

die Steuerkante des Kolbens die Spülschlitze geschlossen hatte, wodurch es möglich wurde, den Zylinder mit Spülluft aufzuladen, ein Verfahren, von dem man noch heute Gebrauch macht.

Der Motor bestand einen Dauerlauf von sechs Tagen und sechs Nächten, ohne daß sich Beanstandungen ergaben. Zu einem Ausbau zur Sechszylindermaschine ist es infolge des Kriegsausganges nicht mehr gekommen, jedoch ist der Versuchszyylinder noch über ein Jahr nach dem Kriegsende in den Werkstätten der Firma Körting als Betriebsmaschine benutzt worden. Dann wurde er verschrottet.

### XXXIII. Aus der Frühgeschichte anderer deutscher Motorfirmen

Als die Dieselpatente 1907/08 abgelaufen waren, nahm die Zahl der Firmen, die in Deutschland Verbrennungsmotoren bauten, rasch zu. Ein Verzeichnis aus dem Jahr 1914 führt 206 Namen von Fabriken auf, in denen Diesel- und Ottomotoren hergestellt wurden. Von ihnen werden nur noch 25 in der vom Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten (1958) herausgegebenen Zusammenstellung „Deutsche Verbrennungsmotoren“ genannt; die anderen sind entweder in fremden Firmen aufgegangen oder der Ungunst der Zeiten erlegen. Mehr als 20 Firmen haben den Verbrennungsmotorenbau seit 1914 neu aufgenommen; einige von ihnen haben ihn wieder aufgegeben. Die Gesamtzahl der in dem erwähnten Verzeichnis genannten deutschen Firmen beträgt gegenwärtig 46. Unter ihnen befinden sich alle großen Firmen, deren Geschichte wir behandelt haben; nur Körting fehlt, der heute auf anderen Arbeitsgebieten tätig ist.

Neben den größeren Unternehmen, die nach dem Vorbild OTTOS und lange bevor DIESEL seinen Motor erfand, den Verbrennungsmotorenbau betrieben haben, sind sieben deutsche Firmen zu nennen, die seit mehr als einem halben Jahrhundert Verbrennungsmotoren gebaut und sich in allen Krisen, die seither über die deutsche Wirtschaft hinweggegangen sind, durch die Tüchtigkeit ihrer Leiter behauptet haben. Einige von ihnen befinden sich noch heute in demselben Privatbesitz wie zur Zeit ihrer Gründung. Auch sie haben dazu beigetragen, daß der Verbrennungsmotorenbau sich auf ein dauerhaftes Fundament stützen kann, und haben das fachliche Können auf unserem Gebiet überliefert und verbreitert. Wenn wir ihre Leistungen nicht mit derselben Ausführlichkeit beschreiben können wie die der anderen Firmen, so liegt dies daran, daß der zweite Krieg den größten Teil ihrer geschichtlichen Aufzeichnungen vernichtet hat.

Die Firmen, die wir nennen, sind in der zeitlichen Reihenfolge aufgeführt, wie sie den Verbrennungsmotorenbau aufgenommen haben. Die älteste ist die **Hamburger Motoren-Fabrik Carl Jastram**, deren Gründung auf die Zeit zurückgeht, als OTTO den Viertaktmotor noch nicht erfunden hatte und die Gasmotoren-Fabrik Deutz ihre atmosphärischen Gaskraftmaschinen baute. Im Jahr 1873 richtete CARL JASTRAM in Hamburg-Bergedorf eine Werkstatt ein, in der er sich anfangs wohl nur mit Schlosserarbeiten beschäftigt hat. Als die Viertaktmotoren aufkamen, wurde CARL JASTRAM sehr frühzeitig auf sie aufmerksam. Sogleich nach dem Fall des Viertaktpatentes begann er 1887 mit dem Bau eines kleinen Petroleummotors von 2 PS Leistung, den er allein entwarf und mit Unterstützung weniger Gesellen gebaut hat. Außer dem Schwungrad und der Kurbelwelle wurden alle Teile mit der Hand bearbeitet. Sein erster Motor,

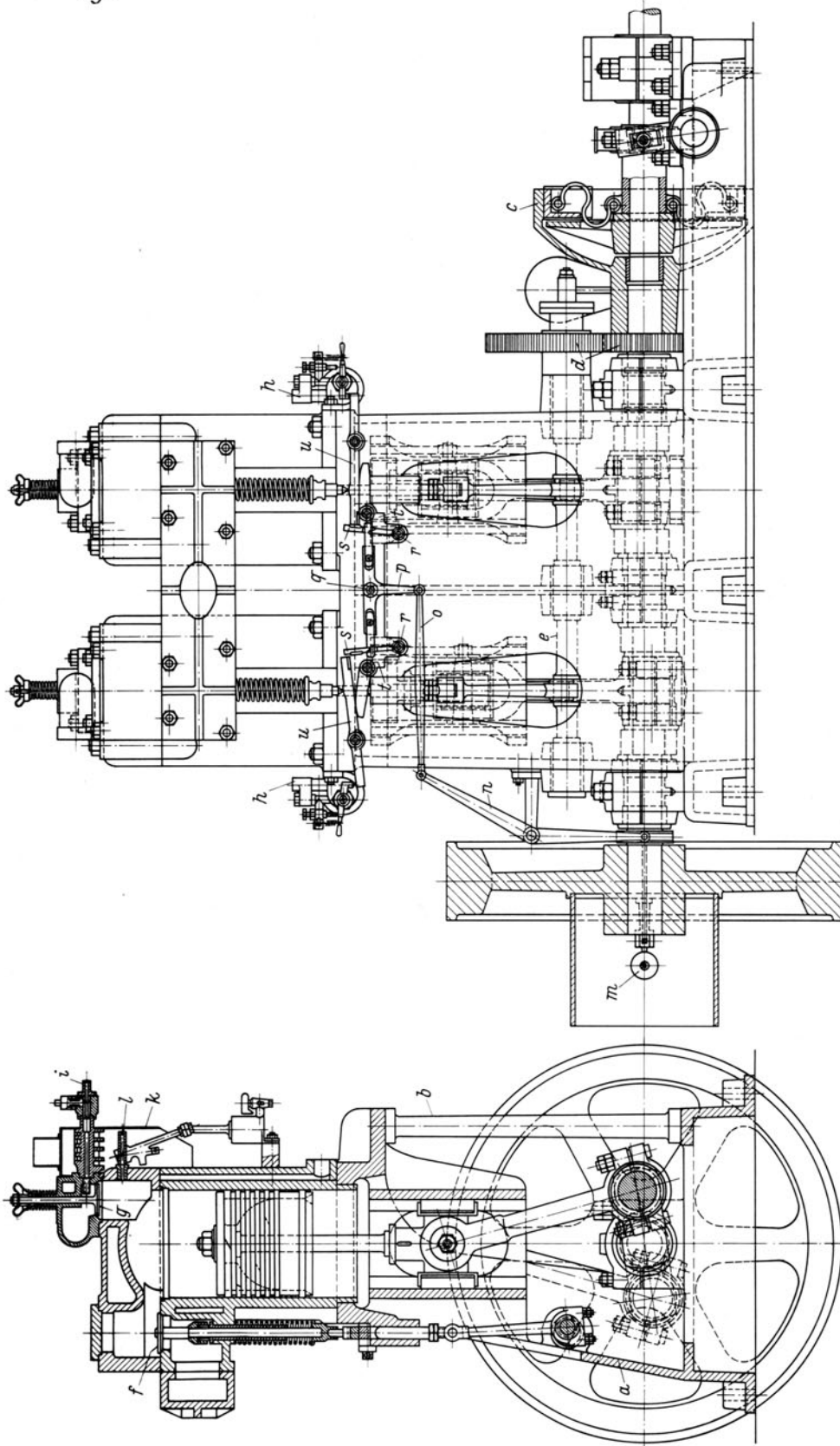


Bild 364. Zweizylinderiger 20 PS-Petroleum-Bootsmotor, gebaut von Carl Jastram, Hamburg-Bergedorf (1903)

Die Bauart des Motors lehnt sich an die damals übliche Bauart kleiner Schiffsdampfmaschinen an: die Zylinder stehen teils auf dem mit der Grundplatte aus einem Stück gegossenen Ständer *b*, teils auf geschmiedeten Säulen *a*. Das Kurbelgehäuse ist auf der Bedienungsseite offen  
*c* Ausrückkuppelung; *d* Zahnräder zum Antrieb der Steuerwelle *e*; *f* Einlaßventil; *g* Auspuffventil; *h* Brennstoffpumpe; *i* Brennstoffdruckleitung; *k* Kamin;  
*l* Glührohr; *m* Regler; *n-o* Regelgestänge; *p* T-förmiger Hebel, um Zapfen *q* beweglich; *r* Drehzapfen für Hebel *s*; *t* Zwischenstücke mit Wälzhebeln; *u* Hebel für Antrieb der Auspuffventile *f* und der Brennstoffpumpen *h*

der 260 Umdrehungen in der Minute machte, erhielt 1889 auf der Hamburger Industrieausstellung eine Auszeichnung.

Um die Jahrhundertwende bietet die Hamburger Motoren-Fabrik schon fünf verschiedene Größen mit Zylinderleistungen von 2 bis 20 PS als „Stationäre Petroleum- oder Benzin-Motore“ sowie als „Petroleum- oder Benzin-Boots-Motore Patent Jastram“ an. Es sind Ein- und Zweizylindermotoren mit Drehzahlen von 420 bis 300 U/min. „Der Verbrauch beträgt höchstens 0,5 kg per Stunde und effective Pferdekraft.“ Die Bootsmotoren werden in der Fabrikation bald vorherrschend; die Nähe des Hamburger Hafens begünstigt ihren Absatz. Bild 364 zeigt einen zweizylindrigen Viertakt-Bootsmotor aus dem Jahr 1903. Mit seinen zwei Zylindern ist der Motor nicht umsteuerbar; er behält auch bei Rückwärtsfahrt seine Drehrichtung bei, und die Propellerwelle wird durch ein Zahnradwendegetriebe auf Rückwärtsfahrt umgelegt, oder der Propeller ist mit drehbaren Flügeln versehen. Soll der Motor, was im Bootsbetrieb häufig vorkommt, längere Zeit leerlaufen, ohne daß man ihn anzuhalten wünscht, so wird er durch die Ausrückkupplung *c* von der Wellenleitung getrennt, oder die beiden Propellerflügel werden in die Nullstellung gedreht.

Im Längsschnitt ist das Zahnradgetriebe *d* sichtbar, das die Steuerwelle *e* mit halber Drehzahl antreibt. Von *e* werden durch Exzenter und Exzenterstangen die Auspuffventile *f* betätigt. Nur diese werden mechanisch gesteuert; die Einlaßventile *g* öffnen sich beim Abwärtsgang der Kolben selbsttätig. Der Brennstoff, Petroleum, wird von den Pumpen *h* durch Leitungen *i* vor die Einlaßventile gefördert und beim Saughub des Kolbens mit der Luft in den Zylinder gesaugt. Der Teil der Brennstoffleitung, der an den Zylinderkopf anschließt, ist als Rippenkörper ausgebildet, der von einem Blechkamin *k* umschlossen ist und mit dem Glührohr *l* vor dem Anfahren durch eine Lampe erwärmt wird.

Der Motor arbeitet mit Aussetzerregelung. Bei normaler Drehzahl hält der in der Riemenscheibe untergebrachte Regler *m* durch das Gestänge *n, o* den T-förmigen Hebel *p*, der um den Zapfen *q* beweglich ist, in seiner mittleren Lage. In die waagerechten Enden des Hebels *p* sind, wie Bild 364 zeigt, Kerben eingearbeitet, links von der oberen, rechts von der unteren Seite. Mit den Kerben hält *p* die beiden um die Zapfen *r* schwenkbaren Hebel *s* so, daß diese die Bewegungen des Auspuffventilgestänges und der Brennstoffpumpen *h* nicht stören. Übersteigt die Drehzahl den zulässigen Wert, so erteilt die auf der Kurbelwelle gleitende, sich nach links verschiebende Reglermuffe dem Hebel *p* eine Linksdrehung; die Schrägflächen in den Hebeln *s* geben eine kleine Links- bzw. Rechtsdrehung der mit Wälzhebeln versehenen Zwischenstücke *t* frei, die wegen ihres einseitigen Übergewichtes nach links bzw. rechts kippen. Dadurch gelangen die in die Hebel *s* eingelassenen gehärteten Platten unter die Gegenplatten der Hebel *u*, auf die sich die unteren Enden der Auspuffventilspindeln stützen und von deren freien Enden die Stempel der Brennstoffpumpen *h* bewegt werden. Die Hebel *s* halten jetzt die Hebel *u* in einer solchen Lage fest, daß die Auspuffventile nicht mehr schließen und die Brennstoffpumpenstempel ruhen. Bei sinkender Drehzahl gibt der Regler alle Steuerbewegungen wieder frei.

Nachdem die Dieselpatente gefallen waren, ging auch CARL JASTRAM zum Dieselmotorenbau über. Er wählte das Zweitaktverfahren, das ihm baulich einfacher erschien. Seine Motoren hatten im Zylinderkopf ein Spülventil und im unteren Teil der Zylinderwand Auspuffschlitze; sie arbeiteten mit der Gleichstromspülung. Die Schwierigkeiten, die der Zweitakt bietet, hatte CARL JASTRAM wohl unterschätzt; es dauerte fast drei

Jahre, bis es ihm gelang, seinen Zweitaktmotor verkaufsfähig zu machen. In der Folgezeit erwarben sich die Jastram-Schiffsmotoren, die heute im Viertakt arbeiten, einen guten Ruf.

CARL JASTRAM erreichte das hohe Alter von über 90 Jahren. Unternehmend wie er war, begann er im Jahr 1909, angeregt durch die Brüder ORVILLE und WILBUR WRIGHT, die damals zum ersten Mal ihre Flüge in Deutschland zeigten, mit dem Entwurf eines Flugmotors. Er baute einen sechszylindrigen Motor mit hängenden Zylindern, eine Bauart, die zu jener Zeit in Deutschland neu war. Bestimmend für die Wahl dieser Zylinderanordnung war, daß sie das Ansammeln des Schmieröls im Kurbelgehäuse verhinderte; so konnten die unteren Köpfe der Pleuelstangen das Öl nicht im Kurbelgehäuse umherschleudern, und das zu reichliche Schmieren der Kolben und das damit verbundene Verölen der Zündkerzen war vermieden. Der Motor wurde nach gut bestandenen Probeläufen in ein von dem Konstrukteur THELE entworfenes Flugzeug (Bild 365) eingebaut, dem das Fliegen aber nicht gelang. Es konnte nur Sätze



Bild 365. Flugzeug mit eingebautem Jastram-Motor (1912)  
Das Flugzeug konnte nur Sprünge machen; zu fliegen ist ihm nicht gelungen

von 20 bis 30 m Länge machen, sich aber nicht in der Luft halten. Die Versuche ermutigten CARL JASTRAM nicht, den Flugmotorenbau fortzusetzen.

Zu den ältesten Motorenfabriken Deutschlands zählt ferner die **Carl Kaelble GmbH**, Motoren- und Maschinenfabrik in Backnang bei Stuttgart, die 1884 gegründet worden ist. Der Motorenbau wurde 1895, also noch vor DIESEL, aufgenommen. Nur wenig Dokumente aus früherer Zeit sind erhalten geblieben; jedoch erkennt man, daß der Motorenbau der Firma Kaelble eine ähnliche Entwicklung durchgemacht hat wie der anderer deutscher Firmen. Man fing mit Benzinmotoren an, die mit der damals vorwiegend gebrauchten Glührohrzündung gearbeitet haben; es folgten Petroleum- und Glühkopfmotoren. Frühzeitig interessierte sich KAEUBLE für die kompressorlose Betriebsweise. Er hat schon 1904 einen Versuchsmotor nach HASELWANDERS Patenten (S. 585) gebaut, aber die Versuche haben offenbar nicht befriedigt, denn es sind in der Folgezeit keine Haselwander-Motoren fabriziert worden. Als 1908 die Dieselpatente fielen, baute auch KAEUBLE liegende Dieselmotoren mit Einblaseluftkompressor (Bild 366). Das Bild gehört zu den wenigen aus jener Zeit erhalten gebliebenen Unterlagen.

KAEUBLE dehnte schon sehr bald seine Fabrikation auf motorbetriebene Arbeitsmaschinen aus. Im Jahr 1900 brachte er Sägemaschinen auf den Markt, dann Motor-

steinbrecher, fahrbare Kompressoranlagen, Zugmaschinen und Motorstraßenwalzen. Seine 1908 geschaffene Motorstraßenwalze soll die erste der Welt gewesen sein.

Die **Motorenfabrik Anton Schlüter** in München, Werk Freising, 1898 gegründet, hat sich vom Anfang ihres Bestehens an mit dem Bau von Verbrennungskraftmaschinen beschäftigt. Von den vor 1914 gebauten Motortypen sind keine Unterlagen erhalten

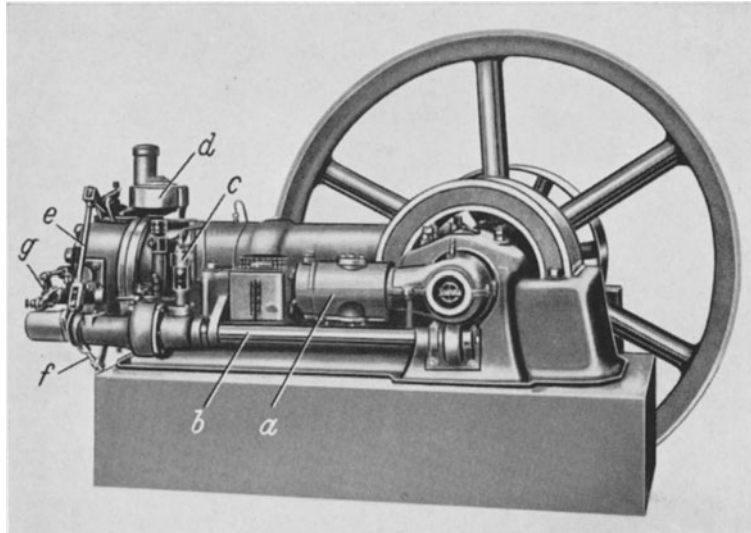


Bild 366. Liegender Dieselmotor der Firma Carl Kaelble, Backnang (1913)

Der neben dem Arbeitszylinder liegende Einblaseluftkompressor *a* wird von einem fliegenden Zapfen der Kurbelwelle angetrieben. Die Steuerwelle *b* betätigt die Brennstoffpumpe *c*, die unter Einwirkung des Reglers *d* steht, sowie durch das Gestänge *e, f* das obenliegende Einlaß- und das untenliegende Auspuffventil. Das Brennstoffventil wird durch den am linken Ende sichtbaren Hebel *g* gesteuert

geblieben. Bild 367 stellt den Querschnitt durch den Zylinderkopf eines liegenden Benzinmotors aus dem Jahr 1914 mit Einzelheiten dar, die eine sorgfältige Durcharbeitung der Konstruktion erkennen lassen. Das Einlaßventil *a* ist in einen Ventilkorb eingebaut, während der Kegel des darunterliegenden Auspuffventils *b* im Zylinderkopf dichtet. Beide Ventile werden von der Nockenwelle *c* gesteuert, die auch den Nocken für die Abreißzündung trägt. Zum Erleichtern des Anlassens kann der Auspuffventilhebel durch den Handgriff *d* aufgedrückt werden, so daß die Kompression aufgehoben wird; der Motor läßt sich dann leicht anwerfen. Bei Betätigung der Dekompressionseinrichtung wird zugleich der Zündzeitpunkt durch Verschieben des Nockens der Abreißzündung auf späteres Zünden verstellt, wodurch ein Zurückschlagen der Kurbelwelle während des Anfahrens vermieden wird.

Durch eine andere Vorrichtung wird das Einsetzen der Zündungen beim Anfahren gesichert. Da bei noch niedriger Drehzahl die Geschwindigkeit der Luft im Saugkanal *e* klein ist, so daß die Luft wenig Benzin aus der Düse *f* mitnimmt, ist im Saugkanal eine Zunge *g* angeordnet, die beim Starten durch eine Rändelschraube *h* so weit gesenkt wird, daß für die Luft nur ein enger Durchtrittsquerschnitt verbleibt, durch den die Luft mit hoher Geschwindigkeit strömt. Dadurch wird das Gemisch angereichert, so daß die Zündungen sicher einsetzen. Wenn der Motor die volle Drehzahl erreicht hat, wird die Zunge angehoben und der ganze Saugkanalquerschnitt freigegeben. Während des normalen Betriebes steht der Motor unter der Einwirkung des Reglers,

dessen Muffe *i* durch das Gestänge *k* die Drosselklappe *l* verstellt. Bei niedriger Außentemperatur wird der angesaugten Luft Warmluft beigemischt, wozu der Saugkanal *m* einen Teil der Auspuffleitung umgreift. Die Menge der Warmluft wird durch einen Drehschieber mit Handgriff *n* geregelt.

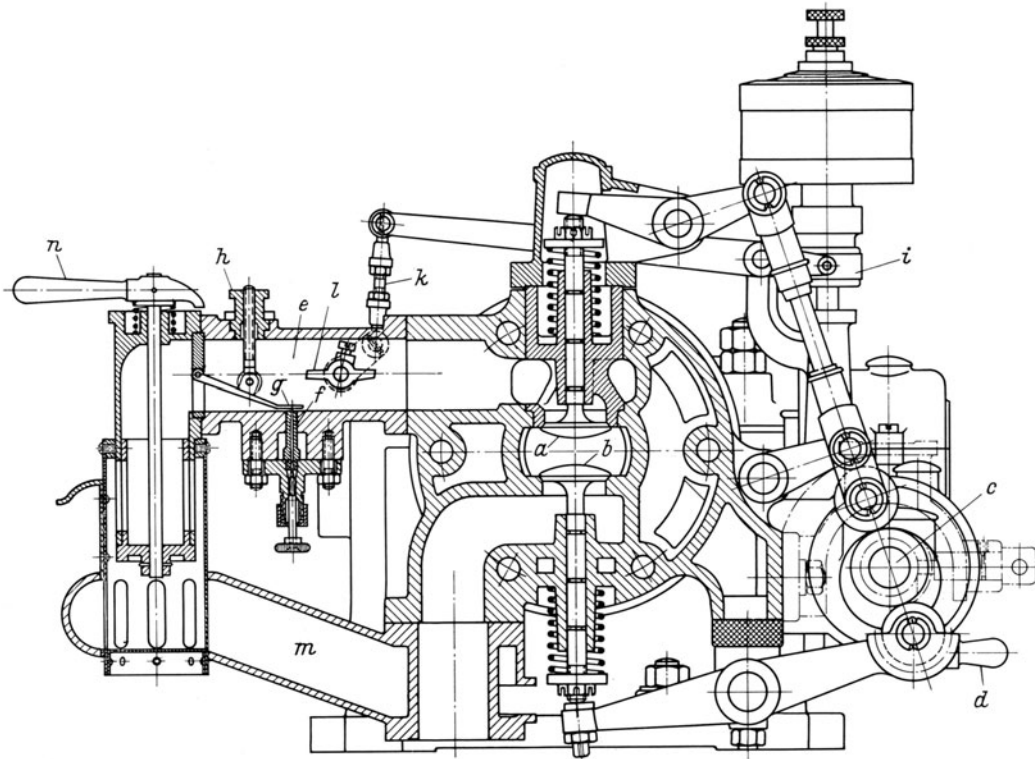


Bild 367. Schnitt durch den Zylinderkopf eines liegenden Benzinmotors der Motorenfabrik Anton Schlüter, München-Freising (1914)

*a* Einlaßventil; *b* Auspuffventil; *c* Nockenwelle; *d* Handgriff zum Aufheben der Kompression während des Anfahrens; *i* Reglermuffe; *k* Regelgestänge; *l* Drosselklappe; *m* Vorwärmkanal der Saugluft; *n* Regelung der Warmluft

Bemerkenswert ist die Sorgfalt, die auf die Herstellung einer guten Gemischbildung während des Anfahrens des Motors verwendet worden ist. Der Querschnitt des Saugkanales *e* wird, damit die Luft mit hoher Geschwindigkeit an der Benzindüse *f* vorbeiströmt, durch Senken der Zunge *g* mittels der Rändelschraube *h* so verengt, daß ein zündfähiges Gemisch entsteht

Der Motor konnte für Betrieb mit Petroleum, Benzin, Leuchtgas und Benzol eingerichtet werden. Dazu brauchte nur das Verdichtungsverhältnis geändert zu werden, wozu Beilagen verschiedener Dicke zwischen den unteren Pleuelkopf und den Fuß der Pleuelstange gelegt wurden. Den höchsten Verdichtungsdruck erforderte der Betrieb mit Benzol. Nähere Angaben über diesen Motor, seine Abmessungen und seine Leistung sind nicht erhalten geblieben; auch fehlen Angaben über die bis 1914 gelieferten Stückzahlen.

Die **Motorenfabrik München-Sendling**, die 1899 von O. VOLLNHALS gegründet worden ist und sich noch heute im Besitz der Familie des Gründers befindet, stellt seit mehr als 60 Jahren ausschließlich Verbrennungsmotoren her. In einer bescheidenen Werkstatt an der Forstenrieder Straße in München baute OTTO VOLLNHALS 1899 seinen ersten Motor, eine kleine liegende Maschine mit offenem Kurbelgehäuse, an das

der Zylinder freifliegend geflanscht war (Bild 368). Der mit halber Drehzahl umlaufende Exzenterzapfen *a* steuerte mittels der Exzenterstange *b* das Auspuffventil und zugleich durch das Gestänge *c, d* die Abreißzündung *e*. Das Einlaßventil arbeitete selbsttätig. Es waren kleine schwere Viertaktmotoren mit den niedrigen Drehzahlen von 250 bis 220 U/min und dem hohen Leistungsgewicht von 300 bis 350 kg/PS entsprechend der damals üblichen Bauart.

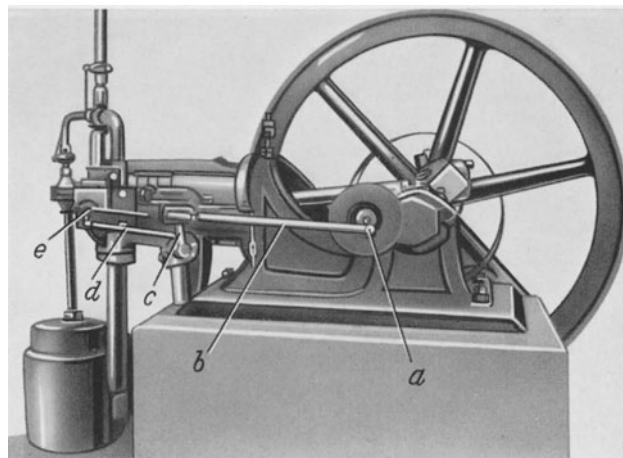


Bild 368. Erster von der Motorenfabrik München-Sendling gebauter Motor (1899)  
 Der Motor konnte mit Benzin oder mit Leuchtgas betrieben werden; er wurde mit Leistungen von  
 3 bis 6 PS hergestellt  
*a* Exzenterzapfen; *b* Exzenterstange; *c, d* Gestänge der Abreißzündung *e*

Da die ersten Motoren einen guten Absatz fanden, vergrößerte sich das Werk rasch. 1903 wurde der Bau von Generatorgas-Anlagen aufgenommen, für den man, um die Schwierigkeiten einer eigenen Entwicklung zu umgehen, eine Lizenz von dem Engländer TAYLOR erwarb. Sie waren für die Vergasung von Anthrazit oder Koks eingerichtet und wurden mit Leistungen bis zu 100 PS angeboten, obwohl das Bauprogramm zunächst nur Motoren bis 40 PS umfaßte. Aber schon 1910 konnte man Sauggasmotoren von 200 PS Leistung anbieten; auch wurden die Gasgeneratoren für die Beschickung mit Braunkohle und Torf eingerichtet.

Um jene Zeit — 1910 — nahm die Nachfrage nach kleinen Petroleummotoren mehr und mehr zu. Dieselmotoren, die man natürlich auch mit Petroleum hätte betreiben können, waren für Leistungen von wenigen PS nicht erhältlich; sie wurden nicht gebaut, weil der Einblaseluftkompressor gar zu kleine Abmessungen hätte erhalten müssen. So entwickelte VOLLNHALS einen Petroleum-Glühkopfmotor nach dem System des ungarischen Ingenieurs BANKI. Der Motor saugte ein aus Luft, zerstäubtem Brennstoff und Wasser bestehendes Gemisch an und verdichtete es auf 10 at; im Totpunkt des Kolbens entzündete es sich am heißen Glühkopf. Da der Motor keine Brennstoffpumpe brauchte, war er von einfachster Bauart. Er wurde in vier Stufen von 3 bis 9 PS hergestellt. Aber sein Brennstoffverbrauch erreichte 400 g/PS<sub>h</sub>, und damit konnte sich der Motor nicht lange behaupten. Er wurde durch ein verbessertes Modell ersetzt, das 4 und 6 PS leistete und dessen Einheitsgewicht auf 100 kg/PS gesenkt werden konnte.

Durch seine Pionierarbeit auf dem Gebiet des Motorpflugbaues hat OTTO VOLLNHALS sich ein besonderes Verdienst erworben. Er wollte der Landwirtschaft statt der Pferde eine mechanische Zugkraft zur Verfügung stellen und begann 1909 mit der Entwicklung eines Ackerschleppers (Bild 369). Dessen Motor leistete mit vier Zylindern 80 PS bei 480 U/min. Es war das erstmal, daß VOLLNHALS die stehende Bauart verwendete; bis dahin hatte er ausschließlich liegende Motoren gebaut. Aber so starke

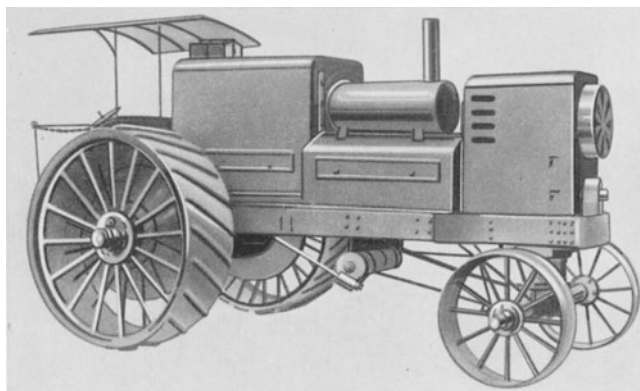


Bild 369. Erster deutscher Ackerschlepper, entworfen von O. VOLLNHALS, München-Sendling (1909)  
Ein Schlepper dieser Type steht heute im Deutschen Museum in München als „das erste deutsche unstarre System“ eines Traktors

Maschinen brauchte die Landwirtschaft nicht, und daher wurde schon 1911 ein Schlepper fertiggestellt, der mit zwei Zylindern die halbe Leistung hatte. Später ging VOLLNHALS noch weiter auf die heute gebräuchlichen Größen herunter.

Während der Kriegsjahre 1914/18 beschäftigte man sich in der Motorenfabrik München-Sendling fast ausschließlich mit der Weiterentwicklung der Ackerschlepper. Auch die Benz-Werke in Mannheim erwarben eine Lizenz und bauten den „Benz-Sendling Motorpflug“. 1925 wurde von Sendling der erste Diesel-Schlepper geliefert.

Den Schlepper von 1909 hat das Deutsche Museum erworben, das den Erwerb mit den Worten begründete: „Wir halten diesen Typ für unser Museum von besonderem Interesse, weil er das erste deutsche unstarre System (Traktor) darstellt, das so bedeutungsvoll für die weitere Entwicklung dieser Maschinen geworden ist“.

Auch die **MODAG Motorenfabrik Darmstadt GmbH**, die heute zum Konzern der DEMAG AG, Duisburg, gehört, ist aus kleinsten Anfängen entstanden. Im Jahr 1902 richtete der Ingenieur AUGUST KOCH in Darmstadt eine Werkstatt ein, in der er Molkereimaschinen herstellte. Etwa zehn Arbeiter fanden hier ihre Beschäftigung. Aber bald zeigte sich, daß der Absatz nicht genügte, um das Unternehmen am Leben zu erhalten, und so verband sich KOCH mit dem Schlossermeister GRÄB, der in Darmstadt eine Werkstatt für die Reparatur von Motoren unterhielt; gemeinsam wollten sie Gasmotoren bauen. Die neue Firma nannte sich „Molkereimaschinen- und Motorenfabrik Koch & Gräb“. Man stellte kleine liegende Gasmaschinen in der damals üblichen Bauart her. 1904 konnte man vier verschiedene Typen anbieten, die größte mit 10 PS Leistung.

Die Konjunktur war günstig; bald mußten die Werkstätten vergrößert werden. Durch Umwandlung in eine Gesellschaft mit beschränkter Haftung wurde das erfor-



derliche Kapital beschafft. Die bebaute Fläche wurde auf 1200 qm vergrößert; die Belegschaft wuchs auf 50 Arbeiter an.

Im Jahr 1905 nahm KOCH die Fabrikation von Sauggasmotoren und Sauggasgeneratoren auf; schon der erste Motor hatte die beachtliche Leistung von 70 PS. Wieder wurde es notwendig, das Kapital zu vergrößern. Jetzt war es der Kaufmann FRIEDRICH MAY, der die erforderlichen Mittel beschaffte. Er war am 1. August 1906 als Gesellschafter eingetreten; drei Wochen später, am 20. August 1906, gründete er gemeinsam mit AUGUST KOCH und drei Aktionären die „Motorenfabrik Darmstadt A.G.“ KOCH und MAY bildeten den Vorstand; GRÄB blieb als Meister im Werk. KOCH schied 1907 aus, und MAY führte seitdem das Werk allein. Bis zu seinem Tod im Jahr 1939 hat er die Geschicke der MODAG geleitet und ihr durch Tatkraft und Umsicht einen geachteten Platz unter den deutschen Motorenfirmen verschafft.

Die aus der Zeit vor 1914 erhaltenen Akten geben ein Bild von der Entwicklung des Motorenbaues der MODAG. Die ersten Viertakt-Gasmotoren von 1903, in der damals vorherrschenden liegenden Bauart, arbeiteten noch mit der Glührohrzündung.

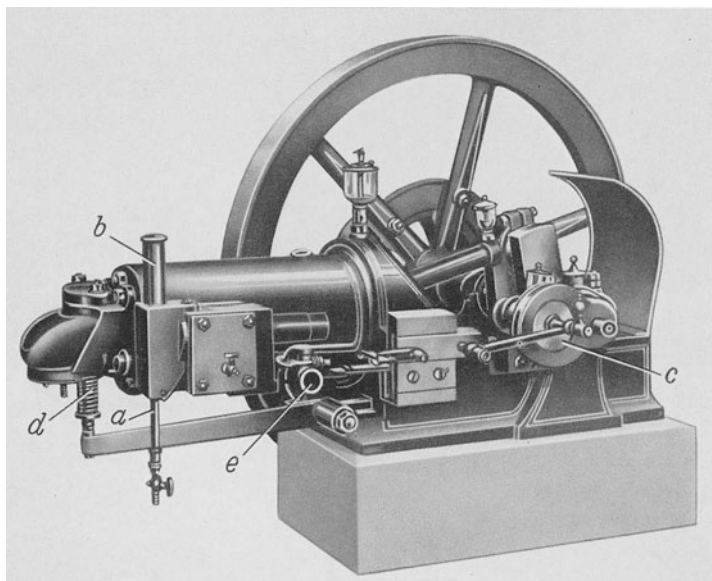


Bild 370. Ältester Gasmotor der Motorenfabrik Darmstadt, damals (1903) noch „Motorenfabrik Koch & Gräb“

Der Motor hatte Glührohrzündung; Gaszuleitung *a* zum Beheizen des Glührohres; *b* Kamin; *c* Nockenwelle; *d* Auspuffventil; *e* Hauptgaszuleitung

In Bild 370 sieht man die Gaszuleitung *a* zur Flamme, die das Glührohr beheizte, und den Kamin *b* für die Flamme. Die mit halber Drehzahl umlaufende Steuerwelle *c* lag neben der Kurbelwelle und parallel zu dieser. Von ihr wurde durch einen langen Hebel das Auspuffventil *d* und durch einen kürzeren das Einlaßventil gesteuert, vor dem der Hauptgashahn *e* angeordnet war. Da man an die Gleichförmigkeit der Umdrehungen keine großen Anforderungen stellte, genügte eine Aussetzerregelung. Als mit den Jahren die Motoren in steigendem Umfang zum Antrieb von Dynamomaschinen verwendet wurden, welche Strom von möglichst gleichmäßiger Spannung liefern sollten, versah man sie mit einem Fliehkraftregler, der einen das Einlaßventil verstellenden Schräg-

nocken steuerte. Etwa 1904 ging man von der Glührohr- zur Abreißzündung über. Von 1905 an wurden auch Sauggasmotoren und Sauggasgeneratoren gebaut, und zwar sogleich für verhältnismäßig große Zylinderleistungen. Während man sich bis dahin bei den Gas- und Benzinmotoren auf Zylindergrößen von 25 PS beschränkt hatte, begann man bei den Sauggasmotoren mit einem Zylinder von 70 PS, der 400 mm Durchmesser und 600 mm Hub hatte. Ein Motor dieser Größe, der in jener Zeit an eine Heidelberger Firma geliefert wurde, hat bis in die Gegenwart seinen Dienst verrichtet, ein Beleg für die solide Arbeit, die in der kleinen Firma geleistet wurde.

1908 übernahm die MODAG den Verkauf der von der englischen Firma Hornsby gebauten Glühkopfmotoren, fing dann aber auch bald an, selbst Glühkopfmotoren herzustellen, wozu sie die Rechte von der Solos-Motoren-Gesellschaft erwarb. Diese Gesellschaft hatte nach den Plänen von SÖHNLEIN einen Zweitakt-Glühkopfmotor mit Kurbelkammerspülung einfachster Bauart entwickelt. Es wurden mehr als 200 dieser Motoren gebaut; dann gab man die Fabrikation auf, weil der Brennstoffverbrauch mit 400 g/PS<sub>h</sub> nicht mehr den erhöhten Anforderungen entsprach, die man mit der fortschreitenden Entwicklung an die Motoren stellte.

In einem Prospekt aus dem Jahr 1912 wird zum erstenmal erwähnt, daß die MODAG auch „Gleichdruckmotoren System Diesel für alle Arten Rohöl und Teeröl“

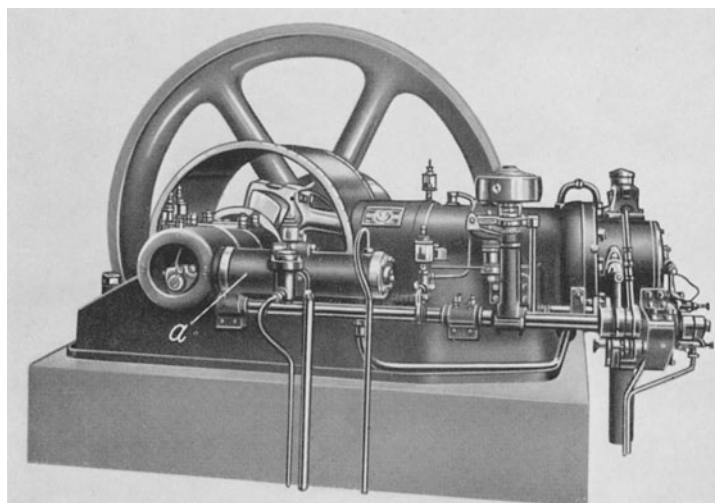


Bild 371. Erster liegender Dieselmotor der Motorenfabrik Darmstadt (1912)

a Einblaseluftkompressor

liefere. Es waren liegende Viertaktmotoren mit Einblaseluftkompressor (Bild 371), deren Aufbau sich nicht von dem damals üblichen unterschied. Bis zum Ausbruch des Krieges 1914 hatte man erst eine beschränkte Zahl Dieselmotoren geliefert; dann setzte der Krieg dieser Entwicklung ein vorläufiges Ende. Heute baut die MODAG ausschließlich stehende Zweitaktmotoren mit Leistungen von 80 bis zu 1200 PS und Zylinderzahlen von 2 bis 9.

Die 1880 gegründete **Motorenfabrik Hatz GmbH** in Ruhstorf/Rott nahm 1905 den Bau von Verbrennungskraftmaschinen auf. Leider wurden bei Kriegsende 1945 alle Dokumente vernichtet, die über die geschichtliche Entwicklung des Motorenbaues

dieser Firma hätten Aufschluß geben können. Bekannt ist nur, daß man mit liegenden langsamlaufenden Benzinmotoren angefangen hat, deren Leistung 3 bis 8 PS betrug. Darauf entwickelte man einen stehenden Schnellläufer von 5 PS bei 750 U/min. 1910 begannen die Gebrüder HATZ mit dem Bau von Glühkopfmotoren, die damals in den skandinavischen Ländern weit verbreitet waren und in der Seefischerei viel verwendet wurden. Bild 372 zeigt einen Hatz-Glühkopfmotor aus jener Zeit. Der ortsfeste Motor steht auf einem gemauerten Sockel, so daß das Schwungrad frei vom Boden läuft. Glühkopfmotoren hatte man ursprünglich nach dem Vorbild des Akroyd-Motors als Viertaktmotoren entwickelt, ist dann aber bald zur Zweitaktbauart mit Kurbelkammerspülung und Schlitzsteuerung übergegangen, eine Konstruktion, mit der man zwar keine hohe spezifische Leistung und keinen niedrigen Brennstoffverbrauch erzielen kann, die aber den denkbar einfachsten Verbrennungsmotor ergibt. Die Unterseite des Kolbens und das Kurbelgehäuse dienen als Spülpumpe; Einlaß der Spülluft und Auspuff der Verbrennungsgase werden durch Schlitze in der Zylinderwand von der oberen Kolbenkante gesteuert. Außer dem normalen Kurbelgetriebe braucht der Zweitakt-Glühkopfmotor nur einige bewegte Teile zum Antrieb der Brennstoffpumpe *a* (Bild 372) und des Reglers *b*. Beide werden von einer Querwelle betätigt, die durch Schraubenräder von der Kurbelwelle angetrieben wird. Von der Brennstoffpumpe führt ein Kupferrohr zum schräg aufwärts gerichteten Brennstoffventil *c*, das den Brennstoff in den unter der Haube *d* liegenden Glühkopf spritzt. Zum Anfahren des Motors wird der Glühkopf durch eine Lötlampe erwärmt; hierfür ist ein Teller *e* vorgesehen, auf den die Lampe gestellt wird. Bei *f* wird die Auspuffleitung angeschlossen; *g* ist eine Schmierpresse.

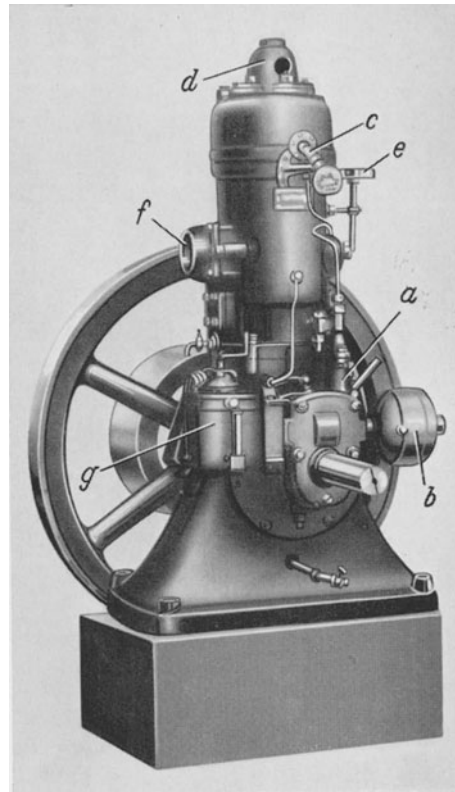


Bild 372  
 Glühkopfmotor der Motorenfabrik  
 Hatz GmbH, Ruhstorf/Rott (1910)  
 Der Motor leistete 12 PS bei 450 U/min  
*a* Brennstoffpumpe; *b* Regler; *c* Einspritzventil;  
*d* Schutzhaube über dem Glühkopf; *e* Teller  
 für Heizlampe; *f* Anschluß der Auspuffleitung;  
*g* Schmierpresse

Glühkopfmotoren der Zweitaktbauart sind jahrzehntelang in der Schifffahrt und im Kleingewerbe verwendet worden; sie waren wegen ihrer Einfachheit im Aufbau und der Anspruchslosigkeit im Betrieb sehr beliebt. Ihr einziger Nachteil war der hohe Brennstoffverbrauch, der etwa 300 g/PS<sub>h</sub> betrug. Erst von der Mitte der zwanziger Jahre an verschwanden die Glühkopfmotoren allmählich, nachdem der Kleindieselmotor seine wirtschaftliche Überlegenheit bewiesen hatte. Vereinzelt sind Glühkopfmotoren noch heute in Benutzung.

Zu den deutschen Firmen, die vor 1914 den Verbrennungsmotorenbau aufgenommen haben, gehört die Firma **Basse & Selve**, Altena (Westfalen), die heute eine Zweig-

niederlassung der Vereinigte Deutsche Metallwerke AG ist. Die Gesellschaft wurde 1861 als Messingwalzwerk gegründet. Um die Jahrhundertwende richtete sie eine größere Leichtmetallgießerei ein, für deren Erzeugnisse sich der damals aufkommende Kraftfahrzeugbau bald zu interessieren begann. Von 1905 an wurden Aluminiumformgußteile für die Automobilindustrie geliefert; 1906 stellte man die ersten gegossenen Aluminiumkolben für Kraftwagenmotoren her. Um eigene Erfahrungen zu sammeln, wie sich die von dem Werk gelieferten Leichtmetallkolben im praktischen Betrieb bewährten, richtete man 1910 in Altena eine Motorenabteilung ein, in der man die Leichtmetallteile der Erprobung unterwerfen konnte. Da der Flugbetrieb die härtesten Anforderungen an den Motor stellte, begann man im Herbst 1910 nach eigenen Zeichnungen einen Flugmotor zu entwickeln.

Es entstand ein kleiner Vierzylindermotor mit den Zylinderabmessungen 110/125, der bei 1365 U/min 45 PS leistete. Man hatte möglichst viele Teile aus Aluminium angefertigt, die Kolben, den Ölkühler, den Kühlwasserrückkühler und andere; selbst alle Bolzen, Muttern und Verschraubungen bestanden aus Leichtmetall. Mit diesem Motor beteiligte man sich 1912 am Wettbewerb um den Kaiserpreis für den besten deutschen Flugmotor, aber obwohl der Motor die Vor- und die Hauptprüfung bestand, wurde er nicht prämiert, weil er mit seinem Eigengewicht von 2,36 kg/PS zu schwer war. Auch machten die gegossenen Aluminiumkolben so viele Schwierigkeiten, daß das Preisgericht die Verwendung von Aluminiumguß für die Kolben verbot.

Man ließ sich durch diesen ersten Mißerfolg nicht abschrecken und baute einen zweiten, größeren Flugmotor, der in sechs Zylindern 145 PS bei 1450 U/min leistete. Diesmal gelang es, das Einheitsgewicht auf 1,35 kg/PS zu senken, einen Wert, der bis dahin von anderen Firmen kaum erreicht worden war. Die Absicht, sich mit diesem Motor an einem zweiten Wettbewerb zu beteiligen, wurde durch den Ausbruch des Krieges verhindert; der Wettbewerb fand nicht statt. 1915 gaben die militärischen Stellen der Firma Basse & Selve einen neuen Motor in Auftrag, der 270 bis 300 PS leisten sollte. Er erhielt die Zylinderabmessungen 160/200 mm. Wie Bild 373 zeigt, waren die dünnwandigen Zylinder einzeln mit dem Kurbelgehäuse durch Anker gespannt; die gußeisernen Zylinderköpfe waren mit Gewinde auf die Stahlzylinder geschraubt. Als Kühlmantel diente ein Stahlblech. Der Boden des sehr leicht gehaltenen Kolbens stützte sich (*a* in Bild 373) auf den Kolbenbolzen. Die Kolbenkörper waren aus einer Aluminium-Zink-Legierung gepreßt. Jeder Zylinder hatte zwei Einlaß- und zwei Auspuffventile, die von der über den Zylindern liegenden Steuerwelle *b* betätigt wurden. Von der senkrechten Übertragungswelle *c* wurden durch Kegelräder *d* die beiden Zündmagnete angetrieben. Die Luft wurde durch das Kurbelgehäuse und die zu den Einlaßventilen führende Leitung *e* angesaugt und kühlte dadurch das Kurbelgehäuse und das in ihm befindliche Schmieröl.

Wie nicht anders zu erwarten war, zeigten sich bei der Erprobung zahlreiche Mängel, deren Beseitigung fast ein Jahr dauerte. Schließlich wurde die Musterprüfung bestanden, aber die Leistung mußte auf 240 PS herabgesetzt werden. Das Einheitsgewicht erhöhte sich damit auf 1,6 kg/PS, was noch als zulässig angesehen wurde.

Wichtiger als der Bau von Flugmotoren sind für die Firma Basse & Selve die Arbeiten geworden, die sie auf dem Gebiet der Herstellung von Leichtmetallkolben geleistet hat. Aus der ersten Zeit dieser Entwicklung, den Jahren 1906 bis 1912, sind keine Zeichnungen mehr vorhanden. Die Einführung der Kolbenform mit starkem Kolbenboden und dünnem Kolbenmantel, die den besten Wärmeabfluß zu den ge-

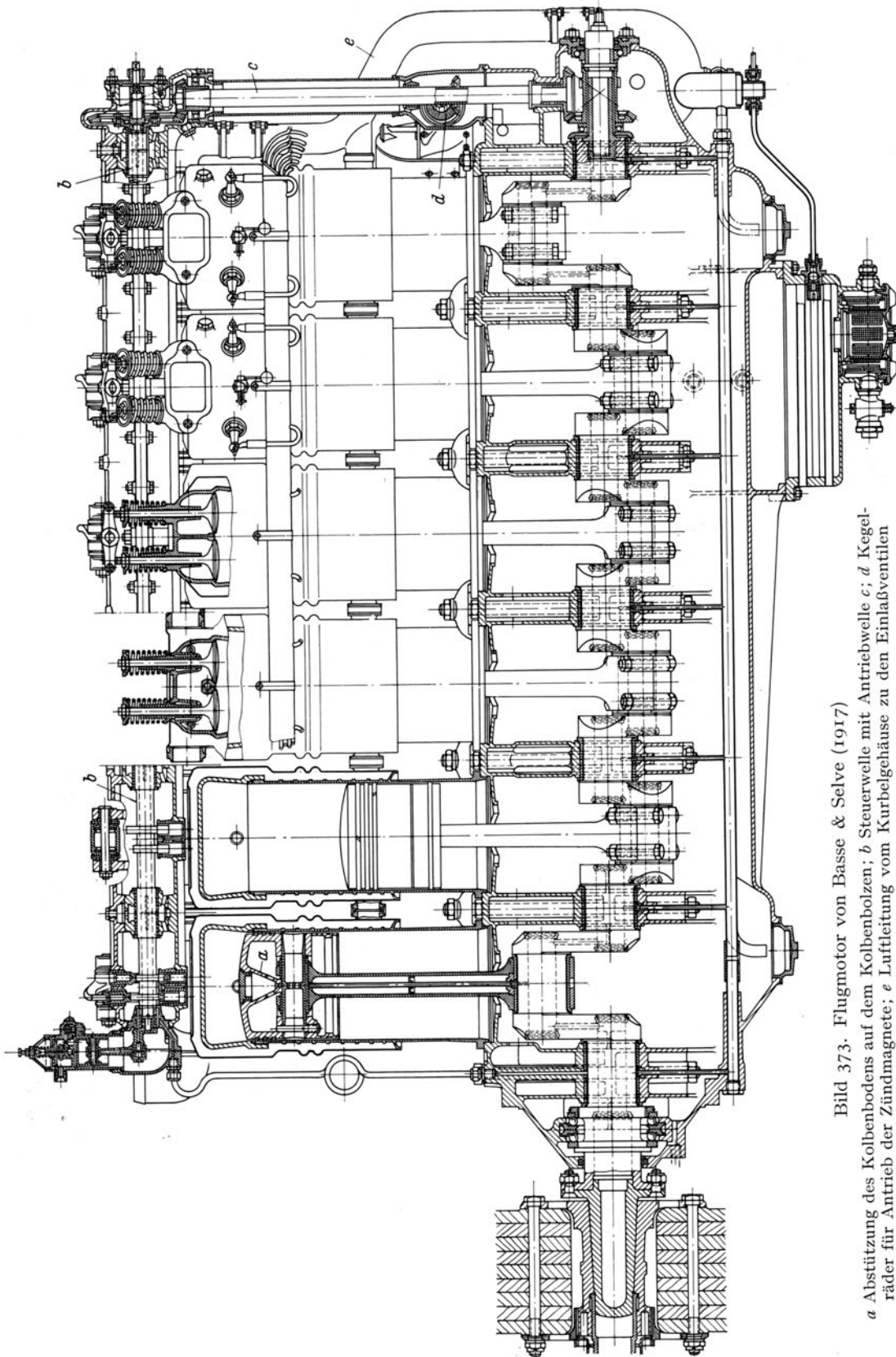


Bild 373. Flugmotor von Basse & Selve (1917)

*a* Abstützung des Kolbenbodens auf dem Kolbenbolzen; *b* Steuerwelle mit Antriebswelle *c*; *d* Kegelschrauben für Antrieb der Zündmagnete; *e* Luftleitung vom Kurbelgehäuse zu den Einlassventilen  
 Der Motor leistete 240 PS bei 1375 U/min. Er war der erste deutsche Flugmotor, der serienmäßig mit Leichtmetallkolben ausgerüstet worden ist. 332 Motoren sind nach diesem Muster gebaut worden

kühlten Zylinderwandungen ergibt, ist das Verdienst dieser Firma. Nicht weniger als 26 verschiedene deutsche Motorenfirmen bezogen 1918 ihre Leichtmetallkolben von Basse & Selve.

### Ausblick

Wir brechen hier unsere Darstellung ab. Sie umfaßt die Geschichte des deutschen Verbrennungsmotorenbaues von seinem auf NICOLAUS AUGUST OTTO zurückgehenden Anfang 1861 bis zum Krieg 1914/18.

Die Entwicklung des Verbrennungsmotors beginnt in Deutschland mit OTTOS Erfindung des Viertaktmotors 1876. Die atmosphärische Gaskraftmaschine, mit der OTTO und LANGEN sich von 1861 bis 1876 abmühten, hat zur Entwicklung keinen Beitrag geliefert; sie war nicht entwicklungsfähig. Aber in diesen anderthalb Jahrzehnten haben OTTO und LANGEN, indem sie die erste Motorenfabrik der Welt einrichteten, den Grund zu einer großen Zukunft gelegt, die mit der Auffindung des Viertaktes einsetzte und in kaum vier Jahrzehnten zum 1000pferdigen Großgasmaschinenzylinder geführt hat.

Schneller noch ist der Dieselmotor gewachsen. Nur zwei Jahrzehnte hat es gedauert, bis aus DIESELS 20pferdigem Motor von 1897, obwohl zwei Jahre später außer den Männern der Maschinenfabrik Augsburg niemand mehr an ihn glaubte, ein 3000pferdiger Unterseebootmotor, damals von hoher Vollkommenheit, geworden war.

Von 1918 an verwischt sich mehr und mehr, was man bis dahin für den Verbrennungskraftmaschinenbau eines Landes als typisch national hatte bezeichnen können. Durch Abschluß von Lizenzverträgen zwischen Firmen verschiedener Länder, durch Erfahrungsaustausch und durch eine internationale technische Literatur wird der Verbrennungsmotorenbau allmählich international. Auch die politischen Ereignisse haben einen Einfluß. Nach und nach fällt der Patentschutz auf einzelne Verfahren und Konstruktionen; was früher nur von dem Patentinhaber oder Lizenznehmer hatte benutzt werden dürfen, wird Gemeingut. Eine Geschichte des Verbrennungsmotors, welche die neuere Zeit, etwa von 1920 ab, beschreibt, kann die Entwicklung nicht mehr lediglich von einem nationalen Standpunkt aus behandeln<sup>82</sup>. Die technischen Verbesserungen, die in einem Industrieland erdacht werden, gehen sehr bald in den Besitz auch der anderen Nationen über. Die Fortschritte, die der Verbrennungsmotorenbau in den letzten vier Jahrzehnten gemacht hat, sind bedeutend, und erfreulich ist, daß alle am Verbrennungsmotorenbau beteiligten Länder daran teilhaben können. Die neuere Entwicklung des Dieselmotors, der besonders als Schiffsmaschine größere Veränderungen durchgemacht hat als der mit Benzin betriebene Kraftwagenmotor und die Gasmaschine, ist hierfür ein Beispiel.

Als es nach dem Krieg 1914/18 galt, die stark zerstörten Handelsflotten wieder aufzubauen, war der Dieselmotor ein ernstlicher Konkurrent für den Dampfantrieb geworden. Die Pionierarbeiten der Firmen Burmeister & Wain, Sulzer und Werkspoor hatten schon vor dem Krieg bewiesen, daß der Dieselmotor eine zuverlässige Schiffsantriebsmaschine werden konnte. Nur über die Bauart, ob Viertakt oder Zweitakt, war man sich noch Anfang der zwanziger Jahre nicht einig. GEORGE CARELS, einer der ältesten Lizenznehmer DIESELS, hatte in einem 1913 in Newcastle vor der North-East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders gehaltenen Vortrag erklärt, der Zweitakt sei „unweigerlich das System der Zukunft“ RIEDLER dagegen behauptete