

# DMK-Schwerpunkt STROH- UND STOPPEL- MANAGEMENT NACH MAIS



Deutsches Maiskomitee e.V. (DMK)



# VORWORT

Der Anbau von Mais mit den Verwertungsrichtungen Silomais/Biogasmis und Körnermais/CCM beträgt seit einigen Jahren in Deutschland ca. 2,5 Mill. Hektar. Anbaukonzentrationen befinden sich vor allem in Bayern und Baden-Württemberg, in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. In Körnermaisgebieten und Veredlungsregionen mit hohen Grünlandanteilen wird Mais häufig mit hohen Anteilen in der Fruchtfolge bis hin zur Selbstfolge angebaut. Der Maiszümler findet unter diesen Bedingungen und unterstützt durch den Klimawandel ideale Voraussetzungen zur Entwicklung, da die unteren Stängelabschnitte der Pflanzen Überdauerungsorgane darstellen. Fusarium-Pilze finden auf Maisstroh beste Voraussetzungen, um von Maisresten ausgehend eine Infektion der Folgekultur zu ermöglichen. Der rasche Abbau von Stoppelresten und von Maisstroh ist deshalb eine wichtige Voraussetzung, um Strategien gegen diese wichtigen Schaderreger aufzubauen. Die Zerkleinerung der Reststoffe in möglichst kleine Partikel und das Einmischen in den Boden fördert den biologischen Abbau dieser Stoffe, vermindert die Überlebensrate der Schaderreger und sichert Erträge und Qualitäten. Das Mulchen von MaisstoppeIn und Maisstroh ist sowohl in Bodenbewirtschaftungssystemen mit Pflug als auch ohne Pflug eine zwingende Voraussetzung zur Schaderregerbekämpfung. Rund um dieses Thema liefert das vorliegende Schwerpunktheft des DMK wertvolle Hinweise, um die genannten Probleme im eigenen Betrieb zu bewältigen.

## INHALT

---

### 03 PFLANZENBAULICHE ASPEKTE

---

### 12 TECHNISCHE LÖSUNGEN

---

### 18 BONITURSYSTEME

Prof. Dr. Friedhelm Taube  
Vorsitzender Deutsches Maiskomitee e. V. (DMK)



Abgeknickte Stängel verursacht durch Maiszünslerbefall (links) und Einbohrloch (rechts)



# MÖGLICHKEITEN ZUR BEKÄMPFUNG VON MAISZÜNSLER UND FUSARIUM

Vorteile der Strohzerkleinerung und Stoppelbearbeitung nutzen

Marco Schneider, Alsfeld, und Michael Lenz, Wetzlar

Der Maiszünsler breitet sich immer weiter Richtung Norden und Nordwesten aus. Somit werden auch Schwerpunktregionen des Maisanbaus in Nordwestdeutschland zukünftig diesem Schädling besondere Beachtung schenken und vorbeugend Maßnahmen ergreifen, um den Befall auf möglichst niedrigem Niveau zu halten.

Allgemein hat der Maiszünslerbefall kleinräumig stark zugenommen, auch aufgrund der konservierenden Bodenbearbeitung. Zudem tritt beim Anbau von Weizen nach Mais ein weiteres Problem auf. Das Risiko einer Fusariuminfektion am Weizen ist deutlich höher als bei allen anderen üblichen Vorfrüchten, vor allem nach Körnermais. Bei beiden Schadregenern nimmt ein gezieltes Strohmanage-

ment eine zentrale Rolle in der Bekämpfungsstrategie ein.

In bisher zünslerfreien Lagen werden Landwirte oftmals erst bei einem deutlich sichtbaren Starkbefall von mehr als 50 bis 70 Prozent befallener Pflanzen aufmerksam. Erste Befallshinweise zeigen jedoch schon früher abgeknickte, meist rot verfärbte Fahnen an, die bereits ab Ende Juli sichtbar sind.

Im Spätsommer und Herbst kommen dann weitere Schadsymptome hinzu wie Ein- und Ausbohrlöcher mit Bohrmehl, bei Starkbefall abgeknickte Stängel und im Stängelinnern die Fraßgänge der Larven.

Daher sollten die Landwirte am besten direkt vor der Ernte ihre Maisflächen auf entsprechenden Maiszünslerbefall hin kontrollieren, um rechtzeitig Gegenmaßnahmen vornehmen zu können. Durch die Fraßtätigkeit werden die Leitbahnen zerstört und somit die Nährstoffzufuhr unterbunden. Neben den



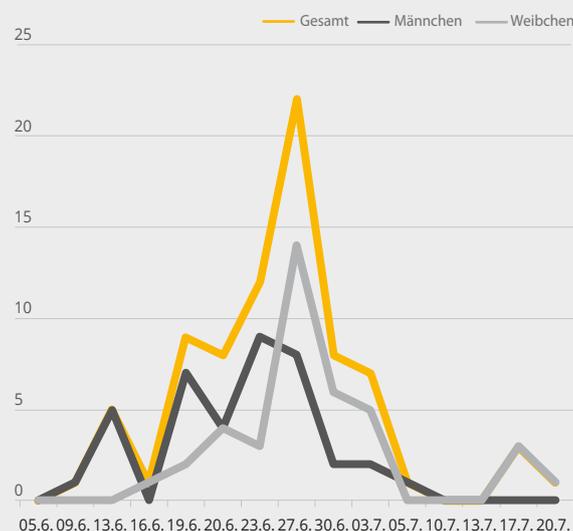
Mit Mykotoxinen belastetes Erntegut ist u. a. auf Maiszünslerbefall und nachfolgende Fusariuminfektion zurückzuführen.

## BIOLOGIE DES MAISZÜNSLERS

In erster Linie entscheidet der Witterungsverlauf in der Zeit vom Hauptfalterflug bis zum Larvenschlupf über das Schadausmaß. Ab Anfang Juni beginnen die zimtbraunen bis ockerfarbenen Falter in den wärmeren Regionen wie dem Rheintal mit dem Flug. In den kühleren Regionen kann dies bis zu vier Wochen später sein. Die Falter schlüpfen aus den Maisstoppeln des Vorjahres. Der Falterschlupf zieht sich über einen Zeitraum von vier bis sechs

Wochen hin, je nach der unterschiedlichen Lage der Stoppeln im Boden, den Vorfrüchten, in denen die Stoppeln liegen, der natürlichen Lage der Fläche wie Süd- oder Nordhanglage und der natürlichen Variabilität innerhalb der Maiszünslerpopulation. In den meisten Jahren liegt der Flughöhepunkt Ende Juni bis Mitte Juli, in Höhenlagen auch etwas später. Die Falter können mehrere Kilometer auf der Suche nach neuen Lebensräumen zur Eiablage fliegen. Das Weibchen legt je nach Witterung zwischen 300 bis über 1.000 Eier in Gelegen von 10 bis 40 Eiern dachziegelartig auf die Unterseite der mittleren Blätter ab. Genau zu diesem Zeitpunkt kann die biologische Bekämpfung des Maiszünslers mit Trichogramma-Schlupfwespen erfolgen. Besonders bei einem langen Flugverlauf und spätem Flughöhepunkt, wie es häufig in Übergangslagen und hügeligen Regionen der Flussläufe anzutreffen ist, ist die Terminierung für direkte Bekämpfungsmaßnahmen schwierig zu bestimmen. Zur Beobachtung des Flugverlaufes werden Pheromon- und Lichtfallen sowie Schlupfkäfige eingesetzt. Nach einer Reifephase schlüpfen nach fünf bis 14 Tagen die jungen Raupen. Dies ist der ideale Zeitpunkt für eine chemische Bekämpfung.

### Falterschlupf aus 150 Stoppeln mit Bohrloch im Schlupfkäfig Wetzlar 2017



primären Ertrags- und Qualitätsverlusten durch den Maiszünslerbefall ist der sekundär auftretende Fusariumbefall, insbesondere im Körnermais, von besonderer Bedeutung. Das Erntegut 2014 war örtlich massiv – und zum Teil auf Maiszünslerbefall zurückzuführen – durch Mykotoxine belastet (Foto 3). Die Schadensschwelle liegt im Körnermais bei 25 bis 30 Prozent und im Silomais bei 35 bis 45 Prozent befallene Pflanzen.

### Bekämpfungsstrategie nicht einseitig ausrichten

Ein kleines Rechenbeispiel zeigt das Vermehrungspotenzial des Schädling: In der Ausgangssituation ist ein Maisbestand zu 50 Prozent befallen. Dazu kommt ein Larvenbesatz von etwa einer Larve pro Pflanze, entsprechend also circa 50.000 Larven pro Hektar. Bei einer Überlebensrate bis zum nächsten Frühjahr von nur 10 Prozent bleiben immer noch etwa 5.000 Larven je Hektar übrig, die sich zum Falter entwickeln. Aufgrund der hohen Eiablage kann

### Entwicklungszyklus des Maiszünslers

#### Falter:

- zimtbraun bis 3 cm
- nachtaktiv
- Flugzeit Falter: Mitte Juni bis Anfang August
- links: Weibchen
- rechts: Männchen



#### Eiablage Weibchen:

- 400 bis 1.000 Eier
- Gelege an der Blattunterseite
- je Gelege 10–40 Eier

4–12 Tage



#### Larve:

- weiß-gelblich bis gräulich mit schwarzem Kopf
- 2,5–3 cm lang

#### Fraß:

- Bohrfraß von oben nach unten im Stängelinnern und Kolben
- Überwinterung im unteren Stängelteil als Larve



#### Puppe und Schlupf:

- Verpuppung im Mai
- nach ca. 4 Wochen Falterschlupf



Die Mortalität der jungen Räumchen ist sehr hoch, vor allem bei feucht-kühler Witterung. Zunächst fressen die Larven an den Blättern und nehmen vor allem den mit der einsetzenden Blüte herabfallenden Pollen als energiereiches Futter auf, bevor sie sich in den Stän-

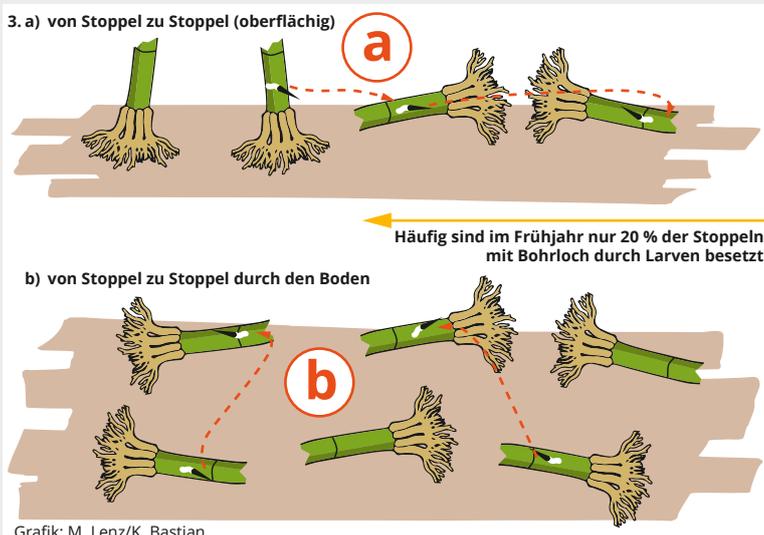
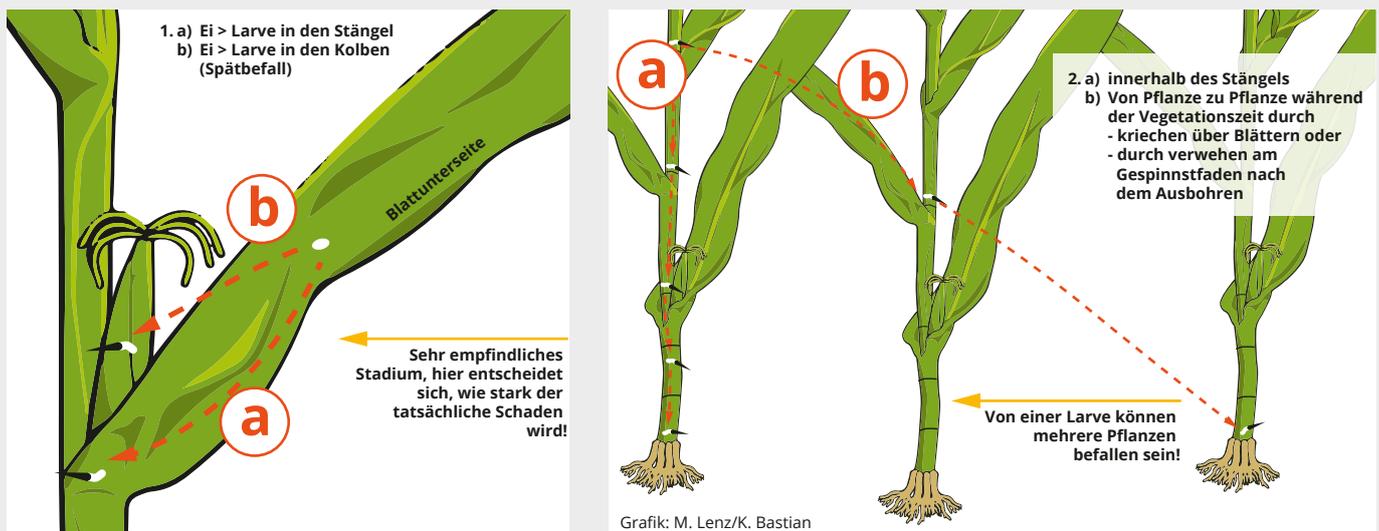
gel einbohren. Dabei ist auch eine Verwehung auf Nachbarpflanzen der an Gespinnstfäden hängenden Junglarven möglich. Vor allem bei später Eiablage bohren sich die Larven gerne in die jungen, frisch wachsenden Kolben. Die Witterung von der Phase der Eiablage bis zum

von diesem Potenzial bei günstigen Bedingungen der gleiche Befall wie im Vorjahr auftreten. Nach wie vor bietet der Einsatz des Pfluges eine gute Lösung, um die Maiszünslerpopulation auf ein Minimum zu reduzieren. Ist eine saubere Pflugfurche mit einer Einarbeitung der Stoppeln von 25 cm möglich, werden die Falter daran gehindert, ihr Winterquartier zu verlassen. Die Zunahme der konservierenden Bodenbearbeitung ist unbestritten eine sinnvolle Maßnahme zum Erosionsschutz. Allerdings hinterlässt diese Verfahrensweise intakte



Lebende Zünslerlarve im Stängel

### Maiszünslerlarven „wandern“ während ihrer gesamten Lebenszeit



Einbohren in die Pflanze entscheidet maßgeblich über das Schadausmaß des Maiszünslers in dem jeweiligen Jahr. Sehr warme Witterung mit hohen Nachttemperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit begünstigt Falterflug, Eiablage und Larvenschlupf positiv, während sich feuchte und kühle Witterung negativ auf den Befall auswirkt. Im Laufe der Vegetation frisst sich die Larve von oben nach unten durch den Stängel. Durch das Ein- und Ausbohren an den Knoten kommt es auch immer wieder zu einer Wanderung in Nachbarpflanzen. Somit können von einer Larve mehrere Pflanzen geschädigt werden. Zum Vegetationsende dringt die

Maisstoppeln an der Bodenoberfläche. Speziell bei pflugloser Bestellung nach Mais lässt sich anhand der Vermehrungsraten des Schädlings die Notwendigkeit einer zusätzlichen Maisstoppelzerkleinerung ableiten. Gleichzeitig wird durch ein gutes Mulchen die Strohrotte gefördert und damit die Fusariumgefahr für nachfolgenden Weizen deutlich reduziert.

### Effekte der Stoppelzerkleinerung

Fachleute betonen immer wieder die Bedeutung der Strohzerkleinerung zur Eindämmung



Mit einer mechanischen Zerkleinerung der Stoppeln kann das Winterquartier zerstört oder auch die Larve direkt getötet werden.

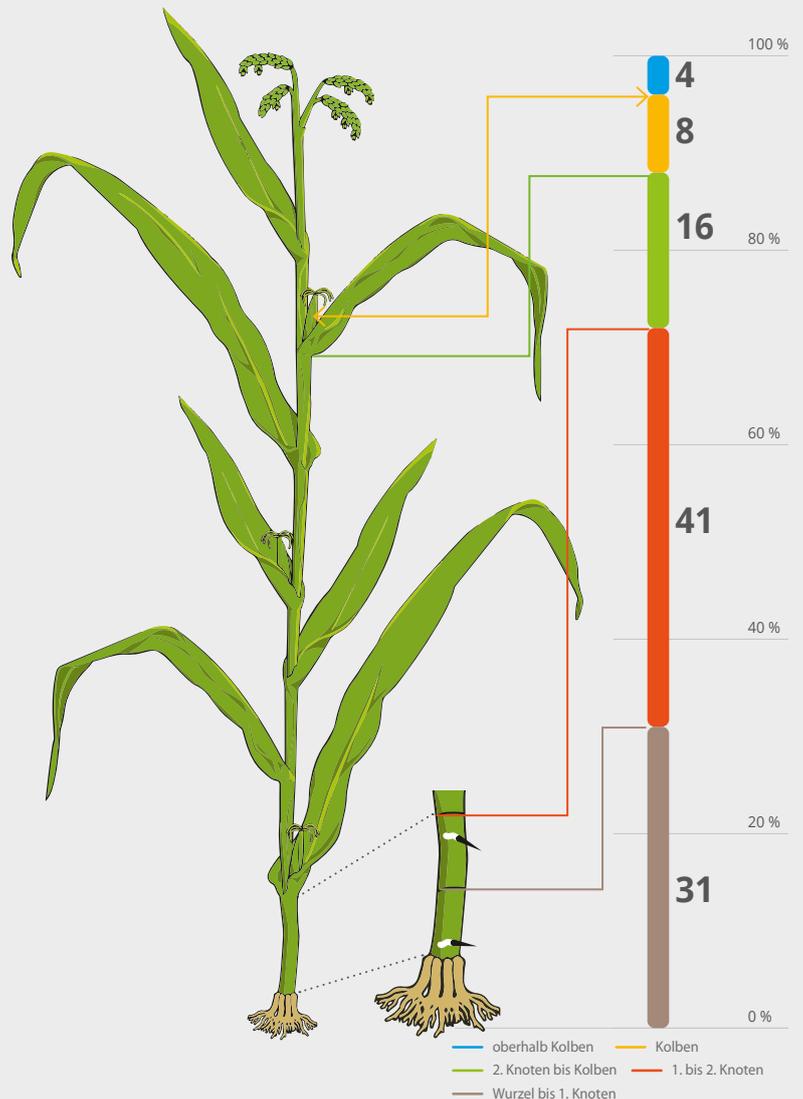
### Boniturergebnisse zum Maiszünslerbefall am Versuchsstandort Alsfeld zur Silomaisernte

Befall insgesamt (%)	42
Pflanzen mit Larvenbesatz (%)	39
befallene Pflanzen mit Larvenbesatz (%)	93
Larven je 100 Pflanzen	49
Larven je befallene Pflanzen	1,3
Pflanzen mit Kolbenbefall (%)	13
Anteil Kolbenbefall/befallene Pflanzen (%)	31

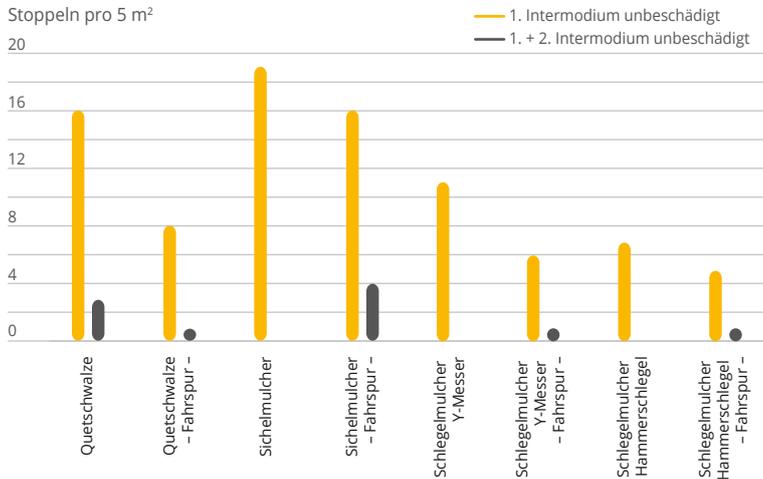
Larve in den unteren Stängelabschnitt vor, wo sie auch überwintert. Zur Ernte befinden sich bis zu 70 Prozent der Larven im Bereich unterhalb des zweiten Knotens. Dies belegen auch die detaillierten Bonituren in der Abbildung und der Tabelle, die im Rahmen der Mulchversuche durchgeführt wurden.

Mit einer mechanischen Zerkleinerung der Stoppeln kann das Winterquartier zerstört oder auch die Larve direkt getötet werden. Überlebende Larven aus zerstörten Stoppeln wandern erneut und suchen sich intakte Stoppelteile für die Überwinterung, die sie vor Feuchtigkeit und Frost schützen. Dort spinnen sich die Larven ein, bis im Mai die Verpupung beginnt. Etwa 3 Wochen später schließt sich der Kreislauf – ein neuer Falter schlüpft. Auch in diesem Entwicklungsstadium ist eine direkte Bekämpfung nicht möglich.

### Verteilung der Maiszünslerlarven am Versuchsstandort Alsfeld zur Silomaisernte



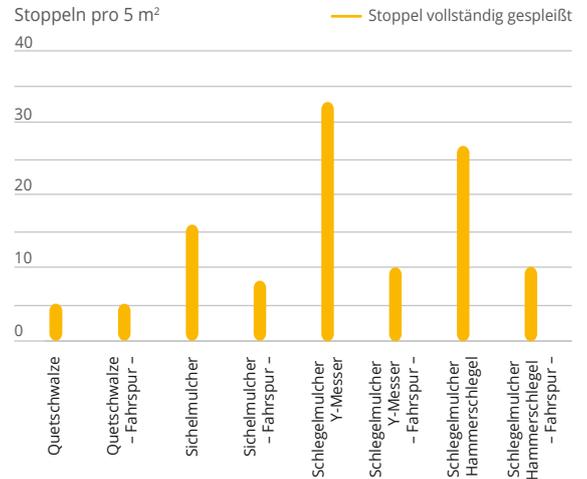
**Abb. 1: Unbeschädigte Maisstoppeln bei unterschiedlicher Zerkleinerungstechnik in Abhängigkeit der Überfahrung durch Erntefahrzeuge**



des Maiszünslerbefalls. Doch mit welchen Wirkungsgraden ist zu rechnen? Um eine Antwort auf diese Frage zu geben, wurden die Demonstrationsparzellen einer Maschinenvorführung zur Stoppelzerkleinerung des Deutschen Maiskomitees und der Gesellschaft für Konservierende Bodenbearbeitung mehrfach im Jahresablauf bonitiert. Die ersten Bonituren zur Maisernte ergaben einen hohen Zünslerbefall. 42 Prozent der Pflanzen wiesen einen Zünslerbefall auf. In fast jeder befallenen Pflanze wurde ein lebender Zünsler

Am Ende einer Bewertung der Arbeitsverfahren zur Stoppelzerkleinerung ist entscheidend, wie viele Maiszünslerlarven im folgenden Frühjahr vorhanden sind.

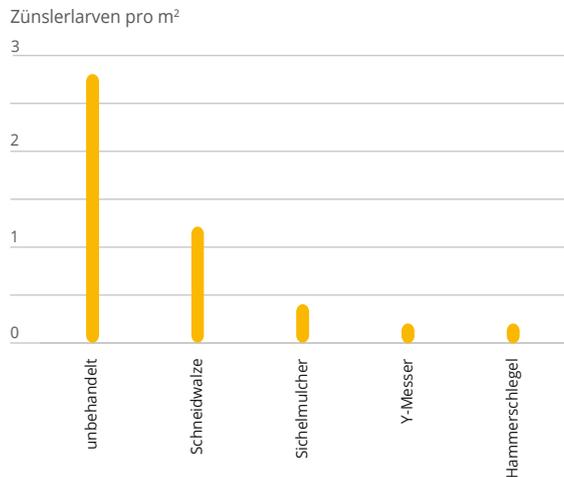
**Abb. 2: Aufgesplissene Maisstoppeln bei unterschiedlicher Zerkleinerungstechnik in Abhängigkeit der Überfahrung durch Erntefahrzeuge**



gefunden. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich 60 Prozent aller Zünslerlarven unterhalb des 2. Knotens, was dem Bereich des Maisstängels entspricht, der als Stoppel auf dem Acker verbleibt. Nachdem die Maschinen unter Anleitung der Hersteller zum Einsatz kamen, konnte die 2. Bonitur erfolgen. Im Fokus standen der Anteil erfasster Maisstoppeln und der Zerkleinerungsgrad. Abbildung 1 zeigt den Anteil an Stoppeln, die grundsätzlich von den Maschinen erfasst wurden, zunächst ohne Berücksichtigung des Zerkleinerungsgrads. Dabei wurde in zwei Details unterschieden: Zum einen ob das erste oder nur das zweite also obere Internodium an der Maisstoppel erfasst werden konnte, und zum anderen der Einfluss der Fahrspur auf die Arbeit. Die passive Zerkleinerung mit einer Quetschwalze erfasst besser bereits umgefahrene Maisstoppeln. Durch die Einstellungsbeschränkungen des eingesetzten Sichelmulchers wurde das erste Internodium nicht ausreichend erfasst. Maiszünsler, die also in den ersten 5 Zentimetern des Maisstängels sitzen, bleiben am Leben. Gute Ergebnisse brachten beide Schlegelmulchgeräte. Für eine möglichst sichere Zünslerbekämpfung sollte die Maisstoppel am besten aufgesplisselt sein. In Abbildung 2 ist die Arbeitsqualität dargestellt. Mit sehr gu-



**Abb. 3: Zünslerlarven pro m<sup>2</sup> nach unterschiedlicher Strohbearbeitung im Frühjahr**



ten Ergebnissen fallen hier die Schlegelmulchgeräte auf. Bei der passiven Zerkleinerung beschränkt sich die Zerkleinerung eher auf das Quetschen. Ein komplettes Ausfasern und Spleißen ist eher selten bei diesem Gerät. Am Ende einer Bewertung der Arbeitsverfahren zur Stoppelzerkleinerung ist entscheidend, wie viele Maiszünslerlarven im folgenden Frühjahr vorhanden sind. Abbildung 3 zeigt ein unterschiedliches Bild. Mit den Schlegelmulchgeräten kann unabhängig vom Arbeitswerkzeug der Ausgangsbefall um 90 Prozent gesenkt werden. Dies ist ein gutes Ergebnis fast auf dem Niveau von Insektiziden. Aber auch der Sichelmulcher reduziert deutlich den Ausgangsbefall des Maiszünslers. Die Quetschwalze bringt etwa 50 Prozent Wirkungsgrad, was auf steinigem Böden eine Alternative zum kostenintensiven Mulcharbeitsgang ist.

### Stroherkleinerung zeigt Wirkung auf Fusarium

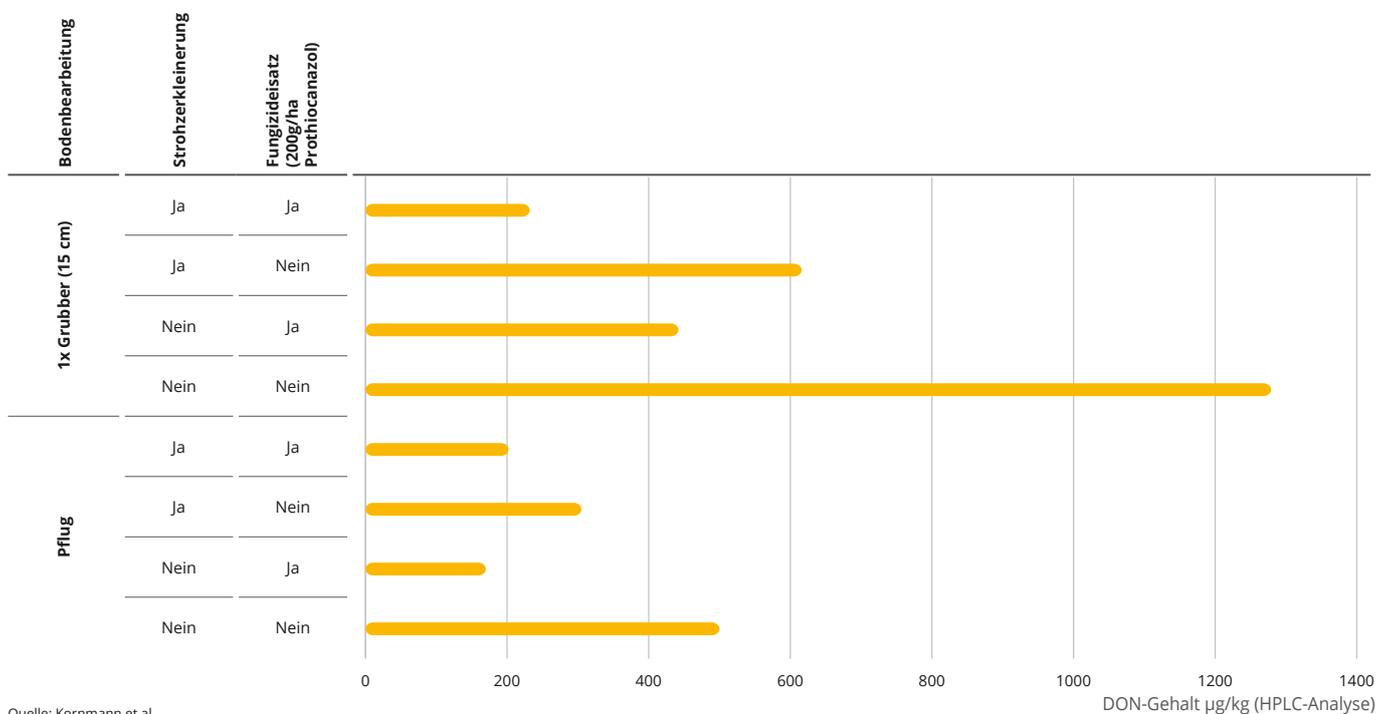
In verschiedenen Versuchen wurde in den letzten Jahren die Wirkung einer Stroherkleinerung

der Maisstoppeln als Systembaustein zur Minderung des DON-Gehalts im folgenden Weizen untersucht. Abbildung 4 informiert über die Wechselwirkungen von Bodenbearbeitung, Stroherkleinerung und dem gezielten Fungizideinsatz zur Weizenblüte. Bleiben eine Stroherkleinerung und eine Blütenbehandlung unberücksichtigt, wird die phytosanitäre Wirkung des Pflugeinsatzes deutlich. Die Mulchsaatvariante weist in dieser Konstellation mehr als doppelt so hohe DON-Werte auf. Doch was bringt das nachträgliche Zerkleinern? Gut sichtbar wird die Wirkung des Schlegelmulchgeräts in der pfluglos bestellten Variante. Durch das Schlegeln des Körnermaisstrohs bei der Mulchsaat konnten die DON-Werte ebenfalls halbiert werden. Damit erreicht die Stroherkleinerung einen ähnlichen Effekt wie das Pflügen. Besonders für Mulchsaatbetriebe gibt dies neben einer gezielten Sor-



Vor allem bei pflugloser Bestellung von Weizen nach Mais sorgt eine zusätzliche Stroherkleinerung (unten) für eine schnellere Strohrotte. Bis zum Infektionszeitpunkt zur Weizenblüte sinkt das Inokulum deutlich.

**Abb. 4: DON-Gehalt in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung und Blütenbehandlung, Winterweizen nach Körnermais, Sorte: Sokrates (APS Fusarium 3)**



Quelle: Kornmann et al.

tenwahl und der Fungizidbehandlung Sicherheit beim Anbau von Weizen nach Mais.

### Spezielle Hinweise zum Körnermais

Eine besondere Betrachtung kommt dem Körnermais zu. Durch das lange Verbleiben auf dem Acker bis in den Spätherbst haben die Maiszünslerlarven länger Zeit, um bis zur Stängelbasis zu wandern. Da durch die Mähdruschernte zum einen die unteren Stängelteile komplett und Massen an Maisstroh auf dem Feld verbleiben, kommt dem Mulchen

Unterflurhächsler zwischen Schneidwerkzeug und Mähdruscherreifen/-raupen.



hier eine besondere Bedeutung zu, um Maiszünslerquartiere und Fusariumquellen für die Folgefrucht zu reduzieren und günstige Bedingungen für die Rotte und nachstehende Aussaat zu schaffen. Erste optimale Grundvoraussetzungen dafür leistet ein Unterflurhächsler zwischen Schneidwerkeinzug und Mähdruscherreifen/-raupen. Diese Systeme sind zwar teuer, erzielen aber hervorragende Ergebnisse, um die genannten Forderungen zu erfüllen.

### Fazit

Der Maiszünslerbefall wird sich in den nächsten Jahren weiter in bislang befallsfreie Regionen ausdehnen. Die Befallsstärke hängt neben Witterung, Fruchtfolge und Anbaudichte vor allem von der Stoppelzerkleinerung und der Bodenbearbeitung ab. Unter Berücksichtigung der erarbeiteten Messergebnisse und der Schädlingsbiologie lässt sich folgende Aussage treffen: In Regionen mit einem Befall von bis etwa 30 Prozent geschädigter Maispflanzen reichen die beschriebenen vorbeugenden Strohzerkleinerungs- und Bodenbearbeitungsmaß-

nahmen aus, wenn sie konsequent von allen Betrieben durchgeführt werden. Ansonsten ist langfristig mit einem Ansteigen der Populationen zu rechnen. Hinzu kommt eine weitere Verbreitung der bivoltinen Maiszünslerasse von Baden-Württemberg und Frankreich aus in nördlichere Gebiete. Bei stärkerem Befall ist dauerhaft der Einsatz von Insektiziden oder Trichogramma-Schlupfwespen in Betracht zu ziehen. Bei der Fusariumbekämpfung im Weizen nach Mais zeichnet sich ein ähnliches Bild ab: Nur durch die Kombination einer direkten chemischen Bekämpfung und die Nutzung ackerbaulicher Maßnahmen wie Fruchtfolge,

Sortenwahl, Bestandesführung, Bodenbearbeitung und Strohzerkleinerung können die gefährlichen Fusariumerreger in Weizen, Triticale und Mais kontrolliert werden.

Dr. Marco Schneider  
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen  
Beratungsteam Pflanzenproduktion  
36304 Alsfeld  
Telefon: 06631 786124  
Marco.Schneider@llh.hessen.de

Michael Lenz  
Regierungspräsidium Gießen  
Pflanzenschutzdienst Hessen  
35578 Wetzlar  
Telefon: 0641 303-5214  
Michael.Lenz@rpgi.hessen.de

## FELDHYGIENE – EINE ANTWORT AUF SCHÄDLINGE UND KRANKHEITEN

Die Feldhygiene als ackerbauliche Maßnahme war schon immer ein wichtiges Mittel zur Kontrolle von Schädlingen und Pflanzenkrankheiten. Sie ist jedoch in der Vergangenheit in Vergessenheit geraten, obwohl engere und aus phytosanitärer Sicht kritische Fruchtfolgen eher zugenommen haben. Sicherlich hat das Vertrauen auf die modernen Pflanzenschutzmittel und ein teilweise übertriebenes einseitiges Diktat der Betriebswirtschaft einen Beitrag dazu geleistet.

Im Maisanbau haben die Ausbreitung des Maiszünslers und die Identifikation und Kontrolle des Pilzgiftes DON im Weizen jedoch zu einem Umdenken geführt und es ist inzwischen klar, dass die Eindämmung des Maiszünslers und die Vermeidung der Fusarieninfektionen beim Weizen nur durch umfassende pflanzen- und ackerbauliche Anstrengungen erreicht werden können, in deren Mittelpunkt die Feldhygiene steht.

Der Maisanbau, besonders der Körnermais, stellt hierbei hohe Anforderungen. Einfach erscheinende Rezepte wie „sauberes Unterpflügen löst alle Probleme“ sind zu kurz gegriffen, da sich große Maisstrohmengen zumeist nicht ohne Zerkleinerung sauber unterpflügen lassen, dicke Maisstrohmatten unter der Krume ackerbaulich nicht erwünscht sind und der Pflugeinsatz in Hanglagen mit dem Erosionsschutz kollidiert. Unterschiedliche Untersuchungen haben gezeigt, dass bei einem Pflugeinsatz nach Mais und vor Winterweizen das Risiko für

eine Fusariuminfektion geringer ist als bei nicht wendenden Bestellverfahren, aber es ist eben nicht automatisch gleich null. Auch bei mulchender Bestellung können mit entsprechenden acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen der Maiszünsler in Schach gehalten, eine Fusariuminfektion kontrolliert und damit die DON-Gehalte unter den Grenzwerten gehalten werden. Die Maisstrohzerkleinerung bzw. eine entsprechende „Behandlung“ der Maisstoppeln spielt deshalb besonders nach der Körnermais- bzw. CCM-Ernte eine entscheidende Rolle. Sie soll die Rückzugs- und Überwinterungsräume des Maiszünslers im bodennahen Stängel „unbewohnbar“ machen, die Strohrotte beschleunigen und das Einmischen bei der Bodenbearbeitung erleichtern.

Mit diesen zugegeben komplexen Zusammenhängen, ausgehend von Grundkenntnissen der Biologie der Schädlinge und Krankheiten, den daraus resultierenden Anforderungen an die Verfahren, der landtechnischen Umsetzung sowie Boniturverfahren zur Schadenserfassung sowie zur Kontrolle der Wirksamkeit der Geräte sowohl für die Praxis wie auch für die Beratung und Wissenschaft befassen sich die Beiträge in diesem Heft.

**Dr. Markus Demmel, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, 85354 Freising, Telefon: 08161 71-5830, markus.demmel@lfl.bayern.de**



Quelle: landpixel

# TECHNISCHE LÖSUNGEN ZUM STROH- UND STOPPELMANAGEMENT BEI UND NACH DER MAISERNT

Norbert Uppenkamp, Münster

Enge Fruchtfolgen mit hohem Fusariumrisiko und das vermehrte Auftreten des Maiszünslers haben dazu geführt, dass Landwirte und Maschinenhersteller dem Handling von Maisstroh mehr Aufmerksamkeit schenken.

Da unzerkleinerte Maisstoppeln hervorragend geeignet sind, den Maiszünsler zu vermehren, und Strohreste auf der Bodenoberfläche beste Voraussetzungen für eine Infektion des Folgeweizens bieten, werden vonseiten des Pflanzenschutzes einhellig eine intensive Zerkleinerung der Ernterückstände und eine gleichmäßige Vermischung mit dem Boden gefordert, um die Verrottung zu beschleunigen. Die Vielzahl der in der Praxis

eingesetzten Gerätebauarten ist ein Indiz dafür, dass die ideale Lösung für alle Verhältnisse noch nicht gefunden wurde.

Die Alternative, das unzerkleinerte Maisstroh tief unterzupflügen, ist problematisch, da die Larven des Maiszünslers mindestens 15 cm tief im Boden vergraben werden müssen. Wird der Pflug so eingestellt, dass die Erntereste tief genug eingearbeitet werden, kann bei CCM und

Körnermais die dicke Strohmatte zu erheblichen Problemen in der Folgefrucht führen. Grundsätzlich stellen Körnermais und CCM deutlich höhere Anforderungen an die Zerkleinerung der Erntereste als Silomais, da sich der Maiszünsler bei der späteren Ernte vermehrt im unteren Stängelbereich befindet und erheblich mehr Ernterückstände bearbeitet werden müssen. Der pfluglose Weizenanbau nach Mais stellt die höchsten Anforderungen an die Zerkleinerungsintensität, da auf den zusätzlichen Bekämpfungseffekt einer tiefen Maisstroh-Einarbeitung verzichtet werden muss.

Landwirte und Lohnunternehmer wünschen sich schon seit Jahren eine im Erntevorsatz des Mähdeschers oder Feldhäckslers integrierte Zerkleinerung der Maisstoppeln. Dann werden alle Stoppeln vor dem Überfahren erfasst und es erübrigt sich ein zusätzlicher Arbeitsgang. Die von einem Lohnunternehmer entwickelte Lösung mit am Pflückvorsatz angebauten Schlegelmulchern konnte sich in der breiten Praxis nicht durchsetzen. Auf dem Praktikertag des Deutschen Maiskomitees im Herbst 2015 hat die Firma Geringhoff eine Alternative vorgeführt. Die Philosophie dahinter: durch die Schneidwalze im Pflückaggregat muss der Unterflurhäcksler nicht mehr das gesamte Maisstroh erfassen und zerklei-

nern. Dadurch kann er weiter vorne angeordnet werden und somit tiefer schneiden. Mit dem nach unten gerichteten Winkeleisen am Horizontalhäcksler erhält der Kopf der Maisstoppel einen Schlag von der Seite und wird zusätzlich aufgefasert. Der erste Eindruck bei der Vorführung: sehr kurze Stoppeln und eine intensive Auffaserung der Schnittfläche. Die Firma Geringhoff bietet diese Art von gekröpften Messern allerdings nur im Pflückvorsatz „Mais Star Collect“ an. Für die Ernte von Silomais wird von der Firma Kemper auf der Agritechnica 2017 die erste im Maisgebiss integrierte Stoppelzerkleinerung mit Namen Stalkbuster vorgestellt.

In der Regel ist die separate Zerkleinerung von Maisstroh und Stoppeln nötig. Da möglichst alle Ernterückstände erfasst werden müssen, ist eine ebene Bodenoberfläche für die exakte Einstellung einer geringen Schnitthöhe von besonderer Bedeutung.

#### Welches Gerät für welchen Zweck?

Um Kosten zu sparen ist es naheliegend, im Betrieb vorhandene Geräte einzusetzen. Bei Vergleichseinsätzen hat sich allerdings gezeigt, dass herkömmliche X-Scheibeneggen, Kurzscheibeneggen, Kreiseleggen und auch Fräsen das Erntematerial mit dem Boden gut vermischen aber nur unzureichend zerkleinern. Die



Maispflücker „Horizon Star II“ der Firma Geringhoff mit nach vorn versetztem Unterflurhäcksler und Schlagleisten an den Messern (links) und Arbeitsbild des Maispflückers der Firma Geringhoff mit sehr kurzen und aufgespleißten Stoppeln (rechts).

Kettenscheibenegge der Firma Kelly (links). Durch den steilen Anstellwinkel der Scheiben werden die Stoppeln „aufgerieben“ (rechts).



Kettenscheibenegge konnte Stoppeln und auch Maisstroh noch am intensivsten zerstören. Die zerstörende Wirkung beruht nicht auf einer schneidenden, sondern mehr auf einer reibenden Arbeitsweise durch den sehr steilen Anstellwinkel der Scheiben von 45 Grad. Die flexible Kette sorgt für eine sehr gute Boden Anpassung. Einsatzgrenzen werden auf feuchten, schweren Böden deutlich.

Walzenförmig arbeitende Geräte zeigen relativ gute Ergebnisse, wenn die Stoppeln sehr mürbe sind. Messerförmige Profile ermöglichen unter diesen Bedingungen auch ein Zerschneiden der Stoppeln. Bei frischen, elastischen Ernterückständen und bei einer starken Maisstrohmatten stoßen diese Geräte schnell an ihre Grenzen. Die Güte der Boden Anpassung ist von der Breite der ein-

„Hektor Gigant“ der Firma IAT mit schmalen, versetzt angeordneten Messerwalzen



zelnen Walzensegmente abhängig. Um eine ganzflächige Bearbeitung zu gewährleisten, haben sich schmale, versetzt angeordnete Walzenelemente mit ausreichender Überlappung bewährt. Damit Verstopfungen minimiert werden, ist eine hohe Fahrgeschwindigkeit notwendig. Schwere Walzen benötigen dann bei der Fahrt hangaufwärts erhebliche Zugleistungen. Auf schweren und feuchten Böden kommen Walzen schnell an ihre Grenzen. Kombinationen aus Walzen und Striegeln verbessern die Zerkleinerungswirkung, da Strohhaufen auseinandergezogen werden. Die Zerkleinerungsintensität reicht bei pflugloser Bewirtschaftung für eine wirksame Fusarien- und Maiszünslerbekämpfung allerdings nicht aus. Um den Maiszünsler ausreichend zu bekämpfen, muss diesen Geräten der Pflug folgen und das Erntematerial ausreichend mit Erde bedeckt werden.

Zapfwellengetriebene Mulcher sind unabhängig von den Bodeneigenschaften und vom Bodenzustand einsetzbar. Sowohl Sichel- als auch Schlegelmulcher arbeiten nach dem Prinzip des freien Schnittes.

Maisstoppeln und Maisstroh werden von den Sichelmessern und von der Schlegelkante nur einmal durchtrennt. Durch die paarweise Anordnung von zwei Sichelmessern übereinander kann eine zusätzliche Zerkleinerung erreicht werden. Gegenschneiden sorgen für eine weitere Zerkleinerung des Erntegutes,

bremsen allerdings den Gutstrom und erhöhen den Leistungsbedarf. Sichelmulcher werden als angehängte Geräte mit großen Arbeitsbreiten angeboten. Insbesondere bei großen Strohmenngen kann es zur Schwadbildung kommen, die die Hersteller durch Leitbleche minimieren. Für eine gute Boden Anpassung ist die Tiefenführung der einzelnen Segmente wichtig. Dennoch ist eine geringe Schnitthöhe bei unebenen Bodenverhältnissen nur schwer zu realisieren. Der Leistungsbedarf steigt sprunghaft an, wenn die Sichelmesser in den Boden eingreifen. Einzelne Sichelmulcher werden auch mit stumpfen Werkzeugen eingesetzt, um durch die schlagende Arbeitsweise den glatten Schnitt durch eine zerfasernde Arbeitsweise zu ersetzen. Dies hat den Vorteil, dass eine große Oberfläche geschaffen wird, an der Bodenorganismen angreifen können um den Rotteprozess zu beschleunigen.

Schlegelmulcher haben bei Bodenunebenheiten quer zur Fahrtrichtung den Vorteil, dass immer nur ein Bruchteil aller Schlegel in den Boden eingreift. Deshalb werden Schlegelmulcher in der Praxis häufig tiefer eingestellt als Sichelmulcher. Bei Messungen des Leistungsbedarfes zeigte sich, dass sowohl bei der Leerlaufmessung als auch bei der Messung während der Arbeit die Unterschiede zwischen Schlegelmähern größer waren als zwischen Sichel- und Schlegelmulcher. Der höhere Leistungsbedarf bei Schlegelmulchern beruht daher zu einem großen Teil auf der tieferen Einstellung und den damit verbundenen häufigeren Eingriffen in den



Arbeitswerkzeug des auf einer Kreiselege basierenden Kreisel-schlägers der Firma z-ex

(Quelle: <https://www.z-ex.de/>)

Boden. Bei großen Mengen an Ernterückständen sind ein großer Rotordurchmesser in einem großen Gehäuse und schwere Schlegel mit außen liegendem Schwerpunkt notwendig, um hohe Durchsatzleistungen ohne Verstopfungen zu gewährleisten. Generell kann gesagt werden: Schlegelmulcher sind sehr vielfältig einsetzbar. Insbesondere wenn sehr hohe Anforderungen an die Zerkleinerungsqualität und -intensität gestellt werden, wie bei der pfluglosen Bestellung nach Körnermais oder CCM, sind Schlegelmulcher mit Hammerschlegeln und Gegenschneiden die besten Geräte.

Wird gepflügt, sind die Anforderungen generell deutlich geringer. Allerdings kann das Mulchen, insbesondere bei langen Maisstopeln oder großen Maistrohmenngen, die richtige Einstellung des Pfluges erheblich vereinfachen und das Verrotten des untergepflügten Materials beschleunigen. Alle Mulcher können die Ernterückstände soweit vorbereiten, dass die exakte Pflugeinstellung mit einer gezielten Ablage des Maistrohs in den Bereich

**Tabelle: Geeignete Geräte für unterschiedliche Einsatzfälle**

	Silomais	Körnermais / CCM
<b>mit Pflug</b>	- Schneidwalze	- Schneidwalze
	- Kettenscheibenegge	- Kettenscheibenegge bei sprödem Material und geringer Strohmenge
	- Sichelmulcher	- Sichelmulcher
	- Schlegelmulcher	- Schlegelmulcher
<b>pfluglos</b>	- (Sichelmulcher mit Gegenschneide)	- Schlegelmulcher mit schweren Schlegeln und Gegenschneiden
	- Schlegelmulcher mit Gegenschneide	

zwischen Pflugsohle und 15 cm unter der Bodenoberfläche möglich wird. Zudem wird die Verstopfungsgefahr beim Pflügen verringert. Eine intensive Zerkleinerung hat allerdings auch ihren Preis. Um für große Maisstrohmengen gewappnet zu sein, sollten etwa 40 bis 50 PS je m Arbeitsbreite an installierter Motorleistung bei Schlegelmulchern eingeplant werden.

Für einen 2,8 m breiten Rotormulcher muss mit folgenden Kosten (inkl. MwSt., ohne Diesel) gerechnet werden:

- leichtes Mulchen (Silomais, 100-PS-Schlepper, 2,5 ha/h) bei 50 ha/Jahr: circa 40 €/ha, bei 100 ha/Jahr: circa 30 €/ha, bei 150 ha/Jahr: circa 25 €/ha)
- schweres Mulchen (z.B. CCM, 150-PS-Schlepper, 2 ha/h) bei 50 ha/Jahr: circa 50 €/ha, bei 100 ha/Jahr: circa 40 €/ha, bei 150 ha/Jahr: circa 35 €/ha).

Die Kosten für den Diesel sind bewusst nicht enthalten, da der Dieserverbrauch unabhängig vom Gerät in erster Linie von der Einstellung abhängt.

Es ist also durchaus zu überlegen, ob eine einzelbetriebliche Mechanisierung Sinn macht oder ob nicht preiswerter über den Lohnunternehmer oder Maschinenring Arbeitskraft und Flächenleistung zugekauft werden. Bei

einer einzelbetrieblichen Mechanisierung müssen für die Geräteauswahl die Ansprüche und die zusätzlichen Einsatzmöglichkeiten, wie Bodenbearbeitung oder Zwischenfrucht zerkleinern, berücksichtigt werden.

### Die Entwicklung ist noch nicht abgeschlossen

Viele der bisher beschriebenen Geräte sind für andere Einsatzgebiete entwickelt und zum Teil für die Fusarien- und Maiszünslerbekämpfung optimiert worden. Da alle diese Geräte Nachteile aufweisen, sind in letzter Zeit einige neue Geräte auf den Markt gekommen, die speziell für diesen Zweck konstruiert wurden. Von der Firma Knoche wird mit dem „Zünslerschreck Aktiv“ der von der Firma Baß entwickelte „Halmschredder“ angeboten. Hierbei wird auf ein Schneiden oder Schlagen verzichtet. Der Zerstörungsmechanismus beruht auf einem Verdrehen und Reiben der Stoppeln zwischen einer profilierten angetriebenen Walze und einer feststehenden Gegenplatte. Das Ergebnis sind in Längsrichtung aufgespleißte Ernterückstände. Nach Aussage des Herstellers reicht die Zerstörung bis zu 8 cm unterhalb der Werkzeuge, sodass auf eine Tiefenführung der Einzelreihenaggregate verzichtet wird. Niedergefahrene Stoppeln in Fahrspuren werden aber auch von diesem Gerät nicht erfasst.

„Zünslerschreck Aktiv“ der Firma Knoche (links). Die Stoppeln werden zwischen den hydraulisch angetriebenen Rotoren und einer Gegenplatte verdreht und gerieben (rechts).

Fotos Werkbild Bäß



Dieses zentrale Problem ist der Ausgangspunkt für die Entwicklung des „Stoppelschlitzers“ der Firma TerraTec. Das vom Lohnunternehmer Lohaus entwickelte Gerät besteht aus Reihenaggregaten mit senkrecht zur Bodenoberfläche in Fahrtrichtung angeordneten Messern. Diese im Abstand von 2,5 cm versetzt in zwei Reihen angeordneten Messer durchschneiden die am Boden liegenden Stoppeln und auch den Wurzelhals der Maispflanze. Das Umknicken der Stoppeln gehört also zur Arbeitsweise des Gerätes. Die Messer werden durch eine Platte, die auf dem Boden gleitet, in der Tiefe geführt. Dieses Gerät wurde auf dem Praktikertag des Deutschen Maiskomitees im Herbst 2015 erstmals vorgeführt. Wenn auch nicht 100 Prozent der Stoppeln erfasst wurden, so ist diese Arbeitsweise sicherlich ein sehr interessanter Ansatz, das Problem niedergefahrener Stoppeln zu lösen.

### Fazit

Der Feldhygiene kommt eine steigende Bedeutung zu, nicht nur zur Bekämpfung des Maiszünslers, sondern zunehmend auch zur Bekämpfung pilzlicher Erreger. Die schnelle Verrottung der Erntereste, hervorgerufen durch die intensive Zerkleinerung und Einmischung in den Boden, ist dabei eine zentrale Forderung der Pflanzenschützer. Die



bisher eingesetzten Geräte sind für andere Zwecke konstruiert und zum Teil an diese Aufgabe angepasst worden. Neue Entwicklungen konzentrieren sich auf die Anforderungen der Feldhygiene mit dem Ziel, das zentrale Problem niedergefahrener Stoppeln in Fahrspuren zu lösen. Integration der Stoppelzerkleinerung im Erntevorsatz, bessere Bodenanpassung durch schmale Einzelaggregate und prinzipiell neue Werkzeuge sind erfolgversprechende Ansätze.

Messerbestücktes Reihenaggregat des „Stoppelschlitzers“ (oben). Die Stoppeln werden von der Tiefenführungsplatte umgeknickt und durch die Messer in Längsrichtung geschnitten (unten).



„Stoppelschlitzer“ der Firma TerraTec.

Dr. Norbert Uppenkamp  
Landwirtschaftskammer NRW  
Fachbereich 61, Technik der Außenwirtschaft  
48147 Münster  
Telefon: 0251 2376-288  
norbert.uppenkamp@lwk.nrw.de



Quelle: agrarfoto.com

# NEUES BONITURSYSTEM FÜR MAISSTOPPELBEARBEITUNG ZUR ANWENDUNG IN DER PRAXIS

Joachim Brunotte und Hans Voßhenrich, Braunschweig

Die hier beschriebene Anleitung soll dem praktizierenden Landwirt eine Orientierungshilfe im erfolgreichen Anbau von Mais und der Folgefrucht bieten. Die Zweiteilung der Bonitur – erstens in die Analyse der Rahmenbedingungen vor dem Einsatz des Mulchers und zweitens in die Bewertung des Arbeitsergebnisses nach dem Einsatz – liefert die notwendigen Informationen über das Zusammenspiel der wichtigen Wirkungsmechanismen bei der Feldhygiene.

Die Rahmenbedingungen für den Einsatz des Mulchers sind entscheidend für den Arbeitserfolg. Nur auf ebenen, spurenfreien Flächen ist eine gute Arbeitsqualität der Mulchertechnik möglich. Die Grundlage dazu wird bereits durch eine sorgfältige Bodenbearbeitung und Bestellung gelegt:

- Maisstopplern, die auf leichten Dämmen stehen (z.B. durch die konvexe Form der Farmflexrolle am Einzelkornsägerät), lassen sich durch die rotierenden Werkzeuge eines Mulchers bodennah leicht erfassen, anders dagegen Stopplern,

die in Mulden/Vertiefungen stehen und von den Schlegelwerkzeugen des Mulchers ohne Bodenkontakt nicht zu erreichen sind.

- Neben der Exposition der Stoppel ist die innere Stabilität entscheidend für den Erfolg. Eine feststehende Stoppel bietet den nötigen Widerstand, um aus dem Stand heraus zerkleinert zu werden. Eine abgeknickte Stoppel leistet weniger Widerstand und kann dem Rotor leichter ausweichen, insbesondere wenn in Fahrtrichtung des Silomaishäckslers gefahren wird. Wird gegenläufig gearbeitet,

richtet der Rotor die Stoppeln auf und zerkleinert sie vollständig. Eine abgebrochene, liegende Stoppel wird bei Berührung nach vorn geschleudert oder wird erst gar nicht erfasst, insbesondere wenn sie etwa in einer Mulde oder Fahrspur liegt.

- Abgesehen von ihrem Zustand (fest, abgeknickt, abgebrochen), kann noch die Länge der Stoppel zum limitierenden Faktor werden. Ist sie zu lang (z.B. > 25 cm), kann sie leicht von der Vorderkante des Mulchergehäuses abgeknickt werden und wird dann vom Rotor nicht erfasst. Bei einer Stoppellänge von < 25 cm erfolgt in der Regel kein Abknicken, sodass eine erfolgreiche Zerstörung stattfindet. Fährt man den Mulcher „mit offenem Biss“, d.h. wird die vordere Kante durch den Oberlenker etwas hochgezogen, verbessern sich insgesamt die Bedingungen für die Zerkleinerung.

### **Bewertung der Rahmenbedingungen**

Für die oben beschriebenen Rahmenbedingungen, die der Stoppelacker vor Einsatz des Mulchers aufweist, erfolgt eine Bewertung (Abbildung) in 3 Stufen (+/0/-).

#### **1 Ackeroberfläche nach der Bestellung**

Positiv bewertet (+) werden Reihen, in denen die Stoppeln auf Dämmen stehen und dadurch vollständig durch den Mulcher zu erfassen sind. Neutral bewertet (0) werden eben verlaufende Reihen, negativ (-) in einer Mulde oder Fahrspur verlaufende Stoppelreihen. Für eine Bonitursentscheidung werden 20 Reihen bonitiert und 20 Bewertungen (n = 20) für die Spalten „Dämme, Mulden und Ebenheit“ in der vorgegebenen Zeile eingetragen.

#### **2 Habitus Maisstoppeln**

Fest stehende Stoppeln werden mit „+“ bewertet. Abgeknickte, aber noch annähernd stabil stehende Stoppeln (bei Kontakt mit der Hand geben sie nach, gehen aber beim Loslassen wieder zurück in die Ausgangslage)

sind neutral (0) und am Boden liegende Stoppeln als negativ (-) bewertet. Für eine Entscheidung sollten in 10 Reihen jeweils 5 Stoppeln bonitiert und 50 Bewertungen (n = 50) in die drei sich anschließenden Spalten „Habitus Maisstoppeln“ eingetragen werden.

#### **3 Länge der Stoppeln**

Positiv (+) bewertet werden Stoppellängen unter 25 cm, negativ (-) Stoppellängen über 25 cm – letztere laufen Gefahr, durch die Vorderkante des Gerätegehäuses abgeknickt/abgebrochen zu werden. Für eine Entscheidung werden 50 Stoppeln, verteilt über 10 Reihen gezählt und 50 Bewertungen (n = 50) in die Spalte „Stoppellänge“ eingetragen.

Ein Einsatz des Mulchers wird empfohlen, wenn die Summe der Bewertungen im positiven Bereich zwischen +20 und +120 rangiert. Von einem Einsatz wird abgesehen, wenn die Summe im negativen Bereich zwischen -20 und -120 liegt. Die entstehenden Kosten von 30 bis 40 €/ha stehen dann in keinem vertretbaren Verhältnis zum Arbeitserfolg.

#### **Arbeitsergebnis nach Einsatz des Mulchers**

Die Art der Zerstörung einer Maisstoppel etwa nach der Silomaisernnte, aber auch des gesamten Stängels nach der Körnermaisernnte, ist für den Befall und das Überleben von Schädlingen von Bedeutung. Die Überlebenschancen des Maiszünslers in Abhängigkeit von dem Zerstörungsgrad eines Stängelsegmentes sind in der Literatur noch nicht abschließend geklärt. Unbestritten ist aber, dass mit zunehmendem Zerstörungsgrad generell die Überlebenschancen der Schädlinge abnehmen und die Verrottung beschleunigt wird. D.h., die mit dem Mulchen beabsichtigte Vorsorge wirkt in zwei Richtungen: Minderung des Gefährdungspotenzials einmal durch Schädlinge und zum anderen durch pilzliche

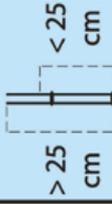
# Rahmenbedingungen vor Mulchereinsatz bei Mais

## Ackeroberfläche nach Bestellung

Dämme - konvex	Ebenheit - überwiegend eben	Mulden - konkav	Stoppeln - fest	Stoppeln - abgeknickt	Stoppeln - abgebrochen (Fahrspur)	stehende Stoppeln
+	O	-	+	O	-	- +
n= 20 Reihen ohne Fahrspureinfluß			n= 50 Stoppeln aus 1 Reihe			n= 50 Stoppeln aus 10 Reihen

## Habitus Maisstoppeln

Stoppeln - fest	Stoppeln - abgeknickt	Stoppeln - abgebrochen (Fahrspur)	stehende Stoppeln
+	O	-	- +
n= 50 Stoppeln aus 1 Reihe			n= 50 Stoppeln aus 10 Reihen



## Stoppellänge

## Arbeitsergebnis nach Mulchereinsatz

- Stoppel heile - Stirnseite geschlossen	- Stoppel verletzt - Stirnseite(n) offen	- Stoppel aufgeschlitzt - Stirnseite(n) geschlossen	- Stoppel seitlich offen - Stirnseite(n) offen	- Stoppel seitlich offen - komplett zerfasert
- -	-	O	+	+ +
n= 50 Stoppeln				

## Berechnung

Ackeroberfläche nach Bestellung n= 20 Reihen ohne Fahrspureinfluß	Habitus Maisstoppeln n= 50 Stoppeln aus 1 Reihe	Stoppellänge n= 50 Stoppeln aus 10 Reihen
+		
O		
-		
<b>Z.B. + 0</b>	<b>+ 25</b>	<b>+ 30 = 55</b>
<b>Ergebnis</b>	<b>-120 bis -20</b> <b>+20 bis +120</b>	<b>Mulchen nicht empfohlen</b> <b>neutral</b> <b>Mulchen empfohlen</b>
Arbeitsergebnis nach Mulchereinsatz n= 50 Stoppeln		
=		
-		
O		
+		
++		
<b>Z.B. - 4</b>	<b>- 5 + 0 + 3 + 70</b>	<b>= 64</b>
<b>Ergebnis</b>	<b>&gt;50 = Vorsorge erfolgreich</b> <b>30 bis 50 = zufriedenstellend</b> <b>&lt;30 = Vorsorge verbessern</b>	



THÜNEN

PD Dr. habil. Joachim Brunotte | PD Dr. habil. Hans Voßhenrich  
M. Sc. Jano Anter

Institut für Agrartechnologie

Johann Heinrich von Thünen-Institut (ITI)

Bundesallee 50 | 38116 Braunschweig

Tel 05 31 / 5 96 44 94 | Fax 05 31 / 5 96 41 99

Krankheiten. Natürlich können durch den Anwender auch eigene Bewertungsschwerpunkte gesetzt werden und das Boniturschema dahingehend verändert werden.

Die Bonitur des Arbeitsergebnisses nach dem Mulchereinsatz (Abbildung) fokussiert sich auf die Art der Zerstörung, z.B. Stoppel „unbeschädigt“ oder „aufgeschlitzt“, nicht einbezogen wird der Zerkleinerungsgrad – er ist verantwortlich für die Einarbeitungsqualität der Reststoffe. Teilchen < 5 cm lassen sich physikalisch besser einarbeiten als solche > 10 cm, sie schwimmen an der Oberfläche. Je mehr die Reststoffe in der Oberkrume mit Boden umgeben sind, umso höher ist die Rottegeschwindigkeit. Der Übertragung von Pilzen (z.B. Mykotoxine bei Weizen) wird damit bestmöglich vorgebeugt. Es empfiehlt sich deshalb, auf dem Boniturblock am Rand eine Notiz zum Zerkleinerungsgrad vorzunehmen, da er im Wesentlichen die Qualität der Folgebearbeitung mitbestimmt.

### **Bewertung des Arbeitsergebnisses**

Für die oben beschriebenen Kriterien zum Arbeitsergebnis erfolgt eine Bewertung in 5 Stufen (++/+/0/-/--). Für eine Boniturrentscheidung werden 50 Stoppeln aus 10 Reihen ausgewählt und 50 Bewertungen (n = 50) auf die 5 Spalten von „Stoppel heile“ bis „Stoppel seitlich offen“ verteilt.

Für die Bewertung des Arbeitsergebnisses des Mulchers ist der Grad der Zerstörung der Stoppeln maßgeblich. Dieser reicht vom unbeschädigten bis zum völlig zerlegten, zerfaserten Segment. Das unbeschädigte Segment ist ein heiler Stängelabschnitt mit intakten Knoten an beiden Stirnseiten (--). Ein unbeschädigter Stängelabschnitt kann auch zwei oder mehr Segmente umfassen. Entscheidend sind die durch intakte Knoten geschlossenen Stirnseiten, wodurch ein geschlossener, geschützter Innenraum entsteht. Die erste Stufe der Zerstörung weist bei heilem Stängelabschnitt eine oder zwei offene Stirnseiten auf (-), ver-

ursacht durch die Zerstörung eines bzw. zweier Knoten. Ein zwischen den unbeschädigten Stirnseiten aufgeschlitzter Stängel beschreibt die nächsthöhere Stufe der Zerstörung (0). Es folgt eine Zerstörungsstufe, die beide Merkmale, Stängel aufgeschlitzt und Stirnseite(n) offen noch übertrifft, sobald Teile seitlich aus der Stoppelwand herausgebrochen sind und das Stoppelinnere offenliegt (+). Der höchste Grad einer Zerstörung ist erreicht, sobald zwischen den Stirnseiten mehr als 30 Prozent der Stängelwand herausgebrochen oder das Stängelsegment darüber hinaus zerfasert und völlig zerlegt ist (++).

Weist die Bonitur des Arbeitsergebnisses nach Aufsummieren einen positiven Wert auf, so wird die Vorsorge als erfolgreich eingestuft, ist sie negativ, so besteht Handlungsbedarf: Rahmenbedingungen und Mulchereinsatz müssen optimiert werden. D.h. Gründe für ein schlechtes Mulchergebnis sind nur anteilig dem Mulcher zuzuschreiben, wenn zuvor die Rahmenbedingungen für seinen Einsatz suboptimal waren.

### **Fazit**

Um mit diesem Boniturschema eine Verbesserung des Arbeitserfolges von Schlegelmulchern zu erreichen, sind im ersten Schritt die Rahmenbedingungen in Bezug zur Ackeroberfläche zu beschreiben. Im zweiten Schritt ist das Arbeitsergebnis zur Zerstörung der Maisstoppeln nach erfolgtem Geräteinsatz zu bewerten. Diese Zweiteilung in der Vorgehensweise ist wichtig, da beide Einflüsse den Arbeitserfolg limitieren können und nur ihre getrennte Betrachtung ein differenziertes Ergebnis liefert.

*Ein Klemmbrett mit den notwendigen Unterlagen zur Durchführung der Bonitur für die Praxis kann bei den Autoren bestellt werden.*

PD Dr. habil. Joachim Brunotte und  
PD Dr. habil. Hans Voßhenrich  
Thünen-Institut für Agrartechnologie  
38116 Braunschweig  
Telefon: 531 596 4494  
joachim.brunotte@thuenen.de

## DEN MULCHER RICHTIG EINSTELLEN!

Hans Voßhenrich und Joachim Brunotte, Braunschweig

Für die Effizienz einer Stoppelaufbereitung spielt die Abstimmung zwischen Mulcher und Stoppel eine entscheidende Rolle. Dazu wurde in einem Feldversuch die Zerkleinerungswirkung eines Schlegelmulchers in Abhängigkeit von der Stoppellänge und dem Stoppelzustand auf die Arbeitsqualität untersucht (Tabelle).

Ein sehr gutes Ergebnis wurde bei unverletzter Stoppel mit 18 cm Stoppellänge erzielt. Es wurden 100 Prozent der Stoppeln durch den Rotor erfasst und gemulcht, bei 35 cm Stoppellänge dagegen nur 81 Prozent. Waren die Stoppeln durch den Erntevorgang verletzt, etwa angeknickt oder teilentwurzelt und damit nicht mehr in vollem Umfang standfest (Abb. 1), so wurden bei 18 cm Stoppellänge nur noch 92 anstatt 100 Prozent und bei 35 cm Stoppellänge nur noch 70 anstatt 81 Prozent sicher durch den Rotor erfasst und gemulcht. Länge und Zustand der Maisstoppeln beeinflussen demzufolge das Mulchergebnis erheblich.

Überragt die Stoppelhöhe die Höhe des Eingangstunnels am Mulcher, so wird, vermutlich unterschiedlich nach Sorte und Abreife, ein Teil der Stoppeln abgeknickt oder teilentwurzelt. Dies beeinträchtigt den Mulcheffekt

insbesondere bei 35 cm langer Stoppel. Es erscheint also sinnvoll, Tunnelhöhe am Mulcher und Stoppellänge bei der Ernte aufeinander abzustimmen.



Die Position der Stützwalze wurde in dem Versuch nicht variiert. Um einem abnehmenden Zerkleinerungsgrad mit zunehmender Stoppellänge entgegenzuwirken, empfiehlt es sich bei verstellbaren Stützwalzen, diese so weit wie möglich nach hinten zu positionieren. Für die Intensität der Stoppelzerkleinerung ist auch der Abstand der Schlagleiste zum Rotor von Bedeutung. In einem Praxisversuch auf Rapsstoppeln bewirkte das Verstellen des Schlag-

Abb. 1: Bei Maisernte teilentwurzelt und abgeknickte Stoppeln, Ernterichtung durch Pfeil angezeigt

**Tabelle: Anteil gemulchter Stoppeln (%) in Abhängigkeit von Stoppellänge und -zustand (Tunneleingangshöhe 30 cm)**

Kurzstoppel (18 cm)		Langstoppel (35 cm)	
Stoppelzustand nach der Maisernte			
unverletzt Stand fest	verletzt Stand labil	unverletzt Stand fest	verletzt Stand labil
Anteil der gemulchten Stoppel			
100%	92%	81%	70%



leistenabstands zwischen 70 mm und 10 mm ein Halbieren der Teilchengrößen und lieferte damit ein überzeugendes Ergebnis (Abb. 2).

Variiert wurde auch die Arbeitsgeschwindigkeit, abgestuft auf 6, 8 und 10 km/h. Diese Versuchsvariante hatte aber wider Erwarten keinen nennenswerten Effekt auf das Arbeitsergebnis. Vergleichbare Untersuchungen mit Variation des Schlagleistenabstandes und der Arbeitsgeschwindigkeit bei Maisstoppeln liegen noch nicht vor. Der Effekt auf das Mulchergebnis dürfte aber ein ähnlicher sein. In der praktischen Landwirtschaft werden Op-

timierungsarbeiten an den Geräten zur Verbesserung der Arbeitsqualität wegen des Arbeitsaufwands häufig nicht durchgeführt. Der Anwender ist aber gut beraten, sich Zeit zu nehmen, um für jeden Einzelfall die optimale Einstellung zu finden. Hier helfen zukünftig hydraulische Verstellmöglichkeiten, die auf der Agritechnica 2017 vorgestellt werden.

Abb. 2: Abnehmende Stängelsegmentelänge bei Raps nach Schlagel-Mulchereinsatz in Abhängigkeit von weitem, mittlerem und engem Abstand zwischen Schlagleiste und Rotor

PD Dr. habil. Hans Voßhenrich und  
PD Dr. habil. Joachim Brunotte  
Thünen-Institut für Agrartechnologie  
38116 Braunschweig  
Telefon: 531 596 4469  
hans.vosshenrich@thuenen.de



Quelle: landpixel

# NEUES BONITURSYSTEM FÜR DIE MAIS-STOPPELBEARBEITUNG ZUR ANWENDUNG IN DER WISSENSCHAFT

Hans Voßhenrich, Jano Anter und Joachim Brunotte, Braunschweig

Die zunehmenden Ansprüche an die Hygiene in der Bodenbearbeitung erfordern ein objektives System der Bewertung, mit dem es gelingt, die Arbeitsqualitäten von Mulchern auch unter wissenschaftlichen Aspekten zu betrachten. Die Anforderungen unterscheiden sich erheblich von denen, wie sie die Praxis verlangt. Hierzu wird ein weiteres Bonitursystem vorgestellt.

Vor dem Einsatz des Mulchers wird die Stoppellänge nach der Maisernte ermittelt, um die Ausgangslage zu kennen. Nach dem Einsatz des Mulchers wird eine 1-m<sup>2</sup>-Probe aufgesammelt und im Labor auf Gleichgewichtsfeuchte getrocknet (60 Prozent rel. Luftfeuchte), um anschließend die Siebfraktionen zu ermitteln. Das Sieben erfolgt mit einem Schwingsieb

(Abbildung) mit den Sieblochgrößen 64 bis 2 mm und den Siebfraktionen 6 bis 1.

Im nächsten Schritt wird nach den in Tabelle 1 vorgegebenen Werten der Siebboniturfaktor ermittelt. Mit abnehmender Teilchengröße steigt der Siebboniturfaktor an. Die Fraktion 6 erhält mit „0“ die kleinste und die Fraktion 1 mit dem Faktor „1“ die höchste Bewertung.



Tab. 1: Siebboniturfaktor für die einzelnen Siebfraktionen

Siebfraktion	1	2	3	4	5	6
Sieblochdurchmesser	2 mm	4 mm	8 mm	16 mm	32 mm	64 mm
Siebboniturfaktor	1	0,9	0,8	0,6	0,3	0



bewerten: Schnitt gerade, schräg und zerfranst. Des Weiteren kann im Bedarfsfall der Einstich, z.B. durch Zünsler, sowie der Stängeldurchmesser mit erfasst werden, um potenzielle Zusammenhänge zwischen der Morphologie der Pflanze und dem Verhalten eines Schädlings herzustellen. Die dafür in Tabelle 3 vorgesehenen Spalten „Einstich“ und „Schnitt“ sind als Ergänzung für den Anwender gedacht und bleiben in der Bonitur unberücksichtigt. Das bonitierte Mulchmaterial wird nach Länge in die Tabelle 3 eingetragen und nach dem Boniturschlüssel (siehe Tabelle 2) verrechnet, indem die Punkte 0 (rot) bis 5 (grün) jedem einzelnen Objekt zugeordnet werden.

In die gelbmarkierten Felder der Tabelle 3 werden die Messwerte eingetragen. Die weißmarkierten Felder zeigen durch das System automatisch berechnete Werte.

Ein Spezialfall liegt vor, wenn Pflanzensegmente zusammenhängen mit zerstörten und unzerstörten Teilabschnitten. In diesem Fall wird jeder Teilabschnitt für sich bewertet. Die Tabelle sieht bis zu 3 Teilabschnitte für jede Boniturstufe vor. Die Gesamtlänge eines mehrteiligen Pflanzensegmentes, das mehrere Boniturstufen umfassen kann, ist in der Spalte „ $\Sigma$  Länge (cm)“ abzulesen (siehe Tabelle 3).

Das System kennt jetzt die Teil- und Gesamtlänge aller bonitierten, da nicht komplett zerstörten Teilchen aus den Siebfraktionen 5 und 6. Die Gesamtmasse dieser bonitierten Teilchen wird gewogen und in die Spalte „Gewicht (g)“ eingetragen. Jetzt kennt das System den Zusammenhang zwischen Länge und Gewicht. Alle restlichen, nicht nach Länge bonitierten Teilchen der Siebfraktionen 5 und 6, die der Boniturstufe 5 in der Tabelle 3 zugeteilt werden, können über ihre ermittelte Masse eingetragen werden. Das gleiche gilt für die Teilchen der Siebfraktion 1-4, die allesamt der Boniturstufe 5 zugeordnet werden. Damit ist die Gesamtmasse der Ausgangsprobe (alle Siebfraktionen) erfasst und auf die intakte

Stufe 0 und die 5 Zerstörungsstufen absolut und relativ verteilt.

Mithilfe des in Tabelle 2 beschriebenen Strukturboniturfaktors lassen sich nun die Strukturboniturstufen (0–10) der Gesamtprobe berechnen, indem die prozentuale Verteilung ( $100\% \triangleq 1$ ) der einzelnen Boniturstufen (0–5) mit dem Boniturfaktor (0–10) multipliziert und abschließend die Produktsumme gebildet wird. Diese so ermittelte Strukturboniturstufenzahl beschreibt den Zustand/Zerstörungsgrad der Probe unabhängig von der Teilchengröße. Die Größe der Teilchen findet ihre Berücksichtigung im Gesamtboniturergebnis.

Das Gesamtboniturergebnis ist das Produkt aus dem Siebboniturfaktor der Gesamtprobe und der Strukturboniturstufenzahl. Der Wert rangiert von 0–10.

### Fazit

Erntereststoffe auf dem Acker haben viele positive Funktionen, wie z.B. Humusaufbau, Nahrung für Bodenleben, Strukturaufbau und Vermeidung von Bodenerosion. Auf der anderen Seite kann eine Übertragung von Schädlingen und Krankheiten auf die Folgekultur erfolgen. Vor diesem Hintergrund ist ein Nacherntemanagement, was die Aufbereitung der Reststoffe zum Ziel hat, im Sinne der Vorsorge außerordentlich wichtig. Die Zerkleinerung und Zerstörung von organischen Ernteresten übernehmen Sichel- und Schlegelmulcher. Nur bei einem hoch wirksamen Einsatz erwächst für den Praktiker ein Nutzen, den er bereit ist zu bezahlen. Zur Beurteilung dieses Nutzens helfen Boniturschemata, die die Rahmenbedingungen, den Zerkleinerungs- und Zerstörungsgrad quantifizieren.

PD Dr. habil. Hans Voßhenrich, Jano Anter  
und PD Dr. habil. Joachim Brunotte  
Thünen-Institut für Agrartechnologie  
38116 Braunschweig  
Telefon: 531 596 4469  
hans.vosshenrich@thuenen.de

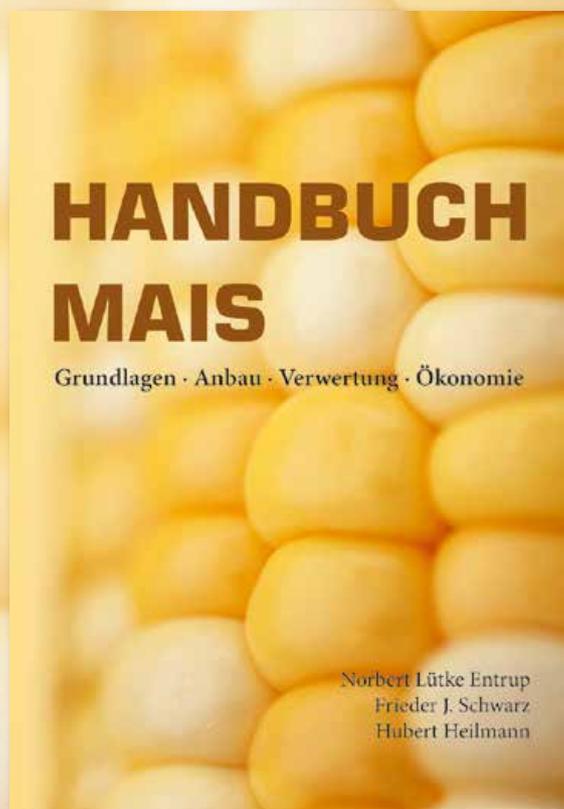
# HANDBUCH MAIS

Grundlagen · Anbau · Verwertung · Ökonomie

Herausgeber  
**Norbert Lütke Entrup**  
**Frieder J. Schwarz**  
**Hubert Heilmann**

Format: 15 x 23 cm,  
ca. 452 Seiten, 4-farbig, 2013  
EUR 49,90 zzgl. Versand, ISBN 978-3-7690-0826-5

Das neue „Handbuch Mais“ ist unter Mitwirkung von insgesamt 40 Autoren und in enger Zusammenarbeit mit dem Deutschen Maiskomitee entstanden. Es soll als praktische Informationsquelle dienen, um über wissenschaftlich abgesicherte Erkenntnisse und Empfehlungen zur Optimierung des Maisanbaues und der Verwertung von Maisprodukten beizutragen. Gleichzeitig soll es das notwendige Rüstzeug für Diskussionen fachlicher und gesellschaftlicher Art über diese Kulturpflanze liefern.



**Faxbestellung:**  
**0228/9265820**

**E-Mail:**  
**dmk@maiskomitee.de**

**Internet:**  
**www.maiskomitee.de**

**Ich/wir bestelle(n): \_\_\_\_\_ Exemplar(e) zum Stückpreis  
von 49,90 € zzgl. Versand**

## **Handbuch Mais**

**Grundlagen · Anbau · Verwertung · Ökonomie**

.....  
Vorname, Name

.....  
Straße, Nr. (kein Postfach)

.....  
PLZ, Ort

.....  
Datum/Unterschrift

**Deutsches Maiskomitee e.V. (DMK) · Brühler Straße 9 · 53119 Bonn  
Tel.: 0228 926580 · Fax: 0228 9265820**

