

Die Kraftheberregelung des Traktors ZT 320/323

Dr. agr. J. Hortschansky, KDT, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Traktorenwerk Schönebeck

1. Allgemeines

Kraftheberregelungen sind seit dem Jahr 1925 bekannt [1]. Die Regelungsarten Lage- und Zugkraftregelung, Mischregelung (Kombination von Lage- und Zugkraftregelung) sowie die Tastregelung wurden seitdem praktisch angewendet. International durchgesetzt hat sich in den letzten 10 Jahren die Mischregelung:

Eine Kraftheberregelung – gleich welcher Art – bewirkt, daß der Kraftheber mit Dreipunktgestänge und daran angebaute Maschine in einer während der Arbeitsfahrt vom Traktoristen wählbaren Stellung hydraulisch abgestützt wird. Bei Regelhydraulikbetrieb des Krafthebers werden folglich an der angebauten Maschine keine Stützräder oder Schleifkufen benötigt, die unproduktive Roll- oder Reibungswiderstände verursachen.

Außerdem werden alle an der angebauten Maschine vertikal nach unten wirkenden Kräfte als vertikale Zusatzlast für den ziehenden Traktor wirksam und erhöhen dessen Zugfähigkeit. Nach Messungen von Steinkampf [2] treten bei Regelhydraulikbetrieb des Krafthebers in der Vertikalebene der Koppelpunkte der unteren Lenker je nach Einsatzbedingungen folgende Vertikalbelastungen auf: durch einen vierfurchigen Anbaubeetpflug 1,3 bis 5,9 kN (Mittelwert rd. 4,0 kN) und durch einen fünffurchigen Aufsattelbeetpflug 7,8 bis 11,1 kN (Mittelwert rd. 9,0 kN).

Vertikalbelastungen an den Koppelpunkten der unteren Lenker von 4,0 kN durch einen Anbaubeetpflug und von 9,0 kN durch einen Aufsattelbeetpflug bringen am Traktor ZT 320/323 die in Tafel 1 aufgeführten Achs-

laständerungen mit sich und führen bei Unterstellung eines Triebkraftbeiwerts von 0,4 und eines Rollwiderstandsbeiwerts von 0,1 rechnerisch zu den in Tafel 2 ausgewiesenen Zugfähigkeitserhöhungen. Die Unterschiede in bezug auf die Zugfähigkeitserhöhungen zwischen dem Traktor ZT 320 und dem Traktor ZT 323 in Tafel 2 sind darauf zurückzuführen, daß die Achslastverlagerung von vorn nach hinten nur am ZT 320 zugfähigkeitserhöhend wirken kann.

2. Funktion

Der Traktor ZT 320/323 ist mit einer Zugkraft-, Lage- und Mischregelung ausgerüstet, deren hydraulischer Teil einschließlich der Regelkreispumpe (Fördermenge 10 l/min) von der Tastregelung des Traktors ZT 300/303 übernommen wurde. Die Rege-

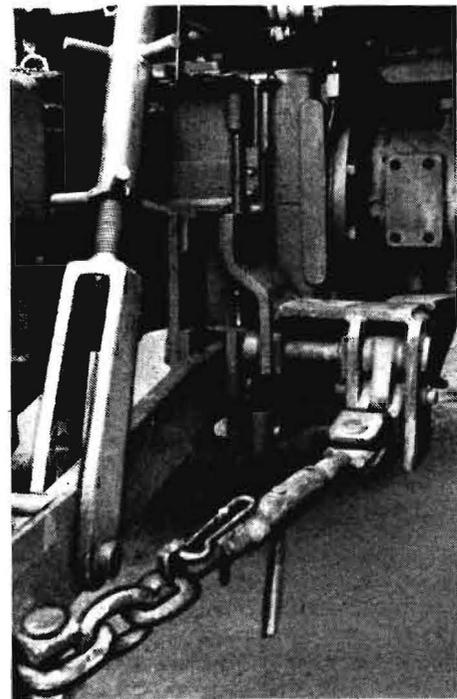
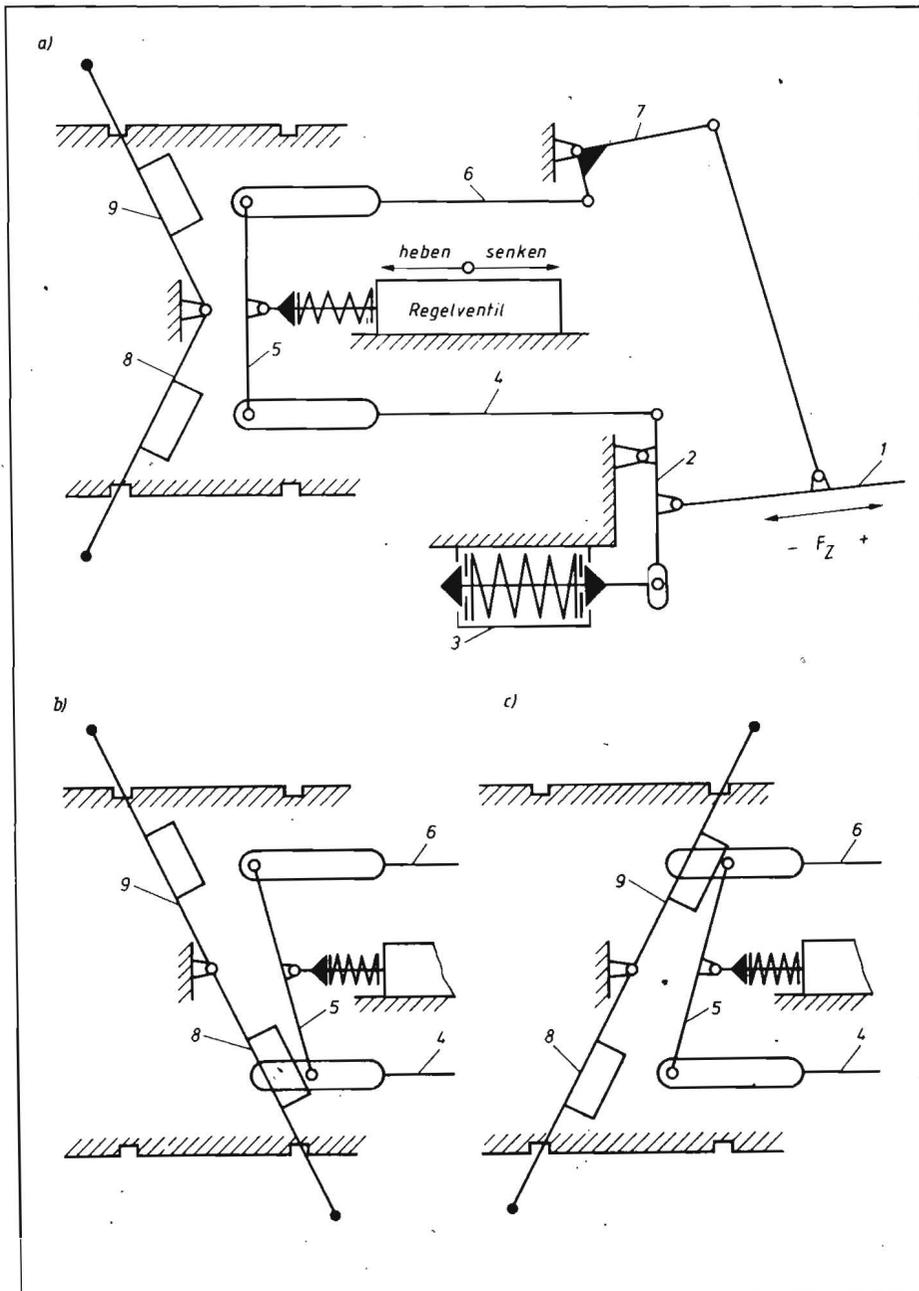


Bild 2. Geberschwinge und Zugkraftgestänge der Kraftheberregelung des Traktors ZT 320/323

Bild 1. Funktionsschema der Kraftheberregelung des Traktors ZT 320/323;

- a) Mischregelbetrieb
- b) Lageregelbetrieb
- c) Zugkraftregelbetrieb
- 1 unterer Lenker, 2 Geberschwinge, 3 Federelement, 4 Zugkraftgestänge, 5 Differentialhebel, 6 Lagergestänge, 7 Hubarm, 8 Wahlhebel Misch- und Lageregelung, 9 Wahlhebel Misch- und Zugkraftregelung

lung läßt sich auf Lageregelbetrieb, auf Zugkraftregelbetrieb oder auf Mischbetrieb dieser beiden Betriebsarten schalten (Bild 1). Dazu sind zwei Hebel, einer zum Abschalten der Zugkraftregelung (Bild 1b) und einer zum Abschalten der Lageregelung (Bild 1c), vorhanden.

Beim Lageregelbetrieb wird die Winkelstellung der Kraftheberhubarme zum Traktor geregelt. Ein am rechten Hubarm angelegtes Lagegestänge überträgt die Schwenkbewegungen der Hubarme auf das Regelventil (Bild 1a und 1b). Sinken die Hubarme ab, z. B. durch Undichtheit des Krafthebers, stellt dieses Lagegestänge das Regelventil auf Heben, heben sie sich, gibt es einen Senkimpuls. Hub- bzw. Senkimpuls dauern jeweils solange, bis die Hubarme ihre Ausgangslage wieder erreicht haben. Infolgedessen werden die Hubarme und das daran befestigte Dreipunktgestänge nach dem Absenken ständig in einer mit dem Tiefenstellhebel des Regelventils vorwählbaren Winkelstellung zum Traktor gehalten. Die angebaute Maschine macht also alle Nickbewegungen des Traktors mit.

Bei Einstellung auf Zugkraftregelbetrieb wird der Kraftheber nach dem Absenken so gesteuert, daß immer die gleichen Zug- oder Druckkräfte an den unteren Lenkern eingehalten werden. Die Größe dieser Zug- oder Druckkräfte ist mit Hilfe des Tiefenstellhebels des Regelventils wählbar. Die unteren Lenker sind in Schwingen aufgehängt, an denen auf Zug und Druck belastbare Federn angreifen (Bilder 1a und 2). Die Bewegungen dieser federbelasteten Geberschwingen überträgt ein Gestänge auf das Regelventil. Werden die Geberschwingen durch zunehmenden Zugwiderstand nach hinten geschwenkt, wird das Regelventil solange auf Heben gestellt, bis die Geberschwingen ihre Ausgangslage wieder erreicht haben. Umgekehrt bewirkt eine Verringerung des Zugwiderstands ein entsprechendes Absinken des Krafthebers. Bodenbedingte Zugwiderstandsänderungen führen daher zu Arbeitstiefenschwankungen.

Beim Mischregelbetrieb wirken Lage- und Zugkraftregelung gleichzeitig über einen Differentialhebel im Regelgestänge auf das Regelventil (Bild 1a). Löst eine Zugwiderstandsänderung über das Zugkraftgestänge eine Kraftheberbewegung aus, bewirkt diese Kraftheberbewegung über das Lagegestänge sofort einen gegenläufigen Regeleffekt. Bodenbedingte Zugkraftänderungen können daher keine bedeutenden Arbeitstiefenschwankungen verursachen. Traktornickbewegungen, die normalerweise – durch Bodenunebenheiten ausgelöst – nur kurzzeitig auftreten, beeinflussen die Arbeitstiefe trotz der Mitwirkung der Lageregelung auch nicht wesentlich. Bei Traktornickbewegungen, die ein Ausheben der angebauten Maschine und somit ein dementsprechend schnelles Abnehmen der Zugkraft hervorrufen, gibt die Zugkraftregelung einen starken Senkimpuls. Dieser Senkimpuls wird nahezu voll wirksam, denn er kann während der kurzen Zeitdauer der Nickbewegung kaum durch den gegenläufigen Hubimpuls der Lageregelung abgeschwächt werden. Dazu ist die Hubgeschwindigkeit der Koppelpunkte der unteren Lenker mit 7 cm/s gegenüber der Arbeitsgeschwindigkeit von etwa 1,6 m/s zu gering. Entgegengesetzte Traktornickbewegungen können keinen erheblich größeren Tiefgang der angebauten Maschine zur Folge haben,

Tafel 1. Achslaständerungen am Traktor ZT 320/323 durch einen vierfurchigen Anbaubeetpflug und einen fünfurchigen Aufsattelbeetpflug beim Regelhydraulikbetrieb des Krafthebers

Pflug	Zusatzlast in Koppellebene (nach [1]) kN	Laständerung Vorderachse kN	Hinterachse kN
Anbaubeetpflug	4,0	-1,6	+ 5,6
Aufsattelbeetpflug	9,0	-3,7	+12,7

Tafel 2. Erhöhung der Zugfähigkeit des Traktors ZT 320/323 durch Regelhydraulikbetrieb eines vierfurchigen Anbaubeetpfluges und eines fünfurchigen Aufsattelbeetpfluges

Pflug	Zugkraftgewinn bei gleichem Schlupf	
	ZT 320 kN	ZT 323 kN
Anbaubeetpflug	2,4	1,6
Aufsattelbeetpflug	5,5	3,6

weil der Kraftheber nach oben freigängig ist und der während der Nickbewegung zurückgelegte Weg für einen bedeutend tieferen Einzug der angebauten Maschine nicht ausreicht.

3. Regelgüte

Die Regelgüte ist vor allem für die Tiefenführung von angebauten Pflügen wesentlich. Im folgenden wird daher anhand einer Vielzahl von Meßergebnissen aus der Erprobung gezeigt, inwieweit ein vierfurchiger Anbaubeetpflug B 126 und ein fünfurchiger Aufsattelbeetpflug B 201 ihre eingestellten Arbeitstiefen bei Führung durch die Misch- und Zugkraftregelung des Traktors ZT 320/323 sowie durch die bekannte Tastregelung des Traktors ZT 300/303 einhalten. Die Meßwerte wurden mit einer elektrisch klassierenden Tastradmeßeinrichtung aufgenommen. Diese Meßeinrichtung war am Anbaubeetpflug B 126 neben dem letzten Pflugkörper (Bild 3) bzw. am Aufsattelbeetpflug B 201 neben dem ersten Pflugkörper befestigt und nahm je nach Arbeitsgeschwindigkeit in Wegabständen von 17 bis 21 cm einen Tiefenmeßwert auf. Als Wertungsmaßstab für die Regelgüte ist der Anteil der im Toleranzbereich von ± 4 cm um die mittlere Arbeitstiefe liegenden Meßtiefen verwendet worden (Bild 4), weil dieser Toleranzbereich agrotechnisch als zulässig gilt [3]. Außerdem hat die Meßauswertung gezeigt, daß diese Anteilgröße den gleichen Aussagewert hat wie die zugehörige Standardabweichung vom Mittelwert.

Auf oberflächenebenen Böden mit gleichbleibendem Pflugwiderstand unterscheiden sich Tast-, Misch- und Zugkraftregelung nur geringfügig in ihrer Regelgüte (Bild 4, linke Spalte). Der erste Pflugkörper des Aufsattelbeetpfluges B 201 arbeitet mit etwas geringe-

ren Tiefenschwankungen als der letzte Pflugkörper des Anbaubeetpfluges B 126, weil er sich vergleichsweise wesentlich näher am Traktor befindet und weil zwischen Pflugrahmen und Traktor eine horizontale Gelenkstelle vorhanden ist, so daß sich Traktornickbewegungen kaum auf die Tiefenführung auswirken können.

Auf unebenen Böden wird der Anbaubeetpflug B 126 von der Tastregelung weit schlechter geführt als von der Misch- und Zugkraftregelung, die dort gleichwertig funktionieren (Bild 4, oberer Teil der mittleren Spalte). Von der Tastvorrichtung der Tastregelung wird die Bodenoberfläche nur auf einer Linie abgetastet. Liegen Radspuren, Rinnen oder Dämme auf dieser Linie, lösen sie Tiefenänderungen aus, die nicht dem Durchschnittsniveau der Bodenoberfläche entsprechen. Am Aufsattelbeetpflug B 201 macht sich diese negative Funktionseigenschaft der Tastregelung wegen des relativ geringen Abstands des ersten Pflugkörpers vom Traktor und der Gelenkstelle zwischen Pflugrahmen und Traktor nicht so wesentlich bemerkbar wie am Anbaubeetpflug B 126. Infolgedessen hält die Tastregelung den Anbaubeetpflug B 126 nicht so gut in der gewählten Arbeitstiefe wie den Aufsattelbeetpflug B 201 (Bild 4, mittlere Spalte). Daß der Aufsattelbeetpflug B 201 auf unebenen Böden beim Mischregelbetrieb nicht besser arbeitet als beim Tastregelbetrieb und bei Zugkraftregelung sogar schlechter, liegt an seiner Ankopplung an den Traktor mit Hilfe des oberen Lenkers. Beim Regelhydraulikbetrieb wird er fast nur vom oberen Lenker gezogen und von den unteren Lenkern nur vertikal abgestützt. Infolgedessen erzeugen nur extreme Zugwiderstandsschwankungen regelwirksame Kraftänderungen an den unteren Lenkern. Beim Mischregelbetrieb gibt es da-



Bild 3 Elektrisch klassierende Tastradmeßeinrichtung zur Pflugtiefmessung am Anbaubeetpflug B 126

durch zu wenig Regelkorrekturen zum Ausgleichen von Traktornickbewegungen, und bei reiner Zugkraftregelung verursachen die wenigen Regelimpulse wegen des Fehlens der Gegenreaktion der Lageregelung übermäßig große Hub- oder Senkbewegungen. Hat z. B. eine Zugkraftzunahme an den unteren Lenkern eine Hubbewegung des Krafthebers ausgelöst, tritt die zu deren Abbruch erforderliche Zugkraftabnahme erst nach sehr großem Aushub ein.

Bei wechselndem Pflugwiderstand führen die Tastregelung und die Mischregelung den Anbaubeetpflug B 126 und den Aufsattelbeetpflug B 201 nahezu gleichwertig, während die Zugkraftregelung demgegenüber erwartungsgemäß schlechter arbeitet (Bild 4, rechte Spalte).

4. Anwendungsempfehlungen

Lageregelung sollte eingestellt werden, wenn das Dreipunktgestänge mit angebauter oder angehängter Maschine in einer fest bestimmten, vorwählbaren Arbeitsstellung zum Traktor gehalten werden soll, die Maschine keine im oder auf dem Boden arbeitenden Werkzeuge hat oder ihre Werkzeuge einzeln von Stützelementen auf dem Boden geführt werden. Nützlich ist die Lageregelung vor allem für den Betrieb von Eggentrahmen, Anbaudüngerstreuern, Anbaudrillmaschinen, Anbauschiebeschildern und Anbaugabeln sowie für Anhängemaschinen an der Anhängeschiene im Dreipunktgestänge. Bodenbearbeitungsgeräte werden qualitativ am besten beim Mischregelbetrieb geführt. Die Zugkraftregelung sollte für sie nur gewählt werden, wenn der Boden oberflächlich sehr uneben, aber in sich gleichmäßig ist. Lageregelung kommt für sie nicht in Betracht.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß die Tiefenführung mit Hilfe der Kraftheberregelung nicht nur für Pflüge, sondern auch für Anbaugrubber aller Art ohne Qualitätsminderung energetisch vorteilhaft ist. An den für den Traktor ZT 320/323 in Betracht kommenden Anbaugrubbern mit einklappbaren Seitenteilen werden beim Regelhydraulikbetrieb die Stützräder der Mittelteile nicht benötigt, die auf den vor dem Grubbern meist gepflügten Böden tief einsinken und deshalb großen Rollwiderstand und z. T. auch Erdstauungen verursachen. Außerdem können Erdstauungen in den Grubbern beim Regelhydraulikbetrieb durch langsames, geringfügiges Anheben des Grubbers mit Hilfe des Tiefenstellhebels des Regelventils ohne Haufenbildung abgebaut werden. Das ist durch Betätigen der Hub-Senk-Steuereinheit des Krafthebers nicht möglich, weil dem Kraftheber über diese eine Fördermenge von 50 l/min zugeführt wird und deshalb nur ruckartig ausgehoben werden kann.

Zum Einrichten der unteren Lenker auf Seitenbeweglichkeit während der Arbeit sollten die Lenkerspannketten so in den dafür vor-

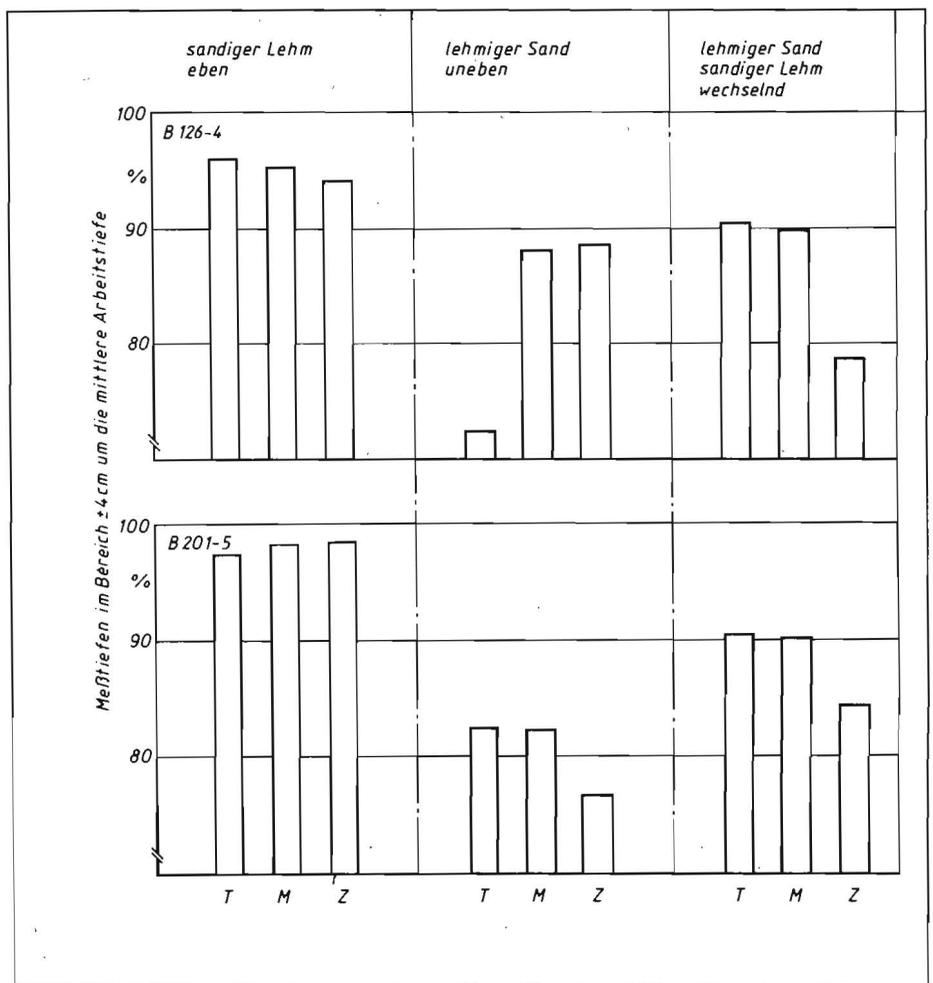


Bild 4. Anteile der gemessenen Arbeitstiefen des vierfurchigen Anbaubeetpfluges B 126 und des fünffurchigen Aufsattelbeetpfluges B 201 im Toleranzbereich ± 4 cm um die mittlere Arbeitstiefe mit der Tastregelung (T) des Traktors ZT 300/303 sowie mit der Misch- (M) und Zugkraftregelung (Z) des Traktors ZT 320/323

gesehenen Schlitten am Traktor eingehängt und auf Länge eingestellt werden, daß sie die unteren Lenker in voll ausgehobener Stellung verspannen. Das schützt die Geberelmente der Zugkraftregelung und die Kugelgelenke der unteren Lenker vor starken Stoßbeanspruchungen.

5. Zusammenfassung

Der Traktor ZT 320/323 hat zur hydraulischen Steuerung seines Krafthebers in Arbeitsstellung entsprechend dem internationalen Entwicklungstrend eine Zugkraft-, Lage- und Mischregelung, deren Gebergröße Zugkraft von den unteren Lenkern des Dreipunktgestänges abgenommen wird. Diese Kraftheberregelung führt beim Mischregelbetrieb angebaute Bodenbearbeitungsgeräte auf oberflächenebenen Feldern ebenso gut in der vorgewählten Arbeitstiefe wie die bekannte Tastregelung des Traktors ZT 300/303 und auf unebenen Flächen besser. Sie ist durch ihre drei Betriebsmöglichkeiten Zugkraft-, Lage- und Mischregelung

nicht nur für das Pflügen, sondern sehr vielseitig mit energetischen, ergonomischen und qualitativen Nutzeffekten einsetzbar. Außerdem hat sie gegenüber der Tastregelung des ZT 300/303 den Vorteil, daß sie kein auf dem Boden laufendes und damit beschädigungs- und verschleißempfindliches Funktionselement hat.

Literatur

- [1] Molly, H.: Die Schlepperhydraulik und die Wechselbeziehungen zwischen Schlepper und Pflug bei der Regelung der Arbeitstiefe. Grundlagen der Landtechnik, Düsseldorf 13 (1963) 17, S. 28-37.
- [2] Steinkampf, H.: Ermittlung von Reifenkennlinien und Gerätezugleistungen für Ackerschlepper. Landbauforschung Völknerode (1975) Sonderheft 27.
- [3] Rüstig, M.; Krause, J.: Ausgewählte Erprobungsergebnisse zum Aufsattelbeetpflug B 550 mit Saatbettbereitungsgesät B 601. agrartechnik, Berlin 28 (1978) 6, S. 243-248.