

untersuchungen nach Herkunft und Größe abgeschätzt werden. Ein Verkleinern der Streuungen kann durch längere Versuchszeiten oder Vielzahl-Versuche erreicht werden.

Ein letztes Beispiel zeigt, mit welchen Maßnahmen die wiederholbare Untersuchung einer Störung ermöglicht wurde, die in der Praxis nur in Form vereinzelter Ausreißer auftritt. Dabei wird auch noch eine in den Versuchsplan mit eingebaute Kontrollmöglichkeit beschrieben.

Résumé

Hermann Bäumler: "Systematics of Experiments with Built-In Parts."

Based on examples from experiments with piston rings and sliding circumferential joints comments on a systematic planning of experiments are discussed.

Pre-condition is a deliberate questioning and consideration of the already existing theoretical or practical findings. Moreover, the number of the measuring points may not be either too small or too large and should be well distributed over the whole range to be examined. Already at the beginning of the experiment care should be taken that the results are clearly represented.

Deviations of the results may be caused by the measuring method or by the process itself. In preliminary experiments they can be assessed according to origin and value. The deviations can be reduced by experiments over a longer period or by multiple experiments.

A last example shows which measures enabled the reproducible examination of a disturbance appearing in practice only now and then. In this connection a control possibility incorporated in the experimental plan is also described.

Hermann Bäumler: «Planification systématique des essais de pièces de construction.»

On cite comme exemple des essais de segments de piston et de segments d'étanchéité et en déduit des idées sur une planification systématique des essais.

Otto Cordier:

Motor und Luftfilter bei Staub und Hitze

Der folgende Aufsatz ist ein Auszug aus dem Referat, das Dr.-Ing. OTTO CORDIER auf der Tagung „Erprobungsmethoden für Landmaschinen“ der VDI-Fachgruppe Landtechnik in Heidelberg am 22. Oktober 1963 gehalten hat.

Leistungsverlust durch hohe Temperaturen

Der Betrieb des Dieselmotors wird durch hohe Umgebungstemperaturen in zweifacher Weise ungünstig beeinflusst: Das geringere spezifische Gewicht der angesaugten Luft liefert für die Verbrennung weniger Sauerstoffmoleküle; wir haben daher mit einem kleineren Verbrennungsluft-Überschuß zu rechnen. Motoren, die in ihrer normalen Auslegung bereits nahe an der Rauchgrenze betrieben werden, können aus diesem Grund bereits gefährdet sein; zumindest ist ihre Reserve gegenüber dem Erreichen der Rauchgrenze erheblich in Anspruch genommen. Ebenso wird die Thermische Belastung der Brennraumbegrenzungswände und die Auspufftemperatur in einem solchen Fall zunehmen. Gegen den durch die hohe Außentemperatur hervorgerufenen Luftmangel kann bei nichtaufgeladenen Motoren nichts unternommen werden, der Motor ist eben reichlich zu bemessen. Bei einer Umgebungstemperatur von 50°C ist die dadurch hervorgerufene Leistungseinbuße gegenüber 20°C nach DIN 6270 15%.

Anpassung an hohe Außentemperaturen

Zur Leistungseinbuße und erhöhten thermischen Belastung durch Verringerung der Luftdichte kommt noch die direkte Erhöhung des Temperaturniveaus der Verbrennungs- und Kühlluft. Die Auswirkung der Verbrennungsluft-Temperatur muß ebenfalls hingenommen werden, sie wirkt sich bei wasser- und luftgekühlten Motoren ziemlich gleichartig aus. Der Einfluß höherer Kühlluft-Temperatur ist bei wassergekühlten Motoren größer als bei luftgekühlten, da bei ersteren die Temperaturdifferenz zwischen Luft

La première condition à remplir est de bien poser le problème et d'utiliser toutes les connaissances théoriques et pratiques disponibles. De plus, le nombre des points de mesure ne doit être ni trop élevé ni trop faible et ces points doivent être bien répartis sur la zone examinée. Il faut faire attention déjà au début des essais à une bonne représentation des résultats.

Les dispersions des résultats peuvent provenir de la méthode de mesure ou de l'exécution de la mesure elle-même. Leur origine et leur importance peuvent être appréciées par des essais préliminaires. On peut réduire la dispersion des résultats par des essais prolongés ou en effectuant un nombre élevé d'essais.

Un dernier exemple illustre les moyens par lesquels on a pu reproduire des pannes qui ne se rencontrent dans la pratique qu'accidentellement. En relation avec ces mesures, on mentionne une possibilité de contrôle prévue dans le plan d'essais.

Hermann Bäumler: «Método de ejecutar ensayos en piezas de máquinas.»

Se trata de las consideraciones que es preciso hacer al establecer un plano metódico de ensayos y se presentan ejemplos de ensayos hechos con segmentos de émbolo y con empaquetaduras deslizantes.

Es condición fundamental la de que el problema se plantee con acierto y que se tengan en cuenta los conocimientos teóricos y prácticos de que se dispone. Además el número de puntos de medición ni debe ser demasiado reducido, ni demasiado grande, encontrándose los puntos repartidos por igual sobre toda la zona que interesa. Antes de empezar los ensayos ya se debe pensar en la forma de describir los resultados con claridad.

La dispersión de los resultados puede tener su causa en el mismo procedimiento de medición que se emplee, o en el proceso; se la puede estimar en cuanto a su causa y su valor con ensayos previos. Se puede conseguir una reducción del número de dispersiones, o prolongando el tiempo, o sea la duración del ensayo, o repitiéndolo varias veces.

El último ejemplo explica las medidas que permiten la repetida investigación de una perturbación que en la práctica se presenta solamente como fallo aislado, describiéndose al mismo tiempo un dispositivo de comprobación incluido en el plano de ensayo.

und Kühleroberfläche wesentlich kleiner ist als zwischen Luft und Zylinderverrippung bei letzteren. Wird man den luftgekühlten Motor in dieser Hinsicht nicht verändern müssen, so wird es sich meist als notwendig erweisen, den Rückkühler bei indirekt gekühlten Motoren für Tropenbetrieb zu vergrößern oder durch Übergang auf Druckkühlung die Siedetemperatur des Kühlwassers hinaufzusetzen.

Bei Konstruktionen für heiße Gegenden wird eine Forderung, die bei Anlagen für mitteleuropäische Bedingungen zweckmäßig ist, unumgänglich: Ein Warmluftkurzschluß ist zu vermeiden, beziehungsweise weitgehend zu verhindern. Luftgekühlte Motoren sind wegen der höheren Warmlufttemperatur empfindlicher als wassergekühlte. Die Beimengung von 20% Warmluft zur Frischluft erhöht deren Temperatur um 12°C, die von 40% um 33°C. Hier hat der Konstrukteur dafür zu sorgen und der Benutzer zu beachten, daß keine eigenmächtigen Veränderungen an Aufbau und Verkleidung vorgenommen werden.

Als weitere Auswirkungen, die hohe Außentemperatur auf den Motor haben können, sind in erster Linie die Schmiereigenschaften des Öles und die Haltbarkeit der nichtmetallischen Teile, besonders der Dichtungen, zu nennen. Aus dem Katalog der heute verfügbaren Dichtungsmaterialien kann man eines mit passenden Temperatureigenschaften leicht herausfinden. Der Versuchingenieur muß nur die höchstmögliche Betriebstemperatur hinlänglich genau angeben. Versuche im Tropenraum können zu zufriedenstellenden Aussagen verhelfen. Die Schmieröle werden mit höheren Temperaturen nicht nur dünnflüssiger, auch der Schmierfilm kann leichter zerstört werden, was Kolben- und Lagerfresser zur Folge hat. Auch die Alterung der Schmieröle nimmt mit der Temperatur erheblich zu. Eine zu geringe Zähigkeit läßt sich durch die Wahl einer höheren Viskositätsklasse ausgleichen, wenn nicht gleichzeitig Start bei niedrigen Temperaturen, zum Beispiel Nachttemperaturen in der

Wüste, gefordert wird. Die Öxydation bei hohen Temperaturen kann durch die Verwendung von Schmierölen einer höheren Spezifikation vermieden werden. Die für die Praxis notwendigen Ölwechselzeiten können bei der Entwicklung des Motors durch Dauerläufe im Tropenprüfstand nur unvollständig und kostspielig ermittelt werden. Die sicherste Methode ist die Einsatzerprobung unter den Bedingungen der Praxis.

Auf jeden Fall muß der Ölkühlung bei Motoren für den Tropeneinsatz besonderes Augenmerk gewidmet werden, beispielsweise Anordnung von Ölkühlern oder der Vergrößerung bereits vorhandener Ölkühler. Ein Motor, dessen Öltemperatur schon bei deutschen Sommertemperaturen an der Grenze des zulässigen Wertes liegt, wird im Sudan oder in Rhodesien versagen.

Staubprobleme

Mit dem Problem der Hitze ist auch das des Staubes und angesaugter Verunreinigungen im Kühlluftsystem verbunden. Die Hersteller von Mähreschern wissen darüber manches zu sagen. Eine wärmeübertragende Metallfläche kann ihren Zweck nur erfüllen, solange die Kühlluft an ihr vorbeistreichen kann. Dies ergibt die Forderung, grobe Verunreinigungen von den Kühlflächen fernzuhalten. Dabei sind die relativ großen Rippenzwischenräume der luftgekühlten Motoren unempfindlicher als die Waben von Rückkühlern. Großflächige Filternetze oder rotierende Filterwalzen helfen die größten Verunreinigungen abzuschneiden, ohne daß sich die Filterflächen in kurzer Zeit zusetzen. Der Druck der Strömung darf nicht dauernd so groß sein, daß die Verunreinigungen am Filter festgesaugt bleiben.

Schmieröl, Kraftstoff oder klebrige Substanzen, die in die angesaugte Luft gelangen, können ein Festbacken auch des feineren Staubes auf den Kühlflächen hervorrufen, diese damit wirkungslos machen und den Kühlluftweg oft völlig blockieren. Die aus der Kurbelgehäuse-Entlüftung austretenden Dämpfe und Nebel sind in dieser Hinsicht gefährlich, ein wirksamer Ölabscheider sowie ein Luftfilter sind an dieser Stelle auch aus diesem Grund zweckmäßig.

In Ländern mit heißen Klimaten oder zeitweiliger großer Trockenzeit treten Staubeentwicklungen auf, wie sie in unseren Breiten nicht bekannt sind. Bild 1 zeigt eine solche Staubeentwicklung bei der Bodenbearbeitung in Afrika. Es ist verständlich, daß Staubteilchen, die in derartigen Mengen anfallen, im Inneren des Motors erhebliche Verschleiß- und Abreiberscheinungen hervorrufen. In erster Linie sind die Kolben mit ihren Ringen, daneben aber auch die Ventile, ihre Sitze und Führungen sowie die Lager und Kurbelwellenabdichtungen dem abrasiven Angriff des Staubes ausgesetzt. Es ist kaum glaublich, in welcher kurzer Zeit bei ungenügender oder fehlender Luftfilterung die Kolbenringe auf einen Bruchteil ihrer ursprünglichen Stärke verschleifen, wobei auch die Ringnuten in den Kolben ausschlagen. Ein auf diese Weise stark geschwächter Ring neigt zum Bruch. Die Bruchstücke selbst beschleunigen den Verschleiß auf der Zylinderlaufbüchse und in der Kolbenringnut bis zum endgültigen Ausfall des Kolbens. Bild 2 zeigt das Ergebnis eines derartigen Vorganges. Man sieht, wie der kleine abgebrochene Teil des Kolbenringes eine Höhle in den Kolben gearbeitet hat. Da der Staub sich in erster Linie im Inneren des Motors schädigend auswirkt, sind Staubfilter überall dort vorzusehen, wo Verbindungen zwischen dem Motorinneren und der



Bild 1: Staubeentwicklung bei einer Bodenbearbeitung in Afrika



Bild 2: Verschleiß der Kolbenringe und der Ringnuten

Außenluft bestehen. Das ist in erster Linie die Luftansaugöffnung, daneben aber auch der Entlüftungsstutzen des Kurbelgehäuses, durch den, je nach Zylinderzahl, infolge der Pulsation des Kurbelgehäusedruckes Luft eintreten kann.

Luftfilter

Grobe Verunreinigungen, wie sie am Wabekühler auftreten, sind so auffällig, daß sie auch den Laien zu Gegenmaßnahmen veranlassen. Die Folgen feinen Staubes sind aber für den Bedienungsmann meist erst dann zu erkennen, wenn das Unheil eingetreten ist. Darum ist diesem Problem besondere Beachtung zu schenken. An Filtern für die Verbrennungsluft sind im Laufe der Entwicklung eine Reihe von Typen bekanntgeworden.

Naßluftfilter

Naßluftfilter (Bild 3) sind einfache und billige Filter, bei denen ein Haufwerk aus Stahlgestrick, Streckmetall oder Faserstoffen mit Öl benetzt wird und durch das die Luft angesaugt wird. Die häufige Umlenkung der Luft in dieser Masse bringt die Staubteilchen mit der ölbenetzten Oberfläche in Berührung, wobei sie festgehalten werden. Naturgemäß verschmutzt ein derartiges Filter je nach Staubanfall im Laufe einer längeren oder kürzeren Zeit und muß wieder gesäubert werden.

Ölbadfilter

Ölbadfilter benutzen das gleiche Prinzip, jedoch ist hier für ein laufendes Benetzen und Wiederauswaschen der Füllung gesorgt. Bild 4 zeigt ein derartiges Filter, bei dem der Luftstrom nach seinem Eintritt auf eine Öl-Oberfläche stößt, diese aufreißt und das mitgerissene Öl im Gestrick niederschlägt. Durch die dauernde Benetzung mit Öl tritt dort ein Waschprozeß ein, so daß der früher niedergeschlagene Staub nach unten in das Ölbad abtropft. Diese Filter haben daher, verglichen mit den zuerst genannten, eine wesentlich höhere Standzeit, sie müssen aber ebenfalls gewartet werden.

Zyklone

Zyklone (Bild 5) sind keine Filter im eigentlichen Sinne sondern Windsichter nach dem Schleuderprinzip. Sie erteilen der Luft durch ausmittige Einströmung oder durch Leitschaufeln eine Drallbewegung, wodurch die schweren Staubteilchen ausgeschleudert werden. Die gesäuberte Luft wird im Kern der Drallströmung abgesaugt, während die Staubteilchen durch eine Austragsöffnung ins Freie oder in einen Staubsammelbehälter gelangen. Die einzige Wartung dieses Filters besteht darin, daß dieser Sammelbehälter von Zeit zu Zeit gereinigt werden muß. Der Abscheidungsgrad eines derartigen Filters hängt verständlicherweise von der auf die Staubteilchen wirkende Fliehkraft und deren Schwebekraft ab. Damit ist er auch von der Korngröße des Staubes und von der Luftgeschwindigkeit abhängig. Die Wirkung der Zyklone nimmt bei kleineren Durchsätzen (Motorleerlauf) ab.

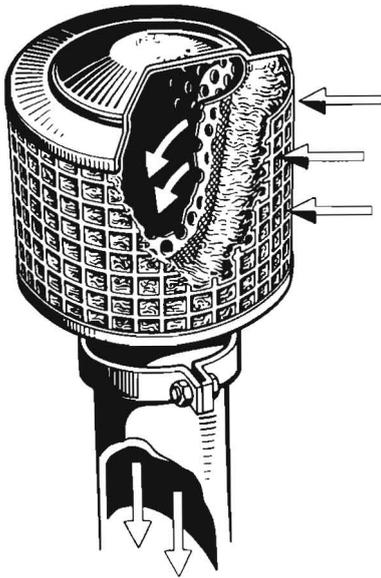


Bild 3 (oben): Naßluftfilter

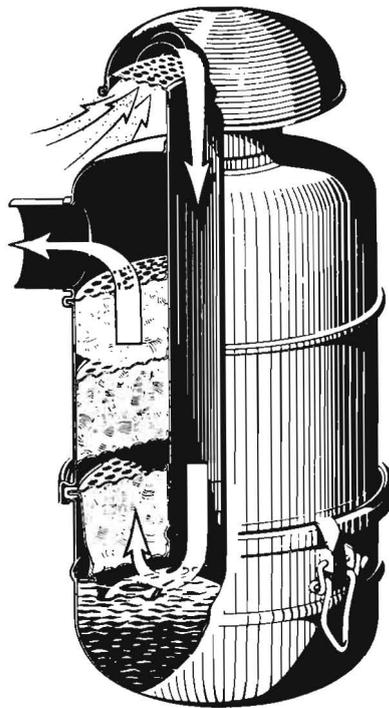


Bild 4 (rechts): Ölbadfilter

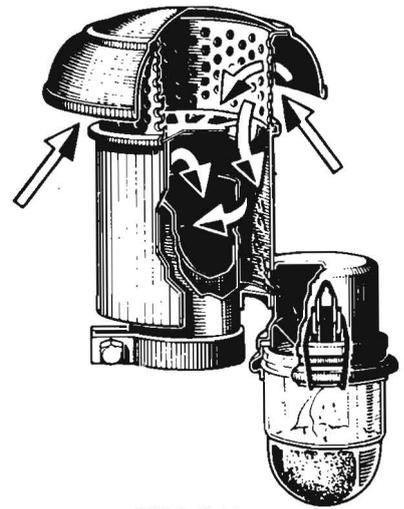


Bild 5: Zyklone

Trockenluftfilter

Die mechanische Filterung der Luft durch Filterpapier oder andere Faserstoffeinlagen verspricht die beste Wirkung, da die Durchlaßöffnungen im Filterstoff die durchgelassene Körnung nach oben begrenzen. Die Standzeit eines solchen Trockenluftfilters (Bild 6) hängt naturgemäß vom Staubanfall und der Filteroberfläche ab; sie ist jedoch für erträgliche Bauvolumina und nicht vorgereinigte Luft oft sehr kurz. Der Anstieg des Luftwiderstandes mit zunehmender Verschmutzung verursacht von einem bestimmten Wert an einen Verlust an Leistung und eine Zunahme der thermischen Belastung des Motors. Um den Motor nicht zu gefährden werden Unterdruckanzeiger verwendet, die das Überschreiten eines bestimmten Unterdruckes anzeigen.



Bild 6: Trockenluftfilter

Vergleich verschiedener Filtersysteme

Im folgenden sollen die Wirkungen der verschiedenen Luftfilter im Neuzustand bei verschiedenen Motorbetriebszuständen verglichen werden (Bild 7). Die Wirkungsweise mancher Filter hängt von der Luftgeschwindigkeit und damit auch von der Motordrehzahl ab. Naßluft- und Trockenluftfilter ändern ihren Abscheidungsgrad wenig oder gar nicht mit der Strömungsgeschwindigkeit, der für Normalstaub beim Papierfilter mit 99,9% erheblich über dem des Naßluftfilters mit 96 bis 98% liegt.

Ölbadluftfilter und Zyclone sind geschwindigkeitsabhängig, derart, daß ihr Abscheidungsgrad bei Förderungen unter 40% der Auslegung schnell abfällt. Überall dort, wo bei großem Staubanfall viel im Leerlauf gefahren wird, werden derartige Filter allein nicht befriedigen. Im Auslegungspunkt liegen die Abscheidungsgrade für Ölbadluftfilter zwischen 98 und 99% und die der Zyclone zwischen 80 und 95% je nach Anpassung.

In Bild 7 ist auch noch der Luftwiderstand der Filter gezeigt, der naturgemäß in einer parabelähnlichen Form über dem Luftdurchfluß ansteigt. In der Regel haben Filter mit höherem Abscheidungsgrad auch einen höheren Luftwiderstand, und es ist Sache der Auslegung, bei noch erträglichen Widerständen und Baugrößen ein Optimum an Filterwirkung zu erzielen.

Nicht nur die hier geschilderten Zusammenhänge am neuen Filter sind von Interesse; denn die Filter ändern mit zunehmender Verschmutzung in verschiedener Weise ihre Betriebswerte (Bild 8). Hier bestätigt sich die kurze Standzeit der Naßluftfilter, deren Abscheidungsgrad mit zunehmender Verschmutzung schnell sinkt, während der Durchflußwiderstand ebenso schnell zunimmt. Ölbadluftfilter halten ihre Reinigungsfähigkeit relativ lange; ihr Widerstand nimmt nur geringfügig zu. Wenn jedoch das Öl im Behälter so weit verschmutzt, daß es nur mehr eine zähe Paste bildet,

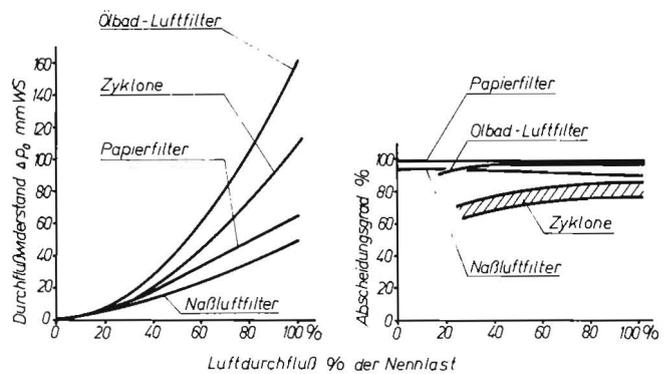


Bild 7: Kennlinien von Luftfiltern im Neuzustand

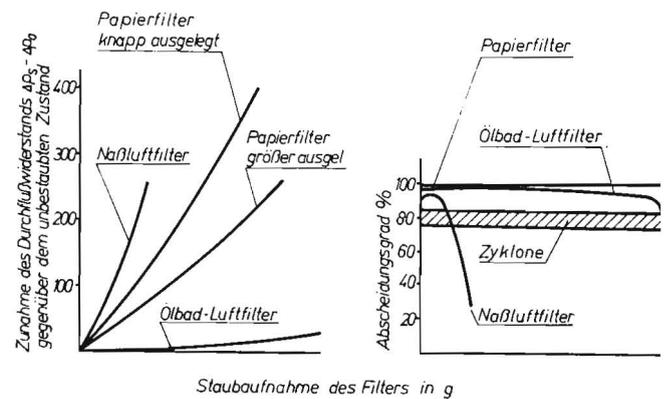


Bild 8: Veränderung der Filter bei Verstaubung

kann man auch nicht erwarten, daß noch Öl mitgenommen wird und eine Waschwirkung im Gewebe auftritt. Die Abscheidung bei dem Zyklonfilter bleibt ebenso wie der Widerstand über der Betriebszeit bei sachgemäßer Wartung konstant. Im Inneren des Zyklons treten keine wesentlichen Veränderungen auf, wenn keine klebrigen Bestandteile befördert werden. Die Zyklone sind die einzigen praktisch wartungsfreien Filter, die diese Eigenschaft jedoch mit relativ niedrigen Abscheidungsgraden und starker Drehzahlabhängigkeit bezahlen. Papier- und andere Trockenluftfilter behalten ihren guten Abscheidegrad während ihrer ganzen Lebensdauer bei, ihr Widerstand wächst jedoch je nach Großzügigkeit bei der Auslegung mehr oder weniger schnell mit zunehmender Verstaubung.

Filterkombinationen

Diese zum Teil verschiedenen Eigenschaften der einzelnen Filtertypen geben dem Motorenbauer die Möglichkeit, je nach Anforderung verschiedene Kombinationen vorzusehen.

Der Zyklon als Vorabscheider trägt nahezu wartungsfrei 80 bis 95% des Staubes aus und verlängert damit die Standzeiten von nachgeschalteten Ölbadluft- oder Trockenluftfiltern auf das Vielfache. Reicht bei besonders staubreichem Betrieb die Abscheidung nicht aus, so ergibt die Kombination der drei Filter (Zyklon, Ölbadluft- und Papierfilter) eine zwar kostspielige, aber sehr wirksame Anordnung.

Fällt bei der Verwendung von Papierfiltern der Nachschub von Patronen aus, so kann bei der letztgenannten Kombination auch ohne Trockenfilter eine begrenzte Zeit gefahren werden. Bei einer Kombination aus Zyklon und Papierfilter allein bewirkt in diesem Falle der Zyklon keine ausreichende Filterung, so daß bei einigermaßen staubigen Verhältnissen kein ungefährdeter Betrieb möglich ist.

Hinweise für Auslegung und Praxis

Die obigen Betrachtungen führen zu der Überlegung, die Ansaugöffnung an eine Stelle zu verlegen, an der die Staubkonzentration relativ gering ist. Das ist bei einem fahrenden Schlepper in der Regel ein Punkt oberhalb des Schleppers. Leider verbieten oft andere Gründe, beispielsweise das Durchfahren von Wäldern, zu hohe Ansaugkammine. Auch sonst ist es notwendig, bei der Wahl der Lage der Ansaugöffnung die Strömungsverhältnisse, wie sie durch den Fahrtwind oder andere Luftströmungen gegeben sein können, zu berücksichtigen, da unter Umständen örtliche Zusammenballungen von Staub auftreten, die bei ungünstiger Lage der Ansaugöffnung in den Filter gelangen würden.

Um die Abscheidungsgrade der in Frage kommenden Filter und Kombinationen zu erkennen, sind Prüfstände mit dem zu verwendenden Motor notwendig, da die Pulsationen der Ansaugluft zusätzlich zur mittleren sekundlichen Luftmenge die Wirkungsweise und Dimensionierung des Filters wesentlich beeinflussen. Durch eine genau dosierte kontinuierliche Zugabe von Staub über eine geeignete Vorrichtung an der Ansaugöffnung des Filters und durch dessen nachträgliche Rückwiegung läßt sich der Abschei-

dungsgrad bestimmen. Dabei ist es notwendig, auch die Zusammensetzung des Prüfstaubes nach seinen Korngrößenanteilen zu beachten. Da alle Filter auf verschiedene Korngrößen verschieden ansprechen, hat man sich auf Stäube bestimmter Zusammensetzung als Normalstaub geeinigt. Bild 9 zeigt die Siebkurven einiger derartiger Normalstäube. „M-Staub“ ist eine Flugasche, wie sie von deutschen Filterherstellern zur Bestimmung des Abscheidegrades herangezogen wird, die Kurve „Arizona grob“ und „Arizona fein“ sind zwei von der amerikanischen SAE genormte Stäube. Als vierte Kurve wurde ein anlässlich von Reklamationen festgestellter Staub aus Chile mit eingetragen. Diese Körnungskurven zeigen über der Korngröße den zugehörigen Filterrückstand, das heißt den Staubanfall mit Körnungen gleich oder größer als der auf der Abszisse angegebenen. Niedriger liegende Kurven bedeuten feinere Stäube, steilere Kurven Stäube, bei denen die Korngröße in einem engeren Bereich massiert ist. Aus eigener Erfahrung kann berichtet werden, daß Schwierigkeiten mit zu geringer Staubabscheidung zu beobachten waren, wenn die Körnungskurve des praktisch vorhandenen Staubes von der des Prüfstaubes abweicht. In ganz kritischen Fällen kann es zweckmäßig sein, sich vorher eine Staubprobe der betreffenden Gegend zu besorgen, wobei die Staubentnahme mit Überlegung durchgeführt werden muß. Nach starken Stürmen können die feinkörnigen Anteile verblasen sein und die gesammelte Probe eine zu grobe Körnung vortäuschen.

Schwierigkeiten, die in der Praxis bei der Luftfilterung auftreten, können verschiedene Ursachen haben: Als erstes sind absolute Fehlauslegungen zu nennen, wenn dem Lieferer die Einsatzbedingungen nicht genau bekannt waren oder er aus diesen nicht die richtigen Folgerungen zog. Als zweites ist unsachgemäße Wartung zu nennen, die speziell in technisch primitiven Ländern häufig anzutreffen ist. Ein Ölbadluftfilter ohne Öl oder in völlig verstopftem Zustand ist ebensowenig eine Sicherung für den Motor wie ein total zugesetztes Papierfilter, in das Löcher hineingestoßen worden sind, um dem Motor wieder Luft zu verschaffen. Als dritte wesentliche Ursache muß auf die Verlegung und die Abdichtung der Reinluftleitung hingewiesen werden. Da in allen Leitungsteilen nach dem Vorfilter bereits Unterdruck herrscht, verursacht jede Undichtheit ein Einströmen ungefilterter Außenluft. Derartige Undichtheiten können bereits durch unsachgemäß angezogene Schellen oder undicht ineinander gesteckte Blechrohre auftreten, sie können sich jedoch auch während des Betriebes durch Aufgehen unvollkommener Schweißnähte oder Durchscheuern von Schlauchleitungen oder ähnlichem einschleichen. Auf diese Punkte ist bei der Konstruktion und Ausrüstung der Luftansauganlage größtes Gewicht zu legen, wobei auch mit der oft rohen Behandlung durch primitive Bedienungsmannschaften zu rechnen ist.

Zusammenfassung

Dieselmotoren zum Antrieb von landwirtschaftlichen Maschinen sind bei Tropenverhältnissen besonders erschwerten Bedingungen ausgesetzt. Die häufig sehr hohe Umgebungstemperatur setzt das gesamte Temperaturniveau der Motoren hinauf, womit die Reserven an den gleitenden Teilen bezüglich Betriebssicherheit verringert werden. Ebenso wird durch die hohe Lufttemperatur die Füllung des Zylinders mit dem zur Verbrennung notwendigen Sauerstoff verringert und damit auch die Leistungsreserve des Motors verschlechtert. Durch eine Änderung innerhalb des Kühlsystems kann nur in manchen Fällen und auch da nur bis zu einem gewissen Grad für Tropenmotoren Abhilfe geschaffen werden. Vergrößerte oder zusätzliche Ölkühler und die Wahl von Schmierölen, welche in den gemäßigten Zonen nicht üblich sind, können die Anwendung von normalen Dieselmotoren in heißen Zonen erleichtern. Besondere Schwierigkeiten bereitet beim Tropeneinsatz der in der Regel sehr hohe Staubanfall. Die durch die Sonneneinstrahlung ausgedörrten Böden liefern bei der Bearbeitung Staubmengen, wie sie in mitteleuropäischen Verhältnissen kaum denkbar sind. Hier ist eine besondere Filterung der Luft für die Verbrennung und für das Kühlsystem notwendig. An einer Reihe von Beispielen werden die verschiedenen Arten von Luftfiltern gezeigt und ihre Wirkungsweise in neuem und verstaubtem Zustand erläutert. Einige Hinweise auf die Verlegung der Luftführung und auf einige häufig wiederkehrende Fehler dabei sollen mit der damit verbundenen Technik vertraut machen.

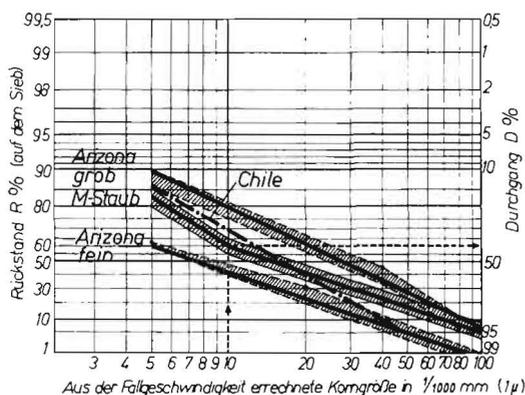


Bild 9: Körnungslinien verschiedener Stäube

Résumé

Otto Cordier: "Engine and Air Filter in Dust and Heat"

In tropical climate Diesel engines for driving agricultural machinery are exposed to particularly hard conditions. The frequently very high environmental temperature increases the total temperature level of the engines reducing thus the reserves at the sliding parts with regard to the reliability of operation.

Owing to the high air temperature the cylinder gets less oxygen required for combustion and consequently the power reserves of the engine are deteriorated. By changes within the cooling system only in some cases remedial measures can be taken for tropical engines, and this only to a certain degree. Enlarged or additional oil coolers and the choice of lubricants usually not applied in temperate zones facilitate the application of normal Diesel engines in hot regions.

The generally very high percentage of dust causes much trouble. The amount of dust whirled up when treating the parched soil can hardly be imagined in Central European climate. In this case the air for combustion and the cooling system must be specially filtered. By a number of examples the various kinds of air filters are shown and their mode of action when new and dusted is described. Some hints at the shifting of the air supply and its frequently occurring mistakes shall familiarize with the related technique.

Otto Cordier: «Moteur et filtre à air dans une atmosphère poussiéreuse et chaude.»

Les moteurs Diesel destinés à la commande de machines agricoles sont exposés dans les zones intertropicales à des conditions particulièrement sévères. La température généralement très élevée de l'air ambiant augmente le niveau de température total des moteurs de sorte que les marges de sécurité des pièces glissantes en sont diminuées. De plus, le remplissage du cylindre avec l'oxygène nécessaire à la combustion est diminué par suite de la température élevée de l'air et la réserve de puissance du moteur est diminuée en conséquence. Une modification des systèmes de refroidissement des moteurs tropicaux ne constitue un remède que dans quelques cas et n'a un effet que jusqu'à une certaine limite. L'agrandissement des radiateurs à

huile ou l'emploi de radiateurs supplémentaires et le choix d'huiles de graissage qui ne sont pas employées dans les zones tempérées, peuvent faciliter l'utilisation de moteurs Diesel normaux dans les zones intertropicales. L'atmosphère très poussiéreuse dans les tropiques crée d'autres difficultés particulières. Le travail des terres asséchées par le soleil soulève des quantités de poussière inimaginables dans l'Europe centrale. C'est pourquoi un filtrage efficace de l'air destiné à la combustion et au système de refroidissement est nécessaire. On montre par quelques exemples les différents types de filtres à air et leur mode de fonctionnement en état neuf et en état encrassé. Quelques indications sur le déplacement du guidage d'air et sur quelques erreurs commises souvent dans sa disposition doivent familiariser avec la technique correspondante.

Otto Cordier: «Motor y filtro de aire con polvo y calor.»

Los motores Diesel para el accionamiento de máquinas agrícolas se encuentran con condiciones muy duras en los países tropicales. La temperatura ambiente, con frecuencia muy elevada, aumenta el nivel de temperaturas de los motores, quedando así reducidas las reservas de resistencia de las piezas deslizantes en cuanto a la seguridad de servicio. La temperatura elevada del aire reduce también la cantidad de oxígeno en los cilindros, necesaria para la combustión, con lo que queda rebajada la reserva de potencia normal del motor. Un cambio en el sistema de refrigeración puede algunas veces remediar el defecto en los motores que trabajan en los trópicos, pero solamente hasta cierto punto. El empleo de refrigeradores de aceite adicionales o más grandes, así como el de aceites lubricantes que no suelen emplearse en los países de clima más templado, pueden facilitar el trabajo de los motores Diesel normales en los trópicos. Aquí también el contenido elevado de polvo en el aire da lugar a dificultades. En las tierras secas, abrasadas por el sol, se levantan, al trabajarlas, cantidades de polvo tan grandes que en Europa apenas son imaginables, por lo que es indispensable el empleo de filtros de aire, tanto para el aire de combustión como para el de refrigeración. Se da una serie de ejemplos de las diferentes clases de filtros, explicándose su funcionamiento en estado nuevo y con contenido de polvo. Siguen algunas indicaciones sobre el montaje conveniente de los tubos de aire, indicándose faltas que se cometen con frecuencia, para poder evitarse su repetición.

RUNDSCHAU

Prüfstandversuche von landwirtschaftlichen Maschinen

Der folgende Aufsatz ist ein Auszug aus einem Referat, das E. LANG auf einer Konferenz am 9. Januar 1962 in Queen Square, London, gehalten hat.

Begriffsbestimmung

Unter Prüfstandversuchen versteht man im Gegensatz zu Fahrversuchen die Erprobung von einzelnen Geräten oder ganzen Aggregaten auf sogenannten Prüfständen, die sich meist in geschlossenen Räumen befinden. Die Beanspruchungsverhältnisse sollen der Praxis möglichst weitgehend angepaßt sein.

Beim Prüfstandversuch sollten folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Übersichtliche Anordnung der Meß- und Anzeigergeräte;
- Möglichkeit der LastEinstellung über einen weiten Bereich;
- Die Wiederholbarkeit der Prüfbedingungen.

Ein anschauliches Beispiel ist die Fehlersuche am Verkehrsflugzeug vom Typ Comet I. Der Flugzeugrumpf wurde am Boden genau, sich wiederholenden Druckveränderungen unterworfen mit Geräten, die, bei exakten Aufzeichnungen, eine beliebige Einstellung des Druckes ermöglichen. Der Versuch bestätigte die theoretische Überlegung, daß eine Anzahl von Belastungszyklen der Druckkabine einen Ermüdungsbruch hervorruft und zur Kabinenexplosion führt.

Ein anderes Beispiel eines Prüfstandversuches stellt die Ermittlung der Belastbarkeit eines Pflugscheibenlagers dar. Beim Versuch wird die Scheibe festgeklemmt. Auf die vertikalstehende Welle, die von einer Gelenkwelle angetrieben wird, ist ein Gewicht so aufgesetzt, daß dieses eine Axial- und eine Radiallast sowie ein Biegemoment erzeugt. Die Ausführung des Lagers erwies sich hierbei

als ungenügend. Anschließend wurden vergleichsweise verbesserte Ausführungen erprobt.

Zweck

Der Prüfstandversuch soll sowohl dem Konstrukteur als auch dem Kontrollingenieur einen Blick in die Zukunft ermöglichen. Er bedeutet eine große Zeit- und damit Kostenersparnis.

Der Konstrukteur als Schöpfer von Aggregaten für die Großserienfertigung muß folgende Forderungen des Kunden erfüllen: Störungsfreies Arbeiten;

Möglichst niedrige Kosten;

Verwertung der letzten technischen und wirtschaftlichen Erkenntnisse.

Sein Rüstzeug besteht in dem Erlernten, der Erfahrung und dem konstruktiven Geschick. Diese Faktoren sind nicht immer ausreichend für eine treffsichere, ausgeglichene Lösung. Bei unzureichender Bemessung treten Schäden auf, die Geld und Vertrauen kosten. Überdimensionierte Teile bedeuten unnützen Aufwand. In beiden Fällen ist der Prüfstandversuch ein wertvoller Helfer. Dies gilt auch, wenn fertige und erprobte Konstruktionen funktionell und im Preise verbessert werden sollen, eine Notwendigkeit für jede dem Wettbewerb ausgesetzte Firma.

Vom Kontrollingenieur erwartet man, daß durch die Güteprüfung der Produktionsfluß nicht unnötig unterbrochen wird, andererseits jedoch ausreichend Gewähr für ein zufriedenstellendes Ergebnis gegeben ist. Während maßliche und stoffliche Prüfungen bei Einzelteilen angewendet werden, gibt ein Prüfstandlauf bei der Endabnahme, zum Beispiel eines Motors oder eines Getriebes, oft