

einheitlich der konstruktiven Ausführung abzusichern, wurden Abstimmungen zwischen dem Landmaschinen- und Traktorenbau, der Landtechnischen Instandsetzung und der Hydraulik-Industrie durchgeführt.

Dadurch wird die Erfüllung der Forderungen, die sich aus dem bisherigen Einsatz der „Abreibkupplungen“ nach TGL 10972 und dem Neueinsatz von Steckkupplungen ergeben — wobei die Forderungen nach 1.2.2.1 (Teil I) hinsichtlich der Wechselnutzung zu beachten sind — ermöglicht. Für die Festhälfte der neuen Steckkupplung ist noch ein Befestigungsflansch mit gleichen Anschluß-Abmessungen bereitzustellen, damit die Festhälfte der bisherigen „Abreibkupplung“ nach TGL 10972 bei Bedarf durch die Festhälfte der neuen Steckkupplung ersetzt werden kann (Bild 2).

#### Literatur

- [1] HASSLAUER, G.: Forschungsbericht „Untersuchungen zur Anordnung und Anwendung von einheitlichen Hydraulikelementen für Traktoren und Landmaschinen“. 1966, Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau, Leipzig
- [2] KUCZEWSKI, J.: Analyse der Anwendungsmöglichkeiten für das äußere Hydrauliksystem des Ackertraktors. Maszyny i Ciagniki Rolnicze (1966) H. 2, S. 34 bis 39
- [3] HASSLAUER, G.: Abschlußbericht „Stelle und Art der Befestigung der Hydraulikkupplungen am Traktor und an der Landmaschine (Kopplung der Hydraulikanlagen Traktor—Landmaschine)“ 1966, Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau, Leipzig

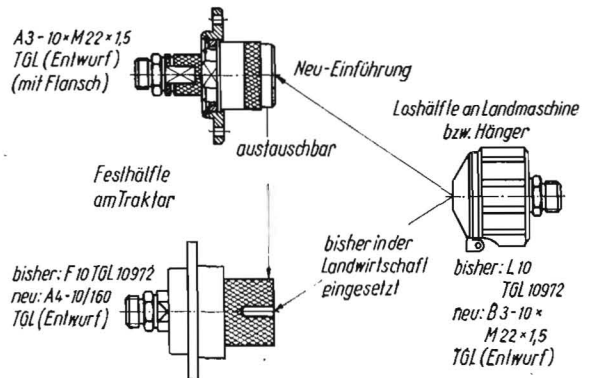


Bild 2. Kuppelbarkeit der Loshälften mit Festhälften der eingeführten „Abreibkupplungen“ nach TGL 10 972 und der neu einzuführenden „Schnellkupplungen“ sowie Austauschbarkeit der Festhälften untereinander

- [4] CRÜSSMANN, L.: Zugkraft- und Leistungsbedarf für die einzelnen Arbeitsgänge der wichtigsten Maschinensysteme. Landt. Informationen (1966) H. 11, S. 209 bis 216
- [5] THURM, R.: Der Einfluß der Ausnutzung von Traktoren und Landmaschinen auf die Kosten und den Maschinenbedarf. Deutsche Agrartechnik (1967) H. 1, S. 20 bis 25 (Fortsetzung folgt im nächsten Heft)

A 6762

## Tiefenhaltung und ökonomischer Nutzen bei Anwendung der Regelhydraulik an Traktoren (Teil IV)<sup>1</sup>

Ing. W. PFLÜGER\*

### 4. Ökonomische Vergleichsuntersuchungen

#### 4.1. Zielstellung

In der Literatur wird von mehreren Autoren die Meinung vertreten, daß die Anwendung der Regelhydraulik ohne nähere Betrachtung des Regelprinzips schon allein wegen des erreichbaren ökonomischen Nutzens vollauf gerechtfertigt sei [13] [21] [22]. Um die Gültigkeit dieser Ansicht zu prüfen und durch Gewinnung konkreter Werte eine Einschätzung über die Vertretbarkeit des Mehrpreises, der durch die Ausrüstung eines Traktors mit einer Regelhydraulikanlage zwangsläufig entsteht, vornehmen zu können, wurde die Durchführung dieser Versuchsreihe beschlossen. Durch parallelen Einsatz der beiden Pflugführungssysteme Schwimmstellung und Regelhydraulik auf einem Feldstück sollten dabei durch Messung der Flächenleistung, des Schlupfes und des Kraftstoffverbrauchs die bestehenden einsatzökonomischen Unterschiede ermittelt werden.

#### 4.2. Versuchsdurchführung

Als parallel zur Schwimmstellung einzusetzendes Regelsystem wurde die Tastregelung als dasjenige Prinzip ausgewählt, das sich aus der vorhergehenden Vergleichsuntersuchung der Regelsysteme als das beste erwiesen hatte. Da der zur Verfügung stehende Versuchstraktor (50 PS) neben den Systemen Tastregelung und Schwimmstellung auch noch mit einer Antischlupfeinrichtung ausgerüstet war, konnten diese drei Einstellungsarten günstigerweise mit ein und demselben Traktor gefahren und untereinander verglichen werden.

Um die Abhängigkeit des Einflusses der Regelhydraulik vom spezifischen Bodenwiderstand festzustellen, erfolgten die Versuche auf leichtem, mittlerem und schwerem Boden.

Je nach Bodenart konnte hierbei zwei- oder dreifurchig gearbeitet werden. Da mit der gleichen jeweils möglichen Scharanzahl an dem betreffenden Einsatzort alle „Regelsysteme“ erprobt wurden, ist eine relative Vergleichsmöglichkeit gegeben.

An jedem Einsatzort kam jedes System der Pflugführung am gleichen Tage (annähernd gleiche Einsatzbedingungen!) eine vorher festgelegte Zeit hindurch zum Einsatz, wobei der Motor immer mit voller Auslastung gefahren wurde.

Hierbei wurden gemessen:

- Mittlere Arbeitstiefe (Stichprobe mit Metermaß alle 20 m)
- Mittlere Arbeitsbreite
- Verbrauchter Kraftstoff je „Regelart“ (Auslitern)
- Grundzeit  $T_1$
- Hilfszeit  $T_2$
- Mittlere Arbeitsgeschwindigkeit
- Schlupf je „Regelart“
- Am Ende des jeweiligen Versuchsabschnittes: Gepflügte Fläche je „Regelart“

Die Ergebnisse aus den Messungen und den daraus abgeleiteten Berechnungen enthält Tafel 3.

#### 4.3. Auswertung der ökonomischen Vergleichsuntersuchung

##### 4.3.1. Bemerkung zur Versuchsaussage:

Die aus Tafel 3 für die Versuche auf leichtem Boden erkennbaren Vorteile des „Antischlupfes“ gegenüber der Tastregelung sind auf unterschiedliche Einsatzbedingungen zurückzuführen und stellen keine absolut gültige Aussage dar:

\* Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau Leipzig (Direktor: Dr.-Ing. H. REICHEL)

<sup>1</sup> Teil I s. H. 1/1967, S. 37; Teil II s. H. 2/1967, S. 87; Teil III s. H. 3/1967, S. 139

Tafel 3  
Ökonomischer Vergleich  
Schwimmstellung (S)  
— Antischlupf (A) —  
Tastregelung (R)

Ökonomische Kennziffern		leichter Boden (≈ 1 640 000 ha AL)			mittlerer Boden (≈ 1 300 000 ha AL)			schwerer Boden (≈ 1 750 000 ha AL)			
		S	A	R	S	A	R	S	A	R	
1	Anzahl der Pflugkörper	[St.]	2	3	3	3	3	2	2	2	
2	mittlere Arbeitsbreite	[cm]	117	117	115	118	120	120	0,77	0,77	0,86
3	Arbeitstiefe	[cm]	20	20	20	20	18	21	20	22	22
4	Geschwindigkeit <sup>1</sup>	[km/h]	5,2	7,2	6,75	5,2	6,7	6,4	6,6	6,5	6,9
5	Schlupf <sup>1</sup>	[%]	23,3	8,6	12,1	22,3	8,1	8,1	9,9	9,9	7,7
6	gepflügte Fläche	[ha]	0,71	0,71	0,70	0,65	0,81	0,79	0,47	0,46	0,56
7	verbrauchter Kraftstoff	[l]	12,5	11,0	11,0	12,0	12,0	12,0	12,5	12,0	12,5
8	spezifischer Kraftstoffverbrauch	[l/ha]	17,6	15,5	15,7	18,5	14,8	15,2	26,6	26,1	22,3
9	benötigte Zeit T <sub>1</sub>	[h]	1,17	0,84	0,90	1,05	0,99	1,03	0,92	0,93	0,93
10	Flächenleistung T <sub>1</sub>	[ha/h]	0,61	0,85	0,78	0,62	0,82	0,77	0,51	0,50	0,60
11	Flächenleistung T <sub>1</sub> bei gleichem Bodenvolumen <sup>2</sup>	[ha/h]	0,61	0,85	0,78	0,62	0,74	0,81	0,51	0,55	0,66
12	benötigte Zeit T <sub>02</sub> <sup>3</sup>	[h]	1,23	0,90	0,95	1,10	1,05	1,07	1,00	0,99	1,03
13	Normzeit T <sub>06</sub> , bezogen auf Zeile 6 <sup>4</sup>	[h]	1,77	1,29	1,37	1,62	1,52	1,57	1,42	1,40	1,43
14	Flächenleistung T <sub>06</sub> bei gleichem Bodenvolumen <sup>2</sup>	[ha/h]	0,40	0,55	0,51	0,40	0,48	0,53	0,33	0,36	0,43
15	Arbeitszeitaufwand, bezogen auf Zeile 14	[h/ha]	2,50	1,82	1,96	2,50	2,09	1,89	3,03	2,78	2,33
16	Senkung des Arbeitszeitaufwandes auf	[%]	100	73,0	78,5	100	83,7	75,7	100	91,8	76,9
17	Lohnkosten (2,50 MDN/h)	[MDN/ha]	6,25	4,55	4,90	6,25	5,22	4,73	7,58	6,95	5,83
18	Kraftstoffkosten (0,40 MDN/l)	[MDN/ha]	7,04	6,20	6,27	7,40	5,91	6,07	10,63	10,42	8,90
19	Traktorkosten ohne Lohn und Kraftstoff <sup>5</sup>	[MDN/ha]	14,50	10,54	11,35	14,50	12,10	10,94	17,56	16,10	13,50
20	Einsatzkosten ohne Gerätekosten <sup>6</sup>	[MDN/ha]	27,79	22,29	22,52	28,15	23,23	21,74	35,77	33,47	28,23
21	Einsparungen gegenüber Schwimmstellung	[MDN/ha]	—	5,50	5,27	—	3,74	6,41	—	2,30	7,54
22	Einsparung im Jahr	[Mill. MDN]	—	9,00	8,64	—	4,86	8,34	—	4,02	13,2

<sup>1</sup> Die Messung des Schlupfes erfolgte durch Auszählung und Vergleich der Hinterraddrehungen auf einer Meßstrecke von 100 m im belasteten und unbelasteten Zustand des Traktors.

<sup>2</sup> Da sich bei jeder Versuchsfahrt mit den einzelnen Systemen der Pflugführung unterschiedliche mittlere Arbeitstiefen ergaben, wurden die hierbei ermittelten Flächenleistungen zur Schaffung einer Vergleichsbasis in Flächenleistungen bei einer angenommenen konstanten Furchentiefe von 20 cm umgerechnet. Es werden also letzten Endes durch die Unterstellung einer bei allen Versuchen gleichbleibenden Furchentiefe idealisierte Flächenleistungen untereinander verglichen.

<sup>3</sup> Die Operativzeit T<sub>02</sub> ergibt sich durch Addition der Grundzeit T<sub>2</sub> mit der Wendezeit T<sub>21</sub> (Meßwerte).

<sup>4</sup> Die Normzeit T<sub>06</sub> ergibt sich aus der Addition der Operativzeit T<sub>02</sub> mit einem auf die gepflügte Fläche (Zeile 6) bezogenen Zeitzuschlag (bestehend aus T<sub>31</sub>; T<sub>61</sub>; T<sub>61</sub> bis T<sub>65</sub>) entsprechend „Richtnormenkatalog für Arbeiten mit Traktoren in LPG“ (VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1964).

<sup>5</sup> Die angegebenen Traktorkosten je Hektar (Abschreibungen, Reparaturkosten u. ä.) wurden ermittelt auf der Grundlage bisher unveröffentlichter Materialien der Abt. Ökonomik des ILT über die Kalkulation der Einsatzkosten von Traktoren der Zugkraftklassen 0,9 und 1,4 Mp.

<sup>6</sup> Die Gesamt-Einsatzkosten ergeben sich aus der Addition der in den Zeilen 17 bis 19 eingetragenen, jeweils auf gleiches Bodenvolumen (entsprechend Zeile 14) bezogenen Werte.

Bei der Arbeit mit Schwimmstellung war der Boden gefroren und der Schlupf dadurch offenbar geringer als bei normalen Bedingungen. Die Arbeit mit „Antischlupf“ erfolgte unter als normal einzuschätzenden Bodenverhältnissen (Boden aufgetaut und trocken).

Beim Pflügen mit Regelhydraulik herrschte ein leichter Nieselregen, so daß die gemessenen Werte schlechter als unter normalen Bedingungen zu werten sind. Man kann also nicht ohne weiteres sagen, daß bei leichtem Boden mit dem Antischlupfsystem bessere Ergebnisse erzielbar sind als mit Regelhydraulik!

#### 4.3.2. Erreichbare Flächenleistungen<sup>2</sup>

Setzt man die auf den einzelnen Bodenarten mit Schwimmstellung erreichte Flächenleistung (umgerechnet auf gleiches Bodenvolumen) jeweils gleich 100 %, so ergeben sich mit den Systemen „Antischlupf“ bzw. „Tastregelung“ folgende Relativwerte:

	Antischlupf	Tastregelung
leichter Boden	139 %	128 %
mittlerer Boden	120 %	131 %
schwerer Boden	108 %	129 %

Bezüglich der in diesem Zusammenhang in erster Linie interessierenden Werte der Regelhydraulik ist also festzustellen, daß die erreichbare Steigerung der Flächenleistung unabhängig von der Bodenart durchschnittlich 30 % beträgt. Die ursprünglich erwartete Tendenz, wonach die durch Anwendung der Regelhydraulik mögliche Steigerung der Flächenleistung mit wechselndem Bodenwiderstand abnehmen

müßte, fand in den Ergebnissen dieser Versuchsreihe keine Bestätigung.

#### 4.3.3. Spezifischer Kraftstoffverbrauch<sup>3</sup>

Betrachtet man den beim Fahren mit Schwimmstellung ermittelten spezifischen Kraftstoffverbrauch als Ausgangsbasis, so ergeben sich folgende relative Einsparungen:

	Antischlupf	Tastregelung
leichter Boden	12 %	11 %
mittlerer Boden	20 %	18 %
schwerer Boden	2 %	16 %

Eine bestimmende Tendenz ist aus diesen Werten nicht ableitbar!

Bei der Umrechnung auf Flächenleistungen mit gleicher Furchentiefe wurde unterstellt, daß sich der spezifische Kraftstoffverbrauch hierbei nicht verändert, da ja die benötigte Antriebsenergie (Kraftstoffmenge) einem bei der Umrechnung unverändert gebliebenen Bearbeitungsvolumen zugeordnet gedacht werden kann.

#### 4.3.4. Jährlich mögliche Einsparungen<sup>4</sup>

Multipliziert man die in Tafel 3, Pos. 21 für die Systeme „Antischlupf“ und „Tastregelung“ unter den einzelnen Bodenarten ausgewiesenen Einsparungen mit den in der Kopfzeile angegebenen, jeweils jährlich in der DDR zu bearbeitenden

<sup>2</sup> s. Tafel 3, Pos. 11

<sup>3</sup> s. Tafel 3, Pos. 8

<sup>4</sup> s. Tafel 3, Pos. 22

Flächen (unter Berücksichtigung der Kulturen, die zweimaliges Pflügen im Jahr voraussetzen), so ergeben sich die in Pos. 22 eingetragenen jährlichen Einsparungen je Bodenart.

Durch Addition der drei zu einem „Regelsystem“ gehörigen Einzelwerte erhält man folgende Gesamteinsparungen im Jahre gegenüber der Arbeit mit Schwimmstellung:

Antischlupf: 17,33 Mill. MDN  
Regelhydraulik: 30,18 Mill. MDN

In diesen Werten sind die möglichen Einsparungen durch geringeren Reifenschleiß noch nicht enthalten, da dieser Nachweis erst durch eine längere Versuchsreihe erbracht werden könnte.

Ebenfalls nicht berücksichtigt wurden im Gegensatz zu [22] die Einsparungen durch den evtl. möglichen Wegfall der Zusatzmassen an den Hinterrädern. ZEZULA [22] geht grundsätzlich davon aus, daß mit Einführung der Regelhydraulik die Zusatzmassen völlig entfallen können und ermittelt hierzu eine jährliche Einsparung von 27 200 000 Kčs (bei einer Jahresproduktion von 20 000 Traktoren).

Im Gegensatz dazu zeigen die Erfahrungen in der DDR, daß in einer Vielzahl von Einsatzfällen die Zusatzmassen trotz Ausrüstung des Traktors mit einer Regelhydraulik benötigt werden. Es handelt sich hierbei vor allem um den Einsatz auf schweren Böden, wo die mögliche Zusatzbelastung durch Regelhydraulik bekanntlich sehr gering ist, andererseits aber zur Erzielung der erforderlichen Zugkräfte eine große Hinterradbelastung benötigt wird. Weiterhin handelt es sich um die Vielzahl der Fälle, wo mit Geräten oder Gerätekopplungen gearbeitet wird, bei denen ein hoher Zugkraftbedarf vorliegt, die Anwendung der Regelhydraulik aber ausgeschlossen ist (z. B. Saatkorbvorbereitung).

Die Unterstellung des generellen Wegfalles der Zusatzmassen ist also nicht akzeptabel. Geht man stattdessen von der willkürlichen Annahme aus, daß bei einem Drittel des Traktorenbestandes keine Zusatzmassen mehr benötigt werden, so ergäbe sich für den Bereich der DDR folgendes Bild:

Nach Unterlagen der Abt. Ökonomik des ILT setzt sich der erforderliche Traktorenbestand bei Vollmechanisierung mit den Traktoren des „Einheitlichen Traktorensystems“ in der DDR wie folgt zusammen:

Zugkraftklasse 0,9 Mp: 43 000 Traktoren  
Zugkraftklasse 1,4 Mp: 30 000 Traktoren

Die Kalkulationspreise für die hinteren Zusatzmassen betragen für den Traktor der Zugkraftklasse 0,9 Mp etwa 300 MDN und für den 1,4-Mp-Traktor etwa 400 MDN. Bezogen auf den gesamten Traktorenbestand der DDR ergäbe sich somit als mögliche Einsparung:

$43\,000 \cdot 0,33 \cdot 300 + 30\,000 \cdot 0,33 \cdot 400 = 8,3$  Mill. MDN

Im Gegensatz zu den im vorhergehenden ausgewiesenen Einsparungen kann man den letzteren Wert aber nicht auf ein Jahr beziehen, da die Lebensdauer eines Traktors mit 10 Jahren angesetzt wird. Nach Erreichung der Vollmechanisierung dürfte also nur noch die jährliche Zuführung von 10% des Gesamt-Traktorenbestandes und entsprechend eine Einsparungssumme von 0,83 Mill. MDN in Rechnung gesetzt werden.

Da diese Betrachtungen aber einer fundierten Grundlage entbehren, wurden sie in die Tafeln nicht eingetragen und nur informatorisch in Anlehnung an den erwähnten Artikel [22] hier angeführt.

Im übrigen decken sich die ermittelten Gesamteinsparungen im wesentlichen mit den von ZEZULA veröffentlichten Werten [22].

#### 4.3.5. Amortisation der Regelhydraulik

Der notwendige Mehraufwand für die Regelhydraulik an den in der DDR neuentwickelten Traktoren wird mit etwa 700 bis 1000 MDN kalkuliert. Rechnet man entsprechend

Pos. 21 der Tafel 3 mit einer mittleren Einsparung bei Anwendung der Regelhydraulik von 6,40 MDN/ha, so wäre dieser notwendige Mehraufwand nach dem Pflügen einer Fläche von 110 bis 156 ha (20 cm tief) ausgeglichen. Wird der Traktor ununterbrochen zum Pflügen eingesetzt, so hätte sich die Regelhydraulik bei einer angenommenen Traktorleistung von 7 ha/Tag (10-Stunden-Schicht) bereits in weniger als einem Monat amortisiert (etwa 16 bis 23 Tage)!

#### 4.3.6. Zusammenfassende Beurteilung der ökonomischen Vergleichsuntersuchung

Umfang und Aussagefähigkeit der zur Ermittlung des ökonomischen Nutzens durchgeführten Untersuchungen können auf Grund verschiedener, vor allem jahreszeitlich bedingter ungünstiger Versuchsbedingungen an sich noch nicht voll und befriedigend, so daß eine eingehende Wiederholung dieser Versuche sicherlich von Nutzen wäre. Auf jeden Fall sind aber nach dem Stadium allgemeiner Feststellungen zunächst einmal sichtbare Grenzen abgesteckt worden.

Da sich die gewonnenen Ergebnisse sowohl hinsichtlich der erreichbaren Steigerung der Flächenleistung als auch hinsichtlich der Amortisationszeit einer Regelhydraulikanlage im wesentlichen mit den in der ČSSR ermittelten Werten decken (weitere diesbezügliche Veröffentlichungen sind nicht bekannt), dürfte doch mit einer gewissen Sicherheit auf die Richtigkeit des gewonnenen Zahlenmaterials und damit auch auf den unbedingten Nutzen der Regelhydraulik zu schließen sein.

Zu berücksichtigen ist hierbei noch, daß die geschilderten ökonomischen Ergebnisse mit dem System der Tastregelung gewonnen wurden, wobei ja auf Grund der unter allen Bodenverhältnissen konstanten Tiefenhaltung geringere Flächenleistungen erreichbar sind als z. B. mit der Zugkraftregelung. Wenn von seiten der Landwirtschaft auf die Gleichmäßigkeit der Tiefenhaltung kein allzu großer Wert gelegt würde, ließen sich die ökonomischen Ergebnisse noch weiter verbessern.

Es sei noch erwähnt, daß parallel zu den geschilderten, mit einem 50-PS-Traktor durchgeführten Versuchen auch noch Vergleichswerte mit einem 90-PS-Traktor ermittelt wurden, da die Vermutung nahe lag, daß der erreichbare ökonomische Nutzen in gewisser Abhängigkeit zur Traktormasse und -leistung steht.

Diese ursprünglich erwarteten Unterschiede der ökonomischen Ergebnisse bestätigten sich in den Versuchen nicht. Der mit Regelhydraulik gegenüber der Schwimmstellung erreichbare ökonomische Nutzen bewegt sich nach den durchgeführten Versuchen beim leistungsstarken 90-PS-Traktor in denselben Grenzen wie bei einem Traktor mit einer Motorleistung von 50 PS.

## 5. Zusammenfassung

In praktischen Feldeinsatz wurden die verschiedenen zur Zeit bekannten Systeme der Regelhydraulik an Traktoren hinsichtlich der jeweils erreichbaren Tiefenhaltung untereinander verglichen. Die ermittelten Abweichungen des arithmetischen Mittelwerts vom Sollwert sowie die Streuung um diesen Mittelwert werden bekanntgegeben.

Für die Angabe der zulässigen Toleranzen, in denen ein System der Regelhydraulik arbeiten darf, wurde eine Definition erarbeitet.

Der mit Regelhydraulik gegenüber dem freipendelnden Anbausystem erreichbare ökonomische Nutzen wurde näherungsweise ermittelt.

#### Literatur

- [21] HUNIKEN, M.: Der Einfluß regelnder Kraftheber auf die Bodenbearbeitung. Technik und Landwirtschaft (1964) H. 2, S. 30 bis 32  
[22] ZEZULA, B.: Die Regelhydraulik „Zetomatic“ in den Traktoren der einheitlichen Reihe. Mechanizace zemedelstvi, Praha (1965) II, 10, S. 348 bis 353  
A 6639/IV