

Falsche Einstellung und ihre Konsequenzen bei der Kurzscheibenegge

Ein Praxisversuch der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen in Zusammenarbeit mit der Firma Lemken

Sebastian Scheit, Absolvent der HfWU Nürtingen-Geislingen



Versuchsfahrt mit falsch eingestellter Kurzscheibenegge: Vordere Scheibenreihe arbeitet ca. 7 cm tiefer als die hintere (Variante A)

Der Trend bei der Bodenbearbeitung geht schon seit Jahren immer mehr zur Kurzscheibenegge. Die Vorteile liegen auf der Hand. Hohe Flächenleistung bei geringerem Kraftstoffverbrauch als beim Grubber. Dem entsprechend haben in den vergangenen Jahren immer mehr Hersteller die Kurzscheibenegge in ihr Programm aufgenommen. Vielerorts

ersetzt die Kurzscheibenegge Grubber und Pflug. Doch bei der Kurzscheibenegge müssen, ähnlich wie beim Pflug, einige Dinge bei der Einstellung beachtet werden. Ansonsten ist die Arbeitsqualität nicht optimal und der Vorteil des geringeren Kraftstoffverbrauchs ist schnell dahin. Doch welche Konsequenzen kann eine falsch eingestellte Kurzscheibenegge mit sich bringen? Um diese Fragen näher zu untersuchen, wurden am Institut für Technik der HfWU Nürtingen-Geislingen, unter der Leitung von Prof. Dr. Hermann Knechtges, umfassende Untersuchungen durchgeführt. Die Firma Lemken als ausgewiesener Bodenbearbeitungsspezialist unterstützte die Untersuchungen mit einer Kurzscheibenegge Lemken Rubin. Dabei wurden mit Hilfe eines 6-Komponenten-Kraftmessrahmens die auftretenden Kräfte bei normaler und falscher Einstellung gemessen. Des Weiteren wurde der Kraftstoffverbrauch ermittelt. Mit Hilfe eines neu konstruierten Laserprofilmessgeräts konnten die Bodenprofile zusätzlich verglichen werden. Als Zugmaschine stand ein Fendt 820 Vario Greentec zur Verfügung.

Der Versuch wurde am Standort Felldorf, Lkrs. Tübingen in Baden Württemberg, als Streifenanlage mit drei Wiederholungen durchgeführt. Insgesamt wurden 4 Varianten ausgewählt, die ein breites Spektrum an falschen Einstellungen abdeckten. Auf der Versuchsfläche wurde zwei Wochen zuvor eine flache Stoppelbearbeitung mit einem Grubber durchgeführt. Die Nachlaufwalze wurde bei diesen Varianten am Lochraster so eingestellt, dass die größte Arbeitstiefe gewährleistet war. Die Einstellung der Neigung erfolgte mittels Oberlenker zwischen dem Kraftmessrahmen und der Kurzscheibenegge.

Die gewählten Einstellungen wurden bewusst so extrem gewählt, um klare Tendenzen zeigen zu können. Sicherlich wird die Kurzscheibenegge in der Praxis nicht derart falsch eingestellt. Allerdings können die einzelnen Einstellungen bei stark wechselnden Bedingungen oder unebenen Flächen durchaus zeitweise auftreten!

Arbeitstiefe

Die Arbeitstiefen der jeweiligen Variante wurden mit dem Laserprofilmessgerät ermittelt (Tabelle 1). Sie liegen im üblichen Rahmen der Bearbeitung. Doch der Traktor war unter den Umständen kaum zu fahren. Aufgrund der falschen Einstellung wurde der Traktor hinten, je nach Einstellung stark nach rechts oder links gezogen. Daher wurde bei den falschen Varianten zusätzlich der Schräglaufwinkel mit betrachtet und dokumentiert.

Tabelle 1 Arbeitstiefe und Schräglaufwinkel der Scheibenegge bei vier bewusst falsch eingestellten Varianten

Variante	A: Vordere Scheibenreihe arbeitet 7 cm tiefer als hintere	B: Vordere Scheibenreihe arbeitet 3 cm tiefer als hintere	C: Hintere Scheibenreihe arbeitet 7 cm tiefer als vordere	D: Hintere Scheibenreihe arbeitet 3 cm tiefer als vordere
Mittlere Arbeitstiefe [cm]	10,5	9,7	5,7	7,5
Mittlerer Schräglaufwinkel [°]	3,1	1,8	-2,5	-0,85

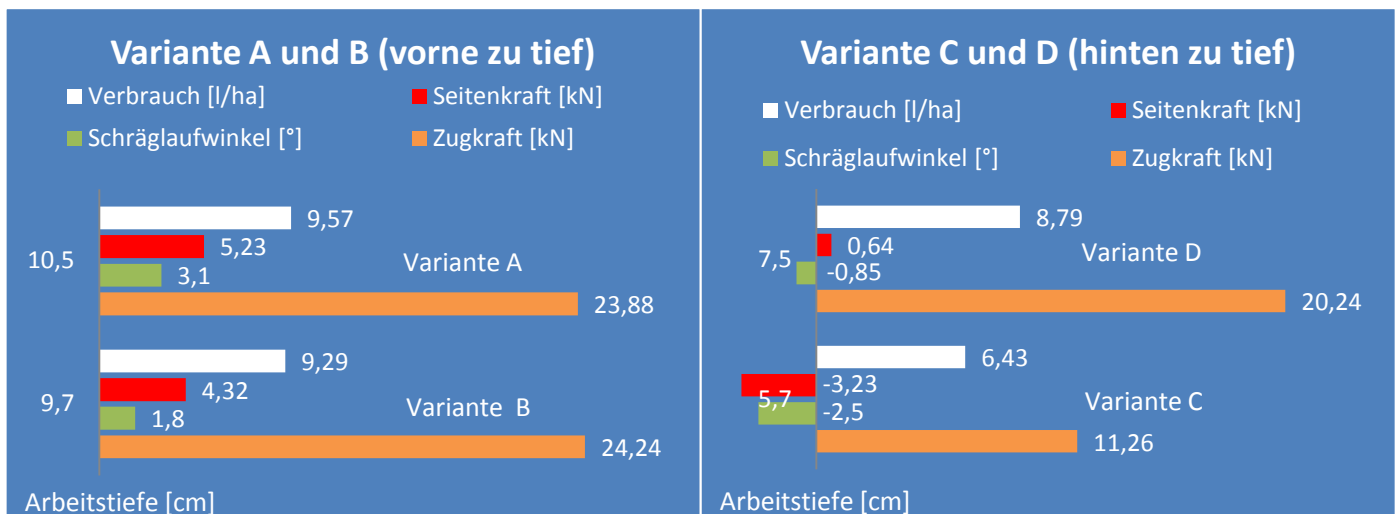
Ein positiver Schräglaufwinkel bedeutet, wie im nebenstehenden Bild zu sehen, dass der Traktor mit der Hinterachse spurversetzt nach rechts fährt. D.h. der Traktor wird nach rechts gezogen. Bei einem negativen Schräglaufwinkel verhält es sich genau umgekehrt. Der Traktor wird mit der Kurzscheibenegge nach links gezogen. Bei Variante A und B arbeitet die vordere Scheibenreihe 7 bzw. 3 cm tiefer. Der Schräglaufwinkel wurde jeweils mit 3,1° und 1,8° berechnet. Folglich wird der Traktor bei der Variante, bei der die vordere Scheibenreihe tiefer arbeitet stärker nach rechts gezogen. Bei den Varianten C und D verhält es sich genau umgekehrt. Der Traktor wird bei tiefer laufender hinterer Scheibenreihe stärker nach links gezogen.



Verdeutlichung des Schräglaufs bei falsch eingestellter Kurzscheibenegge: Vordere Scheibenreihe arbeitet ca. 7 cm tiefer als die hintere (Variante A). **Fotos: Scheit**

Kräfte bei richtiger und falscher Einstellung

Um die weiteren Ergebnisse besser interpretieren zu können und um deutlich zu machen, wo Unterschiede zu einer „normalen“ Einstellung sind, werden die weiteren Daten im Vergleich mit Varianten ähnlicher Arbeitstiefen dargestellt.



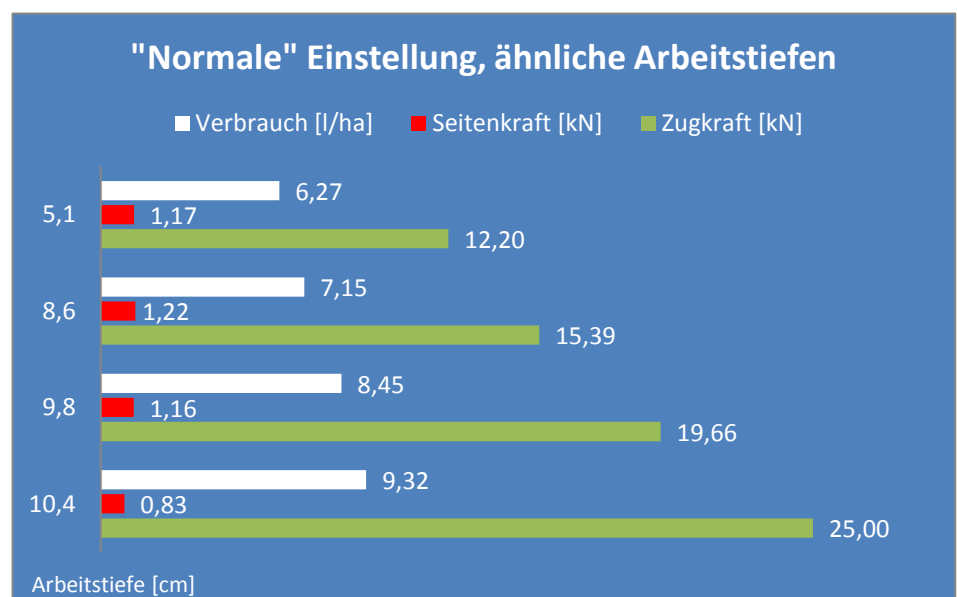
Im Vergleich der vier Varianten stehen die unterschiedlichen Schräglaufwinkel und Seitenkräfte heraus

In der linken Grafik sind der Verbrauch, die Seitenkraft, die Zugkraft und der Schräglaufwinkel der Varianten A und B dargestellt. Bei diesen Varianten wurde die vordere Scheibenreihe ca. 7cm tiefer (Variante A) und ca. 3 cm tiefer (Variante B) eingestellt, als die hintere Scheibenreihe.

Dagegen sind in der rechten Grafik die Varianten C und D dargestellt, wo die Kurzscheibenegge so eingestellt war, dass die hintere Scheibenreihe 7 cm tiefer (Variante C) und 3 cm tiefer (Variante D) arbeitete.

Werden beide Darstellungen miteinander verglichen sind selbstverständlich Unterschiede im Verlauf der Kräfte und im Verbrauch erkennbar. Es kann aber schon jetzt festgestellt werden, dass die Einstellungen mit tieferer vorderer Scheibenreihe deutlich mehr an Kraftstoff pro Hektar benötigen, als die Varianten C und D.

Erst im direkten Vergleich mit „normalen“ Einstellungen wird deutlich, welche Auswirkungen eine falsche Einstellung der Kurzscheibenegge mit sich bringt. Aus diesem Grund wurde in der nebenstehenden Grafik vier Varianten mit ähnlicher Arbeitstiefe dargestellt. Hierbei handelt es sich um die Einstellungen am selben Standort unter gleichen Rahmenbedingungen. Werden die drei Grafiken und Daten nun miteinander verglichen, ist gut zu erkennen, dass der



Bei richtiger Einstellung ist der Kraftstoffverbrauch und die Seitenkraft geringer. Der Zugkraftbedarf ist dagegen höher, was daran liegt, dass die Scheiben mehr Bodengriff haben

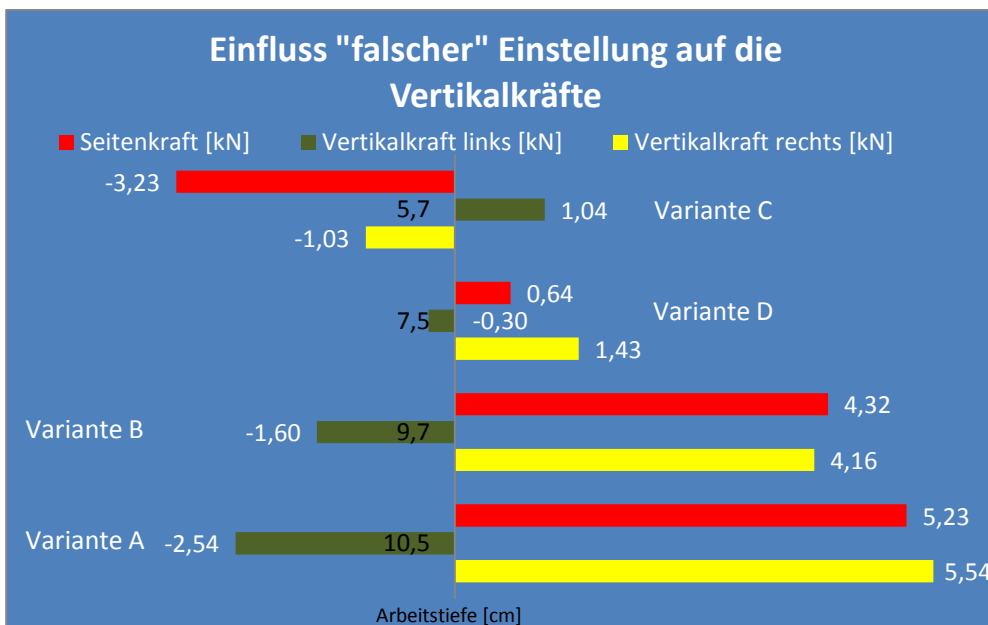
Kraftstoffverbrauch pro Flächeneinheit bei den „normalen“ Varianten immer unter dem Verbrauch der „falschen“ Einstellungen lag. Demnach bedeutet eine falsche Einstellung des Geräts einen Mehrverbrauch an Kraftstoff pro Flächeneinheit.

Während die Seitenkräfte bei den „falschen“ Varianten stark variierten, blieben diese bei den „normalen“ Einstellungen nahezu auf einem gleichen Niveau um 1 kN nach rechts. Dabei ist es durchaus möglich, dass auch bei diesen Varianten ein Schräglaufwinkel messbar gewesen wäre. Dieser wurde allerdings bei diesen Varianten nicht ermittelt. Tendenziell bewegte sich die Seitenkraft aber auf einem kleineren Niveau als bei den „falschen Einstellungen“, was einer geringeren Belastung der Mechanik des Traktors und der Kurzscheibenegge gleichkommt.

Bei Betrachtung der Zugkräfte ist ersichtlich, dass eine richtige Einstellung der Kurzscheibenegge nicht gleichbedeutend mit einer geringeren Zugkraft ist. So konnten bei Variante C und D geringere Zugkräfte ermittelt werden, als bei den „normalen“, vergleichbaren Varianten.

Bei diesen beiden Varianten ist jeweils eine Scheibenreihe ca. 7 cm tiefer eingestellt. Daher ist davon auszugehen, dass die zweite Scheibenreihe, aufgrund der gemessenen Arbeitstiefen, kaum in Kontakt mit dem Boden kam. Der Widerstand der flach arbeitenden Scheibenreihe ist als sehr gering einzustufen, was dazu führt, dass der Zugkraftbedarf insgesamt geringer ist als bei einer Einstellung, bei der beide Scheibenreihen gleich tief im Eingriff sind. Daher sind bei vergleichbaren Arbeitstiefen der „normalen“ Varianten die Zugkräfte im direkten Vergleich höher.

Neben der Seiten- und Zugkraft waren auch bei den Vertikalkräften Unterschiede zwischen den Varianten erkennbar. Die Vertikalkräfte links und rechts wurden in den folgenden Grafik dargestellt. Die Seitenkraft dient hierbei der besseren Einordnung und Orientierung. Es sind die Varianten A, B, C und D gemeinsam dargestellt. Die y-Achse stellt die Arbeitstiefe in cm dar.



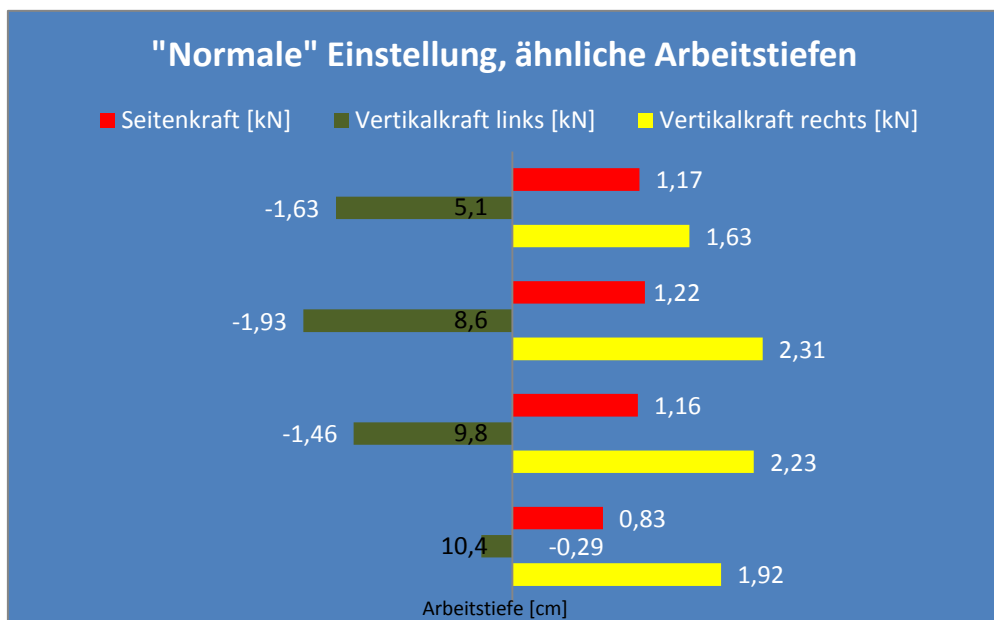
Bei Variante C, hinten 7 cm tiefer, waren die Vertikalkräfte links und rechts gleich groß, nur in gegensätzliche Richtung, was bedeutet, dass die Kurzscheibenegge links aus der Erde gedrückt wurde und rechts in die Erde gezogen wurde. Bei den weiteren drei Varianten verhielt es sich genau verkehrt herum. Die Kurzscheibenegge wurde rechts aus der Erde gezogen und links hineingedrückt. Bei Variante D, hinten 3 cm tiefer, waren die Vertikal-

Abbildung 6 Einfluss auf die Vertikalkräfte bei "falscher" Einstellung

kräfte relativ gering ausgeprägt. Dagegen stiegen die Vertikalkräfte bei den Varianten A und B sehr deutlich an. Auch bei den „normalen“ Einstellungen traten Vertikalkräfte auf. Dargestellt sind diese in der folgenden Grafik.

Im Vergleich ist ablesbar, dass die Vertikalkräfte mit steigender Arbeitstiefe zunächst ansteigen und im weiteren Verlauf weiter abnehmen. Gerade bei einer Arbeitstiefe von im Mittel 10,4 cm bewegt sich die Vertikalkraft links auf einem sehr geringen Niveau.

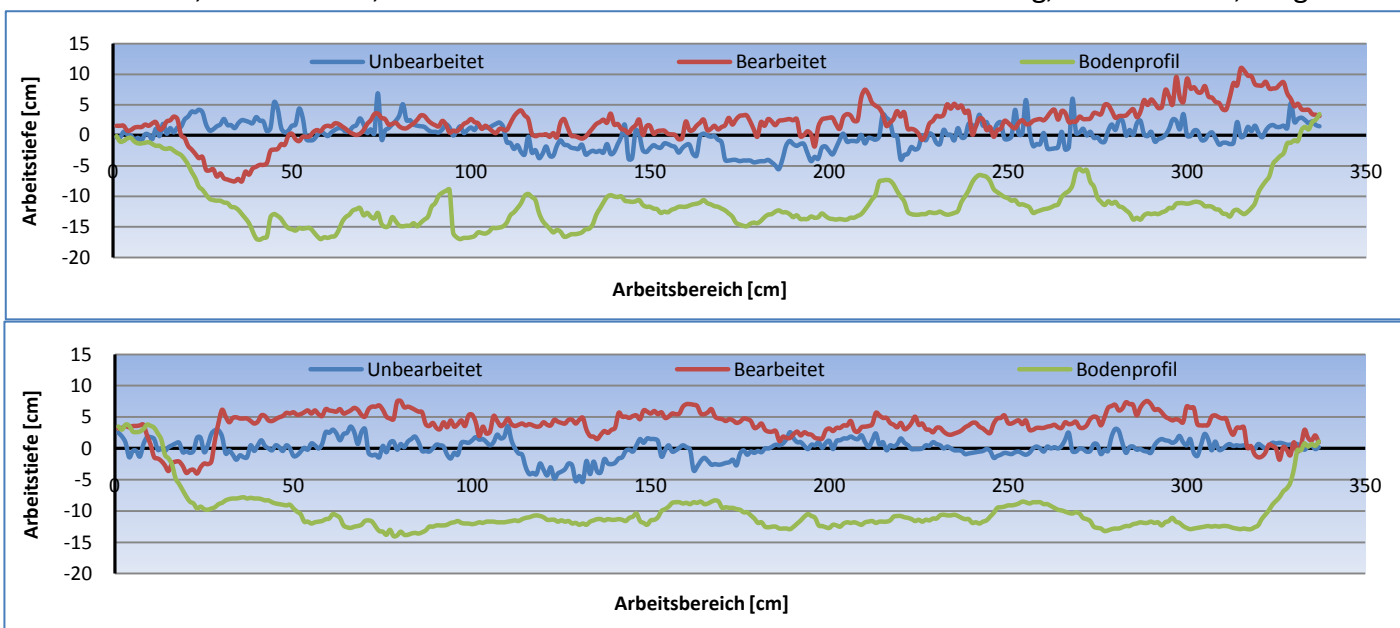
Der Vergleich der „falschen“ mit den „normalen“ Einstellungen zeigt, dass die Vertikalkräfte links bei den „normalen“ Einstellungen geringer waren, als bei den „falschen“ Varianten. Ebenso die Vertikalkraft rechts.



Seitenkräfte und Vertikalkräfte traten auch bei augenscheinlich richtiger Einstellung auf. Allerdings nicht mit den Schwankungen

Bodenprofile im Vergleich

Zusätzlich zu den Kräften und dem Verbrauch wurden die Bodenprofile näher untersucht. Aufgrund der unterschiedlichen Ergebnisse bei den Arbeitstiefen und Kräfte konnte davon ausgegangen werden, dass sich beim Arbeitsbild deutliche Unterschiede zeigen. In den folgenden Grafiken sind sowohl ein Arbeitsbild der Variante A, obere Grafik, als auch ein Arbeitsbild einer normalen Einstellung, untere Grafik, dargestellt.



Der Unterschied in der Arbeitsqualität einer falschen Einstellung, oben, und einer richtigen Einstellung, unten ist deutlich am Verlauf des Bodenprofils (grün) zu sehen.

Bei Variante A konnte eine mittlere Arbeitstiefe von 12,4 cm ermittelt werden. Eine Arbeitstiefe von 11,2 cm wurde bei der normalen Variante gemessen.

Werden die beiden Abbildungen bezüglich des Verlaufs der grünen Kurve miteinander verglichen, ist deutlich zu sehen, dass das Bodenprofil der Variante A gut erkennbare Erhebungen aufweist, welche im nebenstehenden Bild auch augenscheinlich sichtbar waren. Dadurch erscheint das Profil sehr viel unebener als bei richtiger Einstellung. Diese Erhebungen sind bei den Varianten C und D noch deutlicher ausgeprägt. Zwar sind solche Erhebungen auch bei normalen Einstellungen vorzufinden, jedoch nicht in dieser ausgeprägten Größe und Anzahl. Diese Erhebungen haben teilweise eine Höhe von 6 cm. Der Boden wird bei Variante A zwar tief bearbeitet, jedoch nur partiell. Eine gleichmäßige Stroheinmischung kann dadurch nicht gewährleistet werden, wodurch die eigentliche Aufgabe der Kurzscheibenegge nicht zur vollsten Zufriedenheit umgesetzt werden kann. Des Weiteren stellt diese massive Zerklüftung des Bodenprofils einen großen optischen Mangel dar. Bei Betrachtung des Verlaufs der roten Kurve sind bei beiden Abbildungen zu Beginn des Arbeitsbereichs auf der linken Seite deutliche Gräben zu erkennen. Dieser Graben ist bei Variante A in seiner Tiefe und Breite stärker ausgeprägt als bei normalen Einstellung und stellt ebenfalls einen optischen Mangel dar. Im Gegensatz zum oben erwähnten Bodenprofil ist dieser Mangel sichtbar, wodurch er in der Praxis weitaus stärker wahrgenommen und als störend empfunden wird. Um hier Abhilfe zu schaffen sollte die linke Randscheibe flacher eingestellt werden. Allerdings kann dann die Arbeitstiefe nicht eingehalten werden.



Ein stark zerklüfteter Bearbeitungshorizont ist die Folge einer falschen Einstellung der Kurzscheibenegge

Fazit

Die Untersuchungen bezüglich der Auswirkungen einer Fehleinstellung zeigten ganz deutlich, dass die Kurzscheibenegge sehr empfindlich auf kleinste Veränderungen reagiert. Gerade bei stark wechselnden Bedingungen. Sehr unebene Bedingungen können dabei schon ausreichen. In dem Moment treten Seitenkräfte auf, die das Fahren kaum noch beherrschbar machen. Diese Seitenkräfte haben einen enormen Einfluss auf das Fahrverhalten. So ist es nur mit ständiger Kontrolle möglich die Spur zu halten, was letztlich eine ständige Konzentration des Fahrers verlangt. Hier kommt dem Fahrer zu Gute, dass die Kurzscheibenegge durch ihr relativ hohes Eigengewicht für eine gewisse Trägheit sorgt. Dadurch bleibt die Kurzscheibenegge relativ ruhig im Boden. Einen enormen Einfluss hat aber auch die Zugmaschinen vor der Scheibenegge. Ein leichter Traktor lässt sich deutlich schneller wegdrücken, als ein schwerer.

Ist die Kurzscheibenegge dagegen aufgesattelt, wird das Auftreten von Seitenkräften sofort sichtbar. Die Maschine driftet seitlich ab, ähnlich dem Fahren am Hang. Dadurch wird natürlich auch der Einsatz von Lenksystemen zur Herausforderung. Hier ist ja ein entscheidender Vorteil, dass die ganze Arbeitsbreite der

Maschine ausgenutzt werden kann. Aufgrund dessen, dass die Maschine ständig seitlich arbeitet, muss von vornherein mehr Überlappung zugegeben werden.

Was allerdings im Zusammenhang mit dem Auftreten der Seitenkräfte bei angehängten Maschinen problematisch zu sehen ist, ist die Belastung der Mechanik, also der Koppelpunkte am Traktor. Diese Kräfte sind nicht zu unterschätzen und verursachen langfristig Reparaturkosten aufgrund der zusätzlichen Belastungen, die so nicht kalkulierbar sind. Um diesen zusätzlichen Verschleiß zu reduzieren, sollte die Kurzscheibenegge im Feld mit pendelnden Unterlenkern gefahren werden. Dadurch kann sehr schnell erkannt werden, in welche Richtung die Maschine Seitenzug verursacht. Mit Hilfe eines hydraulischen Oberlenkers kann dann die Tiefe der einzelnen Scheibenreihen entsprechend angepasst werden. Der Oberlenker sollte in jedem Fall parallel zur Fahrtrichtung des Traktors verlaufen. Dann sind keine Seitenkräfte zu erwarten. Das heißt allerdings für den Fahrer, dass er, je nach Bedingung, ständig nachregeln muss.

Die Einstellung sollte keineswegs wie beim Grubber erfolgen, indem der Rahmen parallel zum Untergrund eingestellt wird! Gerade dann treten Seitenkräfte auf. Nur mit dem Spielen der Arbeitshöhe von vorderer und hinterer Scheibenreihe kann ein gutes Ergebnis erzielt werden. Sicherlich wird es dann geringe Unterschiede geben, was die Arbeitstiefe der vorderen zur hinteren Scheibenreihe angeht. Diese sind aber zu vernachlässigen. Bei richtiger Einstellung der Kurzscheibenegge ist zudem eine gute Arbeitsqualität und ein angemessener Kraftstoffverbrauch zu erwarten. Aufgrund der relativ ähnlichen Bauweise aller Hersteller ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse der Untersuchungen auch auf andere Kurzscheibeneggen übertragbar sind.