

## Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim

der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin · Direktor: Prof. Dr. S. Rosegger

Aus der Arbeit des Instituts

# Zyklon-Filteranlage des IfL als Alleinfilter

DK 629.114.2:621.436

Von Dipl.-Ing. H. LUGNER und Ing. G. ZAUNMÜLLER

Auf Grund des erfolgreichen Einsatzes der „Filteranlage für Gase“ [1] des IfL als Kombinationsfilter bei fast allen in unserer Republik produzierten Schleppern wurde während des Jahres 1954 in Zusammenarbeit mit dem Schlepperwerk Brandenburg und dem Zentralen Technischen Dienst Schönebeck ein Breitenversuch durchgeführt. Er bezweckte, den maximalen Anwendungsbereich der IfL-Filteranlage für Motore im landwirtschaftlichen Einsatz festzustellen.

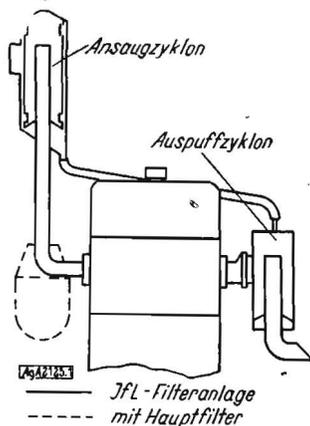


Bild 1. Schema der IfL-Filteranlage

### Die IfL-Filteranlage

bezweckt sowohl die Reinigung der für den Motor benötigten Verbrennungsluft zur Senkung des Motorverschleißes als auch die Abscheidung von Funken aus den Auspuffgasen zur Verhütung der Brandgefahr.

Die Anlage (Schema Bild 1) besteht aus einem Ansaugzyklon zur Reinigung der vom Motor benötigten Verbrennungsluft und aus einem Auspuffzyklon, der grundsätzlich dieselben Abmaße wie der Ansaugzyklon besitzen kann. Der Ansaugzyklon (Schnitt Bild 2) sollte ursprünglich nur eine Vorabscheidung des Staubes durchführen. Daher wurde ihm bei der serienmäßigen Filteranlage vor allem aus Sicherheitsgründen als Hauptfilter der Ölbadfilter TEWA 04/60 (Schnitt Bild 3), eine gut gelungene Entwicklung des IVK der TH Dresden, nachgeschaltet. Im Sinne einer Verbesserung der Filteranlage würde ihm die schwierige Aufgabe einer Feinreinigung, d. h. vor allem Abscheiden von Staubgrößen von 5 bis 7  $\mu$  aus der vom Motor angesaugten Luft, zufallen. Der Ansaugzyklon wurde grundsätzlich so ausgelegt, daß große Staubabscheidungsöffnungen und Kanäle möglich wurden, was durch den Anspruch auf eine absolute Funktionssicherheit bei Verwendung der Anlage in der Landwirtschaft begründet ist. Dement-

sprechend wurde auf eine Austragung des Staubes ins Freie verzichtet, da sie kleine Staubabscheidungsöffnungen verwenden muß, um in den Staubabscheidungsgraden dem Zweck zu entsprechen. Der vom Ansaugzyklon abgeschiedene Staub muß aus einem Staubsammelraum (Staubkammer) abgesaugt werden (Bild 1 und 2).

Der Auspuffzyklon (Schnitt Bild 4) zwingt durch die Rotation der Auspuffgase an seinem Mantel einem etwaigen Funken oder einer Flamme einen langen Weg auf, so daß sie schon auf Grund der zum Zurücklegen dieses Weges benötigten Zeit verlöschen. Der Löschvorgang wird dadurch verstärkt, daß der lange Weg längs des kälteren Außenmantels eine Abkühlung der Auspuffgase mit sich bringt. Darüber hinaus werden die größten Funken, also diejenigen mit der meisten Zündgefahr, innerhalb des Zyklons abgeschieden. Die Abscheidung braucht aus dem vorgenannten Funktionsgrund nicht so intensiv zu sein wie im Ansaugzyklon, jedoch besteht auch im Auspuffzyklon die Möglichkeit, die großen Funken in einer Funkenkammer (entsprechend der Staubkammer) abzulagern und ausbrennen zu lassen. Die Funkenkammer ist von Zeit zu Zeit zu reinigen, jedoch reinigt sie sich bei Überfüllung auch von selbst. Ein Aussetzen der Funktion ist durch das Versäumen der Wartung nicht gegeben, jedoch kann eine Funktionsminderung eintreten. Der Auspuffzyklon erzeugt trotz Überdruck der Auspuffgase in seinem Wirbelkern Unterdruck (Sog), der zur Absaugung aus der Staubkammer des

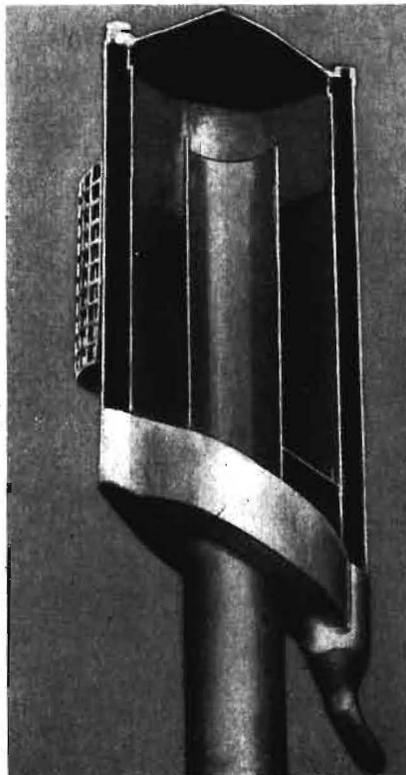


Bild 2. Ansaugzyklon

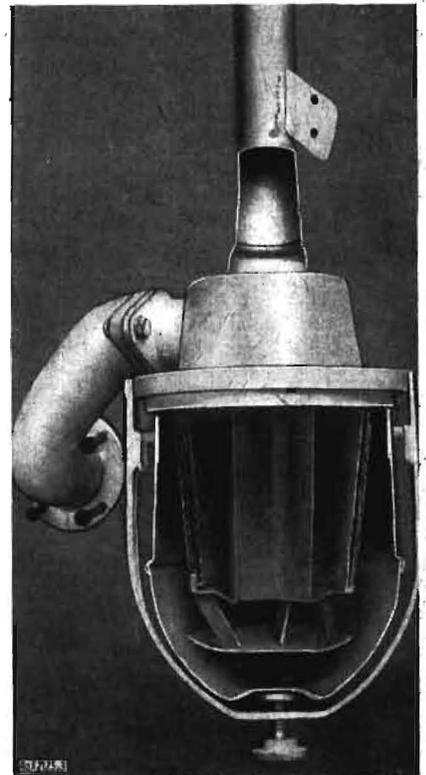


Bild 3. Ölbadfilter TEWA 04/60 (Schnitt)

Ansaugzyklons verwendet wird. Die Schlauchverbindung beider Anschlüsse wird mit Schellenband abgedichtet.

#### Versuche mit der IfL-Filteranlage

Auf die Untersuchung der Staubbeaufschlagung und -zusammensetzung mußte aus organisatorischen Gründen und im Sinne des Breitenversuches verzichtet werden. Dieser Verzicht ist für Verschleißuntersuchungen unter Einsatzbedingungen üblich, zumal die in der Landwirtschaft auftretenden Staube z. B. weder bezüglich ihres spezifischen Gewichts noch bezüglich ihrer Korngrößenverhältnisse hinreichend bekannt sind. Der Mittelwertbildung des Verschleißes liegen daher mittlere Verhältnisse der Staubbeschaffenheit und der Staubbeaufschlagung zugrunde. Die veränderlichen Staubverhältnisse auf den verschiedenen Böden können infolge des vielseitigen landwirtschaftlichen Einsatzes für eine Mittelwertbildung bei Verschleißmessungen solange herangezogen werden, als aus ihnen für den gegebenen Einsatz nicht mittlere Staubbeaufschlagungen abzuleiten sind. Dieser langwierige Weg kann zwar für eine Dimensionierung der Filteranlage als wünschenswerte Voraussetzung angesehen werden, ist für die Mittelwertbildung der Verschleißes jedoch bisher nicht üblich und auch nicht notwendig, da der Verschleiß nicht nur von den Staubverhältnissen, sondern auch von den oftmals weit einflußreicheren Betriebsverhältnissen des Motors abhängt, die im landwirtschaftlichen Einsatz gleichfalls als Mittelwerte auftreten.

Somit bleibt lediglich zu untersuchen, ob durch die Art der Filteranlage die in der Natur auftretenden Staubqualitäten verarbeitet und vom Motor ferngehalten werden können. Die dafür übliche Beurteilungsgrundlage, der Entstaubungsgrad, d. h. das Verhältnis der Gewichte des vom Filter abgeschiedenen zum angesaugten Staubgewicht, birgt ohnehin eine Verzerrung der Tatsachen insofern in sich, als eine Vielzahl kleiner Staubkörner (z. B. 5 bis 7  $\mu$  Feinstaub) nur wenig wiegt, während dieselbe Vielzahl gerade die Hauptursache für den Verschleiß ist. Aus diesem Grunde liegt die Größe des notwendigen Entstaubungsgrades in der Landwirtschaft bisher üblicherweise um 98%. Jeder Zuwachs über diese Prozentzahl erfaßt somit vorrangig Feinstaub und ist insofern bezüglich des Motorenverschleißes besonders wichtig.

Da der Entstaubungsgrad wiederum von der Staubzusammensetzung abhängt, wurden die Korngrößen in Feldversuchen am Versuchsträger KS 07/62 auf Bornimer Sanden (starke Verschleißförderer) untersucht. Hierbei ist eine Bestimmung der Prozentsätze angesaugten Staubes kleiner Korngrößen nicht möglich, da ein Teil derselben durch den Motor geht. Es mußte daher von der Zusammensetzung des Naturstaubes über die

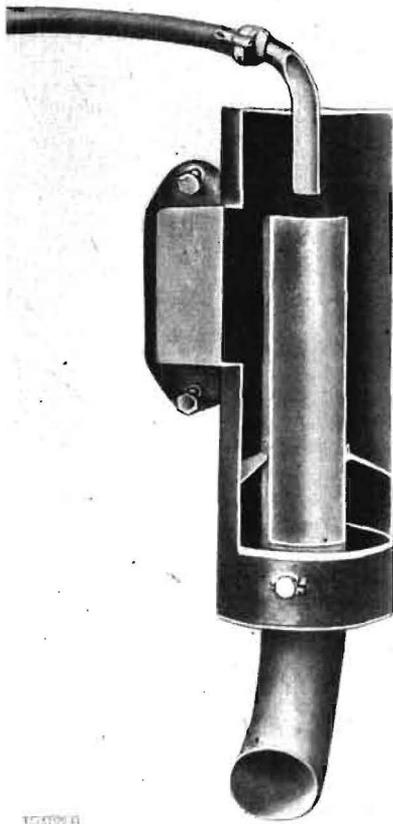


Bild 4. Auspuffzyklon (Schnitt)

großen erfaßbaren Korngrößen auf die kleinen verschleißbildenden Korngrößen geschlossen werden. Die Untersuchung ergab, daß bei einer Höhe von 2,15 m über dem Boden noch immer 6 bis 7% Staubkörner in der Größenanordnung von 200 bis 300  $\mu$  angesaugt wurden. Dieses läßt darauf schließen, daß der in mitteldeutschen Ackerverhältnissen ärgste Verschleißfaktor, nämlich der Kieselsand (Quarz), zumindest bei Ketten-schleppern mit einem relativ großen Prozentsatz grober Körner behaftet ist. Wenn die zur Prüfung verwendeten Staube bei gleichem Grundmaterial daher mit einem kleineren Prozentsatz grober Körner ausgestattet werden, dann muß die Filteranlage imstande sein, den Einsatzbedingungen zu entsprechen. Zur genaueren Bestimmung der Entstaubungsgrade wird üblicherweise die Filteranlage auf Prüfständen vermessen. Hierbei wurden Naturablagerungen von Kieselstauben verwendet und die Korngrößen von über 100  $\mu$  abgesiebt. Der mit Prüfstaub 100 bezeichnete Absieb von natürlicher Staubablagerung mit einem spezifischen Gewicht des einzelnen Kornes von 2,59 g/cm<sup>3</sup>, in dem somit alle im Einsatz vorkommenden Feinstaub im richtigen Verhältnis vorhanden sein müssen, ist wesentlich feiner als der im Feldversuch vom Zyklon angesaugte Staub. Die mit dem Prüfstaub erreichten Entstaubungsgrade bei normaler Auslastung des Motors betragen unter Berücksichtigung einer 0,5% igen Meßgenauigkeit im Mittel 99,2% bei serienmäßig gebauten Filtern, bei einem Versuchszyklon im Maximum 99,7%.

#### Versuchsdurchführung

Hierdurch erscheint bewiesen, daß die Zyklonfilteranlage des IfL anderen üblichen Filteranlagen im Entstaubungsgrad bei gegebenen Korngrößenverhältnissen zumindest gleichwertig ist, daher die Mittelwertbildung des Verschleißes und einen Vergleichsversuch in diesem Sinne zuläßt. Die Einflüsse der verschiedenen Betriebsbedingungen im landwirtschaftlichen Einsatz, wie Motorauslastung, Luftdurchsatz, Staubbelastung der Luft usw., sind jedenfalls für die Mittelwertbildung des Verschleißes weit bedeutender als die von der Qualität der Filteranlage möglicherweise herrührenden Einflüsse.

Da sich die Staubbelastung der Luft mit der Höhe der Luftansaugung über dem Boden stark ändert, hängt der dem Motor zugeführte Staub sowohl von der natürlichen Staubbildung als auch vom Ort der Anbringung des Filters ab. Der Einlauf des Zyklonfilters ist bei allen Versuchsträgern 2,15 m über der Kettenauflage angebracht.

Die Bilder 5 bis 7 sollen kennzeichnen, welche Staubwolken einer normalen Staubbeaufschlagung (etwa 1 g/m<sup>3</sup>) während



Bild 5 bis 7. Mit diesen Staubmengen müssen unsere Filter fertig werden!

des Einsatzes entsprechen, soweit man sie visuell zu beurteilen imstande ist.

Während in der Nähe der Kette (Bild 5) nach bisherigen Erfahrungen Staubbelastrungen der Luft von  $5 \text{ g/m}^3$  und darüber vorhanden sind, konnte aus Messungen in der Höhe der Luftansaugung innerhalb der Staubwolke (Bild 6 und 7) eine mittlere Beaufschlagung von  $2,5 \text{ g/m}^3$  berechnet werden, während bei Vorwärtsfahrt und geringem Wind (Bild 5) die Staubbelastrung an dieser Stelle bereits auf  $1 \text{ g/m}^3$  und weniger absinken kann. Die Darstellung zeigt bereits, wie problematisch eine Mittelwertbildung der Staubbelastrung wird, insbesondere dann, wenn man von einer Beurteilung oder auch Vermessung des Einzelfalles ausgeht.

Die als Versuchsträger verwendeten Kettenschlepper KS 07/62 wurden in den MTS auf überwiegend staubbildenden Böden im Sinne der größten Verschleiß unter annähernd gleichen Arbeitsbedingungen im Sommerhalbjahr 1954 eingesetzt. Die Einsatzorte der Versuchsträger wurden so ausgewählt, daß sowohl der am meisten Verschleiß verursachende Quarzsand als auch die extremen Löß- (Magdeburger Börde) und Humusböden (Luch) zur Mittelwertbildung herangezogen werden konnten. Als Beurteilungsgröße wird der Zylinderverschleiß an drei verschiedenen Stellen gemessen. Bezogen auf den oberen Kolbenring [2] liegt die Meßstelle A im oberen Totpunkt desselben, Meßstelle B 25 mm darunter, Meßstelle C 40 mm über dem unteren Totpunkt des oberen Kolbenringes bzw. 15 mm über dem der Kolbenkante. Da der Kolbenverschleiß von der Größe des Zylinders abhängt, müssen zu einer etwaigen Beurteilung der Lebensdauer die Zylinderabmessungen bekannt sein. Bei dem Vierzylinder-Dieselmotor des KS 07/62 beträgt der Zylinderdurchmesser 125 mm und der Hub 175 mm.

Bei der Mittelwertbildung der entsprechenden Verschleißfortschritte wurden außerdem alle diejenigen Versuche ausgeschaltet, die durch abnorm großen Verschleiß in Wellenrichtung die ausschlaggebenden Verschleiß senkrecht dazu fälschen können. Obwohl der Motor infolge zu großen Ölverbrauches auch durch Verschleiß in Wellenrichtung ausfallen kann, ist dies nicht der Normalfall und es erscheint ungerechtfertigt, diese Zahlen zum Mittelwert heranzuziehen, da sie von der Luftfilterung nicht abhängig sind, sondern vielmehr von Konstruktion, Einbau, Fertigung, Kühlung, Schmierung usw. herrühren. Aus diesem Grund scheidet von zehn untersuchten Schleppern ohne Hauptfilterung vier Versuche aus, während ein fünfter durch Bruch des Ansaugerohrs und dadurch gegebenes Ansaugen von Fremdluft für die Mittlung nicht gewertet werden kann.

Bei den vier im Versuch befindlichen Schleppern mit Hauptfilter scheidet einer aus, bei dem nicht einwandfrei geklärt werden konnte, ob Staub- und Motorbelastung dem normalen Einsatz entsprachen.

Für eine Beurteilung und eine Bildung von Mittelwerten müssen im Sinne einer exakten Untersuchung der Luftfilterung alle diejenigen Fälle ausgeschaltet werden, bei denen der Verschleiß nicht auf letztere zurückgeführt werden kann.

Da die Messungen der einzelnen Versuchsträger über verschiedene Zeitdauer durchgeführt wurden, kann nicht der absolute Verschleiß als Durchmesser-Zuwachs der Zylinder, sondern nur der Verschleißfortschritt [2], in diesem Fall definiert als Quotient des gemessenen Zylinderverschleißes durch die Betriebsstundenzahlen, einer Mittlung zugrunde gelegt werden. Diese Definition ist insofern berechtigt, als sowohl auf dem Prüfstand wie auch beim Einlaufen von Versuchsschleppern keine sogenannten Einlaufverschleiß, d. h. besonders hohe Änderungen des Zylinderdurchmessers, innerhalb der ersten 50 bis 100 Stunden feststellbar waren. Weiterhin dadurch, daß die Dauer der Versuche 1000 Stunden nicht überschritt, während üblicherweise eine Lebensdauer von 2000 Stunden, im Maximum 5000 Stunden festgestellt werden konnte. Eine lineare Zunahme des Verschleißes, d. h. ein konstanter Verschleißfortschritt, ist somit innerhalb dieser Untersuchungen zumindest als Interpolation berechtigt. Auf eine Reduktion der absoluten Verschleiß auf normalen Durchmesser von 100 mm der Zylinder wird bewußt verzichtet, um nicht noch weitere Unwägbarkeiten in die Betrachtung hineinzubringen.

Die bekanntermaßen vorhandenen Unterschiede im Verschleiß einzelner Zylinder mehrzylinderiger Motoren werden durch die beschriebene Art der Bildung von Mittelwerten gemildert. Jedoch ist auch in diesem Zusammenhang bemerkenswert, daß bei den Versuchsergebnissen abnorme Verschleiß der Zylinder I und 4 vorwiegend mit abnormen Verschleiß in der Wellenrichtung zusammenhängen. Zur Beurteilung des unterschiedlichen Verschleißes der einzelnen Zylinder sollte daher auf den einzelnen Versuch zurückgegangen werden, da bei der Mittelwertbildung das Idealbild des Verschleißes, d. h. größerer Verschleiß quer zur Wellenrichtung und grundsätzlicher Höchstwert im oberen Totpunkt, nicht voll eingehalten wurde. Vielmehr wurden auch die Verschleißwerte bis zur Gleichheit im unteren und oberen Totpunkt in die Mittelwertbildung einbezogen. Solche Verschleißwerte sind von Ungleichheit des Gemisches, ungleicher Lastverteilung, unterschiedlicher Kühlung und Schmierung usw. beeinflußt. Die Ergebnisse der Versuche sind in Tafel I und in den Bildern 8 bis 11 als Verschleißfortschritte senkrecht zur Wellenrichtung wiedergegeben.

### Versuchsergebnisse

Zunächst ergibt sich (Tafel I), daß die Schlepper ohne Hauptfilter, nach Beobachtung der Traktoristen, durchschnittlich mindestens gleichen wenn nicht stärkeren Staubeinflüssen ausgesetzt waren als die mit Hauptfilter. Da der Einfluß der verschiedenen Versuchsdauern durch die Umrechnung in Verschleißfortschritte in erster Näherung ausgeschaltet ist, sind deren Unterschiede auf die jeweiligen Betriebsbedingungen zurückzuführen. Bei fast gleichem Belastungsgrad der Maschinen, gekennzeichnet durch die Prozentzahlen an schwerer Arbeit und gleich guter Wartung (z. B. Ölwechsel), müssen sie in erster Linie vom Staub herrühren. Eine Beeinflussung des Verschleißes durch die Kühlwassertemperatur ist kaum gerecht-

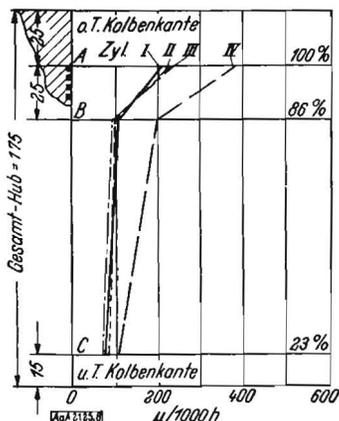


Bild 8. Verschleißfortschritt der Zylinder ohne Hauptfilter

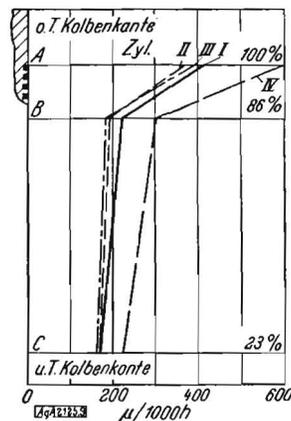


Bild 9. Verschleißfortschritt der Zylinder mit Hauptfilter

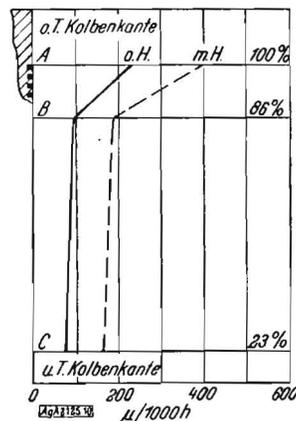


Bild 10. Verschleißfortschritt Zyl. III mit und ohne Hauptfilter

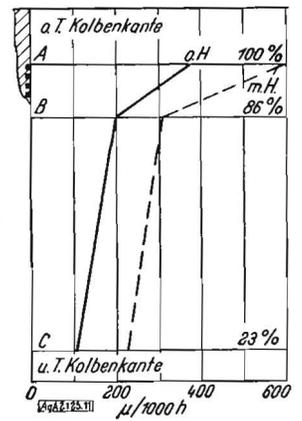


Bild 11. Verschleißfortschritt Zyl. IV mit und ohne Hauptfilter

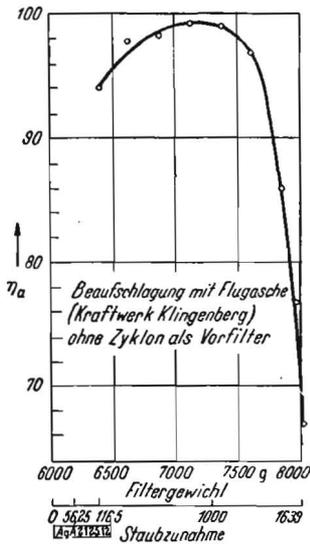


Bild 12. Ölbadfilter an KS 07/62 - Sättigungsgrad

fertigt, da die Temperaturen bei allen Versuchen im Bereich von 60 bis 80° C gehalten wurden.

Die Darstellung der Mittelwerte des Verschleißfortschrittes senkrecht zur Wellenrichtung ohne Hauptfilter in Bild 8 und mit Hauptfilter in Bild 9 ergibt die an und für sich bekamte Erscheinung, daß bei mehrzylindrigen Motoren die äußeren Zylinder im allgemeinen größeren Verschleiß aufweisen als die mittleren. Demzufolge wird der Vergleich mit und ohne Hauptfilter für diese beiden Gruppen durchgeführt. So stellt das Bild 10 die beiden Verschleiß für den Zylinder III. (Ventilatorseite) und das Bild 11 für den Zylinder IV in den Mittelwerten

einander gegenüber.

Die Versuchsergebnisse zeigen einen größeren Verschleiß der mit Hauptfilter ausgerüsteten Maschinen, also genau das Gegenteil vom erwarteten Erfolg, obwohl in beiden Fällen nur normal funktionierende Filteranlagen und Motoren im Versuch gewertet wurden.

**Fragen um den Hauptfilter (Ölbadfilter Tewa)**

Der Einbau des Hauptfilters, in diesem Fall des Ölbadfilters TEWA Öl 04/60, wurde vor allem aus Sicherheitsgründen gefordert. In Wirkungsgrad und Staubaufnahmevermögen ist er reichlich dimensioniert, wenn man die für diese Filter-Bauart bisher übliche Verwendung als Alleinfilter zugrunde legt. Der Verlauf der Versuche zeigte, daß die Sicherheitsfunktion nicht im gewünschten Maße übernommen werden konnte. Erkennt man die Vergleichbarkeit der einzelnen Versuche an, dann kann der zunächst unverständlich höhere Verschleiß der Motore mit Hauptfiltern auf folgende Gründe zurückgeführt werden:

1. Das Ölbadfilter besitzt eine Doppeldichtung. Bei nicht einwandfreier Wartung des Filters sowie Baufehlern wird der Filtertopf in ungenügendem Maße gegenüber der Außenluft abgedichtet. Da der Hauptfilter am Motor angebracht ist, liegt er in einer stärkeren Staubzone; die ihm zugeführte Fremdluft wird durch den Filterwirkungsgrad nicht in genügendem Maße ausgeglichen.

2. Trotz Überdimensionierung kann eine Ölwanderung, insbesondere bei Lastwechsel des Motors, wie es dem normalen Schleppereinsatz entspricht, nicht unterbunden werden. Durch

die Funktion des Ölbadfilters, ist eine homogene Mischung zwischen Staub und Öl gegeben. Es ist allgemein bekannt, daß ölgebundener Staub einen weitaus höheren Verschleiß an Lagern und Gleitflächen verursachen kann, als trockener, erst durch den Ölfilm abbindender Staub. Die vom Ölbadfilter gebildete Schmirgelpaste wird durch die Ölwanderung dem Motor zugeführt und wirkt im Sinne des Verschleißes aktiver als trockener Staub.

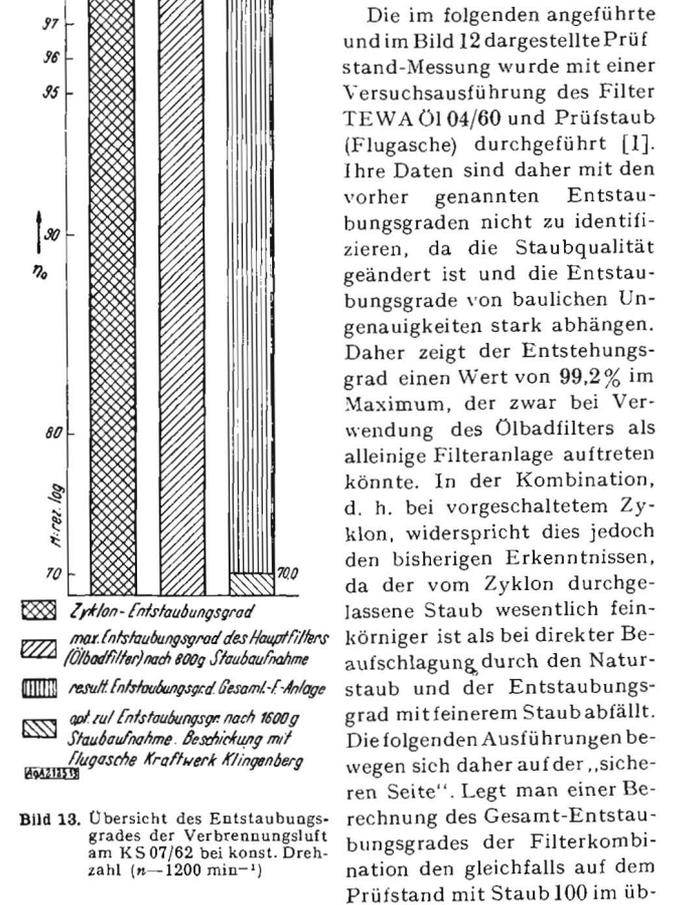


Bild 13. Übersicht des Entstaubungsgrades der Verbrennungsluft am KS 07/62 bei konst. Drehzahl (n=1200 min<sup>-1</sup>)

Die im folgenden angeführte und im Bild 12 dargestellte Prüfstand-Messung wurde mit einer Versuchsausführung des Filter TEWA Öl 04/60 und Prüfstaub (Flugasche) durchgeführt [1]. Ihre Daten sind daher mit den vorher genannten Entstaubungsgraden nicht zu identifizieren, da die Staubqualität geändert ist und die Entstaubungsgrade von baulichen Ungenauigkeiten stark abhängen. Daher zeigt der Entstehungsgrad einen Wert von 99,2% im Maximum, der zwar bei Verwendung des Ölbadfilters als alleinige Filteranlage auftreten könnte. In der Kombination, d. h. bei vorgeschaltetem Zyklon, widerspricht dies jedoch den bisherigen Erkenntnissen, da der vom Zyklon durchgelassene Staub wesentlich feinkörniger ist als bei direkter Beaufschlagung durch den Naturstaub und der Entstaubungsgrad mit feinerem Staub abfällt. Die folgenden Ausführungen bewegen sich daher auf der „sicheren Seite“. Legt man eine Berechnung des Gesamt-Entstaubungsgrades der Filterkombination den gleichfalls auf dem Prüfstand mit Staub 100 im üblichen Betriebsbereich des Motors gemessenen Wirkungsgrad des Ansaugzyklons zugrunde, dann zeigt Bild 13, daß dem nachgeschalteten Hauptfilter ein Wirkungsgradabfall bis zu 70% ohne weiteres gestattet werden kann, ohne den Filterwirkungsgrad der gesamten Anlage wesentlich zu beeinflussen.

Der Wert der verwendeten Kombination Zyklon-Ölbadfilter im Sinne einer Verbesserung der Entstaubung wird hierdurch

Tafel I.

Protokoll-Nr.	Laufzeit [h]	Betriebsdaten			Kühltemperatur [°C]	Verschleißfortschritt senkrecht zur Wellenrichtung der Zylinder I bis IV an den Meßstellen A, B, C [ $\frac{\mu}{1000 h}$ ]												Beobachtung der Traktoristen während des Einsatzes	
		mittleres Pflügen [ha]	Schwere der Arbeit [%]	1		II			III			IV			Staub				
						A	B	C	A	B	C	A	B	C	Vorkommen während d. Einsatzes	Bodenart			
Ohne Hauptfilter																			
2	490	—	95	60...70	204	125	143	204	41	41	193	41	61	286	143	125	wenig	Löß (Börde)	
3	790	—	95	60	114	63	89	190	114	101	177	101	89	570	266	127	wenig	Löß (Börde)	
4	437	178	95	60...70	366	137	46	343	137	92	412	137	69	457	229	69	wenig	Löß (Börde)	
5	760	284	80	70	237	132	118	263	171	132	237	145	105	434	276	145	stark	Löß (Börde)	
9	1000	121	—	80	150	90	100	140	50	50	160	50	40	180	80	70	über 80% stark	anlehm. Sand (Quarz)	
	Mittelwerte				214	109	98	228	103	83	236	95	73	385	199	107	über 60%		
Mit Hauptfilter																			
11	364	—	98	60	550	275	220	357	192	220	522	329	275	659	329	302	wenig	Humus (Luch)	
12	235	122	—	60	426	298	213	383	255	170	383	128	128	596	341	255	wenig	Löß (Börde)	
13	505	212	95	—	277	99	79	396	139	119	277	99	79	575	238	119	mittel	Löß (Börde)	
	Mittelwerte				418	224	171	378	195	170	392	198	161	610	303	225	über 40%		

stark gemindert, wenn nicht bedeutungslos. Zuungunsten der Kombination spricht weiter der erhöhte Aufwand. Während der Zyklon durch seine Absaugung gar keinen Abfall des Wirkungsgrades mit sich bringt, und somit auch keiner Wartung bedarf, bedingt jeder Ölfilter bei Sättigung des Öls mit Staub zusätzlichen Aufwand und Kosten. Die an und für sich wartungslose IfL-Filteranlage wird, kombiniert mit einem Ölfilter, wartungsaufwendiger.

#### Zur Entwicklung von Kombinationsfiltern

Die Versuche ergeben somit für die Gestaltung von Kombinationsfiltern folgende Gesichtspunkte:

a) Im Vorfilter - üblicherweise Zyklon - soll ein möglichst hoher Wirkungsgrad bei völliger Wartungslosigkeit (Absaugung) gewährleistet werden. Dieser Stand ist durch die IfL-Zyklon-Filteranlage für Gase erreicht.

b) Ein nachgeschalteter Hauptfilter, der den Sicherheitsbedingungen funktionsmäßig entsprechen muß, ist nur dann gerechtfertigt, wenn er mit seinen Entstaubungsgraden über dem Wirkungsgrad des Vorfilters liegt. Er müßte nahezu die Eigenschaften eines Absolutfilters erreichen und Feinstaub unter  $7 \mu$  Korngrößen abzuschneiden imstande sein. Die verursachten Widerstände in der Luftführung zum Motor dürfen die üblichen Widerstandsgrenzen von 600 mm WS bei Nennleistung des Motors für die Gesamtanlage nicht überschreiten.

c) Der Trockenfilterung sollte in der Filter-Kombination der Vorzug gegeben werden, da nach den bisherigen Erfahrungen bei Flüssigkeitsfiltern Wanderungen des staubbindenden Mediums nicht sicher unterbunden werden können, sondern von den jeweiligen Betriebszuständen, vor allem deren Wechsel, abhängig sind.

d) Ein Hauptfilter verliert dann die Berechtigung, wenn durch seine Undichtigkeiten Fremdluftzufuhr eintritt, zumal diese Fremdluft durch seinen Anbringungsort üblicherweise stark staubbelastet ist und an den Hauptfilter nahezu die Anforderung von Absolutfiltern gestellt werden muß.

e) Die Erweiterung des Zyklonfilters zu einer Kombinationsfilteranlage muß im Entstaubungsgrade Fortschritte und darf in der Standzeit sowie im Wartungsbedarf nicht wesentliche Nachteile bringen.

#### Zusammenfassung

An zehn Kettenschleppern KS 07/62 wurden Filteranlagen, bestehend aus einer IfL-Zyklonanlage, sowie an vier Kettenschleppern des gleichen Typs die serienmäßige Kombinationsfilteranlage Zyklon-Ölbadfilter im landwirtschaftlichen Einsatz auf Zylinderverschleiß untersucht. Beide Filteranlagen entsprechen der Voraussetzung einer Mittelwertbildung der Verschleißzahlen. Der Zylinderverschleiß wird gemessen. Der Mittelwertbildung liegt der berechnete Verschleißfortschritt zugrunde, wodurch der Einlaufzustand der Motore und die Versuchsdauer ausgeschaltet sind. Die so ermittelten Verschleißzeilen zeigen die Überlegenheit der Trockenfilterung, wobei die Ergebnisse von der Ausführungsform der Filteranlage, insbesondere dem hohen Entstaubungsgrad der Zyklone, abhängig sind. Unter dieser Voraussetzung werden Grundsätze für Kombinationsfilter abgeleitet.

#### Literatur

- [1] Dipl.-Ing. *Helmut Lugner*: Filteranlage für Gase an Schleppern. Agrartechnik 1954, H. 4, 5 und 6.  
[2] Prof. Dr. *Hans List*: Verschleiß, Betriebszahlen und Wirtschaftlichkeit von Verbrennungskraftmaschinen. A 2125

## Ermittlung der Standzeiten verschiedener Radausführungen

Von Dipl.-Ing. **H. OETZMANN**

DK 620.173:629.11.012.3:631.373

#### Einleitung

Trotz der wachsenden Mechanisierung der Landwirtschaft, vor allem durch die MTS, finden doch noch in vielen mittel- und kleinbäuerlichen Betrieben Gespanngeräte weitgehend Verwendung. Obwohl diese Geräte in nächster Zeit durchaus ihre Existenzberechtigung beibehalten werden, wird ihrer Weiterentwicklung in Anbetracht der fortschreitenden Mechanisierung nur geringes Interesse entgegengebracht. Die Wichtigkeit nutzbringender Verbesserungen aber auch

einheitliche Daten sind: Radaußendurchmesser  $D_a = 1240$  mm, Nabenbohrung  $d = 30$  mm, Laufkranzbreite  $b = 78$  mm.

An die Speichen des Originalrades, die von außen durch die mit Bohrungen versehenen Felgen gesteckt werden, ist ein Kopf angestaucht. Mit der Nabe sind die Speichen durch Eingießen fest verbunden.

Auf einer anderen Konstruktion beruht das im folgenden mit 1 bezeichnete, verbesserte Rad.

Die Speichen sind hierbei nicht wie beim Original nur durch die Felge gesteckt, sondern von innen und außen mit ihr verschweißt. In die Nabe sind zwei Blechringe fest eingegossen, mit denen die Speichen ebenfalls durch eine Schweißnaht verbunden werden.

Von dieser Konstruktion weicht die des Rades 2 insofern ab, als die Verbindung der Speichen mit der Felge nur durch Schweißen von außen her erfolgt. Die Schweißstelle an der Innenseite der Felge ist in Wegfall gekommen.

#### Prüfstandaufbau

Maßgebend für den Aufbau des Prüfstands war die Forderung nach einer möglichst kurzfristigen Ermittlung des Ergebnisses. Daraus ließ sich die Notwendigkeit einer äußerst harten Beanspruchung des Versuchsobjektes ableiten, einer Beanspruchung, die in der Praxis nicht auftritt. Diese, von der allgemeinen Forderung einer Versuchsdurchführung — die tatsächlichen Vorgänge des praktischen Betriebes auch auf dem Prüfstand soweit wie irgend möglich zu realisieren —, abweichende Untersuchungsart konnte in vorliegendem Falle ohne weiteres gewählt werden, da lediglich Vergleichswerte gefunden werden sollten.

Bild 1 zeigt den Aufbau dieses Prüfstands im Schema. Auf dem Umfange des Rades *c* sind in gleichen Abständen drei Nocken von 12 mm Höhe angebracht. Davon steht der eine unter einem Winkel von  $90^\circ$  zur Lauffläche, während die beiden anderen einen Winkel von  $45^\circ$  aufweisen und entgegengerichtet sind. Die Wahl dieser Nockenordnung ist eine willkürliche und verfolgt lediglich das Ziel möglichst harter Versuchsbedingungen.

Der Antrieb des Laufrades *c* erfolgt durch einen Gleichstrom-Nebenschluß-Motor mit Widerständen im Feld- und Ankerkreis, um leicht eine Drehzahländerung vornehmen zu können. Die Drehzahl selbst wurde mit Hilfe eines Umkehrzahlzählers und einer Stoppuhr ermittelt.

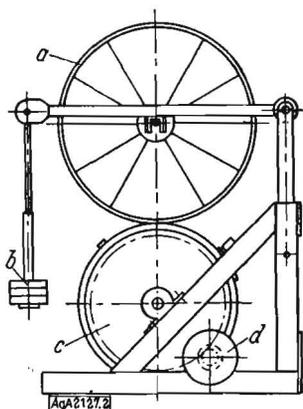


Bild 1. Schematisch dargestellter Radprüfstand  
a Prüfrad, b Belastung, c Laufrad, d Antrieb

auf diesem Gebiet zeigt die Untersuchung drei verschieden ausgeführter Laufräder des Pferderechens des VEB Fortschritt, Neustadt/Sa. Dieser Betrieb trat an das Institut für Landtechnik mit der Bitte heran, drei Laufräder gleichen Materials, aber unterschiedlicher Konstruktion, auf ihre Brauchbarkeit hinsichtlich der Standfestigkeit zu untersuchen.

#### Technische Einzelheiten

Das Gewicht aller zu prüfenden Räder war bis auf unwesentliche Abweichungen gleich und betrug in jedem Fall rund 40 kg. Weitere