

Filter für Dieselkraftstoffe. Teil II¹⁾

Von Obering. K. RICHTER, Dresden

DK 629.1-42:621.436

Filterprüfstand

Zur Untersuchung von Dieselkraftstoff-Filtern wurde der in Bild 13 gezeigte Prüfstand aufgebaut.

Der zur Prüfung erforderliche verschmutzte Kraftstoff wird in den Behälter 1 eingefüllt und während der Versuchsdauer durch ein Rührwerk 2 in Bewegung gehalten. Die Förderung des Kraftstoffes durch das Filter kann wahlweise durch eine normale Dieselkraftstoffpumpe 3 oder durch Druck 4 erfolgen. Der Förderdruck wird durch ein Feinmeßmanometer 5 und der Druckverbrauch des Filters 6 durch Bestimmung des Differenzdruckes mittels U-Rohrmanometer 7 gemessen. Mit dem Nadelventil 8 wird die Menge des durchfließenden Kraftstoffes geregelt. Der Schwimmerdurchflußmesser 9 wird zum Konstanthalten des Durchflusses benutzt. Die genaue Messung des in der Zeiteinheit durchlaufenden Kraftstoffes erfolgt volumetrisch über ein geeichtes Zwischengefäß 10 mit gleichzeitiger Ermittlung der Durchlaufzeit.

Der zunächst in dem geeichten Zwischengefäß aufgenommene gefilterte Kraftstoff wird anschließend zur Bestimmung der durch das Filter gegangenen Verschmutzung über eine Glasfritte 25 G 4 II mit einer mittleren Porenweite von 1,5 bis 4,3 μ abgesaugt. Die Fritte und die darauf zurückgehaltenen Schmutzteile werden zur Entfernung des Dieselkraftstoffes mit Leichtbenzin ausgewaschen, getrocknet und aus der Gewichts-differenz der Fritte vor und nach dem Versuch die Schmutzmenge bestimmt.

Zur Kontrolle der Verschmutzung des Dieselkraftstoffes während des Versuches werden vor dem Filter Kraftstoffproben entnommen.

¹⁾ Teil I wurde in Heft 1 (1954) veröffentlicht.

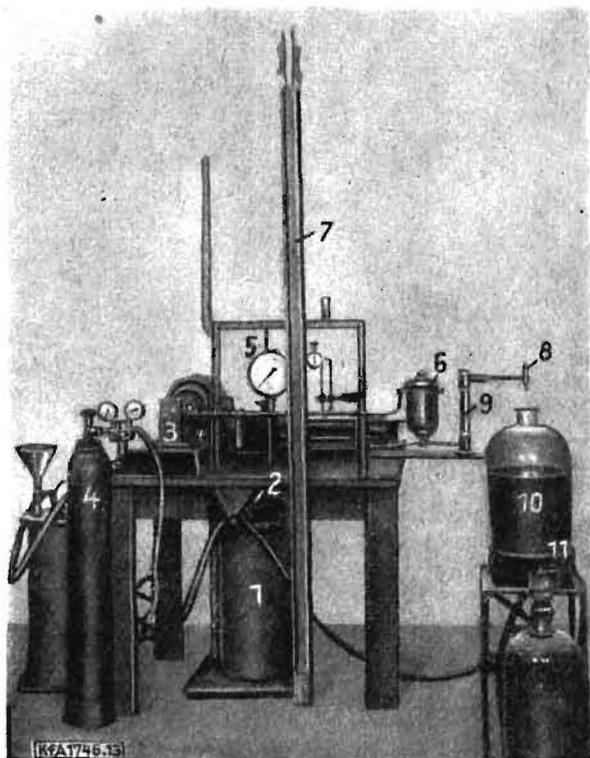


Bild 13. Filterprüfstand

1 Kraftstoffbehälter, 2 Rührwerk, 3 Dieselkraftstoffpumpe, 4 Druckluftflasche, 5 Feinmeßmanometer, 6 Druckentnahmestellen, 7 U-Rohrmanometer, 8 Nadelventil, 9 Schwimmerdurchflußmesser, 10 geeichtes Zwischengefäß, 11 Glasfritte

Zur Verschmutzung des Kraftstoffes wurde ein Gemisch von (Bild 14) 80 Gewichtsteilen Flugasche mit einer Korngröße von 1 bis 150 μ und 20 Teilen geschlämmtes Kaolin, dessen Korngröße zwischen 0,5 und 3 μ lag, verwendet. Die Versuche wurden anfangs mit einem Schmutzgehalt des Kraftstoffes von 5 g/h entsprechend 0,17 Volumenprozent und später ausschließlich mit 0,5 g/l oder 0,017 Volumenprozent durchgeführt. Der zu den Versuchen verwendete Dieselkraftstoff hatte eine Viskosität von 1,58 E bei 20° C, ein spezifisches Gewicht von 0,866 g/cm³. Hartasphalt war keiner vorhanden, der Conradsontest ergab 0,03%.



Bild 14. Prüfstaubgemisch aus 80% Flugasche und 20% geschlämmtem Kaolin

Als Kennwerte wurden ermittelt:

1. der Druckverlust im sauberen Filter,
2. der Druckverlust während der Verschmutzung,
3. die Menge der durch das Filter nicht zurückgehaltenen Verschmutzung.

Ergänzt wurden diese Werte durch Mikroaufnahmen des durch die Fritten zurückgehaltenen Staubes.

Ermittlung des Druckverlustes im Filtergehäuse A und B DIN 73358.

Nach DIN 73358 wird für das komplette Dieselkraftstoff-Filter der Größe A im Neuzustand eine Durchflußmenge von 90 und für die Größe B 120 l/h bei einer Druckhöhe von 1 m gefordert.

Um die für den eigentlichen Filterkörper verfügbare Druckhöhe zu ermitteln, wurde zunächst nur der Druckverlust der Filtergehäuse ohne Filtereinsatz bestimmt. Die festgestellten Druckverluste (Bild 15) waren überraschend hoch. Die Ursachen für den hohen Druckverlust liegen ausschließlich in dem Ringstück B 8 DIN 7622 und der Hohlschraube A 8 DIN 7623. Ein Austausch gegen Rohrverschraubung nach DIN 2370 ergibt einen erheblichen Druckgewinn. Der Druckgewinn ist so groß, daß damit ein erheblicher Teil der Förderschwierigkeiten für den Kraftstoff bei Vorliegen geringer Druckhöhen (Fall-Kraftstoff) beseitigt werden kann, ohne auf gute Filter, die allgemein einen höheren Druckverlust haben, verzichten zu müssen.

Untersuchungsergebnisse

Filtzfiltereinsätze Größe E für Filtergehäuse A DIN 73358.

Die Untersuchungen wurden begonnen mit vier Filzfiltern der Größe A, die Anlaß zu Beanstandungen gegeben hatten. Die Filter zeigten trotz gleicher Filterqualität bereits äußerlich einen unterschiedlichen Aufbau. Der Filter 1 (die Nummerung ist erst bei Durchführung der Versuche erfolgt) bestand aus je 5 Filter- und Zwischenscheiben, während bei den Filtern 2 bis 4 je 6 Filter- und je 7 Zwischenscheiben vorhanden waren. Die Pressung der Filterpakete bei der Einbaulänge war in der Reihenfolge der Benummerung 0,14, 0,63, 0,81 und 1,87 kg/cm³. Durch die Pressung der Filze nahm das Raumgewicht von 0,419 im unbelasteten Zustand über 0,441, 0,480, 0,490 auf 0,509 g/cm³ im eingebauten Zustand zu und das Porenvolumen entsprechend ab. Als Folge der durch die unterschiedliche Pressung erhaltenen Dichte der Filze war der Durchfluß (Bild 16) auch stark unterschiedlich. Von diesen vier Filtern genügte in bezug auf den Durchfluß nur der Filter 1 mit 90 l/h den Anforderungen.

Wie bei den Durchlaufversuchen zeigt sich auch bei der Verschmutzung der Einfluß der Pressung, also der Dichte des Filzes auf den Filterwirkungsgrad (Bild 17).

Der sehr weiche Filter 1 (fehlende Filzscheibe) hat im Mittel einen Filterwirkungsgrad von 90%, während der sehr stark zusammengedrückte Filter Nr. 4 98% hat. Allerdings ist der erforderliche Förderdruck wesentlich höher.

Die Ursache für den geringen Wirkungsgrad bei Filter 1 sind die zwischen den Trennstellen der Filz- und Zwischenscheiben durchgespülten Schmutzteile. Diese Durchbrüche sind kenntlich an der Eintrübung des Kraftstoffes nach dem Filter und Absinken des Differenzdruckes. Die Versuchspunkte, bei denen Durchbrüche erfolgten, sind in der Darstellung durch Pfeile gekennzeichnet. Damit übereinstimmend wurden immer größere Schmutzmengen auf der Fritte und abfallende Wirkungsgrade erhalten.

Die mikroskopische Untersuchung (Bild 18) des in der Fritte zurückgehaltenen Staubes zeigt, daß die Durchbrüche an den Trennstellen der Filz- und Zwischenscheiben erfolgen müssen, da

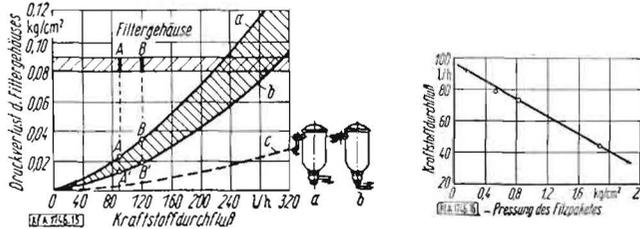


Bild 15. Druckverlust im Filtergehäuse A und B DIN 73358 ohne Filterkörper

Bild 16. Einfluß der Pressung des Filzpaketes auf den Durchfluß. Filter A DIN 73358 Förderdruck $p = 0,09 \text{ kg/cm}^2$

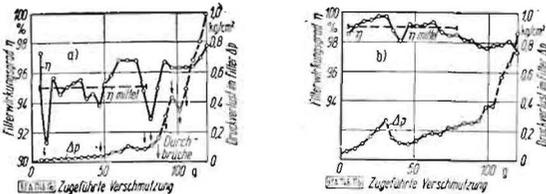


Bild 17. Einfluß der Pressung des Filzpaketes auf den Filterwirkungsgrad und Druckverlust $Q = 25 \text{ l/h}$, Kraftstoffverschmutzung $0,5 \text{ g/l}$

durch die Filzscheiben so große Teilchen nicht durchgespült werden können. Bei Durchbrüchen entsteht an der Trennstelle eine örtliche Abnahme des Strömungswiderstandes, die eine größere Geschwindigkeit der Flüssigkeit an dieser Stelle mit weiterer Auflockerung zur Folge hat.

Wird der innere Rand der Filzscheibe erreicht, nimmt der Anteil der an dieser Stelle durchströmenden Menge schlagartig zu und reißt entsprechend des größeren Querschnittes ungerinigten Kraftstoff durch (Eintrübung).

Der Einfluß der Dichte des Filzpaketes auf die durchgelassene Korngröße ist auch aus Bild 19 ersichtlich. Entsprechend dem Filterwirkungsgrad (Bild 17) ist das durchgelassene Korn bei dem sehr losen Filter 1 sehr grob (Bild 19) und am feinsten bei dem harten Filter 4. Bei diesen Versuchen wurde der Kraftstoff stetig zugeführt.

Auf Grund der Beobachtungen, daß sehr oft zu Beginn der Kraftstoffentnahme eine Eintrübung des durch den Filter ge-

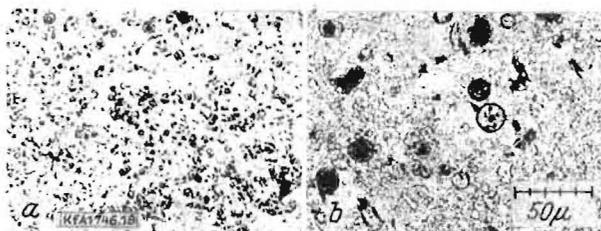


Bild 18. Teilchendurchgang durch die Filter $Q = 25 \text{ l/h}$, Verschmutzung $0,5 \text{ g/l}$
a normale Filterung, b Durchbruch

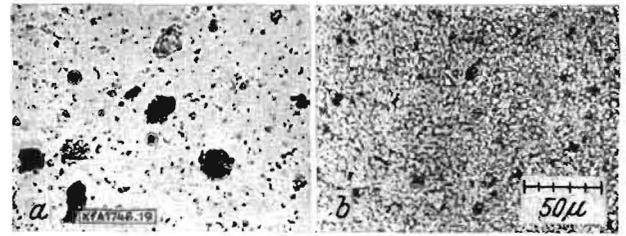


Bild 19. Teilchendurchgang durch die Filter $Q = 25 \text{ l/h}$, Verschmutzung $0,5 \text{ g/l}$
a Pressung des Filzpaketes $0,14 \text{ kg/cm}^2$, b Pressung des Filzpaketes $1,87 \text{ kg/cm}^2$

gangenen Kraftstoffes festgestellt werden konnte, wurde bei dem Filter 2 jeweils nach 5 Minuten der Durchfluß gesperrt und, nachdem der Differenzdruck null war, der Durchfluß wieder freigegeben. Es zeigte sich, daß hierdurch der mittlere Wirkungsgrad von 92,8 und 91,4% abnahm. Eine Änderung der Staubzusammensetzung wurde nicht festgestellt. Als Ursache für die Eintrübung zu Beginn des Durchflusses kann angenommen werden, daß bei Wegfall der Strömung die Schmutzschicht von der Filteroberfläche in den Schlamraum abfällt. Damit fällt aber auch die Unterstützung der Filterwirkung durch diese Schicht fort, und es werden zunächst die am Filterpaket haftengebliebenen feinen Stauteile durchgespült. Nach dem Aufbau einer neuen Schmutzschicht läuft der Kraftstoff wieder optisch klar aus dem Filter. Der Einfluß der Schmutzschicht auf der Filteroberfläche auf den Wirkungsgrad ist auch aus Bild 20 ersichtlich. Bei hoher Verschmutzung (Kurve 1) der Kraftstoffe wird die Filteroberfläche sehr rasch mit einem dichten Filterkuchen überzogen und die großen Unterschiede in der Filterwirkung der Einsätze 1 bis 4 bei geringer Verschmutzung (Kurve 2) verschwinden. Im ersteren Fall kommt allein die Filterwirkung des Filterkuchens zur Geltung, und der Grundwirkungsgrad des eigentlichen Filters wird von untergeordneter Bedeutung.

Ähnlichen Einfluß hat auch die Höhe der Kraftstoffverschmutzung. Bei geringer Kraftstoffverschmutzung oder geringer Durchflußgeschwindigkeit bei hoher Kraftstoffverschmut-

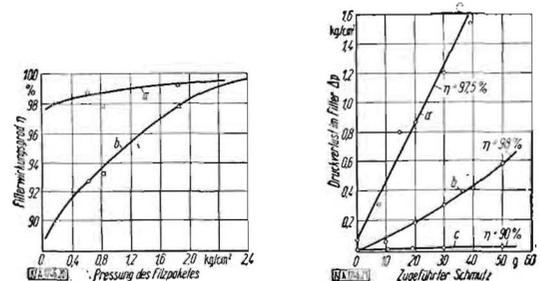


Bild 20. Mittlere Filterwirkungsgrade von Filzfiltern (A DIN 73358) abhängig von der Pressung und der Kraftstoffverschmutzung bei einem Kraftstoffdurchfluß von 25 l/h

a Kraftstoffverschmutzung $4,9 \text{ g/l}$, b Kraftstoffverschmutzung $0,5 \text{ g/l}$

Bild 21. Filterwiderstand, abhängig vom Durchfluß und der Verschmutzung

a $Q = 90 \text{ l/h}$, Kraftstoffverschmutzung $4,9 \text{ g/l}$
b $Q = 25 \text{ l/h}$, Kraftstoffverschmutzung $4,9 \text{ g/l}$
c $Q = 25 \text{ l/h}$, Verschmutzung $0,5 \text{ g/l}$

zung ist die in der Zeiteinheit an die Filterfläche herangeführte Staubmenge klein und der damit auf dieser gebildete Filterkuchen dünn und ergibt nur geringe zusätzliche Filterwirkung (Bild 21).

Die an den Filtern 1 bis 4 gezeigten Möglichkeiten der Anpassung der Filzfilter an den erforderlichen Wirkungsgrad durch Veränderung der Pressung der Filzpakete hat aber nur dann Erfolg, wenn ein feinfädiger Filz verfügbar ist. Bei ungeeigneten und vor allem ungleichmäßig aufgebauten Filzen ist, wie Bild 22 zeigt, eine Anpassung des Filterwirkungsgrades durch die Pressung des Filzpaketes nicht möglich. Ursachen waren die in diesen Filzen vorhandenen stärkeren Faserteile, die ein gleichmäßiges Verdichten des Filzes nicht zulassen. Trotz der hohen Pressung beim Filter 8 mit $1,95 \text{ kg/cm}^2$ ist dessen Wirkungsgrad erheblich schlechter als der des Filters 6 mit nur $0,7 \text{ kg/cm}^2$ Pressung.

(Schluß in H. 3)