

MWS45 – eine selbstfahrende Maschine zum Mähen, Wenden und Schwaden von Halmfutter auf Hangflächen

Dipl.-Ing. G. Laube/Dipl.-Ing. T. Schmidt, KDT
 Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben der AdL der DDR
 Dipl.-Ing. W. Kahlenbach, KDT, Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim

1. Einleitung

Die Mähschnittnutzung auf Hangflächen wird durch die in den letzten Jahren erreichten Ertrags- und Qualitätssteigerungen und zur Vermeidung von Futterverlusten immer unumgänglicher. Stehen für die Halmfuttererzeugung und Weidepflege bereits hangtaugliche Maschinen und Geräte zur Verfügung [1], so ist das Mähen mit dem Schwadmäher bisher nur bis zu einer maximalen Hangneigung von 17° (30%) zulässig. Traktorenbaumäherwerke erreichen ihre Einsatzgrenze ebenfalls bei einer Hangneigung von 14° bis 17° (25 bis 30%). Über diesen Bereich hinaus ist nur noch der ab 1987 importierte Traktor Zetor 7245 Horal mit einer Hangtauglichkeit von 20° (36%) einsetzbar. Da der spezifische Energiebedarf für Mahd und Halmfutteraufbereitung selbst gering ist, werden international gegenüber den leistungsstarken und meist schwereren traditionellen Halmfuttererntemaschinen verstärkt kleine selbstfahrende Motormäher in Hanglagen eingesetzt.

Unter Verantwortung des Forschungszentrums für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben wurde mit Unterstützung der Technischen Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, und des VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt die Mäh-, Wende- und Schwadmaschine MWS45 (Bild 1) entwickelt. Mit ihr wird eine noch bestehende Mechanisierungslücke in der Maschinensystemvariante „Halmfutterproduktion in Hanglagen“ geschlossen. Die ersten Maschinen der Nullserie wurden vom Produzenten, dem VEB Kombinat Landtechnik Suhl, bereits im Jahr 1987 Pflanzenproduktionsbetrieben des Bezirks Suhl übergeben.

2. Beschreibung der Grundmaschine

Für den Aufbau der Grundmaschine wurden vorrangig Bauteile und Baugruppen aus der laufenden Serienproduktion der Landmaschinen- und Fahrzeugindustrie der DDR verwendet. Die wichtigsten technischen Daten der MWS45 sind in Tafel 1 zusammengestellt. Als Antrieb wird der Motor 4VD8,8/8,5-3 SRF eingesetzt. Dieser Vierzylinder-Viertakt-Reihenmotor leistet 26,5 kW bei einer Drehzahl von 2300 U/min. Über die Renak-Einscheiben-Trockenkupplung TF 250/200 wird die Motorleistung zum angeflanschten Schaltgetriebe mit integriertem Kriechgang- und Verteilergetriebe übertragen. Die Kupplung wird mechanisch über Schubgestänge mit Schwingungsausgleich betätigt. Das Wechselgetriebe hat 6 synchronisierte Vorwärtsgänge und 2 Rückwärtsgänge in 2 Schaltgruppen. Die Kraftübertragung vom Wechselgetriebe/Verteilergetriebe zur Hinterachse erfolgt durch eine Zweigelenkwelle und zur Vorderachse durch eine Kurzweigenkwelle (Bild 2).

Aufgrund der Anordnung der Motor-Getriebe-Einheit entgegen der Fahrtrichtung

zeigt der hintere Ausgang des Verteilergetriebes zur Vorderachse. Dieser Ausgang ist nicht schaltbar, d. h., bei abgeschaltetem Allradantrieb wird nur die Vorderachse angetrieben. Beim Feldeinsatz ist generell mit Allradantrieb zu fahren. Allradantrieb und Kriechganggetriebe werden hydraulisch betätigt. Die Hydraulikpumpe und die Zapfwellen werden über die Kurbelwelle des Motors auf der Lüfterseite direkt angetrieben. Dadurch ist es möglich, die Arbeits- und Lenkhydraulik sowie den Zapfwellenantrieb motorgemein, d. h. fahrkupplungsunabhängig einzusetzen. Die angeflanschte Mehrfachkeilriemenscheibe nimmt gleichzeitig den Mitnehmer für die Hydraulikpumpe auf. Die Hy-

draulikpumpe ist in bezug zum Motorschwingungsgleich gelagert. Über 3 Schmalkeilriemen wird die Zwischenwelle für die Front- und Heckzapfwelle angetrieben. Als Anfahrkupplung für beide Zapfwellen ist in diesem Riemenantrieb gleichzeitig die Keilriemenkupplung eingebaut. Zusätzlich sind beide Zapfwellen separat schaltbar. Bei Motornendrehzahl erreicht die Frontzapfwelle eine Drehzahl von 1000 U/min, und die Drehzahl der Heckzapfwelle beträgt 540 U/min. Als Fahrzeugachsen kommen die Achsen des Multicar M25W/WA in modifizierter Form zum Einsatz. Dabei handelt es sich um geschweißte Starrachsen in Rohrausführung. Die Vorderachse wurde als Pendelachse mit

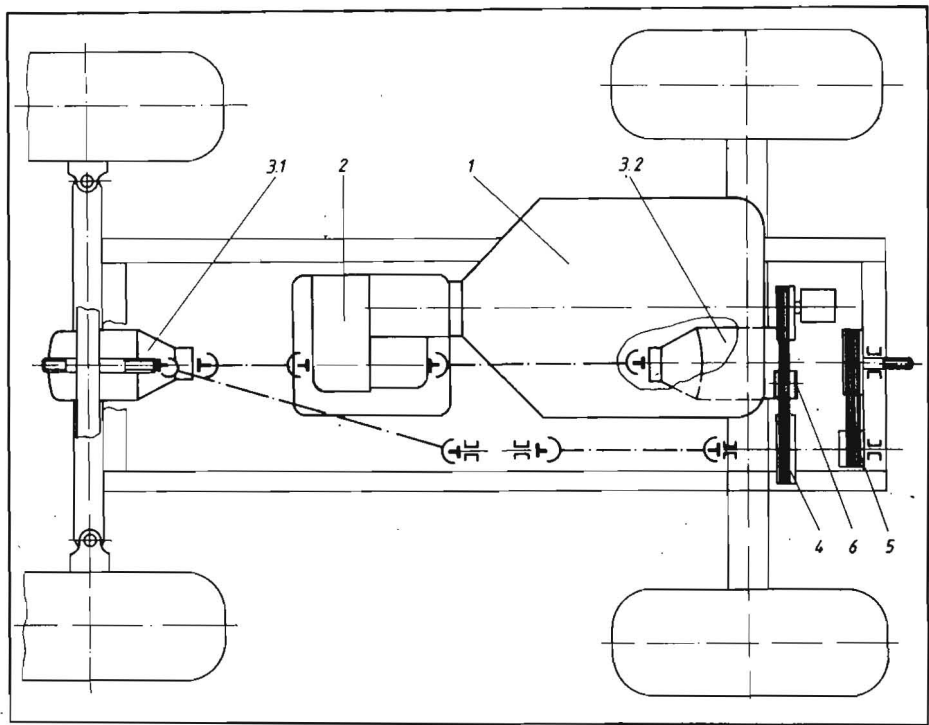


Bild 2
 Antriebsschema der MSW 45;
 1 Motor
 4 VD 8,8/8,5-3 SRF,
 2 Getriebe,
 3.1 Ausgleichgetriebe Vorderachse,
 3.2 Ausgleichgetriebe Hinterachse,
 4 Keilriementrieb Zwischenwelle,
 5 Keilriementrieb Heckzapfwelle,
 6 Riemenkupplung



Bild 1
 Mähen von Hangflächen mit der MSW 45
 (Foto: H. Schaar)

Hauptabmessungen

Länge der Grundmaschine	3 650 mm
Länge mit Mähwerk	5 070 mm
Breite der Grundmaschine	1 790 mm
Breite mit Mähwerk	2 100 mm
Höhe	2 100 mm
Radstand	1 840 mm
Spurweite Vorderachse/ Hinterachse	1 430 mm/1 530 mm
Bodenfreiheit	230 mm
Schwerpunkthöhe über der Fahrbahn	735 mm

Massen und Achslasten

	Grundmaschine	Grundmaschine mit Mähwerk
Gesamtmasse	1 620 kg	1 780 kg
statische Vorderachslast	6,5 kN (40 %)	8,7 kN (49 %)
zulässige statische Vorderachslast	14,5 kN	
statische Hinterachslast	9,7 kN (60 %)	9,1 kN (51 %)
zulässige statische Hinterachslast	16,5 kN	

Motor

Hersteller	VEB Motorenwerk Cunewalde
Typ	4 VD 8,8/8,5-3 SRF
Bauform	Viertakt-Wirbelkammer-Dieselmotor
Nennleistung	26,5 kW
Nenn Drehzahl	2 300 U/min
maximale Leerlaufdrehzahl	2 700 U/min
durchschnittlicher DK-Verbrauch	275 g/kWh

Wechselgetriebe, Kupplung, Achsgetriebe

Wechselgetriebe mit integriertem Kriechgang- und Verteilergetriebe	
Typ	WF 13S 4 M/V51 KZW/Nh9-V51
Getriebebestufung	6 Vorwärtsgänge und 2 Rückwärtsgänge in 2 Schaltgruppen

**Achsgetriebe (Vorder- und
Hinterachse)**

Betätigung der Differential- sperre	
Kupplung	
Typ	
Bauform	
Betätigung	

Lenkung**Fahrgestell**

Bereifung	
Scheibenrad	
Reifeninnendruck	
Vorderachse	

Hinterachse**Aggregatierungselemente**

Zapfwellen	
Dreipunktbau	
Betriebsbremse	
Feststellbremse	
Kabine	
Fahrersitz	

Elektrik

Ritzel/Tellerrad, Stirnradvorgelege, Differentialsperre in der Hinterachse als Standardausführung, in der Vorderachse als Sonderausführung hydraulisch

Renak-Einscheiben-Trockenkupplung TF 250/200
mechanisch durch Gestänge ohne Rückkopplungsmöglichkeit
vollhydraulische Lenkung mit Lenkaggregat 80-12 nach TGL 21 534

10,0/75-15 Profil A 19
9,00 x 15 KO
0,1 MPa
ungefederte Pendelachse, gelenkt, angetrieben und gebremst
starr, ungefedert, angetrieben und gebremst

motorgebunden, fahrkupplungsunabhängig
Frontzapfwelle 540 U/min
Heckzapfwelle 1 000 U/min
vorn/hinten
Zweikreis-Duo-Duplexbremse
mechanisch auf Hinterräder wirkend
3seitig geschlossen, umsturzfest
hydraulisch gedämpft mit Hangausgleich
1 Akkumulator 12 V, 135 Ah, Drehstromlichtmaschine 12 V, 500 W

Achsschenkellenkung ausgeführt. Die Differentialsperre an der Hinterachse ist serienmäßig, und der Einbau der Differentialsperre in die Vorderachse ist möglich. Beide Achsen sind ungefedert. Die Spurstange liegt vor der Vorderachse. Der Lenkzylinder wirkt direkt auf den Lenkhebel.

Das Fahrgestell bildet ein geschweißter verbindungsweicher robuster Stahlleichtprofilrahmen. Entsprechende Aufnahmen für den Motorblock, den Bedienstand, die Kabine, die Achsbefestigung, die Batterie, den Kraftstoffbehälter und für weitere Baugruppen sind innen und außen an die Längsträger angeschweißt bzw. angeschraubt. Der hintere Querträger nimmt die Lagerung für die Heckzapfwelle und sämtliche Anschlußpunkte für den Dreipunktbau auf.

In den vorderen Rahmenquerträger ist als Aufnahme für den Pendelbolzen der Vorderachse eine Rohrbuchse eingeschweißt. Die

Vorderachse ist über die Achsbrücke und die Pendelbuchse mit dem Rahmen verbunden. Diese Pendelbuchse dient gleichzeitig zur Aufnahme bzw. Lagerung der Frontzapfwelle. Die Anschlußpunkte für die Unterlenker und den Hydraulikzylinder des Frontdreipunktbbaus sind an der Achsbrücke angebracht.

Eine dreiseitig geschlossene umsturzsteife Kabine schützt die Bedienperson vor Witterungseinflüssen und ernsthaften Verletzungen bei Unfällen. Innerhalb dieser Kabine befinden sich alle Bedienelemente der Grundmaschine.

Ein nach beiden Seiten stufenlos schwenkbarer gefederter Fahrersitz gestattet eine senkrechte Sitzposition des Fahrers bei seitlicher Neigung der Maschine in Schichtlinienfahrt. Die an den Sitz gestellten ergonomischen Anforderungen werden bei der Arbeit erfüllt.

Die leichtgängige Vorderradlenkung arbeitet vollhydraulisch und ist mit dem Hydrauliksystem der Grundmaschine verbunden. Bei einem Ausfall der Hydraulikpumpe bleibt die Lenkung durch die Havariesicherung (Notlenkung) funktionsfähig.

Bei der Bremsanlage handelt es sich um ein hydraulisches Zweikreis-Bremssystem mit Duo-Duplex-Trommelbremsen an Vorder- und Hinterachse. Es ist ein 4/2-Räder-Bremssystem verwirklicht. Der Bremskreis 1 umfaßt die Vorder- und Hinterachse, der Bremskreis 2 nur die Vorderachse. Damit ist bei einem Ausfall eines Bremskreises in jedem Fall gewährleistet, daß die Maschine über die Vorderachse sicher abgebremst werden kann. Die mechanische Feststellbremse wirkt auf die Hinterräder.

Die Hydraulikanlage dient der Betätigung des front- und heckseitigen Dreipunktbbaus und der vollhydraulischen Lenkung. Die Hy-

Bild 3. MWS 45 mit Rotorwender RW 2/200

(Foto: T. Schmidt)



Bild 4. MWS 45 mit Bandrechwender E211

(Foto: W. Kahlenbach)



Tafel 2. Kippwinkel der MWS 45

Rüstzustand	statischer Kippwinkel in Schichtlinie		dynamischer Kippwinkel nach TGL 30 120/02
	rechts	links	
Grundmaschine	42,0	43,0	21
Grundmaschine mit Frontmäherwerk	42,5	42,5	21,3
Grundmaschine mit Frontmäherwerk und Rotorwender, beides voll ausgehoben	45,5	46	23
Grundmaschine mit Frontmäherwerk und Bandrechwender	41,5	42	21

draulikpumpe A33XTM arbeitet motorgebunden.

Die gesamte elektrische Anlage ist für eine Spannung von 12 V ausgelegt. Die Stromversorgung wird über eine Drehstromlichtmaschine und die Batterie gewährleistet. Die elektrische Ausrüstung erfüllt die Forderungen der StVZO und entspricht dem Stand einer modernen Arbeitsmaschine. Wichtige Kontrollen und Schalteroperationen werden durch elektrische Leuchten angezeigt (z. B. Öldruck, Fern-, Abblend-, Blinklicht und hydraulische Schaltungen, wie Differential Sperre, Allradantrieb, Kriechgang).

3. Doppelmesserfrontmäherwerk

Das Mäherwerk besteht aus dem Doppelmesserschneidwerk, der Antriebsbaugruppe und der Schneidwerkaufhängung. Über elastisch gelagerte Führungshebel werden Ober- und Untermesser spielfrei geführt. Der linke Außenschuh nimmt den Messerantrieb, eine Doppelkurbel, auf. Beide Außenschuhe sind mit Schwadbrettern versehen, die den Schwaden zwischen die Räder ablegen. Der Antrieb erfolgt von der Grundmaschine über eine Großwinkelgelenkwelle mit Schutz und am Mäherwerk über Keilriemen und Gelenkwelle. Eine verstellbare Zugfeder zwischen Grundmaschine und Mäherwerk reduziert den Bodendruck der Schleifsohlen.

Technische Daten:

Eigenmasse	135 kg
Breite	2 120 mm
Arbeitsbreite	1 860 mm
maximale Messerfrequenz	1 400 min ⁻¹
maximale Arbeitsgeschwindigkeit	10 km/h
Zapfwellendrehzahl	1 000 U/min.

Das Doppelmessermäherwerk wird im VEB Kreisbetrieb für Landtechnik Ueckermünde, Bezirk Neubrandenburg, gefertigt.

4. Rotorwender RW2/200

Der Rotorwender RW2/200 (Bild 3) ist ein Heckanbaugerät mit 2 Rotoren. Je Rotor sind 6 Zinkenhalter mit jeweils einem Doppelfederzinken befestigt. Ein Rollenkettengetriebe am Zapfwelleneingang ist mit 2 Eingangswellen versehen, so daß mit unterschiedlichen Rotordrehzahlen gearbeitet werden kann. Abstand und Neigung der Rotorebene zum Boden werden durch die beiden starr angeordneten Laufräder und die Dreipunktaufhängung eingestellt.

Technische Daten:

Eigenmasse	145 kg
Arbeitsbreite	2 065 mm
Rotordrehzahl	200/100 U/min
Zapfwellendrehzahl	540 U/min.

Der Rotorwender RW2/200 wird im VEB Rationalisierungsmittelbau Pflanzenproduktion Sangerhausen gebaut.

Tafel 3. Maximal zulässige Fahrgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Hangneigung

Hangneigung (%)	Fahrgeschwindigkeit km/h
> 17 (30)	≤ 5
> 14 (25)	≤ 7
> 10 (17,6)	≤ 12
> 6 (10,5)	≤ 18

5. Bandrechwender E211

Der Bandrechwender E211 (Bild 4) wird ebenfalls als Heckanbaugerät eingesetzt. Er besteht aus dem Grundrahmen, dem umlaufenden Zinkenband, zwei Stützrädern, den Pendelbalken für den Anbau und den Antriebs-elementen. Die Antriebs- und Stützelemente der federnden Zinken sind zwei parallel laufende Keilriemen. Über die Bandbreite sind je 2 Doppelfederzinken angeordnet. Das quer zur Arbeitsrichtung umlaufende Zinkenband dient zum Zetten, Wenden und Schwaden des Erntegutes. Zum Zetten wird die Abwurfseite des Bandrechwenders angehoben, beim Einschwaden und Wenden behält der Rahmen seine horizontale Lage. Zum Schwaden wird seitlich der einstellbare Schwadformer angebracht. Die Arbeitshöhe ist über 2 Spindeln an den Laufrädern einstellbar.

Technische Daten:

Eigenmasse	200 kg
Breite	2 200 mm
Arbeitsbreite	1 800 mm
Zinkenbandgeschwindigkeit	5,8 m/s
Transportgeschwindigkeit	20 km/h
Zapfwellendrehzahl	540 U/min.

Der Bandrechwender E211 wird im VEB Kreisbetrieb für Landtechnik Lobenstein, Bezirk Gera, produziert.

6. Hangeinsatzgrenzen

Die Bestimmung der Hangeinsatzgrenzen erfolgte nach Standard TGL 30 120/02 auf einer kippbaren Plattform und unter prakti-

Tafel 4. Übersetzung und Geschwindigkeitsabstufung des Wechselgetriebes der MWS45 (bei Motornendrehzahl 2 300 U/min)

Gruppe	Gang	Übersetzung	Fahrgeschwindigkeit km/h
I	1	24,304	2,48
	2	14,030	4,29
	3	8,928	6,74
	4	5,995	10,00
	R	22,543	2,76
II	1	3,920	15,40
	2	2,263	26,60
	3	gesperrt	gesperrt
	4	gesperrt	gesperrt
	R	3,636	17,11

schon Einsatzbedingungen. Die sich aus den Kippversuchen ergebenden Winkel sind Tafel 2 zu entnehmen. Aus den Ergebnissen umfangreicher Fahrversuche und Praxiseinsätze in verschiedenen LPG(P) der Bezirke Suhl, Gera und Dresden, denen die unterschiedlichsten Einsatzbedingungen zugrunde lagen, wurde der maximale Hangneigungswinkel mit 23° (42%) festgelegt. Die entsprechend dem Hangneigungswinkel zulässigen Fahrgeschwindigkeiten enthält Tafel 3.

Unter schwierigen Bedingungen im oberen Hangneigungsbereich ist bei auftretendem Schlupf das Ausgleichgetriebe der Hinterachse zu sperren. Bei Fahrt in Falllinie gewährt die Allradbremsanlage der Maschine eine hohe Sicherheit.

7. Zugkraft, Schlupf, Abtrieb

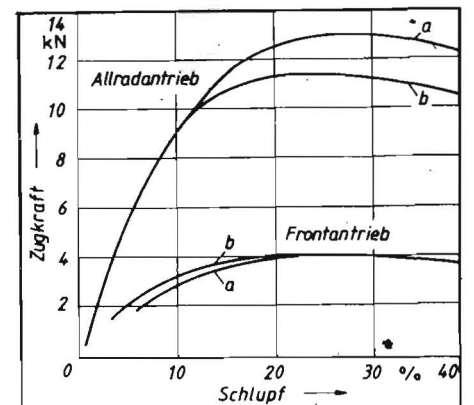
Neben der Hangtauglichkeit sind Zugkraft und Schlupf wesentliche Kriterien für den sicheren Einsatz der Mäh-, Wende- und Schwadmaschine MWS45.

Mit der Kombination von Grundmaschine und Wender darf wegen der Vorderachsentlastung nur bis zu einer Hangneigung von rd. 14° (25%) in Steiglinie gearbeitet werden. Die günstigste Achslastverteilung in allen Hangneigungsbereichen wird beim gleichzeitigen Anbau von Doppelmesserfrontmäherwerk und Wender erreicht. Die mit der MWS45 ermittelten Zugkraft-Schlupf-Kennwerte sind im Bild 5 dargestellt. Sie bestätigen die Erwartungen und zeigen, daß bei geringem Radschlupf ausreichend hohe Zugkräfte erreicht werden. An dieser Stelle muß auf den geringen Bodendruck der MWS45 von nur 125 kPa hingewiesen werden.

Der Abtrieb der Hinterachse gegenüber der Vorderachse ist auch im Hangneigungsbereich von 17 bis 23° (30 bis 42%) in Schichtlinie so gering, daß er sich auf die Arbeit bzw. die Arbeitsqualität, z. B. beim Mähen, nicht negativ auswirkt. Die Ergebnisse der Analyse des Wechselgetriebes sind in Tafel 4 zusammengestellt. Sie zeigt, daß das Getriebe prinzipiell die Anforderungen des Aufgabengebiets erfüllt.

Da für das Hauptarbeitsgebiet in Hanglagen mit einer Hangneigung von über 17° (30%) die Höchstgeschwindigkeit auf maximal 5 km/h begrenzt ist, stehen 2 Geschwindigkeitsstufen zur Wahl. Dabei sind die Arbeits-

Bild 5. Zugkraft-Schlupf-Kennwerte der MWS 45; a MWS 45 ohne Frontmäherwerk (Fahrbahn Beton, Gesamtmasse 1690 kg, vordere Stützkraft 6900 N) b MWS 45 mit Frontmäherwerk (Fahrbahn griffige Grasnarbe, Gesamtmasse 1850 kg, vordere Stützkraft 9100 N)



Tafel 5. Durchschnittlicher DK-Verbrauch in l/ha (W_{04})

Hangneigung	Mähen	Wenden	Schwaden
0...17°	2,8...3,9	2,3...2,6	2,9...3,3
17°...23°	4,0	3,8	3,5

gänge Mähen, Zetten, Wenden und Schwaden in guter Qualität durchführbar.

8. Einsatzergebnisse

Während der Erprobung kamen mehrere Muster der Mäh-, Wende- und Schwadmaschine MWS45 bei unterschiedlichen Einsatzbedingungen in verschiedenen LPG(P) der Bezirke Suhl, Gera und Dresden zum Einsatz. In 572 Betriebsstunden wurden auf 347 ha Hanggrasland Heuwerbung und Weidenachmahd durchgeführt. Der durchschnittliche DK-Verbrauch betrug beim Mähen 3,4 l/ha, beim Wenden 3,1 l/ha und beim Schwaden 3,2 l/ha. Auf ungepflegten Wiesen und Weiden, vor allem bei stark verfilzten Beständen, kann der spezifische DK-Verbrauch beim Mähen bis zu 6 l/ha betragen. Die ermittelten Werte sind in Tafel 5 zusammengefaßt.

Die erreichten Flächenleistungen unter Prüfbedingungen und bei Berücksichtigung der Hangneigung sind in Tafel 6 dargestellt. In Abhängigkeit von den jeweiligen Einsatzbedingungen sind in der Produktionsarbeitszeit beim Mähen 0,5 bis 0,9 ha/h und beim Wen-

den und Schwaden 0,7 bis 1,2 ha/h erreichbar.

Während der gesamten Einsatzzeit wurden keine Schäden und Mängel an den eingesetzten MWS45 festgestellt, die auf den Einfluß der Hangneigung zurückzuführen waren.

9. Zusammenfassung

Die selbstfahrende Mäh-, Wende- und Schwadmaschine MWS45 ist zum Mähen, Zetten, Wenden und Schwaden des Futters vorrangig auf Hangflächen bis zu einer Hangneigung von 23° (42%) bestimmt. Das nach dem Mähen und Bearbeiten im Schwaden liegende Futter kann mit dem Ladewagen HTS31.04 und den Hangtraktoren ZT305A, ZT325A oder Zetor 7245 Horal abtransportiert werden. Mit der MWS45 und den dazugehörigen Adaptern Doppelmesserfrontmäherwerk, Rotorwender RW2/200 und Bandröhwender E211 wurde eine wesentliche Mechanisierungslücke geschlossen. Ausgerüstet mit Allradantrieb, Frontlenkung, umsturzester Kabine, Dreipunktbau sowie front- und heckseitiger Zapfwelle, ist mit der

Tafel 6. Durchschnittliche Flächenleistungen in ha/h (W_{04})

Hangneigung	Mähen	Wenden	Schwaden
0...17°	0,5...0,9	0,7...1,2	0,7...0,9
17°...23°	0,3...0,5	0,4...0,65	0,4...0,7

MWS45 ein sicheres Arbeiten auf Hangflächen, aber auch auf Rest- und Splitterflächen wirtschaftlich durchführbar.

Die staatliche landwirtschaftliche Eignungsprüfung in der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim konnte 1987 abgeschlossen werden. Die Maschine ist für den Einsatz in der Landwirtschaft der DDR „geeignet“.

Neben dem Einsatz für die Futterernte kann die Maschine auch für die Pflege der Wiesen und Weiden genutzt werden.

Weitere in Entwicklung befindliche Zusatzadapter, wie Düngerstreuer, Weideschlepp, Kehrbesen und Schiebeschild, werden das Einsatzspektrum der MWS45 weiter vergrößern.

Die Grundmaschine und die Adapter werden über die VEB agrotechnik gehandelt.

Literatur

- [1] Laube, G.; Mangold, D.: Mechanisierung der Halmfutterproduktion in Hanglagen der DDR. agrartechnik, Berlin 36 (1986) 12, S. 551-553.

A 5219

Möglichkeiten zur Automatisierung der Bodenbearbeitung

Dr.-Ing. A. Baur/Dipl.-Ing. Sigrid Baur, KDT

Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR

1. Problemstellung

Zur Optimierung der Produktionsabläufe nach unterschiedlichen Gesichtspunkten, zur Einsparung fossiler Energieträger und zur Verbesserung des Umweltschutzes sind in der Landwirtschaft immer vielfältigere Steuer-, Regel- und Überwachungsaufgaben zu lösen, die die Bedienpersonen zunehmend überfordern und somit zum begrenzenden Faktor werden lassen. Die Erfassung, Speicherung und Verarbeitung von Informationen muß daher auch in landtechnischen Arbeitsmitteln schrittweise durch mikroelektronische Bauelemente übernommen werden.

International zeigt sich, daß bei der gegenwärtigen Entwicklung der Anteil der Mikroelektronik im Bereich der Landwirtschaft am gesamten Einsatzumfang in der Volkswirtschaft nur etwa 5% betragen wird [1]. Daraus läßt sich ableiten, daß Sonderentwicklungen speziell für die Landtechnik nur in relativ geringem Umfang zu erwarten sind und in hohem Maß eine Adaption aus anderen Bereichen der Technik, vor allem der Kraftfahrzeugtechnik, erforderlich ist. Die Integration entsprechender Lösungen für Steuer- und Regelvorgänge muß daher bereits zu Beginn des konstruktiven Entwicklungsprozesses beispielsweise von Maschinen und Geräten zur Bodenbearbeitung erfolgen, wenn eine hohe Effektivität erreicht werden soll.

Nicht jede Meßgröße kann auf direktem Weg gemessen werden. Häufig sind spezielle Aufnehmer erforderlich (z. B. Oktogonring bei räumlicher Kraftmessung), die eine Umformung der mechanischen Meßgröße in eine andere mechanische Größe vornehmen, die als Wandlereingangsgröße geeignet ist. Der nachgeschaltete Wandler (z. B. DMS) liefert das der mechanischen Aufnehmergröße (z. B. Dehnung) proportionale, meist elektrische Meßsignal [2]. Oftmals bilden der Aufnehmer und Wandler konstruktiv eine Einheit, die als Sensor bezeichnet wird.

Zur Realisierung von Steuer- und Regelungsfunktionen sowie von Aufgaben zur Überwachung der Betriebsparameter vielseitig einzusetzender Maschinen, wie Traktoren mit unterschiedlichen Geräten, werden zunehmend universelle Bordcomputersysteme angewendet. Aufgrund der sich dadurch ständig verbessernden Möglichkeiten der Informationsverarbeitung vergrößert sich die bereits beim Einsatz traditioneller Meßtechnik vorhandene Diskrepanz zwischen den angebotenen Sensoren und der verfügbaren Kapazität zur Informationsverarbeitung. Diese ist nicht zuletzt dadurch bedingt, daß in der Bodenbearbeitung hohe Anforderungen an die Sensoren hinsichtlich der mechanischen Belastung durch den zu bearbeitenden Boden, Bauteilschwingungen und Fahrbahnun-

ebenheiten sowie Feuchtigkeit, Spritzwasser und aggressive Lösungen, Temperaturdifferenzen, Staubbelastung u. a. gestellt werden. Darüber hinaus ergeben sich für den Einsatz in der Bodenbearbeitung spezifische Anforderungen an Sensoren, die in anderen Bereichen nicht direkt berücksichtigt werden, wie beispielsweise die Beurteilung des physikalischen Bodenzustands. Zur Erschließung von Leistungsreserven, Verbesserung der Arbeitsqualität, Erhöhung der Arbeitssicherheit, Einsparung von Energie und auch zur Senkung des experimentellen Untersuchungsaufwands in der landtechnischen Forschung sind sowohl eine Neu- bzw. Weiterentwicklung als auch eine Erweiterung des Angebots industriell gefertigter Sensoren mit relativ universeller Anwendbarkeit erforderlich.

2. Anforderungen an die Neu- bzw. Weiterentwicklung von Sensoren aus der Sicht der experimentellen Bodenbearbeitungsforschung

Sensoren werden dann eingesetzt, wenn das Meßsignal der zu ermittelnden Größen nicht elektrisch weiterverarbeitet werden kann [3]. Die vielfältigen nichtelektrischen Größen müssen durch Sensoren gemessen und in elektrische Signale umgewandelt werden, um einen der physikalischen Grundgröße