

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz

**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz

**Band:** 73 (2011)

**Heft:** 5

**Artikel:** Zerkleinerung von Maisstroh und Fusarienbefall von Weizen : Hammer- und Y-Schlägel im Vergleich

**Autor:** Latsch, Roy / Vogelsgang, Susanne / Sauter, Joachim

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1080417>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Zerkleinerung von Maisstroh und Fusarienbefall von Weizen

Hammer- und Y-Schlägel im Vergleich

Dezember 2010



## Autorinnen und Autoren

Roy Latsch, Susanne Vogelsang,  
Joachim Sauter, Estelle Delestra,  
ART  
[roy.latsch@art.admin.ch](mailto:roy.latsch@art.admin.ch)

## Impressum

Herausgeber:

Forschungsanstalt Agroscope  
Reckenholz-Tänikon ART  
Tänikon, CH-8356 Ettenhausen,  
Redaktion: Etel Keller, ART

Die ART-Berichte/Rapports ART erscheinen in rund 20 Nummern pro Jahr. Jahresabonnement Fr. 60.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: ART, Bibliothek, 8356 Ettenhausen T +41 (0)52 368 31 31 F +41 (0)52 365 11 90 [doku@art.admin.ch](mailto:doku@art.admin.ch) Downloads: [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

ISSN 1661-7568



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches  
Volkswirtschaftsdepartement EVD  
Forschungsanstalt  
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

## Einleitung

Bei der Wahl des geeigneten Schlägelmulchers stellt sich die Frage nach der am besten geeigneten Schlägelform. Im Allgemeinen empfehlen die Hersteller Hammerschlägel für den Einsatz im Maisstroh. Sie versprechen ein sauberes Schnittbild und eine lange Standzeit, da sie aufgrund ihrer kompakten Form und Masse wenig anfällig für Beschädigungen durch Steine sind. Zudem bewirkt der ständige Materialabtrag an der Schneide des Werkzeugs einen gewissen Selbstschärfungseffekt. Die meisten Hersteller bewerben diese Schlägelform zudem mit dem Argument, dass die Hammerschlägel unter der Maschine eine Sogwirkung erzeugen, wodurch liegende Pflanzenteile in den Rotor eingesaugt und zerkleinert werden. Die in der Schweiz weniger gebräuchlichen Y-Schlägel hingegen erzeugen ein vergleichsweise unsauberes Schnittbild mit ausgefransten Schnittflächen. Für den Abbau des Maisstrohs könnte dies jedoch von Vorteil sein.

Bei der Fruchtfolge Winterweizen nach Körnermais treten insbesondere bei reduzierter Bodenbearbeitung häufiger Probleme mit erhöhtem Befall durch *Fusarium graminearum* und der Belastung mit dem Mykotoxin Deoxynivalenol (DON) auf. Die effektivste Lösung dieses Problems wäre die Umstellung der Fruchtfolge, was jedoch nicht in allen Betrieben problemlos und ohne negative finanzielle Folgen möglich ist.

*Fusarium graminearum* kann auf Maisstroh überdauern und befällt im kommenden Jahr durch Askosporen den blühenden Weizen. Das Infektionsrisiko sinkt durch eine starke Zerkleinerung der Maisstängel, denn dies beschleunigt die anschliessende Rotte, und durch die Wahl gering anfälliger Weizensorten (Vogelsgang et al., im Druck). Als zusätzlicher Nutzen der Zerkleinerung sinkt der Befall mit Maiszünslerlarven stark, da diese ihrer Überwinterungsmöglichkeiten in intakten Stängelstücken beraubt werden.

In der folgenden Abhandlung werden die Vor- und Nachteile von Hammer- und Y-Schlägeln mit Räumklinge verglichen (Abb. 1). Hierfür werden Ergebnisse aus zwei unterschiedlichen Versuchen herangezogen. Ein Versuch (Wittenwil, TG, 2009) umfasst die benötigte Antriebsleistung des Schlägelmulchers mit unterschiedlichen Schlägelformen im Front- und Heckanbau, die Zerkleinerungsqualität des Maisstrohs sowie die Quantifizierung der Sogwirkung im Rotorenbereich. Im zweiten Versuch, der

über zwei Jahre (Andelfingen, ZH 2008 und Ossingen, ZH 2009) lief, wurde das Befallsrisiko von Weizen mit *Fusarium graminearum* sowie dessen DON-Belastung untersucht.

## Leistungserfassung mit verschiedenen Schlägelformen

Bei der Leistungserfassung in Wittenwil Ende 2009 wurde das Mulchergerät sowohl im Front- als auch im Heckanbau betrieben. In beiden Fällen wurde die Zapfwellenleistung über eine Drehmomentmesswelle erfasst. Im Heckanbau wurde zusätzlich der Zugkraftbedarf ermittelt. Der verwendete Mulcher Kuhn BPR 280 mit 2,8 m Arbeitsbreite wurde für die Untersuchungen auf den jeweiligen Schlägelftypen umgerüstet. Das Versuchsfeld in Wittenwil (TG) hatte bei einem Körnertrag von 95 dt/ha einen Strohertrag von zirka 90 dt TS/ha. Der Körnermais (Pioneer DKC 2960) wurde mit einem Rotormähdrescher mit Maispflückvorsatz Geringhoff Rota-Disc geerntet. Gezogen wurde der Mulcher von einem Standardtraktor mit 65 kW (88 PS) Leistung. Die Arbeitsgeschwindigkeit betrug 3,4 km/h bei einer Rotordrehzahl von 1960 U/min (1000 U/min Zapfwellenleistung) und der Durchsatz lag somit bei zirka 86 dt TS/h. Aufgrund der unterschiedlichen Auslenkung der beiden Schlägelftypen im Einsatz wurde für beide Typen vor Ort eine einheitliche Schnitthöhe eingestellt. Für jede Maschinenvariante (Front-/Heckanhängung, Hammer-/Y-Schlägel) wurden abhängig von der Feldgeologie drei bis vier Wiederholungen der Messfahrten durchgeführt.

Zusätzlich zu den Versuchen im Maisstroh wurden im Herbst 2009 Leistungsmessungen im überständigen Wiesenaufwuchs (170 dt FM/h) mit der gleichen Maschinenkonfiguration durchgeführt (Tänikon, TG).

### Hammerschlägel haben einen hohen Leistungsbedarf

Die benötigte mittlere Zapfwellenleistung zum Antrieb des Mulchers im Leerlauf mit Hammerschlägeln betrug 10,1 kW und somit 3,6 kW/m Arbeitsbreite (AB). Die Zapfwellenleistung zum Antrieb der Y-Schlägel war mit 4,8 kW und 1,7 kW/m AB knapp halb so hoch (Abb. 2).

Im Heckanbau mit Hammerschlägeln stieg unter Last die benötigte Zapfwellenleistung auf 30,9 kW an (Abb. 3).



Abb. 1: Untersuchte Hammer- und Y-Schlägel (Fotos: Kuhn SA, Saverne, Frankreich).

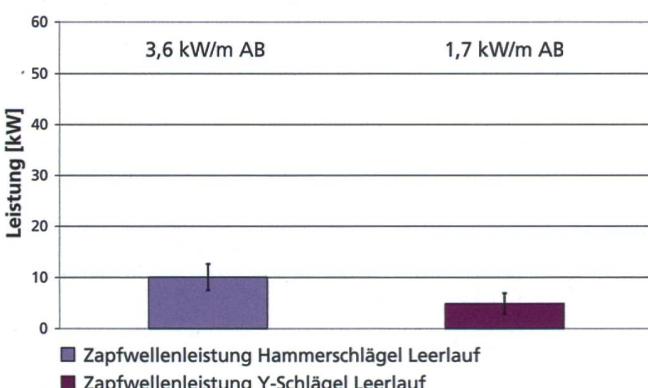


Abb. 2: Benötigte Zapfwellenleistung mit Standardabweichung der unterschiedlichen Schlägelformen im Leerlauf.

Hinzu kamen durchschnittlich 4,1 kW Zugleistungsbedarf. Somit lag die benötigte Gesamtleistung bei 35 kW, was 12,5 kW pro Meter Arbeitsbreite (AB) entspricht. Der mit Y-Schlägeln ausgerüstete Mulcher benötigte unter gleichen Umständen nur 9,7 kW an Zapfwellenleistung. Im Vergleich zur Hammerschlägelvariante war er mit der benötigten 1,5 kW Zugleistung zudem auch noch leichtzügiger. Mit durchschnittlich 4,0 kW/m AB hat die Ausführung mit Y-Schlägeln einen gut dreimal weniger hohen Gesamtleistungsbedarf.

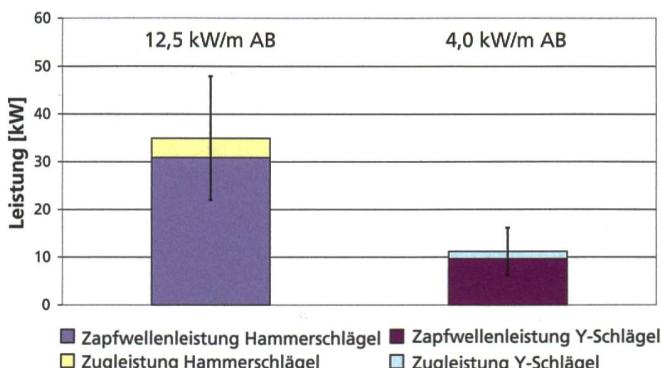


Abb. 3: Gesamtleistungsbedarf mit Standardabweichung der unterschiedlichen Schlägelformen bei Heckanbau in Maisstroh.

Im Frontanbau waren die Werte der benötigten Zapfwellenleistung erwartungsgemäss höher als beim Heckanbau des Mulchers, da die Strohstoppeln beim Frontanbau nicht niedergefahren wurden und die Zerkleinerung einen zusätzlichen Kraftaufwand forderte (Abb. 4). Die Zapfwellenleistung bei der Hammerschlägelvariante stieg moderat um 3 kW, während bei den Y-Schlägeln fast eine Verdopplung des Leistungsbedarfs an der Zapfwelle registriert wurde. Dennoch war die Ausführung mit Y-Schlägeln mit 6,5 kW/m AB nur gut halb so leistungsintensiv wie die Variante mit Hammerschlägeln, die im Durchschnitt 12,1 kW/m AB benötigte.

Bei Wiesenaufwuchs mit dem Mulcher im Frontanbau zeigte sich ein ähnliches Ergebnis wie bei der Maisstrohbearbeitung (Abb. 5). Gegenüber dieser waren die Werte leicht erhöht. Der Durchsatz von zirka 170 dt Frischmasse

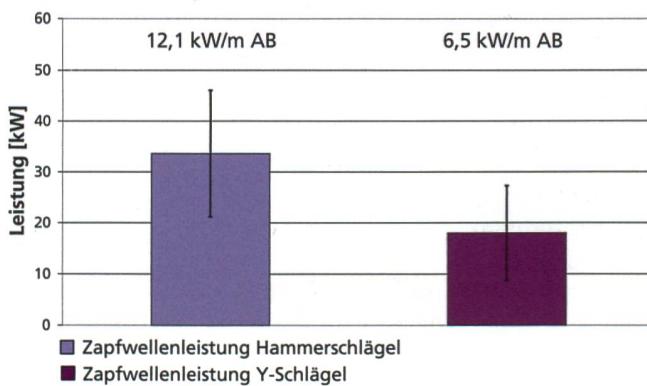


Abb. 4: Zapfwellenleistung mit Standardabweichung der unterschiedlichen Schlägelformen bei Frontanbau in Maisstroh.

pro Stunde brachte den Traktor an das Leistungslimit. Die benötigte Zapfwellenleistung lag in diesem Versuch beim Hammerschlägel mit 13,7 kW/m AB wiederum fast doppelt so hoch wie bei der Variante mit Y-Schlägel, die 7,3 kW/m AB benötigte.

Nach Rinaldi et al. (2005) werden bei einem Dieselmotor 272 g Kraftstoff zur Bereitstellung von einer kWh benötigt. Die mittlere Dichte von Dieselkraftstoff beträgt 0,83 kg/l. Somit lassen sich bei einer Fahrgeschwindigkeit

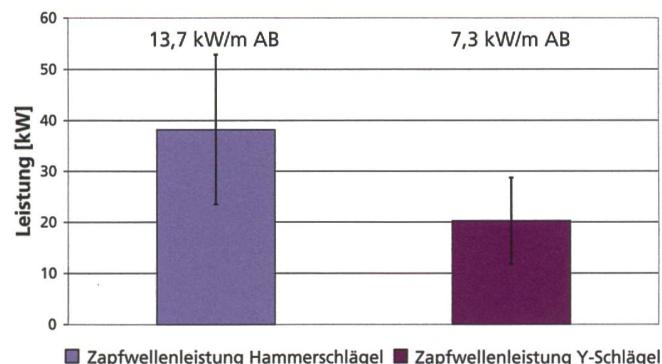


Abb. 5: Zapfwellenleistung mit Standardabweichung der unterschiedlichen Schlägelformen bei Frontanbau in Wiesenaufwuchs.

	Dieselbedarf [l/ha]			
	Leerlauf	Mais	Front	Wiese
		Heck	Front	Front
Hammerschlägel	3,5	10,6	11,7	13,2
Y-Schlägel	1,6	3,4	6,3	7,0

Tab. 1: Errechneter Dieselbedarf pro Hektar zum Antrieb des Mulchers – Grundlage ist die gemessene Zapfwellenleistung.

von 3,4 km/h die in Tab. 1 aufgeführten Kraftstoffmengen von 1,6 bis 13,2 Liter pro Hektar zum Antrieb des Mulchers errechnen.

#### Y-Schlägel benötigen weniger Treibstoff

Die Untersuchung der Leistungsansprüche der unterschiedlichen Schlägelformen zeigte, dass die Y-Schlägel weit geringeren Energieeinsatz als die Hammerschlägel benötigen. Schon im Leerlauf war die Zapfwellenleistung der Hammerschlägel doppelt so hoch wie diejenige der Y-Schlägel. Der tatsächliche Leistungsbedarf ist von der Gutart (Maisstroh, überständiges Extensivgras) und der Aufwuchsmasse abhängig (Pöllinger und Zentner 2003). Unter Last steigerte sich der Leistungsbedarf der Variante mit Hammerschlägeln sogar bis auf das dreifache. Zudem war die Variante mit Y-Schlägeln leichtzügiger. Vergleichbare Ergebnisse berichteten auch Biller und Brunotte (1995) sowie Brunotte et al. (1995).

## Häcksellängen und Häckselqualität des Maisstrohs

Während der Untersuchungen zur Leistungserfassung im Maisstroh in Wittenwil wurden Proben genommen und anschliessend deren Häcksellänge und -qualität erfasst. Von jeder Parzelle wurde das Strohhäckselgut von drei Quadratmetern getrocknet und gewogen. Danach fand die Zuordnung des Häckselgutes zu unterschiedlichen Längenklassen statt. Die Maisstängel wurden zudem nach «intakten» und «verletzten» Abschnitten unterschieden. Grund hierfür ist die Tatsache, dass verletzte, also beschädigte Strohstängel leichter verrotten und dadurch die Überdauerung von Fusarien sinkt. Somit lassen sich die Verrottungsvoraussetzungen des Strohs besser einschätzen.

### Hammerschlägel erzeugen mehr Feinmaterial

Bei beiden Schlägelformen war der überwiegende Anteil des Häckselgutes im Bereich von bis zu 15 cm Länge zu finden (Abb. 6). Hammerschlägel erzeugten vergleichsweise mehr kleine Strohanteile und im Bereich von bis zu 15 cm auch mehr verletzte Stängel als die Y-Schlägel. Bei den Heckvarianten beider Schlägelformen waren die Anteile über 15 cm Häckselgutlänge im Vergleich zum Frontanbau jeweils leicht erhöht.

Die Zerkleinerung des Maisstrohs bei Frontanbau war im Versuch in Wittenwil erwartungsgemäss besser, da hier keine Maisstoppeln niedergefahren wurden. Zudem waren im Frontanbau schlägelunabhängig mehr Verletzungen der Stängel als im Heckanbau zu verzeichnen.

### Geringerer Fusarienbefall mit Hammerschlägeln?

Im Allgemeinen sinkt das Risiko der Fusarienbelastung bei abnehmender Häcksellänge und zunehmender Zerfaserung der Maisstängel. Die Untersuchungen von ART über fünf Jahre und an 14 Standorten ergaben, dass gerade in der Kategorie der intakten 5 bis 15 cm langen Stängel das Fusarioserisiko sehr hoch ist (Vogelsgang et al., im Druck). Im Versuch zu den Häcksellängen in Andelfingen und Ossingen wiesen die beiden Schlägelformen hier nahezu identische Massenanteile auf, während der Anteil an verletzten Maisstängeln im gesamten Häcksellängenbereich



Abb. 7: Messeinrichtung: austauschbare Leisten mit insgesamt sieben Messstellen vor, unter und hinter dem Rotor ermöglichen, die Druckverhältnisse unter jedem Schlägel einzeln zu erfassen (Foto: Roy Latsch, ART).

von null bis 15 cm bei der Hammerschlägelvariante erhöht war. Die Hammerschlägel zeigten hier also leichte Vorzüge gegenüber den Y-Schlägeln.

## Sogwirkung durch die rotierende Häckselwelle

Für die Erfassung der «Sogwirkung» unter der rotierenden Welle diente eine selbstentwickelte Messeinrichtung. Mit ihrer Hilfe kann unter jedem Schlägel die Druckänderung an unterschiedlich weit von der Rotationsachse entfernten Punkten gemessen werden. Die einzelnen Messpunkte waren jeweils 10 cm voneinander entfernt. Insgesamt ergab sich eine Matrix aus siebenmal 28 (Anzahl der Schlägel) Messstellen. Die Druckänderungen wurden mit dem Sensor von Sensortechnics BSDX 0025D4D (Messbereich 0 bis +/- 5 mbar) bei einer Messfrequenz von 100 Hz während einer Minute aufgenommen.

### Hammerschlägel erzeugen grösseren Sog

Zur optischen Verdeutlichung sind die unterschiedlichen Druckverhältnisse unter der rotierenden Mulcherwelle (Rotor) als Blasendiagramm für die Hammerschlägelvariante (Abb. 8) und die Y-Schlägelvariante (Abb. 9) dargestellt. Der Kreisdurchmesser repräsentiert den gemessenen Druck im Mittel von 24 Sekunden. Schon hier ist erkennbar, dass die Druckverteilung bei den Hammerschlägeln im Vergleich zu den Y-Schlägeln gleichförmiger und die insgesamt entstehenden Drücke höher waren.

Die grösste Sogwirkung und somit der grösste Effekt trat offensichtlich direkt unter dem Rotor auf (Abb. 10, beide Schlägelformen).

Zunächst fällt auf, dass die gemessene Sogwirkung der Hammerschlägel allgemein höher war als die der Y-Schlägel. Die Werte der Hammerschlägel (Mittelwert: -1,22 mbar) betragen das 2,5- bis 5-fache der Werte der Y-Schlägel (Mittelwert: -0,33 mbar). Sowohl die Spanne der mittleren 50 % der Messwerte als auch die Spanne bei Minima und

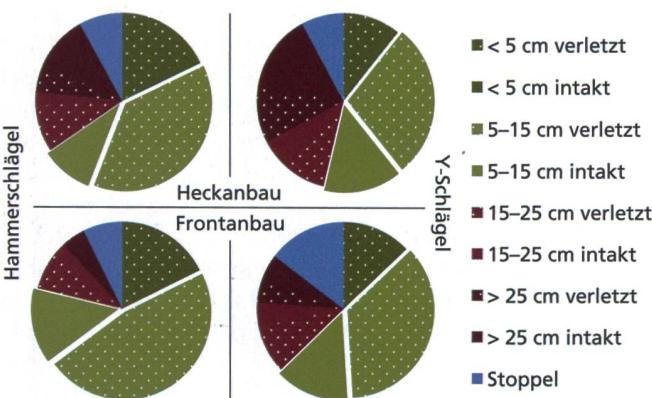


Abb. 6: Häcksellängenverteilung von Maisstroh bei unterschiedlichen Schlägelformen bei Front- und Heckanbau; noch verbleibende, verwurzelte Stoppeln wurden ebenso abgeschnitten.

Maxima der Hammerschlägel war sehr viel weiter als bei den Y-Schlägeln. Somit bewirken die Hammerschlägel sehr viel grössere Druckschwankungen als die Y-Schlägel.

#### Turbulenzen können Strohaufnahme unterstützen

Die vorliegende Untersuchung zu den Luftdruckverhältnissen des Mulchers zeigten einen schnellen Wechsel von Druck und Gegendruck, der auch quantifiziert werden konnte. Eine gerichtete Sogwirkung nach oben bestand nicht. Die Daten zeigten vielmehr eine grosse Turbulenz im Schlägelbereich an. Ehlert (1993) kam bei Untersuchungen mit Fadensonde und Rauch ebenfalls zu dem Ergebnis, dass unter dem Rotor von Schlägelmulchern stark turbulente Luftströmungen tangential zur Rotorbewegung entstehen. Eine Quantifizierung der Druckverhältnisse gelang bei seiner Untersuchung jedoch nicht.

Die wechselnden Druckverhältnisse mit Schwerpunkt im Unterdruckbereich scheinen dazu geeignet, trockenes Maisstroh aus einem eventuell vorhandenen Verbund bzw. vom Boden zu lösen, so dass es besser in die Reichweite der Schlägel gelangt. Diese Daten stützen die Annahme der Hersteller, dass Hammerschlägel eine grössere Sogwirkung haben als Y-Schlägel.

#### Fusarienbefall des Weizens

##### Bonituren und Laboranalysen geben Aufschluss

In den Versuchsjahren 2007/2008 (Andelfingen) und 2008/2009 (Ossingen) wurden unmittelbar nach der Körnermaisernte und vor der Direktsaat des Winterweizens

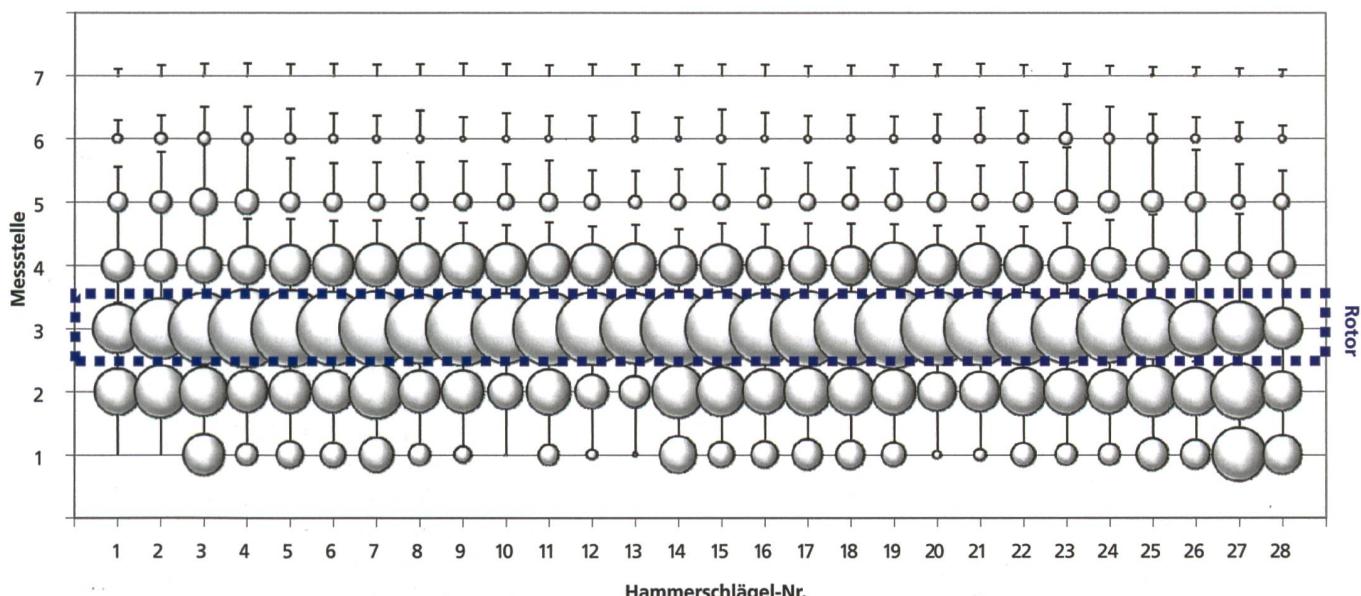


Abb. 8: Schematische Sicht von oben: Druckverteilung unter dem Rotor bei Einsatz von **Hammerschlägeln**; Kreisdurchmesser entspricht Mittelwert [mbar] mit Standardabweichung (Messstellen 1 und 5 liegen je 20 cm vor und hinter dem Rotor).

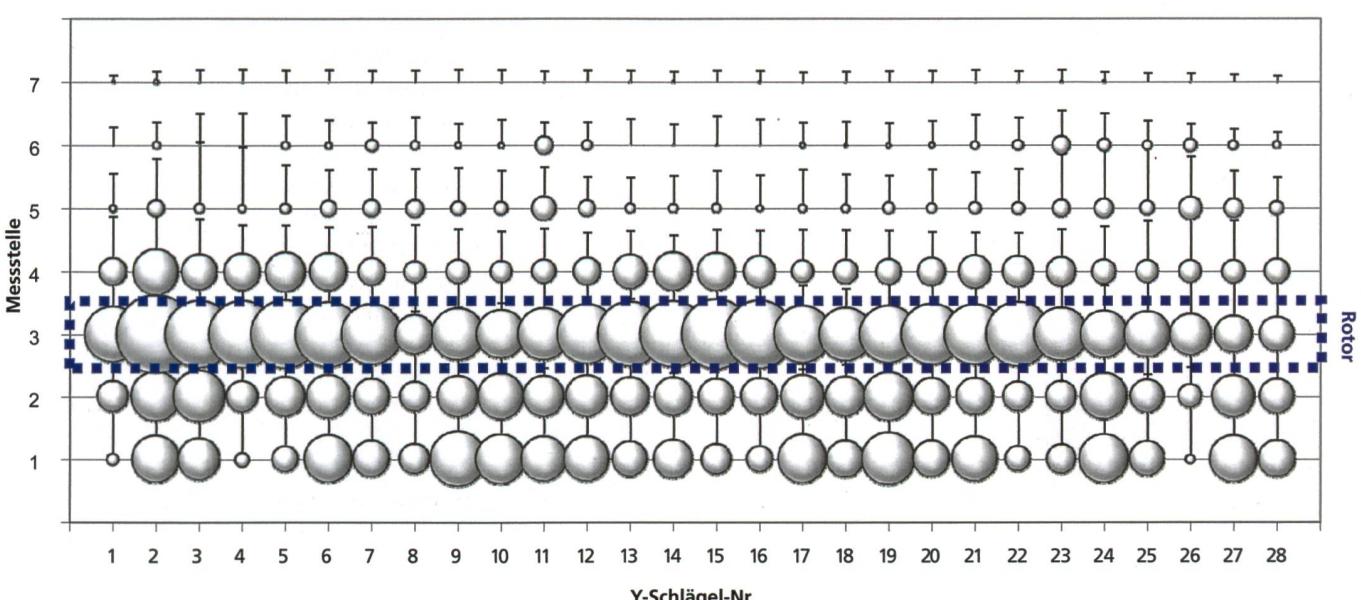


Abb. 9: Schematische Sicht von oben: Druckverteilung unter dem Rotor bei Einsatz von **Y-Schlägeln**; Kreisdurchmesser entspricht Mittelwert [mbar] mit Standardabweichung (Messstellen 1 und 5 liegen je 20 cm vor und hinter dem Rotor).

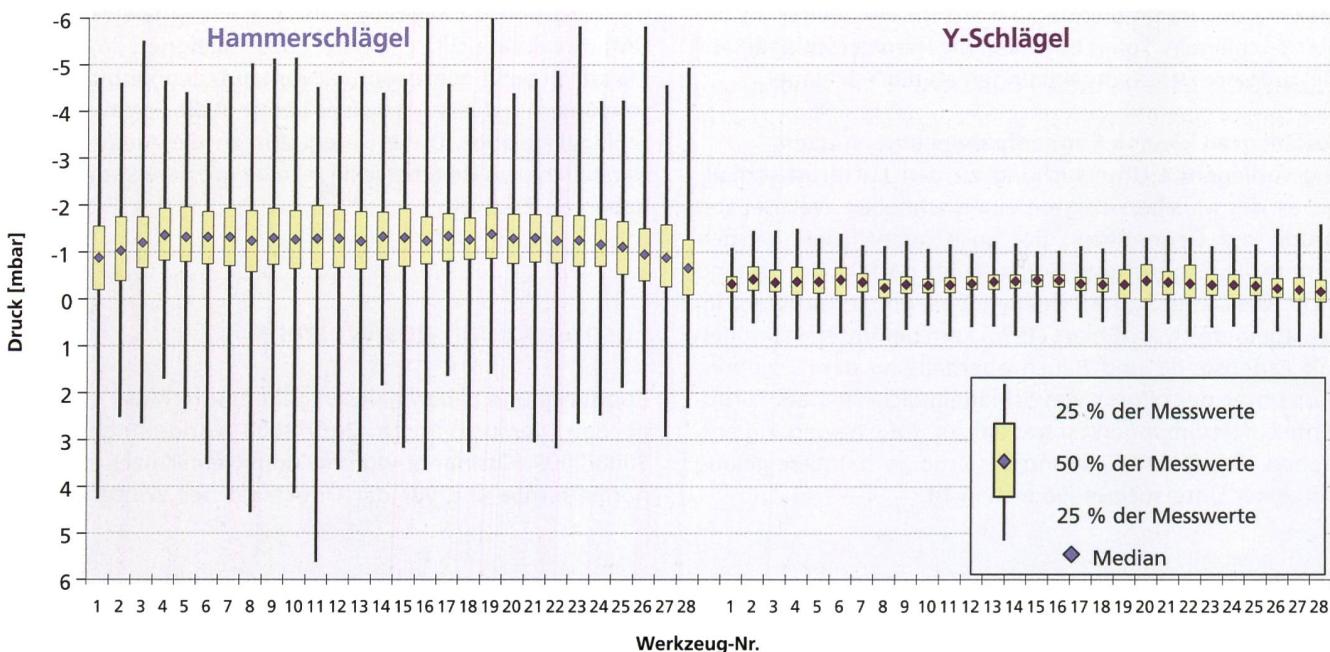


Abb. 10: Sogwirkung direkt unter dem Rotor (Messstelle 3) für beide Schlägelformen.

(Andelfingen: Sorte Apache; Ossingen: Sorte Ludwig) die verschiedenen Mulchverfahren in einzelnen Parzellen (18 x 20 m) mit je drei Wiederholungen getestet. Neben der Bestandesdichte im Pflanzenstadium DC 12 bis 14 und einer Ährenbonitur zwischen den Stadien 77 und 83 wurden in jeder Parzelle kurz vor der Ernte Weizenkörner und Stroh von insgesamt drei Quadratmetern von Hand geertet. Nach dem Dreschen und dem Herstellen einer repräsentativen Teilprobe wurde mit einem Gesundheitstest der prozentuale Befall durch verschiedene Fusarien-Arten ermittelt (Vogelsgang et al. 2008). Von fein gemahlenen Weizenkörnerproben wurde mit einem immunologischen Nachweisverfahren (ELISA) der DON-Gehalt bestimmt.

### Strohzerkleinerung vermindert Fusarienbefall und DON

Der Befall mit der häufigsten Fusarienart, *Fusarium graminearum*, schwankte in den Versuchen Andelfingen und Ossingen über die beiden Jahre und an beiden Standorten. Je nach Ort und Verfahren waren zwischen 18 und 28 % der Körner mit *F. graminearum* befallen (Abb. 11). Der DON-Gehalt der Körner lag zwischen 0,9 und 5,8 ppm (Abb. 12). Der Grenzwert von 1,25 ppm für unverarbeitetes Getreide wurde im Versuch in Andelfingen bereits im Kontrollverfahren ohne Hammerschlägel oder Y-Schlägel überschritten. Zwischen den beiden Mulchverfahren bestand kein signifikanter Unterschied. Beim Versuch in Ossingen war der Befall mit *F. graminearum* generell so hoch, dass sämtliche Weizenproben aus allen Verfahren einen DON-Gehalt über dem Grenzwert aufwiesen.

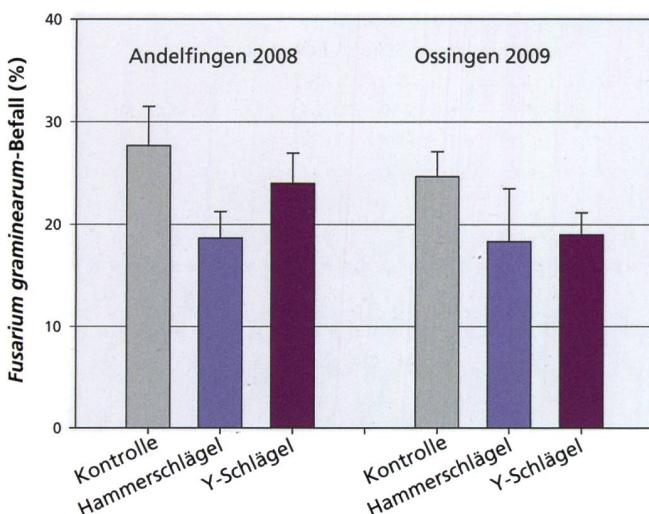


Abb. 11: Fusarium graminearum-Befall (mit Standardfehler) des Weizenkörner aus den Versuchen in Andelfingen und Ossingen.

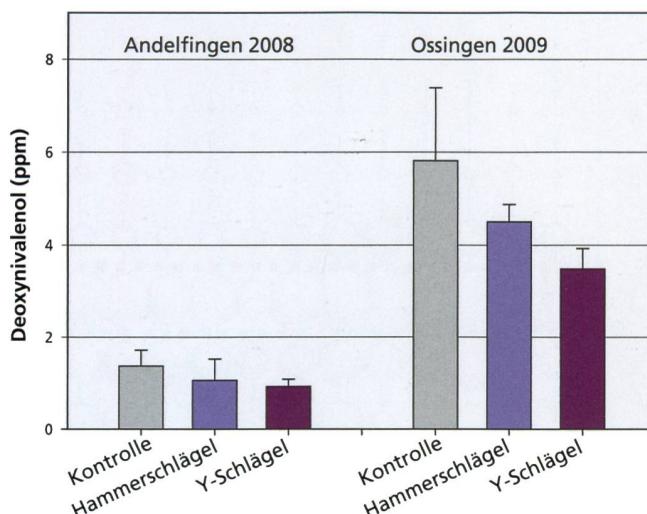


Abb. 12: Deoxynivalenol-Belastung (mit Standardfehlern) der Weizenkörner aus den Versuchen in Andelfingen und Ossingen.

### **Hammer- und Y-Schlägel – keine Unterschiede**

Die statistischen Auswertungen zur Fusarienbelastung und zu den DON-Gehalten im Weizen ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Mulchwerkzeugen. Demzufolge fokussiert sich der Entscheid, welcher Schlägelmulcher gegebenenfalls für das Maisstrohhäckseln einzusetzen ist, auf die technischen Ansprüche. Die vorgestellten Untersuchungen zeigen, dass Mulcher mit Hammerschlägeln zwar Vorteile im Bereich der Zerkleinerungswirkung und der Sogwirkung zeigen, diese Vorteile aber durch einen relativ zu Y-Schlägeln sehr viel höheren Leistungsbedarf erkauft werden.

### **Fazit**

- Die Fusarienbelastung wird durch feines Mulchen vermindert. Hammerschlägel bewirken eine stärkere Sogwirkung und eine tendenziell bessere Zerkleinerung als Y-Schlägel, benötigen aber einen höheren Treibstoffbedarf von bis zu 7,2 l/ha im Heckanbau.
- Aufgrund der ähnlich guten Arbeitsqualität und dem geringeren Leistungsbedarf ist der Einsatz von Y-Schlägeln zur Maisstrohzerkleinerung eine interessante Alternative.
- Bezuglich Fusarienbefall und DON-Belastung von Weizen wiesen die beiden Schlägelformen keine Unterschiede auf.
- Im Rahmen des Versuches lag der DON-Gehalt 2009 bei der Direktsaat von Winterweizen (Sorte Ludwig) nach Körnermais bei allen Mulchverfahren über dem Grenzwert. Die Kombination von Direktsaat nach Körnermais mit einer empfindlichen Weizensorte ist daher unbedingt zu vermeiden.

### **Dank**

Der verwendete Universalmulcher BPR 280 wurde ART dankenswerter Weise von der Firma Kuhn SA zur Verfügung gestellt.

### **Literurnachweis**

- Biller R. H. u. Brunotte J. 1995: Häcksler-Werkzeuge im Vergleich. Landtechnik, 50, Heft 3, S. 136–137.
- Brunotte J., Biller R. H. u. Kruse W. 1995: Mechanisierung der Pflege stillgelegter Flächen. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft: DLG-Merkblatt, 295, 16 S.
- Ehlert D. 1993: Schlegelmulchgeräte. Landtechnik, 48, Heft 12, S. 643–645.
- Pöllinger A. u. Zentner E. 2003: Technik zur Offenhaltung und Pflege von Grünlandflächen. 9. Alpenländisches Expertenforum, 27.–28. März 2003, A-8952 Irdning, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, S. 73–75.
- Rinaldi M., Erzinger S. u. Stark R. 2005: Treibstoffverbrauch und Emissionen von Traktoren bei landwirtschaftlichen Arbeiten. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, FAT-Schriftenreihe 65, Ettenhausen, 92 S.
- Vogelsgang S., Sulyok M., Hecker A., Jenny E., Krska R., Schuhmacher R. u. Forrer H.-R. 2008: Toxicogenicity and pathogenicity of *Fusarium poae* and *Fusarium avenaceum* on wheat. European Journal of Plant Pathology, 122, 2, S. 265–276.
- Vogelsgang S., Hecker A., Musa T., Dorn B. u. Forrer H.-R. im Druck: Onfarm experiments over five years in a grain maize – winter wheat rotation: Effect of maize residue treatments on *Fusarium graminearum* infection and deoxynivalenol contamination in wheat. Mycotoxin Research., published online 22.12.2010, DOI 10.1007/512550-010-0079-y.