

Hydraulik in der Landtechnik (Teil I)

Dipl.-Ing. G. HASSLAUER*

Die der Landwirtschaft unserer Republik im Perspektivplan bis 1970 gestellten Aufgaben erfordern eine weitgehende Mechanisierung aller Arbeiten in der Feld- und Hofwirtschaft und damit zusammenhängend eine Qualifizierung aller Werkstätigen der Landwirtschaft insbesondere auf technischem Gebiet.

Als Beitrag unserer Zeitschrift zur Weiterbildung speziell der ingenieurtechnischen Kader begann im Heft 7/1966 eine Aufsatzfolge „Plaste im Landmaschinen- und Traktorenbau“, die im vorliegenden Heft abgeschlossen wird. Gleichzeitig beginnen wir mit der gleichen Zielrichtung eine neue Aufsatzreihe zum Thema „Hydraulik in der Landtechnik“, die voraussichtlich in Heft 6/1967 ausläuft.

Die auch in unserer Landwirtschaft erforderliche weitere Steigerung der Arbeitsproduktivität bedingt einen rationellen Einsatz der Arbeitskräfte und dementsprechende Bedienungs-Voraussetzungen zur Steuerung der mit Traktoren gekoppelten Landmaschinen und Anhänger sowie der selbstfahrenden Landmaschinen und Lader. Die Hydraulik gewinnt dabei zunehmende Bedeutung, so daß wir glauben, unseren Lesern mit der neuen Aufsatzfolge eine wirksame Hilfe geben zu können.

Die Redaktion

1. Bedeutung der Hydraulik in der Landtechnik

1.1. Allgemeines

Die Hydraulik hat zur Lösung der unserer Landwirtschaft übertragenen Aufgaben die bedeutende Verbindungs-Funktion als Leistungsübertragungs- und Steuerungssystem zwischen Traktoren, Anbau-, Aufsattel- und Anhängelandmaschinen sowie Anhängern zu erfüllen, während sie in selbstfahrenden Landmaschinen und Ladern als in sich abgeschlossenes System wirkt.

Hydraulikanlagen, die Mitte der 30er Jahre an landwirtschaftlichen Traktoren eingeführt wurden, hat man viele Jahre nur als Hilfseinrichtungen betrachtet, mit denen ein geringer Leistungsanteil der Antriebsmotore in nützliche Arbeit umgewandelt wird.

Aus Recherchen geht hervor, daß noch im Jahr 1960 die durchschnittliche Leistung der Traktoren-Hydraulikanlagen weniger als 20 % der übertragbaren Zapfwellen-Leistung der Traktoren betrug.

In den letzten 5 Jahren hat sich dieser Durchschnitt auf etwa 40 % verdoppelt.

Diese Vergleichswerte lassen den Schluß zu, daß die Bedeutung der Hydraulik in Traktoren und Landmaschinen in den kommenden Jahren gleich schnell oder sogar schneller ansteigen wird.

Gegenwärtig beurteilt man die Leistungsfähigkeit von Traktoren noch nach Zughaken- und Zapfwellenleistung sowie Zugkraft, jedoch nicht nach Hydraulikleistung. In die künftigen Leistungsnormen von Traktoren wird die Hydraulikleistung aufzunehmen sein und bei der Beurteilung der Traktorentypen sowie als Verkaufsargument eine wesentliche Rolle spielen.

1.2. Grundfunktionen der Hydraulik-Anlagen für Traktoren und Landmaschinen

1.2.1. Hydraulik-Anlagen für Traktoren

1.2.1.1. Bemerkungen zur allgemeinen Tendenz

Die Entwicklung im Traktorenbau der ganzen Welt zeigt die Tendenz nach Verringerung des Masse-Leistungsverhältnisses, d. h. nach Senkung der Konstruktionsmasse bei gleichzeitiger Erhöhung der Motorleistung.

Um die steigende Motorleistung bei verringerter Masse in entsprechende Zugkraft umzusetzen, bedarf es zusätzlicher

Maßnahmen zur Erzielung der notwendigen Adhäsionslast auf die Triebräder. Eine dieser zusätzlichen Maßnahmen ist die Übernahme eines Teiles der Vertikalkräfte des Bodenbearbeitungsgerätes auf die Triebachse des Traktors, womit die dynamische Hinterachslast beträchtlich zunimmt.

Diese Entwicklungsrichtung konnte sich durch die Einführung angebaute (getragener) Arbeitsgeräte anstelle der angehängten (gezogenen) Geräte und des Einsatzes hydraulischer Einrichtungen am Traktor durchsetzen, wobei für den Geräteanbau die „Dreipunkt-Aufhängung“ in Verbindung mit einem „Kraftheber“ das dominierende System darstellt.

1.2.1.2. Grundfunktionen

Bei modernen, für universelle Verwendung ausgelegten Traktoren hat die Hydraulikanlage immer zahlreichere und differenziertere Funktionen, vor allem jedoch zwei Grundfunktionen zu erfüllen:

- Sie ist Energiequelle für hydraulische Hilfsantriebe (z. B. Lenkhilfen), Arbeitszylinder („frei“ wechselladbare oder fest eingebaute) in angebauten, gezogenen oder aufgesattelten Landmaschinen, Ladern und Anhängern.
- Nach der unter 1.2.1.1. aufgezeigten Entwicklungstendenz muß der Traktor im Zusammenwirken mit dem landwirtschaftlichen Arbeitsgerät während der Arbeit auf dem Feld als Einheit „Traktor-Gerät“ betrachtet werden.

Daraus ergibt sich die zweite Funktion:

Beeinflussung der Triebachsbelastung des Traktors, wobei der „Kraftheber“ das ausführende Organ darstellt.

1.2.2. Hydraulik-Anlagen für Landmaschinen

1.2.2.1. Energiequelle

Die an Traktoren angebauten, aufgesattelten oder angehängten Landmaschinen sowie die Anhänger und selbstfahrenden Landmaschinen lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen:

- Maschinen mit eigener Energiequelle (selbstfahrende Landmaschinen, Lader). Diese Maschinen benötigen gleiche komplette Hydraulikanlagen wie Traktoren, wofür auch gleiche Baugruppen verwendet werden sollen.
- Maschinen mit fremder Energiequelle (Anbau-, Aufsattel- und Anhängelandmaschinen sowie Anhänger).

Diese Maschinen benötigen hydrostatische Verbraucher, Verbindungsleitungen (vorwiegend Schlauchleitungen), Schlauch-Schnellkupplungen und in Sonderfällen zusätzliche Wegeventile.

Sie sind deshalb alle mit gleichen Baugruppen in Form kompletter Austausch-Aggregate auszurüsten. Beim Komplex „Traktoren — LKW — Anhänger“ ist beliebige Wechselnutzung zu sichern, d. h. für saisonbedingten landwirtschaftlichen Einsatz sowie Katastrophenfälle müssen sich die hydraulisch betätigten Kippanhänger wechselweise hinter Traktoren und LKW benutzen lassen, wozu in den Hydraulikanlagen der Traktoren, LKW und Anhänger das gleiche Arbeitsmittel (Öl) einzusetzen ist.

1.2.2.2. Grundfunktionen

Die Hydraulikanlagen von Traktoren nach 1.2.1.2. müssen folgende Grundfunktionen bei Landmaschinen mit fremder Energiequelle gewährleisten:

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

- Der Förderstrom für „schnelles Ausheben und Absenken“ von Anbaugeräten mit Hilfe des Krafthebers am Traktor muß außer zur Betätigung „freier“ und fest eingebauter Arbeitszylinder noch benutzt werden können, um Hubzylinder von Kipp-Anhängern zu betätigen. Dabei wird für die Zeit des Kippvorgangs so viel Öl aus der Hydraulikanlage des Traktors entnommen, wie die einfach wirkenden Hubzylinder aufnehmen, und zwar auch dann, wenn das aus Traktor und Anhänger bestehende Gespann am Hang arbeitet und der Traktor während des Kippvorgangs in zulässiger Weise geneigt steht.
- Den Förderstrom für den Kraftheber-Regelkreis des Traktors muß man wahlweise noch benutzen können, um kleine Arbeitszylinder für die Feinsteuerung von Landmaschinen zu betätigen. Diese Forderung erstreckt sich auf Anwendungsfälle, bei denen z. B. die Verwendung „freier“ Arbeitszylinder nicht zweckmäßig ist und wo die Beaufschlagung mit einem Förderstrom von z. B. 50 l/min keine genügend feinfühligere Steuerung entsprechend der Arbeitsaufgabe gewährleistet.

Beispiele für diese Forderungen sind:

- Feldhäcksler (Haspolverstellung)
- Rodelader für Rüben (Lenkung)
- Köpflader für Rüben (Lenkung)

- Sammelroder für Kartoffeln (Tiefeneinstellung der Rodwerkzeuge)
- Hackgeräte (Feinsteuerung der Hackwerkzeuge)
- Kopplungsrahmen für Maschinen und Geräte bei Saat und Pflege (Feinsteuerung von Hackwerkzeugen an Hackgeräten)

1.2.2.3. Bedienung der Anlagen

Die Bedienungseinrichtungen sind so weit wie möglich bei der Energiequelle anzuordnen (Traktor, selbstfahrende Landmaschine, Lader), weil dort die Bedienungsperson vorhanden ist.

Die Steuerungselemente der angebauten, aufgesattelten und angehängten Landmaschinen und Anhänger werden deshalb zum Traktor verlagert. Damit wird es möglich, den zur Steuerung der genannten Landmaschinen und Anhänger erforderlichen Förderstrom von der Hydraulikpumpe des Traktors zu den einzelnen Verbrauchern zu leiten.

Nur in Sonderfällen — z. B. bei Feinsteuerung nach 1.2.2.2 — ist es noch erforderlich, die Steuerung der Arbeitszylinder durch zusätzliche — auf den Anbau, Aufsattel- und Anhängelandmaschinen sowie Anhängern angeordnete — Steuereinrichtungen vorzunehmen.

(Teil II folgt im nächsten Heft) A 6686

Ing. W. PFLÜGER*

Tiefenhaltung und ökonomischer Nutzen bei Anwendung der Regelhydraulik an Traktoren (Teil I)

1. Einführung

Im modernen Traktorenbau hat sich die Regelhydraulik allgemein durchgesetzt. Die Landwirtschaft fordert hierzu (in Auswertung der Literatur), daß die Arbeitstiefe beim Pflügen mit einer Toleranz von $\pm 10\%$ konstant gehalten wird.

Der Traktorenkonstrukteur hat somit die Aufgabe, aus einer Anzahl möglicher Regelsysteme dasjenige auszuwählen, das dieser Forderung weitgehend entspricht. In der praktischen Anwendung sind bisher die Systeme Lage-, Zugkraft-, Misch- und Tastregelung bekanntgeworden. Das charakteristische Verhalten dieser Regelsysteme unter verschiedenen Einsatzbedingungen ist aus der Literatur und der praktischen Erfahrung bekannt. Nur wenig bekannt sind hingegen konkrete Zahlenwerte über die bei den einzelnen Regelsystemen und Einsatzverhältnissen tatsächlich auftretenden Toleranzen der Arbeitstiefe beim Pflügen. Es fehlt weiterhin eine Definition, auf welche Basis die genannte Toleranz von $\pm 10\%$ zu beziehen ist. Zunächst ist hierbei der Sollwert der Furchentiefe als Bezugsgröße genauso gut denkbar wie der aus einer längeren Meßstrecke bestimmte Mittelwert.

Aus allgemeinen Einschätzungen ist bekannt, daß durch die Anwendung der Regelhydraulik ein erheblicher ökonomischer Nutzen gegenüber dem freipendelnden Anbausystem (Schwimmstellung) erreichbar ist; im wesentlichen sind aber hierüber noch keine konkreten Zahlenwerte veröffentlicht.

Zur Klärung dieser offenen Fragen wurden 1965 vom Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau Untersuchungen mit folgenden Zielen begonnen:

- a) Feststellung der Tiefenhaltung der einzelnen, z. Z. bekannten Regelsysteme durch praktische Vergleichsuntersuchungen
- b) Erarbeitung einer genauen Definition für die Basis der als zulässig bezeichneten Toleranz von $\pm 10\%$
- c) Ermittlung des ökonomischen Nutzen der Regelhydraulik gegenüber dem freipendelnden Anbausystem.

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

2. Merkmale der einzelnen Regelsysteme

Auf die allgemeinen Grundlagen der Regelhydraulik soll hier nicht eingegangen werden, es sei dazu auf die einschlägige Literatur verwiesen [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]. Das grundlegende Merkmal jedes echten Regelkreises ist das Vorhandensein eines geschlossenen Wirkungsablaufs (mit Rückmeldung). Es müssen folgende drei Hauptbestandteile vorhanden sein [12] [13]:

Meßwerk Regelwerk Stellwerk

Während bei den einzelnen bekannten Systemen der Regelhydraulik das Regelwerk — bestehend im wesentlichen aus einem Steuerschieber und den Übertragungsmechanismen zwischen Meß- und Stellwerk — und das Stellwerk (hydraulischer Kraftheber) im Prinzip keine Unterschiede aufweisen, bestehen in der Ausführung des Meßwerks und in der das Meßwerk beeinflussenden Störgröße grundlegende Verschiedenheiten. Durch die beiden letztgenannten Faktoren — also Meßwerk und Störgröße — lassen sich die einzelnen Regelsysteme am besten charakterisieren:

2.1. Zugkraftregelung

- Meßwerk: Arbeitsgerät in Verbindung mit im oberen oder in den unteren Lenkern eingebauten Meßfedern.
- Störgröße: Änderung des Zugwiderstandes.
- Regelergebnis: Annähernd gleichmäßige Beanspruchung aller Baugruppen des Traktors.
- Vorteile: Annähernd gleichmäßige Motorbelastung; maximale Flächenleistung; optimale Triebachsbelastung; weitgehende Sicherung aller Bauteile des Traktors gegen Überlastung.

* „Optimal“ — d. h. im vorliegenden Fall, daß unter Abzug eines für die Führung des Pfluges notwendigen Schleifsohlendruckes von etwa 25 bis 50 kp alle anderen aus der Pflugmasse und der senkrechten Komponente des Bodenwiderstandes herrührenden Vertikalkräfte auf die Hinterachse des Traktors verlagert werden können.