

Lastanzeiger für Traktoren

Von Dipl.-Ing. J. REICHELT, Dresden

DK 629. 1-42. 05

Zur untenstehend behandelten Frage des Lastanzeigers weisen wir auf den in Heft 4 (1952) S. 99 gebrachten Aufsatz unseres Mitarbeiters Ingenieur P. Naethbohm, Schwerin, hin.
Die Beurteilung des Problems vom Blickpunkt beider Verfasser aus läßt weitere Diskussionsbeiträge erwarten, die zur Klärung dieser Fragen beitragen werden.
Die Redaktion

In der „Kraftfahrzeugtechnik“ 2. Jg. (1952) H. 9, S. 270 wurde von einem in Entwicklung befindlichen Lastanzeiger für Traktoren berichtet, der auf der Leipziger Messe im Herbst 1952 (Halle Elektrotechnik) bereits an einem IFA-Schlepper „Pionier“ zu sehen war.

Nach auf der Messe erhaltenen Informationen besteht das Gerät aus einem an der Einspritzpumpe zu befestigenden Kontaktgeber (Bakelit-Kästchen von etwa 40 × 40 × 20 mm), dessen geschlitzter, aus dem Geber herausragender Bewegungsfinger mit der Regelstange der Einspritzpumpe durch einen daran angebrachten Stift verbunden ist, so daß die Bewegungen der Regelstange auf den Finger übertragen werden. Bei der Bewegung des Fingers von einer Endlage zur anderen werden im Geber nacheinander vier Kontakte überstrichen, wodurch in einem am Schaltbrett des Fahrzeuges angebrachten Lampenkästchen der Reihe nach vier verschiedenfarbige Lämpchen aufleuchten. Das Aufleuchten der einzelnen Lämpchen zeigt also an, daß die Füllung und damit die Einspritzmenge der Pumpe verändert wird. Eine absolute Wertanzeige liefert das Gerät demnach nicht.

Es ist nun beabsichtigt, aus der Leuchtfarbe einen Anhalt für den augenblicklichen Belastungszustand des Motors herzu-leiten, weil die Einspritzmenge in einem bestimmten Verhältnis mit der Belastung ansteigt, was sich äußerlich in einem größeren Regelweg ausdrückt. Damit soll das Gerät dem Zweck dienen, dem Traktoristen den jeweiligen Belastungszustand seines Motors anzuzeigen, um, wie es in oben angeführtem Aufsatz heißt, „den Kraftstoffverbrauch in das richtige Verhältnis zur vollen Auslastung des entsprechenden Motors zu bringen“. Diese Begründung muß insofern richtiggestellt werden, als zur Erreichung größtmöglichen wirtschaftlichen Nutzens lediglich die Möglichkeit besteht, den Motor hauptsächlich in dem Belastungsgebiet arbeiten zu lassen, dem der überhaupt erreichbare niedrigste Kraftstoffverbrauch zugeordnet ist. In solchem Fall handelt es sich aber kaum um eine „volle Auslastung“, denn die darunter zu verstehende höchste Belastung eines Motors ist niemals mit dem niedrigsten Verbrauch identisch.

Die Problemstellung ist etwa folgende. Der auf eine PSh bezogene Kraftstoffverbrauch eines Dieselmotors zeigt im allgemeinen über der Belastung eine in Bild 1 aufgezeichnete Tendenz. Diese ist abhängig von dem Gemischbildungsverfahren, der Auslegung des Einspritzsystems, der Verbrennung und anderen hier nicht interessierenden Faktoren und für verschiedene Drehzahlen annähernd kongruent. Soll der Motor nun mit dem größtmöglichen wirtschaftlichen Nutzen arbeiten, so darf er nur mit der Belastung betrieben werden, die dem Tiefpunkt im Kurvenverlauf für den spezifischen Kraftstoff-

verbrauch zugeordnet ist (in Bild 1 bei $p_e = 6,7 \text{ kg/cm}^2$). Um diese Belastung nun tatsächlich am Motor einhalten zu können, muß sie auf irgendeine Weise angezeigt werden. Der Lastanzeiger hat damit eine eindeutige, wirtschaftlich wichtige Aufgabe.

Es gilt nun zu untersuchen, inwieweit das vorgesehene Gerät die gestellte Aufgabe erfüllen kann und welche Mängel eventuell im praktischen Betrieb auftreten können. Zu diesem Zwecke sollen die Verhältnisse an einem 6-Zyl.-Deutz-Wirbelkammermotor der Type GM 145 mit 105 mm Bohrung und 140 mm Hub studiert werden, der bei 2400 U/min eine Leistung von 120 PS abgibt. Er wird deshalb dazu herangezogen, weil das in Bild 2 gezeigte Verbrauchs- und Leistungskennlinienfeld

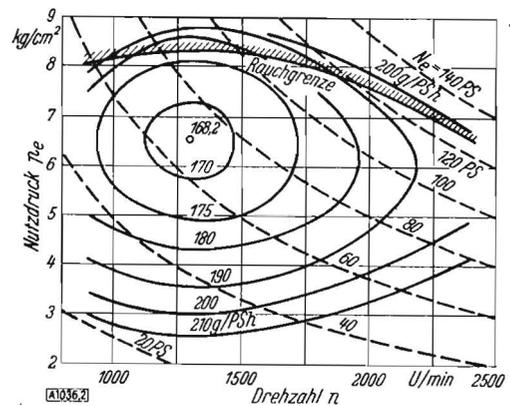


Bild 2 Verbrauchs- und Leistungsschaubild

davon vorliegt, das zur Untersuchung unbedingt erforderlich ist¹⁾. Aus diesem Diagramm wurden zunächst die in Bild 3 gezeichneten Kurven für den spezifischen Kraftstoffverbrauch über der Belastung für die Drehzahlen 1000, 1500 und 2000 U/min entnommen. Um die diesen Kurven zugeordneten Kurvenzüge für die je Pumpenhub einzuspritzende Kraftstoffmenge ebenfalls über der Belastung auftragen zu können, bedient man sich der Beziehung

$$B = \frac{V_h \cdot b_e \cdot p_e}{27000 \cdot 0,86} \text{ mm}^3/\text{Hub.}$$

wobei V_h in Litern, b_e in g/PS h und p_e in kg/cm^2 einzusetzen sind. Für das spezifische Gewicht des Kraftstoffes wurde ein mittlerer Wert von $0,86 \text{ g/cm}^3$ angesetzt.

Man erkennt aus den gewonnenen Kurven, daß der Einfluß der Drehzahl auf die Einspritzmenge sehr gering ist.

Unter Zugrundelegung eines in der Pumpe arbeitenden Elementes von 7,5 mm Kolbendurchmesser und einer Steigung der Steuerkante von 20 mm sowie der im Bosch-Normblatt AKP 11 dafür angegebenen Fördercharakteristik in Abhängigkeit vom Regelweg der Pumpe, ergibt sich die in Bild 3 oben festgelegte Skala für den Regelstangenweg. Danach wird die Leerlaufmenge von etwa $20 \text{ mm}^3/\text{Hub}$ bei 6,5 mm und die Vollastmenge von etwa $85 \text{ mm}^3/\text{Hub}$ bei 11,5 mm Regelweg abgegeben. Der Motor arbeitet dabei rauchfrei. Ordnet man dieser 5,0 mm langen Regelskala nun die Lampenskala unter

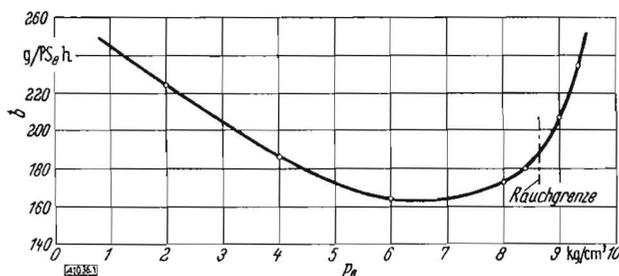


Bild 1 Spez. Brennstoffverbrauch mit Düse 4 × 0,35, 150° m = 1000 min.

¹⁾ Z. VDI Bd. 87 (Sept. 1943) Nr. 37/38, S. 604.

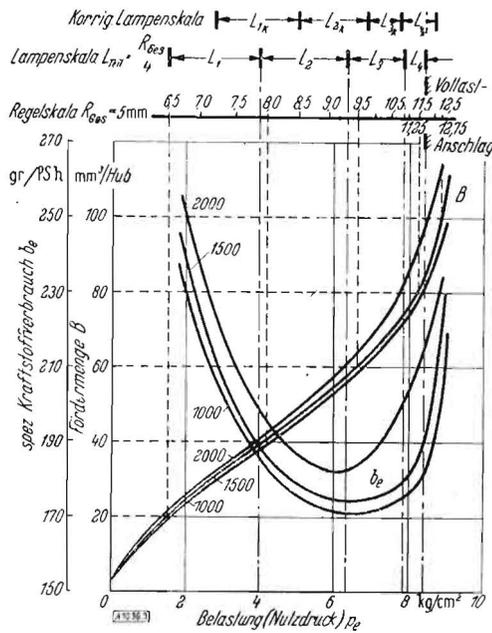


Bild 3 Skala des Regelstangenweges

Berücksichtigung gleicher Regelstangenwege zu, so ergibt sich mit zunehmender Belastung eine kleiner werdende Skalenteilung im Diagramm. Für die Skalenteile L_1 , L_2 , L_3 und L_4 können nun folgende Verhältnisse aus dem Diagramm entnommen werden:

L_1 leuchtet bei Belastung $p_e = 1,5$ bis $4,0$ kg/cm^2 , der Kraftstoffverbrauch schwankt zwischen 270 bis 190 $g/PS h$.

L_2 leuchtet bei Belastung $p_e = 4,0$ bis $6,3$ kg/cm^2 , der Kraftstoffverbrauch schwankt zwischen 190 bis 170 $g/PS h$.

L_3 leuchtet bei Belastung $p_e = 6,3$ bis $7,9$ kg/cm^2 , der Kraftstoffverbrauch schwankt zwischen 170 bis 200 $g/PS h$.

L_4 leuchtet bei Belastung $p_e = 7,9$ bis $8,4$ kg/cm^2 , der Kraftstoffverbrauch schwankt zwischen 200 bis 220 $g/PS h$.

Das Belastungsgebiet mit dem niedrigsten Kraftstoffverbrauch bei allen Drehzahlen liegt also zwischen L_2 und L_3 und wird demnach nicht durch Aufleuchten einer Warnlampe angezeigt. Im praktischen Betrieb müßte nach dem Diagramm danach getrachtet werden, daß der Motor bei Aufleuchten von L_2 oder L_3 gefahren wird, weil dann noch einigermaßen vertretbarer Verbrauch erzielt wird. Keinesfalls darf aber bei Aufleuchten von L_1 und L_4 längere Zeit gearbeitet werden. Die der niedrigsten Einspritzmenge zugehörige Lampe L_1 zeigt also nicht etwa auch das Belastungsgebiet mit dem niedrigsten Kraftstoffverbrauch an. Die eingezeichnete korrigierte Lampenskala gibt das verbrauchsmäßig günstigste Belastungsgebiet durch L_{2k} genau an.

Man erkennt aus dem Diagramm unschwer die Tatsache, daß es sehr auf die Teilung der Lampenskala eines solchen Gerätes ankommt und daß die Zuordnung dieser Skala zu den Verbrauchskurven über der Belastung von eminenter Bedeutung ist, wenn das Gerät zu einer wirtschaftlicheren Betriebsweise unserer Schlepper die Voraussetzungen bieten soll. Das Gerät muß deshalb für jeden Motortyp besonders ausgelegt sein und außerdem an dem einzelnen Anbaumotor ganz genau justiert werden, da die Regelwege, wie nachgewiesen werden konnte, sehr kurz ausfallen und schon geringe Verschiebung der Lampenskala die Richtigkeit der Anzeige in Frage stellen kann. Besondere Schwierigkeiten hinsichtlich der Justierung sind vor allen Dingen bei einem notwendigen Pumpenwechsel anlässlich einer Pumpenreparatur oder einer Überprüfung und Neueinstellung der Pumpe zu erwarten. Abgesehen davon, daß das Gerät vom Lieferwerk für einen bestimmten Motortyp genau eingestellt sein muß, besteht die Möglichkeit einer Fehl-anzeige allein schon dadurch, daß die Fördercharakteristik der Wechsellampe niemals genau den gleichen Werten für den

Regelweg entspricht. Sollte dies aber bei Verwendung des genannten Gerätes zur Bedingung erhoben werden müssen, so wird die Einstellung einer Pumpe auf Fördermengengleichheit bei gleichen Regelweg langwierig und damit kostspielig.

Solange der Anbau des Gerätes am fabrikmäßigem Schlepper im Schlepperwerk erfolgt, das auf Grund der Bremsprotokolle jedes einzelnen Motors in der Lage ist, die richtige Zuordnung der Lampenskala zur Verbrauchscharakteristik zu treffen und gegebenenfalls die Richtigkeit der Anzeige am Motorprüfstand zu überprüfen, wird der Wert des Gerätes nicht angezweifelt werden können. Anders verhält es sich aber bei einem nachträglichen Anbau an einem Schlepper, weil die Möglichkeit einer Nachprüfung auf Richtigkeit der Anzeige nicht gegeben ist.

Ein gewisser Nachteil wird in der Lampenskala gesehen, da ein in der Bewegungstendenz verfolgbare Zeiger fehlt, wie er jedem anderen üblichen Anzeigergerät eigen ist. Es sollte deshalb erwogen werden, ob das vermutlich aus Billigkeitsgründen gewählte Lampenkästchen nicht besser durch ein Zeigerinstrument ersetzt wird, das für eine Überwachung größere Vorteile bietet. Dies erfordert vermutlich einen etwas komplizierteren Aufbau des Gebers.

Aus diesen Erwägungen heraus taucht die Frage auf, warum nicht grundsätzlich bei unseren Motoren zum Zwecke der Erzielung größerer Wirtschaftlichkeit ein die Motordrehzahl angegebener Drehzahlmesser angewandt wird, auf dessen Skala durch Grenzmarken das mit günstigem Kraftstoffverbrauch zu befahrende Drehzahlgebiet gekennzeichnet ist. Die Einhaltung einer bestimmten Drehzahl ist für die beabsichtigte Maßnahme in gleicher Weise geeignet, wie aus Bild 4 hervorgeht. Das Überschreiten der Grenzmarken ist das Signal zum Schalten für den Fahrer.

Der Einbau und die Anwendung eines solchen Drehzahlanzeigers ist wesentlich einfacher und außerdem ist dieses Gerät

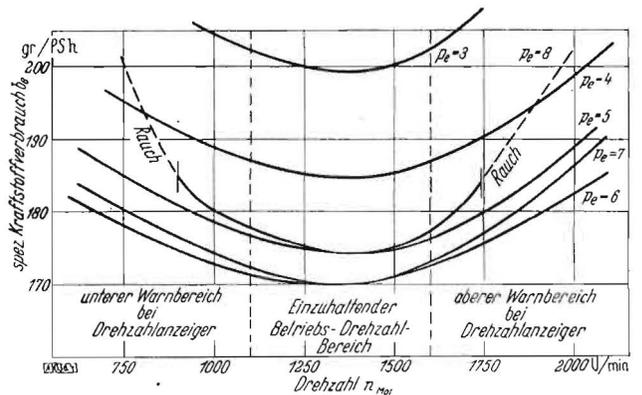


Bild 4 Drehzahlanzeiger

sicher weniger störanfällig als der neue Lastanzeiger. Man sollte sich nämlich der Tatsache nicht verschließen, daß die Kleinheit und Feinheit des Lastanzeigers in einem sehr ungünstigen Verhältnis zu dem robusten Schlepperbetrieb steht. Neben der anzuzweifelnden Rüttelfestigkeit des Gerätes liegt ein Nachteil auch in der besonders bei Feldarbeit zu erwartenden nicht vermeidbaren Verschmutzung des Gebers, dessen Kontakte dadurch in der Stromüberleitung behindert werden können. Die Folge ist der Ausfall einzelner Lampen oder auch der gesamten Anlage.

Es wäre begrüßenswert, wenn die hier aufgeworfenen Fragen in einer sachlichen technischen Stellungnahme des Erfinders oder des Lieferwerkes des genannten Lastanzeigers behandelt würden. Infolge mangelnder Informationsmöglichkeit auf der Messe besteht die Möglichkeit, daß der Verfasser auf wesentliche, hier außer acht gelassene Dinge nicht aufmerksam wurde. Seine und die auch in Kreisen der MTS aufgetretene Skepsis dem Gerät gegenüber könnte durch eine solche Stellungnahme vielleicht beseitigt werden.