

Filter für Dieselkraftstoffe. Teil III¹⁾

Von Obering. K. RICHTER, Dresden

DK 629.1-42:621.436

Reinigen der Filter

Um weiterhin einen Einblick zu bekommen, in welchem Umfange saubere Kraftstoffe durch die Weiterverwendung verschmutzter Filter verunreinigt werden können, wurden Filter nach Versuchsende mit je 60 l reinem Kraftstoff nachgespült.

Allgemein zeigt sich hier, daß beim Durchlauf von reinem Kraftstoff noch erhebliche Mengen Staub aus dem verschmutzten Filter herausgeschafft werden (Bild 23). Dabei tritt eine

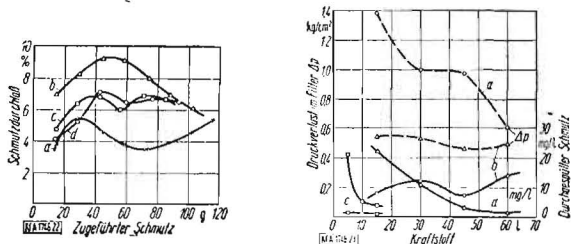


Bild 22. Rohstoffeinfluß auf die Filterwirkung von Filzfiltern ($Q = 60 \text{ l/h}$, Kraftstoffverschmutzung $0,5 \text{ g/l} = 0,018 \text{ Vol\%}$)
 a $p = 0,7 \text{ kg/cm}^2$ Porenvolumen $v_p = 80\%$
 b $p = 1,0 \text{ kg/cm}^2$ Porenvolumen $v_p = 77\%$
 c $p = 1,12 \text{ kg/cm}^2$ Porenvolumen $v_p = 77\%$
 d $p = 1,95 \text{ kg/cm}^2$ Porenvolumen $v_p = 73,5\%$

Bild 23. Reinigung von Filzfiltern
 a) Kraftstoffverschmutzung $0,5 \text{ g/l}$ } anschl. mit reinem DK gespült
 b) Kraftstoffverschmutzung 5 g/l }
 c) Mechanische Reinigung durch Abwaschen in DK mit nachfolgendem Spülen im Prüfstand

Reinigung des Filterkörpers und eine Auflockerung des Filterkuchens ein, die sich in der Verminderung des Druckverlustes auswirkt.

Obwohl bei der Verschmutzung der Kraftstoff-Filter die Versuche bei einer Schmutzbelastung von $0,5 \text{ g}$ und 5 g/l Kraftstoff bis zur vollständigen Füllung des Filters *A* mit 110 bis 115 g , also gleichem Endzustand, durchgeführt wurden, zeigte sich, daß die Filter, die hierfür den zehnfachen Kraftstoffdurchsatz benötigen (Kurve *a*), schneller einen Kleinstwert der Schmutzabgabe erreichen. In diesem Falle wird bereits während der Filterung ein größerer Teil der feinsten Verunreinigungen aus der Gesamtmenge herausgeschafft werden. Bei den Versuchen mit einer Verschmutzung von 5 g/l , also den sehr schnell erschöpften Filtern (Kurve *b*), wird bei der Spülung nicht nur aus dem Filterkörper, sondern auch aus der darauf sitzenden Schmutzschicht eine größere Menge herausgewaschen.

Um zu prüfen, welchen Erfolg die übliche Reinigung der Filterkörper durch Auswaschen bringt, wurde dieser nach dem Waschen im Prüfstand nochmals zusätzlich durchgespült. Die Kurve *c* zeigt, daß ein einfaches Auswaschen nicht genügt, da dann noch erhebliche Schmutzteile im Filterkörper vorhanden sind.

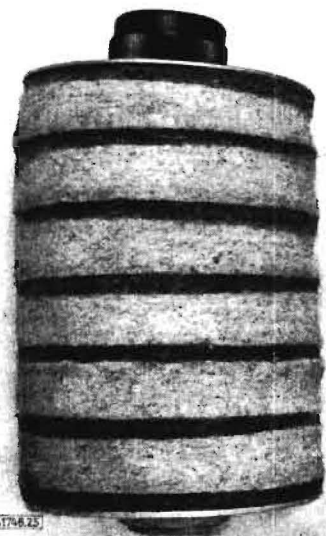


Bild 25. Schlecht aufgebautes Filzfilterpaket

KRAFT

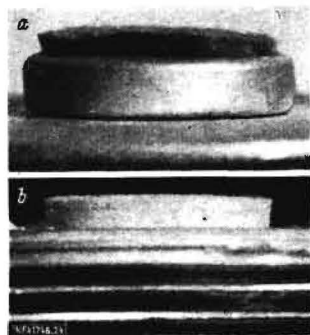


Bild 24. Ausführung der Enddichtung von Filterpaketen *a* schlecht, *b* gut

Einfluß des mechanischen Aufbaues auf die Filterung

An dieser Stelle soll gleich noch auf die Bedeutung des einwandfreien mechanischen Aufbaues der Filter hingewiesen werden. Um eine einwandfreie Dichtung der Dichtflächen (Bild 24) der Filter mit dem Kraftstoff-Entnahmerohr zu erreichen, müssen die aufeinanderliegenden Filzflächen vollkommen

plan sein. Das Entnahmerohr muß an der Dichtstelle eine saubere Oberfläche haben. Die einzelnen Filterscheiben müssen plan sein, und die Abweichung der Parallelität (Bild 25) der einzelnen Filzscheiben darf $0,2 \text{ mm}$ nicht überschreiten. Damit wird erreicht, daß der Anpreßdruck auf die Oberflächen der Scheiben gleichmäßig verteilt wird und keine Stellen im Filterkörper vorhanden sind, an denen bevorzugte Durchströmung möglich ist.

Die Federkonstante der Feder zum Anpressen der Enddichtungen muß so hoch gewählt werden, daß mit Sicherheit die Reibung der Filzdichtung am Kraftstoff-Entnahmerohr überwunden wird und ein noch ausreichender Anpreßdruck an den Dichtflächen vorhanden ist. Als Federkraft muß bei dem Filter Größe *A* mindestens 8 bis 10 kg und für die Größe *B* 14 bis 15 kg vorhanden sein.

Untersuchung von Papierfiltereinsätzen der Größe F für Filtergehäuse B DIN 73358

Als erstes wurden Blockfilter aus gewellten Filterscheiben mit einem Mahlgrad SR 11 und einem Gewicht von $0,5 \text{ g}$ je Scheibe untersucht. Der Druckverlust des sauberen und auch des verschmutzten Filters (Bild 26) ist mit dem bei Filzfiltern festgestellten übereinstimmend. Obwohl der Wirkungsgrad besser ist als der des Filzfilters, genügt diese Anordnung noch nicht den Ansprüchen. Die für die Filterung zur Verfügung stehende Filteroberfläche war mit 335 cm^2 übereinstimmend mit der der Filzfilter.

Die Versuche wurden anschließend mit Labyrinthfiltern, bei denen die eigentlichen Papierfilter aus Fasern verschiedenen Mahlgrades hergestellt waren, fortgesetzt.

Bei den 2-g-Scheiben war es möglich, in dem Filterkörper der Größe *F* 1500 cm^2 und bei den 1-g-Scheiben 2100 cm^2 wirksame Filteroberfläche unterzubringen.

Infolge der großen Filterfläche liegen die ermittelten Durchflußwerte bei den unverschmutzten Filtern (Bild 27) erheblich besser als die der Filzfilter. Auch bei den Verschmutzungsversuchen zeigten diese Filter ein sehr gutes Verhalten.

Das Filtermaterial SR 11/0,5 g und SR 11/2 g genügt (Bild 28) den Anforderungen an die Filterung noch nicht. Der Filter läßt noch Korngrößen bis 15μ (Bild 30) durch und der Filterwirkungsgrad liegt zwischen 92 bis 96 bzw. 96 bis 98% . Wesentlich besser ist bereits der Filter SR 18/1 g.

¹⁾ Teil I s. H. 1 (1954) S. 10; Teil II s. H. 2 (1954) S. 59.

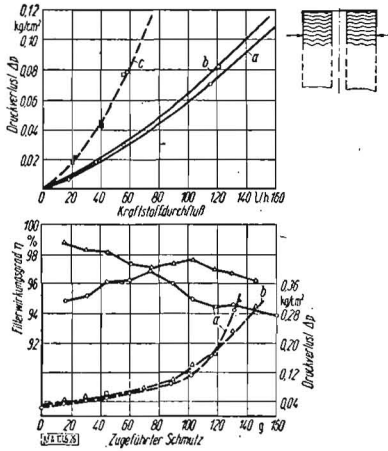


Bild 26. Filterwirkung von Filz- und Papier-Blockfiltern (B DIN 73358) ($Q = 58 \text{ l/h}$, Kraftstoffverschmutzung $0,5 \text{ g/l}$)
a Filzfilter
b Papier-Blockfilter
c nach Aufnahme von 72 g Schmutz

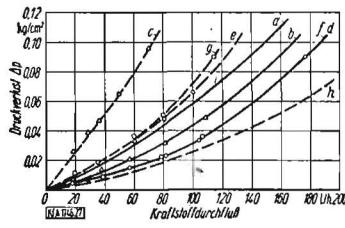


Bild 27. Einfluß des Filtermaterials auf den Druckverlust und Verstopfungsneigung des Filters B DIN 73358
a Filzfilter $\gamma_{\text{sch}} = 0,250 \text{ g/cm}^3$
b Papierfilter Mahlgrad SR 18, Gewicht 2 g
c Papierfilter Mahlgrad SR 18, Gewicht 2 g, 80 g Schmutz
d Papierfilter Mahlgrad SR 18, Gewicht 1 g
e Papierfilter Mahlgrad SR 18, Gewicht 1 g, 80 g Schmutz
f Papierfilter Mahlgrad SR 20, Gewicht 1 g
g Papierfilter Mahlgrad SR 20, Gewicht 1 g, 80 g Schmutz
h Filtergehäuse

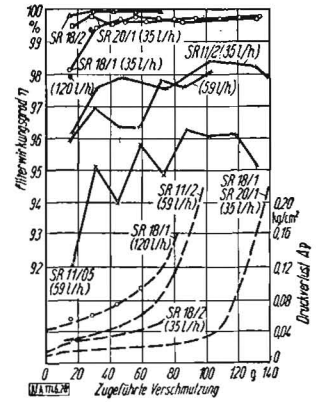


Bild 28. Filterwirkungsgrad und Druckverlust bei Papierfiltern verschiedener Faserfeinheit (Mahlgrad SR) und Filterdicke (Gewicht)

Obwohl der Anfangswirkungsgrad mit 98% noch relativ niedrig liegt, ist die Filterwirkung bereits gut und steigt rasch mit zunehmender Verschmutzung. Die anfänglich noch durch das Filter gegangene Korngröße liegt bei 8 bis 10μ . Auch bei Steigerung des Durchsatzes von 35 l/h auf 120 l/h tritt kein wesentliches Absinken des Wirkungsgrades ein. Der Filter SR 20/1 g ist noch besser, da Anfangs- und mittlere Wirkungsgrade praktisch übereinstimmend sind. Auf Grund der Versuche ist dem Filter SR 20/1 g der Vorzug zu geben.

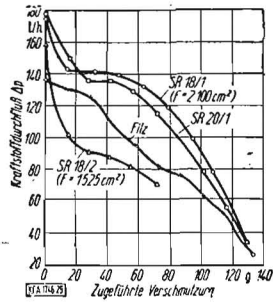


Bild 29. Einfluß der Filterverschmutzung auf den Kraftstoffdurchfluß bei $\Delta p = 0,09 \text{ kg/cm}^2$

Praktisch gleichwertig sind in dieser Beziehung die Filter SR 18/1 g und SR 20/1 g. Trotzdem auch bei diesem Filter noch Schmutzteile bis zu 8 bis 10μ durchgelassen werden, bestehen gegen die Verwendung keine Bedenken, da durch den

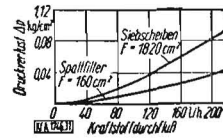


Bild 31. Druckverlust der sauberen Spalt- und Siebscheibenfilter

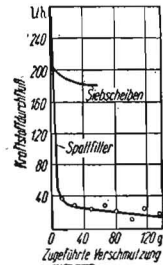


Bild 33. Einfluß der Filterverschmutzung auf den Kraftstoffdurchfluß bei Spalt- und Siebscheibenfiltern $\Delta p = 0,09 \text{ kg/cm}^2$

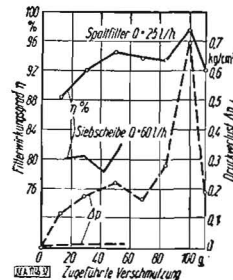


Bild 32. Filterwirkungsgrad von Spalt- und Siebscheibenfiltern

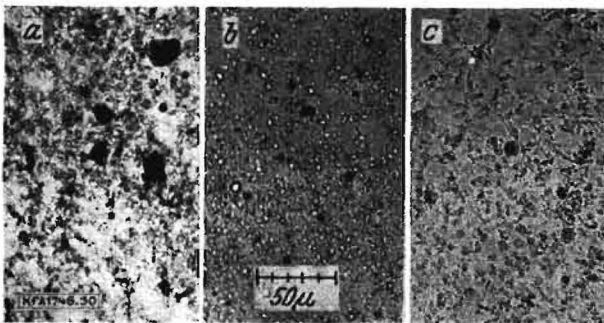


Bild 30. Teilchendurchgang durch Papierfilter (Kraftstoffverschmutzung $0,5 \text{ g/l}$)
a Filtermaterial SR 11/0,5 g
b Filtermaterial SR 18/1 g
c Filtermaterial SR 20/1 g

ist die Darstellung des Kraftstoffdurchsatzes bei einem $p = 0,09 \text{ kg/cm}^2$, abhängig von der zugeführten Verschmutzung (Bild 29), wichtig.

Aus dieser Darstellung ergibt sich, daß das Filter SR 18/2 g sehr empfindlich auf die Verschmutzung ist und gegenüber dem Filzfilter viel früher zum Verstopfen neigt.

hohen Filterwirkungsgrad die Menge des zugeführten Schmutzes und damit der Verschleiß der Pumpenelemente geringer sein wird. Ein weiterer sehr wichtiger Vorteil der Papierfilter ist die gegenüber den Filzfiltern viel gleichmäßigere Fertigung. Damit sind die Unsicherheiten im Filterwirkungsgrad der Filzfilter (Bild 22) beseitigt, und ungeklärter Verschleiß der Einspritzpumpen kann nicht eintreten.

Obwohl der Filter SR 20/1 g einen hohen Anfangswirkungsgrad hat, ist dem Faserstoff SR 18/1 g mit Rücksicht auf Kraftstoff mit höherem Harz- bzw. Asphaltgehalt der Vorzug zu geben, weil durch die etwas größeren Poren aus dem Filterkuchen zu Beginn der Verschmutzung ein Teil der feinsten Körnung herausgespült wird und die unmittelbar auf der Filteroberfläche liegende Schmutzschicht dann keine so dichte Packung hat; die Verstopfungsneigung durch Harze und Asphalt wird geringer. Die Mikroaufnahmen zeigen die gute Endwirkung (Bild 30). Die Unterschiede in der durchgelassenen Korngröße zwischen den Filtern SR 18 und 20 sind nur gering. Über das Verhalten der Papierfilter bei harz- und asphalt-haltigen Kraftstoffen müssen noch Untersuchungen durchgeführt werden. Dabei soll auch die Frage der Imprägnierung der Faser zum Verkleinern der Oberfläche durch Einbetten

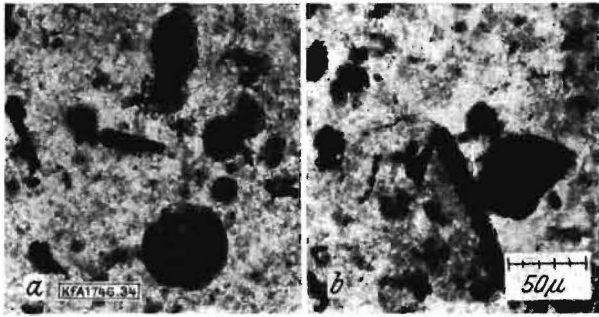


Bild 34. Teilchendurchgang bei Spalt- und Siebscheibenfiltern
a Siebscheiben b Spaltfilter

der Oberflächenrauigkeiten und die durch das Imprägniermittel mögliche Verringerung der Adhäsion für die Harze und Asphalte geklärt werden.

Spalt- und Siebscheibenfilter

Zum Abschluß sollen noch die Filtereigenschaften der Siebscheiben- und Spaltfilter erwähnt werden.

Auf Grund ihres Aufbaues sind diese Filter bei harz- und asphaltfreien Kraftstoffen für eine ausreichende Filtrierung nicht geeignet.

Die großen Maschen- und Spaltweiten ergeben wohl geringe Druckverluste (Bild 31), aber der Filterwirkungsgrad (Bild 32) ist sehr schlecht. Während das Siebscheibenfilter praktisch nicht verschmutzt, ist das Spaltfilter gegen Verschmutzung (Bild 33) sehr empfindlich.

Bei der Verschmutzung setzen sich die Spalten, die etwa 0,6% der Filteroberfläche haben, sehr rasch zu.

Zwar steigt hierbei der Filterwirkungsgrad an, aber der Durchfluß wird ungenügend. Die Mikroaufnahmen (Bild 34) des durchgespülten Schmutzes zeigen die Unwirksamkeit beider Filter anschaulich.

Im Rahmen der Untersuchung der Papierfilter auf ihr Verhalten gegenüber harz- und asphaltartigen Kraftstoffen soll der Siebscheibenfilter, der bei diesem Kraftstoff infolge der katalytischen Wirkung des Metallgewebes auf die Ausscheidung der Harze und Asphalte vorteilhaft sein kann, mitgeprüft werden.

Zusammenfassung

Die Arbeiten an den Dieselmotoren-Filtern sind durch hohen Verschleiß der Einspritzpumpen und Einspritzdüsen für Dieselmotoren erforderlich geworden [1 bis 4].

Nach Entwicklung und Aufbau eines Prüfstandes für Kraftstoff-Filter wurden zunächst Filter der Größe A DIN 73358, bei denen ungenügende Wirksamkeit festgestellt wurde, untersucht.

Ursache für den nichtausreichenden Filterwirkungsgrad waren einmal willkürliche Änderungen an den Filtern, wie Kürzen von Federn, Verringerung der Zahl der Filzscheiben zur Erhöhung des Durchflusses und zum anderen auch Fertigungsmängel und ungenügende Filzqualitäten.

Das Ergebnis dieser Untersuchung war, daß mit den Filzfiltern kaum ausreichende Filtrierung in bezug auf die durchgelassene Schmutzmenge und Korngröße selbst bei Verwendung hochwertiger und sehr dichter Filze erreicht werden kann. Nachteilig ist ferner, daß mit zunehmender Filzdichte ein relativ hoher Druckbedarf des Filters vorhanden ist.

Aus diesem Grunde wurden in Zusammenarbeit mit IFA-FEW-Außenstelle, Berliner Vergaserfabrik und der Hartpappenfabrik Polenz entsprechende Versuche mit Papierfiltern durchgeführt.

An sich ist die Feinfiltration, wenn keine Rücksicht auf den Durchfluß genommen werden muß und ausreichender Förderdruck vorhanden ist, ohne weiteres möglich.

Zweck der Versuche mit den Papierfiltern war, Filtermaterial und Filterformen zu finden, die sowohl der Anforderung an die Filtrierung als auch an den Durchfluß genügen. Als weitere Forderung war zu beachten, daß mit Rücksicht auf die bereits

in großer Zahl in Betrieb befindlichen Filtergehäuse die neuen Filterpakete in diesen untergebracht werden können.

Literatur

- [1] Dierichs: Erfahrungen in der Verwendung von Kraft- und Schmierstoffen beim Betrieb von Ackerschleppern. Kraftfahrzeugtechnik (1951) S. 275 bis 277.
- [2] Freyther: Einfluß verschiedener Kraftstoffe auf den Verschleiß von Einspritzpumpen. Kraftfahrzeugtechnik (1952) S. 241 bis 244.
- [3] Franke: Ausfälle an Schleppermotoren durch mangelhafte Qualität von Dieselmotoren. Kraftfahrzeugtechnik (1952) S. 202 und 203.
- [4] Böldicke: Die Störung an Einspritzpumpen und Düsen. Kraftfahrzeugtechnik (1952) S. 301 bis 305.
- [5] Austen und Goodridge: Filter für Dieselmotoren und Verschleiß von Einspritzelementen. Automobile Engineer (1951) Nr. 3, S. 100.

Anmerkung der Redaktion

Zum besseren Verständnis verschiedener Bilder bitten wir, die nachfolgenden Ergänzungen zu beachten:

Bild 1. a Leerraum, b Kapillarsystem, c Kraftraum.

Bild 5. a Baumwolltuch, b Blockfilz, c Papier, d Lumpenpapier mit 1% Wachs imprägniert.

Bild 6. a ohne Filter, b Baumwolltuch, c Blockfilz, d Papier, e Lumpenpapier mit 1% Wachs imprägniert.

Bild 7. a vollständige Siebscheibe, b Sickenscheibe, c Stützgewebe.

Bild 9. a Filz mit einem Raumgewicht = 0,226 g/cm³ und Porenvolumen $v_p = 83\%$.

b Filz mit einem Raumgewicht = 0,468 g/cm³ und Porenvolumen $v_p = 65\%$.

Bild 11. a Oberfläche, b schräg geschnitten.

Bild 12. a Papierfilter in Labyrinthführung, b Papierfilter mit sternförmig gefalteten Papierstreifen.

Bild 15. a Anschlüsse nach DIN 73358, durch Ringstücke B 8 DIN 7622 und Hohlschrauben A 8 DIN-7623, b Anschlüsse mit Nippel nach DIN 7320, c Druckverlust durch Entnahmehohr.

Bild 17. Links: Filter 1 ($p = 0,14 \text{ kg/cm}^2$); rechts: Filter 4 ($p = 1,87 \text{ kg/cm}^2$).

Die Bilder 9 und 11 müssen ausgetauscht werden, wie dies auch aus den Bildstocknummern ersichtlich ist. A 1473

Ersatzteil-Kollektiv Hinniger

Immer wieder kamen in den vergangenen Jahren die Probleme der Ersatzteilversorgung in unserer Zeitschrift zur Aussprache. Viele gute Anregungen und Vorschläge wurden dabei von unseren Lesern eingebracht und mancher Gedanke daraus inzwischen in die Tat umgesetzt. Wenn nun am 27. Januar 1954 ein neuer Schritt vorwärts auf dem Wege zu einer besseren Ersatzteilversorgung getan wurde, dann darf unsere Zeitschrift es sich als Verdienst anrechnen, durch ihre ständige Initiative wesentlich beigetragen zu haben, daß verantwortliche Kollegen im Sektor Landtechnik die Dringlichkeit der Lösung des Ersatzteilproblems eingesehen haben und nun alle Kräfte einsetzen wollen, daß man bald nicht mehr von der Ersatzteilnot sprechen muß.

Auch der Fachverband Agrartechnik in der KdT muß in diesem Zusammenhang erwähnt werden, dessen Anregung zu der ersten allgemeinen Aussprache am 27. Januar 1954 im Hause der KdT Berlin führte. Im Mittelpunkt dieser Veranstaltung stand das Referat von Koll. Hinniger (HV V-MTS-Min. f. Land- u. Forstwirtschaft) über die Ersatzteilplanung und Belieferung unserer MTS. Er faßte seine Überlegungen in einer Reihe von Empfehlungen an die Versammlung zusammen, um in gemeinsamer Beratung eine Arbeitsgrundlage für die Neugestaltung der Ersatzteilversorgung zu erzielen. Der am Schluß einer lebhaften Diskussion aus der Versammlung eingebrachte Vorschlag zur Bildung eines Ersatzteilkollektivs sichert dieses gewünschte Ergebnis. Ersatzteilspezialisten aus MTS und Ersatzteil-Betriebskontoren werden danach, zusammen mit Kollegen vom Min. f. Land- und Forstwirtschaft, der Staatlichen Plankommission und dem Staatlichen Komitee für Materialversorgung, unter Leitung des Koll. Hinniger Richtlinien für die neuen Wege in der Ersatzteilplanung und -versorgung erarbeiten und damit Sofortmaßnahmen einleiten, die eine Besserung der Situation zum Ziel haben. Über die Ergebnisse werden wir zur gegebenen Zeit berichten.

Dem Ersatzteil-Kollektiv Hinniger gehören unsere besten Wünsche für eine erfolgreiche Arbeit. Wenn das Kollektiv die nötige Initiative aufbringt und energisch an die Beseitigung der Mißstände herangeht, dann braucht uns um den Erfolg nicht bange zu sein.