

Mais bodenschonend bestellen

Dr. Walter Schmidt, Dr. Olaf Nitzsche und Michael Zimmermann, Fachbereich 4 - Bodenkultur und Pflanzenbau, Leipzig

1 Einleitung

Konventionell mit dem Pflug bestellte Maisflächen sind oft von Erosion betroffen. Verantwortlich hierfür ist, dass durch den Pflug wenig stabiler Boden nach oben geholt wird. Wird zudem noch eine intensive Saatbettbereitung durchgeführt, führen Starkregen zu Bodenverschlammung und das Wasser kann nicht mehr versickern. Auf Hangflächen kommt es dann zu Wasserabfluss und zu Bodenabtrag (Tab. 1).

Konservierende Bodenbearbeitung belässt dagegen stabile Bodenaggregate und schützenden Mulch (z. B. aus Stroh oder Zwischenfruchtresten) an der Bodenoberfläche. Zusammen mit mehr organischer Substanz in der Krume wirkt dies verschlammungsmindernd. Gleichzeitig steigt die Anzahl der Regenwürmer. Entscheidend sind hier die tiefgrabenden Arten (z. B. *Lumbricus ter-*

restris). Sie schaffen ein vertikales, gut wasserableitendes Makroporensystem, das durch dauerhaften Pflugverzicht erhalten wird. Dadurch infiltriert Wasser großflächig, wodurch die Wassererosion vermindert oder verhindert wird. Zusätzlich werden Erosionsschäden außerhalb von Ackerflächen sowie Nährstoffausträge, wie z. B. der P-Abtrag von Ackerflächen durch Pflugverzicht deutlich reduziert (Tab. 1). Dies entlastet die Umwelt und spart Düngerkosten. Untersuchungen der LfL belegen zudem: Durch die höhere Wasserinfiltration gelangt auf konservierend bestellten Flächen messbar mehr Wasser in den Boden. Gleichzeitig wird die unproduktive Verdunstung durch die Mulchauflage eingeschränkt. Dadurch wird eine bessere Wasserversorgung der Maispflanzen auf konservierend bestellten Flächen gewährleistet, was besonders in trockenen Jahren vorteilhaft ist.

Tab. 1: Mulchbedeckung, Humusgehalt (0-5 cm Bodentiefe), Aggregatstabilität, Infiltrationsrate, Bodenabtrag sowie relativer P-Abtrag (bezogen auf die Pflugvariante) durch Wasser nach langjährig konventioneller bzw. konservierender Bodenbearbeitung (jeweils mit Saatbettbereitung) und Direktsaat (Regensimulation, Regenintensität $0.7 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$, 60 Minuten, Sächs. Lößhügelland, Hangneigung 8 %)

		Pflug	Konservierend	Direktsaat ¹⁾
Mulchbedeckung	[%]	1	30	70
Humusgehalt	[%]	2.0	2.6	2.5
Aggregatstabilität	[%]	30,1	43,1	48,7
Infiltrationsrate	[%]	49,4	70,9	92,4
Bodenabtrag	[g/m ²]	317,6	137,5	33,7
P_{DL}-Abtrag ²⁾	[rel. %]	100	63	19

¹⁾ Herbst 1998: Senfaussaat mit Schleuderstreuer, 1 x Saatbettbereitung

²⁾ Summe aus DL-löslichem Phosphat im abgetragenen Boden und im Oberflächenabfluss gelöstem Phosphat

2 Pflugloser Maisanbau in der Praxis

Die in Tabelle 2 aufgeführten Betriebe praktizieren bereits mehrjährig mit Erfolg die konservierende Bodenbearbeitung mit Mulchsaat zu Mais. Drei der vier Betriebe führen im Spätsommer bzw. Herbst nach der

Ernte der Vorfrucht (i. d. R. Getreide) nur eine flache Stoppel- bzw. Grundbodenbearbeitung (maximale Arbeitstiefe 10 cm) durch (Tab. 2). Lediglich Betrieb II arbeitet mit einem Zinkenrotor mit Scharen zur Krumenlockerung. Diese belassen jedoch den Boden in seinem Aufbau, nur bis ca.

5 cm Tiefe wird der Boden mit dem Rotor bearbeitet. Die Betriebe verzichten damit auf eine intensive tiefe Lockerung bzw. eine krumentiefe Bodenwendung mit dem Pflug. Im Vordergrund steht das flache Einmischen von Stroh und Stoppelresten sowie die Keimförderung von Ausfallsamen, Unkräutern usw. Bei der Saatbettbereitung im Frühjahr wird bis maximal 7 cm Tiefe, und damit entsprechend der Maisaussattiefe, bearbeitet (Tab. 2). Dies sichert eine gute Wasserversorgung des Maiskorns über den kapillaren Wasseraufstieg. Eine Rückverfestigung des Bodens zur Sicherung der Keimwasserversorgung ist so, im Gegensatz zu gepflügten Flächen, nicht nötig. Bei der Unterfußdüngung gibt es in Höhe und Zusammensetzung keine Unterschiede zwischen konventionell und konservierend angebautem Mais.

Die Ausbringung von Stallmist und Gülle auf den Maismulchsaatflächen stellt für die in Tabelle 2 aufgeführten Betriebe keine Schwierigkeit dar. Die eingesetzte Technik

zur Stallmistausbringung muss allerdings eine gute Verteilung gewährleisten. Gülle wird z. B. mit dem Gülleinjektor im Frühjahr in den Boden eingebracht. Die pfluglose Bodenbearbeitung sichert, im Vergleich zu gepflügten Flächen, eine bessere Befahrbarkeit der Flächen. Allerdings sollten auch hier im Sinne der Bodendruckminderung bzw. der Vermeidung von Fahrspuren die Fahrzeuge mit großvolumigen Reifen ausgerüstet sein. Zur weiteren Bodenschonung sollte zudem der Reifeninnendruck bei der Stallmist- und Gülleausbringung abgesenkt werden. Dies ist heute mit Reifendruckregelanlagen sehr gut möglich. In der Summe ist für die Betriebe die pfluglose Maisbestellung mit ökonomischen Vorteilen verbunden. Die geringere Bodenbearbeitungsintensität bei pflugloser Bestellung (s. Tab. 2) spart Arbeitszeit und Kraftstoff ein und erlaubt eine fristgerechte Bestellung. Die Einsparungen werden mit rund 100 DM/ha veranschlagt.

Tab. 2: Betriebsbeispiele für pfluglose Bodenbearbeitung mit Mulchsaat zu Mais*

Betrieb	Vorfrüchte	Bodenbearbeitung Herbst	Zwischenfruchtaussaat	Bodenbearbeitung Frühjahr	Mais-Mulchsaat
I	alle Getreidearten	- 1 x Scheibenegge, - 1 x Flügelscharrgrubber (AT: je 5 – 8 cm)	Senf (20 kg/ha) (i. d. R. nach W-Gerste)	- 1 x Flügelscharrgrubber (AT: 5 cm)	Einzelkorn-Mulchsägerät (RA: 75 cm)
II	- Wintergetreide - Sommergerste	- 1 x Zinkenrotor (mit Tieflockerungsschar) (AT: 23 cm) dabei: Senfaussaat	Senf (15 kg/ha) (i. d. R. nach W-Gerste)	- 1 x Rotoregge (AT: 7 cm)	Einzelkorn-Mulchsägerät (RA: 75 cm)
III	- Wintergetreide - Sommergerste	- 1 x Sägrubber (AT: 5-7 cm) dabei: Senfaussaat	Senf (15 kg/ha) (i. d. R. nach W-Gerste)	- 1 x Flachgrubber (AT: 5 – 7 cm)	Sägrubber (RA: 75 cm)
IV	alle Getreidearten	- 1 x Scheibenegge oder Flachgrubber (AT: 8 – 10 cm) oder: Zwischenfrucht-Direktsaat mit Sägrubber	Senf oder Weidelgras (Aussaat mit Sägrubber)	- 1 x Scheibenegge oder Flachgrubber (AT: 5 – 8 cm)	Sägrubber (RA: 75 cm)

* Betrieb I: Leipziger Tieflandsbucht; Betriebe II und III: Vorerzgebirge, Betrieb IV: Erzgebirge. AT: Arbeitstiefe, RA: Reihenabstand. Aussaatstärke in allen Betrieben: 8-10 Körner/m².

3 Anbauhinweise

3.1 Mulchsaat ohne Saatbettbereitung

Prinzipiell bietet eine Mulchsaat ohne Saatbettbereitung den besten Erosionsschutz (Tab. 1). Die Entscheidung über die Notwendigkeit einer Saatbettbereitung muss jedoch, neben dem Bodenschutz, vom Zustand der für die Maismulchsaat vorgesehenen Flächen abhängig gemacht werden. Auf eine Saatbettbereitung kann verzichtet werden, wenn

- die im Vorjahr nach der Getreideernte durchgeführte Stoppelbearbeitung (sofern Stroh nicht beräumt wurde) eine gleichmäßige Strohverteilung bewirkt hat bzw. wenn eine Zwischenfrucht (z. B. Senf) gut abgefroren und abgetrocknet ist und keine zu dichte Mulchauflage bildet.
- die Ackerfläche eben sowie ohne Fahrspuren ist (nach Gülleausbringung im Frühjahr oft problematisch) und gleichzeitig eine gute, krümelige Bodenstruktur aufweist. Nur dies gewährleistet, im Gegensatz zu einer verschlammten Krume, eine ausreichende Bedeckung des Maissaatgutes mit lockerem Bodenmaterial.
- moderne Maismulchsäegeräte verfügbar sind, die eine gute Saatgutablage auch bei festeren Böden und durch dichtere Mulchauflagen zulassen. Bei Scheibenschargeräten ist ein ausreichender Schardruck wichtig. Die Folgen eines zu geringen Schardrucks können eine ungleichmäßige Saatgutablage und ein schlechtes Schließen der Säschlitze sein. Dies führt zu unregelmäßigem Feldaufgang, ungleicher Bestandesentwicklung und, in Folge davon, zu Ertragseinbußen.

Vorteilhaft für eine Maismulchsaat ohne Saatbettbereitung sind Säegeräte, bei denen Wellscheiben vor die Säaggregate gesetzt werden können. Diese erhöhen bei der Aussaat den Anteil an lockerem Boden in der Saatreihe und sichern eine gute Einbettung

des Saatgutes durch die nachgeführte Druckrolle.

3.2 Mulchsaat mit Saatbettbereitung

Sind die voranstehend aufgeführten Bedingungen nicht gegeben, ist eine Saatbettbereitung im Rahmen der Maismulchsaat unerlässlich, um eine optimale Saatgutablage bzw. -einbettung in den Boden sicherzustellen. Dabei sollte die Saatbettbereitung bei gut abgetrocknetem Boden erfolgen. Dies trifft auch für die Mulchauflage zu, die nur in trockenem Zustand zerbrechlich genug zur gleichmäßigen Verteilung und flachen Einarbeitung ist. Zu feuchtes Mulchmaterial wird dagegen zusammengezogen, was die Mulchsaat stört und den Feldaufgang behindert. Das Befahren konservierend bestellter Flächen bei zu hoher Bodenfeuchte hinterlässt Fahrspuren sowie eventuell tiefer reichende Bodenverdichtungen mit negativen Auswirkungen auf die Maisaussaat, den Feldaufgang und den Ertrag.

Auf kalten Böden (z. B. mit höherem Tongehalt) fördert eine flache Saatbettbereitung die Durchlüftung und damit die Erwärmung des Saathorizontes. Auf mulchbedeckten Flächen sowie schwereren Böden kann der Mais wegen der höheren Bodenfeuchte nur 3 bis 4 cm tief gesät werden. Dementsprechend flach sollte die Saatbettbereitung durchgeführt werden (s. a. Tabelle 2). Damit wird Mais gleichzeitig in einer Bodentiefe abgelegt, in der die für eine zügige Keimung erforderliche Bodentemperatur von 8 - 10° C rascher erreicht wird. Auf leichteren Böden ist eine etwas tiefere Saatgutablagentiefe empfehlenswert (5 - 6 cm). Wurde der Mais in zu tief gelockerten Boden ohne Bodenschluss abgelegt, muss durch einen Walzengang (z. B. mit Cambridge-, Prismenwalze usw.) für die erforderliche Rückverfestigung und damit für eine ausreichende Wasserversorgung über den kapillaren Wasseraufstieg gesorgt werden.

3.3 Geräte zur Saatbettbereitung

Bei Kreiseleggen ist auf die richtige Einstellung und Arbeitsgeschwindigkeit zu achten. Werden sie mit zu hoher Zapfwellendrehzahl und zu niedriger Fahrgeschwindigkeit gefahren, dann werden Bodenkrümel so zerkleinert, dass die Verschlämmung gefördert wird und die Wassererosion (trotz Mulchsaat!) z. T. wieder deutlich zunimmt. Derartige Bodenverschlämmungen und -verkrustungen hemmen zudem auch die Maiskeimung und sollten daher möglichst vermieden werden. Bei feuchtem Mulchmaterial neigen Kreiseleggen zur Schwadbildung, was Störungen bei der Maisaussaat zur Folge hat.

Gezogene Geräte (z. B. Flachgrubber) arbeiten im Vergleich zur Kreiselegge bodenschonender. Voraussetzungen für ihren störungsfreien Einsatz sind jedoch kurze Strohlängen (bei Strohmulchsaat) bzw., in gleicher Weise wie bei der Kreiselegge, ein gut abgetrockneter, leicht brechender Mulch. Neben dem geringeren Verschleiß sind gezogene Geräte auch in bezug auf den Energieeinsatz und ihre höhere Flächenleistung bei gleichzeitig geringerem Fahrspuranteil als Folge größerer Arbeitsbreiten günstig zu bewerten.

3.4 Unkrautbekämpfung bei Mulchsaat-Mais

Auf Mulchsaatflächen sollte bei stärkerer Verunkrautung bzw. Verungrasung bereits vor der Maisaussaat ein nichtselektives, glyphosathaltiges Herbizid ausgebracht werden. Die Aufwandmengen richten sich hierbei nach der aktuellen Verunkrautung. Gerade vor Mais bietet sich die Möglichkeit, dadurch im Rahmen der Fruchtfolge gezielt z. B. gegen Quecke, Disteln usw. vorzugehen. Die Wirkung dieser Herbizidbehandlung kann im Einzeljahr bis nach dem Aufkeimen des Mais anhalten, insbesondere dann, wenn auf eine Saatbettbereitung mit keimfördernder Bodenbewegung

im Rahmen der Maismulchsaat verzichtet wird. Ansonsten entspricht die Unkrautbekämpfung im Mais nach Mulchsaat im wesentlichen derjenigen bei konventioneller Bestellung. Auf dauerhaft pfluglos bestellten Flächen kann die Wirksamkeit von Herbiziden mit Bodenwirkung eingeschränkt sein, da die Anreicherung organischer Substanz an der Bodenoberfläche u. U. zu einer Festlegung der Wirkstoffe führt. Hier ist verstärkt auf blattaktive Herbizide auszuweichen. In diesem Fall ist durch regelmäßige Unkrautbonituren über weitere Bekämpfungsmaßnahmen zu entscheiden.

3.5 Geringere Reihenweiten und Breitsaat

Der heute vorrangig erntetechnisch bedingte übliche weite Reihenabstand von Mais (75 cm) hat folgende Nachteile:

- langsamer Bestandesschluss, dadurch Erosionsgefährdung (insbesondere bei konventionellem Maisanbau),
- zwischenpflanzliche Konkurrenzeffekte in der Reihe bei fortschreitender Entwicklung,
- späte Durchwurzelung der Reihenzwischenräume mit der Folge ungenügender Wasser- und Nährstoffausnutzung im Boden.

Durch engere Reihenabstände kann diesen Problemen begegnet werden. Die Verfügbarkeit reihenunabhängiger Maisschneiderwerke (neuerdings auch für Körnermais) erlaubt es heute, von weiten Reihenabständen abzuweichen. Untersuchungen (z. B. der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft oder dem Lehrstuhl für Landtechnik Freising-Weihenstephan) zeigen, dass bei gleichbleibender Pflanzenzahl die Verengung der Maisreihen auf 30 cm zu früherem Bestandesschluss, zu gleich hohen bzw. um 6-7 % höheren Erträgen (infolge besserer Wasser- und Lichtausnutzung) sowie zu verminderten N_{\min} -Gehalten nach der Maisernte führt. Der Trockensubstanzgehalt der

Gesamtpflanze, der Trockenkolbenanteil und der Stärkegehalt wurde bei den geprüften Sorten durch den Reihenabstand nicht beeinflusst. Der schnellere Bestandesschluss (zwei bis drei Wochen früher gegenüber weit gestelltem Mais) vermindert durch die Bodenbeschattung die Verunkrautung mit spätekeimenden Unkräutern und wirkt der Bodenverschlammung und der Erosion entgegen.

Ein engerer Reihenabstand erfordert die Ausrüstung von Einzelkornsäegeräten mit zusätzlichen Säaggregaten und Unterfußdüngungseinrichtungen. Die Umrüstung einer 8-reihigen Legemaschine auf 16 Reihen ist mit ca. 12.000 € zu veranschlagen, zuzüglich Mehrkosten von etwa 1.500 € für ein reihenungebundenes Schneidwerk. Allerdings können z. B. heute verfügbare Sägrubber (mit Unterfußdüngungseinrichtung) ebenfalls zur Maisaussaat eingesetzt werden (s. Tab. 2). Mit ihnen ist eine Mais-Mulchsaat mit engeren Reihenabständen möglich. Allerdings erfolgt die Saatgutablage z. B. bei den Sägrubbern in Bandsaat, wobei die Ablagegenauigkeit bzw. die exaktere Standortzuteilung von Einzelkornsäegeräten gegenwärtig nicht erreicht wird.

3.6 Anbau der Folgefrucht gezielt vor bereiten

Die Vorteile von konservierender Bodenbearbeitung (Erosionsminderung/-verhinderung, Minderung von Bodenschadverdichtung, Strukturverbesserung, höhere biologische Aktivität usw.) sind erst bei dauerhaft konservierender Bestellung in vollem Umfang gegeben. Aus diesem Grund ist es wichtig, den Maisanbau mit einem umfassenden Konzept in ein dauerhaft pflugloses Anbausystem zu integrieren. Zum einen sind hier die vorab dargestellten pfluglosen Bearbeitungs- und Bestellmaßnahmen zu Mais zu beachten. Zum anderen ist durch spezifische Maßnahmen die erfolgreiche konservierende Bestellung von Folgefrüchten zu gewährleisten. So muss, sofern nicht auf den Winterweizenanbau nach Mais verzichtet wird, dem Fusariumproblem durch gezielte, in Übersicht 1 mit dargestellten Maßnahmen begegnet werden. Hierzu zählen, neben dem unbedingten Verzicht auf die Direktsaat von Weizen nach Mais, vorrangig der Anbau wenig fusariumanfälliger Weizensorten in Kombination mit gezielt rottefördernden Maßnahmen auf der abgeernteten Maisfläche (Übersicht 1).

- Rotteförderndes Häckseln bzw. mechanisches Zerkleinern sowie flaches Einmulchen von Maisrückständen (dauerhafte Beseitigung von Fusarium-Infektionsherden),
- Anbau von Sommergetreide mit intensiver Stoppelpflege nach der Maisernte im Herbst sowie im Frühjahr (Zeitgewinn für Maisstroh-Rotteförderung),
- Nachbau von Blattfrüchten nach Mais,
- Anbau wenig fusariumanfälliger Wi.-Weizensorten im gesamten Fruchtfolgeverlauf, insbesondere nach Maisvorfrucht (z. B. Petrus, Romanus, Vergas, Atlantis),
- kein Anbau von Winterweizen in Direktsaat nach Maisvorfrucht,
- kein übermäßiges Einkürzen des Weizens, gleichzeitig Lagervermeidung bei Weizen,
- Verminderung des Maisanteils in der Fruchtfolge.

Übersicht 1: Strategien gegen Fusariumbefall im Rahmen pflugloser Bestellverfahren in Maisfruchtfolgen

Aus Tabelle 3 wird ersichtlich, dass nach konservierender Bodenbearbeitung, aber auch nach Pflugeinsatz, im Frühjahr des Folgejahres noch Stängelteile der Maisvorfrucht auf der Bodenoberfläche liegen. Da von diesen nicht verrotteten Stängeln die Fusariuminfektion während der Blühphase

des Winterweizens ausgeht, kommt deren nachhaltiger Beseitigung die entscheidende Bedeutung zu. Im Mittelpunkt von LfL-Untersuchungen steht daher die Optimierung der Rotteförderung von Maisrückständen auf dem Feld. Hierzu zählt z. B. ein Arbeitsgang mit einem Mulcher oder Schlegelfeldhäcks-

ler nach der Maisernte. Ziel dieser Maßnahme ist es, durch eine zusätzliche mechanische Zerkleinerung von Stängeln, Strünken usw. (in Kombination mit der flachen Einmischung der Maisreste in den umsetzungsaktiven oberen Krumbereich) die zügige und vollständige Verrottung der Maisreste zu gewährleisten. Den Kosten dieser Maßnahme ist ihr Nutzen gegenüber zu stellen: Die nachhaltige Beseitigung von Maisrückständen auf einer Ackerfläche zum wirksamen Schutz von Weizen vor Fusariuminfektionen. Dies ist durch das Unterpflügen von Maisresten nicht sicher möglich. Zum einen verbleiben auch auf ge-

pflügten Flächen oft Stängel auf der Bodenoberfläche (Tab. 3), zum anderen werden in den Folgejahren unverrottete Maisrückstände wieder nach oben gepflügt. Das mechanische Zerkleinern von Maisstängeln und –strünken stellt zudem möglicherweise, zusammen mit einer nicht zu späten Ernte des Maises (die Maiszünslerlarve begibt sich erst im Spätherbst zur Stängelbasis, wo sie in der Nähe des Wurzelkopfes überwintert), eine sehr wirksame Maßnahme gegen die in den unteren Stängelteilen überwinterten Maiszünslerlarven dar.

Tab. 3: Mulchbedeckungsgrad (Maisreste) sowie maximale Länge von Maisstängeln auf unterschiedlich bearbeiteter Weizenfläche nach Körnermais

Bearbeitung	Mulchbedeckungsgrad 27.10.1999 [%]	Mulchbedeckungsgrad 27.03.2000 [%]	Maximale Länge der Maisstängel [cm]
Pflug	5	5	30
Konservierend	40	20	31
Direktsaat	95	80	41

4 Schlussfolgerungen

Konservierende Bodenbearbeitung und Mulchsaat wirken vorsorgend gegen Boden-erosion. Auf verfestigten, unebenen sowie wenig krümeligen Mulchsaatflächen ist hierzu eine flache Saatbettbereitung zu Mais empfehlenswert. Diese muss strukturschonend bei trockenen Bodenbedingungen und gut abgetrockneter Mulchauflage erfolgen. Die Maisablage muss zur Sicherung der Keimwasserversorgung auf einen festen bzw. gut rückverfestigten Bodenhorizont erfolgen. Bei der Unterfußdüngung gibt es in Höhe und Zusammensetzung keine Unterschiede zwischen konventionell und konser-

vierend angebautem Mais. Nach Verunkrautungsgrad und Artenspektrum sind bei Bedarf der Einsatz von glyphosathaltigen Mitteln vor der Maisaussaat sowie von boden- und blattaktiven Präparaten im Nachauflauf (4-6-Blattstadium) möglich. Auf Flächen mit dichter Mulchauflage empfiehlt sich vorrangig der Einsatz blattaktiver Herbizide. Der Maisanbau muss in ein umfassendes Konzept eines dauerhaft pfluglosen Anbausystems integriert werden. Nur dadurch können die vom Mais ausgehenden Gefährdungen von Folgefrüchten durch z. B. Fusarium und Maiszünsler verhindert werden.