

Neue Meßgeräte für den Kraftstoffverbrauch von Verbrennungsmotoren

Dipl.-Ing. M. CYWINSKI*
Dipl.-Phys. J. MENCEL*

Hauptteil der beschriebenen Meßgeräte ist ein verbesserter Kraftstoff-Kolbenzähler, der einen photoelektrischen Geber und ein optisches, mit dem Zählerkolben verbundenes Raster enthält. Außer Einhaltung von günstigen metrologischen Eigenschaften bekannter Konstruktionen hat dieser Kolbenzähler ein zusätzliches neues Merkmal, und zwar eine hohe Meßgerätkonstante von 5000 Impulsen/dm³, die den Bau von Geräten mit bisher unbekanntem Betriebseigenschaften erlaubt.

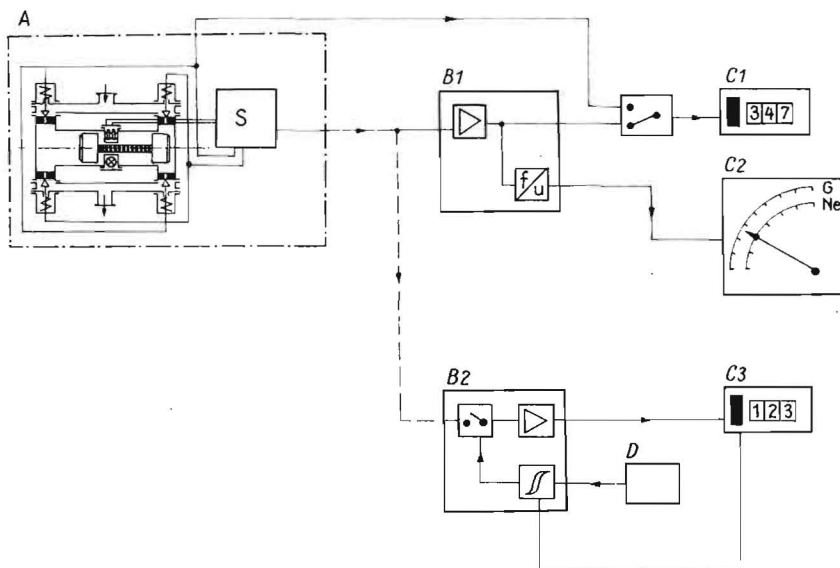
Die Arbeitsweise der entwickelten Geräte beruht auf der Erzeugung aufeinander folgender elektrischer Impulse durch den Kraftstoff-Kolbenzähler, wobei jeder Impuls dem Verbrauch eines konstanten Kraftstoffvolumens entspricht. Bei den jetzt entwickelten Kraftstoff-Kolbenzählern wurde die Impulserzeugung schon nach dem Verbrauch eines Volumens von 0,2 cm³ erreicht, wobei die Größe der Dosis je Impuls im ganzen Meßbereich konstant bleibt.

Im folgenden werden das Wirkungsprinzip und der Aufbau von neuen, vorteilhafte Betriebseigenschaften aufweisenden Meßgeräten für den Kraftstoffverbrauch der Verbrennungsmotoren erläutert.

Wie sich aus Analysen der Kennlinien von Dieselmotoren ergibt, ist es wegen der Brennstoffkosten ökonomisch zweckmäßig, die Motorleistung im höchsten, nur durch technische Gründe begrenzten Grade auszunützen. Es ist bekannt, daß der Kraftstoffverbrauch in g/PSH mit der Abnahme der Motorbelastung stark zunimmt. In vielen Fällen ist die volle Ausnutzung der Motorleistung aus Mangel an laufender Kontrolle der Motorbelastung während des Betriebes praktisch erschwert. Die bekannten Meßmethoden und -geräte für die Motorbelastung sind für Laborbedingungen geeignet. Die Durchführung derartiger Messungen unter Betriebsbedingungen stößt auf erhebliche Schwierigkeiten technischer Natur und ist bis jetzt praktisch nicht gelöst.

Diese Messungen können auf dem Wege der Durchflußmessung des verbrauchten Kraftstoffes verwirklicht werden, indem die Abhängigkeit der erzeugten Motorleistung vom Kraftstoffverbrauch zugrundegelegt wird, da diese Abhängigkeit für den jeweiligen Motor genau bestimmt ist.

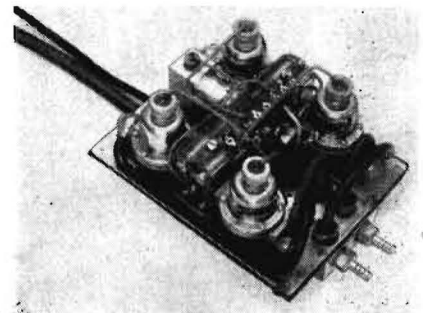
Bild 1. Blockschaltenschema der Meßgeräte für den Kraftstoffverbrauch von Verbrennungsmotoren A, B1, C1, C2: Durchflußmesser für den Kraftstoffverbrauch der Verbrennungsmotoren von Arbeitsmaschinen, insbesondere von Traktoren; A, B2, C3, D: Digitaler Durchflußmesser für den Kraftstoffverbrauch, insbesondere von Kraftwagen



* Industrieinstitut für Landmaschinen Poznań, Volksrepublik Polen

† Patentanmeldung in der VR Polen Nr. P 130152

Bild 2
Verbesserter Kraftstoff-Kolbenzähler mit einem photoelektrischen Geber und einem mit dem Zählerkolben verbundenen linearen, optischen Raster (Gesamtansicht)



Im Untersuchungs- und Meßapparatebau des Industrieinstituts für Landmaschinen (Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych) in Poznań wurde ein photoelektrischer Kraftstoff-Kolbenzähler[†] (Bild 1) entwickelt. Dieser erzeugt mit Hilfe photoelektrischer Geber die Informationsimpulse über den ständigen Verbrauch einer Kraftstoffdosis nicht nur in den Endstellungen des Zählerkolbens, — wie es in den bekannten Konstruktionen [1], [2], [3] erfolgt, — sondern auch in den Zwischenstellungen des Zählerkolbens. Dadurch besitzt das Meßgerät eine hohe Meßgerätkonstante (5000 Imp/dm³). Ein elektrischer Impuls bedeutet also einen Kraftstoffverbrauch von 0,2 cm³, was einem Volumen von 5 bis 6 Tropfen ($\approx 0,2$ g) entspricht. Eine so hohe Meßgerätkonstante bedeutet auch, daß ein Meßgerät z. B. für Durchflußmengen von 2 bis 30 dm³/h elektrische Impulse mit einer Frequenz von 3 bis 40 Hz erzeugt.

Der Kraftstoff-Kolbenzähler ist Hauptteil einer Gruppe von Meßgeräten mit verschiedenen Einsatzmöglichkeiten und Betriebseigenschaften. Bild 2 zeigt die Gesamtansicht des Kraftstoff-Kolbenzählers. Das Gehäuse dieses Kolbenzählers ist ebenso wie der Kolben und die Programmleiste in Plexiglas ausgeführt.

Es werden photoelektrische Geber (Photodioden) und eine gemeinsame Lichtquelle benutzt. An die Geber sind ein elektronisches Umschaltensystem von elektromagnetischen Kraftstoffventilen und ein Impulserzeugungssystem für die den Kraftstoffverbrauch signalisierenden Impulse angeschlossen. Im folgenden werden die zwei entwickelten Meßgeräte mit unterschiedlichen Betriebseigenschaften beschrieben.

Durchflußmesser für den Kraftstoffverbrauch der Verbrennungsmotoren von Arbeitsmaschinen, insbesondere von Traktoren

Dieses Gerät (Bild 3) ist für die ständige Messung des Kraftstoffverbrauchs in dm³/h und das Erfassen der verbrauchten Kraftstoffmenge in cm³/h bestimmt. Die Messung erfolgt automatisch, wobei das Analoganzeigergerät die jeweilige Durchflußmenge in dm³/h und das mit einer Nulltaste versehene Digitalanzeigergerät die Gesamtmenge des verbrauchten Kraftstoffes in cm³ angeben.

Das Meßgerät (Blockschaltenschema im Bild 1) besteht aus dem in das Kraftstoffsystem des Motors eingeschalteten,

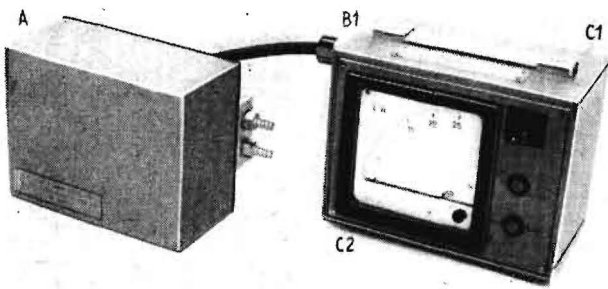


Bild 3. Durchflußmengenmesser für den Kraftstoffverbrauch der Verbrennungsmotoren von Arbeitsmaschinen, insbesondere von Traktoren (Gesamtansicht)

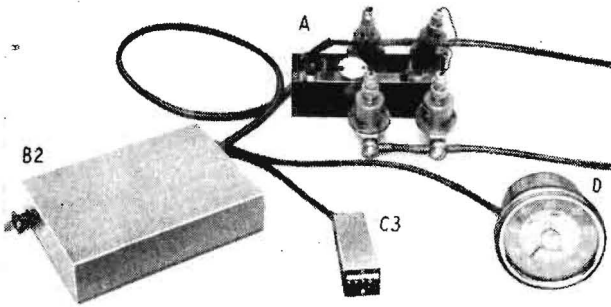


Bild 4. Digitaler Durchflußmesser für den Kraftstoffverbrauch, insbesondere von Kraftwagen (Gesamtansicht)

als Impulsender arbeitenden Kraftstoff-Kolbenzähler A, dem Verarbeitungssystem B 1, dem Digitalanzeigergerät C 1 mit der Nulltaste und dem Analoganzeigergerät C 2.

Im Verarbeitungssystem B 1 werden die vom Kraftstoff-Kolbenzähler A kommenden und den Verbrauch einer bestimmten Kraftstoffmenge anzeigenden Impulse verstärkt und danach durch das Digitalanzeigergerät C 1 zusammengezählt. Gleichzeitig werden die verstärkten Impulse in eine Gleichspannung umgeformt, die der Erzeugungsfrequenz der Impulse und damit der am Analoganzeigergerät C 2 angezeigten Kraftstoffdurchflußmenge proportional ist.

Im Meßgerät wurde überdies ein Umschalter eingebaut, durch den das Digitalanzeigergerät auf das Aufzeichnen von Impulsen umgeschaltet werden kann, die Kraftstoffmengen von $0,5 \text{ cm}^3$ oder 10 cm^3 entsprechen.

Unter Zugrundelegung der Abhängigkeit zwischen der an der Motorkurbelwelle entwickelten Leistung und dem aus den Motorkennlinien entnommenen Kraftstoffverbrauch kann man auf dem Analoganzeigergerät C 2 eine zusätzliche Skala für die an der Motorkurbelwelle entwickelte Leistung auftragen. Diese Teilung gilt nur für einen bestimmten Motor und dabei ohne Berücksichtigung der sich aus der Betriebszeit des Motors ergebenden Änderung der Motorkennlinien. Wie sich aufgrund durchgeführter Analysen feststellen ließ, hat diese Änderung z. B. bei einem Motor „Zetor 4014“ (Motor-Nr. 1139) nach einer Betriebszeit von 2000 h ≈ 5 Prozent betragen.

Digitaler Durchflußmesser für den Kraftstoffverbrauch, insbesondere von Kraftwagen²

Das Meßgerät ist für eine schnelle, automatische Messung des Kraftstoffverbrauchs von Kraftfahrzeugen je Wegein-

heit bestimmt. Die Messung erfolgt automatisch, das in einer Zeit von 1 bis 60 s erreichte Meßergebnis wird durch das Digitalanzeigergerät in $\text{dm}^3/100 \text{ km}$ o. ä. angezeigt. Das Meßgerät kann überdies Kraftstoffmengen mit einem konstanten Volumen (10 cm^3) zusammenzählen.

Das als Gesamtansicht im Bild 4 dargestellte Meßgerät (Blockschaltenschema siehe Bild 1) besteht aus dem in das Kraftstoffsystem des Motors eingeschalteten Kraftstoffzähler A, dem Verarbeitungssystem B 2, dem das verarbeitete Meßergebnis anzeigenden Digitalanzeigergerät C 3 sowie dem Weggeber D (Wegzähler). Der Weggeber D ist ein durch den Kilometerzähler des Geschwindigkeitsmessers des Fahrzeuges angetriebener Miniaturunterbrecher.

Die vom Kraftstoff-Kolbenzähler A kommenden elektrischen Impulse fließen durch das Verarbeitungssystem B 2 (Bild 1) zum Verstärker und werden durch das mit der Nulltaste versehene Digitalanzeigergerät C 3 zusammengezählt.

Das Öffnen und Schließen des Einlasses wird durch eine bistabile Kippstufe gesteuert, die die Impulse vom Weggeber bekommt. Der Weggeber erzeugt Impulse nach dem Zurücklegen einer bestimmten Wegstrecke durch das Fahrzeug, bei dem die Anzahl der durch den Einlaß durchgehenden Impulse den angenommenen Maßeinheiten ($\text{dm}^3/100 \text{ km}$) entspricht. Überdies befindet sich die bistabile Kippstufe nach dem jeweiligen Schließen des Einlasses im Sperrzustand, wodurch der durch das Digitalanzeigergerät C 3 registrierte Meßwert auf beliebige Zeit gespeichert wird. Eine neue Messung ist erst nach Löschung der vorhergehenden möglich.

Bei dem im Bild 4 dargestellten Meßgerät wurde in Anbetracht der Parameter der verwendeten Digitalanzeigergeräte C 3 eine Kraftstoffmenge von 1 cm^3 je km Fahrstrecke zugrunde gelegt. Nach entsprechenden Untersuchungen und Analysen zeichnet sich eine Möglichkeit ab, durch Anwendung von schnellwirkenden Digitalanzeigergeräten das Meßergebnis bereits nach einer Fahrstrecke von 10 m und einer Kraftstoffmenge von $0,01 \text{ cm}^3$ innerhalb von 1 s anzuzeigen.

Schlußbemerkungen

Die Kraftstoff-Kolbenzähler weisen eine Reihe von vorteilhaften Eigenschaften, wie hohe Genauigkeit und lange Nutzungsdauer [4] [5] [6] auf. Der verbesserte und von uns entwickelte Kolbenzähler besitzt noch weitere Vorteile wie den unveränderlichen Wert der Meßgerätkonstante im ganzen Meßbereich und die lineare Abhängigkeit der durch das Analoganzeigergerät C 2 gemessenen Spannung von der Durchflußmenge.

Die Anwendung eines „Traktor-Durchflußmessers“ wird die laufende Kontrolle der Motorbelastung während des praktischen Betriebes ermöglichen, woraus eine rationelle, ökonomisch optimale Anpassung der Arbeitsmaschinen an die Betriebsparameter des Traktors resultiert.

Der ständig im Fahrzeug eingebaute „Kraftwagen-Durchflußmesser“ erlaubt einen wirtschaftlicheren Betrieb des Fahrzeuges, z. B. durch behutsame Betätigung des Gaspedals, den Gangwechsel im entsprechenden Augenblick, die Auswahl der Strecke, Anpassung der Geschwindigkeit u. ä., da man immer feststellen kann, wieviel Kraftstoff bei der jeweiligen Fahrweise und den Bewegungsbedingungen durch den Fahrzeugmotor verbraucht wird. Es ist abzusehen, daß die Beachtung der Meßanzeigen während der Fahrt eine beträchtliche Kraftstoffersparnis erbringen kann.

Die Sonderausführung des Meßgerätes für Transportbetriebe besitzt ein Verarbeitungssystem mit automatischer Anzeigerrepetition und das Digitalanzeigergerät C 3 mit Schreiber, wodurch laufende Registrierung und Kontrolle von direkten Betriebskosten der Fahrzeuge möglich werden.

(Schluß auf Seite 70)

² Patenanmeldung in der VR Polen Nr. 124382

Hydraulisch verstellbare Radgreifer am Traktor aus der ČSSR

Die Arbeitssicherheit beim Einsatz des Traktors in hügeligem Gelände wird unter anderem auch durch das seitliche Abgleiten des Traktors beeinflusst. Bei der Arbeit auf Wiesen mit stärkerem Hanggefälle kommt es besonders nach Regen zu beträchtlichem Radschlupf und seitlichem Abgleiten.

Es gibt bereits Vorrichtungen, die zur Verbesserung der Kraftschlußeigenschaften des Traktors und teilweise auch zur Verminderung des seitlichen Abgleitens dienen können. Dabei handelt es sich meistens um mechanische Vorrichtungen, die für eine bestimmte Zeit an die Hinterräder montiert werden. Der Nachteil dieser verschiedenen mechanischen Greifer besteht darin, daß die entsprechenden Vorrichtungen die ganze Zeit über ständig in Arbeitsstellung verbleiben, gleichgültig, ob ihre Funktion erwünscht ist oder nicht. Das Aufsetzen der Greifer durch den Fahrer ist nur manuell bei stehendem Traktor möglich. Vor Antritt von Transportfahrten auf Wegen bzw. Straßen ist diese Vorrichtung wieder abzunehmen oder zumindest in eine Stellung zu versetzen, in der sie bei der Fahrt nicht hinderlich ist. (Bild 1)

Diese Zusatzgeräte erfüllen nicht die im Einsatz an sie gestellten Anforderungen, nämlich stets dann, wenn es für die Arbeit erforderlich ist, in Tätigkeit zu treten, um insbesondere das Gefühl der Sicherheit zu erhöhen, die Gefahr des Schleuderns und evtl. auch des Kippens auszuschalten und damit Unfälle zu verhüten.

Für den praktischen Einsatz namentlich dort, wo es zeitweilig und streckenweise zum seitlichen Abgleiten des Traktors kommt oder wo die Kraftschlußeigenschaften der Räder verbessert werden müssen, ist es notwendig, die Gleitschutzvorrichtung augenblicklich ohne Fahrtunterbrechung in Tätigkeit treten zu lassen. In diesem Falle können mechanische Greifer ihren Zweck nicht erfüllen.

Die Verwendung hydraulisch verstellbarer Radgreifer im Ausland und in der ČSSR

Bei einer Untersuchung wurde festgestellt, daß man im Ausland verschiedentlich Greiferräder verwendet, deren Eingriffselemente hydraulisch oder pneumatisch verstellbar sind. So wurde z. B. in Australien ein hydraulisches System entwickelt. In einem Falle werden Drucköl und Rücklauföl in Röhren durch den Reifen hindurchgeleitet. Dies ist ungünstig, weil die Einrichtung von außen beschädigt werden kann und weil es schwierig oder ganz un-

möglich ist, die Radspur zu verändern. Bei einer anderen Ausführung werden die Eingriffselemente durch Füllen eines Gummibalgs mit Druckluft in Tätigkeit gesetzt. Der Gummibalg ist zwischen zwei Reifen untergebracht. Die Funktion hängt von einer plötzlichen Luftzufuhr in ausreichender Menge und mit genügendem Druck ab, auch hier sind Beschädigungen leicht möglich.

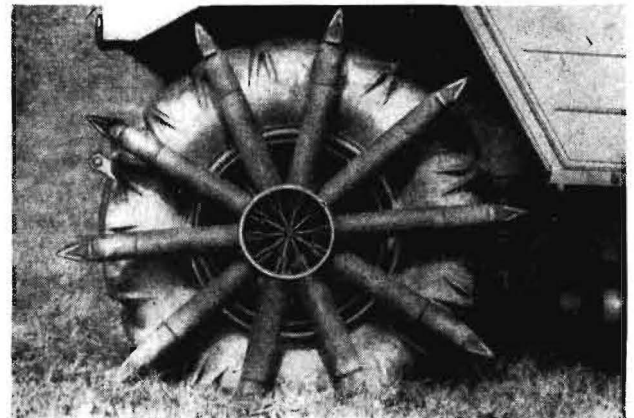
In Westdeutschland und in England gibt es nach der Recherche ebenfalls zwei Ausführungen, die jedoch viel zu kompliziert sind.

Unter Berücksichtigung der ausländischen Erfahrungen wurde jetzt von F. HABARTA beim Forschungsinstitut für Landmaschinen (VUZS) der ČSSR eine geeignete konstruktive Lösung (Bild 2) vorgeschlagen, die während der Fahrt vom Fahrersitz aus zu betätigen ist und auch die Benutzung von Straßen gestattet. Das Greiferrad besteht aus 10 sternförmig angeordneten Röhren, in denen sich ausziehbare Greiferstangen bewegen. Die Greiferräder werden durch 6 Schrauben an den Radfelgen befestigt. Die Greiferstangen sind je nach Arbeit und Bodenart auswechselbar. Die für Wiesen geeigneten Greiferelemente sind den Segmenten von Gitterrädern ähnlich, so daß sie in Arbeitsstellung einem Gitterrad entsprechen. Für Arbeiten beim Wiesenumbruch oder zur Verbesserung der Zugeigenschaften des



Bild 1. Mechanische Greifer an den Traktor-Hinterrädern. Sie sind vor Transportfahrten auf Straßen verhältnismäßig leicht abzunehmen

Bild 2. Greiferrad mit sternförmig angeordneten Röhren, in denen sich die hydraulisch betätigten Greiferstangen bewegen



(Schluß von Seite 69)

Literatur

- [1] RICHTER, K.: Kraftstoff-Verbrauchsmeßgerät Bauart ATUKI. Kraftfahrzeugtechnik (1960), H. 3, S. 87 bis 90
- [2] PRJMAK, P. I.: Izmerenie raschoda topliva ekspluatacionnyh ispytaniyach traktorov (Kraftstoffverbrauchsmessung bei den Betriebsuntersuchungen von Ackerschleppern). NATI, Moskva (1968), Nr. 194, S. 62 und 83
- [3] SCHULTE, K. H.: Gerät zur Kraftstoffverbrauchsmessung bei Stationär- und Fahrzeugmotoren. Kraftfahrzeugtechnik (1966), H. 8, S. 292 bis 294
- [4] RAPPOPORT, D. M. / J. J. MERTECHIN / V. V. CHRIPIN: Poluavtomatičeskaja izmeritel'naja apparatura dlja dinamometričeskich laboratorij (Halbautomatische Meßapparatur für dynamometrische Laboratorien), NATI, Moskva (1968) Nr. 194, S. 27 bis 61
- [5] SCHULTE, K. H.: Meßeinrichtung zur Rationalisierung der Prüfungs- und Forschungstätigkeit in der Landtechnik. Deutsche Agrartechnik (1965), H. 7, S. 333 und 334
- [6] CYWINSKI, M. / J. MENCEL: Paliwomierze cyfrowe, Komunikat z badań (Digitale Kraftstoffmesser. Untersuchungsbericht). PIMR, Poznań (1968), Nr. ewid. 2080
- [7] CYWINSKI, M. / J. MENCEL: Neue Meßgeräte für den Kraftstoffverbrauch von Verbrennungsmotoren nach dem Prinzip der Durchflußmessung. Internationale Elektronische Rundschau Bd. 24 (1970), Nr. 1, S. 7 bis 10
A 7953