

Geräte zur Messung des Kraftstoffverbrauchs

Dipl.-Ing. H. Beckmann/Dipl.-Ing. K. Barnefsky, KDT

Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben der AdL der DDR

1. Einleitung

Eine wesentliche Voraussetzung zur effektiven Gestaltung des technologischen Prozesses in der Pflanzenproduktion ist die Kenntnis des Kraftstoffverbrauchs der Landmaschinen-Traktoren-Aggregate, der selbstfahrenden Maschinen und Transportmittel. Die Notwendigkeit der Messung des Kraftstoffverbrauchs ergibt sich aus folgenden Anforderungen [1]:

- rationeller Energieeinsatz
- Einordnung der Bewertungsgröße „Kraftstoffverbrauch“ in Bordcomputer bzw. in ein Fahrerinformationssystem
- weitere Rationalisierung der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, vor allem zur energetischen Prozeßanalyse, sowie unterstützender Arbeiten zur Schaffung von Richtwerten für die einzelnen Arbeitsgänge.

Im Beitrag wollen die Autoren, ausgehend von dem in der DDR erreichten Entwicklungsstand, die spezifischen Anforderungen an Kraftstoffverbrauchsmeßgeräte für den mobilen Einsatz in der Landwirtschaft darstellen und die wichtigsten Meßwertgeber bzw. Meßgeräte bezüglich der Erfüllung dieser Forderungen einschätzen.

2. Entwicklungsstand in der DDR

Seit 1974 sind in der DDR hinsichtlich der Eigenentwicklung eines für die relativ geringe und pulsierende Kraftstoffströmung geeigneten Meßwertgebers mehrere Aktivitäten zu verzeichnen [2, 3, 4, 5]. Eine Schlüsselstellung nimmt dabei der bereits 1974 für die Entwicklung einer Meßeinrichtung zur Bestimmung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs von Dieselmotoren ausgewählte und untersuchte Flügelradgeber ein [2].

Prinzip der Messung des Durchflusses mit Flügelrad bei tangentialer Anströmung

- wurde darüber hinaus in ersten Untersuchungen auf eine Anwendung in Diesellokomotiven der Deutschen Reichsbahn überprüft [2], in ersten Erprobungsmustern zur Verbrauchsmessung für NKW genutzt und auf der Basis weiterentwickelter Geberausführungen (u. a. verschiedene Durchflußbereiche) in NKW, Baggern sowie Diesellokomotiven zur Anwendung gebracht [6] (Bild 1)

- war die Grundlage des für Betriebsmessungen an NKW und KOM vorgesehenen Kraftstoffverbrauchsmessers KVM-1 (Entwicklung des VEB WTZ Kraftverkehr Dresden), dessen Produktion wegen Konstruktionsmängeln eingestellt wurde [5]

- war die Grundlage der Entwicklungsmuster von Kraftstoffmeßgeräten des VEB WTZ Kraftverkehr Dresden, die zu Verbrauchsmessungen an Traktoren in der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg Anwendung fanden [7]

- war die Grundlage der Weiterentwicklung des Gebers des VEB WTZ Kraftverkehr Dresden durch den VEB Meßgerätewerk Beierfeld sowie später durch den VEB EAW Elektronik Dresden für den Serien-

einsatz einer Kraftstoffmomentanverbrauchsanzeige (KMVA) für PKW [3, 8]

- war die Grundlage des im Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben entwickelten Kraftstoffverbrauchsmeßgeräts KVM-82, das als Versuchsmeßgerät für technisch-technologische Untersuchungen von Traktor-Landmaschinen-Aggregaten, selbstfahrenden Maschinen, Transportmitteln und für Laboruntersuchungen konzipiert und eingesetzt wurde (Kleinserie) [9, 10] (Bilder 2 und 3)

- war auf der Basis weiterentwickelter Geberausführungen die Grundlage der Kraftstoffmomentanverbrauchsanzeige für NKW W50 des VEB Kraftverkehr Annaberg, Betriebsteil Schwarzenberg, zur Senkung des Streckenkraftstoffverbrauchs beim Nutzfahrzeugbetrieb [11].

Im Jahr 1984 wurde die Meßwertgeberentwicklung des VEB Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau Berlin auf der Basis einer vollbeaufschlagten Axialturbine abgeschlossen. Der Geber besteht aus einem senkrecht angeordneten glatten zylindrischen Meßrohr, in das axial ein Mikroflügel (Propeller) mit vertikaler Spitzenlagerung eingebaut ist. Der Propeller wird von unten

vollbeaufschlagt angeströmt (Bild 4). Der Meßwertgeber, die elektronische Auswert- und Anzeigeeinheit (Modifikation des BO-TAX 80) und die Dämpfungseinrichtung werden seit 1985 planmäßig in alle motorisierten Einheiten der Binnenflotte der DDR eingebaut. Die Dieselmotorkraftstoffverbrauchsmeßeinrichtung für Binnenschiffe wird vollständig in eigener Regie des VEB Binnenreederei produziert, eingebaut und unterhalten [12, 13].

Bei den von der TU Magdeburg, Sektion Dieselmotoren, Pumpen und Verdichter, entwickelten Turbinendurchflußmeßgeräten wird eine teilbeaufschlagte Axialturbine verwendet, wodurch sich dieses Prinzip für genaue Messungen kleiner Volumenströme eignet. In einer Praxiserprobung, u. a. zur Ausliteration von Düsen zur Flüssigapplikation (Gutachten der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim), zur Kraftstoffverbrauchsmessung von Fahrgastschiffen und Diesellokomotiven, wurde die Eignung der Meßgeräte für die vorgesehenen Meßaufgaben bestätigt [14, 15] (Bild 5). Die Geräte werden auch im stationären Bereich zur Überprüfung von Kennwerten von Triebwerken bei der INTERFLUG, Betrieb Agrarflug, vorteilhaft eingesetzt [4].

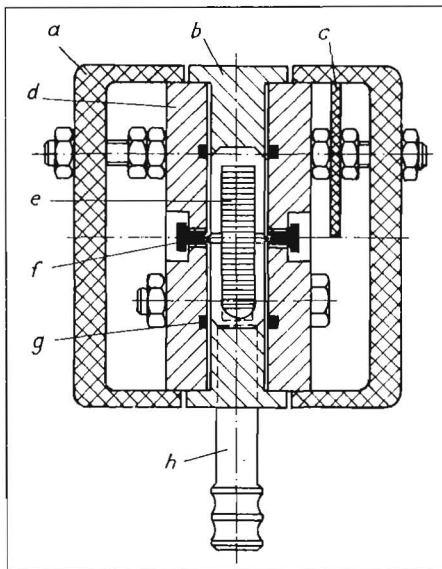


Bild 2. Flügelradgeber des VEB Kraftverkehr Dresden (links) und des VEB Meßgerätewerk Beierfeld (rechts) [9]

Bild 1. Schnittdarstellung eines Kraftstoffdurchflußgebers (Flügelrad) [6]; a Abdeckklappe, b Mittelring, c Kabelbrücke, d Lagerplatte, e Flügelrad, f Körnerschraube, g Rundring, h Schlauchstutzen

Bild 4. Meßwertgeber mit vollbeaufschlagter Axialturbine des Dieselmotorkraftstoffmeßgeräts für Binnenschiffe [12]

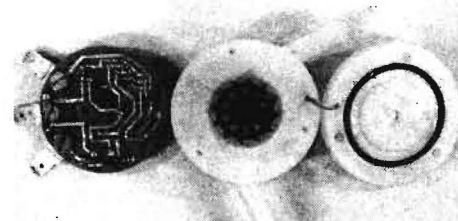
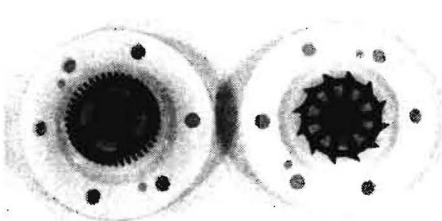
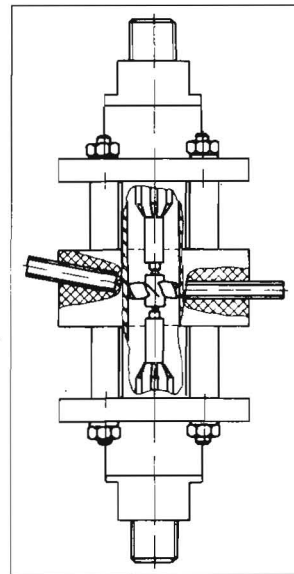


Bild 3. Bauteile des Flügelradgebers (VEB Meßgerätewerk Beierfeld/VEB EAW Elektronik Dresden) [9]

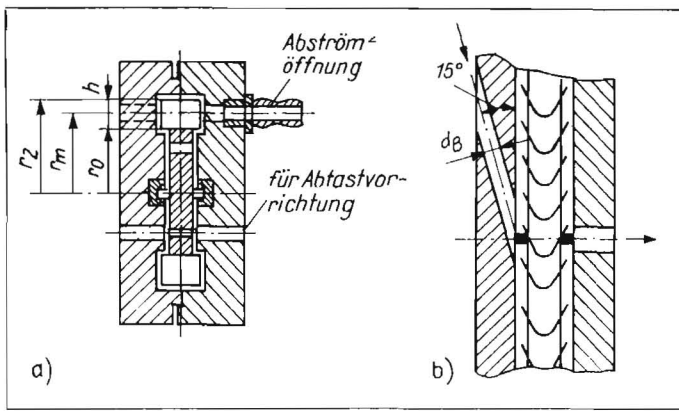


Bild 5
Durchflußmesser
mit teilbeaufschlagter
Axialturbine [14];
a) Längsschnitt,
b) Beschauelung

Nach dem Prinzip der unmittelbaren Volumenzählung arbeitet der Wälzkolbenzähler des Zentrums für Material- und Energieökonomie (ZME) Kirchmöser, der als Meßwertgeber einer Dieseldiesellokomotiven zur Anwendung gelangt. Für das Verkehrswesen wurden Ovalradzähler der Nennweiten 6, 10 und 15 mm entwickelt.

Wälzkolbenzähler sind nach einem Feinfilter (Maschenweite 0,02 mm) so in das Kraftstoffsystem einzubinden, daß die Gerätewellen waagrecht liegen und die Beanspruchung z. B. durch mechanische Schwingungen sehr gering ist. Die Nutzungsdauer für den Geber ist mit 6000 Betriebsstunden angegeben [16]. Als Auswerte- und Anzeigeeinheit können sowohl die speziell für Diesellokomotiven entwickelten Einheiten DK-VA 04 als auch verschiedene in der DDR entwickelte Typen Bordrechner für Lokomotiven und Kraftfahrzeuge eingesetzt werden (BMR81, BMR84, Bordrechner NKW). Das Dieseldiesellokomotivenverbrauchsmessgerät wird in Kleinserie im Verkehrswesen produziert [16, 17] (Bild 6). Weitere in der DDR eingesetzte Meßeinrichtungen bzw. Meßwertgeber sind nach in der Meßtechnik üblichen Einteilungsgesichtspunkten in Tafel 1 enthalten.

3. Anforderungen an Geräte zur Messung des DK-Verbrauchs für den mobilen Einsatz in der Landwirtschaft

Der Einsatz der Kraftstoffverbrauchsmessgeräte in Traktoren, Stallarbeitsmaschinen, Nutzkraftwagen, TUL-Arbeitsmaschinen und selbstfahrenden Landmaschinen erfolgt unter allen in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft üblichen Produktionsbedingungen. Während des Einsatzes sind die Meßgeräte den rauen Praxisbedingungen (Erschütterungen, Feuchtigkeit, Staubeinwirkungen, Temperaturschwankungen) ausgesetzt und müssen diesen ohne Funktionseinschränkung standhalten.

An derartige Durchfluß-/Volumenmeßein-

richtungen zur Erfassung des Dieseldiesellokomotivenverbrauchsmessgeräts sind deshalb aus landwirtschaftlicher Sicht bestimmte Anforderungen zu stellen [22].

Anforderungen, die die Einsatzbedingungen charakterisieren, sind:

- Meßmedium
 - Dieseldiesellokomotivenverbrauchsmessgerät nach Standard TGL 4938
 - Temperatur -5°C bis $+60^{\circ}\text{C}$
 - zulässige Verunreinigung (Filtergröße) $< 3 \mu\text{m}$
- zulässiger Umgebungstemperaturbereich -20°C bis $+80^{\circ}\text{C}$; das Aufheizen einzelner Bauelemente durch Sonneneinstrahlung zum genannten Grenzwert ist möglich
- zulässige maximale Stoßbelastung 20 g
- zu erreichender Schutzgrad IP56
- Einsatzzeit ganzjährig bis 2400 h.

Als technisch-technologische Anforderungen können genannt werden:

- Gesamtmeßbereich 1,0 bis 60,0 l/h
- Zur Sicherung einer hohen Meßgenauigkeit im gesamten Meßbereich sind Geber für 3 Meßbereiche zu entwickeln:
 - 1,0 bis 8,0 l/h für energetische Mittel $P_N = 10 \dots 30 \text{ kW}$
 - 1,0 bis 30,0 l/h für energetische Mittel $P_N = 30 \dots 100 \text{ kW}$
 - 2,0 bis 60,0 l/h für energetische Mittel $P_N = 100 \dots 200 \text{ kW}$.
- Fehler der Meßeinrichtung
 - Reproduzierbarkeit $\leq \pm 1\%$
 - bis 20 % des maximalen Durchflusses $\leq \pm 5\%$
 - 20 bis 100 % des maximalen Durchflusses $\leq \pm 3\%$
- Bei Ausfall des Meßwertgebers darf keine Kraftstoffflußunterbrechung eintreten.
- Stromversorgung
 - wahlweise 12 V bzw. 24 V vom Bordnetz des Fahrzeugs
 - Leistungsaufnahme max. 24 W
- Funktionen der Auswerteeinheit
 - Datenkommunikation mit Bordrechner bzw. Fahrerinformationssystem

- Anzeige Kraftstoffverbrauch momentan je Zeiteinheit
- Anzeige Kraftstoffverbrauch kumulativ abrufbar
- Anzeige Motorlaufzeit/Meißzyklus abrufbar
- Masse der Meßeinrichtung maximal 12 kg
- Aufgabenverfügbarkeit $> 98\%$
- Pflegeintervall 300 h
- Überprüfung der Meßeinrichtung einmal jährlich
- Nutzungsdauer 10 Jahre
- Das Gerät ist nicht für den rechtsgeschäftlichen Verkehr vorgesehen und unterliegt somit nicht der Kalibrierpflicht.

4. Diskussion der wichtigsten Meßwertgeber bzw. Meßgeräte zur Kraftstoffverbrauchsmessung in bezug auf die Erfüllung der Anforderungen für den mobilen Einsatz in der Landwirtschaft

Die Diskussion der bisher in der DDR in verschiedenen Bereichen eingesetzten Kraftstoffverbrauchsmessgeräte bzw. Meßwertgeber in bezug auf die Erfüllung der wesentlichen landwirtschaftlichen Anforderungen wird anhand der Daten in Tafel 2 sowie auf der Grundlage vorliegender Einsatzverfahren vorgenommen.

Die von den Einsatzbedingungen abzuleitenden Anforderungen beziehen sich hauptsächlich auf das Meßmedium, die Umgebungseinflüsse sowie Schutzforderungen. Der bekannte Einfluß der Bedingungen am Meßort (Temperatur des Meßmediums, Druck) auf die Meßergebnisse aller Volumenzähler führt dazu, daß für die geforderten Einsatztemperaturbereiche Geberkennlinien bekannt sein müssen. Durch einen im Meßwertgeber eingebauten Temperaturfühler kann die Temperatur des Meßmediums kontinuierlich gemessen und die durch die Viskositätsänderung bedingte Geberkennlinienänderung quantifiziert werden, was eine vorteilhafte Lösung darstellt [15].

Der Vergleich des Temperaturbereichs (Tafel 2) mit den Werten der zulässigen Umgebungstemperatur (Abschn. 3) zeigt, daß diese Forderungen von einigen Gebern annähernd eingehalten werden. Bei den technisch-technologischen Anforderungen sollen hauptsächlich der Meßbereich, der Meßfehler und die Funktionssicherheit bei Störungen betrachtet werden. Die Forderungen an die Auswerteeinheit der Meßgeräte (Stromversorgung, Funktionen, Masse u. a.) werden nicht verglichen, da die bisher eingesetzten Kraftstoffverbrauchsmessgeräte vorrangig Entwicklungsmuster sind, die für spezielle Meßaufgaben in den einzelnen Anwendungsbereichen konzipiert wurden und folglich nur auf diese Einsatzzwecke zugeschnit-

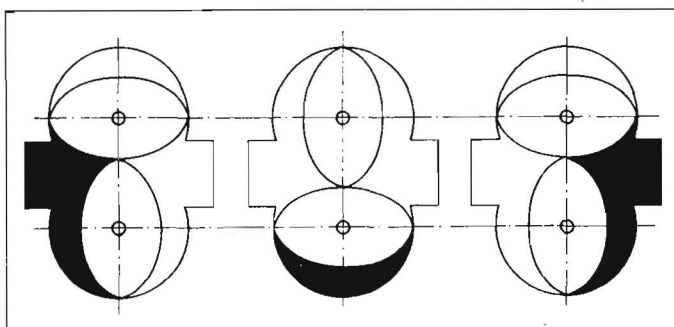
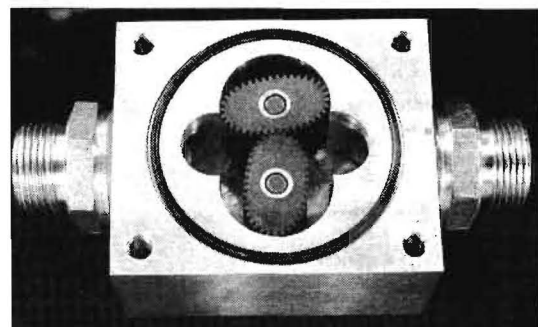


Bild 6
Wälzkolben-
zähler [16];
links: Meßprin-
zip,
rechts: Meßkam-
mer mit
Ovalrädern



Tafel 1. Einteilung der Volumenmeßeinrichtungen und zugeordnete in der DDR angewendete Kraftstoff-durchflußgeber bzw. Meßprinzip (mit Punkt gekennzeichnet)

unmittelbare Volumenzähler		mittelbare Volumenzähler	
mit festen Meßkammerwänden	mit beweglichen Meßkammerwänden		
<ul style="list-style-type: none"> - Meßgefäße mit Umsteuerung · Meßeinrichtung nach [18] · Meßeinrichtung nach [19] - Kippzähler - Trommelzähler 	<ul style="list-style-type: none"> - Einkolbenzähler · Kraftstoffmesser EÜF (Ungarn) [4] - Mehrkolbenzähler · Durchflußmengenmeßgerät MK 12 [20] - Ringkolbenzähler - Taumelscheibenzähler - Wälzkolbenzähler · Dieselmotorkraftstoffverbrauchsanzeige für Triebfahrzeuge [16, 17] - Treibschieberzähler - Planetendrehzähler - Balgzähler · KVM 8201 [21] 	<ul style="list-style-type: none"> - Flügelradzähler · Flügelradgeber (Ingenieurschule für Verkehrstechnik Dresden) [2, 6] · Flügelradgeber (WTZ Kraftverkehr Dresden) [5], VEB Meßgerätewerk Beierfeld, VEB EAW Elektronik Dresden [8] · Flügelradgeber (FZM Schlieben) [9] - Turbinenzähler · Dieselmotorkraftstoffverbrauchsmeßeinrichtung für Binnenschiffe [12, 13] · Turbinendurchflußmesser (TU Magdeburg) [14, 15] 	

T Wichtige technische Daten ausgeführter Meßwertgeber für Kraftstoffverbrauchsmeßgeräte

	Ingenieur- schule für Ver- kehrstechnik Dresden Geber 1	VEB EAW Elektronik Dresden Geber 2	FZM Schlieben Geber 3	VEB FAS Berlin Geber 4	TU Magdeburg Geber 5	ZME Kirchmöser Geber 6
Meßgeberprinzip	Flügelrad	Flügelrad	Flügelrad	vollbe- auf- schlagte Axial- turbine	teilbeauf- aufschlag- te Axial- turbine	Wälz- kolben
Durchflußbereich l/h	1,5...50 ¹⁾	2,0...25,0	4,0...40,0	5...200 ⁴⁾	10...150 ⁶⁾	2...50 ⁸⁾
Meßfehler %	±1,0	±6,5 ²⁾	5,0 ³⁾	≤ 1,0 ⁵⁾	≤ 1,0 ⁷⁾	±1,0 ⁷⁾
Temperaturbereich °C	-20...+60	-25...+75	10...40	0...60	-25...+60	-15...+60

- 1) weitere Ausführungen mit
- 0,5...25 l/h
- 2,5...100 l/h
- 3,0...160 l/h
- 10...400 l/h
- 2) Grundfehler

- 3) Gesamtfehler
- 4) Nenndurchfluß 70 l/h
- 5) bei 10 bis 100 % V_{max}
- 6) weitere Ausführungen mit
- 20...200 l/h
- 30...300 l/h

- 7) vom Meßwert bei $t = const.$
- 8) weitere Ausführungen mit
- 15...250 l/h
- 20...600 l/h

find. Mit den verwendeten Meßwertgebern (Tafel 2) können die drei geforderten Durchflußbereiche nur teilweise abgedeckt werden. Die bekannten Meßwertgeber der Kraftstoffverbrauchsmeßgeräte wurden nicht für Durchflüsse, wie sie z. B. für den 1. Meßbereich (1,0 bis 8,0 l/h) gefordert werden, ausgelegt. Wie die Einsatzerfahrungen der Ingenieurschule für Verkehrstechnik Dresden zeigen, können auch Flügelradgeber für diesen Durchflußbereich entwickelt werden. Die an der Ingenieurschule entwickelte Geberausführung für die Verbrauchsmessung an einem Einzylindermotor für ein Meßlabor der TU Dresden entspricht diesem Durchflußbereich. Wie aus Tafel 2 ersichtlich ist, können die Forderungen hinsichtlich des mittleren Durchflußbereichs (1,0 bis 30,0 l/h) annähernd durch verschiedene Meßgeräte mit Flügelradgebern (Geber 1, 2, 3) und die des dritten Durchflußbereichs mit einem Wälzkolbenzähler der kleinsten Nennweite - WK6 - (Geber 6) erfüllt werden. Zur Vermeidung von Betriebsstörungen durch Blockierung der Ovalräder beim Wälzkolbenzähler aufgrund von Verunreinigungen im Kraftstoff müssen für diese Meßwertgeber absperrbare Umgehungsleitungen vorgesehen werden. Bei der Montage und beim Betrieb der

Geräte ist auf größte Sauberkeit zu achten [16]. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß Wälzkolbenzähler der kleinsten Nennweite (WK6) aufgrund des geringen Meßkammervolumens (1 cm³) hohe Anforderungen an das Fertigungsverfahren stellen (Toleranzen von ±0,01 mm) und bisher nur wenige Einsatzerfahrungen von diesem Entwicklungsmuster vorliegen. Wird aus Gründen der Vereinheitlichung der Geber und der Anpaßbarkeit an die nachgeordneten elektronischen Baueinheiten sowie aus Gründen eines einfacheren Meßgeräteservice angestrebt, für alle drei geforderten Durchflußbereiche nur ein Geberprinzip zu verwenden, so ist zu erwarten, daß mit dem Prinzip der vollbeaufschlagten Axialturbine (Geber 4) eine hinreichend genaue Messung sehr kleiner Volumenströme (≤ 10 l/h) nur schwer möglich ist, da die für eine sichere Drehung des Laufrades durchströmten Flächen der Turbine extrem klein gehalten werden müssen (hohe Anforderungen an das Fertigungsverfahren). Der Durchflußgeber der TU Magdeburg, Sektion Dieselmotoren, Pumpen und Verdichter, entspricht in den bisher gefertigten Ausführungen in bezug auf die Meßbereiche nicht den Anforderungen für den mobilen Einsatz in der Landwirt-

schaft. Es werden jedoch Möglichkeiten zur Realisierung von Durchflußgebern nach diesem Geberprinzip für die drei geforderten Meßbereiche gesehen, da hiermit die bei der Fertigung der vollbeaufschlagten Axialturbine für geringe Durchflüsse auftretenden technologischen Schwierigkeiten umgangen werden können.

Hinsichtlich der Einhaltung des Meßfehlers kann eingeschätzt werden, daß mit den bekannten Meßwertgeberprinzipen (Tafel 2) die Forderungen (Abschn. 3) erfüllt werden können.

Das erfordert zur Gewährleistung einer hohen Meßgenauigkeit im gesamten Meßbereich - vor allem bei der Realisierung der vorwiegend zur Anwendung kommenden Flügelrad- und Turbinenzähler, die den Nachteil geringer Meßgenauigkeit im unteren Meßbereich aufweisen - eine dem jeweiligen Durchflußbereich zugeordnete Geberausführung (Sicherung der notwendigen Mindestströmungsgeschwindigkeit). Die Untersuchungsergebnisse der Flügelradgeber zeigen, daß die industriell gefertigten Geber (Geber 2 und 3) höhere Meßfehler als die vorwiegend in handwerklicher Einzelfertigung hergestellten Geber (Geber 1) aufweisen.

Die Anforderungen hinsichtlich der uneingeschränkten Funktion des Motorbetriebs bei Ausfall der Geber können, wie die Einsatzerfahrungen zeigen, von Flügelrad- und Turbinendurchflußgebern erfüllt werden.

Auf der Grundlage der bisher in der DDR in verschiedenen Bereichen zum Einsatz gelangten Kraftstoffmeßgeräte kann schlußfolgernd abgeleitet werden, daß zur Erfüllung der landwirtschaftlichen Anforderungen sowohl Flügelradgeber mit tangentialer Anströmung als auch Geber mit teilbeaufschlagter Axialturbine geeignet erscheinen, wobei nach dem gegenwärtigen Erkenntnisstand das letztere Geberprinzip vor allem zur Realisierung des niedrigsten Durchflußbereichs die besseren Möglichkeiten bietet. Ziel weiterer Arbeiten muß es sein, diese Meßgeberprinzipie für ein entsprechend den landwirtschaftlichen Anforderungen zu konzipierendes Kraftstoffverbrauchsmeßgerät nutzbar zu machen.

5. Zusammenfassung

Ziel des vorliegenden Beitrags ist die Vermittlung eines Überblicks über den Entwicklungsstand von Kraftstoffverbrauchsmeßgeräten, vor allem von Durchflußmeßwertgebern, in der DDR sowie eine Diskussion der verschiedenen Meßwertgeber in bezug auf die Erfüllung der dargelegten landwirtschaftlichen Anforderungen. Im Ergebnis der Diskussion wird festgestellt, daß sowohl mit tangential angeströmten Flügelradgebern als auch mit teilbeaufschlagten Axialturbinen (Turbinenzähler) die landwirtschaftlichen Anforderungen an Kraftstoffverbrauchsmeßgeräte erfüllt werden können. Diese Geberprinzipie sind kurzfristig nutzbar zu machen.

Literatur

- [1] Kuschel, A.; Priebe, D.: Protokoll der Arbeitsberatung „Entwicklungsstand DK-Meßgerät Landwirtschaft“. Forschungszentrum für Mechanisierung Schlieben/Bornim, 1986.
- [2] Loose, J.: Entwicklung einer Meßeinrichtung für die Bestimmung des spezifischen Kraftstoffverbrauches für den Dieselmotorenprüf-

stand (Kraft- und Arbeitsmaschinenversuchsfeld der Ingenieurschule für Verkehrstechnik Dresden). TU Dresden, Diplomarbeit 1974.

- [3] Droste, M.: Kraftstoffverbrauchsmessung (Mobilbetrieb). Forschungsmittteilung FM80. VEB IFA-Motorenwerke Nordhausen 1981.
- [4] Beckmann, H.: Stand der Kraftstoffmeßgeräte in der DDR. Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben, Niederschrift 1988.
- [5] Steuer, D.; Treufeld, E.: Der Kraftstoffverbrauchsmesser KVM-1 in Serienproduktion. Kraftverkehr, Berlin 25(1981)3, S. 138-140.
- [6] Weißflog, S.; Stelzner, J.: Technische Dokumentation zum Kraftstoffverbrauchsmeißgerät. Ingenieurschule für Verkehrstechnik „Erwin Kramer“ Dresden, 1988.
- [7] Mettke, A.; Haase, E.; Schulz, H.: Einige Ergebnisse von DK-Verbrauchsmessungen am Traktor ZT 300C. agrartechnik, Berlin 31(1981)12, S. 560-561.
- [8] Kennblatt Durchfluß-Meßwertgeber, Reparaturstromlaufplan. VEB EAW Elektronik Dresden, 1988.
- [9] Rüdiger, A.; Namyslo, W.; Lehmann, R.: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchsmeißgerätes KVM-82. Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, 1983.
- [10] Barnefsky, K.; Lehmann, R.: Breitenerprobung

des Kraftstoffverbrauchsmeißgerätes KVM-82. Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, 1983.

- [11] Markert, T.; Christelsohn, K.; Schreier, R.: Kraftstoffmomentanverbrauchsanzeige im NKW IFA W50. VEB Kraftverkehr Annaberg, Betriebsteil Schwarzenberg, 1989.
- [12] Diesekraftstoffverbrauchsmeißeinrichtung für Binnenschiffe. Mitteilung des VEB Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. WTZ des VEB Kombinat Binnenschifffahrt und Wasserstraßen Berlin, 1988.
- [13] Malzahn, G.: Diesekraftstoff-Verbrauchsmeßeinrichtung für Binnenschiffe. Mitteilung des VEB Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. WTZ des VEB Kombinat Binnenschifffahrt und Wasserstraßen Berlin, 1988.
- [14] Pap, E.; Oldenburg, M.: Turbinendurchflußmeißgerät zur Messung kleiner Volumenströme. messen - steuern - regeln, Berlin 26(1983)8, S. 441-443.
- [15] Pap, E.; Oldenburg, M.: Untersuchung von Durchflußmeißgeräten für die Kraftstoffverbrauchsmessung. TH Magdeburg, Sektion Dieselmotoren, Pumpen und Verdichter, Abschlußbericht 1986.
- [16] Dokumentation Diesekraftstoff-Verbrauchsanzeige für Diesellokomotiven. Deutsche Reichsbahn, WTZ ZME Brandenburg-Kirchmöser, 1989.

[17] Becker, W.; Lentz, K.; Wegner, K.: Diesekraftstoffverbrauchsanzeige für Dieseltriebfahrzeuge. Schienenfahrzeuge, Berlin (1987)4, S. 164-166.

- [18] Kirste, A.: Kraftstoffverbrauchsmeißeinrichtung für Traktoren und selbstfahrende Landmaschinen zur Optimierung von Konstruktions- und Betriebsparametern. agrartechnik, Berlin 35(1984)10, S. 441-442.
- [19] Baumhekel, G.; Peters, A.; Richter, G.: Untersuchungen zur Senkung des spezifischen DK-Verbrauchs beim Einsatz des Mähdeschers E516. agrartechnik, Berlin 34(1984)10, S. 156-158.
- [20] Paatz, S.: Kraftstoffverbrauchssenkung durch wirtschaftliche Fahrweise. Kraftverkehr, Berlin (1977)6, S. 189-191.
- [21] Achterberg, H.; Ehmke, G.; Kleinow, A.: Meß- und Prüfmittel für die staatliche landwirtschaftliche Eignungsprüfung. agrartechnik, Berlin 38(1988)11, S. 500.
- [22] Agrotechnische Forderungen (ATF) an eine Meßeinrichtung zur Erfassung des Diesekraftstoffverbrauchs von mobilen und stationären energetischen Mitteln in der Landwirtschaft. Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft, Berlin, April 1987.

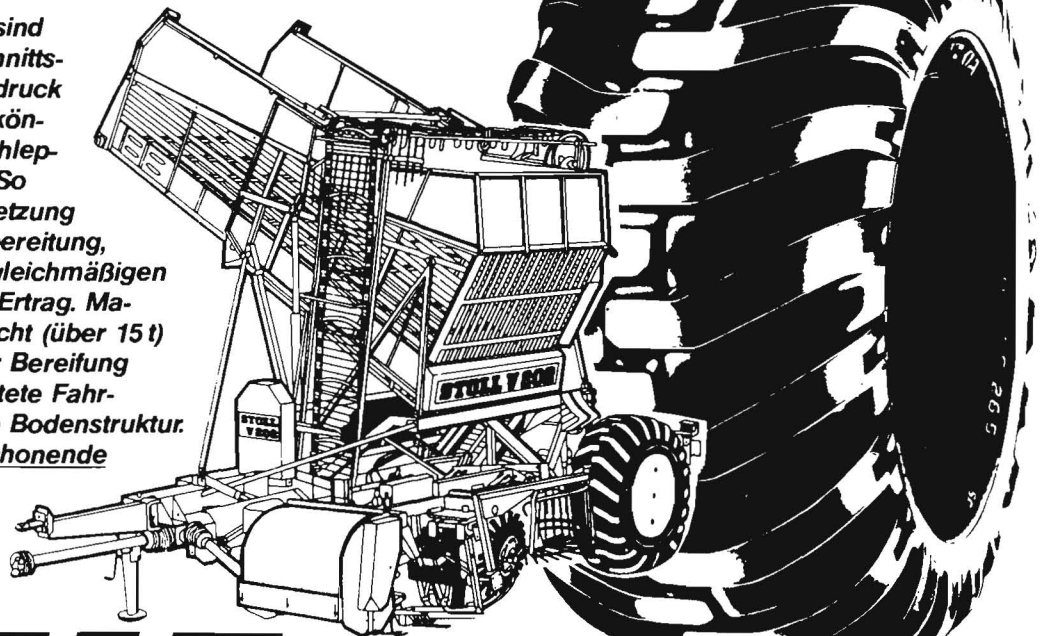
A 7212

Was hat die Zuckerrübenenernte mit Ihren Weizenerträgen zu tun?

Sehr viel!

Bei der Zuckerrübenenernte mit STOLL-Bunkerköpfrodern schonen Sie den Boden – die Grundlage Ihres Betriebes.

STOLL-Bunkerköpfroder sind mit NOKIA-Niederquerschnittsreifen mit niedrigem Luftdruck 1,0 bar ausgerüstet und können mit terrabereiften Schleppern eingesetzt werden. So schaffen Sie die Voraussetzung für die bessere Saatbettbereitung, guten Getreideaufgang, gleichmäßigen Reifezustand und hohen Ertrag. Maschinen mit hohem Gewicht (über 15 t) und zu klein bemessener Bereifung hinterlassen hochverdichtete Fahrspuren und zerstören die Bodenstruktur. Deshalb: STOLL bodenschonende Zuckerrübenenernte – damit auch beim Weizen die Rechnung aufgeht.



STOLL

Wilhelm Stoll Maschinenfabrik GmbH
Postfach · 3325 Lengede/Broistedt · Telefon (0 53 44) 20-0