

# Meß- und Prüfmittel für die staatliche landwirtschaftliche Eignungsprüfung

Ing. H. Achterberg, KDT/Dipl.-Phys. G. Ehmke, KDT/Dipl.-Ing. Angelika Kleinow, KDT  
Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim

In der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim wurden in den vergangenen Jahren Meß- und Prüfgeräte entwickelt und aufgebaut, die für die Meßwertgewinnung bei der staatlichen landwirtschaftlichen Eignungsprüfung benötigt werden. Nachfolgend werden einige ausgewählte Geräte und Einrichtungen vorgestellt sowie ein Überblick über adäquate Prüfmittel gegeben, die in den Prüfstellen der RGW-Länder genutzt werden.

## Kraftstoffverbrauchsmeßgerät KVM 8201

Zur Bestimmung des Kraftstoffverbrauchs bei der landtechnischen Eignungsprüfung ist das Gerät KVM 8201 (Bild 1, Tafel 1) entwickelt und in einer Kleinserie gebaut worden. Dieses Gerät hat sich im Einsatz in der landwirtschaftlichen Praxis und in Prüfeinrichtungen bei Messungen bewährt, wo auch kleinste Volumenströme registriert werden sollen. Bei gleichzeitiger Zeiterfassung wird die Gesamtverbrauchsmenge erfaßt. Unabhängig davon sind entsprechend dem jeweiligen technologischen Einsatzfall und der Meßstrecke Zwischenverbrauchsmessungen möglich. Das KVM 8201 wird streng nach der Bedienanleitung und dem jeweiligen Motorentyp so in das Kraftstoffversorgungssystem des Dieselmotors eingebaut, daß nur die tatsächlich benötigte Kraftstoffmenge erfaßt wird. Für den Einsatz bei der landwirtschaftlichen Eignungsprüfung und die Bewertung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs entsprechend der geleisteten Arbeit der Landmaschinen und Traktoren liegt eine Einsatzmethodik vor.

Das KVM 8201 besteht aus einem Geber (Sensor) und einer elektronischen Steuer- und Registrierereinheit. Der Geber arbeitet nach dem Prinzip der Volumenmessung, indem zwei durch eine Trennscheibe getrennte Stahlfaltenbälge mit einem justierbaren

ren Füllvolumen im Bereich von 10 cm<sup>3</sup> verwendet werden. Der Kraftstoffstrom in die Meßkammer wird über ein elektromechanisches 4-Wege-Steuerventil gesteuert. Zur Glättung des pulsierenden Kraftstoffstromes nach der Kraftstoffförderpumpe wird zusätzlich eine Dämpfungseinheit eingesetzt.

Mit dem Steuer- und Registriergerät werden der Kraftstoffvolumenstrom über das 4-Wege-Ventil gesteuert und die Impulse der einzelnen Meßkammern und somit die Gesamtverbrauchsmenge mit Hilfe eines Impulszählwerks registriert.

Mit einem Zeitbaustein werden hochstabile 1-s-Zeitimpulse auf ein rückstellbares elektromechanisches Impulszählwerk gespeichert.

## Langzeitleistungsklassiergerät zur Bestimmung des ökonomischen Einsatzes von Landmaschinen und Traktoren

Dieses Gerät (Bild 2) wurde für Langzeitaussagen über den effektiven Maschineneinsatz entsprechend der jeweiligen Leistungsklasse konzipiert. Demzufolge wurde der herkömmliche Weg der Messung des Drehmoments

über Dehnmeßstreifen, Schleifringübertrager, Meßwertverstärker usw. verlassen und in der Konzeption davon ausgegangen, daß das Nutzdrehmoment über die in den Motor eingespritzte Kraftstoffmenge je Arbeitsspiel gemessen wird. Das kann durch die Erfassung des Weges der Regelstange der Einspritzpumpe erfolgen. Durch Multiplikation dieses Wertes mit der Motordrehzahl wird eine Meßgröße gewonnen, die der Nutzleistung des Motors entspricht.

Das gesamte Meßsystem läßt sich wie folgt unterteilen:

- Geber für die Regelstangenauslenkung
- Geber für die Motordrehzahl
- Analogmultiplikator zur Produktbildung
- Registriergerät zur Zeitklassierung der Leistungsgröße.

Zur Erfassung der Regelstangenauslenkung wird der Verschlußdeckel des Reglergehäuses an der Einspritzpumpe durch eine Sonderkonstruktion ersetzt, in der die erforderlichen Bauelemente zur Übertragung der linearen Bewegung der Regelstange in die reibungsarme, drehende Bewegung eines Feinpotentiometers untergebracht sind. Der Geber für die Drehzahl wurde auf der Basis eines induktiven Initiators aufgebaut. Nach der Produktbildung, die in einem elektronischen Multiplikator erfolgt, wird die leistungsproportionale Spannungsgröße im eigentlichen Registriergerät mit intern einstellbaren Grenzwerten verglichen und in 5 Leistungsklassen unterteilt sowie zeitlich klassiert.

Der Abfragetakt beträgt dabei 1 s. Obwohl das Gerät speziell für die Klassierung der Motorleistung entwickelt wurde, ist es als batteriebetriebenes Zeitklassiergerät mit frei wählbaren Klassengrenzen universell einsetzbar.

Ein Praxiseinsatz erfolgte u. a. am Traktor ZT300 bei den Arbeiten

- Straßenfahrt leer

Tafel 1. Technische Daten des Kraftstoffverbrauchsmeßgeräts KVM 8201

<b>Geber</b>	
Masse	4,8 kg
Durchflußmenge	2 bis 70 l/h
Meßgenauigkeit	± 1% bei gleichbleibender Medientemperatur
Anschlußwert 12/24 V, Stromaufnahme 3,4 A zum Schutz gegen grobe Verschmutzung ist ein stabiles Blechgehäuse vorhanden	
<b>Steuer- und Registriergerät</b>	
Masse	2,3 kg
2 Zeitregistrierimpulszählwerke	
2 Kraftstoffvolumenimpulszählwerke	
Anschlußwert	12/24 V, Stromaufnahme 0,8 A

Bild 1. Kraftstoffverbrauchsmeßgerät KVM 8201; Geber (rechts): 1 Hydraulikventil, 2 Dämpfungsdose, 3 Faltenbalg, 4 Montagerahmen, 5 Absperrventil Registriergerät (links): 6 Zeit- und Volumenzählwerke, 7 Steckbuchsen für Stromversorgung 12 V oder 24 V und Steuerkabel Geber - Registriergerät

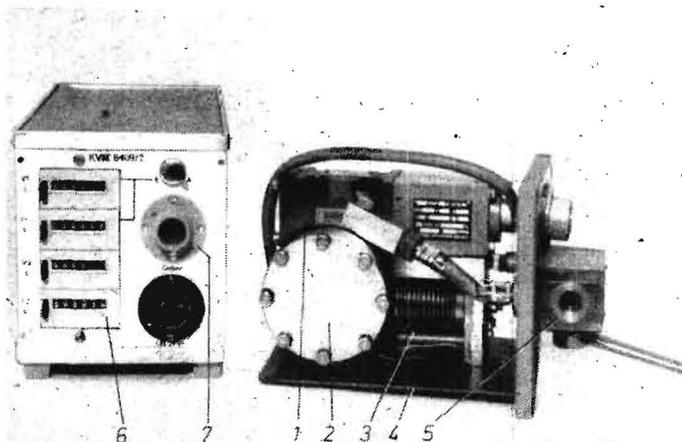
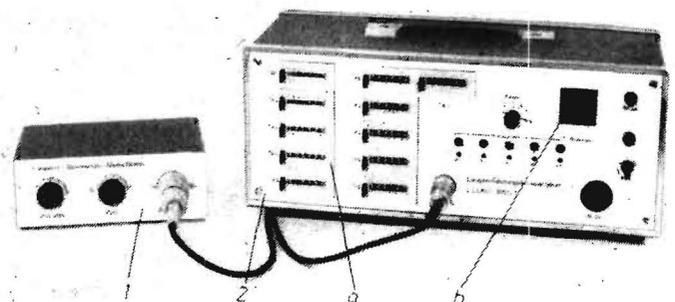


Bild 2. Langzeitleistungsklassiergerät; 1 Frequenz-Spannungsmultiplikator, 2 Registriergerät (a elektromechanische Zählwerke für Zeit und Häufigkeiten, b Digitalvoltmeter)



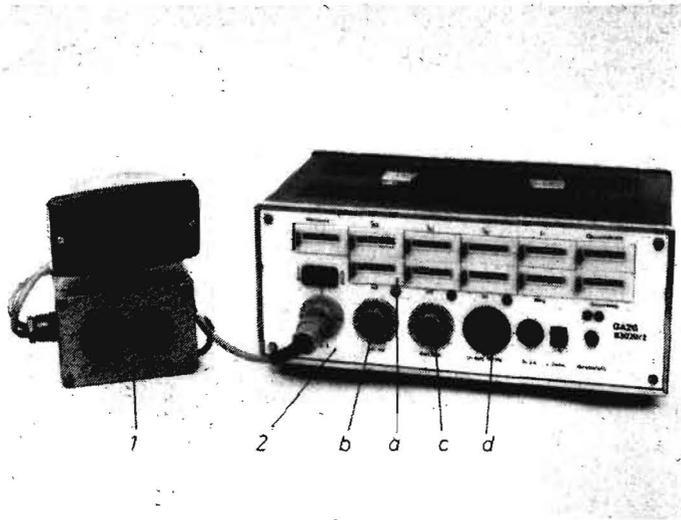


Bild 3. Automatisches Grundzeit- und Ausfallzeitmeßgerät GAZG 83020/2; 1 Bedieneinheit, 2 Registriergerät (a elektromechanische Zählwerke für Zeit- und Wegimpulse, b Eingang Initiatorzusatzorgan, c Eingang Initiatorweg- und Arbeitsorgan, d Betriebsspannung)

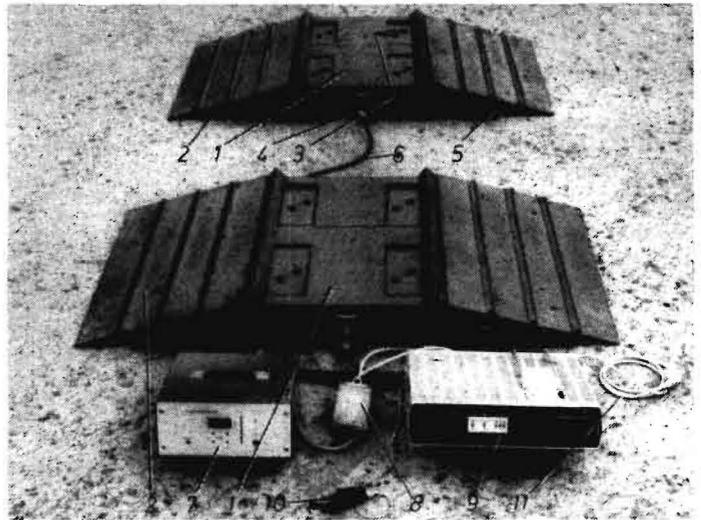


Bild 4. Achslastwaage ALW 50/86; 1 Meßplattform, 2 Auffahrrampe, 3 Schraubverbindung, 4 Anschluß des Summenkabels, 5 Handgriffe, 6 Summenkabel, 7 Anzeigegerät, 8 Adapter für Druckeranschluß, 9 Streifendrucker G 3287.500, 10 Auslöseknopf für Drucker, 11 Netzkabel

- Lastfahrten mit Abkippen des Anhängers
- Bodenbearbeitung mit Pflug B200 und Krümmer.

Die gewonnenen Meßergebnisse zeigten deutlich die Verschiebung des prozentualen Zeitanteils zugunsten der höheren Leistungsklassen bei den Arbeiten, die einen höheren Energieaufwand erfordern. Das Meßsystem eignet sich somit gut zur Einschätzung des optimalen Einsatzes von Traktoren und selbstfahrenden Landmaschinen entsprechend ihren Leistungsklassen.

#### Automatisches Grundzeit- und Ausfallzeitmeßgerät GAZG 83020/2

Das Grundzeit- und Ausfallzeitmeßgerät (Bild 3) dient der automatischen Erfassung von Arbeitszeiten sowie Stillstandszeiten von Traktoren und selbstfahrenden Landmaschinen und ist darüber hinaus überall dort universell einsetzbar, wo automatisch Teil- oder Stillstandszeiten gemessen, gespeichert und klassiert werden sollen. Das Gerätesystem besteht aus folgenden Baugruppen:

- Registriergerät mit Zählwerken
- Bedieneinheit mit Taster und optischer Blinkanzeige
- Initiatoren.

Das Gerät wird durch drei induktive Näherungsiniiatoren angesteuert, die folgende Größen erfassen:

- Radumdrehungen (Fahrweg)
- Stellung des Arbeitsorgans
- Stellung eines Zusatzorgans.

Durch logische Verknüpfungen dieser Gesignale sind folgende Parameter automatisch bestimmbar:

- Grundzeit
- Wendezeit
- Arbeitsweg
- Gesamtfahrzeit
- Gesamtweg
- Stillstandszeit
- Anzahl der Stillstände.

Bei Maschinenstillständen werden diese Zeiten zwischengespeichert. Der Mechanisator hat nach erneuter Arbeitsaufnahme durch Knopfdruck zu entscheiden, ob es sich um maschinenbedingte Ausfälle, die dann vom Gerät erfaßt werden, oder um sonstige Stillstände, die gelöscht werden, handelt. Unterläßt der Mechanisator diese Auswahl, so

wird er durch ein optisches Signal hierzu aufgefordert. Bei maschinenbedingten Stillständen erfolgt durch das Gerät eine automatische Klassierung dieser Stillstandszeiten entsprechend ihrer Dauer in 3 Zeitklassen mit Registrierung der Häufigkeiten. Die Registrierung der Zeitimpulse, des Weges und der klassierten Stillstandszeiten wird durch elektromechanische Impulzzähler realisiert, für die Zwischenspeicherung der Stillstandszeiten dient ein elektronischer Vor-Rückwärts-Zähler.

Die Zeitklassen sind im Gerät intern fest programmiert und betragen:

1. Klasse: 1 min bis 10 min
2. Klasse: 10 min bis 60 min
3. Klasse: 60 min bis 600 min.

Das Gerät wird aus der Fahrzeugbatterie versorgt und kann wahlweise mit 12 V oder 24 V betrieben werden.

Eine Weiterentwicklung dieses Geräts, das LDG 8506, ermöglicht zusätzlich die Unterteilung in „technische“ oder „technologische“ Stillstände. Weiterhin wurde diese Entwicklung durchweg in stromsparender CMOS-Schaltkreistechnik ausgeführt, die Meßwertausgabe erfolgt durch LED-Anzeigen.

#### Achslastwaage ALW 50/86

Zur Bestimmung der Ladmassen von Transportfahrzeugen direkt am Arbeitsort von Prüfmaschinen, wo keine stationäre Brückenwaage zur Verfügung steht, ist in Zusammenarbeit mit dem VEB Kombinat Elektronische Bauelemente Teltow die transportable Achslastwaage ALW 50/86 (Bild 4, Tafel 2) entwickelt und gebaut worden. Sie besteht aus der Lastaufnahmeeinrichtung (2 Meßplattformen und 4 Auffahrrampen) und dem Anzeigegerät, einem digitalen Gleichspannungsverstärker mit einer 3 $\frac{1}{2}$ -stelligen 7-Segment-Anzeige, an der das Wägeregebnis direkt in kg ablesbar ist. Über einen Adapter ist der Streifendrucker G 3287.500 anschließbar, so daß auf Wunsch das Meßergebnis auch ausgedruckt werden kann.

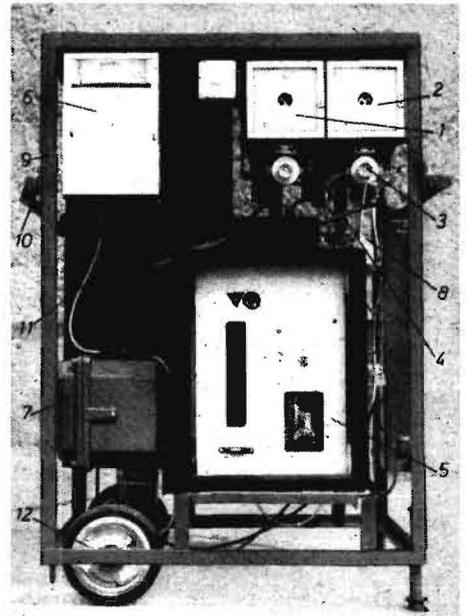
Die 2 Meßplattformen sind unabhängig voneinander aufstellbar und in ihrer Größe so gewählt, daß die Achslasten von Transportfahrzeugen mit unterschiedlichen Spurweiten und Radständen gemessen werden können. Sie bestehen aus einem steifen Ober-

und Unterbau, die über 4 Kraftaufnehmer mit Metallfolien-Dehnmeßstreifen fest miteinander verschraubt sind.

Die Achslast eines Fahrzeugs wird gemessen, indem die senkrechte Druckkraft über die Reifenaufstandflächen auf die Meßplattformen und von dort über die Schraubverbindungen in die Kraftaufnehmer eingeleitet wird. Die dadurch bedingte integrierte Widerstandsänderung wird im Summenkabel zusammengeführt und im Meßverstärker zur Anzeige gebracht. Die Bestimmung der Ladmassen erfolgt durch manuelle Verrechnung der Achslasten des leeren und des gefüllten Transportfahrzeugs.

Die ALW 50/86 hat sich in der Einsatzprüfung von Erntemaschinen auf unbefestigten Feldflächen und bei Wägungen in Tierproduktionsanlagen auf befestigten Flächen bewährt.

Bild 5. Vorderansicht des NH $_2$ (H $_2$ S)-Meßplatzes; 1 Gasumschalter 1, 2 Gasumschalter 2, 3 Verstelldrossel, 4 Verteiler, 5 Duktolyt, 6 6-Farben-Schreiber, 7 Netzteil für Duktolyt, 8 Netzanschluß, 9 Rahmen, 10 Haltegriff, 11 Transportbehälter, 12 Laufräder



Tafel 2. Technische Daten der Achslastwaage ALW 50/86

Meßplattform	
Länge	500 mm
Breite	700 mm
Höhe	110 mm
Masse	80 kg
Nennempfindlichkeit des Kraftaufnehmers	2 mV/V bei 4,5 t
Meßbereich	1 bis 10 t
Auflösung	10 kg
Einsatzbereich	-10°C bis +40°C
Stromversorgung	wahlweise 12 V - oder 220 V~, 50 Hz

Ihr Einsatz verringert Arbeitszeit- und Kraftstoffaufwand für Fahrten zu stationären Brückenwaagen. Gegenüber ihrem Vorgänger hat die ALW50/86 nur eine geringe Temperaturempfindlichkeit, eine gute Langzeitstabilität und eine hohe Reproduzierbarkeit der Meßwerte. Sie ist gegen Feuchtigkeitseinwirkungen empfindlich. Der Meßfehler der ALW lag im Vergleich zur stationären Brückenwaage bei  $\pm 1\%$ . Um unter Praxisbedingungen einen möglichst geringen Meßfehler zu erreichen, ist auf eine ebene Aufstellungsfläche der Waage und auf einen Höhenausgleich der nicht gewogenen Achse zu achten.

#### Meßanlage für Schadgasanalyse

Zur Feststellung des Schadgasgehalts in der Stallluft und seines zeitlichen Verlaufs ist in Zusammenarbeit mit der Prüfstelle WNIIMOSCh Doslednizkoje (UdSSR) eine mobile Meßanlage aus Geräten des VEB Junkalor Dessau aufgebaut worden (Bild 5, Tafel 3). Diese Meßanlage ist in einem Fahrzeug mit geschlossenem Kofferaufbau (z. B. B1000) transportierbar und besteht aus drei gleichartigen, separat einsetzbaren Meßplätzen für jeweils maximal 6 Meßstellen zur Analyse des  $\text{NH}_3$ -,  $\text{H}_2\text{S}$ - und  $\text{CO}_2$ -Gehalts in der Stallluft. Jeder Meßplatz besteht aus den erforderlichen Geräten für die Meßgasförderung, -reinigung und -dosierung sowie dem eigentlichen Analysengerät und einem 6-Farben-Fallbügelpunktschreiber, der gleichzeitig die Steuerzentrale des Meßplatzes bildet. Als Analysengerät zur Erfassung der  $\text{CO}_2$ -Komponente ist der Infralyt 4 und zur Erfassung der  $\text{H}_2\text{S}$ - und  $\text{NH}_3$ -Komponente je ein Duktolyt eingesetzt worden.

Entsprechend den eingesetzten Analysengeräten beträgt die Taktzeit für die  $\text{CO}_2$ -Komponente 100 s und für die  $\text{NH}_3$ - bzw.  $\text{H}_2\text{S}$ -Komponente 200 s.

Die Meßanlage ist für kontinuierliche Langzeitmessungen in Stallanlagen bestimmt und erfordert einen relativ hohen Zeitaufwand für Aufbau, Auswahl und Anordnung der jeweils 6 Meßstellen sowie für das Einstellen und Einlaufen der 3 Meßplätze. Voraussetzung für die sichere Arbeitsweise der Meßanlage ist, daß an ihrem Standort annähernd gleiche Raumtemperaturen wie an den Meßstellen herrschen, daß die Meßgasleitungen (maximal 50 m lang) geradlinig verlegt und bei ihrem Verlauf nicht extremen Tempera-

turschwankungen ausgesetzt sind und daß eine tägliche fachgerechte Kontrolle bzw. Wartung der Meßanlage erfolgt. Beim Betreiben des  $\text{H}_2\text{S}$ -Meßplatzes sind die Bestimmungen des Giftgesetzes der DDR hinsichtlich des Umgangs mit Cd einzuhalten.

#### Ausgewählte Meß- und Prüfmittel der Partnerprüfstellen der RGW-Länder

Seit vielen Jahren pflegt die Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim mit den Prüfstellen der RGW-Mitgliedsländer enge Partnerschaftsbeziehungen. Eine direkte zweiseitige Zusammenarbeit bei der Entwicklung von Meß- und Prüfeinrichtungen für die landwirtschaftliche Eignungsprüfung besteht bereits seit mehr als 10 Jahren mit zwei Prüfstellen in der UdSSR (ZMIS Solnetschnogorsk bei Moskau, Institut WNIIMOSCh Doslednizkoje bei Kiew), seit einigen Jahren auch mit dem Prüfinstitut IBMER in der VR Polen. Die gemeinsamen Arbeiten mit der ZMIS konzentrieren sich dabei besonders auf die Automatisierung von Belastungseinrichtungen für Betriebsfestigkeitsuntersuchungen an Traktoren und selbstfahrenden Landmaschinen, die auf Rundlaufprüfständen untersucht werden. Für das Antriebs- und Kraftübertragungssystem sind Belastungsmechanismen entwickelt und aufgebaut worden, die die Kraft am Anhängerzughaken und das Bremsmoment an der Zapfwelle simulieren.

Die dynamische Belastung am Anhängerzughaken bei der Fahrt des Traktors auf einem Rundlaufpolygon erfolgt bei variabler Fahrgeschwindigkeit mit Hilfe einer linearen elektromagnetischen Induktionsbremse, die sich auf einer mit der Sohle nach oben e betonierten Eisenbahnschiene abstützt. Über Führungsrollen wird die Induktionsbremse auf dem für den magnetischen Fluß erforderlichen Luftspalt gehalten. Die über den Erregerstrom gesteuerte Bremsenergie wird in Wärmeenergie umgesetzt und über die Eisenbahnschiene abgeführt. Die maximale Bremskraft eines Moduls der Linearbremse beträgt rd. 4000 N. Zur weiteren Bremskraft-erhöhung können mehrere Module in Reihe geschaltet werden. Die Simulation der dynamischen Belastung an der Zapfwelle erfolgt durch Rotationsinduktionsbremsen unterschiedlicher Baugröße, die sich über ein Rahmengestell an der Dreipunktkoppeleinrichtung des Traktors abstützen. Der optimale Drehzahlbereich liegt zwischen 300 U/min und 2000 U/min, das maximale Nennbremsmoment bei 600 Nm. Die Bremsenergie wird ebenfalls in Wärme umgewandelt und abgeführt.

Die Belastungseinrichtungen werden komplettiert durch die erforderliche Stromversorgung, Programmsteuereinrichtungen und das Havarieschutzsystem. Ausgehend von den ermittelten Praxiswerten erfolgt die Programmsteuerung der Belastung in Stufen mit überlagerten sinusförmigen Kraftamplituden bis zu einer Änderungsfrequenz von 10 Hz.

Mit dem Institut WNIIMOSCh spezialisierte

Tafel 3. Technische Daten des  $\text{NH}_3$  ( $\text{H}_2\text{S}$ )-Meßplatzes

Masse (einschl. Füllungen)	120 kg
Bodenfreiheit	90 mm
Meßgasdurchsatz	15 bis 25 l/h
Einsatztemperaturbereich	-5°C bis +40°C
Energieanschluß	220 V, 50 Hz
Meßbereich	
$\text{NH}_3$	0 bis 63 ppm
$\text{H}_2\text{S}$	0 bis 16 ppm

sich die Zusammenarbeit auf die Entwicklung und den Aufbau von Prüfständen für beschleunigte Betriebsfestigkeitsuntersuchungen. Dabei werden die Tragsysteme, Aufbauten und Antriebsmechanismen der Landmaschinen bezüglich ihrer Zuverlässigkeit und Haltbarkeit bewertet.

Um die Prüfzeiträume zu verkürzen, wird eine hohe Zeitraffung angestrebt. Für die Ermüdungsprüfungen des Materials wurde eine Universalprüfanlage ZIKL ausgearbeitet. Diese Schwingungserregeranlage für die Simulation der dynamischen Belastung besteht aus einem während des Betriebs stufenlos in Höhe und Drehzahl verstellbaren Exzenter, mit dem Schwingungsamplituden unterschiedlicher Größe im Frequenzbereich von 6 bis 8 Hz in das Prüfobjekt eingeleitet werden. Durch die Arbeit in der Nähe der Eigenresonanzfrequenzen des Objekts ist nur eine minimale Antriebsenergie nötig. Durch automatische Steuereinrichtungen können 12 Programmstufen abgearbeitet werden. Im Verlauf der Prüfung werden periodisch an Kontrollmeßstellen das Rißwachstum und die Festigkeit der Konstruktion ermittelt.

In der Zusammenarbeit mit dem polnischen Institut IBMER wurden im wesentlichen Meßgeräte geringeren Umfangs für die Rationalisierung und qualitative Verbesserung der landwirtschaftlichen Eignungsprüfung entwickelt und aufgebaut. So wurden mehrere Typen von mobilen Zeiterfassungsgeräten erprobt, die neben der Erfassung der Hektarleistung auch Aussagen über die Einschalt-dauer von Maschinenaggregaten mobiler Landtechnik gestatten. In gleicher Weise wurde ein batteriegespeistes Drehzahlmeßgerät erfolgreich entwickelt und erprobt, mit dem eine berührungslose Messung der Drehzahl von Wellen und anderen rotierenden Teilen möglich ist.

In jüngster Zeit nimmt die Anwendung der Mikrorechenstechnik in den gemeinsam entwickelten Geräten kontinuierlich zu. Im Rahmen der „Vereinbarung über die mehrseitige internationale Spezialisierung und Kooperation der Produktion von Ausrüstungen und Geräten für die Prüfung, Instandsetzung, Wartung und Pflege der Landtechnik“, die zwischen den Mitgliedsländern des RGW besteht, erhielt die Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim aus den Partnerländern Meßmittel, wie Schleifringübertrager für Wellenenden und durchgehende Wellen aus der UdSSR und aus der VRP sowie ein Schlupfmeßgerät, einen Drillmaschinentester und einen Digitalintegrator aus der Ungarischen VR.

A 5385