

äußere Atmosphärendruck überwunden werden. Während der Kurbelbewegung von II nach III erhält das Kolbengestänge eine beschleunigte Bewegung nach links, an der die im Rohr 3 befindliche Wassersäule wegen der ihr innewohnenden Trägheit zunächst noch nicht teilnimmt. Diese hat noch die Neigung, relativ zum Kolben nach rechts zu gehen, welche Wasserbewegung anhält, bis der atmosphärische Druck gegen das bei 12 herrschende Vakuum den Beschleunigungsdruck der Wassersäule überwindet und unter Schließen des Ventils 7 die Wasserbewegung zum Stillstand bringt. Gleichzeitig führt jetzt das Überwiegen des Atmosphärendruckes gegen das Vakuum 12 dazu, daß sich Ventil 6 öffnet und die Wassersäule in den Hohlräumen 18, 2 anfängt, relativ zum Kolben nach links zu strömen und hierbei aus dem Behälter 13 durch das Rohr 4 nachzusaugen. Verstärkt wird diese Strömung durch die Kolbenverzögerung während der Kurbelbewegung von III nach IV, bei der die Wassersäule im Rohr 3 relativ zum Kolben in Ruhe und Ventil 7 geschlossen bleibt. Während der Kurbelbewegung von IV nach I hat die beschleunigte Kolbenbewegung zunächst noch dieselbe Wirkung. Zur Regelung der durchströmenden Wassermenge können in den Zu- und Abflußleitungen 4, 5 Hähne angebracht sein.

5. Anlaßvorrichtungen.

Wie schon oben hervorgehoben ist, laufen die Verbrennungsmaschinen nicht von selbst an, sondern bedürfen einer besonderen Anlaßvorrichtung, und zwar wegen der großen Eigenwiderstände der Maschine. Beim Viertakt z. B. wirkt die Maschine während des ersten Kolbenhin- und -herganges als Verdichtungspumpe; erst beim dritten Kolbenhub wird auf den Kolben eine Kraft ausgeübt. Um die Widerstände beim Anlassen möglichst zu verringern, wird die Verdichtungs- endspannung dadurch niedrig gehalten, daß während des ersten Teiles des Verdichtungshubes das Auslaßventil geöffnet und ein Teil des Gemisches in die Auspuffleitung ausgestoßen wird. Dies geschieht durch Einschalten eines kleinen, auf das Auslaßventil wirkenden Hilfsnockens, der wieder ausgerückt wird, sobald die Maschine im Gange ist. Die einfachste Art des Anlassens ist das Andrehen der Maschine durch Erfassen des Schwungrades, jedoch ist dieses Verfahren nur für kleinere Maschinen verwendbar und auch für diese nicht zu empfehlen, da leicht Unglücksfälle vorkommen. Bei den besonderen Anlaßvorrichtungen unterscheidet man das Andrehen: 1. mit einer Andrehkurbel, 2. mit einem Hilfsmotor, 3. mit explosiblem Gemisch, 4. mit Druckluft, 5. mit elektrischem Strom.

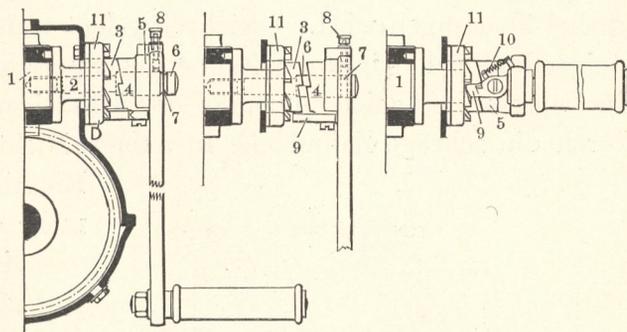


Fig. 245—247. Andrehkurbel (Deutzer Sicherheitskurbel).

Andrehkurbeln werden bei kleineren Maschinen unmittelbar auf die anzutreibende Welle gesetzt. Bei größeren Maschinen wird zwischen Andrehkurbel und Kurbelwelle ein Vorgelege, Ketten- oder Rädergetriebe, eingeschaltet und hierdurch eine Übersetzung ins Langsame herbeigeführt. Die sogenannten Sicherheitskurbeln müssen augenblicklich ausgerückt werden: sowohl dann, wenn die Maschine unter dem Einfluß der Verpuffung plötzlich anspringt, d. h. rascher zu laufen anfängt, als sich die Andrehkurbel dreht, als auch dann, wenn sich im Falle einer Frühzündung die Maschine plötzlich in einem der Andrehkurbel entgegengesetzten Sinne zu drehen beginnt. Ein Beispiel einer solchen Sicherheitskurbel der Gasmotorenfabrik Deutz zeigen die Fig. 245—247. In diesen ist 1 die anzudrehende Welle, die mit dem einen Teil 2 einer Klauenkuppelung in fester Verbindung steht. Dieser Teil trägt an seiner Stirnfläche schräg verlaufende Zähne 3; diese greifen in entsprechend ausgebildete Zähne 4 des anderen, mit der Kurbel fest verbundenen Kuppelungsteiles 5, der auf einem mit der Kurbelwelle verschraubten Bolzen 6 axial verschiebbar und drehbar angeordnet ist. Der Bolzen besitzt an seinem Ende eine Einkerbung 7, in die ein unter Federwirkung stehender, im Teil 5 geführter Stift 8 einschnappt. An dem Teil 5 sitzt ferner noch drehbar eine Sperrklinke 9, die durch eine Feder 10 in der in der Fig. 247

veranschaulichten Lage gehalten wird. Wie die Figur zeigt, kann sich diese Klinke nur in der dem Sinne des Uhrzeigers entgegengesetzten Richtung drehen. Schließlich ist noch der mit schräg ansteigenden Zähnen versehene Sperrkranz 11 zu erwähnen, der an dem Maschinengestell befestigt ist. Die Wirkungsweise der Kurbel ist folgende. Beim Andrehen legen sich die Zähne 4 gegen die Zähne 3, wodurch Welle 1 mitgenommen wird. Sperrklinke 9 stößt hierbei gegen jeden vorstehenden Zahn des festen Sperrkranzes 11, was aber belanglos ist, da die Klinke in dem dem Laufe des Uhrzeigers entgegengesetzt gerichteten Sinne ausweichen kann. Springt die Maschine plötzlich an, so gleiten die schrägen Flächen der Zähne 3 an den entsprechenden Flächen der Zähne 4 entlang und verschieben den Teil 5 mit der Kurbel, bis Stift 8 in die Eindrehung 7 einfällt.

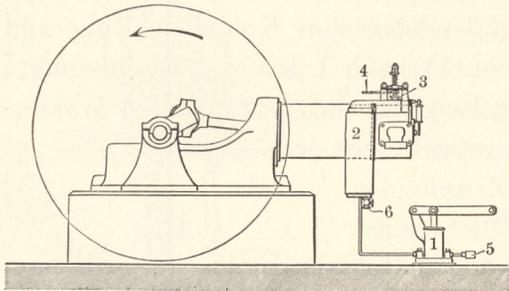


Fig. 248. Andrehen mit explosiblem Gemisch.

Die Kurbel steht nunmehr still (s. Fig. 246) und kann leicht nach Anheben des Stiftes 8 von der sich drehenden Welle bzw. dem Bolzen 6 abgezogen werden. Mitunter tritt nun eine Entzündung des Gasgemisches vor Beendigung der Kompression, eine sogenannte Frühzündung, ein. In diesem Falle kann der Kolben den Kompressionshub nicht beenden, sondern wird sofort wieder zurückgetrieben, so daß sich die Maschine im entgegengesetzten Sinne dreht, welche Bewegung durch die in Richtung der Achse verlaufenden Flächen der Zähne 3 und 4 auf die Andrehkurbel übertragen wird. Gleichzeitig legt sich aber auch die Sperrklinke 9 gegen die schräg ansteigende Fläche eines der Zähne des Sperrkranzes 11 (s. Fig. 247). Die Sperrklinke wird hierdurch veranlaßt, sich im Sinne des Uhrzeigers zu drehen. Da sie dieses nicht kann, wird sie durch die schräge Zahnfläche in axialer Richtung verschoben, so daß die Zähne 3 und 4 außer Eingriff kommen. Teil 5 und die Kurbel nehmen nunmehr die in Fig. 246 veranschaulichte Lage ein.

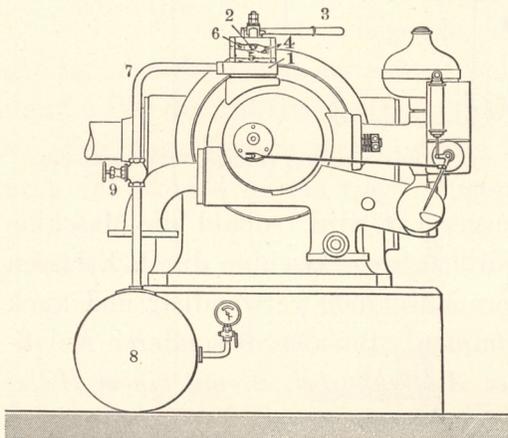


Fig. 249. Anlassen mit Druckluft.

Andrehen mit einem Hilfsmotor empfiehlt sich, wenn eine zweite Kraftmaschine vorhanden ist, es also nicht der besonderen Aufstellung einer solchen bedarf. Billiger als dieses Verfahren ist das *Anlassen mit explosiblem Gemisch*. Hierbei wird die Kurbel zunächst etwa 20° über diejenige innere Totpunktlage gestellt, bei der die Zündung stattfindet. Zum Einführen des Gemisches dient die kleine Handpumpe 1 (Fig. 248), die mit dem Behälter 2 in Verbindung steht. 3 ist das durch den Hebel 4 zu öffnende Anlaßventil und 5 der mit Benzin zu beschickende Vergaser. Zunächst wird bei geöffnetem Anlaßventil 3 mit der kleinen Handpumpe 1 Gemisch in das Zylinderinnere gepumpt. Dies muß vorsichtig geschehen, um zu verhüten, daß infolge des entstehenden Druckes der Kolben vorwärts geht. Hierauf wird das Anlaßventil geschlossen und der Behälter 2 auf einen höheren Druck aufgepumpt. Im Anschluß hieran findet ein rasches Öffnen des Anlaßventils statt. Das unter höherem Druck stehende Gemisch strömt in den Zylinder über und treibt den Kolben langsam vorwärts, bis eine Entzündung stattfindet, worauf das Anlaßventil geschlossen wird. Die durch die Entzündung hochgespannten Gase erteilen dem Kolben eine raschere Bewegung, wodurch in dem Schwungrade lebendige Kraft aufgespeichert wird, und zwar so viel, daß die Maschine einige weitere Umdrehungen machen und hierbei den normalen Betrieb einleiten kann. 6 ist schließlich noch ein kleiner Hahn an dem Behälter 2, der zu dessen Reinigung von den Verbrennungsrückständen dient. Diese Reinigung geschieht dadurch, daß beim Auslaufen der Maschine dieser Hahn geöffnet wird, wodurch bei geöffnetem Ventil 3 reine Luft angesaugt und wieder ausgestoßen wird.

Anlassen mit Druckluft ist heute das häufigste Anlaßverfahren. Die hierzu erforderliche

Druckluft wird bei kleineren Maschinen dadurch gewonnen, daß nach Abstellung der Brennstoffzufuhr die während des Auslaufens der Maschine angesaugte und komprimierte Luft in einen Sammelbehälter hineingedrückt wird. Ein Beispiel hierfür zeigt Fig. 249. In dieser ist 1 das Ladeventil, dessen Spindel die Zapfen 2 trägt; diese werden in ansteigenden Nuten des Ventilgehäuses geführt und durch Drehen des Hebels 3 in drei verschiedene Lagen 4, 5, 6 gebracht. 7 ist die zum Sammelbehälter 8 führende Leitung, in die ein Ventil 9 eingeschaltet ist. Während des normalen Betriebes befinden sich die Zapfen 2 in der Stellung 4, wodurch das Ventil derart fest auf seinen Sitz gepreßt wird, daß es von den im Zylinder auftretenden hohen Drucken nicht geöffnet wird. Beim Auslaufen des Motors werden die Zapfen in die Mittelstellung 5 gebracht. Nunmehr wird das Ventil, wenn die frisch angesaugte Luft komprimiert wird, geöffnet, so daß die Druckluft durch die Leitung 7 in den Sammelbehälter 8 eintreten kann. Soll schließlich beim Stillstand der Maschine angelassen werden, so werden die Zapfen in die dritte Stellung 6 gebracht, dadurch das Ventil geöffnet und die Verbindung zwischen Druckluftbehälter und Zylinder hergestellt. Dieser besonderen Ausführungsform des Verfahrens haftet der Übelstand an, daß der jeweilig zum Anlassen vorhandene Luftvorrat nur verhältnismäßig gering ist. Ist er verbraucht, und ist die Maschine dabei aus irgendeinem Grunde nicht angesprungen, so muß zu einem Andrehen von Hand geschritten werden. Um dieses zu vermeiden, werden größere Maschinen mit besonderen Anlaßkompressoren ausgerüstet, die während des Betriebes von der Maschine angetrieben werden und Luft von 10—15 at in einen Sammelbehälter pressen (vgl. hierzu auch das Klappmodell des Dieselmotors).

Das Anlaßverfahren mit elektrischem Strom ist nur anwendbar, wenn die Verbrennungsmaschine zum Antrieb einer Dynamomaschine dient und eine Akkumulatorenbatterie vorhanden ist. In diesem Falle wird die Dynamo als Elektromotor geschaltet, der mit dem aufgespeicherten Strom betrieben wird und die Verbrennungsmaschine andreht.

6. Schalldämpfungsmittel.

Die Schalldämpfungsmittel müssen sowohl am Ansaugerohr als auch am Auspuffrohr vorgesehen sein, um das Strömungsgeräusch der angesaugten Luft und der auspuffenden Abgase zu verringern. Sie werden als *Saug-* und *Auspufftöpfe* bezeichnet. Bei den Saugtöpfen wird noch der Nebenzweck verfolgt, die Luft von groben Verunreinigungen zu befreien. Die Dämpfung des Schalles erfolgt entweder durch allmähliche Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit oder durch nach dem Prinzip der Helmholtz-Resonatoren ausgebildete Ausgleichräume.

Ein *Saugtopf* hat eine Größe, die etwa dem fünffachen Hubvolumen des Arbeitszylinders gleichkommt. Unter Umständen genügt es, die Maschine aus dem hohlen Rahmen- oder Gestellfuß ansaugen zu lassen. Unzweckmäßig ist es dagegen, bei stehenden Maschinen die Ansaugluft aus dem geschlossenen Kurbelgehäuse zu entnehmen, da diese Luft einerseits wegen der Erwärmung von geringerer Dichte und andererseits nicht frei von Verunreinigungen wie Abdämpfen ist. Bei großen Maschinen werden gemauerte Saugschächte angeordnet, aus denen die Maschine ansaugt.

Die *Auspufftöpfe* müssen, um ihren Zweck wirksam zu erfüllen, größer sein als die Saugtöpfe. Bei ihnen wird mit einem 15—20fachen Volumen des Arbeitszylinders gerechnet. Da infolgedessen ihre bauliche Anordnung auf Schwierigkeiten stößt, werden häufig mehrere kleinere Auspufftöpfe hintereinander geschaltet. Auch hier hat sich bei größeren Maschinen die Anordnung gemauerter unterirdischer Kanäle als vorteilhaft erwiesen, nachdem sich der erste Spannungsausgleich zwischen Auspuffgasen und Atmosphäre in einem Auspufftopf vollzogen hat. Ferner ist noch darauf zu achten, daß die heißen Auspuffgase — diese verlassen die Maschine mit einer Temperatur von etwa 400° — vor dem Eintritt in den Auspufftopf gekühlt werden. Mitunter wird eine schädliche Erwärmung des Auspufftopfes dadurch vermieden, daß das von der Maschine abgeführte Kühlwasser zum Teil in den Auspufftopf eingespritzt wird. Über die Kühlung der Auspuffgase vgl. die Beschreibungen der Fig. 250 und Fig. 273.