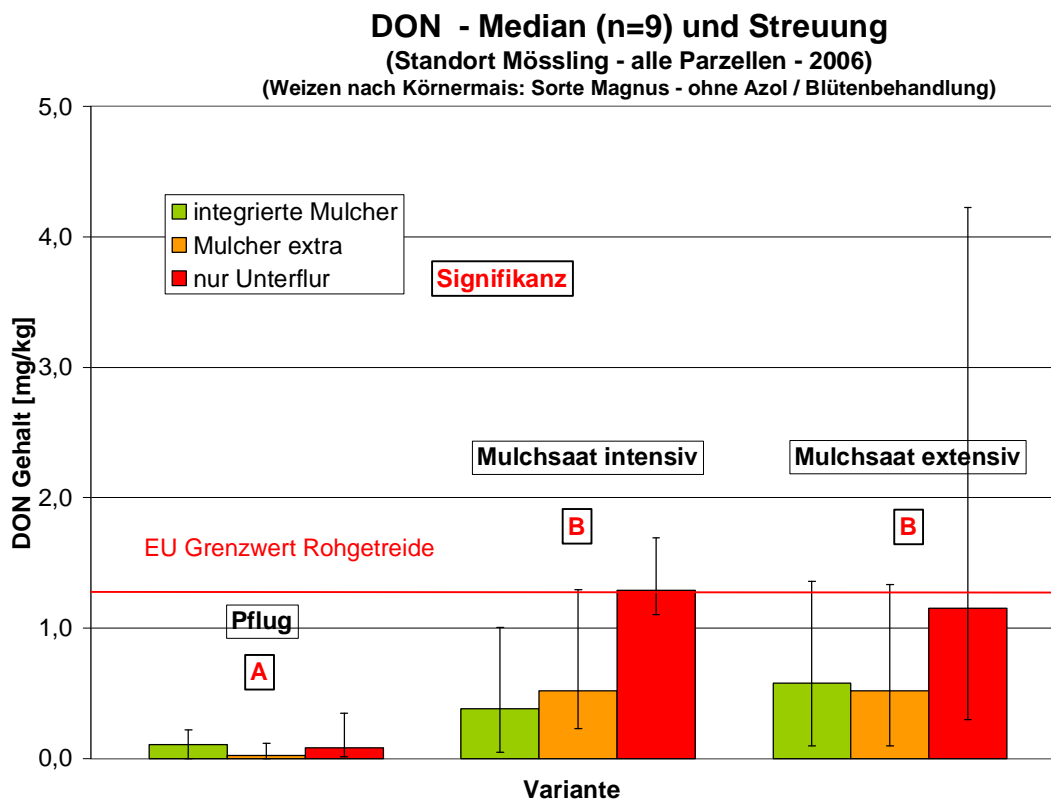


Abbildung 36: DON Werte 2006 (Mössling)

Die Art der Zerkleinerung (integriert oder Mulcher extra) hatte, wie auch im Vorjahr, keinen eindeutigen Einfluss auf die Höhe des DON Gehaltes. Mit Zerkleinerung lagen die DON Werte der Varianten Mulchsaat intensiv und Mulchsaat extensiv deutlich niedriger als bei unterlassener Zerkleinerung. Bei letzteren Varianten wurden die Grenzwerte fast erreicht.

4.4.1.3 Weizenernte 2007

Für das Erntejahr 2007 zeigen die Laborergebnisse (Abbildung 37), dass die absolute Höhe der DON Gehalte zwischen den beiden Vorjahren lag. Im Jahr 2007 herrschte erneut eine Frühjahrs- bzw. Vorsommertrockenheit, die einen starken Befall des Getreides mit Pilzkrankheiten zunächst verhindern konnte. Im Gegensatz zu 2006 trat diese jedoch wesentlich früher auf und in der Abreifephase war durchaus wieder ein Fortschreiten der - wenn auch geringen - Infektionen möglich. Die Abstufungen der DON Werte der einzelnen Bodenbearbeitungsvarianten entsprechen wiederum denen der Vorjahre und lassen sich wie 2005 statistisch absichern. Wie auch in den beiden ersten Versuchsjahren zeigte der Standort Lochheim/Mössling erneut einen deutlich höheren Befall als Holzen und die Versuchsglieder der Mulchsaat lagen wie 2005 oberhalb des Grenzwertes.

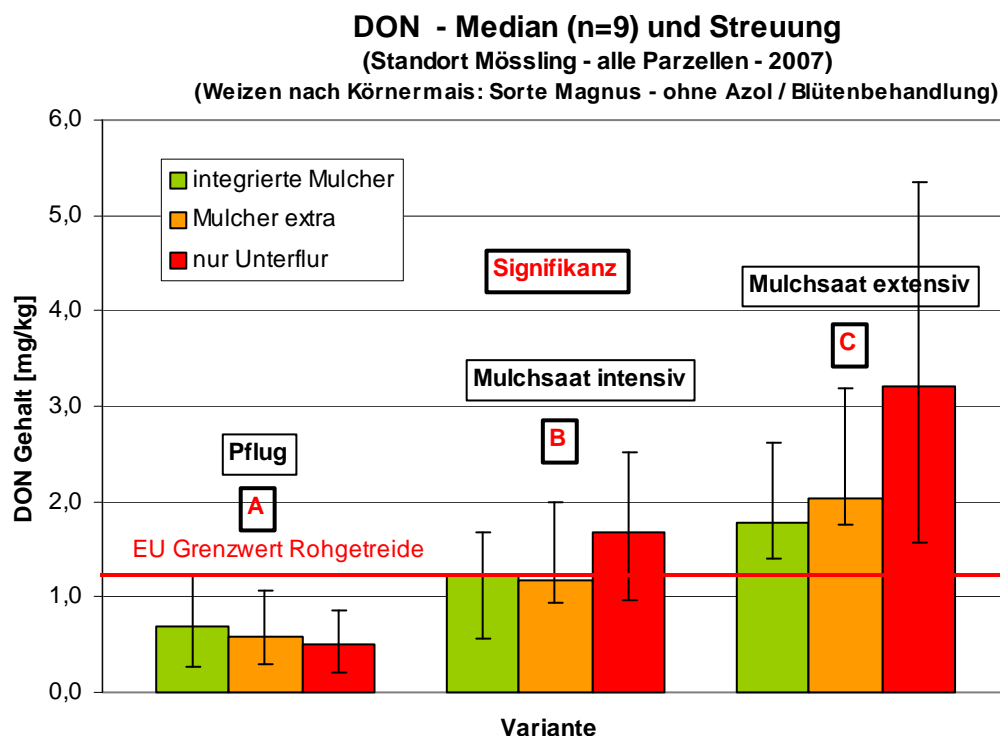


Abbildung 37: DON Werte 2007 (Mössling)

4.4.2 Standort Holzen

4.4.2.1 Weizenernte 2005

Am Standort Holzen zeigte sich beim Fusariumbefall annähernd dieselbe Abstufung, jedoch auf einem niedrigeren Ausgangsniveau, wie 2005 in Lochheim. Diese Abstufung konnte ebenfalls statistisch abgesichert werden und die Bodenbearbeitungsvarianten unterscheiden sich folglich hinsichtlich des DON Wertes signifikant voneinander. Auch in Holzen war der Weizen in der Pflugvariante deutlich gesünder als in den beiden Mulchvarianten. In der Variante Mulchsaat intensiv konnte der Grenzwert im Gegensatz zur Variante Mulchsaat extensiv zumindest teilweise unterschritten werden. Wie am Standort Lochheim war in der Variante Mulchsaat extensiv kein einziger DON Wert unterhalb des Grenzwertes angesiedelt (Abbildung 38).

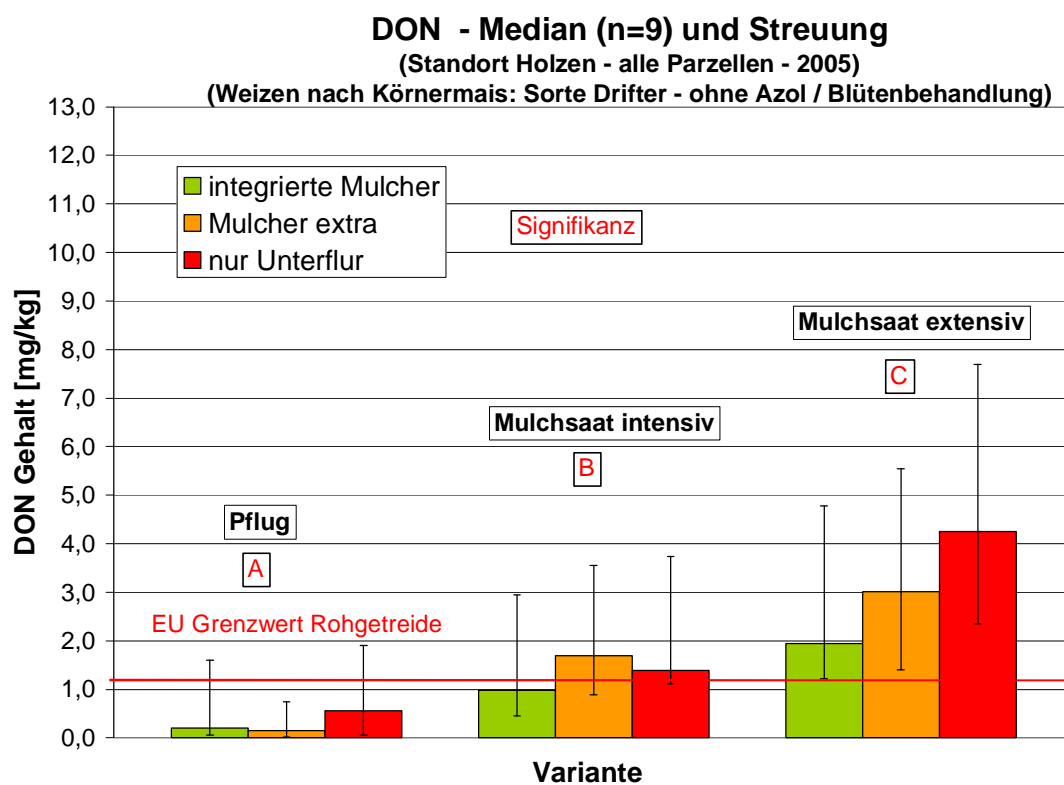


Abbildung 38: DON Werte 2005 (Holzen)

Auch beim Standort Holzen wurden die Proben zusätzlich zur DON Analyse visuell auf Körnerfusariumbefall bonitiert. Der Zusammenhang, befallene Körner und ermittelter Laborwert, ist in Abbildung 39 dargestellt. Auch hier zeigt sich eine gute Korrelation zwischen den beiden Merkmalen.

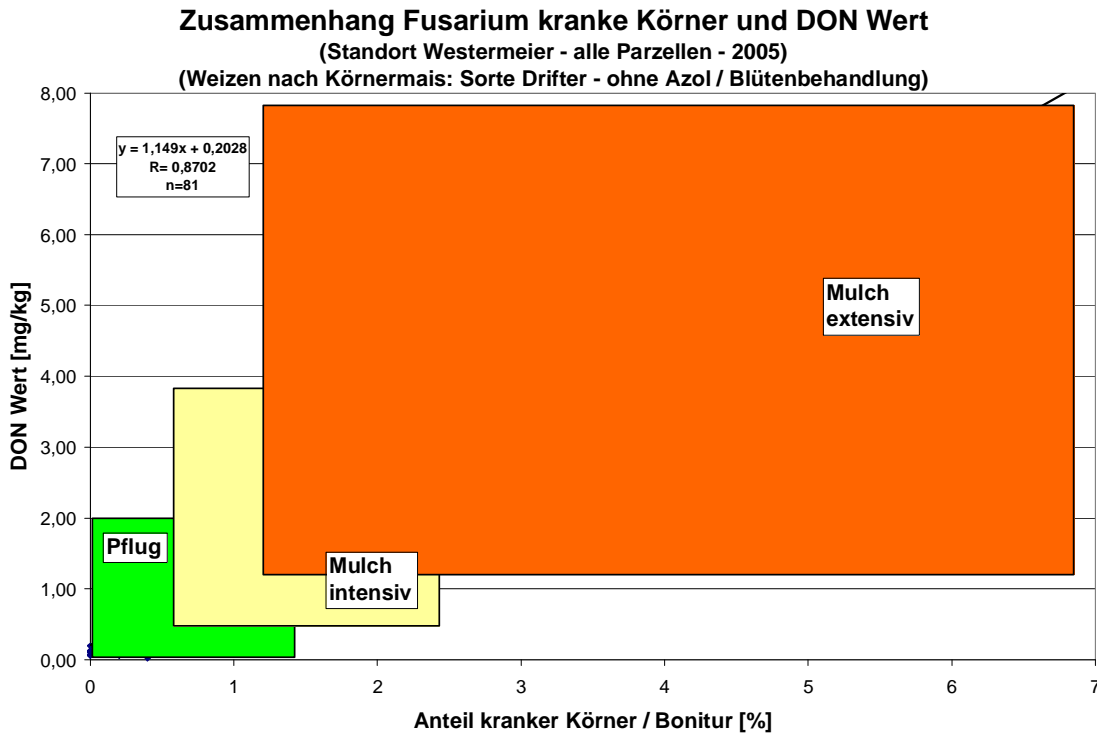


Abbildung 39: Zusammenhang DON Wert – Fusarium Bonitur (Holzen)

4.4.2.2 Weizenernte 2006

Bei der Bestandesbonitur auf Fusarium am 10.07.06 zeigte sich, dass auch hier, trotz extremer Vorsommertrockenheit, vor allem in den Mulchsaatparzellen unterschiedlich starker Fusariumbefall vorhanden war, jedoch auf einem niedrigeren Niveau als in Mössling. In der Tendenz waren beide Standorte dagegen wieder absolut identisch, nur von der absoluten Höhe war der Befall mit Fusarium in Holzen (wie 2005 auch schon) niedriger als in Mössling (bzw. Lochheim 2005).

Während am Standort Mössling (Abbildung 36) in den Mulchsaatvarianten die DON Werte nur knapp unterhalb oder am Grenzwert lagen, unterschritten in Holzen auch die Mulchsaatparzellen den Grenzwert deutlich und sicher (Abbildung 40). Genauso wie in Mössling konnten im Jahr 2006 die beiden Mulchsaatvarianten hinsichtlich des DON Gehaltes nicht unterschieden werden.

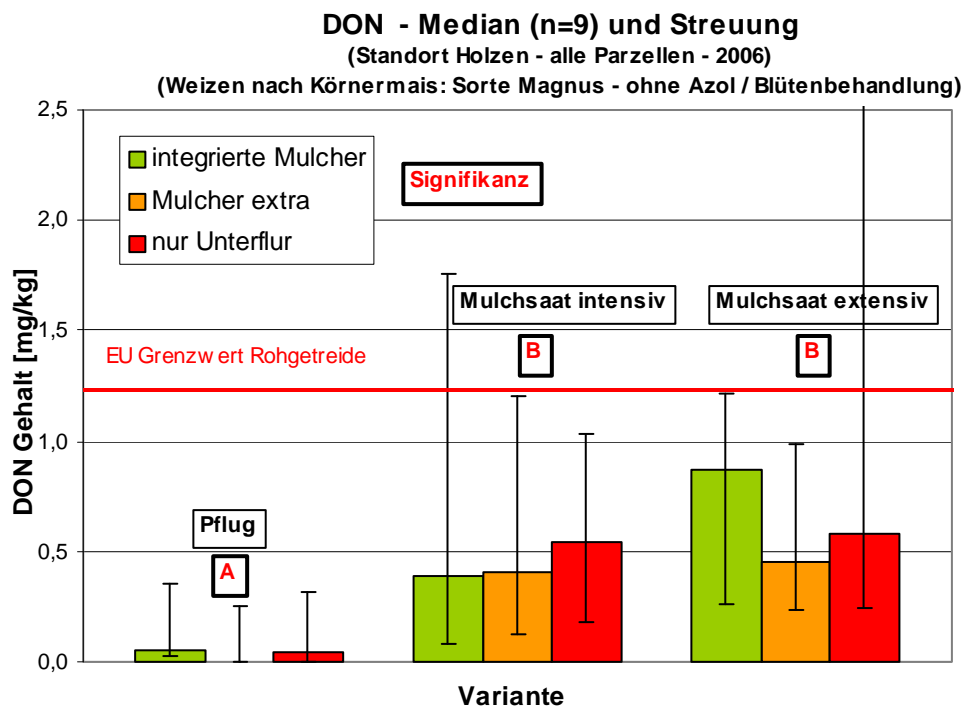


Abbildung 40: DON Werte 2006 (Holzen)

4.4.2.3 Weizenernte 2007

Im Erntejahr 2007 lagen der Fusariumbefall und die DON Laborergebnisse (Abbildung 41) auf einem ähnlichen Niveau wie 2006. Im Jahr 2007 herrschte erneut eine Frühjahrs- bzw. Vorsommertrockenheit, die einen starken Befall des Getreides mit Pilzkrankheiten zunächst verhindern konnte. Infektionen wurden jedoch gesetzt und die Abstufungen der DON Werte der einzelnen Bodenbearbeitungsvarianten entsprachen wiederum denen der Vorjahre und lassen sich wie 2005 statistisch absichern. Wie in den beiden vorangegangenen Jahren auch, lag der Befall am Standort Holzen deutlich unter dem Niveau des Standortes Mössling bzw. Lochheim. Dennoch ist Befall vorhanden und die DON Werte belegen, dass dieser von der Pflug- zu den beiden Mulchvarianten hin signifikant zunimmt, auch wenn er noch deutlich unterhalb des Grenzwertes blieb.

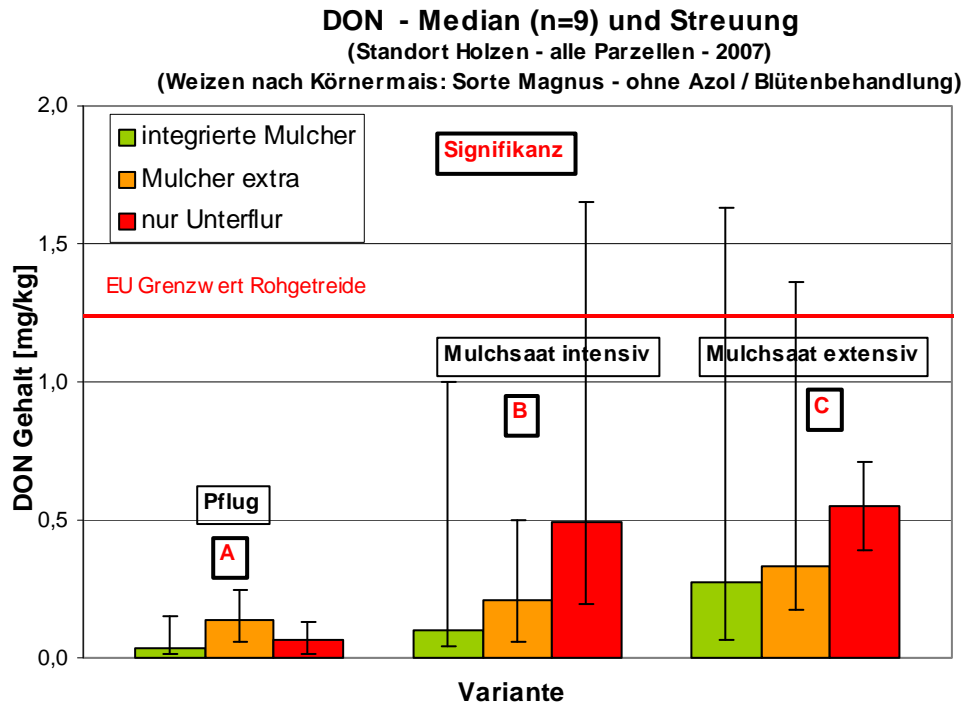


Abbildung 41: DON Werte 2007 (Holzen)

4.4.3 Übersicht (alle Standorte/Jahre)

Zur besseren Veranschaulichung und Übersichtlichkeit wurde für einen abschließenden Vergleich und damit Bewertung der Verfahren der durchschnittliche DON Wert eines jeden Versuchsgliedes über die Jahre und Standorte in der Abbildung 42 zusammengefasst dargestellt. Dabei darf, wie schon des öfteren angesprochen, die absolute Höhe der DON Werte nicht überbewertet werden, weil diese nur auf die Gegebenheiten im Versuch zutreffen. Hier wurde auf eine befallsmindernde Azol Behandlung zur Weizenblüte verzichtet und Versuchsjahr 2004/2005 eine etwas stärker Fusarium anfällige Sorte gesät, die natürlich auf Grund der starken Infektion den Durchschnittswert anhebt.

DON - Mittelwert (alle Jahre und Standorte)
 (Weizen nach Körnermais: ohne Azol / Blütenbehandlung)

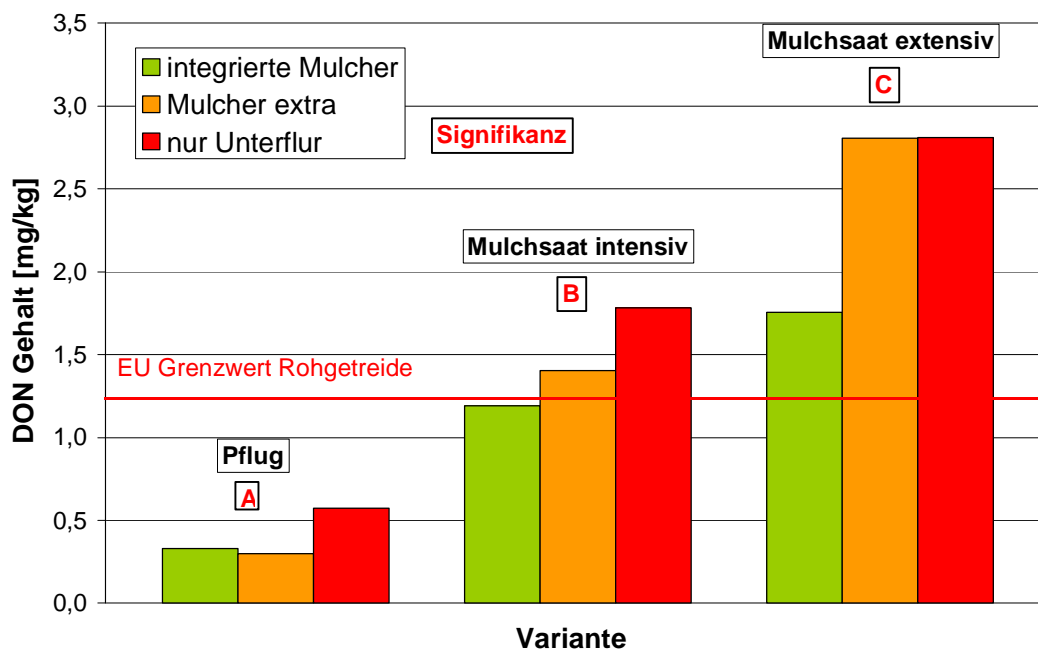


Abbildung 42: DON Werte (Jahre/Standorte – sortiert nach BB.+Strohzerkl.)

Dennoch verdeutlicht Abbildung 42 den eindeutig signifikanten Anstieg der DON Werte von der Pflug, über die Mulchsaat intensiv zur Mulchsaat extensiv Variante.

Um den Einfluss der Strohzerkleinerung (Mulcher integriert, Mulcher extra, ohne Mulcher) deutlicher heraus zu stellen, wurden in der Abbildung 43 die DON Werte aller Jahre und Standorte, unabhängig von der Art der Weizenbestellung, sortiert nach der Art der Maisstrohzerkleinerung dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass der durchschnittliche DON Wert bei der Variante integrierte Mulcher am niedrigsten und bei der Variante ohne Mulcher am höchsten war. Diese beiden Varianten unterscheiden sich auch signifikant voneinander. Die Variante Mulcher extra liegt dazwischen, hebt sich statistisch jedoch nicht ab.

DON - Mittelwert (alle Jahre und Standorte)
 (Weizen nach Körnermais: ohne Azol / Blütenbehandlung)

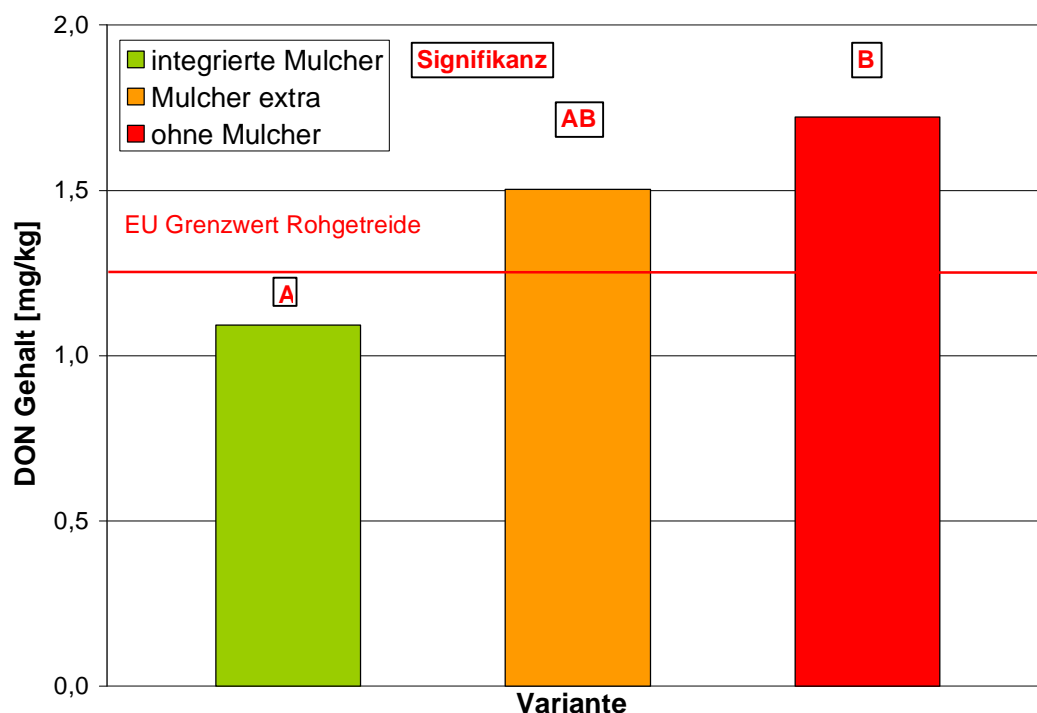


Abbildung 43: DON Werte (Jahre/Standorte – sortiert nach Strohzerkl.)

5 Zusammenfassung

Der Trend zur konservierenden Bodenbearbeitung hat in den letzten Jahren dazu geführt, dass vielerorts bereits auf den Pflug verzichtet wird oder zumindest dessen Einsatz genauestens hinterfragt wird. Es gibt aber auch Fälle, bei denen der Pflug, etwa aus phytosanitären Gründen, sogar empfohlen wird. Der Anbau von Winterweizen nach Körnermais ist auf Grund der Fusarium Problematik einer dieser Fälle.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Untersuchung der Wirkung von intensivem Zerkleinern des Maisstrohs beim Mähdrusch auf die Fusariumbelastung der Folgekultur Winterweizen“ wurde untersucht, ob durch eine intensive Zerkleinerung des Maisstrohs und entsprechende Bodenbearbeitung (mulchende Bestel-

lung) die Einarbeitung und Rotte des Stroh so gefördert werden kann, dass ein verstärkter Befall des Winterweizens mit Ährenfusariosen ausbleibt.

Dazu wurde ein umfangreicher Großparzellenversuch auf 2 Standorten über 3 Jahre angelegt. Neben 3 unterschiedlichen Strohzerkleinerungsvarianten wurden auch 3 verschiedene Bestellvarianten für den Winterweizen geprüft, sodass 9 Versuchsglieder entstanden sind. Bei der Strohzerkleinerung gab es neben der Zerkleinerung mit einem am Traktor angebauten Mulchgerät und der Unterlassung einer zusätzlichen Zerkleinerung nach dem Maisdrusch (also nur Unterbauhäcksler) noch ein weiteres neuartiges Verfahren. Der Landwirt und Lohnunternehmer Westermeier hat ein System zur intensiven Zerkleinerung des Maisstrohs direkt beim Drusch entwickelt. Dazu hat er am Mähdrescher 3 Mulchgeräte angebracht. Zwei Mulchgeräte, jeweils links und rechts am Schrägförderer übernehmen die Zerkleinerung der beiden äußeren Maisreihen (6 reihiger Pflückvorsatz) noch vor der Überfahrt mit den Reifen. Die beiden mittleren Reihen zwischen dem Fahrwerk werden von dem dritten Mulchgerät, montiert an der Hinterachse des Mähdreschers, zerkleinert. Dadurch ergeben sich einerseits Vorteile bei der Arbeitswirtschaft (nur eine Überfahrt) und andererseits auch Vorteile hinsichtlich der Arbeitsqualität, weil keine Maisstoppeln niedergefahren und kein Maisstroh in den Boden gedrückt wird (Vorgewende, ungünstige Schlagformen usw.).

Bei allen Verfahren wurde die Intensität der Zerkleinerung ermittelt. Dazu wurden Proben genommen und mit Hilfe einer Trommelsiebmaschine in die verschiedenen Fraktionen unterteilt. In der Größenklasse über 4,5 cm Länge befanden sich nach der Bearbeitung durch den Unterflurhäcksler des Pflückers noch immer 59 – 72 % des Gesamtstrohs. Beim Einsatz eines extra Mulchers am Traktor reduzierte sich dieser Anteil auf 13 – 51 % und beim integrierten Verfahren (Mulcher am Mähdrescher) auf 25 – 42 %. Die stark schwankenden Werte der Jahre und Standorte verdeutlichen, wie wichtig und ausschlaggebend der Zustand der Mulcher bzw. Arbeitswerkzeuge für die Zerkleinerung ist. Der Vorteil der am Mähdrescher angebauten Mulchgeräte kam durch die exakte Versuchsanstellung mit definierten Parzellen nicht voll zur Geltung. Unter Praxisbedingungen, wo auch am Vorgewende und bei ungünstigen Schlagformen gefahren werden muss und viel Maisstroh und Stoppeln in den Boden gedrückt werden, würde das Ergebnis deutlich günstiger für die integrierten Mulcher ausfallen, weil diese noch vor den Mäh-

drescher- bzw. Schlepperreifen die Arbeit verrichten und es System bedingt keine niedergefahrenen Erntereste geben kann.

Danach erfolgte die Bestellung des Winterweizen. Neben der konventionellen Pflugfurche und Weizensaat mit einer Kreiseleggen - Drillmaschinenkombination wurden auch zwei Varianten mit mulchender Bestellung durchgeführt. Bei der Variante „Mulchsaat intensiv“ wurde das Stroh flach mit einer Kurzscheibenegge eingemischt und dann tief mit einem dreibalkigen Grubber eingearbeitet, ehe die Aussaat mit einer Kreiseleggen - Drillmaschinenkombination erfolgte. Bei der Variante „Mulchsaat extensiv“ blieb die Bodenbearbeitung auf die Kurzscheibenegge beschränkt. Danach erfolgte die Aussaat mit einer gezogenen Universaldrillmaschine (mit integrierter Spatenroll- oder Kurzscheibenegge).

Nach dem Feldaufgang wurde noch im Herbst bzw. zeitigen Frühjahr der Weizenbestand bonitiert und die Bodenbedeckung mit Maisstroh ermittelt. Je nach Maisstrohaufkommen und Bodenbeschaffenheit kamen die Geräte in den Mulchsaatvarianten mehr oder weniger gut mit den Ernteresten zurecht. Schlechte Bearbeitungsbedingungen (viel Maisstroh und nasser Boden) führten zu hohen Bodenbedeckungsgraden mit bis über 60 % vor allem im ersten Versuchsjahr. In allen Jahren schwankte der Deckungsgrad bei der Pflugvariante zwischen 0 bis 2 %. Bei den Varianten Mulchsaat intensiv bewegten sich die Werte zwischen 4 und 52 %, während sie bei der Variante Mulchsaat extensiv noch etwas höher bei 8 – 63 % lagen.

Diese teilweise hohen Maisstrohbedeckungsgrade beeinflussten auch den Feldaufgang. Während es in den Pflugsäten zu gleichmäßigen Feldaufgängen gekommen ist, kam es in den Mulchsaatparzellen, vor allem wenn das Maisstroh nicht zusätzlich zerkleinert wurde, zu deutlichen Lücken im Bestand. Teilweise lagen die Feldaufgänge um bis zu 40 % unter den Pflugvarianten. Meist konnte der schlechtere Feldaufgang durch eine verstärkte Bestockung kompensiert werden, sodass die Erträge in der Regel in den Mulchsaatparzellen denen der Pflugparzellen nicht oder nur gering unterlegen waren.

Zur Ermittlung der Ertragsparameter und des DON Wertes wurden in jeder Parzelle 9 Stück 0,5 m² große Drahringe zufällig ausgelegt, innerhalb derer alle Bonituren (Feldaufgang, ährentragende Halme, Fusariumbefall) durchgeführt wurden.

Der Befall mit Fusarium war in den drei Versuchsjahren auf jährlich wechselndem Niveau, aber stets in derselben Abstufung der Varianten zueinander. Die Pflugvarianten verzeichneten stets signifikant niedrigere DON Gehalte als die Varianten „Mulchsaat intensiv“, die wiederum signifikant niedrigere DON Gehalte hatten als die Varianten „Mulchsaat extensiv“. Die drei Zerkleinerungsvarianten zeigten in ihrem Einfluss auf die Fusarium Infektion und damit den DON Gehalt in den Einzeljahren nur einen Trend. Über alle Jahre, Standorte und Bestellverfahren hinweg zeigte sich jedoch ein signifikanter Einfluss: Das am Mähdrescher integrierte Mulchgerät führte zu signifikant geringeren DON Werten als die Varianten ohne zusätzliche Maisstrohzerkleinerung. Die zusätzliche Maisstrohzerkleinerung mit einem traktorangebauten Schlägelmulcher nimmt eine Mittelstellung ein ohne signifikante Abgrenzung zu den beiden Alternativen.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass in Jahren mit geringem Fusariumbefallsdruck mit Hilfe intensiver Masistrohzerkleinerung vor und sorgfältiger Maisstroheinarbeitung bei der Winterweizenbestellung der DON Gehalt im Winterweizen beim Anbau wenig anfälliger Sorten auch ohne den Einsatz des Pfluges und damit ohne erhöhtes Erosionsrisiko unter dem EU Grenzwert für Rohgetreide gehalten werden kann.

6 Summary

Due to the trend towards conservation tillage, ploughing has already been dispensed with at many locations in recent years, or plough use is at least being questioned very critically. There are also cases, however, where ploughing is even recommended, e.g. for phytosanitary reasons. Because of the fusarium problem, the cultivation of winter wheat after grain maize is one of these cases.

The research project “Examination of the effect of intensive maize straw comminution during combining on fusarium infestation in winter wheat as a follower crop” addressed the question of whether the intensive comminution of maize straw and appropriate soil cultivation (mulching tillage) is conducive to the incorporation and rotting of straw so that severer infestation of winter wheat with fusarium head blight can be avoided.

For this purpose, a comprehensive large-plot trial was carried out at 2 locations for a period of 3 years. In addition to 3 different straw comminution variants, 3 different tillage variants for winter wheat were examined so that the trial consisted of 9 parts. For straw comminution, another novel technique was applied in addition to comminution with a mulcher mounted to the tractor and the omission of additional comminution after maize combining (i.e. only comminution by under-mounted choppers). Farmer and contractor Westermeier developed a system for intensive maize straw comminution directly during combining. For this purpose, he attached 3 mulchers to the combine. Two mulchers on the left and the right side of the elevator comminute the two outer maize rows (6-row picking attachment) even before the tyres pass these rows. The two middle rows between the chassis are comminuted by the third mulcher, which is mounted to the rear axle of the combine. This provides advantages with regard to labour management (only one pass) and work quality because no maize stubble is crushed and no maize straw is pressed into the soil (headland, unfavourable field shapes, etc.).

For all techniques, the intensity of comminution was determined. For this purpose, samples were taken and divided into the different fractions with the aid of a drum sifting device. 59 – 72% of the entire straw was still in the size class beyond 4.5 cm in length even after comminution by the undermounted chopper of the picking attachment. When an additional mulcher was mounted to the tractor, this percentage diminished to 13 – 51%. The integrated technique (mulcher on the combine) provided a reduction to 25 – 42%. The heavily fluctuating values of the different years and locations illustrate the decisive importance of the condition of the mulchers and tools for comminution. Due to the precise experimental set-up with defined lots, the advantage of the mulchers attached to the combine was not fully exploited. Under practical conditions, which include driving on the headland and on awkwardly shaped fields, where large quantities of maize straw and stubble are pressed into the soil, the result would be considerably more favourable for the integrated mulchers because they do their work before the combine or tractor tyres. Thanks to this system, no harvest residues are crushed.

Afterwards, winter wheat was cultivated. In addition to the conventional plough furrow and winter wheat drilling using a combination of rotary harrows and drills, two mulch tillage variants were applied. In the variant “intensive mulch drilling“,

the straw was mixed in superficially with the aid of a short-disc harrow and then deeply incorporated by a three-beam cultivator before a rotary-harrow-drill combination was used for drilling. In the variant “extensive mulch drilling“, soil cultivation was restricted to the short-disc harrow. Afterwards, a drawn universal drill (with an integrated rotary-spade or short-disc harrow) was used for drilling.

After field emergence, wheat growth was evaluated in autumn or early spring, and soil covering with maize straw was determined. Depending on the quantity of maize straw and the soil characteristics, the implements used for the mulch drill variants coped more or less well with the harvest residues. Especially in the first trial year, poor cultivation conditions (large quantities of maize straw and wet soil) led to high covering degrees of up to more than 60%. In all years, the covering degree of the plough variant fluctuated between 0 and 2%. For the intensive mulch drill variants, the values ranged between 4 and 52%. For the extensive mulch drill variant, they were even slightly higher, reaching 8 – 63%.

These partially high degrees of maize straw covering also influenced field emergence. While field emergence was even on ploughed fields, considerable gaps occurred on mulch-drilled plots, in particular when the maize straw was not additionally comminuted. In some cases, field emergence was up to 40% below the values achieved by the plough variants. Usually, poorer field emergence was able to be compensated for by increased stocking so that the yields on mulch-drilled fields were generally not or only slightly inferior to those on ploughed fields.

In order to determine the yield parameters and the DON value, 9 wire rings 0.5 m² in size were randomly distributed on each field. Within these rings, all evaluations (field emergence, ear-bearing stalks, fusarium infestation) were carried out.

In the three trial years, the level of fusarium infestation was subject to annual fluctuations, but the order of the variants always remained the same. The plough variants always showed significantly lower DON contents than the intensive mulch drilling variants, whose DON contents were again considerably lower than those of the extensive mulch drilling variants. With regard to their influence on fusarium infection and, hence, the DON content, the three comminution variants only showed a trend in the individual years. Over all the years, locations, and tillage techniques, however, one significant influence manifested itself: the mulcher integrated into the combine led to significantly lower DON values than the variants

without additional maize straw comminution. Additional maize straw comminution by a tractor-mounted flail mulcher is in the middle without any significant distinction from the two alternatives.

The investigations showed that in those years where fusarium infestation pressure is low, maize straw comminution before winter wheat cultivation and careful straw incorporation during winter wheat cultivation allow the DON content in winter wheat to be kept below the EU limit for crude grain even without plough use and, hence, an increased risk of erosion if less susceptible varieties are grown.

7 Fazit und Ausblick

Die vorgestellte Untersuchung zeigt, dass über alle 3 Jahre und über beide Versuchsstandorte hinweg der DON Gehalt als Ergebnis unterschiedlich starker Fusariuminfektion von der konventionellen Bestellung über die intensive zur extensiven Mulchsaat signifikant zunimmt. Unterschiede ergeben sich in der absoluten Höhe der DON Werte.

Es zeigte sich, dass es keinesfalls ausgeschlossen ist, auch mit konservierender Bodenbearbeitung unter den derzeit geltenden Grenzwerten zu bleiben. Das Risiko einer Überschreitung ist jedoch bei Pflugverzicht gerade in befallsstarken Jahren (Witterung!) deutlich höher. Vor allem bei den konservierenden Bestellverfahren ist deshalb die Nutzung aller Maßnahmen, die den Fusariumbefall reduzieren, zwingend notwendig. Hierzu zählen u.a. die Fruchtfolge, Sortenwahl (Weizen, Mais), die Düngung und die Bestandesführung.

Ausschlaggebend für eine Fusariuminfektion sind die Erntereste der Vorfrucht auf der Bodenoberfläche zum Zeitpunkt der Weizenblüte. Diese gilt es mit dem Pflug zu beseitigen, oder deren Rotte durch die Produktionstechnik so zu fördern, dass sie bis zur Weizenblüte weitestgehend abgebaut sind [6]. Durch eine konsequente Beachtung aller einzelnen Parameter von der Sortenwahl über die Aussaat und Bestandesführung bis hin zur Ernte und Lagerung kann auch bei den Verfahren mit intensiver Mulchsaattechnik in den meisten Fällen Erntegut erzeugt werden, welches den Grenzwert einhalten kann.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen auch sehr deutlich, dass eine intensive Zerkleinerung und exakte Verteilung des Maisstrohs entscheidend ist für eine optimale Arbeitsweise aller Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren. Der Zustand der Arbeitswerkzeuge der Mulchgeräte, egal ob integriert oder extra mit dem Schlepper gefahren, spielt eine entscheidende Rolle. Auch die Fahrweise beim Mulchen, etwa in Schlepperfront zur Vermeidung niedergefahrener Stoppeln ist ausschlaggebend. Hier kommen die Vorteile des integrierten Mulchers am Mähdrescher, der noch vor der Überfahrt Stroh und Stoppeln zerkleinert, voll zu Geltung. Auf eine exakte Verteilung und gleichmäßige Zerkleinerung der Erntereste bei einer möglichst vollständigen Bearbeitung der Erntereste sei hier nochmals hingewiesen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung haben ihre Gültigkeit nicht nur im Körnermaisbau, sondern auch im Silomaisbau. Auch hier stellen die meist stark niedergefahrenen Maisstoppeln, besonders wenn sehr hoch geerntet wurde, ein Problem dar. Auch hier gilt der Grundsatz einer möglichst vollständigen, intensiven und exakten Zerkleinerung.

Im Übrigen lassen sich diese Forderungen auch uneingeschränkt auf die Maiszünsler Problematik übertragen. Auch hier kann die weitere Ausbreitung des Maiszünslers neben zahlreichen anderen Maßnahmen durch gezieltes tiefes abmulchen der Maisstoppeln reduziert werden.

Die Weizenbestellung mit intensiver Maisstrohzerkleinerung und Pflugfurche bietet den größtmöglichen Schutz vor einer starken Fusariuminfektion. Der Arbeitsaufwand ist hoch und der Erosionsschutz naturgemäß gering. Zu beachten ist auch, dass vor allem bei inaktiven, schlecht durchlüfteten Böden das Maisstroh bzw. die Stoppeln mehr oder weniger unverrottet im Folgejahr wieder an die Oberfläche gelangen können [1]. Die Durchführung einer Mulchsaat mit intensiver Maisstrohzerkleinerung und Einarbeitung mit entsprechend ausgewählter Sorte unter besonderer Beachtung der Bestandesführung und dem Pflanzenschutz bietet eine Alternative, besonders bei erhöhtem Erosionsrisiko.

Im Bereich der Maisstrohzerkleinerung und auch der konservierenden Bodenbearbeitung ist die Technik noch nicht in jeder Hinsicht optimal. Gerade in Hinblick auf Feldhygiene in Kombination mit konservierenden Bestellverfahren gibt es hier Verbesserungsbedarf. Leider stehen viele rein technisch lösbare Probleme immer im Zwiespalt zu der allgemein geforderten Leistungssteigerung. Wie das Verfah-

ren der integrierten Mulcher am Mähdrescher stoßen viele aufwändige technische Lösungen bei der geforderten Leistung, dem zulässigen Gesamtgewicht, den Achslasten oder den Abmessungen schnell an Grenzen.

Neben der Verbesserung der Technik zur Maisstrohzerkleinerung sollte in Zukunft das Gebiet der Bodenaktivität stärker untersucht und geklärt werden. Es muss geklärt werden, ob durch Mobilisierung von Bodenleben, Zusatz von Mikroorganismen oder ähnlichem die biologische Aktivität unserer Böden gesteigert werden kann.

8 Literaturverzeichnis

- 1 Stemann, G. und N. Lütke Entrup: Der Fusariumgefahr nach dem Maisanbau ackerbaulich begegnen. In: Mais 4 (2005), S. 118 - 121
- 2 Gareis, M.: Gefahr nicht unterschätzen. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 38 (2005), S. 24
- 3 Shelton, D., Kanable, R. and P. Jasa: Estimating Percent Residue Cover Using the Line-Transect Method. In: University of Nebraska, <http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/pages/index.jsp>
- 4 Laflen, J.M., M. Amemya and E.A. Hinz: Measuring crop residue cover. In: Journal Soil and Water Conservation 36 (1981), S. 341 - 343
- 5 Brunotte, J., C. Sommer, B. Winnige und M. Frielinghaus: Ermittlung aktueller Bodenbedeckungsgrade auf Versuchs- und Praxisflächen. Texte des Bundesumweltamtes 00/50 (2000), S. 41 – 44
- 6 Tischner, H. und B. Schenkel: Die Ware Weizen auf dem Feld erhalten. In: Bayer. Landw. Wochenblatt, Heft 20 vom 21.05.2005, S. 38 - 40
- 7 Labreuche, J.: Broyer et incorporer les residus pour preserver la qualite. In: Perspectives agricoles, Nr. 315, September 2005, S. 58 - 63

9 Danksagung

Die Bearbeiter möchten sich an dieser Stelle bei allen beteiligten Landwirten, dem Maschinenring Mühldorf und den Lohnunternehmern bedanken, die sie mit Flächen, Maschinen und vor allem auch viel Arbeitskraft unterstützt haben. Herzlicher Dank auch an die Ämter für Landwirtschaft und Forsten in Mühldorf und Wasserburg, die bei der Auswahl der Standorte und Landwirte behilflich waren. Dank gilt zudem den Firmen Lemken und Kuhn die Maschinen für die Versuche zur Verfügung gestellt haben.

Nicht zuletzt gilt der Dank den Kollegen und Kolleginnen aus den Nachbarinstituten, die bei den pflanzenbaulichen Auswertungen und Laboranalysen maßgeblich mitgewirkt haben.

Der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, vertreten durch den Projektträger Agrarforschung, danken wir - auch im Namen von Herrn Westermeier - für die Bewilligung des Forschungsvorhabens und Bereitstellung der Finanzmittel, ohne die das Vorhaben nicht möglich gewesen wäre.

10 Erfahrungsaustausch

Am 12. Dezember 2006 fand an der Fachhochschule Osnabrück ein Fachgespräch zum Thema „Verfahrenstechnische Strategien zur Reduzierung von Fusariumtoxinen im Getreide“ statt (Anhang). Im Rahmen des Fachgespräches wurden vom Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft die Ergebnisse und Erkenntnisse der ersten beiden Versuchsjahre vorgestellt. Die übrigen Referate, wie auch die gemeinsame Diskussion zwischen Versuchsanstellern, Beratern und Praktikern haben mehr oder minder identische Ergebnisse und Erfahrungen aufgezeigt. Es herrschte Einigkeit darüber, dass sowohl bei der wendenden Bestellung (Pflug), besonders aber bei der mulchenden Bestellung, nur die Kombination von gründlicher Zerkleinerung des Maisstrohs, intensiver Einmischung in den Boden, Anbau toleranter Sorten und eventuell einer gezielten Fungizidbehandlung das Risiko einer qualitätsbeeinträchtigenden Fusariuminfektion bei Winterweizen beherrschbar macht. Die Zerkleinerung sollte möglichst beim Erntevorgang erfolgen, damit verhindert werden kann, dass Pflanzen-

rückstände von den Reifen überrollt und zu Boden gefahren werden, wo sie nicht mehr von Mulchgeräten erreicht werden können. Bei Drusch von Körnermais stellt der im Projekt untersuchte integrierte Mulcher des Lohnunternehmers Westermeyer ein solches Verfahren dar. Bei der Bergung von Silomais mit noch breiteren Schneidwerken (8-14 Reihen) konnten keine Lösungen gefunden werden. Hier favorisiert ein Erntemaschinenhersteller ein „Control Traffic System“ mit festen Fahrspuren (ohne Maispflanzen) für die Erntemaschinen und Abfuhrfahrzeuge und anschließendes Zerkleinern der Maisstoppeln mit einem selbstfahrenden Großflächenmulchgerät mit gleicher Arbeitsbreite.

Zu einem weiteren Erfahrungsaustausch kam es beim Treffen der DPG-Projektgruppe am 5. und 6. Februar 2007 an der BBA in Braunschweig. Zu dieser 20. Tagung „Krankheiten im Getreide“ sind im Internet Abstracts unter <http://www.phytomedizin.org/> zu finden.

In der „Vierländerarbeitsgruppe“ haben die Landesanstalten für Landwirtschaft eine gemeinsame Beratungsunterlage zum Thema „Schimmelpilze und Mykotoxine in Futtermitteln“ erstellt. Hier handelt es sich um einen der Gliederungspunkte von der Bodenbearbeitung und Zerkleinerung der Erntereste, insbesondere Maisstroh. Auf der Homepage der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft ist diese Schrift unter <http://www.lfl.bayern.de/ite/futterkonservierung/> zu finden.

Auf der Agritechnica 2007 war die Fusariumproblematik eines der zentralen Themen auf unserem LfL Messestand. Es fanden zahlreiche Gespräche mit Landwirten, Pflanzenbauberatern und internationalen Wissenschaftlern statt. Darunter auch Jerome Labreuche [7] vom Arvalis Institut in Boigneville (Frankreich), der unsere Ergebnisse ebenfalls im Wesentlichen bestätigen konnte und auf eigene Versuche verwies.

11 Bisherige Vorträge/Veröffentlichungen

Veröffentlichungen

DEMMELE, M., KIRCHMEIER H. UND M. MUMME: Grubbern oder pflügen? Verschiedene Bestellverfahren von Weizen im Vergleich. In: Agrar Technik (Dezember 2007), S. 50 - 54.

KIRCHMEIER, H. UND M. DEMMELE: Wirkung von Maisstrohzerkleinerung und Bodenbearbeitung auf Fusariuminfektionen des Winterweizens nach Körnermais. LfL - Information (Oktober 2007), 16 S.

DEMMELE, M., KIRCHMEIER H. UND M. MUMME: Grubbern oder pflügen? In: Agrar Technik Sonderpublikation Lemken (Oktober 2007), S. 18 - 22.

DEMMELE, M. UND S. WEIGAND: Fusariosen bereits im Herbst vorbeugen. In: Landwirtschaft ohne Pflug (2007) Nr. 5, S. 28 - 32.

Vorträge

Demmel, M. Kirchmeier, H.	Wirkung der Zerkleinerung von Maisstroh auf die Fusariumbelastung bei Winterweizen	Tagung DPG - Projektgruppe	Braunschweig, 05/06.02.2007
Kirchmeier, H. Demmel, M.	Wirkung der Zerkleinerung von Maisstroh auf die Fusariumbelastung bei Winterweizen	Amazone Lohnunternehmer Seminar	Hude, 24.01.2007
Demmel, M. Kirchmeier, H.	Untersuchung der Wirkung von intensivem Zerkleinern des Maisstrohs beim Mähdrusch auf die Fusariumbelastung in der Folgekultur Winterweizen	Fachhochschule Osnabrück	Osnabrück 12.12.2006
Kirchmeier, H. Demmel, M.	Versuche zur Maisstroeinarbeitung und deren Auswirkungen auf den DON - Gehalt beim Weizen	Maschinenring Mühldorf	Unterneukirchen 20.09.2006
Kirchmeier, H.	Intensive Maisstrohzerkleinerung zur Fusariumbekämpfung	ILT Ausbildung Anwärter	Freising 23.06.06
Demmel, M. Kirchmeier, H.	Untersuchung der Wirkung von intensivem Zerkleinern des Maisstrohs beim Mähdrusch auf die Fusariumbelastung in der Folgekultur Winterweizen	LfL Arbeitsgruppe „Mykotoxine“	Freising 10.05.2006

12 Geplante Veröffentlichungen

Im Frühjahr 2008 wird in der „Land & Forst“ (Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH) in zwei aufeinander folgenden Ausgaben eine Artikelserie erscheinen.

Weitere Fachvorträge und Artikel in Fachzeitschriften sind geplant.

13 Anhang

Im Anhang ist das Titelblatt der LfL – Information, die zur Agritechnica 2007 an interessierte Personen ausgegeben wurde, dargestellt. Bei Bedarf kann diese Broschüre angefordert werden bzw. steht im Internet zum Download zur Verfügung (<http://www.lfl.bayern.de/publikationen/>).

Daneben sind auf den folgenden Seiten die Poster, wie sie in DIN A0 Format auf der Agritechnica 2007 auf dem Messestand der LfL präsentiert wurden, dargestellt.