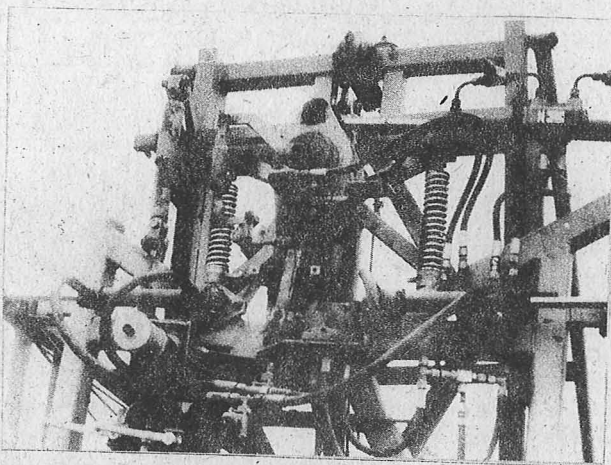


Deutsche Demokratische Republik  
Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft  
ZENTRALE PRUFSTELLE FÜR LANDTECHNIK POTSDAM-BORNIM

Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR  
INSTITUT FÜR PFLANZENSCHUTZFORSCHUNG KLEINMACHNOW

# Nachtrag zum Prüfbericht - Nr. 938

Vorrichtung zur automatischen Hanganpassung AHA-1  
an der Ausleger-Pendelaufhängung PA-1  
VEB Ausrüstungen ACZ Leipzig, Betrieb des Kombines  
Rationalisierungsmittel Pflanzenproduktion Sangerhausen



PA-1 mit AHA-1

Bearbeiter: Dr. A. Jeske  
Dipl.-Ing. A. Rump  
Ing. H. Henning

DK-Nr.: 631.347.3:632.992.1.001.4

Gr.-Nr.: 6 a

Potsdam-Bornim 1987

## 1. Beschreibung

Die Ausleger-Pendelaufhängung PA-1 erreicht beim Einsatz in Schichtlinie bei  $2^{\circ}$  (3,5 %) Hangneigung ihre Einsatzgrenze. Mit der Zusatzvorrichtung AHA-1 des VEB Ausrüstungen ACZ Leipzig wird eine selbstregelnde Anpassung der Ausleger an die Hangneigung möglich. Das Funktionsprinzip besteht in einem mechanisch-hydraulischen Regelsystem, das auf der Basis eines ständigen Vergleiches der Neigungswinkel von Grundmaschine und Ausleger arbeitet. Weichen beide voneinander ab, wird der zwischen Schwinge und Schwenkrahmen montierte hydraulische Arbeitszylinder betätigt. Dadurch wird der Neigungswinkel der Ausleger verändert.

Der Meßpunkt für den Neigungswinkel der Grundmaschine ist als Stagenhebel an der Achse der Schwingenlagerung angebracht. Der Neigungswinkel des Auslegers wird über einen Bügel am Vertikallager des Schwenkrahmens ermittelt. Über einen drehbar gelagerten Winkelhebel und ein Federlager sind beide Meßpunkte miteinander verbunden. Ausgehend vom Winkelhebel wird über ein Stellglied und einen Hebel das hydraulische Proportionalventil betätigt. Dieses ist mit der Konsole am Horizontallager des Schwenkrahmens verschraubt. Differenzen zwischen beiden Neigungswinkeln erzeugen eine Stellkraft am Federlager, die über Winkelhebel, Stellglied und Hebel auf das Proportionalventil wirkt und den Regelvorgang auslöst. Zur Justierung des Systems befinden sich Stellmöglichkeiten am Federlager, Stellglied und an der Ventilkonsole.

Die Hydraulikanlage wird vom Traktor über zwei Steuerschieber mit Zuleitung und Schlauchkupplung versorgt. Gleichzeitig muß ein druckarmer Rücklauf vorhanden sein. Die Hydraulikfunktionen der Maschine wurden in die AHA-1 einbezogen, so daß zwei voneinander unabhängige Hydraulik-Kreisläufe bestehen. Der 1. Kreislauf dient der Einstellung der Abspriehöhe. Im 2. Kreislauf sind die Funktionen

- Ausleger aus- und einschwenken und nach manueller Ventilumstellung
- Schwingenarretierung und
- Hanganpassung

**zusammengefaßt.** Durch Betätigung des Steuerschiebers im Traktor werden durch Druckbeaufschlagung der entsprechenden Leitung die Ausleger aus- bzw. eingeschwenkt. Die Arbeitsgeschwindigkeit wird

Über die im Rücklauf befindliche Drossel verändert. Im weiteren wird die Schwingenarretierung gelöst und parallel dazu das Regelsystem der Automatik mit Druck beaufschlagt und in Betriebsbereitschaft versetzt. Befindet sich das Proportionalventil in der Mittelstellung, kommt es zum druckarmen Umlauf. Im Regelbetrieb wird der Volumenstrom durch das Strombegrenzungsventil geteilt (Nutzvolumen max. 10 l/min; Restvolumen ist Rücklauf). Die Regelgeschwindigkeit wird ebenfalls über Drosseln im jeweiligen Rücklauf eingestellt.

Technische Daten (Herstellerangaben):

Erfassung der Neigungsdifferenzen  
bei Grundmaschine und Ausleger:

Automatische Hanganpassung

Hydraulikanschluß am Traktor

Volumendurchsatz

Betriebsdruck

Stellzeit für einen Hub des  
Arbeitszylinders

Arbeitsgeschwindigkeit

Wendegeschwindigkeit

mechanisch

hydraulisch

2 doppelwirkende An-  
schlüsse plus druck-  
armer Rücklauf

max. 45 l/min

max. 11 MPa

30 ± 5 s

max. 12 km/h

max. 9 km/h

## 2. Prüfergebnisse

### 2.1. Funktionsprüfung

Die agrotechnische Aufgabenstellung an die AHA-1 geht von folgenden Grundforderungen aus:

- einwandfreie Funktion bis  $14^{\circ}$  (25 %) Hangneigung
- Überschwingen der Nulllage durch die Ausleger nach einmaliger Erregung der Maschine max. 2x
- Auslegeranpassung mit Regelabweichung von max.  $1,4^{\circ}$  (2,5 %) zum Grundrahmen
- max. Einstellzeit 15 s bei  $8,5^{\circ}$  (15 %) Hangneigung und Wenden in Schichtlinie unter Feldbedingungen

Die Funktion der AHA-1 konnte auf dem Prüfstand bis 24,5 % Hangneigung (begrenzt durch den Prüfstand) nachgewiesen werden. Das Überschwingen der Nulllage nach einmaliger Erregung der Grundmaschine wurde im Fahrversuch auf einer ebenen Fläche mit fester Grasnarbe ermittelt. Die Maschinen- und Auslegerneigung betrug  $6,5^{\circ}$  (11,4 %). Getestet wurden bei 6,0 und 8,6 km/h Arbeitsgeschwindigkeit die Varianten

1. PA-1 + AHA-1
2. PA-1 + AHA-1 mit zusätzlicher Anbringung von 2 Feder-Stoßdämpfern des Motorrades ETZ 250 zwischen Pendelrahmen und Schlitten

Das Ergebnis der Untersuchung ist in den Abb. 1 und 2 dargestellt. Es läßt sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Beruhigung der Auslegerschwingungen tritt bei der Var. 1 geringfügig schneller ein.
- Die Nulllage wird in beiden Varianten nur 1...2x überschritten und die ATA damit eingehalten.
- Die Anpassung an die Nulllage erfolgt in der Var. 1 gegenüber Var. 2 verzögert und träger. Die Summe der Abweichungen von der Nulllage ist in der Var. 2 etwas kleiner.

Die Regelabweichung der Auslegerneigung zur Neigung der Grundmaschine wurde bei der PA-1 mit AHA-1 auf dem Prüfstand ermittelt. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

## Neigung der Grundmaschine

## Auslegerneigung

max.Abweichung mittl.Abweichung

$\approx 4^{\circ}$ (7,1 %)	1,6 $^{\circ}$ (2,8 %)	0,7 $^{\circ}$ (1,2 %)
4,1 bis 8 $^{\circ}$ (7,2 bis 14,1 %)	1,7 $^{\circ}$ (3,0 %)	0,7 $^{\circ}$ (1,2 %)
8,1 bis 12 $^{\circ}$ (14,2 bis 21,3 %)	1,6 $^{\circ}$ (2,8 %)	0,5 $^{\circ}$ (0,9 %)
> 12 $^{\circ}$ (21,3 %)	0,6 $^{\circ}$ (1,0 %)	0,3 $^{\circ}$ (0,5 %)

Der zulässige Wert der maximalen Abweichung von 1,4 $^{\circ}$  (2,4 %) wird geringfügig überschritten. Wie die mittleren Abweichungen aber verdeutlichen, ist dies jedoch nur ganz vereinzelt der Fall. Eine Darstellung der Einzelmessungen zeigt Abb. 3. Entscheidend für das Regelverhalten ist die Fertigungsgenauigkeit der mechanischen Übertragungselemente und Passungen. Vor der Nachbesserung der Mechanik an einer Prüfmaschine wurde dort ein Spiel von 2,5 mm festgelegt, wodurch die Regelfunktion sehr differenziert im Bereich von 1 bis 4,5 $^{\circ}$  (1,7 bis 7,9 %) einsetzte (vgl. Abb. 4).

Bei der Fahrt am Hang bewegten sich die Differenzen im gleichen Größenbereich (max. 1,5 $^{\circ}$ ; 2,6 %). Das Verhalten wurde auch nach etwa 500 ha Einsatz in der Praxis überprüft. Es zeigt sich ein ähnliches Verhalten hinsichtlich der Regelfunktion wie vor dem Einsatz.

Die Anpassungszeit für das Umsteuern beim Wenden wurde auf dem Prüfstand dynamisch ermittelt (Regelzeitvorgabe 25 s):

3 $^{\circ}$ Neigung von links nach rechts	(5,2 %)	6,5 s
7 $^{\circ}$ " " " " "	(12,3 %)	11 s
10 $^{\circ}$ " " " " "	(17,6 %)	14 s
13,8 $^{\circ}$ " " " " "	(24,6 %)	21 s

Bei 8,5 $^{\circ}$  (14,9 %) Neigung beträgt die theoretische Anpassungszeit um 13 s und liegt damit im Toleranzbereich.

Den theoretischen Einfluß der Regelzeitvorgabe auf die Wendegeschwindigkeit bei verschiedener Hangneigung weisen Tabelle 1 und Abb. 5 aus. Aus den Werten ist zu entnehmen, daß die Einstellzeit beim Wenden von max. 15 s bei 8,5 $^{\circ}$  (15 %) Hangneigung erst eingehalten wird, wenn die Regelzeit für einen vollen Arbeitshub des Stellzylinders von 500 mm max. 25 s beträgt.

Das Wendenverhalten am Hang in Schichtlinie wurde bei 10 $^{\circ}$  (17,6 %) Hangneigung untersucht. Verglichen wurden dabei die



Originalausführung mit der Variante, bei der zusätzlich 2 Feder-Stoßdämpfer angebracht wurden. Eingeschätzt wurden die max. Auslegerneigung im Verlaufe der Wendung und der Beruhigungsweg bis zum Erreichen der Nulllage. Abb. 6 weist die Ergebnisse aus.

Die Variante mit zusätzlichen Dämpfungselementen schneidet hier deutlich besser ab, da im praktischen Einsatz die Abstimmung der Wendegeschwindigkeit auf die Hangneigung nur annäherungsweise erfolgen kann.

Weiterhin wurde eine Messung des Kraftstoffverbrauches mit und ohne AHA-1 unter Einsatzbedingungen durchgeführt. Die Messungen erfolgten auf leicht gefrorenem, trockenem Boden mit leerer Pflanzenschutzmaschine und ohne Pumpenantrieb. Die Meßstrecke bestand aus einer vorgefahrenen Spur von 2 x 410 m Länge und 2 Wendebögen von je 30 m, die 4x durchfahren wurde. Die Querneigung differierte um  $3,5^\circ$  (6,1 %), die Längsneigung um  $7^\circ$  (12,3 %). Daraus errechnet sich bei 18 m Arbeitsbreite eine bearbeitete Fläche von 6,34 Hektar je Variante. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2

Kraftstoffverbrauch

Variante	Fahrzeit (s)	Verbrauch (ml)	Verbrauch		
			(l/h)	(l/ha)	(l/ha rel.)
1 PA-1	1187	2290	7,56	0,362	100 %
2 PA-1 + AHA-1	1155	2620	8,38	0,413	114,1 %
3 PA-1 + AHA-1 mit zusätzl. Stoßdämpfern	1146	2620	8,25	0,413	114,1 %

Da sich beim Spritzen der Antriebsleistungsbedarf um etwa 10 kW erhöht und sich damit insgesamt mehr als verdoppelt, ist der AHA-1 bedingte Kraftstoffverbrauch geländebedingt unterschiedlich in der Größenordnung 5...10 % zu veranschlagen. Variante 3 ließ keine Verbrauchsunterschiede zu Variante 2 erkennen.

Abb. 1 Überschwingen der Nullage bei einmaliger Erregung der Maschine aus 6.5° Neigung

(Teststrecke: feste Grasnarbe)  
v = 6.0 km/h

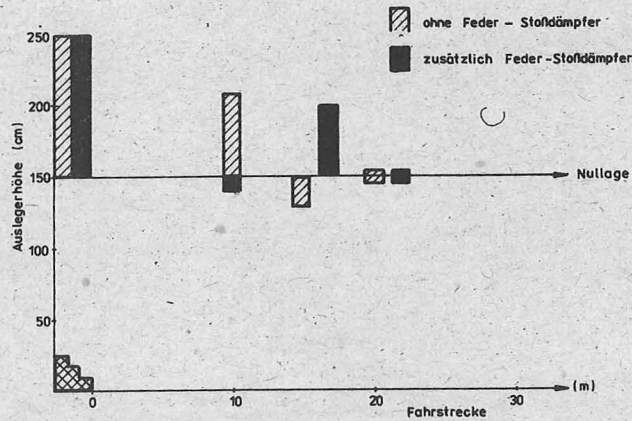
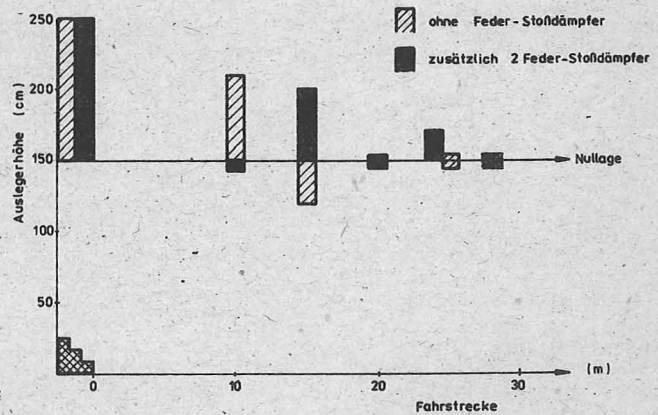


Abb. 2 Überschwingen der Nullage bei einmaliger Erregung der Maschine aus 6.5° Neigung

(Teststrecke: feste Grasnarbe)  
v = 8.6 km/h





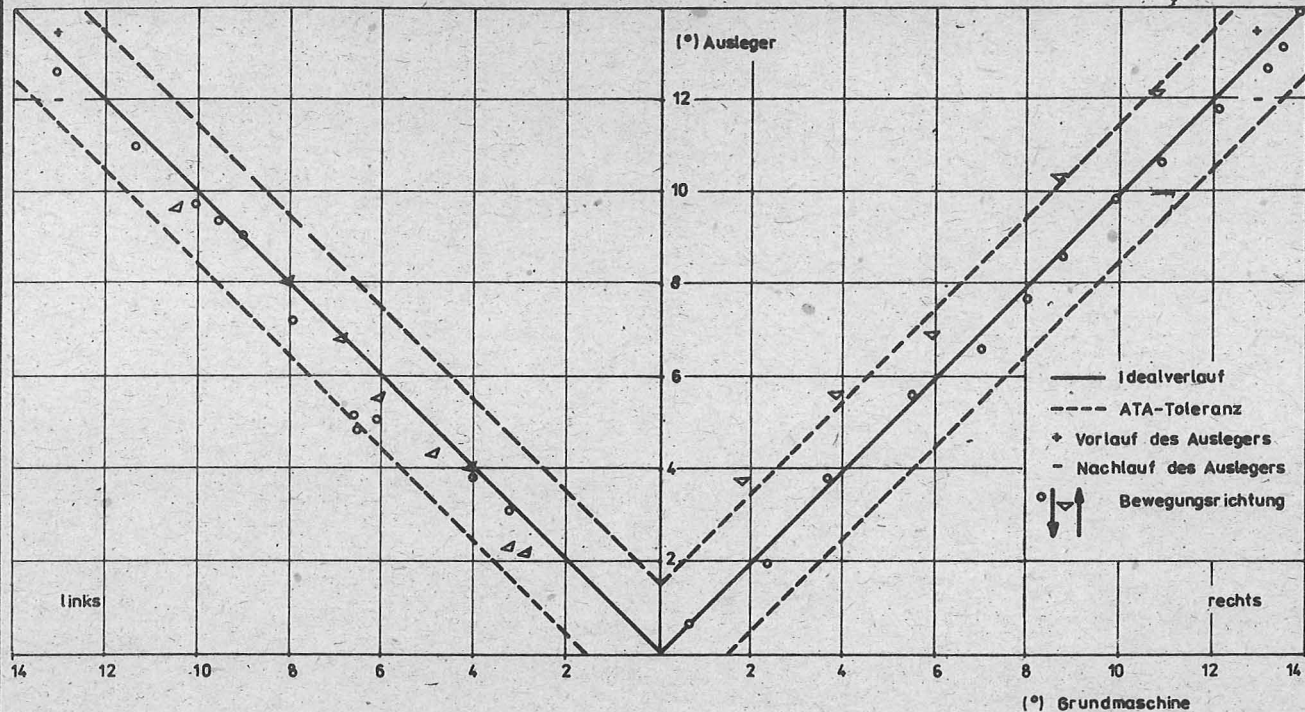


Abb. 3 Regelverhalten der AHA beim dynamischen Test auf dem Hangprüfstand (29.9.87)

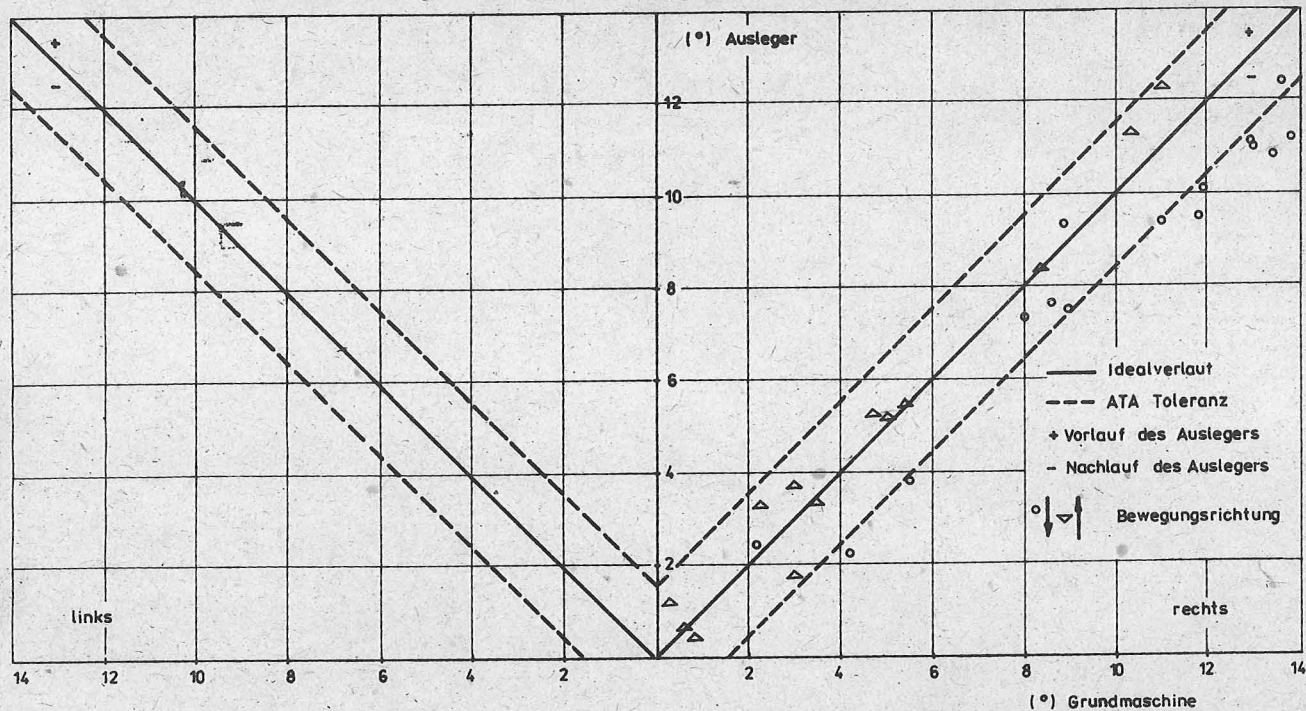
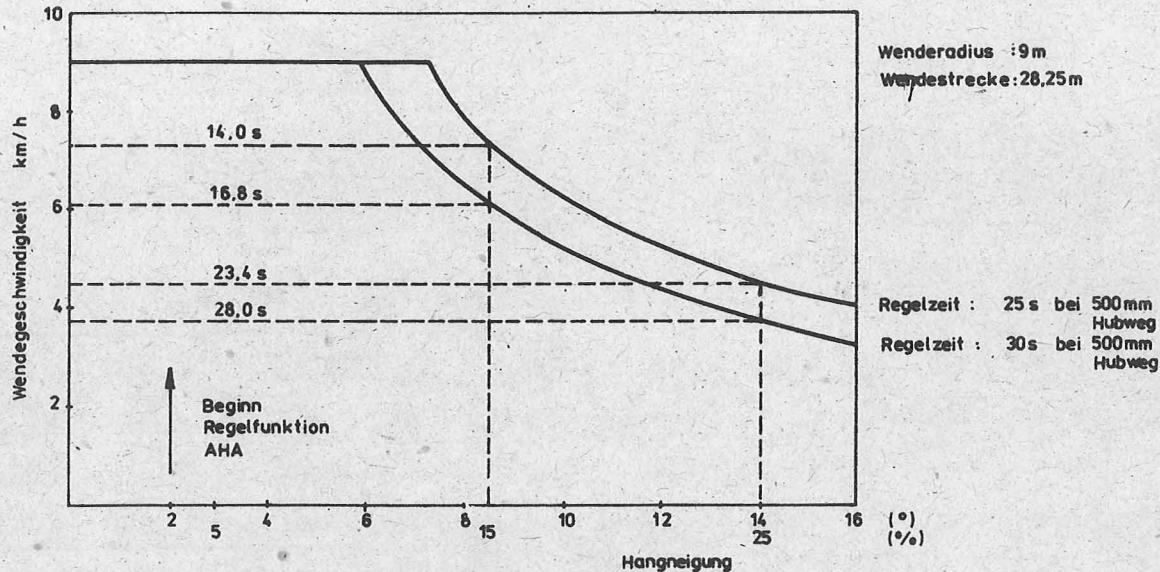


Abb. 4 Regelverhalten der AHA beim dynamischen Test auf dem Hangprüfstand (4.8.87)  
 (Bemerk.: 25mm Spiel am Stellhebel)

59611 IV Freiberg AG 307/85 III/15/4 286 144/5 100 o T/ 13611 +

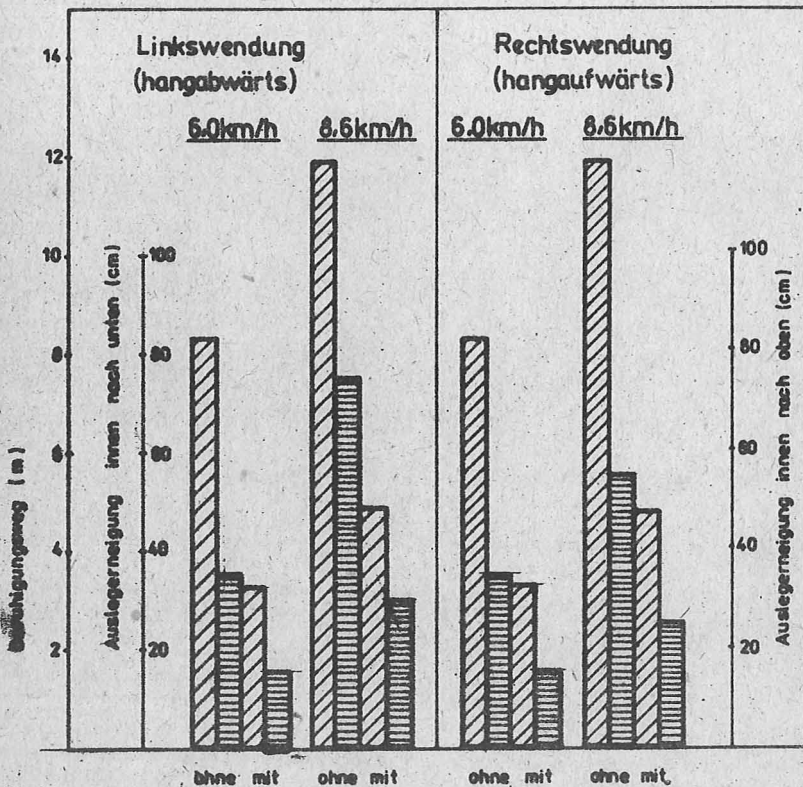
Abb. 5 Wendegeschwindigkeit bei verschiedenen Hangneigungen in Abhängigkeit von der Regelgeschwindigkeit



**Abb. 6 Wendeverhalten am Hang (10° Neigung)  
in Schichtlinie auf fester Grasnarbe**

(Wenderadius 9m)

Einstellzeit 23...24s/400mm Hubweg



ohne = ohne Feder-Stoßdämpfer  
mit = mit 2zusätzlichen Feder-Stoßdämpfer

▨ Beruhigungsweg (m)      ▨ max. Auslegerneigung (cm)

## 2.2. Einsatzprüfung

Die Einsatzprüfung erfolgte mit 5 Prüfmaschinen an folgenden Einsatzorten in dem ausgewiesenen Einsatzumfang mit AHA-1:

1. AGZ Altmittweida (K-20/18): 99 Eh; 605,- ha
2. AGZ Schleis (K-20/18): 217 Eh; 912,- ha
3. AGZ Flöha (K-20/18): 252 Eh; 1318,- ha
4. LPG Herpf (K-10/12): 54 Eh; 251,- ha
5. IPF Kleinmachnow (K-20/18F): Prüfstandsuntersuchungen

Zusätzlich waren 2 Funktionsmuster in der Werkerprobung eingesetzt:

1. AGZ Querfurt (K-20/18): 1840,- ha
2. LPG Borne (K-20/18): 525,- ha

Im Verlaufe der Einsatzprüfung erfolgte eine Nachrüstung einzelner Prüfmaschinen insbesondere hinsichtlich

- einer veränderten Schlittenführung an der PA-1
- der Beseitigung des Spiels beim mechanischen Hebelsystem zur Verbesserung des Ansprechverhaltens der Regeleinrichtung

Die Funktionsmängel an den 4 unter Praxisbedingungen eingesetzten Maschinen waren fast ausschließlich auf das Platzen von Hydraulikschläuchen, verschmutztes Hydrauliköl und mangelhafte bzw. schlecht eingestellte Hydraulik-Kupplungsstücke zurückzuführen. In einem Falle war ein Absperrventil defekt.

An der Prüfmaschine in Kleinmachnow waren auf dem Prüfstand folgende Mängel zu verzeichnen:

- Der Kolben im Federlager schlug bei einer Neigung von  $13^{\circ}$  (23,1 %) am Stagenhebel an und verkantete.
  - Am langen Stellhebel unter dem Arretierungsbolzen war 2,5 mm Spiel. Deshalb reagierte die AHA-1 erst relativ spät, insbesondere wenn Auslegerneigung und Maschinenkipprichtung übereinstimmten.
  - Die Halterung des Stellgestänges (Flachelsen) war sehr labil.
- Alle 3 Mängel wurden kurzfristig beseitigt.

Zusätzlich sichtbar wurden eine Reihe von Mängeln an den PA-1. Dies waren:

- das Herausspringen des Schlittens aus der Führung in der Ausführung mit Gleitschiene

- Verbiegen der Lochleiste (Fallsicherung)
- Abstützstangen am Grundrahmen mehrfach gebrochen
- Gummidämpfer am Grundrahmen frühzeitig verschlissen (ACZ Schleiz)
- Die 8 Schrauben M 12 an der Befestigungsplatte vom Vertikal-lager lösen sich ständig (Platte war teilweise verbogen).
- Die 3 Schrauben M 8 an der Befestigung der Schwenkzylinder für die Ausleger lösen sich.
- Auslegeraufhängung im oberen Gelenk reißt aus.
- Die Farbgebung ist ungenügend; die Lackschutzschicht ließ sich z. T. fladenweise abziehen.

Betriebsanleitung einschließlich Montageanleitung und GAB-Nachweis liegen vor.

### 3. Auswertung

Mit der Vorrichtung zur automatischen Hanganpassung AHA-1 wurde die Voraussetzung geschaffen, die Ausleger-Pendelaufhängung PA-1 auch auf Hanglagen einsetzen zu können. Ihr Einsatz ist auf allen Flächen zweckmäßig, deren Neigung  $2^{\circ}$  (3,5 %) übersteigt und die in Schichtlinie befahren werden sollen. Die Einsatzgrenze ist mit  $14^{\circ}$  (25 %) Hangneigung festgelegt; sie wird auch erreicht. Bei der Auslegeranpassung an die Neigung des Grundrahmens der Maschine wird die zulässige Toleranz von max.  $1,4^{\circ}$  (2,5 %) um max.  $0,3^{\circ}$  (0,5 %) überschritten, jedoch verdeutlichen die sehr niedrigen Mittelwerte von  $0,3$  bis  $0,7^{\circ}$  (0,5 bis 1,2 %), daß dies ganz selten der Fall ist. Die Regelgenauigkeit ist - entsprechende Fertigungsgenauigkeit vorausgesetzt - als gut zu bewerten. Auch die Forderung, daß die Ausleger nach einmaliger Erregung der Maschine die Nullage nur max. 2x überschwingen sollen, wird erfüllt. Bei  $6,5^{\circ}$  (11,4 %) Maschineneigung, was einem Höhenunterschied von  $\pm 1$  m am Auslegerende (gegenüber der Nullage) entsprach, betrug bei 6 bis 9 km/h Fahrgeschwindigkeit die Fahrstrecke bis zum Einpegeln einer stabilen Nullage etwa 20 m. Solche extremen Belastungen kommen im praktischen Einsatz jedoch selten vor. Die maximale Einstellzeit von 15 s bei  $8,5^{\circ}$  (15 %) Hangneigung und Wenden in Schichtlinie wird überschritten. Die Stellgeschwindigkeit am Arbeitszylinder muß deshalb auf  $25 \pm 5$  s einreguliert werden. Der Beruhigungsweg nach einer Wendung bis zur stabilen Nullage betrug 8 bis 12 Meter. Er ließ sich durch zusätzlichen

Einbau von 2 Feder-Stoßdämpfern auf 2 bis 4 m reduzieren.  
Gleichzeitig verminderte sich dadurch die Auslegerneigung bei der Wendung um rund 50 %. Eine Übernahme in die Serienfertigung ist vorteilhaft. Der Kraftstoffverbrauch pro Hektar hat sich durch die AHA-1 um 5 bis 10 % erhöht.

Im Verlauf der Einsatzprüfung kam die AHA-1 auf 5450 ha zum Einsatz. Wesentliche Fertigungsmängel wiesen die Schlittenführung an der PA-1 und die Passungen im Hebelsystem der AHA-1 auf, wodurch sich das Ansprechverhalten der Regeleinrichtung verschlechterte. Alle angeführten Mängel sind in der Serie abzustellen. Die Verschleißgrenzen für die Instandsetzung sind zu fixieren und in der Betriebsanleitung vorzugeben.

Der GAB-Nachweis liegt vor.

#### 4. Beurteilung

Die automatische Hanganpassung AHA-1 zur Ausleger-Pendelaufhängung PA-1 vom VEB Ausrüstungen ACZ Leipzig, Betrieb des Kombines für Rationalisierungsmittel Pflanzenproduktion Sangerhausen, ist zweckmäßigerweise auf allen Flächen einsetzbar, deren Hangneigung  $2^{\circ}$  (3,5 %) übersteigt und die in Schichtlinie befahren werden sollen.

Die Anforderungen der agrotechnischen Aufgabenstellung werden erfüllt bzw. nach Veränderung der Stellgeschwindigkeit des Arbeitszylinders erreicht. In der Kombination PA-1 mit AHA-1 kann allen praktischen Einsatzerfordernissen entsprochen werden.

Fertigungsmängel an der Pendelaufhängung mindern den Gebrauchswert.

Die automatische Hanganpassung AHA-1 zur Ausleger-Pendelaufhängung PA-1 ist für den Einsatz in der Landwirtschaft der DDR "geeignet" und vom Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow anerkannt.

Potsdam-Bornim, den 17.12.1987

Zentrale Prüfstelle für Landtechnik

gez. Brandt

gez. Rump

Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow

gez. H. J. Müller

gez. A. Jeske

Dieser Bericht wurde bestätigt:

Berlin, den 02. Juni 1988

gez. Simon

Ministerium für Land-, Forst-  
und Nahrungsgüterwirtschaft



Bei Weiterverwendung der Prüfungsergebnisse ist die Quellenangabe erforderlich.

Herausgeber: Zentrale Prüfstelle für Landtechnik  
beim Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungs-  
güterwirtschaft (RIS 1121)

Druckgenehmigungsnummer: FG 039-15-88-2.0 IV 1 18 653 2004

Printed in the German Democratic Republik

Druckerei: Salzland-Druckerei Staßfurt