

## Kräfte an unterschiedlichen Ausführungen von Pflugscharen

*Der Pflug ist trotz zunehmender Verbreitung nichtwendender Bearbeitungsverfahren das wichtigste Gerät in der Primärbodenbearbeitung. Unter den eng gesteckten Bedingungen der landwirtschaftlichen Produktion gilt es, den Pflug so effizient wie möglich einzusetzen. Ziel muss es dabei sein, bei gleich bleibend guter Arbeitsqualität den Zugleistungsbedarf zu minimieren. Verschiedenartige Pflugscharspitzen und -blätter sowie zusätzlich aufgeschweißte Verschleißteile können den Zugkraftbedarf erheblich beeinflussen.*

Dr. Michael Weißbach ist wissenschaftlicher Assistent und Justus Weiß Student am Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Universität Kiel, Olshausenstraße 40, 24098 Kiel. Dipl. Ing. Werner Holz ist Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Am Kamp 13, 24768 Rendsburg

### Schlüsselwörter

Pflug, Verschleißteile, Zugleistungsbedarf, Kraftstoffverbrauch

### Keywords

Plough, wearing parts, pulling power requirements, fuel consumption

### Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

[1] • Soucek, R und G. Pippig: Maschinen und Geräte für Bodenbearbeitung, Düngung und Aussaat. Verlag Technik GmbH, Berlin, 1990

Die Belastung eines Pflugkörpers resultiert im Wesentlichen aus dem Abtrennen (Schneiden), Heben und Beschleunigen des Erdbalkens sowie aus der Arbeits- und Führungsreibung [1]. Wichtige, den mittleren Zugkraftbedarf beeinflussende Parameter sind hierbei die Arbeitstiefe, -breite und -geschwindigkeit, die Bodenart sowie die Körperform.

Für den gleichen Pflug werden unterschiedliche Scharausführungen angeboten. Standardmäßig gibt es komplette Schare, aber auch Schare, die aus der Scharspitze und dem Scharblatt bestehen. Diese können getrennt getauscht werden. Die Schare gibt es in unterschiedlichen Maßen, Stärken und mit verschiedener Beschichtung.

Um den Verschleiß an Bearbeitungswerkzeugen zu minimieren und Kosten zu sparen,

werden vom Landwirt vielfach Verschleißteile - bestehend aus Altmaterial - in den Bereichen Scharspitze und Anlage aufgeschweißt.

Das Ziel der Untersuchung lag darin, den Zugkraftbedarf unterschiedlicher Pflugscharvarianten zu ermitteln.

### Material und Methode

Der Zugkraftbedarf der verschiedenen Verschleißteile wurde an einem 4-Schar-Pflug der Firma Lemken (Vario-Opal 84N90) am zweiten und dritten Körper direkt an der Grindel gemessen.

Für die Messungen stand eine ebene Fläche (Bodenart: sandiger Lehm) nach der Stoppelbearbeitung zur Verfügung. Die Bodenfeuchte betrug 12 Gew.%.  
 Tab. 1: Technische Daten und Abmessungen der verschiedenen Scharvarianten

Tab. 1: Technische Daten und Abmessungen der verschiedenen Scharvarianten

Fig. 1: Technical data and dimensions of different ploughshare variants

Var	Scharblatt				Scharspitze				Veränderung Maße [mm]
	Hersteller	Zustand	Länge [mm]	Stärke [mm]	Hersteller	Zustand	Länge [mm]	Stärke [mm]	
1	Lemken	Standard neu	480	9,0	Lemken	Standard neu	235	18,5	
2	Mölbros	Standard neu	470	9,0	Lemken	Standard neu	235	18,5	
3	Lemken	Standard	470	6,5	Lemken	Standard neu	190	12,0	
4	Lemken	Standard gebraucht	470	6,5	Lemken	Standard neu	250	19,5	
5	Frank	Standard	470	12,0		gebraucht	180	24,5	
6	HTU	Standard beschichtet neu	500	4,5		neu	280	23,5	
7	HTU	Standard beschichtet gebraucht	475	8,2		gebraucht	230	22,0	
8	Lemken	Standard neu	480	9,0	Lemken	neu	235	18,5	Flacheisen I: 200•50•8
9	Lemken	Standard neu	480	9,0	Lemken	neu	235	18,5	Flacheisen II: 300•60•6
10	Lemken	Standard neu	480	9,0	Lemken	neu	235	18,0	Doppelte Spitze: 28
11	Lemken	Standard neu	480	9,0	Lemken	neu	235	18,0	Doppelter Anlagekeil: 20
12	Lemken	Standard neu	480	9,0	Lemken	neu	235	18,0	Anlage: mit Stahlplatte: 240•180•8
13	Lemken	Standard neu	480	9,0	Lemken	neu	235	18,0	Anlage: mit 2 Flacheisen: 360•65•6

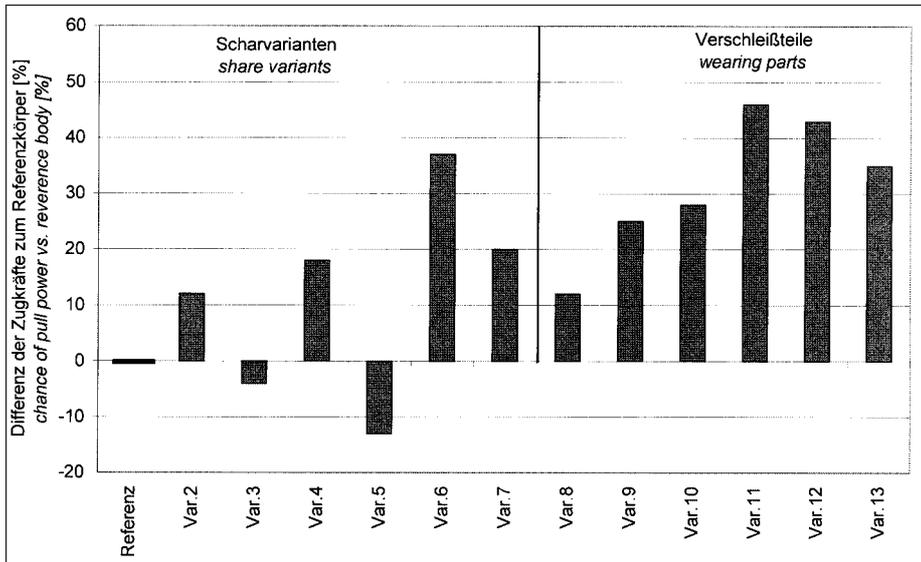


Bild 1: Änderung des Zugkraftbedarfs im Vergleich zum Referenzkörper

Fig. 1: Change of pulling power requirements compared to the reference body

Um vergleichbare Bedingungen zu schaffen, wurden alle Messungen bei einer üblichen Geschwindigkeit von 8 km/h, einer Arbeitstiefe von 28 cm und einer Schnittbreite der einzelnen Körper von 42 cm durchgeführt.

Für die Untersuchungen wurden Schare ausgewählt, die sich in Aufbau, Form, Stärke, Beschichtung und Abnutzungsgrad unterscheiden (Varianten 1-7; Tab. 1). Zusätzlich zu den handelsüblichen Scharen wurden mit alten Verschleißteilen Anlage und Streichblech ausgebessert (Varianten 8 bis 13).

### Ergebnisse

Die Messdaten wurden in Form einer Belastungs-Zeitfunktion aufgenommen. Aus dieser Funktion wurde der zeitliche Mittelwert errechnet. Die Unterschiede werden als Relativwert zum Zugkraftbedarf des Standardkörpers ausgewiesen (Bild 1).

Der Zugkraftbedarf des Referenzschar als Mittelwert aus allen Varianten betrug 4,1 kN.

Die Analyse der Daten von Variante 1 bis 7 erfolgte mit einer multivariaten Regressionsanalyse mit den Prüfgliedern Länge und Stärke der Scharspitze oder des Scharblattes.

Unter den gegebenen Bedingungen konnte ein hoch signifikanter Einfluss der Scharspitzenlänge auf den Zugkraftbedarf nachgewiesen werden. Eine längere Scharspitze erhöht den Untergriff. Dabei stieg die Zugkraft, bezogen auf den Einzelkörper, um 20 daN pro Zentimeter längerer Scharspitze. Bedingt durch den Anstellwinkel steigt der Untergriff absolut nur um rund 4 mm pro Zentimeter längerer Scharspitze an. Dies erklärt den niedrigeren Zugkraftbedarf von Variante 3 und 5 mit einer um 4,5 be-

ziehungsweise 5,5 cm kürzeren Scharspitze.

Das Scharblatt der Variante 2 erforderte trotz nahezu gleichen Abmessungen gegenüber dem Standardblatt 12% höhere Zugkräfte, die auf eine raue Oberfläche des beschichteten Scharblattes zurückzuführen sind. Ähnliches zeigt sich in Variante 7, wo zusätzlich die Stärke der Scharspitze Einfluss auf den Messwert nimmt.

Einen deutlichen Einfluss auf den Zugkraftbedarf nimmt die sukzessive Modifizierung der verschiedenen Verschleißteile in den Varianten 8 bis 13. Das Aufschweißen von zwei Flacheisen auf den Streifenkörper steigerte in Variante 9 den Kraftbedarf um 25%. Wird zusätzlich eine zweite abgenutzte Scharspitze auf die vorhandene aufgeschweißt, erhöht dies den Zugkraftbedarf lediglich um weitere 3% (Variante 10). Ein zusätzlicher Anlagekeil führte zu einer Zugkraftherhöhung gegenüber der Standardvariante um 46%.

In den Varianten 12 und 13 wurde der zusätzliche Anlagekeil durch andere Ver-

schleißteile an der Anlage ersetzt. Der Zugkraftbedarf stieg gegenüber Variante 10 in Variante 12 um 15% und in Variante 13 um 7%. Im Vergleich zum Referenzkörper ist der Unterschied mit 43 und 35% erheblich.

Der Hauptgrund für die Zunahme der Zugkräfte liegt im schlechten Übergang zwischen den Original- und den aufgeschweißten Verschleißteilen. An diesen Übergängen bilden sich Staukanten, die mit Boden verkleben und so dem fließenden Boden einen starken Widerstand entgegen setzten. Der sich in diesem Übergangsbereich aufbauende Erdkeil führt so zu einer starken Reibung zwischen Boden und Boden mit entsprechend höheren Zugkraftwerten.

Der steigende Kraftbedarf hat Auswirkung auf den Kraftstoffverbrauch des Traktors. Der Kraftstoffverbrauch wurde auf Basis der vorliegenden Ergebnisse für einen 107 kW Traktor berechnet. Für die gemessene Zugkraft am Referenzschar ergibt sich eine Zugleistungsbedarf für den Vierscharpflug von 46 kW/m Arbeitsbreite. Würden die Schare des Pfluges gegen die Schare der Variante 2 ausgetauscht, so erhöhte sich der Zugleistungsbedarf um 6 kW/m Arbeitsbreite. Für diesen Pflug würde das bei konstanter Flächenleistung einen Mehrverbrauch an Kraftstoff von 3 l/ha ergeben (Tab. 2). Noch größer sind die Unterschiede bei der Verwendung von zusätzlich aufgeschweißten Verschleißteilen, die den Zugleistungsbedarf bis auf 64 kW/m ansteigen lassen bei bis zu 8,2 l/ha mehr Dieselverbrauch.

Im Mittel aller Messungen mit aufgeschweißtem Altmaterial wird gegenüber original Verschleißteilen ein Dieselmehrverbrauch von 6 l/ha ermittelt. Die Mehrkosten an Kraftstoff betragen 4,8 €/ha. Der erhöhte Kraftstoffbedarf macht 40 bis 50% der bisher üblichen Verschleißkosten unter den spezifischen Bedingungen in Schleswig-Holstein aus.

Tab. 2: Leistungsbedarf und Dieselverbrauch mit Vierscharpflug (rechnerische Werte, Geschwindigkeit: 8 km/h)  
Table 2: Power requirements and fuel consumption with a four-bottom plough (computed results, working speed 8 kph)

Variante	Zugkraftbedarf des Pfluges absolut [kN]	spezifisch [kN/m]	Traktorleistungsbedarf* [kW/m]	Dieselverbrauch** [l/ha]	Kosten [€/ha]
Referenz	17,2	10,2	46	20,2	16,2
2	19,8	11,8	52	23,2	18,6
3	16,7	9,9	44	19,6	15,6
4	21,8	13,0	58	25,7	20,5
5	14,2	8,5	38	16,7	13,4
6	24,1	14,4	64	28,3	22,7
7	21,2	12,6	56	24,9	19,9
8	20,0	11,9	53	23,4	18,7
9	21,5	12,8	57	25,3	20,2
10	23,0	13,7	61	27,0	21,6
11	23,2	13,8	61	27,2	21,7
12	24,2	14,4	64	28,4	22,8
13	22,2	13,2	59	26,0	20,8

\*Wirkungsgrad von 50 % bei 5 % Schlupf, \*\*Spezifischer Verbrauch von 233 g/kWh - Dichte 860 g/l - Treibstoffpreis 0,80 €/l