

# Untersuchungen an einer Einrichtung zur automatischen Spurhaltung

Dr.-Ing. R. Buchmann, KDT, Institut für Landmaschinentechnik des VEB Weimar-Kombinat

Die Entwicklung einer Einrichtung zur automatischen Spurhaltung für selbstfahrende Landmaschinen und Traktoren ist z. Z. Gegenstand zahlreicher Veröffentlichungen. Hinweise auf ihre einsatzökonomische Bedeutung findet man besonders in [1] [2] [3] [4] [5] [6]. Über experimentelle Untersuchungen an einer Einrichtung zur automatischen Spurhaltung für Traktor-Landmaschinen-Aggregate, die im Institut für Landmaschinentechnik Leipzig des VEB Weimar-Kombinat durchgeführt wurden, soll nachfolgend berichtet werden.

## Ökonomische und technische Grundlagen

Vor der Landwirtschaft der DDR steht die Aufgabe, die Arbeitsproduktivität weiter zu steigern. Durch eine automatische Spurhaltung von selbstfahrenden Arbeitsmaschinen und Traktor-Landmaschinen-Aggregaten können Flächenleistung und Arbeitsqualität erhöht werden [2] [5]. Ein weiterer Vorteil der automatischen Spurhaltung ist die dadurch mögliche physische und psychische Entlastung des Maschinenführers bzw. des Traktoristen [7]. Im Institut für Landmaschinentechnik wurde eine Einrichtung zur automatischen Spurhaltung für ein Traktor-Landmaschinen-Aggregat untersucht, d. h. speziell die bereits in [1] [8] vorgestellte automatische Lenkeinrichtung in Verbindung mit einem Traktor ZT 303. Diese Einrichtung hat sich in den Mähreschern E 512 und E 516 bewährt [2] und wurde zur automatischen Lenkung des selbstfahrenden Rübenrodeladers KS-6 erfolgreich getestet [6] [7].

Die Kennwerte des ZT 303 sind in [9] [10] vorgestellt worden. Der ZT 303 ist im Unterschied zum ZT 300 mit vollhydraulischer Lenkung ausgerüstet. In der Ausführung mit automatischer Spurhaltung werden in seinem Lenköl-Kreislauf zusätzlich zwei Drosseln VDR und ein Wegeventil VW (NW 10) mit elektromagnetischen Stelleinheiten (12 V Gleichstrom) benötigt (Bild 1). Die Nullstellung des Wegeventils entspricht der Lenkung des Traktors von Hand, d. h. die automatische Spurhaltung ist ausgeschaltet. Durch einen wie bei den Mähreschern E 512 bzw. E 516 unterhalb des Lenkrads angeordneten Lenksäulenumschalter kann außer der Nullstellung der Automatikbetrieb eingeschaltet werden. In diesem Fall wird das Wegeventil durch die elektromagnetischen Stelleinheiten in die Stellungen 1 oder 2 bewegt, und das Öl wird unter Umgehung der hydrostatischen Lenkeinheit LM von der Pumpe P direkt auf die entsprechende Kolbenseite des Hydroschwenktriebs M gefördert. Mit den übrigen im Bild 1 angegebenen Einrichtungen wurden Drücke und Temperaturen gemessen. Sie sind für die Funktion ohne Bedeutung. Das entsprechende Signal erhalten die elektromagnetischen Stelleinheiten vom Reglerbaustein.

Im Bild 2 wird die Wirkungsweise des elektrisch-elektronischen Teils der automatischen Spurhaltung dargestellt. Durch Betätigen des Hauptschalters mit (Sicherheits-) Schloß und des Lenksäulenumschalters wird zunächst der Reglerbaustein mit elektrischer Hilfsenergie (12 V Gleichstrom) versorgt, der seinerseits den

induktiven Meßwertgebern und dem induktiven Rückführungsgeber die notwendige Betriebsspannung zuführt. Der Reglerbaustein verarbeitet die von den Gebern empfangenen Signale und liefert an die elektromagnetischen Stelleinheiten des Wegeventils VW einen entsprechenden Gleichspannungsimpuls. Mit dem Abstandregler kann man vom Fahrerplatz aus Korrekturen des Sollwerts vornehmen, die z. B. infolge von Hangabtriebskräften, Schrägzug u. a. nötig werden.

Jeweils ein Meßwertgeber V ist am Ende eines seitlichen Auslegers am Traktor angeordnet (Bild 3). Die Leitlinie (Furchenkante, Kartoffelfeldamm o. ä.) wird mechanisch abgetastet. Hierzu wurden vom Institut für Landmaschinentechnik geeignete Elemente geschaffen [11]. Ein Austausch gegen z. B. berührungslose Taster mit entsprechenden Ausgangswerten ist möglich.

Die Gesamtfunktion der Einrichtung zur automatischen Spurhaltung wird mit Hilfe des Signalflußplans deutlich (Bild 4). Hieraus ist auch die Wirkungsweise des Rückführungsgebers ersichtlich, der den Einschlagwinkel  $\varphi$  der gelenkten Räder an den Eingang des

Reglerbausteins zurückführt. Ohne Rückführung ist der Regelkreis strukturinstabil. Als Meßwert- und Rückführungsgeber wurden die vom VEB Kombinat Fortschritt an den Mähreschern E 512 bzw. E 516 verwendeten Geber übernommen [12].

## Zielstellung

Mit der vorgestellten Einrichtung zur automatischen Spurhaltung ist bei einer Arbeitsgeschwindigkeit des Traktor-Landmaschinen-Aggregats von 12 km/h (Arbeitsgeschwindigkeit beim Drillen) eine Regelabweichung, d. h. eine Abweichung des Istwerts des Kupplungspunkts K am Traktor vom Sollwert, von maximal  $\pm 5$  cm einzuhalten [13].

## Kennwertermittlung

Zur Anpassung des Regelkreises an die geforderten Eigenschaften konnten folgende Daten entsprechend gewählt werden:

- Durchmesser der Drosselöffnungen
- projizierte Länge c des Tasterarms
- Vorlauf b des Tastelements
- Verstärkungsfaktoren von Meßwert- und Rückführungsgeber.

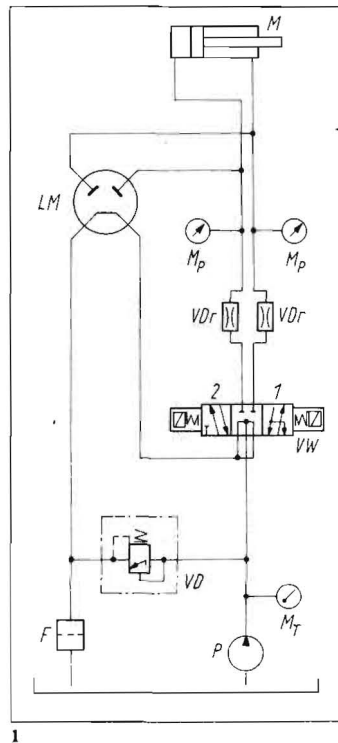
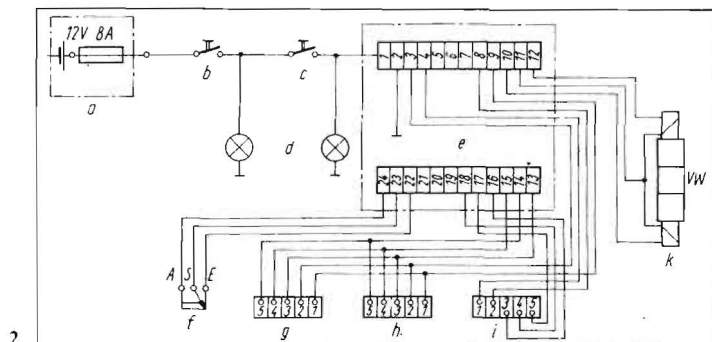
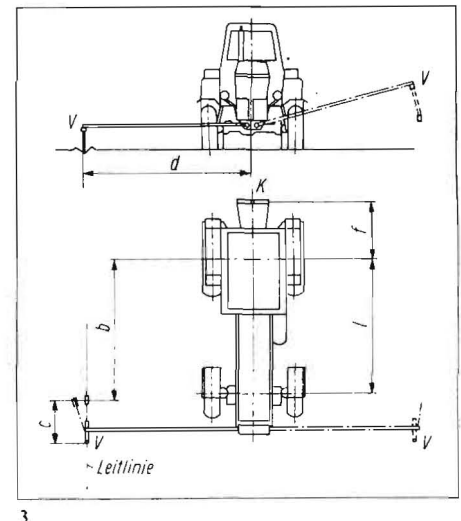
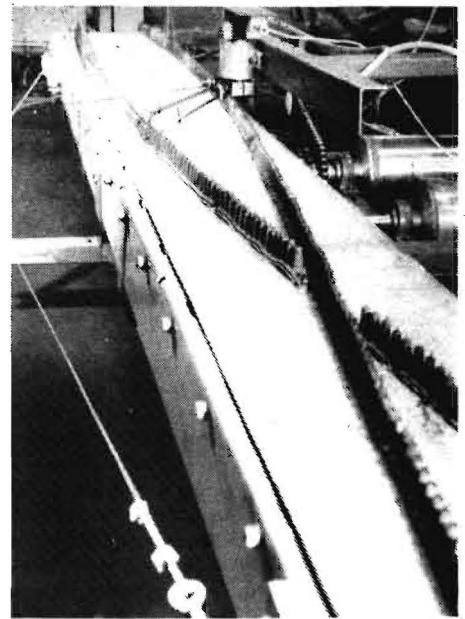
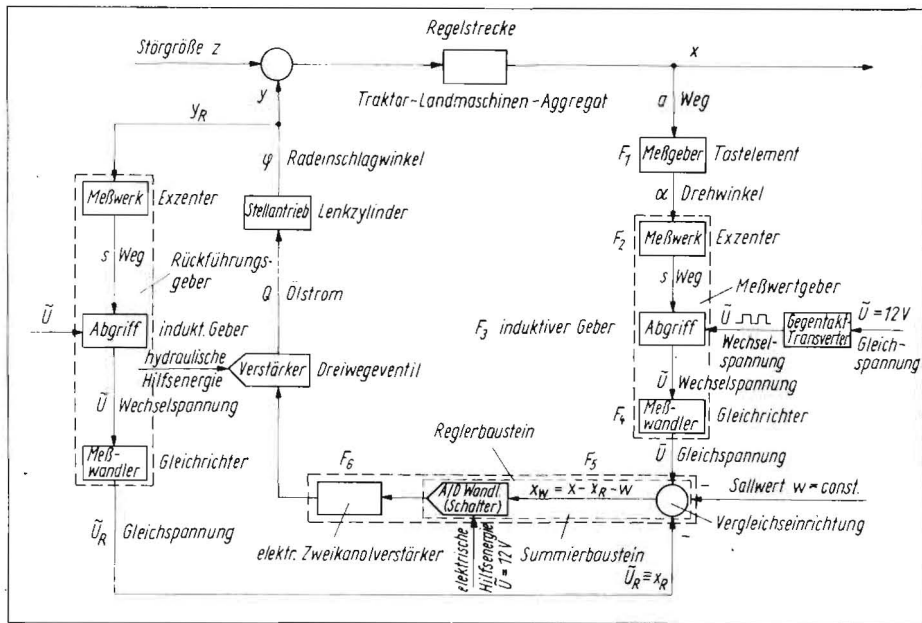


Bild 1. Lenkölkreislauf; Erläuterung im Text  
Bild 2. Stromlaufplan; a Bordnetz, b Hauptschalter, c Lenksäulenumschalter, d Anzeigeluchten, e Reglerbaustein, f Abstandregler, g Meßwertgeber rechts, h Meßwertgeber links, i Rückführungsgeber, k Wegeventil

Bild 3. Geräteschaltbild





4

6

größere Werte von	resultierendes Verhalten von Stabilität	Verhalten von Regelabweichung	Schaltfrequenz des Wegeventils
Rückführungsverstärkung	nimmt zu	nimmt zu	nimmt zu
Blendenöffnung	ohne Einfluß	nimmt ab	nimmt zu
Arbeitsgeschwindigkeit	nimmt ab	nimmt zu	nimmt ab

Tafel 1  
Haupteinflussfaktoren auf das dynamische Verhalten des Regelkreises

Stabilitätsbedingung für den gesamten Regelkreis  $G_{max} W(p) \geq -1$ . Hierbei ist  $G_{max}$  der Maximalwert der Beschreibungsfunktion des nichtlinearen Teils. Aus ihr errechneten sich die notwendigen Verstärkungsfaktoren von Meßwert- und Rückführungsgeber sowie die erforderliche Blendenöffnung. Um die für die geforderte Arbeitsgeschwindigkeit notwendige Verstärkung zu gewährleisten, mußte die Exzentrizität des Rückführungsgebers gegenüber der Ausführung am Mährescher erhöht werden. Das war ohne Änderung des Gehäuses möglich.

Die Größen b und c wurden aufgrund konstruktiver Überlegungen vorgegeben. Die Drosselöffnungen und die Verstärkungsfaktoren der Geber bestimmte man über das regelungstheoretische Verhalten des Regelkreises. Hierzu waren die interessierenden Kennwerte der wichtigsten Baugruppen quantitativ zu bestimmen und deren Übertragungsfunktionen aufzustellen.

Von den induktiven Gebern ermittelte man die Ausgangsspannung  $U_1$  bzw.  $U_2$  als Funktion des Drehwinkels für die Speisespannungen  $U_G = 24, 30, 36, 42$  V, die Exzentrizitäten 4,5 und 9 mm sowie unterschiedliche Eingangsspannungen.

Die Kennwerte der hydraulischen Baugruppen wurden auf einem speziellen Laborprüfstand [14] [15] ermittelt. Hier steuerte das Magnetventil VW den Hydroschwenktrieb des Traktors — belastet mit realen, unter Betriebsbedingungen gemessenen Werten — im Frequenzbereich  $f = 0,07 \dots 0,7$  Hz an. Dieser Frequenzbereich konnte kontinuierlich durchfahren werden. Dazu wurde ein Meßgeber von einem drehzahlveränderlichen Elektromotor angetrieben. In Abhängigkeit von dieser Frequenz wurden der Verlauf der Öldrücke im Hydroschwenktrieb und der Kolbenweg aufgenommen. Als Parameter dienten Scheibenblenden mit einem Durchmesser von 1, 1,5, 3 und 6 mm im Zu- und Abfluß. Die Zeit vom Eintreffen des Spannungsimpulses am Magnetventil bis zur Reaktion des Hydroschwenktriebs betrug 0,1 bis 0,6 s. Sie ist hauptsächlich abhängig von der Größe der Blende, wobei Blendendurchmesser  $< 3$  mm diese Zeit besonders stark beeinflussen.

Die Totzeit der Regelstrecke „Traktor“ ergab sich aus Fahrversuchen mit  $\approx 0,2$  s. Sie ist die Zeit, die vom plötzlichen Einschlagen der

gelenkten Räder um einen bestimmten Winkel bis zur Reaktion des Traktors vergeht.

### Berechnung des Regelkreises

Die Kennwertermittlung lieferte die folgenden Übertragungsfunktionsstypen:

- Proportionalglieder ohne Verzögerung (Tastelement, Meßwert- und Rückführungsgeber)
- Integralglied mit Verzögerung 1. Ordnung (Hydroschwenktrieb)
- in erster Näherung Integralverhalten ohne Verzögerung mit Totzeit (Regelstrecke).

Das nichtlineare Verhalten des Reglerbausteins wurde mit der Beschreibungsfunktion  $G(p)$  erfaßt [12].

Nach dem Zusammenfassen aller linearen Übertragungsfunktionen zur Übertragungsfunktion des offenen Kreises  $W(p)$  lautet die

5

Bild 4  
Signalflußplan

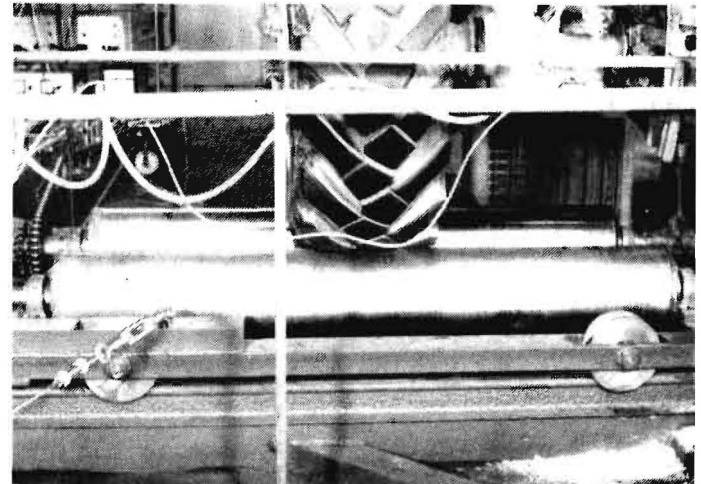


Bild 5  
Rollenkörper des Prüfstands

Bild 6  
Modellspur des Prüfstands

flüsse (Tafel 1) führte schließlich zur Vorgabe folgender Einstellparameter:

- Speisespannung  $U_G$
- Exzentrizitäten  $\epsilon$  von Meßwert- und Rückführungsgeber
- Durchmesser der Drosselöffnungen.

### Experimentelle Überprüfung

Die experimentellen Untersuchungen gliedern sich in Rollenprüfstand- und Fahrprüfungen. Die Konzeption des Rollenprüfstands [12] basiert auf dem Prinzip „feststehender Traktor — bewegliche Fahrbahn“. Jedes der angetriebenen Vorderräder des Traktors ZT 303 bringt durch Kraftschluß je zwei Rollkörper in Drehung (Bild 5). Die Rollkörper treiben einen Leichtgutförderer an, auf dessen Gurtband die Modellspur aufgebracht ist (Bild 6). Rollkörper und Gurtband sind auf einem Wagen montiert, der quer verschiebbar ist. Solange sich die Vorderräder des Traktors in Geradeausstellung befinden, bewegt sich der Wagen nicht. Erfolgt ein Lenkeinschlag, so wird der Wagen durch die zwischen Reifen und Rollkörper wirksam werdenden Seitenkräfte nach links oder rechts verschoben. Die Modellspur wirkt als Leitlinie. Sie entspricht einer Sinuswelle  $y = a \sin bx$  ( $a = 0,18 \text{ m}$ ,  $b = 2/9,44 \text{ m}$ ). Durch ein Kettengerieße zwischen Rollkörpern und Gurtband kann die Wellenlänge der Leitlinie in vier Stufen verändert werden. In Verbindung mit den Fahrgeschwindigkeiten von 4 bis 19 km/h ergibt sich ein Eingangsfrequenzbereich von 0,7 bis 21 rad/s.

Die Schräglauflinien, d.h. die Seitenkraft in Abhängigkeit vom Schräglaufwinkel, für die Paarung Traktorvorderräder-Rollkörper für trockene und für mit Fett präparierte Rollkörper wurden in Vorversuchen bestimmt. Die aufgenommenen Kennlinien entsprachen etwa den in [16] erzielten für Betonfahrbahn und gegrubberten Ackerboden bis schmierige Tonfahrbahn.

Auf dem Rollenprüfstand wurden in Abhängigkeit von der Eingangsfrequenz bei unterschiedlichen Temperaturen des Hydrauliköls gemessen:

- Verschiebeweg des Wagens
- Drehwinkel  $\alpha$  des Tasters
- Öldrücke kolbenkopf- und pleuelseitig
- Spannungspulse  $U_1$  und  $U_2$  an den elektromagnetischen Stelleinheiten des Wegeventils
- Einschlagwinkel  $\varphi$  der gelenkten Räder.

Bei Fahrversuchen, die einmal auf fester Fahrbahn (Asphalt) und zum anderen auf saarfertigem Acker durchgeführt wurden, sollte insbesondere der bei der Prüfstanduntersuchung vernachlässigte Einfluß der Drehung des Traktors um seine Hochachse untersucht werden. Als Leitlinie diente die bereits auf dem Prüfstand verwendete Sinuswelle mit Wellenlängen von 10 m und 5 m. Drehwinkel des Tasters, Öldrücke, Spannungspulse und Einschlagwinkel der gelenkten Räder wurden wie beim Prüfstand oszillografisch aufgenommen. Anstelle des Verschiebewegs wurde die Spur eines im Kupplungspunkt K des Traktors angebrachten Schleifers vermessen.

### Ergebnisse

Die Meßergebnisse bestätigen die durchgeführte Berechnung. So stimmt die gemessene Frequenz des Einschlagwinkels  $\varphi$  der gelenkten Räder mit dem Rechenergebnis von etwa 3 Hz überein. Die Amplitude dieser Schwingung beträgt  $\Delta\varphi = 0,035 \dots 0,07 \text{ rad}$  ( $2 \dots 4^\circ$ ). Die Bilder 7 und 8 zeigen auf dem Rollenprüfstand und in Fahrversuchen gemessene Amplituden-

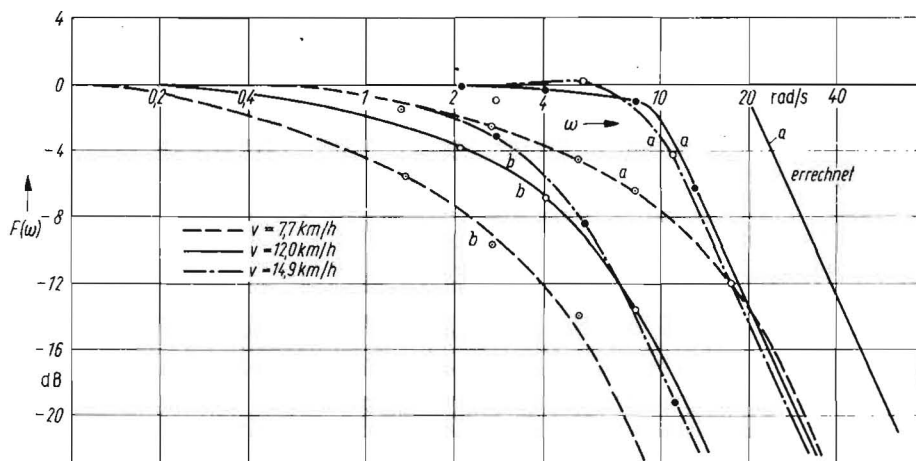


Bild 7. Auf dem Prüfstand gemessener Amplitudenfrequenzgang für verschiedene Fahrgeschwindigkeiten; a trockene Rollkörper, b geschmierte Rollkörper

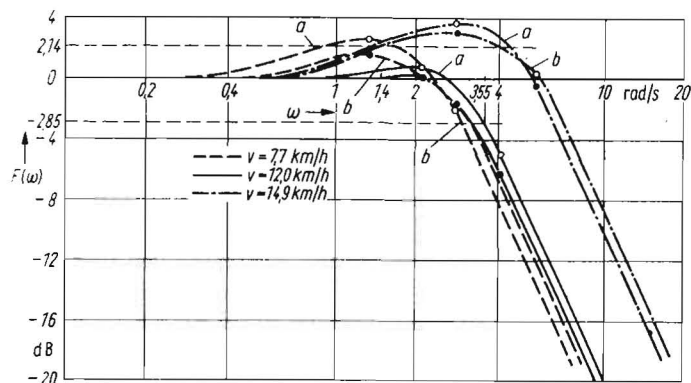


Bild 8. In Fahrversuchen gemessener Amplitudenfrequenzgang für verschiedene Fahrgeschwindigkeiten; a saarfertiger Acker, b Asphalt

frequenzgänge für verschiedene Fahrgeschwindigkeiten und Fahrbahnbedingungen. Der auf dem Prüfstand mit trockenen Rollkörpern gemessene Amplitudenfrequenzgang für verschiedene Fahrgeschwindigkeiten ist in Bild 7 (Kurvenverläufe a) dargestellt. Die Kurven b bezeichnen den Amplitudenfrequenzgang für dieselben Fahrgeschwindigkeiten, aber für geschmierte Rollkörper.

Ihnen sind in Bild 8 die Amplitudenfrequenzgänge gegenübergestellt, wie sie in Fahrversuchen auf Asphalt und saarfertigem Acker ermittelt wurden. Typisch für ihren Verlauf sind die auf die Drehung des Traktors um seine Hochachse zurückzuführenden Resonanzstellen (Kurvenüberhöhungen). Derartige Kurvenmaxima sind im Bild 7 nicht vorhanden.

Im Bild 8 wird das günstigste Verhalten der Regelung für die geforderte Fahrgeschwindigkeit  $v = 12 \text{ km/h}$  bestätigt. Das ist ersichtlich an der geringsten Kurvenüberhöhung und daran, daß der Amplitudenfrequenzgang der Abszisse am längsten folgt. Für diejenigen Frequenzen, für die sich der Kurvenverlauf mit der Abszissenachse deckt, haben die Amplitude der Leitlinie und die Amplitude des Kupplungspunkts K am Traktor die gleiche Größe. Das ist bis rd.  $1,4 \text{ rad/s}$  der Fall. Diese Kreisfrequenz entspricht der Wellenlänge  $\lambda = 2\pi v/\omega \approx 15 \text{ m}$ . Weist die Leitlinie (Amplitude 18 cm) also eine Wellenlänge  $\lambda \geq 15 \text{ m}$  auf, fährt der Kupplungspunkt am Traktor die Leitlinie exakt nach. Eine zulässige Abweichung der Amplitude des Kupplungspunkts am Traktor von der Amplitude der Leitlinie von  $\pm 5 \text{ cm}$  ( $\approx 2,14$  bzw.  $-2,85 \text{ dB}$ ) ergibt nach Bild 8 eine zulässige Kreisfrequenz  $\omega \leq 3,55 \text{ rad/s}$  bzw. eine Wellenlänge  $\lambda \approx 6 \text{ m}$ . Wellenlängen unter 6 m werden durch die automatische Spurhaltung begrädigt. In diesem Fall liegt für den nächsten Umgang eine Leitlinie mit gleicher Frequenz, aber

geringerer Amplitude als die der vorhergehenden Leitlinie vor.

Abschließend ist festzustellen, daß die untersuchte Einrichtung zur Spurhaltung von Traktor-Landmaschinen-Aggregaten die gestellte Zielstellung erfüllt.

### Zusammenfassung

Im Institut für Landmaschinentechnik Leipzig wurde eine Einrichtung zur automatischen Spurhaltung eines Traktor-Landmaschinen-Aggregats untersucht, die auf dem Prinzip der Abtastung einer Spurrille für einen Traktor basiert. In Verbindung mit einem Traktor ZT 303 wurde die an den Mähdreschern E 512 und E 516 bewährte automatische Lenkeinrichtung verwendet. Das Ziel der Untersuchungen bestand darin, die Eignung der Einrichtung zur automatischen Spurhaltung für Arbeitsgeschwindigkeiten von 12 km/h nachzuweisen. Dabei war eine Regelgenauigkeit, d.h. eine Abweichung des Kupplungspunkts K am Traktor von der Leitlinie, von maximal  $\pm 5 \text{ cm}$  einzuhalten.

Zur Lösung der Aufgabe wurde nach folgenden Schritten vorgegangen:

- Ermittlung regelungstheoretisch interessierender Kennwerte einzelner Baugruppen (Kennwertermittlung)
- Berechnung des dynamischen Verhaltens des Regelkreises
- Überprüfung der rechnerischen Ergebnisse auf einem speziell geschaffenen Rollenprüfstand
- Feldeinsatz.

Die rechnerischen Ergebnisse wurden von den nachfolgenden Messungen bestätigt. Der Rollenprüfstand führt zu einer Verkürzung der Entwicklungszeit und ermöglicht exakt reproduzierbare Messungen.

## Literatur

- [1] Schernes, B.: Elektronischer Regler mit URSA-MAT-Schaltverstärker zur automatischen Lenkung von Fahrzeugen entlang einer Leitlinie. messen, steuern, regeln 13 (1970), H. 3, S. 45—46.
- [2] Schaller, R.; Näther, L.: Lenkautomatik für die Mähdrescher E 512. agrartechnik 24 (1974) H. 3, S. 125—127.
- [3] Krupp, G.: Über Einsatzwerte der neuen sowjetischen Traktoren K-701, T-150 und T-150 K. agrartechnik 24 (1974) H. 1, S. 6—9.
- [4] Jenisch, K.H.: Kritisches zur Ergonomie des Traktors. agrartechnik 24 (1974) H. 11, S. 525—528.
- [5] Šabanov, V.M.: Die automatische Lenkung von Traktoren. Traktory i sel'chozmašiny (1970) H. 9, S. 3—5.
- [6] Jakob, P.; Petzold, E.: Einsatzerfahrungen mit

- der Lenkautomatik am selbstfahrenden Rodelader KS-6. agrartechnik 25 (1975) H. 4, S. 198—201.
- [7] Jakob, P.; Petzold, E.: Lenkautomatik für den selbstfahrenden Rodelader. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 11, S. 487—489.
  - [8] Schernes, B.: Automatische Fahrzeuglenkung. Dt. Agrartechnik 20 (1970) H. 5, S. 221.
  - [9] Blumenthal, R.; Hortschansky, I.: Der allradangetriebene Traktor ZT 303. Dt. Agrartechnik 21 (1971) H. 7, S. 302—304.
  - [10] Blumenthal, R.; Kratzsch, H.: Vollhydraulische Lenkung im Traktor ZT 303. agrartechnik 23 (1973) H. 3, S. 110—112.
  - [11] Schmeißer, H.: Arbeitswerkzeuge, Bodenfruchtbarkeit. Abschlußbericht 2/298 — Teilthema: Bodenbearbeitung, Bestellung, Pflege; Teilbericht II: Untersuchungen über automatische Spurhaltung. Institut für Landmaschinentechnik

- Leipzig 1974.
- [12] Buchmann, R.: Automatische Spurhaltung. Institut für Landmaschinentechnik Leipzig, Abschlußbericht 1975.
  - [13] TGL 80-6475 Gütevorschriften für Arbeiten der Pflanzenproduktion. Dt. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften 1969.
  - [14] Idel, H.: Prüfeinrichtung für Lenkautomatik und Baugruppen. Institut für Landmaschinentechnik Leipzig 1974.
  - [15] Lucius, J.: Bestimmen von Kenndaten der Glieder des Regelkreises zur automatischen Spurhaltung. Institut für Landmaschinentechnik Leipzig, Versuchs-Meßbericht Nr. 10/74.
  - [16] Maack, H.-H.: Schräglauferuntersuchungen an Reifen auf landwirtschaftlichen Fahrbahnen. Universität Rostock, Dissertation 1972.

A 1579

# Serienmäßige Fertigung landtechnischer Ausrüstungen für die Tierproduktion — Voraussetzung für eine kontinuierliche Kostensenkung und Qualitätserhöhung

Ing. W. Schurig, KDT, VEB Landtechnischer Anlagenbau Rostock

## 1. Notwendigkeit der Serienfertigung

Bis zum Jahr 1990 soll in der DDR der gegenwärtige Umfang der Fertigung landtechnischer Ausrüstungen um mehr als das 2,5fache ansteigen. Infolge der begrenzten Rohstoff- und Arbeitskraftreserven sind daher durch die Intensivierung alle zur Verfügung stehenden Reserven zu erschließen.

Im folgenden Beitrag soll nachgewiesen werden, daß nur durch die Mechanisierung und Automatisierung der Fertigung folgende Kriterien erreicht werden können:

- Produktionssteigerung
- Kostensenkung
- Qualitätsverbesserung
- Materialeinsparung.

Die Mechanisierung und vor allem die Automatisierung sind aber nur auf der Basis einer Serien- und Massenfertigung ökonomisch realisierbar.

Deshalb haben die Projektanten, Konstrukteure, Technologen und Ökonomen die wichtige Aufgabe, in den Fertigungsbetrieben für landtechnische Anlagen die Voraussetzungen für eine stabile Serienfertigung zu schaffen bzw. weiter auszubauen.

## 2. Größere Serien durch Standardisierung

Mit Hilfe der Standardisierung müssen auch im Bereich der Fertigung landtechnischer Anlagen optimale Vereinheitlichungsergebnisse erarbeitet werden. Dadurch sind große Fertigungs-serien möglich. So konnte im VEB Landtechnische Industrieanlagen Kleinleipisch die Anzahl der verschiedenen Baugruppen für Rinderstandausrüstungen von 911 Stück im Jahr 1971 auf 169 Stück im Jahr 1975 gesenkt werden [1].

Folgender Nutzen tritt dabei auf:

- Verringerung des technologischen Aufwands
- Spezialisierung in der Produktion und Übergang zur Fließfertigung, Senkung der Fertigungszeiten und -kosten
- Steigerung der Qualität der Erzeugnisse
- Vereinfachung und bessere Überschaubar-

keit bei der Projektierung landtechnischer Anlagen

- Vereinfachung der Montage und Senkung des Montageaufwands durch eine Verringerung der Anzahl der Montagevorrichtungen.

Durch die Standardisierung werden somit die Voraussetzungen zur sozialistischen Rationalisierung und zur Durchsetzung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts geschaffen. Im Bild 1 wird am Beispiel des Gruppenaufzuchtkäfigs (GAZ-Käfig) für die Läuferhaltung gezeigt, wie mit Vergrößerung der Serie bzw. mit beginnender Massenfertigung die Kosten gesenkt werden können.

## 3. Aufgaben der Abteilung Technologie im Fertigungsprozess

Mehr als 80% der Steigerung der Arbeitsproduktivität resultieren aus der Anwendung von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen. Diese wissenschaftlichen Ergebnisse werden aber erst effektiv, wenn sie durch die Abteilung Technologie der VEB Landtechnischer Anlagenbau (LTA) fertigungsgerecht aufbereitet und in die Produktion übergeleitet werden. Zwischen Wissenschaft, Technologie und Produktionsniveau besteht also ein enger Zusammenhang.

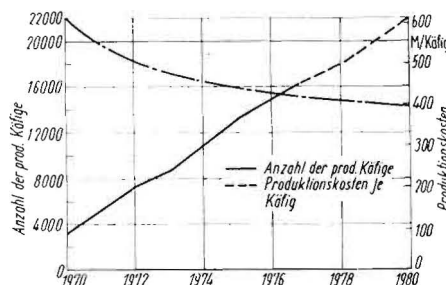


Bild 1. Entwicklung der Jahresproduktion und der Kosten von GAZ-Käfigen im VEB LTA Rostock (ab 1977 geplante Werte)

Äußerst bedeutsam ist die rasche Einführung technischer Neuerungen. Neue Ideen, effektivitätsreiche Erfindungen, ökonomisch interessante wissenschaftlich-technische Lösungen müssen in kurzen Entwicklungszeiten erschlossen und unverzüglich ökonomisch verwertet werden [2].

Unter Berücksichtigung dieser Grundsatzfragen fallen der Abteilung Technologie bei der Vorbereitung einer Serienfertigung folgende Aufgaben zu (in der Reihenfolge geordnet):

- Beratung der Konstrukteure, um ein fertigungsgerechtes Erzeugnis zu erhalten
- Mitarbeit bei der Standardisierung des Erzeugnisses
- Festlegung des Ablaufs zur Fertigung des Erzeugnisses, Bestimmung der Arbeitsnormen (nach Katalog, Vergleichs- oder Erfahrungswerten), Bestimmung der Wertigkeiten der Arbeitsgänge nach dem Rahmenkollektivvertrag, Festlegung der Lohngruppen
- Ermittlung der Materialverbrauchsnormen, Anfertigung von Zuschnittplänen, Festlegung der Materiallieferlängen, Ermittlung des jährlichen Materialbedarfs
- Ermittlung der wirtschaftlichen Losgröße. In der Literatur gibt es eine Vielzahl von Berechnungsmöglichkeiten zur Bestimmung der wirtschaftlichen Losgröße. Bei der Ermittlung der Losgröße für den GAZ-Käfig hat sich die Berechnung nach [3] als optimal erwiesen:

$$L_w = \sqrt{\frac{200 D K_A}{p \left[ \frac{T}{n q} (2 K_M + K_S) + \frac{D}{P} (K_M + K_S) \right]}}$$

- $L_w$  wirtschaftliche Losgröße
- $D$  Dauer der Planperiode in h/Jahr (bei einer Schicht 2214 h/Jahr)
- $K_A$  Kosten der Vorbereitungs- und Abschlußzeiten (einschließlich Grundmaterialkosten) in M/Los
- $p$  Rückflußprozentsatz der Umlaufmittel