

- b) Die Konstanzhaltung des Trockengut-Wassergehalts ist zwar letztlich das Ziel der Regelung, der Wassergehalt ist aber als Meßgröße für Regelzwecke nicht geeignet, weil die Aufenthaltszeit des Gutes im Trockner hierfür im allgemeinen zu lang ist.
- c) Die Regelung des Trocknungsprozesses muß an Hilfsgrößen geknüpft werden, die den Trockner genügend schnell durchlaufen. In Frage kommen ausschließlich Abgasmeßwerte, bevorzugt die Abgastemperatur. Auch die Abgasfeuchtigkeit könnte theoretisch zur Regelung herangezogen werden.
- d) Als Stellgrößen für die Regelung kommen vor allem die Wärmeleistung der Feuerung, die Temperatur der Trocknungsgase und der Frischgutdurchsatz in Frage.
- e) Bei flüssigen und gasförmigen Brennstoffen kann die Wärmeleistung durch den Brennstoffdurchsatz beeinflußt werden. Bei festen Brennstoffen sind kurzfristige Änderungen nur mit Hilfe des Unterwindes ausregelbar.
- f) Mit der Mischluftpumpe als Stellglied und der Trocknungsgastemperatur als Stellgröße läßt sich eine sehr effektive Regelung der Abgastemperatur aufbauen.
- g) Soll der Frischgutdurchsatz als Stellgröße fungieren, so ist ein regelbares Dosierband unmittelbar vor dem Trocknereintritt notwendig.

wendig. Das Stapelbond am Anfang der Förderkette ist hierfür weniger gut geeignet.

- h) Stetige Regler und quasistetige Regler sind trotz größeren Aufwands besser zur Regelung des Trocknungsprozesses geeignet als unstetige Zweipunktregler.

Die Probleme der Automatisierung des Trocknungsprozesses werden gegenwärtig verstärkt im Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim bearbeitet.

5. Zusammenfassung

Zur Automatisierung von Trocknungsanlagen in der Landwirtschaft ist vor allem der Trocknungsprozeß selbst zu regeln. Eine Analyse der möglichen Meßgrößen und Stellgrößen ergibt, daß nur einige wenige Größen für die Regelung herangezogen werden können. Die größte Bedeutung hat hierbei die Konstanzhaltung der Abgastemperatur.

Messungen an Trocknungsanlagen mit und ohne Regeleinrichtungen lassen eine Bewertung der Eignung verschiedenartiger Regelkreise zu.

A 6956

Automatisches Regeln des Durchsatzes bei Erntemaschinen

Der Arbeitserfolg der Erntemaschinen hängt in vielem von der richtigen Belastung ihrer Arbeitsorgane ab. Überschreiten des Belastungsnennwertes verschlechtert die Qualität des technologischen Vorgangs, erhöht den Kraftstoffverbrauch und ruft Verstopfungen hervor, während bei einer Unterschreitung die Durchlabfähigkeit der Maschine nicht voll ausgenutzt und ihre Produktivität herabgesetzt wird.

Um die Durchlabfähigkeit der Erntemaschinen unter normalen Bedingungen voll auszunutzen, hat man eine Reihe von automatischen Durchsatzreglern geschaffen, so z. B. für Mähdrescher, Feldhäcksler und Kartoffel-Sammelroder. Sie sind einfach konstruiert und machen sich im allgemeinen in nur einer Kampagne bezahlt.

Automatischer Durchsatzregler am Mähdrescher...

Die mit Mähdreschern gesammelten Erfahrungen zeigen, daß ihre Belastung sogar während einer einzigen Durchfahrt erheblich schwanken kann, weil sich der Ertrag und die physikalischen Eigenschaften der Kultur auf der durchfahrenen Strecke ändern. Bei konstanter Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers beträgt der Variationskoeffizient der Erntegutzufuhr 15 bis 20%, wodurch die Drusch- und Sichtungbedingungen verschlechtert und die Kornverluste erhöht werden. Der Durchsatz kann in einer bestimmten Höhe konstant gehalten werden, wenn man die Fahrgeschwindigkeit der Maschine entsprechend ändert. Beim Regeln von Hand muß der Mähdrescherführer große Aufmerksamkeit aufbringen, er ermüdet schneller. Außerdem kann er auf die Änderungen der Erntebedingungen nicht präzise genug reagieren und nicht immer die erforderliche Fahrgeschwindigkeit einhalten.

Um die Zufuhr des Erntegutes zum Dreschwerk auf einem bestimmten Niveau konstant zu halten, werden die selbstfahrenden Mähdrescher SK-4 mit automatischen Durchsatzreglern ausgerüstet. Die Anlage (Bild 1) besteht aus einem im schrägen Schacht *a* befindlichen Schichtdickenfühler *b*, einem Hydraulikschieber *p*, dessen Kolben *r* mit dem Fühler durch den Stab *c* verbunden ist, einem Hydraulikzylinder *k*, einem stufenlosen Fahrgeschwindigkeitsregler (Variator) *l*,

I. I. NAKONETSCHNY/W. D. SCHEPOWALOW,
Unionsforschungsinstitut für den Landmaschinenbau
(WISCHOM), Moskau

einem hydraulischen Umschalter *i* und der Vorrichtung *d* zum Einstellen des Reglers auf den vorgegebenen Durchsatz.

Dem Reglerschieber wird das Öl mit einem Druck von 18 bis 20 kp/cm² vom Stauventil *g* zugeführt, das in die Abfließleitung zur Lenkhilfe geschaltet ist. Der Regler hat eine Gesamtmasse von etwa 14 kg.

Der Schichtdickenfühler ist eine quer zum schrägen Schacht angeordnete Welle mit 3 Tastkufen, die auf den unteren Trüms der Kette des schwimmenden Förderers aufliegen. Die Welle läuft in selbsteinstellenden Lagern, die an den Seitenwänden des schrägen Schachtes angebracht sind. An die rechte Stirnfläche der Welle ist ein Hebel angeschweißt, an dem ein Seil angebunden ist.

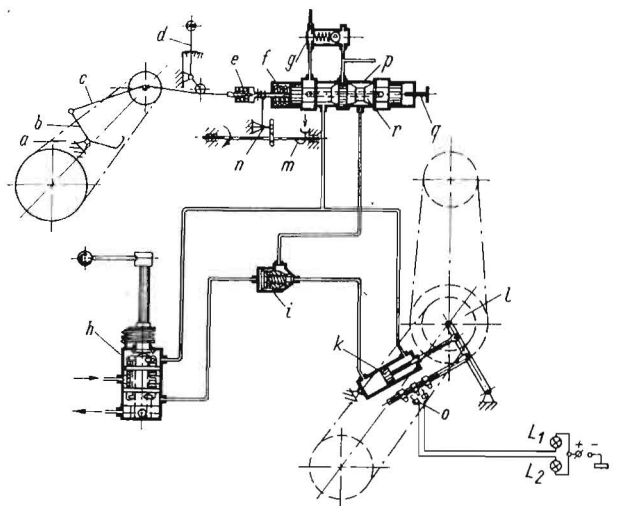


Bild 1. Funktionsschema eines automatischen Durchsatzreglers am Mähdrescher. *a* geneigter Schacht, *b* Schichtdickenfühler, *c* Stab, *d* Einstellvorrichtung, *e* federnde Ausgleichsvorrichtung, *f* Rückdrückfeder, *g* Stauventil, *h* Handsteuerschieber, *i* Umschalter, *k* Hydraulikzylinder, *l* Variator, *m* Kupplungs-Fußhebel, *n* Kulissensteuerung, *o* Kontakte für die Anzeige der äußersten Variatorstellungen, *p* Hydraulikschieber, *q* Begrenzer, *r* Schieberkolben

Übersetzer: Dr.-Ing. W. BALKIN, KDT

Mit steigendem Durchsatz wächst die Durchbiegung des unteren Förderertrums und vergrößert sich entsprechend der Drehwinkel des Hebels am Schichtdickenfühler *b*.

Die Schwingungen des Förderbandes und die von den Fördererlementen des Dreschwerkes erzeugten Ungleichmäßigkeiten der Zufuhr rufen starke Schwankungen des Fühlerhebels *b* hervor. Damit sie die Arbeit des Reglers nicht merklich beeinflussen, ist der Fühlerhebel mit dem Schieberkolben über eine Ausgleichfeder *e* verbunden. Eine Gegendruckfeder *f* drückt die Tastkufen an die Förderketten. Der automatische Regler arbeitet in folgender Weise:

Steigt die Zufuhr des Erntegutes über den vorgeschriebenen Wert, so dreht sich der Hebel *b* gegen den Uhrzeigersinn und schiebt den Schieberkolben aus der neutralen Lage. Das Öl beginnt in den unteren Hohlraum des Variatorzylinders zu fließen. Die Variator-Riemenscheiben bewegen sich nach oben und verringern die Fahrgeschwindigkeit und damit auch die Zufuhr so lange, bis die Zufuhr wieder auf den vorgegebenen Wert abgesunken ist. Wenn sie den Nennwert erreicht, haben Fühler und Kolben wieder ihre neutralen Lagen eingenommen und die Änderung der Fahrgeschwindigkeit ist beendet. Fällt die Zufuhr unter den vorgegebenen Wert, so steigt die Fahrgeschwindigkeit entsprechend.

Auf Feldteilen mit hohem Ertrag verringert sich also die Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers automatisch und auf Feldteilen mit niedrigem Ertrag steigt sie so, daß die Zufuhr des Erntegutes ständig den gleichen vorgegebenen Wert hat. Der Regler wird mit der Einstellvorrichtung *d* auf einen bestimmten Durchsatz eingestellt. Die Vorrichtung besteht aus einem Doppclarmhebel mit einer Rolle an einem Ende, und einem Griff und Feststeller am anderen. Bewegt man den Griff nach rechts, so vergrößert sich der eingestellte Durchsatz.

Die Geschwindigkeit des Regelvorganges hängt von der Geschwindigkeit ab, mit der sich die Kolbenstange des Variatorzylinders bewegt.

Da der Schieberkolben kegelförmige Übergänge hat, so ist der Ölverbrauch des Schiebers und folglich auch die Geschwindigkeit der Kolbenstange des Variator-Zylinders der Abweichung des Durchsatzes vom vorgegebenen Wert proportional. Große Abweichungen werden schneller aufgehoben als kleine. Die Bewegung des Variators aus einer äußersten Lage in die andere dauert bei voll geöffneten Schieber-Durchflußöffnungen mindestens 5 s.

Automatische Steuerung und Regelung von Hand werden mit Hilfe des hydraulischen Umschalters *i* in Übereinstimmung gebracht. Der Variator kann durch den Reglerschieber nur dann gesteuert werden, wenn sich das Handsteuerventil in der neutralen Stellung befindet. Bei Transportfahrten und

Unterbrechungen des Schwades wird der Variator mit Hilfe der Handsteuerung in die erforderliche Stellung gebracht. Der hydraulische Umschalter schaltet dabei den Regler automatisch ab.

Wenn sich der Variator in den Endstellungen befindet, wird der obere oder untere Kontakt *d* geschlossen. Hierbei zeigen die Signallampen *L*₁ oder *L*₂ dem Mähdrescherfahrer an, daß die Gänge geschaltet werden müssen.

Der Kupplungsfußhebel *m* ist über die Kulissensteuerung *n* mit dem Reglerschieber verbunden. Schaltet man die Kupplung aus, so verschiebt sich der Schieberkolben nach links und der Variator nimmt die Stellung für geringe Drehzahlen ein, wodurch die Zuverlässigkeit der Arbeit des Mähdreschergetriebes erhöht wird.

Der Erfolg der Verwendung von Durchsatzreglern hängt von den Erntebedingungen ab. Umfangreiche Prüfungen von Mähdreschern mit automatischen Reglern in Betrieben verschiedener Gebiete der Sowjetunion haben ergeben, daß die automatischen Durchsatzregler die Arbeit der Mähdrescherfahrer beträchtlich erleichtern, die Verluste hinter dem Dreschwerk senken und die effektive Produktivität des Mähdreschers im Mittel um 10 % erhöhen.

... und an der Kartoffel-Vollerntemaschine

Der Durchsatz an diesen Maschinen kann durch Änderung des kinematischen Betriebes eines der Sichtwerkzeuge geregelt werden. Meist verwendet man dazu das der Danunahme am nächsten gelegene Sichtelement. Zu regelnde Kenngröße ist hierbei die Dicke der knollenführenden Schicht am Ausgang des Sichtwerkzeuges. Sie kennzeichnet die Sichtintensität ausreichend und muß zur befriedigenden Durchführung des technologischen Vorgangs einen ganz bestimmten Wert haben. Bei zu großer Sichtintensität wird die Erde zu früh abgeschieden, die Knollen sind der Einwirkung der Abscheidewerkzeuge ungeschützt ausgesetzt und die Knollenbeschädigungen nehmen beträchtlich zu. Ungenügende Abscheidung überlastet die nachfolgenden Sichtwerkzeuge und insbesondere das Ausleseband. Das vergrößert die Verschmutzung der abgesackten Kartoffeln und verstopft die Arbeitswerkzeuge.

Feuchtigkeit, Zusammensetzung und Dichte des Bodens und andere Kennzeichen ändern sich im Bereich eines Feldes. Das kann beträchtliche Änderungen der Intensität des Bodenabscheidens und demnach auch der Dicke der knollenführenden Schicht auf den Abscheidewerkzeugen zur Folge haben und entweder die Knollenbeschädigung verstärken oder die Arbeitswerkzeuge überlasten.

Bild 2 zeigt das Funktionsschema eines automatischen Durchsatzreglers für einen Schwingsieb-Sammelroder.

Als Schichtdickenfühler dient der vordere Klutenballon *d*, der mit der Welle des hinteren Ballons gelenkig verbunden ist. Der Schichtdickenfühler betätigt den Hydraulikschieber *e*, der über einen Zylinder *f* den Drehzahlvariator *h* der Schwingsieb-Wellen *b* steuert. Der hydraulische Teil dieses Reglers ist mit dem bereits betrachteten Mähdrescher-Durchsatzregler identisch.

Wenn die Dicke der knollenführenden Schicht auf dem Förderband *c* des Klutenzerstörers infolge von Schwankungen der Menge und der Qualität des zugeführten Erntegutes vom vorgegebenen Wert abweicht, wird der Schieberkolben aus der neutralen Lage verschoben und die Kolbenstange des Variatorzylinders beginnt sich zu bewegen.

Dadurch wird die Drehzahl der Welle des Schwingsieb-Antriebes so lange geändert, bis die Schicht unter der Trommel die vorgegebene Dicke erreicht hat.

Prüfungen des beschriebenen Reglers auf der Kartoffel-Vollerntemaschine KGP-2 haben ergeben, daß er die Arbeit der Maschine auf mittleren und leichten Böden wesentlich verbessert. Die Anzahl der beschädigten Knollen wird um 5 bis 18 % verringert und außerdem sind weniger Auslesepersonen erforderlich.

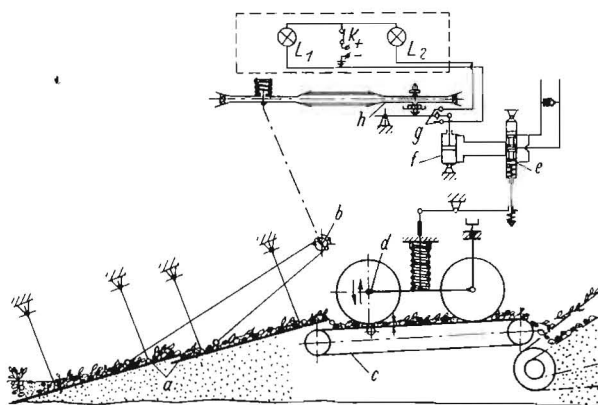


Bild 2. Funktionsschema des automatischen Durchsatzreglers der Kartoffel-Vollerntemaschine. *a* Schwingsieb, *b* Schwingsieb-Kurbelwelle, *c* Förderband des Klutenzerstörers, *d* Schichtdickenfühler, *e* Hydraulikschieber, *f* Hydraulikzylinder, *g* Kontakte für die Anzeige der äußersten Variatorstellungen, *h* Variator

Regelungssystem für den Maschinenträger SS-45

Für die darauf aufzubauenden Maschinen ist ein universelles automatisches Regelsystem entwickelt worden, mit dem der Durchsatz des Feldhäckslers, des Mähdreschers und des Kartoffel-Sammelroders durch Ändern der Fahrgeschwindigkeit des Maschinenträgers geregelt wird. Über den hydraulischen Drehmomentverstärker des Variators kann die Fahrgeschwindigkeit des Maschinenträgers von Hand oder automatisch geregelt werden.

Bei der automatischen Steuerung kann das Signal vom Schichtdickenfühler sowohl mechanisch als auch elektrisch gegeben werden.

In Bild 3 ist das Funktionsschema des Systems zur automatischen Regelung und Kontrolle des Durchsatzes der Erntemaschinen für den Maschinenträger SS-45 dargestellt. Das Wirkungsprinzip dieses Systems ähnelt in vielem den bereits besprochenen Wirkungsprinzipien.

Als Meßwertgeber für den Durchsatz des Feldhäckslers dient eine Transporttrommel, deren Höhenlage der Zufuhr des Blatt- und Stengelgutes proportional ist.

Da das Blatt- und Stengelgut bei automatischer Regelung gleichmäßiger zugeführt wird, ist die Motorarbeit beständiger.

Untersuchungen haben ergeben, daß der Variationskoeffizient der Motordrehzahl bei Verwendung eines automatischen Reglers unter die Hälfte des Variationskoeffizienten der Motordrehzahl ohne Regler sinkt. Dadurch wird die Güte der Futterzerkleinerung wesentlich verbessert.

Das Dreschgut geht durch den auf den Maschinenträger aufgebauten Mähdrescher im Längsfluß hindurch, als Schichtdickenfühler wird deshalb auch bei ihm eine Transporttrommel verwendet. Sie wird an Stelle des oberen Hilfsförderers eingesetzt. Die Trommel besitzt Zinken für den Dreschguttransport und bewegliche Kufen, die an einem gemeinsamen Rohr starre befestigt sind und sich zusammen mit dem Rohr um die Welle des Zinkentrommelantriebs drehen, wenn sich die Dicke der Dreschgutschicht auf dem Hauptförderband ändert.

Der Maschinenträger ist mit einer automatischen Signalanlage ausgerüstet. Wenn eines der Überlastungsmeßglieder *k* der Arbeitsorgane anspricht, wird ein Elektromagnet *g* eingeschaltet, der den Steuerkolben der Hydrauliksteuerung *f* in die äußerste linke Lage verschiebt. Dadurch wird der Variatorriemen auf die Leerlaufrolle verschoben und der Maschinenträger bleibt stehen. Gleichzeitig wird eine Licht- und Schall-Signalanlage eingeschaltet.

Bisherige Erfahrungen

Der technologische Prozeß in den Erntemaschinen ist recht kompliziert und sein Verlauf hängt von vielen Faktoren ab. Daher genügt es zum Erreichen höchster Wirksamkeit nicht, nur nach einer Kenngröße automatisch zu regeln. Außerdem zwingt der Wechsel der Erntebedingungen, die Einstellung der betrachteten Regler von Zeit zu Zeit zu ändern.

So hängt die Durchlaßfähigkeit des Mähdrescher-Dreschwerks von der Feuchte, dem Korn-Stroh-Verhältnis, der Sorte der Kultur und anderen Umständen ab. Mit steigender Feuchte sinkt z. B. die Durchlaßfähigkeit des Dreschwerks und der automatische Regler muß in diesem Fall die Zufuhr geringer halten als beim Drusch trockenen Getreides, d. h. die Einstellung des Reglers muß bei Änderung der Feuchte ebenfalls geändert werden.

Entsprechend den dargelegten Umständen wird bei der Vervollkommnung der automatischen Regelung des Erntemaschinendurchsatzes das Ziel verfolgt, Systeme zu schaffen, die den technologischen Prozeß nach mehreren Kenngrößen regeln.

Theoretische Untersuchungen ergaben, daß hierbei die Entwicklung adaptiver, d. h. sich selbst einstellender Regler am aussichtsreichsten ist. Die in der Entwicklung begriffenen selbsteinstellenden Systeme werden in Anlehnung an die be-

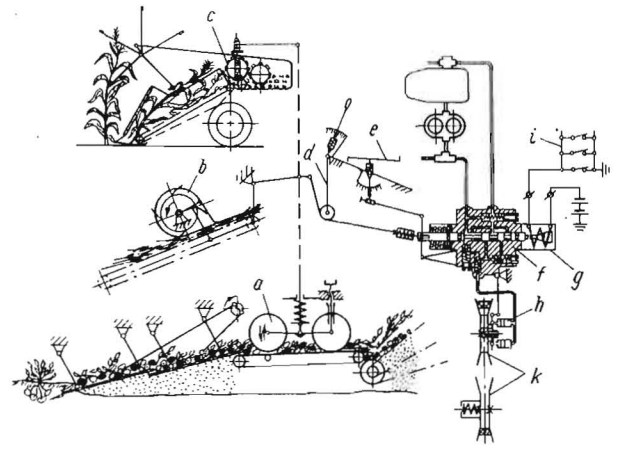


Bild 3. Funktionsschema für die automatische Durchsatzregelung von Erntemaschinen, die auf den selbstfahrenden Maschinenträger SS-45 aufgebaut werden. *a* Schichtdickenfühler der Kartoffel-Vollerntemaschine, *b* Schichtdickenfühler des Mähdreschers, *c* Schichtdickenfühler des Feldhäckslers, *d* Einstellvorrichtung, *e* Fußhebel für die Betätigung der Hydrauliksteuerung, *f* Hydrauliksteuerung, *g* Elektromagnet, *h* Hydraulikzylinder, *i* Variator, *k* Überlastungsmeßglieder

trachteten Regler gebaut. Ihre Einstellung ändert sich automatisch in Abhängigkeit von den Signalen zusätzlicher, die Intensität des zu regelnden technologischen Prozesses anzeigender Meßwertgeber (Bei den Mähdreschern sind das Meßvorrichtungen, die die Drehzahl der Dreschtrommel, die Drehmomente an den Wellen der Arbeitsorgane, die Feuchtigkeit u. a. anzeigen).

A 6992

ORANO



weiches Herzstück

Vorschrotbahn

Feinmahlbahn

halbweiche Luftfurche

Der Schrotstein von höchster Wirtschaftlichkeit

Referenzen:

1. Stendalortor-Mühle Paul Schulz, Inh. Herbert Marquardt, 357 Gardelegen
2. VEB Mühlenwerke Hermsdorf, Werk II, 9613 Waldenburg/Sa.
3. Schneider-Mühle, 9624 Langenhessen b/Werdau/Sa.
4. Mischfuttergenossenschaft Engertsdorf (Angermühle), 4701 ü/Altenburg/Bez. Leipzig
5. Herbert Jäckel, Müllermeister, 8921 Rothenburg (OL) 2 ü/Niesky
6. BHG Karl-Marx-Stadt - Glösa
7. Gerhard Domurath, Zollmühle, 34 Zerbst
8. Otto Heyer, Schwarzbürger Mühle, 5214 Gröfenroda

Orano Mühlstein- und Mühlenbau

Norbert Zwingmann, Mühlenbaumeister

5821 Thamsbrück über Bad Langensalza, Ruf: 2814