

Peter Schulze Lammers und Oliver Schmittmann

Schlitzsägerät für die einphasige Aussaat von Zuckerrüben

Das Schlitzsäverfahren für Zuckerrüben verspricht eine Kosteneinsparung durch die Beschränkung der Bodenbearbeitung auf die Pflanzenreihe. Kennzeichnend für das Verfahren ist die tiefgründige Lockerung des Bodens durch einen Zinken und die Erzeugung eines feinkrümeligen Saatbetts durch nachlaufende Werkzeuge. In Zusammenarbeit mit der Firma Kverneland Group Soest wurde ein Sägerät für die einphasige Aussaat von Zuckerrüben entwickelt und in Feldversuchen eingesetzt. Auf Feldern mit Strohmulch und Senf wurden die Bodenbearbeitung und die Aussaat in einem Schritt durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, dass trotz einer langsameren Bestandesentwicklung Erträge auf dem Niveau des konventionellen Anbaus erzielt werden können. Weitere Versuche sollen eine hohe Ertragssicherheit nachweisen und somit auch einen Beitrag zur Steigerung der Kosten- und Energieeffizienz leisten.

eingereicht 17. Februar 2014

akzeptiert 23. April 2014

Schlüsselwörter

Streifenbodenbearbeitung, Säverfahren, Mulchanbau, zonale Bodenbearbeitung, Feldaufgang

Keywords

Strip tillage, seeding systems, mulch seeding, zone tillage, seed emergence

Abstract

Schulze Lammers, Peter and Schmittmann, Oliver

Strip-till seeder for sugar beets

Landtechnik 69(3), 2014, pp. 139–142, 4 figures, 8 references

Strip-till save costs by reducing tillage on the area of sugar beet rows only. The seeding system is characterized by a deep loosening of soil by a tine combined with a share and by following tools generating fine-grained soil as seed bed. In cooperation with the Kverneland company group Soest/Germany a strip tiller combined with precision seeder was designed and tested in field experiments. Tilling and seeding was performed in one path on fields with straw and mustard mulch. Even the crop development was slower as compared to conventional sown sugar beets the yield was on equivalent

level. Further field experiments are planned to attest constant yield and cost and energy efficiency of the seeding system.

■ Schlitzsaat ist eine Form der Streifensaart und zeichnet sich durch eine zonale Bodenbearbeitung in horizontaler und vertikaler Richtung aus. Charakteristisch ist – und damit unterscheidet sich das Säverfahren von der Streifensaart – eine tiefgründige Lockerung in der Reihe (bis 25 cm), die für Pfahlwurzler günstige Voraussetzungen für die Wurzelentwicklung schafft. Der Eingriff in den Boden und damit die gesamte Bodenbearbeitung wird im Vergleich zum herkömmlichen Zuckerrübenanbau mit Sekundärbodenbearbeitung und Aussaat in ein feinkrümliges Saatbett wesentlich vereinfacht. Die Anzahl der Arbeitsgänge wird reduziert und es kann daher mit einer Einsparung an Kraftstoff gerechnet werden, der sich ebenfalls kostenmindernd auswirkt. Die Bearbeitung in Streifen erzeugt ein strukturiertes Feinrelief, das den Bodenabtrag durch Wasser (Erosion) vermindert. Zur Minderung von Erosion kann das Säverfahren auch auf gemulchten Flächen mit einem hohen Anteil verrottender organischer Masse an der Oberfläche eingesetzt werden.

In den letzten Jahren wurden in Deutschland Anbauverfahren mit Bearbeitung eines Streifens und Anlegen eines Schlitzes als tiefe Lockerung im Herbst sowie gleichartige einphasige Anbauverfahren für den Maisanbau und für Zuckerrüben erprobt. Demmel et al. [1] untersuchten zwei Werkzeugkombinationen im zweiphasigen Verfahren; im Herbst wurden die Schlitzes gezogen, dabei erfolgte gleichzeitig die Bodenbearbeitung in Streifen zur Vorbereitung der Aussaat. Es wurden zwei Geräte mit einem Gewicht von 150 bis 300 kg je Reihe eingesetzt. Im Frühjahr

wurden die Rübensaat und die Maissaat ohne weitere Vorarbeiten in die Streifen ausgebracht. Der bereinigte Zuckerertrag war in den zwei Versuchsjahren im Durchschnitt 7 % geringer als bei dem konventionellen Anbau von Zuckerrüben. Die eingesetzten Geräte amerikanischer Herkunft hatten einen Reihenabstand von 75 cm und mussten für die Aussaat von Zuckerrüben auf einen Reihenabstand von 45/50 cm umgestellt werden, was nicht ohne Einfluss auf das Arbeitsergebnis blieb. Umfangreiche und mehrjährige Versuche wurden auch an der Universität Hohenheim zum Strip-Till-Verfahren durchgeführt. Von Hermann [2] wird der Effekt der schnelleren Bodenerwärmung bei dem absätzigen, d. h. zweiphasigen Verfahren, hervorgehoben. Es wurde ein sechsstreihiges Gerät bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 8 km/h und einem Leistungsbedarf von 117 kW für die Streifenbearbeitung mit einer Schlitztiefe von 18–20 cm eingesetzt.

Auch Licht et al. [3] haben den Effekt der Bodenerwärmung als Ursache für eine bessere Pflanzenentwicklung bei der Streifensaat untersucht und einen Temperaturvorteil gegenüber No-Till-Verfahren von 1,2 bis 1,4 °C festgestellt. Ein höherer Wassergehalt des Bodens bis in 30 cm Tiefe trat nur im Vergleich mit einer Grubbervariante, nicht im Vergleich mit der No-Till-Variante auf. Moris et al. [4] haben unterschiedliche Scharstypen auf zwei Standorten untersucht. Im Vergleich zur Pflugvariante wurde bei der Strip-Till-Variante mit Zinken, die mit seitlich angeordneten Scharflügeln ausgestattet waren, ein gleichwertiger Felddaufgang von Zuckerrüben erzielt. Die Zinkenvariante ohne Scharansatz, die lediglich einen Schlitz in den Boden zog, schnitt bei allen eingestellten Arbeitstiefen von 11 bis 18 cm schlechter ab. Ein Einfluss der Arbeitsgeschwindigkeit konnte nicht festgestellt werden. Daraus wurde gefolgert, dass die Geschwindigkeit nach der gewünschten Flächenleistung gewählt werden könne.

Das Anlegen des Schlitzes erlaubt auch die Einbringung von Dünger als Unterfußdüngung, was für den Maisanbau als Bedingung für ein erfolgreiches Anbauverfahren gilt. Dazu führte Sander [5] Untersuchungen an Zuckerrüben durch, die

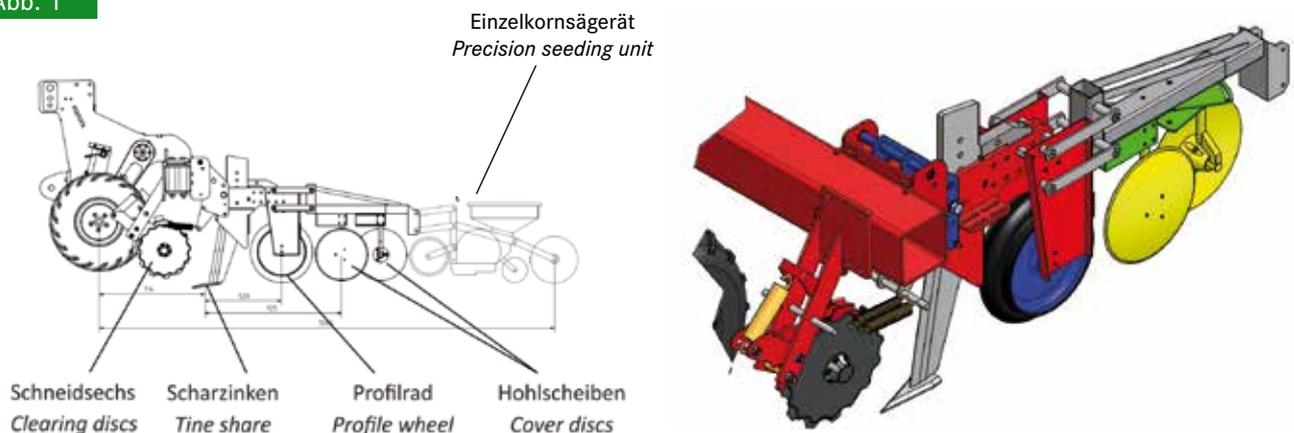
jedoch keine stetigen Ertragsvorteile zeigten. Die Unterfußdüngung von Zuckerrüben ist Jahres- und Witterungseffekten unterworfen und hängt auch von der Ablagetiefe und der Düngerform ab. Bisher wurden nicht auswaschbare Düngerformen z. B. Diamonphosphat empfohlen (DAP), aber es wurden auch Kalkamonsalpeter (KAS) und NPK-Dünger mit Aufwandmengen von 30 bis 70 kg N/ha eingesetzt.

Sägerätentwicklung

In Vorversuchen [6] wurde die Wirkung von Werkzeugkombinationen mit dem Ziel untersucht, den Boden durch einen Zinken bis in eine Tiefe von 30 cm zu lockern, eine gleichmäßige Rückverfestigung über den gesamten Tiefenbereich zu erreichen und ein feinkrümliges, flaches Saatbett in einem Arbeitsgang zu erzeugen. Der Prototyp des Gerätes ist das Ergebnis der Untersuchungen von Werkzeugkombinationen (**Abbildung 1**), die in Vorversuchen mit bodenphysikalischen Methoden bewertet wurden. Das Gerät unterscheidet sich von den derzeit angebotenen Schlitzsägeräten durch die leichte Bauweise und die integrierten Einzelkornsäugeräte an den Reiheneinheiten und ist auf eine Arbeitsgeschwindigkeit von 7–8 km/h ausgelegt.

Die Zinken sind mit Dreiecksscharen versehen, die auf Griff stehen, um eine einziehende Wirkung zu erreichen. Dies ermöglicht eine leichte Bauweise, da die auftretenden Vertikalkräfte nicht durch Eigengewicht ausgeglichen werden müssen. Die Stellung der Schare bewirkt gleichzeitig eine Lockerung des Bodens, die durch das Anheben des Bodens sichtbar wird. Zur Rückverfestigung werden Profilräder eingesetzt, die aufgrund des großen Durchmessers ($d = 40$ cm) einerseits sicher abrollen und andererseits eine Saatrille vorformen, in die die Rübenpillen ablegt werden. Es folgen versetzt angeordnete Krümlscheiben, die lockere Bodenmasse in die vorgeformte Saatrille werfen. Für den Einsatz auf Mulchflächen sind Schneidsechs vor dem Zinkenschar angeordnet, die den Boden auftrennen und aufliegende Stängel durchtrennen, um ein ungestörtes Arbeiten des Zinkens zu ermöglichen.

Abb. 1



Einphasiges Schlitzsägerät mit Grundrahmen und Einzelkornsäugerät (Kverneland Monopill SE)

Fig. 1: Single phase strip-till implement connected to wheel-based carrier and coupled with precision seeder for sugar beets (Kverneland Monopill SE)

Angestrebt wurde ein einphasiges Verfahren mit einer direkten Koppelung der Sägeräte hinter den Bodenbearbeitungswerkzeugen. Bei einer Gesamtlänge von 3 m wurde eine leichte Bauweise (sechsstufiges Gerät < 3 t) entwickelt, um die Hubkräfte gering zu halten. Durch unabhängige Aufhängung der Krümlscheiben wird eine gute Boden Anpassung für ein flaches Saatbett erreicht. Die Firma Kverneland unterstützte die Entwicklung mit Komponenten, der stabile Geräterahmen mit großvolumigen Stützrädern wurde aus dem Programm der Maissäugeräte entnommen. Ebenfalls stellte Kverneland die elektrisch angetriebenen Einzelkornsäugeräte (Baureihe Monopill SE) mit Mulchsäausrüstung zur Verfügung.

Einsatz des Gerätes und Feldversuche

In den Jahren 2012 und 2013 wurden am Standort Klein Altendorf (50°37'51" N 6°59'32" E; Parabraunerde, lehmiger Schluff) Feldversuche auf tiefgründigen Lössböden mit zwei Bearbeitungsformen angelegt. Die Vorfrucht war Gerste. Bei der ersten Variante (Strohmulch) wurde nach der Getreideernte einmalig eine flache Stoppelbearbeitung durchgeführt. Bei der zweiten Variante (Senf) wurde Gelbsenf als Gründüngung angebaut. Der Senf wurde im Frühjahr gehäckselt und mit einem Grubberstrich eingearbeitet. Zum Ergebnisvergleich wurde der betriebsübliche Anbau mit Pflugeinsatz und Sekundärbodenbearbeitung auf der gleichen Fläche herangezogen. Die Kulturpflege wurde betriebsüblich durchgeführt.

Die Versuche wurden in 4 Großparzellen (jeweils 250 m²) und vierfacher Messwiederholung je Testparzelle angelegt. Zur Bestimmung der Bestandesdichte wurden Strecken von jeweils 10 m, zur Ertragsbestimmung jeweils eine Fläche von 10 m² und zur Bestimmung der morphologischen Daten jeweils 15 Rüben herangezogen. In den **Abbildungen 2, 3** und **4** werden die mittels Tuckey-Test ermittelten homogenen Untergruppen als statistisch abgesicherte Unterscheidung der Versuchsvarianten ausgewiesen. Davor wurden die Ergebnisse auf Normalverteilung nach Kolmogorow-Smirnow und auf Varianzhomogenität nach Levene getestet.

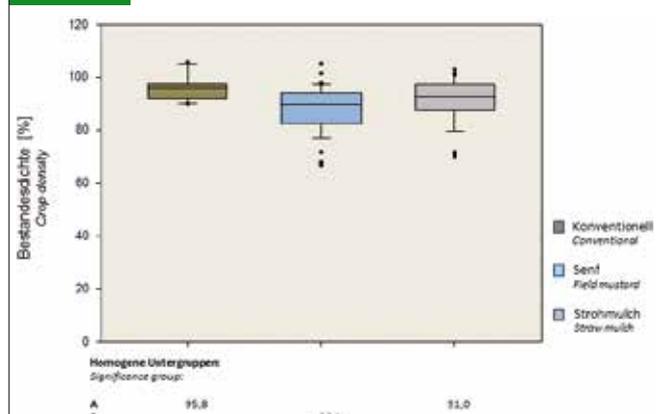
Ergebnisse und Diskussion

Bei der Bestandesentwicklung konnte beobachtet werden, dass die Rüben der Schlitzsaatvarianten langsamer aufliefen. Bestandeslücken schlossen sich teilweise sehr spät. In der Endbonitur wich jedoch nur die Senfmulchvariante mit 88,1 % signifikant ab. Eine hohe Bestandesdichte wurde im konventionellen Anbau mit 95,8 % und in der Strohmulchvariante mit 91,0 % erreicht (**Abbildung 2**).

Eine Erklärung für den etwas schlechteren Feldaufgang bei der Schlitzsaat ist sicherlich systembedingt: Der Boden kann aufgrund der einphasigen Bearbeitung vor der Saat nicht abtrocknen. Auch ist der Bodenschluss der Rübenpillen nicht immer gewährleistet, sodass der Keimvorgang erst durch Witterungseinflüsse gestartet wird.

Der Rüben ertrag wird aus der Anzahl und der Größe der Rüben ermittelt. Der Zusammenhang zwischen dem maximalen

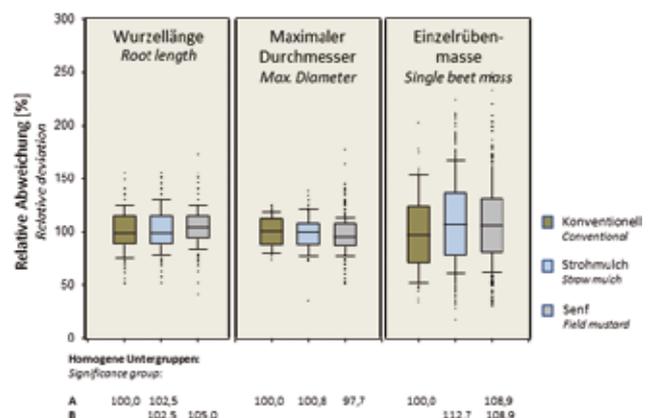
Abb. 2



Vergleich der relativen Bestandesdichten in den Jahren 2012 und 2013

Fig. 2: Comparison of crop density in 2012 and 2013

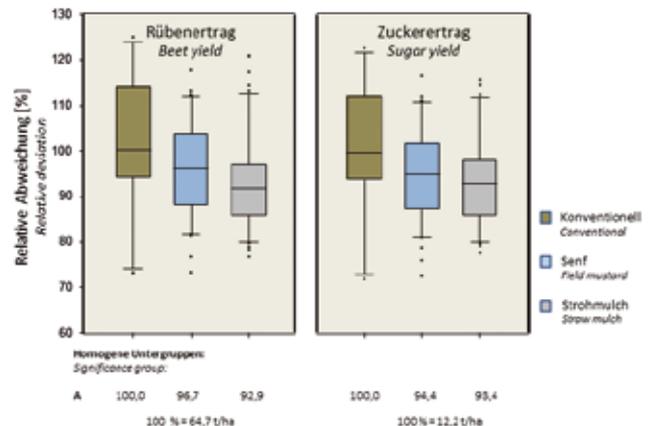
Abb. 3



Morphologische Unterschiede in den Anbausystemen, Versuchsjahre 2012 und 2013

Fig. 3: Morphological differences in cropping systems, year 2012 and 2013

Abb. 4



Relativer Rüben- und Zuckerertrag in den Jahren 2012 und 2013

Fig. 4: Relative beet yield and sugar yield, year 2012 and 2013

Durchmesser ($R^2 > 0,9$), der Wurzellänge ($R^2 > 0,1$) und der Einzelrübenmasse ist bekannt [7]. Bei den Schlitzsaatvarianten waren die Rüben nachweisbar länger, bei der Senf-Variante war das Ergebnis auch mit 5 % gegenüber der Kontrollvariante absicherbar. Bezüglich des maximalen Durchmessers ist der erwartete Zuwachs durch die Schlitzsaat nicht eingetreten. Der maximale Rübensdurchmesser war im Strohmulch größer und im Senf geringer als bei der Kontrollvariante. Die Einzelrübenmassen waren bei der Schlitzsaat höher als bei der Kontrollvariante (**Abbildung 3**), im Strohmulch mit über 12,7 % sogar signifikant. Eine Erklärung für die höhere Einzelrübenmasse ist sicherlich das Vermögen der Rüben, geringere Bestandesdichten durch ein stärkeres Einzelrübenwachstum zu kompensieren [8].

In **Abbildung 4** werden der Rübenmasse- und der Zuckerertrag für die drei Anbauvarianten dargestellt. Um eine Vergleichbarkeit der zweijährigen Versuche zu ermöglichen, wurden relative Erträge gebildet, wobei der Durchschnittswert der konventionellen Variante als Referenz jeweils mit 100 % (= Durchschnittsertrag von 64,7 t/ha) beziffert wurde. Die Erträge der Schlitzsaat auf Strohmulch waren um 3,3 % und die der Senf-Variante um 7,1 % niedriger. Aufgrund der großen Streuung zwischen den Wiederholungen konnten zwischen den Varianten jedoch keine statistisch absicherbaren Unterschiede festgestellt werden. Die Untersuchungen von Demmel [1] bestätigen, dass Anbauverfahren mit einer aufwendigeren Saatbettbereitung höhere Erträge liefern. Sowohl gleiche als auch höhere Zuckererträge wurden von Sander [5] in dreijährigen Anbauversuchen auf 5 Standorten mit einem einphasigen Schlitzsäverfahren festgestellt.

Der Zuckerertrag lag im konventionellen Anbau bei 12,2 t/ha, bei Schlitzsaat im Strohmulch um 5,6 % und im Senf um 6,4 % niedriger. Statistisch sind für diese Ergebnisse ebenfalls keine Unterschiede nachweisbar.

Fazit

Die Ergebnisse aus zwei Versuchsjahren zeigen, dass auch mit der geringeren Bearbeitungsintensität des Bonner Schlitzsäverfahrens vergleichbare Erträge erzielt werden können. Weitere Optimierungen und Einsätze auf anderen Standorten sind geplant und sollen die für den Praxiseinsatz notwendige Ertragsicherheit erreichen. Das einphasige Verfahren kann somit einen Beitrag zur Kosten- und Energieeinsparung leisten und auch unter Umweltaspekten eine gute Alternative sein.

Literatur

- [1] Demmel, M.; Kirchmeier, H.; Brandhuber, R. (2012): Streifenbodenbearbeitung – Strip Tillage für Reihenkulturen – Stand der Technik und eigene Untersuchungsergebnisse. VDI-Berichte LAND.Technik, Bd. 2173, S. 483–489
- [2] Hermann, W. (2011): Strip-Till als Verfahren zum Erosionsschutz und zur Wassereinsparung bei Raps, Zuckerrüben und Mais. RKL 6, S. 1436–1450
- [3] Licht, A.; Al-Kaisi, M. (2004): Strip-tillage effect on seedbed soil temperature and other soil physical properties. Soil & Tillage Research 80, pp. 233–249
- [4] Morris, N.; Miller, P.; Orson, J.; Froud-Williams, R. (2007): Soil disturbed using a strip tillage implement on a range of soil types and the effects on sugar beet Establishment. Soil Use and Management 23(4), pp. 428–436
- [5] Sander, G. (2014): Wo Strip-Till bisher funktioniert. dlz agrarmagazin. 2, S. 52–55
- [6] Heger, A. (2012): Streifensaats bei Zuckerrüben – Untersuchung ausgewählter Werkzeugkombinationen für die Bodenbearbeitung. Diplomarbeit am Institut für Landtechnik, Universität Bonn
- [7] Schmittmann, O. (2002): Teilflächenspezifische Ertragsmessung von Zuckerrüben unter besonderer Berücksichtigung der Einzelrübenmasse. Dissertation, VDI-MEG Schriftenreihe 401
- [8] Schmittmann, O.; Schmitz, S.; Kromer, K.-H. (2001): Heterogeneity and Site-Specific Yield-Monitoring of Sugar Beets. Vortrag auf dem I.I.R.B.-Meeting Plant and Soil & Agricultural Engineering, 12.–13.9.2001, Lüttewitz, Germany

Autoren

Prof. Peter Schulze Lammers leitet am Institut für Landtechnik der Universität Bonn die Abteilung Systemtechnik in der Pflanzenproduktion, **Dr. Oliver Schmittmann** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am selben Institut, Nußallee 5, 53115 Bonn, E-Mail: lammers@uni-bonn.de