

Siegfried Rauch

# Werkstatt-Handbuch für Zweitaktmotoren



**Wir empfehlen:**  
**Wehrtechnische Monatshefte**

— Zeitschrift für Wehrtechnik, Wehrindustrie und Wehrwirtschaft —  
Schriftleiter: Gen. Lt. a. D. Dipl. Ing. E. Schneider  
erscheinen 1956 im 53. Jahrgang, dienen den wehrtechnischen Wissenschaften aller Wehrmachtsteile, bringen die Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem letzten Weltkrieg und die Weiterentwicklung der Wehrtechnik, erwerben sich täglich neue Freunde und Bezieher, sind als eine der führenden Militärzeitschriften der Welt anzusprechen. Ihr Vierteljahresbezugspreis beträgt DM 4,50, das Einzelheft kostet DM 1,80. Die Bezieher der „Wehrwissenschaftlichen Rundschau“ und die der „Marine-Rundschau“ erhalten die Zeitschrift zu dem verbilligten Bezugspreis von DM 3,75 vierteljährlich. Bestellungen nehmen der Buchhandel und der Verlag entgegen. Das Abonnement verlängert sich selbsttätig, falls es nicht rechtzeitig gekündigt worden ist. Die Kündigung muß spätestens sechs Wochen vor Quartalschluß bei der Stelle vorliegen, bei der die Bestellung aufgegeben wurde.

**Die erste kriegswissenschaftliche Darstellung** der Vorgänge, die zum Untergang der 6. Armee führten, sind in dem einzigartigen Werk von Gen. Maj. a. D. H. Doerr zusammengefaßt:

**Der Feldzug nach Stalingrad**

140 Seiten mit 5 Karten und 23 Skizzen, Ganzleinen DM 17,50  
Ein lehrreiches und spannendes Werk. Erregend in seiner Sachlichkeit!  
Das Werk beantwortet auch die Frage, ob Hitler ein Feldherr gewesen ist.

**NAUTICUS 1956**

Jahrbuch für Seefahrt und Weltwirtschaft  
30. Jahrgang, 235 Seiten mit zahlreichen Abbildungen und Skizzen, 21 Bildtafeln und 74 Tabellen. Halbleinen DM 15,—  
Der Nauticus, von Großadmiral von Tirpitz gegründet, ist „das berühmteste Jahrbuch des Seewesens und der Weltwirtschaft“ und überall beachtet und beliebt.

**Segelsport ABC**

R. Andriano, Korvettenkapitän a. D.  
Das Wichtigste vom Segelsport  
4. Auflage. 120 Seiten mit 35 Abb. Ganzleinen DM 4,50

„In der vierten Auflage erscheint bereits das kleine Lehrbüchlein für die Segelsportler, dessen Verfasser der bekannte Kapitän Andriano — unsern Lesern durch seine „Rundschau aus den Kriegsmarinen“ in bester Erinnerung — ist und der lange Jahre hindurch als Geschäftsführer des Deutschen Seglerverbandes tätig war. Er ist also wie kein anderer dazu berufen, dem seglerischen Nachwuchs ein Büchlein in die Hand zu geben, das in gedrängter Form, aber doch nichts Wichtiges vergessend, ein hervorragendes Unterrichtswerk darstellt. Es ist auch eines der wenigen Lehrbücher für den Segelsportler, das sich mit den Gezeiten beschäftigt. Um dieses gar nicht so einfache Gebiet machen die meisten Verfasser einen ganz großen Bogen. Aber es muß sich ein Segler auch damit auskennen, will er nicht in Tidengewässern elend Schiffbruch erleiden. Schon allein dieses Kapitel zeichnet das Büchlein vor anderen aus, so daß es verdient, auf allen deutschen Segelschulen in Gebrauch genommen zu werden.“

E. S. MITTLER & SOHN GMBH., DARMSTADT

Zweitakt-Freunde

Mainz

e.V.

14 2015

240  
735  
345  
187

# Werkstatt-Handbuch für Zweitaktmotoren

Von  
**Obering. Siegfried Rauch**

144 Seiten mit 77 Zeichnungen im Text

2. Auflage



Seit 1789

Verlag E. S. Mittler & Sohn GmbH., Darmstadt

**In Vorbereitung:**  
**Das Motorrad mit Seitenwagen**

Von Ob.-Ing. S. Rauch

Etwa 150 S. mit über 100 Abb. u. Skizzen. Halbleinen ca DM 6,50

In diesem Buch wird erstmalig alles das zusammengefaßt, was der Motorradfahrer über das Seitenwagen-Gespann wissen muß. Das Gespann, eine Sonderbauart des Kraftfahrzeuges, das eine besondere Beurteilung erfordert, wurde wegen seiner technischen Eigentümlichkeiten oft als überholt bezeichnet. Es hat sich doch immer wieder — eben wegen seiner zahlreichen Vorzüge — behauptet. Gerade in jüngster Zeit, und trotz des Interesses, das allgemein dem kleinen und kleinsten Vierrad-Wagen entgegengebracht wird, erhält das Seitenwagen-Gespann neue Bedeutung, nicht nur als kostenmäßig unerreicht günstiges Transport- und Sportfahrzeug, sondern vor allem auch durch die steigende Verkehrsdichte und zunehmende Verkehrsgeschwindigkeit in der Großstadt und auf Überlandstrecken. Jene, die schon Gespann fahren — aber auch viele, die noch nach dem für sie vorteilhaftesten und wirtschaftlichsten Kraftfahrzeuge suchen, werden das Büchlein unentbehrlich und hochinteressant finden.

**Verhalten bei Kraftfahrzeugunfällen**

**Verhütung und Behandlung**

Etwa 150 S. mit zahl. Skizzen. Halbleinen ca. DM 8,50

**Neuzeitliche Waffenlehre**

**Kurzgefaßtes Lehr- und Nachschlagebuch  
der heutigen Bewaffnung**

von Gen.-Lt. a. D. Dipl. Ing. E. Schneider

Etwa 280 S. mit zahlr. Abb. u. Skizzen. Halbleinen ca. DM 15,—

Verfasser war im Kriege Chef der Amtsgruppe für Entwicklung und Prüfung von Waffen, Munition und Gerät im Heereswaffenamt.

**AVIATICUS**

**Jahrbuch für Luftfahrt und Weltverkehr**

Etwa 250 S. mit vielen Abb., Skizzen, Bildtafeln und Tabellen.  
Halbleinen ca. DM 15,—

**MARINE ABC**

von Kpt. z. S. a. D. Schulze-Hinrichs. 6. Auflage

Kartiert ca. DM 4,50

**I N H A L T**

**I. Aufbau und Wirkungsweise des Zweitaktmotors**

|  |    |
|--|----|
| 1. Zweitakt- und Viertakt-Arbeitsweise . . . . . | 8  |
| 2. Zylinder und Zylinderdeckel . . . . .         | 12 |
| 3. Kolben . . . . .                              | 14 |
| 4. Triebwerk . . . . .                           | 16 |
| 5. Kurbelgehäuse . . . . .                       | 18 |
| 6. Vergaser . . . . .                            | 22 |
| 7. Zündung . . . . .                             | 22 |
| 8. Auspuffanlage . . . . .                       | 24 |
| 9. Kühlung . . . . .                             | 26 |
| 10. Schmierung . . . . .                         | 27 |
| 11. Drehzahlregler . . . . .                     | 28 |
| 12. Sonderkonstruktionen . . . . .               | 29 |

**II. Richtige Bedienung und Wartung als  
Werkstatt-Entlastung**

|   |    |
|---|----|
| 1. Bedienung beim Start und im Betrieb . . . . .            | 33 |
| Mischungsherstellung . . . . .                              | 33 |
| Anwerfen des kalten und des betriebswarmen Motors . . . . . | 34 |
| Entlüften des ersoffenen Motors . . . . .                   | 35 |
| Die Bedienung des Startvergasers . . . . .                  | 36 |
| Winterstart . . . . .                                       | 36 |
| Das richtige Abstellen . . . . .                            | 38 |
| 2. Wartungsarbeiten . . . . .                               | 38 |
| Luftfilter . . . . .  | 39 |
| Kraftstofffilter . . . . .                                  | 39 |
| Kraftstoffzulauf und Vergaser . . . . .                     | 39 |
| Drehzahlregler und Getriebe . . . . .                       | 40 |
| Zündkerze . . . . .   | 40 |
| Unterbrecher . . . . .                                      | 40 |
| Rückstandbildung . . . . .                                  | 41 |



### III. Betriebsstörungen und ihre Ursachen

|   |    |
|---|----|
| 1. Motor springt nicht an . . . . .               | 43 |
| 2. Motor bleibt stehen . . . . .                  | 44 |
| 3. Motor läuft unregelmäßig (setzt aus) . . . . . | 44 |
| 4. Motor hat keine Leistung . . . . .             | 45 |
| 5. Motor qualmt . . . . .                         | 45 |
| 6. Motor wird zu warm . . . . .                   | 45 |
| 7. Motor verbraucht zuviel Kraftstoff . . . . .   | 46 |

### IV. Instandsetzungsarbeiten

#### A) Zylinder

|  |    |
|--|----|
| 1. Zylinder entkoken . . . . .                     | 47 |
| 2. Verdichtungsraum ausmessen . . . . .            | 48 |
| 3. Verdichtungsverhältnis erhöhen . . . . .        | 50 |
| 4. Schlitzfreigabe kontrollieren . . . . .         | 52 |
| 5. Zylinder abnehmen . . . . .                     | 54 |
| 6. Zylinderverschleiß messen . . . . .             | 55 |
| 7. Zylinder ausschleifen lassen . . . . .          | 57 |
| 8. Kolben einführen (Zylinder aufsetzen) . . . . . | 59 |
| 9. Zylinderkopf abdichten . . . . .                | 61 |

#### B) Kolben

|   |    |
|---|----|
| 1. Kolbenbolzen aus- und einbauen . . . . .     | 63 |
| 2. Kolbenbolzen-Übergrößen einsetzen . . . . .  | 67 |
| 3. Kolbenringe abnehmen und aufsetzen . . . . . | 68 |
| 4. Kolben säubern . . . . .                     | 71 |
| 5. Kolbenspiel messen . . . . .                 | 72 |
| 6. Freßstellen am Kolben beseitigen . . . . .   | 74 |
| 7. Kolbenring-Stoßmaß prüfen . . . . .          | 76 |
| 8. Höhengspiel der Kolbenringe messen . . . . . | 78 |
| 9. Kolben auswinkeln . . . . .                  | 80 |

#### C) Triebwerk

|   |    |
|---|----|
| 1. Pleuelbuchse erneuern . . . . .                        | 82 |
| 2. Kurbelwelle mit Wälzlagern prüfen . . . . .            | 84 |
| 3. Kurbelwelle auswechseln . . . . .                      | 87 |
| 4. Kurbelwellen-Kugellager abziehen . . . . .             | 92 |
| 5. Pleuelstange auswinkeln . . . . .                      | 94 |
| 6. Primärkette prüfen . . . . .                           | 96 |
| 7. Antriebs- und Kupplungskettenrad ausfluchten . . . . . | 98 |

#### D) Gehäuse

|   |     |
|---|-----|
| 1. Stehbolzen ein- und ausschrauben . . . . .               | 101 |
| 2. Ausgeschlagene Lagersitze instandsetzen . . . . .        | 103 |
| 3. Mittellager bei Zweizylindermotoren nachsetzen . . . . . | 105 |
| 4. Auch die Kurbelwellen-Dichtungen beachten! . . . . .     | 106 |

#### E) Vergaser

|   |     |
|---|-----|
| 1. Die Vergasereinstellung und ihre Beeinflussung von außen . . . . . | 109 |
| 2. Kraftstoffniveau prüfen . . . . .                                  | 110 |
| 3. Die Hauptdüse und der Lufttrichter . . . . .                       | 112 |
| 4. Leerlauf einstellen . . . . .                                      | 114 |
| 5. Düsenadel-Stellung und Gasschieberausschnitt . . . . .             | 116 |

#### F) Zündung

|  |     |
|--|-----|
| 1. Das Wichtigste: Die Zündkerze . . . . .                         | 119 |
| 2. Zündanlage durchprüfen (Suchen einer Störungsursache) . . . . . | 121 |
| 3. Unterbrecher prüfen . . . . .                                   | 124 |
| 4. Polabriß bei Schwungradzündern prüfen . . . . .                 | 126 |
| 5. Kolbenstellung suchen . . . . .                                 | 129 |
| 6. Vorzündung einstellen . . . . .                                 | 131 |

#### G) Auspuffanlage

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 1. Auspufftopf säubern . . . . .   | 133 |
| 2. Auspuffrohr ausbeulen . . . . . | 135 |

#### H) Drehzahlregler

|  |     |
|--|-----|
| 1. Antrieb und Übertragungsgestänge prüfen . . . . . | 136 |
| 2. Regler einstellen . . . . .                       | 137 |

### V. Umbau auf Ausweichkraftstoffe

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 1. Treibgas (Flüssiggas) . . . . . | 139 |
| 2. Stadtgas (Leuchtgas) . . . . .  | 140 |
| 3. Generatorgas . . . . .          | 141 |
| 4. Getrennte Schmierung . . . . .  | 141 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| Schlußwort . . . . . | 144 |
|----------------------|-----|



## Die Bedeutung des Zweitaktmotors

erkennt man, wenn man die Typenlisten der Fahrzeuge und Kleinmotoren bis etwa 1100 ccm Hubraum, die in den letzten 20 Jahren gebaut wurden, betrachtet. Nicht nur, daß es dem Zweitaktmotor gelungen ist, in Hubraum-Kategorien einzubrechen, die früher ausschließlich dem Viertakter vorbehalten waren — auf zahlreichen Anwendungsgebieten ist die Frage „Viertakt- oder Zweitaktmotor?“ längst schon ganz eindeutig zugunsten des letzteren entschieden. Es gibt Verwendungszwecke, für die man praktisch überhaupt nur noch Zweitaktmotoren einsetzt: Motorfahrräder, Einbaumotoren für die Landwirtschaft, transportable kleine Maschinensätze. Aber auch Krafräder, Kleinlieferwagen und die für die Wirtschaft nahezu ausschließlich noch in Frage kommenden Personenkraftwagen sind in ihrer überwiegenden Zahl mit Zweitaktmotoren ausgerüstet.

Vergegenwärtigt man sich diesen Stand des Motorenbaues, so ist es nicht erstaunlich, daß das Interesse für den Zweitaktmotor immer größer wurde und daß, geschlagen durch die handgreiflichen Beweise der täglichen millionenfachen Bewährung, alle Vorurteile gegen den Zweitaktmotor verschwunden sind, daß auch die, die ihm früher auf Grund ungünstiger Erfahrungen mit minderwertigen Einzelerzeugnissen ablehnend gegenüberstanden, begeisterte Anhänger wurden.

Damit erwächst aber auch für jeden Werkstattmann die zwingende Notwendigkeit, sich mit der Instandsetzung von Zweitaktmotoren zu befassen. Denn nicht nur im Kraftfahrzeug-Handwerk werden Zweitaktmotoren in Zukunft einen wesentlichen Anteil der Reparaturfälle bilden — die zahlreichen übrigen Verwendungsgebiete lassen Zweitaktmotoren mehr und mehr in allen Werkstätten vorkommen, in denen kleine Verbrennungsmotoren inandgesetzt werden. Die Notwendigkeit, beim Aufbau unserer Wirtschaft die vorhandenen Materialien so ökonomisch wie möglich zu verwenden, wird zweifellos gerade dem Zweitaktmotor manche neuen Verwendungsgebiete erschließen.

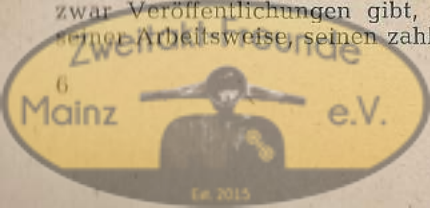
Wenn ich deshalb im Folgenden über die Instandsetzung von Zweitaktmotoren spreche, so geschieht das einmal deshalb, weil es zwar Veröffentlichungen gibt, die sich mit dem Zweitaktmotor, seiner Arbeitsweise, seinen zahlreichen Möglichkeiten hinsichtlich

Aufbau und Spülung, seiner Bedienung und Wartung ausführlich befassen, sich damit aber in erster Linie an den Fahrer, Maschinisten und technisch interessierten Nachwuchs wenden, weniger an den Werkstattmann. Und zum andern geschieht es deshalb, weil ich aus eigener jahrelanger Praxis in der Schulungsarbeit und im Technischen Dienst einer großen Zweitaktmotorenfabrik weiß, daß gerade beim Umgang mit Zweitaktmotoren in vielen Werkstätten noch geradezu unglaublich gesündigt wird. Nur zu häufig wird da angenommen, daß der so bestechend einfache Aufbau des Zweitaktmotors auch weniger Sorgfalt bei seiner Instandsetzung rechtfertige, als man sie bei Viertaktmotoren für selbstverständlich ansieht, ja daß man ohne weiteres auch ungeschulte Kräfte an derartige Arbeiten hinanstellen könne.

Das Gegenteil ist richtig. Nicht weniger, sondern in vielen Fällen eher noch mehr Sorgfalt als beim Viertakter, ganz gediegene Kenntnisse der besonderen Erfordernisse einer Zweitaktmotoren-Reparatur — und selbstverständlich auch ein Mindestbestand an Meß- und Sonderwerkzeugen — sind erforderlich, wenn die Arbeit einen Motor ergeben soll, der genau so hochwertig ist, wie er seinerzeit das Herstellerwerk verließ und der die vielen Vorteile des Zweitakt-Arbeitsverfahrens auch wirklich alle besitzt. Auch mancher gute Viertakt-Monteur muß da noch umlernen, ja nicht selten waren gerade alte Viertakter-Spezialisten schlechte Zweitakt-Monteur.

Es erschien mir deshalb auch in erster Linie notwendig, diejenigen Instandsetzungs-Anweisungen zu geben, die für alle Motorentypen gleicherweise Geltung haben. Eine solche Verallgemeinerung war deshalb unbedenklich, weil die bekannten modernen Konstruktionen von Zweitaktmotoren sich sehr weitgehend ähneln und weil auch scheinbar aus dem Rahmen fallende Sonderkonstruktionen instandsetzungsmäßig nichts Abweichendes darstellen. Es konnte deshalb darauf verzichtet werden, einzelne Typen besonders herauszugreifen. Das soll den Instandsetzungsanweisungen der Herstellerwerke überlassen bleiben. Bei aller Anerkennung der ausgeprägten Marken-Spezialisten gilt es doch, gerade bei der Instandsetzung von Zweitaktmotoren, die wichtigen grundsätzlichen Punkte Allgemeingut der Werkstatt werden zu lassen; dann wird sie sich auch in Sonderfällen leicht helfen können.

Siegfried Rauch



## I. Aufbau und Wirkungsweise des Zweitaktmotors

Obwohl im Rahmen dieses Buches für eine ausführliche Behandlung der zahlreichen Einzelausführungen und der beinahe zahllosen einzelnen Möglichkeiten, einen Zweitaktmotor aufzubauen, kein Raum ist, obwohl andererseits beim Werkstattmann eine recht weitgehende Kenntnis von Aufbau und Wirkungsweise des normalen Zweitaktmotors vorausgesetzt werden kann, erscheint es doch notwendig, wenigstens die wichtigsten konstruktiven Einzelheiten kurz zu streifen, Einmal, um auch für die Schulung des Werkstattnachwuchses eine Unterlage zu geben, zum andern, um das Verständnis dafür zu erhöhen, daß der scheinbar so einfache Zweitaktmotor das Produkt einer ebenso sorgfältigen geistigen und handwerklichen Arbeit ist, wie jeder andere Motor auch, und daß er deshalb auch peinliche Sorgfalt bei der Instandsetzung erfordert.

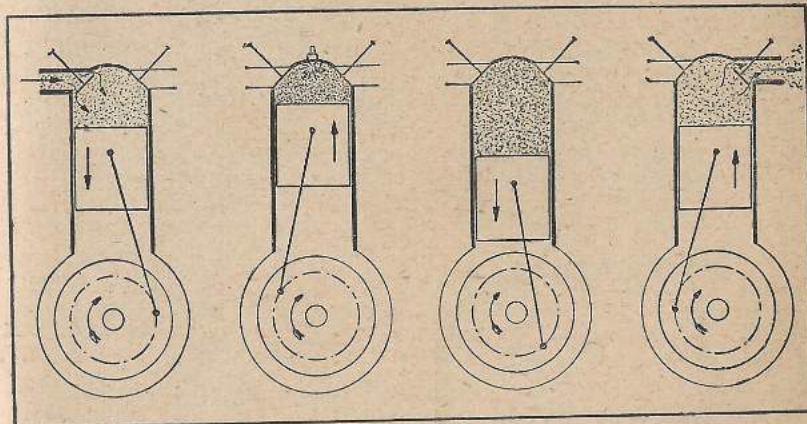
### 1. Zweitakt- und Viertakt-Arbeitsweise

Jeder Verbrennungsmotor braucht zur Abwicklung eines Arbeitsspiels vier Takte; er muß: 1. ansaugen, 2. verdichten, 3. verbrennen und 4. ausstoßen. Saugt er reine Luft an, verdichtet diese sehr hoch, und spritzt er gegen Ende der Verdichtung den Kraftstoff ein, so daß dieser sich infolge der hohen erzielten Verdichtungstemperatur entzündet, so nennt man ihn Dieselmotor. Saugt er ein fertig aufbereitetes, brennbares Gas an, verdichtet dieses und zündet es gegen Ende der Verdichtung, z. B. durch einen Hochspannungsfunken, so nennt man ihn Ottomotor.

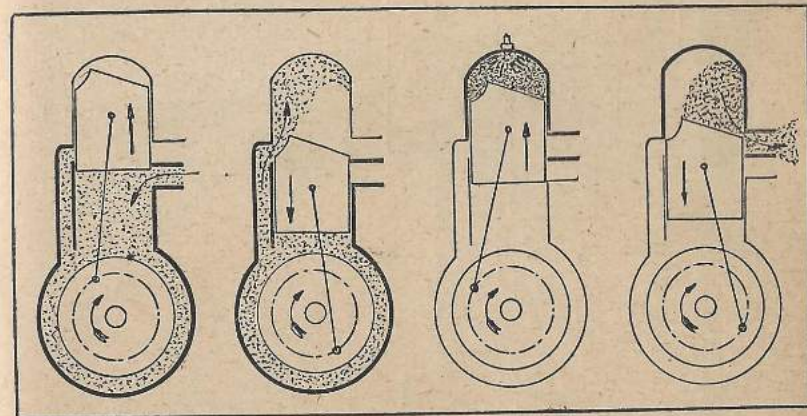
Spieren sich alle diese vier Takte im Raum oberhalb des Kolbens ab, so sind demnach zwei Abwärts- und zwei Aufwärtsgänge des Kolbens, mithin zwei Kurbelumdrehungen erforderlich, um ein Arbeitsspiel abzuwickeln. Um die frische Füllung im ersten Takt in den Raum oberhalb des Kolbens eintreten und im vierten Takt die verbrannte Füllung hinausschieben zu können, sind in diesem Fall Ventile erforderlich, die als Tellerventile, als hin- und hergehende oder drehende Schieber ausgebildet sein können und vom Motor zwangsläufig gesteuert werden müssen. Einen solchen Motor nennt man Viertaktmotor.

Spieren sich im Raum oberhalb des Kolbens nur der Verdichtungs- und Verbrennungsvorgang ab und läßt man durch eine Hilfspumpe die frische Luft in diesen Raum drücken, während das Hinausschieben der verbrannten Füllung durch den in diesem noch vorhandenen Druck bzw. durch den Druck der nachgeschobenen frischen Ladung erfolgt, so sind nur ein Aufwärts-

und ein Abwärtsgang des Kolbens, mithin nur eine Kurbelumdrehung erforderlich, um ein Arbeitsspiel abzuwickeln. Da das Austreten der verbrannten und das Eintreten der frischen Füllung erfolgt, während sich der Kolben in Nähe seines Totpunktes befindet, kann man die Steuerung ohne Hinzuziehung besonderer Ventile durch den Kolben selbst vornehmen lassen, der in der Zylinderwand vorgesehene Schlitze öffnet und schließt (obwohl es natürlich auch möglich ist, diese Funktion besonderen, dann wiederum zwangsläufig vom Motor zu steuernden Ventilen zu überlassen). Einen solchen Motor nennt man Zweitaktmotor.



Die vier Takte — Ansaugen, Verdichten, Verbrennen, Ausstoßen — beim Viertaktmotor



Die gleichen vier Vorgänge wickeln sich beim Zweitaktmotor in zwei Takten ab, da immer gleichzeitig oberhalb und unterhalb des Kolbens sich Füllungsvorgänge abspielen

Viertakt- und Zweitaktmotor können ebenso als Diesel- wie als Ottomotor gebaut werden. Die für unsere Betrachtung in Frage kommenden kleinen Zweitaktmotoren sind durchweg Ottomotoren.

Die erhebliche Vereinfachung, die die Möglichkeit bietet, an Stelle zusätzlicher Ventilorgane den Gascin- und -austritt durch den Kolben steuern zu lassen, hat erklärlicherweise dazu geführt, daß kleine Zweitaktmotoren meist ventillos sind. Die notwendige Hilfspumpe wird durch die Unterseite des Kolbens gebildet, der beim Hochgehen meist die Frischgasfüllung zunächst in den Kurbelgehäuseraum ansaugt, dort beim Abwärtsgehen schwach vorverdichtet und sie dann durch einen oder mehrere, den Kurbelgehäuse- und den Verbrennungsraum verbindende Kanäle (Spül- oder Überströmkanäle) in diesen übertreten läßt, wenn sich der Kolben in Nähe des unteren Totpunktes befindet. Auch den Eintritt des Frischgases in das Kurbelgehäuse steuert der Kolben bei den meisten Ausführungen selbst, indem er, wenn er sich in Nähe des oberen Totpunktes befindet, einen weiteren Schlitz in der Zylinderwand freigibt, durch den das Frischgas unter dem Druck der Atmosphäre in den Kurbelgehäuseraum einströmt, in welchem, da er druckdicht abgeschlossen ist, beim Hochgehen des Kolbens ein Unterdruck entstanden war.

Der normale schlitzgesteuerte Zweitaktmotor braucht also: 1. den Ansaugschlitz mit dem Ansaugkanal, 2. den oder die Überström- (Spül-) schlitz mit den Überströmkanälen und 3. den (manchmal auch in mehrere unterteilten) Auslaßschlitz mit dem Auslaßkanal. Man bezeichnet ihn deshalb als Dreikanalmotor.

Ansaug-, Spül- und Auslaßschlitz – deshalb „Dreikanalmotor“!

In ihm wickelt sich ein Arbeitsspiel wie folgt ab:

**1. Takt:**

**Oberhalb des hochgehenden Kolbens:** Verdichten und Entzünden der eingebrachten Frischgasladung.

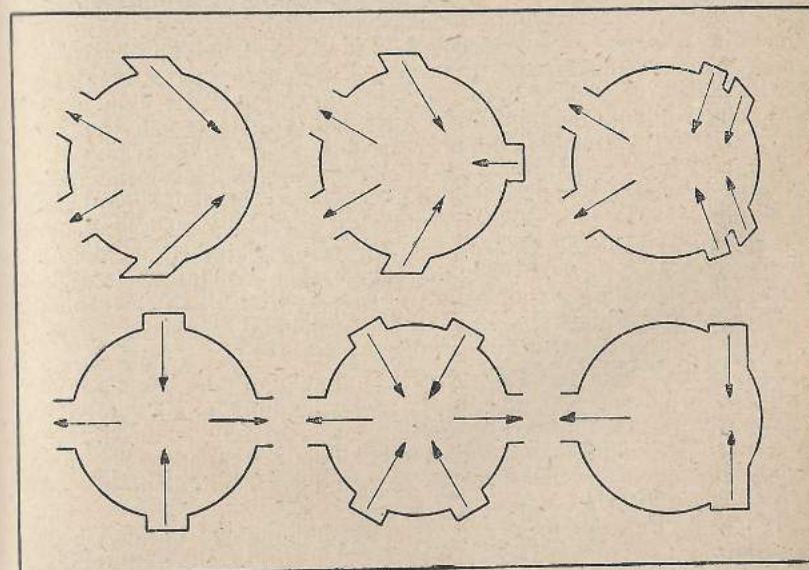
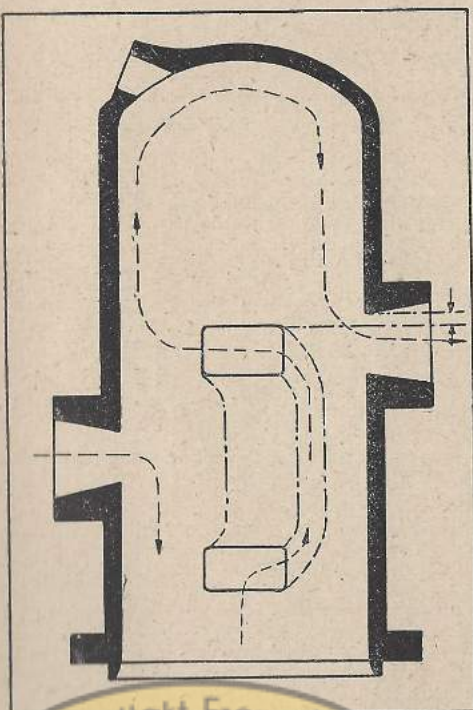
**Unterhalb des Kolbens:** Erzeugung eines Unterdruckes und Einströmen des Frischgases für die nächste Füllung.

**2. Takt:**

**Oberhalb des abwärtsgehenden Kolbens:** Verbrennen und Ausdehnen der Gasfüllung, Abströmen des verbrannten und Einströmen des frischen Gases aus dem Kurbelgehäuse.

**Unterhalb des Kolbens:** Vorverdichten des Frischgases und Überströmen in den Raum oberhalb des Kolbens.

Da beim normalen Zweitaktmotor das Ausströmen des alten und das Einströmen des frischen Gases gleichzeitig in Nähe des unteren Kolbentotpunktes erfolgt, muß man konstruktive Vorkehrungen treffen, damit sich das Frischgas nicht am Altgas entzündet und damit nicht Frischgas zusammen mit dem Altgas abströmt.



Verschiedene Möglichkeiten der Gasstromführung im Zylinder bei Zweitaktmotoren mit Flachkolben



Deshalb öffnet zunächst der Auslaßschlitz eher als der Überström-schlitz, deshalb lenkt man außerdem das Frischgas beim Ein-strömen in den Verbrennungsraum vom Auslaßschlitz weg in Rich-tung auf den Zylinderdeckel zu. Das geschieht entweder durch eine besondere Formgebung des Kolbenbodens (Nasenkolben, Profil-kolben) oder durch Unterteilung des Frischgasstromes in zwei oder mehr Ströme, die sich aneinander oder an der hinteren Zylinder-wand aufrichten und, das verbrannte Altgas vor sich hertreibend, zunächst zum Zylinderdeckel strömen und so den Verbrennungs-raum füllen. In diesem Fall kann der Kolben die vom Viertakt-motor her bekannte Bodenform (Flachkolben) haben. Bei richtiger konstruktiver Durchbildung gelingt es auf diese Weise, Frisch- und Altgas genügend zu trennen. Nur dann, wenn man hinsichtlich Leistung und Verbrauch noch günstigere Werte aus einem Motor herausholen will, muß man zu Sonderkonstruktionen greifen, die ihren besseren Füllungsgrad mit einem mehr oder weniger hohen technischen Aufwand erkaufen.

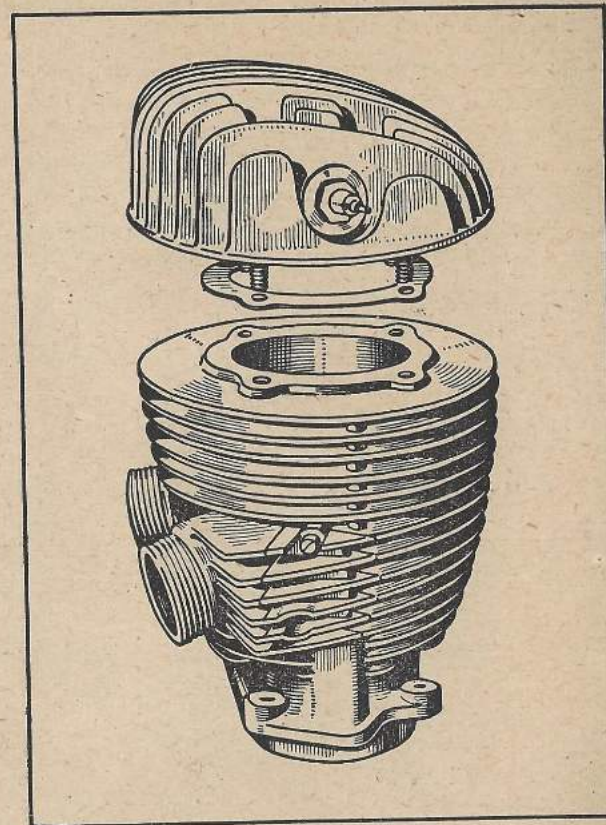
## 2. Zylinder und Zylinderdeckel

Der aus Spezial-Zylinderguß (seltener aus Leichtmetall mit ein-gegossener, eingespritzter oder eingezogener Graugußlaufbuchse) bestehende Zylinder trägt die Steuerschlitze mit den anschließenden Kanälen. Zum Anschluß des Vergasers ist ein Zweilochflansch oder ein Rohrstutzen vorgesehen. Der Überströmkanal ist ent-weder als geschlossener Kanal vom Fußflansch zum Überström-schlitz geführt (zwecks besserer Zugänglichkeit beim Bearbeiten und Säubern von Kanal und Schlitz häufig mit einem abnehmbaren Deckel versehen), oder er mündet, vom Überströmschlitz ausgehend, ein Stück unterhalb desselben wieder im Zylinder, da-mit das Frischgas das Kolbeninnere durchströmen und so dessen Kühlung verbessern muß. Der Anschluß des oder der Auslaßrohre erfolgt an Zweilochflanschen oder Rohrstutzen mit Gewinde und Überwurfmutter. Die Anordnung mehrerer Auslaßschlitze und dann auch meist zweier Auspuffrohre erfolgt mit Rücksicht auf bessere Wärmeableitung und die Möglichkeit besserer Schall-dämpfung durch Anordnung zweier Auspufftöpfe.

Zur Befestigung des Zylinders auf dem Kurbelgehäuse ist ein Fußflansch vorgesehen, der unter Zwischenlage einer (meist öl-getränkten Papier-) Dichtung durch kurze Stiftschrauben mit Mut-tern direkt oder durch lange Stiftschrauben mit auf dem Zylinder-deckel sitzenden Muttern zusammen mit diesem auf den Gehäuse-flansch gepreßt wird.

Bei Einzylindermotoren trägt der Zylinder meist unterhalb des Fußflansches noch einen Zentrierring, der in einzelnen Fällen als Zylinderhals so ausgebildet ist, daß der Fußflansch erst knapp unterhalb des Ansaugschlitzes, oder gar erst unterhalb des Über-ström- und Auslaßschlitzes sitzt, wobei im letzteren Falle der Ver-

gaser an dem entsprechend hochgezogenen Gehäusehals befestigt ist, in dem der mit dem Ansaugschlitz im Zylinderhals korrespon-dierende Ansaugkanal liegt.

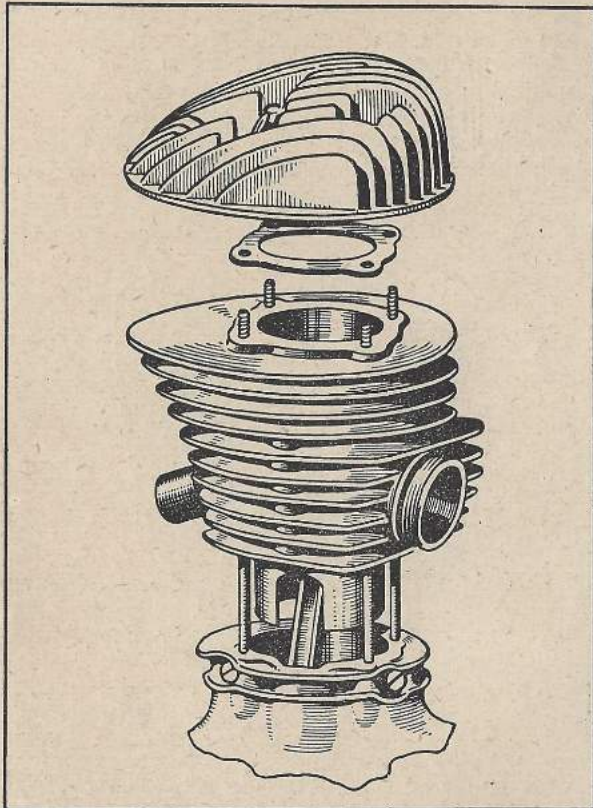


Normaler Zweitaktmotorzylinder mit Zylinderdeckel

Der bei modernen Motoren durchweg abnehmbare Zylinderdeckel besteht fast immer aus Leichtmetall, er ist unter Zwischenlage einer Metall/Asbest-Dichtung (seltener lediglich unter Verwendung eines dünnflüssigen Dichtungsmittels) mit Schrauben auf dem Zylinder-Kopfflansch oder mittels durchgehender, den Zylinder mit haltender Stiftschrauben (Stehbolzen) befestigt. Je mehr Schrauben, desto geringer die Gefahr des Verziegens und des Durchblasens an der Dichtfläche, deshalb nur bei ganz kleinen Motoren zwei oder drei, sonst vier oder noch mehr Befestigungsschrauben pro Zylinderbohrung.



Im Deckel sitzt, direkt eingeschraubt, die Zündkerze. Bei den meisten Motoren ist außerdem ein Entlüfterventil oder ein Zischbahn zur Verdichtungsminderung beim Anwerfen und zum Einspritzen beim Winterstart bzw. zum Entlüften des ersoffenen Motors im Zylinderdeckel vorgesehen.



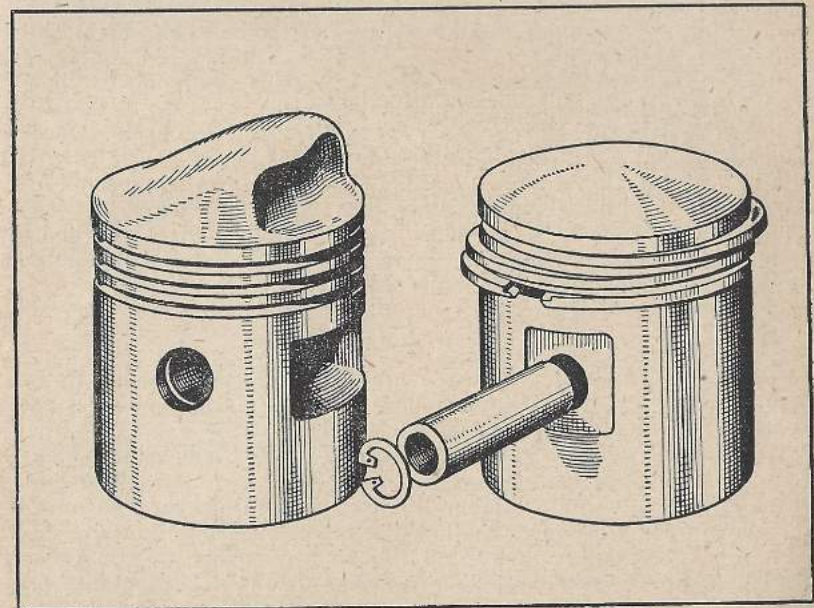
Der Deckel und Zylinder sind gemeinsam mit langen Stehbolzen auf dem Kurbelgehäuse gehalten. Der Zylinderhals ragt tief in das hochgezogene Kurbelgehäuse hinein.

### Kolben

Der stets aus Leichtmetall bestehende Kolben wird durch zwei, drei oder (bei großen Motoren) vier Kolbenringe im Zylinder abgedichtet. Damit die Ringenden nicht in die Steuerschlitze geraten können, sind in den Ringnuten Sicherungsstifte eingesetzt, an denen die entsprechenden ausgesparten Ringenden anliegen. Die Ringenden sind bei modernen Motoren geraden oder schrägen, nur noch

selten den empfindlichen überlappten Schnitt auf. Um den hohen thermischen Beanspruchungen im Zweitaktmotor widerstehen und ihrer beim Zweitaktmotor besonders wichtigen Aufgabe der Abdichtung, Wärmeableitung und Ölabbstreifung auch nach längerer Betriebszeit noch genügen zu können, werden häufig sogenannte warmfeste Ringe verwendet, die durch eine Sonderbehandlung bei der Herstellung ihre Spannkraft auch bei hoher Wärmebeanspruchung behalten. Ein besonderer Ölabbstreifring wird bei Zweitaktkolben im allgemeinen nicht verwendet.

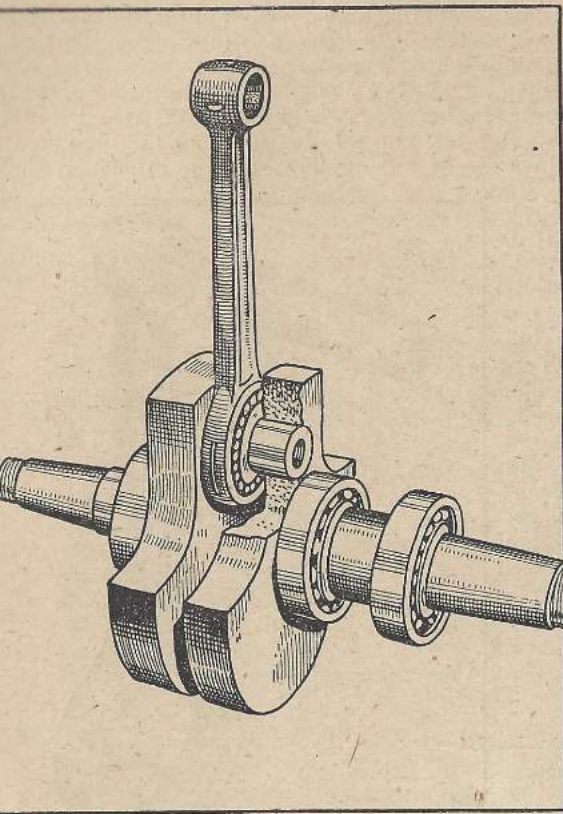
Der Kolbenboden ist entweder profiliert (Nasen-, Mulden-, Aufsatzkolben) oder er ist flach bis leicht gewölbt (bombiert). Der Flachkolben ist wegen seiner kleineren wärmebespülten Oberfläche thermisch günstiger und hat deshalb in Verbindung mit den verschiedensten Spülsystemen mehr und mehr Eingang gefunden.



Links ein Profil- (Nasen-) Kolben, rechts ein Flachkolben. Der Nasenkolben ist als sogenannter „Spülkolben“ ausgebildet, d. h. das überströmende Frischgas passiert das Kolbeninnere und gelangt durch ein Fenster im Kolbenschaft in den Spülkanal.

Das Kolbenhemd (Kolbenschaft) ist bei Zweitaktkolben immer in einem Stück mit dem Kolbenboden ausgeführt, bei einigen Motorentypen verwendet man zur Verbesserung der Laufruhe geschlitzte Kolbenschäfte. Natürlich muß der Schlitz so liegen, daß

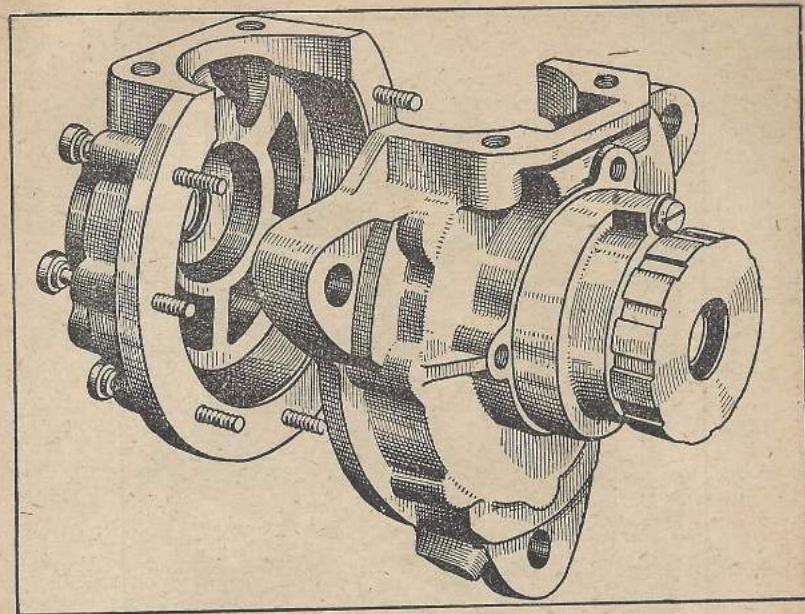




Aus einzelnen Teilen hydraulisch zusammengepreßte Kurbelwelle eines Zweitaktmotors. Lagerung der Welle auf Kugellagern, der Pleuelstange auf einem Nadelager.

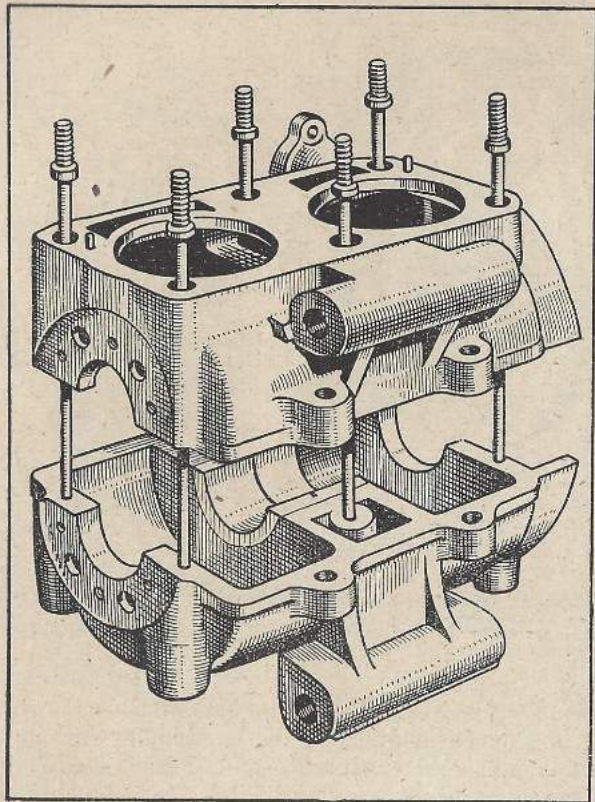
### Kurbelgehäuse

Das Kurbelgehäuse besteht normalerweise aus Leichtmetallguß, außerdem vielfach aus Grauguß. Es trägt auf einer Flanschfläche bzw. in einem hochgezogenen Hals den Zylinder, nimmt die Lager für das Triebwerk auf und ist mit angegossenen Augen im Rahmen des Fahrzeuges oder Gerätes gehalten. Durch außen angesetzte Rippen erfolgt eine Versteifung des Gehäuses gegen Verwindung und die Abstützung der Lagerflansche. In vielen Fällen bildet das Kurbelgehäuse ein Gußstück mit dem Getriebegehäuse, nicht nur bei Fahrzeugen, sondern auch bei Gerätemotoren, bei denen ein Getriebe zur Untersetzung oder zum Antrieb von Nebenaggregaten notwendig ist. Immer ist aber der Kurbelgehäuseraum von den Getrieberäumen getrennt.



Vertikal geteiltes Kurbelgehäuse eines Einzylinder-Zweitaktmotors

Zu diesem Zweck sind nicht nur die Trennflächen sorgfältig planbearbeitet und durch möglichst nahe aneinander sitzende Befestigungsschrauben zusammengepreßt, sondern auch die Wellendurchtritte an den Lagern besonders abgedichtet. Zur Abdichtung dienten früher einfache präparierte Filzringe (teilweise die gleichzeitig zur Lagerung vorgesehenen Bronzebuchsen), später graphitierte Geweberinge, die seit einiger Zeit fast überall durch Manschettenabdichtungen aus synthetischem Gummi ersetzt wurden, wodurch die Lebensdauer und Zuverlässigkeit dieser wichtigen Dichtungselemente ganz erheblich erhöht wurde. Bei einzelnen Motoren findet man auch sogenannte kammprofilerte Dichtungen, die als Labyrinthdichtungen wirken und sehr unempfindlich sind. Sie werden insbesondere als Mittellagerabdichtung bei Zweizylindermotoren zwischen den beiden Kurbelkammern angewandt. Nur bei einem Fabrikat werden Membrandichtungen verwendet, die sehr wirksam und zuverlässig, aber empfindlich gegen Beschädigungen sind und deshalb besondere Sorgfalt bei der Demontage und Montage erfordern.

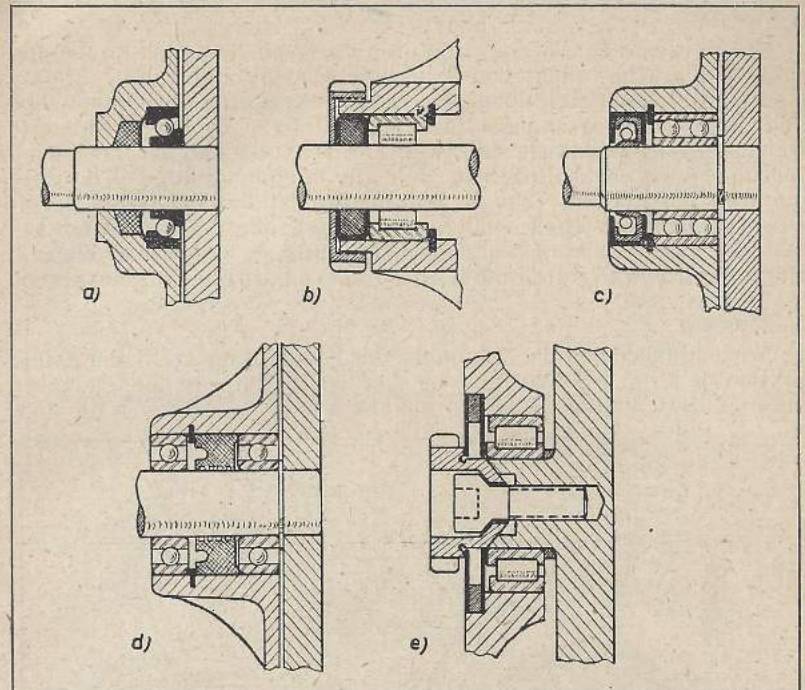


Horizontal geteiltes Zweizylindergehäuse

Häufig ist am Kurbelgehäuse ein Ablasshahn angeordnet (besonders bei Gerätemotoren), der beim Entlüften des ersoffenen Motors Kraftstoffsumpf aus dem Gehäuse abzulassen ermöglicht.

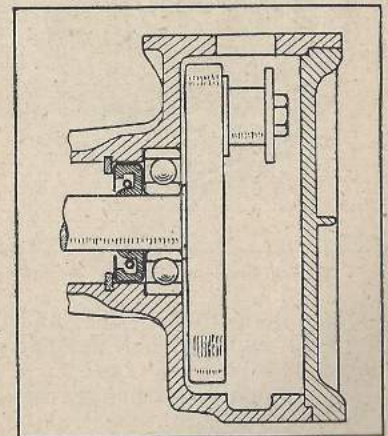
Mit Ausnahme der Gehäuse, in denen Stirnkurbeln arbeiten (und dann durch einen einfachen Verschlussdeckel abgeschlossen werden, sonst aber aus einem Stück bestehen können) müssen die Kurbelgehäuse geteilt sein. Bei Einzylindermotoren nimmt man die Teilung fast immer vertikal vor, während man die Gehäuse Mehrzylindermotoren meist horizontal teilt, wobei die Trennung in Wellen-, d. h. Lagermitte liegt.

Die Lager sitzen mit ihren Außenlaufingen direkt im Gehäuse, wenn es sich um vertikal geteilte Gehäuse handelt. Bei horizontal



Die bekanntesten Kurbelwellenabdichtungen: a = Filzringdichtung, b = gekapselte graphiterte Gewebedichtung, c = Gummimanschettendichtung, d = kammprofilierte Dichtungsbuchse, e = Membrandichtung.

geteilten Gehäusen setzt man die Außenlager gern in besondere Lagerflanschen ein bzw. läßt die Wälzkörper in den Flanschen als Außenring laufen. Durch axiale Schrauben sind diese Flanschen dann zusätzlich im Gehäuse gehalten.



Stirnkurbel eines kleinen Zweitaktmotors. Das Kurbelgehäuse ist ungeteilt und nur durch einen Deckel abgeschlossen.

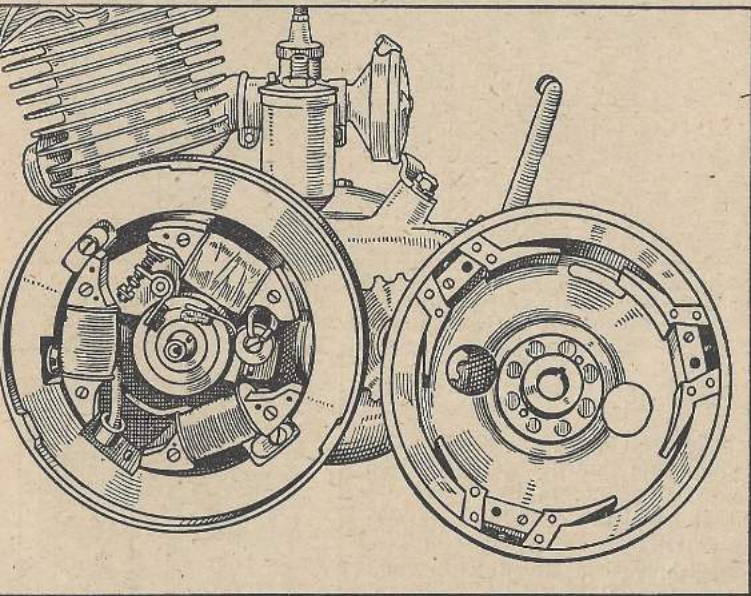


## Vergaser

Die Vergaser für Zweitaktmotoren unterscheiden sich im grundsätzlichen Aufbau nicht von denen für Viertaktmotoren. Es kommen sowohl Drosselklappen- wie Schiebervergaser, fast immer als wimmervergaser ausgebildet, zum Einbau. In ihren Einstellrten unterscheiden sie sich (z. B. in der Größe der Leerlaufdüse) noch häufig erheblich von den für gleichvolumige Viertaktmotoren bestimmten Typen. Im übrigen ist bei der Wahl ihrer sengrößen natürlich auch auf die fast überall bei Zweitaktmotoren angewendete Mischungs-schmierung, d. h. den zusätzlichen Reihgang von Öl durch die Kraftstoffdüsen, Rücksicht genommen.

## Zündung

Auch hinsichtlich des Aufbaues der Zündanlage stellt der Zweitaktmotor an sich keine anderen Anforderungen als der Viertaktmotor, sofern eben dieselbe nur zuverlässig in der Lage ist, die not-



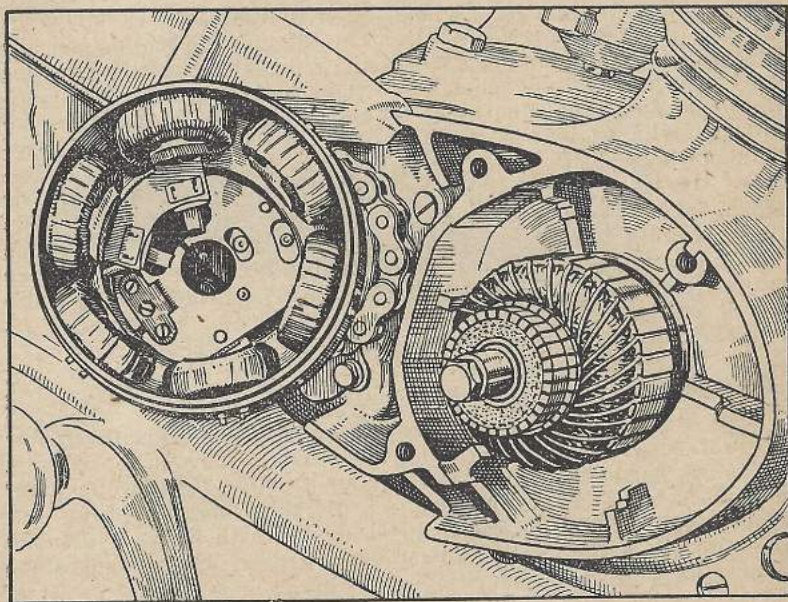
Schwungradzünder mit Spulen für Wechselstrom-Lichterzeugung

wendige doppelte Zahl der Zündfunken gegenüber dem mit gleicher Zylinderzahl und gleicher Zylinderzahl laufenden Viertaktmotor zu vermeiden.

Das Fehlen von Nebenaggregaten (Ventilsteuerungen, Ölpumpen) ist es dem Zweitaktkonstrukteur logisch erscheinen, auch für den

Antrieb des Zündapparates besondere Antriebsteile zu vermeiden. Deshalb setzt er nach Möglichkeit den Zündapparat (bei Magnetzündung) bzw. den Lichtmaschinenanker und den Unterbrechernocken (bei Sammlerzündung) direkt auf die Kurbelwelle und gewinnt damit noch zusätzlich den Vorteil, diese Teile als Schwungradgewicht benutzen und somit Gewicht einsparen zu können. Nur wenn vorgeschriebene Einbaumaße ihm Zwang anlegen, muß er sich entschließen, den Zünder bzw. den Unterbrechernocken gesondert anzuordnen und anzutreiben.

Als Zünder fanden bei Zweitaktmotoren der hier in Frage kommenden Hubraumgrößen ursprünglich fast überall Schwungradzünder Verwendung, deren stetige Vervollkommnung sie heute jedem Standmagnetzünder gleichwertig, ja durch den Wegfall aller Antriebs- und Kupplungsteile, durch das Feststehen aller stromführenden Teile und die Möglichkeit, bei Zweizylindermotoren



Lichtmaschine eines kleinen Kraffrad-Zweitaktmotors mit direkt auf der Kurbelwelle sitzendem Anker

leicht für jeden Zylinder ein getrenntes Zündsystem vorzusehen, dem Standmagnetzünder oft überlegen machen. Erst in letzter Zeit hat, teilweise auch unter dem Einfluß der Vereinheitlichung, der Standmagnetzünder auch für diese Motoren wieder mehr Boden gewonnen, interessanterweise aber unter Benutzung des für den

schwungradzylinder typischen Vorteils, nämlich des rotierenden permanentmagneten und der feststehenden stromführenden Teile. Bei Sammlerzündungen (die man vor allem in Kraftfahrzeugen mit Zweitaktmotoren findet) verzichtet man ebenfalls bei Zweitaktmotoren gern auf den für Mehrzylindermotoren sonst obligatorischen Verteiler und läßt den direkt auf der Kurbelwelle sitzenden Nocken so viel Unterbrecherhebel betätigen, wie Zylinder vorhanden sind (meist ja zwei), wobei dann auch die entsprechende Zahl von Zündspulen und Kondensatoren vorgesehen ist, so daß nämlich für jeden Zylinder ein getrenntes Zündsystem vorhanden ist. Daß durch die dadurch geringere Zahl der in der Zeiteinheit zu liefernden Funken die Beanspruchung aller Teile geringer, die Sicherheit der Anlage infolgedessen erhöht wird, ist im Hinblick auf die Verwendungsbereiche des Zweitaktmotors ein wichtiger Faktor.

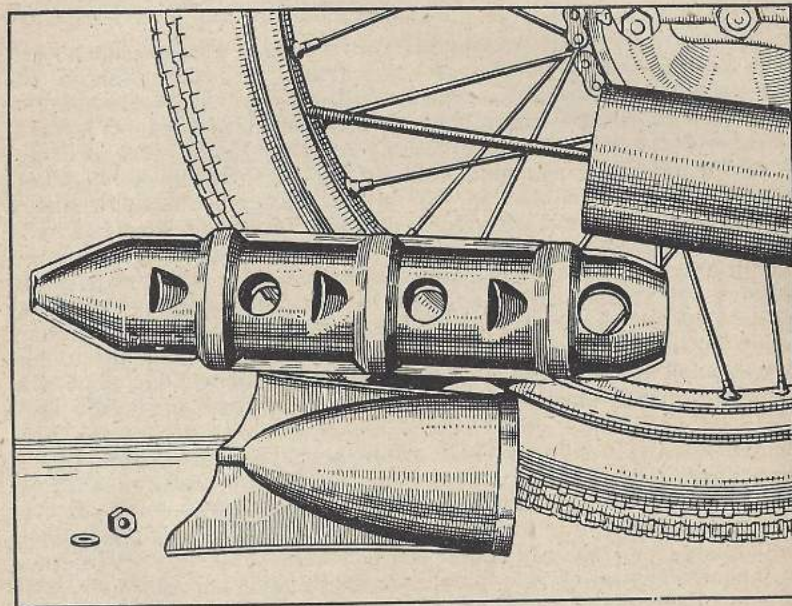
Die thermischen Belastungen des Zweitaktmotors, die naturgemäß höher sind als im Viertaktmotor, wirken sich erklärlicherweise an der Zündkerze aus. Die Schaffung von Kerzentypen, die meistens einen genügend breiten Wärmewertbereich hatten, andererseits aber auch eine hohe Sicherheit gegen Verölen aufwiesen, war deshalb eine nicht einfache Aufgabe für die Kerzenhersteller. Sie ist inzwischen längst gelöst und, von einigen Ausnahmen abgesehen, schreiben heute alle Zweitaktmotoren-Hersteller Kerzen mit dem Wärmewert 175 für ihre Motoren vor. Die Beachtung des vorgeschriebenen Kerzentyps ist aber gerade beim Zweitaktmotor ungemein wichtig, nicht nur wegen der erwähnten vorhandenen Ausnahmen hinsichtlich des Wärmewertes, sondern besonders deshalb, weil natürlich nur die richtige (und terminmäßig gepflegte!) Kerze den hohen Anforderungen, denen sie im Zweitaktmotor ausgesetzt ist, entsprechen kann.

### Auspuffanlage

Eine ausreichende Schalldämpfung ist beim Zweitaktmotor nach der systembedingten Art des Auslaßvorganges, d. h. die beim Auslaßschlitze freiwerdende kräftige Druckwelle, nicht so einfach, wenn man nicht durch die zur Schalldämpfung notwendige Drosselung zu starke Leistungsverluste in Kauf nehmen will. Für die andererseits notwendigen großen Expansionsräume ist genügend Raum zur Verfügung hat.

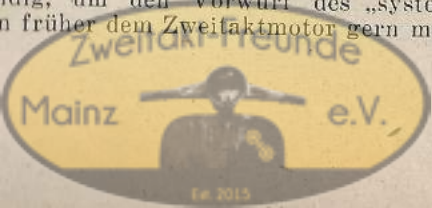
Die Lösung dieser Aufgabe ist heute durchaus möglich und in den meisten Fällen auch zufriedenstellend geglückt. Anordnung mehrerer Auslaßschlitze und -rohre samt Töpfen pro Zylinder, Verwendung von Vorkammertöpfen, Abstimmung der Rohrlängen auf die Schwingungsfrequenzen der Abgassäule, Aufbau der Auspuffanlage nach neuen Schwingungserkenntnissen — alles das war notwendig, um den Vorwurf des „systembedingten Radaus“, den man früher dem Zweitaktmotor gern machte, zu beseitigen.

Nun ist aber klar, daß die Beeinflussung des Abgasstromes sich auch auf den Strömungsvorgang innerhalb des Motorzylinders beim Ausströmen des alten und gleichzeitigem Einströmen des frischen Gases bemerkbar machen wird. Deshalb werden eine Reihe von konstruktiven Einzelheiten (z. B. Schlitzhöhen, Gasstromrichtungen, Vorverdichtung, Vergasereinstellung) auf den Staudruck, den die Auspuffanlage dem abströmenden Altgas entgegensetzt und damit sein geräuschvolles, schlagartiges Abströmen verhindert, abgestimmt. Es muß für den Fachmann ebenso klar sein, daß jede Veränderung dieses Staudrucks der Auspuffanlage, sei es nun eine Verringerung (durch Herausnehmen von Einsatzteilen oder



Auspufftopf eines Kraftrad-Zweitaktmotors zerlegt

gar Weglassen des Topfes), sei es eine Vergrößerung (durch Einbau eines für den betreffenden Motor nicht erprobten Topfes oder durch Verbrennungsrückstände) die Arbeitsweise des Motors beeinflussen muß und daß der Motor auf jede solche Änderung sehr empfindlich durch Leistungsverlust und Verbrauchverschlechterung reagieren wird. Das ist beim Viertaktmotor mit seinen voneinander getrennten Takten nicht in dem gleichen Maße bemerkbar, wohl aber beim Zweitaktmotor, bei dem das Schwingungssystem, welches die Gassäule zwischen Vergaser und Auspufftopf letzten Endes darstellt, auf solche Änderungen sehr fühlbar reagieren muß.



Die serienmäßig angebaute, also in langen Versuchen als richtig erprobte Auspuffanlage muß deshalb unbedingt erhalten bzw. wieder angebaut werden, sie muß andererseits auch durch Reinigung in ihren serienmäßigen Zustand versetzt werden, wenn sich durch Einsatz von Verbrennungsrückständen ihr Staudruck erhöht hat. Das muß nicht nur eine Selbstverständlichkeit für den Werkstattmann selbst sein, sondern er muß auch durch Aufklärung des Fahrers bzw. Maschinisten dafür sorgen, daß dieser nicht durch Nachlässigkeit oder Eigenmächtigkeiten seinen Motor schädigt und dessen Einsatzzuverlässigkeit herabsetzt.

### Kühlung

Die Abführung der ungenutzt freiwerdenden Wärme kann auch am Zweitaktmotor durch Luft- oder Wasserkühlung erfolgen. Da sich natürlich auch in diesem Punkt die höheren thermischen Belastungen früher schwerer beherrschen ließen, als beim Viertaktmotor, stand der Zweitaktmotor lange zu Unrecht im Ruf, „wärmeank“ zu sein. Wollte man aus ihm seine theoretisch hohe Leistungsausbeute herausholen, so mußte man zur Wasserkühlung greifen oder auch bei luftgekühlten Kraftfahrzeugmotoren (Kraftdern, Dreirädern) Ventilatoren anwenden. Die günstigeren Kühlungsverhältnisse der Flachkolbenzweitakter waren es dann, die sich zuerst auch in einer wesentlichen Verbesserung der Kühlungsverhältnisse auswirkten. Die beim Bau dieser Motoren gewonnenen Erkenntnisse wiederum ermöglichten dann später auch den Bau ebenso leistungsfähiger Nasenkolbenmotoren, die ebenfalls mit Luftkühlung einwandfrei im Dauerbetrieb zu beherrschen sind. So ist der Stand der Technik heute der, daß wassergekühlte Nasen-Zweitaktmotoren mit einfacher Thermosyphonkühlung ohne zusätzliche Wasserpumpe oder Ventilator auskommen, daß auch an Kraftfahrzeugmotoren mit luftgekühlten Zylindern ohne jede Zusatzkühlung baut, und daß auch die luftgekühlten, im Dauerbetrieb mit konstanter Drehzahl laufenden Gerätemotoren mit Hilfe eines einfachen Ventilators (als Lüfter ausgebildete Schwungscheibe mit Pleuellblechen zum Zylinder) kühlungsmäßig eindeutig beherrscht werden können. Geeignete Materialien, genügend große Kühlflächen (Kühlrippen), richtige Anordnung derselben, besonders in der Auslaßgasse, doppelte Abführung des Altgases, geeignete Innenkühlung, zuverlässige Wärmeabfuhr aus dem immer die heikelste Stelle bildenden Pleuellblech, richtige Schmierung und Vergasereinstellung sind die Ursachen dieses Erfolges, ohne daß dadurch die Wirtschaftlichkeit der Motoren beeinträchtigt worden wäre, ja durch die bessere Wärmeabfuhr wurde sie sogar noch ganz wesentlich verbessert. Wird ein moderner Zweitaktmotor zu warm, so ist das deshalb ein eindeutiges Zeichen für Fehler, die gesucht und abgestellt werden müssen.



Häufiger als an Überhitzung leidet aber der moderne Zweitaktmotor an Unterkühlung, d. h. zu geringer Betriebstemperatur, nur wird das eben seltener erkannt als eine Überhitzung. Die richtige Betriebstemperatur eines Zweitaktmotors liegt zwischen 70 und 85° Celsius. Wird sie nicht erreicht, so stimmen Leistungs- und Verbrauchswerte nicht, und gerade die Werkstatt sollte sich dessen erinnern, wenn sie Leistungs- und Verbrauchsreklamationen erhält. Durch geeignete Abdeckung muß dann (besonders in der kalten Jahreszeit) dafür gesorgt werden, daß die richtige Betriebstemperatur erreicht wird.

### 10. Schmierung

Für die Schmierung eines Zweitaktmotors kommt praktisch nur die Frischölschmierung in Frage. Sie kann als Druck- bzw. Unterdruckschmierung oder als Mischungsschmierung ausgebildet sein. Bei der Druckschmierung fördert eine (meist als Kolbenpumpe ausgebildete) Druckpumpe das Öl aus einem gesonderten Ölbehälter durch eine Stellschraube in ihrer Menge regulierbar und häufig in einem Schauglas kontrollierbar zum Motor. Bei der einfachsten Ausführung führt die Druckleitung lediglich zum Ansaugstutzen zwischen Vergaser und Motor und fördert dort in den Frischgasstrom, der das Öl zerstäubt mit in das Kurbelgehäuse nimmt, dort durch Sprüh- und Schleuderwirkung alle Lager und die Pleuellblechbahn schmierend. Wirtschaftlicher und schmieretechnisch korrekter ist es natürlich, wenn Einzelleitungen zur Pleuellblechbahn und zu den Hauptlagern sowie durch die hohlgebohrte Pleuellwelle zum Pleuellager gehen, von wo aus das abgeschleuderte Öl die Pleuellblechlagerung schmiert.

Bei der Unterdruckschmierung wird der beim Hochgehen des Pleuellblechs im Kurbelgehäuse entstehende Unterdruck dazu verwendet, das Öl aus dem Vorratsbehälter in einstellbarer Menge in das Kurbelgehäuse zu saugen.

Auch den im Kurbelgehäuse herrschenden Druck kann man ausnützen: man läßt einen Teil desselben auf den druckdicht abgeschlossenen Öltank wirken und von diesem aus die wiederum regulierbare Ölmenge zu den einzelnen Schmierstellen pressen.

Unbestritten am einfachsten und beim Zweitaktmotor mit Kurbelgehäusevorverdichtung geradezu als naturgegeben erscheinend ist die Mischungsschmierung, bei der das Öl in versuchsmäßig genau festgelegtem Mischungsverhältnis einfach dem Kraftstoff beigegeben, mit diesem aus der Vergaserdüse herausgerissen und zerstäubt wird, im Kurbelgehäuse als Ölnebel an alle Schmierstellen gelangt und so ohne jedwede mechanischen Hilfsorgane, die natürlich immer Wartungs- und Störungsstellen sind, die Schmierung besorgt, solange nur eben nicht vergessen wird, dem Kraftstoff das Öl in der richtigen Menge beizumischen. Ihre weiteren Vorteile (die Belastungsabhängigkeit der Schmierung durch Abhängigkeit

er Schmierstoffmenge von der ja ebenfalls belastungsabhängigen Kraftstoffmenge — was die anderen Schmiersysteme nur durch mechanische Koppelung von Gas- und Öldrossel erreichen können —, die Möglichkeit, in allen Jahreszeiten dasselbe dickflüssige Sommeröl zu verwenden zu können, die Sofortschmierung beim Start mit dem stärksten Kraftstofftropfen) haben bewirkt, daß die meisten Zweitaktmotoren der hier in Betracht kommenden Hubraumgrößen mit Schmieröl arbeiten, auch wenn eine getrennte Schmierung vielleicht um ein geringes wirtschaftlicher wäre. Die höhere Dauerhaftigkeit wiegt das aber vielfach auf.

### Drehzahlregler

Zweitaktmotoren in Geräten sollen in vielen Fällen insoweit unabhängig vom Bedienungsmann sein, als sie entweder gegen Überdrehen bei plötzlichem Ausbleiben der Belastung (z. B. bei Wasserpumpen oder landwirtschaftlichen Geräten) gesichert sein, oder unabhängig von der Belastung immer eine annähernd konstante Drehzahl einhalten sollen (z. B. bei Motoren zum Antrieb

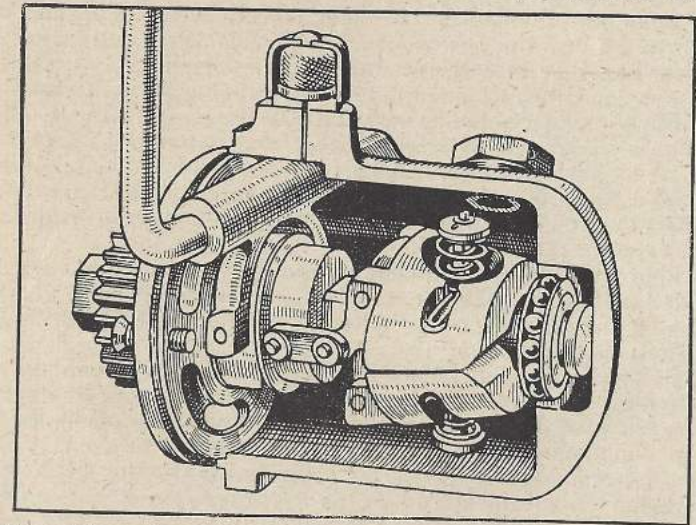


Abbildung eines Drehzahlreglers, wie er an stationären Zweitaktmotoren verwendet wird

(elektrischen Generatoren). Sie werden zu diesem Zweck mit einem Drehzahlregler ausgerüstet, der bei steigender Drehzahl die Ventildrossel drosselt, bei sinkender Drehzahl dieselbe erhöht. Von den verschiedenen hierfür in Frage kommenden technischen Möglichkeiten benutzt man überall den Fliehkraftregler. Bei diesem wird die Bewegung von unten Einwirkung der drehzahlabhängigen

Fliehkraft stehenden, an einer Welle angelenkten Gewichten über Gestänge oder sonstige Zwischenglieder auf die Gasdrossel übertragen. Durch Veränderung der Vorspannung von Federn, gegen deren Druck die Fliehgewichte ausschlagen, kann der Regler ein- bzw. nachgestellt werden.

Der Antrieb des in einem gesonderten Gehäuse untergebrachten Drehzahlreglers erfolgt entweder durch eine kleine Klauenkupplung direkt von der Kurbelwelle des Motors aus oder — wenn die Raumverhältnisse das nicht gestatten — über ein besonderes Getriebe. Je nach dem Aufbau des gesamten Aggregates müssen dann entweder Regler und Antrieb gesondert oder gemeinsam geschmiert werden.

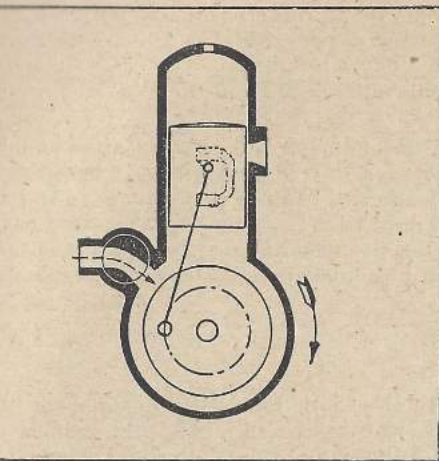
### 12. Sonderkonstruktionen

Der Einkolben-Dreikanalmotor mit Kurbelgehäusevorverdichtung stellt den normalen Zweitaktmotor dar. Es gibt, wie schon eingangs erwähnt, darüber hinaus zahllose Möglichkeiten, Leistungsausbeute und Wirtschaftlichkeit durch mehr oder weniger weitgehende Komplizierung in Kleinigkeiten zu verbessern. Inwieweit solche Verbesserungen praktisch von Wert sind, ist immer vom Umfang der Komplizierung, die sie erfordern, bestimmt. Meist sind die gewonnenen Vorteile gegenüber der aufgegebenen Einfachheit des normalen Zweitaktmotors so gering, daß sich alle die vielen vorgeschlagenen oder probierten Konstruktionen entweder gar nicht oder nur für Sonderzwecke (z. B. als Rennmotoren) behaupten konnten. Sie seien deshalb hier auch nur insoweit kurz gestreift, als sie für den Werkstattmann von heute von Interesse sind und sie bei ihm vorkommen können. So interessant nämlich an sich die verschiedenen Sonderkonstruktionen sind, so verbietet sich ihre auch nur knappe Betrachtung an dieser Stelle schon deshalb, weil mit ihnen allein ein dickes Buch zu füllen wäre.

Von den zahlreichen Vorschlägen, mit denen man den Wirkungsgrad der Kurbelgehäusepumpe zu verbessern versuchte, hat praktisch nur der Drehschiebereinlaß Bedeutung behalten. Dabei erfolgt das Ansaugen des Frischgases ins Kurbelgehäuse nicht durch den kolbengesteuerten Einlaßschlitz, sondern während des Kolbenhochgehens durch die freigelegte Öffnung eines Platten-, Walzen- oder Konusschiebers, der von der Kurbelwelle angetrieben (oder von der hohlgebohrten Kurbelwelle selbst gebildet) im Kurbelgehäuseraum liegt. Vergleicht man die Werte solcher Motoren mit Drehschiebereinlaß mit denen von schlitzgesteuerten Zweitaktmotoren, so ergibt sich überraschenderweise, daß — entgegen allen theoretischen Erwartungen auf Grund der günstigen Öffnungszeiten der Einlaßöffnung und abgesehen von Sonderanwendungsgebieten, bei denen die Motoren unter besonderen Bedingungen laufen (z. B. Außenbord-Bootsmotoren) — der Vorteil nur gering ist.





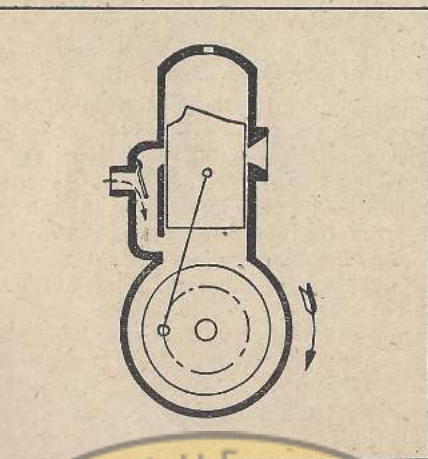


Zweitaktmotor mit Drehschiebereinlaß für das Frischgas in das Kurbelgehäuse, hier als Walzenschieber ausgebildet (ebenso als Scheiben- oder Konuschieber möglich, auch die hohlgebohrte Kurbelwelle kann die Funktion des Einlaßdrehschiebers übernehmen).

Die Anordnung eines automatischen Ansaugventils in Gestalt von Membranplättchen zur Erreichung der gleichen günstigeren Öffnungsverhältnisse hat sich für den Motor der Praxis wegen

der nicht unerheblichen Materialschwierigkeiten und der dadurch verursachten Beeinträchtigung der Betriebssicherheit nicht bewährt.

Auch die Verwendung eines Hilfskolbens, der, durch einen Exzenter von der Kurbelwelle angetrieben, das Fördervolumen der Kurbelgehäusepumpe erhöhen sollte, blieb auf Sport- und Rennmotoren beschränkt, ist also heute ohne Interesse, so hoch der Leistungsgewinn (allerdings unter entsprechendem Kraftstoffaufwand!) auch war.



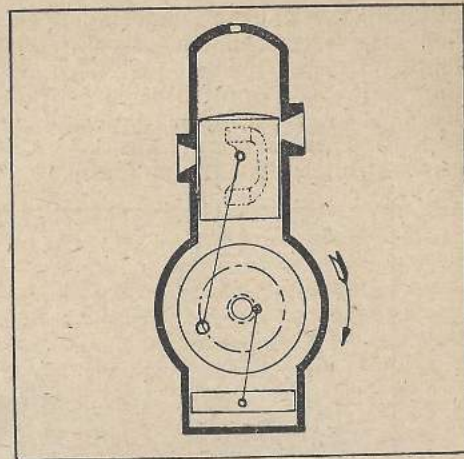
Der unvermeidlich hohe technische Aufwand ließ auch die gänzlich gesonderten Ladepumpen an Stelle der Kurbelgehäusepumpe, wie man das u. a. bei Mehrzylindermotoren versuchte und auch bei einem bekannten Motor viele Jahre hindurch ausführte, wieder verschwinden.

Steuerung des Einlasses durch eine Membran

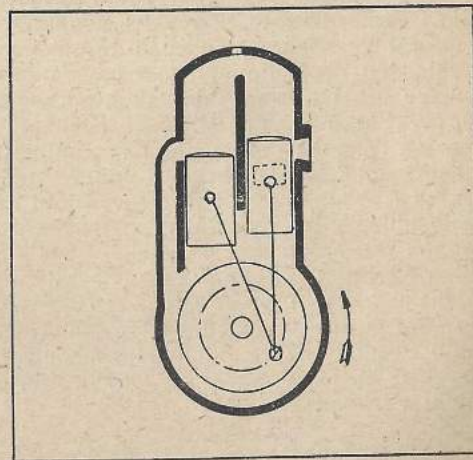
Erhöhung der Fördermenge in der Kurbelgehäusepumpe durch einen gegenläufigen Hilfskolben

Die weitaus meisten Verbesserungsversuche galten dem gleichzeitigen Einströmen des frischen und Abströmen des alten Gases. Von allen ist bisher nur der Doppelkolbenmotor lebensfähig gewesen und zu einer Zuverlässigkeit entwickelt worden, die der des Einzelkolbenmotors nicht nachsteht.

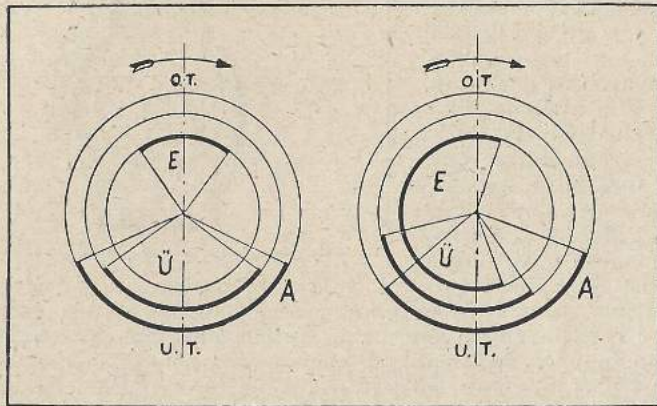
Bei ihm arbeiten zwei Kolben in parallelen Zylindern, die einen gemeinsamen Verbrennungsraum haben. Bei den gebräuchlichsten Ausführungen sind beide Kolben über eine gegabelte oder zwei aneinander angelenkte Pleuelstangen so auf einem gemeinsamen Hubzapfen bzw. mittels zweier getrennter Pleuelstangen so auf zwei um ein geringes in Drehrichtung gegeneinander versetzten Hubzapfen gelagert, daß der eine Kolben dem anderen um einige Kurbelgrade voreilt. Dadurch ergibt sich gegenüber dem sogenannten symmetrischen Steuerdiagramm des Einzelkolbenmotors mit Schlitzsteuerung ein unsymmetrisches Steuerdiagramm, d. h. der vor dem Überströmschlitz geöffnete Auslaßschlitz bleibt nicht auch länger offen als dieser, wenn der Kolben hochgeht, sondern wird durch den voreilenden Kolben geschlossen, während der Überströmschlitz noch offensteht. Außerdem ist das Frischgas gezwungen, vom Überström- zum Aus-



Beim Doppelkolben-Zweitaktmotor arbeiten zwei Kolben in parallelen Zylindern mit gemeinsamem Verbrennungsraum



Eschlitz das ganze Zylinderinnere zu passieren. Frischgasverluste und also weitgehend ausgeschaltet. Gleichmäßiger Leerlauf, erhöhte Wirtschaftlichkeit und Leistung sind deshalb unbestrittene Merkmale des Doppelkolbenmotors, die aber eben nahezu durch den höheren technischen Aufwand ausgeglichen werden, so daß sich diese Bauart auf ganz bestimmte Verwendungszwecke beschränkt blieb (Kraftstrahlmotoren).



Steuerdiagramme von Zweitaktmotoren: Links ein „symmetrisches“, rechts ein „asymmetrisches“ Diagramm (zu einem Doppelkolben-Zweitaktmotor mit Drehtriebereinlaß gehörend). E = Einlaß, Ü = Überström-, A = Auslaßwinkel.

Die mit dem Doppelkolbenmotor erreichte „Gleichstromspülung“ im Gegensatz zur „Gegenstromspülung“ des normalen Einkolbenmotors) versuchte man auch durch Anordnung von Ventilen oder Schiebern im Zylinder zu erreichen — ein Versuch, der erst dann gerechtfertigt ist, wenn der damit geschaffene Motor bei gleicher Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit den gleichermäÙen komplizierten Viertaktmotor um das Doppelte übertrifft — was bisher noch keiner Konstruktion gelang. Auch diejenigen Bauarten, die durch Anwendung von Steuerventilen oder Schiebern bzw. Spezialpleiben lediglich das unsymmetrische Steuerdiagramm erstrebten, scheiterten mit ihren theoretischen Vorteilen bei weitem die turmhohen Überlegenheit des einfachen schlitzzesteuerten Zweitaktmotors. Die Gründe liegen oft geradezu zu einem naturgegebenen Konstruktionselement des kleinen Zweitaktmotors. Aber ein Mindestmaß an Sorgfalt erfordert natürlich auch sie — und nicht selten wird schon bei diesem ersten Punkt schwer gesündigt.

Das für die Mischungsherstellung vorgeschriebene Öl ist vom Hersteller in langen Versuchsreihen ebenso ermittelt worden wie das richtige Mischungsverhältnis. Keine andere Stelle außer dem Motorenhersteller hat ein Recht (und meist auch nicht die technischen Möglichkeiten), etwas anderes vorzuschreiben. Für den

## II. Richtige Bedienung und Wartung als Werkstatt-Entlastung

Die unbestreitbare Einfachheit des Zweitaktmotors verleitet vor allem den Neuling häufig dazu, die Vorschriften, die der Hersteller für seine Motoren hinsichtlich Bedienung und Wartung gegeben hat, geflissentlich zu übersehen. Wenn auch die genannte systembedingte Einfachheit und der technische Stand des modernen Zweitaktmotors seine Bedienung immer einfacher gemacht und die notwendigen Wartungsarbeiten auf ganz wenige beschränkt haben, so will doch eben der Zweitaktmotor, wie jede andere hochwertige Maschine auch, richtig bedient und fristgemäß gewartet sein, wenn er einsatzbereit, zuverlässig und dauerhaft sein soll. Jeder Werkstattmann weiß ein Lied davon zu singen, wie viele schwere Motorschäden, die größere Instandsetzungsarbeiten erfordern, entweder durch falsche Bedienung oder versäumte Wartung direkt verursacht oder zumindest infolge ungenügender Kontrolle des Motors — die sich bei der Wartungsdurchführung ja automatisch ergibt — im Entwicklungsstadium, in dem sie vielleicht noch hätten mit geringem Aufwand behoben werden können, nicht bemerkt wurden.

Wieviel wertvolles Material und wie viele kostbare Arbeitszeit hätten oft gespart werden können, wenn man den Fahrer oder Maschinisten rechtzeitig auf die Wichtigkeit sachgemäÙer Bedienung und fristgemäÙer Wartung eindringlich hingewiesen hätte!

Aus diesem Grund sollen die allgemein gültigen Bedienungs- und Wartungsvorschriften auch an dieser Stelle noch einmal zusammengefaßt sein.

### 1. Bedienung beim Start und im Betrieb

#### Mischungsherstellung

Der überwiegende Teil aller Zweitaktmotoren der hier in Betracht kommenden Hubraumgrößen ist für Mischungsschmierung gebaut. Unter ihren früher schon erwähnten Vorzügen macht sie ihre Einfachheit geradezu zu einem naturgegebenen Konstruktionselement des kleinen Zweitaktmotors. Aber ein Mindestmaß an Sorgfalt erfordert natürlich auch sie — und nicht selten wird schon bei diesem ersten Punkt schwer gesündigt.

Das für die Mischungsherstellung vorgeschriebene Öl ist vom Hersteller in langen Versuchsreihen ebenso ermittelt worden wie das richtige Mischungsverhältnis. Keine andere Stelle außer dem Motorenhersteller hat ein Recht (und meist auch nicht die technischen Möglichkeiten), etwas anderes vorzuschreiben. Für den



edtenungsmann wie für die Werkstatt gibt es deshalb nur eins: bedingte Einhaltung der vorgeschriebenen Ölsorte (meist für die Jahreszeiten ein mitteldickflüssiges Motorenöl) und des vorgeschriebenen Mischungsverhältnisses (heute fast durchweg 1:25).

Den Neuling weise man ganz besonders eindringlich darauf hin, daß zuviel Öl dem Motor nichts nützt, sondern ihm genau so schadet wie zuwenig Öl. Veränderung der Vergasereinstellung (infolge Verengung des durch die Düse fließenden Kraftstoffquantums) und erhöhte Rückstandbildung (infolge des unverbraucht mit in den Verbrennungsraum gelangenden Öles) mit allen notwendigen Vorkehrungen für den Motor in jedem Fall schädlichen Folgen sind die Auswirkungen des zu reichlichen Ölzusatzes.

Von der Sorgfalt, die bei der Herstellung der Kraftstoff/Ölmischung angewendet wird, ist die Gleichmäßigkeit der Mischung, so die Gleichmäßigkeit der Öldosierung für den Motor, ist desselben dessen sicheres Anspringen, sein sauberer Leerlauf und letztlich auch seine Lebensdauer, ist aber auch andererseits die Lagerfähigkeit der Mischung abhängig.

Es hat sich allgemein bewährt, beim Herstellen der Mischung zunächst die ganze für das anzumischende Kraftstoffquantum benötigte Ölmenge mit der gleichen Kraftstoffmenge durch gutes Umrühren vorzumischen und dann durch Zugießen der restlichen Kraftstoffmenge und nochmaliges gutes Durchrühren (oder Schwenken und Schütteln bei verschlossenem Kanister, wenn in einem Behälter angemischt wird) die betriebsfertige Mischung herzustellen.

Das Anmischen im Kraftstoffbehälter des Fahrzeuges bzw. Getriebes empfiehlt sich infolgedessen nicht, da wegen der zu kleinen Öffnung das Umrühren und andererseits auch das beim Transportieren des Behälter vorzunehmende Schütteln und Schwenken nicht möglich ist.

### Anwerfen des kalten und betriebswarmen Motors

Der Motor braucht unter allen Betriebsbedingungen — bei hoher oder niedriger Drehzahl, bei kleiner oder großer Belastung, ob kalt ist oder warm — immer dasselbe Gemisch, immer dasselbe Verhältnis Kraftstoff:Luft. Ihm dieses aufzubereiten, ist die nicht mehr einfache Aufgabe des Vergasers.

Auch zum Anspringen muß das Gemisch dieselbe Zusammensetzung haben, und da beim Anwerfen insbesondere das Leerlaufsystem für die Gemischzusammensetzung verantwortlich ist, wird auch von ihm diese Zusammensetzung geliefert. Deshalb ist auch beim Anwerfen des schon bzw. noch betriebswarmen Motors, der damit seinen Normalzustand erreicht hat, auch keine andere Regelung notwendig, als daß der Gashebel  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  zu öffnen ist.

Lediglich wenn der noch kalte Motor angeworfen werden soll, sind die Verhältnisse etwas andere: da braucht der Motor zwar auch das gleiche Gemisch wie immer — aber das, was der Vergaser

in diesem Zustand liefert, ist eben nicht das normale Gemisch. Denn abgesehen davon, daß beim kalten Motor schon das an der Düse aufbereitete Gemisch aus verschiedenen Gründen kraftstoffarm ist, geht durch Kondensation in der kalten Ansaugleitung und dem dazugehörigen kalten Kurbelgehäuse des Motors noch ein Teil des Kraftstoffes verloren. Dadurch gelangt in den Verbrennungsraum nur ein viel zu armes Gemisch, das nicht zündfähig ist, so daß der Motor nicht anspringen kann. Zum Ausgleich benutzt man Kaltstarthilfen. Einspritzen, Tupper, Luftschieber, Luftklappe, Startvergaser sind solche Hilfen, die samt und sonders eine Anreicherung des Gemisches bewirken und damit dem kalten Motor annähernd das normale Gemisch zum Anspringen und für die ersten Takte des Laufes besorgen. Hat er sich innerlich auch nur wenig angewärmt, so sind die Starthilfen überflüssig und können ausgeschaltet werden. Ja — sie müssen abgeschaltet werden, denn wenn sie weiter mitarbeiten könnten, so würde ja das normale Gemisch, welches nun der Vergaser liefert, überfettet, die richtige Vergasereinstellung also zerstört werden.

Deshalb: Kaltstarthilfen nur zum Anwerfen des kalten, nie des noch warmen Motors benutzen — und abschalten, wenn der Motor nach wenigen Takten sich zu erwärmen beginnt! Je nach den Betriebsverhältnissen wird das etwas unterschiedlich lange dauern, und bei niedriger Außentemperatur wird der Motor auch nicht das schlagartige Wegbleiben der zusätzlichen Kraftstoffzufuhr vertragen, weil er noch nicht genügend angewärmt ist. Dann wird man eben die Starthilfen langsam ausschalten, einen Lufthebel also z. B. langsam öffnen.

Läßt man die Starthilfen während des normalen Betriebes mitarbeiten, so wird der Motor darauf zuerst mit allen Merkmalen der Überfettung (Viertaktlaufen, Qualmen) reagieren, schließlich wird er wegen verölter Kerze oder wegen nicht mehr zündfähigen Gemischs stehenbleiben — ersaufen.

Macht man den Kardinalfehler, den noch warmen Motor unter Benutzung einer der genannten Starthilfen anzuwerfen, so wird er mit Sicherheit gar nicht erst anspringen, sondern gleich ersaufen. Da ist dann häufig guter Rat teuer. Was tun, wenn der Motor ersoffen ist?

### Entlüften des ersoffenen Motors

Man muß auch hier wieder überlegt und systematisch vorgehen, denn durch sinnloses Weiterstarten wird nur immer mehr Kraftstoff in den Motor hineingesaugt, das Gemisch immer weniger zündfähig. Nicht die nasse Kerze ist es nämlich meist, wie häufig angenommen wird, die den Grund des Nichtanspringens darstellt, sondern das überfettete und deshalb nicht zündfähige Gemisch. Deshalb wird auch nicht die Kerze herausgeschraubt und getrocknet, wie man das oft sieht, sondern als erstes wird mal durch



ließen des Kraftstoffhahnes verhindert, daß immer mehr Kraftstoff in den Motor gelangt. Wenn sich am Vergaser eine Ablaßmöglichkeit befindet, so wird das Schwimmergehäuse entleert (was er nicht unbedingt notwendig ist). Dann kommt der Gashebel auf Vollgas (Starthilfen sind selbstverständlich ausgeschaltet), Spritzhahn oder Entlüfterventil im Zylinderdeckel werden geöffnet (nur in Ermangelung eines solchen muß die Kerze herausgeschraubt werden!), ebenso wird der meist vorhandene Ablaßhahn an Kurbelgehäuse geöffnet. Dann wird mit dem Anwerfhebel der Motor mehrmals durchgedreht. Aber nicht aufhören, wenn die erste Zündung durch den Entlüfter hörbar wird, sondern noch ein paar Mal weiterdrehen, damit auch mit Sicherheit zündfähiges Gemisch sich im Motor befindet! Erst dann werden Ablaßhahn und Spritzhahn bzw. Entlüfterventil geschlossen, der Gashebel in die normale Startstellung gebracht, der Kraftstoffhahn geöffnet und nun der Motor angeworfen. Er wird, wenn man so vorgeht, nun auch immer sicher anspringen.

### Die Bedienung des Startvergasers

Der bei manchen Motoren als Kaltstarthilfe vorgesehene Startvergaser liefert eingeschaltet, wie alle Starthilfen, ein überfettetes Gemisch. Das kann er aber nur, wenn er auch wirklich in Tätigkeit ist, d. h. wenn die Saugwirkung des Motors ihn beeinflussen kann. Der Startvergaser liegt im Nebenschluß zum Hauptvergaser. Erfolgedessen muß, wenn der Startvergaser beim Kaltstart arbeiten soll, unbedingt die Gasdrossel ganz geschlossen werden, damit im Startvergaser der notwendige hohe Unterdruck herrscht. Häufig kann man beobachten, daß Zweitaktmotoren mit Startvergaser Schwierigkeiten beim Anwerfen im kalten Zustand machen. Das liegt dann einfach an falscher Bedienung, weil nämlich fälschlicherweise der Startvergaser zwar eingeschaltet, gleichzeitig aber der Gashebel mehr oder weniger weit geöffnet wird. Dadurch ist der Unterdruck im Startvergaser zu gering, so daß er auch nicht genügend fettes Gemisch liefern kann, wie es zum Anspringen benötigt wird. Also bei Betätigung des Startvergasers Gashebel immer schließen! Im Gegensatz dazu muß der Gashebel natürlich bei Vergasern mit anderen Starthilfen (Luftschieber, Lüftklappe, Kupfer) geöffnet werden, weil ja der Unterdruck in diesem Fall auf die Düsen des Hauptvergasers wirken muß.

### Winterstart

Für den Winterstart, d. h. das Anwerfen des Motors bei Temperaturen unter  $0^{\circ}\text{C}$ , kann man zwei Temperaturzonen unterscheiden: bis zu etwa  $-25^{\circ}\text{C}$  und unter  $-25^{\circ}\text{C}$ . Obwohl die Verhältnisse natürlich grundsätzlich bei allen Zweitaktmotoren die gleichen sind, kommen, vor allem für den Start in der tieferen Temperaturzone, vornehmlich die luftgekühlten Gerätemotoren in Frage.

Bis zu  $-25^{\circ}\text{C}$  bedarf es keiner besonderen Hilfsmittel, um den Motor, sofern er sich in Ordnung befindet, sicher in Gang zu setzen. Es ist lediglich notwendig, daß sich in etwaigen Nebenschmierenräumen (Drehzahlregler, Getriebe) ein dünnes Winteröl befindet und daß diejenigen Schmierstellen, die mit Fett versorgt werden (z. B. die Hammerlagerung im Unterbrecher) mit kältebeständigem Fett eingesetzt sind. Beim Anwerfen ist dann streng systematisch wie folgt vorzugehen:

Zunächst ist bei geschlossenem Kraftstoffhahn (Gashebel geöffnet, Starthilfen ausgeschaltet) durch Entlüfterventil oder Zischhahn mit der Spritzkanne Kraftstoff (etwa 6 Spritzen) einzuspritzen und der Motor durchzudrehen. Er soll dabei noch nicht anspringen, das Einspritzen dient beim erstenmal nur zum „Losbrechen“ des Triebwerks, insbesondere des Kolbens. Dann wird — die Bedienungshelpe bleiben unverändert — nochmals wie zuvor eingespritzt und der Motor wieder, diesmal aber kräftig, durchgezogen. Dabei wird die erste sogenannte „Zündserie“ erfolgen, d. h. der Motor wird mit dem eingespritzten Kraftstoff einige aufeinanderfolgende Zündungen hörbar werden lassen. Daraufhin ist der Kraftstoffhahn zu öffnen, Gashebel und Starthilfen wie beim normalen Kaltstart zu stellen, nochmals (also zum drittenmal) einzuspritzen und der Motor kräftig durchzuziehen. Er wird nun anspringen, seine weitere Bedienung erfolgt wie bei jedem Kaltstart.

Bei Temperaturen unter  $-25^{\circ}\text{C}$  sind die Vorgänge bzw. Bedienungshandgriffe die gleichen, nur ist zum Einspritzen Anlaßkraftstoff, der immer gut verschlossen in kühlem Raum aufzubewahren ist, zu verwenden.

Steht Anlaßkraftstoff nicht zur Verfügung, so müssen bei Temperaturen unter  $-25^{\circ}\text{C}$  Zylinder und Zylinderdeckel mit einer Löt- bzw. Anwärmlampe vorsichtig angewärmt werden (Flamme nicht direkt auf Kerzenkabel, Entstörkappe und Vergaser richten!), dann sind die Bedienungshandgriffe und das Einspritzen mit normalem Kraftstoff genau so vorzunehmen, wie oben für den Winterstart bei Temperaturen über  $-25^{\circ}\text{C}$  beschrieben.

In den meisten Fällen empfiehlt es sich allerdings, dem in den Nebenaggregaten (Drehzahlregler, Getriebe) befindlichen Winteröl 15% Kraftstoff zur Verdünnung zuzusetzen. Eine Ergänzung desselben ist nicht nötig, da infolge zu geringer Erwärmung der Nebenaggregate mit Verdunstung des Kraftstoffes kaum zu rechnen ist.

Wird der Motor probeweise angeworfen, so muß er in jedem Falle so lange laufen, bis er handwarm geworden ist, weil andernfalls durch Kondenswasser- bzw. Eisansbildung evtl. der nächste Start gefährdet ist.

Daß im Winter die Herstellung der Mischung Öl/Kraftstoff infolge der schwereren Mischbarkeit des kalten Öles besonders sorgfältig vorgenommen werden muß, wurde schon gesagt.



Bei Gerätemotoren kann es überdies notwendig werden, durch teilweise Abdeckung der Kühlluftzufuhr eine zu starke Abkühlung des Motors durch den Lüfter (Ventilator) zu verhindern. Im übrigen erleichtert man sich den ganzen Winterstart natürlich, wenn man den Motor in Betriebspausen mit einer Kiste, einer Plane, Lappen, Stroh oder dgl. abdecken kann und dadurch die Wärme etwas länger hält.

In jedem Fall zeigt aber auch beim Winterstart der Zweitaktmotor (einwandfreien Zustand vorausgesetzt, weshalb man vor Beginn des Winters den Motor vorteilhaft in allen Teilen sorgfältig überprüfen und in Ordnung bringen wird) seine Überlegenheit, weil sein geringer Eigenkraftbedarf einerseits, die kurzen Gaswege andererseits das Anspringen bei Kälte sehr erleichtern.

### Das richtige Abstellen

Bei Fahrzeugmotoren werden beim Abstellen des Motors (durch Schließen der Gasdrossel bzw. durch Ausschalten der Zündung) kaum Fehler gemacht. Anders aber bei Gerätemotoren. Da wird häufig geraten, den Motor so abzustellen, daß der Kraftstoffhahn geschlossen wird und dann bei Vollgas der Motor ausläuft. Das ist nur dann richtig, wenn es sich um das endgültige Abstellen bei Beendigung des Betriebes, also vor einer längeren Betriebspause, handelt. Vor kürzeren Pausen, also bei vorübergehendem Stillsetzen, erschwert die genannte Methode den Wiederstart u. U. außerordentlich. Deshalb gilt ganz allgemein die Vorschrift, bei vorübergehendem Abstellen den Kraftstoffhahn vor dem Abstellen nicht zu schließen, sondern lediglich das Gas wegzunehmen, zu warten, bis die Drehzahl abgesunken ist und dann den Kurzschlußknopf zu drücken bzw. das Entlüfterventil (Zischhahn) im Zylinderdeckel zu öffnen. Selbstverständlich ist es jederzeit zulässig, kann nach dem Stehenbleiben des Motors den Kraftstoffhahn zu schließen, aber keinesfalls vorher.

### Wartungsarbeiten

Hinsichtlich der Wartungsarbeiten beim Zweitaktmotor gilt das schon Erwähnte ganz besonders: seine Einfachheit verleitet oft dazu, die vorgeschriebenen Wartungsarbeiten auf die leichte Schulter zu nehmen, so daß es in der Praxis leider eine sehr große Zahl von Motoren gibt, die faktisch überhaupt nie gepflegt werden. Dabei kommt es weniger darauf an, die vom Hersteller vorgeschriebenen, teilweise bewußt etwas knapp gehaltenen Pflegeeinstellungen einzuhalten, als eben diese Pflegearbeiten überhaupt regelmäßig durchzuführen. Die Anlage einer Wartungskarte, auf der unter Vermerk der jeweiligen Kilometer- bzw. Betriebsstundenzahl die Durchführung der Arbeiten notiert wird, hat sich überall bestens bewährt und kann nur empfohlen werden. Der Werkstattmann ist nicht zuletzt an sorgfältiger Durchführung der Pflege-

arbeiten interessiert, weil er es ja schließlich ist, der seine kostbare Zeit darauf verwenden muß, die Nachlässigkeiten des Fahrers bzw. Maschinisten, die sich dann in notwendigen Reparaturen äußern, wieder auszugleichen.

### Luftfilter

Die heute noch überwiegend verwendeten Naßluftfilter (Prallblechfilter) verschmutzen verhältnismäßig rasch und verlieren dann nicht nur vollkommen ihre Filterwirkung, sondern verändern durch die infolge Verengung der Filterkanäle eintretende Erhöhung ihrer Drosselwirkung auch die Gemischzusammensetzung erheblich, d. h. sie bringen eine mit steigender Verschmutzung zunehmende Überfettung des Gemischs, damit Minderleistung, Mehrverbrauch und erhöhte Rückstandbildung. Sie sind deshalb regelmäßig zu reinigen, d. h. in Kraftstoff auszuwaschen. Ihre Filterwirkung erhalten sie jedoch erst durch die Ölbefeuchtung der Filterflächen, weshalb nach dem Auswaschen das Filter unbedingt mit Motorenöl gut benetzt werden muß.

Eine ausreichende Filterung der Ansaugluft ist beim Zweitaktmotor deshalb wichtig, weil ja die Luft zunächst mit allen Triebwerksteilen in Berührung kommt und dort den in ihr enthaltenen Staub, der mit dem Motorenöl eine schmirgelnde Paste bildet, absetzt, wenn ihr der Staub nicht vor Eintritt in den Motor weitgehend entzogen wird.

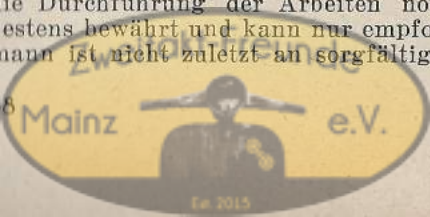
### Kraftstofffilter

Auch das Kraftstofffilter (meist am Kraftstoffhahn, gleichzeitig als Wasserabscheider ausgebildet, angeordnet) verschmutzt im Betrieb, das ist ja eben seine Aufgabe, damit der im Kraftstoff enthaltene Schmutz nicht in die Düsenbohrungen gerät und diese verstopft. Es muß deshalb ebenfalls regelmäßig gereinigt werden, was nach Abnehmen der Filterglocke (bei einfacheren Ausführungen nach Herausrauben des Hahnes bei entleertem Kraftstoffbehälter) durch Auswaschen des Siebes in Kraftstoff geschieht. Sauber und dicht wieder ansetzen, Dichtungen nicht verlieren oder beschädigen!

Ein verschmutztes Kraftstofffilter drosselt den Kraftstoffzulauf und beeinflusst dadurch ebenfalls die Gemischbildung, d. h. wirkt durch Kraftstoffverknappung wie eine zu kleine Düse im Vergaser.

### Kraftstoffzulauf und Vergaser

Das Kraftstofffilter verhindert zwar weitgehend eine Verstopfung der Kraftstoffzufuhr, trotzdem müssen aber die Zuleitung selbst und der Vergaser einer Kontrolle unterzogen werden, weil ja feinste Staubteilchen doch nicht vom Kraftstoffsieb aufgehalten werden können.



Die Kontrolle beginnt beim Luftloch im Behälterdeckel, erstreckt sich dann auf den Kraftstoffhahn, die Leitung, schließlich auf alle Vergaserkanäle. Zu diesem Zweck muß der Vergaser zerlegt werden, alle Kanäle und Düsen werden mit Preßluft (Luftpumpe) durchgeblasen. Auf saubere und dichte Montage ist natürlich ebenso zu achten wie auf Anziehen aller Verbindungen mit Gefühl, da sonst Deformationen der Vergaserteile, die ja meist aus Spritzguß bestehen, leicht möglich sind.

### Drehzahlregler und Getriebe

Die Pflege dieser Nebenaggregate erschöpft sich in der Kontrolle des Schmiermittelstandes und Ergänzung desselben, wenn notwendig. Nachstellungen am Drehzahlregler kommen als Wartungsarbeit unter keinen Umständen in Frage, inwieweit sie Sache der Werkstatt sein können, ist später bei den Instandsetzungsarbeiten behandelt.

### Zündkerze

Die hohe Beanspruchung, der die Kerze im Zweitaktmotor ausgesetzt ist, erfordert zwingend eine periodische Kerzenkontrolle und -pflege. Reinigung des Kerzeninneren, Nachrichten des Elektrodenabstandes (0,4 mm bei Magnet-, 0,7 mm bei Sammlerzündung), Prüfen und gegebenenfalls Ersetzen des Dichtungsringes, Erneuern der Kerze, wenn dieselbe undicht geworden ist (erkennbar an öleuchter Außenfläche des Kerzensteines), Verwendung des richtigen Kerzentyps, Anziehen der Kerze mit passendem Schlüssel, Kontrolle auf straffen Sitz des Anschlusses bzw. der Entstörkappe — nur wenige Handgriffe, aber entscheidend für die Zuverlässigkeit des Motors.

### Unterbrecher

Der Unterbrecher — bei Schwungradzündern praktisch das einzige pflegebedürftige Teil des Zünders, da ja alle andern stromführenden Teile feststehen — muß sauber sein, muß vor allem saubere, gutschließende Kontakte aufweisen, wenn er seine Aufgabe erfüllen soll. Deshalb ist er mit Kraftstoff auszuspülen, die Kontakte sind sauber zu halten, ihre Oberfläche, wenn notwendig, nicht mit der Kontaktfeile zu überziehen, der Hammer auf unbeschädigtes Klötzchen und auf klemmfreie Lagerung zu prüfen. Weicht der Hammer zum Klemmen, so muß er von seiner Lagerung abgenommen und unter Beigabe eines Tropfens Öl leichtgängig gemacht werden. Die Hammerfeder ist gefühlsmäßig auf ausreichenden Druck zu kontrollieren (schlaaffe Federn durch Ausstühen sind möglich!) und, wenn notwendig, auszuwechseln.

Dann ist der Kontaktabstand, der sich durch Kontaktabbrand und durch die Bearbeitung der Kontaktoberflächen mit der Feile vergrößert, mit der 0,4-mm-Fühllehre zu prüfen und durch Nach-

stellen der Kontakte auf das richtige Maß von 0,4 mm an höchster Nockenstelle zu korrigieren. Meist wird damit auch gleichzeitig die durch Vergrößerung des Kontaktabstandes verschobene Vorzündungseinstellung wieder automatisch korrigiert.

Trotzdem ist von Zeit zu Zeit auch das Maß der Vorzündung, welches der Betriebsanleitung oder Gerätebeschreibung zu entnehmen ist, zu kontrollieren. Steht der Kolben im Zündzeitpunkt, so müssen die Kontakte gerade zu trennen beginnen, was vorteilhaft (bei Sammlerzündung!) mittels den Kontakten parallel geschalteter Prüflampe kontrolliert wird. Zu große oder zu kleine Vorzündung kann durch Verschieben des Unterbrechers bei den meisten Anlagen korrigiert werden. Dort, wo der Unterbrecher bzw. sein Hammer sich gegenüber dem Nocken nicht verschieben läßt, muß durch geringfügige Veränderung des Kontaktabstandes das Hammerklötzchen in Ruhelage gegenüber dem Unterbrechernocken verschoben und so die Korrektur herbeigeführt werden. Da 0,1 mm am Kontaktabstand sich in etwa 1 mm Vorzündungsstrecke umsetzen, ist eine solche Korrektur im Rahmen der zulässigen Toleranz von  $-0,1$  mm (0,3 — 0,5 mm) am Kontaktabstand auch immer zulässig und von Erfolg, sofern nicht etwa an anderer Stelle im Unterbrecher (Nocken, Hammerklötzchen) ein anormaler Verschleiß die Verschiebung bewirkt hat. In einem solchen Fall wären dann natürlich die verschlissenen Teile auszuwechseln, um die normalen Verhältnisse wieder herzustellen.

Daß bei der Kontrolle des Unterbrechers mit Hilfe des Aussehens der Kontakte auch gleich Rückschlüsse auf den Zustand des Kondensators gezogen werden können (stark verbrannte Kontakte = schadhafter oder mangelhaft angeschlossener Kondensator), ist bekannt.

Ist ein Schmierfilz vorhanden, so ist er von Zeit zu Zeit mit einigen Tropfen Motoröl nachzutränken, damit die Nockengleitfläche leicht gefettet gehalten und dadurch zu rascher Verschleiß des Hammerklötzchens verhindert wird.

### Rückstandbildung

Eine Kontrolle der Rückstandbildung im Motor, deren Höhe von den Betriebsverhältnissen abhängig und deshalb bei den einzelnen Motoren auch gleicher Typen ganz verschieden ist, ist an sich Sache der Werkstatt. Jedoch kann der Fahrer und Maschinist, welcher die Bildung von Rückständen durch richtige Betriebsmittel, sorgfältige Mischungsherstellung und Durchführung der genannten Wartungsarbeiten hinauszögern kann, selbst am Verhalten des Motors erkennen, ob die Rückstandbildung im Innern desselben schon so weit fortgeschritten ist, daß vermutlich ein Eingriff der Werkstatt notwendig ist.



Schweres Anspringen, klingelndes Kolbengeräusch, Qualmen, erhöhter Kraftstoffverbrauch und verminderte Leistung sind fast immer Anzeichen zu hoher Rückstandsbildung, die eine teilweise Zerlegung des Motors in der Werkstatt und seine innere Säuberung erfordern. Diese Arbeiten außerhalb der Werkstatt vorzunehmen, empfiehlt sich (bis auf die wenigen Fälle, wo geschultes Dienstpersonal vorhanden ist) nicht, da beispielsweise das Reinigen und Reinigen der Kolbenringe, so einfach es ist, Fehlermöglichkeiten in sich birgt, die durch Erledigung der Reinigungsarbeiten in der Werkstatt ausgeschaltet werden. Dabei werden Pleibenboden, Ringnuten und Ringe, Steuerschlitze, -kanäle und Schalldämpfer von Rückständen befreit — eine Arbeit, die in der periodischen Folge und im Umfang etwa dem Ventilschleifen beim Viertaktmotor entspricht.

### III. Betriebsstörungen und ihre Ursachen

Nicht immer wird die Werkstatt nur dann in Anspruch genommen, wenn am Motor ein Schaden vorliegt, der seine völlige oder teilweise Zerlegung erfordert. Sicherlich ebenso häufig wird der Fahrer eintreten, daß man ihre Hilfe braucht, wenn lediglich mangelnde Sachkenntnis und Erfahrung des Fahrers oder Maschinisten zu einem kleinen Fehler, der zu einer Betriebsstörung oder zu einer Leistungsabnahme von ihm beobachteten Unregelmäßigkeit im Lauf führt, nicht zu führen lassen. Es ist selbstverständlich, daß auch dann eine gute Werkstatt nicht nur rasch helfen und vielleicht an dem aufgetretenen Fehler eine noch im Entstehen begriffene schwerere Störung, die später eine umfangreiche Instandsetzung notwendig machen würde, erkennen wird, sondern daß sie auch gleichzeitig aufklärend wirkt. Dem noch ungenügend geschulten Fahrer, dem der in Frage kommende Motor anvertraut ist, einige Ratschläge zu geben, wie er sich in Zukunft ohne Inanspruchnahme der Werkstatt selbst helfen kann, wie er vor allem systematisch vorgehen muß, um nicht mit planlosem Herumprobieren nur Zeit zu verschwenden — das muß eine Aufgabe des Werkstattmannes sein, der weiß, daß er damit volks- und wehrwirtschaftlich außerordentlich wertvolles leistet. Unter diesem Gesichtspunkt sind die folgenden Betriebsstörungen zusammengestellt, deren einzelne Punkte natürlich auch für sich jedem Werkstattmann, der sich mit der Instandsetzung von Zweitaktmotoren befaßt, geläufig sein müssen. Daß sich die meisten von ihnen mit den auch bei Viertaktmotoren möglichen Ursachen decken, ist klar, erfahrungsgemäß verleitet aber gerade die Einfachheit des Zweitaktmotors dazu, bei auftretenden Störungen die allereinfachsten Möglichkeiten außer acht zu lassen.

#### 1. Motor springt nicht an

##### Beim Niederdrücken des Tuffers läuft kein Kraftstoff über:

- Kraftstoffhahn geschlossen bzw. (bei schon zu weit entleertem Behälter) nicht auf „Reserve“ geschaltet.
- Kraftstoffbehälter leer.
- Luftloch im Kraftstoffbehälterdeckel verstopft.
- Kraftstofffilter verschmutzt.
- Kraftstoffleitung verstopft.

##### Beim Niederdrücken des Tuffers läuft Kraftstoff über:

- Kraftstoffdüse (insbesondere Leerlaufdüse) verstopft.
- Zündung nicht eingeschaltet.
- Gashebel nicht in der für den jeweiligen Betriebszustand (warmer oder kalter Motor!) vorgeschriebenen Stellung.
- Starthilfen (Tupfer, Luftschieber, Luftklappe, Startvergaser) nicht entsprechend dem Betriebszustand des Motors (warm oder kalt) bedient.

##### Die Zündung ist eingeschaltet, aber die Ladeanzeigeleuchte (bei Sammlerzündung) leuchtet nicht auf:

- Leuchte durchgebrannt (ohne Einfluß auf das Anspringen des Motors).
- Sammlersicherung durchgebrannt.
- Sammler zu weit entladen bzw. leer.
- Sammleranschlüsse lose oder abgefallen.
- Leitungsunterbrechung in Plus- oder Masseleitung vom Sammler.
- Zündung verstellt.

##### Von dem im Abstand von zirka 5 mm von Masse gehaltenen Ende des Kerzenkabels springt kein Funke nach Masse über (obwohl die Ladeanzeigeleuchte brennt):

- Unterbrecherhammer hebt nicht ab.
- Unterbrecherkontakte verschmutzt oder verbrannt (Kondensatorschaden!)
- Unterbrecherhammer klemmt (schließt nicht).
- Zündspulenanschlüsse ungenügender Kontakt.
- Zündspule oder Kondensator schadhaft.
- Zündkabel schlägt nach Masse durch.
- Stromabnehmer schlägt durch.
- Steckkontakt im Stromabnehmer mangelhaft.

##### Bei Magnetzündung zusätzlich:

- Kurzschlußknopf hängt.
- Polabriß zu klein oder zu groß.
- Dauermagnet zu schwach.

##### Bei der genannten Prüfung springt ein Funke nach Masse über:

- Zündkerze verölt, kurzgeschlossen oder durchgeschlagen.
- Elektrodenabstand der Kerze zu groß.
- Motor in Kraftstoff ersoffen (entlüften!).



## Motor bleibt stehen

Kraftstoffbehälter leer.  
Luftloch im Behälterdeckel verstopft.  
Kraftstoffzulauf verstopft.  
Zündkabel abgefallen.  
Zündkerze kurzgeschlossen (Brückenbildung) oder durchgeschlagen.  
Unterbrecherhammer gebrochen.  
Kontaktmaterial abgefallen oder Kontaktniete herausgefallen.  
Kondensator schadhaft.  
Zündspule durchgeschlagen.  
Zündkabel schlägt nach Masse durch.  
Primär- oder Sekundärzündkreis unterbrochen.  
Kolben oder Lager fest.

## Motor läuft unregelmäßig (setzt aus)

Startklappen (regelmäßiges Aussetzen einer Zündung):  
Starthilfe nicht abgeschaltet (Tupfer hängt, Luftschieber- bzw. -klappe nicht geöffnet, Startvergaser noch in Startstellung).  
Luftfilter verschmutzt.  
Schwimmerventil ausgeschlagen (Kraftstoffstand zu hoch bzw. Überlaufen, weil Ventil undicht).  
Schwimmer leak.  
Falsche Vergasereinstellung (Leerlauf Luft geschlossen, Hauptdüse oder Leerlaufdüse zu groß, Nadel zu hoch, falsches Schwimmergewicht).  
Zuviel Öl.  
Falsche Zündzeitpunkteinstellung.  
Hohe Rückstandbildung in Auslaßschlitzen, -kanälen oder -töpfen.

## Rückpatschen durch den Vergaser

Kraftstoffzulauf behindert (Kraftstofffilter, Leitung, Vergaserkanäle, Düsen stark verschmutzt).  
Falscher Kraftstoffstand (Vergaser hängt schräg).  
Vergaser am Anschluß locker (Nebenluft).  
Gasdrosselwelle oder -schieber ausgeschlagen.  
Schadhafte Dichtungen an Ansaugleitung, Kurbelgehäuse, Zylinder.  
Luftfilter abgenommen.  
Falsche Vergasereinstellung (Leerlauf Luft zu weit offen, Hauptdüse oder Leerlaufdüse zu klein, Nadel zu tief, falsches Schwimmergewicht).  
Falsche Zündzeitpunkteinstellung.  
Kerze im Wärmewert falsch, zu alt, Elektrodenabstand falsch.  
Kondensator oder Zündspule schadhaft.  
Zündkabel locker oder Isolierung schadhaft.

Unterbrecherhammer hängt oder hebt zu weit ab.  
Unterbrecherkontakte abgebrannt.  
Kontaktmaterial (Kontaktniete) locker.  
Wackelkontakt in der Primärleitung.

## 4. Motor hat keine Leistung

Falsche Bedienung (Starthilfen nicht abgeschaltet).  
Hohe Rückstandbildung in Auslaßschlitzen, -kanälen und -töpfen.  
Zu mageres Gemisch (durch zu knappe Einstellung, verschmutzten Kraftstoffzulauf, verschmutzten Vergaser, verschmutzte Düsen, Nebenluft).  
Zu fettes Gemisch (durch zu reiche Einstellung, ausgeschlagenes Schwimmerventil, lecken Schwimmer, lockere Düsen, geschlossene Leerlauf Luftschraube, verschmutztes Luftfilter).  
Zuviel Öl (vor allem bei Mischungsschmierung).  
Falsche Zündeneinstellung.  
Kerze falscher Wärmewert oder zu alt.  
Zündkabel schlägt durch.  
Unterbrecherhammer klemmt oder Feder lahm.  
Kondensator schadhaft.  
Deckeldichtung oder Kerzendichtung undicht.  
Abdichtungen an Zylinderfuß, Kurbelwelle, Kurbelgehäuse, Überströmkanälen undicht.  
Kolbenringe festgebrannt.  
Zylinder zu weit ausgelaufen.  
Pleuelstange verwinkelt.  
Lager beschädigt (zuwenig Öl!).  
Überhitzung.  
Betriebstemperatur zu niedrig (Motor bleibt zu kalt).

## 5. Motor qualmt

Starthilfen nicht abgeschaltet.  
Vergasereinstellung zu reich.  
Gemisch zu fett (Nadeldüse ausgeschlagen, Schwimmerventil ausgeschlagen, Schwimmer leak, Düsen locker, Leerlauf Luftschraube geschlossen, Luftfilter verschmutzt).  
Zuwenig Öl.  
Ungeeignetes Öl.  
Zu hohe Rückstandbildung in Auslaßschlitzen, -kanälen und -töpfen.  
Falsche Zündeneinstellung.  
Betriebstemperatur zu niedrig (Motor bleibt zu kalt).

## 6. Motor wird zu warm

Kühlrippen verschmutzt.  
Ventilatorriemen rutscht oder gerissen.  
Kühlsystem verschmutzt (korrodiert).





Luftleitbleche fehlen oder verbogen.  
Aufstellung des Motors ungünstig.  
Zu mageres Gemisch.  
Zu fettes Gemisch.  
Zuviel Öl.  
Zuwenig Öl.  
Falsche Zündeneinstellung.  
Kolbenringe festgebrannt.

#### Motor verbraucht zuviel Kraftstoff

Vergasereinstellung falsch.  
Durch Betriebsfehler zu fettes Gemisch (verschmutztes Luftfilter, lockere Düsen, ausgeschlagenes Schwimmerventil, leerer Schwimmer, Leerlaufschraube geschlossen, Nadeldüse ausgeschlagen).  
Abdichtung des Motors schadhafft.  
Hohe Rückstandbildung.  
Falsche Zündeneinstellung.  
Abnutzungsfehler in der Zündanlage (Massedurchschläge, Unterbrecherverschleiß, Kontaktverschleiß, Zündkerze zu alt, Elektrodenabstand zu groß).  
Falsche Bedienung, insbesondere der Starthilfen.  
Ungeeignetes Öl.  
Falsches Mischungsverhältnis.  
Zu hoher Eigenkraftbedarf von Fahrzeug oder Gerät.

#### IV. Instandsetzungsarbeiten

Instandsetzungsarbeiten sind Sache der Werkstatt. Natürlich können manche von ihnen auch ein handwerklich geschickter Fahrer oder Maschinist ausführen, aber fast immer wird es sich dabei um die durch die Umstände entschuldbares Provisorium handeln. Deshalb wendet sich der nunmehr folgende Hauptabschnitt auch bereits an die mit den notwendigen Hilfsmitteln ausgerüstete Werkstatt, die den ihr anvertrauten Zweitaktmotor mit denselben Mitteln, derselben Genauigkeit und Sorgfalt instandsetzen soll, die bei der Herstellung des Motors angewendet wurden. Nur wenn das geschieht, wird der überholte Motor in allen seinen Werten dem neuen Motor wieder gleichwertig sein — und schließlich ist das ja das Ziel einer jeden Instandsetzung.

Wer deshalb glaubt, bei der Überholung eines Zweitaktmotors auf die geschilderten genauen Messungen und Prüfungen verzichten zu können, tut weder dem Motor, noch dem, der ihn mit der Instandsetzung beauftragte, noch schließlich sich selbst einen Gefallen: er beweist damit nur, daß er vom Zweitaktmotor und seiner hohen Präzision nichts versteht.



#### A. Zylinder

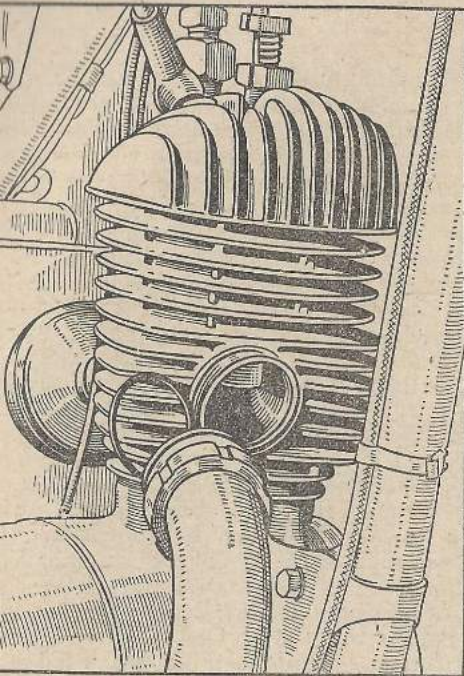
##### 1. Zylinder entkohlen

Wenngleich auch bei Verwendung des für den jeweiligen Motortyp vorgeschriebenen Mischungsverhältnisses, geeigneten Öles, Einhaltung der richtigen Betriebstemperatur, sachgemäßer Fahrweise und Bedienung sowie termingemäßer Wartung von Vergaser und Zündanlage die Rückstandbildung in einem modernen Zweitaktmotor nur sehr langsam anwächst, so ist es eben doch, entsprechend etwa der Arbeit des Ventileinschleifens bei Viertaktmotoren, in größeren Zeitabständen, die sich im einzelnen nach den Betriebsverhältnissen richten und sich deshalb kilometer- oder betriebsstundenmäßig nicht angeben lassen, eine Entkohlung des Zylinders notwendig. Die Reinigung der Auspuffanlage wurde meist schon eher vorgenommen, sie wird i. A. nach etwa den halben Zeitabständen der Zylinderreinigung erforderlich. Dabei sei nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, daß genau so, wie durch die in der Auspuffanlage sitzenden Rückstände der Staudruck im Auslaßsystem erhöht und damit Leistungs- und Verbrauchswerte des Motors verschlechtert werden, auch eine über die Reinigung hinausgehende Verringerung des Staudruckes, etwa durch Herausnehmen oder Durchstoßen von Einsatzblechen im Auspufftopf, keine Verbesserung, sondern unbedingt eine Verschlechterung der genannten Werte bringen, weil eine Reihe konstruktiver Details beim Zweitaktmotor auf den Staudruck der Auspuffanlage genauestens abgestimmt sind. Obwohl diese Zusammenhänge jedem Werkstattmann bekannt sein sollten, wird hier nochmals auf sie hingewiesen, damit die Werkstatt an diesem sehr wichtigen Punkt auch aufklärend bei Fahrern und Motorenwarten wirken kann, die häufig gegen diese für den Zweitaktmotor lebensnotwendigen Voraussetzungen sündigen.

Die bei der Entkohlung des Zylinders wichtigste Stelle sind die Auslaßschlitze. Um sie zu reinigen, braucht der Zylinder nicht vom Gehäuse abgenommen zu werden, es genügt, die Auspuffanlage abzubauen. Dann wird der Kolben auf unteren Totpunkt gestellt und nun mit einem geeigneten Werkzeug (stumpfen Dreikantschaber oder — mit bestem Erfolg zu verwenden — Kartoffelschäler) die im Auslaßkanal und an den Schlitzrändern abgesetzte Ölkohle herausgekratzt. Was dabei in den Zylinder gedrückt wird, ist sorgfältig durch Ausblasen wieder zu entfernen.

In manchen Fällen wird allerdings die Entkohlung der Auslaßschlitze allein nicht genügen. Da muß dann auch der Verbrennungsraum bzw. der Kolben von Ölkohle gesäubert werden, und dazu ist es notwendig, den Zylinder vom Gehäuse abzunehmen.

Zwar könnte man das Innere des Zylinderdeckels und den Kolbenboden auch nach Abnehmen des Zylinderdeckels entkohlen — es empfiehlt sich aber, lieber gleich den Zylinder abzuziehen. Denn abgesehen davon, daß ja in diesem Fall ohnedies meist die Kolben-



Reinigen des Auslaßschlitzes nach Abnahme des Auspuffrohres

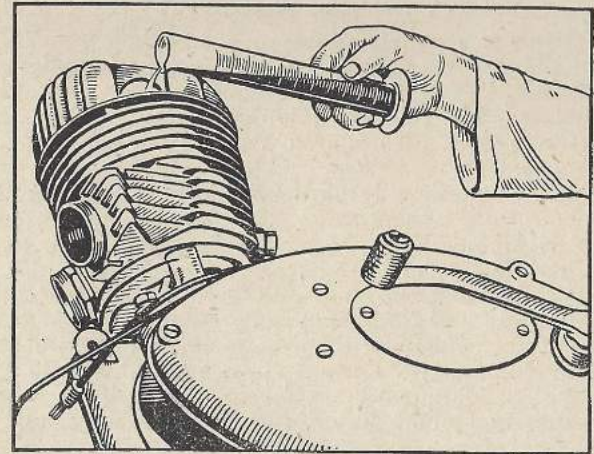
ringnuten mit gereinigt werden müssen, was nur nach Abnahme des Zylinders möglich ist, soll auch der abnehmbare Deckel nur dann wirklich abgenommen werden, wenn es unumgänglich notwendig ist. Der Grund zu dieser scheinbar erstaunlichen Anweisung liegt einfach darin, daß einmal bei jedem Abnehmen die Gefahr besteht, daß die Abdichtung nicht wieder einwandfrei hingebracht wird, daß zum anderen bei jedem Wiederanziehen der Befestigungsschrauben eine geringfügige Verspannung der Zylinderbohrung möglich ist, die man vermeiden sollte, wenn sie nicht notwendig ist. Im übrigen ist auch die Reinigung des Zylinderdeckels bei Abnahme mittels eines genügend langen stumpfen Schraubenschlüssels leicht möglich.

Schließlich vergesse man auch die Überströmschlitze (Spülritze) nicht; bei nicht ordnungsmäßigem Verbrennungsablauf (aufigem Viertaktlaufen des Motors) können nämlich auch sie, manchmal bis zur fast völligen Zusetzung, durch Ölkohlerückstände verkleinert sein. Werden dabei abnehmbare Spülkanaldeckel herausgenommen, so ist darauf zu achten, daß dieselben mit einwandfreier Dichtung und vor allem in der richtigen Stellung wieder eingebaut werden. Nicht selten wurde nach einer Instandsetzung stundenlang gesucht, wenn der Motor nicht zu ordnungsmäßigem Laufen zu bringen war — nur weil ein Spülkanaldeckel falsch eingesetzt worden war!

**Verdichtungsraum ausmessen**  
 Vom Verdichtungsverhältnis sind weitgehend Leistung, Verbrauch und Laufruhe eines Motors abhängig. Es wird deshalb bei der Konstruktion unter Berücksichtigung des geplanten Verwendungs

zweckes bzw. der in Frage kommenden Betriebsmittel angesetzt und dann im Versuch endgültig festgelegt. Gerade die Betriebsmittel sind ein wichtiger Faktor bei der Wahl des günstigsten Verdichtungsverhältnisses, denn die Klopfreudigkeit bzw. der Selbstzündungspunkt setzen der an sich im Interesse einer Steigerung von Leistung und Wirtschaftlichkeit erwünschten Erhöhung des Verdichtungsverhältnisses eine Grenze.

Das für einen Motortyp festgelegte Verdichtungsverhältnis, d. h. die Größe seines Verdichtungsraumes, ist deshalb eine der Voraussetzungen für die serienmäßige Leistung, für Wirtschaftlichkeit und Laufruhe des Motors. Da aber immer die Möglichkeit besteht, daß der Inhalt des Verdichtungsraumes gegenüber dem serienmäßigen Wert aus irgendwelchen Gründen (beispielsweise durch Einbau von Fremdteilen bei vorhergegangenen Instandsetzungen) nicht stimmt, ist eine Nachprüfung bei Laufunregelmäßigkeiten



(Eingießen der Meßflüssigkeit aus dem Meßglas mit cm-Einteilung)

unbedingt notwendig und vor Inangriffnahme einer Gesamtüberholung nur zu empfehlen. Der richtige Inhalt des Verdichtungsraumes ist in den technischen Tabellen, die für jeden Motortyp vom Hersteller herausgegeben werden, enthalten und wird in cm angegeben. Um ihn nachzuprüfen ist wie folgt vorzugehen:

Der Motor wird so gestellt (vorteilhaft wird die Arbeit bei ausgebautem Motor vorgenommen, bei etwas Überlegung kann man aber kleinere Geräte und Krafträder auch ohne Motorausbau in die richtige Lage bringen), daß die Zündkerzenöffnung im Zylinderdeckel am höchsten Punkt des Motors bzw. des Verdichtungs-

raumes ausmessen



imes liegt. Dann wird der Kolben des nachzumessenden Zylinders auf oberen Totpunkt gebracht (die Zündkerze ist herausgeschraubt).

Als Meßflüssigkeit wird vorteilhaft eine Kraftstoff/Öl-Mischung, die sie als Betriebsstoff für Zweitaktmotoren ohnedies Verwendung findet, benutzt. Diese hat gerade die richtige Viskosität, um sowohl in den Kolbenringen genügend lange im Verdichtungsraum zu verweilen als auch nach der Messung leicht wieder restlos aus dem Zylinder entfernt werden zu können.

Das Einfüllen erfolgt am besten aus einem nach einzelnen Zylinder gemessenen Meßglas, an dem man genau ablesen kann, wieviel Flüssigkeit in den Verdichtungsraum hineinging, wieviel Inhalt er also enthält. Gemessen wird immer bis zum untersten Rand des Kerzenwindes. Nach der Messung wird mit einem Saugheber (ähnlich dem bekannten Säureheber) die Meßflüssigkeit wieder abgesaugt; es bleibt eine Kleinigkeit zurück, so ist das ohne Bedeutung.

Und was kann man mit dem Meßergebnis anfangen? Ist der Verdichtungsraum zu klein, gehen also weniger als die in der Tabelle für diesen Motor angegebenen cm hinein, so ist das Verdichtungsverhältnis zu groß, Laufstörungen (Geräusche durch Abtötungen, Klingeln und Klopfen) sind die Folge. Zu klein wird der Raum vor allem durch Verbrennungsrückstände, also auch durch Ablagen dieser entfernt werden. Zu klein — aber auch zu groß — kann der Raum außerdem durch Verwendung falscher Teile (Kopf, Pleuelstange und Pleuellager) geworden sein. Zu großer Verdichtungsraum, also zu kleines Verdichtungsverhältnis, bringen Leistungsabfall, Überhitzung und Mehrverbrauch. Einbau der serienmäßigen Teile, Unterlegen einer stärkeren Deckeldichtung bei zu kleinem, Abhobeln und Nachschaben der Kopfplatte bei zu großem Verdichtungsraum stellen die einzig mögliche Abhilfe dar. Bei Mehrzylindermotoren ist darauf zu achten, daß alle Zylinder gleich große Verdichtungsräume haben, was gegebenenfalls durch Nacharbeiten des zu kleinen Raumes erreicht werden muß.

### Verdichtungsverhältnis erhöhen

Die Frage einer Änderung des Verdichtungsverhältnisses tritt gelegentlich anlässlich von Instandsetzungsarbeiten auf oder bei der Umstellung von Motoren auf nichtflüssige Kraftstoffe. Selten wird sich um eine Reduzierung, eher schon um eine Erhöhung handeln. Dabei wird man oft von der Überlegung ausgehen, daß in jedem Fall eine Erhöhung des Verdichtungsverhältnisses gleichbedeutend mit einer Leistungssteigerung sein müsse.

Es wäre beim Zweitaktmotor grundfalsch, unter diesem Gesichtspunkt etwa generell das Verdichtungsverhältnis zu erhöhen. Die Verhältnisse liegen hier anders als beim Viertaktmotor, weil verschiedene konstruktive Details auf die serienmäßige Verdichtung

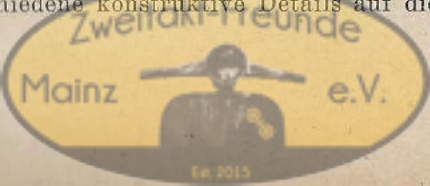
abgestimmt sind und weil deshalb nur in seltenen Fällen eine Erhöhung der Verdichtung auch gleichbedeutend mit einer Leistungssteigerung sein, weil vielmehr meist dadurch nur die Kerzenempfindlichkeit und Klingelfreudigkeit des Motors, aber nicht seine Leistung merkbar gesteigert wird und weil gleichlaufend Elastizität, Lebensdauer und Zuverlässigkeit (durch die höhere Kerzenbeanspruchung) sinken. Deshalb muß bei Zweitaktmotoren sehr genau überlegt werden, ob eine Verdichtungserhöhung in Frage kommt, und die Werkstatt muß sich hier ganz auf die Erfahrungen des Herstellerwerkes verlassen, um nicht den Motor zu gefährden und ein Risiko zu übernehmen. Nur bei der obengenannten Umstellung wird deshalb im allgemeinen eine Verdichtungserhöhung berechtigt sein.

Grundsätzlich soll die Verkleinerung des Verdichtungsraumes nur durch Veränderung des Kopfinhaltes erfolgen. Wegnehmen von Material am Zylinderkörper empfiehlt sich nicht. Häufig schon deshalb nicht, weil das Material des Zylinders härter und deshalb schwerer zu bearbeiten ist, als das des evtl. aus Leichtmetall bestehenden Zylinderdeckels. Zum andern, weil bei modernen Motoren oft der Kolben im o. T. ohnehin bis knapp an den Zylinderwand steht. Am Fuß aber erst recht nicht, weil dann die Pleuellager über den am o. T. entstandenen Ansatz in der Zylinderlaufbahn weglaufen und dabei unweigerlich beschädigt werden müßten und weil bei Zweitaktmotoren ja dabei eine Veränderung der Steuerzeiten durch Tiefersetzen der Steuerschlitze eintreten würde.

Bei nur geringfügigen Erhöhungen des Verdichtungsverhältnisses wird es manchmal möglich sein, durch Verwendung eines schwächeren oder gar Weglassens der Kopfdichtung (bei luftgekühlten Motoren) die gewünschte Verkleinerung des Verdichtungsraumes zu erreichen. Aber genügen wird das nur bei kleinen Differenzen bzw. außergewöhnlich starken Dichtungen, die ja heute nur noch selten verwendet werden. Wir werden nämlich gleich sehen, daß im allgemeinen mehr cm weggenommen werden müssen, als dem Inhalt des von der Kopfdichtung eingeschlossenen Raumes entspricht.

Um festzustellen, wieviel denn vom Deckel weggenommen werden muß, ist ein bißchen Rechnerei notwendig. Zunächst muß man wissen, wie groß der Verdichtungsraum und damit das Verdichtungsverhältnis bisher waren. Das wird durch Ausmessen (Auslitern) festgestellt, wie oben schon beschrieben. Nehmen wir als Beispiel einen 250er-Motor, der bei einem Verdichtungsverhältnis von 6:1 einen Verdichtungsrauminhalt von 50 cm besitzt. Wieviel kleiner muß der Verdichtungsraum werden, um ein Verdichtungsverhältnis von 8:1 zu erreichen?

Das ergibt sich durch eine einfache Rechnung. Soll der Zylinder, der einen Hubraum von 250 cm aufweist, auf ein Verdichtungsverhältnis von 8:1 gebracht werden, so stellen doch die 250 cm 7 Teile des Raumes dar, der dann bei der Verdichtung auf  $\frac{1}{8}$



bracht werden soll. 250 ccm durch 7 dividiert muß also den Inhalt des Verdichtungsraumes für ein Verdichtungsverhältnis 8:1 ergeben.  $250 : 7 = \text{zirka } 36$ , also beträgt der Inhalt des Verdichtungsraumes für 8:1 36 ccm. So kann man rasch jeden nötigen Verdichtungsrauminhalt ausrechnen, indem man den Rauminhalt durch die Zahl dividiert, die sich ergibt aus „gesuchtem Verdichtungsverhältnis minus 1“. Will man auf 7:1 verdichten, müßte also in unserem Beispiel der Inhalt des Verdichtungsraumes werden  $= 250 : (7-1) = 250 : 6 = \text{zirka } 42 \text{ ccm}$ .

Und wieviel muß von der Kopffläche abgenommen werden, damit der Kopfinhalt um beispielsweise 8 ccm verringert wird?

Dazu brauchen wir den Flächeninhalt der Zylinderbohrung. Nehmen wir bei einem 250er-Zylinder als Bohrung z. B. 68 mm an, ist der Flächeninhalt  $= \frac{68^2 \cdot \pi}{4} = 36,3 \text{ qcm}$ . 1 mm Höhe sind

demnach, wenn wir uns einen zylindrischen Raum mit der Grundfläche der Zylinderbohrung vorstellen, 3,63 ccm. Nun haben wir zwar allgemein beim Zylinderdeckel keinen zylindrischen, sondern einen etwa halbkugeligen Raum, wir können das aber bei den geringen abzunehmenden Millimetern vernachlässigen und müßten infolgedessen 2,2 mm abnehmen, um den Kopfraum um etwa 8 ccm zu verkleinern.

Die Materialabnahme erfolgt entweder auf der Drehbank oder auf einer Planschleifmaschine. Daß die Dichtfläche abschließend geschliffen werden muß, wurde schon gesagt.

### Schlitzfreigabe kontrollieren

Bei Leistungs- und Verbrauchsreklamationen müssen sicherheitshalber die Schlitze kontrolliert werden, ob in den Totpunkten die Kanten mit den steuernden Kolbenkanten genau zusammenliegen. Überstehende Kolben- oder Kanalkanten geben nämlich erhebliche Leistungs- und Verbrauchsverschlechterungen, weshalb in solchen Fällen eine entsprechende Nacharbeit notwendig ist, selbst wenn dabei das Steuerdiagramm eine kleine Verschiebung einzelner Werte erleidet.

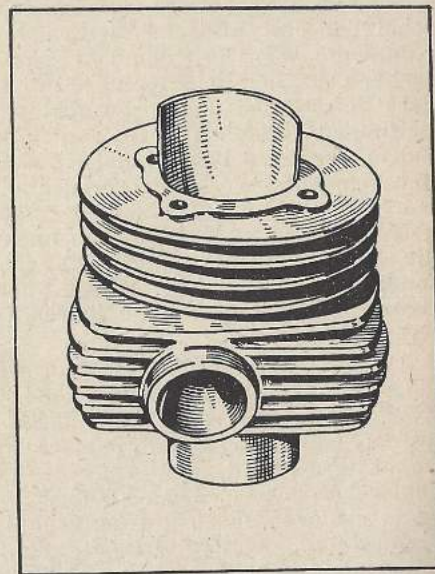
Die erste Prüfung erfolgt im unteren Totpunkt des Kolbens. In dieser Kolbenstellung muß die Kolbenoberkante mit den Unterseiten der Auslaß- und Spülschlitze genau bündig abschließen. Überstehende Kanten werden (aber erst nach Abnahme des Zylinders!) vorsichtig nachgearbeitet. Natürlich wird es sich hier nicht nur um relativ geringfügige Abweichungen handeln; liegen größere Differenzen vor, so muß geprüft werden, wo die Ursache zu erörtern liegt. Meist wird es sich dann auch hier um Fremdeile oder falsche Montage (zu starke Fußdichtung beispielsweise) handeln.

Genau so wird im oberen Kolbentotpunkt die völlige Freigabe der Oberkante des Einlaßschlitzes kontrolliert. Auch hier muß, wenn notwendig, eine entsprechende Korrektur erfolgen.

Als Nächstes ist, wenn es sich um einen sogenannten Fensterkolben handelt, zu prüfen, ob die Kolbenfenster auch tatsächlich mit den Kanalfenstern im Zylinder korrespondieren. Allerdings ist diese Kontrolle nur bei abgenommenem Zylinder und Kolben möglich, sie ist aber so wichtig, daß sie sich lohnt, wenn an allen anderen Stellen die Suche nach dem Grund mangelnder Leistung erfolglos bleibt. Ein Nacharbeiten kommt nur am Kolbenfenster in Frage, ein evtl. Überstehen der Kanalkanten ist belanglos.

Die nächste Kontrolle gilt dann der Gleichmäßigkeit der Querschnitte aller gleichartigen, in Mehrzahl vorhandenen Steuerschlitze. Besonders bei Flachkolben-Zweitaktmotoren ist es ausschlaggebend für die Erreichung der serienmäßigen Werte, daß beispielsweise die Spülschlitze gleiche Querschnitte aufweisen, ebenso natürlich auch die Auslaßschlitze, wenn sie mehrfach pro Zylinder vorgesehen sind; weniger wichtig ist diese Gleichmäßigkeit bei evtl. mehrfach vorhandenen Einlaßschlitzen.

Eine Verbreiterung der Steuerschlitze darf unter keinen Umständen erfolgen, weil dadurch der Zylinder u. U. wertlos, ja der ganze Motor zerstört werden würde, abgesehen davon, daß der vielleicht erhoffte Gewinn nicht eintreten wird.



Wenn sich kleine Nacharbeiten an den Kanten der Steuerschlitze notwendig machen, so wird die gegenüberliegende Zylinderwand gegen Beschädigungen durch die Feilenspitze mit einem eingelegten Stück Blech oder Pappe geschützt.

Selbstverständlich ist, daß bei abgenommenem Zylinder und zerlegtem Gehäuse auch mit kontrolliert wird, ob die Spülkanäle, wenn sie direkt ins Gehäuse münden, nicht durch Kernversetzung im Guß oder vorstehende Dichtungskanten im Querschnitt verringert werden. Auch dann muß eine entsprechende Nacharbeit vorgenommen werden.

Um beim Arbeiten mit der Feile in den Steuerschlitzen nicht die gegenüberliegende Laufbahnfläche zu beschädigen, wird ein entsprechend gebogenes Blech in den Zylinder eingeschoben.

### Zylinder abnehmen

Soll der Motor zerlegt werden, so wird er, wenn es sich um einen Fahrzeugmotor handelt, zunächst aus dem Fahrgestell ausgebaut, wenn es sich um einen Gerätemotor handelt, wird das Anbaute bzw. angeflanschte, angetriebene Aggregat abgebaut. Häufig wird es jedoch gar nicht notwendig sein, den ganzen Motor zu zerlegen, sondern nur Arbeiten, etwa am Kolben, vorzunehmen, wofür denen lediglich die Abnahme des Zylinders erforderlich ist. Man muß, wenn die Werkstatt erstmalig mit einem neuen Typ in Berührung kommt, geprüft werden, wie bei eingebautem Motor der Zylinder am schnellsten und ohne unnötige sonstige Demontearbeiten abzubauen ist. Da kann es z. B. bei einem Kraffradmodell notwendig scheinen, den Kraftstoffbehälter abzunehmen, um den Zylinder bei eingebautem Motor demontieren zu können; und da der Kraftstoffbehälter das Zündschloß eingesetzt ist, müssen vorherhinbar erst alle elektrischen Leitungen abgeklemmt werden. Kennt die Werkstatt den Typ schon, so weiß sie, daß es viel einfacher geht: der Behälter wird nur hintern gelöst und um die vordere Befestigung nach oben geklappt — ohne daß die elektrischen Leitungen abgeklemmt zu werden brauchen. So gibt es fast bei jedem Motortyp irgendwelche Besonderheiten, und deshalb ist es gut, wenn die Werkstatt versucht, Instandsetzungsunterlagen des Herstellerwerkes zu bekommen, wenn ihr neue Motorentypen zugeführt werden. Man benutze auch die Instandsetzungshinweise, die sich in den Gerätebeschreibungen befinden; sie sind zwar nicht unbedingt ausführlich, bringen aber die für die Werkstatt wichtigen Punkte, und damit ersparen sie häufig unnötigen Zeit- und Arbeitsaufwand.

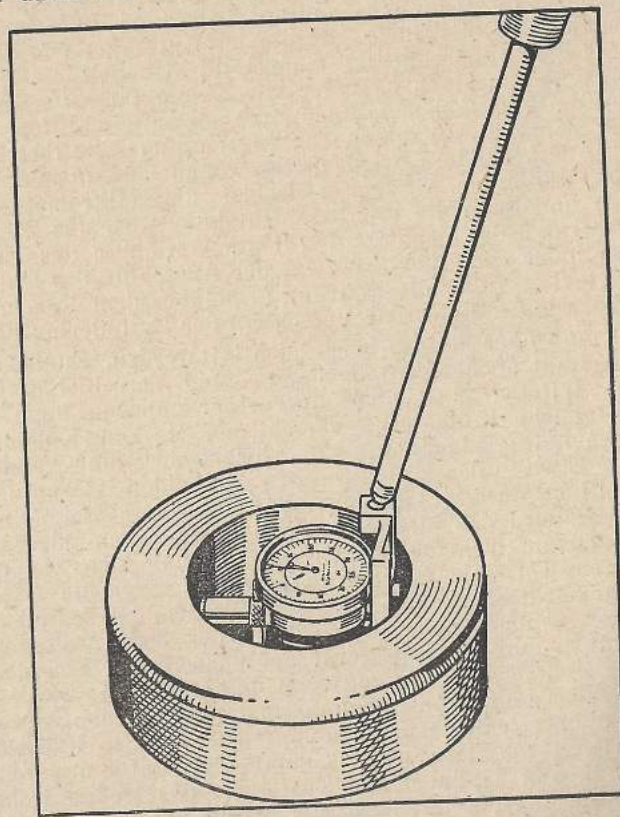
Daß der Zylinderdeckel, wenn seine Abnahme nicht unbedingt notwendig ist (etwa weil er an der Dichtfläche durchbläst), auf dem Zylinder bleiben soll, wurde oben schon gesagt. Infolgedessen werden lediglich nach Abnehmen aller Anschlüsse die Zylinderfußmuttern gelöst, dann kann der Zylinder vorsichtig nach oben abgezogen werden. Zu achten ist dabei auf die Fußdichtung, die, wenn sie ordnungsgemäß eingebaut wurde (ohne flüssiges Dichtungsmittel), erhalten bleiben kann, und auf den Kolben, den man mit der Hand faßt, ehe man den Zylinder ganz abzieht, damit er nicht gegen Pleuelschaft oder Gehäuse rand schlägt und beschädigt wird. Keinesfalls darf der Zylinder (bei Einzylindermotoren) beim Abziehen verdreht werden, weil dabei die Ringenden in die Steuerschlitze kommen und zerbrechen könnten.

In gewohnter Weise wird dann gleich die Gehäuseöffnung erst einmal mit einem sauberen Pätzlappen verschlossen, damit keine

Fremdkörper in das Gehäuse gelangen — sofern man nicht anschließend sofort den Motor weiter zerlegt. Häufig wird das ja aber nicht notwendig sein, sondern die erforderlichen Instandsetzungsarbeiten betreffen nur Zylinder und Kolben, die ja nun zugänglich geworden sind.

### 6. Zylinderschleiß messen

Auf die Frage, wann denn eigentlich ein Zylinder ausgeschliffen werden müsse, wird man die verschiedensten Antworten bekommen — leider dabei selten die richtige oder auch nur annähernd eine



Einstellen der Meßuhr im Lehring

genaue. Dabei ist die Sache doch eigentlich sehr einfach, wenn man sich Folgendes überlegt:

Die Abnützung, die während des Betriebes auftritt, liegt einmal im Zylinder, zum anderen an den Pleuelringen, fast gar nicht am

ollen selbst. Wie man die Abnützung von Ringen und Kolben kontrolliert, wird noch zu beschreiben sein. Ob ein Zylinder ausgeschliffen werden muß, kann nur eine Messung desselben ergeben.

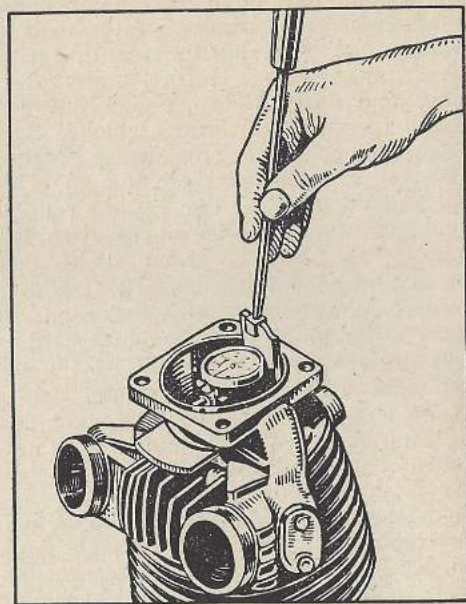
Diese Messung kann einwandfrei nur mittels einer Zylindermeßuhr erfolgen. Solche gibt es bekanntlich in den verschiedensten Ausführungen; in jedem Fall wird aber die Bewegung eines oder mehrerer Tastfinger beim Durchführen derselben durch die Zylinderbohrung auf die Meßuhr übertragen, deren Ausschlag dann die Abweichungen in Hundertstel Millimetern angibt.

Zu diesem Zweck wird vor der Messung das Meßgerät, d. h. die Meßuhr, zunächst in einem sogenannten „Lehrring“ (in Ermangelung eines solchen mittels eines Mikrometers) auf den Normaldurchmesser der Zylinderbohrung eingestellt. Handelt es sich also beispielsweise um einen Zylinder mit 70 mm Bohrung, so ist der Lehrring dafür auf 70 mm Innendurchmesser geschliffen. In ihn wird das Meßgerät mit seinen Tastfingern eingesetzt (bei Verwendung des Mikrometers wird dieses genau auf 70 mm gestellt) und die Tastfinger werden zwischen die Mikrometeröffnung gebracht und dann die drehbare Uhrskala, also das Zifferblatt, gedreht, daß der Zeiger auf 0 liegt. Wird nun das Meßgerät in den Zylinder eingeführt, so zeigt der Ausschlag des Uhrzeigers an, um wieviel größer die Bohrung gegenüber dem Normaldurchmesser ist, wie groß also der Verschleiß der Zylinderlaufbahn ist.

Dabei muß aber einiges berücksichtigt werden. Zunächst muß man unbedingt auch die Stelle des größten Verschleißes messen. Man führt den Zylinder läuft nicht auf seiner ganzen Länge gleichmäßig, vielmehr infolge des verschieden starken Kolbenseitendruckes im Laufe seiner Auf- und Abwärtsbewegung verschieden stark aus. Etwa in der Mitte zwischen den beiden Kolbentötputzungen liegt der stärkste Verschleiß. Um diese Stelle eindeutig zu erhalten, wird das Meßgerät, ohne es zu ecken oder zu verformen, langsam mehrfach durch die Bohrung zwischen oberem und unterem Tötputz geführt, dann wird der größte Ausschlag der Uhr leicht erkennbar. Da aber außerdem der Zylinder nicht genau rund, sondern eben in Richtung des Kolbenseitendruckes oval ausläuft, muß das Meßgerät an mehreren Stellen des Umfanges der Zylinderbohrung angesetzt und eingeführt werden. Dabei ist auf den am oberen Bohrungsrand entstandenen Absatz, bis dem der oberste Kolbenring gelaufen ist, ebenso Rücksicht zu nehmen wie auf die Steuerschlitze, damit nicht durch unvorsichtige Handhabung und Einhaken der Tastfinger das Meßgerät beschädigt bzw. ein falsches Meßergebnis erzielt wird. Daß zu dieser feinen Arbeit Erfahrung und Fingerspitzengefühl gehören, ist selbstverständlich.

Und bei welchem Zylinderverschleiß muß nun ausgeschliffen werden? Der hierfür in Frage kommende Wert ist verschieden; er richtet sich einmal nach der Größe des Motors bzw. der Zylinder-

bohrung — je kleiner die Bohrung, desto kleiner auch das zulässige Verschleißmaß. Er richtet sich aber auch nach den Ansprüchen, die hinsichtlich Verbrauch und Laufruhe an den Motor gestellt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß sich oft gleiche Motoren bei gleichem Zylinderverschleiß verschieden verhalten: bei dem einen verschlechtern sich die Betriebseigenschaften schon bei viel geringerem Verschleiß als beim anderen. Immerhin kann man aber als Durchschnittswert für die hier in Frage kommenden kleinen Zweitaktmotoren bis etwa 80 mm Zylinderbohrung annehmen, daß ein Zylinderverschleiß bis 0,1 mm noch zulässig ist. In den meisten Werkstätten wird bei diesen Motoren erst ausgeschliffen, wenn der Verschleiß 0,15 mm erreicht hat.



Einführen der Zylindermeßuhr in die Zylinderbohrung

## 7. Zylinder ausschleifen lassen

Ist durch Messung des Zylinderverschleißes festgestellt worden, daß das Spiel zwischen Kolben (s. diesen) und Zylinder zu groß geworden, also ein Ausschleifen des Zylinders notwendig ist, so gibt es in den meisten Fällen zwei Wege: Ausschleifen lassen oder Umtauschzylinder verwenden. Immer dann, wenn das Herstellerwerk für seine Motoren Umtauschzylinder zur Verfügung hält, sollte man davon Gebrauch machen. Das Umtauschverfahren ist nämlich nicht nur meist ganz wesentlich billiger, sondern man hat in ihm auch die unbedingte Gewähr, die richtigen Maße und insbesondere Originalkolben zu erhalten.

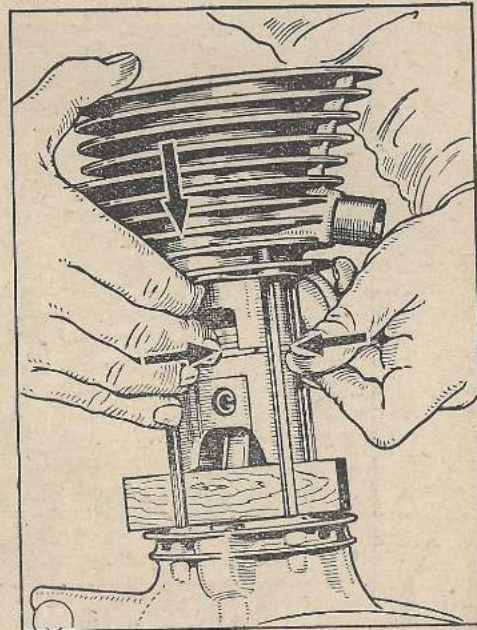
Steht das Umtauschverfahren nicht zur Verfügung, so muß man also ausschleifen lassen. Dabei ist als erstes zu klären — daß unbedingt Originalkolben auch in diesem Fall verwendet werden sollen, ist gerade bei Zweitaktmotoren, bei denen der Kolben nahezu das

wichtigste Bauteil darstellt, selbstverständlich —, wie weit ausgeschliffen werden muß bzw. welche Kolbenübergröße in Frage kommt. Manche Motoren- und Kolbenhersteller sind in den letzten Jahren dazu übergegangen, die Ausschleifgrößen nicht mehr um halbe Millimeter, sondern um Viertelmillimeter springend vorrätig zu halten. Das ist gegebenenfalls sehr wichtig, denn wenn man mindestens um halbe Millimeter ausschleifen lassen muß, dann kann eben ein Zylinder zwei-, höchstens dreimal ausgeschliffen werden, bei Viertelmillimeter-Übergrößen kann man aber doppelt so oft ausschleifen. Natürlich muß erst einmal durch genaue Messung und durch Prüfung der Zylinderbohrung bzw. ihrer Oberfläche festgestellt werden, welches Ausschleifmaß denn in Frage kommt, ob es also beispielsweise überhaupt genügt, um wieder eine einwandfreie Zylinderbohrung zu erhalten, nur 0,25 mm herauszuschleifen oder ob der Zylinder an einer Stelle schon so weit oval gelaufen ist, oder ob er etwa so tiefe Rillen aufweist, daß mindestens 0,5 mm, wenn nicht noch mehr herausgenommen werden müssen. Ist das aber geklärt, so muß als nächstes das genaue Schleifmaß ermittelt werden. Das ist eine gewisse Schwierigkeit, die häufig nicht beachtet wird und dann später die Ursache von Betriebschwierigkeiten ist (eine Schwierigkeit andererseits, der man entthoben ist, wenn man Umtauschteile verwenden kann). Wenn nämlich festgestellt ist, daß das Kolbenspiel im Zylinder 0,1 mm betragen soll, dann wird nach dem System „Einheitsbohrung“ die Zylinderbohrung genau auf Vollmaß geschliffen und der Kolbendurchmesser 0,1 mm kleiner gehalten. Es würde also theoretisch beispielsweise ein ursprünglich 68er-Zylinder auf 68,5 ausgeschliffen, der dazu gehörende Kolben mit Übermaß 68,5 hätte in der Maßstelle (über das Messen der Kolben wird später noch gesprochen werden) 68,4 mm Durchmesser. Nun muß man ja für jede Bearbeitung Toleranzen geben, muß zulassen, daß die Maße ganz geringfügig von den Sollmaßen abweichen, sagen wir je 0,1 mm plus und minus bei Kolben- und Zylinderbohrung. Der Kolben kann also zwischen 68,39 und 68,41 mm liegen, die Zylinderbohrung zwischen 68,49 und 68,51. Fallen nun Toleranzen ungünstig zusammen, so könnte es vorkommen, daß der Kolben 68,39, der Zylinder 68,51 mm hatte, daß also das Kolbenspiel im Zylinder nicht 0,1, sondern 0,12 mm betrüge. Das wäre weiter nicht schlimm. Es könnte aber zu Schwierigkeiten führen, wenn etwa der Kolben auf der Plus toleranz (68,41) und der Zylinder auf der Minustoleranz (68,49) läge, dann wäre das Spiel nur 0,08 statt 0,1 mm, und das könnte die Gefahr bringen, daß der Kolben im Zylinder festgeht. Deshalb muß, wie später noch gezeigt werden wird, der Kolben, sofern nicht das genaue Maß aufgestempelt ist — zunächst genau gemessen und der Zylinder im Ausschleifmaß bzw. in seinen Toleranzen so gehalten werden, daß auch bei ungünstigem Zusammentreffen derselben Betriebschwierigkeiten vermieden werden.

Beim Schleifen von Zweitaktmotoren-Zylindern ist noch besondere Vorsicht nötig. Es darf nur auf ganz einwandfreien Maschinen vorgenommen werden, weil bei älteren, schon verbrauchten Maschinen die Gefahr besteht, daß in der Schlitzpartie des Zylinders, also in der Zone der Steuerschlitze, die Bohrung weiter wird als im übrigen Teil der Laufbahn. Eine höchst unangenehme Sache, die leider immer wieder vorkommt, und die schon oft der Grund langer Suchereien war, weil scheinbar unerklärlicherweise nach dem Ausschleifen der Motor in seiner Leistung nicht befriedigte.

### 8. Kolben einführen (Zylinder aufsetzen)

Gegenüber einem großen Mehrzylindermotor muß das Aufsetzen des Zylinders auf den Kolben bei einem kleinen Zweitaktmotor mit meist einem, höchstens einmal mit zwei Zylindern, zunächst ohne Schwierigkeiten erscheinen. Trotzdem kann man sich auch diese Arbeit noch erleichtern und Fehler vermeiden, die aus Unkenntnis und mangelnder Erfahrung häufig hierbei gemacht werden.

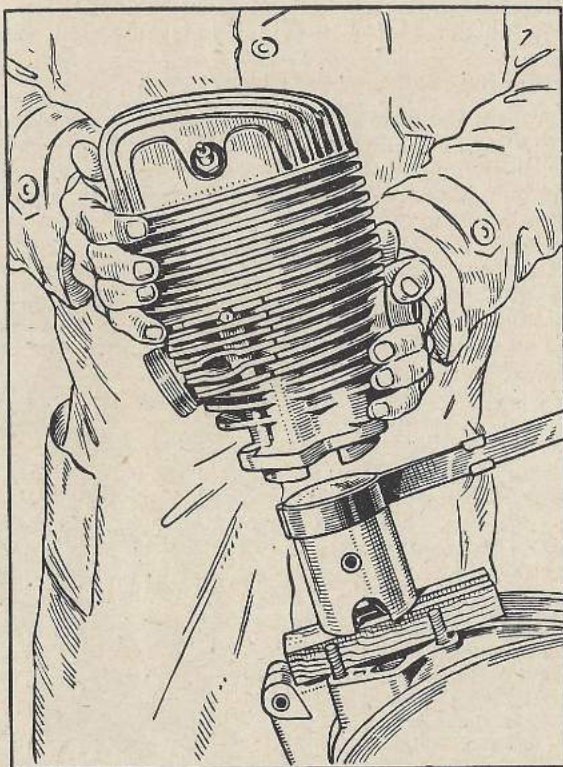


Bei kleinen Motoren werden die Kolbenringe einfach mit zwei Fingern in ihre Nuten gedrückt und der Zylinder dann erst über den einen, dann weiter über die anderen Ringe geschoben. Eine unter den Kolben geschobene Holzleiste erleichtert die Arbeit.

Sind nach Reinigung des Kolbens und der Gehäuseflanschfläche die Kolbenringe eingesetzt und die Fußdichtung aufgelegt (die Ringe, wie später beschrieben, unbedingt trocken, die Fußdichtung nicht mit Dichtungsmasse, sondern beiderseits nur mit Öl bestrichen), so müssen zunächst die Ringe in die richtige Lage gebracht werden. Zur Fixierung der Ringe sind bei Zweitaktmotoren bekanntlich Stifte in den Ringnuten angeordnet, die

gegenseitig versetzt und so gelegt sind, daß die Ring-Enden nicht in die Steuerschlitze haken können. An diese Stifte sind also die Ring-Enden, d. h. der Ringstoß bei jedem Ring, zu bringen.

Ebensowenig wie die Ringe wird auch der Kolbenschaft einölet, weil dadurch die Gefahr besteht, daß unzulässig viel Öl in die Ringnuten geschoben wird und dort zu rascher Ölkohlebildung führt. Leicht eingeölt wird nur die Zylinderbohrung.



Das Aufsetzen des Zylinders wird erleichtert, wenn der Kolben auf einer untergeschobenen Holzgabel sitzt und die Kolbenringe mit einer Kolbenringklammer o. ä. zusammengehalten werden

Bei kleinen Motoren wird man nun einfach mit der linken Hand den Kolben fassen und zunächst den oberen Ring mit Daumen und Zeigefinger ganz in seine Nute hineindrücken, so daß auch die Ring-Enden richtig am Sicherungsstift liegen; mit der rechten Hand wird man den Zylinder fassen und ihn vorsichtig (in der

richtigen Stellung, damit man ihn nicht etwa später drehen muß, wodurch die Ringe gefährdet werden!) über den Kolben bzw. den ersten Ring schieben, ohne ihn dabei zu verkanten. Dann wird man mit Daumen und Zeigefinger weiter nach unten gehen, den nächsten Ring zusammendrücken und den Zylinder weiterschieben. Ebenso wird man schließlich, soweit vorhanden, den dritten oder gar vierten Ring einführen und den Zylinder ganz über den Kolben schieben. Das ist bei kleinen Motoren wirklich ganz mühelos möglich, wenn man nur darauf achtet, daß der Zylinder beim ersten Ring gerade angesetzt wird und nicht etwa dessen Kante beschädigt.

Bei größeren Bohrungen kann man sich aber die Sache noch dadurch erleichtern, daß man dem Kolben eine Auflage gibt und außerdem mit einer Spannvorrichtung die Ringe im Nutengrund hält, dadurch also beide Hände für das Aufsetzen des Zylinders zur Verfügung hat. Bei Zweizylindern kommt man so ohne jede fremde Hilfe aus. Eine Holzgabel unter dem Kolben (etwas breiter als der Kolbendurchmesser, etwa 25 mm stark, Ausschnitt so breit, daß der Pleuelschaft Platz hat) dient als Kolbenaufgabe. Zum Festhalten der Kolbenringe gibt es ja die verschiedensten Vorrichtungen, z. B. an einer Seite offene, starke Ringe mit entsprechender Ausrundung an der Innenkante, um sie leicht über die Kolbenringe schieben zu können, oder Klammern aus Bandstahl oder durch Ringfedern verbundene Stahlblechstreifen.

Werden mit einer solchen Hilfsvorrichtung die Ringe in ihren Nuten gehalten, während der Kolben auf der Holzgabel aufliegt, so kann nun von oben der Zylinder übergeschoben werden, er drückt dabei die Kolbenringspannvorrichtung mit nach unten, und diese kann dann, ebenso wie die Holzgabel, seitlich weggenommen werden.

Ist der Zylinder dann ganz nach unten geschoben und provisorisch am Gehäuseflansch verschraubt worden, so überzeugt man sich durch mehrmaliges Durchdrehen des Motors, daß alles in Ordnung ist (daß also nicht etwa die selbst ausgeschnittene Fußdichtung vom Kolben gestreift wird o. ä.) und zieht schließlich die Fußmuttern endgültig über Kreuz — bei Zweizylinderblöcken von der Mitte ausgehend — an.

## 9. Zylinderkopf abdichten

Richtige und einwandfreie Abdichtung des Zylinderkopfes auf dem Zylinderkörper ist nicht nur im Hinblick auf die Vermeidung von Verdichtungs- und Verbrennungsdruckverlusten wichtig, sondern auch wegen des notwendigen Wärmeüberganges zwischen Zylinder und Kopf.

Erste Notwendigkeit für die Erzielung guten Dichthaltens ist, daß die Dichtungsflächen völlig plan sind, sowohl am Zylinder wie am Kopf. Die Dichtfläche des Zylinders wird im allgemeinen die völlige Ebenheit, die ihr bei der Herstellung gegeben wurde, nicht



verloren haben (es sei denn durch ganz unvernünftiges, einseitiges Anziehen der Kopf-Befestigungsschrauben). Anders aber beim Zylinderkopf. Der ist durch seine Form, sein Material und seine thermische Beanspruchung weit mehr gefährdet. Deshalb ja auch die Vorschrift, seine Befestigungsschrauben über Kreuz festzuziehen und auch zu lösen. Deshalb — wenigstens zum Teil — auch die Vorschrift mancher Zweitaktmotorenhersteller, beim Entkohlend den Kopf nicht abzunehmen, wie weiter oben schon gesagt wurde.

Die Dichtflächen müssen auf jeden Fall so weit plan sein, daß ein Dichthalten auch ohne zwischengelegte Dichtung, nur mit flüssigem Dichtungsmittel, gewährleistet ist. Eine diesbezügliche Prüfung kann nur durch Tuschieren erfolgen — und oft wird sich dabei ergeben, daß eine Verziehung des Kopfes vorliegt, die ein Nachschaben der Dichtfläche erforderlich macht. Da es sich fast immer um Leichtmetall handelt, ist dieses Nachschaben verhältnismäßig einfach. Das kreuzweise Schaben erfolgt dabei so lange, bis beim wiederholten Nachtuschieren die ganze Dichtfläche mit gleichmäßigen kleinen Vierecken bedeckt ist.

Ob mit oder ohne Kopfdichtung — diese Entscheidung muß man schon dem Herstellerwerk überlassen. Es gibt kleine Zweitaktmotoren, die ohne Kopfdichtung gebaut werden, und bei diesen erfolgt dann das Aufsetzen auch bei Instandsetzungen nur unter Beigabe eines ganz schwach aufzutragenden flüssigen Dichtungsmittels, wie z. B. Compousit. Das bei Viertaktmotoren gelegentlich im Hinblick auf allerbesten Wärmeübergang empfohlene Aufschleifen des Kopfes auf den Zylinderkörper ist bei normalen Zweitaktmotoren absolut unnötig. Falsch wäre es aber, bei serienmäßig ohne Dichtung gebauten Motoren nachträglich eine solche einzulegen. Dadurch wird das Verdichtungsverhältnis geändert und u. U. auch der Wärmeübergang gestört — sicherlich hat ja der Konstrukteur seinen Grund gehabt, warum er gerade bei diesem Typ die Dichtung wegließ. Ist der Kopf ohne Dichtung nicht dicht zu bekommen, so muß er eben nachgeschabt werden.

Dort, wo eine Kopfdichtung vorgesehen ist, kommt sie auch wieder hin, und zwar die Originaldichtung, weil Material und Abmessungen wichtig und meist in langen Versuchen festgelegt sind. Die früher gebräuchlichen Kupfer/Asbest-Dichtungen werden heute an dieser Stelle kaum noch verwendet, sondern metalledurchflochtene Gewebedichtungen, die leicht verformbar und hinsichtlich des Wärmeüberganges doch nicht ungünstiger sind. Nur darf man sich nicht verleiten lassen, sie etwa zusätzlich mit einem flüssigen Dichtungsmittel einzusetzen. Auch hier gilt eben wieder, daß der Kopf nachzuschaben ist, wenn mit der trockenen Dichtung kein Dichthalten zu erzielen ist. Die Dichtung wird nur beiderseitig leicht mit Öl bestrichen — dann ist sie auch nach Demontagen wieder zu verwenden, während sie beim Gebrauch eines flüssigen Dich-

tungsmittels fast immer unbrauchbar wird, wenn der Kopf abgenommen wird.

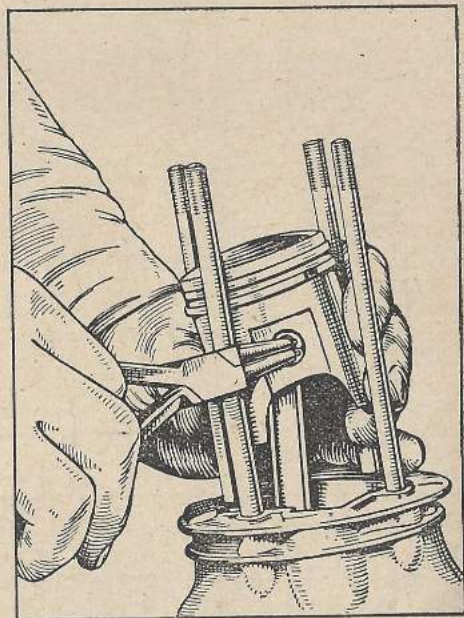
Nur sehr selten kommt es vor, daß auch bei sorgfältigster Arbeit ein Zylinderkopf nicht dicht zu bekommen ist. Es hat Fälle gegeben, wo beispielsweise die Befestigungsschrauben in zu großem Abstand angebracht waren (nicht umsonst „näht“ man beispielsweise bei einem ausländischen Zweizylinder-Zweitaktmotor den Kopf mit 16 Schrauben auf!), oder wo die Abstände unsymmetrisch oder der Kopf selbst nicht genügend verwindungssteif waren. Bei modernen Motoren ist mit solchen Konstruktionsfehlern nicht mehr zu rechnen, nur bei sehr alten Modellen werden in dieser Hinsicht vielleicht hier und da Schwierigkeiten auftreten, für die dann die Herstellerwerke geänderte Ausführungen liefern können. Sonst aber wird saubere Werkstattarbeit mit undichten Zylinderköpfen immer fertig werden.

## B. Kolben

### 1. Kolbenbolzen aus- und einbauen (Kolben abnehmen)

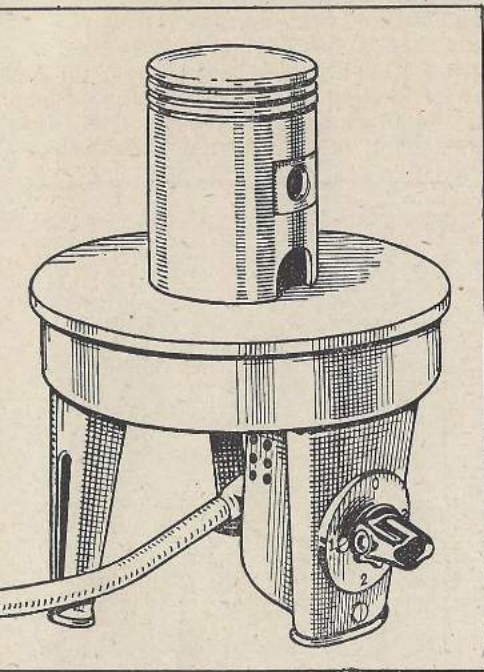
Soll der Kolben von der Pleuelstange abgenommen werden, so muß dazu der Kolbenbolzen entfernt werden. Hierbei, noch mehr aber beim Wiedereinsetzen des Bolzens, können schwerwiegende Fehler gemacht werden, durch die der Kolben, ja der ganze Motor zerstört werden können.

Herausnehmen der Kolbenbolzensicherungen (Seegerringe) mit der Spezialzange



Als erstes sind die Bolzensicherungen zu entfernen. Da bei Zweitaktmotoren nahezu ausschließlich Seegerringe oder Drahtsprengringe verwendet werden, geschieht das mittels der Seeger- oder einer geeigneten Rundzange. So einfach und zuverlässig diese Art der Sicherung aber auch ist, so erfordert sie doch schon beim Herausnehmen der Ringe im Bolzenloch einige Aufmerksamkeit. Zunächst ist darauf zu achten, daß die Ringsicherungen unter Spannung saßen. Ringe, die lose sitzen, also in ihren

luten klappern, dürfen nicht wieder eingebaut werden, weil die Gefahr besteht, daß sie herauspringen. Außerdem ist beim Herausnehmen auf jeden Fall zu vermeiden, daß — etwa beim Heraushebeln mit ungeeignetem Werkzeug — die Sicherung Verwindung bekommt oder durch zu starkes Zusammendrücken deformiert wird. Beides macht den Ring unbrauchbar für weitere Verwendung. Daß man schon vor Beginn dieser Arbeit das Kurbelgehäuse mit einem



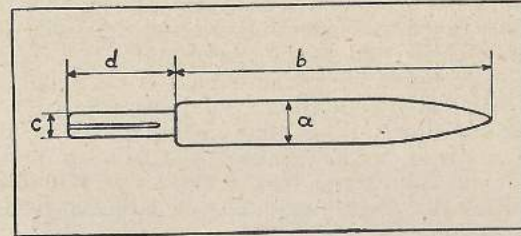
Putzlappen abdeckt, um ein Hineinfallen der Ringe zu vermeiden, wurde oben als selbstverständlich schon erwähnt. Trotzdem wird man als vorsichtiger Mann den Daumen beim Herausnehmen des Sicherungsringes vor das Bolzenloch halten, um ihn beim Abrutschen mit den Zangenspitzen am Wegspringen zu hindern.

Anwärmen des Kolbens auf einer elektrischen Heizplatte auf eine Temperatur von 60 bis 80° C.

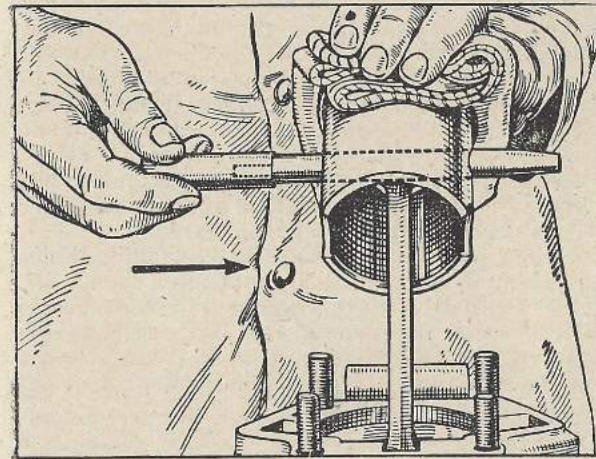
Ist der Bolzen schwimmend im Kolben gelagert, so kann er nun einfach herausgeschoben werden. Meist sind aber bei Zweitaktmotoren die Bolzen mit Haftsitz im Kolben eingesetzt, und dann läßt sich der Bolzen nur kalt herauschieben, wenn die Bolzenbohrung im Kolben bereits ausgeschlagen ist. In diesem Fall ist aber dann der Kolben fast stets reif zum Auswechseln, denn der Einbau von Übermaß-Bolzen ist eine sehr heikle Sache, wie wir später noch sehen werden.

Um den feststehenden Bolzen herauszudrücken, gibt es verschiedene Vorrichtungen. Diese sind aber nur geeignet, wenn sie den Kolben ganz umfassen, sonst besteht die Gefahr der Deformation desselben. Keinesfalls soll der feststehende Bolzen etwa mit einem Dorn herausgeschlagen werden, weil dabei eine Beschädigung von

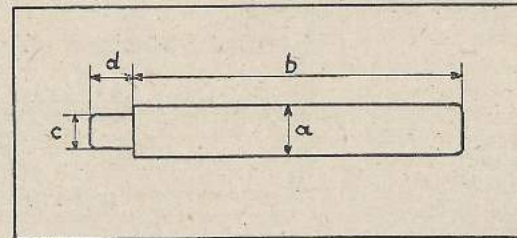
Kolben und vor allem Pleuel nur zu leicht möglich ist. Der Kolben soll vielmehr mit einer elektrischen Heizvorrichtung oder mittels einer auf den Kolbenboden gerichteten Gasflamme angeheizt werden. Besonders bei letzterem Verfahren kann man dann sehr gut den Augenblick abpassen, in dem die Wärme bis zu den Bolzenaugen heruntergezogen ist, und diese, aber noch nicht den Bolzen, angewärmt hat, so daß man, evtl. mit einem passenden Dorn, den Bolzen nun mühelos herauschieben kann.



Der praktische Einfädler (Einführdorn) für den Kolbenbolzen.  $a = 0,5$  mm schwächer als der Kolbenbolzen.  $c = 0,1$  mm schwächer als die Bohrung des Bolzens.  $b = \text{ca. } 1,5\text{fache Bolzenlänge}$ .  $d = \text{ca. } \frac{1}{4}$  Bolzenlänge.



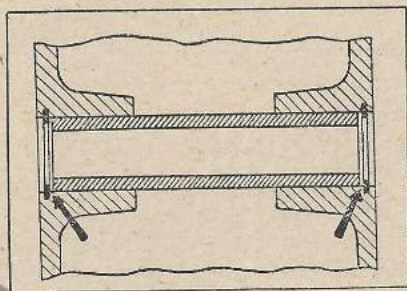
So wird der Einführdorn gehandhabt



Ein praktischer Dorn zum Korrigieren der Bolzenlage bzw. zum Herausdrücken des Kolbenbolzens:  $a = 0,5$  mm schwächer als der Kolbenbolzen,  $b = 1,5\text{-fache Bolzenlänge}$ ,  $c = 0,5$  mm schwächer als die Kolbenbolzenbohrung,  $d = \text{ca. } 10$  mm.

Soll der Kolben wieder aufgesetzt und der Bolzen eingebaut werden, so muß in gleicher Weise der Kolben wieder angewärmt werden. Am besten geschieht das auf einer elektrischen Heizplatte, oder man kann selbstverständlich auch hier, wenn man nur ein bisschen vorsichtig ist, Gas- bzw. Schweißbrennerflamme verwenden. Einlegen in kochendes Wasser oder auf 60 bis 80 ° erhitztes Öl, was manchmal empfohlen wird, ist nicht ratsam. Auf keinen Fall darf aber der Bolzen in den kalten Kolben geschlagen oder mit einer Einziehvorrichtung hineingezogen werden. Die Bohrungen der Bolzenaugen im Kolben würden dabei mit Sicherheit aufgedornt, so daß der Haftsitz verlorenginge und der dann schon von Anfang an lose Bolzen sich rasch ausschlägt. Die Verhältnisse sind bei den geringen Durchmessern der Kolbenbolzen, wie man sie allgemein bei Zweitaktmotoren verwendet, nun mal andere als bei Viertaktmotoren. Vorteilhaft benutzt man in vielen Werkstätten zum Einführen des Kolbenbolzens einen Einführdorn (s. Abbildung, damit das Einführen bzw. Finden des Pleuelanges rasch geht. Denn wenn der Bolzen erst einmal halb eingeschoben ist, und man findet dann nicht gleich das Pleuelauge, dann zieht die Kolbenwärme in den Bolzen, heizt ihn an — und schon sitzt er fest. Das Einschieben muß mit einem Druck durch die Kolbenaugen und das Pleuelauge geschehen. Den auf 60 bis 80 ° erhitzten Kolben hält man dabei mit einem Putztuch (guteingerichtete Werkstätten verwenden eine Holzzeuge dazu). Bei etwas Übung wird es gelingen, den Bolzen (ohne sich die Finger zu verbrennen!) gleich beim erstenmal so weit einzuschieben, daß er an beiden Seiten den gleichen Abstand von den Sicherungsnuten hat. Sonst muß man durch leichte Schläge (Kolben dabei gut gegenhalten!) mit einem abgesetzten Dorn vorsichtig nachkorrigieren.

Die beiden Stirnflächen des Bolzens müssen nämlich deshalb den erwähnten gleichen Abstand von den Sicherungsnuten haben, damit nicht etwa an einer Seite der Bolzen gegen den Sicherungsring gedrückt und ihn am freien Federn hindert. Das ist auch einer der Gründe, weshalb unbedingt Originalbolzen Verwendung finden sollen, die nicht nur den richtigen Durchmesser, sondern auch die richtige Länge haben. Auf jeden Fall ist bei im Notfall verwendeten Fremdteilen auf die richtige Bolzenlänge ausdrücklich zu achten.



An beiden Seiten müssen die Flanken des Kolbenbolzens gleichen Abstand von den Seegerringen haben und dürfen keinesfalls gegen sie drücken.



Werden dann die Sicherungsringe eingesetzt, so ist nochmals zu prüfen, ob sie auch noch genügende Spannung haben. Faßt man den Ring mit der Spezialzange und spannt ihn ganz leicht zusammen, so kann man ihn frei in der Nut drehen und erkennt dabei, ob er auch wirklich ringsum einwandfrei im Nutgrund liegt und ob er nicht vom Bolzen gedrückt wird. Klappern darf der Ring ebenso nicht, dann ist er zu schlapp und springt im Betrieb u. U. heraus, genau so wie ein nicht richtig in der Nut sitzender. Deshalb ist diese abschließende Prüfung so wichtig, weil ein nicht mehr einwandfreier oder licherlich eingesetzter Ring nur zu oft schon der Grund für schwerwiegende Motorschäden, zerstörten Kolben, unbrauchbare Zylinder, ja zerstörte Triebwerkteile war, wenn der Ring dann nach mehr oder weniger langer Betriebszeit herausprang (das braucht nämlich nicht unbedingt sofort zu geschehen!). Ein wenig Sorgfalt bei den hier beschriebenen Arbeiten lohnt sich deshalb unbedingt.

## 2. Kolbenbolzen-Übergrößen einsetzen

Ist der Kolbenbolzen in den Bolzenaugen des Kolbens erst einmal lose geworden, sind also die Augen erst einmal leicht ausgeschlagen, so geht es mit dem weiteren Verschleiß sehr schnell. Das ist nicht etwa eine besondere Eigenschaft der Kolbenbolzen bei Zweitaktmotoren (obwohl deren schwächere Bolzen mit ihrer höheren Flächenpressung in dieser Hinsicht natürlich ungünstiger liegen als die stärkeren Bolzen, die man im allgemeinen bei Viertaktmotoren findet). Sind deshalb die mit Haftsitz eingesetzten Bolzen erst einmal im Kolben lose geworden, so dauert es meist auch nicht mehr lange, bis sie die Bolzenaugen so weit oval geschlagen haben, daß an eine Instandsetzung gar nicht mehr zu denken ist und der Kolben ausgewechselt werden muß. Da liegt nun die Frage nahe, bis zu welcher Verschleißgröße man denn Übergrößen der Bolzen verwenden könne.

Um es vorwegzunehmen: sind die Bolzenaugen ausgeschlagen, so ist es auch bei nur geringem Verschleiß in jedem Falle das Beste, einen neuen Kolben einzubauen! Das mag zunächst übertrieben erscheinen. Wenn man sich aber vergegenwärtigt, daß bei der Herstellung des Kolbens die Bohrungen der Bolzenaugen mit einem Diamant auf einige Tausendstel Millimeter genau gebohrt werden, daß in vielen Werken die ebenfalls auf Tausendstel genau geschliffenen Bolzen jeweils zu den Bohrungen innerhalb enger Toleranzgrenzen passend herausortiert werden, um den richtigen Haftsitz zu gewährleisten (denn der Bolzen soll auch keinesfalls zu strammen Sitz haben!) — dann wird es einleuchtend, daß eine auch nur um ein halbes Hundertstel oval geschlagene Bohrung der Bolzenaugen sich mit den normalen Werkstattmitteln nicht wieder in einen dem Originalzustand entsprechenden Zustand bringen läßt.

Zunächst muß ja jede oval geschlagene Bohrung erst einmal mit der Reibahle unter großem Vorschub aufgerieben, d. h. wieder nachgerieben werden. Das ist an sich schon eine nicht ganz unangenehme Sache, weil, zumal bei höherem Verschleiß, die Gefahr besteht, daß die neue Bohrung nicht genau rechtwinklig zur Pleuellängsachse liegt. Wird der dann verwinkelt sitzende Pleuerringe bedeutet, die dann locker werden und herausfallen können. Aber wenn man auch von diesen Folgen absieht, so ist doch die Kontrolle der Passung des Übermaßbolzens nicht möglich und der neue Bolzen wird dann meist entweder zu lose oder zu stramm sitzen.

Aus diesem Grunde sind manche Zweitaktmotoren-Hersteller auch von den früheren Bolzenübergrößen von 0,2 und 0,5 mm abgegangen und führen höchstens noch solche mit 0,01 und 0,02 mm. Dabei erfordert der 0,01-Bolzen, wenn er rechtzeitig eingesetzt wird, im allgemeinen überhaupt keine Nacharbeit der Bohrung. Er läßt sich kalt in den erwärmten Pleuerringe einstecken, während bei 0,02 mm ganz leicht nachgerieben werden muß. Ein wirklich korrekter Sitz mit den Originalpassungen läßt sich aber in keinem Fall erzielen.

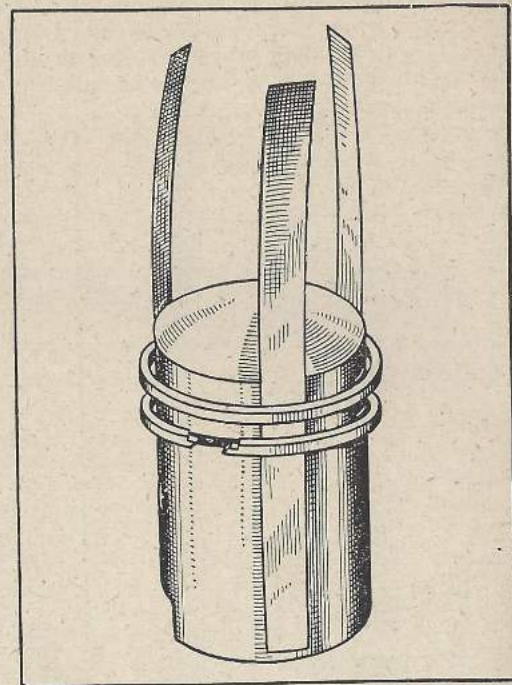
Dort, wo in einzelnen Fällen Bolzen mit noch größerem Übermaß Verwendung finden, darf nicht vergessen werden, die Pleuerringe für die Sicherungsringe nachzustechen und größere Ringe zu verwenden, sonst haben die Ringe nicht genügend Halt und springen heraus. Selbstverständlich ist auch das Spiel des Bolzens in der Pleuellbuchse zu prüfen und, wenigstens bei Bolzen mit über 0,2 mm Übermaß, durch Aufreiben zu korrigieren.

### Kolbenringe abnehmen und aufsetzen

Selbst bei einer scheinbar so einfachen Arbeit, wie es das Abnehmen und Wiedereinsetzen der Pleuerringe ist, können schwerwiegende Fehler gemacht werden, durch die der Ring, auch wenn er nicht gerade zerbricht, in seiner Wirkung wesentlich beeinträchtigt wird.

Sehr oft wird das Abnehmen einfach durch Auseinanderspreizen der Ring-Enden mit beiden Daumen und anschließendes Abstreifen des Ringes vom Pleuerringe durchgeführt, und scheinbar ist bei einiger Übung dieses Verfahren auch ohne Bedenken. Tatsächlich können aber schon hierbei Fehler gemacht werden. Einmal dadurch, daß man die Ring-Enden nicht genügend weit abhebt und mit ihnen die Pleuerringe zerkratzt; zum andern dadurch, daß der Ring nicht gleichmäßig angehoben und übergestreift und dabei verwun-

den wird. Eine solche Verwindung bewirkt, daß der Ring dann nicht mit seiner ganzen Flanke in der Nute trägt, wodurch der Wärmeübergang beeinträchtigt wird. Schließlich kann bei dem beschriebenen Verfahren auch der Ring überdehnt werden. Seine Elastizität ist ja begrenzt, also soll er so wenig wie möglich nach außen gespannt werden, vor allem darf er nicht so gespreizt werden, daß er gewissermaßen an einer Stelle „geknickt“ wird, weil er sonst unrund wird und dadurch weder richtig abdichten noch die Wärme abführen kann — eine Aufgabe, die beim thermisch hochbelasteten Zweitaktpleuerringe besonders wichtig ist.



In Ermangelung einer Pleuerringzange kann man mit Hilfe von schwachen Blechstreifen (oder Rasierklingen!) die Ringe unbeschädigt abnehmen und aufziehen.

Alle diese Fehler vermeidet man, wenn man zum Abnehmen (und ebenso zum Wiedereinsetzen) eine Hilfsvorrichtung benutzt. Man kann dünne Stahlstreifen verwenden, die, einer nach dem andern, gleichmäßig um den Pleuerringumfang verteilt, hinter den Ring geschoben werden und ihn aus seiner Nute herausheben. Schneller geht es natürlich mit einer der bekannten Pleuerringzangen, von denen wiederum diejenigen Ausführungen vorzuziehen sind, die den Ring auf seinem ganzen Umfang fassen und gleichmäßig spreizen, während die — allerdings sehr verbreitete — Ausführung mit zwei Greifern, die die beiden Ring-Enden fassen, den Ring nicht so gleichmäßig aufdehnt und außerdem leicht zur Verletzung der Ringflanken an den Enden führt.

Ist der Ring abgenommen, so wird er auf Verwindung geprüft (auflegen auf Glas- oder Tuschierplatte), außerdem werden Stoß-

Höhenspiel geprüft, wie später noch beschrieben wird. Dabei gibt sich dann gleich, ob neue Ringe genommen werden müssen oder ob die alten noch weiter verwendet werden können. Kommen neue Ringe zum Einbau, so ist außer der Prüfung des Maß- und Höhenspieles besonders darauf zu achten, daß die richtigen, für das in Frage kommende Motorfabrikat geeigneten (also besten vom Werk zu beziehende Original-) Ringe verwendet werden, weil es auch innerhalb an sich gleicher Dimensionen noch Unterschiede gibt, z. B. durch verschiedene Abfasungen der Innen-



Eine solche Kolbenringzange spannt den Ring ganz gleichmäßig auseinander

Besonders wichtig ist es, auf den festen Sitz der Ringsicherungen, die in den Kolbenringnuten jedes Zweitaktmotors zur Verankerung des Ringwanderns angeordnet sind, zu achten. Lose Stifte können zu schweren Motorschäden führen, sie bedingen meist die Verwendung eines neuen Kolbens, weil das nachträgliche Einsetzen neuer Stifte in die schon ausgeschlagenen Bohrungen fast stets nur einen zweifelhaften Wert hat und weil ein Versetzen der Stifte an eine andere Stelle der Ringnute sich dadurch verbietet, daß ja nur an den ursprünglich vorgesehenen Stellen Verstärkungen im Guß vorhanden sind. Daß auch die Aussparungen der Kolbenringe der Form der Ringsicherungen entsprechen müssen, ist klar; keinesfalls darf der Ring an ihnen klemmen, nötigenfalls ist mit einer feinen Doppelschichtfeile leicht an der Ringaussparung nachzuarbeiten.

Werden die alten Ringe weiterverwendet, so sind sie zu säubern und in dieselbe Nute, aus der sie entnommen wurden, mit Hilfe der Kolbenringzange wieder einzusetzen. Ein Vertauschen untereinander ist einmal wegen des evtl. verschiedenen Höhenspieles, außerdem wegen ihres Einlaufzustandes zu vermeiden.

#### 4. Kolben säubern

Bei der inneren Säuberung des Motors, also beim Entkohlen, muß selbstverständlich auch der Kolben von Verbrennungsrückständen gereinigt werden. Wenn diese Reinigung anläßlich einer Gesamtüberholung durchgeführt wird, wird dabei der Kolben von der Pleuel abgenommen; sonst braucht aber zu dieser Arbeit der Kolbenbolzen nicht entfernt zu werden, das Entkohlen auch des Kolbens kann dann lediglich nach Abnahme des Zylinders erfolgen. Die Kolbenringe werden abgenommen (sitzt der oberste Ring fest, so wird er durch vorsichtiges Hinterfahren mit einem Stahlblechstreifen, notfalls einer Rasierklinge, gelöst), dann ist der Kolben zur Reinigung bereit.

Als erstes wird der Kolbenboden mit einem Flachscheraber oder einem stumpfen Taschenmesser abgekratzt, mit Schmirgelleinen wird nachgereinigt und schließlich mit Polierleinen poliert.

Die Lauffläche wird nun nicht etwa anschließend auch mit Schmirgelleinen abgezogen. Ist der Kolben gut gelaufen und befindet sich nur in Nähe des unteren Randes sowie oberhalb des oberen Kolbenringes ein schwacher Ölkohlebelag, so wird lediglich der letztere entfernt, während der Kolbenschaft unberührt bleibt. Denn abgesehen davon, daß beim Arbeiten mit Schmirgelleinen eine, wenn auch sehr dünne, Schicht Material weggenommen wird, muß sich die dünne Ölkohleschicht unten am Kolbenhemd doch im Betrieb wieder bilden, weil der Kolbendurchmesser dort scheinbar eine Kleinigkeit zu gering war und nicht richtig trägt. Ist natürlich — durch falsche Fahrweise oder ungeeignete Betriebsmittel — der ganze Kolbenschaft schwarz (und meist wird er dann auch an Freßstellen zeigen, weil er infolge des Belages und der ungenügenden Wärmeabfuhr geklemmt hat), dann muß auch die Gleitfläche mit einer Drahtbürste gesäubert werden. Die genannten Freßstellen müssen beseitigt werden; das geschieht aber erst später, weil es nur notwendig ist, wenn der Kolben wieder verwendet werden kann, und das muß erst die nachfolgende Messung ergeben.

Im übrigen gibt der Ölkohlebelag am Kolbenschaft auch einen deutlichen Fingerzeig, ob der Kolben rechtwinklig im Zylinder gelaufen ist: liegen die Ölkohleablagerungen am Kolbenschaft unsymmetrisch, d. h. in Laufrichtung gesehen seitlich einmal oben, an der anderen Seite unten am Schaft, so ist das ein Zeichen dafür, daß der Kolben verwinkelt gelaufen ist und daß demzufolge das Pleuel gerichtet werden muß.

Schließlich sind noch die Ringnuten zu reinigen. Hierbei ist das altbekannte Hilfsmittel in Gestalt eines abgebrochenen Kolbenringstückes (welches natürlich zu diesem Kolben und seinen Ringnuten passen muß!) immer noch das beste. Die Verwendung von Schraubenzieher, Messer oder Schaber, aber auch mancher hierfür besonders entwickelter Ringnuten-Reiniger ist ebensowenig zu empfehlen wie ein Streifen Schmirgelleinwand, weil mit allen diesen Hilfsmitteln nur zu leicht die Ringnutenflanken beschädigt, die Nuten erweitert oder die Kanten unzulässig abgefast werden. Gesäubert werden die Nuten im Grund und an den Flanken, besonders sorgfältig auch in Nähe der Sicherungsstifte; nur an der letzteren Stelle kann man sich hierzu eines ganz schmalen Schraubenziehers (Elektroschraubenzieher) oder dergleichen bedienen.

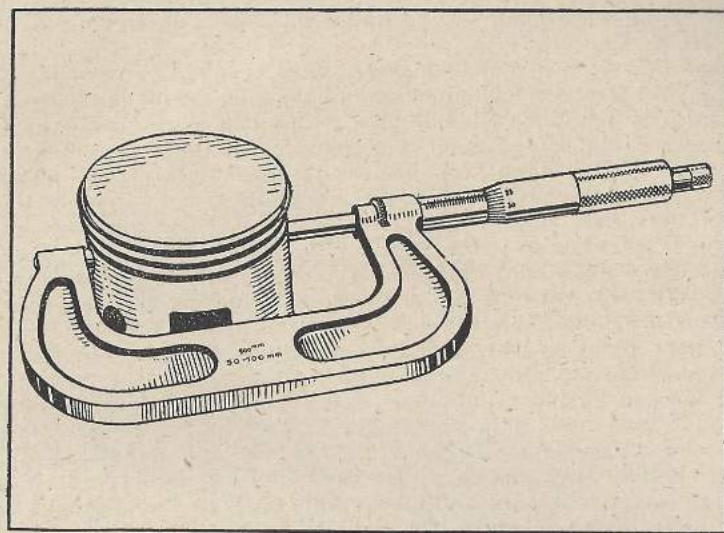
Ist der Kolben vom Pleuel abgenommen, so wird natürlich auch das Kolbeninnere, in dem sich — bei ungünstigen Betriebsbedingungen sogar erhebliche — Rückstände abgesetzt haben, mit einem schmalen Schaber gereinigt, weil auch hier die Rückstände die Wärmeabfuhr aus dem Kolben erschweren.

### Kolbenspiel messen

Das richtige Spiel des Kolbens im Zylinder ist für Leistung, Verbrauch und Laufruhe des Motors ausschlaggebend. Es wird je nach Bauart und Betriebsbedingungen des Motors sowie des für Kolben und Zylinder verwendeten Materials auf hundertstel Millimeter genau festgelegt. Es ist demzufolge bei Kolben kleinen Durchmessers kleiner als bei großen, bei luftgekühlten Motoren größer als bei wassergekühlten, bei Graugußkolben kleiner als bei Leichtmetallkolben. Beim Zweitaktmotor ist die Bemessung des Kolbenspieles wie alles, was mit dem Kolben zusammenhängt, besonders wichtig. Einmal deshalb, weil er ja zusätzlich zu seiner sonstigen Aufgabe noch Steuerorgan ist, zum andern wegen seiner ungleich höheren thermischen Belastung durch die raschere Zündfolge und die Lage der Auslaßschlitze. Wer Erfahrungen mit Zweitaktmotoren hat, weiß, daß vom Zustand des Kolbens der Wert des ganzen Zweitaktmotors bestimmt wird und daß sich deshalb auch alle Sorgfalt und Mühe, die bei der Instandsetzung für dieses Teil aufgewendet werden, vielfach bezahlt machen.

Um das Kolbenspiel genau messen zu können, gibt es praktisch nur eine Möglichkeit, nämlich das Mikrometer für den Kolben und die Meßuhr für den Zylinder. Das für diesen Zweck gelegentlich auch empfohlene Fühlmaß, also der zwischen Kolben und Zylinderlaufbahn einzuführende Spion, kann nur in wenigen Sonderfällen ein einigermaßen zuverlässiges Meßergebnis bringen, im allgemeinen ist diese Art der Messung des Kolbenspieles vollkommen ungenügend für heutige Genauigkeitsansprüche.

Kolben sind bekanntlich durchaus nicht etwa zylindrisch geschliffen. Zumindest werden sie nach einer verständlicher Weise



Messen des Kolbens mit dem Mikrometer

vom Hersteller streng gehüteten Kurve tonnenförmig geschliffen, teilweise auch noch nicht einmal rund, sondern oval. So ein moderner Zweitakt-Kolben ist ein Präzisionsstück, dem man wirklich nicht ansieht, wieviel geistiger und handwerklicher Aufwand in ihm stecken! Diese komplizierte Formgebung setzt aber voraus, daß der Hersteller der Werkstatt, die Kolben messen soll, genau sagt, wo diese Messung stattzufinden hat bzw. an welcher Stelle der Kolbenlaufbahn das als richtig vorgeschriebene Spiel festzustellen ist. Denn nach dem oben Gesagten ist ja klar, daß das Kolbenspiel oberhalb der Ringe anders (und zwar wegen der dort größeren Wärmeeinwirkung größer) sein wird als unten am Schaftende, wo die Ausdehnung am geringsten ist. Deshalb ist auch die Angabe, wo gemessen werden muß, bei den verschiedenen Herstellern verschieden. Mit Recht schreiben bekannte Zweitaktmotorenfabriken als Meßstelle den Durchmesser des Kolbens zwischen Bolzenloch und unterstem Ring vor, weil diese Stelle die heikelste hinsichtlich Festgehen des Kolbens ist.

Wie mit Hilfe der Zylindermeßuhr die Bohrung gemessen wird, wurde schon beschrieben. Um den Kolben zu messen, wird nun das Mikrometer zwischen Bolzenloch und unterster Ringnute angesetzt und das Durchmessermaß abgelesen (bei rundgeschliffenen Kolben der Durchschnittswert zwischen Messung längs und quer zur Bolzenachse, wobei sich nur ganz geringfügige Differenzen ergeben dürfen. Das ermittelte Kolbenmaß wird vom Resultat der Zylinder-



ermessung abgezogen — und damit hat man das Kolbenspiel an der Meßstelle.

Als Beispiel: die Bohrungsmessung ergab an der weitesten Stelle 70,04 mm, die Kolbenmessung 69,89 mm, demnach ist das Kolbenspiel an der Meßstelle 0,15 mm. Sind vom Hersteller 0,11  $\pm$  0,01 Millimeter als Kolbenspiel vorgeschrieben (darf dasselbe also 0,10—0,12 mm betragen), so wäre es in diesem Fall 0,03 mm zu groß und damit noch kein Grund zum Ausschleifen, wie wir weiter oben sehen, da ja im allgemeinen 0,10 — sogar 0,15 mm als Verschleiß, also ein Spiel bis zu 0,22 bzw. 0,27 mm, zugestanden werden.

Es kann aber auch anders vorkommen: ein Zylinder ist ausgeschliffen worden und ein neuer Kolben vom Werk dazu bestellt worden, der beim Schleifen des Zylinders, für den Vollmaß bestellt war, noch nicht da war. Kommt er nun, so muß man das Kolbenspiel nachmessen. Das ergibt dann z. B. für den Übermaßkolben 0,14, für den Zylinder 70,49 mm (wenn der Schleifer unkorrekt gearbeitet und die ihm zugestandene Toleranz von 0,01 mm als Minustoleranz genommen hat). Das gäbe dann nur ein Kolbenspiel von 0,09 mm, was nach den Herstellervorschriften für diesen Fall zu knapp wäre; der Zylinder müßte nochmals nachgehont werden. Hätte sich dagegen der Schleifer genau an die Vorschrift gehalten und auf 70,5  $\pm$   $\begin{matrix} + 0,01 \\ - 0,00 \end{matrix}$  geschliffen, so wäre das alles in Ordnung gewesen, ebenso wenn zufällig der Kolben mit 70,38 auf der Minustoleranz gelegen hätte. Auch wenn vom Hersteller des Kolbens das Nennmaß desselben bzw. das Übermaß auf dem Kolben aufgeschlagen ist, wird die korrekte Werkstatt das Spiel nachmessen, weil sie ja zumindest den Zylinderschleifer kontrollieren muß, bei dem ja auch Fehler vorkommen können.

### Freßstellen am Kolben beseitigen

Die Gründe, aus denen ein Kolben blockieren kann, sind zahlreich. Ungenügende Wärmeabfuhr vom Kolben bzw. ungenügendes Spiel zwischen Kolben und Zylinder sind die beiden Hauptgründe, die wieder eine ganze Anzahl von Ursachen haben können. Und wenn der gesunde Motor selbstverständlich nicht blockiert und man darf sich nicht einreden lassen, daß das Blockieren etwa eine charakteristische Eigenschaft des Zweitaktmotors sei!), so ergibt sich doch im Laufe des Betriebes bei ungeeigneten Betriebsmitteln, falscher Vergaser- und Zündeneinstellung, vernachlässigter Wartung und Verwendung ungeeigneter, weil nicht originaler Ersatzteile durchaus die Möglichkeit, daß ein Festgehen des Kolbens im Zylinder erfolgte. Nun ist ein solches Festgehen, sofern es nicht schlagartig geschieht, der Fahrer es also gerade noch rechtzeitig bemerkt und ausgekuppelt hat, eine an sich harmlose Angelegenheit, denn nach kurzer Abkühlpause beim Fahrzeug (es genügt meist schon das Ausrollenlassen) ist der Motor wieder frei und

kann angeworfen werden, wenn er überhaupt zum Stillstand gekommen ist. Trotzdem wäre es falsch, ein solches Blockieren etwa zu ignorieren.

Erstens einmal wird ja fast in allen Fällen der Fehler, der zum Festgehen führte, nicht von allein verschwinden, sondern sie eher noch verstärken, so daß also die Blockierneigung bleiben, ja sich verschlimmern wird. Es ist also ganz selbstverständlich, daß der Grund für das Blockieren gesucht und abgestellt werden muß. Eine eingehende Prüfung des Motors auf seine Einstellung, die Sauberkeit der Kraftstoffzufuhrleitung, Qualität der Betriebsmittel und richtige Mischung, Zustand und Wärmewert der Kerze, Rückstandbildung, schließlich Verdichtungsverhältnis und Pleuelverwinklung sind unerlässlich, um den Fehler finden zu können.



Entfernen von Freßstellen am Kolbenschaft mit einem in Öl getauchten Korundstein

Aber damit ist es nicht getan. Denn auch ein nur leichtes Festgehen des Kolbens hinterläßt auf demselben zum mindesten Druck — wenn nicht schon direkte Freßstellen. Diese müssen beseitigt werden, denn an diesen Stellen trägt ja der Kolben zuerst und wird dann dort immer wieder zu geringes Spiel haben, also zum Festgehen neigen.

Die Beseitigung solcher leichter Druckstellen, die sich fast immer in Nähe der größten Materialanhäufung, also neben bzw. oberhalb der Bolzenaugen befinden, darf nun nicht einfach so erfolgen, daß der Kolben festgehalten und sein Schaft mit Schmirgelleinen abgezogen wird, wie man das häufig sieht. Das Material der

druckstellen ist nämlich verdichtet worden, die Oberfläche also ort besonders hart. Zieht man einfach das Schmirgelleinen darüber, so nimmt man das weiche Kolbenmaterial neben der Druckstelle weg, läßt diese selbst aber stehen. Deshalb ist es notwendig, nur die Druckstelle zu bearbeiten. Das geschieht am sichersten mit Hilfe eines Korundsteines, wie er in den Honahlen der Zylinderschleifer verwendet wird. Dieser Stein wird in dünnes Öl getaucht und mit ihm wird die in Frage kommende Stelle meist sind es mehrere Stellen am Kolbenumfang, die sich diametral gegenüberliegen) nachgearbeitet. Manche Praktiker erledigen diese Arbeit auch mit einer ganz feinen Doppelschlichtfeile, aber das erfordert Erfahrung und außerdem hinterher ein sorgfältiges Nachpolieren mit Polierleinen. Die Verwendung eines Korundsteines ist besser.

Bei sehr starken Freßstellen, durch die schon Material über die Kolbenringe geschmiert wurde, ist der Kolben unbrauchbar; er kann zwar notdürftig zurechtgestutzt werden, damit etwa ein Motor noch über eine bestimmte kurze Laufzeit gebracht werden kann — aber einwandfrei wird ein solcher verunstalteter Kolben nie wieder. Er muß ausgewechselt werden.

Vor dem Wiedereinbau des Kolbens muß übrigens unbedingt auch die Zylinderlauffläche geprüft werden, meist ist auch sie durch das Blockieren mehr oder weniger stark angegriffen. Die Druckstellen werden mit feinem Schmirgelleinen unter etwas Ölzugabe nachpoliert.

## 7. Kolbenring-Stoßmaß prüfen

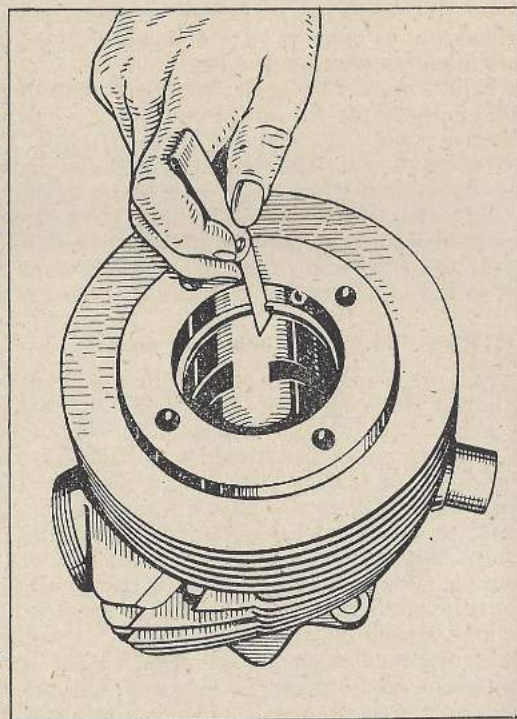
Das Stoßmaß des Kolbenringes, d. h. der Abstand seiner Enden voneinander bei eingebautem Ring, ist nicht nur wichtig für die Funktion des Ringes, also für seine Fähigkeit, die Wärme aus dem Kolben abzuleiten und den Kolben in der Zylinderlaufbahn abzudichten, sondern ist auch beim schon gelaufenen Ring Kennzeichen für die Ringabnutzung bzw. den Zylinderverschleiß. Eine Prüfung des Stoßmaßes ist deshalb bei jeder Instandsetzung, anläßlich der die Ringe vom Kolben abgenommen werden, außerdem aber immer dann, wenn nachlassende Leistung, erhöhter Verbrauch oder Motorüberhitzung sich nicht aus anderen Gründen erklären lassen, notwendig.

Ist das Stoßmaß zu klein, d. h. haben die Ring-Enden zu geringen Abstand voneinander, so wird infolge der im Betrieb unvermeidlichen Erwärmung des Ringes und der dadurch bedingten Längenausdehnung desselben ein Klemmen eintreten. Als Folge dessen Überhitzung, Leistungsverlust und Verbrauchssteigerung. Ist das Stoßmaß — infolge Verschleiß der Dichtfläche des Ringes — zu groß geworden, so wird der Widerstand, den der normale Spalt am Ringstoß für das unter Druck stehende Gas und das Öl unterhalb des Ringes darstellt, zu klein, ein Teil des Druckes (bei Ver-

dichtung und Verbrennung) geht verloren, das Öl tritt zum Verbrennungsraum durch: wiederum Leistungsverlust und Verbrauchsanstieg sowie außerdem verstärkte Rückstandbildung.

Das normale Stoßmaß beträgt bei kleinen Zweitaktmotoren etwa 0,4 mm. Um es zu messen, benötigt man ein kleines Sortiment Fühllehren, sogenannte Spione. Man muß dann wie folgt vorgehen, um ein einwandfreies Resultat zu erhalten.

Der zu prüfende Ring (der Sicherheit halber wird man die Messung an sämtlichen Ringen eines Kolbens durchführen!) wird vom Kolben abgehoben. Der Zylinder, dessen Bohrung sauber ausgewischt wurde, wird auf die Werkbank gestellt (sofern der Kopf abgenommen ist) oder, mit dem Fuß nach oben, im Schraubstock gehalten. Dann wird der Kolbenring in die Zylinderbohrung eingesetzt. Mit einem Kolben passenden Durchmessers (wenn



Messen des Ringstoßes am in den Zylinder eingesetzten Kolbenring mittels Fühlmaßes

der zugehörige Kolben von der Pleuelstange abgenommen wurde, natürlich gleich mit diesem) wird der Ring in den Zylinder hineingeschoben. Damit wird zweierlei erreicht: einmal, daß der Ring im Zylinder genau im rechten Winkel sitzt, zum andern kann er nun an die richtige Stelle im Zylinder gebracht werden. Gemessen muß nämlich an zwei Stellen werden. Zuerst an der Stelle des größten Laufbahnverschleißes, d. h. etwa in der Mitte zwischen beiden Totpunkten. Dort darf das Stoßmaß nicht größer als 0,6 mm sein. Dann an der Stelle des geringsten Zylinderverschleißes, also des geringsten Stoßmaßes, das dort nicht unter 0,3 mm betragen



rf. Ist das Stoßmaß an irgendeiner Stelle der Laufbahn kleiner als 0,3 mm, so muß der Ringstoß vorsichtig (Ring dazu knapp über dem Stoß an den Flanken einspannen!) mit einer Doppellichtfeile nachgearbeitet werden, bis das Maß genügend groß ist. Das ist bei den heute fast durchweg verwendeten Ringen mit überlappem oder geradem Stoß sehr einfach, bei den alten Ringen mit überlapptem Stoß war es schwieriger. Ist das Stoßmaß größer als 0,6 mm, so muß der Ring ausgewechselt werden.

Ist die Differenz zwischen größtem und geringstem Stoßmaß größer als 0,1 mm, so deutet das auf Zylinderverschleiß, der dann sorgfältig nachzumessen ist.

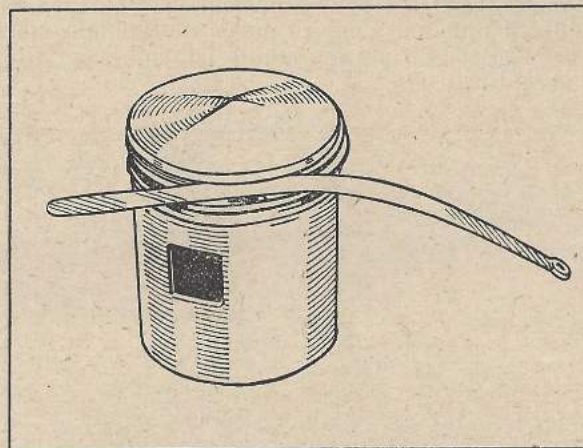
Eine Auswechslung der Kolbenringe soll im übrigen, wie bereits früher erwähnt, nur dann erfolgen, wenn das Stoßmaß zu groß geworden ist. Das sinnlose Erneuern von Kolbenringen bei jeder sich bietenden Gelegenheit ist zwecklos; der alte Ring hatte sich in die inzwischen leicht oval gewordene Zylinderbohrung eingelaufen, der neue, wieder korrekt runde Ring dichtet deshalb (abgesehen davon, daß sich ja seine Lauffläche überhaupt erst wieder einlaufen muß) schlechter ab, und so wird oft nach dem Auswechseln der Ringe die Leistung des Motors nicht besser, sondern schlechter sein.

### Höhenspiel der Kolbenringe messen

Für die Funktion der Kolbenringe ist das Axialspiel derselben, d. h. das Höhengspiel in der Ringnute, außerordentlich wichtig. Ist es zu groß, so ist die Wärmeableitung verschlechtert und die Gefahr einer unerwünschten Pumpwirkung, die zur erhöhten Rückstandbildung führt, gegeben; außerdem hämmern die auf- und abgehenden Ringe die Nuten aus. Ist das Spiel zu klein, so klemmen die Ringe leicht durch Ölkohle in ihren Nuten fest, wodurch Abdichtung, Wärmeableitung und Kolbenführung verschlechtert werden. Deshalb haben alle Motorenhersteller nicht nur hinsichtlich des Kolbenringmaterials und der Ringfertigung, für die sich eine Spezialindustrie gebildet hat, umfangreiche Versuche angestellt, sondern auch das Höhengspiel für ihre einzelnen Typen genauestens festgelegt, in manchen Fällen sogar unter Abstufung für die verschiedenen Ringe ein und desselben Kolbens. Die Einhaltung des festgelegten Höhengspieles ist erklärlicherweise sehr wichtig.

Die Kontrolle erfolgt bei abgenommenem Zylinder so, daß eine dem Höhengspiel in der Stärke entsprechende Fühllehre zwischen Ring- und Nutenflanke eingeschoben und rings um den ganzen Kolben geführt wird. Da die Veranlassung zu einer solchen Kontrolle fast immer dann gegeben ist, wenn die Ringe vorzeitig festgebrannt waren, so sind die Ringe ohnedies zum Zwecke der Nutenreinigung aus ihren Nuten herausgenommen; die Prüfung erfolgt dann so, daß der in die Nute eingesetzte Ring mit zwischengelegter Fühllehre in der ganzen Nute abgerollt wird.

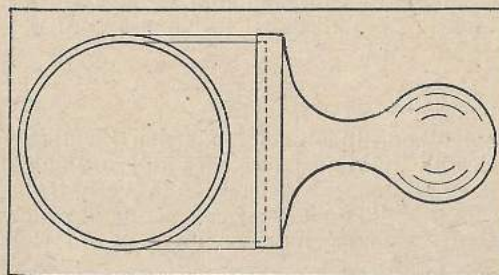
Die Höhengspiele sind bei den einzelnen Fabrikaten recht unterschiedlich, auch beim Vergleich scheinbar ganz ähnlicher Motoren verschiedener Hersteller. Es ist deshalb unbedingt notwendig, daß man sich aus der Technischen Tabelle für den jeweils in Frage kommenden Motor die vorgeschriebenen Höhengspiele herausucht oder sie sich vom Herstellerwerk beschafft. Es wäre falsch, an die-



Messen des Kolbenringhöhengspieles mit einem passenden Fühlmaß

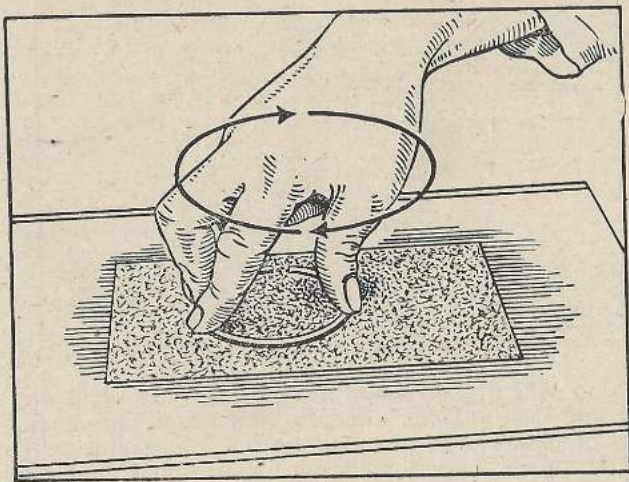
sem Punkt eigene Experimente anzustellen oder etwa die Werte eines Typs einfach auf den anderen übertragen zu wollen. Dazu sind die Unterschiede zu groß: findet man doch einesteils Werte bis herunter zu 0,01, andererseits bis hinauf zu 0,1 mm! Immerhin bewegen sich die meisten zwischen 0,04 und 0,08 mm.

Häufig wird man finden, daß das Höhengspiel auch nach sorgfältiger Reinigung von Nute und Ring etwas zu knapp ist, manchmal wird man auch bei einem besonders zum Festbrennen neigenden Ring das Spiel in der Nute um eine Kleinigkeit (0,02 mm mehr ist, besonders beim oberen Ring, immer zulässig) erhöhen wollen. Das muß dann durch Abschleifen der einen Ringflanke geschehen.



Haltevorrichtung für Kolbenringe, deren Flanke abgeschliffen werden soll

Zu diesem Zweck muß man zunächst eine Halterung für den Ring schaffen. Entweder einfach so, daß auf einem kleinen Brettchen der gespannte Ring mit kurzen Stiften ohne Kuppen gehalten wird; besser so, daß man sich aus Holz oder Leichtmetall eine Aufnahme mit einem Handgriff (s. Skizze) dreht. Dann ist nämlich ein annähernd gleichmäßiger Schleifdruck auf den ganzen Ring gewährleistet, während bei der manchmal empfohlenen Methode, den Ring einfach mit drei Fingern gegen die Schleifunterlage zu drücken, recht viel Erfahrung notwendig ist, damit der Ring nicht ungleich abgeschliffen wird.



Diese Art, die Flanke eines Kolbenringes abzuschleifen, um das Höhenspiel zu vergrößern, gewährleistet keine Gleichmäßigkeit der Materialabnahme

Die Schleifunterlage ist ein Stück feinstes Schmirgelleinen, welches auf eine Glasplatte gelegt wird und über das nun der Ring, in der oben beschriebenen Halterung gefaßt, unter leichten Drehbewegungen hin und her geführt wird, bis er genügend weit abgeschliffen ist, was durch wiederholtes Einlegen und Messen in der Ringnute geprüft wird. Wichtig ist, daß dabei immer nur auf der einen Ringflanke abgeschliffen wird.

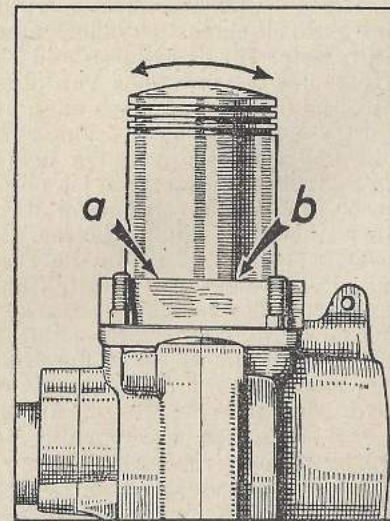
#### 4. Kolben auswinkeln

Die Beanspruchung des Kolbens in einem modernen Zweitaktmotor durch Wärme, Druck und Reibung ist schon unter normalen Betriebsbedingungen recht erheblich. Es hat deshalb verhältnismäßig lange gedauert, bis man Kolbenmaterial und Kolbenformen entwickelt hatte, die diesen Beanspruchungen im Dauerbetrieb

gewachsen waren. Es liegt auf der Hand, daß infolgedessen Unregelmäßigkeiten im Kolbenlauf, die die normale betriebsbedingte Wärme erhöhen oder die Druck- und Reibungsverhältnisse verschlechtern, die Beanspruchung des Kolbens so ungünstig steigern müssen, daß sich Störungen und erhöhter Verschleiß einstellen. Zu diesen Unregelmäßigkeiten gehört auch der nicht rechtwinklige Sitz des Kolbens. Und um die dadurch zwangsläufig eintretenden schädlichen Folgen zu vermeiden, ist es notwendig, jeden Kolben nach dem Einsetzen des Kolbenbolzens auf seinen rechtwinkligen Sitz zu prüfen, ausgenommen dann, wenn vorher schon die später beim Triebwerk noch erwähnte Auswinklung des Pleuels erfolgt. Man wird erstaunt sein, wie viele Kolben gerade kleiner Zweitaktmotoren verwinkelt laufen, nur deshalb, weil diesem Punkt zuwenig Beachtung geschenkt wird. Viele Fälle, in denen man den Grund für schlechte Leistungs- und Verbrauchswerte nicht findet oder wo Blockierungserscheinungen auftreten, lassen sich bei sorgfältiger Auswinklung des Kolbens in Ordnung bringen.

Schon beim Abheben des Zylinders sieht man deutlich, ob der Kolben verwinkelt im Zylinder gelaufen ist. Der richtig laufende Kolben zeigt nämlich an den rechts und links vom Pleuelschaft liegenden Laufflächen eine gleichmäßige Färbung der gegenüberliegenden Kolbenmantelstellen unter- und oberhalb des Bolzenauges. Der verwinkelte Kolben dagegen hat seitlich einmal oben, an der gegenüberliegenden Seite unten, leichten Ölkohlebelag, während jeweils die gegenüberliegende Mantelstelle glattgescheuertes, blankes Material zeigt. Es ist klar, daß derartige Kolben zum Blockieren neigen müssen.

Soll nun der rechtwinklige Sitz des Kolbens geprüft werden, so bedient man sich bei den hier in Frage kommenden Motoren vorteilhaft der folgenden, sehr einfachen und zuverlässigen Methode:



So wird beim Auswinkeln des Kolbens derselbe auf das Lineal aufgesetzt und abwechselnd nach rechts und links gedrückt; dabei muß bei a und b derselbe Lichtkeil sichtbar werden.

Der untere Kolbenrand dient ja bei der Fertigbearbeitung des Pleuels als Auflagefläche, diese Fläche liegt deshalb bestimmt genau im rechten Winkel zur Pleuellängsachse. Liegt er also im rechten Winkel zur Pleuellängsachse, so liegt auch die Pleuellängsachse unverwinkelt in der Pleuellängsachse. Um das zu prüfen, wird auf den Gehäuseflansch einfach ein kurzes, starkes Lineal aufgelegt, der Kolben mit seiner Unterkante aufgesetzt und nun der Lichtspalt zwischen Kolbenrand und Pleuel geprüft, um daraus zu ersehen, ob die Pleuellängsachse genau parallel zum Lineal und damit zur Gehäusefläche steht. Um Pleuelrugschlüsse zu vermeiden, faßt man dabei den Kolben mit der Pleuelhand und drückt ihn, während er auf dem Lineal aufsitzt, abwechselnd nach links und rechts; die dabei sichtbar werdenden, durch das Spiel im Pleuelager und in der Pleuelbuchse verursachten Pleuellichtkeile müssen an beiden Seiten symmetrisch sein.

Zeigt ein ungleicher Lichtspalt eine Pleuelverwinklung an, so erfolgt das Nachrichten der Pleuel durch vorsichtigen Druck bei der oberer Totpunktstellung stehender Pleuel mit der Hand gegen den Pleuelkolben.

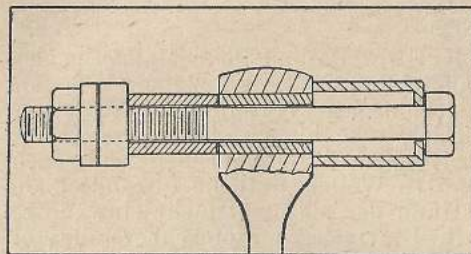
## 5. Pleuelbuchse erneuern

### 5. Pleuelbuchse erneuern

Hat der Pleuelbolzen in der Pleuelbuchse scheinbar zuviel Pleuel, so muß zunächst festgesellt werden, wo die Abnutzung liegt. Dazu muß der Pleuel von der Pleuelstange abgebaut werden, damit Pleuelbolzen und Buchse gemessen werden können. Diese Messung kann Pleuel einwandfrei eigentlich überhaupt nur mittels Pleuellehre oder Mikrometer für den Pleuelbolzen und Pleuelkaliber (Pleuellehre) für die Pleuelbuchse erfolgen. Oft wird aber vor allem der Pleuellehre nicht vorhanden sein, und da muß man sich dann anders helfen.

In vielen Fällen wird zunächst das Pleuel so augenfällig groß sein, daß sich eine Messung überhaupt erübrigt. Wenn man sich aber darüber im unklaren ist, ob das Pleuel schon zu groß geworden ist, so kann man sich bei Pleuel-Zweitakter-Pleuelbolzen im Notfall mit einer Pleuellehre (Spion) helfen. Während bekanntlich Pleuel-Viertakter-Pleuelbolzen saugend in die Pleuelbuchse eingepaßt werden, erhalten die Pleuelbolzen von Pleuel-Zweitaktmotoren (um ausreichende Pleuel-Schmierung trotz des fehlenden Pleuelwechsels zu gewährleisten) erheblich mehr Pleuel, im Pleuelchnitt 0,02 mm bei Pleuel-, 0,03 mm bei Pleuel-luftgekühlten Pleuelmotoren. Eine Pleuellehre entsprechender Stärke, die aber möglichst schmal sein muß, weil sonst die Pleuelmessung zu ungenau wird, wird zwischen Pleuelbolzen und Pleuelbuchse mit eingeschoben und gestattet so genügend genau die Pleuelmessung, wenn die obengenannten Pleuelpräzisions Pleuelwerkzeuge nicht zur Verfügung stehen.

Ist das Pleuel auch unter Berücksichtigung eines neuen Pleuelbolzens (denn auch der Pleuelbolzen weist natürlich Pleuelverschleiß auf!) zu



Mit einer solchen Vorrichtung wird die alte Pleuelbuchse heraus- und die neue hineingedrückt, was u. U. auch in einem Arbeitsgang erfolgen kann.

groß, so muß die Pleuelbuchse ausgewechselt werden. Das geschieht am schnellsten und zuverlässigsten mit einer Hilfsvorrichtung, die man sich leicht anfertigen kann und die, wie die Skizze zeigt, aus einer Pleuelmutter besteht, mittels der bei Drehung der Pleuelmutter einmal die alte Pleuelbuchse heraus-, zum anderen die neue hineingedrückt werden kann. Man kann das auch kombinieren und mit der neuen gleich die alte Pleuelbuchse ausdrücken, aber dagegen haben mit Recht manche Praktiker Bedenken: man hat dann nämlich kein Pleuel mehr dafür, ob die neue Pleuelbuchse etwa unzulässig leicht in die Pleuelauge hineingeht und dann in diesem wahrscheinlich nach kurzer Pleuelzeit locker werden würde. Also lieber getrennt mit Hilfe der Vorrichtung aus- und einpressen!

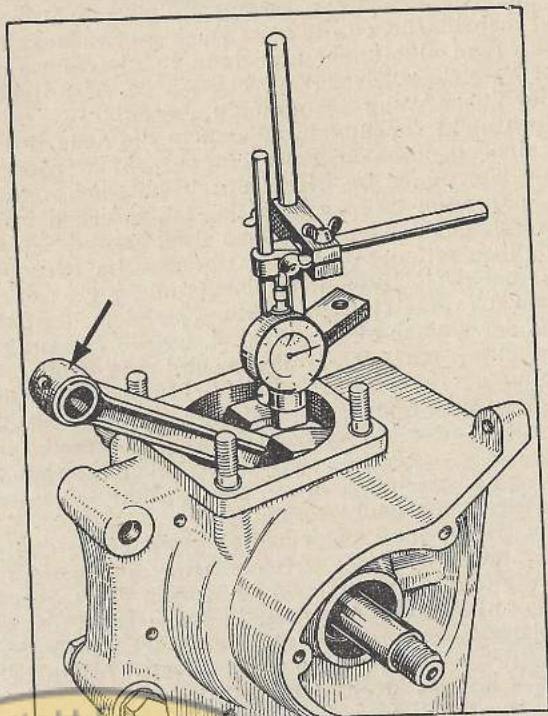
Wenn noch nicht vorhanden, müssen in die neue Pleuelbuchse die Pleuelnuten mit einer geeigneten Feile eingebracht werden, außerdem müssen die Pleuelbohrungen in die Pleuelbuchse durchgebohrt werden. Die Pleuelnuten müssen (und das ist, sofern dieselben schon in der Pleuelbuchse vorgesehen sind, besonders zu beachten) so liegen, daß sie mit der Lage der Pleuellöcher im Pleuelauge übereinstimmen; bei drei Pleuelnuten wird dabei immer eine oben und die anderen um  $120^\circ$  versetzt dazu liegen. Nachdem die Pleuellöcher und die Pleuelnutenränder sauber entgratet sind, ist die Pleuelbohrung mit einer Pleuelreibahle so unter geringer Drehung und mit großem Pleuelvorschub durchzureiben, bis bei Pleuelwiederholter Pleuelprüfung das richtige Pleuelspiel zwischen Pleuelbolzen und Pleuelbuchse hergestellt ist. Der Pleuelölte Pleuelbolzen wird dann vermöge seines eigenen Gewichtes gerade eben durch die Pleuelbohrung der Pleuelbuchse gehalten. Trotzdem wird man aber sich nicht allein auf sein Pleuelgefühl verlassen, sondern nach Möglichkeit noch nachmessen.

Vor einem Irrtum muß ausdrücklich gewarnt werden: nicht den Pleuelbolzen zu stramm einpassen, weil ein alter Aberglaube sagt, daß sich das „einläuft“. Ein zu strammer Pleuelbolzen läuft sich bei einem Pleuel-Zweitaktmotor nicht ein, sondern geht fest. Die Folge sind dann nicht nur PleuelLeistungsverlust und evtl. ein Pleuelblockierter Motor, sondern meist ein zerstörter Pleuelkolben, denn der im Pleuel festsitzende Pleuelbolzen wird im Pleuelkolben lose, dreht sich in den PleuelAugen desselben und schlägt dieselben rasch so weit aus, daß der Pleuelkolben erledigt ist — wenn nicht Schlimmeres eintritt.

## Kurbelwelle mit Wälzlagern prüfen

Die Triebwerkteile, d. h. Kurbelwelle und Pleuelstange, moderner Zweitaktmotoren sind ausschließlich in Wälzlagern gelagert. Gesehen von den betriebstechnischen Vorteilen, die Wälzlager gerade für schnellaufende Triebwerke bieten, sind wälzgelagerte Kurbelwellen auch instandsetzungsmäßig eine erhebliche Erleichterung gegenüber gleitgelagerten Wellen, weil die Instandsetzung praktisch auf eine Auswechslung der als nicht mehr einwandfrei bekannten Welle hinausläuft. Die meisten Motorenhersteller erleichtern diese Auswechslung noch dadurch, daß sie für die kompletten Kurbelwellen samt Pleuelstange und Lagern ein Teile-Auswechselverfahren geschaffen haben.

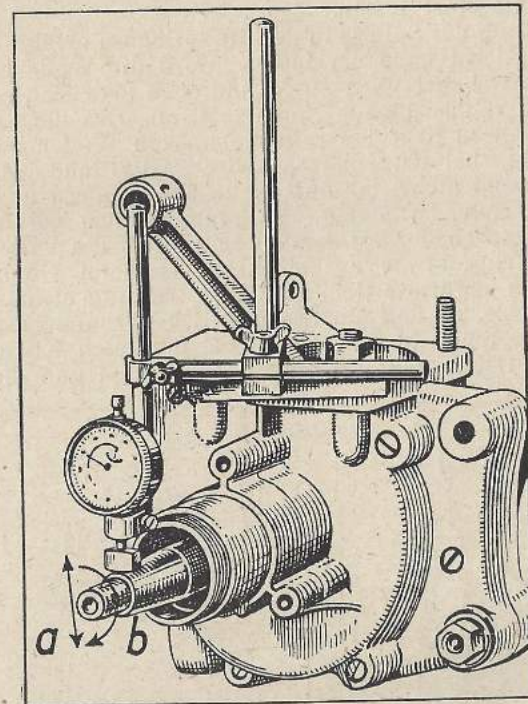
Zunächst muß aber einmal festgestellt werden, ob und welche Teile des Triebwerkes unzulässigen Verschleiß aufweisen. Eine eingehende Prüfung erstreckt sich auf folgende Messungen: 1. radiales Spiel im Pleuellager, 2. radiales Spiel am Hauptlager, 3. Schlag am Wellenzapfen. Eine Messung des axialen Spieles in



Messen des radialen Spieles im Pleuellager mittels Meßuhr

Pleuel- und Hauptlagern kann bei der Verschleißprüfung zwar abschließend mit vorgenommen werden, ist jedoch hier nicht so wichtig wie beim Einbau einer neuen Welle.

Die Messung von Lagerspiel und Schlag der Welle kann einwandfrei nur mittels einer Meßuhr erfolgen. Auch größte Erfahrung und angeblich noch so feines „Fingerspitzengefühl“ können die unbestechliche Uhr, die auf hundertstel Millimeter und weniger genauestens anzeigt, nicht ersetzen.



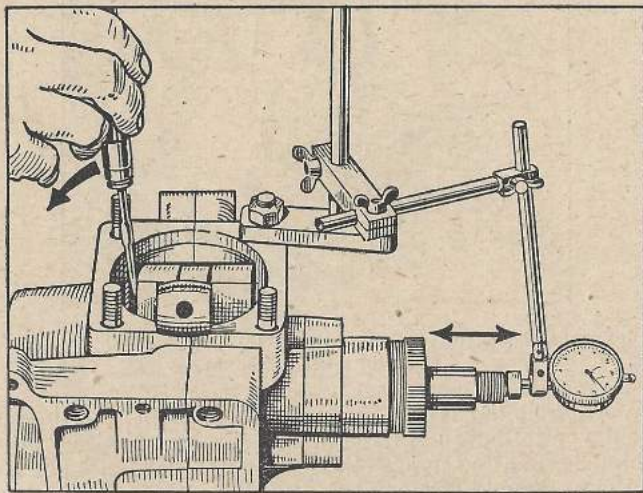
Messen des radialen Spieles der Hauptlager (a) und des Schlages der Kurbelwelle (b) mittels Meßuhr

Zur Vornahme der Messungen wird die Uhr in einer besonderen, universell verstellbaren Aufspannvorrichtung gehalten, mit deren Hilfe man sie an alle Lagerstellen und von jeder Seite aus ansetzen kann. Beim Pleuellager erfolgt die Messung in Schräglage des Pleuels von beiden Seiten knapp neben dem Pleuelschaft am Pleuellauge, weil ja in dieser Stellung des Pleuels der größte Betriebsdruck auf ihm liegt und daher auch der größte Lagerver-

schleiß in dieser Richtung auftreten muß. Durch Bewegen des Pleuels in der Druckrichtung wird an der Uhr das tatsächliche Spiel im Pleuellager sichtbar. Allerdings ist dabei darauf zu achten, daß sich bei der Messung nicht etwa ein zusätzliches Hauptlagerspiel mit einschleibt. Die Welle ist deshalb bei der Messung gut festzuhalten.

Das zulässige Spiel im Pleuellager beträgt im allgemeinen 0,02 bis 0,04 mm bei Rollen-, 0,04 bis 0,06 mm bei Nadellagern. Maßgebend müssen natürlich auch hier die Werkvorschriften für den betreffenden Motortyp sein.

Die Messung des Spieles in den Hauptlagern erfolgt am Wellenapfen, möglichst nahe am Lager. Wird die Welle bei fest eingespanntem Gehäuse nach unten und oben gedrückt, so zeigt wiederum die Uhr das genaue Radialspiel an. Das normale Spiel in den Hauptlagern liegt bei rollengelagerten Wellen zwischen 0,02 und 0,03 mm, bei Kugellagern zwischen 0,01 und 0,03 mm. Bei Kugellagern ist nicht nur auf zu großes, sondern auch auf evtl. zu geringes Spiel zu achten. Es kann nämlich vorkommen, daß beim Aufschieben der erwärmten Lager auf die kalte Welle der innere Laufring etwas aufgeweitet oder beim Eindringen der Lager in das erwärmte Gehäuse der Außenring etwas zusammengezogen wurde, so daß ein ursprünglich vorhandenes, aber sehr knappes Lagerspiel (dasselbe geht bei normalen Kugellagern bis auf 0,006 mm herunter) verschwunden ist und nun die Lager zu



beim Hin- und Herdrücken mittels Schraubenzieher wird die Kurbelwelle so weit verschoben, wie es das axiale Spiel zuläßt. An der im Spezialalter am Gehäuse befestigten Uhr, deren Fühlfinger am Kurbelwellenzapfen angesetzt ist, kann dabei das axiale Spiel abgelesen werden.

schwer gehen, sich unzulässig erwärmen und dann bald zerstört werden.

Anschließend erfolgt die Messung des Wellenschlages am Zapfen. Dazu wird der Fühlfinger der Uhr am Konusende so angesetzt, daß er nicht in die Keilnut schnappen kann. Dann wird die Welle langsam durchgedreht. Der Zeigerausschlag gibt den vorhandenen Schlag der Welle am Konus an; er darf im allgemeinen nicht mehr als 0,06 mm betragen, normal wird er bei 0,02 bis 0,03 mm liegen.

Eine Messung des axialen Spieles in Pleuel- und Hauptlagern erfolgt ebenfalls mit der Meßuhr. 0,1 bis 0,2 mm gelten hier als normales Maß, welches sich allerdings fast nie durch Betriebsverschleiß verändert. Dagegen ist es wichtig, die axialen Spiele dann beim Einbau des neuen Triebwerkes zu kontrollieren, weil sowohl zu geringes wie zu großes Spiel in axialer Richtung zu Geräuschbildung, Erwärmung und vorzeitigem Lagerverschleiß führen.

Zeigen die Messungen auch nur an einer der Prüfstellen, daß die angegebenen zulässigen Werte überschritten werden, so muß die Welle ausgewechselt werden. Das sollte stets komplett mit allen Lagern geschehen, insbesondere ist das nötig, wenn es sich nicht um genormte Lager, sondern um Lager handelt, bei denen die Rollen einzeln eingelegt werden und auf dem gehärteten Wellenzapfen ohne Lagerinnenring laufen. Dann werden nämlich bei der Herstellung die Rollen für die einzelnen Lagersätze dem Zapfendurchmesser entsprechend aussortiert. Die Verwechslung der Rollen bzw. der Rollensätze untereinander kann deshalb zu Lagerschäden führen.

Schon aus diesem Grund stellt auch das Überschleifen der Wellenzapfen zum Zwecke der Instandsetzung keine einwandfreie Arbeit dar. Nur das Einsetzen neuer Zapfen mit Originalmaß gewährleistet die richtigen Lagerspiele und insgesamt ein Triebwerk, welches der ursprünglichen serienmäßigen Ausführung entspricht und damit die gewünschte Lebensdauer ergibt. Die dringende Empfehlung der Motorenhersteller, gerade für das Triebwerk sich des Teile-Austauschverfahrens zu bedienen, ist also technisch unbedingt gerechtfertigt.

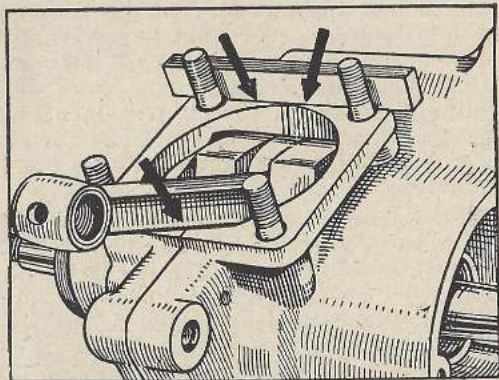
### 3. Kurbelwelle auswechseln

Hat die Prüfung des Triebwerkes hinsichtlich der Lagerspiele oder des Wellenschlages ergeben, daß an einer Meßstelle die zulässigen Werte nicht vorhanden waren, so muß die Kurbelwelle (bei der heute fast bei allen Zweitaktmotoren zu findenden Ausführung samt Pleuel) ausgewechselt werden.

Beim Ausbau der Welle aus dem Gehäuse ist es in jedem Falle vorteilhaft, sofern nicht der Verschleiß schon so weit fort-

schritten ist, daß die Lageraußenringe im Gehäuse losgeschlagen und, das Gehäuse anzuwärmen. Dann sind die Gehäusehälften leicht von der Welle bzw. den Lagern abzuziehen. Dort, wo die Welle selbst die innere Lauffläche darstellt, bleiben die Außenringe zunächst im Gehäuse; sie sind dann nach Anwärmen der Gehäusehälften ebenfalls herauszudrücken, die zugehörigen Rollen sind, wenn aus irgendeinem Grunde die Welle doch wieder eingebaut werden muß, voneinander getrennt zu halten und an derselben Stelle und mit denselben Außenringen wieder einzubauen, wofür die Gründe schon im vorigen Abschnitt angegeben wurden.

Bevor die neue Welle zum Einbau kommt, ist zunächst zu prüfen, ob die Lagersitze im Gehäuse nicht etwa schon ausgeschliffen sind. Das ist der Fall, wenn sich die Lager bzw. die Außenringe in die Bohrungen des kalten Gehäuses ohne weiteres einziehen lassen. Die Lageraußenringe müssen ja im Gehäuse Haftsitz haben; ist der nicht vorhanden, so müssen die Lagersitze im Gehäuse aufrändert oder es müssen — bei stärkerem Verschleiß — Zwischenringe eingesetzt werden, wie das in einem späteren Abschnitt beschrieben wird.



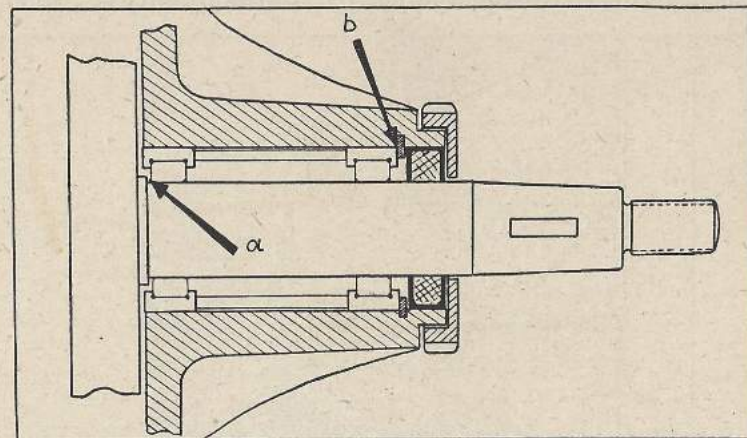
Prüfen der Kurbelwelle auf Mittellage im Gehäuse und Prüfen der Flanschenflächen auf bündiges Zusammenliegen mittels Lineal

Lassen sich die Lageraußenringe nicht kalt eindrücken, ist also das Gehäuse in Ordnung, so wird nach Säuberung des Gehäuses und vor allem der Paßflächen zuerst die eine Gehäusehälfte auf der Heizplatte (oder vorsichtig mit der Gasflamme) gut angewärmt und dann die Außenringe bzw. die Lager in diese Hälfte eingesetzt. Eventuell zwischen dem äußeren Lager und einem Bund oder Sprengring im Gehäuse bei der Demontage entnommene Beilagscheiben (Ausgleichscheiben) werden an derselben Stelle wieder angelegt. Ebenso sind auch die zwischen den Lagern eingesetzten

Distanzbüchsen oder -ringe und das zwischen den beiden Lagern der Antriebsseite häufig eingefügte Dichtungselement nicht zu vergessen.

Entsprechend wird dann die zweite Gehäusehälfte angewärmt und die Welle mit ihren Lagern bzw. die Außenringe in diese Hälfte eingeschoben. Bevor die Gehäusehälften ganz zusammengeschoben werden, wird die Paßfläche ganz dünn mit einem flüssigen Dichtungsmittel bestrichen. Eine Papier- oder sonstige Dichtung ist bei modernen Zweitaktmotoren an dieser Stelle im allgemeinen nicht mehr vorgesehen und deshalb auch nicht etwa nachträglich einzulegen. Nur bei den Typen, wo eine solche Dichtung serienmäßig hingehört, muß sie natürlich auch wieder eingelegt werden, weil sonst das Axialspiel der Welle nicht stimmt.

Nachdem nun die Gehäuseschrauben zunächst provisorisch festgezogen wurden, ist zu kontrollieren, ob die Welle im Gehäuse sich

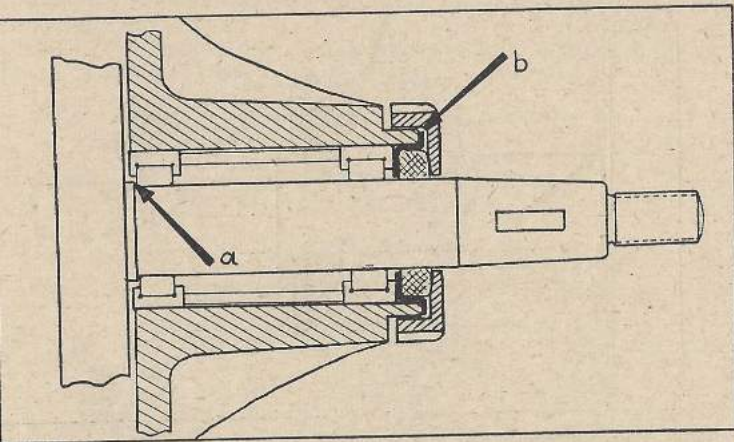


Bei dieser Ausführung erfolgt die Einstellung des axialen Spieles (a) durch Beilegen oder Wegnehmen von Ausgleichscheiben zwischen dem äußeren Lageraußenring und dem Sprengring bei b (Gehäuse muß dazu zerlegt werden).

in Mittellage befindet, d. h. ob die Gehäusetrennfuge an Pleuelmitte anliegt. Ist das nicht der Fall, so muß die ganze Welle entsprechend verschoben werden. Wie das zu geschehen hat, hängt davon ab, in welcher Weise der Ausgleich des Spieles der Welle in axialer Richtung gelöst ist.

Sind komplette Radiallager (Kugellager) verwendet, so wird durch diese das Axialspiel bestimmt. Dann wird die ganze Welle an der einen Seite mit dem Lageraußenring an einem Bund oder Sprengring zur Anlage gebracht. In diesem Fall ist das axiale Spiel eindeutig bestimmt. Liegt die Welle nicht genau in Gehäusemitte, so muß sie wieder ausgebaut und zwischen Lageraußenring und Anlage müssen Beilagscheiben entsprechender Stärke ein-

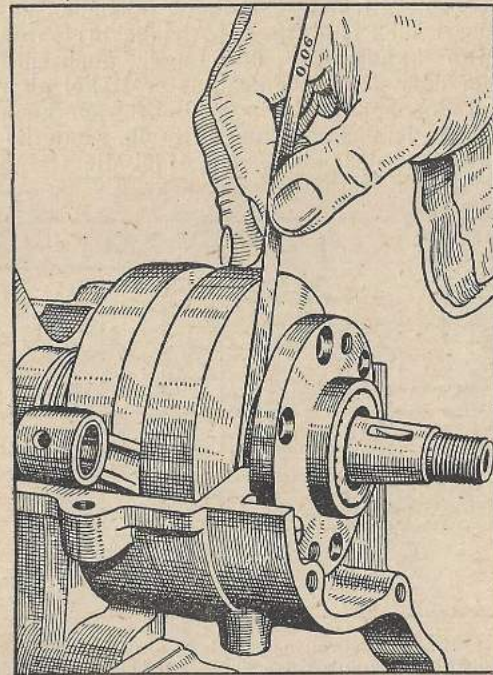
gt werden. Bei in Schultern der Außenringe geführten Rollenlagern kann die Festlegung des Axialspieles auf ähnliche Weise erfolgen, d. h. so, daß sich die beiden äußeren Lagerringe gegen die bzw. Sprengringe im Gehäuse abstützen. Durch Hinzufügen bzw. Wegnehmen von Beilagscheiben zwischen Lageraußenring und Gehäuse erfolgt sowohl die Verschiebung der Welle auf Mittellage als auch der Ausgleich des Axialspieles, welches zwischen den inneren Lagerringen und Anlaufbunden der Kurbelwelle liegt und, wie schon im vorigen Abschnitt erwähnt, im Durchschnitt hier 0,1–2 mm beträgt, während es bei Kugellagern meist wesentlich geringer ist. Auch bei dieser Art der Rollenlagerung muß also das Gehäuse jeweils wieder auseinander, wenn sich eine Verschiebung der Welle oder eine Veränderung des Axialspieles notwendig macht. Lediglich bei Wellen, die Spielausgleich mit Hilfe von außen an den großen Wellendichtungs-Überwurfmuttern bzw. den von



Bei dieser Ausführung erfolgt die Einstellung des axialen Spieles (a) durch Hinzufügen oder Wegnehmen von Ausgleichscheiben unter dem Rand der Dichtungskappe bei b (Gehäuse wird nicht zerlegt).

in gehaltenen Dichtungskappen liegenden Beilagscheiben vorhanden, braucht zum Verschieben der Welle und zum Spielausgleich das Gehäuse nicht wieder auseinandergenommen zu werden. Durch Ausschlagen der Lageraußenringe von außen mit einem passenden Bohrdorn werden die Lager zunächst ganz nach innen an den Anlaufbunden der Welle zur Anlage gebracht und dabei auf richtige Mittellage der Welle geachtet. Durch leichte axiale Schläge gegen die Wellenzapfen wird dann das Axialspiel zunächst grob hergestellt und nun die Dichtungskappen unter Beilage der notwendigen Abstandscheiben eingesetzt, so daß sie sowohl am Gehäuse- und wie an den äußeren Lageraußenringen anliegen. Dann werden

die Überwurfmuttern aufgeschraubt und provisorisch festgezogen. Nun wird das Axialspiel mit der Uhr gemessen und durch Wegnehmen oder Hinzufügen von Beilagscheiben unter der einen oder der anderen Dichtungskappe (je nach Lage der Welle zur Gehäusemitte) genau eingestellt. Erst dann werden die Kurbelwellendichtungen (meist wird es sich bei dieser Art der Lagerung bzw. Abdichtung um graphiterte Geweberinge handeln) in die Dichtkappen eingesetzt und alles endgültig festgezogen.



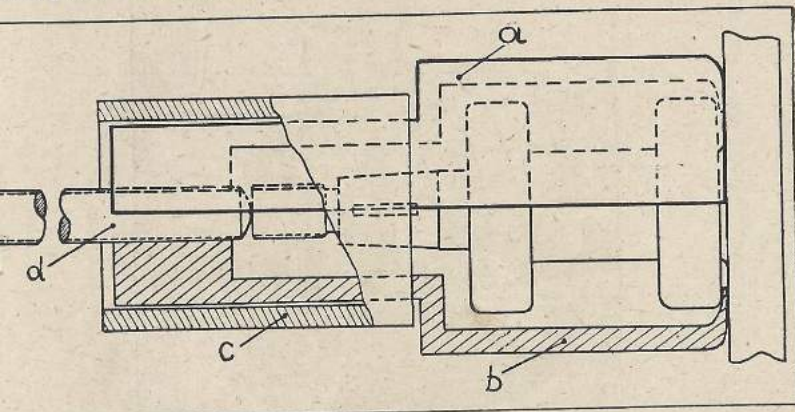
Mit einer Fühllehre wird beim Zweizylindermotor geprüft, ob genügend Luft zwischen Hubscheibe und Käfig des Rollenlagers vorhanden ist, weil beim Anlaufen des Korbes dieser rasch durch unzulässige Erwärmung zerstört wird.

Nach dem Spielausgleich werden die Gehäuseschrauben nochmals nachgezogen, die Welle beim Durchdrehen an der Pleuel auf leichten Gang geprüft (bei zu strammem Sitz der Geweberichtungen, die die Welle zu schwer gehen lassen, müssen dieselben nochmals ausgebaut und durch andere ersetzt werden, die einen leichten Sitz haben) und dann wird die Gehäuseöffnung bis zum Aufsetzen von Kolben und Zylinder wieder mit einem sauberen Putztuch verschlossen.

## Kurbelwellen-Kugellager abziehen

Bei modernen Zweitaktmotoren laufen in vielen Fällen die Plellen der Hauptlager direkt auf dem Wellenzapfen. Es gibt aber, vor allem bei kleineren Motoren, auch Ausführungen mit normalen Plellial-Kugellagern. Ist eine solche Welle ausgebaut worden und sollen die Lager abgezogen werden (sie sitzen meist auf der Plellammer als im Gehäuse), so bereitet das oft Schwierigkeiten.

Um solche festsitzenden, häufig mit einem normalen Greiferzieher nicht zugänglichen Kugellager abziehen zu können, ist empfehlenswert, sich eine Spezial-Abzugsvorrichtung selbst anfertigen. Man kann zwar die Lager auch mittels zweier Plellschraubenzieher oder sonstiger geeigneter Hebel abdrücken, aber meistens bereitet das bei längeren Wellenzapfen auch Schwierigkeiten und zweitens ist das nur dann zulässig, wenn die Lager nicht wieder verwendet werden sollen; sonst ist die Gefahr ihrer Beschädigung bei dieser Methode doch zu groß.



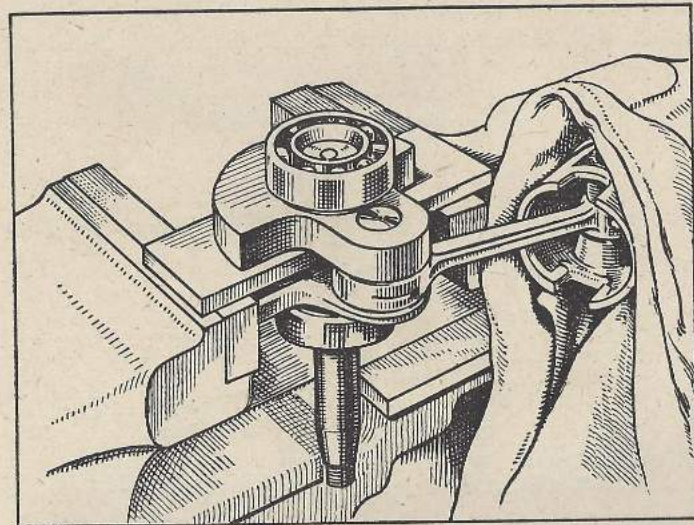
Abzugsvorrichtung für Kurbelwellen-Kugellager: a und b = schalenförmige Hälften der Vorrichtung, die durch das übergeschobene Rohrstück c zusammengehalten werden, d = Druckschraube.

Die Abzugsvorrichtung, die natürlich auch anders aussehen kann, besteht z. B. aus zwei schalenförmigen Hälften, die mit einem schwachen konischen Rand hinter das innere Lager fassen und an der Außenseite zusammengesetzt die Mutter für einen Gewinde-Druckbolzen bilden, mit dem dann das Abdrücken vor sich geht. Damit die beiden Hälften zusammenhalten, wird eine Buchse, d. h. ein Rohrstück, übergeschoben.

Ehe das aber geschehen kann, werden die beiden Hälften zunächst angesetzt und dann im Schraubstock zusammengepreßt, damit sich der konische Rand hinter das innere Lager setzt, wobei es etwas von der Kurbelwange abdrückt. Ist das geschehen, so

kann das Rohrstück übergeschoben und der Druckbolzen eingeschraubt werden. Durch Drehung desselben erfolgt dann sehr leicht (weil ja die Lager nicht besonders festsitzen, nur eben mit andern Hilfsmitteln schwer zu fassen sind) das Abdrücken, ohne daß die Gefahr besteht, daß Welle oder Lager beschädigt werden, wie das bei Verwendung primitiverer Hilfsmittel nicht ausgeschlossen ist.

Die Skizze zeigt die grundsätzliche Ausführung dieser einfachen Abzugsvorrichtung, deren genaue Maße sich selbstverständlich nach der in Frage kommenden Wellenbauart, Lagergröße und -anordnung richten müssen. Vorteilhaft wird man diese Vorrichtung unter Verwendung von Rohrstücken zusammenschweißen und dann der Länge nach aufschneiden.



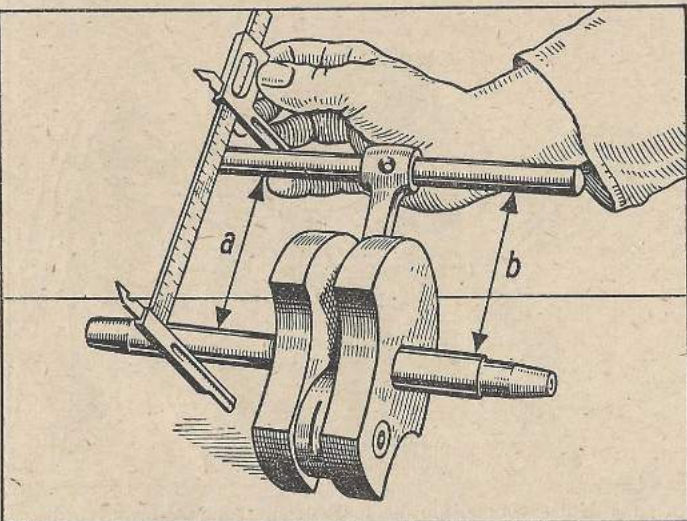
Auflagen einer Kurbelwange, um die Kurbelwelle beim Aufdrücken des Kugellagers nicht zu beschädigen.

Das Aufdrücken neuer Kugellager erfolgt am besten so, daß man dieselben zuvor durch Einlegen in erhitztes Öl anwärmt und dann überschiebt, oder daß man sie in kaltem Zustand unter Verwendung eines Rohrstückes, welches auf den Lagerinnenring paßt, aufdrückt. Dabei muß man aber die Welle, um sie nicht zu beschädigen, richtig auflegen: man schiebt zwischen die Kurbelwangen ein Stück etwa 10 mm starkes Flacheisen, öffnet die Schraubstockbacken weit und legt auf sie das Flacheisen auf. Dann liegt die Kurbelwange auf diesem auf und die Welle kann nun, wenn man durch leichte Schläge auf das Rohrstück das Lager auf die Welle treibt, nicht beschädigt werden.



### Pleuelstange auswinkeln

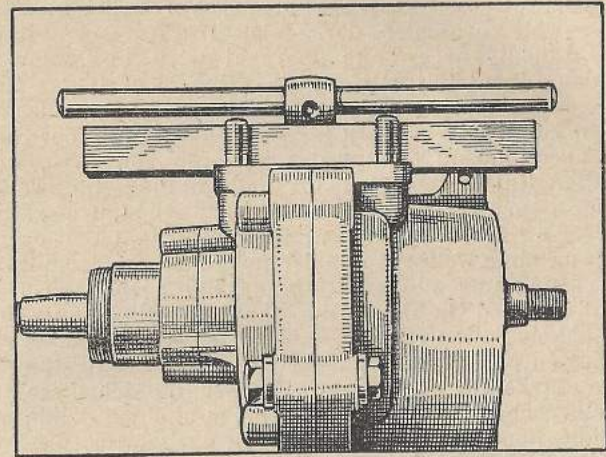
Die Prüfung, ob der Pleuel nicht schief, d. h. verwinkelt, im Inneren läuft, erfolgt im allgemeinen genügend genau, wie an anderer Stelle schon beschrieben, bei aufgebaute Kolben an die Pleuel selbst. Diese Kontrolle kann jedoch — und muß unter Umständen, nämlich dann, wenn der Pleuel durch die Ausbildung des unteren Randes für die früher beschriebene Lichtspaltprüfung nicht geeignet ist — auch bei abgenommenem Pleuel an der Pleuelstange selbst vorgenommen werden. Dabei hat man dann den Vorteil, daß man dieselbe nicht nur auf Verwinklung, sondern auch auf nicht rechtwinklig zur Pleuelachse sitzenden Pleuelzapfen, prüfen, sondern gleichzeitig auch eine Kontrolle auf Pleuelverwinklung, also auf Nichtparallelität von Pleuelzapfen und Pleuelstange, durchführen kann.



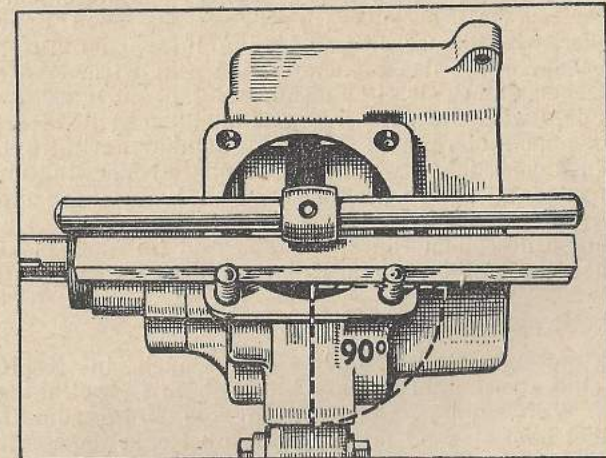
Prüfen der Pleuel auf Verwinklung bei ausgebaute Triebwerk mittels Meßstab und Schublehre.

Eine solche Prüfung erfolgt am einwandfreiesten bei ausgebaute Triebwerk mittels eines Silberstahlstabes, der saugend die Pleuelbuchse paßt und etwa 300 mm Länge hat. Durch Anlegen mit der Schublehre stellt man am rechten und am linken Pleuelzapfen den Abstand der Pleuelzapfen vom Meßstab fest und richtet die Pleuel durch leichten Druck (aber nicht mittels des Meßstabes, sondern mit einem zweiten, zum Richten dienenden Meßstab), wenn die beiden Maße nicht gleich sind. Durch Anvisieren des Meßstabes und der beiden Pleuelzapfen von oben

prüft man die Parallelität beider Achsen und richtet, wenn Abweichungen sichtbar werden, die Pleuel also verdreht ist, wiederum mittels des Richtstabes.



Prüfen der Pleuel auf Verwinklung im Gehäuse mittels Lineal und Meßstab (Lichtspalt!)



Prüfen der Pleuel auf Verdrehung (Verschränkung) im Gehäuse mittels Lineal und Meßstab

Wurde jedoch der Motor nicht weiter als bis zum Abnehmen des Pleuels zerlegt, so sind meist die Pleuelzapfen weder zum Ansetzen der Schublehre noch zum Anvisieren genügend zugänglich.

wird dann zwar auch wieder der durch die Pleuelbuchse ge-  
 kante Silberstahlstab verwendet, aber außerdem ein Vierkant-  
 stal, welches auf den Gehäuseflansch aufgelegt wird. Um das-  
 selbe genau parallel zur Kurbelwellenachse zu bekommen, bedient  
 man sich, soweit vorhanden, der Fixierstifte für den Zylinder, an  
 denen das Lineal zur Anlage gebracht wird, bzw. man richtet  
 zunächst das Lineal mit Hilfe eines Winkels nach der Gehäuse-  
 nahtfuge genauestens aus. Dann wird (Pleuel in Nähe des unteren  
 Pleuelpunktes) zunächst von vorn über die Linealkante der Stahlstab  
 angelegt, anschließend erfolgt das Visieren von oben, wobei in  
 den Fällen (im ersten wird auf Verwinklung, im zweiten auf  
 Verdrehung geprüft) Lineal und Stahlstab genau parallel sein  
 müssen. Der zwischen den beiden sichtbare Lichtspalt ermöglicht  
 eine Prüfung ohne weiteres mit der notwendigen Genauigkeit.

Eine Prüfung nur auf Verwinklung läßt sich auch so durch-  
 führen, daß auf den Stahlstab, der durch das Pleuelauge gesteckt  
 ist, an beiden Seiten runde Stahlscheiben, die ihrerseits saugend  
 auf den Bolzen passen, aufgesteckt werden und daß nun mit 0,05  
 bis 0,1 mm starker Fühllehre geprüft wird, ob sich diese etwa an  
 jeder Seite zwischen die runde Stahlscheibe und den Gehäuseflansch  
 schieben läßt, wodurch eine Verwinklung nachgewiesen wäre.

Wird eine Verwinklung oder Verdrehung festgestellt, so muß  
 die Pleuelstange in jedem Fall ausgerichtet werden. Das erfolgt —  
 übrigens natürlich unbedingt kalt! — entweder mit einem beson-  
 deren Zieheseisen, mit besonders dafür geschaffenen Schrauben-  
 zügen oder, wie schon oben gesagt, am einfachsten mittels eines  
 Messstabes, der durch das Pleuelauge gesteckt wird. Man darf ja  
 nicht übersehen, daß es sich immer nur um ganz geringfügige Diffe-  
 renzen handeln wird, die sich schon mit leichtem Druck korrigieren  
 lassen, daß aber andererseits auch so scheinbar geringfügige Ab-  
 weichungen ausgeglichen werden müssen, weil Verwinklung oder  
 Verdrehung der Pleuelstange in jedem Fall Leistung und Ver-  
 brauch verschlechtern, durch zusätzliche Erwärmung des Kolbens  
 und Pleuelklemmen desselben führen können und im übrigen auch die  
 Lebensdauer von Pleuelringen, Pleueln und Lagern verringern.

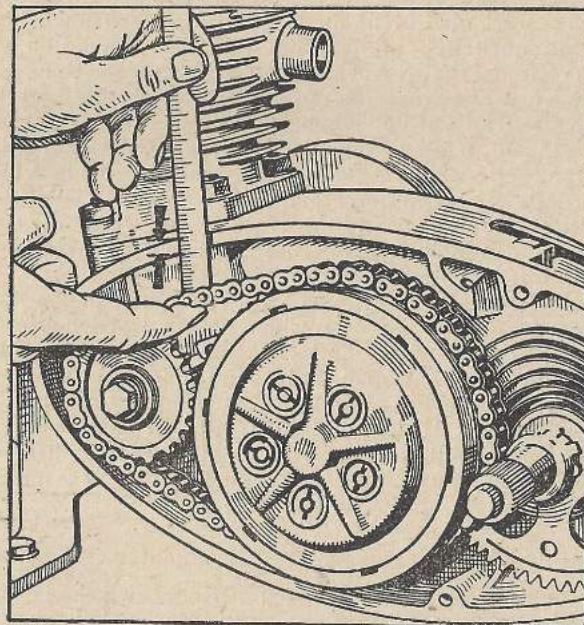
### Primärkette prüfen

Zweitaktmotoren finden insbesondere auch in Kraftträdern  
 heute sind diese nahezu ausschließlich mit Zweitakttern aus-  
 gestattet — Verwendung. Der Antrieb vom Motor zum Getriebe  
 erfolgt dabei überwiegend mittels Hülsenkette, seltener mit Zahn-  
 rädern. Dieser Primärtrieb gehört praktisch zum Triebwerk des  
 Motors. Wir wollen deshalb an dieser Stelle auch diesem Punkt  
 besondere Aufmerksamkeit widmen.

Die Übertragungskette (meist ohne Schloß) arbeitet gekapselt  
 im Ölbad und ist damit ein Maschinenelement, dessen Zuverlässigkeit  
 in allen Zweifeln erhaben ist. Eine Nachspannmöglichkeit für die

Kette ist zwar noch bei einigen Konstruktionen vorgesehen, bei den  
 meisten aber mit gutem Grund weggelassen, weil die Ketten vor-  
 vorgelängt eingebaut werden und deshalb im Betrieb keiner nennens-  
 werten Längung unterliegen, sofern die Montage richtig erfolgte,  
 keine unsachgemäße Beanspruchung vorliegt und die Schmierung  
 ferningemäß mit den richtigen Schmiermitteln erfolgt.

Trotzdem erfordert die Primärkette bei Instandsetzungsarbeiten  
 auch ein klein wenig Aufmerksamkeit. Zunächst ist der Ketten-  
 durchhang zu prüfen. Das geschieht, um eventuelle ungleichmäßige  
 Längung festzustellen, an mehreren Stellen nach entsprechender  
 Drehung der Kurbelwelle (dabei ist natürlich der Schlag von



Messen des Kettendurchhanges im Primärtrieb

Kurbel- und Kupplungswelle bzw. der entsprechenden Kettenräder  
 zu berücksichtigen; liegen Durchhangdifferenzen immer in den-  
 selben Stellungen der Kettenräder zueinander vor, so ist der  
 genannte Schlag die Ursache und nicht eine ungleiche Ketten-  
 längung!). Man benutzt zum Messen des Durchhanges vorteilhaft  
 einen Maßstab, der bei abgenommenem Kupplungsgehäuse-Deckel  
 an einer Kante der Paßfläche angelegt wird und mit dem man, wie  
 die Skizze zeigt, den Durchhang der Kette zwischen beiden Ketten-  
 rädern genau nach Millimetern messen kann, wenn man die Kette



mit dem Finger einmal ganz nach oben, dann ganz nach unten durchdrückt. Das Maß für den zulässigen Durchhang richtet sich nach dem Abstand der Kettenräder, es beträgt durchschnittlich 20 mm. Ein größerer Durchhang wird übrigens erst dann benutzbar, wenn er durch so große Kettenlängung bedingt ist, daß man am großen Kettenrad die Kettenglieder bis über halbe Zahnhöhe anheben kann oder wenn die Kette an Gehäuseteilen anschlägt, wodurch diese zu Bruch gehen können. Dann muß die Kette allerdings sofort ausgewechselt werden. Eine Kürzung kommt unter keinen Umständen in Frage. Wenn man nach Schleifspuren sucht, darf man übrigens nicht nur daran denken, daß die Kette außen schleift; sie folgt im Betrieb unten der Drehrichtung des kleinen Kettenrades, schlägt dort also nicht nach außen, sondern nach innen und schleift dann natürlich an den bei manchen Modellen dort angeordneten Rippen bzw. Auflagestücken für den Gehäusedeckel.

Wird die Kette abgenommen (bei Ketten ohne Schloß nur möglich, wenn das Kettenrad auf der Kurbelwelle und die Kupplung gleichzeitig von ihren Wellen abgezogen werden), so soll die Laufrichtung der Kette gekennzeichnet werden, sofern sie wieder verwendet wird, damit sie in derselben Laufrichtung wieder zum Einbau kommt. Daß bei Verwendung eines Steckgliedes dieses so eingesetzt wird, daß die Verschlüßfeder mit dem geschlossenen Ende in Laufrichtung liegt, ist selbstverständlich.

Zu kontrollieren ist vor dem Auflegen einer neuen Kette besonders der Zustand der Kettenräder. Zwar werden dieselben in Anbetracht der günstigen Schmierbedingungen keinen auffälligen Verschleiß an der Zahnform (wie man das bei offenlaufenden Hinterradketten gewohnt ist) aufweisen, aber seitlich an den Zähnen wird sich u. U. beim kleinen oder großen Kettenrad ein auffälliger Verschleiß zeigen. Das deutet darauf hin, daß die Kettenräder nicht spuren und ausgefluchtet werden müssen, wie das im folgenden Abschnitt beschrieben ist.

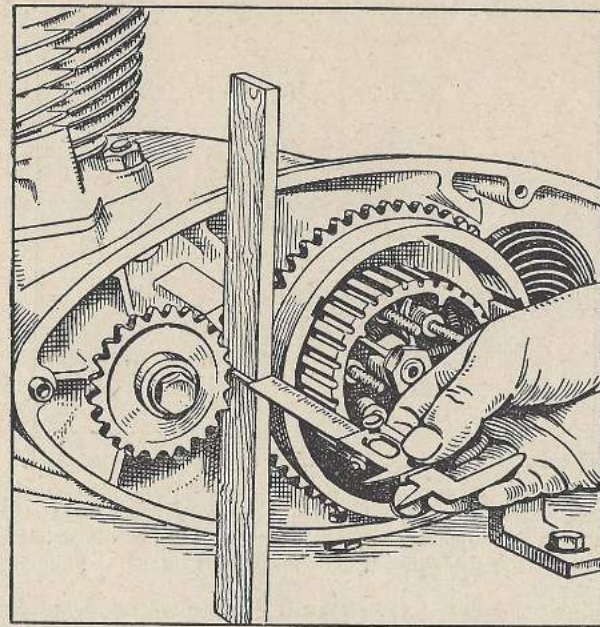
### 7. Antriebs- und Kupplungskettenrad ausfluchten

Die kleinen Abstände der Kettenantriebe zwischen Motor und Kupplung bedingen sehr kurze Ketten. Deren Lebensdauer und verlustfreier, geräuscharmer Lauf ist aber besonders wegen dieser ihrer Kürze, die kein seitliches Ausweichen gestattet, vom einwandfreien Fluchten der Kettenräder abhängig. In jedem Fall, wo Kupplung und Motorkettenrad abgenommen werden, insbesondere aber dann, wenn sich der im vorigen Abschnitt erwähnte seitliche Verschleiß an den Zähnen zeigt, muß eine Kontrolle des Fluchtens der Kettenräder erfolgen.

Das geschieht, wie die Abbildung zeigt, am besten so, daß ein kräftiges Stahllineal über die Paßflächen, auf denen der Kupplungsgehäusedeckel aufliegt, gelegt wird (die Kontrolle wird bei abgenommener Kette durchgeführt). Mittels einer Schublehre mit

Tiefenmaß wird dann von der Linealkante aus zunächst nach der Zahnseite des einen, dann nach der des anderen Kettenrades (also an der anderen Seite des Lineals) gemessen. Da die Kettenräder gleiche Zahnbreiten aufweisen, müssen also die Zahnseiten auch gleichen Abstand von der Linealkante haben. Ist das der Fall, so stimmt die Kettenradflucht und damit die sogenannte Kettenspur.

Zeigen sich jedoch beim Messen verschiedene Werte, steht also das eine Kettenrad etwas vor, so läuft die Kette aus der Spur und muß damit raschem Verschleiß unterliegen; außerdem verzehrt sie



Messen mittels Tiefenmaß nach den Zahnseiten von Antriebs- und Kupplungskettenrad beim Ausfluchten der Kettenräder.

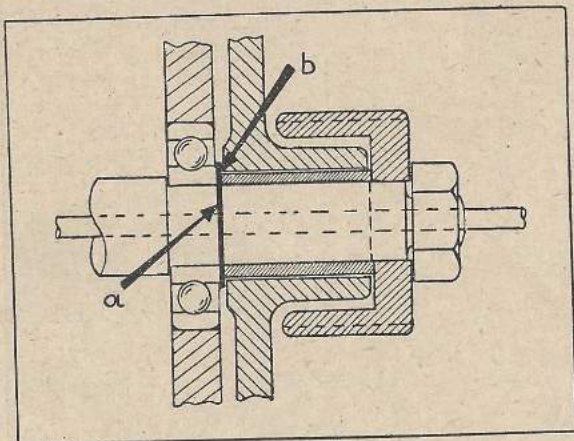
Kraft, macht Geräusch und verbraucht und verschlechtert das Getriebschmiermittel. Es ist dann unbedingt notwendig, die beiden Kettenräder auszufluchten.

Da das Antriebsrad auf der Kurbelwelle wohl immer mit Konus befestigt ist, kommt ein Ausgleich an dieser Stelle nicht in Frage. Allerdings wird man den Zustand von Konus und Keil sorgfältig prüfen, damit nicht etwa durch eine Beschädigung an dieser Stelle das Kettenrad nicht genügend weit auf den Konus aufgeschoben werden kann und damit das Außerspurlaufen verursacht.

Dagegen sitzen bei modernen Konstruktionen das Kupplungskettenrad und die Kupplungstrommel fast immer auf einer be-



deren Laufbuchse auf der Kupplungswelle, auf der sich die Nabe frei drehen kann, wenn ausgekuppelt ist. Auf der Laufbuchse hat die Kupplungstrommel ein geringes (etwa 0,1–0,2 mm) axiales Spiel, welches durch dünne Beilagscheiben bei der Montage der Kupplung genau eingestellt wird. Durch Wegnehmen der Beilagscheiben an der einen und Beilegen an der anderen Seite, notfalls auch durch — genau winkliges! — Abschleifen einer Nabenfläche und entsprechendes Beilegen von Ausgleichscheiben an der anderen Seite kann das Kupplungskettenrad mit der Kupplungstrommel axial so weit verschoben werden, bis die beiden Ketten-



durch stärkere oder schwächere Anlaufscheibe a wird bei dieser Ausführung der Kupplung die Kettenspur eingestellt, durch Beilegen oder Wegnehmen von Ausgleichscheiben (notfalls Abschleifen der Nabe) bei b erfolgt die Einstellung des axialen Spieles des Kupplungskettenrades mit Kupplungstrommel.

Kettenräder genau in Flucht liegen. Damit die Meß- und Ausgleicherarbeit rasch vonstatten geht, erfolgt sie am besten bei halberlegter Kupplung, also bei ausgebauten Lamellen. Selbstverständlich muß aber die Kupplungshauptmutter, die das innere Mitnehmerstück auf der Welle festhält, sehr gut angezogen sein, damit kein zusätzliches seitliches Spiel vorhanden ist, welches falsche Resultate in die Messung bringen würde.

Auf jeden Fall ist dem Ausfluchten der Kettenräder gerade beim Primärtrieb größte Sorgfalt zu widmen, weil das nicht nur die Voraussetzung dafür ist, daß dieser Antrieb selbst zuverlässig und verschleißfrei arbeitet, sondern weil Ungenauigkeiten in diesem Punkt auch die Kurbelwellenlagerung in Mitleidenschaft ziehen können. Und deshalb gehörte diese Arbeit auch in den Rahmen unserer Motorbetrachtungen hinein, obwohl man vielleicht geneigt sein könnte, sie eher zum Getriebe zu rechnen.

## D. Gehäuse

### 1. Stehbolzen ein- und ausschrauben

Stehbolzen (oder Stiftschrauben, wie man sie richtiger nennt) finden an unseren Motoren in verschiedenen Stärken und Längen Verwendung. Sie sind besonders geeignet, das Äußere des Motors glatter erscheinen zu lassen und sind deshalb bei richtiger Dimensionierung und Anordnung (sie dürfen z. B. beim Sitz in Leichtmetallteilen im Gewinde nicht zu kurz gehalten sein, damit das Gewinde bei kräftigem Anziehen der Mutter nicht beschädigt wird) sehr vorteilhaft.

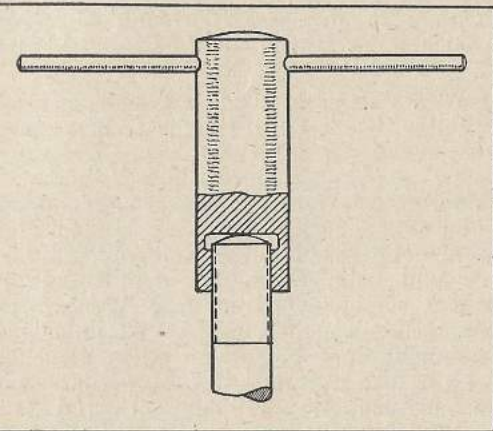
Man sollte sich in der Werkstatt zum Grundsatz machen, Stehbolzen, die in Leichtmetallteilen, wie z. B. im Gehäuse, sitzen, möglichst nicht herauszuschrauben. Es gibt Motoren, bei denen Zylinder und Zylinderdeckel gemeinsam durch lange Stehbolzen gehalten sind, die im Gehäuse sitzen. Wird der Deckel abgenommen und der Zylinderkörper abgezogen, so hindern diese langen Stehbolzen erklärlicherweise sehr beim Arbeiten am Kolben, etwa beim Herausnehmen der Ringe und beim Entkohlen der Ringnuten. Deshalb schrauben in einem solchen Fall manche Werkstätten grundsätzlich diese langen Stehbolzen heraus. Das ist unbedenklich, solange es richtig gemacht und sofern vor allem die Stehbolzen auch richtig, d. h. zwar fest, aber mit Gefühl, wieder angezogen werden. Aber leider ist das oft nicht der Fall, und dann werden die Stehbolzen bald im Gehäuse locker, weil ja an und für sich das Gewinde im Leichtmetall durch das häufige Heraus- und Hineinschrauben nicht gerade besser wird. Man sollte deshalb lieber die geringe Unbequemlichkeit in Kauf nehmen, wenn es sich um die Instandsetzung solcher Motoren handelt, als das Gewinde im Gehäuse und damit das ganze Gehäuse selbst zu gefährden.

Aber auch sonst sind diese Stehbolzen manchmal der Grund von Schwierigkeiten, schon hinsichtlich des richtigen Vorgehens beim Heraus- und Hineinschrauben selbst. Gar zu oft wird, wenn ein Stehbolzen aus zwingenden Gründen entfernt und dann wieder eingeschraubt werden muß, die Kombinationszange zu Hilfe genommen und mit ihr das äußere Gewinde des Bolzens übel zugerichtet — ganz abgesehen davon, daß man mit der Zange den Bolzen auch nicht richtig fest bekommt, so daß er sich dann später beim Lösen der mit dem Gabelschlüssel angezogenen Mutter wieder mit heraus-schraubt.

Zum Einsetzen von Stiftschrauben gibt es verschiedene einfache und doch sichere Mittel. Da ist zuerst der Stehbolzeneinzieher, den die Abbildung zeigt und der sozusagen eine längere Hutmutter mit einem kleinen Querstift als Handgriff darstellt. Wichtig ist, wenn man sich dieses Hilfswerkzeug selbst anfertigen will, daß das Gewinde in ihm locker geschnitten und daß es vor allem bis zum Grund durchgeschnitten ist, damit sich beim Aufschrauben auf den

gewindebolzen dieser im Grunde des Werkzeuges anlegt, dann aber, nachdem der Bolzen festgezogen ist, das Werkzeug ihn nicht etwa wieder mit heraus-schraubt.

Dasselbe erreicht man bekanntlich auf einfache Weise auch mit Hilfe zweier Muttern, die auf den Bolzen aufgeschraubt und gegenseitig gekontert werden. Dreht man dann an der oberen Mutter weiter, so schraubt man den Stehbolzen ein — und hat andererseits



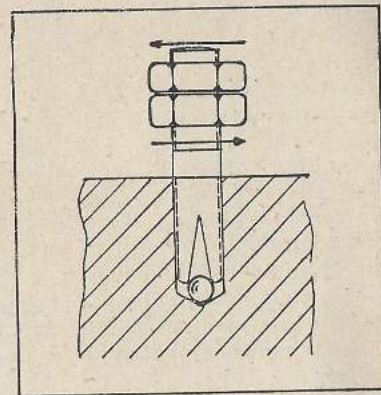
Ein Werkzeug zum Einschrauben von Stiftschrauben (Stehbolzen)

den Vorteil, mit derselben Anordnung auch eine Stiftschraube leicht lösen zu können: man braucht dann nur den Schlüssel an der unteren der beiden Muttern anzusetzen und nach links zu drehen. Es sind auch noch eine Reihe anderer Stehbolzen-Werkzeuge im Handel, die meist gleicherweise Hinein- wie Heraus-schrauben ermöglichen und die auf einer Klemmung unter Servowirkung beruhen.

Sehr unangenehm ist es, wenn Stiftschrauben sich beim Lösen der Mutter aus ihrem Sitz mit heraus-schrauben, statt die Mutter freizugeben. Das kann seinen Grund in zu stramm gehendem Gewinde der Mutter oder des Bolzens selbst haben, kann auch dadurch verursacht sein, daß der Bolzen früher einmal mit der Zange heraus- oder hineingeschraubt und dabei das Gewinde beschädigt wurde, so daß es nun klemmt — es kann schließlich auch durch ein ausgeschlagenes Gewinde im Stehbolzensitz verursacht sein, und das findet man eben besonders häufig bei solchen Stiftschrauben, die in Leichtmetallgehäusen sitzen und häufig entfernt wurden.

Für solche Fälle muß man auch ein Mittel wissen. Häufig sieht man, wie lose sitzende Stiftschrauben in ihrem Einsatzgewinde durch Hammerschläge verquetscht werden; das ist natürlich ein völlig falscher Weg, denn auf diese Weise bekommt man den Bolzen

bestimmt nicht fest, sondern verdirbt nur das Gewinde im Gehäuse restlos. Auch das oft empfohlene Umwickeln des Stehbolzen-gewindes mit dünnem Kupferdraht ist nicht das richtige.



Ein lockerer Bolzen wird geschlitzt und nach Einlegen einer kleinen Stahlkugel beim Anziehen auseinandergespreizt. Mittels Mutter und Gegenmutter kann das Ein- und Ausschrauben ohne Gewindebeschädigung erfolgen.

Viel besser ist es, den Stehbolzen etwa auf halbe Gewindelänge einzukerben, wie die Skizze zeigt, in die Einsatzbohrung im Gehäuse eine kleine Stahlkugel zu legen und nun mit dem Stiftschrauben-Einzieher oder mit Hilfe der Zweimutter-Methode den Bolzen fest einzuschrauben. Vorausgesetzt, daß das Gewinde im Gehäuse nicht etwa schon so weit ausgeleiert war, daß es überhaupt nicht mehr halten kann, so sitzt nun der Bolzen mit der Einkerbung auf der Kugel auf und wird durch diese auseinandergespreizt und so bombenfest gehalten. Meist ist es nicht einmal notwendig, den Bolzen unten (wegen der Kugel) zu kürzen, da er ja ohnedies nicht ganz im Grund der der Bohrer Spitze entsprechenden Bohrung gegessen hat.

## 2. Ausgeschlagene Lagersitze instandsetzen

Immer dann, wenn Wälzlager mit ihren Außenringen im Leichtmetallgehäuse sitzen, kann es, vor allem bei unsachgemäßer Montage, vorkommen, daß die Lagersitze zu weit werden, so daß die Lager, die mit Haftsitz im Gehäuse sitzen müssen, lose sind, wodurch sich der Lageraußenring mitdreht und dann natürlich den Lagersitz im Leichtmetallgehäuse immer mehr erweitert. Ist dann nicht nur das Lager der einen, sondern auch noch das der anderen Kurbelwellenseite lose, so wandert das ganze Triebwerk auch seitlich im Gehäuse — kurzum, eine höchst unerfreuliche Angelegenheit.

Die Ursache hierfür ist, wie gesagt, meist unsachgemäße Montage. Haftsitz bedeutet, daß das Lager im Gehäuse im kalten Zustand festsitzt (und natürlich darf es auch bei der betriebsbedingten

wärmung desselben nicht lose werden). Um es also einzusetzen oder herauszudrücken, muß das Gehäuse auf etwa 80° C erwärmt werden, damit infolge der größeren Ausdehnung des Leichtmetalls der Sitz gelockert und das Lager ohne Schlagen heraus- und hineindrückt werden kann. Schlägt man solche Lager aber aus dem kalten Gehäuse oder, was noch schlimmer ist, preßt man sie in das kalte Gehäuse mit Gewalt hinein, so wird Material aus der Bohrung herausgeschoben, der Lagersitz wird aufgedornt. Da nützt dann auch nichts, wenn man das nicht richtig festsitzende Lager durch Körnerschläge rings um den Bohrungsumfang festzuhalten sucht; ein solches Lager schlägt sich unweigerlich immer mehr los. Deshalb, wie schon früher beim Kurbelwelleneinbau besprochen: immer das Gehäuse erst auf einer Heizplatte anwärmen, wenn man es montiert und vor allem montiert und dabei die Lager wieder in das Gehäuse einsetzen will.

Ist nun der Lagersitz aber doch einmal ausgeschlagen, so ist mit dem Gehäuse noch durchaus nicht schrottreif. Man muß nur richtig vorgehen, dann läßt es sich einwandfrei wieder instandsetzen.

Ist das Spiel des Lageraußenringes im Gehäuse noch gering, läßt sich das Lager zwar axial im kalten Gehäuse verschieben, ist jedoch radial merkbar zu klappern, so kann der Lagersitz „aufgerollt“, d. h. aufränderiert werden. Dazu gibt es sogenannte Ränderierwerkzeuge, das sind in einem Halter gelagerte Stahllatten mit einer durch lauter kurze Spitzen aufgerauhten Oberfläche. Das Gehäuse wird so auf die Planscheibe einer Drehbank aufgespannt, daß der in Frage kommende Lagersitz genau zentrisch ruft, das Ränderierwerkzeug wird im Stahlhalter eingespannt und bei der Drehung des Gehäuses gegen den Lagersitz gedrückt. Der Lagersitz erhält dabei das „Muster“ der Rolle eingepreßt, d. h. es werden unter kleine Vertiefungen eingewalzt, die aber nur dadurch entstehen können, daß wulstartig um dieselben jeweils eine kleine Materialmenge herausgequetscht wird. Dadurch wird natürlich der Lagersitz enger und hält nun das (immer in das erwärmte Gehäuse!) eingesetzte Lager sicher fest.

Ist der Verschleiß des Lagersitzes aber schon weiter fortgeschritten, klappert also das Lager schon fühlbar in dem (meist axial ausgeschlagenen) Sitz, so bleibt nichts anderes übrig, als diesen auszubuchsen. Wieder wird dazu das Gehäuse auf die Planscheibe genommen, genau ausgerichtet und im Lagersitz sauber unter Wegnahme von so viel Material ausgedreht, daß die neue Bohrung 2 mm größer ist als der alte Lagersitz. Vorher ist schon eine Buchse aus Stahlrohr vorbereitet worden, die innen nächst noch um etwa 1 mm enger ist als der Lageraußenring, die aber außen so überdreht ist, daß sie sich unter der Bolzenpresse ohne besondere Gewalt in die neue Bohrung des dazu erwärmten Gehäuses empresse lassen läßt. Sie muß dabei 0,1–0,2 mm Übermaß

haben. Dann wird das Gehäuse erneut auf die Planscheibe genommen und nun das Innere der eingesetzten Buchse fertig gedreht, so daß sich wieder der Haftsitz für den Lageraußenring (ca. 0,05–0,01 mm Untermaß) ergibt. Es ist klar, daß die Buchse im Gehäuse stramm sitzen muß als der Lageraußenring in ihr, damit sie nicht beim späteren Anwärmen des Gehäuses beim Ausbau des Lagers mit herausfällt. Eine besondere Verstiftung ist aber nicht notwendig.

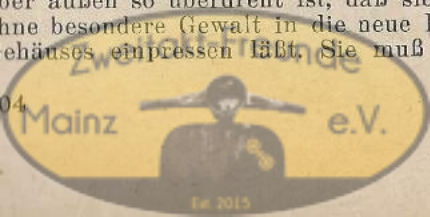
Sind auf beiden Gehäuseseiten, also in beiden Gehäusenhälften, die Lagersitze ausgebucht worden, so ist es notwendig, die beiden Lagersitze gemeinsam fertig zu bearbeiten, damit sie auch genau fluchten. Also werden die Gehäusenhälften zusammengeschraubt und beide eingesetzten Buchsen mit einer Reibahle unter großem Vorschub gemeinsam auf das richtige Maß aufgerieben.

### 3. Mittellager bei Zweizylindermotoren nachsetzen

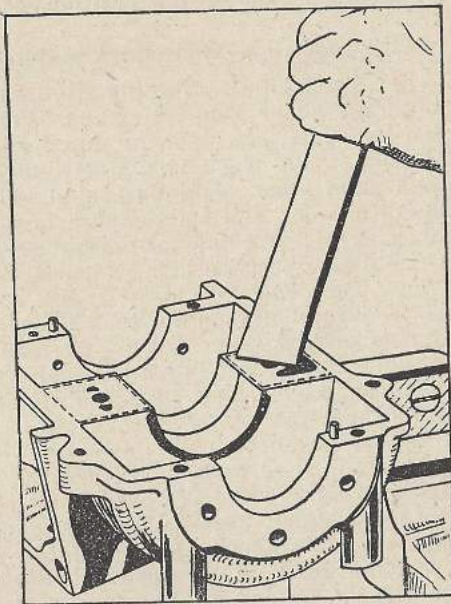
Bei Zweizylinder-Zweitaktmotoren unterliegt das Mittellager besonders hoher Beanspruchung. Weniger durch die auftretenden Arbeitsdrücke, als vielmehr durch kaum zu vermeidende kritische Schwingungen. Auch eine Überdimensionierung der Lager selbst kann dann nicht verhindern, daß sich der Außenring des Mittellagers mit der Zeit im Gehäuse losschlägt, was zu häßlichen Geräuschen in bestimmten Drehzahlbereichen sowie zu mangelhafter Abdichtung zwischen den beiden Kurbelkammern führt. Da die in Frage kommenden Gehäuse meist horizontal geteilt sind, wurde früher vorgeschrieben, die Gehäusepaßflächen insgesamt etwas nachzuarbeiten und dann bei zusammengeschraubten Gehäusenhälften mit einer Spezialreibahle alle Lagersitze durchzureiben, also wieder genau rund zu reiben, nachdem sie ja durch das Nachsetzen der Paßfläche leicht oval geworden waren.

Später erkannte man dann, daß dieses Verfahren dann nicht richtig sei, wenn es sich tatsächlich nur um ein Ausschlagen des Mittellagersitzes handelt. Man muß sich den Vorgang beim Weiterbzw. Ovalwerden dieses Lagersitzes nämlich so vorstellen, daß durch die dauernden hämmernden Schläge, denen das Lager durch den Arbeitsvorgang und die erwähnten Schwingungen ausgesetzt ist, die Oberfläche des Lagersitzes im Gehäuse verdichtet wird (um dann allerdings verdichtet einer weiteren Zusammenpressung bzw. Lagersitzerweiterung besser standhalten zu können). Wird nun durch Nachschaben der Gehäusepaßflächen der Lagersitz verengt und anschließend mit der Reibahle wieder genau rund auf das richtige Maß aufgerieben, so wird die verdichtete Oberfläche herausgerieben und der geschilderte Alterungsvorgang muß von neuem beginnen.

Deshalb sieht man, wenn es sich nur um einen ausgeschlagenen Mittellagersitz handelt, heute vom Durchreiben ab und setzt lediglich die Gehäusenhälfte um das Mittellager herum etwas nach.



Das geschieht dann so (und ist natürlich nur möglich, wenn die Nützung noch nicht zu weit fortgeschritten, der Lagersitz also noch nicht zu sehr oval geschlagen ist), daß am einen Gehäuseeteil den Mittellagersitz herum mit einem Flachschaber durch kreuzförmiges Schaben etwas Material weggenommen wird. Die Außenflächen werden dabei nicht berührt, aber von der um den Lagersitz herum liegenden Paßfläche wird, von außen nach innen abgehoben, so viel Material weggenommen, daß die Kanten des Mittellagersitzes bei zusammengesetztem Gehäuse etwa 0,01–0,02 mm voneinander sperren. Werden nun die beiden Gehäusehälften nach dem Einlegen der Welle mit ihren Lagern wieder zusammengeschaubt, so verformt sich die nachgearbeitete Gehäusehälfte um den Mittellagersitz herum dergestalt, daß wieder eine genügend starke Abdichtung für das Mittelager entsteht und eine radiale (und natürlich auch axiale) Bewegung desselben in seinem Gehäusesitz unmöglich wird. Da aber die verdichtete Gehäuseoberfläche nicht weggenommen wurde, ist nun auch nicht zu befürchten, daß etwa beim Einschlagen des Lagersitzes ein Ausweichen des Lagersitzes eintritt.



Flachschaben der Gehäusepaßfläche um das Mittelager herum, um diesem wieder einen strammen Sitz zu geben

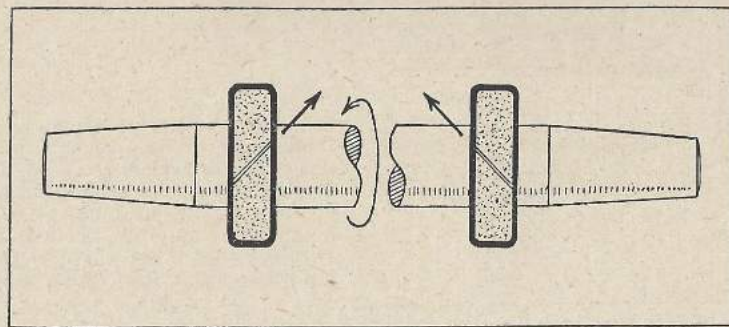
### Auch die Kurbelwellen-Dichtungen beachten!

Die einwandfreie Abdichtung des Kurbelgehäuseraumes ist beim Zweitaktmotor, da ja eben der Raum unterhalb des Kolbens zur Abwicklung der Arbeitsvorgänge mit herangezogen wird, noch wichtiger als beim Viertaktmotor, bei dem die Wellendurchtritte zwar öl-, aber nicht druckdicht zu sein brauchen, weil das Kurbelgehäuse dort ja ohnedies entlüftet wird. Zur Herstellung des druckdichten Abschlusses der Wellendurchtritte beim Zweitaktmotor ordnet man besondere Dichtungselemente an, nachdem Gleitlager,

die in früheren Zeiten bei manchen Konstruktionen von Zweitaktmotoren gleichzeitig zur Lagerung und zur Abdichtung dienen mußten, wohl nirgend mehr verwendet werden.

Es ist einleuchtend, daß alle diese Dichtungselemente ihre Aufgabe nur erfüllen können, wenn zunächst einmal die Welle selbst an ihrer Oberfläche in Ordnung ist. Ist sie an der Dichtungsstelle beschädigt, ist sie dort eingelaufen (was vor allem bei den älteren Dichtungsarten vorkam), so kann auch eine neue Dichtung nicht mehr dichthalten, sie darf nicht rau, darf aber auch nicht blank eingelaufen sein, sondern muß an der Stelle, wo sie in der Dichtungsläuf, gleichmäßig matt erscheinen. Auch ein Schlag der Welle muß die Funktion der Abdichtung beeinträchtigen, wobei allerdings die neuen Stulpdichtungen günstiger liegen, weil sie auch bei leichtem Schlag der Welle infolge ihrer Elastizität noch dichthalten.

Werden neue Dichtungen eingesetzt, so ist zunächst deren Einbaurichtung zu beachten. Bei den graphitierten Gewebedichtungen,

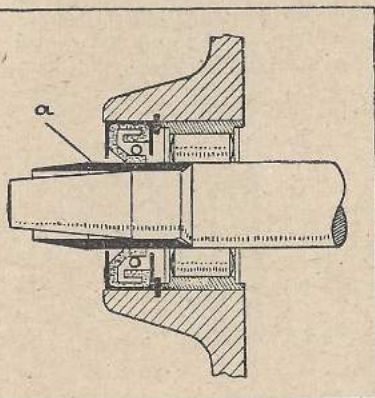


Manche Hersteller schreiben vor, daß bei graphitierten Gewebedichtungen der Stoß der schräg geteilten Dichtung beim Einbau berücksichtigt werden muß, um mit ihm ein Herausfordern von Öl zu verhindern.

die mit einem schrägen Schnitt am Stoß zusammengefügt sind, schreiben manche Hersteller vor, daß der Schnitt als Teil eines Gewindes zu betrachten und die Dichtungen deshalb an beiden Wellenseiten mit entgegengesetztem Schrägschnitt einzubauen seien, und zwar so, daß die drehende Welle an diesem Stück „Gewinde“ nach innen, nicht nach außen fördert. Es scheint aber, daß dieser Umstand nicht sehr bedeutungsvoll ist, denn andere Hersteller benutzen für beide Seiten dieselbe Dichtung. Bei den Manschettendichtungen ist besonders auf Unverletztheit der Dichtungslippe und auf deren scharfkantigen Rand zu achten, weil nämlich nur dieser Rand die Abdichtung übernimmt. Eine einfache, aber unbedingt zu empfehlende Kontrolle der Dichtungslippe wird so durchgeführt, daß man die Dichtung auf ein Stück Rundmaterial

mit ganz glatter, am besten geschliffener Oberfläche schiebt, dessen Durchmesser dem Nenndurchmesser der Welle entsprechen muß, für die die Dichtung bestimmt ist, wobei eine Bearbeitungstoleranz von  $\pm 0,03$  mm eingehalten wird. Hält man die Dichtung gegen das Licht, so darf zwischen Lippe und Welle an keiner Stelle ein Lichtspalt sichtbar sein, andernfalls ist die Dichtung wertlos, weil eben schon die geringste Verletzung die Dichtung wertlos macht.

Das ist auch der Grund, warum man bei manchen Motoren zum Einführen der Welle in die Manschettendichtung besondere Einführhülsen braucht. Die sind immer dann notwendig, wenn ein Absatz der Welle oder ein Nutstück auf derselben oder dergleichen die Gefahr mit sich bringen, daß beim Einschieben des Wellen-



Mittels der Einführhülse a, die an ihrem vorderen Ende konisch zuläuft und im Durchmesser außen dem Wellendurchmesser entspricht, wird die Manschettendichtung gefahrlos auseinandergespreizt, so daß die Dichtungslippe nicht von der Kante am Absatz der Welle verletzt werden kann.

zapfens die Dichtung an der Lippe beschädigt wird. Dann wird mittels der vorn leicht konisch zulaufenden Einführhülse die Dichtung zunächst auseinandergedrückt, beim Herausziehen der Hülse bzw. beim Abziehen derselben von der Welle legt sich dann die Lippe gegen die Dichtstelle der Welle.

Die Einbaurichtung der Lippendichtungen im Kurbelgehäuse ist an sich belanglos, da ja abwechselnd gegen Druck von außen und von innen abgedichtet werden muß und die Dichtung nach beiden Seiten dichthält. Nur dort, wo die Welle aus der Kurbelkammer in einen öl- bzw. fettgefüllten Getrieberaum tritt, nimmt man immer die Dichtungslippe gegen den Öldrang, also nach der Getriebe Seite zu.

Beim Einsetzen von blechgekapselten Dichtungen, insbesondere von Manschettendichtungen, ist darauf zu achten, daß man die Blechkapselung nicht deformiert. Man drückt die Dichtungselemente deshalb immer mit einem passenden Hohlhorn in die Gehäusebohrung hinein.

Ganz besondere Sorgfalt bei der Instandsetzung erfordern die bei einigen wenigen Modellen von Zweitaktmotoren zu findenden

Membrandichtungen, bei denen eine dünne Stahlmembran, die außen dicht im Gehäuse liegt, unter leichtem Druck gegen einen geschliffenen Bund der Welle bzw. die Flanke eines auf dieser sitzenden Ritzels oder dgl. anliegt. Es sind dann in einem Dichtungselement immer mindestens zwei solcher Membranen angeordnet, denn es muß ja die eine gegen den Druck von der einen, die andere gegen Druck von der anderen Seite abdichten. Diese Dichtungen sind hervorragend, solange sie in Ordnung sind. Werden sie beim Aus- oder Einbau auch nur im geringsten beschädigt, so müssen sie ausgewechselt werden, da man sie nicht wieder in Ordnung bringen kann. Man muß mit ihnen also wesentlich peinlicher umgehen, als mit den anderen genannten Dichtungselementen.

## E. Vergaser

### 1. Die Vergasereinstellung und ihre Beeinflussung von außen

Es wäre falsch, anzunehmen, daß in einer speziellen Betrachtung über die Instandsetzung von Zweitaktmotoren eine besondere Behandlung des Vergasers nichts zu suchen habe, da sich die in Frage kommenden Punkte ja durchweg mit denen beim Viertaktmotor deckten. Das mag vielleicht auch zum Teil zutreffen — aber abgesehen davon, daß beim Zweitaktmotor alles, was mit dem Vergaser zusammenhängt, eher noch ausgeprägter und einflußreicher ist als beim Viertaktmotor, ist es auch eine bekannte Tatsache, daß gerade bei der Instandsetzung von Zweitaktmotoren häufig dem Vergaser, seiner Einstellung und seinem mechanischen Zustand zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet und dadurch oft eine sonst korrekte Instandsetzung illusorisch wird.

Die eigentliche Einstellung des Vergasers hat den Mann in der Werkstatt nur insoweit zu interessieren, als er die einzelnen Einstellfaktoren (Hauptdüse, Lufttrichter, Düsenadel, Nadeldüse, Leerlaufdüse) auf Übereinstimmung mit den in der Einstelltablelle für den vorliegenden Motortyp und Vergaser vorgeschriebenen Werten zu vergleichen und gegebenenfalls entsprechend zu korrigieren hat. Alle weiteren Änderungen müssen verpönt bleiben — und der Mann, der wirklich etwas versteht, wird Verständnis für diese Vorschrift haben. Wieso sollte auch die Werkstatt mit ihren in dieser Hinsicht absolut unzureichenden Mitteln in der Lage sein, eine nach irgendeiner Richtung günstigere Einstellung zu finden, als der mit allen technischen Mitteln ausgerüstete Versuchsbetrieb des Herstellerwerkes? Und warum sollte, wenn es durch eine kleine Einstellungsänderung möglich wäre, Verbrauch, Leistung oder sonstige Eigenschaften des Motors zu verbessern, das Herstellerwerk von dieser so einfachen Möglichkeit nicht Gebrauch machen? Lassen sich mit einer anderen Einstellung, beispielsweise also mit einer anderen Düsengröße, scheinbar doch günstigere Werte erzielen, so gibt es dafür — von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen — eigentlich nur zwei Erklärungen: entweder sind die



zielten günstigeren Werte nur in einem bestimmten Belastungs-  
bereich vorhanden und dafür in anderen Bereichen desto ungün-  
stiger, oder es handelt sich um eine Überdeckung von äußeren  
Beeinflussungen, denen die Vergasereinstellung im Betrieb durch  
Verschmutzung oder Verschleiß von Vergaserteilen unterliegt, die  
aber natürlich einwandfrei nur durch Beseitigung dieser ein-  
getretenen Unregelmäßigkeiten, niemals durch eine Änderung von  
Einstellwerten korrigiert werden dürfen.

Als Beispiel: das verschmutzte Luftfilter bringt eine Drosselung  
des Ansaugquerschnittes vor der Düse — damit eine verstärkte  
Saugwirkung an dieser, also verstärkten Kraftstoffaustritt und  
damit Gemischanreicherung wie durch eine zu große Düse. Wollte  
man das durch Einsetzen einer kleineren Düse kompensieren, so  
könnte man bis zu einem gewissen Grade vielleicht vorübergehend  
die alten Gemischzusammensetzungsverhältnisse wiederherstellen,  
mit weiter fortschreitender Filterverschmutzung würde aber wieder  
eine Gemischanreicherung eintreten — also ein völlig falscher Weg.  
Diese betriebsbedingten Beeinflussungen durch Einstellungsände-  
rung ausgleichen zu wollen, Luftfilter reinigen — und die serien-  
mäßige Düsengröße wird auch die serienmäßigen Verbrauchswerte  
ergeben. Genau so liegen die Verhältnisse bei defektem Schwimmer,  
abgenutztem Schwimmerventil, lockerer Düse, schiefl sitzendem  
Vergaser und ähnlichen Fehlern, die ebenfalls Gemischanreicherung  
bewirken, während ein verschmutztes Kraftstofffilter, eine teilweise  
verlegte Kraftstoffzuleitung oder Vergaser-Kraftstoffbohrung,  
lockere Anschlüsse oder defekte Dichtungen, die Nebenluft ein-  
treten lassen, ausgeschlagene Drosselklappenwellen oder Drossel-  
schieber oder teilweise verlegte Düsenbohrungen das Gemisch ärmer  
werden lassen.

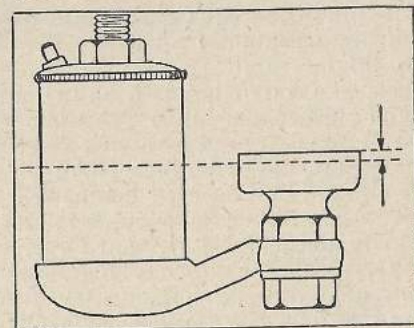
So gilt, ähnlich wie schon bei der Wartung, erst recht in der  
Werkstatt bei der Grundüberholung des Motors das Augenmerk  
auf diesen Fehlern am Vergaser, die die richtige Vergasereinstellung  
über den Haufen werfen. Sie müssen gesucht, gefunden und abge-  
stellt werden. Dann wird — sofern die serienmäßige Vergaserein-  
stellung beibehalten ist und nicht etwa von dritter Seite, der diese  
Zusammenhänge unbekannt sind, geändert wurde — auch der Motor  
in seinen Werten die serienmäßigen Ergebnisse bringen.

## 2. Kraftstoffniveau prüfen

Das Vergaserniveau, d. h. der Kraftstoffstand im Vergaser, der  
durch den Schwimmer reguliert wird, ist von großer Wichtigkeit  
für die Gemischzusammensetzung. Zu hoher Kraftstoffstand bringt  
Gemischanreicherung, also die Wirkung einer zu großen Düse, zu  
niedriger Kraftstoffstand bringt armes Gemisch, wie eine zu kleine  
Düse. Diese Einwirkung ist so ausgeprägt, daß man bei manchen  
Vergasern bei der Grundabstimmung im Versuch sogar durch kleine  
Korrekturen am Kraftstoffstand eine Feineinstellung vornimmt.

Nun ändert sich aber nach mehr oder weniger langer Betriebs-  
zeit durch Abnutzung der Schwimbernadel, des Nadelsitzes und  
durch evtl. Leckwerden des Schwimmers der Kraftstoffstand und  
damit die Einstellung des Vergasers, abgesehen davon, daß durch  
Fertigungs-Ungenauigkeiten, die auch bei sorgsamster Kontrolle  
vorkommen können, Niveaufehler auch schon bei neuen Vergasern  
auftreten können. Deshalb ist es gelegentlich notwendig, den Kraft-  
stoffstand im Vergaser zu prüfen, wenn Anzeichen für zu reiches  
Gemisch vorliegen und vergebliche Abhilfen an anderen Punkten  
den Verdacht auf ein falsches Niveau lenken.

Diese Prüfung ist nicht bei allen Vergasertypen ohne weiteres  
durchzuführen. Am einfachsten ist sie beim Solex-Vergaser, bei  
dem lediglich das Vergaserunterteil, d. h. das Schwimmergehäuse  
abgenommen, Düsenhütchen und Hauptdüse ausgebaut, dann das  
Schwimmergehäuse wieder angebaut und nun bei geöffnetem  
Kraftstoffhahn der Kraftstoffstand im Düsensträgerrohrchen mittels  
eines Spiegels (nach Abnahme des Luftfilters) kontrolliert wird.  
5–6 mm unter Düsensträger-  
rand muß der Kraftstoff abge-  
sperrt werden. Steigt er höher,  
so muß durch zusätzliche Dich-  
tungsringe unter dem Schwim-  
merventileinsatz die notwen-  
dige Korrektur erfolgen.

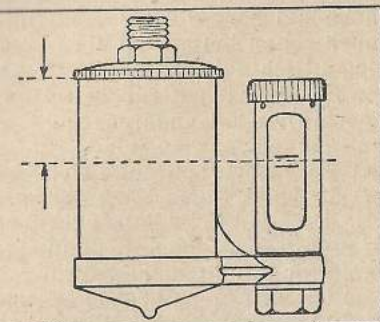


Niveauprüfung beim Amalvergaserschwimmergehäuse

Schwierig ist die Prüfung bei den sogenannten Einblock-  
vergasern, wie sie bei den kleineren Motoren verwendet werden,  
wo also Schwimmergehäuse und Mischkammer in einem Stück  
gegossen sind. Da bleibt nur die eine Möglichkeit, sich vom Vergaser-  
hersteller das Maß zwischen Schwimmergehäuserand und Kraft-  
stoffspiegel im Schwimmergehäuse zu besorgen, den Kraftstoff zu-  
laufen zu lassen, bis der Schwimmer absperrt, dann den Schwimmer-  
gehäusedeckel abzunehmen und nun mit dem Tiefenmaß den  
Abstand zwischen Gehäuserand und Kraftstoffspiegel zu messen.

Bei Schiebervergasern mit getrennter Misch- und Schwimmer-  
kammer ist die Prüfung einfacher. Am einfachsten beim Amal-  
vergaserschwimmergehäuse (Fischervergaserschwimmergehäuse). Da nimmt man nämlich lediglich die  
ganze Schwimmerkammer von der Mischkammer ab, löst die große  
Mischkammermutter, die den Düsenblock hält, setzt diese Mutter  
mit Hilfe des Befestigungsbolzens an das Schwimmergehäuse  
wieder an, läßt Kraftstoff zulaufen und beobachtet dann, wenn der  
Zulauf abgesperrt wird. Das wird normalerweise dann der Fall

eln, wenn der Kraftstoffspiegel 1—2 mm unter dem Rand der großen Mischkammermutter liegt (daß man bei dieser Prüfung für genau horizontale Lage der Teile sorgen muß, ist wohl klar).



Niveauprüfung bei einem Schiebervergaser mittels Hilfsvorrichtung

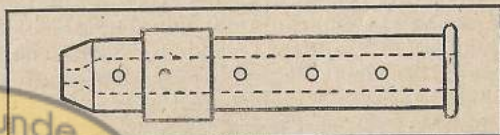
Bei anderen Vergaserbauarten, wie sie z. B. Bing und Graetzin bringen, ist kein durch die große Überwurfmutter gehaltener Düsenblock vorhanden. Da muß man sich dann eine Meßvorrichtung bauen (aus irgendeinem vorhandenen, geeigneten Material drehen

und ein Glasrohr einkitten), die man an die abgenommene Schwimmerkammer an Stelle der Mischkammer ansetzt, wie die Abbildung zeigt. Da es sich ja dann um sogenannte kommunizierende Röhren handelt, kann man im Meßrohr den Kraftstoffstand ablesen, der in der Schwimmerkammer herrscht. Zur Eichung des Meßglases muß man sich allerdings auch hier vom Vergaserhersteller die richtige Höhe des Kraftstoffstandes für den jeweiligen Vergasertyp beschaffen. Meist wird man auch hierfür das Maß zwischen Schwimmergehäuserand und Kraftstoffspiegel im Schwimmergehäuse genannt bekommen. Damit ist dann aber ohne weiteres eine Eichung des Meßglases möglich, und mit dem geeichten Glas geht die Niveauekontrolle einfach so vor sich, daß man den Kraftstoff im Schwimmergehäuse zulaufen läßt und wartet, ob bei Erreichung des Eichstriches der Zufluß aufhört.

Der Ausgleich eines falschen Niveaus erfolgt durch Auswechseln der abgenutzten Teile (Schwimmernadel, Nadelsitz, Schwimmer) bzw. durch Unterlegung von zusätzlichen Dichtungen, wenn falsche Teile (Fremdteile) die Ursache waren, durch Einbau von Originalteilen.

### Die Hauptdüse und der Lufttrichter

Der Einstellfaktor, mit dem die Kraftstoffmenge im Maximum begrenzt wird, ist die Hauptdüse. Sie ist entweder eine reine Dosierungsbohrung, die die Höchstmenge des vom Vergaser ge-

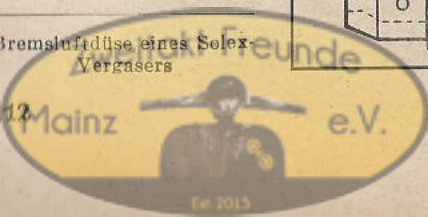


Bremsluftdüse eines Solex-Vergasers

lieferten Kraftstoffes bestimmt, wobei dann durch zusätzliche Einrichtungen dafür gesorgt ist, daß im Teillastbereich, d. h. dann, wenn die Drossel nicht völlig geöffnet ist, auch weniger Kraftstoff, entsprechend der geringeren angesaugten Luftmenge, ausgesprüht wird. Oder sie ist mit Hilfe von in ihrem verlängerten Schaft angeordneten Korrekturluftbohrungen so ausgebildet, daß in ihr die Kraftstoffdosierung genau entsprechend der jeweiligen Luftmenge erfolgt — oder es ist schließlich (beim Register- oder Stufenvergaser) durch Anordnung mehrerer, nacheinander entsprechend der zunehmenden Drosselöffnung zum Einsatz kommender solcher Düsen dafür gesorgt, daß bei allen Drosselöffnungen das Mischungsverhältnis Kraftstoff/Luft immer möglichst nahe bei dem theoretisch günstigsten liegt.

Gleichgültig wie die Ausbildung der Hauptdüse im einzelnen Fall erfolgte, ist eins wichtig zu wissen: die auf die Düse aufgestempelte Kennzahl, die die Düsengröße angibt, ist kein Maß für den Durchmesser der Düsenbohrung! Eine Düse der Größe 110 hat also nicht etwa 1,1 mm Durchmesser, sondern dieses Maß gibt an, daß in einer bestimmten Zeit durch diese Düse 110 ccm Meßflüssigkeit hindurchlaufen. Die Größenangabe ist, wenigstens bei allen modernen Vergasern, also ein Durchflußmaß, welches unter bestimmten Maßbedingungen (die bei den einzelnen Fabrikaten verschieden sein können, so daß gleiche Kennzahlen durchaus nicht gleiche Düsengrößen zu bezeichnen brauchen!) ermittelt wird. Daraus ergibt sich für die Werkstatt auch ganz eindeutig, daß ein Nachmessen der Düsenbohrung mit der früher so beliebten und auch heute noch in manchen Werkstätten verwendeten Düsenlehre nie ein zuverlässiges Resultat liefern kann und daß deshalb auch die neben der Düsenlehre früher zur Standardausrüstung jeder Werkstatt gehörende Düsenreibahle heute verpönt sein muß. Denn es ist ja leicht einzusehen, daß allein durch Vergrößerung der Düsenbohrung zwar die Liefermenge der Düse vergrößert werden kann, daß man aber durch Nachmessen der Bohrung nicht feststellen kann, um wieviel diese Liefermenge denn eigentlich verändert worden ist. Da aber andererseits Meßvorrichtungen zum Auslifern der Düsen in der Werkstatt nicht vorhanden sind, verbietet sich somit jede Arbeit an der Düsenbohrung für die korrekte Werkstatt von selbst. Trotzdem findet man immer wieder Fälle, wo versucht wurde, eine Einstellungskorrektur mit der Düsenreibahle vorzunehmen.

In Einzelfällen ist die Hauptdüse verstellbar. Dann kann mit Hilfe einer konischen Reguliernadel, die den Durchflußquerschnitt verengt oder erweitert, die Durchflußmenge reguliert werden — eine nicht unbedenkliche Methode, wenn nicht der Verstellbereich dieser Reguliernadel begrenzt ist, weil sonst durch den sachkundigen Fahrer oder Maschinisten ganz unbrauchbare Düsengrößen „eingereguliert“ werden.



Beim Drosselklappenvergaser würde, wenn man über den ganzen Drosselöffnungsbereich dieselbe Hauptdüsengröße wirken lassen würde, mit zunehmender Drosselöffnung durch die zunehmende „Strömungswilligkeit“ des Kraftstoffes das Gemisch immer stärker überfettet werden. Um das zu vermeiden, muß man den Kraftstoffaustritt abbremsen. Das geschieht bei dem am häufigsten als Drosselklappenvergaser zu findenden Solexvergaser mittels Korrektur- oder Bremsluft, die den Austritt des Kraftstoffes aus der Hauptdüse bremst. Deshalb haben die Solexdüsen sogenannte Bremsluftbohrungen, deren Zahl, Durchmesser und Lage in dem Düsenkörper durch das „Düsenmodell“ bestimmt werden. Deshalb ist für richtigen Einstellung eines solchen Vergasers auch nicht nur die Kenntnis der richtigen Düsengröße, sondern auch die des Düsenmodells wichtig. Ein falsches Düsenmodell gibt, auch wenn die Düsengröße an sich stimmt, eine falsche Gesamteinstellung.

Zur Düsengröße gehört, um die richtige Gemischzusammensetzung zu gewährleisten, auch der richtige Querschnitt der Mischkammer, d. h. des Ansaugrohres, an der Düse. Derselbe kann mit Hilfe des im Ansaugrohr sitzenden Lufttrichters verändert bzw. genau abgestimmt werden.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei den mit Drosselschiebern arbeitenden Vergasern. Dort wird mit zunehmender Drosselöffnung der Luftquerschnitt vergrößert, wodurch sich die Notwendigkeit ergibt, auch die Kraftstofffördermenge laufend mit zu vergrößern. Das geschieht entweder durch Anordnung mehrerer nacheinander zum Einsatz kommender Kraftstoffdüsen (Stufenvergaser) oder durch stufenlose Vergrößerung der Kraftstoffdüse mit Hilfe einer konischen Nadel, die, im Drosselschieber aufgehängt, dessen Bewegung mitmacht und dabei bei Vergrößerung des Luftquerschnittes auch einen größeren Kraftstoffquerschnitt freigibt. Sie sitzt zu diesem Zweck in einer besonderen Düse, der sogenannten Nadeldüse, mit der sie einen Ringkanal bildet, dessen Querschnitt sich nach der Stellung des Gasschiebers und damit der in ihm befestigten Nadel, der Düsennadel, richtet. Meist dient eine unten in der Nadeldüse eingeschraubte Hauptdüse zur Dosierung der Kraftstoffhöchstmenge bei voller Drosselöffnung.

#### 4. Leerlauf einstellen

Die eingangs erwähnte weitgehende automatische Anpassung des Vergasers an alle Betriebsverhältnisse und die dadurch bedingte und berechnete Anweisung, auch in der Werkstatt grundsätzlich nichts an der Vergasereinstellung zu ändern, schließt nicht aus, daß bei jedem Vergaser, abgesehen von den ganz einfachen und kleinen Typen, die Möglichkeit einer Feinkorrektur gegeben ist. Zunächst dient zu dieser Feineinstellung die Leerlaufeinstellung. Damit wird gleich ein auch in Werkstätten häufig verbreiteter Irrtum aus Licht gezogen: die Ansicht nämlich, daß das

Leerlaufsystem zwar für die Lieferung des Verbrennungsgemisches im Leerlauf wichtig sei, für die übrige Vergasereinstellung aber keine Bedeutung habe. Das ist falsch, denn nahezu über den ganzen Drosselöffnungsbereich arbeitet die Leerlaufdüse mit und beeinflußt die Gesamteinstellung, daher auch die Möglichkeit, sie zur Feinkorrektur zu benutzen. Insbesondere im Übergang ist die Mitwirkung der Leerlaufdüse kaum zu entbehren. Deshalb ist es auch grundfalsch, wenn etwa angenommen wird, man brauche auf eine korrekte Leerlaufeinstellung keinen Wert zu legen, da es sich bei dem betreffenden Motor um einen Verwendungszweck handle, bei dem ein sauberer Leerlauf nicht so wichtig sei, wie etwa bei einem Kraftwagenmotor. Man muß immer daran denken, daß von einer korrekten Leerlaufeinstellung nicht nur der gute Leerlauf selbst, sondern Übergang, Beschleunigung, Gesamtleistung und Verbrauch abhängig sind.

Für die Leerlaufeinstellung stehen im allgemeinen drei Verstellmöglichkeiten zur Verfügung: die Leerlauf-Kraftstoffdüse, die Luftstellschraube und der Drosselanschlag. Man kann nun oft beobachten, daß bei der Leerlaufeinstellung diese drei Faktoren absolut planlos behandelt, daß insbesondere die beiden Stellschrauben verdreht werden, ohne daß man überhaupt weiß, was der Erfolg der Verstellerei ist.

Dabei ist die Sache sehr einfach, wenn man sich folgendes überlegt: Für einen guten Leerlauf, d. h. einen Leerlauf, bei dem der Motor so langsam wie nur möglich, dabei aber noch stoßfrei und regelmäßig (beim Zweitaktmotor allerdings im Viertakt) läuft, muß man zweierlei genauestens einstellen, Gemischzusammensetzung und Gemischmenge. Für die Zusammensetzung des Leerlauf-Gemisches aus Kraftstoff und Luft sind die Leerlauf-Kraftstoff- und die Leerlauf-Luft-Düse verantwortlich. Also muß man als erstes diese beiden kontrollieren. Die richtige Größe der Leerlauf-Kraftstoffdüse ist aus der Technischen Tabelle zu ersehen. Stimmt die Düsengröße, so wird die Düsenbohrung gesäubert; dann wird die Luftstellschraube, mit der die Größe der Luftdüse reguliert wird, zunächst ganz geschlossen und dann, entsprechend den Angaben der Technischen Tabelle, geöffnet. Meist liegt der Öffnungsbereich zwischen  $1/2$  und  $1 1/2$  Umdrehungen von ganz geschlossener Stellung aus gerechnet. Damit ist zunächst die Gemischzusammensetzung grob reguliert.

Nun wird der Motor angeworfen und warmlaufen gelassen. Der Drosselanschlag wird so weit hineingeschraubt, daß bei geschlossener Betätigung der Motor einen übermäßig schnellen Leerlauf hat. Die Luftstellschraube wird nun nach Möglichkeit noch etwas weiter geöffnet, aber nur so weit, daß der Motor beim Gasgeben nicht zum Patschen und beim Gaswegnehmen nicht zum Hochrasen neigt. Anschließend wird der Drosselanschlag ganz langsam so weit herausgeschraubt, bis der Motor so langsam wird,



er gerade noch rund dreht. Durch langsames und schnelles  
nen der Drossel überzeugt man sich, ob er auch nicht stehen  
ibt — tut er das bzw. patscht er beim Gasgeben doch noch durch  
n Vergaser, so wird die Luftstellschraube noch eine Kleinigkeit  
iter hineingeschraubt, um das Gemisch etwas anzureichern. Ein  
l. vorhandener Luftschieber muß bei der LeerlaufEinstellung  
nz geöffnet sein.

So wird also mit Kraftstoffdüse und Luftstellschraube die  
mischqualität, mit der Anschlagsschraube die Gemischquantität  
stimmt. Eins ist aber dabei wichtigste Voraussetzung: auch mit  
r sorgfältigsten Einstellung läßt sich kein sauberer, langsamer  
erlauf erzielen, wenn mechanische Fehler, d. h. Verschleiß- und  
erschmutzungserscheinungen, an Vergaser, Zündung oder Motor  
rliegen. Eine verschmutzte Kerze mit zu großem Elektroden-  
stand macht einen guten Leerlauf ebenso unmöglich wie z. B.  
reh Ölkohle festgebrannte Kolbenringe. Einwandfreier Zustand  
s Motors ist deshalb zur Erzielung eines einwandfreien Leerlaufs  
ste Bedingung.

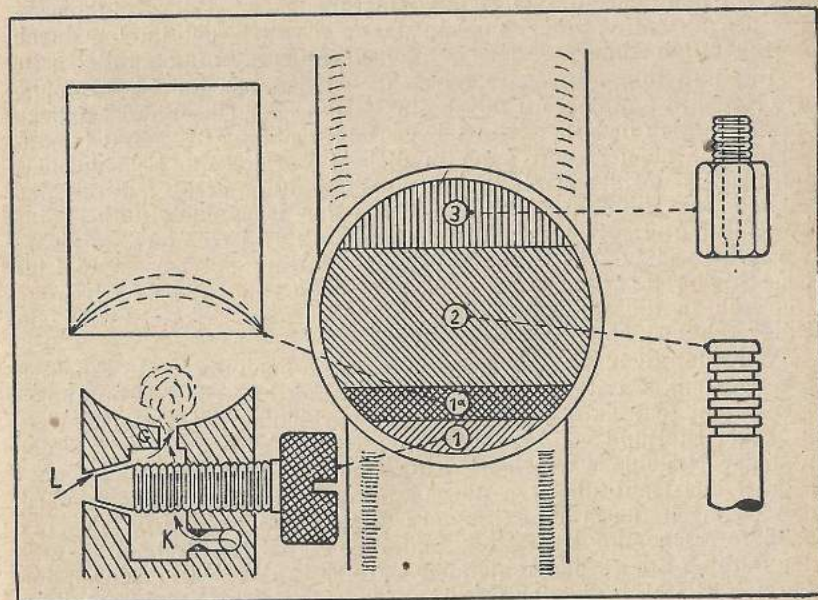
### Düsenadel-Stellung und Gasschieber-Ausschnitt

Wie schon oben gesagt, benutzt man bei Schiebervergasern heute  
den meisten Ausführungen eine kantsche Düsenadel, die die  
urchflußmenge einer Nadeldüse reguliert, und zwar in Abhängig-  
it von der Stellung des Gasschiebers und damit von der ange-  
ugten Luftmenge, so daß zu jedem angesaugten Luftquantum  
ejenige Kraftstoffmenge zugesetzt wird, die zur Bildung des  
instigsten Verbrennungsgemisches notwendig ist. Die Düsen-  
adel ist im Gasschieber befestigt und macht dessen Bewegungen  
it. Um den Motor an besondere Betriebs- und Witterungs-  
bedingungen genau anpassen zu können, ist bei allen Konstruk-  
onen die Möglichkeit gegeben, die Stellung der Düsenadel im  
asschieber zu verändern und damit über den ganzen Öffnungs-  
ereich des Gasschiebers, in dem die Nadeldüse wirksam ist, das  
emisch ärmer oder reicher zu machen. Zu diesem Zweck trägt die  
adel Kerben oder Bohrungen an ihrem oberen Ende, in die eine  
lach- oder Rundfeder eingesetzt wird, die die Nadel im Schieber  
ält. Hängt man die Nadel höher, so wird das Verbrennungs-  
emisch reicher, hängt man sie tiefer, so wird das Gemisch ärmer  
n Kraftstoff. Diese im Bereich der Gemischbeeinflussung durch  
ie Nadeldüse wirksame Feineinstellung ist bei manchen Motoren  
ach Beendigung der Einlaufzeit notwendig, sie gestattet im  
brigen eine Anpassung an besondere Verhältnisse hinsichtlich  
belastung, Gelände, Kraftstoffqualität usw. Die in Frage kommende  
nderung beträgt fast nie mehr als eine Stufe nach oben oder  
nten.

Als weitere Feinkorrektur bei Schiebervergasern gestatten  
manche Konstruktionen dieser Art eine Auswechslung des Gas-

schiebers gegen einen solchen mit einem anderen Ausschnitt. Je  
größer der Ausschnitt des Gasschiebers an der dem Motor abge-  
wendeten Seite ist, desto geringer wird der Unterdruck an der Düse  
(da ja eben der Luftquerschnitt größer ist) und desto ärmer wird  
folglich das Gemisch. Allerdings wird diese Möglichkeit der Ein-  
stellungskorrektur praktisch nur bei der Grundeinstellung auf dem  
Versuchsstand Anwendung finden, die Werkstatt kommt mit den  
durch die Verstellung der Düsenadel und der Leerlaufschraube  
gegebenen Möglichkeiten immer durch.

Unbedingt notwendig ist jedoch bei allen derartigen Einstel-  
lungskorrekturen, daß man sich genauestens darüber im klaren  
ist, in welchen Drosselbereichen denn die einzelnen Einstellfaktoren  
eines Schieber- bzw. Düsenadel-Vergasers überhaupt wirksam sind.



Die Einstellbereiche eines Düsenadelvergasers

Betrachtet man den Ansaug-Gesamtquerschnitt des Vergasers  
als Fläche (siehe Abb.), so muß man sich diese Fläche in einzelne  
Abschnitte aufgeteilt denken, die den Schieberöffnungen ent-  
sprechen. Gibt der Schieber nur die kleine Fläche 1 frei, ist er also  
nur ganz wenig angehoben, so bekommt der Motor auch nur eine  
sehr geringe Füllung, die im allgemeinen gerade ausreicht, seinen  
Eigenkraftbedarf zu überwinden, ihn also im „Leerlauf“ laufen zu  
lassen. In diesem Öffnungsbereich ist allein das Leerlaufsystem für



e Gemischbildung verantwortlich (Nadel- bzw. Hauptdüse liefern einen Kraftstoff, weil an ihnen die Saugwirkung zu gering ist!). Die Größe der Leerlaufkraftstoffdüse und die Stellung der Leerlauf-Stellschraube bestimmen hier also die Gemischzusammensetzung, durch Verstellung der Stellschraube kann, wie schon oben gesagt, eine Korrektur erfolgen.

Die dann folgende Fläche 1a läßt zusätzlich den Gasschieberausschnitt wirksam werden. In diesem Bereich (und wohlgemerkt nur in diesem!) bringt ein größerer Schieberausschnitt ein ärmeres, ein kleinerer ein fetteres Gemisch. So ist der Gasschieberausschnitt vor allem verantwortlich für die Gemischzusammensetzung im untersten Übergangsbereich, der beim „lochfreien“ Hochziehen des Motors wichtig ist. Da aber in diesem Bereich nach wie vor das Leerlaufsystem mit wirksam ist, wird die Feinkorrektur des untersten Übergangs in der Werkstatt fast immer durch geringfügige Änderung der Luftstellschraubenöffnung möglich sein.

Der nun folgende breite Bereich 2 wird durch die Liefermenge der Nadeldüse und damit durch die Stellung der Düsenadel nahezu ausschließlich in seiner Gemischzusammensetzung bestimmt (wenngleich wie oben gesagt auch in diesem Bereich die Leerlaufdüse noch etwas mitarbeitet). Die Grundeinstellung erfolgt durch das Modell der Nadeldüse und die Form der Düsenadel; die Feinkorrektur und evtl. notwendige Anpassung an besondere Betriebsverhältnisse ist durch Veränderung der Stellung der Düsenadel im Gasschieber möglich. Wird die Nadel höher gehängt, so wird das Gemisch in diesem Hauptbereich des Vergasers fetter, wird sie tiefer gehängt, so wird es ärmer.

Wird dann vom Schieber zusätzlich auch noch die letzte Fläche 3 freigegeben, so tritt die Hauptdüse in Funktion. Sie bestimmt die Höchstmenge des aus der Nadeldüse austretenden Kraftstoffes, weil in dieser Stellung von Schieber und Düsenadel der von der Nadel und der Nadeldüse gebildete Ringkanal größer ist als der Querschnitt der Hauptdüse. In diesem Bereich, also bei Vollgas, wird das Gemisch durch eine kleinere Hauptdüse ärmer, durch eine größere reicher an Kraftstoff. Dabei ist es im allgemeinen so, daß der Bereich 1 das erste Achtel, der Bereich 1a das zweite Achtel, der Bereich 2 Dreiviertel der Gesamtöffnung des Schiebers darstellen. Die Hauptdüse ist also nur im letzten Viertel der Schieberöffnung wirksam.

Es ist klar, daß man diese Zusammenhänge kennen muß, wenn man sich überhaupt an Einstellungskorrekturen am Vergaser im Rahmen der konstruktiv vorgesehenen Möglichkeiten heranwagen will. Immer aber soll man vorher daran denken, daß die serienmäßige Grundeinstellung eines modernen Vergasers nahezu für alle Betriebsbedingungen richtig ist und daß falsche Gemischzusammensetzung zunächst durch Beseitigung derjenigen Fehler am Vergaser, die sie verursachen, korrigiert werden muß.

## F. Zündung

Das, was am Beginn des Vergaserabschnittes gesagt wurde, gilt natürlich bei der Zündung erst recht: sie ist schließlich durchaus nicht irgendwie etwas Besonderes bei Zweitaktmotoren, und man könnte deshalb wohl sagen, daß ihre Behandlung in unseren der Motoreninstandsetzung geltenden, Betrachtungen nichts zu suchen habe. Aber da gerade bei kleinen Zweitaktmotoren die Zündanlage, sei es nun ein Schwungradzündler oder eine Sammlerzündungsanlage, oft weniger als selbständiges Zubehörteil anzusehen ist, wie man das von größeren Motoren her gewöhnt ist, sondern auch baulich mit dem Motor eng zusammenhängt, da erfahrungsgemäß außerdem sehr häufig sonst einwandfrei instandgesetzte Motoren wegen Unstimmigkeiten an der Zündanlage nicht ordnungsgemäß laufen, müssen wir hier doch auf einige wichtige Punkte dieses Sonderkapitels eingehen.

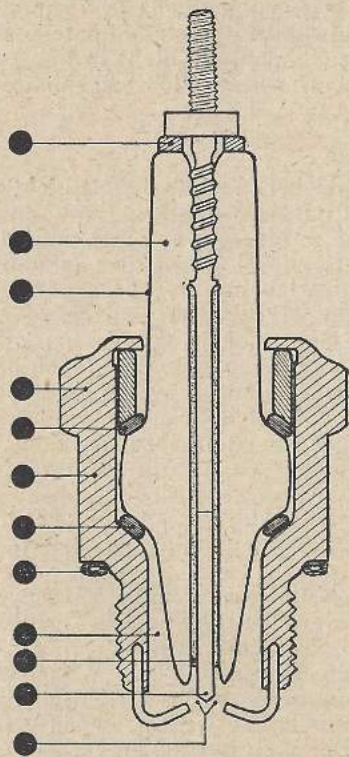
### 1. Das Wichtigste: die Zündkerze

Es ist kaum glaublich, mit welcher Nachlässigkeit nicht nur die meisten Fahrer, sondern auch viele Werkstätten die Zündkerze einfach ignorieren. Der Grund dafür dürfte nicht zuletzt darin liegen, daß es den Kerzenfabriken im Laufe der letzten Jahre gelungen ist, Kerzentypen zu entwickeln, die, sofern nur die richtige Kerze für den jeweiligen Motortyp gewählt wurde, zuverlässig und langlebig sind, während man früher, gerade bei Zweitaktmotoren infolge der höheren thermischen Belastung, sich öfter als erwünscht um die Kerze kümmern mußte, weil dieselbe verölte, glühte, durchschlug oder ganz unbrauchbar geworden war. Aber auch die moderne Hochleistungskerze kann ihre Aufgabe, gerade im Zweitaktmotor, nur erfüllen, wenn sie richtig ausgewählt, sorgsam gepflegt und regelmäßig kontrolliert wird. Der schöne Spruch einer englischen Kerzenfabrik „Schraub sie ein und vergiß sie!“ war eben nur ein zugkräftiger Propagandavers, der technisch höchst bedenklich ist.

Das erste, was zu kontrollieren und vor allem bei Einsetzen einer neuen Kerze zu beachten ist, ist der richtige Typ. Die Verbreiterung der Wärmewertbereiche und die Typenvereinheitlichung haben es mit sich gebracht, daß heute die Kerzen mit dem Wärmewert 175 für die Mehrzahl der kleinen Zweitaktmotoren richtig sind. Nur Einzelfälle erfordern 225, und nur einige wenige Typen gehen auf 145 und noch weiter hinunter. Der vom Hersteller vorgeschriebene Wärmewert ist das Resultat langer Versuche; es ist auch für die Werkstatt deshalb eine undiskutierbare Selbstverständlichkeit, den vorgeschriebenen Typ bzw. Wärmewert wieder zu verwenden. Höherer Wärmewert bringt schwereres Anspringen, Verölen der Kerze, schlechten Leerlauf und höheren Verbrauch des Motors, niedrigerer Wärmewert bringt Glühen der Kerze, damit schlechte Leistung und die Gefahr der Motorbeschädigung.

Das Nächstwichtige ist der Elektrodenabstand. Er beträgt allgemein bei Batteriezündung 0,6—0,7 mm, während bei Magnetzündung mit Rücksicht auf den bei geringerer (Anwerf-) Drehzahl schwächeren Zündfunken 0,4 mm vorgeschrieben werden. Da Kerzen meist mit dem Abstand 0,7 mm geliefert werden, muß man bei Motoren mit Magnetzündung also aufpassen und gegebenenfalls schon beim Einbau der neuen Kerze durch Nachbiegen der Seitenelektrode den Abstand auf 0,4 mm korrigieren. Zum Messen bedient man sich der bekannten kleinen Fühllehren in der entsprechenden Stärke,

die, zwischen die Elektroden geschoben, beim Umdrehen der Kerze gerade zwischen den Spitzen klemmen bleiben müssen, wenn der Abstand richtig ist. Das Nachbiegen der Seitenelektrode erfolgt entweder mit einer kleinen Spitzzange oder mit dem im Handel erhältlichen Biegewerkzeug von Bosch.



12 wichtige Punkte, die bei der Zündkerzenpflege zu beachten sind: Äußere obere Dichtung, unverletzter Kerzenstein, trockener Kerzenstein, unbeschädigter Sechskant, unbeschädigte Innendichtung oben und unten, richtiger Typ und Wärmewert, unverletzter Dichtungsring unter der Kerze, Sauberkeit des Kerzeninneren, unverletzte Kittung der Mittelelektrode, Abbrand der Mittelelektrode, Elektrodenabstand.

Durch den betriebsbedingten Abbrand vergrößert sich der Elektrodenabstand; er muß deshalb regelmäßig (alle 50 Betriebsstunden bzw. alle 3000 km) kontrolliert und nachkorrigiert werden. Denn ebenso wie ein zu kleiner Elektrodenabstand schlechtes Anspringen, schlechte Leistung und erhöhten Verbrauch bringt, bedeutet ein zu

großer Abstand schweres Anspringen, schlechten Leerlauf und Übergang und Zurückschlagen beim Anwerfen.

Die Kerze muß nicht nur dicht und fest eingeschraubt sein und deshalb einen unverletzten Dichtungsring (der bei den neuen Kerzen unverlierbar angebördelt ist) besitzen, sondern sie muß auch in sich dicht sein, da sonst Druckverluste die Leistung vermindern und zusätzliche Wärmeaufnahme den Wärmewert der Kerze herabsetzt und sie zum Glühen bringen kann. Zeigt der Kerzenstein ölfleuchten Anflug, so bläst die Kerze durch und muß erneuert werden.

Daß im übrigen das Kerzeninnere sauber sein muß, damit nicht durch Kriechströme der Funke geschwächt wird bzw. durch totales Verölen ganz wegleibt, ist selbstverständlich. Das Reinigen erfolgt am besten in einem besonderen Kerzen-Sandstrahlgebläse mit dafür geeignetem feinem Sand oder mittels Bürste und Kraftstoff, wobei jedoch keine Stahldrahtbürste Verwendung finden darf, weil sie die Kerze beschädigen kann. Die früher häufig zu findenden Kerzenreiniger mit Stahlnadeln, die geschüttelt wurden, sind abzulehnen, da sie nicht nur die Kittung der Mittelelektrode beschädigen, sondern den Fuß des Isolierkörpers „metallisieren“ und damit die Voraussetzung für Kriechströme bilden.

Auf guten Sitz des Kabelanschlusses bzw. der Entstörkappe ist ebenso zu achten wie auf festen Sitz der Kabelseele im Stecker bzw. auf guten Kontakt im Stromabnehmer. Durch Festlegen des Zündkabels ist dafür zu sorgen, daß es während des Betriebes nicht scheuern kann.

## 2. Zündanlage durchprüfen (Suchen einer Störungsursache)

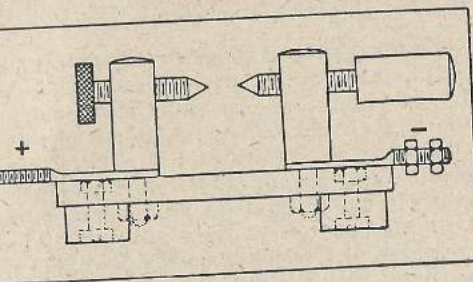
Um die Zündanlage zwecks Auffinden einer Störungsursache und dabei insbesondere auch Zündspule und Kondensator (gleichgültig ob bei Sammler- oder Magnetzündung) durchzuprüfen, braucht man zunächst durchaus keine komplizierte Prüfstandapparat.

In den meisten Fällen ist eine solche Prüfung mit genügender Genauigkeit sogar in eingebautem Zustand durchführbar, man benötigt dazu lediglich eine gut geladene Batterie, die ja bei Batteriezündung ohnedies vorhanden ist.

Voraussetzung für jede Spulenprüfung ist, daß der auf die Spule abgestimmte Kondensator vorhanden und zur Unterbrechungsstelle im Primärkreis parallel geschaltet ist. Deshalb werden hierbei auch Spule und Kondensator gleich zusammen geprüft.

Bei der Batteriezündung wird zunächst in eingebautem, also nicht demontiertem Zustand probiert. Vorteilhaft ist es, wenn man eine Funkenstrecke zur Verfügung hat. Das braucht nicht einmal eine ganz „vorschriftsmäßige“ mit Ionisationsspitze zu sein, sondern man kann sich — und das ist eine schöne Lehrlingsarbeit! — eine einfache solche Funkenstrecke nach beistehender Skizze selbst

artigen. Dann kann man die zu überspringende Strecke genau stellen und hat beide Hände beim Prüfen frei. Notfalls kann natürlich auch ein Gehilfe das Zündkabel mit seinem Ende im richtigen Abstand von Masse halten. 5–6 mm muß nämlich der Funke in freier Atmosphäre überspringen, wenn er dann unter Vertiefung auch an den Kerzenelektroden den geringeren Luftspalt überbrücken soll. Das Zündkabel wird also von der Kerze genommen und an die an Masse gelegte Funkenstrecke ange-



Die einfache Funkenstrecke, die man leicht selbst anfertigen kann

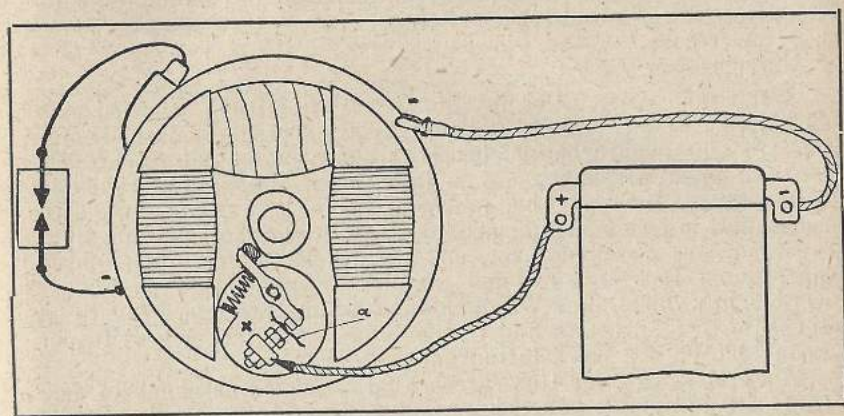
geschlossen bzw. im Abstand von 5–6 mm von Masse gehalten (ist in Kerzenschub bzw. Entstörstecker am Kabel, so muß man mit einem Schraubenzieher, der in die Kappe hineinragt und an Masse anliegt, die Funkenstrecke herstellen).

Dann wird der Motor so gedreht, daß die Unterbrecherkontakte geschlossen sind, die Zündung wird eingeschaltet und mit dem Unterbrecherhammer angehoben. Beim Trennen der Kontakte muß der Funkenübergang nach Masse (bzw. an der Funkenstrecke) stattfinden und sich so oft wiederholen, wie der Hammer abgehoben wird.

Ist kein Funke zu erhalten, so werden Spule und Kondensator abgeschlossen bzw. ausgebaut und es wird ein von den Leitungen der Maschine unabhängiger Primär- und Sekundärkreis mit Hilfe von Batterie, Kondensator, Spule und Funkenstrecke aufgebaut, wobei eine Unterbrechungsstelle in dem Primärkreis vorgesehen wird, zu der der Kondensator parallel gelegt wird. Dann wird die Unterbrechungsstelle durch Aufeinanderlegen der Drähte zunächst geschlossen, beim Trennen der Drähte muß der Funkenübergang stattfinden.

Ist an der Funkenstrecke ein Funke sichtbar, so lag der Fehler im Leitungskreis des Motors, also am Unterbrecher, an den Kontakten, an einer Leitungsunterbrechung, einem Kurzschluß o. ä., und danach wäre nun zu suchen. Nach Abstellung des Fehlers und Einbau von Spule und Kondensator wird die Anlage dann wieder ordnungsgemäß arbeiten. Ist der Funke bei der geschilderten Prüfung nur sehr dünn oder nur bei Einstellung einer kürzeren Funkenstrecke zu erhalten, so ist zunächst probeweise ein anderer

Kondensator anzuschalten. Tritt mit dem neuen Kondensator der normale, kräftige Funke auf, so trug der Kondensator die Schuld. Ist der Funke aber auch mit dem neuen Kondensator noch schwach bzw. fehlt er ganz, so ist mit Sicherheit anzunehmen, daß die Spule schadhaft ist und ausgewechselt werden muß.



Prüfung eines Schwungradzünders mittels angeschalteter 2- oder 4-Volt-Batterie. a = Isolierpapier zwischen den Kontakten.

Genau so wird auch bei einem Schwungrad-Magnetzündler (wie er sich ja an kleinen Zweitaktmotoren häufig findet) geprüft. Da wird zunächst die Schwungscheibe mit dem Magnetringschwungrad abgenommen (das ist unbedingt erforderlich, damit der Magnetringschwungrad bei der nun folgenden Prüfung nicht geschwächt wird!), dann kommt die Funkenstrecke zwischen Zündkabel und Masse, zwischen die Unterbrecherkontakte ein Stück Isolierpapier, von einer Batterie werden 2 oder 4 Volt (1 bzw. 2 Zellen) abgegriffen (man muß probieren, womit es besser geht; 6 Volt sind meist zuviel und bringen keinen besseren, sondern einen schlechteren Funken), die Batteriemasse wird an Motormasse gelegt und mit Batterieplus wird die Plusseite des Unterbrechers berührt. Bei jedem Aufheben der Berührung muß der Funke an der Funkenstrecke überspringen. Wenn nicht, so wird zunächst die Funkenstrecke verkürzt und dann der Kondensator gewechselt, wie oben schon bei der Batteriezündung angegeben – hilft auch das nichts, so bleibt als letztes wieder die Zündspule, die ausgewechselt werden muß.

Selbstverständlich ist, daß man bei beiden Zündungsarten an die geschilderten Prüfungen erst herangehen wird, nachdem man die Anlage gesäubert, insbesondere den Unterbrecher und seine Kontakte gereinigt und auf mechanische Fehler untersucht sowie alle Stellen im Primär- und Sekundärkreis, wo die Möglichkeit zu



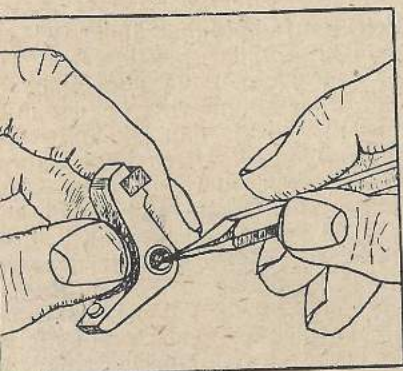
Unterbrechungen und Kurzschlüssen (durch Isolationsschäden und Leckströme) besteht, geprüft hat.

Ebenso selbstverständlich ist, daß eine Prüfung von Spule und Kondensator auf dem Elektroprüfstand vorgenommen werden muß. Dann sieht man sich bei den geschilderten Prüfungen keine Schäden an diesen Bauteilen feststellen lassen, wenn aber trotzdem die Zündanlage im Betrieb nicht einwandfrei arbeitet.

### Unterbrecher prüfen

Wirft man einen Blick in eine Betriebsanleitung, so wird man sofort immer finden, daß die Prüfung des Unterbrechers dort als eine regelmäßige, periodisch zu erledigende Wartungsarbeiten vorgeschrieben ist, und auch wir haben sie ja in unseren Wartungsangaben in diesem Sinne erwähnt. Aber leider ist es eine nur zu bekannte Tatsache, daß ja alle Wartungsarbeiten, soweit sie über die unbedingt notwendigen Abschmierarbeiten hinausgehen oder nicht durch auftretende Betriebsstörungen geradezu zwangsläufig „befohlen“ werden, nur von einigen Wenigen durchgeführt werden. Deshalb ist auch die Durchprüfung und Überholung des Unterbrechers in der Praxis häufig zur Werkstattaufgabe geworden.

Als erstes wird der Unterbrecher mit reinem Waschbenzin ausgespült und damit von Schmutz und Öl gereinigt. Besonders die Unterbrecher von Schwungradmagneten erfordern das, da häufig durch geringfügige Undichtheiten der Pleuellabdichtung Ölaustritt aus dem Pleuellgehäuse in den Pleuellzylinder erfolgt. Sehr starke Verölung ist dann allerdings ein Zeichen dafür, daß die Dichtung unbedingt ausgewechselt werden muß, weil sonst durch Unterbrecherverölen immer wieder Betriebsstörungen eintreten müssen.



Einreiben der Hammerlagerung mittels Graphit (Bleistift)

Dann ist als nächstes die Hammerlagerung zu prüfen. Leichtgängigkeit ist einerseits notwendig und, wenn nicht vorhanden, nach Abnahme des Hammers von seinem Lagerbolzen durch leichtes Nachpolieren von Lagerbuchse und -stift sowie einen Tropfen Knochenöl (manche Praktiker reiben die Lagerbuchse auch nur leicht mit einem Graphitbleistift ein!) zu erreichen. Aber die Leichtgängigkeit darf auch nicht so groß sein, daß die Hammer-

lagerung unzulässiges Spiel hat. Bei seitlichem, also axialem Spiel kann dasselbe durch Beilegen einer schwachen Scheibe beseitigt werden (natürlich ohne daß nun etwa der Hammer seitlich verklemmt wird!). Bei radialem Spiel des Hammers auf seinem Lagerbolzen bleibt aber nur eine Auswechslung übrig, wenn man den Unterbrecher wieder einwandfrei haben will. Spiel in der Hammerlagerung gibt nämlich Verschiebungen in der Zündfunkenauslösung und damit Auswirkungen auf Leistung und Laufregelmäßigkeit des Motors.

Im Zusammenhang damit steht die Unterbrecherfeder. Auch sie ist zu prüfen, ob ihr Druck noch genügt oder ob sie etwa erlahmt (ausgeglüht!) und dann zu ersetzen ist. Hierbei ist zu beachten, daß wieder nur eine Originalfeder eingesetzt werden darf; denn ebenso wie eine schlaife Feder verhindert, daß der Motor seinen oberen Drehzahlbereich erreicht (weil nämlich der Unterbrecherhammer nicht mehr „mitkommt“), ebenso wird eine zu straffe Feder zu schnellem Verschleiß des Hammerklötzchens führen.

Der Verschleiß dieses Klötzchens ist im übrigen bei dieser Gelegenheit auch zu prüfen. Auffälliger Verschleiß, der sich durch Kontaktnachstellen zwar ausgleichen, aber doch in seiner Ursache nicht beheben läßt, deutet auf mangelnde Schmierung des Nockens bzw. auf rauhe Nockenoberfläche. Ein rauher Nocken muß ausgewechselt werden, der Schmierfz ist neu in erhitztem Heißlagerfett zu tränken, der Hammer mit dem stark abgenutzten Klötzchen am besten auszuwechseln, da das Neueinnieten eines Klötzchens ein sehr zweifelhaftes Vergnügen ist.

Schließlich kommen noch die Kontakte an die Reihe. Starker Kontaktabbrand ist das Zeichen für einen Kondensatorschaden. Der defekte Kondensator ist durch einen neuen zu ersetzen, ein mangelhafter, d. h. loser oder oxydierter Anschluß des Kondensators, der sich genau so auswirkt wie ein schadhafter Kondensator selbst, durch Nachlöten bzw. Festklemmen zu beseitigen. Besonders der Masseanschluß ist sorgfältig zu prüfen, weil häufig in der Masseanschelle Oxydbildung vorhanden ist, die einen erheblichen Übergangswiderstand darstellt. Mit der Kontaktfeile werden die Kontaktflächen ganz leicht überzogen, dann wird an höchster Nockenstelle der Kontaktabstand auf 0,4 mm eingestellt. Mit der Kontaktfeile muß man im übrigen recht vorsichtig umgehen. Zunächst darf man nur schwach aufdrücken, denn die Kontaktmaterialauflage ist nur sehr dünn; dann muß man sie genau winklig ansetzen, also nicht verkanten. Und schließlich darf man sie keinesfalls gelegentlich einmal zum Bearbeiten anderer Materialien, beispielsweise zum Nachfeilen des Schlitzes im Kopf einer Messingschraube, verwenden, weil man mit den zurückbleibenden Spänen die Kontakte schädigen würde.



## Polabriß bei Schwungradzündern prüfen

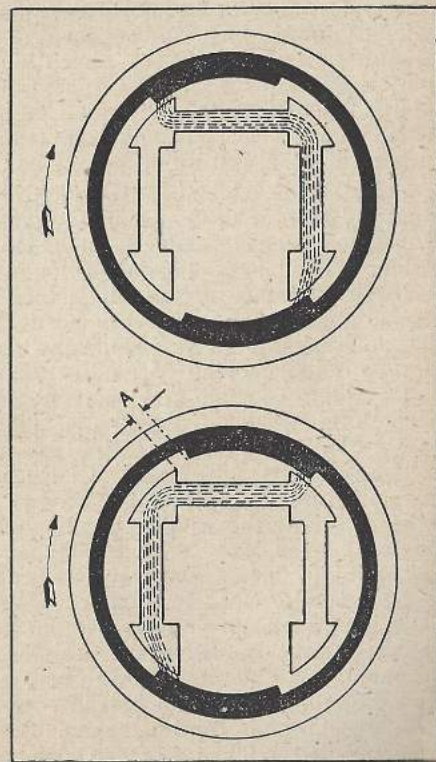
Daß die Induktion der Zündspannung in der Sekundärwicklung einer Zündspule (und auch die Ankerwicklungen eines Magnetzünders stellen ja nichts anderes dar als eine Zündspule) dann erfolgt, wenn der Strom im Primärkreis unterbrochen wird und dabei die Kraftlinien des zusammenfallenden magnetischen Feldes um die Primärwicklung die Sekundärwicklung schneiden, ist bekannt. Daß die Induktion um so stärker ist, je stärker das magnetische Feld war und je rascher das Zusammenfallen des Feldes erfolgt, je stärker also der Feldwechsel vom Maximum zum Minimum ist, beachtet ebenso ein.

Nun entsteht aber ja beim Magnetzündler der Primärstrom auch wieder durch Induktion, dadurch nämlich, daß die Kraftlinien des rotierenden Dauermagneten die Windungen der Primärspule schneiden, weil bei der Drehung des Magneten eine Feldstärkeänderung im Kern der Spule stattfindet. Die in der Primärspule induzierte Spannung bzw. der im Primärkreis induzierte Strom werden dann in einer bestimmten Stellung der Magnet- zu den Anker- (Spulkern-) Polschuhen ihren Höchstwert erreichen, dabei wird auch das von der stromdurchflossenen Primärspule aufgebaute magnetische Feld seinen Höchstwert haben, und wenn in diesem Augenblick der Primärstrom unterbrochen wird, so wird die oben erwähnte notwendige starke Feldänderung und damit die gewünschte kräftige Induktion in der Sekundärspule eintreten. Der im Primärkreis fließende Strom hat aber nun noch eine zweite Wirkung: er hält die vom einen zum anderen Magnetpol durch das Ankereisen fließenden Kraftlinien auch dann noch fest, wenn dieselben an sich wegen des auf die andere Ankerseite gewanderten Luftspaltes ihre Flußrichtung im Ankereisen schon geändert haben müßten. Erst dann, wenn die Unterbrechung des Primärstromes erfolgt, reißen die Kraftlinien, statt nach und nach einzeln aus der alten Flußrichtung „abzubreckeln“, ab und springen in die neue Flußrichtung um. Da man nun ohnedies die Unterbrechung des Primärstromes im Moment seines Höchstwertes vornimmt, da zudem der starke und plötzliche Feldwechsel durch das Abreißen und Umspringen der Kraftlinien natürlich auch Induktionserscheinungen in der um denselben Ankern liegenden Sekundärspule auslösen muß, erhält man durch diesen Vorgang beim Magnetzündler eine ganz wesentliche Verstärkung der beim Zusammenfallen des Primärkraftfeldes erfolgenden Induktion in der Sekundärspule durch direkte Induktion vom Kraftfeld des Dauermagneten in die Sekundärspule. Nur dadurch ist es möglich, schon bei niedriger Umlaufzahl des Magneten, wie sie ja beim Anwerfen vorhanden ist, einen kräftigen Funken zu erzielen.

Bei Standmagnetzündern ist nun dafür gesorgt, daß die Unterbrechung des Primärstromes in dessen Maximum erfolgt und daß durch den fließenden Primärstrom bis zu diesem Zeitpunkt eine

Verzerrung des Kraftlinienflusses erfolgt ist, die dann beim Unterbrechen zu einem kräftigen und jähen Feldwechsel führt. Wird der Unterbrecher auf Spätzündung verdreht, so geschieht die Unterbrechung nicht in diesem günstigsten Augenblick, und sofort ist, wie jedem Werkstattmann bekannt ist, der Zündfunke, also die induzierte Sekundärspannung, geringer. Nur bei voller Vorzündung erfolgt die Unterbrechung im günstigsten Moment und deshalb ist dort auch der kräftigste Zündfunke vorhanden.

Ähnlich liegen die Verhältnisse auch beim Schwungradzündler. Auch dort muß die Unterbrechung des Primärstromes in dessen Maximum erfolgen, auch dort reißen die bisher festgehaltenen Kraftlinien dabei ab. Und genau so, wie beim Standmagnetzündler die Kraftlinien in der alten Richtung gewissermaßen nur bis zu einer gewissen Grenze „mitgeschleppt“ werden, bei deren Überschreitung sie nach und nach abreißen würden, wenn die Unterbrechung des Primärstromes nicht erfolgte, genau so ist auch beim Schwungradzündler eine solche Grenze vorhanden, bei deren Erreichung das Höchstmögliche an induktiver Leistung aus dem Zündapparat herausgeholt werden kann. Und genau so wie beim Standmagnetzündler die Unterbrechung in einer ganz bestimmten Stellung der Magnet- und der Ankerpolschuhe zueinander erfolgen muß, genau so müssen die Polschuhkanten von Magnet und Spulenkern (Anker) auch beim Schwungradzündler im Moment der Unterbrechung einen ganz bestimmten Abstand haben. Er liegt bei zweipoligen Anlagen im allgemeinen bei 6–10 mm, bei sechspoligen Magnetausführungen bei 8 bis 12 mm.



Der Kraftlinienfluß kurz vor (oberes Bild) und im Moment des „Abrisses“, d. h. der Stellung von Magnet- und Ankerkanten zueinander, bei denen dieselben die Entfernung A (Abrißmaß) haben.

Nun wird natürlich auch bei Schwungradzündern bei der Herstellung darauf geachtet, daß der Unterbrecherabhub innerhalb des gegebenen Abrisses (das ist eben die genannte Entfernung zwischen Magnet- und Ankerpolschuhen) erfolgt. Da aber diese Unterbauart im Gegensatz zum Standmagnetzündler kein absolut beständiges, in sich geschlossenes Bauteil darstellt, sondern Teil des Motors selbst ist, besteht die Möglichkeit, daß im gegenseitigen Verhältnis Abriß: Unterbrecherabhub Verschiebungen eintreten, die nicht beachtet werden (weil vielleicht die Wichtigkeit des Abrisses nicht bekannt ist) und die der Grund dafür sind, daß trotz sonst wandfreien Zustandes aller Zünderteile der Funke absolut ungenügend ist. Deshalb muß der sogenannte Abriß von Schwungradzündern vor allem nach Instandsetzungsarbeiten an solchen Zündern mit kontrolliert werden.

Diese Kontrolle erfolgt durch die Öffnungen in der Schwungscheibe am besten so, daß man einen Blechstreifen in der dem Abrißmaß für den betreffenden Typ entsprechenden Breite als Maßstabsmaß benutzt, den Unterbrecher durch Drehen der Schwungscheibe genau auf Öffnungsbeginn einstellt und nun mit der genannten Lehre mißt, ob sich die Magnet- und Ankerpolschuhanten gerade um das richtige Maß voneinander entfernt haben. Kleine Abweichungen sind ohne Bedeutung, deshalb werden ja die Abrißwerte, wie oben ersichtlich, immer mit entsprechender Toleranz nach oben und unten angegeben.

Zeigen sich jedoch bei dieser Prüfung wesentliche Abweichungen vom Sollwert, so muß aus den eingangs geschilderten Gründen eine Korrektur vorgenommen werden. Es wird sich in diesem Fall fast immer darum handeln, daß Teile ausgewechselt wurden und daß durch Verschiebungen eingetreten sind. Vor allem beim Einsetzen eines neuen Unterbrechernockens, aber auch eines neuen Magnetringes, einer Schwungscheibe oder von Unterbrecherteilen können leicht solche Verschiebungen eintreten, ganz besonders dann, wenn es sich nicht um Originalteile handelt, oder wenn Einzelteile ersetzt wurden, die nach den Werkvorschriften nur zusammen mit anderen Teilen ausgetauscht werden sollen (z. B. Schwungscheibe zusammen mit Nocken). Auch gelockerte Nocken auf der Nabe, gelockerte Naben in der Schwungscheibe und ähnliche mechanische Fehler können zu Verschiebungen des Abrißwertes führen und damit zu einer oft scheinbar unerklärlichen Schwächung des Zündfunken. Diese Ursachen müssen also gesucht und abgestellt werden. Geringe Überschreitungen der Grenzwerte kann man auch durch geringfügige Veränderung des Unterbrecherabhubs, also des Kontaktabstandes, überbrücken, aber das wird immer nur ein Notbehelf sein, weil man ja dann eben den günstigen Abhub, der 0,4 mm beträgt, verändern muß. Jedenfalls muß man aber immer daran denken, daß nur dann, wenn die Unterbrechung wirklich innerhalb des vorgeschriebenen Abrißwertes

erfolgt, aus dem Magnetzündler die größtmögliche Leistung herausgeholt werden kann und daß alles Aufmagnetisieren und alle sonstige noch so korrekte Prüf- und Einstellarbeit an der Zündanlage nichts nützt, wenn ein Abrißfehler vorliegt.

### 5. Kolbenstellung suchen

Wenn eine korrekte Zündeneinstellung nun einmal für die Erreichung der bestmöglichen Leistungs-, Verbrauchs- und Laufzeitenwerte eines Motors unerlässlich ist, so ist es klar, daß zu dieser Einstellung nicht nur die genaueste Feststellung der Kontakttrennung am Unterbrecher, sondern auch die ebenso peinliche Kontrolle der jeweils richtigen Kolbenstellung vor oberem Totpunkt im Zündzeitpunkt gehört. Geringe Differenzen bzw. Ungenauigkeiten werden zu recht beachtlichen Verschiebungen des Zündzeitpunktes führen müssen.

Die korrekteste Art, die Kolbenstellung zu fixieren, bleibt eine Schwungscheibenmarkierung bzw. in deren Ermangelung die Gradscheibe, weil ja überhaupt, besonders in Totpunktnähe, Maße korrekter nach Kurbelgraden angegeben und eingestellt werden als nach Millimeter Kolbenweg. Deshalb weisen moderne Motoren vielfach, ähnlich wie schon früher die Kraftwagenmotoren, entsprechende Markierungen an der Schwungscheibe, dem auf der Kurbelwelle sitzenden Lichtmaschinenanker o. ä. auf. Decken sich die Markierung am rotierenden und eine Gegenmarkierung am feststehenden Gehäuseteil, so steht der Kolben im Zündzeitpunkt. Diese Art der Markierung hat den Vorteil, daß es auch keinen Irrtum hinsichtlich der Drehrichtung geben kann, der sonst gelegentlich unterläuft und bewirkt, daß der Kolben nicht vor, sondern nach oberem Totpunkt steht. Wird dann in dieser Stellung eingestellt, so kann der Motor natürlich nicht laufen.

Ist eine Markierung nicht vorgesehen (und das ist u. U. auch bei sonst markierten Motoren dann nicht der Fall, wenn Ersatzschwungscheiben eingebaut wurden, die wegen der unvermeidlichen und sich erheblich summierenden Keilnutentoleranzen nicht vorher markiert werden können), so kann mit Hilfe einer einfachen Gradscheibe — sofern allerdings der richtige Kurbelwinkel für die Vorzündung bekannt ist — dieselbe Einstellung erfolgen. Wo die Gradscheibe aufgesetzt und festgeklemmt wird, ist gleichgültig und richtet sich nach der jeweiligen Motorausführung. Nur muß die Befestigung oben auf der Kurbelwelle bzw. auf mit dieser umlaufenden Teilen zentrisch erfolgen. Auch die Lage der feststehenden Gegenmarkierung ist beliebig und wird so gewählt, wie es jeweils am günstigsten ist.

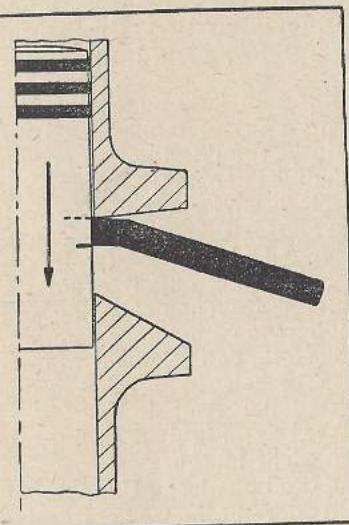
Ist der Zylinderdeckel abgenommen, so ist eine relativ genaue Messung des Kolbenweges mit Hilfe einer Schieblehre mit Tiefenmaß möglich. Mit dieser wird zunächst die Entfernung Kolbenboden/Zylinderoberkante im oberen Kolbentotpunkt gemessen und anschließend der Kolben um das Maß der Vorzündung zurück-



ommen. Zu beachten ist dabei aber, daß beim Zurückgehen des  
 lbens das Triebwerk auch entgegen der Betriebsdrehrichtung  
 dreht wird, denn sonst steht ja der Kolben nicht vor, sondern  
 ch o. T. Das ist übrigens ein Fehler, der häufig auch bei anderen  
 nstellmethoden unterläuft und dann natürlich zu zunächst rätsel-  
 ftem Versagen des Motors führt, wenn die Zündung statt v. o. T.  
 i Kolbenstellung u. o. T. eingestellt wurde.

Genau so könnte man an sich auch bei nicht abgenommenem  
 opf vorgehen, wenn man mittels Tiefenmaß oder eines einfachen  
 rsatzmaßes (Draht, Speiche o. ä.) durch die Kerzenbohrung mißt.

Es gibt ja auch Zündeinstelehen, die auf diesem Prinzip beruhen. Da aber bei modernen Zweitaktmotoren die Kerze häufig nicht zentral im Kopf, sondern seitlich und dazu noch in erheblichem Winkel zur Zylinderlängsachse sitzt, ist dieses Verfahren oft nicht anwendbar bzw. gibt keine genauen Resultate.



Abmessen der Vorzündung am Kolbenschaft mit einem Bleistreifen entsprechender Breite

Bei Zweitaktmotoren ermittelt man deshalb die Kolbenstellung im Zündzeitpunkt am besten so, daß man ein Auspuffrohr abnimmt und nun zunächst mit einem gut gespitzten Bleistift an der oberen Kanalkante entlangfahrend einen Strich auf dem Kolbenschaft anbringt, während der Kolben genau im oberen Totpunkt steht, was man ja durch den Auslaßschlitz eindeutig feststellen kann. Dann wird die Pleuellagerbohrung gedreht, und zwar wieder entgegen ihrer Betriebsdrehrichtung, bis der Markierungsstrich am Kolbenschaft sich um das Maß der Vorzündung von der Kanalloberkante entfernt hat. Um das genau messen zu können, bedient man sich eines Bleistreifens, dem man am Ende genau die Breite der Vorzündungsstrecke gegeben hat. Hat man einen schlanken Tastzirkel (Innentaster), so kann man natürlich auch diesen auf das Vorzündungsmaß einstellen und damit die Strecke am Kolbenschaft abmessen.

## 6. Vorzündung einstellen

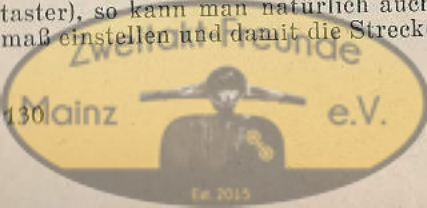
Von der richtigen Einstellung der Zündung hängen bei jedem Motor nicht nur Leistung und Verbrauch, hängen auch leichtes Anspringen, Laufruhe und nicht zuletzt Lebensdauer in erheblichem Maße ab. Das ist auch beim Zweitaktmotor nicht anders, und nichts wäre irriger, als etwa aus der Tatsache, daß man bei Zweitaktmotoren auf eine verstellbare Zündung häufig verzichtet, daß er also scheinbar auf verstellbare Zündung nicht reagiert, schließen zu wollen, daß es deshalb beim Zweitaktmotor auf eine korrekte Zündeneinstellung weniger ankomme als bei Viertaktmotoren.

Es ist allerdings richtig, daß die Füllungs- bzw. Wirbelungsverhältnisse im Zweitaktmotor es mit sich bringen, daß es im allgemeinen zwecklos ist, eine drehzahlabhängige Zündverstellung automatisch oder handregulierbar vorzusehen. Dort, wo Fliehkriegsregler am Unterbrecher zur Verstellung des Nockens vorgesehen sind, dienen sie lediglich als Rückschlagsicherung beim Anwerfen und stellen kurz oberhalb der Leerlaufdrehzahl die volle Vorzündung ein, während nur das Anwerfen mit geringerer Vorzündung erfolgt. Daß die für den betreffenden Motortyp ermittelte günstige Vorzündung im übrigen bei allen Drehzahlen unverändert bleiben kann und eine Verstellung keine Leistungsverbesserung bringt, wird auch durch die Tatsache bewiesen, daß selbst hochtourigste Rennmotoren als Zweitakter ohne Zündverstellung gebaut werden, obwohl man doch bei diesen Sondertypen bestimmt jede Möglichkeit der Leistungssteigerung ausnutzt.

Auf jeden Fall gehört aber eine ganz peinlich genaue Zündeneinstellung als Schlußarbeit zu jeder Motorinstandsetzung, damit der im Versuchsbetrieb ermittelte Vorzündungswert, der Voraussetzung für Erreichung der serienmäßigen Werte, insbesondere hinsichtlich Leistung und Verbrauch, ist, eingehalten ist.

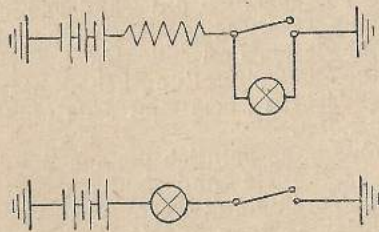
Grundsätzlich müssen vor der eigentlichen Einstellarbeit jeweils erst die in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Arbeiten an Zündkerze und Unterbrecher ausgeführt werden, weil sonst die ganze Einstellerei illusorisch ist und weil Fehler an Unterbrecherteilen oder der Kerze sich auch direkt in einer Vergrößerung oder Verkleinerung der Vorzündung auswirken können.

Zwei Punkte sind es dann, die bei der eigentlichen Zündeneinstellung geprüft bzw. in Übereinstimmung gebracht werden müssen: der Kolben muß in die richtige Stellung v. o. T. gebracht werden — und die Unterbrecherkontakte müssen gerade zu trennen beginnen (denn bei der Trennung des Primärkreises wird ja eben im Sekundärkreis der hochgespannte Zündstrom induziert, der zum Überspringen des Funkens an den Kerzenelektroden führt). Bei Schwungradzündern müssen außerdem, wie wir oben im Abschnitt 4 sahen, die Anker- und Magnet-Polschuhkanten einen ganz bestimmten Abstand voneinander haben, den man mit „Abriß“ bezeichnet.



Wie man die richtige Kolbeneinstellung ermittelt, wurde im vorhergehenden Abschnitt beschrieben. Die Feststellung des Nennens der Kontakte erfolgt wohl meistens mit Hilfe eines Stückes Seidenpapier (wenn man sich, was wegen der dabei möglichen erheblichen Fehler unbedingt unterbleiben sollte, nicht einfach darauf beschränkt, durch bloße Beobachtung der Kontakte den Moment des Abhebens der Kontakte festzustellen). Vorteilhaft nutzt man aber statt des Seidenpapiers, weil dieses fasern kann, eine ganz dünne Metallfolie (0,05—0,03 mm stark). Wird diese zwischen die Kontakte geklemmte Fühllehre freigegeben, so ist der Augenblick der Kontakttrennung erreicht, in dieser Stellung des Nockens bzw. der Kurbelwelle muß also der Kolben gerade seine Endzeitpunktstellung erreicht haben.

Bei Motoren mit Batteriezündung (Sammlerzündung) kann man noch genauer einstellen, wenn man eine Prüflampe zu Hilfe nimmt, die man in den Primärkreis einschaltet, entweder parallel oder in Serie zu den Unterbrecherkontakten. Die glimmt dann auf (bei



Prüfen der Kontakttrennung mittels Lampe: Parallelschaltung der Prüflampe bei eingebauter Anlage (oben), Serienschaltung der Lampe, wenn die Anlage ausgebaut ist, also keine Zündspule im Primärkreis liegt (unten). Im ersten Fall Aufleuchten, im zweiten Verlöschen der Lampe bei Kontakttrennung.

Parallelschaltung) bzw. erlischt (bei Serienschaltung), wenn die Kontakte trennen, wobei selbstverständlich die Zündung eingeschaltet bzw. (wenn der Motor aus dem Fahrzeug ausgebaut ist) ein Sammler in den Primärkreis eingeschaltet sein muß. Die Anweisung, diese Methode nur bei Batteriezündung, nicht bei Magnetzündung anzuwenden, wird mit Rücksicht auf die Gefahr einer Entmagnetisierung des Magnetringes gegeben. Trotzdem kann man aber die Prüflampeneinstellung natürlich auch bei Magnetzündung anwenden, wenn man als Prüflampe eine Glühlampe mit ganz geringem Stromverbrauch (Ladeanzeigeleuchte z. B.) nimmt. Im übrigen kann man bei Magnetzündung auch mit Hilfe eines Kopfhörers, der den Kontakten parallel geschaltet wird, einstellen, man darf aber dabei nur langsam durchdrehen, einmal, um den Punkt der Kontakttrennung genau zu erhalten, zum ändern, um durch zu starkes Knacken im Kopfhörer keinen Gehörschaden zu nehmen.

Liegen die beiden Einstellpunkte — Kolbenstellung und Kontakttrennung — genau zusammen, so stimmt die Einstellung. Öffnen die Kontakte früher oder später, so muß — je nach der in Frage kommenden Konstruktion — der Unterbrecher insgesamt verdreht bzw. die Grundplatte geschwenkt werden oder es muß, wenn der Unterbrecher gegenüber dem Nocken nicht verstellbar ist, durch geringfügige Änderung des Kontaktabstandes die notwendige Korrektor vorgenommen werden.

Bei Anlagen mit Fliehkraftverstellung des Nockens wird die Einstellung im allgemeinen bei voller Vorzündung, also bei voll ausgeworfenen Fliehgewichten, vorgenommen, d. h. die Fliehgewichte müssen, evtl. mit einem dafür vom Hersteller entwickelten Hilfswerkzeug, ganz ausgedrückt werden. Bei diesen Anlagen geben die Hersteller stets an, ob die vorgeschriebenen Vorzündungswerte bei geschlossenen oder ausgedrückten Fliehgewichten verstanden sind.

## G. Auspuffanlage

### 1. Auspufftopf säubern

Im allgemeinen wird der Auspufftopf sich als erstes Teil der Auspuffanlage mit Rückständen zusetzen. Auch seine Reinigung wird in der Praxis, obwohl an sich zu den laufenden Wartungsarbeiten gehörend, fast immer Aufgabe der Werkstatt sein, schon deshalb, weil bei zur Instandsetzung angelieferten Motoren nicht selten der einzige Grund mangelhafter Leistung und unbefriedigenden Laufes (schweres Anspringen, Überhitzung) in der verschmutzten Auspuffanlage zu suchen sein wird.

Wie sehr im übrigen Leistung und Verbrauch gerade beim Zweitaktmotor vom Staudruck der Auspuffanlage abhängig sind, wurde schon erwähnt. Daß sich die durch das Ansetzen von Rückständen eintretende Erhöhung des Staudrucks also in jedem Fall nachteilig auswirken muß, ist klar. Es muß aber auch hier nochmals darauf hingewiesen werden, daß ebenso jede Verringerung des für den jeweiligen Motortyp sorgfältig erprobten Staudrucks, etwa durch willkürliches Durchstoßen von Einsatzplatten im Topf oder Herausnehmen derselben, nicht nur das Auspuffgeräusch erhöht, sondern ebenso wie der zu große Staudruck die Spülvorgänge im Zylinder des Motors stört und damit alle Werte des Motors, insbesondere wieder Leistung und Verbrauch, verschlechtert. Da aber außerdem auch Schwingungsvorgänge im Auslaßsystem einen wichtigen Einfluß auf das Abströmen des alten und das Einströmen des frischen Gases in den Zylinder haben, muß die Werkstatt auch mit einer Veränderung der Auspuffrohrlänge vorsichtig sein: verlängert man etwa bei einem Gerätemotor, um das Altgas aus einem geschlossenen Raum, in dem das Gerät untergebracht ist, hinauszuführen, das Auspuffrohr vor oder hinter dem Schalldämpfer, so kann man böse Überraschungen erleben, vor allem dann, wenn das angesetzte Verlängerungsrohr einen zu geringen Querschnitt hat.

Erleichtert wird die Reinigung selbstverständlich, wenn der Auspufftopf zerlegbar ist. Dann ist es an sich nur notwendig, den Topf zu öffnen und die Einsätze herauszunehmen. In der Werkstatt wird man aber sicherheitshalber doch die ganze Auspuffanlage am Zylinderflansch lösen, um bei dieser Gelegenheit auch die Rückstandsbildung im Auslaßschlitz zu kontrollieren. Allerdings braucht auch bei stark verschmutztem Auspufftopf der Schlitz durchaus nicht in demselben Maße zugesetzt zu sein, weil es häufig zu beobachten ist, daß bei Erreichung einer bestimmten Rückstandshöhe im Schlitz eine Selbstreinigung stattfindet. Die Rückstandskruste rückt dann ab und der Schlitz ist wieder nahezu im ganzen Querschnitt frei.

In jedem Fall wird die Werkstatt das Topfinnere, d. h. die Einsätze bei zerlegbarem Topf und den ganzen Topf, wenn er unzerlegbar ist, durch Ausbrennen säubern. Eine Säuberung im P-Bad wird, mindestens bei zerlegbaren Töpfen, nie zu einem befriedigenden Resultat führen können, sie ist bei zerlegbaren Töpfen höchstens anschließend an eine sorgfältige Reinigung durch Auskratzen möglich.

Das Ausbrennen der Teile erfolgt entweder in einem für diesen Zweck zu erbauenden Ofen mit Gasheizung, dessen Länge auch die Aufnahme von Auspuffrohren ermöglicht, oder — da ein solcher Ofen natürlich nur in größeren Werkstätten vorhanden sein wird — im Schmiedefeuer bzw. mit der Schweißflamme. Beim Ausbrennen von unzerlegbaren Töpfen mit der Schweißflamme wird mit derselben zunächst der Topfinhalt am Ausgang in Brand gesetzt, dann wird die Gaszufuhr abgesperrt und nur noch Sauerstoff zugegeben. Die Rückstände im Topf brennen dann weiter und können abschließend durch Beklopfen des Topfes mit dem Holzhammer ganz entfernt werden.

Beim Zusammenbauen bzw. Wiederanschließen der Auspuffanlage ist auf unbeschädigte Dichtungen, vor allem am Auspuffflansch des Zylinders bzw. am Bördelrand des Auspuffrohres, wenn dasselbe am Zylinder mit einer Überwurfmutter befestigt ist, zu achten. Ist der Bördelrand nicht mehr ganz einwandfrei, so sind evtl. zwei Dichtungen unterzuliegen. Auch hinter dem Bördelrand, also zwischen Rand und Überwurfmutter, kommt eine Dichtung!

In den Auspufftopf ist das Auspuffrohr meist nur eingeschoben und dort durch eine Schelle festgeklemmt. Um diese Verbindungsstelle abzudichten, ist bei den meisten Anlagen — außer bei sehr kleinen Töpfen — hier eine Asbestdichtschnur vorgesehen. Es empfiehlt sich, diese nach jeder Zerlegung zu erneuern.

Schließlich wird die ganze Auspuffanlage noch mit Zylinderlack gestrichen, weil der bisherige Oberflächenbelag durch das Ausbrennen verlorengegangen ist. Keinesfalls soll für diesen Zweck eine normale Silberbronze (Ofenrohrbronze) verwendet werden.

## 2. Auspuffrohr ausbeulen

Ob sich das Ausbeulen von Auspuffrohren lohnt, muß von Fall zu Fall entschieden werden. Gegebenenfalls müssen sehr stark verbeulte (zusammengequetschte) Rohre durch neue ersetzt werden, weil eine zu große Querschnittverengung natürlich wieder den Standdruck unzulässig beeinflusst.

Kleine Beulen im Rohr werden einfach mit Hartlot ausgefüllt und verfeilt.

Größere Beulen auf dem geraden Rohrstück können mit einem Rundeisen, dessen Durchmesser 2—5 mm kleiner ist als der Innendurchmesser des Rohres, entfernt werden. Das Rundeisen wird dazu in den Schraubstock gespannt, die eingebeulte Stelle mit dem Schweißbrenner auf Rotglut angewärmt, das Rohr dann auf das Rundeisen aufgeschoben und die Beule mit dem Holzhammer herausgeklopft.

Beulen am gekrümmten Rohrstück lassen sich mit diesem Hilfsmittel nur dann entfernen, wenn sie am Anfang der Krümmung liegen. Dann ist das Rundeisen, welches in diesem Fall etwa 10 mm geringeren Durchmesser als das Rohr innen haben muß, am Anfang ebenfalls leicht anzukrümmen, das an der Beule wieder auf Rotglut erwärmte Rohr ist auf das im Schraubstock eingespannte Rundeisen aufzuschieben, und durch Drücken gegen dasselbe und Nachhelfen mit dem Holzhammer ist die Beule, so weit das dabei möglich ist, herauszudrücken. Notfalls ist eine verbleibende leichte Verbeulung wieder durch Ausfüllen mit Hartlot und Verfeilen unsichtbar zu machen.

Sollen Beulen aus gekrümmten Rohrstücken ganz entfernt werden, so braucht man dazu ein besonderes Hilfsgerät, welches man sich aber in der Werkstatt leicht selbst anfertigen kann. Es besteht in der Hauptsache aus einem im Schraubstock einzuspannenden Lagerbock, welcher eine kräftige Handkurbel aufnimmt und im übrigen zum Abstützen des auszubeulenden Rohres dient, sowie einer Kugel, deren Durchmesser dem Innendurchmesser des Rohres entspricht. An einer in die Kugel eingesetzten bzw. an ihr angeschweißten Öse ist ein Drahtseil (Bremsseil) befestigt, welches in einer Öse auf der Welle der Handkurbel eingehängt werden kann. Die Befestigung an der Kugel muß ganz einwandfrei sein, denn wenn sie sich dort während des Ausbeulens löst, bekommt man die Kugel aus dem Rohr nicht wieder heraus.

Das Seil wird durch das Rohr geführt und an der Kurbelöse eingehängt, dann wird die erste Beule auf Rotglut angewärmt und durch Drehen an der Kurbel die Kugel in das Rohr gezogen, wobei die Beule herausgedrückt wird. Dann wird gegebenenfalls die nächste verbeulte Stelle ebenso angewärmt und die Kugel weiter in das Rohr hineingezogen, bis sie schließlich durch das ganze Rohr hindurch ist.



## H. Drehzahlregler

### 1. Antrieb und Übertragungsgestänge prüfen

Die in Gerätemotoren verwendeten Zweitaktmotoren sind häufig mit einem Drehzahlregler ausgerüstet, der entweder dazu dient, die Motordrehzahl und damit die Drehzahl des angetriebenen Aggregates unabhängig von der Belastung immer auf derselben Höhe zu halten, oder nur als Drehzahlbegrenzer wirkt und das Überschreiten einer bestimmten Höchstdrehzahl und damit eine Beschädigung des Motors durch Übertouren selbsttätig verhindert.

Eine Überprüfung des Antriebes erstreckt sich dann, wenn derselbe durch Zahnräder oder Kette erfolgt, auf eine Kontrolle der Schmiermittelfüllung im Antriebsgehäuse, da auch das leider nur zu häufig vom Maschinisten vergessen wird. Bei der Nachfüllung sind die Vorschriften des Herstellers hinsichtlich der Schmiermittelqualität zu beachten, da nicht überall Öl, sondern teilweise auch eine Fett/Öl-Mischung oder reines Fett verlangt wird.

In den Fällen, wo der Antrieb des Reglers direkt von der Kurbelwelle des Motors aus über eine kleine Klauenkupplung geschieht, ist der Zustand der Kupplungsklauen und der feste Sitz des Mitnehmerstückes, welches meist in die Kurbelwelle eingeschraubt ist, zu prüfen. Ein lockeres Mitnehmerstück kann leicht zum Bruch führen, es ist dann nach Lösen seiner Verstiftung festzuschrauben und neu zu verstiften. Beim Einsetzen eines neuen Mitnehmerstückes ist darauf zu achten, daß dasselbe nicht zu lang ist, weil sonst beim Ansetzen des Reglergehäuses ein axialer Druck auf die Reglerwelle und damit deren Lager ausgeübt wird, der zu raschem Verschleiß führen muß. Selbstverständlich ist auch, sofern nicht Fixierstifte dafür sorgen, für genaues Fluchten von Kurbel- und Reglerwelle zu sorgen, weil sonst ebenfalls in kürzester Zeit die Kupplung zu Bruch gehen wird.

Die Übertragung der Bewegungen des Reglers auf die Vergaserdrossel kann durch Gestänge, durch einen Seilzug oder durch eine Torsionsfeder erfolgen. Von diesen arbeitet die Torsionsfeder ohne jeden Pflegeanspruch, während sowohl der Seilzug wie das Gestänge geschmiert werden wollen. Für die Schmierung der Seilzughülle wird Motorenöl verwendet (nicht Fett, weil dasselbe bei niedrigen Temperaturen zu steif ist und den Seilzug bremst), während das Auswaschen und Einölen der Gelenke des Gestänges am besten mit Zweitaktmischung erfolgt. Dabei verdunstet der Kraftstoff und das wenige zur Schmierung benötigte Öl bleibt zurück.

Ungeschmierte Übertragungszüge bzw. -gelenke machen die Übertragung schwergängig und verhindern dadurch das sofortige Ansprechen der Drossel auf die Reglerkräfte. Ein „Pendeln“ der Motordrehzahl, das bei manchen Geräten sehr unerwünscht sein kann, ist die Folge.

Sind die Gelenkstellen infolge mangelnder Pflege schon stark verschlissen, so stört der entstandene tote Gang ebenfalls die korrekte Reglerarbeit; die Gelenke sind dann auszuwechseln.

Bei Übertragung mit Torsionsfeder ist darauf zu achten, daß dieselbe richtig eingesetzt wird, d. h. so, daß nicht etwa durch falsche Vorspannung das Ansprechen des Reglers unmöglich gemacht wird. Meist ist durch Stellschraube mit Gegenmutter die eine Einhängeseite der Feder verstellbar, so daß man beim Einsetzen einer neuen Feder die unumgänglichen Fertigungsunterschiede ausgleichen kann.

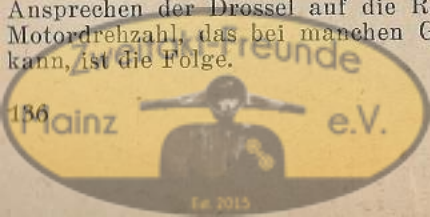
### 2. Regler einstellen

Der Drehzahlregler, d. h. der Druck der auf die Fliehgewichte wirkenden Federn, wird auf dem Prüfstand des Herstellers genauestens eingestellt, so daß der Regler bei der gewünschten Drehzahl anspricht.

Wird nun bei einer Messung der Drehzahl festgestellt, daß dieselbe nicht mehr stimmt, d. h. zu hoch oder zu tief liegt, so wird häufig versucht, einfach durch eine Verstellung der Feder-Reguliermutter die Drehzahl zu verstellen. Das ist falsch.

Denn in der Mehrzahl der Fälle wird die Ursache für die Drehzahlabweichung gar nicht am Regler liegen, sondern an Einwirkungen, für die der Motor selbst verantwortlich ist. Verschmutzte Auspuffanlage, Rückstandsbildung im Auslaßschlitz, festgebrannte Kolbenringe, veränderte Zündeneinstellung, schadhafte oder zu alte Zündkerze, klemmender Unterbrecherhammer, Nebenluft, behinderter Kraftstoffzulauf, zu fettes Gemisch durch Schwimmerventilabnutzung — alles das sind Fehler, die sich auch auf die Drehzahl auswirken werden und auf die deshalb bei Drehzahlabweichungen der Motor zunächst zu untersuchen ist, ehe man Verstellungen am Regler vornimmt, die ja nur für kurze Zeit die richtige Drehzahl wieder bringen könnten, aber keine Abhilfe von Dauer sein würden, da sich der ursächliche Fehler am Motor, der nicht erkannt und nicht behoben wird, mit weiterem Betrieb verschlimmern wird. Auch versäumte Ölnachfüllung im Reglergehäuse und vernachlässigte Wartung des Übertragungsgestänges bzw. falsche Einstellung desselben (Torsionsfeder!) müssen zu Drehzahlabweichungen führen.

Macht sich in einzelnen Fällen dennoch eine Nachstellung des Reglers notwendig, so muß man dabei einiges gut beachten, wenn man nicht den ganzen Regler zerstören will. Da ist zunächst die Nachstellung der Reglermutter immer so vorzunehmen, daß die Muttern aller Reglerfedern, meist also zwei, gleichmäßig nachgestellt werden. Wird nur eine Mutter verstellt, so ist der Regler überhaupt verdorben, weil er nunmehr einseitigen Kräften ausgesetzt ist, die ihn rasch zerstören. Eine nachträgliche Korrektur in der Werkstatt ist überhaupt nicht möglich, vielmehr muß der



Regler auf den Prüfstand, weil nur dort die Grundeinstellung der beiden Stellmuttern wieder gefunden werden kann.

Dann muß man wissen, welche Drehrichtung der Mutter die Drehzahl erhöht, welche sie erniedrigt: Rechtsdrehen erhöht die Vorspannung der Federn, erschwert damit das Ausschlagen der Gewichte, erhöht also auch die eingestellte Drehzahl, Linksdrehen umgekehrt erniedrigt sie.

Wieviel man die Muttern verstellen kann, hängt nicht allein von der gewünschten Drehzahländerung ab. Im allgemeinen wird eine Drehung beider Muttern um je eine Umdrehung nach rechts oder links das Äußerste sein, was zulässig ist. Werden die Muttern zu weit nach außen geschraubt, so besteht die Gefahr, daß die Sicherungen abgeschert werden, dann können sich die Muttern im Betrieb weiter lockern und anstreifen — und eine völlige Zerstörung des Reglers ist die Folge.

Deshalb also bei Nachstararbeiten am Regler größte Sorgfalt und vorher genau prüfen, ob überhaupt eine solche Verstellung notwendig ist!

Und nie vergessen, daß die kleinen Gelenke und Lagerbolzen des Reglers geschmiert sein müssen, wenn sie unbehindert auf Drehzahlchwankungen reagieren sollen. Deshalb die Ölfüllung des Reglergehäuses (der Regler wird immer mit Öl geschmiert, nie mit Fett!) überwachen und dem Maschinisten hierauf einen ganz besonderen Hinweis geben! Je nach Ausführung beachten, daß Reglerantrieb und Regler selbst getrennte Schmierräume darstellen und nicht selten auch verschiedene Schmiermittel erfordern!

## V. Umbau auf Ausweichkraftstoffe

Die heute so aktuelle Umstellung von Motoren für Flüssigkraftstoffe auf Ausweichkraftstoffe (Flüssiggas, Leuchtgas, Generatorgas) ist durchaus nicht etwa, wie häufig angenommen wird, auf Viertaktmotoren beschränkt. Zweitaktmotoren arbeiten mit diesen Ausweichkraftstoffen genau so, wie Viertaktmotoren. Nur Hubraumgröße und Verwendungszweck von Zweitaktmotoren sind in manchen Fällen ein Hinderungsgrund für die Umstellung, die deshalb auch vorerst auf die mit Zweitaktmotoren ausgerüsteten Kraftwagen beschränkt bleibt. Trotzdem sind aber beispielsweise Maschinensätze (Motoren zum Antrieb von Elektro-Generatoren) mit 500 ccm Hubraum schon mit bestem Erfolg auf Generatorgas umgestellt worden, obwohl gerade diese Umstellung die schwierigste ist.

Das Problem der ganzen Frage ist — gleichgültig, ob Vier- oder Zweitaktmotor — gar nicht ein rein technisches, sondern ein wirtschaftliches. Ausschlaggebend ist nämlich, ob der Besitzer des zur Umstellung vorgesehenen Motors hierfür überhaupt die unerläßliche behördliche Genehmigung erhält, die andererseits erst die Voraussetzung dafür ist, daß er die notwendigen Umbauteile

beschaffen kann. Und da die Liefermöglichkeit dieser Teile infolge des enormen Bedarfes erklärlicherweise begrenzt ist, da man andererseits selbstverständlich diejenigen Motoren zuerst umbauen wird, die bisher ein größeres Kontingent an Flüssigkraftstoffen erforderten, was nunmehr frei werden würde, so ist es erklärlich, daß Zweitaktmotoren, deren Hubraum hauptsächlich in den unteren Größen liegt, vorläufig noch weniger umgestellt werden, als Viertaktmotoren. Auch die Gesamtversorgungslage spielt hier natürlich eine ausschlaggebende Rolle.

### 1. Treibgas (Flüssiggas)

Für die Umstellung kleiner Liefer- und Personenwagen erscheint, rein technisch gesehen, Treibgas (Flüssiggas) am günstigsten, schon deshalb, weil der Leistungsabfall mit diesem Kraftstoff gegenüber Flüssigkraftstoff unbedeutend ist.

Beim Umbau auf Treibgas muß jederzeit eine Rückstellung auf Vergaserkraftstoff möglich sein. Deshalb muß die bisherige Kraftstoffzuführung einschließlich Kraftstoffbehälter usw. erhalten bleiben. Für kleine Liefer- und Personenwagen kommt als Treibgasflasche die Flasche mit 33 kg Inhalt (Gesamtgewicht mit Füllung etwa 85 kg) in Frage. Sie reicht bei Motoren bis etwa 750 ccm für eine Fahrstrecke von ungefähr 500 km aus. Diese Flasche wird liegend, mit etwa 10% Gefälle gegen das Ventil, an der dafür günstigsten Stelle des Fahrzeugs (bei Personenwagen meist quer am Heck, bei Lieferwagen seitlich unter der Pritsche, auf dem Karosseriedach, je nach Gestaltung des Aufbaues, ebenfalls am Heck) angebracht. Aus Hartholz, Blech, Flacheisen oder Rohr werden Stützen bzw. Lagerböcke für die Flasche angefertigt, die sehr solide mit durchgehenden Schrauben an der Karosserie (sofern nicht in einzelnen Fällen Befestigung am Rahmen möglich ist) gehalten werden. Lösbare Spannbänder legen die Flasche in den Lagerböcken fest. U. U. muß durch beigelegte Flacheisenschienen die Karosserie verstärkt werden, denn man darf ja nicht übersehen, daß 85 kg ein ganz ansehnliches Zusatzgewicht bei einem Kleinfahrzeug darstellen, das auch in Kurven keinesfalls wandern darf und das in Kurven und auf schlechten Straßen ganz erhebliche Kräfte auslösen kann. Zum Schutze gegen Sonnenbestrahlung muß die offenliegende Flasche durch eine Haube abgedeckt werden, die aber so ausgeführt sein muß, daß auch im Gefahrenfall eine schnelle Betätigung des Absperrventils an der Flasche nicht behindert wird. Meist wird bei Heckbefestigung die bisherige Reserveradaufhängung nicht mehr ohne weiteres Platz finden, sie muß dann durch Einschweißen etwas verlängert werden.

Alles das, was über die Verlegung der Leitungen, die Anordnung des Absperrventils (Handrad vom Fahrersitz aus zu betätigen), für den Tupperknopf, die Auspuffvorwärmung, die Anordnung des Zweistufenreglers und seine Verbindung mit dem Treibgasventil



am Vergaser der Werkstatt bekannt ist, gilt auch beim Umbau eines Fahrzeuges mit Zweitaktmotoren genau so. Aus dem Ventilgehäuse tritt am Lufttrichter eine Gasleitung in den Vergaser. Beim Solexvergaser, der meist in Frage kommen wird, wird dazu in Flucht des Düsenträgers parallel zur Drosselklappenachse ein Loch in das Vergaserzwischenstück und den Lufttrichter gebohrt und mit Gewinde versehen. Unter Beigabe eines flüssigen Dichtungsmittels wird in diese Bohrung das den Umbauteilen beiliegende Röhrchen so weit eingeschraubt, daß es innen mit der Lufttrichterbohrung bündig liegt.

Die Leitung für den Leerlauf wird am besten zwischen Drosselklappenachse und Vergaseranschlußflansch in den Vergaser eingeführt. Beim Solexvergaser kann hierzu der unten befindliche Verschlußstopfen verwendet werden. Er wird mit einer Bohrung versehen, in die die Leerlauf-Gasleitung eingesteckt und verlötet wird.

## 2. Stadtgas (Leuchtgas)

Auch die Verwendung von Leuchtgas (Stadtgas) ist für Fahrzeuge mit Zweitaktmotoren möglich. Im allgemeinen wird dabei nur das hochverdichtete Stadtgas in Frage kommen, obwohl — beispielsweise für interne Werktransporte schon ausgeführt — auch Niederdruckgas Verwendung finden kann. Für den Betrieb mit Hochdruckgas muß dasselbe in Flaschen von 10 ccm Inhalt, auf etwa 200 atü verdichtet, mitgeführt werden. Der Inhalt einer solchen Flasche reicht bei kleinen Personen- und Lieferwagen bis etwa 750 ccm Hubraum für eine Fahrstrecke von 30—50 km, je nach Belastung des Motors durch Geländeverhältnisse und Zuladung.

Dieser geringe Aktionsradius macht es notwendig, auch bei Kurzstreckenverkehr (der ohnedies für diesen Ausweichkraftstoff der einzig gegebene ist) die Zahl der Flaschen zu erhöhen, also mindestens zwei davon mitzuführen. Mehr wird man aus Raum- und Gewichtsgründen bei Kleinwagen nicht unterbringen, ja schon die Mitführung von zwei Flaschen setzt die Nutzlast erheblich herunter und bereitet auch oft Schwierigkeiten beim Einbau.

Am günstigsten ist es, die Flaschen in Fahrzeuglängsrichtung auf dem Dach des Wagens in geeigneten Lagerböcken mit Spannbändern, ähnlich wie die Treibgasflaschen, zu halten. Da die Nachfüllung ohne Abnehmen der Flaschen vor sich geht, kann also die Befestigung auch dementsprechend ausgeführt sein und braucht nicht so rasch lösbar zu sein wie bei der Treibgasflasche. Auch die senkrechte Aufstellung der beiden Flaschen rechts und links direkt hinter dem Führerhaus hat sich bewährt, wobei dieselben dann bei geschlossenem Aufbau mit den Ventilen oben aus dem Wagendach herausragen (denn im Gegensatz zum Treibgas brauchen ja die Leuchtgasflaschen weder zu liegen, noch muß ihr Ventil am tiefsten Punkt liegen).

Ausschlaggebend für die Verwendbarkeit des Stadtgases als Ausweichkraftstoff dürfte aber der unvermeidliche Leistungsabfall sein, den dieser Kraftstoff mit sich bringt. Er beträgt immerhin etwa 30%, und läßt sich auch durch eine Erhöhung der Verdichtung nur zu einem geringen Teil ausgleichen. Auch die Vergrößerung der Vorzündung (die mit etwa 10—15% zulässig ist) kann keinen Ausgleich schaffen. Da aber das Leistungsgewicht, insbesondere der kleinen Dreiradlieferwagen, ohnedies schon nicht besonders günstig ist, muß sich eine Leistungseinbuße hier stärker bemerkbar machen als bei großen Fahrzeugen, die über eine Leistungsreserve verfügen. Deshalb findet man Leuchtgasbetrieb bei Zweitaktfahrzeugen eigentlich auch nur bei Personenwagen und Vierrad-Lieferwagen mit Zweitaktmotoren von etwa 500 bis 700 ccm Hubraum, und auch dann aus den genannten Gründen nur für Kurzstrecken- bzw. Stadtbetrieb.

## 3. Generatorgas

Die Bewahrung des Generatorbetriebes bei Zweitaktmotoren ist genau so wie bei Viertaktmotoren abhängig von der Lösung eines Problems, an dem heute alle beteiligten Entwicklungsstellen arbeiten: von der ausreichenden Filterung des erzeugten Gases, gleichgültig, aus welchem Ausgangsmaterial es entsteht. Denn die nicht ausgefilterten Fremdkörper, die sich beim Viertaktmotor in der Ölwanne finden und zu so unverhältnismäßig kurzen Ölerneuerungszeiten zwingen, setzen sich eben zu einem großen Teil auch im Kurbelgehäuse des Zweitaktmotors ab und erhöhen außerdem, weil sie durch die Überströmkanäle mit in den Verbrennungsraum gerissen werden, die Rückstandbildung.

Selbstverständlich ist, daß bei Kleinfahrzeugen nur ein kleiner, im Gewicht niedriger Festkraftstoff-Generator in Frage kommt, wie er sich heute an verschiedenen Stellen in Vorbereitung und Entwicklung befindet. Inwieweit der beim Generatorbetrieb zur Zeit noch unvermeidliche, bis zu 50% betragende Leistungsverlust den Betrieb kleiner Liefer- und Personenwagen mit Generatorgas tunlich erscheinen läßt, muß von Fall zu Fall entschieden werden. Er ist aber, das sei nochmals ausdrücklich betont, unabhängig davon, ob es sich um einen Viertakt- oder einen Zweitaktmotor handelt. Technische Schwierigkeiten stehen dem Generatorbetrieb von Zweitaktfahrzeugen nicht anders entgegen als dem von Viertaktfahrzeugen.

## 4. Getrennte Schmierung

Da aber nun nahezu alle Fahrzeug-Zweitaktmotoren mit Mischungsschmierung arbeiten, macht es sich bei der Umstellung von solchen Motoren, gleichgültig auf welchen Ausweichkraftstoff, notwendig, eine getrennte Schmierung einzubauen. Dieser Punkt erscheint manchem als der schwierigste bei der ganzen Umstellung,





er ist es aber durchaus nicht. Die Lösung erfolgt zweckmäßigerweise nicht durch Absaugen aus einer Öldüse im Vergaser, mittels Unterdruck oder gar, wie schon früher auf Prüfständen zum Einlaufenlassen der Motoren mit Leuchtgas mit Erfolg verwendet, durch einfache Gefällezufluhr (Tropfschmierung) zum Ansaugrohr, sondern — etwas komplizierter, aber ungleich sicherer — mittels besonderer Druckpumpe.

Für eine solche Druckschmieranlage werden folgende Hauptteile benötigt: Ölbehälter, Saugleitung, Ölpumpe, Antriebsteile für dieselbe, Druckleitung, Vergaserzwischenflansch bzw. Anschlußnippel. Als Ölbehälter wird ein handelsüblicher Behälter von etwa 2 Liter Fassungsvermögen verwendet und so im Motorraum befestigt, daß die Zugänglichkeit der übrigen dort befindlichen Teile, wie z. B. des Sammlers, nicht behindert wird, wozu er evtl. rasch abnehmbar ausgeführt werden muß. Der Verschlußdeckel muß natürlich eine Belüftungsbohrung aufweisen. Den Behälter durch Abtrennen eines besonderen Raumes im bisherigen Kraftstoffbehälter durch Einziehen einer Zwischenwand zu gewinnen, erscheint bei vornliegendem Tank vielleicht naheliegend, macht aber sehr viel Arbeit und ist deshalb nicht empfehlenswert.

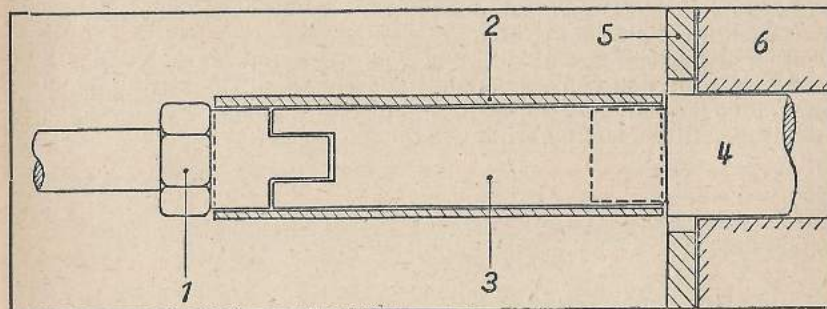
Zur Schmierung wird vorteilhaft ein dünnes Winteröl verwendet, um zu jeder Jahreszeit einen einwandfreien Ölzufluß zu sichern und eine besondere Ölverdünnung mit Kraftstoff, die beispielsweise beim Ansaugen aus einer Öldüse notwendig ist, unnötig zu machen.

Vom Ölbehälter führt die Ölsaugleitung (Stahlrohr 6 mm  $\varnothing$  mit 1 mm Wandstärke) zur Ölpumpe. In diese Leitung einen Absperrhahn einzuschalten, ist nicht zu empfehlen, weil dieser eine nicht zu übersehende Gefahr darstellt: wird nämlich vorübergehend mit Flüssigkraftstoff, also mit Kraftstoff/Ölmischung, gefahren und dann wieder auf Treibgasbetrieb übergegangen, so wird nur zu leicht das Öffnen des Absperrhahnes vergessen. Es ist besser, auch bei zeitweiligem Vergaserbetrieb mit reinem Kraftstoff zu fahren und das Öl durch die Pumpe zuführen zu lassen. Die Hauptdüse im Vergaser kann dann um 1–2 Stufen verkleinert werden. Allerdings empfiehlt es sich, am Einfüllstutzen des Kraftstoffbehälters ein Schild mit dem Hinweis: „Motor hat getrennte Schmierung, Kraftstoff ohne Öl einfüllen!“ anzubringen.

Als Ölpumpe wird eine handelsübliche Pumpe verwendet, wie man sie früher vor allem an Viertakt-Kraftstradmotoren fand. Die Befestigung erfolgt auf einem Bügel oder Flansch am Motor so, daß ihre Antriebswelle mittig zur Antriebswelle des Motors (meist wird das der Wellenstumpf am Unterbrecher sein, es kann aber auch jede andere geeignete Antriebsstelle, beispielsweise die Lüfterwelle, gewählt werden) liegt. Um die richtige Pumpe bestellen zu können, muß dabei zunächst die Drehrichtung festgestellt werden.

Beim Anbau selbst ist peinlich darauf zu achten, daß Antriebs- und Pumpenwelle fluchten, weil sonst in kürzester Zeit die Pumpe beschädigt wird oder der Mitnehmer abreißt, was dann fast immer einen schweren Motorschaden infolge Ölmangels zur Folge haben muß.

Der Mitnehmer, welcher zum Antrieb der Pumpe dient, muß angefertigt werden, wobei seine Ausführung sich im einzelnen nach den Anschlußteilen bzw. der Ausbildung der Anschlußstelle am Motor richtet. Meist wird er aus einem Lappen bestehen, der auf einen in der Antriebswelle sitzenden Schraubenkopf aufgeschweißt wird und in den ein entsprechend diesem Lappen und dem an der Ölpumpenwelle sitzenden Zweikant geschlitztes Rundenisenstück eingreift, über das zur Führung auf dem Mitnehmer und der Ölpumpe ein passendes Stück Stahlrohr übergezogen wird.



Anordnung einer Klauenkupplung für die nachträglich anzubauende Ölpumpe: 1 = Halteschraube für Unterbrechernocken, 2 = übergeschobene Hülse, 3 = Mitnehmerstück, 4 = Ölpumpenwelle, 5 = Bügel, auf dem die Ölpumpe festgeschraubt ist, 6 = Ölpumpengehäuse.

Sitzt die Ölpumpe dabei vor dem Unterbrecher, so soll sie nicht zu nahe an ihn herangebaut werden, damit etwa austretendes Öl nicht den Unterbrecher verölt. Man kann natürlich auch die Ölpumpe, um sie besser überwachen zu können, in den Fahrerraum setzen und mit einer biegsamen Welle antreiben, aber die Beschaffung der dafür notwendigen Teile dürfte meist zu schwierig sein.

Die Ölfördermenge soll so eingestellt werden, daß für 100 km Fahrstrecke (unter Zugrundelegung eines Motors von etwa 700 ccm Hubraum) 0,3 Liter Öl verbraucht werden. Um diese Ölmenge schon vor Inbetriebnahme des Fahrzeugs einzustellen, bedient man sich vorteilhaft folgenden Verfahrens: Die Druckleitung der Ölpumpe wird in ein Meßglas geleitet, während der Vergaser an ein Auslitergefäß angeschlossen wird, in dem sich  $\frac{1}{4}$  Liter Kraftstoff/Ölmischung befindet. Dann wird der Motor angeworfen und mit erhöhter Leerlaufdrehzahl (etwa 1000 U/min) laufen gelassen, bis die

Kraftstoffmenge verbraucht ist. In dieser Zeit soll in das Meßglas 10 cem Öl gefördert worden sein. Eine Stellschraube an der Ölpumpe gestattet, die Fördermenge zu verändern; in vielen Fällen wird es möglich sein, sie im Fahrbetrieb auch noch weiter herunterzudrücken als auf 0,3 l/100 km.

Die aus Stahlrohr wie die Saugleitung bestehende Druckleitung führt von der Ölpumpe zum Zylinder. Manche Motorenhersteller halten es für günstiger, einen besonderen Ölanschluß am Zylinderfuß vorzusehen, den Zylinder also dort anzubohren, innen eine kleine Auskehlung in die Zylinderlaufbahn einzuarbeiten und einen Anschlußnippel einzuschrauben. Abgesehen davon, daß aber dann die Ölpumpe bei Zweizylindermotoren zwei Druckabgabestellen haben muß, ist auch die Ausführung schwieriger, weil ja eben der Zylinderblock abgenommen und bearbeitet werden muß. Einfacher ist es auf jeden Fall, die Öldruckleitung von oben in den Vergaser in Nähe des Anschlußflansches einzuführen oder, um den starken Zwischenflansch zwischen Zylinder- und Vergaserflansch einzusetzen, in den von oben, damit das Öl in den Ansaugluftstrom eintropfen kann, die Druckleitung unter Beigabe eines flüssigen Dichtungsmittels eingeschraubt wird.

### Schlußwort

Die Möglichkeiten, die im Zweitaktmotor liegen, sind heute erst zum Teil ausgenutzt. Der Motor, der bei wirtschaftlicher Gleichwertigkeit aus dem Hubraum des Zweitaktmotors die doppelte Leistung herausholt, wie aus dem gleichen Hubraum des Viertaktmotors ist noch nicht geschaffen. Aber er wird zwangsläufig eines Tages, wenn alle Möglichkeiten des Viertaktmotors ausgeschöpft sind, kommen. Dann wird der Zweitaktmotor auch die Anwendungsgebiete, die ihm heute noch verschlossen sind, für sich in Anspruch nehmen müssen. Diesem großen Ziel dienen die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die man heute mancherorts am Zweitaktmotor ansetzt und die in ihrem Programm weit über kleine, technisch vielleicht interessante, im großen gesehen aber gar nicht so wichtige momentane Verbesserungen hinausgehen.

Deshalb erfüllt die Werkstatt, die heute schon auf die Instandsetzung von Zweitaktmotoren alles Können und alle Sorgfalt verwendet, nicht nur ihre Pflicht im Rahmen eines wirtschaftlich und vor allem verkehrstechnisch hochwertigen Handwerks; alles das, was sie an Erfahrungen mit Zweitaktmotoren sammelt, alle Aufklärungsarbeit, die sie hinsichtlich richtiger Bedienung und Wartung an Fahrern und Maschinisten leistet, ist darüber hinaus ein auf gute Zinsen angelegtes Kapital.

Wir empfehlen:

## Die Welt brannte

Jacques de Launay

Das französische Erfolgswerk über den Zweiten Weltkrieg und seine Vorgeschichte  
Etwa 350 Seiten mit mehreren Skizzen. Ganzleinen DM 14,50

## Der Hochrote Hahn

von H. Rumpf, Branddirektor

167 S. mit mehreren Tafeln. Halbleinen DM 8,90

Eine dokumentarische Wahrheit über die Luftangriffe. 75% aller Zerstörungen im Luftkrieg wurden durch Feuer verursacht. „Der Totentanz der deutschen Städte.“

## Dampfermanöver

von F. Woerdemann, Ob.-Seefahrtsschuldirektor

245 S. mit 106 Abb. u. Skizzen. Ganzleinen DM 15,—

Das geschätzte Lehrbuch der Seefahrtsschulen.

## Ausbildungsanleitung für den Feuerwehrdienst

Von Heimberg-Fuchs, Branddirektor

292 Seiten mit 280 Abbildungen und Skizzen. Kartoniert DM 8,50

„Das Buch ist für das gesamte deutsche Feuerlöschwesen seit 1944 ein Begriff. Es ist aus der Notwendigkeit entstanden, die während des Krieges geschaffenen amtlichen Rahmenvorschriften für die Entwicklung des Löschangriffes im Sinne eines einheitlichen Exerzitiums zu ergänzen und auch jene Übungen grundsätzlich zu regeln, für die von der Zentralinstanz keine Bestimmungen erlassen worden sind. Bis zum Kriegsende kam ihm halbamtlicher Charakter zu. Die neue Auflage stellt eine glückliche Synthese zwischen den Notwendigkeiten des Feuerwehrdienstes und den Verkehrsformen demokratischer Einrichtungen dar und ist durch Hinzufügung von Lehrstoff über Fahrzeuge und Geräte, Armaturen, Schläuche und Zubehör zu den Ausbildungsrichtlinien wesentlich erweitert worden.“

Zeitschrift „Brandschutz“

## Handbuch des Hufbeschlages

Von Prof. Dr. Bauer

230 S. mit zahlr. Abbildungen u. Skizzen. Halbleinen DM 12,—

Ein überall eingeführtes und für Theorie und Praxis einfach unentbehrliches Fachbuch. Es dient der Erkenntnis, daß sich Motor und Pferd nicht ausschließen, sondern ergänzen.

sowie die weitere Literatur unserer Auslieferungsverzeichnisse (bitte anfordern!).

**E. S. MITTLER & SOHN GMBH., DARMSTADT**

