

Probleme der landtechnischen Entwicklung

Die 8. und 9. Plenartagung des ZK der SED haben sowohl unter dem Blickpunkt Landwirtschaft als auch für den Landmaschinenbau eine Reihe von Festlegungen getroffen, die sämtlich der schnellen Mechanisierung aller landwirtschaftlichen Arbeitsvorgänge dienen sollen. Dazu gehört insbesondere die beschleunigte Ausstattung unserer LPG und VEG mit der fortschrittlichsten Landtechnik. Es ist hierbei wichtigste Aufgabe, in kürzester Zeit bei möglichst vielen Konstruktionen den technisch-wissenschaftlichen Höchststand zu erreichen. Der landtechnischen Forschung und Entwicklung kommt deshalb gerade in den nächsten Jahren außerordentliche Bedeutung zu. Wir wollen die dahingehenden Bestrebungen unterstützen, indem wir in der anschließenden Zusammenstellung von Aufsätzen verschiedene landtechnische Entwicklungsfragen herausstellen, die sowohl von der konstruktiven Seite her Einfluß auf die künftige Entwicklung nehmen können als auch hinsichtlich neuer Arbeitsverfahren technologische Möglichkeiten aufzeigen.

F. HILBERT behandelt Fragen der Luftfilterung bei wasser- bzw. luftgekühlten Motoren im Zusammenhang mit Erfahrungen auf diesem Gebiet und erläutert eine von ihm geschaffene neue Filterkonstruktion. Die stufenlose Schaltung in Schleppergetrieben steht weiter im Mittelpunkt der Getriebeentwicklung; F. GÄRTNER geht in seinem Beitrag „Tendenz – stufenlos“ darauf ein und gibt neue Anregungen. Kleine Einachsschlepper mit 3 bis 5 PS Leistungsabgabe sind geeignet, sowohl im Gartenbau als auch in der Forstwirtschaft die Arbeit zu erleichtern und zu beschleunigen, wie A. GLEU es in seiner Untersuchung über Leistungs- und Verwendungszweck der Einachsschlepper nachweist.

„Messung der Fahrtrahm- und der Dreschtrummelleistung am Mähdrescher E 175“ ist der Titel eines Aufsatzes von R. SOUCEK; er untersucht darin die Beanspruchungen der Fahrwerks- und Dreschtrummelantriebe bei starken Belastungsschwankungen. J. LESCHIK hat nachgeprüft, ob der Mähdreschereinsatz in den VEG die volle Auslastung der Maschinenkapazität gewährleistet, um den ökonomischen Nutzeffekt zu steigern und die Selbstkosten zu senken.

SIELAFF und TRABERT unterbreiten den Vorschlag einer sozialistischen Arbeitsgemeinschaft über eine neue Technologie der Rübensamenernte und -aufbewahrung. Von einem neuen Verfahren bei der Mechanisierung der Heutrocknung und Herstellung von Futterpreßlingen berichtet I. A. SCHULGIN (UdSSR).

Schließlich gibt L. HORVATH einige Beispiele aus der internationalen Landtechnik über Automatisierung im Landmaschinenbau, die einen Einblick in den derzeitigen Entwicklungsstand auf diesem Gebiet ermöglichen.

Verschiedene Beiträge regen zur Diskussion an. Wir würden es begrüßen, wenn wir Stellungnahmen dazu veröffentlichen könnten, die den Fortschritt in der Landtechnik weiter fördern helfen.

Die Redaktion

F. HILBERT, Güstrow

Luftfilterung an Schleppermotoren

Die außergewöhnliche Trockenheit während des Sommerhalbjahres 1959 stellte u. a. auch an die Filteraggregate unserer Acker-schlepper sowohl für die Filterung der Motorverbrauchsluft als auch der Motorkühlluft außergewöhnliche hohe Anforderungen in bezug auf die Leistungstüchtigkeit, weil der starke Staubaufschlag sich abträglich auf die Arbeit der Schleppermotoren auswirkte. Die dabei gesammelten Erfahrungen mit den Filteraggregaten lassen zusammen mit meinen während der letzten vier Jahre bei Versuchsarbeiten im MTS-Bereich Zehna erzielten Ergebnissen die Folgerung berechtigt erscheinen, daß eine Weiterentwicklung bzw. Verbesserung unserer Luftfilter und Filterkombinationen dringend erforderlich ist. Bevor ich jedoch auf das von mir entwickelte Luftfiltersystem näher eingehen, halte ich eine kurze Betrachtung des derzeitigen Standes der Technik unter besonderer Berücksichtigung der z. Z. hauptsächlich verwendeten Filterkombinationen Zyklon-Ölbadfeinstfilter für zweckmäßig.

1 Derzeitiger Stand der Technik

Alle Motore für die Acker-schlepper und Geräteträger aus dem Bauprogramm unserer volkseigenen Industrie sind mit der Filterkombination Ölbadfeinstfilter, Ansaug- und Auspuffzyklon ausgestattet. Die Entwicklung dieser Aggregate wurde insbesondere am Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim und an der Technischen Hochschule Dresden durchgeführt. Die Aggregate sind in dieser Zeitschrift wiederholt ausführlich beschrieben worden (1954, H. 4, 5, 6, 8 und 9, 1955 H. 12 sowie 1956 H. 1 und 2), so daß eine nochmalige technische Erläuterung hier nicht notwendig sein dürfte. Überprüft man nun die damals mitgeteilten Ergebnisse über den Wirkungsgrad des Zyklons mit den inzwischen vorliegenden mehrjährigen praktischen Erfahrungen, dann muß man sagen, daß sich die hochgespannten Erwartungen leider nicht erfüllt haben. Diese Erkenntnis hat sich besonders während der staubreichen Sommerzeit des Jahres 1959 durchgesetzt, im Dauereinsatz wurde der Zyklon mit der Staubbelastung des Jahres 1959 nicht fertig. Als Grund hierfür dürften folgende Ursachen in Frage kommen:

a) Die jetzige geschweißte Schwarzblechkonstruktion des Ansaugzyklons sollte durch eine Leichtmetallausführung ersetzt werden, bei der die Innenfläche des Zyklonmantels bearbeitet ist. Um eine periodisch notwendige Grundreinigung zu ermöglichen, muß der Zyklonkopf abnehmbar sein. Spreu, Unkrautreste, Blütenstaub, Laubteile sowie Insekten werden im Innern des Zyklons durch nachfolgenden

Regen, Nebel oder Tau verkrustet und heben so seinen Wirkungsgrad auf.

b) Das Beklopfen des Außenmantels in Abständen von 2 bis 3 h sollte nicht weiter empfohlen werden, um das schädliche Verbeulen des Mantels zu verhüten.

c) Die Möglichkeit der Aufhebung des Unterdrucks bei Querschnittsveränderungen durch Verstopfungen müßte überprüft werden.

d) Es hat den Anschein, als ob die Verkrustungen nicht nur Korrosionsmerkmale sondern auch Ölrückstände aufweisen. Es kann sich dabei sowohl um Öldunst aus dem Öleinfüllstutzen als auch um schlecht verbrannte Auspuffgase handeln.

e) Der am Zyklon seitlich angeordnete Lufteintritt wirkt sich strömungstechnisch nachteilig aus, besonders wenn einsetzender Wind die Staubentwicklung fördert und gegen die Lufteintrittsfläche drückt.

f) Der hohe Druckbedarf im Zyklon erreicht zusammen mit dem für den hochgeschalteten Ölbadfilter die höchstzulässige Grenze für Dieselmotoren und kann erheblichen Leistungsabfall des Motors verursachen.

2 Was ergibt sich aus diesen Erfahrungen?

Zunächst einmal muß angestrebt werden, die Ansaugluft für Schleppermotoren in einem Filtersystem wartungsfrei und betriebssicher zu reinigen; die Entstaubung auch der Kühlluft ist unerläßlich. Der Druckbedarf muß so niedrig wie nur irgend möglich gehalten werden, um Leistungsabfall zu verhindern. Sodann sollte eine erneute Diskussion über meinen Verbesserungsvorschlag aus dem Jahre 1953 über Luftfilterprüfungen erfolgen. Gerade die Erfahrungen des letzten Sommers lassen diese Anregung berechtigt erscheinen. Um eine solche Diskussion zu fördern, bringe ich hier noch einmal Schemadarstellungen der Prüfmethode, wie sie damals vom Institut für Kraftfahrwesen der TH Dresden (RICHTER) veröffentlicht wurden, sowie das von mir entwickelte Schema (Bild 1 bis 3). In Dresden arbeitet man danach mit zwei Prüfmethode (für hohe bzw. für niedrige Luftgeschwindigkeiten). Bei diesen Prüfungsarten begeht man einen grundsätzlichen Fehler, und zwar wird nach Bild 1 der Staub in einem Luft-Fallstrom bis zum Prüffiltereinsatz gerieselt, wogegen nach Bild 2 das Prüffilter den eingerieselten Staub über ein Verbindungsrohr aus dem aufsteigenden Luftstrom zugeführt erhält. Bereits hier entstehen Differenzen von großem Einfluß auf die Bestau-

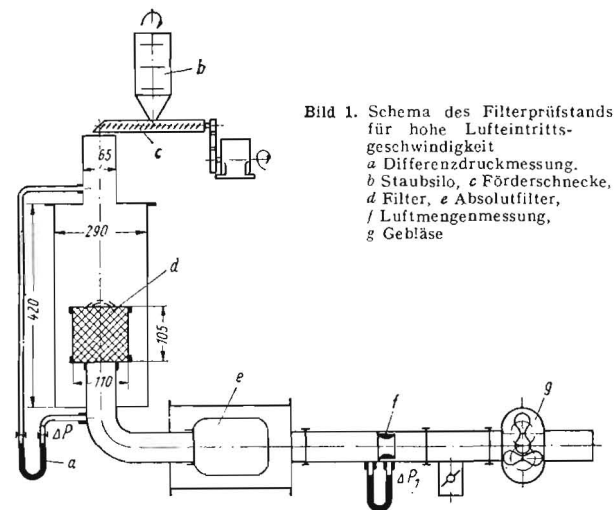


Bild 1. Schema des Filterprüfstands für hohe Lufteintrittsgeschwindigkeit
 a Differenzdruckmessung,
 b Staubsilo, c Förderschnecke,
 d Filter, e Absolutfilter,
 f Luftmengenmessung,
 g Gebläse

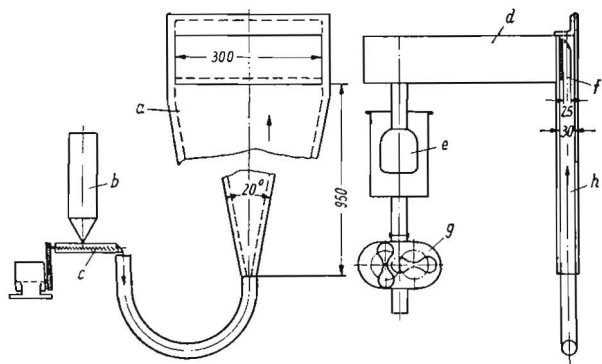


Bild 2. Schema des Filterprüfstands für geringe Luftgeschwindigkeit (nach RICHTER). a Staub-Luft-Verteiler, b Staubsilo, c Förderschnecke, d HILBERT-Teilfilter, e Absolutfilter, f Lufteintritt, g Gebläse, h Glasscheibe

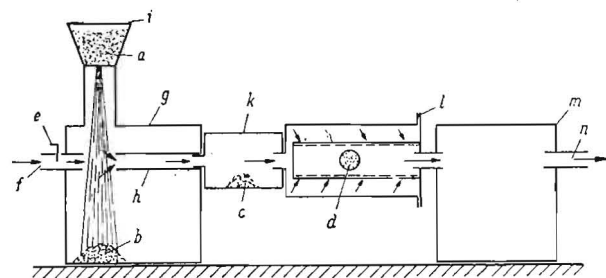


Bild 3. Schematische Darstellung des Luftfilter-Prüfgerätes (nach HILBERT). a eingefüllte Staubmenge, b abgerieselte Staubmenge, c angesaugte Staubmenge im Prüffilter, d angesaugte Staubmenge im Absolutfilter, e Reglerschieber zur Bestimmung des gleichen Querschnitts wie am Prüffilter, f Lufteintritt, g Aufnahmebehälter, h Absaugerohr (Abstand zwischen Mitte Fallstrom und Rohrbeginn immer konstant), i Staubsilo, k Prüffilter, l Absolutfilter, m Motor oder Gebläse, n Luftaustritt

bung, damit zusammenhängend auf den Wirkungsgrad, die Kapazität und die sonstigen Faktoren für eine reale Gütebeurteilung. Nach Bild 1 kommt eine innige Verbindung von Staub und Luft nicht zustande, der Raum unterhalb des ansaugenden Filteroberteils arbeitet als Staubsammler; dagegen ist nach Bild 2 die Staub-Luftvermischung entschieden intensiver und damit gleichzeitig belastender, bezogen auf die Staubbeaufschlagung, die im angesaugten Volumen das Innere des Filters erreicht. In beiden Fällen wird eine Rückrechnung erfolgen und Bezug auf die angesaugte Staubmenge durch das Filter genommen werden müssen.

Bei meinem Luftfiltergerät (Bild 3) wird der Staub in den dem Prüffilter zuströmenden Luftstrom eingerieselt. Dies geschieht neuerdings durch eine Zusatzrichtung mit Preßluft über eine Staubschleuse. Dadurch entsteht im Aufnahmebehälter ein so intensives Staub-Luft-Gemisch, daß damit die Staubwolkenbildung der Praxis erreicht wird. Das zu prüfende Filter saugt nun in Abhängigkeit von der dem Filter konstruktiv eigenen Einströmgeschwindigkeit eine Staubmenge an, die den sonstigen Faktoren gerecht wird. Bei dieser Prüfmethode kann kein Gramm Staub verlorengehen, und es wird ein realer Wert erzielt, wobei für die Gütebeurteilung eines Luftfilters

dem wichtigen Faktor „Einströmgeschwindigkeit“ Rechnung getragen wird.

Wenn man einen Ersatzstaub für die Prüfung von Luftfiltern verwendet, dann sollte man jedoch nur mit Absieben arbeiten, die nicht über 100 µm liegen und deren Wichte nicht mehr als 0,750 beträgt. Damit wird eine hohe Annäherung an den Naturstaub erreicht, der bei unseren Feldversuchen mit dem KS 07/62 einen Wert von 0,768 und mit dem RS 04/30 von 0,742 erreichte.

3 Das Strömungsfilter

Seit dem Jahre 1950 arbeite ich an der Verbesserung der Luftfilteraggregate für Ackerschlepper. Dank der Bereitschaft der MTS Zehna konnte ich dort im Mai 1956 das erste Baumuster unter der Bezeichnung „Strömungsfilter“ fertigstellen.

3.1 Zur Entwicklung

Gebunden an die Konstruktion und die technischen Daten der Schleppertypen RS 04/30, RS 01/40 und KS 07/62 mußten damals die ersten Baumuster hergestellt werden. Als Luftquelle diente bei wassergekühlten Motoren der Lüfterflügel, während bei den luftgekühlten Motoren das Kühlluftgebläse Verwendung fand.

Bild 4 zeigt ein Schema zur Filteranordnung für wassergekühlte und Bild 5 für luftgekühlte Motoren, während Bild 6 das zweistufige Strömungsfilter zur Entstaubung der Motorkühlluft und der Ansaugluft schematisch darstellt. Das Filterprinzip beruht auf der Ausnutzung der kinetischen Energie, wobei die im Durchgangszylinder des Filters strömende Luft durch angeordnete Leitkeile gezwungen wird, sich in Richtung Mittelfeld zu bewegen.

Der im Mai 1956 mit dem Strömungsfilter ausgerüstete Schlepper RS 01/40 „Pionier“ erreichte eine Betriebszeit von 27 Monaten bei einem Dieselkraftstoffverbrauch von rund 26000 l. Der Verschleißaufwand betrug einmaligen Kolben- und Buchsenwechsel sowie einen kompletten Austauschmotor. Das Filter arbeitete auf Trockenbasis ohne Einlage in dem dafür vorgesehenen Sicherheitsraum.

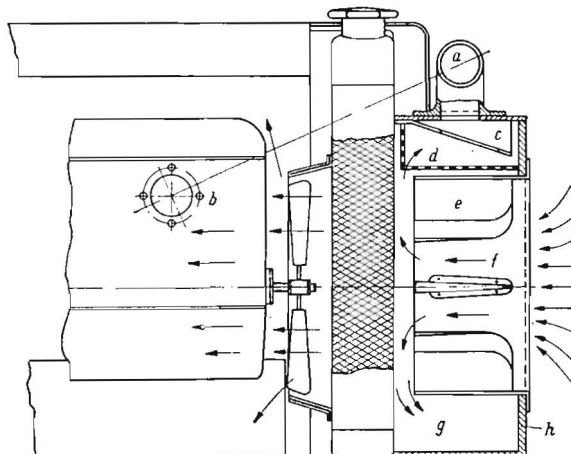
Im Jahr 1959 mit seiner vom Frühjahr bis in den späten Herbst hinein andauernden Trockenheit wurde das Problem der Luftfilterung für den Schlepperbetrieb in der Landwirtschaft geradezu zu einer Nervenzerreißprobe. Dabei stellte der Konstruktionstyp des Strömungsfilters unter Beweis, daß das Prinzip die geforderten Bedingungen hinsichtlich Druckbedarf, Wirkungsgrad, Standzeit, Wartung und Betriebssicherheit erfüllt. Die nachfolgenden Versuchsberichte enthalten darüber aufschlußreiche Einzelheiten.

3.2 Einsatzversuchsbericht mit dem Schlepper RS 04/30 ausgerüstet mit dem Strömungsfilter nach Bild 4

Die Prüfstandsversuche ergaben einen Wirkungsgrad von 99,7%. Der daraufhin mit dem RS 04/30 durchgeführte Feldversuch (das Ölbadfeinfilter arbeitete dabei als Kontrollfilter) brachte folgendes Ergebnis:

Versuchsdauer	70 h
Treibstoffverbrauch DK	230 l
Angefallene Staubmenge im Ölbadkontrollfilter	4 g
Staubvolumen	5,385 cm ³
Staubwichte	0,742
Luftdurchsatz Motor	140 m ³ /h
Lüfter	1660 m ³ /h
gesamt	1800 m ³ /h
in 70 h	126 000 m ³ /h

Bild 4. Strömungsfilter. a Luftabnehmerrohr, b Motor, c Abschirmblech, d Sicherheitsraum, e Leitkeile, f Durchgangszylinder, g Aufnahmeraum der staubfreien Verbrennungsluft, h Luftfiltergehäuse



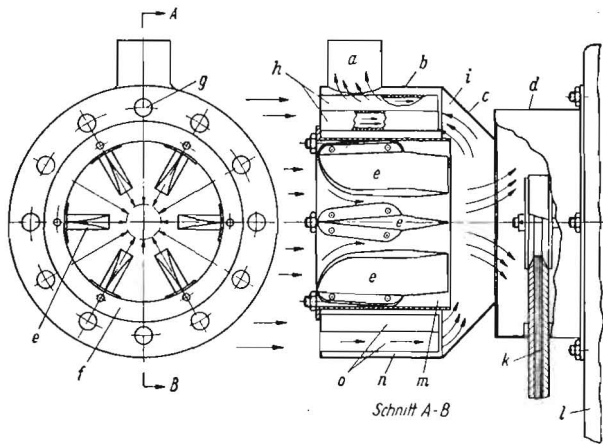
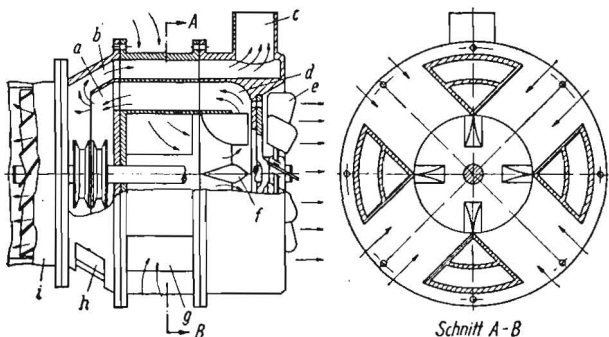


Bild 5. Strömungsfilter für luftgekühlte Motoren zum RS 14/30, Luftdurchsatz Kühlluftgebläse 1620 m³/h, Luftdurchsatz Motor 140 m³/h. a Anschlussstutzen zum Motor, b Filtergehäuse, c Verbindungskragen, d Verbindungsgehäuse zum Kühlluftgebläse, e Leitkeile, f Leitzylinder, g Bohrung für Rohreinsätze, h Rohreinsätze, i Raum E, k Antrieb Kühlluftgebläse, l Motorgehäuse, m Raum G, n Raum F, o Rohreinsätze

Bei diesem Ergebnis liegt der Wirkungsgrad selbst bei einer angenommenen Staubbeaufschlagung von nur 0,1 g/m³ noch bei 99,68%. Der Versuch wurde während der Frühjahrsbestellung durchgeführt. Es wurde gegegt, geschleppt, kultiviert und Dünger gestreut. Das Filter arbeitete ohne eingelegetes Holzwollebett im Sicherheitsraum Bild d, 4. Der Versuch hat gezeigt, daß das Abscheiden von Feinststäuben im Strömungsverfahren besser gelingt als beim Zyklonisieren und der Druckbedarf weit unter der Forderung von 80 mm WS für diesen Schleppertyp liegt. Dadurch fällt jeder motorische Leistungsabfall fort.

Wenn man die Versuchsergebnisse der von Obering. RICHTER, TH Dresden, durchgeführten Labor- bzw. Prüfstandversuche vom Nov. 1952, veröffentlicht in „Kraftfahrzeugtechnik“ H. 11, zur Beurteilung und Auswertung mit heranzieht (es heißt da: „Der Ölverbrauch des Hilbert-Filter ist im Vergleich zum Filter des Schleppers „Pionier“ wesentlich geringer. Das letztgenannte Filter benötigt für die Bindung von 1 kg Staub etwa 0,8 kg Öl, wogegen das Hilbert-Filter für die gleiche Menge Staub nur 0,18 bis 0,20 kg Öl verbraucht.“), so kann man sich das Einlegen von ≈ 500 g ölgetränkter Holzwolle als Sicherheitsfaktor in den Raum d durchaus leisten. Versuche in dieser Richtung haben bestätigt, daß eine Sättigung der Holzwolle mit Feinststäuben nach 1000 und mehr Betriebsstunden noch nicht vorliegt. In 500 g Holzwolle, mit 500 g Öl benetzt, können ohne Bedenken ≈ 2 bis 3 kg Staub gebunden werden. Die Tatsache, daß der von der Holzwolle gebundene Staub anfängt zu klumpen, durch die natürlichen Erschütterungen der Maschine hervorgerufen dann abfällt und schließlich im Luftstrom des Lüfterflügels austragen wird, verhindert weit über die Pflegegruppe VI hinaus eine Sättigung der Holzwolle. Wird dazu noch in Betracht gezogen, daß bei dem aufgezeigten Versuchsergebnis nur 4 g Staub in 70 Feldversuchsstunden angefallen sind, dann erübrigt sich jede Berechnung zur Standzeit, sie liegt weit höher, als die Praxis sie braucht. Mit dem Kettenschlepper KS 07/62 durchgeführte Feldversuche waren in ihrem Ergebnis ebenso positiv.

Bild 6. Strömungsfilter zur Entstaubung der Kühlluft und der Motorverbrauchsluft. a zweite Umkehrstufe für Motoransaugluft, b dritter Zylinderraum, c Luftabnehmerrohr, d erste Umkehrstufe, e Staubausschleuderflügel, f Luftleitkeile, g Lufteintrittskanäle, h Durchgangsöffnung für Keilriemenantrieb, i Kühlluftgebläse



4 Strömungsfilter für luftgekühlte Brennkraftmaschinen

Die mit dem Strömungsfilterprinzip bei der wassergekühlten Brennkraftmaschine erzielten Ergebnisse lassen sich hinsichtlich der Anwendung dieses Entstaubungsverfahrens beim luftgekühlten Motor entschieden leichter erreichen. Das Kühlluftgebläse läßt sich, wie in Bild 5 und 6 dargestellt, auf einfache Art in einer Kombination von Gebläse und Filter entwickeln. Da anzunehmen ist, daß die Luftkühlung die Wasserkühlung in stärkerem Maße ablösen wird, kommt der Luftentstaubung auf energetischer Basis besondere Bedeutung zu. Es ist unbedingt notwendig, daß auch die Motorkühlluft entstaubt wird.

4.1 Filterbeschreibung (Bild 5)

Der Entwurf zeigt einen Filter in der Größenordnung für 30-PS-luftgekühlte Motoren. Mit diesem Baumuster wurde auf dem Prüfstand bei der Entstaubung der Motorverbrauchsluft und einem Luftdurchsatz von ≈ 200 m³/h ein Wirkungsgrad von 99,7% erzielt. Der Druckbedarf betrug 28 mm WS.

Mit diesem Versuchsfilter wurden besonders im Jahr 1959 neue Erkenntnisse gewonnen, die mich zur Entwicklung einer neuen Filterkombination veranlaßten, die einmal den Kostenaufwand ganz erheblich senkt und zum anderen die Trockenfilterung verwirklicht.

5 Strömungsfilter zur Entstaubung der Kühlluft und der Motorverbrauchsluft für luftgekühlte Brennkraftmaschinen

5.1 Beschreibung des Filters (Bild 6)

Mit dieser Filterkombination werden folgende Arbeiten zusammengefaßt: Erzeugung der Motorkühlluft, Entstauben der Motorkühlluft, Abgabe der Motorverbrauchsluft und Filterung derselben.

Die Durchgangsöffnung h für den Keilriemenantrieb kann durch einen Schieber bis auf ein bedeutungsloses Mindestmaß geschlossen werden. Vier Lufteintrittskanäle g sind gleichmäßig auf dem Gehäuseumfang verteilt. Durch diese Kanäle strömt der ganze Luftbedarf für den motorischen Betrieb einschließlich der durch den Staubausschleuderflügel e erzeugten Luft. Die bekannten Luftleitkeile f veranlassen die Strömung in Bewegungsrichtung zum Mittelfeld. Sie sind im inneren Leitzylinder angeordnet. Die erste Umkehrstufe d der Luft tritt bereits mit einem entstaubten Grad von über 99% in den übergeordneten zweiten Zylinder ein. Der Wirkungsgrad wird sicher erreicht, weil in dem Leitzylinder der gesamte Luftbedarf eine sehr hohe Strömungsgeschwindigkeit erhält. Die zweite Umkehrstufe a für die Motoransaugluft strömt in den ebenfalls übergeordneten dritten Zylinderraum b in Richtung Luftabnehmerrohr c, während die Motorkühlluft direkt dem Kühlluftgebläse zuströmt.

Besonders beachtlich und vollkommen neuartig ist in diesem Filterprinzip die Anordnung von zwei Lüfterflügeln auf einer Welle, zum Kühlluftgebläse mit rechts- und zum Staubausschleuderflügel mit links geschränkten Flügeln. Dadurch werden mit einem Drehsinn zwei Strömungsrichtungen bei Veränderung der Richtung um 180° erreicht. Die Motoransaugluft durchläuft so eine zweimalige Entstaubung auf energetischer Basis, wobei ihr Anteil aus dem Gesamtvolumen an der ersten Umkehrstufe $\approx 5\%$ und an der zweiten Umkehrstufe, an der die Luft bereits mit über 99% entstaubt ist, $\approx 10\%$ beträgt.

Diese Werte besagen gleichzeitig, daß große Strömungsdifferenzen bestehen, die die Kinetik günstig beeinflussen. Das Filter ist als betriebsfähige Baumusteranlage für den RS 09 bereits hergestellt, es haben sich damit schon unerwartet günstige Resultate ergeben. So beträgt der Druckbedarf in der ersten Umkehrstufe ≈ 20 mm und im dritten Umkehrraum ≈ 10 mm WS. Versuche zum Wirkungsgrad ließen im Absolutfilter keine meßbaren Staubablagerungen erkennen. Zum Kraftbedarf dieser Filterkombination sei noch erwähnt, daß die Baumusteranlage einwandfrei mit einem E-Motor (2800 min⁻¹ 1,05 A/220 V) angetrieben wird.

6 Schlußfolgerung

Die gewonnenen Erfahrungswerte aus der Praxis sowie die Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungsarbeit unserer Institute berechtigen zu der Feststellung, daß das Problem der Trockenfilterung der Motor-Ansaug- sowie Kühlluft auf dem bisher beschrittenen Weg nicht zu lösen ist. Der augenblickliche Stand der Technik befriedigt ebenfalls keineswegs. Aus diesem Grunde wird eine neue Entwicklungsrichtung aufgezeigt, womit bereits beste Erfolge nachgewiesen sind. Diese Veröffentlichung soll dazu beitragen, daß sich alle Beteiligten und auch unsere volkseigene Industrie in sozialistischer Gemeinschaftsarbeit zusammenfinden, um den neuen Vorschlag zu verwirklichen.

A 3876