

Aktuelle Entwicklungen in der Drilltechnik



Aktuelle Entwicklungen in der Drilltechnik

Autoren

- Prof. Till Meinel, Technische Hochschule Köln, Köln
- Georg Schuchmann, DLG e.V., Frankfurt am Main
- Prof. Yves Reckleben, HAW Kiel, Fachbereich Agrarwirtschaft, Österröfeld
- Dr. Sven Dutzi, Carl Geringhoff Vertriebsgesellschaft mbH & Co. KG, Ahlen

Unter Mitwirkung der folgenden beiden DLG-Gremien

- DLG-Technical Committee für Bodenbearbeitungstechnik und Sätechnik
- DLG-Ausschuss für Technik in der Pflanzenproduktion

Titelbild: © DLG e.V.

Alle Informationen und Hinweise ohne jede Gewähr und Haftung

Herausgeber:

DLG e.V.

Fachzentrum Landwirtschaft und Lebensmittel
Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main

1. Auflage, Stand: 09/2026

© 2026

Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder (auch für den Zweck der Unterrichtsgestaltung) sowie Bereitstellung des Merkblattes im Ganzen oder in Teilen zur Ansicht oder zum Download durch Dritte nur nach vorheriger Genehmigung durch DLG e.V., Servicebereich Marketing, Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main, Tel. +49 69 24788-209, m.biallowons@dlg.org

Inhalt

1.	Einführung	4
2.	Technik der Drillmaschinen	4
2.1	Speicherung, Dosierung und Saatgutförderung	5
2.2	Saatgutablage	10
2.3	Saatguteinbettung	13
2.4	Zusatzausrüstungen	14
2.5	Säkombinationen	18
3.	Einsatzbereiche der Sämaschinen	20
3.1	Getreidesaat	20
3.2	Saat von Raps und Leguminosen	21
3.3	Handlungsempfehlung bei der Neuanschaffung einer Drillmaschine, die im Betrieb auch zur Direktsaat eingesetzt werden soll	21
4.	Zusammenfassung und Ausblick	22
5.	Literaturverzeichnis und weiterführende Literatur	23

1. Einführung

Die verschiedenen Getreidearten, die mit ca. 5,9 Mio. ha Anbaufläche etwa 50 % der Ackerfläche der Bundesrepublik Deutschland beanspruchen, Raps mit etwa 1,1 Mio. ha, Körnerleguminosen und nahezu sämtliche Zwischenfrüchte werden mit Drillmaschinen gesät [1]. Abgesehen von Einzelkornsämaschinen für die Mais- und Rübensaat, die – entsprechend umgerüstet – teilweise auch für Raps, Leguminosen und verschiedene Sonderkulturen verwendet werden, hat sich die Drillmaschine als Universalsämaschine für die wichtigsten Körnerfrüchte behauptet. Dieses Merkblatt stellt die Technik der **Drillmaschinen** vor.

Konventionelle Saat nach der Pflugfurche und Mulchsaat im Rahmen der konservierenden (nicht wendenden) Bodenbearbeitung besitzen in Deutschland die größte Bedeutung. Im Wirtschaftsjahr 2022/23 wurden in Deutschland 40 % der Ackerfläche gepflügt [2]. Auf den verbleibenden Flächen kamen nicht wendende Bodenbearbeitungsverfahren oder Direktsaat zum Einsatz. Eine wachsende Zahl landwirtschaftlicher Betriebe wendet Direktsaatverfahren an, d. h. eine Aussaat ohne vorherige Bodenbearbeitung direkt in die Stoppeln des vorherigen Bestandes.

Die Streifensaart (engl. Strip till) ist ein Säverfahren, das den Boden streifenweise im Bereich der Säreihen bearbeitet. Die Fläche zwischen den Reihen bleibt unbearbeitet. Hierfür kommen Sämaschinen mit spezieller Schartechnik zum Einsatz.

In gewissem Umfang bearbeiten auch Sämaschinen den Boden, z. B. durch das Öffnen der Saatzfurchen und das Bedecken des Saatguts mit Boden.

Sämaschinen und Säkombinationen, die für nicht wendende Bodenbearbeitung geeignet sind, können auch auf gepflügten Flächen eingesetzt werden. Ausnahmen bilden schwere Säkombinationen, die auf wenig tragfähigen Böden tiefe Spuren erzeugen und zum Aufschieben des Bodens (Bulldozern) neigen.

Die Anforderungen bei der Saat bestimmen die technische Konfiguration der Drillmaschine. Bei der Beurteilung unterschiedlicher technischer Lösungen sind die Einsatzverhältnisse, insbesondere Art und Intensität der Bodenbearbeitung, aber auch die Anforderungen spezieller Fruchtarten, wie beispielsweise Raps und Leguminosen zu beachten.

Eine Vielzahl möglicher Sonderausrüstungen und Automatisierungsmöglichkeiten stehen für moderne Drillmaschinen zur Verfügung, s. S. 13. Wie bei den meisten Landmaschinen gehören Steuerung und Datenaustausch über ISOBUS zum Stand der Technik bei Drillmaschinen. Die Mehrkosten dieser Technik sollten bei Investitionsentscheidungen sorgfältig auf ihre Wirtschaftlichkeit überprüft werden.

2. Technik der Drillmaschinen

Die **Gesamtfunktion** von Sämaschinen (d. h., Drill- und Einzelkornsämaschinen) besteht in der definierten Ablage von Saatgut im Boden, Abbildung 1. Im Gegensatz zu Einzelkornsämaschinen nehmen Drillmaschinen keine Vereinzelnung des Saatguts vor. Drillmaschinen arbeiten mit dem Verfahren der Volumendosierung.

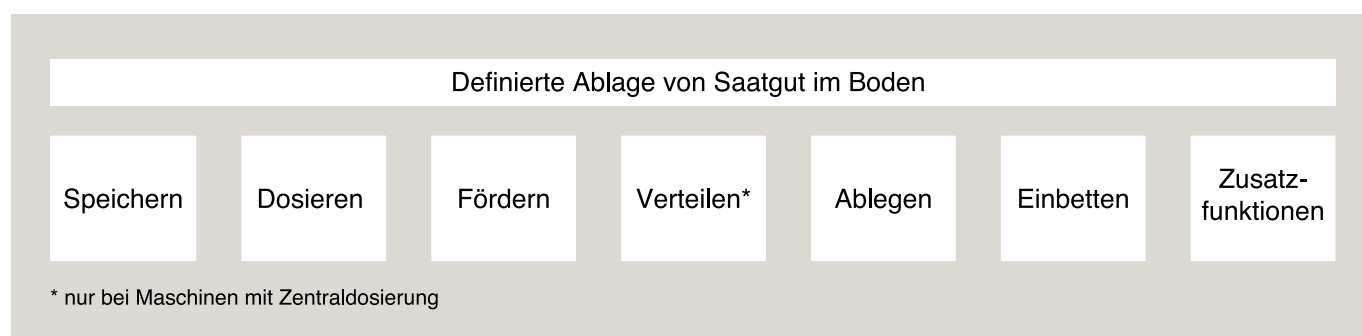


Abbildung 1: Gesamtfunktion und Teilfunktionen von Drillmaschinen in Anlehnung an [3] und [4] (© Meinel)

2.1 Speicherung, Dosierung und Saatgutförderung

Bezüglich der Speicherung, Dosierung und Saatgutförderung ist prinzipiell zwischen mechanischen und pneumatischen Drillmaschinen zu unterscheiden. Bei **mechanischen Drillmaschinen** reicht der Saatgutvorratsbehälter über die gesamte Arbeitsbreite (Kasten-Drillmaschinen), Abbildung 2 und muss dicht oberhalb der Schare platziert sein, da das Saatgut durch Schwerkraft zu den Scharen gefördert wird.



Abbildung 2: Mechanische Drillmaschine (© Amazonen-Werke)



Abbildung 3: Pneumatische Drillmaschine (© Kverneland)

Pneumatische Drillmaschinen besitzen zentrale trichterförmige Saatgutbehälter. Durch den pneumatischen Saatguttransport können sich die Saatgutbehälter in größerer Entfernung von den Scharen befinden, Fronttanks sind ebenfalls möglich. Die Breite der Saatgutbehälter ist unabhängig von der Arbeitsbreite. Dies ermöglicht das Einklappen von Drillmaschinen großer Arbeitsbreiten auf 3 m Straßentransportbreite, Abbildungen 3 und 10. Befüllen lassen sich Drillmaschinentanks mit Säcken, Schnecken oder Bigbags.

Zur **Saatgutdosierung** ist bei mechanischen Drillmaschinen am Behältergrund pro Reihe ein separates Särad mit gefederter Bodenklappe auf einer gemeinsamen Säwelle montiert. Es werden überwiegend Nockenräder eingesetzt, welche für Feinsaat – wie beispielsweise Raps – mit einem seitlichen oder mittigen Feinsärad kombiniert sind, Abbildung 4. Das dosierte Saatgut gelangt ausschließlich über die Schwerkraft durch die Saatleitungsrohre, meist in Teleskopbauweise, zu den Säscharen. Die Saatmenge wird hierbei über die Säwellendrehzahl, Schließschieberstellung und Bodenklappenstellung eingestellt. Hierzu kommen stufenlose Getriebe oder regelbare Elektromotoren zum Einsatz.



Abbildung 4: Dosiergerät mit Nockenrad, Feinsärad und gefederter Bodenklappe (© Amazonen-Werke)

Seltener ist der Einsatz von Schubrädern, bei welchen die Saatmenge zusätzlich durch seitliches Verschieben der Säwelle, d. h. Verstellen der wirksamen Zellenbreite verändert werden kann, Abbildung 5.

Bei pneumatischen Drillmaschinen dosieren großvolumige Zellenräder das Saatgut für die gesamte Maschinenbreite oder für Teilbreiten. Sie sind am Auslauf der trichterförmigen Saatgutbehälter angeordnet und bei einigen Maschinen fruchtartsspezifisch geformt, Abbildung 6. Für die Einstellung der Saatmenge existieren unterschiedliche

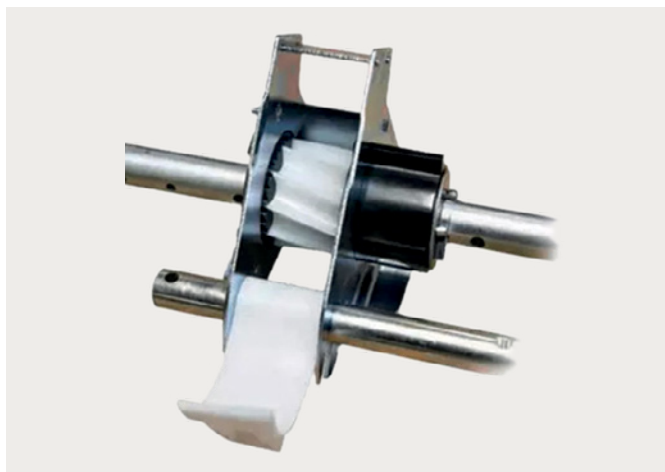


Abbildung 5: Schubraddosiergerät mit seitlicher Verstellmöglichkeit
(© Kuhn)



Abbildung 6: Dosierwalzen für pneumatische Drillmaschinen, fruchtartsspezifisch (© Horsch)

Möglichkeiten, die bei einigen Maschinenmodellen auch kombiniert sind:

- Verstellung der wirksamen Breite der Zellenräder
- Wechsel der Zellenräder
- Drehzahländerung über Getriebe oder regelbare Elektromotoren.

Das dosierte Saatgut wird in den Luftstrom eingeschleust und nach pneumatischer Förderung über Verteilerköpfe den Säscharen zugeteilt.

Sowohl bei mechanischen als auch bei pneumatischen Drillmaschinen erfolgt eine **Volumendosierung** in Abhängigkeit von der zurückgelegten Wegstrecke, indem die Säwelle elektrisch über Gleichstrommotoren oder mechanisch über Bodenräder (Laufräder oder Spornräder) oder Packerwalzen (bei Säkombinationen) angetrieben wird.

Abhängig von der Schüttdichte des Saatgutes muss die auszubringende Saatgutmenge in kg/ha mit Hilfe einer Abdrehprobe eingestellt werden. Aus pflanzenbaulicher Sicht sollen Sämaschinen eine optimale Pflanzenzahl pro Fläche etablieren, z. B. in Pflanzen/m². Mehrere Drillmaschinenhersteller bieten Sensoren an, die alle dosierten Körner zählen. Diese Technik macht Abdrehproben überflüssig, ermöglicht die Regelung der Ausbringmenge und ist ein wichtiger Baustein für die automatische Drillmaschineneinstellung. Nähere Informationen zu diesem Thema finden Sie im Abschnitt „Abdrehprobe automatisieren“.

Bei technisch einwandfreien und sorgfältig eingestellten Maschinen sollten kaum Unterschiede zwischen eingestellter und tatsächlich ausgebrachter Saatmenge zu erwarten sein. Abweichungen sind möglich beim Einsatz an stark geneigten Hängen. Bei der Saatgutzuteilung durch Säräder wird in Bergauffahrt tendenziell etwas mehr und in Bergabfahrt etwas weniger ausgebracht als in der Ebene. Bei der Arbeit quer zum Hang (Schichtlinie) ergeben sich keine nennenswerten Unterschiede. Detaillierte Messergebnisse finden Sie in DLG-Prüfberichten zu Drillmaschinen [5–9].

Beizmittelabrieb unter den Särädern kann, besonders bei der Rapssaat, ebenfalls zur Änderung der eingestellten Saatmenge führen. Durch Abschalten der Rührwelle bei mechanischen Maschinen und Einsatz einer Reinigungsbürste am Zellenrad bei pneumatischen Maschinen lässt sich dieser Nachteil vermeiden. Auch Erschütterungen durch gekoppelte Bodenbearbeitungsgeräte sowie ein unregelmäßiger Saatgutfluss durch Brückenbildung (z. B. Erbsen, Grassamen, Gerstengrannen, Dinkel) und verschlissene Antriebe bzw. Getriebe können die Ausbringmenge beeinflussen. **Es empfiehlt sich in jedem Fall, die eingestellte Saatmenge auf dem Feld zu kontrollieren.**

Für eine gezielte Änderung der Saatmenge während der Fahrt, z. B. bei wechselnden Bodenverhältnissen, bietet sich eine manuelle Saatmengen-Fernverstellung oder die variable Anpassung der Saatmenge mittels Applikationskarte an, siehe hierzu Abschnitt 2.4 „Zusatzrüstungen“.

Das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel in Groß-Umstadt prüfte zwischen 2013 und 2023 drei mechanische und zwei pneumatische Drillmaschinen [5–9]. Die **Querverteilung** (Verteilung auf die einzelnen Saatgutaussläufe) von Raps wurde bei den mechanischen sowie bei den pneumatischen Drillmaschinen mit „sehr gut“ bewertet, während bei Weizen und Gerste mechanische Drillmaschinen etwas genauer arbeiten als pneumatische Drillmaschinen. Bei der **Längsverteilung** des Saatgutes (Verteilung der Kornabstände in der Reihe) zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den geprüften mechanischen und pneumatischen Drillmaschinen. Technisch bedingt ist jedoch die Längsverteilung bei sämtlichen Sämaschinen mit Volumendosierung generell ungleichmäßig.

Bei Drillsaatsystemen mit pneumatischem Saatguttransport gewinnen Kornvereinzelungssysteme, die zwischen der volumetrischen Dosierung und dem Schar platziert sind, zunehmend an Bedeutung. Besonders die Gleichmäßigkeit der Saatgutablage bei reduzierten Kornzahlen/m² haben verschiedene Hersteller motiviert, technologische Ansätze zu entwickeln (u. a. Horsch Singular System, Abbildung 7; Pöttinger Precision Combi Seeding System, Abbildung 8 und die Nachrüstlösungen von MZURI und Crucianelli).

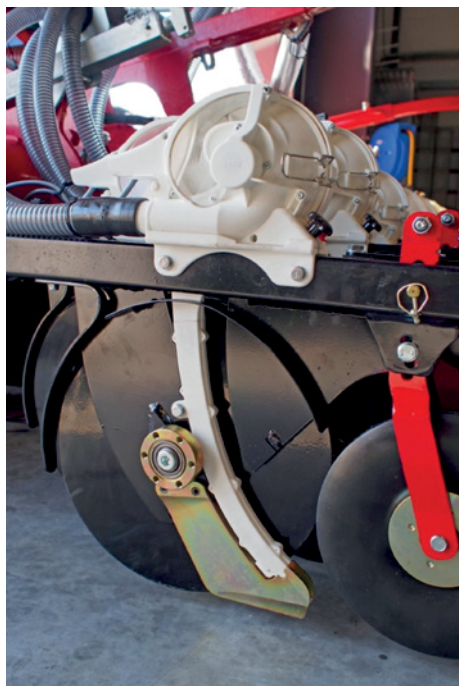


Abbildung 7: Saatgutvereinzelnung „Singular System“ aus dem Volumenstrom bei Horsch (© Reckleben)

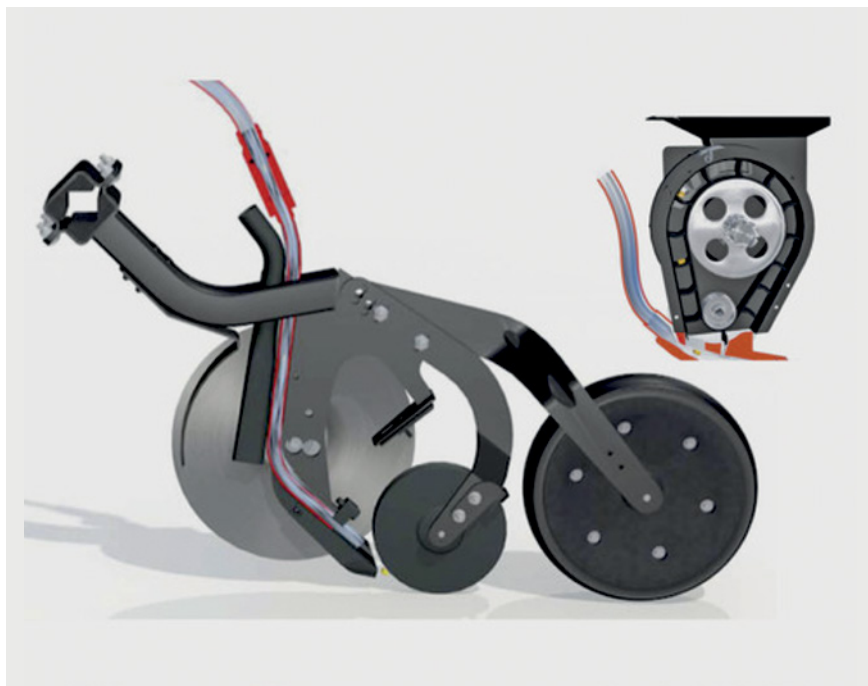


Abbildung 8: Pöttinger Dual Disc Schar mit PCS Saatgutvereinzelnung (© Pöttinger)

Die Volumendosierung bei Drillsaatsystemen kann je nach Saatgut zu Doppel- oder Mehrfachbelegungen in der Saatreihe führen. Trotzdem bieten die Drillsaatsysteme aufgrund der einfacheren Tiefenführung und geringeren baulich bedingten Scharbreiten die Möglichkeit, Saatreihenabstände von 10 cm bis hin zu 75 cm zu realisieren und höhere Geschwindigkeiten (> 12 km/h) zur Saat zu erreichen. Die Reihenabstände der derzeit verfügbaren Einzelkornsämaschinen für Getreide stoßen bei 22,5 cm bzw. 25 cm bereits an ihre Grenzen (siehe DLG-Merkblatt 501: Einzelkornsaat von Getreide).

Details zur Einzelkornsaat von Getreide sind dem DLG-Merkblatt 501 zu entnehmen.

<https://www.dlg.org/mediacenter/dlg-merkblaetter/dlg-merkblatt-501-einzelkornsaat-von-getreide>



Die Doppel- oder Mehrfachbelegungen führen zu schlechteren Platzverhältnissen für die Einzelpflanze, was sich im Ertrag auswirkt. Die schwankende Ablagegenauigkeit wird mit Hilfe des Variationskoeffizienten bewertet (siehe Abbildung 9).

Ziel für die Praxis sollte es sein, stets die höchste Exaktheit bei jedem Säsystem anzustreben und den Variationskoeffizienten für die Längsverteilung so gering wie möglich zu halten. Also bei Einzelkornsämaschinen < 10% und bei Drillsaatsystemen < 100%.

Laut Untersuchungen der HAW Kiel kommen Drillsaatsysteme mit zusätzlicher Vereinzelnung bei Winterraps und Silomais auf Werte von 50 bis 60% VK.

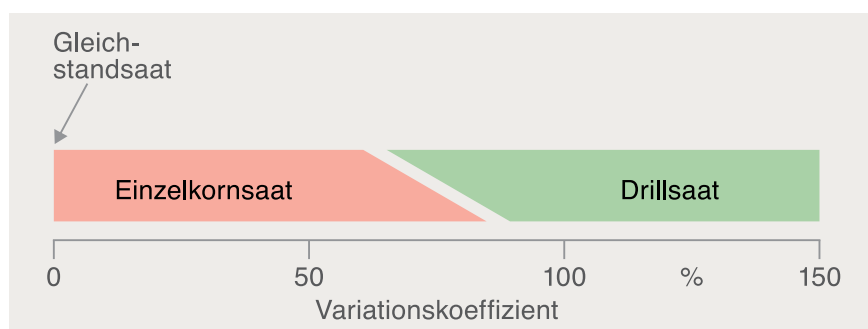


Abbildung 9: Variationskoeffizient als Kennzahl der Gleichmäßigkeit der Längsverteilung bei der Saatgutablage (© Reckleben)

Ein Vorteil der gleichmäßigeren Saatgutverteilung durch die nachträgliche Vereinzelnung aus dem Volumenstrom bei Drillsaatsystemen sind die besseren Platzverhältnisse für die Einzelpflanze und somit die Möglichkeit die Faktoren, wie Licht, Wasser und Nährstoffe besser zu nutzen. Mechanische Beikrautregulierung nach dem Auflaufen wird so möglich, ohne zu viel Pflanzenverluste in Kauf nehmen zu müssen. Der entscheidende Vorteil bei Volumendosierung mit nachträglicher Vereinzelnung ist aber die Möglichkeit, engere Saatreihen zu fahren und so schnelleren Reihenschluss zu erreichen und damit die Spätverunkrautung zu mindern.

Ein gleichmäßiger Kornabstand in der Reihe ist nur durch **Einzelkornsämaschinen** zu erreichen.

Die Kaufentscheidung für eine mechanische oder pneumatische Drillmaschine wird überwiegend nach preislichen und arbeitstechnischen Gesichtspunkten getroffen. Bis zu 3 m Arbeitsbreite spricht meistens der geringere Anschaffungspreis für Maschinen mit mechanischem Säsystem.

Bei größeren Arbeitsbreiten weisen pneumatische Maschinen durch die Möglichkeit der aufgelösten Bauweise deutliche Vorteile auf. Auch bei Arbeitsbreiten von 6 m und mehr lassen sich diese Maschinen problemlos auf Transportbreite einklappen, Abbildung 10. Fronttanksysteme sind ebenfalls möglich, sie erzielen eine gute Gewichtsverteilung bei Anbaumaschinen, Abbildung 11. Allerdings erfordert der Anbau der Fronttankkombinationen an den Traktor höheren Aufwand im Vergleich zu Maschinen im reinen Heckanbau.



Abbildung 10: Pneumatische Drillmaschine mit 12 m Arbeitsbreite in Transportstellung (© Amazonen-Werke)



Abbildung 11: Pneumatische Fronttankdrillmaschine in Kombination mit einer Kreiselegge (© Pöttinger)

Pneumatische Fördersysteme sind als offene Systeme (Injektormaschinen) oder geschlossene Systeme (Drucktankmaschinen) ausgeführt, Abbildung 12. Offene Systeme arbeiten mit Atmosphärendruck im Saatgutbehälter,

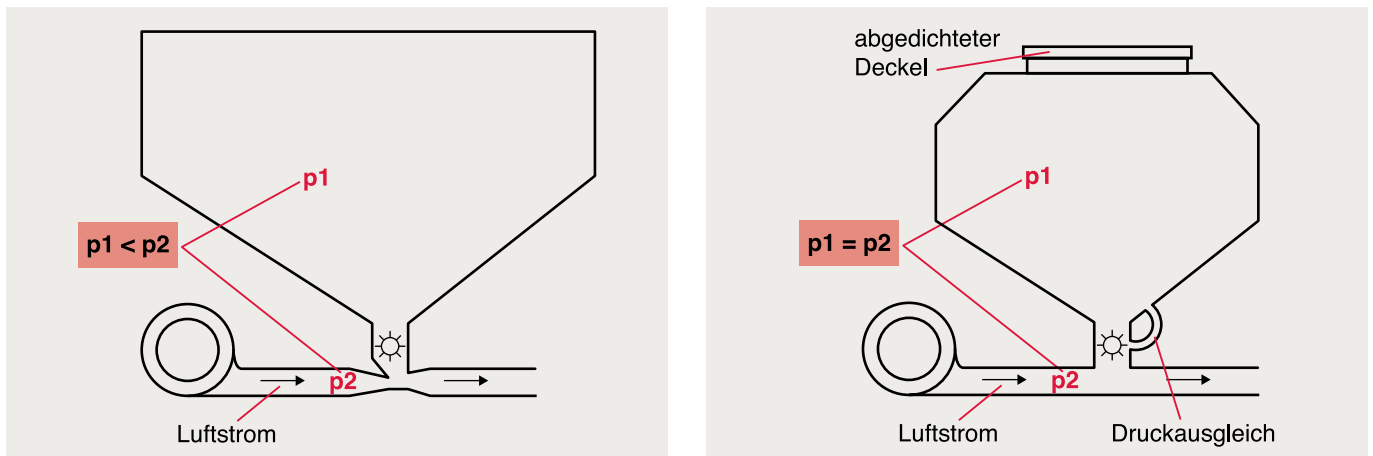


Abbildung 12: Pneumatische Fördersysteme. Offenes System (links); Drucktanksystem (rechts) (© Meinel)

geschlossene Systeme mit Überdruck. Die Saatgutbehälter von Drucktankmaschinen müssen aus diesem Grund gegenüber der Umgebung druckdicht verschließbar sein.

Drucktankmaschinen erreichen einen um etwa 20 bis 30 % höheren Durchsatz als Injektormaschinen bei gleicher Antriebsleistung des Gebläses. Deshalb kommt dieses System vor allem bei Maschinen mit großer Arbeitsbreite zum Einsatz. Nachteilig ist bei vielen Drucktankmaschinen die relativ kleine Einfüllöffnung.

Drillmaschinen mit mehreren Tanks und Dosiereinheiten ermöglichen die gleichzeitige Ausbringung verschiedener Saatgüter, Dünger sowie weiterer Stoffe wie z. B. Schneckenkorn. Single-Shoot-Systeme führen die mit jeweils zwei Dosiereinheiten getrennt dosierten Komponenten vor der Steigleitung zum Verteiler zusammen und legen sie in einer Saatfurche ab. Diese Technologie eignet sich bei der Winteraussaart zur Düngerstartgabe oder bei Sommerungen für eine vollständige Düngung gleichzeitig mit der Aussaat.

Double-Shoot-Systeme ermöglichen weitere Ablagemöglichkeiten, da die beiden Komponenten über jeweils separate Verteiler getrennt zu den Säscharen gefördert werden. Die Ausbringung ist ähnlich dem Single-Shoot-Verfahren in einer Reihe, aber mit getrenntem Abgabeort im Säschar möglich. Alternativ kann getrennt und wechselweise in zwei Reihen in unterschiedlichen Tiefen ausgebracht werden, Abbildung 13. Daraus ergeben sich

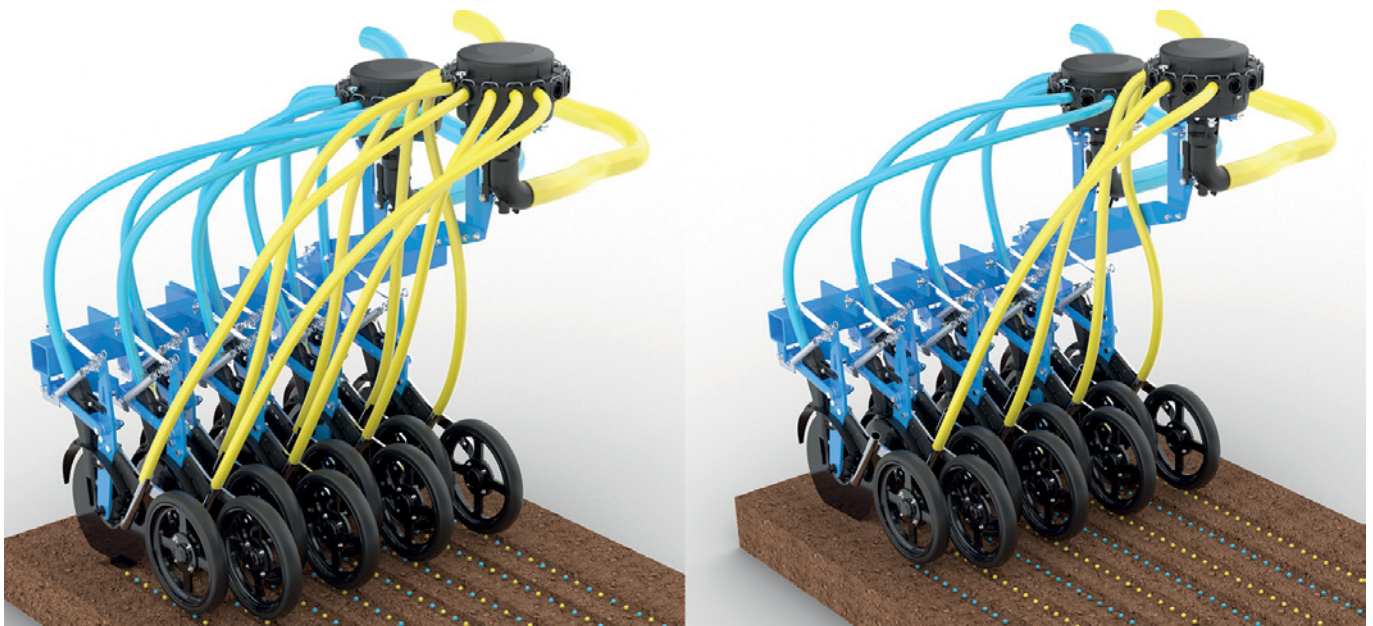


Abbildung 13: Double-Shoot-System: getrennte Ablage in einem Säschar (links); getrennte Ablage in getrennten Säscharen (rechts) (© Lemken)

Möglichkeiten der gleichzeitigen Zwischenreihendüngung oder der Ablage zweier unterschiedlicher Saatgüter in der jeweils optimalen Tiefe.

Auch für das sogenannte „Triple-Shoot“-Verfahren, bei dem drei Komponenten – beispielsweise Saatgut, Dünger sowie Zwischenfrucht- oder Feinsaatgut – gleichzeitig ausgebracht werden, sind bereits Drillmaschinen am Markt erhältlich.

2.2 Saatgutablage

Marktübliche Drillmaschinen weisen Reihenabstände ab 12 cm auf, wobei unter Mulch- und Direktsaatbedingungen größere Reihenabstände vorherrschen. Um Verstopfungen durch Pflanzenrückstände oder grobe Kluten im Saatbett zu vermeiden, sind die Säscharen in mehreren Reihen hintereinander versetzt angeordnet, Abbildung 14. Bei Drillmaschinen sind die Säscharen in der Regel als Einarmschwingen ausgeführt und an einem Drehpunkt am Rahmen befestigt. Einige Modelle verfügen über parallelogrammgeführte Säscharen, wie sie bei Einzelkornsämaschinen Standard sind. Hierbei handelt es sich meist um schwere Ausführungen bei Direktsaatmaschinen oder um leichtere Säscharen mit spezieller Bauart der Tiefenführung.

Die einfachste und günstigste Säscharbauart ist das **Schleppschär**, Abbildung 15. Schleppscharen haben sich über Jahrzehnte bewährt; sie sind einfach und robust aufgebaut. Bei größeren Mengen organischen Materials im Saatbett erreichen sie ihre Einsatzgrenze und verstopfen. Bedingt durch die Form der Scharspitze dringen Schleppscharen schlecht in harte, trockene oder steinige Böden ein und erreichen unter diesen Bedingungen nicht die gewünschte Saatgutablagequalität und Einbettung. Durch Veränderungen des Schardruckes kann es zu Änderungen in der Ablagetiefe kommen. Schardruck und Ablagetiefe lassen sich bei diesen einfach gehaltenen Bauarten nicht voneinander getrennt einstellen.

Für harte, trockene, steinige Böden sowie für Bandsaat und Direktsaat kommen **Zinkensäscharen** zum Einsatz, Abbildung 16. Sie haben im Gegensatz zu Schleppscharen auf Griff stehende Spitzen und ziehen sich dadurch in den Boden ein. Zinkensäscharen räumen organisches Material sehr gut aus der Saatfurche, lockern den Boden allerdings intensiver als Schleppscharen.

Drillmaschinen mit leichten Zinkensäscharen sind einfach aufgebaut, haben relativ geringes Gewicht und benötigen einen geringen Zugkraftbedarf. 6 m breite Maschinen sind als Anbausämaschinen verfügbar und können mit Traktoren ab 130 PS (96 kW) betrieben werden. Nachteilig sind die eingeschränkte Tiefen



Abbildung 14: Zweireihige Säscharanordnung (© Kuhn)



Abbildung 15: Schleppschär (© Kuhn)



Abbildung 16: Drillmaschine mit leichten Zinkensäscharen in fünfreihiger Anordnung (© Kverneland)

führung der einzelnen Säzinken und die für verstopfungsfreies Arbeiten erforderliche große Baulänge der Maschinen. Dies erschwert die genaue Einhaltung der Ablagetiefe und setzt ein ebenes Saatbett voraus. Direktsaatmaschinen sind oft mit speziell geformten, schmalen Zinkenscharen ausgestattet. Diese Bauart beugt Verstopfungen vor und verändert das Bodengefüge nur minimal. In Verbindung mit Schneidscheiben benötigen diese meist auf Griff stehenden Zinkenschare auch auf harten Böden nur geringe Schardrücke.

Ein spezieller Anwendungsfall für Zinkensäschar ist die Bandsaat nach nicht wendender Bodenbearbeitung. Hierzu kommen Zinken zum Einsatz, die über eine vorlaufende Druckrolle in der Tiefe geführt werden und die Saat in ca. 6 cm breiten Bändern ablegen, Abbildung 17. Hydraulikzylinder belasten jedes Schar mit bis zu 230 kg. Sie dienen zur Tiefeneinstellung und gleichzeitig als Stoßdämpfer bei hohen Geschwindigkeiten bis 20 km/h.



Abbildung 17: Zinkensäschar für Bandsaat (© Köckerling)

Hinweis:

In der Praxis hat sich der Begriff „Schardruck“ etabliert, obwohl es sich um eine vertikal gerichtete Scharkraft (Einheit: Newton) handelt. Um Missverständnissen vorzubeugen und für eine bessere Verständlichkeit wird im Folgenden weiterhin der Begriff „Schardruck“ verwendet.

Die größte Verbreitung in der Praxis haben **Scheibenschare**. Sie sind ausgeführt als schräg angestellte Einscheibenschare, Abbildung 18 oder Doppelscheibenschare, Abbildung 19. Scheibenschare durchtrennen die Pflanzenreste, räumen sie aus der Furche oder – falls sich gelegentlich Anhäufungen bilden – überrollen diese. Sie arbeiten sowohl auf gepflügten als auch auf gegrubberten Böden, schwere Bauarten mit bis zu 250 kg Schardruck auch im Direktsaatverfahren. Das Saatgut wird dabei nicht linienförmig abgelegt, sondern in einem 3 bis 5 cm breiten Band. Dies ist durchaus erwünscht, weil sich dadurch eine bessere Standraumverteilung ergibt.



Abbildung 18: Einscheibenschare (© Kuhn)



Abbildung 19: Doppelscheibenschare (© Kuhn)

Scheibenschare ziehen sich – ähnlich wie Schleppschare – aufgrund ihrer Bauform nicht selbständig in den Boden ein und werden mechanisch oder hydraulisch mit **Schardruck** beaufschlagt. Je flacher die Bodenbearbeitung vor der Saat und je höher die Arbeitsgeschwindigkeit bei der Saat desto höher muss der Schardruck sein. In der Praxis ist zu beachten, dass das physikalische Wechselwirkungsprinzip *actio et reactio* gilt: Die Summe aller Schardrücke kann höchstens so groß sein wie das Leergewicht des auf diesen Scharen abgestützten Teils der Drillmaschine.

Säkombinationen mit geringer Restsaatgutmenge im Behälter können auf harten Böden an ihre Einsatzgrenzen stoßen und z. B. die eingestellte Sätiefe nicht erreichen.

Berechnungsbeispiel: Bei einem Schardruck von 50 kg und einem Reihenabstand von 12,5 cm ergibt sich eine „Auftriebskraft“ pro Meter Arbeitsbreite von 400 kg. Sind noch weitere Arbeitswerkzeuge an der Maschine vorhanden, z. B. Scheiben zur Bodenbearbeitung oder zur Düngerablage, kommen weitere Auftriebskräfte hinzu.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die beschriebenen Scharbauformen und die Eignung für unterschiedliche Säverfahren.

Die **Tiefenführung** entscheidet neben der Qualität der Furchenformung über die Arbeitsqualität der Säschar. In gewissen Grenzen führen sich Säschar durch die Form der Scharkufe und die Wölbung der Scheibe(n) selbst in der Tiefe. Schare, die wenig Erde bewegen und schmale Furchen formen, führen sich bauartbedingt schlecht selbst in der Tiefe. Hinzu kommt der Einfluss wechselnder Böden und Arbeitsgeschwindigkeiten, die zusätzliche Tiefenführungssysteme erfordern.

Die genaueste Tiefenführung erreichen Tiefenführungsrollen, die seitlich neben den Schneidscheiben montiert sind, Abbildung 20. Durch ihre große Baubreite ist diese Technik jedoch nur bei großen Reihenabständen einsetzbar. Eine Kompromisslösung zeigt Abbildung 20 in der mittleren Darstellung.

Tabelle 1: Scharbauformen und die Eignung für unterschiedliche Säverfahren

	Schleppschar- technik	Einscheibenschar- technik	Doppelscheibenschar- technik	Zinkenschar- technik
Direktsaat	--	++	++	++
Mulchsaat	–	++	++	+
Pflugsaat	+	++	++	+

Die Elemente zur Tiefenführung sind deshalb bei den meisten Scharsystemen vor oder hinter den Schneidscheiben montiert. Zum Einsatz kommen vor allem Tiefenführungsrollen, aber auch weitere Elemente wie speziell geformte



Abbildung 20: Tiefenführung bei Scheibensäscharen (v. l. n. r.): seitliche Tiefenführungsrolle (© John Deere), integrierte Tiefenführungsrolle (© Amazonen-Werke), nachlaufende Packerräder (© Väderstad)

Packerräder. Nachlaufende Tiefenführungsrollen übernehmen gleichzeitig die Funktion des Andrückens der Saat und können in ihrer Breite der Tragfähigkeit des Bodens angepasst werden.

Die Tiefenführung der Säschar durch nachlaufende, pendelnd befestigte und hydraulisch verstellbare Packerräder ermöglicht gleichbleibende hohe Schardrücke bei guter Boden Anpassung der einzelnen Packerräder, Abbildung 20 rechts.

Eine zentrale Schardruckverstellung erleichtert die Tiefenregulierung. Besonders bei wechselnden Bodenverhältnissen empfiehlt sich eine entsprechende hydraulische Verstellmöglichkeit vom Schlepper aus, um im lockeren Saatbett ein Absacken und auf festem Boden ein Herausheben der Schare zu vermeiden.

2.3 Saatguteinbettung

Die abschließende Teilfunktion der Sämaschine ist das Einbetten des abgelegten Saatguts. Eine lockere Bodenschicht, bestehend aus feineren und gröberen Bodenaggregaten, soll die Samen bedecken. Sie sorgt für eine schnelle Bodenerwärmung und bietet Schutz vor Verschlammung nach Starkregen.

Der Transport losen Bodens auf das abgelegte Saatgut erfolgt durch Saatstriegel. Striegelzinken haben eine gerade oder seitlich gekröpfte Form, Abbildung 21 und werden direkt am Säschar oder an einem separaten Striegelbalken montiert. Für schwerere Böden und Mulchsaaten sind die Zinken kräftiger ausgeführt. Ob ein Einsatz des Striegels erforderlich ist, sollte anhand der aktuellen Aussaatbedingungen entschieden werden. Viele Drillmaschinen bieten die Möglichkeit an, den Striegel außer Betrieb zu setzen.



Abbildung 21: Saatstriegel: gekröpfte, leichtere Ausführung (links, © Amazonen-Werke); gerade, schwere Ausführung (rechts, © Horsch)

Gekröpfte Striegelzinken transportieren den Boden stärker quer zur Fahrtrichtung. Deshalb ist ihre Anwendung besonders in Zusammenarbeit mit solchen Packerwalzen empfehlenswert, die lose Erde zwischen den rückverfestigten Bereichen der Säreihen platzieren, wie z. B. Keilringwalzen. Die lose Erde wird durch gekröpfte Striegelzinken in den Bereich der Säreihen gefördert und bedeckt die Saatkörner.

Wichtig ist die feinfühligke Einstellbarkeit von Auflagedruck und Anstellwinkel der Striegelzinken. Ein höherer Auflagedruck führt zu intensiverer Arbeit, kann aber flach abgelegtes Saatgut wie z. B. Raps an die Oberfläche fördern. Zur Einbettung von Feinsaat muss der Striegeldruck bis auf ein Minimum reduziert werden. Der Anstellwinkel hat Auswirkungen auf die Aggressivität der Zinken im Boden und auf den Sammeleffekt bei hohen Rückstandsmengen auf der Oberfläche. Für einen gleichbleibenden Anstellwinkel der Striegelzinken während der Arbeit sollte der Striegelbalken in Parallelogrammen geführt sein.

Das Andrücken der abgelegten Saatkörner erfolgt durch Druckrollen, Abbildung 22. Einige Schare benutzen schmale Zwischenandruckrollen zum Andrücken der Saatkörner in der noch offenen Furche. Gefedert angebrachte



Abbildung 22: Andruckrollen (v.l.n.r.): Zwischenandruckrollen und gefedert angebrachte einstellbare Druckrollen (© Horsch); Bedeckungsrolle an schwerem Direktsaat-Scheibensäschar (© John Deere); Rollenstriegel (© Amazonen-Werke)

Druckrollen können unabhängig vom eingestellten Schardruck mit Druck beaufschlagt werden und sorgen für einen besseren Kapillaranschluss der Saat. Für besonders trockene und/oder schwere Verhältnisse sowie bei Direktsaat, bei denen nicht genügend Feinerde zum Bedecken des Saatguts vorhanden ist, kommen schräg angestellte Bedeckungsrollen zum Einsatz. Das Andrücken der bereits bedeckten Saat ermöglichen Rollenstriegel.

2.4 Zusatzausrüstungen

Ergänzend zu den bisher erläuterten Teilfunktionen können Drillmaschinen Zusatzfunktionen erfüllen, die den Fahrer während der Säarbeit entlasten, nachfolgende Arbeitsgänge unterstützen oder die Saat mit weiteren Arbeitsgängen kombinieren, Abbildung 23.

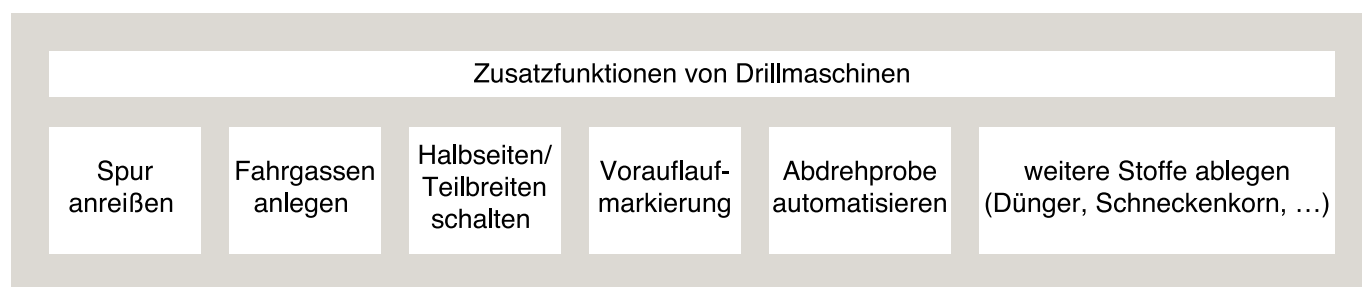


Abbildung 23: Zusatzfunktionen von Drillmaschinen (© Meinel)

Hinzu kommen elektronische Steuer-, Regel- und Überwachungseinrichtungen wie

- Saatmengen- und Sätiefenverstellung manuell oder über Applikationskarten
- Füllstandsüberwachung im Saattank
- Überwachung der Säwellenfunktion
- Saatflussüberwachung (Verstopfungsdetektion)
- Körnerzählung

Viele Einstellarbeiten sind bei modernen Drillmaschinen mit gut zugänglichen Einstellorganen möglich. Bedienpersonen müssen meist nicht auf oder in die Maschine steigen. Eine Ausnahme bildet bei einigen Modellen die Restmengenentleerung bei pneumatischen Drillmaschinen. Besonders bei Säkombinationen mit großer Arbeitsbreite (siehe hierzu Abschnitt 2.5 „Säkombinationen“) sind die mittig angeordneten Dosiergeräte oft schlecht zugänglich.

Einstellcenter

Vor allem bei mechanischen Drillmaschinen sind Einstellcenter (ähnlich wie bei Feldspritzen) Stand der Technik, Abbildung 24. Hier lassen sich bequem von zentraler Stelle aus viele Maschineneinstellungen vornehmen. Auch Falteimer und Waage für den Abdrehvorgang können dort gelagert werden. An einigen dieser Einstellcenter ist zusätzlich ein Maschinenterminal integriert. Dadurch kann der Bediener Eingaben – beispielsweise während des Abdrehvorgangs – direkt vornehmen, ohne dafür in die Traktorkabine wechseln zu müssen.



Abbildung 24: Einstellcenter einer mechanischen Drillmaschine (© Amazonen-Werke)

Einsatz von Smartphones

Smartphones haben bei der Einstellung und Überwachung moderner Drillmaschinen eine wichtige Funktion, da sie als mobile Schnittstelle für Maschinensteuerung, Kalibrierung, Dokumentation und Prozesskontrolle dienen können. Über entsprechende Apps lassen sich Aussaatparameter wie beispielsweise die Saatmenge komfortabel anpassen und Arbeitsdaten der Maschine in Echtzeit überwachen.

Schlauchgarderoben

Eine Schlauchgarderobe im vorderen Maschinenteil zum Ablegen der hydraulischen und elektrischen Versorgungsleitungen ist eine sinnvolle Baugruppe, um die Steckverbinder vor Verschmutzungen zu schützen, Abbildung 25.

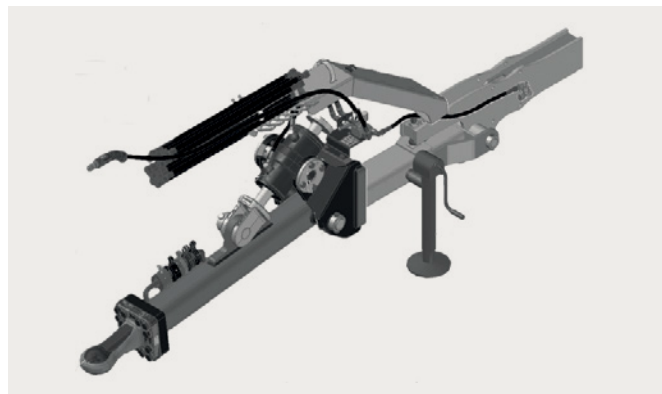


Abbildung 25: Schlauchgarderobe einer Säkombination (© Horsch)

Spur anreißen

Um ein exaktes Anschlussfahren bei der Saat zu gewährleisten, sind Drillmaschinen mit Spuranreißern ausgerüstet. Auch wenn die mechanische Spurmarkierung zunehmend durch Parallelfahrssysteme ergänzt wird, die sich auf GNSS-Signale stützen, statten viele Landwirte ihre Drillmaschinen mit Spuranreißern aus.

Gründe hierfür sind das Risiko der Abschattung des Satellitensignals an Waldrändern und in Senken sowie die hohe erforderliche Signalgenauigkeit. Anschlussfahren beim Drillen ist nur mit RTK-Genauigkeit sinnvoll.

Die Spuranreißerarme sind an beiden Seiten der Drillmaschinen befestigt und werden meist durch Hydraulikzylinder betätigt. Während der Saat ist jeweils ein Spuranreißerarm abgesenkt, um die Leitspur für die kommende Fahrt zu markieren. Beide Spuranreißerarme müssen sich gleichzeitig absenken lassen, wenn mit der Saat in der Mitte des Schlags begonnen werden soll, Abbildung 26. Zinken oder Scheiben erzeugen die Leitspur.



Abbildung 26: Säkombination mit beidseitig abgesenkten Spuranreißerarmen (© Kverneland)

Die Steuerung der Spuranreißerarme kann auf verschiedene Weise in das System Traktor-Drillmaschine integriert sein. Im einfachsten Fall dient dazu ein manuell betätigtes hydraulisches Zusatzsteuergerät. Eine weitere Ausbaustufe bilden elektrische Schaltungen, die mit der Fahrgassenschaltung verknüpft sind.

Fahrgassen anlegen

Fahrgassen sind nicht gesäte Leitspuren für Pflegemaschinen (z. B. Pflanzenschutzmaschine, Düngerstreuer). Ihre Anlage ist sinnvoll, weil Pflegemaschinen meist größere Arbeitsbreiten aufweisen als Sämaschinen. Die Fahrgassenschaltung muss auf die Spurweite und die Arbeitsbreite der Pflegemaschine abgestimmt werden. Die Anzahl der abgeschalteten Säreihen je Fahrspur ist von der Reihenweite und der Reifenbreite der Pflegemaschine abhängig.

Bei einigen Rhythmen können die Fahrgassenspuren nicht gemeinsam in einer Überfahrt angelegt werden (Abbildung 27). Dies trifft für alle „geraden“ Rhythmen zu (Nr. 4 und 6). Bei ungenauem Fahren entstehen bei dieser Situation nicht parallel verlaufende Fahrgassenspuren.

Um dies zu vermeiden, beginnt man bei der Saat am Feldrand mit der halben Drillmaschinenbreite. Daraus entstehen die „symmetrischen“ Rhythmen 4_s , 6_s usw., die wie die ungeraden Rhythmen beide Fahrgassenspuren gemeinsam in einer Überfahrt anlegen.

Die Anlage von Fahrgassen ist auch möglich, wenn die Arbeitsbreite der Pflegemaschine kein ganzzahliges Vielfaches der Arbeitsbreite der Drillmaschine beträgt. Hierzu sind elektronische Schaltungen notwendig.

Berechnungsbeispiel:

- Arbeitsbreite der Pflanzenschutzmaschine: 30 m
- Arbeitsbreite der Drillmaschine: 6 m
- Fahrgassenrhythmus: 5

Die Fahrgassenreihen werden in jeder fünften Überfahrt geschlossen

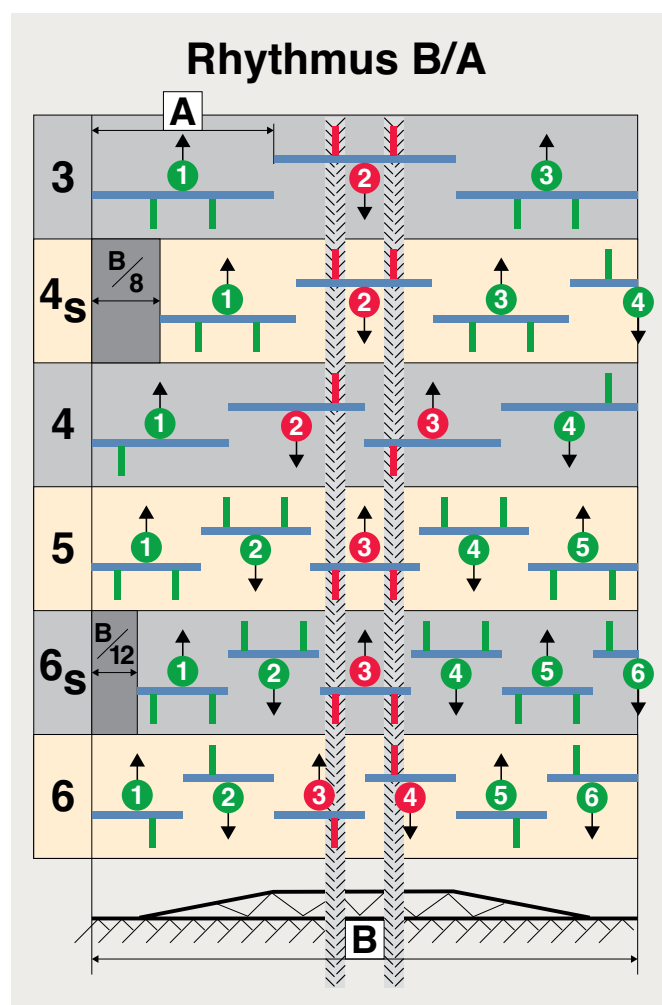


Abbildung 27: Schema zur Ermittlung von Fahrgassenrhythmen
A: Arbeitsbreite der Drillmaschine; B: Arbeitsbreite der Pflegemaschine (© Kverneland)

Eine weitere Technik der Fahrgassenplanung basiert auf Applikationskarten und ermöglicht das Anlegen von Fahrgassen unabhängig von Säbreite, Fahrtrichtung und Maschinenart, Abbildung 28. Das Verfahren ist sowohl für Drill- als auch für Einzelkornsaat geeignet. Sämaschinen für diese Technik müssen jede einzelne Säreihe präzise abschalten können, was für Drillmaschinen mit Zusatzkosten verbunden ist. Das Fahrgassensystem EasyTram von Amazone bietet den Vorteil, dass bei einer Änderung des Fahrgassentakts keine Umbauten an der Maschine erforderlich sind. Zudem ist das System weniger anfällig für Fahrfehler und ermöglicht eine präzise, jährlich wiederholbare Anlage der Fahrgassen.

Details zu Amazone EasyTram sind dem Produktvideo zu entnehmen
(Quelle: Amazonen-Werke).

<https://videothek.dlg.org/video/1218222406?cat=Drilltechnik>



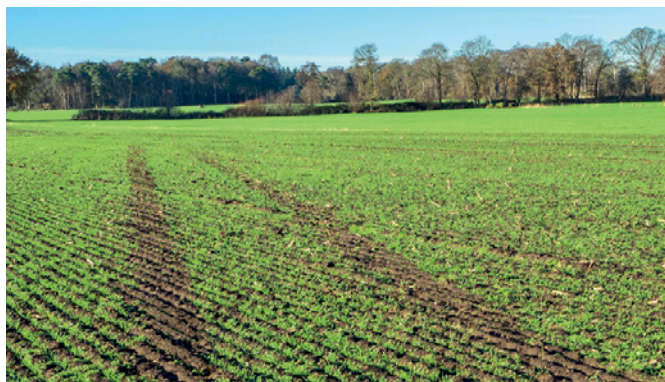


Abbildung 28: Fahrgassensystem EasyTram bei Getreide (links) und Mais (rechts) [11] (© Amazonen-Werke)

Die Anlage der Fahrgassen erfolgt bei mechanischen Drillmaschinen überwiegend durch Anhalten der entsprechenden Säräder über eine Vorgelegewelle oder elektromagnetische Kupplung (Säradstop). Bei pneumatischen Maschinen werden die entsprechenden Auslauföffnungen am Verteiler mit Magnetventilen verschlossen, wodurch die benachbarten Ausgänge mehr Saatgut erhalten. Eine Alternative stellt die Anordnung von Luftweichen hinter den Auslauföffnungen dar, durch die das überflüssige Saatgut in den Saatgutbehälter zurückgeführt werden kann. Dadurch ergibt sich eine gleichmäßigere Querverteilung. Bei elektrisch angetriebenen Dosiereinheiten kann die Saatmenge zur Anlage der Fahrgassen so reduziert werden, dass die aktiven Säscharen unveränderte Saatmengen ausbringen.

Halbseiten und Teilbreiten schalten

Halbseiten- und Teilbreitenschaltungen (Section Control) erfolgen bei pneumatischen Systemen durch das Verschließen der entsprechenden Saatlleitungen oder durch das Abschalten einzelner Dosiergeräte. Es gibt manuelle und elektrisch gesteuerte Systeme, wobei letztere technisch aufwändiger sind. Bei manuellen Systemen muss der Bediener in der Regel auch die Saatmenge am Dosiersystem von Hand reduzieren. Vor der Entscheidung für ein solches System sollte der Nutzer abwägen, wie oft dieses zum Einsatz kommt und ob die dadurch erzielbare Saatguteinsparung den Mehrpreis rechtfertigt.

Vorauslaufmarkierung einsetzen

Vorauslaufmarkierer (auch Fahrgassenmarkierer genannt) machen die Fahrgassenspuren vor dem Auflaufen der Saat sichtbar und erzeugen Leitspuren z. B. für eine Vorauslaufspritzung. Sie werden elektrisch oder hydraulisch gesteuert und am Scharrahmen, Striegelbalken oder an einzelnen Säscharen befestigt, Abbildung 29.



Abbildung 29: Vorauslaufmarkierer mit hydraulischer Betätigung (© Horsch)

Abdrehprobe automatisieren

Die Einstellung der Saatstärke bei Drillmaschinen erfolgt durch eine Abdrehprobe. Dabei wird die Voreinstellung des Dosiersystems anhand eines Probelaufs verifiziert und bei Bedarf korrigiert. Elektrisch angetriebene Dosiersysteme ermöglichen eine weitgehende Automatisierung der Abdrehprobe. Die Abdrehprobe kann komplett entfallen, wenn eine verlässliche Körnerzählung zur Verfügung steht. In dieser finalen Ausbaustufe der vollautomatischen Drillmaschine gibt der Bediener die gewünschte Saatstärke in Körner/m² in den Bordcomputer ein. Alle weiteren Einstellungen übernimmt die Elektronik, basierend auf einer aktiven Regelung der ausgebrachten Körnerzahl.

Details zu Väderstad SeedEye sind dem Produktvideo zu entnehmen (Quelle: Väderstad).

<https://videothek.dlg.org/video/1218222350?cat=Drilltechnik>



Saatfluss überwachen

Systeme zur Überwachung des Saatflusses sind besonders bei Maschinen großer Arbeitsbreite sinnvoll. Optische Sensoren oder Piezosensoren erfassen den Saatfluss in jeder Saatleitung und melden Verstopfungen oder Saatflussunterbrechungen einschließlich der Nummer der betroffenen Säreihe an ein Display in der Traktorkabine. Eine preiswertere Möglichkeit besteht darin, nur die Fahrgassenreihen mit Sensoren auszurüsten. Die Positionen dieser Sensoren in den Saatleitungen haben einen Einfluss darauf, ob Verstopfungen/Blockagen zeitnah oder zeitverzögert erkannt werden.

Der Saatfluss lässt sich auch manuell kontrollieren, indem man am Feldrand bei ausgehobener Maschine die Saatgutdosierung kurz startet. Unter jedem Schar muss sich anschließend Saatgut befinden.

Variable Aussaatmenge und Ablagetiefe mittels Applikationskarten

Mit der entsprechenden Zusatzausstattung kann mit Drillmaschinen auch nach Applikationskarte ausgesät werden. Diese dienen dazu, die Saatmenge innerhalb eines Feldes gezielt an unterschiedliche Standortbedingungen anzupassen. Grundlage sind Daten wie Bodenart, Ertragspotenzial oder Satelliteninformationen, aus denen verschiedene Zonen im Schlag abgeleitet werden. Die Karte wird in das Terminal der Sämaschine übertragen, damit die Aussaatmenge automatisch variabel ausgebracht werden kann (Variable Rate Control). Gleiches ist mittlerweile auch bei einigen Maschinen für den Schardruck möglich. Auf Lehmkuppen oder in Sandlinsen wird der Bediener entlastet, da der Schardruck automatisch angepasst wird.

Dünger platzieren

Die Düngerausbringung gemeinsam mit der Saat ist in Regionen mit starkem Sommergetreideanbau weitverbreitet und wird auch in Deutschland von einigen Landwirten praktiziert. Die Drillmaschinen müssen zu diesem Zweck zusätzlich mit einem Düngerbehälter, einem Düngerdosiersystem und Ausbringungsorganen für Dünger ausgerüstet sein. Als Düngerbehälter dienen geteilte Behälter auf der Drillmaschine oder Fronttanks.

In den meisten Fällen erfolgt die Düngerablage räumlich getrennt vom Saatgut (double-shoot, siehe hierzu Abschnitt 2.1 „Speicherung, Dosierung und Saatgutförderung“). Hierfür sind separate Düngerschare notwendig, die vor und zwischen den Säscharen angeordnet sind und über eine separate Tiefeneinstellung verfügen. Dadurch vergrößert sich die Baulänge der Drillmaschine und der Maschinenschwerpunkt verlagert sich nach hinten. Zusätzliches Gewicht entsteht durch die Düngerbehälter, sodass diese Kombinationsmaschinen meist nicht im Dreipunktanbau gefahren werden.

Es gibt Schare, die Saatgut und Dünger gleichzeitig in verschiedenen, voneinander getrennten Schichten ausbringen und die Baulänge gegenüber einer reinen Drillmaschine nicht vergrößern, ein Beispiel zeigt Abbildung 30. Die kombinierte Düngung bei der Raps- und Getreidesaat wird in Deutschland wenig praktiziert. Dies hat vor allem arbeitswirtschaftliche, regulatorische und logistische Gründe. Lange Befüllzeiten erhöhen die Verfahrenskosten besonders dann, wenn Dünger und Saatgut nicht gleichzeitig nachzufüllen sind.



Abbildung 30: Duett-Schar (© Horsch)

2.5 Säkombinationen

Zur Reduzierung der Feldüberfahrten und der damit verbundenen Einsparung von Arbeits- und Maschinenkosten haben sich Säkombinationen für die gleichzeitige Saatbettbereitung und Saat durchgesetzt. Säkombinationen entstehen entweder durch das **Kuppeln von Solomaschinen** (z. B. Kreiselegge und Drillmaschine, Abbildung 31) über lösbare Schnittstellen (z. B. Dreipunkt oder Hubrahmen) oder durch die **integrierte, feste** Verbindung der Saatbettbereitungs- und Drillkomponenten, Abbildung 33. An den genannten Schnittstellen lassen sich Säkombinationen leicht trennen, um z. B. die Saatbettbereitung ohne angebaute Drillmaschine durchzuführen. Im Gegensatz dazu sind integrierte Säkombinationen nicht dafür vorgesehen, nur Saatbettbereitung oder nur Drillen durchzuführen. Säkombinationen sind mit aktiven oder passiven Bodenbearbeitungswerkzeugen verfügbar.

Gekoppelte Säkombinationen

Angebaute Kreiseleggenkombinationen sind für kleine Arbeitsbreiten ab 2,5 m in Deutschland weit verbreitet. Klappbare Kreiseleggenkombinationen mit Arbeitsbreiten ab 4 m verfügen entweder über Fronttanks (siehe Abbildung 11) oder sind als Aufsatzmaschinen konzipiert. Dadurch lassen sich die gesetzlichen Vorschriften zu maximalen Achslasten der Traktoren erfüllen.

Mechanische Drillmaschinen werden häufig hinter Bodenbearbeitungsgeräten **angebaut**. Dies hat den Vorteil, dass beide Maschinen auch solo einsetzbar sind. Allerdings verlagert diese Konfiguration den Schwerpunkt nach hinten, so dass zum Ausheben der Drillkombination große Hubkräfte erforderlich sind. Deshalb erfolgt die Verbindung zwischen Anbaudrillmaschine und Bodenbearbeitungsgerät in vielen Fällen mit einem hydraulischen Hubrahmen, Abbildung 31. Beim Wenden sowie beim Transport wird die Drillmaschine zur Verringerung des Schwerpunktabstands über das Bearbeitungsgerät geschwenkt. Dies reduziert den erforderlichen Hubkraftbedarf und vermindert die Vorderachsentlastung.



Abbildung 31: Transportstellung einer mechanischen Drillmaschine in einer Kreiseleggenkombination mittels hydraulischem Hubrahmen (© Amazonen-Werke)

Diese Vorteile lassen sich ohne zusätzlichen Hubrahmen erreichen, indem die Drillmaschine auf das Bearbeitungsgerät **aufgebaut** wird, Abbildung 32. Mehrere Hersteller bieten auch für diese Variante Schnellkuppel-



Abbildung 32: Säkombination mit Kurzscheibenegge und aufgebauter pneumatischer Drillmaschine (© Lemken)

systeme an, um das Bodenbearbeitungsgerät solo nutzen zu können. Bis zu einer Arbeitsbreite von 4 m können sowohl pneumatische als auch mechanische Drillmaschinen eingesetzt werden, wobei das Gewicht des Saatgutbehälters einen begrenzenden Faktor darstellt, da das Fassungsvermögen durch die Zunahme der Schlaggrößen mittlerweile mindestens 250 l/m Arbeitsbreite betragen sollte.

Integrierte Säkombinationen

Integrierte Säkombinationen mit passiven Bodenbearbeitungswerkzeugen (Zinken und/oder Scheiben) haben sich vor allem wegen ihrer hohen Flächenleistung durchgesetzt. Mittlerweile sind diese Maschinen mit vielfältigen Werkzeugkonfigurationen verfügbar, u. a. auch mit Kreiseleggen.

Abbildung 33 zeigt eine Säkombination mit der Werkzeuganordnung:

vorlaufender Reifenpacker – Kurzscheibenegge – Crossboard – Reifenpacker – Säscharen – Andruckrollen – Striegel.



Abbildung 33: Säkombination mit Kurzscheibenegge und aufgebauter pneumatischer Drillmaschine (© Horsch)

Für klappbare Maschinen kommt pneumatische Drilltechnik zum Einsatz durch die Möglichkeit zur aufgelösten Bauweise.

3. Einsatzbereiche der Sämaschinen

3.1 Getreidesaat

Bei der Getreidesaat in ein **pflanzenrestfreies Saatbett** stehen exakte Saatgutverteilung und Tiefenablage im Vordergrund. Um Verstopfungen zu vermeiden, müssen die Scharreihen in Fahrtrichtung ausreichend versetzt sein. Dies ist besonders bei engen Reihenabständen wichtig.

Bei der Getreidesaat **in einen mit Pflanzenresten bedeckten oder durchmischten Boden**, besonders bei großen Strohmenngen auf dem Feld und gleichzeitig sehr trockenem oder sehr feuchtem Bodenzustand kommt es darauf an, das Saatgut sowohl über die Fläche als auch über die Tiefe so zu verteilen, dass schädigende Einflüsse durch Pflanzenreste vermieden werden und eine optimale Wasserversorgung gewährleistet ist. Die „richtige“ Sätechnik für den pfluglosen Ackerbau sollte diesen Anforderungen möglichst weitgehend entsprechen.

Für die **Mulchsaat** von Getreide – und anderen Körnerfrüchten – werden herkömmliche Sämaschinen überwiegend mit **Scheibenscharen** ausgerüstet. Sie haben sich seit Jahren bewährt und ermöglichen in den meisten

Fällen eine störungsfreie Saat mit exakter Tiefenablage (siehe hierzu Abschnitt 2.2 „Saatgutablage“). Einsatzgrenzen für eine Drillsaat sind beispielsweise:

- große und ungleichmäßig verteilte Strohmenen, über die die Scheibenschare hinwegrollen;
- tonige Böden in feuchtem Bodenzustand führen zu Verklebungen/Verstopfungen der Schare und
- sehr leichte Sandböden führen zu einer schlechten Tiefenführung.

3.2 Saat von Raps und Leguminosen

Für die Saat anderer Körnerfrüchte wie z. B. Raps, Ackerbohnen und Erbsen sind Einzelkornsämaschinen eine gute Alternative. Bei ausreichend ebenem, lockerem und feinkrümeligem Saatbett lassen sich die Früchte aber ebenso erfolgreich mit Drillmaschinen ausbringen. Entscheidend ist eine möglichst gleichmäßige Tiefenablage der Samen, sei es flach z. B. bei Raps oder tief bei Körnerleguminosen. Dies wird bei entsprechend guter Saatbettvorbereitung auch von Drillmaschinen erreicht. Bei festerer und gröberer Bodenoberfläche ermöglichen Einzelkornsämaschinen eine exaktere Tiefenablage.

Für die **Rapssaat** kommen sowohl Drillmaschinen als auch mit entsprechenden Säscheiben ausgerüstete Einzelkornsämaschinen zum Einsatz. Bei gröberer Saatbettbereitung empfiehlt sich auf Grund der genaueren Tiefenablage die Einzelkornsäat.

Die Aussaat **grobkörniger Leguminosen** wie z. B. Ackerbohnen ist mit Drillmaschinen möglich, sie bildet allerdings eine Einsatzgrenze. Folgende Hinweise sollten Sie für eine erfolgreiche Saat beachten:

Die gleichmäßige Tiefenablage bis etwa 8 cm erfordert hohen Schardruck, eine ausreichend tiefe Lockerung des Saatbetts und eine niedrige Arbeitsgeschwindigkeit beim Drillen.

Um Samenverletzungen zu vermeiden, empfiehlt sich bei sehr grobkörnigen Sorten der Einsatz einer speziellen Rührwelle mit elastischen Rührelementen und/oder spezieller Säräder. Kontaktieren Sie hierzu Ihren Händler oder Hersteller. Werden eine mit der Einzelkornsäat vergleichbare Pflanzenzahl je Quadratmeter und auch die erforderliche Ablagetiefe erreicht, lassen sich nach der Aussaat mit Drillmaschinen hohe Erträge erzielen.

3.3 Handlungsempfehlung bei der Neuanschaffung einer Drillmaschine, die im Betrieb auch zur Direktsaat eingesetzt werden soll

In den vergangenen Jahren haben sich immer mehr Landwirte für die Direktsaat entschieden, da steigende Kosten für Arbeit, Treibstoff und Maschinen eine Reduzierung der Bearbeitungsintensität wirtschaftlich attraktiver machen. Gleichzeitig wächst das Bewusstsein für den Bodenschutz, weil minimale Eingriffe helfen, die Bodenstruktur zu erhalten, Erosion zu verringern und die langfristige Fruchtbarkeit zu sichern.

Bei der Neuanschaffung einer Drillmaschine, die auch zur Direktsaat eingesetzt werden soll, muss der Landwirt zunächst klären, in welchen Fruchtfolgegliedern, auf welchen Standorten und unter welchen Bodenbedingungen die Maschine eingesetzt wird. Als Entscheidungshilfe wird in jedem Fall eine Feldprobe auf den eigenen Flächen empfohlen. Hierzu sollte der Anwender zunächst seine Vorgaben definieren, wie anspruchsvoll sich seine zukünftige Direktsaat gestaltet. Ein eher einfacher Anwendungsfall ist die Aussaat direkt in Getreidestoppeln, mit vorheriger Strohabfuhr. Deutlich anspruchsvoller ist zum Beispiel das sogenannte „Planting-Green“-Verfahren, bei dem die Aussaat in einen stehenden und noch grünen Zwischenfruchtbestand erfolgt.

Die richtige Wahl der Scharsysteme ist entscheidend, da sie für eine saubere Saatgutablage und gute Boden Anpassung sorgen. Das Scheibenschar eignet sich besonders gut für die Direktsaat in Beständen mit viel Mulch, da es Pflanzenreste sauber durchschneidet und weniger verstopfungsanfällig ist. Scheibenschare erlauben in der Regel höhere Arbeitsgeschwindigkeiten, stoßen allerdings unter feuchten Bedingungen eher an die Systemgrenzen (Verstopfungsgefahr, Verschmieren der Saatzfurche). Zinkenschare haben Vorteile in sehr trockenen, harten Böden und neigen unter feuchten Bedingungen weniger zum Verschmieren der Furchenwände. Sie erzeugen in der Regel schmalere Saatzfurchen mit geringer Lockerung an den Rändern. Sie sind robust, einfach aufgebaut und wenig anfällig gegen Beschädigungen durch Steine. Die Arbeitsgeschwindigkeiten bei Zinkenscharen sind in der Regel aufgrund entstehenden Erdwurfes geringer.

Ein entscheidender Faktor für gleichmäßige und hohe Feldaufgangsraten ist neben einem ausreichenden Schardruck zur sicheren Ablagetiefe – auch bei harten oder trockenen Böden – die exakte Tiefenführung über alle Reihen. Räumwerkzeuge bzw. Vorscharttechnik gewinnen insbesondere bei hohen Strohmenngen an Bedeutung, um Probleme wie den sogenannten Hairpinning-Effekt zu vermeiden. Dabei wird Pflanzenrestmaterial nicht sauber geschnitten, sondern in die Saatzfurche gedrückt, was zu schlechtem Bodenschluss führt. Dies zeigt sich bei der Feldprobe durch in der Saattrille liegendes Stroh und nicht ausreichend mit Erde umschlossene Samen, was einen ungleichmäßigen Auflauf zur Folge hat. Vorbeugen lässt sich durch scharfe Schneidwerkzeuge, angepasste Fahrgeschwindigkeit, geeignete Bodenfeuchte sowie eine gleichmäßige Strohverteilung.

Die Rückverfestigung durch Andruckrollen muss standortgerecht eingestellt werden, um optimalen Bodenschluss sicherzustellen. Ebenso ist bei der Feldprobe auf Verstopfungen und einen gleichmäßigen Arbeitsfluss zu achten. Generell sollten Arbeitsbreite, Schlagkraft und Zugkraftbedarf der Maschine zur betrieblichen Struktur und zur verfügbaren Traktorleistung passen. Wartungsaufwand, Verschleißkosten sowie eine einfache und praxisgerechte Einstellbarkeit sind wichtige Kriterien bei der Investitionsentscheidung. Zudem sollte die Maschine flexibel für verschiedene Kulturen einsetzbar sein und über eine präzise Dosiertechnik verfügen, die unterschiedliche Saatgutgrößen zuverlässig verarbeitet. Entscheidend ist letztlich, dass sich die Maschine schnell an wechselnde Bedingungen anpassen lässt und optimal in das Gesamtsystem aus Betrieb, Technik und Bewirtschaftungsstrategie integriert ist.

Die Autoren des vorliegenden DLG-Merkblattes empfehlen an dieser Stelle das Interview mit Karl Heinz Mann von der LBB GmbH zum Thema: „Zwischen Kostendruck und kalkulierbarem Risiko – Direktsaat und Extensivierung im Ackerbau“.

<https://www.dlg.org/magazin/direktsaat-und-extensivierung-im-ackerbau-interview-mit-agrarter-berater-karl-heinz-mann>



4. Zusammenfassung und Ausblick

Für die Aussaat von Getreide, Raps und Leguminosen steht ein großes Angebot ausgereifter Technik zur Verfügung. Viele Sämaschinen sind sowohl für konventionelle als auch für Mulchsaat einsetzbar und arbeiten überwiegend mit Scheibenscharen. Säkombinationen besitzen durch ihre hohe Flächenleistung und universelle Einsetzbarkeit in Deutschland hohe Marktanteile. Systeme zur Verbesserung der Kornlängsverteilung bei Drillmaschinen mit Volumendosierung waren bisher nicht erfolgreich. Zur Steuerung und Regelung unterschiedlicher Funktionen sowie zur teilflächenspezifischen Applikation verfügen Sämaschinen zunehmend über ISOBUS-fähige elektronische Systeme. Sensoren zur Körnerzählung sind ein wichtiger Baustein für automatisierte Drillmaschinen. Einige Einstellfunktionen lassen sich mit Smartphones ausführen. Mehrtankmaschinen zur gleichzeitigen Ausbringung von Saatgut, Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln mittels Single- und/oder Double-Shoot-Verfahren sind ebenfalls verfügbar und stoßen in den vergangenen Jahren auf erhöhtes Interesse.

Weitere Informationen zum Thema können Sie dem „Trendmonitor Sätechnik“ entnehmen, der vom Hauptautor Prof. Till Meinel während der AGRITECHNICA 2025 präsentiert wurde.

<https://videothek.dlg.org/video/1137389117?cat=Drilltechnik>



5. Literaturverzeichnis und weiterführende Literatur

- [1] Pressemitteilung Nr. 177; Statistisches Bundesamt Wiesbaden, 19.05.2025.
- [2] Pressemitteilung Nr. 212; Statistisches Bundesamt Wiesbaden, 29.05.2024.
- [3] Soucek, R.; Pippig, G.: Maschinen und Geräte für Bodenbearbeitung, Düngung und Aussaat. 1. Auflage, Berlin: Verlag Technik 1990, ISBN: 9783341002780.
- [4] Definition und Einordnung von Verfahren der Sätechnik. KTBL-Arbeitsblatt, Bd. 259, KTBL (Hrsg.), Darmstadt 1999.
- [5] Schuchmann, G.; Rubenschuh, U.: DLG-Prüfbericht 6149F – KUHN S.A. Mechanische Aufbaudrillmaschine Sitera 3000 20DS. DLG e.V. (Hrsg.), Groß-Umstadt 2013, URL: <https://www.dlg.org/tests/landtechnik-betriebsmittel/pruefberichte/?page=1&pruefgebiet=2&cHash=32628a63c7b971d47509db9c777d22c1&p=1&unterkategorie=48>, Zugriff am: 28.03.2026.
- [6] Schuchmann, G.; Rubenschuh, U.: DLG-Prüfbericht 6421 – Gezogene Universaldrillmaschine KUHN Espro 6000 R. DLG e.V. (Hrsg.), Groß-Umstadt 2016.
- [7] Schuchmann, G.; Rubenschuh, U.: DLG-Prüfbericht 6794 – Mechanische Drillmaschine Amazone Cataya 3000 Super. DLG e.V. (Hrsg.), Groß-Umstadt 2017.
- [8] Schuchmann, G.; Rubenschuh, U.: DLG-Prüfbericht 6795 – Horsch Maschinen GmbH Pneumatische Drillmaschine Express 3KR mit SingularSystem. DLG e.V. (Hrsg.), Groß-Umstadt 2017.
- [9] Schuchmann, G.; Rubenschuh, U.: DLG-Prüfbericht 7413 – Horsch Maschinen GmbH Mechanische Drillmaschine Horsch Versa 3 KR. DLG e.V. (Hrsg.), Groß-Umstadt 2023, URL: <https://www.dlg.org/tests/landtechnik-betriebsmittel/pruefberichte/?page=1&pruefgebiet=2&cHash=32628a63c7b971d47509db9c777d22c1&p=1&unterkategorie=48>.
- [10] Dölger, D. u. a.: Einzelkornsaat von Getreide, DLG-Merkblatt 501. DLG e.V. (Hrsg.), Frankfurt a.M. 2025, URL: <https://www.dlg.org/mediacenter/dlg-merkblaetter/dlg-merkblatt-501-einzelkornsaat-von-getreide>.
- [11] EasyTram – Fahrgasse mittels Applikationskarte – Revolution der Fahrgassenanlage. URL: <https://amazone.de/service/search/de-de/67130?query=easytram>, Zugriff am: 24.02.2026.

DLG-Merkblätter. Wissen für die Praxis.

- DLG-Merkblatt 514
Bodenschonender Einsatz von Landmaschinen
- DLG-Merkblatt 502
Anpassung des Luftdrucks im Reifen
- DLG-Merkblatt 501
Einzelkornsaat von Getreide
- DLG-Merkblatt 467
Technik der Pflanzenschutzspritze
- DLG-Merkblatt 461
Maßnahmen zur Optimierung der Traktion
- DLG-Merkblatt 424
Ackerbau zukunftsfähig gestalten
- DLG-Merkblatt 388
**Satellitenortungssysteme (GNSS)
in der Landwirtschaft**
- DLG-Merkblatt 387
Anhängevorrichtungen an Traktoren
- DLG-Merkblatt 356
Reifen richtig wählen und einsetzen

Download unter [dlg.org/merkblaetter](https://www.dlg.org/merkblaetter)



DLG e.V.
Mitgliederservice
Eschborner Landstraße 122 • 60489 Frankfurt am Main
Deutschland
Tel. +49 69 24788-205
info@dlg.org • [dlg.org](https://www.dlg.org)