

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz

**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz

**Band:** 70 (2008)

**Heft:** 1

**Artikel:** Mulch- und Direktsaaten

**Autor:** Anken, Thomas / Heusser, Jakob / Weisskopf, Peter

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1080451>

### 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>**



Abb. 1: Gelungene Mulch- und Direktsaaten laufen regelmässig und unverzögert auf (links). Besonders wenn Nässephasen mit kompakten Bodenstrukturen zusammentreffen, können jedoch vereinzelt Probleme auftreten (rechts).

# Mulch- und Direktsaaten

**Die Feldarbeiten ruhen: Zeit über Verfahren der Bodenbearbeitung und Säetechnik nachzudenken. Stoff liefert der ART - Bericht 682 über Mulch- und Direktsaaten, der hier als redaktioneller Beitrag leicht gekürzt abgedruckt ist.**

Thomas Anken und Jakob Heusser<sup>1</sup>  
Peter Weisskopf und Jan Rek<sup>2</sup>  
Mirjam Boller und Peter Stamp<sup>3</sup>

In den vergangenen Jahren wurden bei der pfluglosen Bodenbearbeitung in der schweizerischen Praxis grosse Fortschritte erzielt. Mulch- und Direktsaatssysteme besitzen hohe Schlagkraft, senken Kosten, schonen Bodenleben und -struktur und vermindern die Bodenerosion. Die Verfahren sind den Kinderschulen längst entwachsen und erfreuen sich zunehmender Beliebtheit. Dennoch werden in der Praxis teilweise tiefere Bestandesdichten und verzögerte Jugendentwicklung der Pflanzen als Nachteile genannt. Vorliegende Untersuchungen ergaben, dass für die Qualität der Saatguteinbettung im Säschlitz Bodenstruktur und Bodenfeuchte eine prägende Rolle spielen. Der Wasser-Luft-Haushalt des den Samen umgebenden Bodens

wirkt sich stark auf das Auflaufen und die Jugendentwicklung der Pflanzen aus. Bei feuchten Bodenbedingungen und kompakter Bodenstruktur kann der Sauerstoffgehalt der Bodenluft stark absinken; dies hemmt unter Umständen das Auflaufen der Keimlinge und die Pflanzenentwicklung stark.

### Ursachen verminderter Feldaufgänge

#### Stroh zwischen Samen und Boden hemmt Wachstum

Viel und vor allem schlecht verteiltes Stroh sowie Ernte- und Gründüngungsrückstände können den Feldaufgang bei der Minimalbodenbearbeitung beeinträchtigen. Samen, die im Säschlitz in Kontakt mit Stroh zu liegen kommen, keimen in der Regel schlecht. Einerseits hemmt Stroh die Wasserübertragung vom Boden auf den Samen, andererseits können auch Abbauprodukte der Stroh-

verrottung wachstumshemmend wirken (Allelopathie). Nach Labreuche J. (2007) sind Probleme mit Stroh die häufigste Ursache für verminderte Feldaufgänge und Erträge bei Minimalbestellverfahren.

Maisstroh hat sich als weniger heikel erwiesen wie gehäckseltes Weizenstroh. In der Regel gelingen Weizensaaten nach Körnermais gut, während Rapssamen in gehäckseltes Weizenstroh nicht einfach zu beherrschen sind. Es wird vermutet, dass letzteres im Zusammenhang mit den genannten keimhemmenden Abbauprodukten des Weizenstrohs steht. Bei Mulchsaaten von Winterraps nach Getreide ist deshalb darauf zu achten, mit der Stoppelbearbeitung sofort nach

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tännikon ART, Tännikon, CH-8356 Ettenhausen

<sup>2</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tännikon ART, Reckenholz, CH-8046 Zürich

<sup>3</sup> Institut für Pflanzwissenschaften, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, CH-8092 Zürich

## Problemstellung

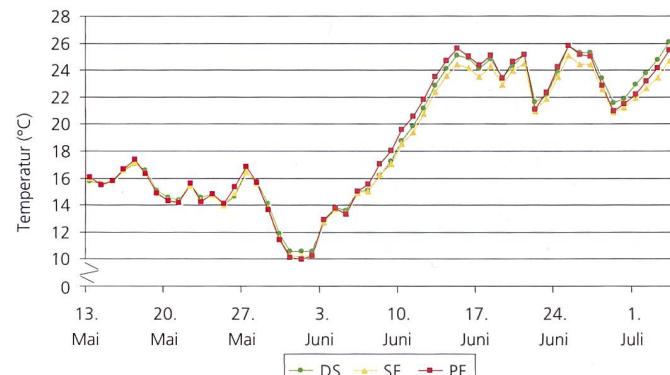
Gelungene Mulch- und Direktsaaten zeichnen sich durch einen fast lückenlosen Feldaufgang und eine ungestörte, verzögerungsfreie Pflanzenentwicklung aus. Bei guter Saattechnik und günstigen Saatbedingungen treten kaum Probleme auf. Fördernd wirken auch warme Bodentemperaturen, ein weder zu feuchter noch zu trockener Boden, keine grossen Massen an Stroh oder Ernterückständen sowie eine lockere Bodenstruktur. In der Praxis trifft man aber immer wieder mangelhafte Feldaufgänge an, die zu geringen Bestandesdichten und folglich zu Ertragsausfällen führen können. Bei reduzierten Bodenbearbeitungsverfahren zählen die Keimung und das Auflaufen zu den heikelsten Entwicklungsphasen. Welche Faktoren tiefere Bestandesdichten verursachen, ist erst ansatzweise geklärt. Im vorliegenden Bericht werden, neben langjährigen Erfahrungen, neue Arbeiten über den Einfluss des Sauerstoffgehalts der Bodenluft auf die Jugendentwicklung von Maispflanzen präsentiert. Auf die Darstellung weiterer Einflussfaktoren wie Krankheiten, Schädlinge und Fruchtfolge wird in diesem Bericht verzichtet.

dem Mähdrusch zu beginnen. Je eher die Verrottung durch Stoppelbearbeitung gefördert wird, desto besser ist der Auflauf des Winterraps. Dafür ist keine tiefe Stoppelbearbeitung notwendig; zirka 5–10 cm Tiefe genügen.

## Tiefe Temperaturen verzögern Auflauf

Viel Ernterückstände oder Gründünungen wirken wie eine Isoliermatte auf der Bodenoberfläche. Kromer und Thelen (1995) stellten fest, dass die Dicke der Strohauflage direkt mit ihrer temperatursenkenden Wirkung gekoppelt ist: Je dicker die Isolation, desto langsamer erfolgt die Bodenerwärmung im Frühjahr. Tiefe Bodentemperaturen können dann das Auflaufen von Mais und Zuckerrüben verzögern. Im Sommer, bei der Ansaat von Zwischenkulturen oder Kunstwiesen, kann die Situation hingegen gerade umgekehrt sein. Eine Isolationsschicht aus Mulchmaterial kann zu hohe Tem-

**Abb. 2: Bodentemperaturen in 7 cm Tiefe von Pflug (PF), Streifenfrässaat (SF) und Direktsaat (DS) in einem Maisbestand in Tänikon im Jahr 2006 nach Kunstwiese.**



peraturen verhindern und die Keimlinge trocknen folglich weniger aus.

## Nässe verhindert Sauerstoffverfügbarkeit

Direkt- und Mulchsaaten von Mais in feuchte, warme und lockere Böden gelingen in der Regel gut. Im Gegensatz dazu ist die Saatguteinbettung in nasse, plastische Böden sehr anspruchsvoll. Wird der Säschlitz verschmiert und durch hohe Schardrücke verdichtet, kann dies die Samen am Auflaufen hindern und die Jugendentwicklung der Pflanzen beeinträchtigen. Gemäss Labreuche et al. (2007) hat die Drainage der Böden einen wichtigen Einfluss auf den Ertrag. Staunässe wirkt sich negativ aus. Dabei ist nur ansatzweise bekannt, ob der begrenzte Sauerstoffgehalt, zu hohe Durchdringungswiderstände für die Pflanzenwurzeln oder andere Gründe wachstumshemmend wirken.

## Exaktversuch in Tänikon

### Messungen von Wasser- und Lufthaushalt

Da vermutlich der Sauerstoffgehalt der Bodenluft eine wichtige Rolle beim Keimen und der Jugendentwicklung der Pflanzen spielt, wurde dieser in einem Exaktversuch auf dem Versuchsbetrieb in Tänikon näher untersucht. In diesem Versuch standen sich die Bodenbearbeitungsverfahren «Pflug», «Streifenfrässaat» und «Direktsaat» gegenüber. Vor der Maissaat bedeckte während zwei Jahren eine Kunstwiese den Boden. Beim Boden handelte es sich um einen Lehmboden mit kompakter Bodenstruktur.

### Verfahren

**Pflug (PF):** Pflügen (25 cm tief) der Kunstwiese am 26.04.06, Kreiselegge 04.05.06, Saat mit pneumatischer Einzelkornsämaschine am 05.05.06.

**Streifenfrässaat (SF):** Streifenfrässaat mit der Streifenfräse Oekosem (Althaus, Ersigen) am 05.05.06. Die Kunstwiese wurde am 21.04.06 abgespritzt. (3 l/ha Glyphosate und 0,6 l/ha dicamba).

**Direktsaat (DS):** Direktsaat mit John Deere Max Emerge (Scheibenschar) und Accord Optima (Meisselschar). Die Regulierung der Kunstwiese erfolgte gleich wie bei der Streifenfrässaat. Düngung und Pflanzenschutz erfolgten betriebsüblich.

### Gemessene Parameter

Bodenfeuchte: Tensiometer in 10 cm Tiefe bestimmten die Saugspannung des Bodens.

Gaskonzentrationen in Bodenluft: Mittels im Boden eingegrabener «Gore-Tex»-Schläuche und mobiler Gasmessgeräte lassen sich die Konzentrationen von Sauerstoff ( $O_2$ ) und Kohlendioxid ( $CO_2$ ) in der Bodenluft bestimmen.

Bodentemperatur: Mittels eingegrabener Temperaturmessgeräte der Marke «Hobo» (Onset, Massachusetts, USA) wurde die Bodentemperatur in 7 cm Tiefe gemessen.

Zu verschiedenen Zeitpunkten wurde das Auflaufen des Mais sowie dessen Trockensubstanzertrag bestimmt. Weitere Details zum Versuch und siehe Boller (2006).

## Resultate des Exaktversuches

### Keine tieferen Temperaturen bei Direktsaat

Abb. 2 zeigt, dass der Boden bei Direktsaat im Vergleich zum Pflug und zur Streifenfrässaat keine vermindernten Temperaturen aufwies. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Grasstoppeln der vorangegangenen Kunstwiese nur eine schwache Bodenbedeckung ergaben und deshalb kaum isolierend wirkten. Diese Ergebnisse decken sich mit den Resul-

taten von Anken (2003), der ebenfalls in einer Kunstufer keine Verminderung der Bodentemperaturen feststellen konnte. Direkt- und Mulchsaaten ohne dicke Mulchauflage unterscheiden sich bezüglich der Bodentemperatur nur unwesentlich von konventionellen Verfahren.

## Nicht aufgelaufene Körner

Die nasse Witterung Anfang Mai 2006, in Kombination mit dem kompakten, schlecht durchlässigen Boden, führte bei der Direktsaat im Vergleich zu Pflug und Streifenfrässaat zu 20 Prozent weniger aufgelaufenen Pflanzen. Nachgrabungen in Fehlstellen zeigten, dass in direkt gesätem Mais trotz günstiger Bodentemperatur und hoher Bodenfeuchte über 20 Prozent der in den Fehlstellen liegenden Körner zwar gekeimt waren, aber nicht aufgeflogen (Abb. 3). Die Ursachen dieses Verhaltens sind nicht schlüssig belegbar. Sie könnten in der hohen Bodenfeuchte (Staunässe) und der kompakten Bodenstruktur begründet sein. Einerseits kann eine kompakte Bodenstruktur die Durchwurzelung behindern, andererseits ist zu vermuten, dass die Nässe hohe Kohlendioxid- oder tiefe Sauerstoffwerte der Bodenluft bewirkte, die die Keimung der Pflanzen ungünstig beeinflussten. Zusätzlich zum verminderten Feldaufgang wiesen die Pflanzen von Direktsaat unregelmäßige Einzelpflanzengewichte auf. Die Unterschiede im Einzelpflanzengewicht (Variationskoeffizient) war bei der Direktsaat (0.75) fast doppelt so hoch wie bei der Streifenfrässaat (0.43) oder beim Pflug (0.45).

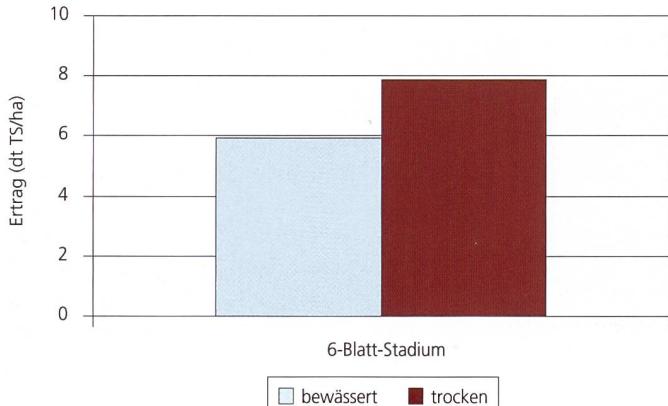
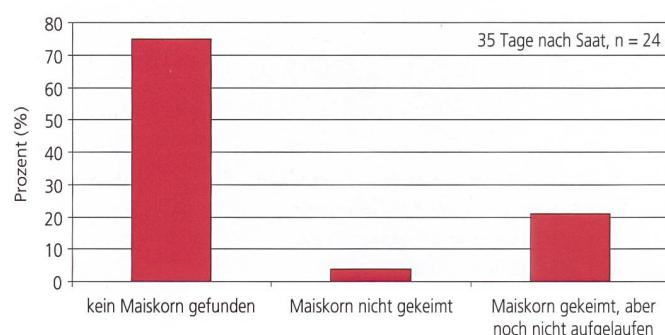


Abb. 4: Trockensubstanzertrag von direkt gesätem Mais im 6-Blatt-Stadium. Beim Verfahren «bewässert» wurde der Oberboden permanent sehr feucht bis nass gehalten (< 50 mbar Saugspannung), währenddem das Verfahren «trocken» nicht bewässert wurde und nur den natürlichen Niederschlägen ausgesetzt war.

Abb. 3: Nachgrabungen in Fehlstellen von direkt gesätem Mais, 35 Tage nach der Saat. 20% der Körner waren gekeimt, aber noch nicht aufgeflogen, 4% der Körner waren ungekeimt.



## Nässe führt zu Mindererträgen

Dass sich zu hohe Bodenfeuchtigkeit in der Keim- und Jugendphase negativ auf den Ertrag auswirken kann, zeigt Abb. 4. Permanentes Feuchthalten des Bodens durch Bewässerung führte im Vergleich zu nicht bewässertem Mais zu niedrigeren Erträgen.

## Tiefer Sauerstoffgehalt bei Nässe und Direktsaat

Abb. 5 zeigt, dass der Boden bis am 7. Juni 2006 infolge der häufigen Niederschläge sehr feucht war (Saugspannung < 60 mbar), was bei der Direktsaat zu einer Verminderung des Sauerstoffgehaltes ( $O_2$ -Gehalt) in der Bodenluft führte. Sobald der Boden abtrocknete, waren, wie bei den anderen Bestellverfahren, keine verminderten  $O_2$ -Gehalte in der Bodenluft mehr festzustellen. Bei

der Betrachtung der Mittelwerte ist zu bedenken, dass etliche Einzelmessungen zum Teil unter 5 %  $O_2$ -Gehalt lagen. Einzelne Pflanzenwurzeln mussten also zeitweise in sehr sauerstoffarmem Milieu wachsen. Im Vergleich zu den anderen Bestellverfahren war die Streuung der Sauerstoffmesswerte in der Bodenluft bei Direktsaat am höchsten. Gleichzeitig wies die Direktsaat auch die grössten Unterschiede bei der Entwicklung der einzelnen Maispflanzen auf.

Bei diesen Resultaten gilt es zu bedenken, dass der lehmige Boden des Versuchsfelds eine kompakte Struktur und ein geringes Grobporenvolumen von zirka 6 % aufwies. In einem Boden mit lockerer Struktur und einem grösseren Grobporenvolumen ist zu erwarten, dass die oben festgestellten Einschränkungen im Gashaushalt nur abgeschwächt oder gar

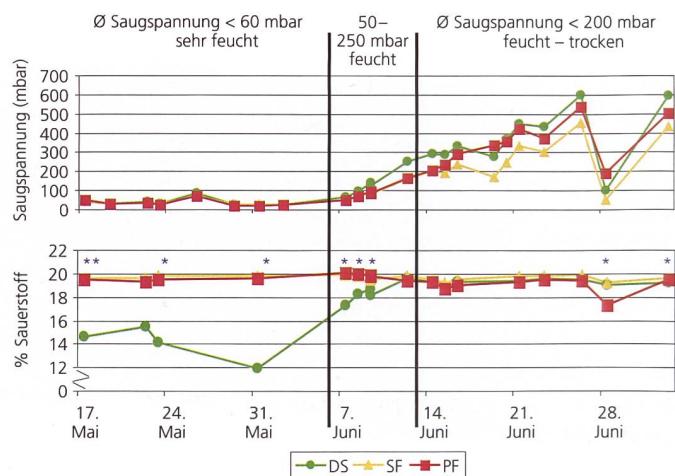


Abb. 5: Bodenfeuchtigkeit (Saugspannung, oben) und Sauerstoffgehalt in der Bodenluft (unten). Einzig bei der Direktsaat führten hohe Bodenfeuchtigkeiten zu tieferen Sauerstoffgehalten der Bodenluft. Sobald der Boden abtrocknete, waren auch bei Direktsaat keine reduzierten  $O_2$ -Werte mehr feststellbar.

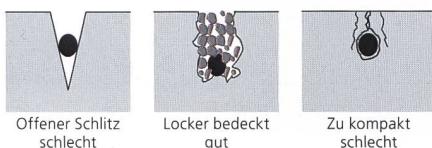


Abb. 6: Links: Schlechte Sameneinbettung: Der Säschlitz ist offen, der Samen unbedeckt, der Anschluss ans Bodenwasser ist nicht gewährleistet. Der Keimling ist austrocknungsgefährdet und kann durch das Öffnen und Schliessen des Säschlitzes zerrissen werden.

Mitte: Gute Sameneinbettung: Der Säschlitz ist nicht verschmiert, der Samen auf dem Grund des Schlitzes abgelegt und durch lockere Erde zugedeckt.

Rechts: Verdichteter Säschlitz: Wird der Säschlitz besonders bei schweren, feuchten Böden zu stark zugespresst, dann kann der Boden um den Säschlitz herum stark verdichtet werden. Keimung und Jugendentwicklung sind dadurch gehemmt.

nicht auftreten. Für die teils in der Praxis beobachteten Probleme sind die Messungen jedoch typisch: Schlechtes Auflaufen und verzögerte Jugendentwicklungen stehen häufig im Zusammenhang mit kompakter Bodenstruktur, hoher Bodenfeuchtigkeit und schweren Böden.

## Bodenschluss ohne Verdichtung

### Lockere, aber geschlossene Säschlitze

Für eine ungestörte Jugendentwicklung kommt einer lockeren Bodenstruktur mit einem günstigen Luft-Wasser-Haushalt und einem geringen Durchwurzelungswiderstand eine zentrale Bedeutung zu. Während bei der konventionellen Bearbeitung die Saatbettbereitung ganzflächig erfolgt, konzentriert sich das Saatbett bei der Direktsaat auf den Säschlitz. Auf abgetrockneten, lockeren, leichten bis mittelschweren Böden lässt sich in der Regel ein unverdichteter, krümeliger Säschlitz herstellen. Wenn die Bodenverhältnisse sehr feucht und die Böden sehr kompakt sind, kann es vorkommen, dass das Samenkorn bei der Direktsaat in einen offenen Säschlitz abgelegt und nicht zugedeckt wird. Neben der erhöhten Gefahr von Schädlingsfrass können diese Keimlinge austrocknen. Zudem kann es vorkommen, dass sich der Schlitz bei Nässe öffnet und bei Trockenheit wieder schließt, was die kleinen Wurzeln mechanisch schädigt. Wird besonders bei schweren Böden mit zu hohem Schardruck gesät, dann kann dies zu

sehr kompakten, verdichteten Bodenverhältnissen rund um den Samen führen. Die Saatgutablage (Tiefe, Distanz) ist in diesen Fällen wohl korrekt und der Schlitz wurde perfekt geschlossen, doch behindert die unsichtbare Verdichtung des Säschlitzes die Keimung und Jugendentwicklung der Pflanzen durch zu hohe CO<sub>2</sub>- und zu tiefe O<sub>2</sub>-Gehalte im Bereich des Samens.

### Säscharen und ihre Eigenschaften

Scheibenscharen besitzen den Vorteil, dass sie auch bei viel Ernterückständen nicht verstopfen (Abb. 7). Weil die Scheiben je nach Bodenfestigkeit mit einem Schardruck von bis zu 250 kg in den Boden gepresst werden müssen, besteht die Gefahr der Verdichtung und Verschmierung der Säschlitze. Aus diesem Grund sollten die Säscharen immer mit möglichst wenig Druck eingesetzt werden. Im Gegensatz dazu reißen selbsteinziehende Meisselscharen einen Säschlitz auf, ohne dass man sie mit viel Zusatzgewicht beladen muss. Damit ist die Gefahr der Verdichtung des Säschlitzes geringer. Sieht man von der Verstopfungsneigung der Meisselschar

ab, die sich mit Strohräumern entschärfen liesse, wird ihr bei den Sämaschinenherstellern leider eine zu geringe Bedeutung beigemessen; dies gilt insbesondere für Einzelkornsämaschinen. In Australien ist dies anders, dort sind Meisselscharen weit verbreitet, weil sich damit eine bessere Struktur im Säschlitz erzielen lässt.

Die Firma Baker aus Neuseeland hat sich ebenfalls eingehend mit dieser Problematik befasst und das «Cross Slot» (Kreuzschlitz) genannte Verfahren entwickelt ([www.cross-slot.com](http://www.cross-slot.com)). Ziel dieses Verfahrens ist es, mit der Säzscheibe verstopfungsfrei einen Schlitz zu ziehen und mittels kleinen, seitlich angebauten Flügeln das Saatgut bzw. den Dünger neben dem Säschlitz zu platzieren. Probleme mit Stroh im Bereich des Saatgutes oder mit Bodenverdichtungen, die durch die Scheibe verursacht werden, sollen so umgangen werden.

## Schlussfolgerungen

Um das grosse Potenzial der Minimalbodenbearbeitungs- und Direktsaatverfahren auszuschöpfen, ist Erfahrung und Fingerspitzengefühl gefragt. Neben den gut bekannten Einflussfaktoren wie Strohbedeckung und Bodentemperatur zeigen die vorliegenden Ergebnisse, dass eine gute Bodenstruktur und damit ein günstiger Luft-Wasser-Haushalt für die ungestörte Pflanzenentwicklung wichtig ist. Bei Direktsäaten können sich in Verbindung mit hoher Bodenfeuchtigkeit Bodenverdichtungen im Bereich des Saatkorns ungünstig auf Keimung, Auflaufen und Jugendentwicklung der Pflanzen auswirken. Denn besonders Jungpflanzen reagieren empfindlich auf ein sauerstoffarmes Bodenmilieu. Unter feuchten Bedingungen ist deshalb bei Direktsäaten darauf zu achten, mit möglichst wenig Schardruck zu säen, damit der Säschlitz nicht verdichtet und verschmiert wird. Generell gilt es, eine lockere Oberbodenstruktur zu erhalten. Dies ist in vielen Fällen der entscheidende Faktor, damit der Feldaufgang verbessert und die Bearbeitungsintensität gesenkt werden kann. Damit lässt sich ein beträchtliches Kosteneinsparungspotenzial erschliessen. Für Mulch- und Direktsäaten gewinnt das Sprichwort «Gut gesät, ist halb geerntet» zusätzlich an Bedeutung. ■



Abb. 7: Scheibenscharen (oben) besitzen den Hauptvorteil, dass sie im Vergleich zu Meisselscharen (unten) nicht verstopfen. Wird jedoch zu hoher Anpressdruck auf die Scheiben angewendet, kann sich der Säschlitz stark verdichten. Vorteil der Meisselschar ist, dass sie den Schlitz aufreißt und ihn nicht mit hohem Gewicht wieder zuspresst.