

angeordneten Diagramme zeigt, daß die Gaspumpe auch bei normalem Betriebe, der durch das voll ausgezogene Diagramm veranschaulicht wird, während des ersten Teiles des Druckhubes einen Teil des Gases in die Saugleitung zurückschiebt. Wäre dieses nicht der Fall, so würden sich die durch die Leitung 22 und den Ringraum 23 einströmende Luft und das durch die Leitung 21 und den Ringraum 24 zuströmende Gas unmittelbar über dem Einlaßventil 2 treffen und bei dessen Öffnung in das Zylinderinnere treten. Tatsächlich soll aber bei der Zweitaktmaschine zunächst reine Luft unter Überdruck in den Arbeitszylinder gelangen und die verbrauchten Verbrennungsgase austreiben. Dies wird durch die ungleiche Arbeitsweise der Pumpen bewirkt, denn da die Luftpumpe schon in die Druckleitung 22 fördert, während die Gaspumpe noch in die Saugleitung zurückschiebt — der Übertritt in die Druckleitung wird durch die Rückschlagventile 17 verhindert —, tritt die durch 23 zuströmende Luft in den Ringraum 24 und drängt das dort befindliche Gas etwas zurück, so daß sich bei Eröffnung des Ventils nur Luft (Spül- oder Fegeluft) über diesem befindet. Für die ständige gleichmäßige Zusammensetzung des Gemisches ist von großer Wichtigkeit, daß beide Pumpen auf denselben Druck (vgl. die Diagramme) verdichten.

Für viele Zwecke, wie z. B. für den Antrieb von Booten, ist die *Umsteuerung* der Verbrennungsmaschinen sehr wichtig, da die gebräuchliche Einschaltung von Wendegetrieben mancherlei Nachteile im Gefolge hat. Es sind in dieser Hinsicht die mannigfachsten Vorschläge gemacht worden. Die einen benutzen für Vorwärts- und Rückwärtslauf dieselben Steuernocken und ändern die Drehrichtung der Maschinen durch Verdrehen der Nocken auf der Steuerwelle; andere nehmen besondere Nocken für Vorwärts- und Rückwärtslauf, die nebeneinander auf der Steuerwelle sitzen und entweder auf ihr oder mit ihr verschoben werden, so daß immer nur die für die jeweilig gewünschte Drehrichtung bestimmten Nocken zur Wirkung gelangen (vgl. S. 137 und 144).

3. Zündvorrichtungen.

Die Entzündung der im Zylinder befindlichen verdichteten Ladung kann auf folgende vier verschiedene Arten vorgenommen werden: 1. durch eine offene Flamme, 2. durch ein glühendes Röhrchen, 3. durch einen elektrischen Funken, 4. durch die bei der Verdichtung des Gemisches entstehende Wärme.

Die Zündung durch eine offene Flamme ist gegenwärtig verlassen. Auch die Zündung durch ein Glührohr wird nur noch bei kleineren und mittleren Maschinen benutzt. Das Glührohr ist ein an einem Ende offenes und mit diesem mit dem Zylinderinnern in Verbindung stehendes Rohr aus Porzellan, Platin oder Schmiedeeisen, dessen Außenseite durch eine offene Flamme auf Rotglut erwärmt wird. Neben den ständig mit dem Zylinderinnern in Verbindung stehenden ungesteuerten Glührohren sind auch (selten) gesteuerte im Gebrauch, bei denen die Verbindung zwischen dem Innern des Rohres und dem Zylinder nur zu gewissen Zeitpunkten hergestellt wird.

Das Glührohr wirkt folgendermaßen. Während der Saugperiode entweicht ein Teil der im Innern des Rohres befindlichen heißen Gase in den Zylinder. Der Rest wird beim Kompressionshube wieder in das Rohr zurückgedrängt. Sobald das frisch komprimierte Ladungsgemisch an die glühende Stelle des Rohres kommt, erfolgt die Zündung, deren Zeitpunkt durch Verlegung der Glühzone geregelt werden kann. Tritt die Zündung zu spät ein, so wird die Glühzone nach dem Zylinder zu verlegt; tritt sie zu früh ein, mehr nach dem anderen Ende des Rohres zu. Die äußere Anordnung einer solchen Zündung eines Grusonwerk-Motors zeigen die Fig. 229—231. In diesen ist 1 das Glührohr und 2 der Ansatz für den Zylinderkopf. Der Kamin 3 ruht auf den Tragstiften 4, auf denen er zur Verlegung des Zündzeitpunktes verschoben und in der gewünschten Stellung mittels der Schraube 5 festgestellt werden kann. Die Erhitzung

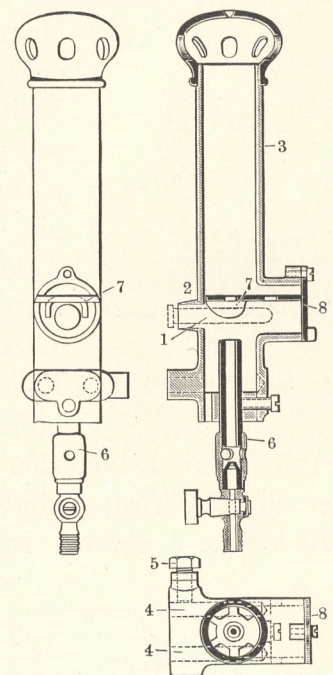


Fig. 229—231. Brenner mit Kamin eines Grusonwerk-Motors.

des Glührohres geschieht durch den in senkrechter Richtung verstellbaren Bunsenbrenner 6, dessen Flamme durch den Teil 7 verteilt wird. Häufig ist nach einmal erfolgter Anwärmung eine weitere äußere Beheizung entbehrlich, da die bei der Verpuffung eintretende Erwärmung genügt, um das Glührohr im glühenden Zustande zu erhalten. 8 ist eine Schauklappe, um das Glührohr beobachten zu können.

Am verbreitetsten ist jetzt die elektrische Zündung. Der für diese erforderliche Strom wird entweder durch eine Elementen- oder Akkumulatorenbatterie erzeugt oder mittels einer kleinen magnetelektrischen Maschine. Wenn auch die Anordnung einer Batterie am einfachsten ist, da sie keine beweglichen Teile besitzt und an beliebiger Stelle untergebracht werden kann, so haften ihr doch verschiedene Nachteile an, namentlich der, daß der Strom keine konstante Stärke behält, infolgedessen von Zeit zu Zeit ein Nachfüllen oder Aufladen

der Batterie erforderlich ist. Diesen Mängeln gegenüber bieten die magnetelektrischen Zündapparate den Vorteil großer Betriebssicherheit. Je nach der Art, wie bei diesen Apparaten die für die Lieferung des Stromes erforderliche Drehgeschwindigkeit des Ankers gegenüber den

Magnetpolen erzeugt wird, sind drei Hauptgruppen zu unterscheiden. Bei der ersten steht der Anker mit den sich drehenden Teilen der Maschine in fester Verbindung, dreht sich also ständig; bei der zweiten wird der Anker durch eine sogenannte Abschnappsteuerung mitgenommen, um dann plötzlich unter Federwirkung mit großer Geschwindigkeit zurückzuschleunigen, vollführt also eine hin und her schwingende Bewegung, und bei der dritten schließlich stehen Anker und Magnet fest, während zwischen ihnen, wie unten eingehender erläutert ist, eine Hülse hin und her schwingt.

Die Erzeugung des Funkens geschieht entweder durch eine elektrische Kerze (Zündkerze oder Zünder) oder durch eine Abreißvorrichtung. Die Ausbildung der *Zündkerze* zeigt im Prinzip Fig. 232. In einem metallenen, mit

Außengewinde versehenen Pfropfen 1, der in entsprechendes Muttergewinde des Zylinders eingeschraubt wird, befindet sich ein Isolierstäbchen 2 aus Porzellan, durch dessen Mitte die eine Elektrode 3 geführt ist, während die andere Elektrode 4 mit dem Metallteil 1 der Kerze in

Verbindung steht. Beide Elektroden stehen einander in einem Abstände von etwa 1 mm gegenüber, der von dem elektrischen Funken übersprungen wird. Die Elektrode 3 ist durch Klemme 5 mit der Hochspannungsleitung verbunden, während als Zuleitung für die andere Elektrode die Metallmasse des Zylinders dient, mit welcher der metallene Teil 1 der Kerze verschraubt ist.

Bei der *Abreißzündung* entsteht der Zündfunke dadurch, daß im Augenblick der Zündung zwei bis dahin in inniger Berührung miteinander befindliche Kontaktteile voneinander entfernt werden.

Gegen den durch die Hülse 2 (s. Fig. 233 und 234) isolierten, mit der Stromzuleitung 3 verbundenen Kontaktstift 1 legt sich der Kontakthebel 4, dem der Strom durch die Metallmasse 8 des Zylinders unter Vermittelung des metallenen Teiles 9 und Stiftes 5 zugeführt wird. Bemerkt sei, daß die Seite der Zylinderwandung 8, auf der sich Hebel 4 befindet, das Innere des Zylinders; die andere, auf welcher der Hebel 6 mit der Feder 7 sitzt, den Raum außerhalb des Zylinders darstellt. Der Hebel 4 ist fest mit dem drehbar gelagerten Stift 5 verbunden, an dessen anderem Ende ein Hebel 6 sitzt, der durch die Feder 7 so beeinflusst wird, daß sich Hebel 4 fest gegen Stift 1 legt. Im Moment der Zündung stößt die Unterbrecherstange 10 gegen Hebel 6 und hebt den Hebel 4 vom Stift 1 ab, wodurch eine Unterbrechung des Stromkreises und ein Öffnungsfunke entsteht, der die Zündung bewirkt.

Bei der Benutzung einer Elementen- oder Akkumulatorenbatterie sind zwei voneinander getrennte Stromkreise vorhanden. In den von der Batterie 1 (Fig. 235) gespeisten Stromkreis, den

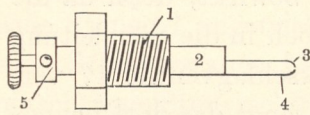


Fig. 232. Zündkerze.

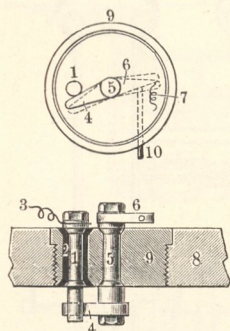


Fig. 233 und 234.
Abreißzündung.

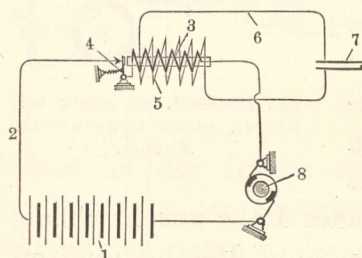


Fig. 235. Schaltung der Batterie-zündung.

primären Stromkreis 2, sind ein weiter unten näher erläuteter Stromverteiler und die Primärwicklung einer Induktionsspule 3 nebst Unterbrecher 4 (Wagnerscher oder Neef'scher Hammer) eingeschaltet. Die durch die Primärspule in rascher Folge gesandten Stromstöße erzeugen in der sie umgebenden Sekundärwicklung 5 einen hochgespannten Induktionsstrom, der den Luftraum zwischen den beiden Elektrodenspitzen einer in den Sekundärstromkreis 6 eingeschalteten Zündkerze 7 überspringt. Gesteuert wird diese Zündung durch einen von der Maschine angetriebenen Stromverteiler 8, der den primären Stromkreis in dem Augenblick, in dem gezündet werden soll, in dem also im sekundären Stromkreis Funken überspringen sollen, schließt. Bei jeder Zündung springen eine ganze Reihe von Funken hintereinander über, so daß die Zündung sicher erfolgt.

Fig. 236 und 237 zeigen einen magnetelektrischen Zündapparat der Firma Bosch in Stuttgart. Bei diesem stehen sowohl der Siemenssche I-Anker 1 als auch die aus mehreren Hufeisenmagneten 2 gebildeten Polschuhe fest. Zwischen Anker und Polschuhen vollführen zwei aus weichem Eisen bestehende Segmente 3 Schwingungen von etwa $20-25^\circ$, die dadurch hervorgerufen werden, daß sich ein auf der Steuerwelle angeordneter Daumen 4 gegen den mit den Segmenten 3 in fester Verbindung stehenden Hebel 5 legt. Ist Daumen 4 unter dem Hebel 5 hinweggeglitten, so wird letzterer durch die Federn 6 in die Anfangsstellung zurückgeführt. Mit Hebel 5 ist Stange 7 verbunden, deren anderes Ende in eine den Stift 8 umfassende Gabel ausläuft. Stift 8 sitzt an dem einen Schenkel eines Winkelhebels, dessen anderer Schenkel unter Einwirkung der Feder 9 steht. Befestigt ist der Winkelhebel an einem Zapfen 10, der durch Flansch 11 hindurch in das Innere des Zylinders hineinragt und dort den sich unter Wirkung der Feder 9 gegen Stift 13 legenden Zündhebel 12 trägt. Stift 13 ist mit Isolierung in den Flansch eingesetzt und durch Leitung 14 mit der Klemme 15 verbunden, zu der ein Ende der Wicklung des Ankers 1 führt. Das andere Ende ist an den Körper des Apparates gelegt und steht durch ihn mit dem Zündhebel 12 in Verbindung. Die Wirkung ist folgende. In dem Maße wie sich die Segmente 3 über den feststehenden Anker 1 schieben (Fig. 237), gehen mehr und mehr Kraftlinien (vgl. Abt. „Elektrotechnik I“) durch diesen. Die Größe der in der Ankerwicklung induzierten elektromotorischen Kraft ist abhängig von der Größe der in der Zeiteinheit auftretenden Änderung der Kraftlinienzahl. Da die Kraftlinienzahl, wenn die Segmente 3 durch die Federn 6 mit großer Schnelligkeit in die Anfangsstellung zurückgerissen werden, plötzlich stark abnimmt, entsteht in der Ankerwicklung ein kräftiger Stromstoß, der durch die Leitung 14, Stift 13, Hebel 12 und den Körper des Apparates wieder zur Wicklung zurückkehrt. Bei der großen Heftigkeit, mit welcher der Hebel 5 in die Gleichgewichtslage zurück-schnellt, überschreitet er diese zunächst. Die Folge ist, daß die Gabel der Stange 7 gegen den Stift 8 schlägt, wodurch eine Drehung des Zapfens 10 und damit ein Abheben des Zündhebels 12 von dem Stift 13 herbeigeführt wird, so daß ein kräftiger Zündfunke überspringen kann.

Das an vierter Stelle genannte Zündverfahren, bei dem die Kompressionswärme in Verbindung mit der Abwärme der heißen Zylinderwandungen zur Zündung benutzt wird, bedarf keiner eigentlichen Zündvorrichtung. Es ist beim Dieselmotor besprochen, wo es angewendet wird.

Das an vierter Stelle genannte Zündverfahren, bei dem die Kompressionswärme in Verbindung mit der Abwärme der heißen Zylinderwandungen zur Zündung benutzt wird, bedarf keiner eigentlichen Zündvorrichtung. Es ist beim Dieselmotor besprochen, wo es angewendet wird.

4. Kühleinrichtungen.

Da durch die Verbrennung des Gemisches im Zylinder eine beträchtliche Wärme entwickelt wird, müssen die mit den heißen Verbrennungsgasen in Berührung kommenden Maschinenteile gekühlt werden, da sie sonst unter der Einwirkung der Hitze zerstört würden. Bei kleinen

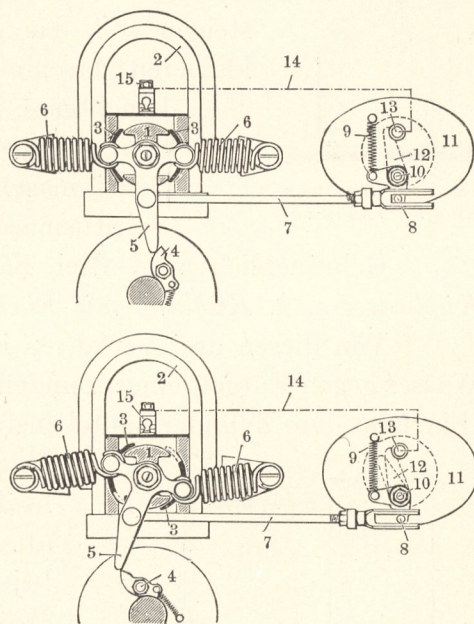


Fig. 236 und 237. Zündapparat mit ruhendem Anker von Bosch.