

# Elektronisches Drehzahlmeßgerät ED 5/2000

Dr.-Ing. R. Ullmann, KDT, Ingenieurbüro für vorbeugende Instandhaltung Dresden

Im Rahmen des landtechnischen Prüfdienstes ist sehr häufig und aus vielerlei Gründen eine Drehzahlmessung erforderlich, für die es folgende Ziele geben kann:

- Messung von Drehzahlen an Arbeitsorganen von Maschinen, die zur ordentlichen Funktion eingehalten werden müssen
- Messung der Drehzahl zur Überprüfung des Reglers der Einspritzpumpe von Dieselmotoren (Drehzahl stellt hierbei den Diagnoseparameter dar)
- Messung der Drehzahl im Rahmen der Überprüfung des Dieselmotors, der elektrischen Anlage und der Hydraulik eines Traktors oder einer selbstfahrenden Landmaschine (Drehzahlmessung ist zur Einhaltung vorgegebener Prüfbedingungen erforderlich).

Gegenwärtig wird für diese Drehzahlmessungen ein Hand-Tachometer, der nach dem Flichkraftprinzip arbeitet, verwendet (Hersteller VEB Meßgerätewerk Beierfeld). Dieses Meßgerät weist besonders für eine Traktorenüberprüfung folgende Nachteile auf:

- Es erfolgt nur eine momentane Drehzahlmessung. Zeitliche Drehzahlschwankungen bleiben unberücksichtigt.
- Eine Drehzahlmessung im Rahmen einer Komplexüberprüfung eines Dieselmotors erfordert zwei Arbeitskräfte.
- Das Ablesen einer Drehzahl mit einer Genauigkeit von  $\pm 5$  Umdrehungen je Minute ist von der Skale des Hand-Tachometers nicht möglich.

Zur Vermeidung dieser Nachteile wurde das elektronische Drehzahlmeßgerät ED 5/2000 entwickelt. In der gegenwärtigen Ausführungsform des Aufnehmerteils ist es speziell für den Einsatz bei Traktorenüberprüfungen vorgesehen, wobei die Drehzahlabnahme hierzu an der Zapfwelle erfolgt.

Das Meßgerät besteht aus dem Aufnehmer- und dem Anzeigeteil.

## 1. Aufnehmerteil

Das elektronische Drehzahlmeßgerät ED 5/2000 arbeitet mit analoger Anzeige nach dem Impulsverfahren. Als Wandler findet ein induktiver Näherungsinitiator Verwendung (Hersteller VEB Meßgerätewerk Beierfeld). Dieser Wandler basiert auf dem Prinzip eines Aussetzgenerators. Beim Eintauchen eines metallischen Gegenstands, in diesem Fall eines Rohradapters, in den Wirkungsraum des vom Initiator erzeugten Magnetfeldes wird einem elektrischen Schwingkreis Energie entzogen. Dieser Energieentzug bewirkt eine Erhöhung des Speisestroms des Initiators. Im Rhythmus der Drehzahl der Zapfwelle entstehen so als Meßsignal Stromimpulse. Die Drehzahl läßt sich dann nach Gleichung (1) ermitteln zu

$$n = \frac{z}{p} \quad (1)$$

- n Drehzahl (U/min)  
z Anzahl der gemessenen Impulse je Minute  
p Anzahl der Adapterfühler

Bild 1 zeigt einen Schnitt durch das Aufnehmerteil des Drehzahlmeßgeräts. Als Geber für den Aufnehmer dient ein Rohr, das am Umfang vier Bohrungen besitzt. Es werden so vier Impulse je Wellenumdrehung ausgelöst. Fixiert wird das Adapterrohr durch eine Wälzlagerung, die sich im Gehäuse abstützt. Das Gehäuse enthält außerdem den eigentlichen Meßwertaufnehmer sowie zwei Haltetaschen zur Befestigung des gesamten Aufnehmerteils an der Traktorenzapfwelle. Die Kraftübertragung von der Zapfwelle zum Adapterrohr erfolgt durch einen Mitnehmerstift.

Der Meßwertaufnehmer besitzt ein 5 m langes zweiadriges Speisekabel, das bei einer Messung durch eine Koax-Steckverbindung mit dem Aufnehmerteil verbunden wird.

Der verhältnismäßig hohe konstruktive Aufwand für das Aufnehmerteil hat folgende Gründe:

Die Funktionsfähigkeit des Wandlers, d. h. des induktiven

Näherungsinitiators, wird durch den Abstand des Wandlers vom Geber bestimmt. Dieser Wandlerabstand wird im praktischen Anwendungsfall durch zahlreiche Faktoren beeinflusst. Durchgeführte Untersuchungen ergaben im wesentlichen folgende Einflußfaktoren:

- Drehzahl des Gebers
- Werkstoff des Gebers
- Querschnitt des Gebers
- Überstreichfläche des Gebers.

Mit steigender Intensität der Einflußfaktoren verschiebt sich der zulässige Wandlerabstand nach größeren Abständen. Gleichzeitig vermindert sich aber der Toleranzbereich des zulässigen Wandlerabstands.

Um die Funktionsfähigkeit des Aufnehmers zu gewährleisten, ist eine genaue Fixierung des Abstands zwischen Wandler und Geber erforderlich.

Als Geber unmittelbar das Keilwellenprofil der Traktorenzapfwelle auszunutzen, ist praktisch nicht möglich. Das Keilwellenprofil einer Zapfwelle unterliegt zahlreichen Schädigungsprozessen, die zu einer Verminderung der wirksamen Profiltiefe führen. Ebenso ist ein radialschlagfreier Rundlauf der Zapfwelle nur in wenigen Fällen gegeben.

Das Aufnehmerteil wird auf die Zapfwelle aufgesteckt (Bild 2) und durch beide Vorstecker des Zapfwellenanschlusses arretiert. Dabei ist zu beachten, daß das Aufnehmerteil grundsätzlich nur an Zapfwellenanschlüssen nach TGL 7815 angebracht werden darf.

Technische Daten des Aufnehmerteils:

- Speisung des Initiators durch das Aufnehmerteil 4 V  
Masse des Aufnehmerteils 1,6 kg  
Abmessungen (Breite  $\times$  Höhe  $\times$  Tiefe):  
130 mm  $\times$  130 mm  $\times$  110 mm.

## 2. Anzeigeteil

Die Verarbeitung der Aufnehmerimpulse, die annähernd als negative Sinushalbwellen darstellbar sind, zum Anzeigewert erfolgt im Anzeigeteil.

Das Anzeigeteil besteht im wesentlichen aus vier Bausteinen:

- Netzteil
- Impulsformer
- Gleichstromverstärker
- Meßbereichsaufteilung.

Sämtliche Bausteine werden in Leiterplattentechnik ausgeführt und sind durch geräteinterne Steckverbinder austauschbar. Bild 3 veranschaulicht die Wirkungsweise des Anzeigeteils anhand des Blockschaltbildes.

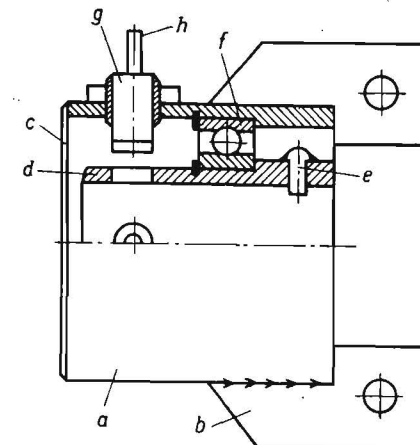


Bild 1  
Aufbau des Aufnehmerteils; a Gehäuse, b Haltetasche, c Verschlussdeckel, d Adapterrohr, e Mitnehmerstift, f Wälzlagerung, g Initiator, h Meßkabel

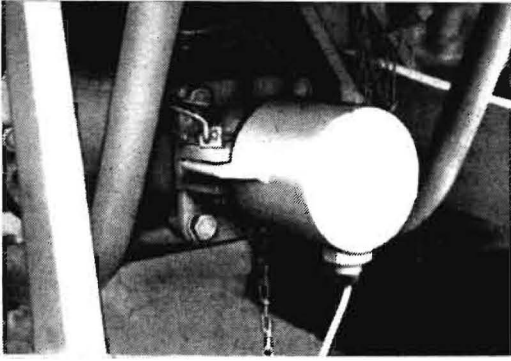


Bild 2. Aufnahmerteil am Traktor ZT 300

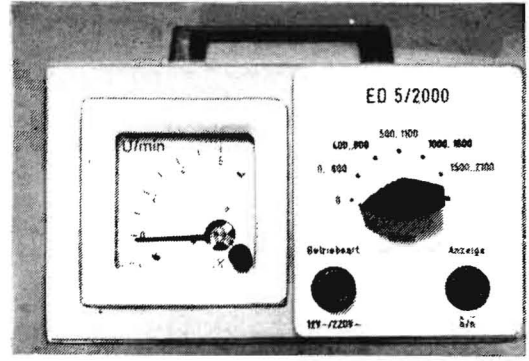


Bild 4. Vorderansicht des Anzeigeteils der elektronischen Drehzahlmeßeinrichtung ED 5/2000

Die Aufnehmerimpulse werden im Impulsformer in Rechteckimpulse mit konstanter Impulsdauer und Impulsamplitude umgeformt. Im einzelnen enthält der Baustein eine Eingangsverstärkerstufe, einen Schmitt-Trigger mit nachfolgendem Differenzglied, einen monostabilen Multivibrator sowie einen Impedanzwandler.

Im nachfolgenden Verstärkerbaustein erfolgt eine Stromverstärkung durch einen zweistufigen direktgekoppelten Transistorverstärker sowie eine Glättung der Rechteckimpulse durch zwei Tiefpässe. Es entsteht so ein Gleichstrom, dessen quantitative Größe proportional der Drehzahl der Zapfwelle ist. Die Anzeige der Drehzahl erfolgt an einem Mikro-Amperemeter. In einem gesonderten Baustein wird durch eine Spannungsteilerschaltung eine Gegenspannung zur Meßspannung erzeugt, die für die Meßbereichsaufteilung (Tafel 1) erforderlich ist. Die Umschaltung der Meßbereiche erfolgt durch einen Zwei-Ebenen-Stufenschalter.

Die elektronische Drehzahlmeßeinrichtung wurde sowohl für Netz- als auch für Batteriebetrieb ausgelegt. Bei Batteriebetrieb erfolgt eine direkte Einspeisung von 12 V Gleichspannung in die Bausteine. Bei Netzbetrieb der Meßeinrichtung ist eine Transformation der Netzspannung mit anschließender Gleichrichtung, Siebung und Stabilisierung der Speisespannung erforderlich. Außer den Leiterplatten-Bausteinen enthält das Anzeigeteil (Bild 4) einen Netztransformator sowie diverse Steckverbinder, Anschluß- und Bedienungselemente, die auf ein Blechchassis montiert werden.

Sämtliche Bedienungselemente sowie das Anzeigeelement befinden sich auf der Frontseite des Anzeigeteilgehäuses, das aus Plast besteht. Die Anschlußbuchsen wurden dagegen auf die Gehäuserückwand verlegt.

Folgende Anschlußbuchsen sind vorhanden:

- Anschluß für das Aufnahmerteil
- Netzanschluß in Form eines Kaltgerätesteckers
- Batterieanschluß für 12 V-
- Sicherungsdose.

Auf der Frontplatte des Gerätegehäuses befinden sich außer dem Anzeigeelement und dem Meßbereichswahlschalter zwei Tastenschalter:

- Taste Betriebsart (Netz- oder Batteriebetrieb — im Bild 4 links, bei Inbetriebnahme der Meßeinrichtung leuchtet eine Kontrolllampe auf)
- Taste Anzeigedynamik (durch Drücken der Taste erfolgt die Anzeige des Effektivwertes, wodurch die Ablesung geringer Drehzahlwerte erleichtert wird).

Technische Daten des Anzeigeteils:

Stromaufnahme  $\approx 100$  mA

Arbeitsfrequenzbereich 1...140 Hz

Masse  $\approx 1,9$  kg

Abmessungen (Breite  $\times$  Höhe  $\times$  Tiefe):

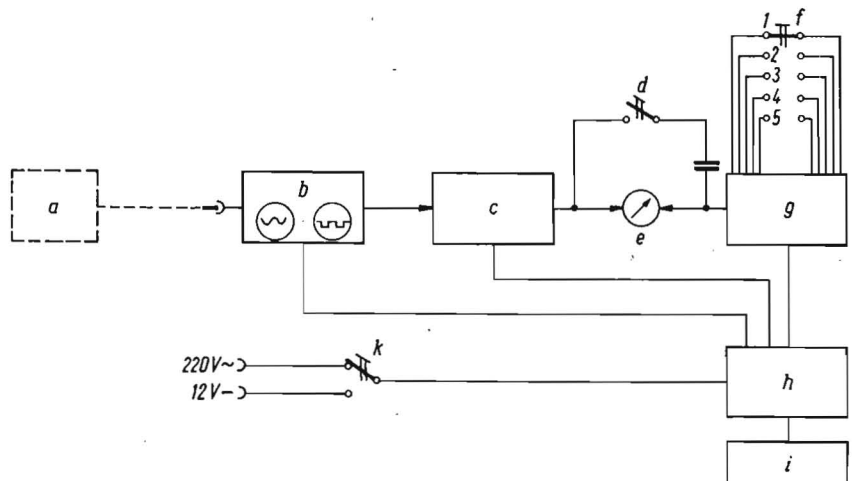
180 mm  $\times$  100 mm  $\times$  190 mm

Als Zubehör zur elektronischen Drehzahlmeßeinrichtung wird ein Netz- und ein Batteriekabel mitgeliefert. Das Batteriekabel ist mit zwei Abgreifklemmen ausgerüstet, wodurch ein Anschluß des Kabels an eine Batterie o. ä. erfolgen kann. Die Meßeinrichtung ist gegen Falschpolung geschützt. Bei Falsch-

Bild 3. Blockschaltbild des Anzeigeteils; a Aufnahmerteil, b Impulsformer, c Gleichstromverstärker, d Anzeigedynamik, e Anzeige, f Bereichsumschaltung, g Meßbereichsaufteilung, h Netzteil, i Netztrafo, k Umschalter für Betriebsart

Tafel 1. Meßbereiche des ED 5/2000

Bereich	Drehzahl in U/min
1	keine Anzeige, Meßeinrichtung ist aber in Betrieb
2	0 ... 600
3	400 ... 600
4	500 ... 1100
5	1000 ... 1600
6	1500 ... 2100



polung des Batteriekabels ist die Meßeinrichtung funktionslos.

### 3. Schlußbemerkungen

Als wesentliche Vorteile der elektronischen Drehzahlmeßeinrichtung sind anzuführen:

- wartungsfreie Ausführung
  - Bereichsaufteilung des Meßbereichs des Anzeigeteils berücksichtigt insbesondere den Bereich von 400...600 U/min für die standardisierte Zapfwellendrehzahl von 540 U/min
  - wahlweiser Netz- und Batteriebetrieb
  - Eignung zur Messung sehr niedriger Drehzahlen
  - kurze Vorbereitungszeit für die Messung.
- Der elektronische Drehzahlmesser ED 5/2000 wurde speziell für

den Einsatz an Zapfwellen von Traktoren und selbstfahrenden Landmaschinen entwickelt. Prinzipiell kann die Meßeinrichtung an sämtlichen Wellen eingesetzt werden. Jedoch ist für den konkreten Anwendungsfall ein gesondertes Aufnehmerteil zu verwenden. An der Entwicklung eines speziellen Aufnehmerteils für den LKW W 50 wird gearbeitet.

Unter Zugrundelegung von vier Impulsen je Wellenumdrehung können Drehzahlen im Bereich von 0 bis 2100 U/min gemessen werden. Bei Verwendung von nur zwei Geberimpulsen je Wellenumdrehung steht der doppelte Meßbereich zur Verfügung. Die Produktion des vorgestellten Meßgerätes wurde aufgenommen, mit der Auslieferung der ersten Geräte ist Anfang 1976 zu rechnen.

A 1103

## Auswechselbare Schlußbeleuchtung an Landmaschinen nach TGL 25868

Ing. M. Berger, Institut für Landmaschinentechnik Leipzig des VEB Weimar-Kombinat

### Notwendigkeit der Heckbeleuchtung

Gegenwärtig wird in der Landwirtschaft noch eine erhebliche Anzahl von Arbeitsgeräten ohne bzw. mit mangelhafter Beleuchtungs- und Signalanlage im öffentlichen Straßenverkehr mitgeführt. Für land- und forstwirtschaftliche Arbeitsgeräte genügt lt. StVZO §61, Abs. 4, als Schlußleuchte eine Laterne mit rotem Licht bzw. bei Arbeitsgeräten über 2,5 m Breite das zusätzliche Anbringen der rot-weiß gestreiften Überbreitenkennzeichen. Die Verkehrsunfallstatistik zeigt jedoch eine besonders große Anzahl von Unfällen — insbesondere Auffahrunfälle —, die auf mangelhafte Schlußbeleuchtung an den Landmaschinen zurückzuführen sind. Da fast alle Landmaschinen aufgrund ihrer Bauart (hervorstehende und scharfkantige Teile) eine besondere Gefährdung im Straßenverkehr darstellen, fordern die zuständigen Dienststellen des Ministeriums des Innern für Neukonstruktionen derartiger Maschinen die gesamte elektrische Heckbeleuchtung

wie am Zugfahrzeug. Wegen der ständig zunehmenden Verkehrsdichte wird darüber hinaus der Anbau einer kompletten Heckbeleuchtung an allen Landmaschinen zur zwingenden Notwendigkeit.

Die Notwendigkeit einer kompletten Beleuchtungs- und Signaleinrichtung ergibt sich vor allem auch daraus, daß die Landmaschinen neben der teilweise unsymmetrischen Bauweise und der damit verbundenen schlechten Erkennbarkeit nur mit geringer Geschwindigkeit bewegt und deshalb von den übrigen Verkehrsteilnehmern überholt werden. Ein sicherer Überholvorgang wird aber wesentlich erleichtert, wenn das zu überholende Fahrzeug auch deutlich in seinem gesamten Ausmaß erkannt wird. Bei land- und forstwirtschaftlichen Arbeitsgeräten ist eine feste Anbringung einer kompletten Beleuchtungs- und Signaleinrichtung aus funktions- und anwendungstechnischen Gründen häufig nicht möglich. Aus diesem Grunde sind an diesen Geräten auch abnehmbare Beleuchtungseinrichtungen zugelassen.

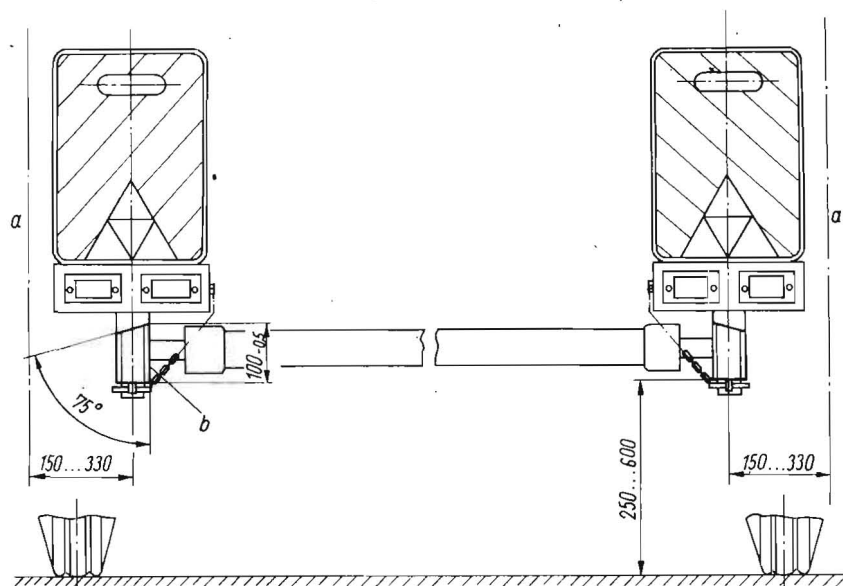


Bild 1. Anschlußmaße der auswechselbaren Schlußbeleuchtung für Fahrzeuge und Geräte; a Außenkante, b Rohrprofil 40 x 40 x 3 (TGL 18803)