

Für $l \cdot \cos \alpha$ läßt sich nach dem Lehrsatz des Pythagoras schreiben

$$l \cdot \cos \alpha = \sqrt{l^2 - y^2}$$

Damit kann man sagen

$$\tan \alpha = \frac{y}{\sqrt{l^2 - y^2}}$$

Diesen Wert in die Ableitung eingesetzt:

$$h = \frac{P_v - G_v}{G} \cdot l \cdot \frac{\sqrt{l^2 - y^2}}{y}$$

$$h = \frac{l \cdot (P_v - G_v) \cdot \sqrt{l^2 - y^2}}{G \cdot y}$$

Ist R_b der wirksame Reifenhalmmesser für alle Räder, so ergibt sich damit die Schwerpunkthöhe h_a über der Fahrbahn zu:

$$h_a = h + R_b$$

Setzt man jetzt die Gleichung für h in diese Formel ein, ergibt sich die endgültige Berechnungsformel für die Schwerpunkthöhe h_a

$$h_a = \frac{l (P_v - G_v) \cdot \sqrt{l^2 - y^2}}{G \cdot y} + R_b \quad (4)$$

Veränderliche dieser Formel sind y und P_v . Je höher der Anhänger angehoben wird, d. h. je größer y wird, um so mehr vergrößert sich durch Achsdruckverlagerung der Vorderachsdruck P_v . Beim Versuch braucht man also nur y und P_v zu messen, alle übrigen Werte sind Festwerte des Anhängers und einem Prospekt oder der Bedienungsanleitung zu entnehmen. Sind beide nicht vorhanden, müssen sie durch Messung am Anhänger und Anwendung der Formeln (1), (2) und (3) ermittelt werden. Will man die Schwerpunktlage von beladenen Anhängern ermitteln, ist darauf zu achten, daß das Ladegut gegen Verschiebung gesichert ist. Das angegebene einfache Verfahren zur Bestimmung der Schwerpunktlage ist analog für alle Fahrzeuge mit gleich großen Rädern anwendbar.

Literatur

BUSSE, R.: Automobiltechnisches Handbuch. 17. Aufl., Technischer Verlag H. Cram, Berlin A 5129

Überlastsicherungen an Anbau- und Aufsattelpflügen

Dipl.-Landw. H. SCHMID*

Die Verwendung von Überlastsicherungen hat für die tiefere Pflugarbeit auf steinhaltigen Böden im Hinblick auf die Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit und für die Steigerung der Produktivität besondere Bedeutung. Unter steinhaltigen Böden sind hier Böden mit mehr oder weniger starkem Haftsteinbesatz gemeint, wie man sie vor allem im Moränengebiet im Norden der DDR antrifft. In diesem Gebiet wurden die bisherigen Untersuchungen vorrangig durchgeführt. Es versteht sich von selbst, daß auf den Gebirgsbodentypen mit anstehendem Gestein keine Vertiefung der Krume möglich ist.

Halb- und vollautomatische Überlastsicherungen für die Pflugarbeit auf steinhaltigen Böden sind aus mehreren Ländern bekannt [1] [2] [3] [4].

In Übereinstimmung mit sowjetischen Wissenschaftlern schlagen wir für Sicherungssysteme, die bei Auftreffen auf einen Stein und Ansprechen der Sicherung ein Anhalten des Traktors erfordern, die Kennzeichnung als halbautomatisches System vor, während Vorrichtungen als vollautomatisch zu bezeichnen sind, die ohne Unterbrechung der Grundzeit, d. h. ohne Unterbrechung der Pflugarbeit bei Ansprechen des Sicherheitssystems funktionieren.

Neben Sicherungen an Pflügen werden auch Traktoren mit Überlastsicherungen ausgerüstet, von denen als wohl bekanntestes Beispiel der MASSEY-FERGUSON FE 35 zu nennen ist, der als jugoslawischer Lizenzbau (ITM 533) auch in der DDR eingesetzt wird.

Dieses System ist in seiner universellen Anwendung für alle Bodenbearbeitungsgeräte besonders vorteilhaft, es kann jedoch nur als halbautomatisch bezeichnet werden. Ähnliche Sicherungen über den Traktor sind von DAVID BROWN, JOHN DEERE und anderen bekannt. Da bei einer derartigen Sicherung der gesamte Pflug über ein Hindernis gehoben werden muß, bleibt ein der Arbeitsbreite des Pfluges entsprechender Bodenstreifen unbearbeitet.

1. Überlastsicherungen an Anbaupflügen in der DDR

1.1. Scherbolzensicherung

ZILL, Großschirma, rüstete seinen zweifurchigen Anbau-Winkeldrehpflug ZADP mit Flachstahlgrindeln aus, die zur Vermeidung von Beschädigungen an Pflug und Traktor durch Scherbolzen gesichert waren. Verschiedener Nachteile wegen ist diese sonst einfache und zuverlässig funktionierende Sicherung bei hohem Steinbesatz und für hohe Arbeitsgeschwindigkeiten nicht geeignet.

1.2. Scherbolzenmagazin

Das Scherbolzenmagazin des VEB BBG stellte eine wesentliche Weiterentwicklung dar. Aber auch hierbei traten Mängel auf, so daß das Herstellerwerk diese Entwicklung verwarf und die Serienproduktion nicht aufnahm.

1.3. Feder-Überlastsicherung (Grindel 30 S)

Diese Überlastsicherung (Bild 1) wird 1964 in Serie produziert und ist für die Anbau-Beetpflüge der neuen Baukastenreihe des VEB BBG vorgesehen. Der Grindel ist in einem Kopfstück durch Drehbolzen und Auflagerolle in einer Führung gelagert. Zwei kräftige Schraubenfedern halten den Drehbolzen und damit den gesamten Grindel in Arbeitsstellung.

Bei geringen Belastungen wirken die Federn als Stoßfänger. Bei hoher Belastung wird der Grindel der Federkraft entgegengesetzt nach hinten gezogen, rutscht mit dem oberen Grindelende von der Auflagerolle und schwenkt mit großem Ausschlag nach hinten und oben (Titelbild). Durch Heben des Pfluges oder Zurückstoßen rastet er wieder ein. Zwei kleine Schraubenfedern ziehen die Auflagerolle in die vorgesehene Stellung. Das Kopfstück wird mit zwei Schraubändern am Pflugrahmen angeflanscht.

Im Prinzip entspricht die Arbeitsqualität der Pflugkörper mit Überlastsicherung der von Körpern ohne Sicherung. Jedoch ist der Freiraum zwischen den Körpern durch die Sicherung verringert, bei der Arbeit auf Flächen mit Stallmist traten Verstopfungen auf. Die Dauer der Verlustzeit durch

* Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der DAL zu Berlin

Tafel 1. Statische Auslösekräfte in Abhängigkeit von der Vorspannung der Federn (Durchschnittswerte)

Vorspannung [mm]	Auslösekraft [kp]
0	525
3	733
5	812
7	910
9	972
11	1212
13	1377
16	1477

Tafel 2 Genauigkeit der Auslösekraft bei Verschmutzungen (Durchschnittswerte)

Verschmutzung	Auslösekraft [kp]
trocken	1000
naß (Wasser)	1000
Sand, naß	1125
Ton, naß	1180
Öl, Fett, Tonreste	1050

Tafel 3. Dauer des Auslösevorganges in s

Geschwindigkeit [km/h]	Dauer des Auslösevorgangs bis P_{max}			
	Vorspannung niedrig		Vorspannung hoch	
3	0,15	0,18	0,03	0,14
5	0,07	0,11	0,01	0,02
7	0,04	0,08	0,01	0,02
9	KM	0,05	KM	0,01

Ansprechen einer Sicherung ist von der Übung des Traktoristen und vom Traktortyp abhängig. Sie beträgt 4 bis 10 s/Auslösung. Nach dem Prüfeinsatz (max. 140 ha/Pflug) konnte kein Verschleiß an den Sicherungen festgestellt werden. Beschädigungen des Pfluges selbst waren nicht aufgetreten.

An folgendem Beispiel soll die Bedeutung der Sicherung „Grindel 30 S“ herausgestellt werden.

Während des ersten Prüfeinsatzes des Anbau-Beetpfluges B 126 in Verbindung mit dem Allradtraktor D 4 K/90 PS war nach 25 ha bearbeiteter Fläche ein Reparaturzeitanteil von 10 min/ha zu verzeichnen. Grindel, Unterkörper und Pflugschare waren verbogen. Die Prüfung wurde dann mit verstärkten Grindeln und verstärkten Unterkörpern fortgesetzt. Die Auswertung nach 93 ha bearbeiteter Fläche ergab einen Reparaturzeitanteil von 22 min/ha. Während Grindel und Unterkörper im allgemeinen den Belastungen gewachsen waren, wurden die Schäden auf die nächsten schwächsten Glieder verlagert. Die Deformation der Schare vervielfachte sich, und das Dreipunktgestänge des Traktors wurde beschädigt. Jetzt wurde der Pflug mit vier Sicherungen „Grindel 30 S“ ausgerüstet, nach weiteren 52 ha bearbeiteter Fläche errechnete sich ein Reparaturzeitanteil von 0,9 min/ha.

1.3.1. Technische Messungen am „Grindel 30 S“

Zur Überprüfung der Auslösekräfte bei verschiedener Vorspannung der Federn sowie zur Feststellung der Auslösegenauigkeit wurde ein Pflugkörper auf dem Prüfstand festgelegt und an der Sparspitze in Richtung der Wirkungslinie des waagerechten Bodenwiderstandes belastet. Die Ergebnisse sind in Tafel 1 und 2 wiedergegeben.

Durch verschiedene Vorspannung der Federn ist eine genaue Einstellung der statischen Auslösekraft bis rund 1500 kp möglich. Die Genauigkeit der Auslösekraft ist bei Verschmutzungen ausreichend, die gemessenen Abweichungen sind ohne Bedeutung.

Zur Ermittlung der waagerechten dynamischen Auslösekräfte, die entsprechend früheren Untersuchungen von GETZLAFF [5] beim Auftreffen eines Pflugkörpers auf ein Steinhindernis bei weitem am größten sind, wurden Messungen an einem Biegebalken mit Dehnungsmeßstreifen als Meßgeber durchgeführt. Die Kräfte wurden über einen Verstärker mit einem Schleifenzillographen registriert. Die Versuchseinrichtung ist in Bild 3 dargestellt.

Bild 1 Federüberlastsicherung (Grindel 30 S) des VEB Bodenbearbeitungsgeräte Leipzig



Bild 3 Versuchseinrichtung zur Messung der waagerechten dynamischen Auslösekräfte



Diese Messungen wurden mit Fahrgeschwindigkeiten von 3, 5, 7 und zum Teil mit 9 km/ha bei niedriger und hoher Vorspannung der Federn durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in Bild 4 zusammengefaßt. Die durchschnittlichen dynamischen waagerechten Auslösekräfte P_N und P_H sind bei allen Geschwindigkeiten geringer als die statisch ermittelten Werte. Die maximalen dynamischen Auslösekräfte P_{Nmax} und P_{Hmax} liegen wesentlich höher als die durchschnittlichen Werte. P_{Nmax} erreicht bei 6 km/h, P_{Hmax} bei 8 km/h den doppelten Wert der statisch gemessenen Auslösekräfte.

Die Dauer des Auslösevorgangs der Steinsicherung bei verschiedenen Geschwindigkeiten und verschiedener Vorspannung der Federn sowie die Zeit vom Auftreffen auf das Hindernis bis zum Höchstwert P_{max} sind in Tafel 3 aufgeführt.

Als Ergebnis dieser Versuche ist es möglich, auf Grund von relativ einfach durchführbaren statischen Krätemessungen an Sicherheitsvorrichtungen auf die dynamischen Belastungen schließen zu können.

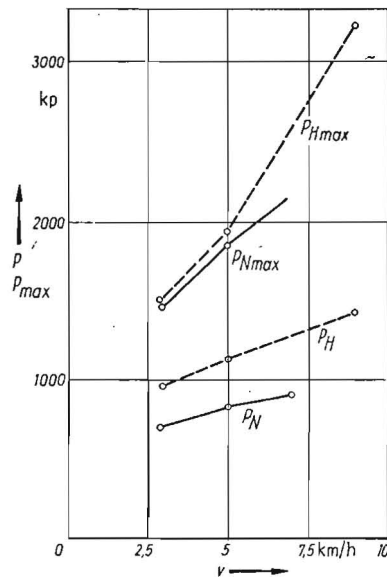


Bild 4 Waagerechte dynamische Auslösekräfte am Grindel 30 S bei verschiedenen Geschwindigkeiten. P_N Auslösekraft bei niedriger Federvorspannung (9 mm), P_H bei hoher Federvorspannung (16 mm).

Tafel 4. Übersicht der Überlastsicherungen an Pflügen (außer Zughaken mit Stoßfänger) in Anlehnung an BECKER [4] und SCHILLING [3]

System	Verwendbar mit		Einsatzbereich	Vorteile	Nachteile
	Pflugtyp	Traktortyp			
Scherbolzen	nur ZADP	RS 14, Utos Zetor MTS 5	Kehrpflügen in hängigem Gelände bei geringem Steinbesatz (b. RS 14 große Spurweite!)	Einfache Konstruktion	Hohe Verlustzeit zum Ersetzen des Scherbolzens. Nicht für Schneltpflügen
Scherbolzenmagazin	B 125 B 126	RS 14, Zetor MTS 5, Utos D 4 K	Flächen mit geringem bis mittlerem Steinbesatz	Verlustzeiten geringer als bei einfacher Scherbolzensicherung. Einsatz an Kehrpflügen möglich	Verlustzeit zum Nachfüllen des Magazins. Nicht für Schneltpflügen
Federsicherung, Grindel 30 S	B 125 B 126	RS 14, Zetor MTS 5, Utos D 4 K	Flächen mit geringem bis hohem Steinbesatz	Verlustzeiten zum Ersetzen der Scherbolzen entfallen. Ständig einsatzbereit. Verwendbarkeit an Kehrpflügen möglich	Verlustzeit zum Einklinken des Körpers. Nicht für Schneltpflüge, nur für Anbaupflüge
Sicherung über Traktor (Ferguson-System)	ITM-Beetpf. B 158 B 172 ZADP	nur ITM 533	Böden mit geringem bis hohem Steinbesatz	Einfache Pflughauweise. Automatisches Einstellen der Auslösekraft über der jeweiligen Arbeitsbelastung. Auch für andere Bodenbearbeitungsgeräte funktionierend	Verlustzeit zum Abstoppen des Traktors und wieder in Arbeitsstellung bringen. Hoher konstruktiver Aufwand. Nicht für Schneltpflügen. Bei mehrfurehigem Pflügen bleiben unbearbeitete Stellen liegen
Vollautomatische Aufsattel-Sicherung, meehan. oder hydr. Kopplung der Pflugkörper	für Anhängen- und Anbau-Beetpflüge möglich	von Pflugkonstruktion abhängig	Böden mit hohem Steinbesatz	Keine Verlustzeiten durch Ansprechen der Sicherung. Auch für höhere Arbeitsgeschwindigkeiten. Einfache Bedienung	Hoher konstruktiver Aufwand. Technische Lösungen für Kehrpflüge liegen noch nicht vor

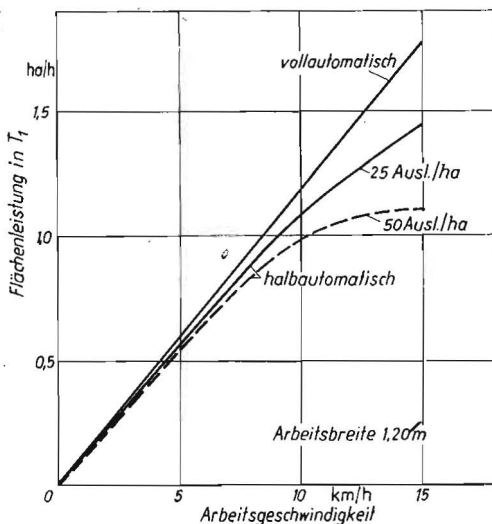


Bild 5. Flächenleistung in der Grundzeit T_1 von Pflügen mit Überlastsicherung in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit und verschiedenem Steinbesatz

2. Die Bedeutung der vollautomatischen Überlastsicherung an Pflügen für unsere Landwirtschaft

Die Wichtigkeit derartiger Vorrichtungen ist wiederholt herausgestellt worden [6]. Erst nach dem VIII. Deutschen Bauernkongress wurde die Entwicklung von der Industrie aufgegriffen.

Die ersten Messungen an einem vollautomatisch abgesicherten Pflug sind in der DDR im Herbst 1963 mit einem Importgerät durchgeführt worden. Gleichzeitig wurde von DOMSCH mit einem nach dem Vorbild der Sowjetunion gebauten Aufsattelpflug die Bedeutung eines vollautomatisch abgesicherten Pfluges beim Einsatz von leistungsstarken Radschleppern zum Pflügen auf steinigem Böden unterstrichen.

Die Meßergebnisse wurden dem in Bild 5 dargestellten Modellversuch zugrunde gelegt, in dem die Flächenleistungen von voll- und halbautomatisch abgesicherten Pflügen in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit dargestellt sind. Die Überlegenheit der vollautomatischen Sicherung kommt erst bei Arbeitsgeschwindigkeiten über 7 bis 8 km/h und vor allem bei hohem Steinbesatz zum Ausdruck.

Der hohe konstruktive Aufwand derartiger Pflüge ist aber durch eine ganze Anzahl weiterer Vorteile gerechtfertigt.

Vollautomatisch abgesicherte Pflüge sind für einen großen Teil der Ackerflächen der DDR überhaupt erst die Voraussetzung für eine wesentliche Steigerung der Pfluggeschwindigkeit. Die physische Belastung des Traktoristen ist wesentlich geringer als bei der Arbeit mit halbautomatischen Sicherungen, weil das Zurückstoßen entfällt. Dieser Vorteil kommt ebenfalls bei höheren Geschwindigkeiten und höherem Steinbesatz besonders zum Ausdruck. Bei der Vertiefung der Ackerkrume auf steinhaltigen Böden ist erfahrungsgemäß mit zahlreicheren Steinberührungen im Unterboden zu rechnen als bei normal tiefer Pflugfurche. Eine vollautomatische Überlastsicherung des Pfluges ermöglicht es, diese für die Steigerung der Ertragsfähigkeit unserer Böden so wichtige Maßnahme auch auf derartigen Flächen ohne Nachteil für den Traktoristen vorzunehmen. Die vollautomatische Sicherung ist für Anhängen- und Aufsattelpflüge verwendbar, für die die halbautomatische Sicherung „Grindel 30 S“ sich nicht bewährt hat.

Eine vollautomatische Sicherung ist schließlich Voraussetzung für eine in der weiteren Perspektive vorzunehmende Teil- und Vollautomatisierung des gesamten Pflugprozesses. In Tafel 4 sind die Einsatzbereiche sowie die Vor- und Nachteile der gegenwärtig in der DDR vorhandenen Überlastsicherungen an Anbaupflügen aufgezeigt. Diese Darstellung wurde durch das vollautomatische Sicherungssystem vervollständigt.

3. Zusammenfassung

Es wird über den Stand der Entwicklung von Überlastsicherungen an Anbau- und Aufsattelpflügen berichtet. Die Prüfergebnisse — vor allem die Ergebnisse der technischen Messungen an der Feder-Überlastsicherung „Grindel 30 S“, die 1964 in Serie produziert wird — werden mitgeteilt, abschließend wird die Bedeutung der vollautomatischen Überlastsicherung für die Landwirtschaft der DDR hervorgehoben.

Literatur

- [1] DOGANOWSKI, M.: Pflüge für steinige Böden. Techn. v. sel'sko choz. (1960) H. 5, S. 40 bis 43
- [2] GORENSTEIN, A.: Ein Pflug für steinige Böden. Techn. v. sel'sko choz. (1960) H. 7, S. 78 bis 79
- [3] SCHILLING, E.: Landmaschinen 1962, Bd. 2, Köln
- [4] BECKER, E.: Überlastsicherungen an Schlepperpflügen. Landmaschinen-Markt (1960) H. 1, S. 8 bis 10
- [5] GETZLAFF, G.: Kräfte beim Pflügen von steinigem Acker. Grundlagen der Landtechnik (1953) H. 5, S. 7 bis 15
- [6] SCHMID, H.: Hilfe der Technik bei der Steigerung der Bodenfruchtbarkeit. Sitzg.-Ber. Dt. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin 1963, XII