

Werkzeugkombinationen für das Grubbern beim Stoppelumbruch

Dr. agr. O. Bosse, KDT/Dr. sc. techn. W.-D. Kalk, KDT
Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

A	ha/h	Flächenleistung
b	m	Arbeitsbreite
F	kN	Gesamtzugkraft
f	kN/m	auf die Arbeitsbreite bezogene Zugkraft
P	kW	Traktorleistung
P _M	kW	Motorleistung
P _Z	kW	Zugleistung
v	km/h, m/s	Fahrgeschwindigkeit
η		Wirkungsgrad

Problemstellung

Eine wichtige Voraussetzung der strukturschonenden Bewirtschaftung des Bodens innerhalb der Fruchtfolge ist, daß alle abgeernteten, nicht für die Stoppelfruchtbestellung vorgesehenen Getreideflächen so schnell wie möglich umgebrochen werden und damit eine feinkrümelige, mit Stoppelresten durchsetzte Oberfläche erhalten, die Niederschläge optimal aufnimmt, das Umsetzen der Stoppel- und Pflanzenreste fördert, günstige Bedingungen für das Auflaufen von Ausfallgetreide schafft und einen Schutz gegen Erosion gewährleistet. Diese Ziele und die gleichzeitig notwendige unkrautbekämpfende Wirkung lassen sich in den Pflanzenproduktionsbetrieben nur realisieren, wenn Geräte mit hoher Flächenleistung zur Verfügung stehen, die den Boden beim Stoppelumbruch ausreichend lockern, krümeln und einebnen sowie Wurzelunkräuter, besonders Quecken, abschneiden und/oder herausreißen, ohne sie zu zerkleinern.

Mit Scharshälplügen wird der Boden vollständig abgetrennt und eine gute Bekämpfung von Wurzelunkräutern erreicht. Das Krümeln und Einebnen des Bodens kann jedoch auch bei Kombination mit Nachbearbeitungsgeräten nicht unter allen Bedingungen befriedigen. Nach dem Schälén ist das Auflaufen von Samenunkräutern und Ausfallgetreide besonders auf Lehm- und Tonböden, die in zu feuchtem oder zu trockenem Zustand bearbeitet worden sind, unzureichend. Scheibengeräte trennen die oberste Bodenschicht und Wurzelunkräuter nicht vollständig ab, zerschneiden die Queckenrhizome und verschmieren feuchten Boden an der Bearbeitungsgrenze. Sie sollten deshalb nur auf wurzelunkrautfreien Flächen, die bald nach dem Stoppelumbruch eine Grundbodenbearbeitung erhalten, eingesetzt werden.

Aus den folgenden Untersuchungsergebnissen wird deutlich, daß es vorteilhaft ist, wenn leistungsfähige Schwergrubberkombinationen zusätzlich zu den o. g. Geräten zum Stoppelumbruch genutzt werden.

Versuchsdurchführung und -auswertung

Zur Untersuchung unterschiedlicher Grubberzinken und Nachbearbeitungswerkzeuge sowie zum Grubbern im Vergleich zum Schälén wurde auf abgeernteten Getreideflächen von Pflanzenproduktionsbetrieben (Tafel 1) eine Grubberkombination mit einer Breite von 2,5 m verwendet (Bild 1). Die Kombination bestand aus einem Schwergrubber (4 Zinkenreihen, Rahmenhöhe 700 mm, Strichabstand 200 mm), der mit dem Schwergrubber B365A des VEB Boden-

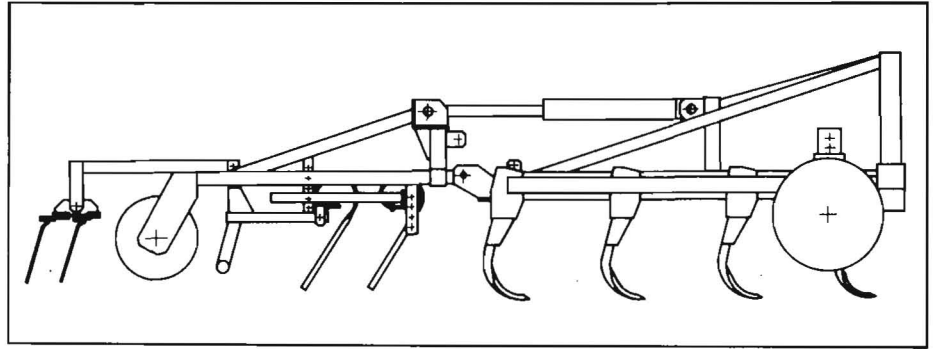


Bild 1. Grubberkombination, bestehend aus Schwergrubberrahmen und Rahmen mit Nachbearbeitungswerkzeugen

Tafel 1. Erprobungsstandorte

Versuchsjahr	Standort	Körnungsart	Bodenfeuchte-zustand	Vorfrucht	Betrieb	Bezirk
1984	V 1b	sT	sehr feucht	Wintergerste	LPG (P) Vippachedelhausen	Erfurt
1984	Lö 4b	UL	sehr feucht	Wintergerste (Strohdüngung)	LPG (P) Dobitschen	Leipzig
1984	Lö 4b	UL	sehr feucht	Wintergerste	LPG (P) Dobitschen	Leipzig
1986	D 3a	IS	trocken	Wintergerste	VEG (P) Heinersdorf	Frankfurt (Oder)

bearbeitungsgeräte „Karl Marx“ Leipzig vergleichbar ist, und einem Rahmen mit auswechselbaren Nachbearbeitungswerkzeugen. Wegen der Boden Anpassung und zum Einklappen für den Transport sind die Rahmen gelenkig miteinander verbunden. Als Zugtraktor wurden die Traktoren T-150K oder K-700 eingesetzt, um unter allen Boden-zuständen die erforderliche hohe Fahrgeschwindigkeit realisieren zu können. Im Schwergrubber wurden an den starren, durch Scherstifte gegen Überlastung gesicherten Zinken die bei Grubberzinkenuntersuchungen [1] ausgewählten Doppelherzscharre (Breite 135 mm) und die in den Grubbern B245/B255 verwendeten Reißerscharre (Breite 60 mm) verglichen. In der Baugruppe für die kombinierte Nachbearbeitung waren Feingrubber- oder Schleppezinken, Rohrschleppen, Winkelstabkrümeler und leichte Federzinken Untersuchungsgegenstand (Bild 1). Der Vergleich der o. g. Grubberzinken und Nachbearbeitungswerkzeuge erfolgte auf einer Stoppelfläche mit Strohdüngung (42 dt/ha gehäckseltes Wintergerstestroh), um auch Aussagen zum Einarbeiten von Düngestroh mit der Schwergrubberkombination zu erhalten. Das Grubbern und Schälén wurde auf Stoppelflächen verglichen.

Die Bewertung der untersuchten Kombinationen und Verfahren erfolgte unter Nutzung der Vergleichsenergie, d. h. des Quotienten aus aufgewendeter Energie und Bearbeitungsergebnis [2], und die Zugenergie wurde tensometrisch mit Meßdreieck ermittelt. Das Bearbeitungsergebnis (Zielwert 1,0) wurde aus dem nach der Zählrahmenmethode an der Bodenoberfläche ermittelten Anteil der Bodenaggregate < 40 mm (Zielwert 1,0 $\hat{=}$ 90% der Aggregate < 40 mm)

und aus den Bonituren (Zielwert 1,0 $\hat{=}$ Boniturnote 9) zum vollständigen Bearbeiten des Bodens, zum Einarbeiten von Stoppeln und Stroh, zum ackerbaulichen Gesamteindruck sowie zum Einebnen der Fläche errechnet [3]. Die varianzanalytisch verrechneten Ergebnisse wurden mit dem Newman-Keuls-Test (Irrtumswahrscheinlichkeit 5%) auf Signifikanz geprüft. Gesicherte Unterschiede zwischen den Varianten sind in den Tafeln anhand von groß und klein geschriebenen gleichen Buchstaben gekennzeichnet.

V Versuchsergebnisse

Das Grubbern von Stoppelflächen führte zu einem gleichmäßigen Lockern und Krümeln der obersten Bodenschicht und zum Einmischen der Stoppeln in den gelockerten Boden. Voraussetzung für eine gute Bearbeitungsqualität, besonders für den Mischefekt, waren Fahrgeschwindigkeiten von 8 bis 10 km/h, wie sie bereits aus der Literatur bekannt sind [4, 5, 6, 7]. Die Arbeitstiefe wurde besser eingehalten und das Einebnen der Fläche verbessert, wenn das Grubbern schräg zur Hauptarbeitsrichtung bzw. zu den auf der Fläche verlaufenden Fahrspuren erfolgte. Gehäckseltes Stroh behinderte die Grubberbearbeitung nicht, wenn das Stroh standardgerecht zerkleinert (mindestens 75% der Strohlängen < 10 cm, maximal 5% der Strohlängen > 15 cm, keine Strohlänge > 30 cm) und auf der Bodenoberfläche verteilt war. Bei Einhaltung dieser Forderungen wurde das Stroh gut in den Boden der gesamten bearbeiteten Schicht eingemischt. Stoppeln von Lagergetreide und langes Stroh führten dagegen zu Verstopfungen. Beim Vergleich der Reißer- und Doppelherzscharre wurde das Ergebnis von Untersuchungen mit Grubberzinken und Scharfor-

Tafel 2. Vergleich von Grubberkombinationen mit unterschiedlichen Werkzeugen beim Stoppelumbruch auf Lößboden mit Strohdüngung (standardgerecht gehäckseltes Stroh)

Grubberkombination	Arbeits-tiefe cm	ermittelte Aggregate < 40 mm %	Qualitätsparameter				Bau- eindruck	Bearbei- tungs- ergebnis	auf- gewen- dete Zug- energie kNm/m ²	Ver- gleichs- energie kNm/m ²
			Ebenheit der Boden- ober- fläche	voll- ständiges Bearbeiten des Bodens	Einmi- schen von Stoppeln und Stroh	acker- baulicher Gesamt- eindruck				
GRS	8	86,0	5,25	3,75 A	5,25 A	4,62 A	0,61	6,15 A	10,08	
GDS	8	84,4	5,75	7,50 a	7,37 a	6,75 a	0,80	8,22 a	10,28	
GDF	8	81,0	5,62	7,50 a	7,12 a	6,50 a	0,77	6,87	8,92	
GDFE	8	81,9	6,12	7,50 a	7,37 a	6,75 a	0,80	7,08	8,85	
GRS	13	86,1	4,75 A	4,37 A	6,12 A	5,12 A	0,65	8,76 A	13,48	
GDS	13	83,5	5,75 a	8,15 a	8,00 a	6,87 aB	0,83	10,71 ab	12,90	
GDF	13	83,1	6,50 a	8,15 a	8,37 a	7,87 ab	0,87	9,69 aB	11,14	
GDFE	13	81,4	6,50 a	8,15 a	8,50 a	7,87 ab	0,87	11,04 ab	12,69	

GRS Grubberkombination aus Zinken mit Reißerscharen (Scharbreite 60 mm), Schleppzinken, Winkelstabskrümmler, leichten Federzinken, GDS Grubberkombination aus Zinken mit Doppelherzscharen (Scharbreite 135 mm), Schleppzinken, Winkelstabskrümmler, leichten Federzinken, GDF Grubberkombination aus Zinken mit Doppelherzscharen, Feingrubberzinken, Winkelstabskrümmler, leichten Federzinken, GDFE Grubberkombination aus Zinken mit Doppelherzscharen, Feingrubberzinken, Rohrschleppe, Winkelstabskrümmler, leichten Federzinken, PfN Scharschälplügel mit Nachbearbeitungsgerät

Tafel 3. Ergebnisse vom Grubbern und Schälern auf schwer bearbeitbaren Böden

Arbeits- verfah- ren	Standort (St)	Arbeits- tiefe cm	ermittelte Aggregate < 40 mm %	Qualitätsparameter			Bau- eindruck	Bearbei- tungs- ergebnis	auf- gewen- dete Zug- energie kNm/m ²	Ver- gleichs- energie kNm/m ²
				Ebenheit der Boden- ober- fläche	voll- ständiges Bearbeiten des Bodens	acker- baulicher Gesamt- eindruck				
GDF	Lö 4b	8	81,0 a	5,62 a	7,50 a	5,50 a	0,74	6,87 a	9,28	
PfN	Lö 4b	8	69,6 A	4,12 A	8,50 A	4,12 A	0,66	9,90 A	15,00	
GDF	Lö 4b	13	83,1 a	6,50 a	8,15	6,87 a	0,83	9,69 a	11,67	
PfN	Lö 4b	13	70,6 A	4,87 A	8,76	4,87 A	0,71	10,29 A	14,49	
GDF	V 1b	8	91,5 a	5,87	5,62 a	5,00	0,71	9,00 a	12,68	
PfN	V 1b	8	58,9 A	5,37	7,75 A	4,25	0,65	9,87 A	15,05	
GDF	V 1b	13	77,1 a	5,62	6,25 a	5,25	0,69	15,30 a	22,17	
PfN	V 1b	13	54,0 A	5,12	8,50 A	4,50	0,65	12,03 A	18,51	

Legende s. Tafel 2

Tafel 4. Ergebnisse vom Grubbern und Schälern auf einem Sandboden (D 3a)

Arbeits- verfahren	Arbeits- tiefe cm	ermittelte Aggregat- größen- zusammen- setzung	Qualitätsparameter Ebenheit der Boden- oberfläche	voll- ständiges Bearbeiten des Bodens	acker- bau- licher Gesamt- eindruck	Bearbei- tungs- ergebnis	aufgewendete Zugenergie kNm/m ²	Vergleichs- energie kNm/m ²
PfN	8	7,75	6,37 A	6,75 A	6,50	0,76	9,33 A	12,28
GDF	13	8,00	7,25	6,87	7,75	0,83	7,68 a	9,25
PfN	13	7,75	6,62	7,12	6,75	0,79	9,23 A	11,68

Legende s. Tafel 2

men [1] bestätigt, daß auch beim Stoppelumbruch mit schmalen Grubberscharen der Boden nicht vollständig bearbeitet wird (Tafel 2).

Das Grubbern mit den Reißerscharen (Variante GRS) erforderte bei gleichem Strichabstand im Vergleich zum Grubbern mit den Doppelherzscharen (Variante GDS) zwar weniger Zugenergie, aber infolge der geringeren Schnittdiefe war das Bearbeitungsergebnis bei etwa gleicher Vergleichsenergie unzureichend. Mit Ausnahme der Einebnung der Fläche (bei geringer Arbeitstiefe) und der Krümelung des Bodens waren die Qualitätsparameter niedriger bewertet als nach dem Grubbern mit Doppelherzscharen, d. h. die Zielstellung gleichmäßiges Bearbeiten der

oberen Bodenschicht und gutes Einmischen von Stoppeln und Stroh kann mit Reißerscharen weder bei 8 cm noch bei 13 cm Arbeitstiefe erfüllt werden.

Zinken mit Doppelherzscharen sind deshalb zum Grubbern von Stoppelflächen am besten geeignet.

In der Nachbearbeitungsbaugruppe am Schwergrubber hatten Feingrubberzinken in Kombination mit Krümlern und leichten Federzinken (Tafel 2, Variante GDF) Vorteile gegenüber Schleppzinken (Variante GDS). Letztere erforderten bei etwa gleichem Bearbeitungsergebnis mehr Zugenergie und wiesen deshalb eine höhere Vergleichsenergie auf. Eine Rohrschleppe ist nach dem flachen Grubbern beim Stoppelumbruch in der Bau-

gruppe zur kombinierten Nachbearbeitung nicht zweckmäßig, da sie keine der höheren Zugenergie entsprechende Verbesserung des Bearbeitungsergebnisses erbrachte (Variante GDFE). Besonders bei der größeren Arbeitstiefe des Grubbers stieg der Energiebedarf und dadurch die Vergleichsenergie an, weil Verstopfungen durch Stoppelreste und Stroh an der Schleppe auftraten.

Bei der Arbeitstiefe von 8 cm war die Bodenoberfläche zwar mit gekrümeltem Boden bedeckt, aber nicht immer vollständig bearbeitet, und das Stroh war ungleichmäßig eingemischt. Durch Vergrößerung der Arbeitstiefe auf 13 cm wurden diese Mängel beseitigt, die aufzuwendende Zugenergie stieg jedoch um etwa 40 % an.

Für den Stoppelumbruch ist eine Kombination aus Schwergrubber mit Doppelherzscharzinken und einer Nachbearbeitungsbaugruppe mit Feingrubberzinken, Winkelstabskrümmler und leichten Federzinken bei Arbeitstiefen zwischen 8 cm und 13 cm gut geeignet. Zum Einarbeiten von gehäckseltem Dünge-
stroh hat sich die gleiche Kombination bei einer Arbeitstiefe von 13 cm bewährt.

Im Vergleich zum Schälern mit gekuppeltem Nachbearbeitungsgerät wurde mit dieser Schwergrubberkombination sowohl auf den schwer bearbeitbaren Löß- und Verwitterungsböden (Tafel 3) als auch auf den Sandböden (Tafel 4) ein besseres Bearbeitungsergebnis erreicht und die ackerbauliche Zielstellung für den Stoppelumbruch hinsichtlich vollständiger Bearbeitung und Krümelung des Bodens, Einebnung der Fläche sowie Einmischen von Pflanzenresten und Dünge-
stroh erfüllt. Ein weiterer Vorteil beim Einsatz der Schwergrubberkombination war, daß durch das Gemisch aus Stoppeln und relativ fein gekrümeltem Boden sowie durch die Ablage größerer Bodenaggregate an der Oberfläche als Folge des Sortiereffekts der Doppelherzschar ein guter Erosionsschutz für den Boden geschaffen wurde. Da auch die aufgewendete Zugenergie (mit Ausnahme der größeren Arbeitstiefe auf dem Verwitterungsboden) für das Grubbern geringer war als für das Schälern, wird anhand der Vergleichsenergie deutlich, daß Grubbern beim Stoppelumbruch und beim Einarbeiten von gehäckseltem Stroh effektiver ist als Schälern. Auf Tonböden ist die Arbeitstiefe möglichst gering zu wählen, weil der Zugkraftbedarf für das Grubbern mit dem Tongehalt im Boden (Tafeln 3 und 4) und mit der Arbeitstiefe [1] schneller zunimmt als der Zugkraftbedarf für das Schälern oder Pflügen.

Betrachtungen zur Fahrgeschwindigkeit und Arbeitsbreite

Eine wichtige Voraussetzung für das qualitätsgerechte Grubbern ist eine Fahrgeschwindigkeit von 8 bis 10 km/h und eine die Radschleppen des Traktors überdeckende Arbeitsbreite des Grubbers. Da die optimale Fahrgeschwindigkeit für das Grubbern wesentlich höher liegt als die optimale Geschwindigkeit für das Schälern (5,5 bis 7,5 km/h), erfordern die Zuordnung der Arbeitsbreite der Geräte zur Traktorleistung sowie die Abschätzung der Flächenleistung eine gesonderte Betrachtung. Die Traktorleistung errechnet sich nach folgender Gleichung:

$$P = F \cdot v \quad (1)$$

Nutzt man anstelle der Gesamtzugkraft F für das betrachtete Bodenbearbeitungsgerät die

auf die Arbeitsbreite bezogene Zugkraft f , kann man die Arbeitsbreite b in die Gleichung einführen:

$$P = f b v \quad (1.1)$$

Die Flächenleistung wird bei der Bodenbearbeitung wie folgt errechnet:

$$A = b v \quad (2)$$

Durch Einsetzen von Gl. (1.1) in Gl. (2) ergibt sich

$$A = \frac{P}{f} \quad (3)$$

Diese Gleichungen und die Beziehung

$$P_z = \eta P_M \quad (4)$$

lassen sich in einem Nomogramm (Bild 2) darstellen. Dabei enthält der Wirkungsgrad η den Motorauslastungsgrad, den Getriebewirkungsgrad und den Fahrwerkwirkungsgrad [8].

Für den Einsatz der Traktoren ZT 303 und T-150 K mit Schwergrubbern oder mit Schälpflügen beim flachen Stoppelumbruch im Sommer unter mittleren Bodenfeuchtigkeitsbedingungen können mit Hilfe der in Tafel 5 zusammengestellten Meßergebnisse an Beispielen folgende Aussagen aus dem Nomogramm (Bild 2) abgeleitet werden:

- Der Traktor T-150 K kann hinsichtlich der notwendigen Fahrgeschwindigkeit und der Arbeitsbreite auf allen Standorten mit Schwergrubberkombinationen zum Stoppelumbruch eingesetzt werden (Beispiele d, f, h). Der Vorteil für das Grubbern gegenüber dem Schälern liegt neben der besseren Bearbeitungswirkung in der wesentlich höheren Flächenleistung (5,3 ha/h beim Grubbern, Beispiel h; 2,4 ha/h beim Schälern, Beispiel g).

- Mit dem Traktor ZT303 sind beim Grubbern nur auf dem D-Standort (Beispiel e) die Bedingungen hinsichtlich Fahrgeschwindigkeit und Grubberarbeitsbreite für den qualitätsgerechten Stoppelumbruch realisierbar.

Auf dem Lößboden kann das Grubbern bei der gleichen Arbeitstiefe gerade noch mit der minimalen Geschwindigkeit von 8 km/h und der Mindestarbeitsbreite von 2,2 m durchgeführt werden (Beispiel c).

- Auf Verwitterungsboden mit hohem Tongehalt ist bereits beim flachen Grubbern mit dem Traktor ZT 303 bei der erforderlichen Fahrgeschwindigkeit von etwa 9 km/h die Mindestarbeitsbreite nicht erreichbar (Beispiel a). Das Schälern ist mit dem Traktor ZT303 unter gleichen Bedingungen bei geringerer Flächenleistung möglich, da die Arbeitsbreite des Pfluges ohne Einschränkung verringert werden kann (Beispiel b).

Schlußfolgerungen

Zum termin- und qualitätsgerechten Stoppelumbruch als einer wichtigen Voraussetzung für die schonende, aufwandsgeminderte Bodenbearbeitung zu den Folgefrüchten und für den Boden- und Erosionsschutz sind in den Pflanzenproduktionsbetrieben die gegenwärtig zum Stoppelumbruch eingesetzten Scharschälplüge und Scheibeneggen durch Schwergrubberkombinationen zu ergänzen.

Mit einer Kombination aus einem Grubberrahmen mit Doppelherzscharen (Rahmenhöhe 700 mm, Strichabstand 200 mm) und einem Rahmen mit Feingrubberzinken, Win-

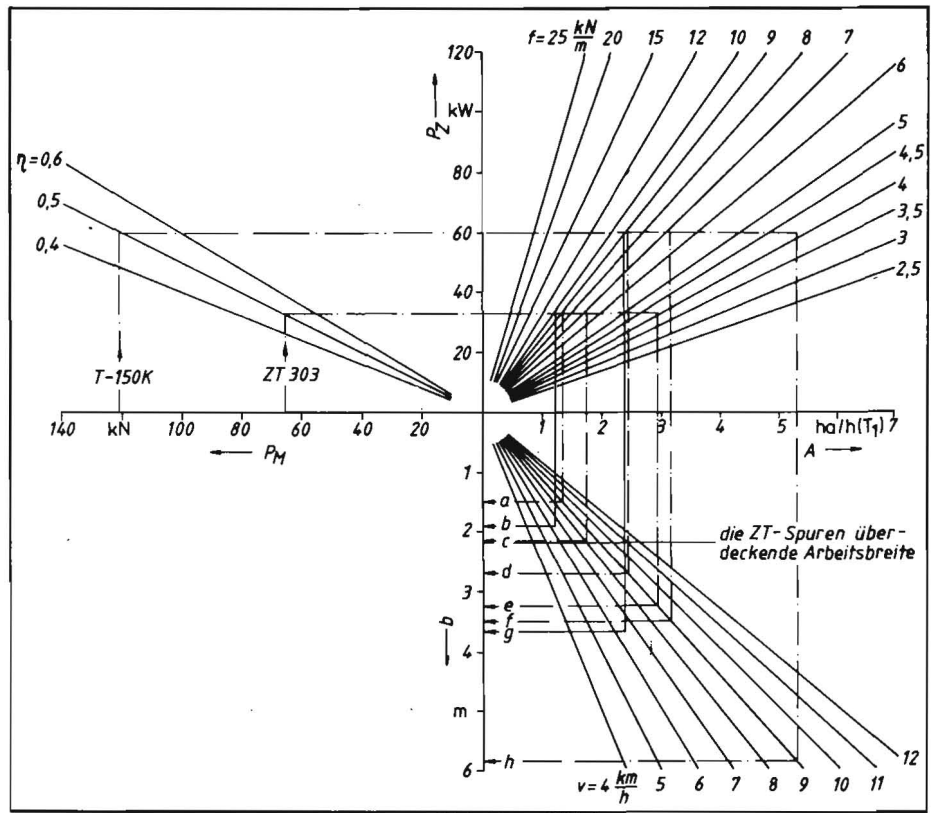


Bild 2. Nomogramm; $P_z = \eta P_M$, $A = 0,36 P_z/f$, $b = 10 A/v$ (v in m/s)

Tafel 5. Gemessene Zugkraft je m Arbeitsbreite für das Grubbern und Schälern bei optimaler Fahrgeschwindigkeit

Standort (StT)	Bodenfeuchtezustand	Arbeitstiefe, cm	Arbeitsart	gemessene Zugkraft kN/m	optimale Fahrgeschwindigkeit km/h	Beispiele im Nomogramm
D 3a	trocken	8	Schälern	9,2	6,5	g
D 3a	trocken	8	Grubbern	4,2	9,0	e
D 3a	trocken	13	Schälern	9,3	6,5	
D 3a	trocken	13	Grubbern	7,7	9,0	
Lö 4b	sehr feucht	8	Schälern	9,9	6,5	
Lö 4b	sehr feucht	8	Grubbern	6,9	9,0	c
Lö 4b	sehr feucht	13	Schälern	10,3	6,5	
Lö 4b	sehr feucht	13	Grubbern	9,7	9,0	
V 1b	sehr feucht	8	Schälern	9,8	6,5	b
V 1b	sehr feucht	8	Grubbern	9,0	9,0	a
V 1b	sehr feucht	13	Schälern	12,1	6,5	
V 1b	sehr feucht	13	Grubbern	15,3	9,0	

kelstabkrümmler und leichten Federzinken zur Nachbearbeitung des gegrubberten Bodens wird ein besseres Bearbeitungsergebnis erreicht, als mit einem Scharschälplug, der mit einem Nachbearbeitungsgerät kombiniert ist. Sowohl in der Einhaltung der Arbeitstiefe als auch hinsichtlich der Einebnung und Krümelung des Bodens ist der Schwergrubber dem Schälplug überlegen. Von den Doppelherzscharen werden Stoppelreste sowie standardgerecht gehäckseltes Stroh gut mit relativ fein gekrümeltem Boden vermischt und gröbere Bodenaggregate an der Oberfläche abgelagert, so daß durch diesen Sortiereffekt und die Mischwirkung eine den Boden schützende und die Erosion hemmende Schicht entsteht. Mit dem Schälplug erfolgt eine schichtweise Ablage von Stoppeln und Stroh unter teilweise scholligen Bodenaggregaten, wodurch auch die Bedingungen für den Abbau des Strohs im Boden nicht so gut sind wie auf gegrubberten Flächen. Entsprechend den Untersuchungser-

gebnissen sollte das Grubbern beim Umbruch von Stoppelflächen in Arbeitstiefen von 8 bis 13 cm und mit Fahrgeschwindigkeiten zwischen 8 km/h und 10 km/h erfolgen. Bei flacherer Arbeitstiefe wird der Boden nicht vollständig bearbeitet, und bei größerer Tiefe steigt der Zugkraftbedarf stark an. Außerdem sind beim Bearbeiten des Bodens in dem genannten Tiefenbereich die Auflaufbedingungen für Ausfallgetreide und Samenunkräuter am günstigsten, sofern durch hohe Fahrgeschwindigkeiten ein gutes Krümeln des Bodens erreicht wird. Zum Einarbeiten von Düngestroh ist die größere Arbeitstiefe zu wählen.

Wegen des geringeren Zugkraftbedarfs für das Grubbern ist die Flächenleistung höher als beim Schälern. Tonböden, auf denen der Zugkraftbedarf für das Grubbern mit der Zunahme der Arbeitstiefe schneller ansteigt als für das Schälern, sind möglichst flach zu grubbern. Das Einhalten der Arbeitstiefe, das Einebnen der Flächen und das Einmischen

von Pflanzen- und Stoppelresten gelingt am besten, wenn schräg zur Hauptarbeitsrichtung bzw. schräg zur Richtung von Fahrspuren gegrubbert wird. Auf diese Weise läßt sich auch kurz gehäckseltes Stroh qualitätsgerecht und verstopfungsfrei in den Boden einmischen. Nutzen Pflanzenproduktionsbetriebe den vom VEB agrotechnik angebotenen Schwergrubber B365A zum Stoppelumbruch, ist das erforderliche Bearbeitungsergebnis nur erreichbar, wenn die dazu gefertigten Winkelstakrümler, Scheibenbatterien oder Spatenrolleggen zur Nachbearbeitung angebaut werden bzw. eine mittelschwere Egge angehängt wird. Das Grubbern erfordert eine vom Traktor abhängige Mindestarbeitsbreite, um das Befahren bereits bearbeiteten Bodens zu vermeiden. Diese Mindestarbeitsbreite (Arbeitsbreite größer als die äußere Radspurbreite des Traktors) und die für ein qualitätsgerechtes Grubbern erforderliche Fahrgeschwindigkeit von 8 bis 10 km/h gewährleisten

hohe Flächenleistungen, haben jedoch zur Folge, daß der Traktor ZT303 nur auf leicht bearbeitbaren Böden ohne Einschränkungen zum Stoppelumbruch eingesetzt werden kann. Auf Lehm Böden ist mit diesem Traktor ein den Qualitätsanforderungen gerechtes Grubbern nur noch auf trockenem Boden mit geringem Radschlupf und bei geringen Arbeitstiefen möglich. Auf allen Tonböden erfordert das Grubbern beim Stoppelumbruch und beim Einarbeiten von Häckselstroh leistungsstarke Traktoren, wenn eine gute Arbeitsqualität erreicht werden soll. Die Leistung des Traktors T-150K ist ausreichend, um auf allen Standorten einen qualitätsgerechten Stoppelumbruch bei hoher Flächenleistung mit Schwergrubberkombinationen zu realisieren.

Literatur

[1] Bosse, O.; Kalk, W.-D.: Grubberwerkzeuge für die pfluglose Grundbodenbearbeitung. agrartechnik, Berlin 39 (1989) 1, S. 27–29.

- [2] Kalk, W.-D.; Bosse, O.: Methode zum Bewerten von Bodenbearbeitungswerkzeugen und -geräten bei experimentellen Untersuchungen. agrartechnik, Berlin 38 (1988) 4, S. 156–157.
- [3] Bosse, O.; Kalk, W.-D.: Methode zum Bewerten von Bodenbearbeitungsvarianten bei technischen und ackerbaulichen Untersuchungen. Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg, Broschüre (Eigendruck) 1987.
- [4] Sieg, R.: Bodenbearbeitung mit weniger Sprit. Die landtechnische Zeitschrift, München 33 (1982) 1, S. 20–22
- [5] Köller, K.-H.: Die Stoppelbearbeitung – kein technisches Problem. Landmaschinen Fachbetrieb, Hannover 35 (1983) 8, S. 249–250.
- [6] Jori, J.; Soos, S.: Pfluglose Bodenbearbeitung mit kombinierten schweren Kultivatoren. Internationale Zeitschrift der Landwirtschaft, Berlin (1984) 2, S. 180–182.
- [7] Blackstein, R.: Wohin geht die Entwicklung in der Bodenbearbeitung. Zuckerrübe, Hannover 33 (1984) 5, S. 310–314.
- [8] Kalk, W.-D.: Zur rationellen Nutzung von Energie bei der Bodenbearbeitung. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 8, S. 370–373. A 5282

Grundlagen zur konstruktiven Entwicklung und zur Funktionsanalyse von Einzelkörpersicherungen an Scheibenpflügen

Prof. Dr. sc. techn. K. Queitsch, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Landtechnik
Dr. agr. M. Ghanem, Tishreen-Universität Lattakia, Institut für Landwirtschaft (Syrische Arabische Republik)

1. Problemstellung

Scheibenpflüge werden hauptsächlich zum Pflügen von Neuland, von steinigem, harten, trockenen, verkrusteten, mit Wurzeln und Stümpfen durchsetzten Böden eingesetzt. Böden mit diesen Merkmalen sind bei der Neulandgewinnung, in tropischen und subtropischen Gebieten sowie in der Forstwirtschaft anzutreffen. Scheibenpflüge haben gegenüber den Scharfpflügen folgende Vorteile:

- gutes Durchschneiden von Wurzeln und Unkräutern
- geringe Verstopfungsneigung
- gutes Eindringen in harten Boden
- Überrollen von Hindernissen
- Selbstschärfen der Scheiben, geringer Verschleiß.

Unzureichender Wendeeffekt, weniger gutes Unterbringen von Pflanzenresten, größere spezifische Eigenmasse des Pfluges sind nachteilig. Die intensive Schneidwirkung führt aber auch zum Zerkleinern und Vermehren von Wurzelunkräutern und zur Schädigung der Bodenstruktur. Deshalb gilt als ackerbauliche Regel für den Scheibenpflug, daß er nur dann eingesetzt wird, wenn der Scharfpflug den Anforderungen nicht mehr genügt.

Höhere Produktivität beim Pflügen unter Verwendung leistungsstarker Traktoren erfordert auch beim Scheibenpflug eine größere Arbeitsbreite und damit eine größere Anzahl von Pflugscheiben. Beim Auftreten von Hindernissen führt das zu zwei wesentlichen Problemen:

- Infolge größerer Pflugmasse und Kräfteinleitung am Hindernis, gewöhnlich an nur einer Pflugscheibe, treten größere Kräfte

auf. Der Pflugrahmen muß einerseits überdimensioniert sein, zum anderen werden die Scheiben überlastet, was zu Scheibenausbrüchen u. a. Schäden führen kann.

Hoher Materialaufwand und Arbeitszeitverluste sind erhebliche Nachteile.

- Das Überrollen eines Hindernisses (mit Komponenten des Gleitens) zwingt zum Ausweichen des Pfluges. Das bedeutet, daß mehrere oder alle Scheiben nicht mehr eingreifen. Damit entstehen größere, nicht bearbeitete Stellen in der Nähe eines solchen Hindernisses. Sie sind als Qualitätsmängel bei der Bodenbearbeitung anzusehen.

Beim Scharfpflug sind Einzelkörpersicherungen mit selbsttätiger Rückstellung als Schutz gegen Überbeanspruchung zur Selbstverständlichkeit geworden. Es liegt der Gedanke nahe, die gleichen positiven Wirkungen beim Scheibenpflug mit größerer Arbeitsbreite vorteilhaft zu nutzen.

Nachfolgend werden methodische und landmaschinentechnische Grundlagen für die konstruktive Entwicklung von Einzelkörpersicherungen am Scheibenpflug abgeleitet und zur Funktionsanalyse an einem gewählten Beispiel genutzt. Wie beim Scharfpflug wird davon ausgegangen, daß ein Pflugkörper durch ein Hindernis zum Ausschwenken aus der Arbeitsstellung gegen einen Federspeicher gezwungen wird und die gespeicherte Energie für das selbsttätige Wiedereinziehen zur Verfügung steht. Für das Gewinnen eines mathematischen Modells des Auslenkens einer Pflugscheibe aus der Arbeitsstellung steht das Problem der anzunehmenden Gestalt eines Hindernisses und der eines geeigneten Federgetriebes.

2. Geometrische Bedingungen und Kinematik des Auslenkvorgangs einer Pflugscheibe mit Einzelkörpersicherung

2.1. Projektionen einer Pflugscheibe und Koordinaten des Kontaktpunktes auf dem Hindernis

Geometrisch wichtige Parameter einer sphärischen Pflugscheibe für die weiteren Untersuchungen sind:

- Scheibendurchmesser $2R$
- Scheibenrichtungswinkel β (\ll Fahrtrichtung x – horizontale Mittelachse der Scheibe)
- Scheibenneigungswinkel α (\ll Schneidenebene – Vertikale)
- Arbeitstiefe t .

Das Hindernis (idealisiert) bildet eine im Arbeitsbereich der Pflugscheibe ebene Fläche, die zur Horizontalen einen Neigungswinkel von $0 \leq \psi \leq 90^\circ$ aufweisen soll. Die Ebene kann zur Arbeitsrichtung des Pfluges vom rechten Winkel auch abweichen, was aber für die Untersuchungen von untergeordneter Bedeutung ist. Angenommen wird, daß die Pflugscheibe in einem Punkt an der Schneide, dem Kontakt- oder Auftreffpunkt, mit dem Hindernis zusammenstößt. In diesem Moment beginnt das Ausschwenken der Pflugscheibe um einen Drehpunkt am Pflugrahmen in der Vertikalebene (x - z -Ebene). Dabei liegt das Koordinatensystem x - y - z mit seinem Ursprung im Scheibenmittelpunkt (Mittelpunkt des Schneidungskreises) und verbleibt in der Position, die durch das Auftreffen der Scheibe auf das Hindernis bestimmt ist. Für die Ermittlung des Auftreffpunktes $P(x_0, y_0, z_0)$ sind die Hindernisebene und die Projektionen der Pflugscheibe in unterschiedlichen Ebenen notwendig.

Die Projektionen der Pflugscheibe lassen