

Bearbeitungseffekt und Leistungsbedarf von Kreiseleggen mit unterschiedlichen Kreiselgeometrien

Kreiseleggen mit 3 m Arbeitsbreite besitzen zehn, zwölf oder 14 Zinkenträger. Untersuchungen über Unterschiede hinsichtlich Krümelung und Leistungsbedarf sind derzeit nicht bekannt und wurden deshalb im Rahmen eines Feldversuches durchgeführt. Es zeigte sich, dass der Drehleistungsbedarf bei gleicher Kreiseldrehzahl mit abnehmender Kreisellanzahl zunimmt. Bei der Zerkleinerungswirkung, ausgedrückt durch den „Gewogenen Mittleren Aggregatdurchmesser“, konnten hingegen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Dipl.-Ing. (FH) Hans Kirchmeier und Dipl.-Ing. (FH) Rupert Geischeder sind Mitarbeiter des Arbeitsbereichs „Verfahrenstechnik im Pflanzenbau“ des Institutes für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik (ILT) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Vöttinger Straße 36, 85354 Freising-Weißenstephan; e-mail: hans.kirchmeier@LfL.bayern.de
Dr. Markus Demmel ist Koordinator des Arbeitsbereiches Verfahrenstechnik im Pflanzenbau

Schlüsselwörter

Bodenbearbeitung, Kreiselegge, Drehleistung, Krümelung

Keywords

Tillage, rotary harrow, pto - power, crumb formation

Die kompakte Bauweise von Kreiseleggen ermöglicht neben dem Soloeinsatz eine Kombination mit Drill- und Einzelkornsätechnik. Für die kombinierte Bestellung dominieren deshalb Maschinenkombinationen aus Kreiselegge, Packerwalze und Aufbausämaschine [2]. Auf Grund der für die meisten Verhältnisse ausreichenden Flächenleistung und des problemlosen Straßentransportes beträgt die vorwiegend gewählte Arbeitsbreite 3 m. In dieser Arbeitsbreite werden Kreiseleggen mit zehn, zwölf und 14 Werkzeugträgern (Kreisel) angeboten. Wie bei allen Bodenbearbeitungsmaßnahmen ist auch beim Kreiseleggeneinsatz neben der Erfüllung der pflanzenbaulichen Anforderungen die Effektivität der Leistungsumsetzung von großer Bedeutung. Ziel der Untersuchung war es deshalb, die Auswirkungen der unterschiedlichen Kreiseleggenbauarten (zehn, zwölf und 14 Zinkenträger bei 3 m AB) auf die Krümelung und den Leistungsbedarf (Zapfwellenleistung) festzustellen.

Hierzu wurden im Frühjahr 2004 drei Kreiseleggen mit zehn, zwölf und 14 Zinkenträgern (Kreiseldurchmesser 33 cm, 25 cm und 22,5 cm) und ansonsten annähernd identischer Ausstattung auf einem frisch gepflügten Acker (sandiger Lehm) zur Saatbettbereitung eingesetzt (Arbeitstiefe

10 cm, Arbeitsgeschwindigkeit 7,5 km/h). Jede Kreiselegge kam mit zwei unterschiedlichen Drehzahlen und jeweils mit und ohne Krümelschiene zum Einsatz. Alle vier Varianten wurde fünfmal wiederholt. Die Messstrecke (Parzelle) einer jeden Wiederholung hatte eine Länge von 40 m. Das Antriebsmoment und die Drehzahl wurden über eine Strecke von 30 m mit einer Drehmomentmessnabe ermittelt und zu Leistungswerten verrechnet. Für die Bestimmung der Krümelung wurden je Wiederholung fünf Bodenproben (25 pro Variante) aus dem Bearbeitungshorizont (0 bis 8 cm) genommen und deren Aggregatgrößenverteilung nach Lufttrocknung über Siebanalyse bestimmt. Als Maßstab für die Krümelung wurde der „Gewogene Mittlere Aggregatdurchmesser“ (GMD) verwendet [1, 3].

$$GMD = \frac{\sum(n_i \cdot d_i)}{\sum n_i} \quad [g \cdot mm/g]$$

n_i = Gewicht der Aggregatgrößenklasse i
 d_i = Klassenmitte der Aggregatgrößenklasse i

(verwendete Siebgrößen: 40 - 20 - 10 - 5 - 2,5 - 1,25 mm)

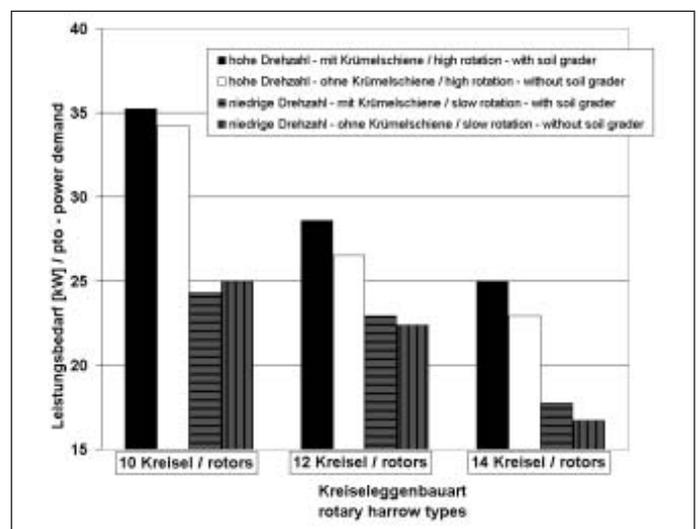
Ergebnisse

Drehleistungsbedarf

Die mit 400 Hz aufgezeichneten und aus Drehmomentmessung und Drehzahl errech-

Bild 1: Leistungsbedarf untersuchter Kreiseleggenbauarten bei unterschiedlichen Einstellungen

Fig. 1: Pto - power requirements of investigated rotary harrow types with different adjustments



neten Leistungswerte wurden zu einem Mittelwert je Variante verrechnet. Aus etwa 6000 Einzelmesswerten jeder Messung (30 m Messstrecke) wurden also der Mittelwert und ein Gesamtmittelwert aller fünf Wiederholungen gebildet. Diese Werte sind für die vier Varianten und drei untersuchten Kreiselleggen in *Bild 1* dargestellt. Der ermittelte Leistungsbedarf lag mit 17 bis 35 kW niedrig, was auf die sehr günstige Bodenstruktur im Frühjahr 2004 zurückzuführen ist. Aus der Darstellung wird ersichtlich, dass mit zunehmender Kreisellanzahl die Drehleistung abnimmt. Diese Abnahme ist auf die geringeren Werkzeuggeschwindigkeiten durch die kleineren Kreisdurchmesser bei den Varianten mit zwölf oder 14 Kreiseln zurückzuführen (Die Summe der Werkzeugwege je Umdrehung aller Kreisel ist bei allen drei Bauformen annähernd gleich!). Bei den Varianten mit reduzierter Kreiseldrehzahl vermindert sich der Kraftbedarf bei allen Kreiselleggen etwa im selben Verhältnis wie sich die Zinkengeschwindigkeit verringert. Die Regressionsanalyse bestätigt eine lineare Abhängigkeit des Leistungsbedarfs von der Werkzeuggeschwindigkeit ($r^2 = 0,95$).

Krümelerung

Aus den GMD der 300 Einzelproben wurden für die fünf Proben jeder einzelnen Wiederholung mittlere GMD berechnet. Dabei zeigte sich, dass die Mittelwerte innerhalb einer Variante (identische Kreiselegge, gleiche Einstellung) trotz des sehr homogenen Bodens (Feuchte, Bodenart) unterschiedlich stark streuen. Ersichtlich wird dies an den relativ hohen Standardabweichungen (*Tab. 1*). Zusammen mit den nur gering streuenden Gewogenen Mittleren Aggregatdurchmessern der Versuchsvarianten (Mittelwerte zwischen 7,81 und 11,35 mm) führen die

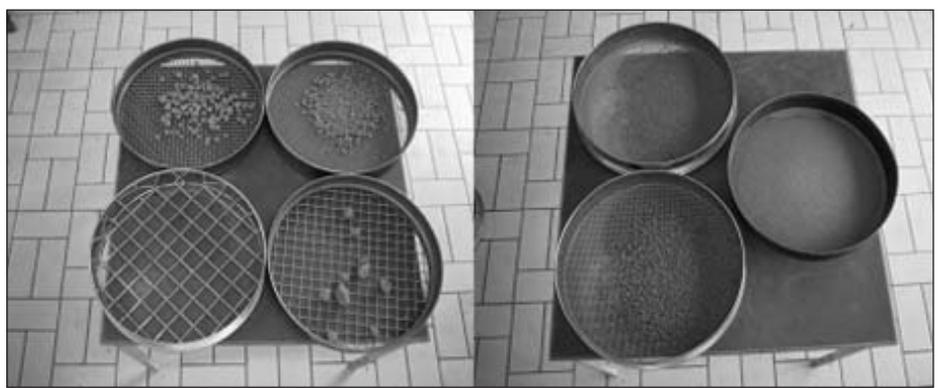


Bild 2: Aggregatgrößenverteilung auf den Sieben 40/20/10/5/2,5/1,25 und <1,25mm

Fig. 2: Distribution of aggregate sizes on the sieves 40/20/10/5/2,5/1.25 and <1.25mm

Standardabweichungen von 1,97 bis 3,30 mm dazu, dass Unterschiede beim GMD weder zwischen den Varianten noch zwischen den untersuchten Kreiseleggen statistisch abgesichert werden konnten. Entsprechend gering war die bei der Regressionsanalyse festzustellende Beziehung zwischen Werkzeuggeschwindigkeit und Krümelerung ($r^2 = 0,20$). Tendenzen sind dennoch zu erkennen. Bei den Varianten mit den höheren Kreiseldrehzahlen weisen alle Kreiseleggen einen etwas kleineren GMD, also eine stärkere Krümelerung auf als bei der niedrigen Drehzahl. Der erreichte GMD liegt selbst in den Varianten mit niedriger Kreiseldrehzahl im Bereich des für eine Raps- oder Zuckerrübensaat angestrebten Optimums von 8 bis 12 mm.

Ausblick

An die Bestellung werden hohe Ansprüche gestellt. Diese resultieren aus den Kultur- und Umweltansprüchen der Pflanzen und den ökonomischen Zwängen zur Aufwand- und Kostenreduzierung. Es gilt ein Optimum zwischen den Kulturansprüchen (optimales Saatbett), den zunehmenden Umweltforderungen (Erosionsschutz) und der Ökonomie (pfluglos, wenig Überfahrten) zu

finden. Beim Kreiseleggeneinsatz muss deshalb verstärkte Aufmerksamkeit auf die aus Werkzeuganzahl, Werkzeuggeschwindigkeit und Vorfahrtgeschwindigkeit resultierende Zerkleinerungseffektivität gelegt werden, um den Ansprüchen an ein optimales Saatbett und einen wirtschaftlichen Maschineneinsatz gerecht zu werden.

Die vorgestellten Untersuchungen haben gezeigt, dass in der Praxis übliche oder leicht reduzierte Kreiseldrehzahlen trotz unterschiedlicher Werkzeuggeschwindigkeiten (hervorgerufen durch verschiedene Kreisdurchmesser) bei der Bestellung nach Frühjahrspflugfurche auf mittleren Böden zu annähernd identischen, sehr hohen Zerkleinerungseffekten führen. Trotz nahezu gleicher Krümelerung wurden erhöhte Leistungsbedarfswerte bei den mit größeren Kreisdurchmessern verbundenen höheren Werkzeuggeschwindigkeiten festgestellt.

Es stellt sich deshalb die Frage, ob es nicht notwendig ist, bei günstigen Bodenverhältnissen die Kreiseldrehzahl / Werkzeuggeschwindigkeit weiter als bisher üblich zu senken, um einen optimierten Einsatz von Kreiseleggen zu gewährleisten.

Darüber hinaus ist von Interesse, ob sich die festgestellten Ergebnisse auch bei der Herbstbestellung auf schweren, schwieriger zu bearbeitenden Böden beobachten lassen oder ob dort die höhere Werkzeuggeschwindigkeit der Kreisel mit größeren Durchmessern eine signifikant bessere Krümelerung bewirkt.

| Varianten / variants | Kreisel je 3 m AB / number or rotors 3 m working width | Kreiseldrehzahl [U/min] / rotor rpm | mittlerer GMD / middle aggregate diameter [mm] | Stabwv GMD / standard deviation [mm] |
|--|--|-------------------------------------|--|--------------------------------------|
| niedrige Drehzahl mit Krümelschiene / slow rotation with soil grader | 10 | 305 | 9,72 | 1,97 |
| | 12 | 328 | 10,84 | 2,89 |
| | 14 | 295 | 11,26 | 2,84 |
| niedrige Drehzahl ohne Krümelschiene / slow rotation without soil grader | 10 | 305 | 11,35 | 3,30 |
| | 12 | 328 | 10,87 | 2,69 |
| | 14 | 295 | 11,02 | 2,48 |
| hohe Drehzahl ohne Krümelschiene / high rotation without soil grader | 10 | 367 | 9,26 | 2,63 |
| | 12 | 364 | 10,13 | 2,97 |
| | 14 | 364 | 8,17 | 2,61 |
| hohe Drehzahl mit Krümelschiene / high rotation with soil grader | 10 | 367 | 7,81 | 2,22 |
| | 12 | 364 | 9,12 | 3,05 |
| | 14 | 364 | 8,90 | 2,92 |

Tab. 1: Gewogener Mittlerer Aggregatdurchmesser (GMD) der einzelnen Varianten und Kreiseleggen

Table 1: Weighted average aggregate diameter (GMD) of the variants and the rotary harrows

Literatur

- Bücher sind mit • gezeichnet
- [1] Auernhammer, H.: Vorlesungsunterlagen Verfahrenstechnik im Pflanzenbau. 6. Saatverfahren, 2003/2004, S. 3 - 12
 - [2] • Köller, K.: Jahrbuch Agrartechnik. 4. Bodenbearbeitungstechnik. Band 15, VDMA Landtechnik, LV Münster-Hiltrup, 2003, S. 91 - 96
 - [3] • Schönhammer, J.: Der Arbeitseffekt zapfwellengetriebener Bodenbearbeitungsgeräte. Dissertation, Institut für Landtechnik, Technische Universität München, 1982, S. 38