

Mit einer Einzelkornsämaschine bestellter Raps zeigt einen schnellen, gleichmäßigen Feldaufgang und bildet schneller ein dichtes, tiefgehendes Wurzelwerk.

Welches Anbauverfahren im Vergleich am besten abgeschnitten hat und welche Technik dafür am geeignetsten ist, das erklären DR. JOACHIM BISCHOFF, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, und DR. BODO HOFMANN, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

**D**er Ertrag von Winterraps wird in hohem Maße mit der Aussaat festgelegt. Neben Saatzeitpunkt, Sortenwahl und der richtigen Saatstärke haben Bodenbearbeitung und Bestelltechnik wesentlichen Einfluss auf die Pflanzenentwicklung im Herbst. Um hohe und sichere Feldaufgänge bei gleichmäßiger Pflanzenverteilung zu erreichen, werden zunehmend Einzelkornsämaschinen für die Rapsaussaat verwendet. Die ermöglichen eine regelmäßige Saatgutablage durch die mechanische oder pneumatische Korneinzelung und eine exakte Tiefenführung der Säaggregate. Für die Rapsaussaat muss nur an der Rüben- oder Maissätechnik der Abstand der Säaggregate auf die gewünschte Reihenweite verringert und die Säscheibe ausgetauscht werden.

Welche Faktoren sind nun beim Säverfahren letztlich für den Ertrag wichtig? Ist es ausschließlich die Saatguteinbettung in den Boden – also eine bodenphysikalische Größe – oder resultieren aus der Pflanzenverteilung der Einzelkornsäat auch ertragsphysiologische Vorteile?

# Korn für Korn

## Einzelkornablage fördert die Trockenstresstoleranz bei Raps



Mit diesen Rohren wurde die Entwicklung der Rapswurzeln beobachtet.

Foto: Bischoff

### Beobachtung des Wurzelwachstums

Abbildung 1 (S. 36) zeigt den zeitlichen Verlauf des Wurzeltiefgangs einer MSL-Hybride (Männliche Sterilität Lembke). Für die Wurzelmessungen wurden 2 m lange Plexiglasrohre in einem Winkel von 45° mittig unter die Rapsreihe eingebracht (Minirhizotronmethode). Die Entwicklung der senkrecht auf das Wurzelbeobachtungsrohr auftreffenden Wurzeln kann durch sigmoide Wachstumsfunktio-

nen beschrieben werden. (Eine Sigmoidfunktion, auch „Schwanenhalsfunktion“ genannt, ist eine mathematische Funktion mit einem S-förmigen Schaubild. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

Es konnte nachgewiesen werden, dass die Intensität der Bodenbearbeitung keinen Einfluss auf das Wurzelwachstum von Raps hatte, wenn die Bodenstruktur intakt war, also keine Schadverdichtungen und Störschichten vorhanden waren. Wohl aber war die Qualität der Aussaat entscheidend, ▷

das heißt die Saatgutverteilung, Ablage-tiefe und Einbettung in den Boden.

## Variantenvergleich

Drei Varianten wurden verglichen:

- Saatfurche, Voldrehpflug mit 90er Doppelpacker (25 cm Arbeitstiefe) und Aussaat mit Kreiselegge-Drillmaschinenkombination;
- Strohmulchsaat, Grubber/Scheibenege (15 cm) und Aussaat mit Kreisellegge-Drillmaschinenkombination;
- Strohmulchsaat, Grubber/Scheibenege (15 cm) und Aussaat mit Einzelkornsämaschine.

Der mit einer Kreiselegge-Drillmaschinenkombination gesäte Winterraps erreichte 80 Tage nach Aussaat durchschnittlich 24 cm Wurzeltiefgang – egal ob Saatfurche oder Strohmulchsaat. Wurde dagegen mit Einzelkornsämaschine gesät, betrug der Wurzeltiefgang zum gleichen Termin durchschnittlich 45 cm. Eingangs der Winterruhe wurden 77 cm Wurzeltiefgang nach Einzelkornsämaschine gemessen, nach Drillsaat nur 33 bis 46 cm. Die Erschließung der Krume durch die Rapswurzel erfolgte nach Einzelkornsämaschine 30 Tage früher als nach Drillsaat. Mit zunehmender Vegetationszeit näherte sich der Wurzeltiefgang der Varianten immer mehr an, so dass etwa mit beginnender Blüte die optimale Wurzeltiefe des Rapses erreicht wurde. Was sind nun die Ursachen für das schnellere Wurzelwachstum der Einzelkornsämaschine?

## Bodenschluss fördert das Wurzelwachstum

Zur Beantwortung dieser Frage wurden im Vierblattstadium des Rapses Stechzylinderproben entnommen (Abbildung 2). Al-

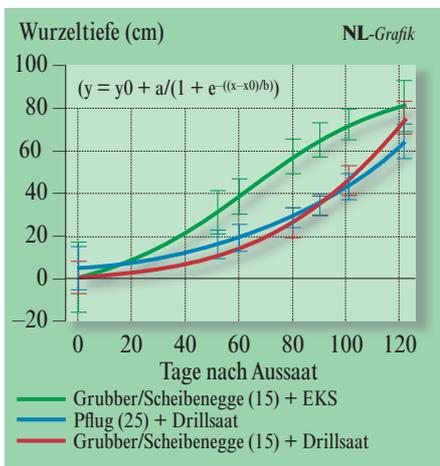


Abbildung 1: Durchwurzelungstiefe von Winterraps (restaurierte Hybride mit dem MSL-System)

lein im Bereich der Saatgutablage wies die Einzelkornsämaschine eine höhere Trockenroh-dichte auf als die Drillsaat. Dieser bessere Bodenschluss ermöglicht ein schnelleres und tieferes Wurzelwachstum durch eine verbesserte Kapillarität, die gerade in Trockengebieten oder bei trockenen Aussaatbedingungen sehr wichtig ist. Sowohl nach wendender Pflugarbeit als auch nach konservierender Bodenbearbeitung ist es mit dem schweren 90er Doppelpacker beziehungsweise mit der Keilringwalze nicht gelungen, einen optimalen Bodenschluss für die Aussaat herzustellen. Die Einzelkornsämaschine fördert das Absetzen des frisch bearbeiteten Bodens durch die Parallelogrammaufhängung der Säaggregate und durch ein System von Andruckrollen. Mit deren Hilfe wird das Saatbett partiell rückverfestigt und das Saatgut dadurch auch in der Saattrille angedrückt. Der große Vorteil der Einzelkornsämaschine ist das präzise Einhalten der Ablagetiefe über einstellbare Tiefenbegrenzer oder Tiefenführungsrollen, auch bei größerem Saatbett mit Strukturreserven. Für Feinsämereien, zu den auch die feinkörnige Rapssaat zählt, beträgt die Saattiefe 1 bis 2 cm. Um jedoch die Keimwasserversorgung sicherzustellen, wird in frisch bearbeiteten Boden tiefer gesät, je nach Bodenfeuchte 2 bis 3 cm tief. Grundsätzlich kann zu tiefe wie auch zu flache Ablage Auflaufverzögerungen zur Folge haben. Das Saatkorn selbst soll auf oder in einer kapillar wirksamen Krume liegen, aber von einer wasserhaltenden Lockerschicht bedeckt sein. Die exakte Saatgutablage und das Andrücken mit den Druckrollen, die ein Ansteigen der Feuchtigkeit in der Saattrille bewirken, ermöglichen einen raschen, gleichmäßigen Feldaufgang. Im Gegensatz zum ganzflächigen Walzen bieten die Druckrollen weniger Angriffspunkte für Bodenerosion.

## Krumenverdichtungen vermeiden

Die Rapswurzel ist ein Indikator für Bodenschadverdichtungen. Im ungestörten Boden entwickelt der Raps eine gestreckte

Pfahlwurzel, an der die Seitenwurzeln nach unten allmählich abnehmen. Der Raps braucht mindestens 15 cm lockeren Boden, damit die Wurzeln genügend Triebkraft erhalten, um die optimale Wurzeltiefe zu erreichen. Gefügeschäden, sowohl innerhalb der bearbeiteten Krume wie unter ihr, in der Pflug- oder Grubber-scharsohle, vermag der Raps nicht zu durchdringen. Seitliches Abbiegen der Wurzeln ist die Folge. Luftmangel führt in der Verdichtungszone zum Absterben der Pfahlwurzel, ihre Funktionen übernehmen zahlreiche Seitenwurzeln, ohne jedoch in den Untergrund vorzudringen. Bodenschadverdichtungen sind oftmals die Ursache für schlechte Nährstoffausnutzung und für wachsenden Düngemittelaufwand. Die Gefahr steigt mit abnehmendem Ton- und Humusgehalt, in gleicher Weise vermindert sich das Regenerationsvermögen des Bodens. Unter Winterraps regenerieren sich Verdichtungen durch Selbstaufflockerung, wenn sie sich auf wenige Zentimeter beschränken, und wenn der Boden unterhalb der bearbeiteten Krume wasser- und luftdurchlässig ist (siehe NL 6/07). Stärkere Verdichtungs-zonen erfordern eine mechanische Bodenlockerung. Wenn Bodenverdichtungen behoben werden sollen, müssen diese unterfahren werden. Von nachhaltigem Erfolg ist die Lockerung jedoch nur, wenn bei ausreichend abgetrocknetem Boden gearbeitet wird und es gelingt, den zuvor gelockerten Boden rasch und dicht zu durchwurzeln.

## Junger Raps hat geringes Nährstoffaneignungsvermögen

Die rechtzeitige Aussaat ist wichtig, weil dadurch Wurzelbildung und -tiefgang gefördert werden. Durch Pflügen entstandene Strohmatte behindern das Wurzelwachstum und die Kapillarität des Bodens. Trockene Bodenschichten, wie sie nach Trockenjahren auch weit unter der Krume zurückbleiben können, stellen ein erhebliches Hindernis für die Wasserversorgung des Rapses dar. Sie hemmen so-

Bodentiefe	Pflug (25) + Drillsaat	Grubber/Scheibenege (15) + Drillsaat	Grubber/Scheibenege (15) + Einzelkornsämaschine
0–4 cm	b 1,15	b 1,09	a 1,28
4–8 cm	b 1,19	b 1,18	a 1,28
8–12 cm	b 1,19	b 1,21	a 1,29

Trockenroh-dichte (g/cm<sup>3</sup>)

Werte innerhalb gleicher Bodentiefen mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (p = 5 % Tukey-Test)

Abbildung 2: Trockenroh-dichte des Bodens (g/cm<sup>3</sup>) in der Saattrihe

wohl das Wurzelwachstum als auch die Bewegung des Bodenwassers. Wegen des geringen Nährstoffaneignungsvermögens während der Jugendentwicklung hat sich die Aussaat mit Unterfußdüngung bewährt. In der vertikalen Verteilung der Bodenphosphate wird ein grundlegender Nachteil der pfluglosen Bodenbearbeitung gesehen, weil aufgrund der geringen Beweglichkeit die Phosphatausnutzung beeinträchtigt sein kann. Phosphorgradienten müssen jedoch nicht zu Minderertrag führen. Wird Phosphor zusammen mit Stickstoff in Ammoniumform ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) ausgebracht – beispielsweise als Diammonphosphat – dann erreicht man damit eine verbesserte Phosphataufnahme. Vorteil der Unterfußdüngung ist eine Anreicherung mit wasserlöslichem Phosphat unmittelbar unter der Pflanze. Durch die hohe Phosphatkonzentration in der direkten Umgebung des Düngerkorns wird der umliegende Boden abgesättigt. Ein großer Teil des Phosphats bleibt zunächst in leichtlöslicher Form erhalten, die Pflanzen haben Zeit, es aufzunehmen, bevor der Dünger in eine schwerlösliche Form übergeht. Für die Bedarfsdeckung sind 25 kg P/ha beziehungsweise 57 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha meist schon ausreichend.

### **Bessere Pflanzenverteilung bei geringen Saatstärken**

Zweck der Einzelkornsaat ist es, durch Optimierung der Standraumverteilung die Konkurrenz der Pflanzen um die Wachstumsfaktoren Licht, Wasser und Nährstoffe zu minimieren. Die Einzelkornsaat erzielte mit Saatstärken zwischen 30 und 60 Körnern/ $\text{m}^2$  ein vergleichbar hohes Ertragsniveau. Geringere Pflanzenzahlen wurden über eine gesteigerte Schoten-zahl/Pflanze kompensiert. Die gleichmäßige Verteilung hat tendenziell eine geringere Triebreduktion zur Folge. Dadurch kann unter Trockenstress mit weniger Pflanzen in optimaler Verteilung und stärkerer Verzweigung mehr Ertrag gebildet werden.

Die Standraumverteilung ergibt sich aus der Längsverteilung des Saatgutes, dem Reihenabstand und dem Feldaufgang. Die bestmögliche Pflanzenverteilung würde mit der Gleichstandsaaat erreicht. Eine Standfläche als Quadrat ist allerdings nur von theoretischem Wert, weil technisch nicht realisierbar. Der Trend zu größeren Reihenabständen bei konservierenden Bestellverfahren verschlechtert die Standraumzumessung der Einzelpflanze. Andererseits ist zu bedenken, dass bei engen Reihenabständen mehr Säaggregat für die vorgesehene Arbeitsbreite gebraucht werden. Die Einzelkornsämaschine ▷

**Kverneland-Accord Optima**, mit einer minimalen Reihenweite von 25 cm, legt das Saatgut bei einer Saatstärke von 40 Körnern/m<sup>2</sup> auf 10 cm in der Reihe ab. Das pneumatische Dosiersystem wurde in Bernburg mit Vereinzlungsscheiben mit 48 Bohrlöchern und 1,3 mm Bohrl Lochdurchmesser für die Rapssaat nachgerüstet. Seit 2006 stellt Kverneland für die **Accord Optima** eine 64er Korneinzlungsscheibe mit 1,2 mm Bohrl Lochdurchmesser her. Serienmäßig gibt es die Korneinzlung für Rapssaat auch für die **Amazone ED Contour**, eine 90er Scheibe mit 1,2 mm Bohrung. Die technisch bedingte Mindestreihenweite entspricht hier mit 37,5 cm einer halben Maisreihe. Das sind bei einer Saatstärke von 40 Körnern/m<sup>2</sup> theoretisch 6,6 cm Kornablage in der Reihe. Die Sätscheiben sind sowohl für Liniensorten als auch Hybridsaatgut geeignet. Wichtig ist das genaue Einstellen der Abstreifer, um Fehlstellen bzw. Doppelbelegungen zu vermeiden.

Nach Bernburger Feldversuchen kann Winterraps auch in „Rübenreihenweite“ ohne Minderertrag ausgesät werden, also mit 45 cm Reihentfernung. Der Umbau der Einzelkornsämaschine fällt dadurch weg, es müssen lediglich die Korneinzlungsscheiben im Säaggregat gewechselt werden. 40 Kö./m<sup>2</sup> entsprechen bei 45 cm Reihenweite 5,5 cm Kornabstand in der Reihe. Ein wichtiges Untersuchungsergebnis betrifft den Abstand in der Reihe: Der Raps sollte nicht enger als 5 cm stehen, weil ansonsten die Konkurrenzverluste über Winter zunehmen. Das hatte keinen Einfluss auf den Ertrag, war aber unnötig.

Aus technischer Sicht sind Universal-Einzelkornsämaschinen für die Rapsaussaat grundsätzlich geeignet. Wichtig ist, dass sie mit geringem Aufwand umgerüstet werden können. Die Arbeitsgeschwindigkeit der Einzelkornsätechnik wird durch das Dosiersystem bestimmt. Bei rein mechanischen Dosiervorrichtungen kann bis maximal 6 km/h gefahren werden, pneu-

matische Systeme erlauben 9 km/h. Praxisbetriebe und Lohnunternehmen erreichen mit einer effektiven Arbeitsbreite von 8,10 m gute Tagesleistungen bei der Rapsbestellung.

## Fazit

Die Etablierung gut entwickelter Winterripsbestände erfordert ein qualitätsgerechtes Saatbett und eine standort- bzw. bodenzustandsangepasste Saatgutablage. Diese Forderungen sind besonders bei Trockenheit wichtig. Als praktikable Lösung bietet sich die Einzelkornsä an. Die

exakte Tiefenablage der Rapssaat und die partielle Rückverfestigung unterhalb der Saatgutablagezone durch die Andruckrollen der Einzelkornsämaschine ermöglichen einen raschen und gleichmäßigen Feldaufgang. Der Raps in Einzelkornsäat bildet kräftigere Einzelpflanzen als die Drillsäat, mehr Wurzelrockenmasse und einen größeren Wurzelhalsdurchmesser, woraus eine bessere Winterhärte resultiert. Die Einzelkornsäat trägt durch ein schnelleres Tiefenwachstum der Rapswurzel wesentlich dazu bei, dass bei Trockenstress das hohe Ertragspotenzial gesichert wird. (ha) **NL**

## Konsequenzen für den Rapsanbau

### Berater ziehen Schlussfolgerungen aus dem letzten Rapsjahr

Das „ewige Wachstum“ des vergangenen Herbstes zwang den Raps zum vorzeitigen Schossen, wenn er nicht vor Winter massiv, teilweise sogar zweimal gestaucht wurde. Ursache waren die im Schnitt um 3 °C höheren Temperaturen, die die Vegetation bis in den Januar in Gang hielten. Bis Mitte Januar hatte auf die Bestände bereits eine Temperatursumme eingewirkt, die in „normalen“ Jahren erst Anfang April erreicht wird. Im Frühjahr herrschte anhaltende Trockenheit mit zum Teil extremen Temperaturschwankungen und außergewöhnlich hoher Strahlungsintensität. Die Trockenheit verhinderte allerdings, daß ein Großteil der Rapsbestände vorzeitig ins Lager gegangen ist. Enttäuschende Rapsertträge hatten ihre Ursachen bis auf ausgesprochene Trockenstandorte weniger im Ausbleiben der Niederschläge im Frühjahr, sondern u. a.:

- In der Stängelbildung im Herbst, die zu einer Verringerung der unteren Verzweigungen, somit häufig zu einem schmalen Schotenpaket mit reduziertem Schotenabwurf führten.
- Im massiven Schotenabwurf infolge extremer Temperaturschwankungen während der Blüte.
- In der ungleichmäßigen Abreife des Rapses. Diese wurde durch ein hohes N-Angebot im Frühjahr verstärkt.
- Oft wurde Raps zwischen dem 26. und 31. 8. in nassen Boden hineingeschmiert. Bodenverdichtungen unterhalb des Saathorizontes verhinderten die Pfahlwurzelbildung. Der in nassen Boden bestellte Raps wurde nicht selten mit Verticillium befallen.
- Im Befall mit Wurzelhalsphoma in

früh aufgelaufenen Beständen, die mit Wind und Regen Ende August konfrontiert wurden. Eine sehr gute Wirkung gegen Wurzelhalsphoma zeigte *Harvesan* (Flusilazol + BCM).

### Soll der Raps später gesät werden?

Wenn regelmäßig warme Herbste und milde Winter mit durchgehendem Wachstum zu erwarten wären, bräuchte Raps erst um den 20. 9. aufzulaufen, könnte also bis zum 10. bis 12. 9. gesät werden. Für das Auflaufen des gebeizten Rapses sind 90 °C-Tage anzusetzen. Wir haben in einer Modellrechnung den Witterungsverlauf der letzten 30 Jahre zugrunde gelegt und nur die Temperaturen im Herbst um 2 °C angehoben. Für Langenstein (im Vorharz) gilt dann, dass der Raps bei einer Aussaat zwischen dem 5. und 12. 9. in vier von zehn Jahren bis zum 20. 3. zu schwach, in weiteren drei Jahren knapp ausreichend und in drei Jahren optimal entwickelt war.

Es wäre also nicht sinnvoll, die Rapsaussaat vollends in den September hinein zu verlegen, auch nicht, wenn man ausschließlich auf Hybridsorten setzt. Sät man einige Tage später, in der letzten August- oder ersten Septemberwoche, kollidiert das mit dem ersten Herbstmonsun, der in sieben von zehn Jahren um den 27./28. August einsetzt und bis zum 3./4. September anhält. Die meist ergiebigen Niederschläge lassen keine trockene Bestellung zu. Aus diesem Grunde werden wir auch weiterhin den größten Teil des Rapses je nach Standort zwischen dem 10. und 26. August säen müssen, auch wenn das Ertragsrisiko des Septemberrapses wesentlich geringer ist als früher.

Quelle: [www.apba.de](http://www.apba.de)

**Neue Landwirtschaft**  
 - 1- Äzæ² ää² qä' äz @, ää  
 'oäq|Äz @zäl i äz² äc- ä² æü zää  
 Pgwg"Ncpf yktvuej ch" qpnkpg"  
 ö ö ö Pzi z @ qö Uäygo %äiz  
 Uwpfgpcmvwgmg"Pcej tkej vgp"  
 hÄt"fkg"Ncpf yktvuej ch" cwh"  
**agrارheute.com** 