

Die Regelsysteme bei hydraulischen Krafthebern für Ackerschlepper aus der Sicht der Regeltechnik

Institut für Schlepperforschung, Braunschweig-Völkenrode

Auf der DLG-Ausstellung 1960 in Köln wurden einige neue regelnde Kraftheber für Anbaugeräte an Ackerschleppern gezeigt, die neben der Zugwiderstands-, der sogenannten Lageregelung und der Arbeitstiefenregelung (Pilot) noch eine vierte, bisher nicht herausgestellte Funktion, die sogenannte Mischregelung aufwiesen. Da in der Fachliteratur in letzter Zeit über diese Regelungsarten verschiedentlich diskutiert worden ist [1-4] und anscheinend verschiedene Vorstellungen darüber herrschen, erscheint es angebracht, die Regelsysteme bei regelnden Krafthebern für Ackerschlepper einmal mehr von der regeltechnischen Seite aus zu beleuchten, wobei auf die bisherigen Arbeiten über regelnde Kraftheber in der „Landtechnischen Forschung“ Bezug genommen wird [5-7].

Grundsätzliches über Regelkreise

Bei jeder Regelung einer Größe, beispielsweise einer Drehzahl, einer Kraft, einer Länge, der gegenseitigen Lage zweier Körper, handelt es sich im Gegensatz zu einem Steuervorgang um einen Kreisprozeß, einen sogenannten Regelkreis (Bild 1). Dieser besteht im Grundsätzlichen aus dem Meßwerk, dem Regelwerk und dem Stellwerk.

Ausgangspunkt jeder Regelung ist die Regelgröße, die eingehalten werden soll, so sollen zum Beispiel die Furchentiefe, der Pflugwiderstand, die Lage des Anbaugerätes zum Schlepper geregelt werden. Die Regelgröße wird im allgemeinen mit X bezeichnet. Ein bestimmter, vom Schlepperfahrer zu wählender Wert für die Furchentiefe oder den Pflugwiderstand ist der Sollwert der Regelgröße, genannt X_K .

Die Abweichung vom Sollwert, die „Sollwertabweichung“ oder „Regelgrößenabweichung“, ist die Größe X_W . Sie wird hervorgerufen durch eine Störung, wie beispielsweise durch Unebenheiten des Bodens, durch die Bodenoberfläche oder durch wechselnden Widerstand. Diese Abweichung wird im regeltechnischen Sinne mit Störgröße Z bezeichnet; sie ist die eigentliche Ursache für den Regelvorgang. Wenn keine Störungen auftreten, die Störgröße also Null ist, ist keine Veranlassung gegeben, daß der Regler eingreift. Der augenblickliche Wert der Regelgrößenabweichung wird vom Meßwerk aufgenommen, also gemessen, und an das Regelwerk über eine sogenannte Übertragungsleitung weitergegeben. Das Meßwerk kann beispielsweise der Pflugkörper im Boden in Verbindung mit einer Regelfeder, die Übertragungsleitung, ein Gestänge (oberer oder unterer Lenker) oder ein Bowdenzug sein.

Das Regelwerk nimmt die Sollwertabweichung auf und formt diese in geeignete Regelsignale um. Das Regelwerk kann beispielsweise ein Steuerschieber im Saugkreis oder im Druckkreis der Ölpumpe bei hydraulischen Krafthebern sein, es umfaßt sämtliche Einrichtungen, welche den Regelvorgang durchführen.

Das Regelwerk gibt seine Regelsignale an das Stellwerk weiter, das eine Verstärkung Y , die als Stellgröße bezeichnet wird, solange vornimmt, bis die Sollwertabweichung fast oder vollständig verschwunden ist. Beim hydraulischen Kraftheber ist die Stellgröße Y der Hub des Arbeitskolbens.

Unabhängig davon, welche Regelgröße nun gewählt wird, ist bei jedem Regelsystem eine bestimmte Verstärkung vorgesehen. Das Verhältnis Stellgrößenänderung zu Regelgrößenabweichung wird mit Verstärkungsfaktor bezeichnet. Dieser kann größer oder kleiner als 1 sein, je nachdem, ob einer Regelgrößenabweichung eine größere oder geringere Stellgrößenänderung zugeordnet wird. Im inländischen landtechnischen Schrifttum wird derselbe Vorgang mit Ansprechempfindlichkeit eines regelnden Krafthebers bezeichnet. Große Ansprechempfindlichkeit würde einem Verstärkungsfaktor größer als 1, geringe einem solchen kleiner als 1 entsprechen.

Während des Ablaufs eines Regelvorgangs können verschieden große Verzögerungen auftreten. Nach einem gegebenen Regelsignal vom Meßwerk her angeregt, wird der neue Gleichgewichtszustand nicht sofort, sondern erst nach einer mehr oder weniger langen Zeit erreicht. Grundsätzlich unterscheidet man nach dem zeitlichen Ablauf eines Regelvorganges

1. den proportionalwirkenden Regler, den sogenannten P-Regler, und
2. den integralwirkenden Regler, den sogenannten I-Regler.

Beim P-Regler ist die Verstärkung der Stellgröße Y proportional der Regelgrößenabweichung X . Solange die Regelgröße X um den Wert X_W geändert wird, ändert sich unverzüglich auch die Stell-

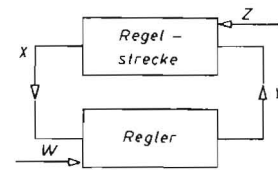


Bild 1: Einfacher Regelkreis

X - Regelgröße; W - Führungsgröße; Y - Stellgröße; Z - Störgröße

größe Y um den Betrag Y_W . Nachteilig beim P-Regler ist, daß der Sollwert der Regelgröße X_K nicht ganz wieder erreicht wird, solange eine Störgröße Z wirkt. Ein typischer P-Regler ist der Drehzahlregler eines Dieselmotors.

Beim I-Regler ist die Verstärkung Y im Stellwerk nicht proportional der Regelgrößenabweichung, sondern hier ist die Geschwindigkeit der zurückführenden Regelbewegung proportional der Regelgrößenabweichung. Je größer diese ist, desto schneller wird das Stellglied in Bewegung gesetzt. Nachteilig beim I-Regler ist seine größere Neigung zu Schwingungen gegenüber einem P-Regler. Alle hydraulischen Regelkraftheber mit saug- oder druckseitiger Steuerung des Ölkreislaufes sind I-Regler.

Die Grundformen von hydraulischen Regel-Krafthebern für Ackerschlepper

1. Regelgröße Arbeitstiefe (Bild 2)

Das Meßwerk besteht aus einem Tastrad, einer Tastkufe oder einer anderen Einrichtung, welche am besten in der Nähe der Pflugkörper angebracht sind. Diese tasten die Bodenoberfläche des Ackers ab und messen den augenblicklichen Wert der Regelgröße X beziehungsweise die Regelgrößenabweichung X_W vom Sollwert und geben diesen Wert an das Regelwerk weiter. Das kann elektrisch, mechanisch oder auf andere Weise übertragen werden. Der Sollwert X_K der Regelgröße X wird beispielsweise beim Hano-

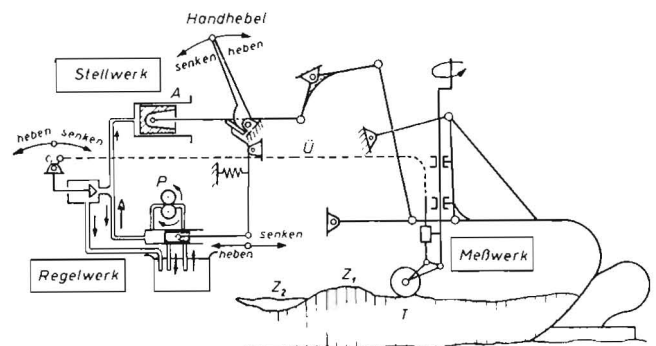


Bild 2: Regelkreis nach Arbeitstiefe

A = hydraulischer Arbeitszylinder; P = Ölpumpe; T = Tastrad; $Ü$ - Übertragungsleitung; $Z_{(1,2)}$ = Störgrößen

mag-Pilot über eine Handkurbel, die vom Schlepperfahrer vom Sitz aus betätigt werden kann, eingestellt.

Das Regelwerk ist der Empfänger des Kommandos vom Meßwerk her und Kommandoumformer. Beim Hanomag-Pilot ist das Regelwerk ein Drosselventil in der Druckleitung hinter der Ölpumpe. Der Handhebel der Hydraulik muß bei dieser Anordnung auf „Heben“ stehen, wenn die Tiefenregelung wirksam sein soll.

Der Einfluß der Arbeitsgeschwindigkeit des Schleppers auf das Ansprechen des Meßwerks bei Regelung nach gleicher Arbeitstiefe ist nicht ohne Bedeutung. Beim schnellen Überfahren von harten Erdschollen, Steinen oder auch beim Durchfahren kleiner Bodenvertiefungen können durch Beschleunigungskräfte im Meßwerk Verzerrungen auftreten, welche nicht erwünscht sind. Das kann so weit gehen, daß der Pflug aus der Furche ausgehoben wird. Für den zeitlichen Ablauf des Regelvorganges spielt die Bauart des Regelventils und seine Lage zur Ölpumpe eine große Rolle. Anzustreben wäre ein Regelventil, welches bei kleinen Regelabweichungen im Meßwerk kein Kommando an das Stellwerk abgibt, bei größeren Abweichungen jedoch das Stellwerk zum sofortigen Eingriff veranlaßt. Hier spielen natürlich die Toleranzen im Meßwerk, welche dem Sollwert der Furchentiefe zugebilligt werden können, eine große Rolle.

Versuche mit einem nach Arbeitstiefe regelnden hydraulischen Kraftheber auf verschiedenen Böden haben ergeben, daß eine Toleranz von $\pm 10\%$ des Nennwertes der Arbeitstiefe wohl bei Furchentiefe von etwa 20 cm und darüber ohne Schwierigkeiten einzuhalten ist, jedoch nicht bei Arbeitstiefen unter 20 cm. Diese Beobachtung ist gemacht worden bei schweren, auf der Oberfläche verhältnismäßig trockenen Böden, während auf sandigen Böden — trockenen und feuchten — die durchschnittliche Abweichung bis herab zu einer Furchentiefe von 10 cm bei $\pm 10\%$ lagen.

Das Stellwerk des Regelkreises beim regelnden Kraftheber nach Arbeitstiefe ist der hydraulische Arbeitszylinder in Verbindung mit der Ölpumpe, der das Kommando vom Regelwerk her ausführt, den Pflug also anhebt oder ihn absenkt. Da die meisten regelnden Kraftheber einseitigwirkende Arbeitszylinder haben, wird das Absenken dadurch bewirkt, daß das Öl im Arbeitszylinder mehr oder weniger rasch abfließen kann; die Absenkgeschwindigkeit hängt vom Abfluß-Querschnitt und vom Gewicht des Anbaugerätes ab. Wie der Pflug dabei auf Tiefgang reagiert, hängt unter anderem von der Schärfe des Pflugschares, dem Anstellwinkel der Pflugscharspitze, der Kinematik des Pflugaubaues ab.

2. Regelgröße Zugwiderstand (Bild 3)

Das Meßwerk ist hier das Arbeitsgerät selbst in Verbindung mit einer Regelfeder, sobald es in den Ackerboden abgesenkt und vorwärts gezogen wird. Dabei tritt ein Zugwiderstand auf, der einer bestimmten Arbeitstiefe beziehungsweise einem bestimmten Arbeitsquerschnitt entspricht. Die Arbeitstiefe wird über den Handhebel der Hydraulik eingestellt. Die an einer Regelfeder wirkende Komponente des Zugwiderstandes steht mit ihrer Federkraft im Gleichgewicht. Wird dieses durch eine Regelabweichung, in diesem Falle eine Veränderung des Zugwiderstandes, gestört, dann erfolgt ein Kommando an das Regelwerk, das entsprechend reagiert und das Kommando durch das Stellwerk ausführen läßt, bis wieder der Gleichgewichtszustand eingetreten ist. Bis auf das

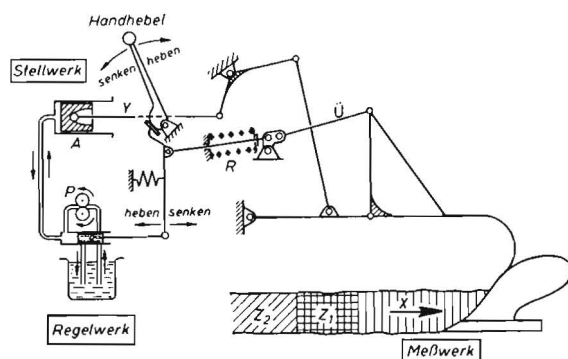


Bild 3: Regelkreis nach Zugwiderstand

A = hydraulischer Arbeitszylinder; P = Ölpumpe; R = Regelfeder; l^1 = Übertragungsleitung; X = Regelgröße; Y = Stellgröße; $Z_{(1,2)}$ = Störgrößen

Meßwerk ist im Prinzip die Anordnung von Regelwerk und Stellwerk dieselbe wie beim Regelkreis nach Arbeitstiefe. Die Übertragungsleitungen vom Meßwerk zum Regelwerk sind hier der obere Lenker in Verbindung mit einer Zug- und Druckfeder oder auch die beiden unteren Lenker.

Frühere und neuere Untersuchungen auf dem Acker haben gezeigt, daß je nach Bodenart und Gewicht des Anbaupfluges im oberen Lenker des Dreipunktanbaues auch Zugkräfte bis zu 400 kg auftreten können¹⁾. Wenn die Regelfeder nur auf Druckkräfte im oberen Lenker anspricht, kann dann eine Regelung nicht erwartet werden. Ebenso setzt die Regelung aus, wenn die Kräfte im oberen Lenker bei Ansprechen auf Zug und Druck sich um den Wert 0 herum bewegen. Werden die beiden unteren Lenker als Übertragungsleitung genommen, so ist ein solcher Fall ausgeschlossen.

Nach dem heutigen Entwicklungsstand gibt es auf Grund der uns zur Verfügung stehenden Unterlagen die in Tafel 1 aufgeführten Regelkraftheber nach Zugwiderstand. Es gibt auch Hilfskonstruktionen, die im oberen Lenker des üblichen Dreipunktanbaues nur Druckkräfte aufkommen lassen.

Tafel 1: Regelkraftheber nach Zugwiderstand

Firma	Übertragungsleitung zum Regelwerk	Zug- oder Druckregelung	Schlepper PS
John Deere-Lanz	oberer Lenker des Dreipunktanbaues	Druck u. Zug	28, 36, 18
Bosch	oberer Lenker des Dreipunktanbaues	Druck u. Zug	versch.
Ferguson (alt)	oberer Lenker des Dreipunktanbaues	Druck	25
M. Ferguson FE 35	oberer Lenker des Dreipunktanbaues	Druck u. Zug	50
M. Ferguson MF 65	oberer Lenker des Dreipunktanbaues	Druck u. Zug	34
Fordson-Dexta	oberer Lenker des Dreipunktanbaues	Druck	32
Fordson-Super-Major	oberer Lenker des Dreipunktanbaues	Druck	52
David-Brown	oberer Lenker des Dreipunktanbaues	Druck	35, 45
Implematic			
John Deere 520	oberer Lenker des Dreipunktanbaues	Druck	42
SAME (Italien)	die beiden unteren Lenker des Dreipunktanbaues	Zug	42

Die Regelung nach Zugwiderstand wird empfohlen, wenn es bei Äckern mit unterschiedlichen Böden auf große Flächenleistung ankommt, wobei aber die Einhaltung einer genauen Furchentiefe für nicht so wichtig angesehen wird und für kurzweiliges Gelände, wo eine annähernd gleichbleibende Furchentiefe erreicht werden kann.

3. Regelgröße Schlupf der Triebräder (Drehzahl) (Bild 4)

Das Meßwerk besteht hier aus den schlupfbehafteten Triebädern des Schleppers (T) und einem schlupffreien mitlaufenden Rad (L). Die Drehzahl beider werden in ein Differentialgetriebe eingeleitet; die Differenz-Drehzahl dient zum Antrieb eines Fliehkraftreglers, der den Ölkreislauf der Hydraulikpumpe so steuert, daß bei Überschreiten eines bestimmten Schlupfwertes das Anbaugerät angehoben wird. Regelwerk und Stellwerk sind im Prinzip ähnlich der Ausführung nach Bild 3. Anstelle des Fliehkraftreglers können auch zwei Hydraulikpumpen verwendet werden, die von der Wegzapfwelle einerseits und einem Laufrad auf dem Ackerboden andererseits angetrieben werden. Die sich aus der Drehzahldifferenz der beiden Pumpen ergebenden Druckänderungen im Ölkreislauf werden zur Steuerung des Regelwerks herangezogen. Es ist jedoch nicht bekannt, ob derartige Regelsysteme in der Praxis schon Eingang gefunden haben.

¹⁾ Eine entsprechende Arbeit wird in Kürze in der „Landtechnischen Forschung“ veröffentlicht.

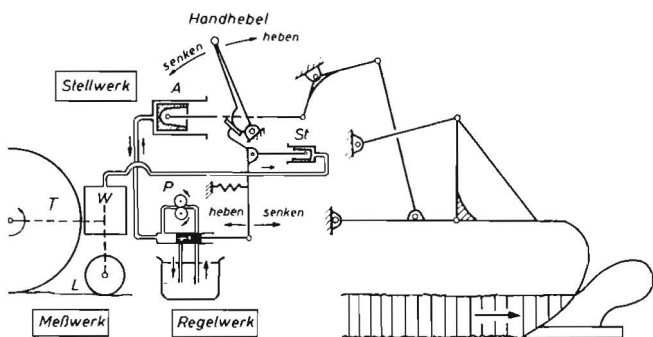


Bild 4: Regelkreis nach Schlupf der Schleppertriebräder

A = hydraulischer Arbeitszylinder; L = Laufrad; P = Ölpumpe; St = hydraulischer Steuerkolben; T = Triebtrieb Schlepper; W = Wandler einer Drehzahl-differenz in Öldruck

4. Regelgröße Lage Anbaugerät — Schlepper (Lageregelung)

Die Bezeichnung „Lageregelung“ kann mit Recht nur dann angewendet werden, wenn es sich tatsächlich um einen geschlossenen Wirkungsablauf, einen echten Regelkreis handelt; es muß also vorhanden sein: ein Meßwerk, ein Regelwerk und ein Stellwerk.

Lageregelung heißt: Nach Einstellen einer bestimmten Lage des Anbaugerätes zum Schlepper wird bei Änderung dieser Lage durch äußere Einflüsse ein Regelvorgang ausgelöst, der diese Lageänderung korrigiert und die anfangs eingestellte Lage Anbaugerät — Schlepper wieder herbeiführt.

Die einfache mechanische Rückführung bei üblichen hydraulischen Krafthebern, welche den Handhebel nach Betätigung in die „Neutral-Stellung“ des Ölkreislaufes zurückführt, hat mit „Lageregelung“ nichts zu tun; denn würde sich die Lage des Anbaugerätes zum Schlepper ändern, beispielsweise durch Ölaustritt aus dem Arbeitszylinder, so würde zwangsläufig nichts erfolgen, um das ausgetretene Öl zu ersetzen und das Gerät in die Ausgangslage zurückzubringen.

Anders bei der Lageregelung. Das Meßwerk wird hier durch eine Nocke auf der Hubwelle des Krafthebers dargestellt. Der Sollwert der Lage Anbaugerät — Schlepper wird gewählt durch die Winkelstellung des Handhebels, der einer bestimmten Winkelstellung der Hubarme beziehungsweise der Nocken entspricht. Die Regelgröße ist die Nockenhöhe. Bei Änderung der Lage Gerät — Schlepper wird die Winkelstellung der Hubarme und somit die Nockenhöhe verändert, die Änderung bewirkt über das übliche Regelwerk und Stellwerk eine Verstellung im Regelkreis, bis die Regelgrößenabweichung verschwunden ist.

Wenn Öl aus dem Arbeitszylinder austreten würde, dann senken sich die Hubarme des Krafthebers ab, über die Nockenverdröhung der Hubwelle wird automatisch Drucköl in den Arbeitszylinder gebracht, welches den Arbeitskolben und damit das Anbaugerät in seine alte Lage zurückbringt.

Die Lageregelung wird empfohlen für Anbaugeräte, die über dem Boden arbeiten, zum Beispiel Kunstdüngerstreuer, Anbaugeräte mit Werkzeugen, die pendelnd aufgehängt sind, wie Hackmaschinen, für kopplastige Anhängemaschinen, wie Binder.

Es gibt Kraftheber-Konstruktionen (Fordson-Dexta-Schlepper), bei denen die Lageregelung überspielt werden kann durch die Zugwiderstandsregelung, sobald der Zugwiderstand einen bestimmten Höchstwert erreicht hat. Hier sind also zwei Regelsysteme hintereinander geschaltet. Es gibt auch Konstruktionen, bei denen alternative Zugwiderstandsregelung oder Lageregelung gewählt werden kann (John Deere-Lanz). Man kann sich auch eine Kopplung von Regelung nach Furchentiefe und Zugwiderstand in der Weise vorstellen, daß die Tiefenregelung das Primäre ist und erst, wenn der Zugwiderstand einen bestimmten Wert erreicht hat, automatisch anstelle der Tiefenregelung die Zugwiderstandsregelung tritt.

Methoden der Verstärkung eines Regelsystems

Die Methoden zur Verstärkung eines Regelsystems sind nun sehr verschieden. Bei der neuen Ferguson-Hydraulik FE 35 und FM 65 kann der Schlepperfahrer den einen Handhebel auf „fast“ (rasch)

oder auf „slow“ (langsam) einstellen. Bei gleicher Regelgrößenabweichung tritt bei „fast“-Stellung eine größere Stellgrößenänderung ein als bei der „slow“-Stellung. Allerdings ist dieser Effekt nur beim Senkvorgang vorhanden, also dann, wenn der Pflugwiderstand abnimmt. Bei „slow“-Stellung hält der Pflug seine Tiefe, wenn er aus einem Feldstück mit großem Widerstand in ein Feldstück mit geringem Widerstand (Sand) kommt, vorausgesetzt, daß letzteres Feldstück nicht zu lang ist. Ohne „slow“-Einstellung würde der Pflug sofort tiefer gehen. Die „fast“-Einstellung ist am Platze, wenn rasche Beweglichkeit Schlepper-Anbaugerät gewünscht wird, beispielsweise beim Pflügen eines kurzwelligen Ackers.

Ein anderer Weg, einen verschieden großen Verstärkungsfaktor einer Regelung auf Zugwiderstand zu erreichen, ist, die Wirkkraft im oberen Lenker auf die Regelfeder dadurch zu variieren, daß die Hebelarme der Anlenkung vergrößert oder verkleinert werden können. Damit kann bei gleicher Druckkraft im oberen Lenker ein größerer oder kleinerer Federweg der Regelfeder beziehungsweise eine verschieden schnelle Stellgrößenänderung erzielt werden. Dieser Weg wird besprochen bei der Regelhydraulik von Fordson-Dexta und John Deere 520. Letztere hat vier verschiedene Anlenkpunkte für den oberen Lenker vorgesehen. Bei Anbaugeräten mit großem Zugwiderstand wird der obere Lenker am kleinen Hebelarm, mit kleinem Zugwiderstand am großen Hebelarm angelenkt. Die Anlenkung am großen Hebelarm würde bei kurzwelligem Gelände einen ähnlichen Effekt haben wie die „fast“-Einstellung beim Ferguson FE 35.

Man könnte sich auch vorstellen, daß die Anlenkung des oberen Lenkers während des Betriebes auf hydraulischem oder elektrischem Wege durch den Schlepperfahrer oder sogar automatisch nach der Größe des Zugwiderstandes verstellt wird, um eine bessere Anpassung an das Gelände zu erreichen.

Eine weitere Möglichkeit, den Verstärkungsfaktor eines Regelkrafthebers zu variieren, besteht darin, ineinander geschichtete zylindrische Regelfedern zu verwenden, von denen zuerst die eine und danach die andere zur Wirkung kommen, wie es beim Kraftheber des John Deere-520 Schleppers ausgeführt ist. Wird eine Regelfeder gespannt, dann ist die Stellgrößenänderung bei gleicher Wirkkraftänderung größer, als wenn beide Regelfedern belastet werden.

Mischregelung

Spricht man von einer Mischregelung, dann muß von zwei Grundregelungsarten ausgegangen werden, die man mischen will und die auch gemischt werden können. Die Funktionen dieser beiden, im Prinzip voneinander völlig unabhängigen Regelungsarten müssen so abgeändert werden, daß andere Funktionen zur Durchführung einer Regelung nach neuen Gesichtspunkten entstehen.

Die Bezeichnung Mischregelung als echter Regelkreis besteht also zu Recht, wenn beispielsweise die Grundregelungsarten Zugwiderstands- und Lageregelung sind, wie dieses bei dem regelnden Kraftheber von John Deere-Lanz oder von Bosch der Fall ist. Man könnte sich auch eine Mischregelung zwischen Tiefen- und Zugwiderstandsregelung vorstellen, doch erscheint hier eine Verwirklichung schwieriger.

Die Wirkung einer Mischregelung kann an der John Deere-Lanz-Regelhydraulik gut erklärt werden (Bilder 5 und 6). Es sind zwei Hebel vorhanden, ein sogenannter Systemhebel und ein Handhebel (der üblichen Art). Mit letzterem wird die Furchen-

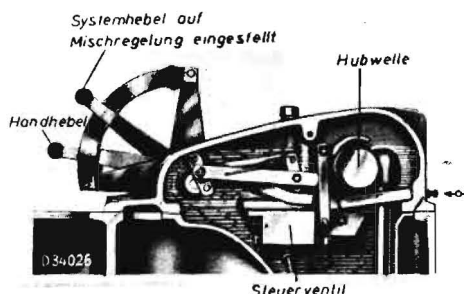


Bild 5: Zugwiderstandsregelung bei einem hydraulischen Kraftheber

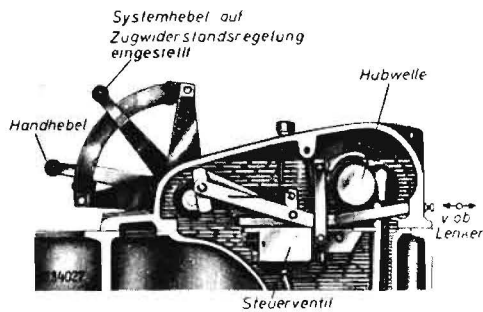


Bild 6: Mischregelung bei einem hydraulischen Kraftheber

tiefe eingestellt. Mit dem Systemhebel können vom Schleppfahrer gewählt werden:

System I: Lageregelung

System II: Zugwiderstandsregelung (bei John Deere-Lanz mit Belastungsregelung bezeichnet)

System III: Mischregelung.

Die Markierung für III liegt zwischen I und II. Bei System III sind wohl System I und II in Aktion, jedoch kommen sie nicht zu der vollen Wirkungsweise, wie wenn sie es allein tun würden. Der Verstärkungsfaktor der Regelanlage wird bei System III geringer, das Verhältnis Regelgrößenabweichung zu Stellgrößenänderung ist durch äußeren Eingriff (durch Verstellen des Systemhebels auf III) ein anderes geworden.

Der gleichen Regelgrößenabweichung im System II ist im System III eine um etwa die Hälfte geringere Stellgrößenänderung zugeordnet. Der Effekt ist hier der gleiche, als würde die Wirkkraft auf die Regelfeder bei der Zugwiderstandsregelung durch verschiedene Anlenkung des oberen Lenkers verändert werden. Beim Pflügen wirkt sich das so aus, daß bei plötzlichem Auftreten eines Feldstückes schweren Bodens (gegenüber dem Boden bei der Tiefeneinstellung zu Beginn des Pflügens) der Pflug nur um etwa den halben Betrag ausgehoben wird gegenüber „reiner Zugwiderstandsregelung“. Welchen Anteil hat nun die Lageregelung an der Mischregelung? Sie ist nicht ausgeschaltet, sie muß also zusätzlich eingreifen, sich „einnischen“. Sie mischt sich auch sofort ein, sobald eine Änderung der Winkeleinstellung der Hubarme über die Zugwiderstandsregelung eintritt und zwar in dem Sinne, die ursprüngliche (von der Handhebelstellung gegebene) Lage des Anbaugerätes zum Schlepper wieder herzustellen, nur mit dem Unterschied gegenüber der „reinen Lageregelung“, daß die Stellgrößenänderung geringer ist. Die Lageregelung ist also beschränkt wirksam.

Die Mischregelung wird empfohlen, wenn der Boden plötzlich schwerer oder leichter wird. Bodenverdichtungen auf kurze Strecken, beispielsweise durch Mährescherspuren, werden ohne wesentliche Beeinflussung der Furchentiefe überfahren. Noch deutlicher tritt der Vorteil der Mischregelung hervor, wenn der Boden plötzlich wesentlich leichter wird. Der Pflug hält die ge-

Angewandte Forschung in Europa

Der VDI-Verlag hat Beiträge zum obengenannten Thema in Heft 19 seiner VDI-Zeitschrift veröffentlicht und auch als Sonderdruck herausgebracht. Mit dem Hineinwachsen in den Europäischen Markt hat sich in den letzten Jahren immer mehr gezeigt, daß auch auf dem Gebiete der Forschung und der Wissenschaft sich große, gemeinsame Aufgaben ergeben. Es ist das Verdienst des VDI, mit einer Art Bestandsaufnahme auf dem Gebiete der Angewandten Forschung einen Anfang für die gemeinsame Arbeit gemacht zu haben. In umfassender Weise werden im vorliegenden Heft von namhaften Vertretern wissenschaftlicher Stellen, Institutionen, Institute und einschlägiger Behörden aus verschiedenen europäischen Ländern die Probleme der Angewandten Forschung unter unterschiedlichen Aspekten behandelt, zum Teil durch konstruktive Vorschläge beantwortet. Darüber hinaus bilden zwei Aufsätze über Bestand und Wandel der Forschung in den USA und in der Sowjetunion die Eckpfeiler dieser Übersicht.

(Sonderdruck aus VDI-Zeitschrift 102 (1960), S. 749—812)

wählte Furchentiefe im wesentlichen bei. Es tritt in diesem Falle ein ähnlicher Effekt ein wie bei der „slow“-Stellung bei der Ferguson-Hydraulik. Bei längeren Veränderungen in der Bodenverdichtung jedoch muß der Fahrer eingreifen dadurch, daß er entweder über den Handhebel die Tiefeneinstellung korrigiert oder durch Einschalten eines langsameren Ganges den Zugwiderstand soweit verringert, daß die ursprüngliche Furchentiefe erhalten bleibt.

Zusammenfassung

Es erscheint angebracht, die bisherigen Arbeiten über regelnde Kraftheber für Ackerschlepper nach der Richtung hin zu erweitern, die Regelsysteme — deren Entwicklung durchaus noch in Fluß ist — einmal aus der Sicht der Regeltechnik zu behandeln. In der vorliegenden Arbeit wird von grundsätzlichen Betrachtungen über die Regelkreise und die Regelgrößen: Furchentiefen, Zugwiderstand, Schlupf, Triebräder und Lage des Schlepper-Geräts ausgegangen. Darnach werden die Grundformen der hydraulischen Regelkraftheber für Ackerschlepper näher beleuchtet. Eine neu hinzugekommene Grundform, die sogenannte Mischregelung wird definiert.

Schrifttum

- [1] KÖNIG, A., und U. RIEMANN: Schlepperhydraulik und Furchentiefe. Landtechnik 16 (1961), S. 55—57
- [2] SEIFERT, A.: Zur hydraulischen Regelung der Furchentiefe. Landtechnik 16 (1961), S. 306—308
- [3] FEUERLEIN, W.: Gleichmäßige Furchentiefe notwendig. Landtechnik 16 (1961), S. 308—310
- [4] KÖNIG, A., und U. RIEMANN: Ein klärendes Schlußwort zur Furchentiefe. Landtechnik 16 (1961), S. 310
- [5] SEIFERT, A.: Neue ausländische hydraulische Kraftheber mit Regelfunktionen. Landtechnische Forschung 8 (1958), S. 69—77
- [6] SKALWEIT, H.: Regelungsarten für Schlepperaubaupflüge. Landtechnische Forschung 8 (1958), S. 78—80
- [7] SEIFERT, A.: Der neue hydraulische Kraftheber des Fordson-Dexta-Schleppers und sein Vergleich mit anderen Systemen. Landtechnische Forschung 9 (1959), S. 34—41

Résumé

Artur Seifert: „The Control Mechanism of Hydraulic Lifting Gear as fitted to Agricultural Tractors.“

It would appear to be opportune to extend existing investigations on lifting gear for agricultural tractors to the control and regulating mechanism — whose development is still proceeding — in the light of present-day regulating technique. The following topics are exhaustively dealt with in the present work: — Regulating cycles and magnitudes, depth of furrow, slip, traction resistance, dimensions of driving wheels, etc. of the tractor and its equipment. Additional information on hydraulic lifting gear for agricultural tractors is given. The work closes with a factual description of a new basic arrangement of lifting gear for tractors.

Artur Seifert: «Les systèmes de réglage des relevages hydrauliques destinés aux tracteurs agricoles considérés du point de vue de la technique du réglage.»

Il convient d'élargir les études faites jusqu'ici sur les relevages asservis des tracteurs agricoles et de considérer une fois les systèmes de réglage dont les principes sont encore en évolution — du point de vue de la technique du réglage. L'étude présente part des connaissances fondamentales sur les circuits de réglage et les grandeurs de réglage: profondeur des sillons, résistance à la traction, patinage, roues motrices et position des outils. L'auteur s'occupe ensuite des formes fondamentales des relevages hydrauliques asservis des tracteurs agricoles. Un nouveau système de réglage dit «contrôle mixte» est défini.

Artur Seifert: «Los sistemas de regulación en los elevadores de fuerza de los tractores agrícolas desde el punto de vista de la técnica de regulación.»

Parece conveniente una ampliación de los trabajos precedentes sobre elevadores de fuerza regulados para tractores agrícolas, tratando de los sistemas de regulación — cuyo desarrollo no ha llegado todavía a su término — bajo el punto de vista de la técnica de regulación. En el trabajo presente se sale de las consideraciones fundamentales sobre los campos y los valores de regulación: profundidad de surco, resistencia a la tracción, patinaje, ruedas de propulsión y posición de los aperos. A continuación se trata de las formas fundamentales de los elevadores hidráulicos para tractores agrícolas. Se define una nueva forma fundamental, designada como regulación mixta.