DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

INDUSTRI-
FORENINGEN.

88

621 431 22

621 431 22

TB Gl.
621.43 Lie
1894

DANMARKS
TEKNISKE BIBLIOTEK

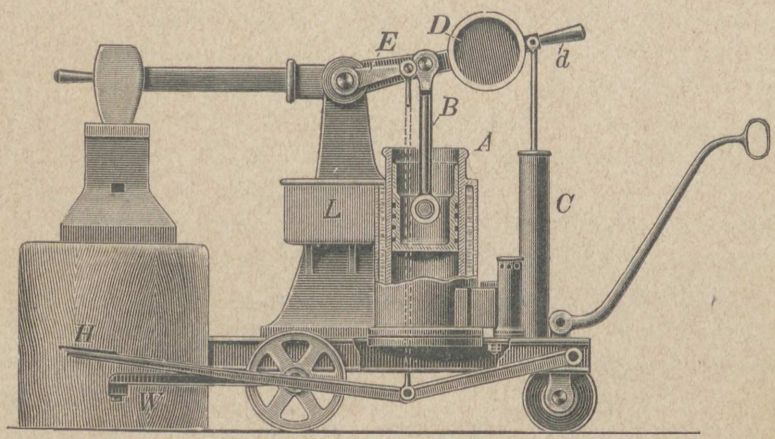
19—18

Die

Petroleum- und Benzinmotoren,

ihre

Entwicklung, Konstruktion und Verwendung.



Ein Handbuch

für

Ingenieure, Studierende des Maschinenbaues, Landwirte und Gewerbetreibende aller Art.

Bearbeitet von

G. Lieckfeld, Civil-Ingenieur

in Hannover.

Mit 147 in den Text gedruckten Abbildungen.

München und **Leipzig.**

Druck und Verlag von R. Oldenbourg.

1894.

INDUSTRI-
FORENINGEN.

Alle Rechte vorbehalten.

Vorwort.

Nachdem die Konstruktion der Petroleum- und Benzinmotoren soweit vorgeschritten ist, dafs diese Maschinen hinsichtlich der Sicherheit und Billigkeit ihres Betriebes allen anderen Motoren wohl zur Seite gestellt werden können, wird es für die beteiligten Kreise von Interesse sein, einen Einblick in das Wesen und die Eigenart dieser Maschinen zu gewinnen.

Die weitere Ausbildung dieser Motoren und ihre Anwendung in den verschiedenen Zweigen des Maschinenbaues bieten dem Ingenieur ein neues umfangreiches Arbeitsfeld. Dem Gewerbetreibenden und namentlich dem Landwirt ist in ihnen eine neue Kraftquelle erwachsen, wie sie unabhängiger, billiger und bequemer nicht gedacht werden kann.

In der vorliegenden Schrift ist die Entwickelung der Petroleum- und Benzinmotoren geschildert, es sind die in der Praxis bewährten Maschinen beschrieben, Ratschläge für Neukonstruktionen gegeben, und namentlich durch eine grofse Zahl von Beispielen gezeigt, welche aufserordentlich grofse Verwendungssphäre diesen Motoren offen steht.

Viele der beschriebenen Motoren und Konstruktionsteile sind durch Patente geschützt, es ist aber nicht durchführbar gewesen, überall den Gegenstand des Patentes zu bezeichnen. Vor Nachbildung der einen oder anderen der in den Figuren dargestellten Konstruktionen empfiehlt es sich also, die im zehnten Kapitel aufgestellte Patentliste und die zugehörigen Patentbeschreibungen zu benutzen.

Hannover, im Oktober 1894.

G. Lieckfeld.

Inhaltsverzeichnis.

Erstes Kapitel.

Das Rohpetroleum und seine Destillate.

Seite

Vorkommen und Fundstätten des Rohpetroleums 1
Mutmafsliche Entstehung des Rohpetroleums 2
Entwickelung der Petroleum-Industrie 2
Eigenschaften des Rohpetroleums 3
Destillationsgruppen des Rohpetroleums 3
Die bis 170° C. übergehenden leichtflüchtigen Stoffe 3
Das von 170 bis 300° C. übergehende Lampenpetroleum 4
Die über 300° C. destillierenden Stoffe (Schmieröl, Vaseline etc.) . . . 4

Zweites Kapitel.

Die Petroleumdestillate in ihrer Eigenschaft als Krafterzeugungsmittel.

Eigenschaften des Benzins und Petroleums, durch welche diese Stoffe zur Krafterzeugung befähigt werden 5
Arbeitsweise der Viertaktmotoren 6
Verdunstungseigenschaften des Benzins 6
Verfahren der Gemischbildung bei den Benzinmotoren:
1. Ansaugen der Betriebsluft durch den Benzinvorrat 7
2. Absondern der zur einzelnen Ladung gehörenden Menge flüssigen Benzins und Zerstäuben desselben 7
Abhängigkeit der Benzingemischbildung von der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft 8
Anwendung des Aërometers 8
Zollfreiheit des zur Krafterzeugung benutzten Benzins 9
Preis des Benzins zur Krafterzeugung 9
Feuergefährlichkeit des Benzins 8

Das Petroleum.

Seine Verdampf- und Entzündungseigenschaften 9
Nebelbildung der Petroleumdämpfe 10
Über die Fähigkeit des Petroleumnebels, mit Luft brennbare Gemische zu bilden 11

Seite
Verdampfung des Petroleums für Krafterzeugungszwecke 12
Vergleich der zu fördernden Volumina Brennmateriales für Petroleum- und Gasmotoren 13
Über die Dünnflüssigkeit des Petroleums und ihren Einfluſs auf die Konstruktion der Motoren 13
Theoretische Verbrennungswärme des Petroleums 13
Vergleich der Brennmaterialausnutzung in Petroleum- und Gasmotoren . 13
Vergleich der Kosten des Brennmateriales für Petroleum- und Gasmotoren 14
Über den Verbleib des im Petroleum enthaltenen theoretischen Wärmequantums bei seiner Benutzung zur Krafterzeugung 14
Angewandte Verfahren zur Verdampfung und Gemischbildung des Petroleums 15
Versuch zur Veranschaulichung der Kondensierbarkeit von Petroleumdämpfen 15
Über die Erhaltung des Gemisches in den Viertaktmotoren 16
Ursachen des Geruches und der Verschmutzung der Petroleummotoren . 17
Mittel zur Beseitigung des Geruches 17
Arbeitsweise der Petroleummotoren für die bestmöglichste Ausnutzung des Brennstoffes 18
Über die Entzündbarkeit der Gemische aus Petroleumdampf und Luft . 18
Über die Früh- oder Kompressionszündung 19
Ursachen der Kompressionszündung 19
Periodisches Auftreten der Kompressionszündungen 20
Auftreten des Leidenfrostschen Phänomens in den Verdampfern der Petroleummotoren 20

Drittes Kapitel.

Altere Benzinmotoren.

Die ersten Spuren der Benzinmotoren 20
Über den Ursprung der fälschlichen Bezeichnung der Benzinmotoren als Petroleummotoren 21
Der Hocksche Benzinmotor vom Jahre 1873 21
Über die Eigenart des Hockschen Benzinmotors und seinen Einfluſs auf die Erfindung des Kompressionsgasmotors 23
Der Braytonsche Benzinmotor 23
Über das Arbeitsprinzip des Braytonschen Benzinmotors 26
Der Wittig & Heessche Benzinmotor 27

Viertes Kapitel.

Neuere Benzinmotoren.

Der Spielsche Benzinmotor 32
Der Körtingsche Benzinmotor 35
Abmessungen und Preise der Körtingschen Benzinmotoren 38
Benzinmotor der Gasmotorenfabrik „Deutz“ 39

Seite
Abmessungen und Preise der Deutzer Benzinmotoren 44
Benzinmotor der Maschinenbau-Gesellschaft „München“ 44
Abmessungen und Preise der Münchener Benzinmotoren 48
Benzinmotor System Daimler, gebaut von der Daimler-Motorengesellschaft in Cannstatt 49
Eigenart der „Daimler Motoren“ 49
Benzinverdampfapparat der Daimler Motoren 50
Daimler Motor für stationäre Zwecke 52
Abmessungen und Preise der stationären Daimler-Motoren (Eincylinder- und Zweicylinder-Motoren) 55
Daimler-Motor zum Betriebe von Fahrzeugen 56
Aufstellungsplan eines stationären Daimler-Motors 60
Eincylinder-Zweitakt-Motor 61
Arbeitsweise der Eincylinder-Zweitakt-Motoren 61
Beschreibung eines Eincylinder-Zweitakt-Benzinmotors 62

Fünftes Kapitel.

Die Petroleummotoren.

Entwicklung der Petroleummotoren 66
Einteilung der Petroleummotoren nach Art der Verdampfung und Petroleumförderung 67
Der Kaselowskysche Petroleummotor, geb. v. d. Berliner Maschinenbau-Akt.-Gesellschaft vorm. L. Schwarzkopff 68
Der Kjelsbergsche Petroleummotor, geb. von der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur und Gebr. Nobel in St. Petersburg 70
Abmessungen der Kjelsbergschen Petroleumotoren stehender Bauart und liegender Bauart 73
Petroleummotor der Motorenfabrik von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover 73
Abmessungen und Preise der Körtingschen Petroleummotoren 77
Petroleummotor der Gasmotorenfabrik Deutz, liegende Bauart 78
Abmessungen und Preise der Deutzer Petroleummotoren liegender Bauart 79
Petroleummotor der Gasmotorenfabrik Deutz, stehende Bauart 79
Deutzer Petroleummotor in Verbindung mit einer Dynamomaschine . . 81
Abmessungen und Preise der Deutzer Petroleummotoren stehender Bauart 81
Petroleummotor von J. M. Grob & Co. in Leipzig-Eutritzsch — Boots-Motor 82
Grobscher Petroleummotor für stationäre Zwecke, stehende Bauart . . . 88
Grobscher Petroleummotor für stationäre Zwecke, liegende Bauart . . . 89
Abmessungen und Preise der Grob'schen Motoren stehender und liegender Bauart 90
Grobscher Petroleummotor — doppelt wirkend mit allmählicher Verbrennung 91
Preise der Grobschen Petroleummotoren mit allmählicher Verbrennung . 92
Petroleummotor der Maschinenfabrik „Heidelberg“, Molitor & Co. in Heidelberg (Baden) 92
Abmessungen und Preise der Heidelberger Petroleummotoren, eincylindrig stehend, eincylindrig liegend und zweicylindrig liegend 95

Seite

Petroleummotor System Bánki, Lázár & Csonka, geb. v. d. Eisengiefserei und Maschinenfabrik Akt.-Ges. Ganz & Co. in Budapest 96
Abmessungen und Preise der Petroleummotoren System Bánki, Lázár & Csonka 98
Petroleummotor System Daimler, geb. v. d. Daimler-Motoren-Gesellschaft in Cannstatt 99

Sechstes Kapitel.

Die Konstruktion der Benzin- und Petroleummotoren.

1. Die Bauarten der Benzin- und Petroleummotoren.

Allgemeines über die Bauart 102
Stehende Bauart mit obenliegender Kurbelwelle 103
» » » » » und Einkapselung . . . 104
» » » untenliegender » » Gradführung . . . 104
» » » » » » Einkapselung . . . 104
» » » » seitwärts gerückter Kurbelwelle . . 105
» » » » Kurbelscheibe 105
Liegende » » Kreuzkopfführung 106
» » ohne » 106
» » mit » und halber Einkapselung 107
» » » Einkapselung und Ölspülung 107
» » » » ohne » 107

2. Die Verdampfapparate der Petroleummotoren.

Allgemeines über Petroleumverdampfung 108
Zerstäubung und Nebelbildung 108
Einteilung der Verdampferkonstruktionen 109
Methoden der Zerstäubung 109
Zerstäuberdüse mit Spiraldorn 109
Strahlzerstäuber 110
Oberflächenzerstäuber 110
Zerstäuber mit Schleierbildung 110
Verdampfer mit ringförmigem Heizraum 111
Glockenverdampfer 112
Verdampfer des Grobschen Petroleummotors 112
Verdampfer des Capitaineschen Petroleummotors 113
Verdampfer des v. Lüdeschen Petroleummotors 114

3. Heizlampen für das Glührohr und den Verdampfer.

Wirkungsweise der Dampflampen 115
Benzindampflampe 117
Petroleumdampflampe 117
» mit Spiralrohr 118
» mit Prallstift 118
Doppelte Petroleumdampflampe in Verbindung m. einem Verdampfapparat 118

4. Petroleumzuführungs-Apparate.

Seite
Allgemeines über die Petroleumförderung 119
Petroleum-Kolbenpumpe (Grob & Co.) 121
Petroleum-Membranpumpe 122
Petroleumfilter 122

5. Die Regulatoren.

Allgemeines über die Reguliermethoden 123
Regulierung durch periodisches Aufheben der Petroleumzufuhr 123
Regulierung durch periodisches Aufhalten des Auslafsventiles und Zuhalten des Gemischeinlafs- und Petroleumventiles 124
Regulierung durch periodisches Aufhalten des Auslafs- und Einlafsventiles in Verbindung mit Zuhalten des Petroleumventiles 124
Liegender Centrifugalregulator der Daimler-Motoren 125
Regulator mit streifendem Schwunggewicht von Gebr. Körting 125
Pendelregulator der Kruppschen Motoren 126

6. Schmierapparate für den Arbeitskolben.

Allgemeines über Kolbenschmierung der Benzin- und Petroleummotoren . 127
Ölschöpfwerk der Deutzer Gasmotorenfabrik 128
Hahnschmierapparat von Gebr. Körting 128
Stufenstift-Schmierapparat von W. Prufs, Hannover 129

7. Übersetzungsmechanismen für den Viertakt.

Zahnradarten 130
Schaltwerk 130
Durch den Arbeitsdruck bethätigtes Schaltwerk 131

Konstruktion und Ausführung des Arbeitscylinders 131
Konstruktion und Ausführung des Kolbens und der Kolbenringe . . . 132
Drehzapfen der Pleuelstange im Kolben 133
Kurbelwelle 133

Tabellen.

Kühlwasserleitungen:
a) Bei Anwendung von Druckwasserleitung 134
b) » » eines Ventilationskühlers 134
c) » » » selbstthätig wirkenden Kühlgefäfses oder Rippenkühlers 134
Auspuffleitung 134
Luftleitung 135
Dimensionen der Kühlgefäfse 135

Siebentes Kapitel.

Die Zündapparate der Benzin- und Petroleummotoren.

Allgemeines über die Glühkörperzündungen 135
Entwicklung der Glühkörperzündungen 135
Wirkungsweise der selbstthätigen Glührohrzündung 136

Seite
Über die Lage des Glühortes bei den selbstthätigen Glührohrzündungen . 138
Einfluſs der Umdrehungsgeschwindigkeit auf den Zeitpunkt der Zündung 138
Über Verschiedenheiten i. d. Brenngeschwindigkeit desselben Gasgemisches 139
Versuch zur Sichtbarmachung der Brenngeschwindigkeit 141
Gesteuerte Glührohrzündung 141
Materialien zur Herstellung der Glührörchen 142
Ersatz des Glührohres durch den Verdampfer (Verdampferzündung) . . 142
Beispiele dieser Zündungsart 142
Gesteuerte Glührohrzündung mit Zirkulation des Gemisches 144
Elektrische Zündung — Allgemeines 145
Beispiel einer elektrischen Zündvorrichtung 145

Achtes Kapitel.

Die Verwendung der Benzin- und Petroleummotoren.

Allgemeines über die Verwendbarkeit der Benzin- und Petroleummotoren 147
Vergleich der Dampfmaschine mit den Benzin- und Petroleummotoren bezüglich allgemeiner Verwendbarkeit 147
Kraftübertragungsarten bei Verwendung von Benzin- u. Petroleummotoren 148
Einleitung, Umkehr und Geschwindigkeitsänderung der Bewegung bei Verwendung von Benzin- und Petroleummotoren 149
Verwendbarkeit der Benzin- und Petroleummotoren zu Schlagwerkzeugen 149

Fahrzeuge für Personen und Lasten mit Motorenbetrieb für Landstrafsen.

Daimlers Motoren-Zweirad 149
» Motorwagen vom Jahre 1886 151
Motorwagen für sechs Personen 152
Daimlers Motorwagen für zwei Personen 154
» Motoren-Vierrad 155
Motoren-Lastwagen 156

Schienenfahrzeuge mit Motorenbetrieb.

Daimlers »Sommer-Waggonet« 160
Abmessungen und Preise des Sommer-Waggonets 161
Daimlers Draisine 161
Abmessungen und Preise der Draisine 161
Daimlers Eisenbahn-Motorenwagen 162
Lokomotive der Daimler-Motoren-Gesellschaft 164
Abmessungen und Preise der Daimler Lokomotiven 165
Daimlers Strafsenbahnwagen mit Motorenbetrieb 165
Schiebebühne mit Petroleummotorenbetrieb von Gebr. Körting 167

Wasserfahrzeuge mit Benzin- und Petroleum-Motorenbetrieb.

Daimlers Motorenboot vom Jahre 1886 170
Benzinmotor mit Wendegetriebe zu Daimlers Motorenboot 170
Amerikanisches Motorenboot 171
Bootsschraube mit drehbaren Flügeln von Grob & Co. 172

Seite

Motorenboot von 12 Pferdekraft 173
Fährboot mit Motorenbetrieb 175
Schiffs-Petroleummotor 176

Benzin- und Petroleumlokomobilen.

Petroleumlokomobile von Grob & Co. 178
» für das Baugewerbe 181
Zweirädrige Petroleumlokomobile kombiniert mit Feuerspritze 182
Daimlers Feuerspritze 185
Motoren-Holzsäge und -Spaltwerk von Grob & Co. 186
Elektrischer Beleuchtungswagen von Grob & Co. 187
» » der Daimler-Motoren-Gesellschaft . . . 188
Petroleummotor komb. mit Wasserpumpe, gebaut von Gebr. Körting . . 188
Abmessungen und Preise der Petroleum-Motorenpumpen von Gebr. Körting 189

Benzin- und Petroleumhämmer.

Petroleumhammer, System Bánki & Csonka (erste Ausführung) 189
» » » » (zweite ») 190
Abmessungen des Bánkischen Hammers 192
Fahrbarer Petroleumhammer 193

Neuntes Kapitel.

Aufstellung und Wartung der Benzin- und Petroleum-Motoren.

Aufstellungsraum der Benzin- und Petroleummotoren 194
Lagerung der Benzin- oder Petroleum-Vorratsbehälter 194
Auspuffrohr der Benzin- und Petroleummotoren 195
Fundamentierung der Benzin- und Petroleummotoren 195
Kühlung mit Verwendung von Druckwasser 196
» » Benutzung eines Kühlgefäfses 197
» » » » Rippenkühlers 198
Rippenkühler mit Einrichtung zum Heizen und Ventilieren 199
Kühlung durch einen Ventilationskühler 200
Über den Zweck des Auspufftopfes 201
Beseitigung des Geräusches und Geruches der Auspuffgase 201

Die Wartung der Benzin- und Petroleummotoren.

Eigenschaften des Cylinderschmieröles für Benzin- und Petroleummotoren 202
Verunreinigung der Motoren durch das Schmieröl 203
Verhaltungsmafsregeln beim Reinigen der Motoren 204
Reinigen des Kolbens und der Kolbenringe 205
Zusammensetzen des Motors nach erfolgter Reinigung 206

Betriebsstörungen und ihre Beseitigung.

Über die am häufigsten vorkommenden Störungen 206
Weitere Störungsarten 207

Seite

1. Der Motor versagt den Dienst bei der Ingangsetzung, es knallt aus dem Auspuffrohr 208
2. Der Motor versagt bei der Ingangsetzung den Dienst, die Zündungen erfolgen nur in gröfseren Zwischenräumen 208
3. Der Motor versagt bei der Ingangsetzung den Dienst; es zischt während der Kompression im Schornstein der Heizlampe 210
4. Erschwertes Anlassen 210
5. Der Motor bleibt während des Betriebes von selbst stehen . . . 211
6. Der Gang des Motors ist unregelmäfsig. Es bleiben Zündungen aus 211
7. » » » » » » , er wird periodisch schneller und langsamer 212
8. Der Motor äufsert wenig Kraft. Der Auspuff ist schwach und langgezogen 212
9. Es erfolgen Stöfse im Motor. Der Stofs wiederholt sich bei jedem Krafthub 212
10. Es erfolgen Stöfse in unregelmäfsigen Zwischenräumen 213
11. Es knallt im Lufttopf 213

Gefahren und Vorsichtsmafsregeln beim Umgang mit Benzin- und Petroleummotoren.

Über die Feuergefährlichkeit des Benzins und Petroleums 214
Vorsichtsmafsregeln bei der Lagerung und dem Transport des Benzins und Petroleums 214
Vorsichtsmafsregeln beim Herausnehmen des Kolbens und Untersuchen der Ventile 215
Vorsichtsmafsregeln beim Auflegen des Betriebsriemens 215

Zehntes Kapitel.

Verzeichnis von deutschen Patenten, welche auf Benzin- und Petroleummotoren Bezug haben 216

Erstes Kapitel.

Das Rohpetroleum und seine Destillate.

Das Rohpetroleum, von alters her als Stein-, Berg- oder Erdöl bekannt, findet sich an zahlreichen Orten der Erde. Es tritt entweder ohne menschliches Zuthun zu Tage oder wird aus Bohrlöchern als ein, je nach der Fundstätte, gelbes, braunes oder graublaues Oel gewonnen.

Hauptfundorte für das Rohpetroleum sind die Staaten Pennsylvanien und Canada in Nordamerika, sowie die Umgebung von Baku am kaspischen Meere; von geringerer Bedeutung ist Galizien.

Auch in Deutschland glaubte man im Jahre 1879/80 unweit der kleinen Stadt Peine der Provinz Hannover Petroleumquellen gefunden zu haben, welche den amerikanischen und russischen ebenbürtig wären; es wurden in kurzen Zwischenräumen eine grofse Anzahl Quellen von bedeutender Ergiebigkeit erbohrt; ebenso schnell, wie sie erschlossen waren, versiegten sie aber wieder, und ist die Petroleumausbeute dort auf ein Minimum herabgesunken.

Bezüglich seiner Entstehung glaubte man früher das Petroleum als ein Produkt trockener, unter Druck erfolgter Destillation der Stein- und Braunkohlen im Erdinnern ansehen zu müssen. Nach den neuesten Forschungen spricht jedoch Alles dafür, dafs das Petroleum und mit ihm alle anderen Bitumen durch trockene Destillation animalischer Produkte entstanden sind. Durch Versuche ist erwiesen, dafs sich bei der Destillation tierischer Fette, welche unter starkem Druck vorgenommen wurde, ein dem Petroleum sehr ähnliches Öl bildet. Auch ist man zu der Ansicht berechtigt, dafs das Petroleum nicht eine Abart, sondern der eigentliche Bildungsstoff für alle Bitumenarten gewesen ist; denn ohne Zweifel haben

sich jene Bitumen, welche als Bergteer, Erdwachs und Asphalt bekannt sind, teils durch Verdampfen der flüchtigen Bestandteile, teils durch Verbindung gewisser Stoffe des Rohpetroleums mit dem Sauerstoff der Luft gebildet.

Auch auf die Frage, wie lokale Anhäufungen von so gewaltigen Massen tierischer Reste möglich waren, damit sich Petroleumquellen von solcher Mächtigkeit und Ergiebigkeit bilden konnten, läfst sich eine Antwort finden.

Geht man nämlich davon aus, dafs sich in der Nähe der Petroleumfundorte fast immer Salzsole findet, welche bekanntlich das Vorhandensein ehemaliger Meere bedingt, so ist erklärlich, dafs zur Bildung des Petroleums die Tierwelt jener vorweltlichen Meere gedient hat.

Man kann sich sehr wohl vorstellen, dafs mit dem Zurückweichen der Meere die sie bevölkernden Tiere mehr und mehr nach den tiefsten Stellen gedrängt wurden, und dafs schliefslich bei plötzlich auftretenden Veränderungen der Erdoberfläche lokale Anhäufungen von Meertieren in solchen Massen wohl denkbar sind.

Wie erwähnt, ist das Petroleum schon den Alten bekannt gewesen, nicht nur an seinen jetzigen Hauptfundorten, sondern auch in unserem Vaterlande.

So haben z. B. die Umwohner der erwähnten Stadt Peine in Hannover seit Urväterzeiten auf ihren Feldern Gruben ausgehoben, in denen sich das den Boden durchsetzende Rohpetroleum als dickflüssige Masse ansammelte. Das solcherart gewonnene Fett wurde als Wagen- und Stiefelschmiere benutzt.

Die Entstehung einer eigentlichen Petroleum-Industrie und der aufsergewöhnliche Aufschwung derselben ist neueren Datums. Erst nachdem im Jahre 1859 der erste »Rohrbrunnen« in Tittusville (Pennsylvanien) zur Förderung von Petroleum erbohrt war, und man durch ein geeignetes Destillations- und Reinigungsverfahren eine Zerlegung des Rohstoffes vornahm, durch welche die verschiedenen Bestandteile nach ihrem Flüchtigkeitsgrad getrennt wurden, konnte man von der Petroleum-Industrie sprechen.

Die Schnelligkeit, mit der sich das amerikanische Petroleum als Leuchtstoff in der ganzen zivilisierten Welt eingebürgert hat, steht in der Kulturgeschichte einzig da.

Kaum 10 Jahre nach der Entdeckung der ersten Petroleumquelle brannte in jedem Dorf, auch in dem kleinsten, die »Petroleumlampe«.

Das Rohpetroleum ist ein Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffverbindungen flüssiger, gasförmiger und fester Natur. Es hat

ein spez. Gewicht von 0,7—0,9, ist von eigentümlichem, höchst unangenehmem Geruch und zeigt im reflektierten Licht eine stark schillernde Oberfläche.

Der Luft ausgesetzt, verändert sich die Zusammensetzung des Rohpetroleums allmählich durch Verdampfen, auch findet Sauerstoffaufnahme statt, welch letztere auf die Dauer eine Umbildung der bei der Verdunstung zurückbleibenden Stoffe bewirkt.

Durch Erhitzen des Rohpetroleums wird die Verdampfung der flüchtigen Bestandteile beschleunigt und die bereits erwähnte Destillation zwecks Trennung der verschiedenen Kohlenwasserstoffe bewerkstelligt.

Je nach der Temperatur des Rohpetroleums, bei welcher man seine Dämpfe in den Vorlagen auffängt, werden drei Hauptgruppen von Destillationsprodukten unterschieden:

1. die bis 170° C. übergehenden leichtflüchtigen Stoffe,
2. von 170—300° C. das eigentliche Petroleum (Lampenpetroleum),
3. die über 300° C. destillierenden Produkte (Mineralöl und Vaseline).

Je nach der Fundstätte des Rohpetroleums sind die Ausbeuten in diesen drei Destillationsgruppen sehr verschieden. Den gröfsten Gehalt an Lampenpetroleum weist der amerikanische Rohstoff auf, während der russische mehr Stoffe der Gruppe 3 (Schmieröle und Vaseline) enthält.

Sämtliche Destillationsgruppen und selbst auch die verbleibenden Rückstände finden eine ausgedehnte technische Verwertung, und trennt man jede Gruppe wiederum durch Auffangen in verschiedenen Vorlagen bei bestimmten Temperaturen.[1]) So wird zwischen 40 und

[1]) Die für die leichtflüchtigen Petroleumdestillate im Handel gebräuchlichen Bezeichnungen sind sehr verschieden und geben zu vielen Mifsverständnissen Veranlassung. Im vorliegenden Werk sind die in Norddeutschland gebräuchlichsten Benennungen gewählt. Die Petroleum-Raffinerie vorm. August Korff in Bremen nimmt folgende Zerlegung der leichtflüchtigen Petroleumdestillate vor:

Nr. 000	Rhigolen	spez. Gew. bei 15° C.	0,615—0,625
» 00	Petroleum-Äther	» » » »	0,630—0,640
» 0	» »	» » » »	0,640—0,650
» 1	» » Gasoline . . .	» » » »	0,650—0,660
» 2	» » » . . .	» » » »	0,670—0,680
» 3	Benzin (Fleckwasser) geruchfrei, auch für Beleuchtungs-, Extraktions-, Auflösungs- und Entfettungszwecke, sowie Motorenbetrieb (Preis des Benzins unverzollt pro 100 kg Mark 16¾)	spez. Gew. bei 15° C.	0,680—0,700
» 4	Ligroine, geruchfrei, zu Beleuchtungs- und Entfettungszwecken	» » » »	0,710—0,730
» 5	Putzöl, Terpentin-Surrogat	» » » »	0,730—0,750

70° C. der Petroleumäther, spez. Gewicht 0,65, aufgefangen, welcher ein vorzügliches Lösungsmittel für Kautschuk und verschiedene andere Harze ist. Ferner zwischen 70 und 80° C. das Gasoline, spez. Gewicht 0,67. Verwendung: Extraktion von Ölen und Erzeugung von Luftgas. Drittens das zwischen 80 und 100° C. überdestillierende Benzin, spez. Gewicht 0,7. Anwendung zur Krafterzeugung und in Fleckenreinigungs-Anstalten. Endlich viertens das zwischen 100 und 170° C. übergehende Ligroine, spez. Gewicht 0,73. Verwendung: Ersatz für Terpentin, Putzöl etc.

Die in der zweiten Destillationsperiode von 170—300° C. aufgefangene Gruppe von Ölen wird nicht getrennt, sondern bildet in ihrer Mischung das eigentliche Petroleum, welches zur Speisung der Lampen und zur Krafterzeugung benutzt wird; sein spez. Gewicht soll nicht unter 0,795 und nicht über 0,825 sein.

Was endlich die dritte Gruppe der Destillate, die über 300° C. aufgefangenen Produkte, betrifft, so stellen dieselben mehr oder weniger eine Auflösung fester Kohlenwasserstoffe in anderen, flüssig bleibenden, dar. Je höher die Übergangstemperatur gesteigert wird, umsomehr überwiegen die festen Elemente, welche sich dann bei gewöhnlicher Temperatur als feine Krystalle ausscheiden und dem Produkt eine salbenartige Konsistenz geben; als solches führt es dann den Namen »Vaseline«. Die weniger der fest werdenden Stoffe enthaltenden Destillate dieser Gruppe bilden das Mineralschmieröl, welches eine ausgedehnte Anwendung in der Technik zum Schmieren von Maschinen findet.

Die sämtlichen Produkte der ersten Destillationsgruppe verdampfen mehr oder weniger stark schon bei gewöhnlicher Lufttemperatur, ihr Dampf bildet mit Luft ein Gemisch von grofser Explosibilität, so dafs diese Stoffe als in hohem Grade feuergefährlich zu bezeichnen sind. Beim Lampenpetroleum ist diese Feuersgefahr nicht vorhanden; wenn die Destillation mit Sorgfalt durchgeführt ist, kann man ein brennendes Zündholz auf die Oberfläche des Petroleums werfen, ohne dafs sich dasselbe entzündet, es soll vielmehr die Flamme des Hölzchens sofort erlöschen. Erst bei Erhitzung des Petroleums über 30° C. dürfen Dämpfe ausgestofsen werden, die sich entzünden lassen. Diese »Entflammungstemperatur« ist nicht gleichzeitig die Entzündungstemperatur des flüssigen Stoffes, welche erst bei 60° C. liegt.

Weniger gut destilliertes Lampenpetroleum behält eine gewisse Menge leichtflüchtiger Stoffe in Lösung, welche schon bei schwacher

Erwärmung entweichen und, mit Luft gemischt, ein leicht entzündbares, heftig explodierendes Gasgemisch bilden.

Überall, wo Petroleumbehälter nur zum Teil gefüllt sind, ist also beim Ein- oder Ausfüllen Explosionsgefahr denkbar, wenn offen brennende Flammen oder glimmende Körper in der Nähe sind.

Auch dort, wo Petroleum in Holzgefäfsen aufbewahrt wird, deren Wandungen für Gase durchlässig sind, mufs man mit der Möglichkeit einer Explosion rechnen und die Annäherung von Flammen vermeiden.[1])

Gut destilliertes Petroleum erkennt man neben der Probe auf den Grad seiner Entflammbarkeit unter 30° C. daran, dafs es nur einen schwachen, nicht unangenehmen Geruch hat und fast farblos ist.

Zweites Kapitel.

Die Petroleumdestillate in ihrer Eigenschaft als Krafterzeugungsmittel.

Von den im ersten Kapitel angeführten Petroleumdestillaten sind es hauptsächlich zwei, welche als Krafterzeugungsmittel in Frage kommen, nämlich

das Benzin, 0,7 spez. Gewicht, und
das Lampenpetroleum, 0,8—0,825 spez. Gewicht.

Neben der Billigkeit dieser Stoffe und ihrer ausgedehnten Verbreitung als Handelsware eignen sie sich deshalb ganz besonders zur Krafterzeugung, weil ihre Dämpfe bezw. »Nebel« die Eigenschaft besitzen, mit Luft vermischt im geschlossenen Raum unter Druckentwickelung ohne Rückstände fester oder flüssiger Natur zu verbrennen. Da Benzin und Lampenpetroleum, oder wie wir letzteres

[1]) Diese Eigenschaft des unsorgfältig destillierten Petroleums begründet die grosse Gefahr, welche mit dem Transport und der Aufbewahrung grosser Mengen gefüllter Petroleumfässer verbunden ist. Man ist in neuerer Zeit dazu übergegangen, das Petroleum nicht mehr in den bekannten Eichenholzfässern zu verladen, sondern bringt im Schiffsraum oder auf dem Radgestell der Eisenbahnwagen grofse eiserne Behälter an, in welche das Petroleum gepumpt wird. An den Hauptstapelplätzen sind wiederum grofse eiserne Reservoire errichtet, in denen ganze Schiffsladungen Platz finden und wird dann erst von hier aus das Umfüllen in kleinere Fässer vorgenommen.

für die Folge einfach nennen wollen, »Petroleum«, Destillate sind, welche bei weit auseinander liegenden Temperaturen aufgefangen werden, das Benzin zwischen 80 und 100 ° C., das Petroleum zwischen 170 und 300 ° C., so sind Petroleum- und Benzinmotoren verschiedener Konstruktion. Ebenso, wie später beide Motorengattungen in verschiedenen Kapiteln zur Beschreibung gelangen, sollen auch hier Benzin und Petroleum hinsichtlich ihrer Eigenschaft als Krafterzeugungsmittel getrennt besprochen werden. Im voraus möge bemerkt sein, dafs Benzin- und Petroleummotoren, abgesehen von den Einrichtungen für die Überführung des flüssigen Brennstoffes in die Dampfform und der Bildung des Explosionsgemisches, in der Konstruktion fast ohne Ausnahme den bekannten und bewährten

Viertakt-Gasmotoren

gleichen.

Wie den meisten Lesern bekannt sein dürfte, besteht die Arbeitsweise der Viertakt-Gasmotoren darin, dafs ein Gemisch aus Gas und Luft beim ersten Hingang des Kolbens angesaugt und beim folgenden Hergang verdichtet wird. Zu Beginn des erneuten Hinganges erfolgt die Entzündung des Gemisches und mit ihr die Verbrennung unter Druckentwickelung als eigentliche Arbeitsperiode, welcher dann beim nächsten Hergang das Austreiben der Verbrennungsprodukte aus dem Arbeitscylinder folgt; so dafs also je zwei Hin- und Hergänge des Arbeitskolbens eine abgeschlossene Arbeitsperiode bilden.

Wie wir später sehen werden, hat man in allerneuester Zeit versucht, im Zweitakt arbeitende Benzin- und Petroleummotoren zu bauen, und ist auch dazu übergegangen, ganz nach Art der Dampfmaschinen »doppeltwirkende« Petroleummotoren zu konstruieren, bei welchen die Entzündung des Gemisches nicht nach beendeter Aufnahme der Ladung erfolgt, sondern gleich beim Eintritt desselben in den Arbeitscylinder.

Nach diesen Bemerkungen können wir nun dazu übergehen, das Benzin bezüglich seiner Eigenschaften für die Krafterzeugung des Näheren zu besprechen.

Das Benzin

verdunstet schon bei mittlerer Lufttemperatur so stark, dafs es ohne weiteres mit der Luft ein entzündbares Gemisch bildet. Auch erhält sich die Luft bei verhältnismäfsig niedrigen Temperaturen in dem Mafs mit den Benzindämpfen gesättigt, dafs in wenig ventilierten Räumen übergeschüttetes Benzin unmittelbar die Gefahr einer Explosion herbeiführt.

Aus diesem Verhalten des Benzins ergibt sich, dafs der Bildung des Explosionsgemisches zur Krafterzeugung keine grofsen Schwierigkeiten entgegenstehen können, und zeigen auch die zugehörigen Motoren, soweit es die Überführung des flüssigen Brennstoffes in den gasförmigen angeht, sehr einfache Einrichtungen.

Entweder saugt man die Betriebsluft direkt durch den Benzinvorrat hindurch und läfst die Luft sich auf dem Wege durch die Flüssigkeitsschicht mit Benzindämpfen sättigen, oder es wird das für jede einzelne Ladung abgemessene Benzinquantum, abgesondert vom Vorrat, durch die Betriebsluft zerstäubt und durch die feine Zerteilung in so innige Berührung mit der Luft gebracht, dafs auch in dieser Weise eine Sättigung derselben mit Benzindampf entsprechend dem richtigen Mischungsverhältnisse beider erreicht wird.

Störend wirkt auf die Bildung eines gleichmäfsigen Benzin-Luftgemisches nur der Umstand, dafs die Bestandteile des Benzins nicht alle den gleichen Flüchtigkeitsgrad besitzen.

Wie im ersten Kapitel erwähnt, liegt die Destillationstemperatur des Benzins zwischen 80 und 100 ° C.; dem entsprechend werden also auch beim Hindurchleiten von Luft durch den gesamten Benzinvorrat zuerst alle leichtflüchtigen und, wenn diese verbraucht sind, die schwerer flüchtigen Bestandteile von der Luft mitgeführt werden.

Unter solchen Umständen kann, wie leicht erklärlich, von einer gleichmäfsigen Zusammensetzung des Explosionsgemisches von Anfang bis Ende des Betriebes, genau genommen, keine Rede sein; denn von den leichtflüchtigen Stoffen wird die Luft mehr fortführen, wie von den schwerflüchtigen, und leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe erfordern für ihre vorteilhafteste Verbrennung ein anderes Luftquantum wie schwerflüchtige. Man sollte also meinen, es müsse sich empfehlen, der Betriebsluft nicht den gesamten Benzinvorrat zur Sättigung zur Verfügung zu stellen, sondern immer nur soviel vom Vorrat mechanisch abzusondern, wie zu jeder einzelnen Ladung gehört, also das erwähnte »Zerstäubungsverfahren« einzuführen. Indessen hat auch diese Methode ihre Schattenseiten; es ist praktisch aufserordentlich schwer durchführbar, mit Berücksichtigung aller Nebenumstände immer genau so viel ~~Petroleum~~ Benzin mechanisch zu fördern, wie eben nötig ist. Man findet denn auch fast ebensoviele Benzinmotoren mit allmählicher Verdunstung eines gröfseren Benzinvorrates arbeitend, wie solche, die mit Zerstäubungs-Einrichtungen ausgerüstet sind. Jedes System hat seine Vorzüge und Nachteile.

Aus den später folgenden Beschreibungen der verschiedenen Benzinmotoren wird klar werden, nach welchen Seiten hin man bemüht gewesen ist, die praktischen Schwierigkeiten, welche sich der Durchführung des einen oder des anderen Verfahrens entgegenstellen, zu überwinden.

Für das sichere Anlassen eines kalten Benzinmotors kommt in hohem Mafse der Flüchtigkeitsgrad des Benzins und das Sättigungsvermögen der Luft mit Benzindämpfen in Betracht, beide sind abhängig von der Lufttemperatur; sie sind bei Frostwetter wesentlich andere wie an heifsen Sommertagen, so dafs es nicht gelingen wird, einen Benzinmotor zu jeder Jahreszeit mit gleicher Benzin- und Luft-Zufuhr sicher in Gang zu bringen, falls der Motor nicht in einem Raum aufgestellt ist, in dem eine gleichmäfsige Temperatur künstlich erhalten wird.

Man findet daher bei vielen Benzinmotoren Einrichtungen, mittelst welcher der Benzinvorrat den Witterungsverhältnissen entsprechend vorgewärmt werden kann; wo solche Vorkehrungen nicht vorhanden sind, da mufs der Wärter unter Zuhilfenahme des Thermometers die Benzin- und Luftöffnungen einstellen und den Motor mit wohl eingeübter Energie andrehen, wenn das Anlassen ohne Zeitverlust und ohne Schwierigkeit erfolgen soll.

Das im Handel vorkommende Benzin hat nicht immer genau dasselbe spezifische Gewicht; diesen Abweichungen entsprechend, wird bei einem geordneten Betrieb auch eine jedesmalige Änderung des Luftquantums für die einzelne Ladung folgen müssen, damit das Benzin ökonomisch verbrenne. Es gehört also zu jedem Benzinmotor ein Instrument, mit Hilfe dessen das spezifische Gewicht des Benzins genau ermittelt werden kann. Solche Instrumente — Araeometer — sind, falls sie vom Fabrikanten des Motors nicht mitgeliefert wurden, bei jedem Mechaniker zu haben.

Mit fleifsiger Benützung des Thermometers und Araeometers ist es für den einigermafsen intelligenten Wärter durchaus nicht schwer, den Benzinmotor jederzeit leicht in Gang zu bringen und in allen Fällen eine gute Ausnutzung des Brennstoffes zu erreichen.

Wünschenswert wäre nur noch ein dem Indikator ähnliches, aber viel einfacheres Instrument, welches dauernd mit dem Motor in Verbindung zu bleiben hätte, an dem man jederzeit den höchsten Verbrennungsdruck und möglichst auch den Verlauf der Verbrennung ablesen könnte; eine solche Einrichtung müfste zu jedem Gas-, Benzin- und Petroleummotor gehören, wie der Manometer zum Dampfkessel.

Schliefslich mag noch erwähnt werden, dafs die meisten Fabrikanten ihre Maschine aufser mit dem Regulierventil für das Benzin noch mit einem Hahn oder Schieber für die Luftregulierung versehen.

Die Handhabung beider Reguliervorrichtungen in richtigem Zusammenhang ist durchaus nicht schwierig und wird, wie die Erfahrung lehrt, von den Wärtern sehr leicht verstanden.

Gasmotoren sind abhängig von dem Vorhandensein eines bestimmten Gasdruckes und dem Funktionieren der Gasuhr. Bei den Benzinmotoren fällt dies fort, unter nicht zu ungünstigen Verhältnissen bildet sich bei ihnen ganz von selbst ein entzündungsfähiges Gemisch. Es folgt hieraus das dauernd gute Funktionieren der Benzinmotoren auch bei mangelhafter Wartung, und es ist ganz berechtigt, wenn man von den Benzinmotoren sagt, dafs sie sich viel gefallen lassen.

Gemäfs der Verordnung des Bundesrates vom 2. Dezember 1885 können Benzin, Ligroine, Naphtha und andere Petroleumdestillate unter 0,790 Dichtigkeitsgraden für Krafterzeugungszwecke unter Kontrolle zollfrei verwendet werden.

Da der Preis des Benzins 0,68—0,70 spez. Gewicht beim Bezug in Barrels pro 100 kg netto unverzollt frei Bahn Bremen Mk. 16,75 beträgt und ein Benzinmotor mittlerer Gröfse 0,6 Liter, bezw. 0,42 kg Benzin für die Pferdekraft und Stunde braucht, so werden sich die direkten Brennmaterialkosten beim Benzinmotor an vielen Orten billiger, wie die der Gasmotoren stellen.

Der einzige Übelstand des Benzins als Krafterzeugungsmittel ist seine Feuergefährlichkeit. Die Gefahr einer Benzinexplosion oder eines Schadenfeuers entsteht bei auftretenden Undichtigkeiten an den Benzinleitungen und durch Umfüllen des Benzins in der Nähe brennender Flammen; schon die Zündflamme des Motors selbst kann zu Explosionen und Bränden Veranlassung geben.

Ganz anders wie das Benzin verhält sich das

Petroleum

hinsichtlich seiner Verwendung zur Krafterzeugung; hier hat man es mit einer Flüssigkeit zu thun, welche bei Lufttemperatur nur eine verschwindend kleine Verdunstung zeigt und auch als »Staub«, mit Luft vermengt, einer Entzündung durch die ganze Masse des eingeschlossenen Gemisches nicht fähig ist.

Aufserdem liegt die Destillationstemperatur des Petroleums zwischen 170 und 300 ° C., also innerhalb sehr weiter Grenzen. Diese Unterschiede zwischen Benzin und Petroleum bedingen erhebliche Abweichungen in der Konstruktion der Benzin- und Petroleummotoren, die in der Hauptsache darin bestehen, dafs man das Petroleum mittelst besonderer Heizapparate in die Dampf-, bezw. Nebelform überzuführen hat.

Erhitzt man Petroleum in offener, flacher Schale, so verflüchtigt es sich als ein dichter, weifser Dampf, der sich schnell verteilt und die im Raum eingeschlossene Luft auf längere Zeit undurchsichtig macht. Der Petroleumdampf hat also ebenso wie der Wasserdampf bei seinem Übergang in den flüssigen Aggregatszustand ein Verwandlungsstadium, das des »Nebels«, durchzumachen, bei welchem die durch Abkühlung des Dampfes entstandene Flüssigkeit die Form lufteinschliefsender Bläschen annimmt.

Wie die Dämpfe aller anderen Öle und Fette, so hat auch der Petroleumdampf die Eigenschaft, verhältnismäfsig lange in Nebelform zu verharren, und ist diese Eigenart von besonderer Wichtigkeit für seine Verwendung zur Krafterzeugung.

Besichtigt man nach vollendeter Verdampfung des Petroleums den Boden der Verdampfschale, so findet man hier Rückstände irgend welcher Art nicht vor; wohl aber wird auffallen, dafs sowohl der kältere Rand der Schale, wie alle anderen kalten Körper, welche der aufsteigende Petroleumdampf bezw. Nebel berührt hat, mit einer sehr merkbaren Schicht kondensierten Petroleums benetzt sind. Untersucht man den Petroleumdampf und den Petroleumnebel auf ihre Fähigkeit, sich mit Luft zu einem entzündbaren, durch seine ganze Masse hindurch verbrennenden Gemisch zu vereinen, so findet man, dafs nicht nur der Dampf, sondern auch der **Nebel**, zum grofsen Vorteil für seine Verwendung zur Krafterzeugung, wohl geeignet ist, ein derartiges »Explosionsgemisch« zu bilden.

Einen guten Überblick über die Brennbarkeit der Bestandteile des Petroleums erhält man durch den nachfolgend beschriebenen, sehr einfachen Versuch.

Erhitzt man ein senkrecht stehendes Eisenrohr *a* (Fig. 1) durch eine am unteren Ende im Innern des Rohres brennende Flamme des Brenners *b*, so dafs die äufsere Rohrfläche von unten nach oben abnehmend erhitzt wird, und spritzt gegen den oberen, am wenigsten heifsen Teil des Rohres Petroleum, so werden beim Herabrinnen des Petroleums von oben nach dem heifseren Rohrende zuerst die leicht-

flüchtigen und später die schwerer flüchtigen Bestandteile getrennt von einander zur Verdampfung und Nebelbildung gelangen. Da aufserdem durch das stehend erhitzte Rohr eine lebhafte Bewegung der benachbarten Luft hervorgerufen wird, so bilden sich ganz selbstthätig nacheinander Gemische aus leicht- und schwerflüchtigen Petroleumdämpfen mit Luft, deren Entzündungsfähigkeit und Verbrennungseigenschaften man nun bestens mit einander vergleichen und studieren kann.



Fig. 1.
Apparat für Entzündungsversuche mit Petroleumdämpfen.

Zunächst fällt bei Anstellung des Versuches sofort auf, dafs die entzündeten Dämpfe nicht, wie man meinen sollte, als stetige Flamme mit dem Ursprung an dem Verdampfungsort weiter brennen. Die erste leuchtend brennende Flamme erlischt vielmehr nach kurzem Bestehen, trotzdem die Verdampfung selbst noch lange nicht beendet ist.

Läfst man die Zündflamme weiter mit dem Strom der aufsteigenden Dämpfe in Berührung, so zeigt sich, dafs absatzweise noch eine ganze Anzahl von Flammen entstehen und verschwinden, deren Färbung allmählich ins schwachleuchtende Blau übergeht; je weniger leuchtend die Flamme wird, um so explosionsartiger geht die Verbrennung vor sich, und machen die zuletzt entstehenden Flammen dasselbe Geräusch wie aufblitzendes Schiefspulver. Eine Erklärung für die absatzweise Flammenbildung ist leicht zu finden.

Die leichtflüchtigen Bestandteile des Petroleums kommen zuerst zur Verdampfung, die aufsteigende, dichte Dampfsäule bleibt im Zusammenhang, es entsteht eine leuchtende Flamme, die bald am Ursprung erlischt, weil bei der am oberen Rohrende herrschenden niedrigen Temperatur die schwerflüchtigen Bestandteile des Petroleums nicht mehr verdampfen können; erst wenn das Petroleum weiter an dem Rohr herunterläuft und mit dem stärker erhitzten Teile desselben in Berührung kommt, entstehen wieder genügend Dämpfe zur Bildung einer Flamme.

Je öfter die Neuentzündung des Dampfes erfolgt, um so schwerer flüchtige Bestandteile kommen zur Verdampfung, um so schwächer wird der aufsteigende Dampfstrom; die Luft findet immer mehr Zeit, sich vollkommener mit dem Dampf zu mischen, bevor er die Zündflamme erreicht, und immer stärkere, nun mit Explosionserscheinung verbrennende Gemische kommen zur Entzündung.

Bei Anstellung des Versuches wird man bemerken, dafs die entwickelten Petroleumdämpfe sich sofort nach Loslösung von der erhitzten Rohrwand weifs färben, also die Nebelform annehmen; da sich ferner mit Bestimmtheit zuerst Nebel leichtflüchtiger und später solche schwerer flüchtiger Dämpfe bilden, so folgt daraus, dafs alle Bestandteile des Petroleums, die leichtflüchtigen und schwerflüchtigen in Nebelform auch dann der Verbrennung fähig bleiben, wenn sie getrennt zur Entzündung gelangen.

Durch diese sehr beachtenswerte Eigenschaft der Petroleumdämpfe wird es möglich, Petroleummotoren überhaupt anlassen zu können. Mag sich nun auch ein grofser Teil der Petroleumdämpfe beim Eindringen des Gemisches durch die kalten Kanäle und Ventile in dem kalten Laderaum an den Wandungen niederschlagen, in dem Teil des Gemisches, welches nicht mit kalten, festen Körpern, sondern nur mit kalter Luft in Berührung kommt, erhält sich der Petroleumdampf in Nebelform, das Gemisch bleibt entzündungsfähig und mit einer Druckentwicklung verbrennbar, die ausreicht, den Motor in Gang zu setzen. Für die Verdampfung des Petroleums kommt seine Dünnflüssigkeit und die damit zusammenhängende Fähigkeit, sich schnell in dünnster Schicht auf der Fläche auszubreiten, sehr zu statten. Welcher Unterschied darin besteht, das gleiche Quantum Petroleum auf erhitzter Fläche ausgebreitet oder in räumlich umgrenzter Gestalt verdampfen zu lassen, ist durch den Versuch leicht zu ermitteln.

Ganz allgemein bewirkt man die Verdampfung des Petroleums für die Verwendung in Petroleummotoren so, dafs es mit der Verbrennungsluft oder einem Teil derselben zerstäubt und in derartig feinster Zerteilung gegen die inneren Wandungen eines beheizten Raumes — des Verdampfers — geworfen wird.

Zur Bildung des gleichmäfsigen Gemisches aus Luft und Petroleumdampf ist es von Wichtigkeit, dafs die Verdampfung sich auf den ganzen Saughub erstreckt, und dafs die Menge des zugeführten Petroleums sich so über die Dauer des Hubes verteile, wie es die von der Kurbelbewegung abhängige Geschwindigkeit des Arbeitskolbens erfordert, d. h. der Petroleumzufluſs mufs möglichst vom toten Punkt bis zur Hubmitte steigen und ebenso wieder abnehmen.

Berücksichtigt man die sehr geringe Menge Petroleum, welche zu der einzelnen Ladung des Motors gehört, so folgt, dafs die zur

Leitung, Förderung und Regulierung der Petroleumzufuhr dienenden Einrichtungen sehr sorgfältig ausgeführt sein müssen.

Durch einen Vergleich, welchen man in dieser Beziehung zwischen Petroleum- und Gasmotoren anstellt, bekommt man den richtigen Begriff von der Genauigkeit, mit welcher diese Teile arbeiten müssen. Ein kleiner Gasmotor von einer Pferdekraft braucht in der Stunde ca. 1200 Liter Gas, der gleichstarke Petroleummotor 0,6 Liter Petroleum. Bei letzterem Motor ist also für die einzelne Ladung ein 2000mal kleineres Volumen zu leiten, zu fördern und einzuregulieren wie beim Gasmotor, vorausgesetzt, dafs beide Maschinen die gleiche Umdrehungszahl haben; das ist aber nicht einmal der Fall, vielmehr läfst man den Petroleummotor meistens erheblich schneller laufen, und sind dementsprechend noch kleinere Volumina zu fördern.

Erschwerend auf die Förderung wirkt aufserdem noch die aufserordentliche Dünnflüssigkeit des Petroleums, welche bezüglich Dichthaltens der Stopfbüchsen, Hähne, Ventile und Verbindungen die denkbar gröfsten Anforderungen an die Ausführung stellt. Von solchen Konstruktionsteilen müssen also am Petroleummotor so wenig wie möglich vorhanden sein.

Das Petroleum hat eine Verbrennungswärme von 10000 bis 10400 Wärmeeinheiten[1]); je nach dem Fundort des Petroleums, je nach der Sorgfalt, welche auf die Durchführung der Destillation verwendet worden ist, schwankt die Zahl oft über die angegebenen Grenzen hinaus.

Der Verbrauch von Petroleum für die Pferdekraft und Stunde beträgt, je nach Gröfse des Motors, heute 0,4 bis 0,6 **Liter.** Ein guter Gasmotor mittlerer Gröfse braucht ca. 0,800 cbm Gas, entsprechend 4000 Wärmeeinheiten für die Stunden-Pferdekraft. Der Petroleummotor gleicher Gröfse braucht 0,45 l Petroleum vom spez. Gewicht 0,825, also 0,37 kg Petroleum. 1 kg Petroleum hat 10200 Wärmeeinheiten; zur Erzeugung einer Stunden-Pferdekraft wären also $10200 \times 0{,}37 = 3774$ Wärmeeinheiten nötig. Berücksichtigt man geringe Abweichungen in den verschiedenen Qualitäten des Leuchtgases und des Petroleums, so kann man also sagen, dafs Gas- und Petroleummotoren hinsichtlich der Wärmeökonomie auf gleicher Stufe stehen.

[1]) Eine Wärmeinheit ist die Wärmemenge, welche nötig ist, um die Temperatur von 1 kg Wasser um 1° C. zu erhöhen.

4000 Wärmeeinheiten aus Gas erzeugt kosten in Hannover 9,6 Pfennig[1]), 3774 Wärmeeinheiten aus Petroleum erzeugt kosten aber nur 8 Pfennig.[2])

Darnach stellt sich der Brennmaterialverbrauch für den Petroleummotor also etwas billiger wie beim Gasmotor.

Aus den Angaben über den Brennmaterialverbrauch der Petroleummotoren gewinnt man auch eine Vorstellung von der aufserordentlichen »Konzentriertheit« dieses Brennstoffes. 0,37 kg Petroleum, entsprechend einem Kubus von 77 mm Seite, sind hinreichend, eine Stunde hindurch eine Maschinenpferdekraft zu erzeugen.[3])

Da die Ausnutzung des Brennstoffes im Petroleummotor, wie vorstehend auseinandergesetzt, gleich der im Gasmotor ist, so werden die für einen mittelgrofsen Gasmotor angestellten Versuche hinsichtlich des Verbleibes des im Leuchtgas steckenden, theoretischen Wärmequantums auch für Petroleummotoren Giltigkeit haben.

Bei einem Gasmotor von 4 Pferdekraft und 3 Atmosphären Kompression werden von der Wärmemenge des Brennstoffes

1. in Arbeit verwandelt . . . . . 18 %,
2. durch Kühlwasser abgeführt . . . . . 50 »
3. durch Auspuffgase ins Freie entführt . . . . 30 »
4. durch direkte Wärmeabgabe der ungekühlten Teile an die Luft abgegeben . . . . . 2 »

Summa . . . 100 %.

Wie schon angedeutet, wirkt es auf die Bildung und Erhaltung eines gleichmäfsigen Gemisches von Petroleumdampf und Luft erschwerend, dafs die Siedepunkte der Petroleumbestandteile innerhalb so weiter Grenzen belegen sind. Von vornherein schliefst dieser grofse Unterschied im Flüchtigkeitsgrad der Bestandteile es aus, ähnlich wie bei manchen Benzinmotoren, einen Vorrat von Petroleum im Verdampfraum anzusammeln; denn mit fortschreitender Verdampfung würde auch eine fortdauernde Änderung in der Zusammensetzung des Petroleums verbunden sein, es würden zuerst die leichtflüchtigen und nach und nach immer schwerer flüchtige Bestandteile zur Verdampfung und Gemischbildung gelangen. An ein leichtes Anlassen und einen gleichmäfsigen Betrieb des Motors wäre unter diesen Umständen gar nicht zu denken.

---

[1]) Der Kubikmeter Gas für den Motorenbetrieb kostet in Hannover 12 Pfennig.

[2]) 1 kg Petroleum — entsprechend 10 200 Wärmeeinheiten — kostet beim Bezug des Brennstoffs in Barrels inkl. Zoll 21 Pfennig.

[3]) Eine Maschinenpferdekraft ist die Kraft, welche 75 kg in einer Sekunde einen Meter hoch fördern kann.

Berücksichtigt man ferner, dafs die Kraftäufserung des Motors auch regulierbar sein mufs, so folgt daraus, dafs die Petroleumdampfentnahme stetem Wechsel unterworfen ist, dafs die Erhaltung einer bestimmten Temperatur des Petroleumvorrates dadurch sehr erschwert würde, und dafs alle Versuche, welche darauf abzielen, Petroleummotoren mit Vorrichtungen auszurüsten, bei denen ein gröfserer Vorrat zur allmählichen Verdampfung gelangt, als vollkommen aussichtslos zu bezeichnen sind.

Mit einiger Gewifsheit kann wohl angenommen werden, dafs das beste Arbeitsverfahren für Petroleummotoren darin besteht, den Brennstoff während des ganzen Saughubes entsprechend der wachsenden und wieder abnehmenden Geschwindigkeit des Arbeitskolbens dem Verdampfer zuzuführen, und zwar so, dafs sich das Petroleum auf seinem Wege durch den Verdampfraum unmittelbar und vollkommen in Dampf verwandelt, und nach beendigter Saugperiode auch nicht die geringste Spur flüssigen Petroleums im Verdampfer zurückbleibt. Die Temperatur von 300 ° C., entsprechend dem Siedepunkt der am schwersten flüchtigen Bestandteile des Petroleums, mufs also mindestens im Verdampfraum, auch während der Verdampfung selbst, erhalten bleiben, damit die Gemischbildung und die damit verbundene Ausnutzung des Brennstoffes in bester Weise von statten gehe.

Das dem Arbeitsverfahren der meisten Petroleummotoren zu Grunde liegende Prinzip ist, wie erwähnt, bis heute der »Viertakt«; dieser gestattet nicht, das soeben gebildete Gemisch unmittelbar nach dem Eintritt in den Arbeitscylinder zur Verbrennung zu bringen, vielmehr mufs dasselbe während des Ansaugens und Komprimierens im Arbeitscylinder verweilen. Diese Verhältnisse sind der Erhaltung des Gemisches als solches und der damit zusammenhängenden ökonomischen Ausnutzung des Petroleums nicht günstig.

Zur schnellen vollkommenen Petroleumverdampfung sind, wie erwähnt, mindestens 300 ° C. erforderlich. Damit der Dampf im Gemisch als solcher in ganzer Menge verharre, ist nötig, dafs er sich auch später in Räumen bewege und aufhalte, deren Wandungen ebenfalls mindestens seine Bildungstemperatur haben, anderenfalls findet an den kälteren Wandungen eine Kondensation und damit eine teilweise Vernichtung des guten Gemisches statt.

Wie leicht sich Petroleumdämpfe an kalten Gefäfswandungen niederschlagen, davon kann man sich durch einen sehr anschaulichen einfachen Versuch überzeugen. Verdampft man in einem möglichst

langen und engen Probierglas Petroleum, so entsteigen demselben, trotzdem das ganze Flüssigkeitsquantum bereits siedet, dennoch keine entzündbaren Dämpfe; dieselben schlagen sich vielmehr an den Wandungen des Röhrchens als netzende Flüssigkeitsschicht nieder, bevor sie die Rohrmündung erreichen. Deutlich kann man das allmähliche Hochsteigen einer Flüssigkeitsschicht an den Wandungen verfolgen, und erst, wenn diese die Mündung des Glases erreicht hat, sieht man Dämpfe aufsteigen, die sich entzünden lassen und als Flamme an der Mündung weiterbrennen.

Soweit es sich nun um Erhaltung der erwähnten Minimaltemperatur der Hohlräume des Motors handelt, welche nicht gleichzeitig als Gleitflächen dienen, ist dieselbe leicht zu erreichen; auch die Schleifflächen der Ventile bleiben, wie die Auslafsventile der Gasmotoren es zeigen, trotz einer Erhitzung über 400° C. auf die Dauer gut. Anders verhält es sich aber mit den Cylindergleitflächen, die in Schmierung zu erhalten sind und von aufsen her durch Wasser gekühlt werden müssen. Hebt man den Kolben eines Gasmotors unmittelbar nach längerem Vollgang schnell aus dem Cylinder heraus, so zeigt sich, dafs die freigelegte innere Cylinderwandung eine erheblich höhere Temperatur wie die des Kühlwassers besitzt. Der Temperaturunterschied ist um so gröfser, je dicker die Cylinderwandungen sind und je gröfser die Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors war.

Hiernach hat man es zwar in der Hand, die Temperatur der inneren Cylinderwandungen auf beliebiger Höhe zu erhalten, keinenfalls wird man aber dazu schreiten dürfen, dieselbe bis auf 300° C. steigen zu lassen; denn bei diesem Wärmegrade ist die Verdunstung des Cylinderschmieröles — welches zum Teil aus Mineralöl besteht — schon eine so beschleunigte, dafs der Kolben, nahe dem Verbrennungsraum, trocken läuft.

Die Minimaltemperatur von 300° C. kann also für die Cylinderwandungen nicht eingehalten werden, eine geringe Abkühlung bezw. Kondensierung der schwerflüchtigsten Bestandteile des Petroleums an den Cylinderwandungen ist also wohl oder übel für den Viertaktmotor nicht zu umgehen.

Der Teil des Gemisches, welcher nicht mit den Cylinderwandungen in direkte Berührung tritt, erhält sich durch Vermengung mit den heifsen Verbrennungsrückständen im Laderaum in Dampf- bezw. Nebelform, eine Abkühlung kann hier nur nach dem Aussetzen der Regulierung stattfinden, wenn nach ausbleibenden Ladungen

die heifsen Verbrennungsrückstände abgekühlt oder durch kalte Luft ersetzt sind. Wir wissen aber nach den beschriebenen Versuchen, dafs selbst in solchen Fällen der Petroleumdampf nicht als Flüssigkeit niederfällt, sondern als Nebel längere Zeit besteht und auch als solcher seine Entzündungsfähigkeit und Verbrennung mit Druckentwicklung beibehält.

Wenn nun auch der mit den unvermeidlichen Niederschlägen der Petroleumdämpfe an den kühleren Cylinderwandungen verbundene Petroleumverlust nur geringfügig zu nennen ist, so mufs in ihm doch ein anderer Übelstand der Petroleummotoren gesucht werden, nämlich ihr unangenehmer Geruch und die oft recht schnelle Verschmutzung der Ventile und Kanäle. Die Geruchbildung erklärt sich sehr einfach in folgender Weise:

Die Cylinderwandungen überziehen sich beim Einsaugen des frischen Gemisches mit einer sehr dünnen und sehr heifsen Schicht von flüssigen Petroleumbestandteilen; da nun bei jedem Kompressionshub die Cylinderwandungen frei werden und mit der äufseren Luft in Berührung kommen, so tritt zu dieser Zeit eine schnelle Verdunstung der heifsen Petroleumschicht ein, welche noch durch die starke Luftbewegung, die das Spiel der Maschinenteile mit sich bringt, befördert wird, und ist es der Geruch dieser Petroleumdämpfe, welcher bei einigen Motoren so störend wirkt. Die Verschmutzung der Ventilgehäuse, des Laderaumes, Kolbens, Auspufftopfes, sowie die Beschmutzung der Umgebung der Auspuffrohr-Mündung haben ebenfalls in den erwähnten Petroleumniederschlägen ihren Grund; denn während der Arbeitsperiode findet infolge der sehr hohen Verbrennungstemperatur eine Wiederverdampfung der Niederschläge statt; diese Dämpfe finden aber keine oder doch nur ungenügende Luft zum Verbrennen vor, sie werden also mit Berücksichtigung der hohen Temperatur trockener Destillation unterworfen werden, oder, wo sie noch Luft finden, mit dieser unvollkommen unter Rufsbildung verbrennen. Aus Rufs, Teer, koksartigen Rückständen, vermischt mit Schmierölresten, bilden sich dann jene Verschmutzungen der Ventilgehäuse, welche von Zeit zu Zeit beseitigt werden müssen.

Den unangenehmen Geruch der Petroleummotoren kann man durch Einkapselung der ganzen Maschine oder bei stehenden Maschinen mit untenliegender Kurbelwelle durch Entnahme der Betriebsluft aus dem Innern des Maschinengestelles sehr vermindern. In letzterem Fall hat man noch den Vorteil, die sonst unbenutzt

entweichenden Petroleumdämpfe der Ladung zum Teil wieder zuführen zu können.

Zieht man aus allem bisher über die Eigenschaften des Petroleums bei seiner Verwertung zur Krafterzeugung Gesagten Schlüsse für die bestmöglichste Ausnutzung des Brennstoffs und Erfolg versprechendste Konstruktion der Motoren, so folgt, dafs man die Motoren für

schnellste Expansion,
hohe Kompression und
hohe Kühlwassertemperatur

einrichten müfste.

Leider stellen sich diesen vielverheifsenden Mafsnahmen aber recht viele praktische Schwierigkeiten entgegen, indem man die entsprechenden Einrichtungen nicht treffen kann, ohne die Betriebssicherheit und Dauerhaftigkeit des Motors zu gefährden.

Aus einer Besprechung und Begründung der störenden Erscheinungen wird klar werden, inwieweit man die gröfste Ökonomie im Brennmaterialverbrauch mit gröfster Betriebssicherheit vereinen kann.

Das Gemisch aus Petroleumdampf und Luft folgt bezüglich seiner Entzündungsfähigkeit und Verbrennung denselben Gesetzen wie die Gemische aus Leuchtgas und Luft. Die Entzündbarkeit der Gemische aus Petroleumdampf und Luft steigert sich mit ihrer Kompression. Gemische, welche durch Luftüberschufs oder durch Beimengung anderer indifferenter Gase in unkomprimiertem Zustande bereits unentzündlich sind, werden durch genügend starke Kompression wieder entzündbar, und können Gasgemische bei schnell ausgeführter kräftiger Kompression allein durch die Kompressionswärme selbst zur Entzündung gebracht werden. Je schlechtere Wärmeleiter die Wandungen des Kompressionsraumes sind, je höher ihre Temperatur, um so geringere Grade der Kompression reichen hin, um die »Kompressionszündung« herbeizuführen.

Das bekannte »pneumatische Feuerzeug«, wie es im physikalischen Unterricht zur Entzündung von Feuerschwamm vorgeführt wird, gibt ein sehr anschauliches Bild von der Entzündung leicht »feuerfangender« Körper durch die Kompressionswärme und ebenso von dem Einflufs des Wärmeleitungsvermögens der Wandungen des Kompressionsraumes. Verwendet man nämlich für den Versuch einen Cylinder aus Glas, so gelingt die Entzündung des Feuerschwammes ohne Schwierigkeit; man mufs aber einen unvergleichlich kräftigeren und schnelleren Kolbenstofs ausführen, wenn die Entzündung im metallenen

Cylinder überhaupt gelingen soll, weil hier die Kompressionswärme von den gut leitenden Metallwandungen sofort abgeführt wird.

Wendet man die geschilderten Vorgänge beim pneumatischen Feuerzeug auf den Petroleummotor an, so folgt daraus, dafs Steigerung der Kompression mit Beschleunigung der Gangart und Anwendung hoher Kühlwasser-Temperaturen im Verein sehr bald zu einer unbeabsichtigten vorzeitigen Entzündung führen kann; derartige »Frühzündungen« oder Vorentzündungen wirken aber nicht nur hemmend auf den Gang der Maschine, weil sie bestrebt sind, den Motor der Drehungsrichtung entgegen zu treiben, sondern sie gefährden auch die Haltbarkeit bestimmter Konstruktionstheile in erheblicher Weise.

Bei normaler Entzündung im Motor durch das Glührohr oder den elektrischen Funken geht nämlich die Entzündung von einer räumlich sehr beschränkten Stelle aus, die einen verhältnismäfsig langsamen Verlauf der Verbrennung zur Folge hat. Wird aber die Entzündung durch die Kompressionswärme im Verein mit den stark erhitzten Wandungen des Laderaumes hervorgebracht, so treten ganz andere Erscheinungen auf, nun erfolgt die Entzündung in weiter Ausdehnung gleichzeitig, nicht nur vom Umfang aus, sondern wohl gar auch durch die ganze Masse hindurch, so dafs man es jetzt nicht mehr mit einer Verbrennung, sondern mit einer wirklichen »Explosion« zu thun bekommt, die sich als ein harter, den gesamten Bau erschütternder Stofs äufsert, welcher bei häufiger Wiederholung sehr bald zu Lager- oder Gestellbrüchen führen kann, namentlich dann, wenn gröfsere Maschinen in Frage kommen. Wer Gelegenheit hatte, kräftig auftretende Vorentzündungen zu beobachten, wird bestimmt bemüht sein, sie zu vermeiden.

Je stärker die Verschmutzung des Motors ist, je mehr sind Vorentzündungen zu erwarten; denn jene Petroleum- und Schmierölreste sind schlechte Wärmeleiter, welche als zähe Masse die Wandungen des Verbrennungsraumes überziehen und namentlich auch die Ausströmungsöffnung verengen. Durch die belegten Wandungen wird das Wärmeableitungsvermögen derselben verringert, durch die verengte Ausgangsöffnung mehr der heifsen Verbrennungsrückstände im Laderaume zurückgehalten; beides im Verein führt zu immer gröfserer Vorerwärmung des Gemisches und begünstigt die Erhaltung der Kompressionswärme, durch welche dann schliefslich die Vorentzündung herbeigeführt wird.

Eigentümlich ist es, dafs die Vorentzündungen selten hintereinander, sondern in Pausen auftreten. Als Begründung ist anzuführen,

dafs durch das Auftreten einer Vorentzündung die Geschwindigkeit des Motors gehemmt wird, dafs die Verbrennungsdauer eine kürzere, die Endspannung also geringer sein mufs, und dafs mit der höheren Verbrennungstemperatur eine stärkere Vergasung und Verdampfung der Schmutz schicht selbst verbunden ist. Alles im Verein wirkt auf Zurückführung des normalen Zustandes.

Wie weit man die Umdrehungsgeschwindigkeit und Kompression steigern kann, ob man stärker oder schwächer kühlen mufs, hängt von der Art der Verdampfung ab.

Zum Schlufs mag noch erwähnt werden, dafs bei Konstruktion des Verdampfungsraumes alles zu vermeiden ist, wodurch die Bildung des Leidenfrost'schen Phänomens [1]) herbeigeführt werden könnte, eine Verzögerung und Ungleichmäfsigkeit in der Petroleumdampfbildung würde die Folge sein. Ebene oder gekrümmte liegende Flächen, durch welche die Tropfenbildung begünstigt werden könnte, sind zu vermeiden; eine möglichst energische Zerstäubung des Petroleums wird immer dienlich sein.

Wie erwähnt, kommt die grofse Dünnflüssigkeit und Ausbreitungsfähigkeit des Petroleums der schnellen und gleichmäfsigen Verdampfung sehr zu statten. Gufseisen mit beibehaltener Gufshaut eignet sich deshalb gut zur Herstellung der Verdampfräume, weil das flüssige Petroleum in die rauhe, porenreiche Oberfläche eindringt und so eine sehr grofse Verdampffläche gewinnt. Aufserdem kann man Gufseisenmischungen herstellen, welche die Dunkelrotglut ohne Veränderung auf lange Zeit ertragen.

Drittes Kapitel.

Ältere Benzinmotoren.

Sucht man nach den ersten Spuren der Benzin- und Petroleummotoren, so finden sich dieselben gleichzeitig mit dem Auftauchen der ersten Gasmotoren. Schon in der englischen Patentschrift des William Barnett vom Jahre 1838 wird ausgesprochen, dafs die daselbst beschriebenen Gasmotoren auch mit leichtflüchtigen, flüssigen

[1]) Das Leidenfrost'sche Phänomen tritt ein, wenn eine Flüssigkeit als einzelner Tropfen oder als feiner Strahl auf eine erhitzte Platte oder Schale geleitet wird. Ist die Platte genügend heifs, so breitet sich die Flüssigkeit nicht auf derselben aus, sondern nimmt die Form einer oder mehrerer Kügelchen an, welche in tanzende Bewegung geraten und nur langsam verdampfen.

Kohlenwasserstoffen betrieben werden könnten. Trotzdem also die Verwendbarkeit der leichten flüssigen Kohlenwasserstoffe, des Petroleumäthers, des Gasolins, Benzins etc. zur Krafterzeugung nicht unbekannt war, vergingen doch noch mehrere Jahrzehnte, bis derartige Maschinen zur praktischen Ausführung gelangten.

Wenn man davon absieht, dafs die um das Jahr 1867 auf den Markt gebrachte »atmosphärische« Gaskraftmaschine der damaligen Firma Otto & Langen mehrfach mit sogenanntem Gasolingas betrieben wurde, welches schon damals einfach durch Ansaugen der Betriebsluft durch eine Gasolinschicht erzeugt wurde, so ist als erste gangbare Benzinmaschine der im Jahre 1873 an die Öffentlichkeit gebrachte Motor des Maschinenfabrikanten Julius Hock in Wien zu erwähnen.

Die Bezeichnung dieses Motors als Petroleummaschine war nicht eine korrekte zu nennen, es wurde damit mehr versprochen, wie gehalten werden konnte; denn nicht Petroleum, sondern Benzin diente als Brennstoff für den Motor. Die Folge ist gewesen, dafs alle Fabrikanten, welche später Benzinmotoren anderer Konstruktion bauten, dieselben auch unter der Flagge »Petroleummotor« segeln liefsen. Heute, nachdem wirkliche Petroleummotoren erfunden sind, mufs nun, um Irrtümer zu vermeiden, in den Ankündigungen hervorgehoben werden, dafs nicht Benzin, sondern wirkliches »Lampenpetroleum« zur Anwendung gelangt.

Der in Figur 2 dargestellte

Hocksche Benzinmotor

arbeitete ganz nach dem Prinzip der Lenoirschen Gasmaschine: der Arbeitskolben saugt auch hier während eines Teiles seines Hubes Explosionsgemisch an, dasselbe wird entzündet und treibt den Kolben — Arbeit verrichtend — bis an den toten Punkt. Das Explosionsgemisch bildet sich aus Luft und zerstäubtem Benzin, indem durch Düse *G* Luft und durch Düse *b* im Innern des Cylinders Benzin angesaugt wird. Luft und Benzinstrahl treffen beide rechtwinklig aufeinander, das Benzin zerstäubt und beide verwandeln sich in ein explosibles Gemisch. Die Entzündung wird durch eine Gasolingasflamme bewirkt, welche sich im Zündmoment bildet, indem ein Strahl dieses Gases an der konstant brennenden Flamme vorbei, gegen eine im Cylinderboden angebrachte Klappe gerichtet wird. Die Klappe liegt infolge der Saugwirkung des Kolbens nur lose auf und wird sich soweit lüften, dafs die Flamme mit dem Inhalt des Laderaumes

in Berührung treten kann. Zur periodischen Erzeugung des Gasolingasstrahles dient der Stöfser *S*, ein Blasebalg und ein mit Gasolin gefüllter Behälter. Stöfser *S* trifft im geeigneten Moment auf den Blasebalg, treibt durch den Gasolinbehälter Luft, welche sich mit brennbaren Dämpfen sättigt und beim Passieren der aus der Figur ersichtlichen konstanten Zündflamme entzünden kann.

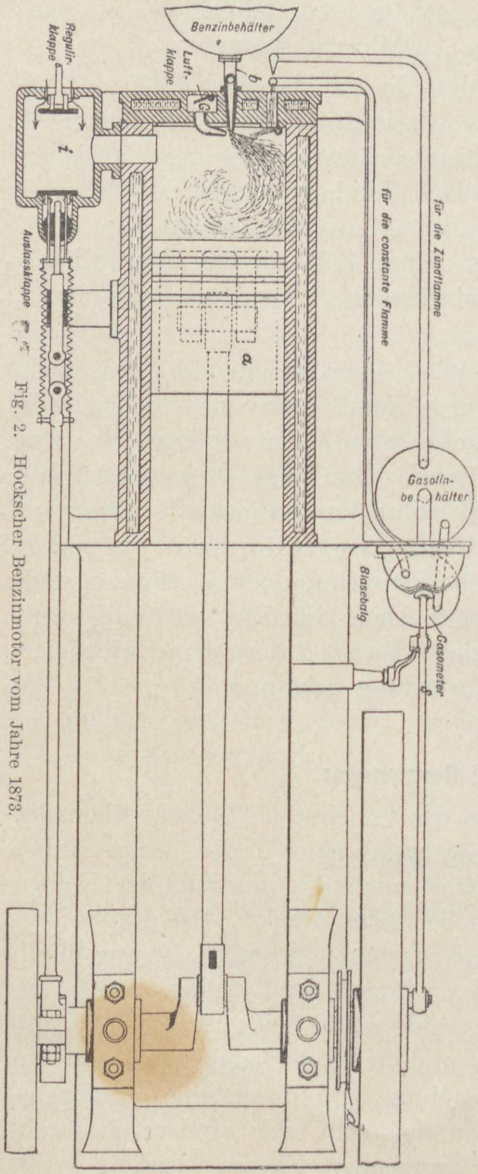


Fig. 2. Hocksscher Benzinmotor vom Jahre 1873.

Bei Eintritt der Verbrennung schlagen die Lufteinlafsklappe und die Zündklappe selbstthätig zu.

Nach beendigtem Arbeitshub öffnet sich mit Hilfe eines Exzenters die »Auslafsklappe« und entläfst die Verbrennungsprodukte ins Freie.

Es erübrigt noch, etwas über die Regulierung der Geschwindigkeit des Motors zu sagen: Im Prinzip besteht dieselbe in wechselnder Bildung stärkerer und schwächerer Ladungen. Jenachdem die »Regulierklappe« am Gehäuse *i* vom Regulator mehr oder weniger gelüftet wird, kommt dieselbe auch mehr oder weniger als Einlafs für »Beiluft« in Wirksamkeit und trägt dazu bei, den Luftgehalt der Ladung, bezw. den Verbrennungsdruck zu vergröfsern oder zu verkleinern.

Wenn der Hocksche Benzinmotor, vom Standpunkt des Maschinen-Konstrukteurs beurteilt, auch den Stempel einer Versuchsmaschine trägt, so wohnt ihm doch ein hoher Grad der Originalität inne, man

könnte ihn den Vorläufer des kurze Zeit darauf erfundenen Kompressions-Gasmotors nennen, durch welchen der Gasmotorenbau zu seiner eigentlichen Bedeutung gelangte.

Während die älteren Gasmaschinen-Konstrukteure Lenoir und Hugon ihre Motoren ganz nach dem Vorbild der doppeltwirkenden Dampfmaschinen mit geschlossenen Cylindern, Stopfbüchsen, Schiebern etc. bauten, hat sich Hock von diesen Traditionen frei gemacht; hier treten uns vollkommen neue Ideenund Auffassungen entgegen. Zum erstenmal taucht der offene Cylinder in Verbindung mit dem Kurbelmechanismus auf, wie er heute bei den modernen Gasmotoren allgemein üblich ist. Zum erstenmal werden nicht alle Verbrennungsrückstände aus dem Arbeitscylinder gedrängt, sondern es verbleibt — vielleicht ohne dafs sich der Konstrukteur des Vorteils bewufst war — ein erhebliches Quantum von Verbrennungsrückständen und eine grofse Menge indifferenter Luft im Cylinder, und zum erstenmal entstand ein Gasmotor — jeder Petroleummotor ist ja, im Grunde genommen, als Gasmotor zu betrachten —, welcher mit wirklich hörbarem »Auspuff« arbeitete.

Mit dem lauten Auspuff verkündete der Hocksche Motor dem Fachmann seine Eigenart, denn er ist das Kennzeichen einer verlangsamten Verbrennung, ein Merkmal für die Konservierung des Arbeitsdruckes auf dem Arbeitswege, welche im Grunde genommen, das eigentliche Wesen des Kompressions-Gasmotors ausmacht. In Deutschland ist der Hocksche Petroleummotor seiner Zeit von der Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft »Humboldt« in Kalk bei Köln gebaut worden; zu einer ausgedehnteren Verbreitung gelangte er nicht.

Im Jahre 1876 sehen wir in Amerika einen neuen Petroleummotor auftauchen, der durch die Eigenart seines Arbeitsprinzipes neue Aussichten für die Entstehung eines lebensfähigen Petroleummotors zu erwecken schien. Es war dies der in Fig. 3 und 4 dargestellte

Braytonsche Benzinmotor.

Während bis dahin alle Gas- und Petroleummotoren eigentliche Explosionsmaschinen waren, bei denen die im Arbeitscylinder angesammelte gesamte Ladung durch den zündenden Funken mehr oder weniger gleichzeitig zur Verbrennung gelangte, haben wir es hier mit einer neuen Maschine zu thun, deren Konstruktion darauf abzielte, den Verlauf der Verbrennung mechanisch zu beherrschen.

In dem Braytonschen Motor werden Brennstoffe und zugehörige Verbrennungsluft getrennt in den Arbeitscylinder gedrückt und bei ihrem Zusammentreffen sofort durch eine im Innern unter Druck

brennende Flamme entzündet. Das Hinüberdrücken und Verbrennen findet nur auf einem kleinen Teil des Kolbenweges statt, während des übrigen Teils des Hubes expandieren die Gase und geben Arbeit ab.

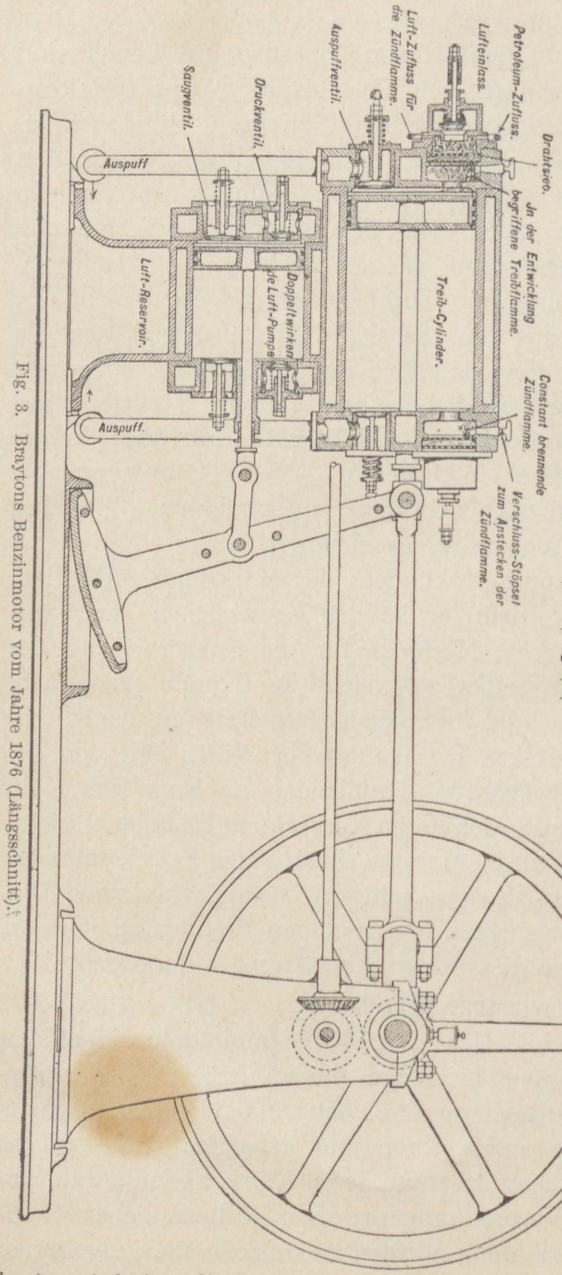


Fig. 8. Braytons Benzinmotor vom Jahre 1876 (Längsschnitt).

Es entspricht also der Arbeitsgang dieses Motors ganz dem der Dampfmaschine und weicht auch seine Bauart wenig von einer solchen ab. Entsprechend dem Füllungsgrad wird auch hier durch Einlafsventile die Dauer des eigentlichen Brennens geregelt und zum Schlufs des Hubes die Verbrennungsprodukte, welche ihre Spannung in Arbeit umgesetzt haben, durch Auslafsventile ins Freie entlassen.

Als Brennmaterial dienen leichtflüchtige, flüssige Kohlenwasserstoffe, das Gasolin, Benzin etc.

Unter dem Arbeitscylinder liegt eine Kompressionspumpe, welche Luft in einem Reservoir unter Druck angesammelt erhält. Vermittelst der Einlafsventile gelangt diese Luft in den Arbeitscylinder und hat auf ihrem Wege eine mit porösem Stoff (Asbest etc.) gefüllte Kammer zu durchströmen, welche nach dem

Cylinder zu durch Wände aus durchlochtem Blech und übereinander geschichteter Drahtgaze abgeschlossen ist. Der poröse Stoff wird stets mit Benzin etc. von einer kleinen Druckpumpe aus durchtränkt erhalten, so dafs die Luft mit Benzindämpfen beladen ist, wenn sie in den Cylinder eintritt und ein gut brennbares Gemisch bildet, welches sich an der erwähnten, unter Druck brennenden Flamme entzünden kann. Die Drahtgaze hat den Zweck, das Zurückbrennen der Flamme nach der Mischkammer zu verhindern.

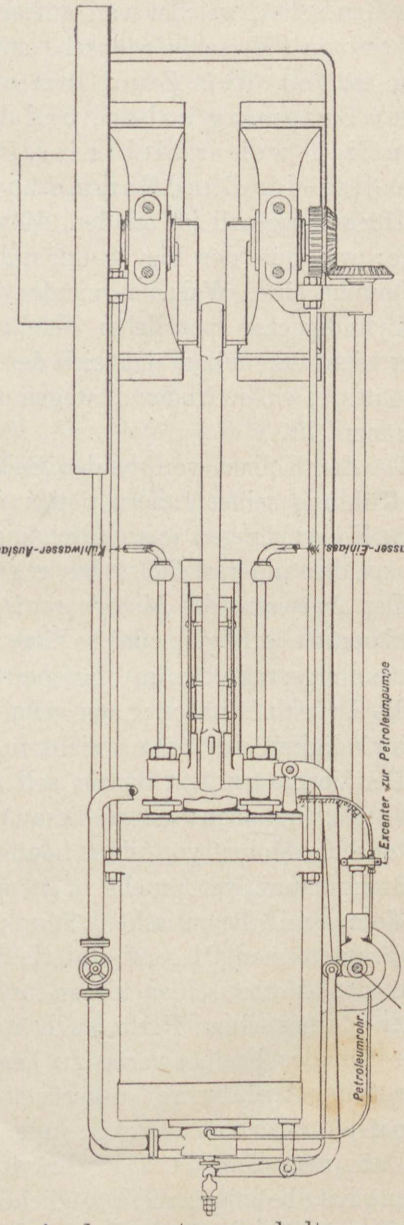


Fig. 4. Braytons Benzinmotor (obere Ansicht).

Es ist leicht verständlich, dafs sich in solcher Weise die Bildung und der Übertritt des Gemisches selbstthätig, entsprechend dem Ausweichen des Kolbens, reguliert. Die Spannung der Treibflamme im Cylinderinnern kann nicht gröfser werden, wie der Druck der Luft im Behälter. Etwas unverständlich wird auf den ersten Blick die Erhaltung der erwähnten konstanten Zündflamme und der Entzündungsvorgang im Innern des Cylinders sein.

Zur Bildung der Zündflamme führt von dem Druckluft-Reservoir ein Röhrchen nach jeder der Gemischbildungskammern, welche dadurch in ständiger Verbindung mit dem ersteren erhalten werden. Die Einführung dieser Röhrchen in die Kammern ist so bewerkstelligt, dafs nur ein kleiner abgegrenzter Teil des porösen gasolin-

durchtränkten Inhaltes getroffen wird. Dieser Einführungsart entsprechend, entströmt der Kammer also stetig ein kleiner Strom brennbaren Gemisches, welcher von aufsen her nach Entfernung der dazu angebrachten »Verschlufsstöpsel« entzündet werden kann. Zu beachten ist also, dafs Zündflamme und Treibflamme denselben Ursprung haben, und dafs der Zündungsvorgang eigentlich weiter nichts ist, wie ein periodisches Anschwellen der Zündflamme zur Heizflamme.

Höchst originell ist an dem Motor die Gradführung der Kolbenstange; wie aus der Fig. 4 erkennbar, greift die Pleuelstange im Mittelpunkt eines Walzensegmentes an, welches sich auf einer mit der Cylinderachse parallelen Fläche des Maschinengestelles wälzt. Es ist leicht erkennbar, dafs sich der erfafste Mittelpunkt des Walzensegmentes in einer Graden bewegen mufs, die mit der Cylinderachse zusammenfällt.

Da der Kolben von beiden Seiten geheizt wird, so macht sich eine Kühlung seines Innern nötig; dieselbe erfolgt von den beiden hohlen Kolbenstangen aus: durch die eine strömt kaltes Wasser ein und aus der anderen fliefst das erwärmte Wasser ab.

Das Anlassen des Motors mufs bald nach dem Anstecken der Zündflammen erfolgen, denn diese werden erlöschen, sobald die Verbrennungsprodukte im abgesperrten Cylinder dieselbe Spannung wie die Druckluft haben; aus dem gleichen Grunde darf auch die Geschwindigkeit des Motors nicht unter eine gewisse Grenze sinken.

Der Verbrauch von Benzin soll nur ½ l für die Stunden-Pferdekraft betragen haben; wenn diese Angabe richtig ist, so wäre der Braytonsche Motor von den heutigen Benzinmotoren hinsichtlich des Brennmaterialverbrauchs noch nicht übertroffen.

Vom rein theoretischen Standpunkt kann das Arbeitsprinzip des Braytonschen Motors als vielversprechend bezeichnet werden. Wenn der Motor seiner teuren und komplizierten Bauart wegen in der dargestellten Form auch wohl kaum als ein brauchbarer Motor für das Kleingewerbe zu bezeichnen ist, so müfste er doch bei gröfserer Ausführung, ausgerüstet mit einer dem Arbeitsverfahren angepafsten Glühzündung, gute Resultate liefern.

Dafs man den Wert des Brayton'schen Arbeitsverfahrens wohl erkannt hat, beweisen diesbezügliche neuere Patente. So geht z. B. aus einem Glührohrzünder-Patent des englischen Ingenieurs D. Clerk hervor, dafs dieser hervorragende Gasmaschinen-Konstrukteur mit dem Bau derartiger Motoren beschäftigt ist. Die Petroleummotoren-

Fabrik von Grob & Co. in Leipzig bringt sogar in neuester Zeit derartige Motoren schon in den Handel.

Der Braytonsche Petroleummotor ist auch in vertikaler Bauart mit hängenden Cylindern ausgeführt worden und hat in dieser Ausführungsart das Vorbild für den nach dem gleichen Prinzip arbeitenden bekannten Simonschen Gasmotor abgegeben. Auch der Simonsche Motor, welcher im Jahre 1879 auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung vertreten war, soll einen äufserst geringen Gasverbrauch (0,5 bis 0,6 cbm bei kleiner Ausführung für die Stundenpferdekraft) aufzuweisen gehabt haben.

Als erster gangbarer Benzinmotor, welchem das Arbeitsverfahren der heutigen Kompressions-Gasmotoren zu Grunde lag, ist der Motor von Wittig & Hees zu bezeichnen, welcher zu Anfang der achtziger Jahre von der Hannoverschen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, vormals Georg Egestorff, gebaut worden ist. Der Motor wurde mit Benutzung eines schon früher von derselben Firma gebauten Gasmotor konstruiert.

Dieser Gasmotor bestand, wie aus den Fig. 5, 6 und 7 ersichtlich ist, aus einem Arbeits- und einem Pumpencylinder, in denen die zugehörigen Kolben durch gleichgerichtete Kurbeln bewegt wurden.

Beim Hochgehen der Kolben wurde in dem rechten Cylinder Gasgemisch angesaugt, während auf der linken Seite — dem Arbeitscylinder, der Antrieb durch entzündetes Explosionsgemisch erfolgte. Zu Anfang des Rückganges der Kolben werden die Verbrennungsprodukte aus dem Arbeitscylinder ins Freie entlassen, und gleichzeitig vom Pumpenkolben frisches Gemisch in den Cylinder gedrückt; ein Verlust an frischem Gemisch durch Mitentweichen aus dem Auslafsventil war durch grofsen Abstand des Auslafskanales über der Eintrittsöffnung und durch Belastung des Pumpen-Druckventiles mittelst einer Feder verhindert. Nach halbem Niedergang der Kolben wurde das Auslafsventil geschlossen und zu den bereits gemischhaltigen Verbrennungsrückständen der noch im Pumpencylinder vorhandene Rest von frischem Gemisch hinübergedrückt, so dafs zum Schlufs die Kompression von beiden Seiten zugleich vollzogen wurde. Da der Pumpenkolben bis auf den Boden geht, und nur im Arbeitscylinder, wie in der Zeichnung ersichtlich, Raum zur Aufnahme der Ladung verbleibt, so ist im toten Punkt die gesamte Ladung im Arbeitscylinder angesammelt, deren Entzündung nun erfolgen kann.

Die Einrichtungen, welche an diesem Gasmotor angebracht wurden, um ihn für den Betrieb mit Benzin einzurichten, bestehen in dem Ersatz des Gasventils durch ein geeignetes Benzinventil.

Aus Fig. 6 und 7 ist die Kombination des Luft- und Benzin-Einlafsventiles ersichtlich. Beim Ansaugen des Pumpenkolbens werden

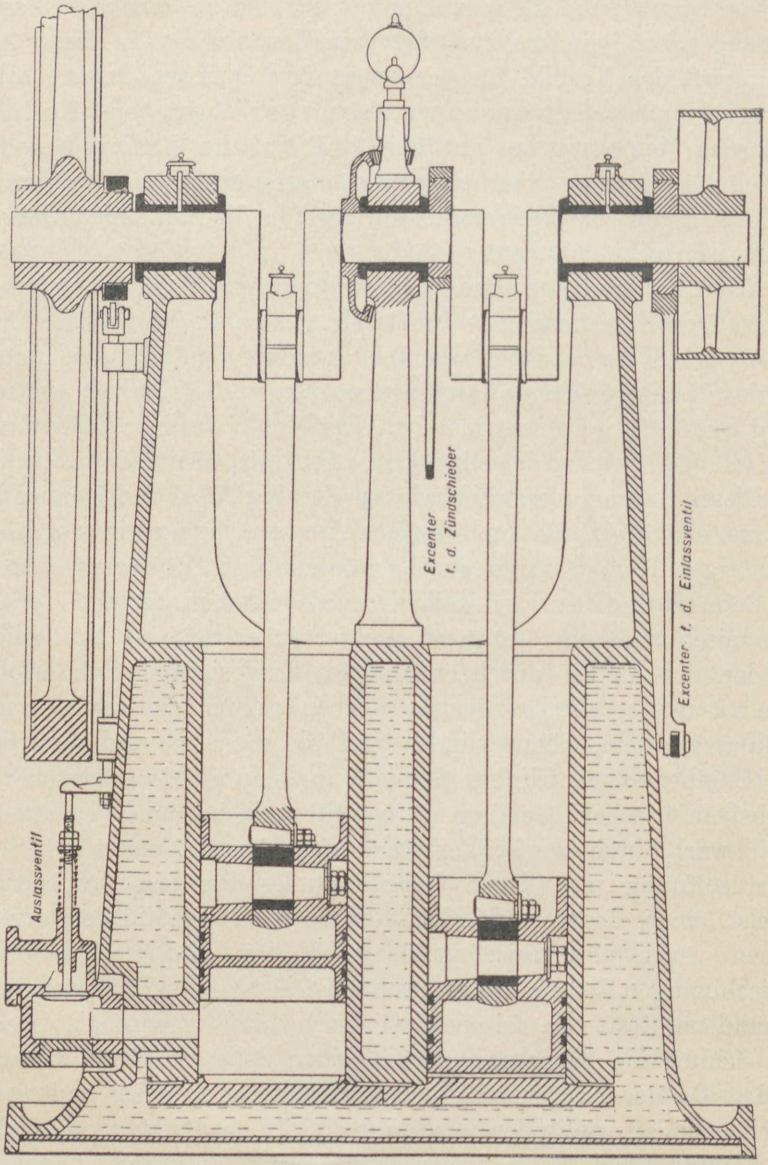


Fig. 5. Benzinmotor System Wittig & Hees vom Jahre 1880 (Längsschnitt).

beide Ventile durch denselben Hebel aufgedrückt, der Benzinbehälter liegt um ein weniges tiefer wie das Benzinventil, so dafs ein zeitiges Nachsickern aus dem Ventil (bei etwaigen Undichtigkeiten) nicht

stattfinden kann; nur wenn der Pumpenkolben saugt, und sich im Ventilgehäuse ein Vakuum bildet, kann Benzin eintreten. Zwischen

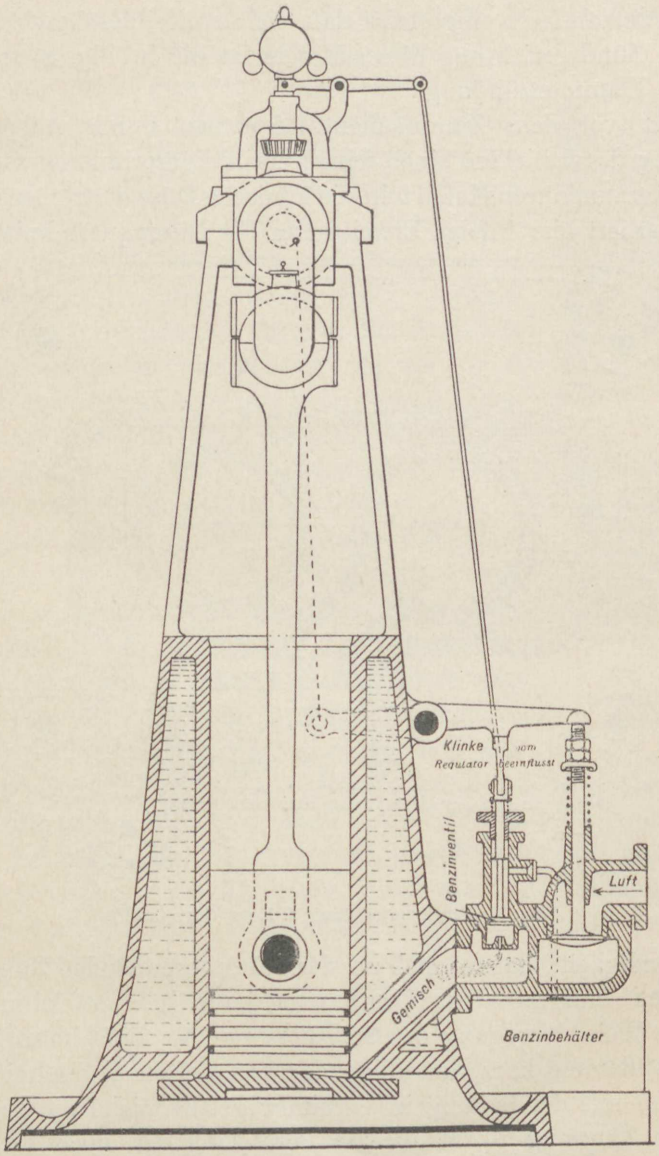


Fig. 6. Benzinmotor Wittig & Hees (Horizontalschnitt).

Luft- und Benzinventil ist eine Scheidewand mit engem Spalt eingeschaltet, welch letzterer den Zweck hat, die angesaugte Luft mit grofser Geschwindigkeit an der Mündung des Benzinventiles

vorbeizuführen; tritt aus diesem das Benzin aus, so wird es vom Luftstrom erfafst und zerstäubt. Mittelst eines Regulierhahnes wird der Benzinzufluſs so eingestellt, daſs sich explosibles Gemisch bildet.

Die Zündvorrichtung dieses Motors ist die in Fig. 8 und 9 dargestellte Flammenzündung.

Kurz vor dem Zündmoment läſst man durch entsprechende Steuerung des Schiebers einen feinen Strahl komprimierten Gemisches vom Laderaum durch Kanal *b* in die konische Düse *a* strömen; das Gemisch verliert hier infolge Erweiterung des Düsenquerschnittes so an

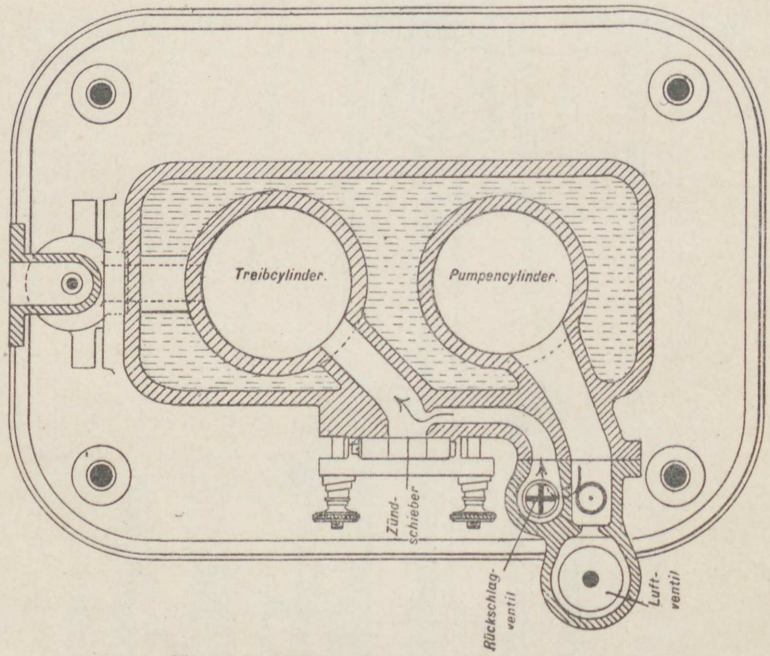


Fig. 7. Benzinmotor Wittig & Hees (Querschnitt).

Geschwindigkeit, daſs es sich an der aufsen brennenden Zündflamme entzünden und mit dem Ursprung in *a* brennen kann. Leitet man die Weiterbewegung des Schiebers nun so, daſs im toten Punkt die Düsenflamme kurz hintereinander von aufsen abgeschnitten wird und dann mit der Ladung in Verbindung tritt (siehe die Fig. 8), so wird die Zündung durch direkte Berührung der noch brennenden Schieberflamme mit dem Explosionsgemisch herbeigeführt.

Als Zündflamme diente schon hier eine Benzindampfflamme, wie sie später bei Besprechung der eigentümlichen Organe der Benzin- und Petroleummotoren in ähnlichen Konstruktionen zur Darstellung gelangen werden.

Aus der Beschreibung des Motors geht hervor, dafs man es mit einer ungemein einfachen Maschine zu thun hatte. Ein fein einstellbarer Regulierapparat für den Benzinzufluſs, bessere Zerstäubung und ein Ersatz der Flammenzündung durch Glühzünder hätte ohne Frage aus dieser Maschine einen guten, betriebssicheren Benzinmotor für das Kleingewerbe gemacht. Wie wir später sehen werden, haben einige Benzinmotoren der Jetztzeit mit dem Arbeitsverfahren des beschriebenen Motors Vieles gemein.

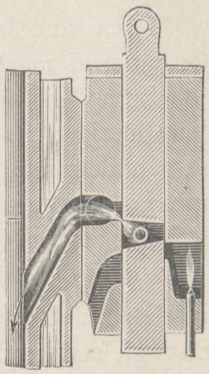


Fig. 8.

Abgesehen von dem Mangel einer empfindlichen Reguliervorrichtung für den Benzinzufluſs und einer intensiven Zerstäubung, wie wir sie in Kap. 4 an den neueren Benzinmotoren kennen lernen werden, war es wohl hauptsächlich die Anwendung der Flammenzündung, welche das Anlassen dieser Motoren oft ungemein erschwerte.

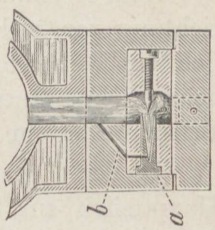


Fig. 9.
Flammenzündung
System Wittig & Hees.

Wenn man beachtet, dafs alle Flammenzündungen im Grunde genommen nur durch Flammen wirken, welche kurz vor ihrem Verlöschen sind, wenn sie mit der Ladung in Verbindung treten, so ist leicht erklärlich, dafs eine Flamme aus so wenig gleichmäfsigem Gemisch, wie es sich hier beim Anlassen bildete, sehr unbeständig und nicht zur Vermittelung der Zündung geeignet war.

Schon beim Wittig & Hees'schen Benzinmotor wurde zur leichten Ingangsetzung bei kalter Jahreszeit der Einlafskanal und das Einlafsventil vor dem Anlassen durch eine Flamme angewärmt; auch ergaben Versuche, dafs man bei betriebswarmem Motor unbeschadet dem Benzin bis zu 50 % Petroleum zusetzen konnte.

Schon damals war man also dem Prinzip der heutigen Petroleummotoren unbewufst nahe; würde die provisorische Heizflamme zum Anwärmen des Einlafskanales zu einer beständig brennenden gemacht sein, so hätte man an Stelle des Benzins reines Petroleum setzen können.

Mehrfach sind später Petroleummotoren aufgetaucht, die dem Wittig & Hees'schen Motor sehr ähnlich waren. Sie wurden zum Zweck des Anlassens zuerst mit Benzin gespeist, bis sie betriebswarm waren, und die Wandungen des Einlafskanales genügende Temperatur zur Verdampfung des Petroleums erreicht hatten. Nach Absperrung des Benzins konnte dann an dessen Stelle Petroleum zugeführt werden.

Viertes Kapitel.

Neuere Benzinmotoren.

Etwa vom Jahre 1883 ab treten Benzinmotoren auf, welche sich als dauernd marktfähig erwiesen haben.

Zum Teil findet sich das Prinzip der älteren Benzinmotoren, den flüssigen Brennstoff als solchen direkt zu verarbeiten, weiter ausgebildet, zum Teil hat man mit dem Motor eigene Benzinverdampfapparate verbunden.

Zur ersten Gattung gehört der

Spielsche Benzinmotor,

welcher in Deutschland von der Halleschen Maschinenfabrik und Eisengiefserei gebaut wird.

Zum erstenmal findet sich hier an einem Benzinmotor eine Einrichtung vor, welcher wir später noch öfter begegnen werden, nämlich ein Benzinpumpe, die für jeden einzelnen Arbeitshub ein genau bemessenes Quantum Benzin fördert und dem eintretenden Betriebsluftstrom zur Zerstäubung überliefert.

In den Fig. 10, 11, 12 und 13 ist der Spielsche Motor in seinen Hauptteilen zur Darstellung gelangt. *l* (Fig. 10) ist die erwähnte Benzinpumpe, *k*, unmittelbar daneben liegend, das gesteuerte Gemischeinlafsventil. Beide Organe werden zu Beginn der Saugperiode gleichzeitig durch den Winkelhebel *o* (Fig. 11) bewegt. Das kleine horizontal liegende Druckventil der Benzinpumpe, welches in geöffneter Stellung gezeichnet ist, hat einen konischen Kopf, so dafs der Austritt der Flüssigkeit in Form eines Schleiers erfolgt. Das fein zerteilte Benzin wird von der heftig einströmenden Betriebsluft erfafst, zerstäubt, verdunstet und als zündbares Gemisch in den Cylinder gesaugt. Das Rohr *r* (Fig. 10) führt den Strom des Gemisches gegen den Cylinderdeckel, zu dem Zweck, die dort von der voraufgegangenen Arbeitsperiode lagernden Verbrennungsrückstände zu beseitigen, so dafs die hier angebrachte Zündvorrichtung in direkte Verbindung mit dem zündbaren Gemisch der neuen Ladung gelangen kann.

Eine Hauptbedingung für das leichte Anlassen der Benzinmotoren ist die sofortige Bildung zündbaren Gemisches. Da beim langsamen Drehen die Geschwindigkeit des angesaugten Luftstromes sehr gering ist, so leidet hierunter die Intensität der Zerstäubung, aufserdem schlägt sich, solange der Cylinder innen noch kalt ist,

ein Teil des Benzins der Ladung an den kalten Wandungen nieder, das Gemisch wird dadurch zu schwach und kann an kalten Tagen seine Entzündbarkeit ganz verlieren. Um diesem Übelstand abzuhelfen, mufs man vor der Hand mehr Benzin zuführen, damit mehr von den leichtflüchtigeren Bestandteilen des Benzins zur Verfügung stehen, welche sich weniger leicht niederschlagen. In dieser Weise erhält man bei langsam gedrehtem kaltem Motor ein zündbares Gemisch, welches mit einer Druckentwicklung verbrennt, die ausreicht, den Motor in Gang zu setzen.

Die stärkere Benzinzufuhr für das Anlassen wird durch Vergröfserung des Pumpenhubes besorgt, indem in die lockere Verbindung des Pumpenkolbens mit dem zugehörigen Zapfen des Winkelhebels *O* das Distancestück *e* eingeschoben wird. Hat der Motor die normale Geschwindigkeit erreicht und ist so warm geworden, dafs ein Niederschlagen von Benzin nicht mehr zu befürchten ist, so kann das Distancestück *e* wieder entfernt werden. Infolge des längere Zeit zugeleiteten überschüssigen Benzins, werden sich die schwerflüchtigen, nicht verdunsteten Bestandteile desselben als Flüssigkeit im Cylinder ansammeln und, falls sie nicht beseitigt werden, zu Rufsbildung und Verschmutzungen Veranlassung geben. Am tiefst gelegenen Punkt, nahe dem Cylinderdeckel, ist also ein Hähnchen angebracht, aus welchem nach dem Angehen die flüssigen Benzinreste abgelassen werden.

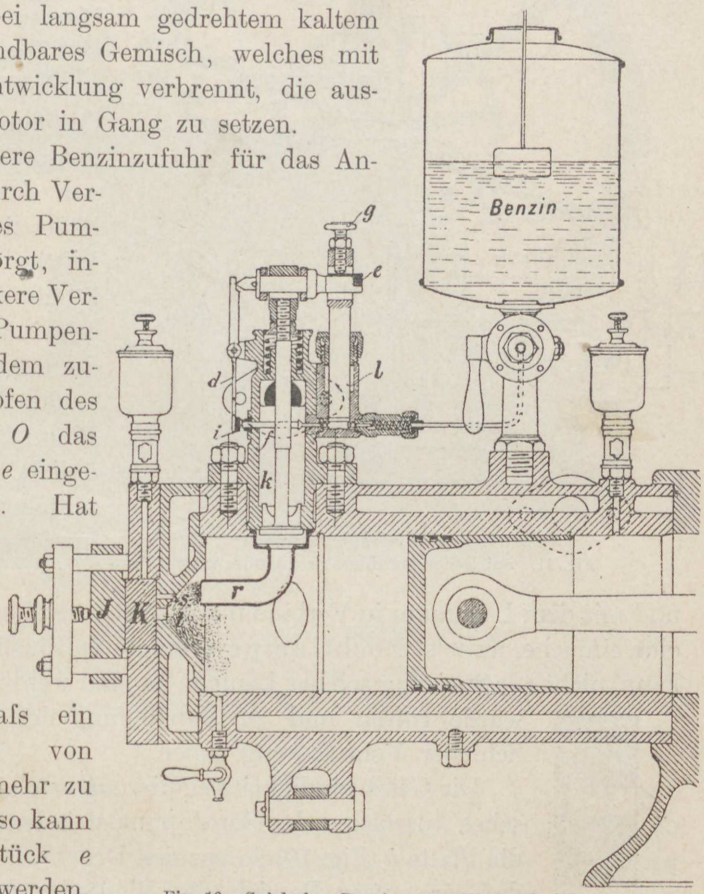


Fig. 10. Spielscher Benzinmotor (Längsschnitt).

Die Zündung wird durch eine Flammenzündung mit Schieber bewirkt. Da der Schieber nur als Zündmechanismus und nicht wie bei Gasmotoren auch zum Mischen und Einlassen der Ladung benutzt wird, so erhält er keine zwangläufige Bewegung, sondern wird im Moment der Zündung am Zündkanal vorbeigeschnellt. Die Vermittelungsflamme bekommt ihre Nahrung von der Ladung und bildet sich, ähnlich der Wittig & Heesschen Zündung, durch Geschwindigkeitsverminderung des ausströmenden Gemisches im Raum *k* (Fig. 12). Wie üblich, wird die Vermittelungsflamme in kurzer Folge nach aufsen hin abgesperrt und mit dem Laderaum in Verbindung gesetzt. Als Zündflamme dient eine einfache, mittelst Dochtlampe erzeugte Spiritusflamme. Benzin kann nicht zur Speisung solcher Lampen benutzt werden, die Flamme würde rufsen und zu Verstopfung der Öffnungen im Schieber Veranlassung geben.

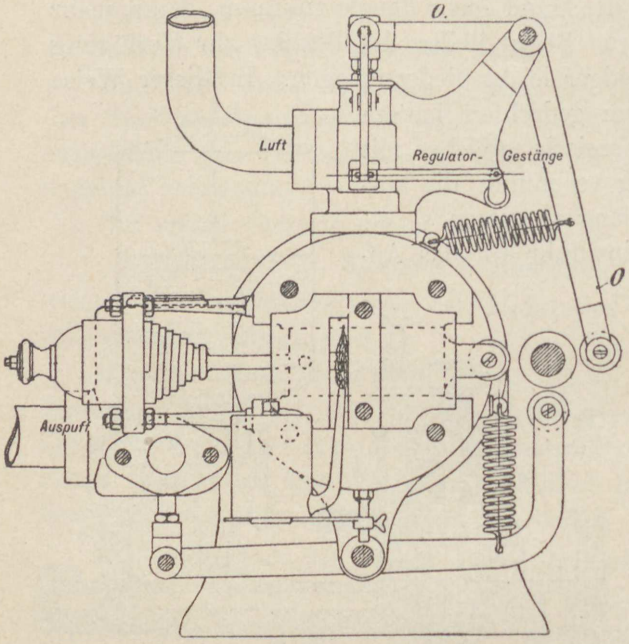


Fig. 11. Spielscher Benzinmotor (hintere Ansicht).

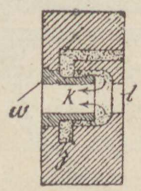


Fig. 12. Spielscher Benzinmotor. Durchschnitt des Schiebers.

Die Geschwindigkeitsregulierung erfolgt durch periodisches Ausrücken der Benzinpumpe, indem der Regulator die Platte *i* (Fig. 10) so vor den Druckventilstift *f* schiebt, dafs er aufser Bereich der Blattfeder *d* gelangt. Das Druckventil bleibt also geöffnet und die Förderung von Benzin so lange aufgehoben, bis *i* vom Regulator zurückgeholt wird.

Da das Einfüllen des Benzins in den Vorratsbehälter auf dem Arbeitscylinder mit Feuersgefahr verbunden ist, so hat man am Motorengestell eine kleine Handwürgelpumpe angebracht, siehe Fig. 13, mit der man ohne Öffnung der Behälter jederzeit den Benzinvorrat erneuern kann.

Von Interesse an dem Spielschen Benzinmotor ist noch, dafs er zu den wenigen Maschinen gehört, bei welchen der Zündort an

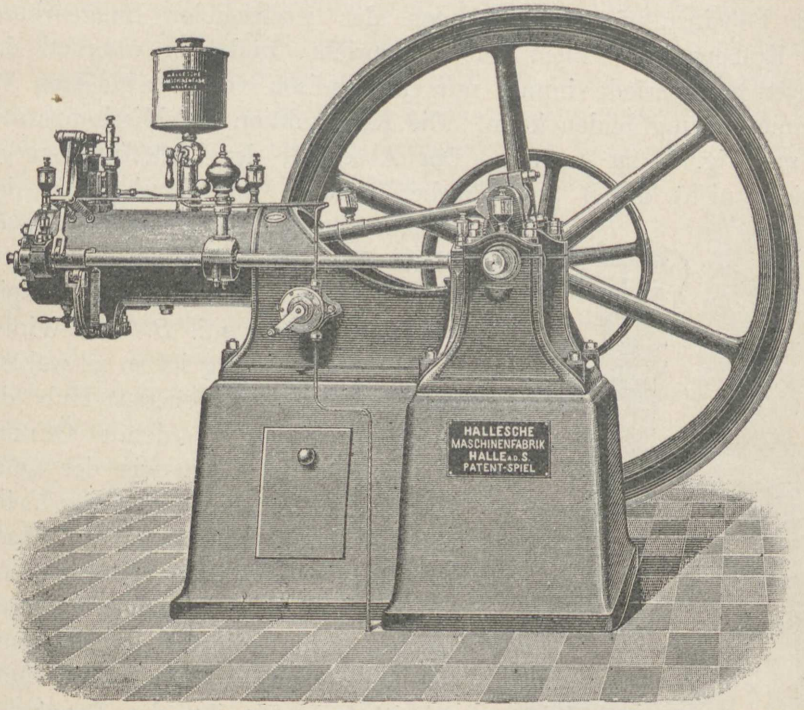


Fig. 13. Spielscher Benzinmotor (Ansicht).

einer anderen Stelle wie die Gemischeinführung liegt. Ohne die erwähnte Säuberung des hinteren Cylinderraumes von Verbrennungsrückständen würde eine zuverlässig wirkende Zündung nicht erreicht werden können.

Der Körtingsche Benzinmotor.

Die Maschine arbeitet ebenfalls mit direkter Benzinzuführung, zu ihrer Konstruktion wurde der bekannte, im Viertakt arbeitende Gasmotor derselben Firma benutzt.

Das Benzin für den einzelnen Arbeitshub wird hier nicht mittelst einer Pumpe zugeführt, sondern es erfolgt der Zufluſs durch den natürlichen Druck von einem ca. 2 m über dem Motor angebrachten Behälter in Verbindung mit der Saugwirkung des Arbeitskolbens. Das selbstthätige Lufteinlafsventil ist in eigenartiger Weise so mit der Benzinzuführung vereint, dafs es Luft und Benzin gleichzeitig abschliefst und aufserdem noch die Ringspaltzerstäubung in sich aufnimmt.

Hierdurch wird erreicht, dafs Lufteintritt, Benzinzuführung und Zerstäubung zu derselben Zeit beginnen und aufhören, dafs Luft- und Benzinzufluſs immer genau der wechselnden Saugwirkung des Kolbens auf seinem Hube entspricht, und sich während der ganzen Saugperiode immer nur ein Gemisch von der gleichen Zusammensetzung bilden kann. Die Konstruktion des Mischapparates ist aus Fig. 14 zu ersehen. Der Abschluſs der Luftöffnungen geschieht nicht durch Schleiffläche, sondern nur durch eine, den Gehäuse-Querschnitt genau ausfüllende Platte *P*. Fest verbunden mit dieser Luftabschluſsplatte ist das sehr spitz geformte Benzinventil *B*. Der Winkel für diese Zuspitzung ist so zu wählen, dafs bei dem begrenzten Hub des Ventiles die frei werdende Öffnung immer noch kleiner wie der Querschnitt des Benzinzufluſsrohres bleibt. Nur im Verein mit dieser Ventilform kann sich während des ganzen Saughubes wirklich gleichartiges Gemisch bilden, würde während der Eröffnung des Benzinventiles ein gröſserer Querschnitt frei, wie ihn das Benzinrohr hat, so könnte sich für diese Zeitperiode ein gleichmäſsiges Gemisch nicht mehr bilden, weil trotz gröſserer Eröffnung des Ventiles dennoch nicht mehr Benzin zuströmen kann, wie dem Rohrquerschnitt entspricht.

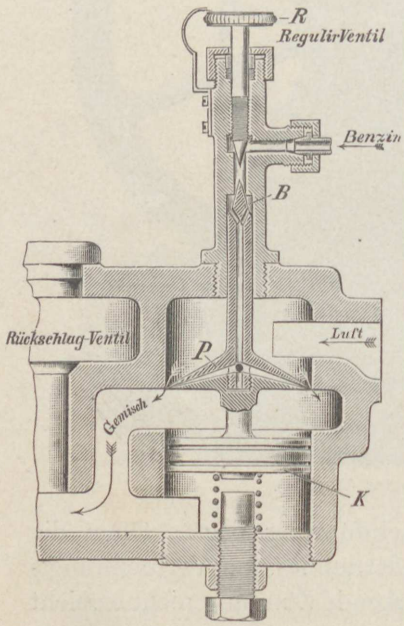


Fig. 14. Körtings Benzinmotor. Benzinzuführung.

Da mit den unvermeidlichen Vibrationen, welche alle frei beweglichen Luftventile ausführen, eine Störung im gleichmäſsigen Fliefsen des Benzinstromes verbunden ist, so hat man unter der Luftabschluſsplatte einen Widerstand erzeugenden Kolben *K* angebracht, auf den sich die Saugwirkung des Arbeitskolbens äufsert. Aus der sonst vibrierenden Bewegung des Einlafsventiles wird dadurch eine einfache Hebung und Senkung, die für die Bildung gleichmäſsigen Gemisches von Bedeutung ist.

Als Zündapparat ist eine Glührohrzündung verwandt, von deren Einrichtung im Kapitel 7 ausführlich die Rede sein wird; in Fig. 77 Kapitel 6 findet sich die Beschreibung der Benzindampflampe,

welche hier zur Erhitzung des Porzellanglührohres angewandt wird. Die Regulierung der Geschwindigkeit erfolgt am Körtingschen Benzinmotor durch periodisches Aufhalten des Auslafsventiles und gleichzeitiges Zudrücken des Einlafsventiles. Beim Überschreiten der normalen Drehgeschwindigkeit hebt der Regulator den Haken k (Fig. 15), welcher dann hinter die Klinke des heruntergedrückten Auslafsventilhebels h fafst und das Auslafsventil S in gehobener Stellung festhält (siehe auch die zugehörigen Figuren im 6. Kap. über Regulatoren).

Der Zugstangenbügel R des Auslafsventiles A (Fig. 16) ist durch den doppelarmigen Federhebel E mit dem Rückschlagventil B so verbunden, dafs das Hochheben von Ventil A ein Festdrücken von B bedingt. Solange also das Auslafsventil geöffnet erhalten wird, kann kein frisches Gemisch in den Arbeitscylinder gelangen, vielmehr saugt der Kolben die soeben ausgestofsenen Verbrennungsprodukte zurück und spielt mit ihnen hin und her, bis sich neue Kraftäufserung nötig macht, das Auslafsventil wieder freigegeben wird, und der Motor seine normale Arbeitsweise wieder aufnimmt.

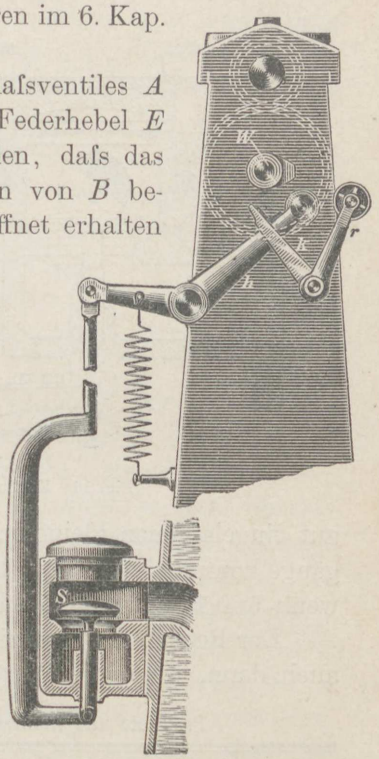


Fig. 15. Körtings Benzinmotor. Reguliervorrichtung.

Im Gegensatz zu jenen Motoren, welche ihre Geschwindigkeitsregulierung durch periodisches Abstellen der Benzinzufuhr bewirken, fällt hier die Kompressionsperiode solange fort, wie der Motor zu schnell läuft. Diese, in letzterer Zeit auch an anderen Motoren vielfach ausgeführte Reguliermethode hat den Vorzug, dafs die sonst durch Kolbenreibung bei der Kompression verloren gehende, durchaus nicht unerhebliche Arbeit nicht in Frage kommt.

Auch auf den Schmierzustand des Arbeitscylinders übt die beschriebene Reguliermethode einen sehr günstigen Einflufs aus; während nämlich bei anderen Einrichtungenin jeder Kompressions- und Arbeitsperiode das Schmieröl aus der Fuge zwischen Kolben- und Cylinderwand herausgedrückt wird, ist hier das Entgegensetzte der Fall: es fällt nicht nur die Kompressionsperiode fort, sondern die Saughübe, welche das Öl an der Cylinderwand herunterziehen, ver-

doppeln sich. Diese schätzenswerte Nebenwirkung kommt namentlich dann zur Geltung, wenn der Kolben nach längerem Gebrauch des Motors nicht mehr absolut dicht hält.

Bei Anwendung dieser Reguliermethode ermäfsigt sich der Benzinverbrauch für den Leerlauf ganz erheblich; während hier bei

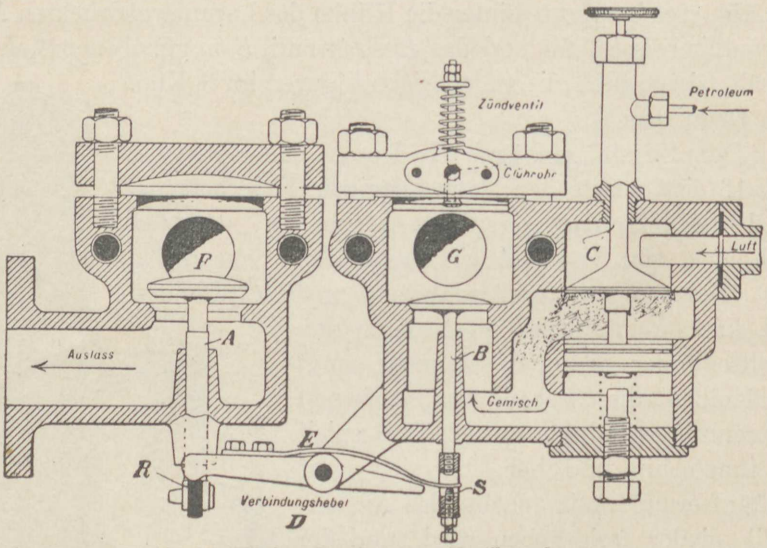


Fig. 16. Körtings Benzinmotor. Ventilanordnung.

gut eingelaufenen kleineren Motoren auf einen Vollgang 8—10 Leergänge kommen, war man bei den alten Reguliermethoden zufrieden, wenn auf 1 Vollgang 6 oder 7 Leergänge kamen.

Der Betrieb der beschriebenen Motoren ist ein sehr zuverlässiger, auch dann, wenn die Wartung zu wünschen übrig läfst.

Preisliste und Abmessungen der Körtingschen Benzinmotoren.

Gröfse in effekt. Pferdestärken	½	1	2	3	4	5	6
Preis des Motors . . . . M.	850	1050	1350	1700	2000	2300	2600
Gewicht des Motors allein kg	250	370	520	725	890	1100	1410
Gewicht mit Verpackung . kg	300	450	625	880	1055	1300	1630
Länge (Richtung quer zur Welle)	600	800	1000	1200	1300	1400	1540
Breite (in Richtung der Welle)	580	590	710	850	910	990	1040
Höhe incl. Schwungrad . . .	973	1170	1420	1650	1785	1930	2130
Durchmesser des Schwungrades	600	800	1000	1200	1300	1400	1540
Durchmesser der Riemscheibe	170	250	400	450	500	500	600
Breite der Riemscheibe . . .	110	130	150	195	240	240	280
Breite des Riemens	50	60	70	90	110	110	130
Umdrehungen in der Minute .	320	300	280	240	220	200	180

Benzinmotor der Gasmotorenfabrik Deutz.

Der Motor gehört zu jener Gattung, bei welcher die Betriebsluft zu ihrer Sättigung mit Benzindämpfen den Benzinvorrat in feiner Zerteilung durchstreicht. Der Sättigungsgrad der Luft ist ein derartiger, dafs ein leuchtend brennendes Gemisch gebildet wird, dem nochmals Luft zugeführt werden mufs, damit ein unter Druckentwicklung verbrennendes Gemisch entstehe.

Abgesehen von dem Verdampfapparat, welcher ganz unabhängig vom Motor ist und in einem gesonderten Raum aufgestellt werden kann, ist dieser Motor den bekannten Gasmotoren derselben Fabrik sehr ähnlich; er unterscheidet sich von ihnen nur dadurch, dafs der Schieber, welcher dort die Gemischzufuhr und die Zündung bewirkt, fortfällt. Für die Gemischbildung sind hier zwei Hähne L und B (Fig. 18) und für den Einlafs des Gemisches in den Cylinder das selbstthätige Ventil W (Fig. 19) angeordnet. Die Zündung ist eine elektrische, der Strom wird aber nicht durch eine Dynamomaschine oder eine galvanische Batterie erzeugt, sondern durch einen magnet-elektrischen Apparat.

Der Benzin-Verdampfapparat (Fig. 17 und 17 a) besteht aus dem Behälter A zur Aufnahme des Benzins, dessen Inneres durch Rohr D mit dem Motor und durch C' mit der äufseren Luft in Verbindung steht. Das Rohr C' endigt am Boden des Behälters in einer Brause.

Beim Ansaugen des Arbeitskolbens macht sich das im Cylinder gebildete Vakuum auch im Behälter geltend und veranlafst die äufsere Luft, den Druck der Flüssigkeitssäule im Rohr zu überwinden, aus der Brause in feiner Zerteilung auszutreten und die Benzinschicht zu durchstreifen, wie in Fig. 17 angedeutet. Der Behälter A ist mit einem Mantel M umgeben, welcher im Winter zum Vorwärmen des Benzins mit warmem Wasser gefüllt werden kann und dann während des weiteren Betriebes vom abströmenden warmen Kühlwasser des Motors durchflossen wird. Auch der Boden des Behälters kann nach Bedarf durch die Auspuffgase geheizt werden, indem letztere, wie in Fig. 17 a angedeutet, durch den Doppelboden K zu leiten sind.

Zur Erkennung des Benzinstandes im Behälter dient der Schwimmer S'. Die Füllung erfolgt am besten durch eine kleine Handflügelpumpe, welche in die Rohrleitung zwischen dem Benzinbehälter A und dem Benzinfafs eingeschaltet ist, mit Hilfe derselben kann die Überleitung des Benzins jederzeit ohne Gefahr und in bequemster Weise erfolgen.

Während des Benzinpumpens ist der Lufthahn am Behälter *A* zu öffnen, damit die verdrängte Luft entweichen kann.

Wie bei Gasmotoren, so kann es auch bei den Benzinmotoren vorkommen, dafs sich die neue Ladung an den noch brennenden Resten der alten zu einer Zeit entzündet, bei welcher die Verbindung mit dem Benzinbehälter noch geöffnet ist.

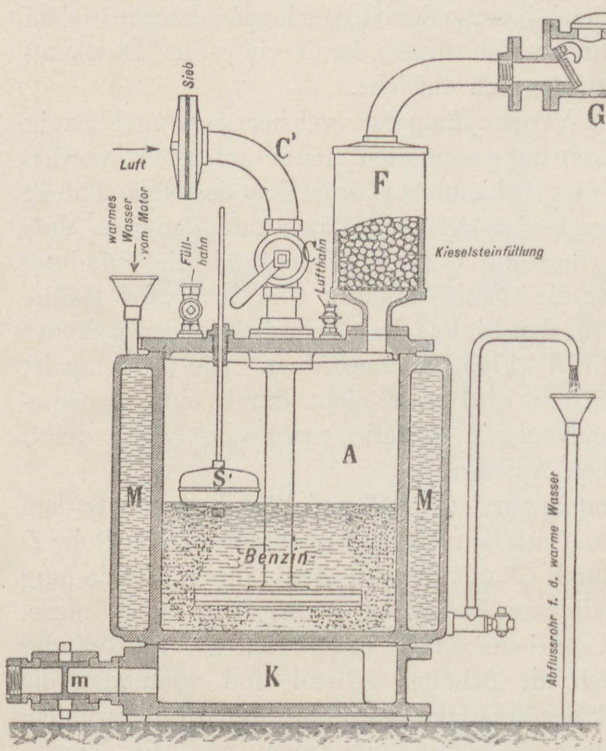


Fig. 17.

Diese als »Rückschlag« bekannte Erscheinung könnte zu einer unerwünschten Druckäufserung im Benzinbehälter Veranlassung geben, welche einen Teil des Benzinvorrates aus dem Luftrohr *C'* herausschleudern oder Flammenbildung im Hohlraum von *A* herbeiführen könnte.

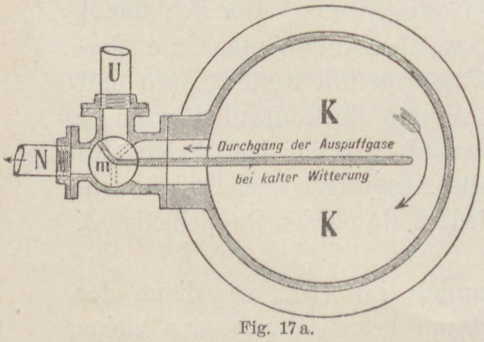


Fig. 17a.
Deutzer Benzinmotor. Benzin-Verdampfapparat.

Um solche Vorkommnisse unmöglich zu machen, sind folgende Einrichtungen getroffen: Erstens ist die Rückschlagklappe *G* (Fig. 17) angeordnet, welche sich bei jedem Überdruck im Rohr *D* schliefst; zweitens die Sicherheitsklappe *H*, durch welche vorkommenden Falls die Verbrennungsprodukte der vorzeitig entzündeten Ladung sofort entweichen können. Endlich ist noch in das Rohr *D* der Topf *F* eingeschaltet, durch dessen Füllung mit Kieselsteinen ein Weiterbrennen der Flamme durch die Steinschicht hindurch

unmöglich gemacht wird. Die Kieselsteinfüllung hat aufserdem noch den Zweck, mechanisch mitgerissenes, flüssiges Benzin abzuscheiden.

Eine weitere Sicherung gegen Feuersgefahr ist durch Verschlufs der Luftrohrmündung C' mit Drahtgaze bewirkt. Offene Flammen, welche zufällig in die Nähe von C' gelangen sollten, können also nicht in das Innere des Behälters A hineinschlagen.

Wie schon im 2. Kapitel erwähnt, kann durch offen brennende Zündflammen bei Undichtigkeiten der Benzinleitungen etc. Feuersgefahr hervorgerufen werden.

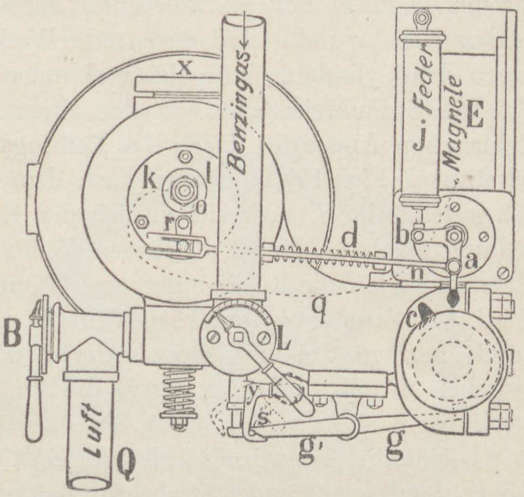


Fig. 18.⅓ Deutzer Benzinmotor (hintere Ansicht).

Auch diese Gefahr ist an dem Deutzer Motor beseitigt, indem man ihn mit einer elektrischen Zündung ausgerüstet hat, bei welcher die Funkenbildung nur im Innern des Cylinders stattfindet. Der magnet-elektrische Apparat, welcher zur Stromerzeugung dient, ist derselbe, wie er für »Zeiger-Telegraphen« gebräuchlich ist. Er besteht aus einer Anzahl übereinandergelegter Hufeisenmagnete E (Fig. 18), zwischen deren Polen eine Induktionsspule lagert. Bei schneller Drehung der letzteren entsteht ein elektrischer Strom. Die Drehung der Spule erfolgt nur für kurze Zeit zu Ende der Kompressionsperiode und zwar dadurch,

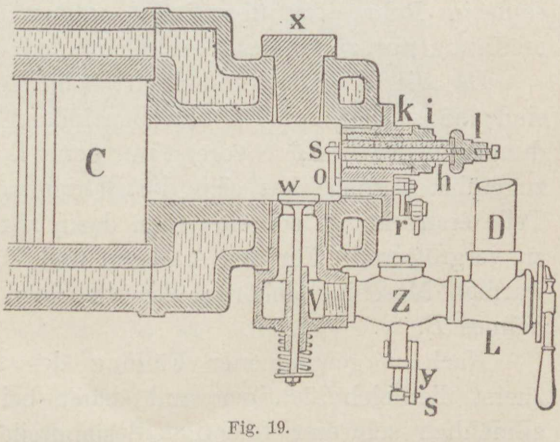


Fig. 19.
Deutzer Benzinmotor (Längsschnitt durch den Laderaum).

dafs der an der Steuerwelle befestigte Daumen C gegen den Arm a des Winkelhebels $a\ b$ stöfst und ihn eine kurze Strecke Wegs mitnimmt. Hierdurch wird die in der Büchse J liegende Feder gespannt

und die Induktionsspule beim Freiwerden des Hebels *a* mit grofser Geschwindigkeit zurückgeschnellt. Durch den Hebel *a* wird gleichzeitig auch der innen liegende Kontakthebel *O* (Fig. 19) vermittelst der Zugstange *d* und des Hebels *r* bewegt, so dafs im Moment der Stromerzeugung auch die Bewegung des Kontakthebels erfolgt. Die beiden Hebel *r* und *o* sind durch eine Welle, welche dichtschliefsend durch den Cylinderdeckel geht, verbunden.

Der Stromkreis geht von der einen Polschraube des magnetelektrischen Apparates durch den Leitungsdraht *q* nach der Klemmschraube *l* (Fig. 19), von hier nach dem im Cylinderdeckel isoliert gelagerten Stift *S*, an welchen sich der Kontakthebel in der Ruhestellung anlehnt. Hebel *o*, dessen Welle, die Zugstange *n* und der Hebel *a* bilden die Rückleitung, welche nicht isoliert zu sein braucht. Wird der Stromkreis zwischen Stift *S* und dem Kontakthebel *O* durch geringe Drehung des letzteren unterbrochen, so springen zwischen *S* und *O* Funken über, die die Entzündung der Ladung bewirken.

Damit die Saugwirkung des Arbeitskolbens im Verdunstapparat jederzeit mit genügender Stärke zur Geltung gelange, ist das Einlafsventil *w* mit einer Feder belastet, und erst, wenn das im Cylinder gebildete Vakuum die Federspannung überwunden hat, pflanzt sich die Luftverdünnung mit der nötigen Energie bis in den Verdunstungsbehälter fort, so dafs die äufsere Luft den Druck der Flüssigkeitssäule im Rohr sofort überwindet, und während der ganzen Ventileröffnung nur zündbares Gemisch in den Cylinder gelangt.

Da die Cylinderwandungen beim Anlassen des Motors kalt sind, so schlägt ein Teil des Benzindampfes an den kalten Wandungen nieder, und darf vorerst nur wenig Luft durch Hahn *B* (Fig. 18) zugeführt werden; hat sich die Betriebswärme des Motors auf alle Teile erstreckt, so schreitet man dazu, allmählich den Luftzuschufs zu vergröfsern. Für das Anlassen und für den Gang der betriebswarmen Maschine gehören also verschiedene Stellungen des Lufthahnes *B*.

Nach vorgenommener Füllung des Benzinbehälters gelangen zuerst die leichtflüchtigen und später bei fortdauerndem Betriebe allmählich schwerer flüchtige Bestandteile des Benzins zur Verdampfung; in beiden Fällen werden sich Gemische von verschiedenen Verbrennungseigenschaften bilden, und ist es dienlich, mit abnehmendem Benzinvorrat die Temperatur des Verdunstapparates zu steigern.

Zur Erleichterung des Anlassens empfiehlt es sich, namentlich dann, wenn der Motor längere Zeit gestanden hat, das vorhandene Benzin abzulassen und den Behälter mit frischem Benzin zu füllen, damit für den Anfang ein Benzin zur Verfügung steht, welches noch recht viele der leichtflüchtigen Bestandteile enthält und als solches die geringste Neigung hat, sich an kalten Wandungen als Flüssigkeit niederzuschlagen. Die Geschwindigkeitsregulierung des Motors erfolgt, ebenso wie bei den Gasmotoren der Deutzer Fabrik, durch

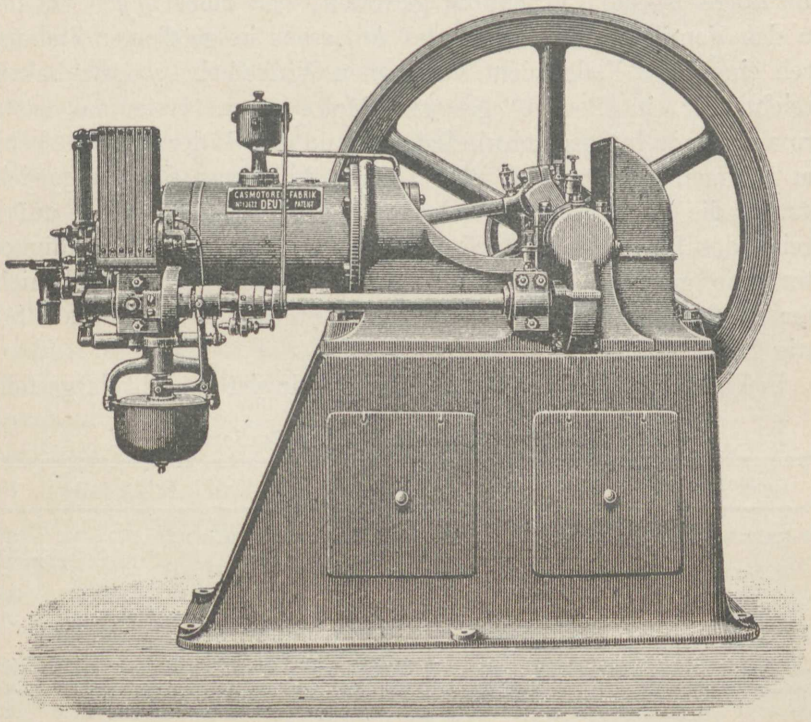


Fig. 20. Deutzer Benzinmotor.

einen Centrifugal-Regulator, welcher bei zu schnellem Gang die Verbindung zwischen Verdunstapparat und Motor durch Ventil *Z* (Fig. 19) absperrt.

Auch bei den Benzinmotoren kann mit Anwendung dieser Reguliermethode der Fall eintreten, dafs bei unbeabsichtigtem Stillstand des Motors das Benzinventil *Z* gerade geöffnet ist, wenn der Motor still steht. Es könnte alsdann durch den Lufthahn *Q* hindurch ein weiteres Verdunsten von Benzin stattfinden und dadurch die Gefahr einer Explosion herbeigeführt werden.

Um diese Möglichkeit auszuschliefsen, ist die Einrichtung getroffen, dafs der Daumen für die Bewegung des Benzinventiles Z durch den Regulator nicht nur für Umdrehungsgeschwindigkeiten über der normalen, sondern auch darunter aufser Bereich des Steuerhebels $g\,g'$ (Fig. 18) gebracht wird.

Für das Anlassen, bei welcher Gelegenheit der Motor von Hand, also weit unter der normalen Umdrehungsgeschwindigkeit, bewegt wird, würde sich also das Benzinventil Z ebenfalls nicht öffnen. Demzufolge ist die Einrichtung getroffen, den Hebel $g\,g'$ und mit ihm das Ventil Z zum Zweck des Anlassens in geöffneter Stellung durch einen mit Fallgewicht versehenen Winkelhebel y festzuhaken. Erreicht der in Betrieb gesetzte Motor zum erstenmal seine normale Umdrehungsgeschwindigkeit, und wird der Steuerhebel g vom Daumen getroffen, so lüftet dieser ihn etwas, das Fallgewicht sinkt in die punktierte Stellung und bringt den Hebel g' aufser Bereich des Hakens. Beim Sinken der Umdrehungsgeschwindigkeit unter eine gewisse Grenze wird dann also das Benzinventil nicht mehr geöffnet, und somit der gefahrlose Stillstand des Motors selbstthätig herbeigeführt.

In Fig. 20 ist der Deutzer Benzinmotor in der Ansicht dargestellt.

Preisliste und Abmessungen der Deutzer Benzinmotoren.

Gröfse in effektiven Pferdekräften	1	2	3	4	5	6	8	10	12
Preis des Motors inkl. Verpackung ab Fabrik M.	1300	1650	2000	2400	2850	3250	3600	4500	4800
» » Benzinapparates ab Fabrik . . . »	300	300	350	400	400	500	500	2Stück à 325	2Stück à 325
» » Fundamentbockes (Gufseisen) . . »	100	120	135	155	175	200	230	270	300
» der Steinschrauben f. Quaderfundam. »	8	10	12	15	15	20	20	25	30
» » Ankerschrauben u. Ankerplatten für Ziegelsteinfundament . . . . . »	12	15	20	25	30	35	40	45	50
Länge des Motors . . . . . m	1,630	1,850	2,030	2,200	2,350	2,470	2,700	3,000	3,000
Breite » » . . . . . »	0,775	0,860	0,950	1,080	1,160	1,255	1,365	1,515	1,515
Höhe » » . . . . . »	1,445	1,480	1,525	1,610	1,625	1,695	1,770	1,850	1,850
Durchmesser der Riemscheibe . . . . . »	0,200	0,300	0,400	0,450	0,550	0,600	0,750	0,800	0,950
Breite » » . . . . . »	0,150	0,170	0,210	0,250	0,270	0,290	0,310	0,350	0,350
Erforderliche Breite des Riemens . . . . »	0,070	0,080	0,100	0,120	0,130	0,140	0,150	0,170	0,170
Tourenzahl der Riemscheibe . . per Minute	230	230	230	210	200	200	180	180	180
Ungerähres Gewicht des Motors ca. netto kg	570	760	1000	1400	1700	1900	2500	3400	3500
» » » » » brutto »	720	930	1200	1600	2000	2200	2900	3900	4000

Benzinmotor der Maschinenbau-Gesellschaft München.

Der Motor arbeitet ebenfalls in Verbindung mit einem besonderen Apparat zur Erzeugung von Benzindämpfen. Die Dämpfe werden jedoch nicht, wie bei dem schon beschriebenen Apparat des Deutzer Benzinmotors, mit Hilfe des natürlichen Sättigungsvermögens der

Luft gebildet, sondern durch eine konstant brennende Heizflamme erzeugt. Aufserdem ist der Apparat so eingerichtet, dafs er gleichzeitig die Zündflamme des Motors und die eigene Heizflamme speist. Für die Ladungen des Motors bildet sich selbstthätig immer nur so viel Dampf wie der Kraftentnahme entspricht; ein gefahrbringender Vorrat an Benzindämpfen ist also zu keiner Zeit vorhanden.

Das dem Benzindampferzeuger zu Grunde liegende Prinzip entspricht in seinem Wesen dem der Benzin- und Petroleumdampflampen, wie sie zur Erhitzung der Glühzünder in Benutzung sind und im 6. Kapitel des näheren zur Beschreibung gelangen werden.

Auch bei dem vorliegenden Apparat wird der flüssige Brennstoff von einem hochliegenden Behälter in engem Kanal über die Flamme langsam fortgeleitet, so dafs er Dampfform annehmen mufs, bevor er an die Brennermündung gelangt. Hiermit hängt ein »Zurückstauen« der Flüssigkeit und ein Ausströmen des gebildeten Dampfes unter bestimmtem Druck zusammen. Die Brenneröffnung mufs so eng sein, dafs nicht mehr Dampf ausströmen kann, wie gebildet wird. Je höher der Vorratsbehälter angebracht ist, um so höher ist die Spannung des Dampfes, um so kleiner mufs die Brenneröffnung sein.

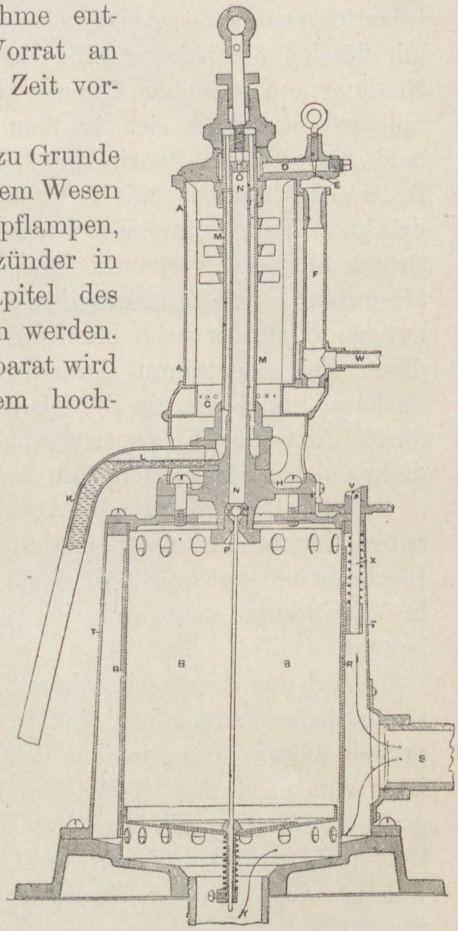


Fig. 21. Benzin-Verdampfapparat der Maschinenbau-Gesellschaft München.

Bei dem zu besprechenden Benzindampf-Erzeuger läfst man den gebildeten Dampf nicht aus einer einzigen Öffnung ausströmen, sondern verteilt ihn nach verschiedenen Richtungen für verschiedene Zwecke. Teils dient er nach voraufgegangener Mischung mit Luft zur Speisung der Zünd- und Heizflamme, teils wird er bei jedem Saughube des Motors zur Bildung der Ladung benutzt.

In Fig. 21 ist dieser Benzin-Verdampfapparat dargestellt. Die Verdampfung erfolgt im ringförmigen Raum zwischen den Röhren *M* und *N*, welchem das Benzin von dem 2—2½ m höher angebrachten Vorratsbehälter durch Rohr *K* zufliefst. Zu Anfang — vor Inbetriebsetzung des Apparates — ist der gesamte ringförmige Raum mit flüssigem Benzin erfüllt. Erhitzt man das Rohr *M* durch Entzündung einer kleinen Menge in die Vertiefung *H* gegossenen Spiritus, so bildet sich in dem engen, ringförmigen Raum sehr bald gespannter Benzindampf, der den Flüssigkeitsspiegel des Benzins bis auf das mit *L* bezeichnete Niveau im Rohr *K* herabdrückt. Wird dann das Niederschraubventil bei *E* geöffnet, so strömt hier der gespannte Benzindampf aus, mischt sich in dem Mischrohr *F* mit der fortgerissenen Luft und wird sich bei den Öffnungen *C* an der noch brennenden Spiritusflamme entzünden. Von dieser Zeit übernimmt dann der Apparat seine Erhitzung selbst. Es kann nun auch die Zündflamme, welche von dem Mischrohr *F* durch Abzweig *W* gespeist wird, entzündet und dann zum Andrehen des Motors geschritten werden.

Durch Rohr *S* steht der Apparat mit dem Motor in Verbindung. Saugt der Arbeitskolben, so hebt der Druck der äufseren Luft die Blechscheibe, welche durch eine lange Stange mit dem Kugelventil *P* in Verbindung steht und sich annähernd dichtend im Behälter *B* bewegt.

Wird das Niederschraubventil *O* oben am Apparat geöffnet, so strömt beim jedesmaligen Lüften des Ventiles *P* während der Saugperiode Benzindampf in den Behälter *B*, von hier durch die obere Lochreihe nach dem Rohr *S* und trifft dort, wie durch Pfeile angedeutet, mit einem durch Rohr *Y* angesaugten Luftstrom zusammen. Luft und Benzindampf können durch Verstellen des Blechcylinders *R*, welcher den Behälter *B* umschliefst, in ihrer Quantität reguliert werden.

Solange der Arbeitskolben also nicht saugt, bleibt auch das Ventil *P* geschlossen, es kann kein Benzindampf in den Raum *B* gelangen, und nur die Zünd- und Heizflamme erhalten ununterbrochen ihre Nahrung.

Da die Entnahme des Benzindampfes für die Ladung des Motors absatzweise erfolgt, also ein gleichmäfsig andauerndes Strömen des Benzindampfes ausschliefst, so würde die Benzinsäule zwischen Vorratsbehälter und Verdampfapparat bei jedem Saughub ins Schwanken geraten, wenn in die zugehörige Rohrleitung nicht ein

Windkessel (siehe Fig. 22, unten seitwärts vom Verdampfapparat) eingeschaltet wäre. Ohne denselben würden nicht nur die Zünd- und Heizflamme »zucken«, sondern auch die Dampfentwicklung

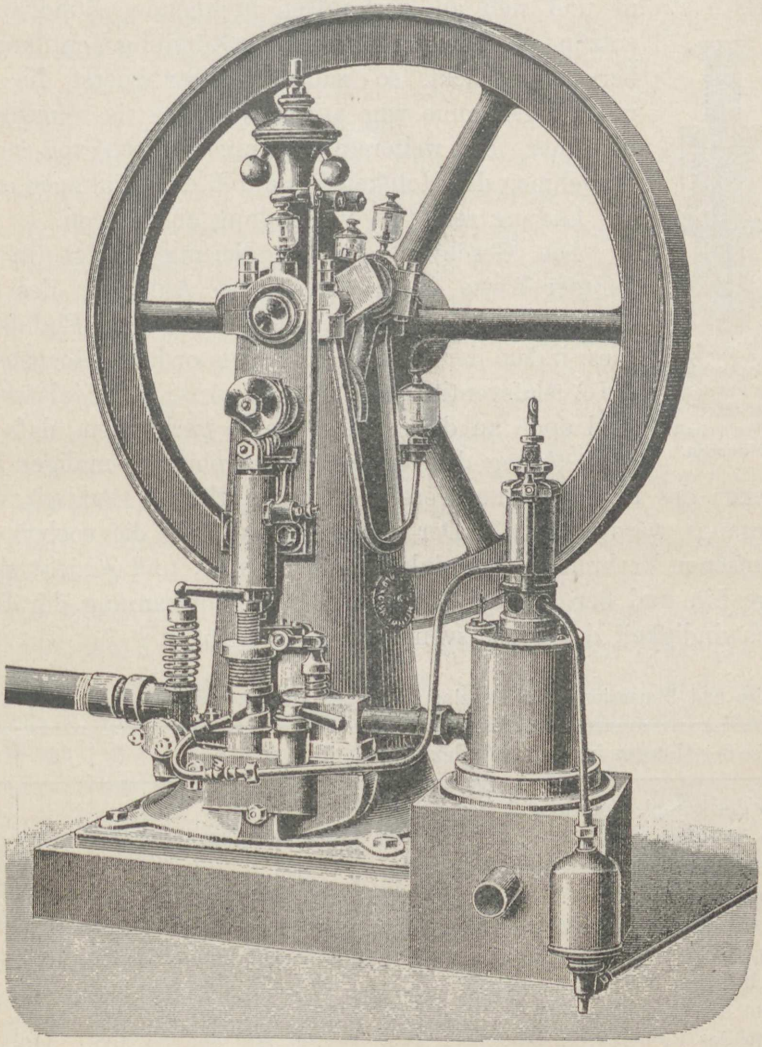


Fig. 22. Benzinmotor der Maschinenbau-Gesellschaft München.

während der Gemischbildung eine unregelmäfsige sein. Es entspricht also der Windkessel in der Benzinleitung dem Gummibeutel bei den Gasmotoren. Die Konstruktion des eigentlichen Motors gleicht ganz dem von derselben Fabrik gebauten Gasmotor. Als Zündvorrichtung dient der in Fig. 23 dargestellte Ventil-Flammenzünder. Die zum

Zünden der Ladung nötige Vermittelungsflamme erzeugt sich hier beim Heben des Ventilkegels *a*, indem durch den feinen Kanal *n* Gemisch vom Laderaum des Motors in den Hohlraum des Ventilkegels *b* strömt und sich an der aufsen brennenden Zündflamme entzündet. Wird im Moment der Zündung Ventilkegel *a* heruntergedrückt, so schliefst dieser zuerst die Vermittelungsflamme von aufsen ab, um sie unmittelbar hinterher, bei weiterem Herunterdrücken von *a* und Mitnehmen des Hohlkegels *b* durch die Öffnungen *o* mit der Ladung selbst in Verbindung zu bringen

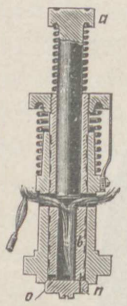


Fig. 23. Zündapparat zum Benzinmotor der Maschinenbau-Gesellschaft München.

Die Geschwindigkeitsregulierung erfolgt in bekannter Weise durch periodisches Aufhalten des Auslafsventiles und gleichzeitiges Zuhalten des Einlafsventiles, indem der Centrifugal-Regulator beim Hochsteigen die Auslafsventilstange abfängt. Aus- und Einlafsventil sind auch an dieser Maschine so verbunden, dafs mit der Öffnung des Auslafsventiles ein jedesmaliges Festdrücken des Einlafsventiles vereint ist, und frisches Gemisch nicht angesaugt werden kann. Der Arbeitskolben holt die soeben ausgestofsenen Verbrennungsprodukte wieder zurück und schiebt sie so lange hin und her, bis der Regulator bei Verlangsamung der Drehgeschwindigkeit das Auslafsventil wieder freigibt.

Preise und Dimensionen der Benzinmotoren der Maschinenbau-Gesellschaft München.

Gröfse der Motoren in effekt. Pferdekräften	1	2	3	4	5	6	8
Preis des kompl. Motors exkl. Verpackung ab München . . . . . M.	1000	1400	1600	2000	2200	2800	3000
Preis des kompl. Gaserzeugungs-Apparates ab München . . . . . M.	200	300	400	400	500	500	600
Höhe des Motors bis Mitte Schwungrad mm	790	950	950	1150	1150	1350	1350
Grundfläche . . . . . »	600	650	650	800	800	1000	1000
Durchmesser der Riemenscheibe . . »	200	350	400	500	600	700	700
Breite der Riemenscheibe . . . . »	160	180	200	200	200	240	280
Breite des Riemens. . . . . »	70	80	90	100	100	120	120
Zahl der Umdrehungen in der Minute	200	180	180	170	170	170	170
Höhe des Gaserzeugungsapparates mm	500	550	650	650	750	750	800
Durchm. des Gaserzeugungsapparates »	220	260	300	300	360	360	370
Höhe des Kühlgefäfses . . . . . »	2000	2000	2000	2000	2000	2 à 2000	2 à 2000
Durchmesser des Kühlgefäfses . . »	650	750	750	950	950	2 à 950	2 à 950
Preis des Kühlgefäfses . . . . . M.	75	85	85	100	100	200	200
Ungefähres Gewicht des Gasmotors kg	500	900	950	1300	1350	1900	2000

Benzinmotor System Daimler, gebaut von der Daimler-Motoren-Gesellschaft in Cannstatt.

(D. R. P. 28022, 28243, 34926 und 36811.)

Nach ganz eigenartigen, neuen Prinzipien, welche grundlegend für die Ausführung der meisten anderen Benzin- und Petroleummotoren in der Folgezeit waren, ist der Motor des Ingenieurs G. Daimler in Cannstatt konstruiert.

Diese Maschine gelangte zu Anfang des Jahres 1885 auf den Markt und gehört zu den verbreitetsten Benzinmotoren. Sie kann nach Vornahme unwesentlicher Veränderungen, wie im 5. Kapitel beschrieben, auch mit Lampenpetroleum betrieben werden.

Als wesentlichste — epochemachende — Neuerung ist hervorzuheben, dafs hier zum erstenmale jene selbstthätige Zündung praktisch ausgebildet wurde, bei welcher die rechtzeitige Entzündung der Ladung durch das Zusammenwirken der Kompression mit bestimmt gelagerten, von aufsen beheizten Glühflächen im toten Punkt vermittelt wird. Durch die Daimlersche Zündmethode ist eine Einfachheit und Sicherheit der Zündung erlangt, wie sie von keiner anderen der vordem allgemein üblichen Flammenzündungen geboten werden konnte.

Wie später im 7. Kapitel des näheren auseinandergesetzt werden wird, tritt die selbstthätig-rechtzeitige Wirkung dieser Glühzündung auch für Umdrehungsgeschwindigkeiten ein, bei denen die Schieberflammen-Zündungen ihren Dienst längst versagten. Hierin begründet sich eine weitere Eigenart der Daimlerschen Motoren, nämlich die des ausgedehntesten Schnelllaufens und die damit zusammenhängende aufserordentliche Verminderung des Gewichtes und der Dimensionen. Während ein mit 200 Umgängen in der Minute laufender älterer Motor von 1 Pferdekraft 5—600 kg wiegt, konnte mit Vergröfserung der Drehgeschwindigkeit um das 3—4fache eine Verminderung des Motorengewichtes um das 4—5fache erreicht werden, und der beanspruchte Raum reduzierte sich in dem Mafs, dafs ein Motor von 3—4 Pferdestärken nur den Raum eines Viertelkubikmeters einnimmt.

Für Motoren, bei deren Verwendungsart eine Verminderung des Gewichtes bis auf das kleinste Mafs wünschenswert ist, kann man dasselbe so reduzieren, dafs z. B. ein kompleter Motor von 5 Pferdekraft das Gewicht von 200 kg nicht voll errreicht, und somit zur Erzeugung von 1 Pferdekraft ein Gewichtsaufwand von 40 kg genügt.

Hand in Hand mit diesen prinzipiellen Neuerungen geht bei dem vorliegenden Motor einfache Konstruktion und Verminderung

der bewegten Teile. Nur ein Ventil — das Auslafsventil — wird gesteuert, alle anderen Funktionen, die Gemischbildung, der Einlafs des Gemisches in den Cylinder, die schon erwähnte Zündung, vollziehen sich durch selbstthätig wirkende Organe.

Der in solcher Weise ausgebildete Motor ermöglichte im Verein mit dem geringen Brennmaterialverbrauch von ca. 0,42 kg pro Stundenpferdekraft eine Verwendung für alle jene Zwecke, bei denen man bisher durch die Schwere des Motors oder den voluminösen Brennstoff behindert wurde. Hierhin gehören die Motorenwagen für den Betrieb auf Eisenbahnen und Landstrafsen, Motoren-Fahrräder, Motoren-Boote, Feuerspritzen, elektrische Beleuchtungswagen u. s. w. Im 8. Kapitel wird von diesen Verwendungsarten ausführlich die Rede sein.

Die Umbildung des flüssigen Brennstoffes in Dampfform erfolgt auch hier mittelst Ansaugen der Betriebsluft durch die Benzinschicht. Kurz vor dem Eintritt in den Arbeitscylinder wird die mit Benzindämpfen gesättigte Luft durch weiteren Luftzutritt zu einem mit Druckentwickelung verbrennenden Gemisch umgebildet.

Damit das Sättigungsvermögen der Luft bei kalter und warmer Witterung stets das gleiche bleibe und auch schon beim Anlassen vorhanden sei, wird immer nur vorgewärmte Luft durch den Benzinverdampfer geleitet. Zum Anwärmen der Luft ist die Abhitze der Glührohr-Heizflamme benutzt. Diese Flamme mufs einige Minuten vor dem Anlassen entzündet werden und wird ihre Ummantelung, durch welche das Luftrohr geleitet ist, zu Beginn des Betriebes soweit erwärmt haben, dafs sich die Betriebsluft beim Durchgang durch das Rohr und langsam gedrehtem Motor genügend erwärmen kann. Damit aber auch bei schnellerer Gangart die Luft Zeit findet, sich zu erwärmen, ist das Auspuffrohr an seinem heifsesten Teil ummantelt, und strömt die Betriebsluft zuerst durch diese Ummantelung und dann als Fortsetzung durch das erwähnte Rohr ins Heizflammengehäuse.

Hierdurch wird die Luft nach dem Gegenstromprinzip erwärmt und gelangt mit Temperatur von bestimmter Höhe in den Verdampf-Apparat. Damit nicht nur die Lufttemperatur, sondern auch die Höhe der zu durchstreichenden Benzinschicht immer dieselbe bleibe und so jederzeit genau die gleichen Bedingungen für die Sättigung der Luft mit Benzindämpfen vorliegen, ist das Lufteinführungsrohr *c* (Fig. 24) im Verdampfapparat so eingerichtet, dafs es sich teleskop-

artig auseinanderschieben kann; mit seinem beweglichen Teil *C* ist es in der trichterförmigen Öffnung *T* des Schwimmers *K* befestigt. Da letzterer stets bis zu bestimmter Tiefe in das Benzin eintaucht, so sammelt sich in *T* immer eine Flüssigkeitsmenge von gleicher Höhe an, und die Luft hat beim Durchstreichen desselben stets den gleichen Flüssigkeitsdruck zu überwinden.

Bei dem mit voller Geschwindigkeit laufenden Motor dringt die Luft mit grofser Energie durch die siebartigen Durchbrechungen *o* in das Benzin, reifst einen Teil desselben in flüssiger Form mit sich und wirft es gegen die Fangschirme *d e*, von wo die Flüssigkeitsschicht zum Teil von der noch nicht voll gesättigten Luft ebenfalls in Dampfform mitgenommen wird, zum Teil an den äufseren Umfängen von *d e* in den Vorrat zurücktropft, wenn die Saugperiode beendigt ist.

Diese Absonderung geringer Mengen flüssigen Benzins an den Fangschirmen *d e* von dem Gesamtvorrat bewirkt, dafs fast alle Bestandteile desselben, die leicht- und schwerflüchtigen, gleichzeitig zur Verdampfung herangezogen werden.

Drahtgazeschichten *m n* und ein Sicherheitsventil am Motor, welch letzteres in das Verbindungsrohr des Dampferzeugers mit dem Einlafsventil eingeschaltet ist, verhindern bei etwaigen »Rückschlägen« ein Eindringen der Flamme in das Innere des Benzinraumes.

Je nach ihrer Verwendung sind es zwei Motoren-Typen, welche in den

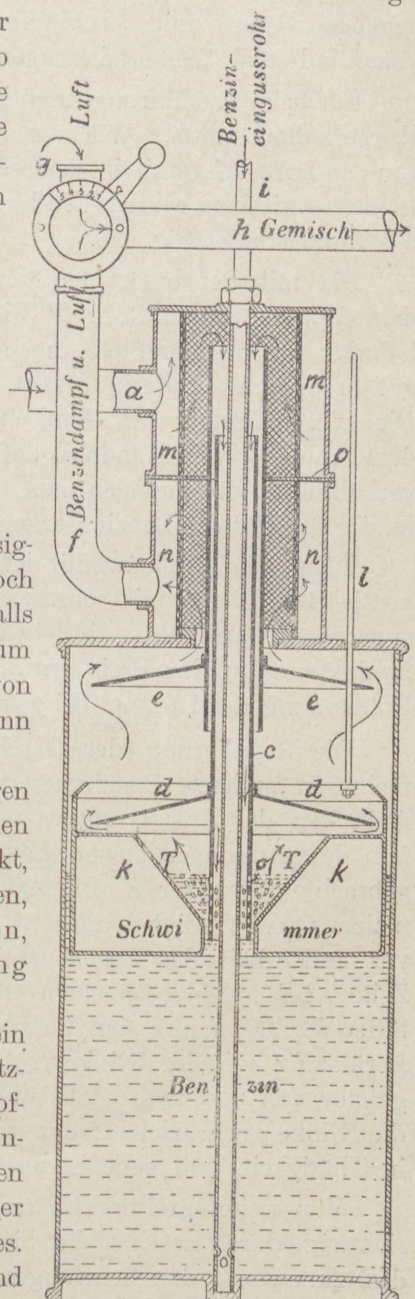


Fig. 24. Daimlers Benzin-Verdampfapparat.

Handel gelangen; die in Fig. 25 und 26 dargestellte Form wird hauptsächlich für stationäre Zwecke, die in Fig. 27 und 28 wiedergegebene Bauart mit 2 schrägliegenden Cylindern für den Betrieb von Land- und Wasserfahrzeugen aller Art benutzt.

Für beide Ausführungsarten ist die Kapselform mit untenliegender Kurbelwelle benutzt. Wie aus den Fig. 25 und 26 ersichtlich, sind Ein- und Auslafsventil in demselben Gehäuse übereinander gelagert. In dem zwischen beiden Ventilköpfen verbleibenden Raum mündet das Zündrohr Z (Fig. 26).

Die mit Benzindämpfen gesättigte Luft strömt von dem Verdampfapparat durch Rohr T (Fig. 25) nach dem Gemisch-Regulierhahn S, an welcher Stelle noch soviel Luft, wie zur Bildung der gut brennenden Ladung gehört, durch Stutzen L zugeführt wird. Die Einregulierung des Gemisches erfolgt jedesmal vor und nach dem Anlassen von Hand, so dafs allen Änderungen des Mischungsverhältnisses, welche sich aus den unvermeidlichen Schwankungen in der Qualität des Benzins ergeben, sofort Rechnung getragen wird.

Über dem Einlafsventil ist das bereits erwähnte Sicherheitsventil R (Fig. 26) mit schwacher, innen liegender Federbelastung angeordnet, aus dem die etwa noch flammenden Verbrennungsprodukte sofort ins Freie entweichen können, falls eine vorzeitige Entzündung der Ladung, bei geöffnetem Einlafsventil, eintreten sollte.

Die Regulierung der Geschwindigkeit erfolgt, wie schon bei mehreren anderen Benzinmotoren beschrieben, durch periodisches Aufhalten des Auslafsventiles und damit zusammenhängendem Ausfall des Ansaugens neuer Ladung. Der im Schwungrad untergebrachte Regulator K (Fig. 26) dreht bei Überschreitung der normalen Geschwindigkeit mittelst der Stange g (Fig. 25) die Klinke f vor und erhält das Auslafsventil in gehobener Stellung. Zu allen Zeiten, bei welchen sonst ein Öffnen des Auslafsventiles stattfindet, lüftet der Daumen c das Ventilgestänge etwas und bringt es aufser Berührung mit der Klinke f. Während dieser Lüftung ist der Regulator frei und kann, falls die Geschwindigkeit wieder normal ist, die Klinke zurückziehen; damit kommt das Auslafsventil von neuem in Thätigkeit, und neue Ladungen und Kraftantriebe erfolgen.

Von weiterem Interesse an diesem Motor ist eine einfache Einrichtung, durch welche die bis dahin übliche, unbequeme Manier des Anlassens, den Schwungradkranz unter fortwährendem Nachgreifen in Bewegung zu setzen, zum erstenmal beseitigt wurde.

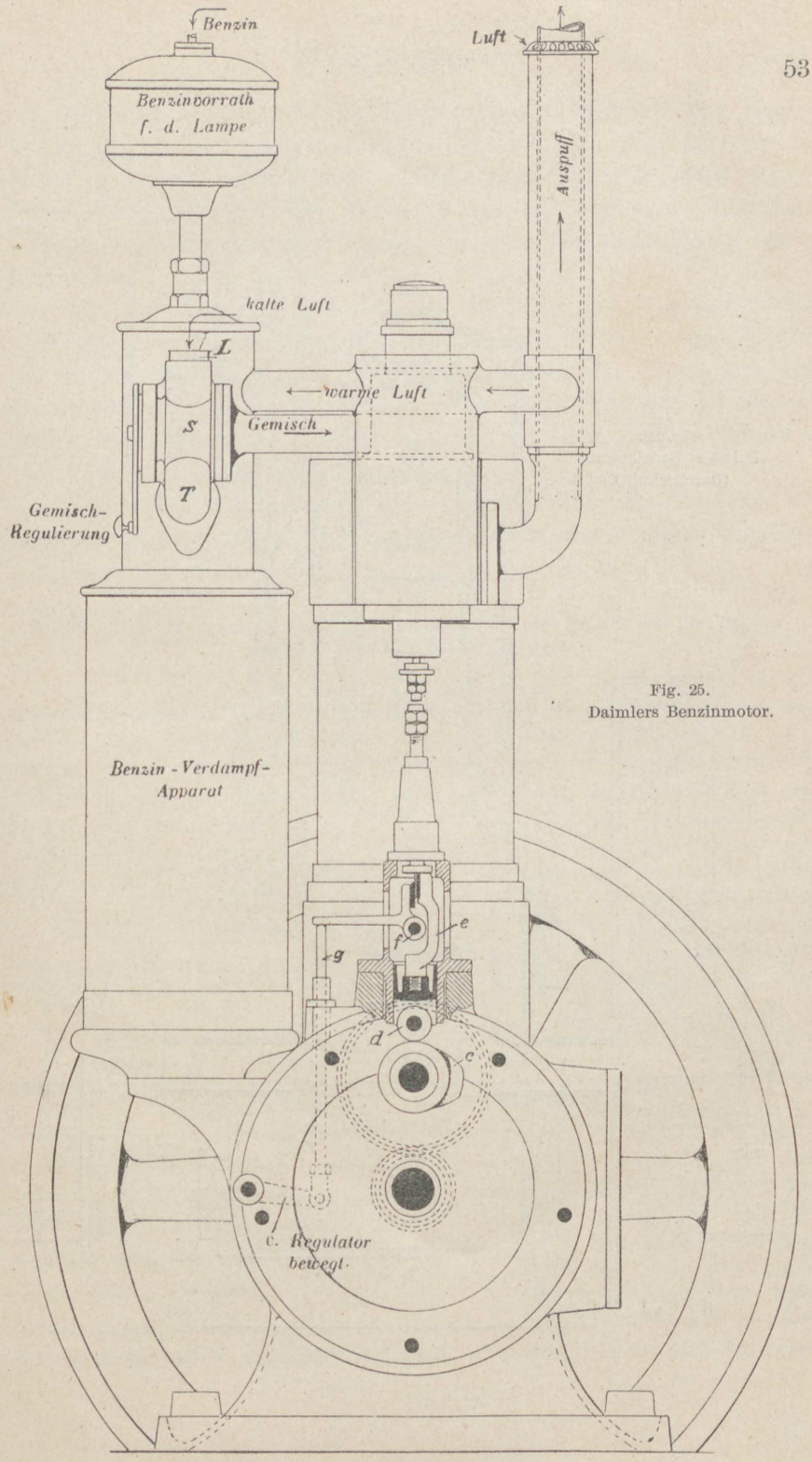


Fig. 25.
Daimlers Benzinmotor.

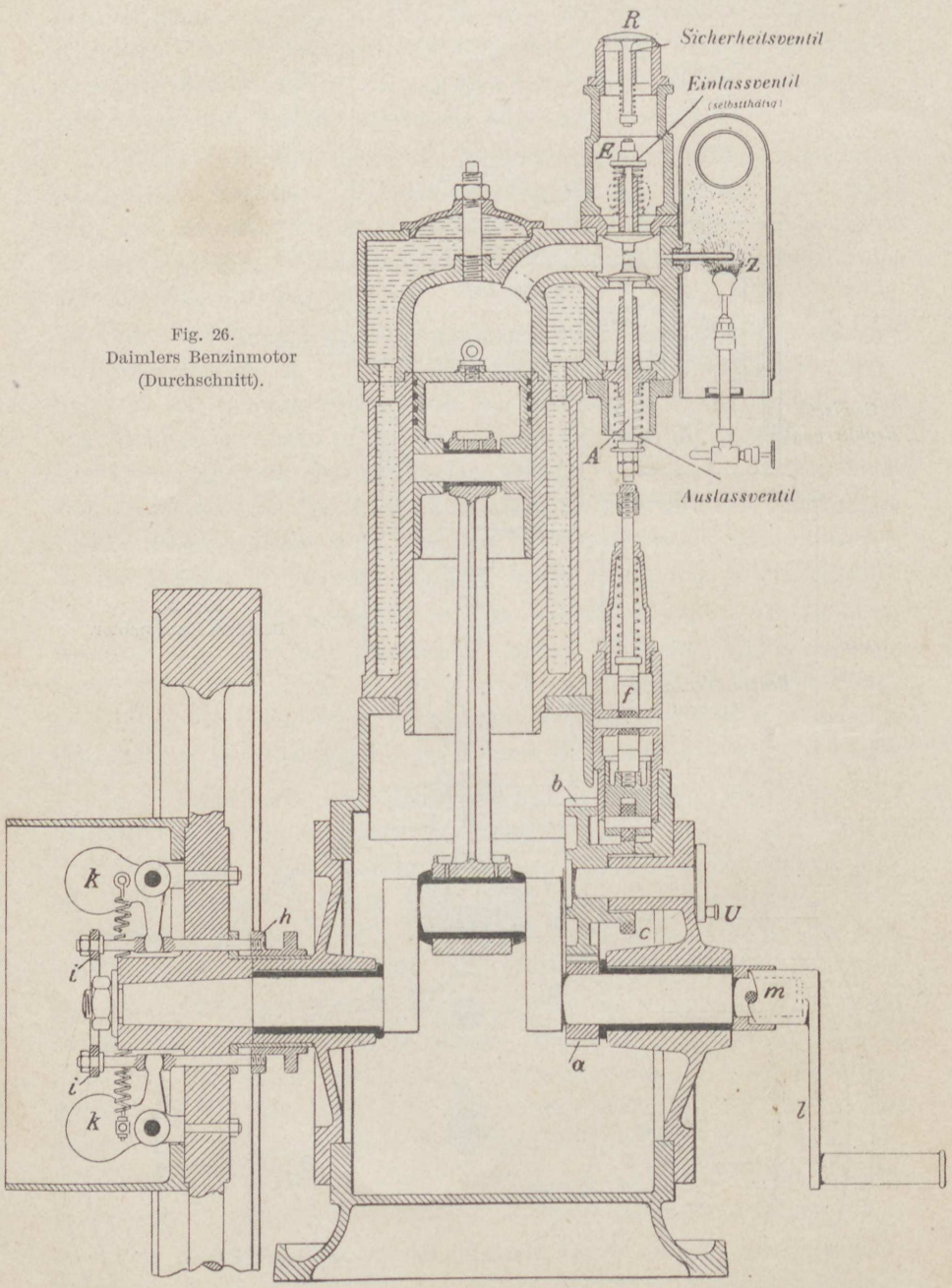


Fig. 26.
Daimlers Benzinmotor
(Durchschnitt).

Auf dem freien Ende der Kurbelwelle ist nämlich eine Handkurbel *l* so befestigt, dafs mit ihr der Motor bequem in schnelle Drehung versetzt werden kann, dieselbe setzt sich aber sofort aufser fester Verbindung mit der Welle, wenn der Motor in Thätigkeit kommt und sich schneller dreht, als man mit der Hand nachfolgen kann.

Wie aus Fig. 26 ersichtlich, ist die Nabe der Kurbel auf der Stirnseite mit Schaltzähnen versehen, welche beim Drehen hinter den Stift *m* fassen und die Kurbelwelle mitnehmen. Eilt dann der Motor vor, so wird die Kurbel von den schrägen Flächen der Schaltzähne zurückgeschoben, aufser Eingriff mit dem Stift *m* gebracht und kann ungehindert abgezogen werden.

Schliefslich sei noch erwähnt, dafs der auf der Stirnseite der Steuerwelle angebrachte Kurbelzapfen *U* dort, wo es angebracht ist, zur Bewegung einer Pumpe etc. benutzt werden kann.

Preisliste und Dimensionen der stationären Benzinmotoren gebaut von der Daimler-Motoren-Gesellschaft in Cannstatt.

Eincylinder-Motoren.

Pferdestärken		½	1	2	3	4	6
Umdrehungen in der Minute		600	540	510	480	460	400
Durchmesser der Riemscheibe	mm	280	320	320	350	350	380
Breite der Riemscheibe	»	120	160	160	200	200	200
Äufserste Raumdimensionen der ganzen Maschine	Länge »	580	650	750	850	950	1020
	Breite »	450	500	540	580	620	700
	Höhe »	980	1050	1130	1210	1300	1400
Gewicht kompl. mit Schwungrad u. Riemscheibe	kg	130	180	220	270	330	400
Preis netto ab Fabrik ohne Verpackung	M.	850	1100	1450	1800	2250	2750

Zweicylinder-Motoren.

Pferdestärken		2	3	4	6	8	10
Umdrehungen in der Minute		600	570	540	510	480	440
Durchmesser der Riemscheibe	mm	280	320	350	380	400	420
Breite der Riemscheibe	»	160	160	200	200	230	230
Äufserste Raumdimensionen der ganzen Maschine	Länge »	500	550	600	730	950	1100
	Breite »	450	480	520	560	600	650
	Höhe »	1000	1100	1200	1250	1300	1350
Gewicht kompl. mit Schwungrad u. Riemscheibe	kg	200	260	330	400	490	600
Preis netto ab Fabrik ohne Verpackung	M.	1700	2100	2600	3200	3900	4500

Bei der zweiten in den Fig. 27 und 28 dargestellten Ausführungsart des Motors ist das Arbeitsverfahren etwas geändert.

Für den ökonomischen Betrieb der Gas-, Benzin- und Petroleummotoren ist es nämlich von grofser Bedeutung, dafs die Geschwindigkeit, mit welcher der Kolben in der Arbeitsperiode »Raum giebt«, im rechten Verhältnis zur Brenngeschwindigkeit des verwandten Gasgemisches stehe.

Bei den Daimlerschen Benzinmotoren, welche mit so erheblicher Umdrehungsgeschwindigkeit arbeiten, ist es wünschenswert, ein schneller brennendes Gemisch wie bei den andern langsam laufenden Motoren zur Verfügung zu haben. Bisher wurde nun das frisch angesaugte Gemisch immer durch die im Laderaum verbleibenden Verbrennungsprodukte verdünnt und dadurch langsamer brennend gemacht; mit vorheriger Beseitigung dieser Verbrennungsprodukte mufs sich demzufolge ein schneller brennendes Gemisch schaffen lassen.

Diese Erhaltung der Gemischstärke ist bei dem vorliegenden Motor dadurch zur Ausführung gebracht, dafs man die untere, der Kurbel zugekehrte Seite der Cylinder als Luftpumpe eingerichtet hat und mit ihr in der dicht schliefsenden Kapsel des Triebwerkes ein Quantum verdichteter Luft ansammelt. Nähern sich die Kolben zu Ende der Arbeitsperiode dem unteren Wendepunkt, so stofsen die in die Kolbenhöhlung hineinreichenden Gabeln *c* die Ventile *b* für kurze Zeit auf, ein kräftiger Luftstrom aus der Kapsel durchstreicht die Cylinder, die Verbrennungsprodukte vor sich herschiebend und durch die schon vorher geöffneten Auslafsventile ins Freie befördernd.

Zu Beginn des Ansaugens neuer Ladung ist hier also der Verbrennungsraum des Motors nur mit Luft erfüllt, zu der nun die neue Ladung angesaugt wird. Am Ende des Saughubes werden die Kolbenventile abermals aufgestofsen, und wiederum strömt gespannte atmosphärische Luft aus der Kapsel in die Cylinder, diesmal jedoch nicht austreibend, sondern nur verdichtend wirkend.

Aus diesen Vorgängen bei Bildung der Ladung ergibt sich, dafs erheblich mehr Verbrennungsluft in den Arbeitscylinder gelangt, wie bei den gewöhnlichen Viertaktmaschinen; denn nicht nur der Laderaum und das Hubvolumen sind mit reinem Gemisch erfüllt, sondern das erwähnte, zum Schlufs des Saughubes verdichtende Luftquantum ist auch zu berücksichtigen. Diesem gesamten Luftquantum mufs die Menge des angesaugten Benzindampfes entsprechen. Die lebhaften Strömungen und Wirbel, welche durch die

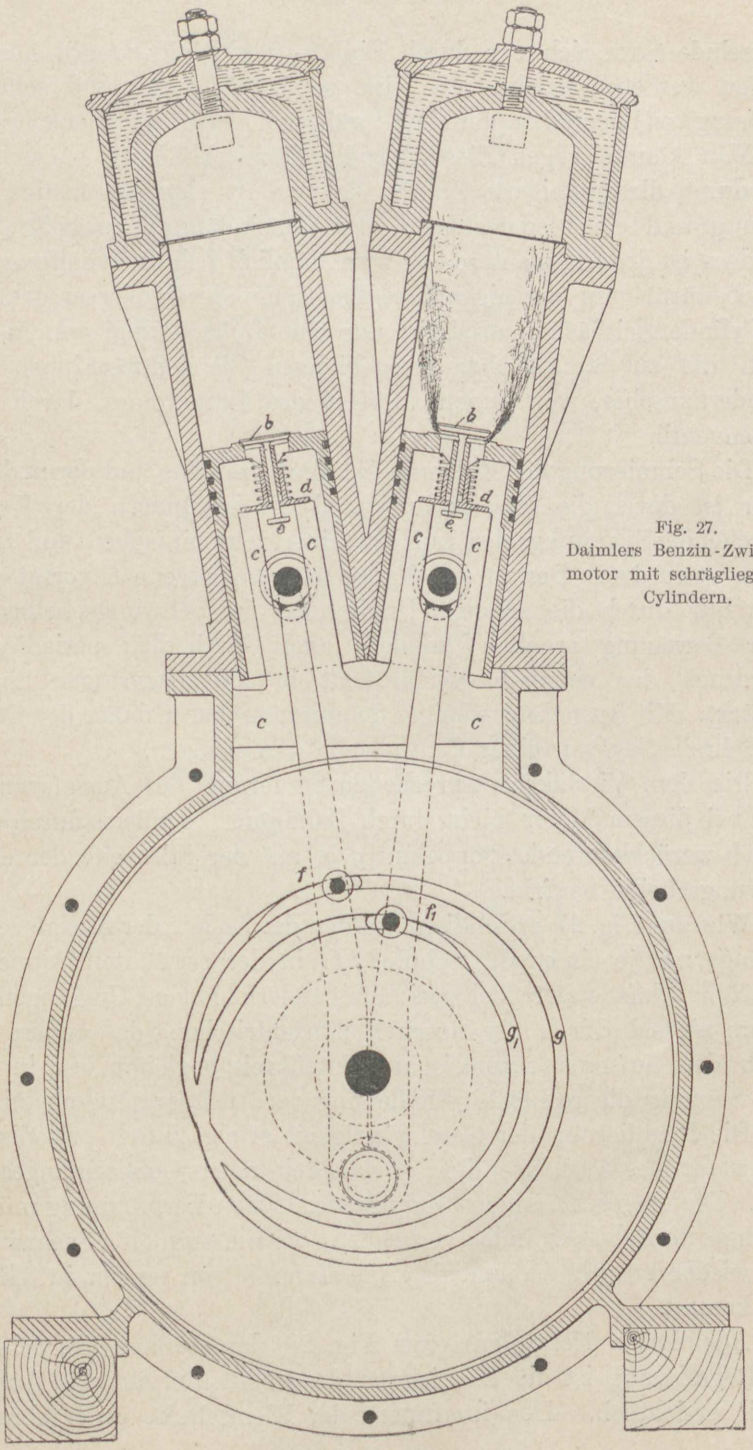


Fig. 27.
Daimlers Benzin-Zwillingsmotor mit schrägliegenden Cylindern.

wechselnde Stromrichtung durch Einlafs- und Kolbenventil hervorgerufen werden, gewährleisten eine genügend starke und schnelle Mischung von Benzindampf und Luft während der Kompressionsperiode.

Man könnte gegen diese Art der Gemischbildung einwenden, dafs durch die gesteigerte Zufuhr kalter Luft eine ungünstige Abkühlung und ein Niederschlagen der Benzindämpfe zu befürchten sei; dem ist jedoch nicht so, es wird nämlich behufs Erhaltung der Betriebswärme nur der eigentliche Laderaum durch Wasser gekühlt, die Cylindergleitflächen erfahren nur eine Luftkühlung, von aufsen durch die zu Strahlflächen ausgebildeten Versteifungsrippen des Cylinderflansches, von innen mittelst des Luftstromes durch das Kolbenventil.

Die Schmierung des Kolbens, des Kurbelzapfens und der anderen Lager ist durch die Einkapselung und die im Innern der Kapsel herrschende Spannung der Luft zu einer sehr einfachen und wirksamen geworden. Der in der Kapsel eingeschlossene Ölvorrat wird nicht nur durch die schnelle Umdrehung der Schwungscheiben in steter Bewegung erhalten, sondern auch durch den periodischen Überdruck der eingeschlossenen Luft in alle Lagerfugen hineingedrückt. Mit Ausnahme weniger Schmierorte kann daher der Ersatz des Schmieröles von einer Centralstelle aus erfolgen.

Die dem Viertakt entsprechende Steuerung des Auslafsventiles wird bei diesem Motor nicht durch Zahnräder, sondern durch eine in sich zurückkehrende Doppelnut $g\ g_1$ auf der Stirnseite der einen Schwungscheibe bewirkt.

Wie aus Fig. 27 ersichtlich, werden die Enden der Auslafsventilgestänge mit je einem der Schuhe $f f_1$ in der erwähnten Doppelnut so geführt, dafs letztere bei zwei aufeinanderfolgenden Umgängen des Motors einmal durch den inneren konzentrischen, das andere Mal durch den äufseren exzentrischen Nutenkreis g gleiten und in letzterer Stellung die rechtzeitige Erhebung der Auslafsventile ausführen.

Die Regulierung der Geschwindigkeit erfolgt durch periodisches Zuhalten des Auslafsventiles, so dafs kein neues Gemisch angesaugt wird. Die eingeschlossenen Produkte der letzten Verbrennung müssen so lange im Arbeitscylinder verbleiben, bis die normale Geschwindigkeit wieder erreicht ist und das Auslafsventil von neuem in Thätigkeit kommt.

Aus der in Nebenfigur von Fig. 28 dargestellten Einrichtung der Regulierung ist die Einwirkung des Regulators auf das Auslafsventil ersichtlich. Der im Innern der Riemscheibe untergebrachte

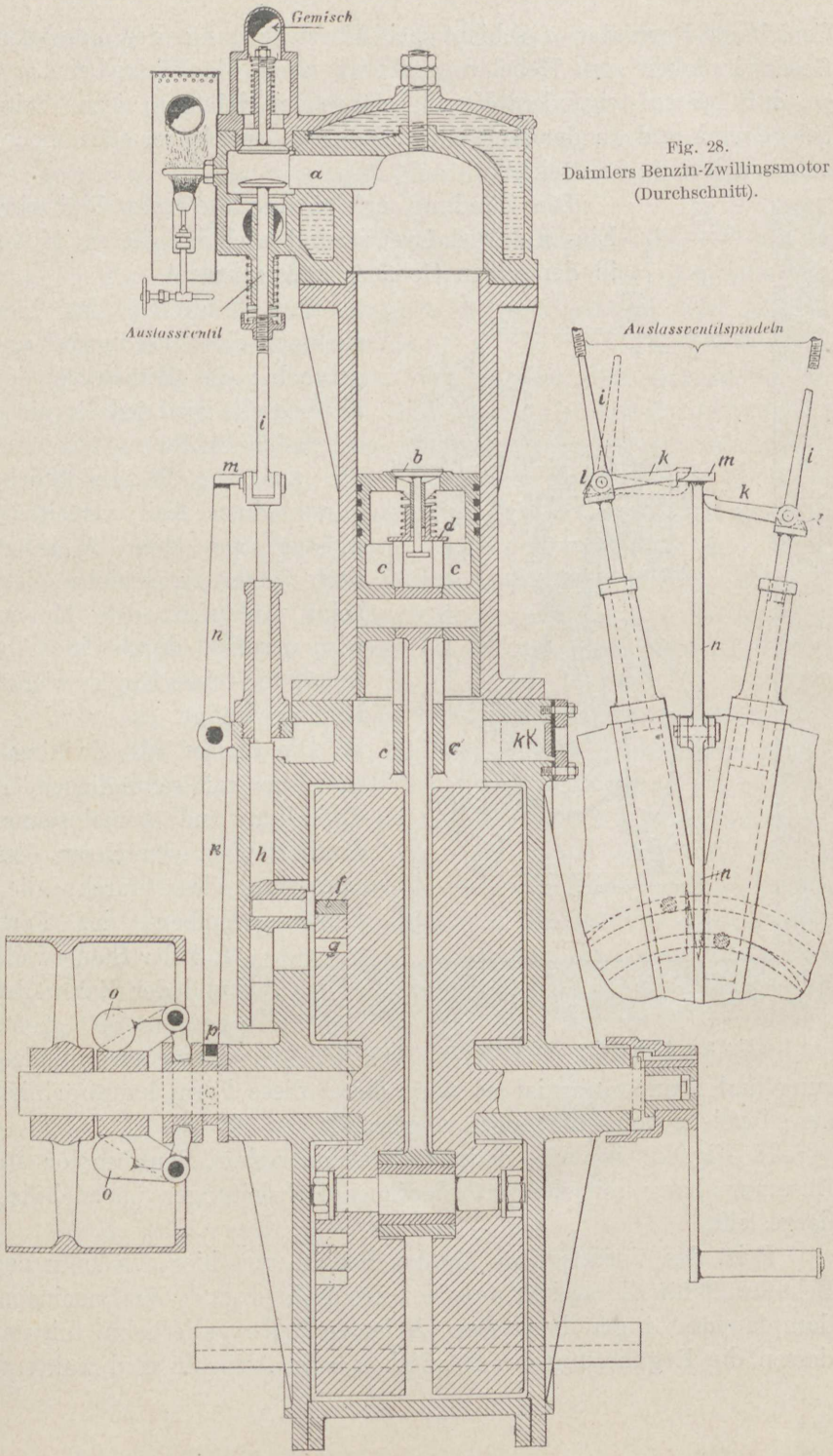


Fig. 28.
Daimlers Benzin-Zwillingsmotor
(Durchschnitt).

Centrifugal-Regulator *o* schiebt bei Überschreitung der normalen Geschwindigkeit den Hebel *n* vor und fängt die Winkelhebel *k i* so, dafs bei aufsteigendem Ventilgestänge der Hebelarm *i* zur Seite gelegt wird und an der Auslafsventilspindel, welche er sonst hochzuheben hat, vorbeistreicht.

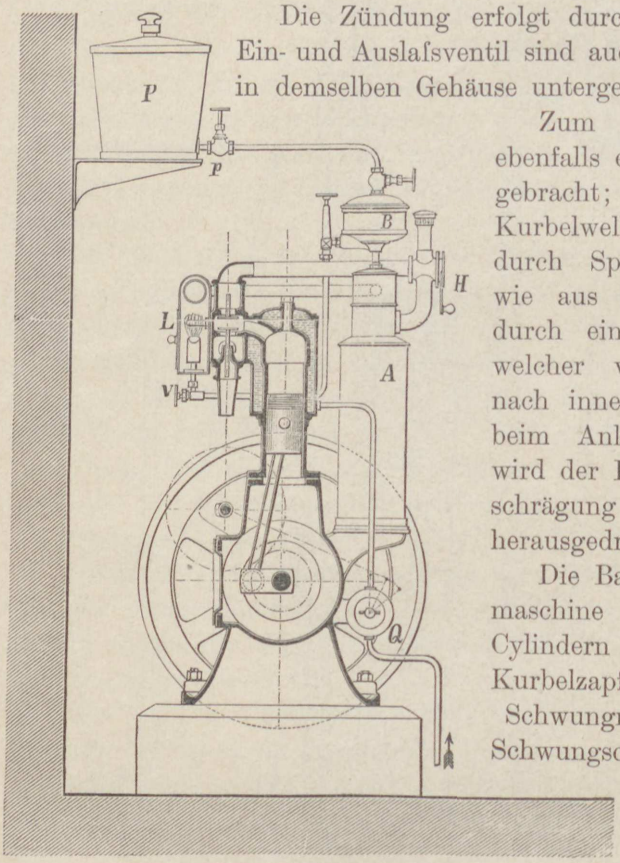


Fig. 29. Anlage eines Daimlerschen Benzinmotors.

Die Zündung erfolgt durch offenes Glührohr, Ein- und Auslafsventil sind auch bei diesem Motor in demselben Gehäuse untergebracht.

Zum Andrehen ist hier ebenfalls eine Handkurbel angebracht; das Mitnehmen der Kurbelwelle wird jedoch nicht durch Sperrzähne, sondern, wie aus Fig. 28 ersichtlich, durch einen Keil vermittelt, welcher vor dem Anlassen nach innen zu schieben ist; beim Anlaufen des Motors wird der Keil durch eine Abschrägung seines Kopfes wieder herausgedrängt.

Die Bauart als Zwillingsmaschine mit schrägliegenden Cylindern und gemeinsamen Kurbelzapfen, der Ersatz des Schwungrades durch die Schwungscheiben, der Fortfall der Steuerwelle und der Zahnräder gewährt eine grofse Gewichtsverminderung und Raumersparnis; es wird daher diese Form hauptsächlich zum Betriebe von Fahrzeugen angewandt.

In Fig. 29 ist ein stationärer Daimlerscher Benzinmotor im Zusammenhang mit den erforderlichen Rohrleitungen übersichtlich dargestellt.

P ist das Vorratsgefäfs für das Benzin, von hier aus kann der Behälter *B* für die Heizflamme des Zündrohres und der Benzinverdampfapparat *A* gefüllt werden. *H* ist der Luftregulierhahn, mittelst dessen die Regulierung des Gemisches beim Anlassen und während

des Ganges, sowie auch der Stillstand des Motors herbeigeführt wird. Das Gehäuse *L* umschliefst die Heizlampe für das Glührohr. Mittels des Ventils *V* wird die Heizflamme reguliert.

Mit der Steuerwelle ist eine kleine Flügelpumpe gekuppelt, das von ihr geförderte Wasser kann zum Kühlen des Motors oder für andere Zwecke benutzt werden.

Die Bauart der hier dargestellten Maschine weicht von der in Fig. 25 und 26 vorgeführten insofern ab, als hier die Steuerung des Auslafsventils auf der Langseite der Kurbelwelle, dort auf der Stirnseite derselben angeordnet ist.

Vielfach ist man in neuerer Zeit bemüht, den Viertakt zu beseitigen und an seine Stelle den »Eincylinder-Zweitakt« zu setzen. Man erhält damit, ohne erhebliche Vermehrung von Gewicht und Raumbeanspruchung, fast die doppelte Kraftleistung, und, was für Benzin- und Petroleummotoren von Bedeutung ist, Zeit und Gelegenheit für das Niederschlagen der Brennstoffdämpfe und Nebel werden herabgemindert. Die Perioden des Ausstofsens der Verbrennungsprodukte, des Ansaugens neuer Ladung und des Komprimierens erfolgen nahezu während eines Hubes, also fast im dritten Teil der Zeit.

Wie weit es gelingen wird, den Eincylinder-Zweitakt zur Ausbildung zu bringen, mufs die Zeit lehren; die praktischen Erfahrungen, welche man mit den Zweicylinder-Zweitaktmaschinen, die zu Anfang der achtziger Jahre als Gasmotoren mehrfach gebaut wurden, gemacht hat, sind gerade nicht sehr vielversprechend. Ganz davon abgesehen, dafs der Zweicylinder-Zweitakt, als dessen Repräsentant der in Kapitel 3 beschriebene Benzinmotor von Wittig & Hees gelten kann, bezüglich seiner Schwere und räumlichen Ausdehnung gar keine Vorzüge, sondern nur Unvollkommenheiten gegenüber dem Viertakt bot, war doch der Hauptgrund seines Verschwindens vom Markt die nicht zu beseitigende, häufig auftretende Vorentzündung der vom Pumpencylinder nach dem Arbeitscylinder übertretenden neuen Ladung, welche durch Berührung mit den hocherhitzten Verbrennungsprodukten der vorausgegangenen Arbeitsperiode erfolgte.

Genau genommen, sind die Bedingungen, welche beim Zweicylinder-Zweitakt die Vorentzündungen herbeiführen, für den Eincylinder-Zweitakt auch vorhanden, und man mufs abwarten, inwieweit es der jüngeren Generation gelingen wird, diese Gattung von Maschinen auf neuer Grundlage zur Geltung zu bringen.

Im allgemeinen kennzeichnet sich die Bauart der Eincylinder-Zweitaktmotoren dadurch, dafs das beim gebräuchlichen Viertaktmotor in offener Verbindung mit der Luft stehende Ende des Arbeitscylinders hier geschlossen und zur Luftpumpe ausgebildet ist. Während der Kolben auf der Arbeitsseite die Ladung komprimiert, saugt er mit der anderen Seite Luft an.

Wird des weiteren der Kolben durch die entzündete Ladung arbeitverrichtend fortgetrieben, so erfährt die angesaugte Luft eine Vorkompression. Zu Ende des Arbeitshubes öffnet sich dann das Auslafsventil und kurz hinterher, wenn die Verbrennungsprodukte ihre Spannung verloren haben, das Einlafsventil, welches in Verbindung mit dem Raum für die komprimierte Luft steht. Die hier befindliche Luft tritt in den Arbeitscylinder und übernimmt das weitere Austreiben bezw. Verdrängen der Verbrennungsprodukte.

Auf dem Wege vom Luftraum nach dem Arbeitscylinder wird der Luft durch eine Pumpe oder auch mit Hilfe eines Strahlapparates der Brennstoff — Gas, zerstäubtes Benzin, Petroleumdampf — zugeführt, so dafs mit beendigtem Verdrängen der Verbrennungsprodukte, für welches eine sehr geringe Zeit, also auch ein sehr geringer Teil des Hubes ausreicht, die neue Ladung eingenommen ist.

In Deutschland sind die Eincylinder-Zweitaktmotoren bisher wenig verbreitet, im Auslande jedoch mehr.

Als Vertreter eines derselben mag der in Fig. 30 und 31 dargestellte Motor gelten.

Als Behälter für die komprimierte Luft dient hier der eingekapselte Raum des Maschinengestelles. Ein- und Auslafsventile sind als solche nicht ausgebildet, vielmehr ist der Kolben selbst das Abschlufsorgan für Ein- und Austrittsöffnungen, welche als Durchbrechungen der Cylindergleitfläche angebracht sind. Nur ein einziges, vom Motor gesteuertes Lufteinsauge-Ventil C (Fig. 30) ist vorhanden.

Wie aus dieser Fig. ersichtlich, hat man den als Luftbehälter dienenden Teil der Maschinenkapsel durch Einziehungen um Kurbelscheibe und Pleuelstange herum möglichst verkleinert, so dafs der Druck der Luft grofs genug wird, um das Austreiben der Verbrennungsprodukte und Einsaugen des Brennstoffes mit genügender Intensität bewirken zu können.

Ist der Kolben in der Arbeitsperiode nahe dem unteren toten Punkt angekommen, so deckt die Kante des Kolbenbodens zuerst die Auslafsöffnungen d und kurz darauf auch die gegenüberliegende

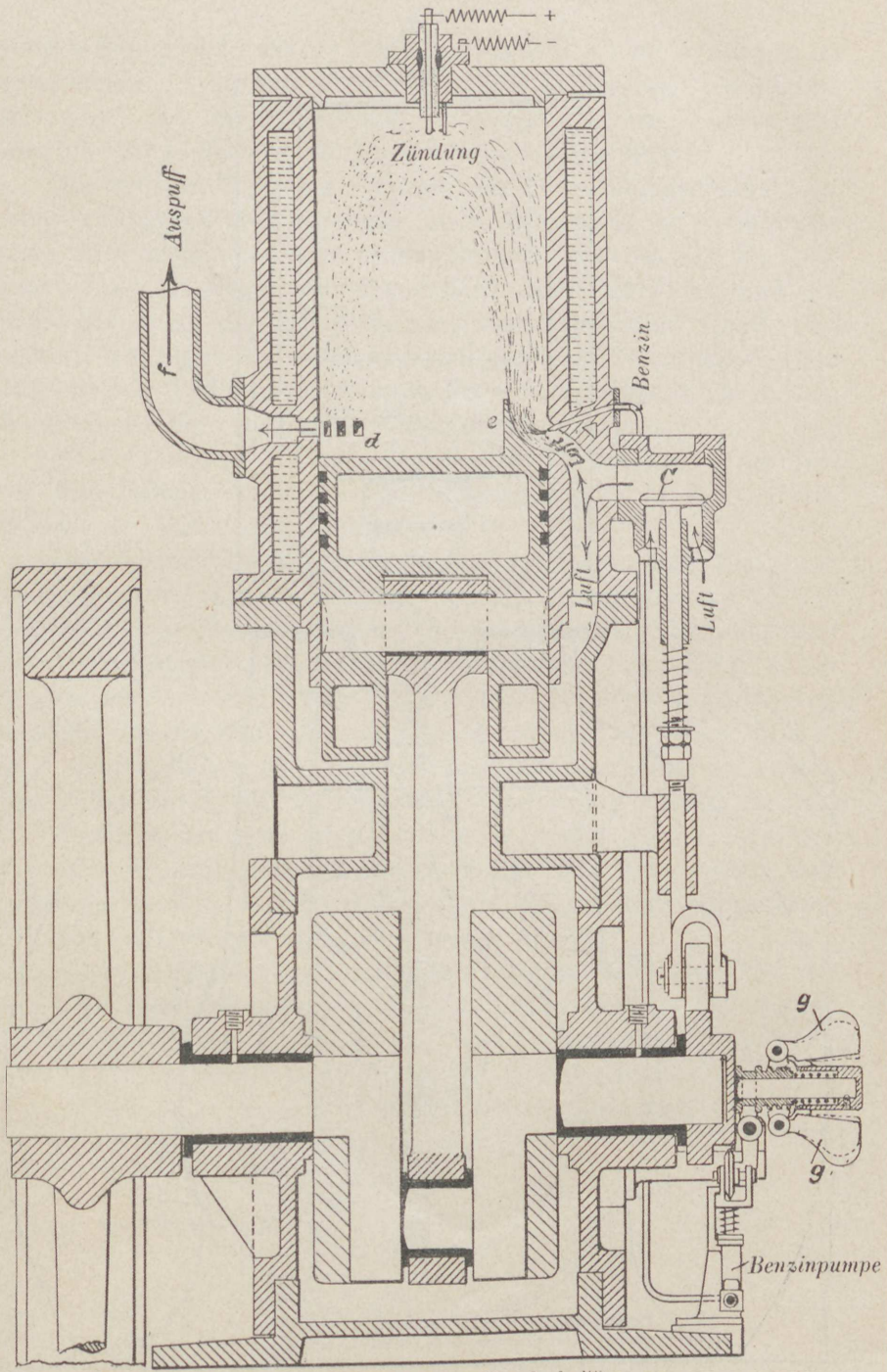


Fig. 30. Zweitakt-Benzinmotor (Durchschnitt).

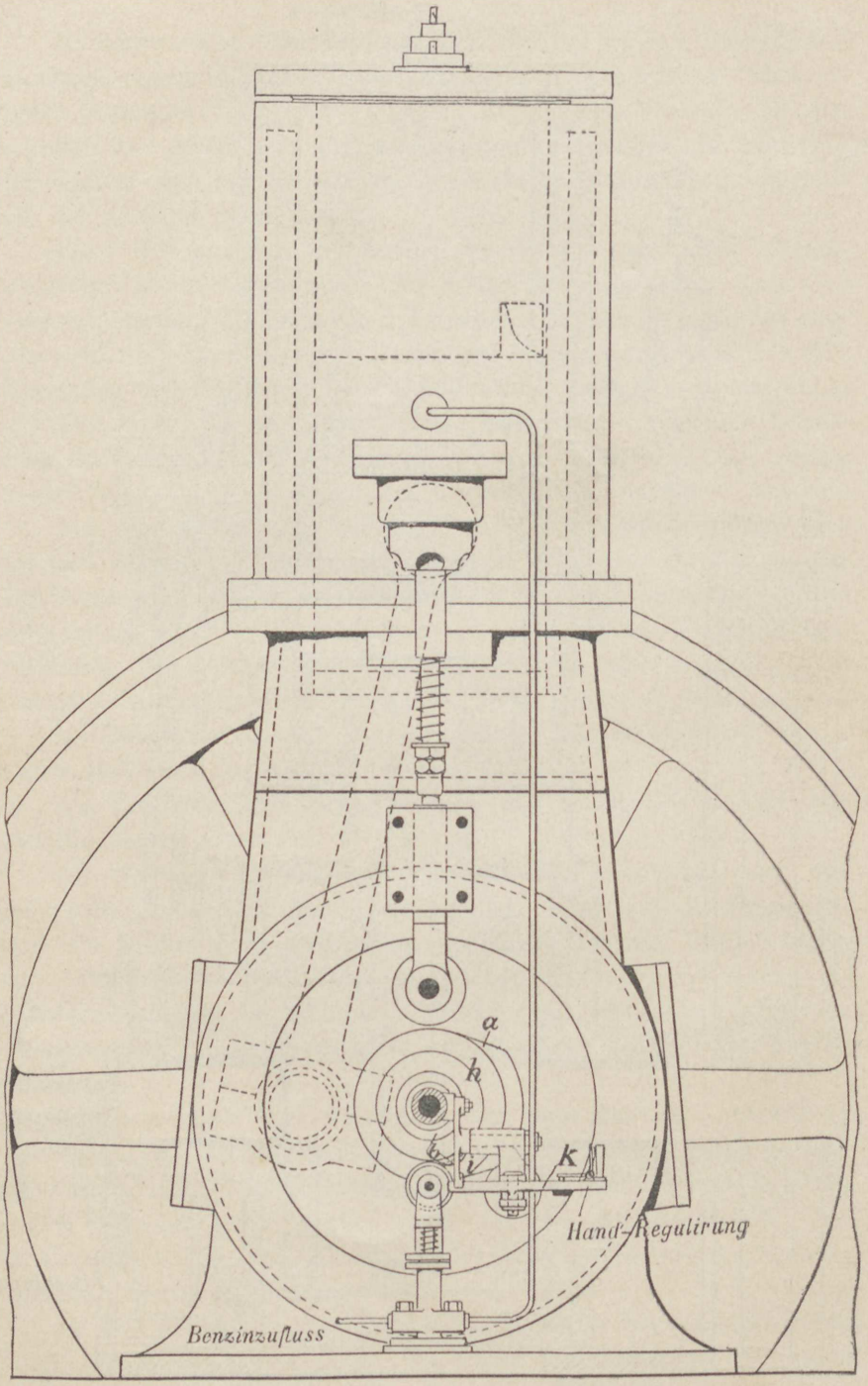


Fig. 31. Zweitakt-Benzinmotor.

Einlafsöffnung auf. Ist der tote Punkt erreicht — wie in der Fig. 30 gezeichnet —, so strömt die gepreſste Luft mit groſser Geschwindigkeit gegen den fangmuschelartigen Vorsprung *e* des Kolbens und wird hierdurch wie aus der Figur ersichtlich abgelenkt.

Die erzeugte Strömung bezweckt, die Verbrennungsprodukte der voraufgegangenen Arbeitsperiode nach Möglichkeit zu verdrängen, ohne daſs etwas von dem neuen Gemisch, welches sich im Luftkanal durch Ansaugen von Benzinstaub oder Petroleumdampf gebildet hat, durch die Auslafsöffnungen entweichen kann; gleichzeitig säubert der gegen den Cylinderdeckel gerichtete Gemischstrom den Zündort von Verbrennungsrückständen und ermöglicht die sichere Wirkung der dort angebrachten elektrischen Zündung

Wird Petroleum zur Speisung des Motors benutzt, so ist kurz vor dem Eintritt des Brennstoff-Zuführungsrohres in den Arbeitscylinder der Verdampfer einzuschalten.

Die im beschriebenen Motor vorgesehene Benzin- oder Petroleumpumpe liegt unter der Kurbelwelle und wird vom Daumen *b* bewegt. Zum Zweck der Geschwindigkeits-Regulierung schiebt der horizontale Centrifugalregulator *g g* die kleine, scharfkantige Laufrolle auſser Bereich des Daumens *b* (Fig 31), so daſs die Brennstoffzuführung ausbleibt, bis der Motor die normale Geschwindigkeit wieder erreicht hat. Zum Anhalten und Anlassen wird der Handhebel *k* benutzt, indem man durch ihn den Regulator in gehobener Stellung festhält.

An Stelle des gesteuerten Luftventiles könnte auch ein selbstthätiges Ventil angeordnet sein, es würde dann aber weniger Luft angesaugt werden, da zum Heben des Ventilgewichtes ein gewisses Vakuum im Luftraum vorhanden sein muſs.

Die zu befürchtenden Rückschläge werden bei diesen Motoren um so häufiger auftreten, je gröſser die Umdrehungsgeschwindigkeit ist, je weniger stark gekühlt wird, je länger die Auspuffleitung ist, je mehr die Auslafsöffnungen durch Ölreste verschmutzt sind, und je schwächer, also langsambrennender das Gemisch eingestellt ist.

Fünftes Kapitel.

Die Petroleummotoren.

Die Bemühungen, das gewöhnliche Petroleum, wie es zur Speisung der Petroleumlampen allerorts benutzt wird, auch für Zwecke der Krafterzeugung dienstbar zu machen, treten gleichzeitig mit den ersten Benzinmotoren auf. Schon im 3. Kapitel wurde erwähnt, dafs von den Erfindern älterer Benzinmotoren Versuche gemacht sind, dem Benzinvorrat während des Betriebes Petroleum zuzusetzen; auch sind Motoren gebaut worden, welche mit Benzin in Gang gebracht wurden und nach erlangter Betriebswärme aus einem anderen Behälter mit reinem Petroleum weiter gespeist wurden. Alle diese Maschinen blieben jedoch Versuchsobjekte und haben sich nicht zu marktfähigen Petroleummotoren entwickelt.

Als eigentliches Hindernis für die Herstellung brauchbarer Petroleummotoren war der Mangel einer geeigneten Zündvorrichtung und zugehöriger Zündflamme zu bezeichnen. Die alten Flammenzündungen, bei welchen in Hohlräumen von Schiebern und Ventilen erzeugte »Übertragungsflammen« die Zündtemperatur auf die Ladung überführten, waren weder für Benzin-, noch für Petroleummotoren brauchbar. Auch die elektrische Zündung, welche bei den Benzinmotoren recht gute Dienste leistet, erwies sich, ganz abgesehen von der umständlichen Erzeugung der Elektrizität, als nicht geeignet. Erst von jener Zeit ab, zu welcher man in weiteren Kreisen anfing, nach dem Vorgang der Ingenieure L. Funk und G. Daimler sich mit den Glühkörperzündungen zu beschäftigen, und praktisch brauchbare Petroleum-Heizlampen für die Verdampfräume und Glühkörper erfunden waren, tauchen marktfähige Petroleummotoren auf.

Die sicherere Wirkung der Glühkörperzündung bei den Petroleummotoren gegenüber den Flammenzündungen erklärt sich sehr leicht aus der Natur des zur Verbrennung gelangenden Gemisches. Dasselbe ist nicht so gleichmäfsig wie das in den Gasmotoren benutzte, welches aus zwei permanenten Gasen, der atmosphärischen Luft und dem Leuchtgas, gebildet wird. Hier hat man es mit einem Gemisch aus den als Dampf bestehenden leichtflüchtigen und den bereits in Nebelform übergegangenen schwerflüchtigen Petroleum-Bestandteilen mit der Luft zu thun. Zur sicheren Entzündung solcher Gemische ist eine räumlich ausgedehntere Berührungsfläche derselben erforderlich.

Der Weg, welchen man zur Verwertung des Petroleums in Motoren einzuschlagen hat[1]), liegt klar zu Tage. Das Petroleum ist gegenüber dem Benzin als schwerflüchtig zu bezeichnen; um es zur Mischung mit der atmosphärischen Luft geeignet zu machen, mufste man es also durch intensive Erhitzung zur schnellen Verdampfung bringen.

Mit Rücksicht auf die bei sehr verschiedenen Temperaturen siedenden Bestandteile des Petroleums durfte jedoch nur immer so viel Petroleum vom Vorrat zur Verdampfung herangezogen werden, wie gerade dem richtigen Gehalt der einzelnen Ladung entsprach.

Die Verfahren, welche man bisher zur Bildung der Ladung im angedeuteten Sinne anwendet, lassen sich in zwei Gruppen zusammenfassen:

Einmal ist der zur Verdampfung des Petroleums bestimmte Raum vom Arbeitscylinder durch ein Ventil getrennt und wird entweder durch eine gesonderte Flamme oder durch die Abhitze der Zündrohrflamme erwärmt: das andere Mal steht der Verdampfraum in ständiger Verbindung mit dem Cylinderinnern, wird dauernd durch eine gesonderte Flamme erhitzt oder erhält seine Erwärmung nur zur Einleitung des Betriebes, während in der Folge die Verdampfwärme von den erhitzten inneren Wandungen des Laderaumes selbst entnommen wird.

Auch zur Förderung der genau bemessenen, für die einzelne Ladung abzusondernde Petroleummenge hat man verschiedene Verfahren in Anwendung gebracht: entweder benutzt man hierzu vollkommen ausgebildete kleine Pumpen, oder die Saugwirkung des Motorenkolbens selbst wird dazu verwandt, das zugehörige Petroleumquantum mit der Verbrennungsluft gleichzeitig anzusaugen.

Die nachstehend beschriebenen, zur Zeit hauptsächlich im Handel befindlichen Motoren-Systeme werden einen Überblick gewähren, in welcher Weise man die verschiedenen Verfahren der Förderung des Petroleums und seiner Verdampfung hauptsächlich zur Ausführung gebracht hat.

Abgesehen von den als eigentliche Explosionsmaschinen arbeitenden Motoren ist man damit beschäftigt, wie im 3. Kapitel gelegentlich Beschreibung des Braytonschen Benzinmotors erwähnt, doppelt-

[1]) Auch in den von G. Daimler in Cannstatt zu Anfang der achtziger Jahre mehrfach genommenen Patenten findet sich das den heutigen Petroleummotoren vielfach zu Grunde liegende Arbeitsverfahren bereits ausgesprochen.

wirkende Motoren mit allmählicher Verbrennung des Gemisches beim Eintritt in den Cylinder zu bauen. Die Petroleummotoren-Fabrik von J. M. Grob in Leipzig-Eutritzsch bringt derartige Maschinen bereits in den Handel, und wird zum Schlufs des Kapitels auch dieser Petroleummotor, soweit über seine Konstruktion Näheres zu erfahren war, zur Besprechung gelangen.

Der Kaselowskysche Petroleummotor, gebaut von der Berliner Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft vorm. L. Schwarzkopff.

Derselbe gehört mit zu den ersten Petroleummotoren, welche in den Handel gebracht worden sind und soll deshalb seiner hier Erwähnung geschehen, obgleich das Material zur Anfertigung ausführlicher Schnittzeichnungen nicht zur Verfügung stand. Es kann nur eine schematische Darstellung des Motors gegeben werden, mit Hilfe deren der Arbeitsgang des Motors vollkommen klar werden wird.

Die in Fig. 32 in hinterer Ansicht dargestellte Maschine arbeitet mit gesondertem Verdampfer, dessen Beheizung für die Inbetriebsetzung durch eine Heizlampe, später durch die Abhitze der Auspuffgase bewirkt wird. Zur Förderung des Petroleums dient die Saugwirkung des Kolbens.

Das Petroleum fliefst aus dem Vorratsbehälter *A* durch das Regulierventil *B* in den Sammelraum *C*. Von hier aus gelangt es, während der Ansaugeperiode einen Zerstäuber passierend, in den Verdampfer *D*.

Zur Ingangsetzung wird der Verdampfer durch eine Flamme erhitzt. Da die Temperatur der über 400 ° C. heifsen Auspuffgase vollkommen ausreicht, den Petroleumstaub schnellstens in die Dampfform überzuführen, so werden dieselben in dem vorliegenden Fall zur Beheizung des Verdampfers benutzt. Die Auspuffgase gelangen von dem hinter *D* liegenden Auslafsventil direkt in das Innere des Verdampfraumes, durchstreichen denselben mittelst eines Röhrensystemes und treten aus dem Stutzen *m* in das eigentliche Auspuffrohr über.

Durch Rohr *e* strömt der gebildete Petroleumdampf in den Raum *F*, unterwegs wird ihm noch das fehlende Quantum Verbrennungsluft zugemischt; von hier tritt das fertige Gemisch in den Arbeitscylinder, wo es nach erfolgter Kompression durch ein gesteuertes Glührohr entzündet wird.

Zur Regulierung ist ein Pendelregulator angebracht, welcher, wie durch Pfeil *P* angedeutet, bei zu schnellem Gang gegen das Absperrorgan *n* stöfst und die Ansaugung neuen Gemisches verhindert, bis

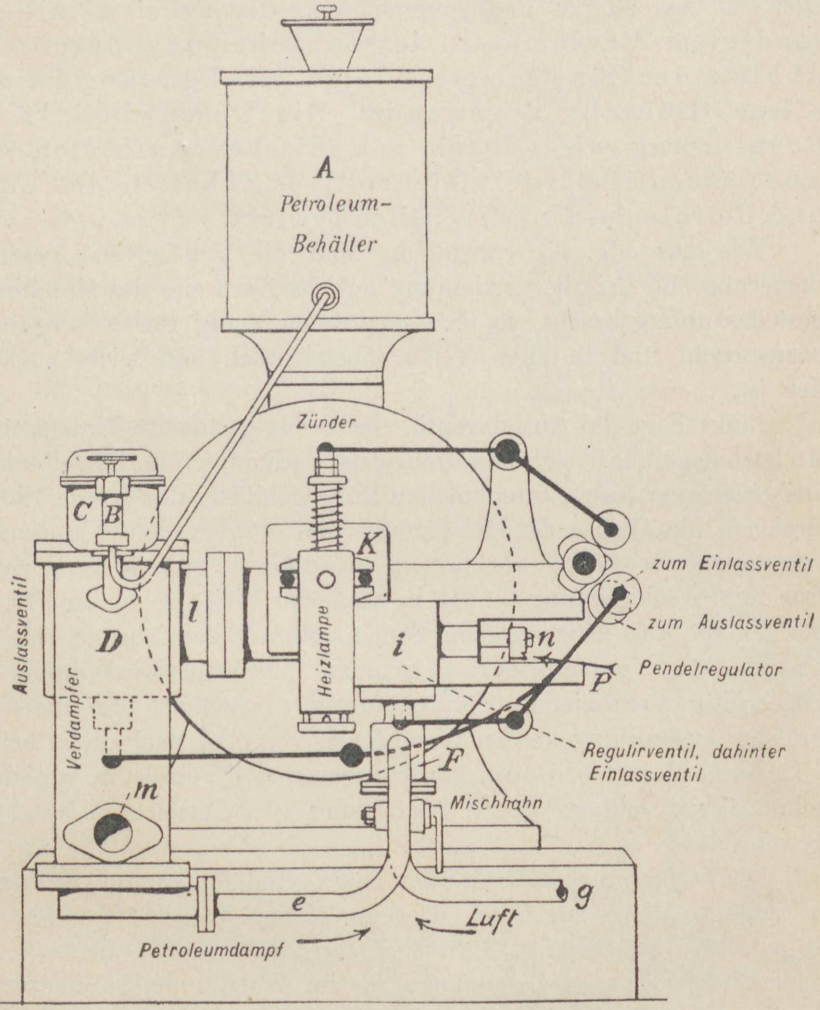


Fig. 32. Kaselowskyscher Petroleummotor.

die normale Geschwindigkeit wieder eintritt, und der Regulator nicht mehr in den Einschnitt von *n* stöfst, sondern nun darunter fort streift.

Bei den ersten Kaselowskyschen Motoren erfolgte die Petroleumzufuhr nicht durch die Saugwirkung des Arbeitskolbens, sondern durch eine besondere Pumpe.

Der Kjelsbergsche Petroleummotor, gebaut von der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur und Gebr. Nobel in St. Petersburg.

Die Maschine stammt aus den Jahren 1889—90, gehört also auch zu den älteren Petroleummotoren. Sie arbeitet mit gesondertem Verdampfer, dessen Beheizung durch die Abhitze der Zündflamme erfolgt. Als Zündung ist das offene Glührohr angewandt. Die Geschwindigkeits-Regulierung wird durch periodisches Aufhalten des Auslafsventiles und gleichzeitiges Zuhalten des Luft- und Petroleum-Einlafsventiles bewirkt.

Wie aus Fig. 33 ersichtlich, sind die Ventile, die gesamte Steuerung und Reguliervorrichtung auf der Stirnseite des Maschinengestelles untergebracht, so dafs der Motor wenig Aufstellungsraum beansprucht und in allen Teilen übersichtlich und leicht zugänglich ist.

Links liegt das Auslafsventil, rechts das gesteuerte Einlafsventil. An letzteres schliefst sich unmittelbar der Verdampfer an. Derselbe wird aus einem vertikalen ummantelten Rohr gebildet; durch den Mantel streichen die Abgase der Heizflamme und erteilen den Wandungen von unten nach oben abnehmend die nötige Verdampftemperatur. Das mit Schleierbildung — wie in ähnlicher Weise schon in Fig. 14 gelegentlich des Körtingschen Benzinmotors beschrieben wurde — oben in das Verdampfrohr eintretende Petroleum wird durch die gleichzeitig zuströmende Verbrennungsluft zerstäubt und fliefst in gröfster Ausbreitung an den Wandungen von oben nach unten herab.

Durch den Gegenstrom von Heizgasen und Petroleum wird eine schnelle und vollkommene Verdampfung aller Petroleumbestandteile gewährleistet.

Die Verbrennungsluft wird den Petroleumdämpfen von vornherein in richtiger Menge zugeführt. Das am oberen Teil des Verdampfers angeordnete selbstthätige Luftventil sorgt dafür, dafs die Luft erst nach Eintritt eines gewissen Vakuums im Arbeitscylinder einströmen kann und genügende Geschwindigkeit für die Zerstäubung besitzt. Den Einlafs des fertig gebildeten Gemisches in den Arbeitscylinder vermittelt ein gesteuertes Ventil. Die Vereinigung dieses gesteuerten Einlafsventiles mit dem erwähnten selbstthätigen Luftventil bietet den Vorteil, dafs während der Gemischbildung die Verbindung des Verdampfers mit dem Arbeitscylinder stets aufgehalten wird, und der eintretende Gemischstrom freie Bahn findet. Ein selbstthätiges Ventil an Stelle des gesteuerten würde diesen Zweck nicht erfüllen,

denn jedes selbstthätige Luft- oder Gasventil führt auf seinem Sitz Vibrationen aus, welche zu Stauungen des Gemischstromes Veranlassung geben und mangelhafte Zerstäubung und Petroleumniederschläge an den Ventilwandungen zur Folge haben müssen.

Die Bewegung der Ventile erfolgt durch Daumen, Rollen und Hebel. Wie Fig. 33 zeigt, wird das Auslafsventil durch Hebel L, das Gemisch-Einlafsventil und der Petroleum-Abschlufskolben gemeinsam durch den Winkelhebel mit der Schubstange s bewegt. Die Klinke p der Einlafsventilstange und der Petroleum-Abschlufskolben sind durch den Hebel t so verbunden, dafs die Eröffnung und Schliefsung des Petroleumzuflusses nicht mit der des Einlafsventiles zusammenfällt, sondern innerhalb dieser Grenzen liegt. Diese Einrichtung hat den Zweck, eine weitere Sicherung dafür zu schaffen, dafs für die Zerstäubung genügende Luftgeschwindigkeit vorhanden ist und mit Ankunft des Gemisches vor dem Einlafsventil auch wirklich genügend freier Querschnitt für das unbehinderte Einströmen des ersteren zur Verfügung steht.

Die Geschwindigkeitsregulierung erfolgt durch periodisches Aufhalten des Auslafsventiles, verbunden mit Zuhalten von

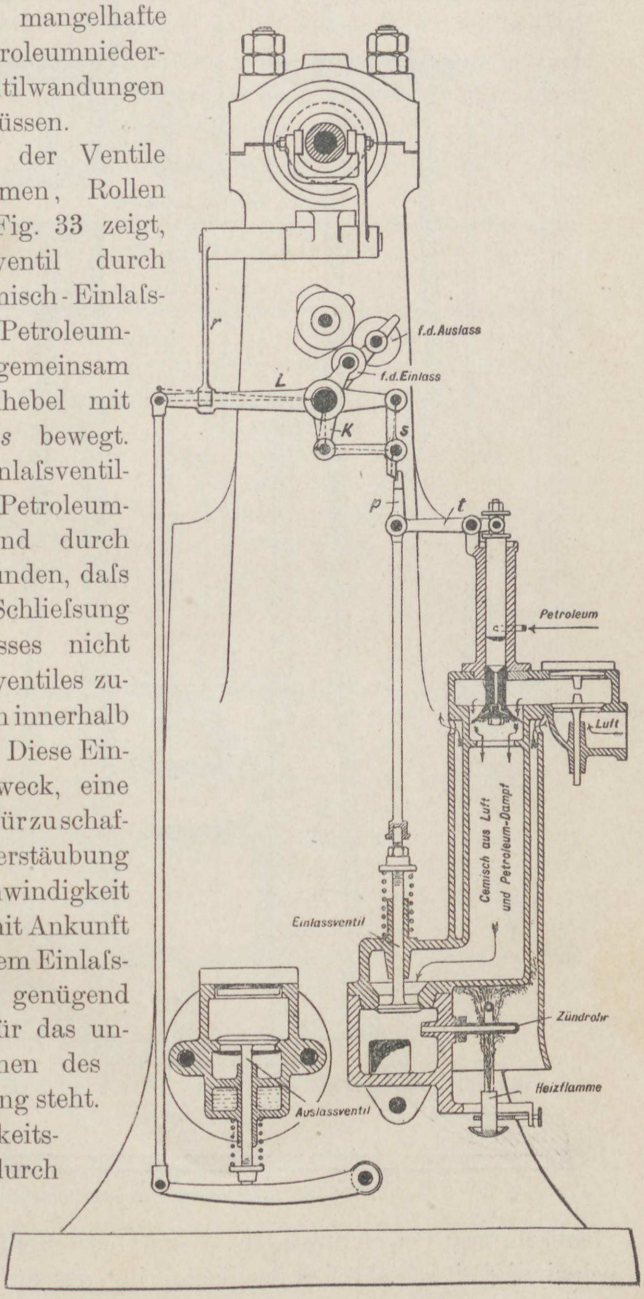


Fig. 33. Kjelsbergscher Petroleummotor.

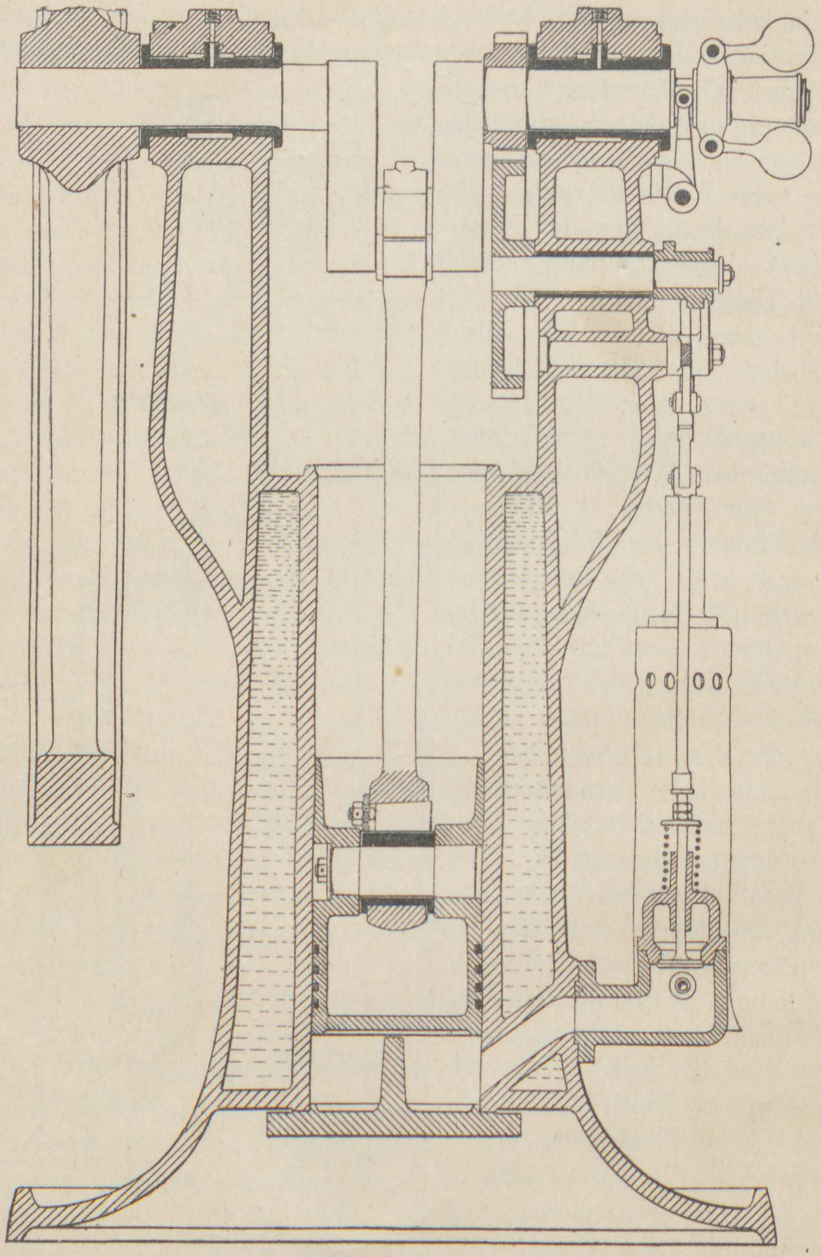


Fig. 34. Kjelsbergscher Petroleummotor.

Gemisch- und Petroleumeinlafs. Beim Überschreiten der normalen Geschwindigkeit schiebt sich der Schleifring des auf der Kurbelwelle befestigten Centrifugalregulators nach aufsen und zieht den Hebel r unter

den Auslafshebel L, so dafs sich dieser bei gehobenem Ventil an einer Schneide des Hebels r festhakt und das Auslafsventil in der Schwebe erhält. Mit dem Auslafsventilhebel L ist der Hebel k fest verbunden; sobald sich der erstere hebt, zieht er also jedesmal mittelst einer kleinen Verbindungsschiene die Schubstange s zur Seite, und sowohl das Gemisch-Einlafsventil, wie der Petroleum-Abschlufskolben bleiben geschlossen, so lange der Hebel L in gehobener Stellung festgehalten wird.

Dimensionen der Kjelsbergschen Petroleummotoren, gebaut von der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur.[1])

1. Stehende Motoren.

Leistung in effektiven Pferdekräften	1	2	3	4	6
Gewicht des Motors ohne Verpackung . kg	450	720	900	1100	1500
Umdrehungen in der Minute	200	190	180	180	160
Durchmesser der Riemscheibe . . . . mm	300	400	500	500	700
Breite der Riemscheibe . . . . . »	150	190	220	225	270
Länge des Motors inkl. Schwung- . . »	1000	1200	1400	1400	1500
Breite » » rad und Riem- . . »	850	1000	1050	1100	1200
Höhe » » scheibe . . »	1400	1600	1850	1900	2100
Höhe bis Mitte Kurbelwelle . . . . . »	875	1000	1150	1200	1340

2. Liegende Motoren.

Leistung in effektiven Pferdekräften	3	4	5	8	11	15
Gewicht des Motors ohne Verpackung kg	900	1100	1300	1850	2400	3300
Umdrehungen in der Minute	210	210	200	180	170	160
Durchmesser der Riemscheibe . . . mm	400	500	600	700	900	1000
Breite der Riemscheibe . . . . . »	190	220	240	270	285	360
Länge des Motors inkl. Schwung- . . »	1700	1700	2100	2500	2700	3200
Breite » » rad und Riem- . . »	900	1050	1100	1200	1400	1500
Höhe » » scheibe . . »	1370	1450	1520	1620	1720	1800
Höhe bis Mitte Kurbelwelle . . . . »	720	750	770	820	870	800

Petroleummotor der Motoren-Fabrik von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover.

Der Motor arbeitet ebenfalls mit gesondertem Verdampfer, dessen Beheizung durch die Abhitze der Zündflamme erfolgt. Die Absonderung des zur einzelnen Ladung

[1]) Die Preise der Motoren sind schwankend und im Prospekt der Fabrik nicht eingetragen.

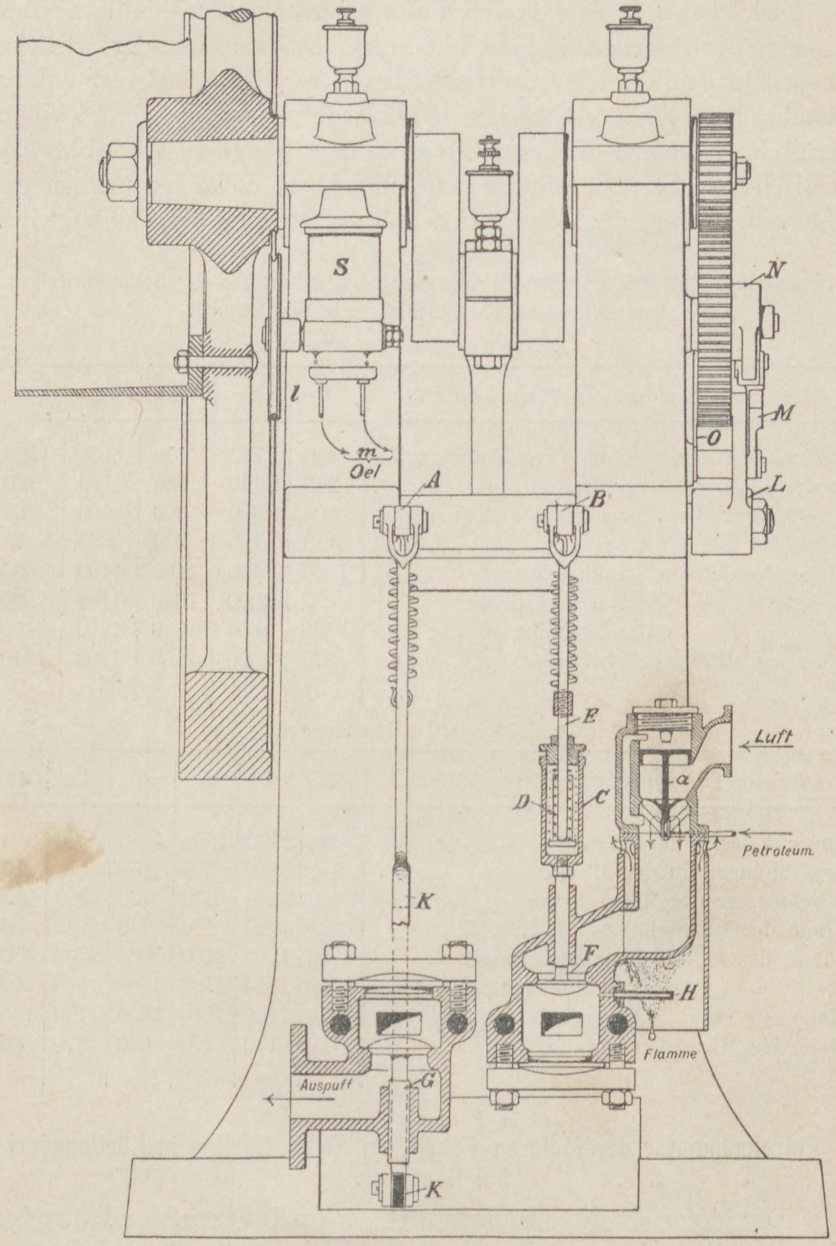


Fig. 35. Körtings Petroleummotor.

gehörenden Petroleumquantums wird durch die Saugwirkung des Arbeitskolbens, ohne Vermittelung gesteuerter Ventile, bewirkt.

Als Zündvorrichtung dient das selbstthätige Glührohr. Direkt gesteuert wird nur das Auslafsventil. Zur Geschwindigkeits-Regulierung wird das Auslafsventil auf- und das Gemisch-Einlafsventil *F*, welches beim Ansaugen selbstthätig funktioniert, zugehalten.

Der Verdampfer wird nach Art des Kjelsbergschen Motors ebenfalls durch ein ummanteltes Rohr gebildet, welches sich dem Gehäuse des Gemisch-Einlafsventiles unmittelbar anschliefst.

Aus einem circa 2 m über dem Motorensockel angebrachten Behälter strömt das Petroleum bei angesaugtem Ventil *F* gegen den Konus des sich selbstthätig öffnenden Petroleum-Abschlufsventiles. Der Konus des Petroleumventiles bewirkt die Bildung eines Flüssigkeitsschleiers. Da mit Erhebung des Organes *a* auch die Abschlufsplatte über dem Petroleumventil der Luft den Eintritt gestattet, so erfafst diese den hochstrebenden Flüssigkeitsschleier, zerstäubt ihn und treibt den Staub in den Verdampfer.

Während die Verdampfung an den heifsen Wandungen vor sich geht, mischt sich der Dampf gleichzeitig mit Luft, deren Menge von vornherein dem richtigen Mischungsverhältnis entsprechend zugeführt wird. Wie bei

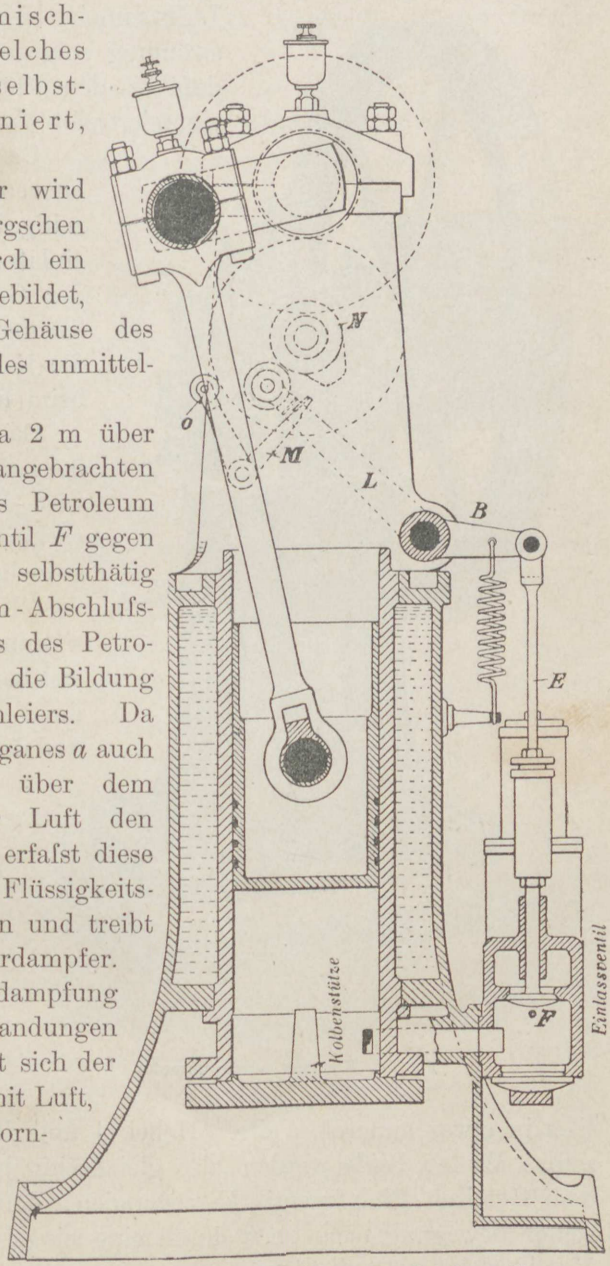


Fig. 36. Körtings Petroleummotor (Durchschnitt).

den Benzinmotoren derselben Fabrik, so ist auch hier mit dem Mischorgan *a*, zur Beförderung des gleichmäfsigen Strömens während der Gemischbildung, ein Saugkolben verbunden; der eintretende Luftstrom ist hier aber der Petroleumströmung entgegengesetzt gerichtet, so dafs er den Flüssigkeitsschleier auseinandertreibt.

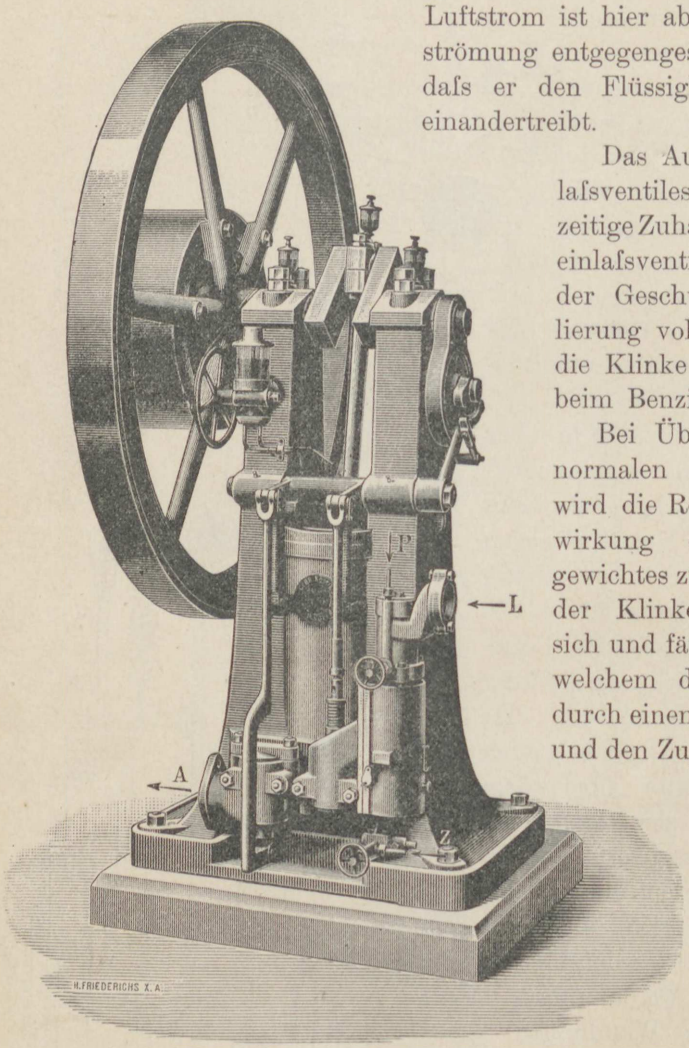


Fig. 37. Körtings Petroleummotor.

Das Aufhalten des Auslafsventiles *G* und gleichzeitige Zuhalten des Gemischeinlafsventiles *F* zum Zweck der Geschwindigkeits-Regulierung vollzieht sich durch die Klinke *M*, ebenso wie beim Benzinmotor.

Bei Überschreitung der normalen Geschwindigkeit wird die Rolle *o* durch Einwirkung eines Schwunggewichtes zur Seite gedrückt, der Klinkenhebel *M* hebt sich und fängt Hebel *L*, mit welchem das Auslafsventil durch einen weiteren Hebel *A* und den Zugbügel *K* (Fig. 35) verbunden ist. Aus- und Einlafsventil sind hier nicht, wie in Fig. 16, durch einen Hebel verbunden, sondern es vollzieht sich das Zuhalten des letzteren Ventiles in etwas anderer Weise. Hebel *A* und *B* sitzen fest auf derselben Welle, beide werden also gleichzeitig bewegt. *B* ist so mit dem Gemisch-Einlafsventil *F* verbunden, dafs er im letzten Teil seiner Bewegung nach oben durch eine eingeschaltete starke Feder Ventil *F* fest und dichtend gegen seinen Sitz zieht. Jedesmal also,

wenn das Auslafsventil voll geöffnet ist, liegt das Einlafsventil fest an. In der Ruhelage des Hebels B steht Ventil F in keiner festen, sondern nur in einer elastischen Verbindung mit B, und kann, als frei bewegliches Ventil, selbstthätig der Saugwirkung des Arbeitskolbens folgen.

Da aus dem für die Herstellung der Abbildungen zu Gebote stehenden Material über die Art der elastischen Verbindung von F und E keine genauen Angaben vorlagen, so ist dieselbe in Fig. 35 nur schematisch dargestellt.

Die Stange des Ventiles F endigt in einer Hülse, welche zwei Federn einschliefst, eine schwache, stets gespannte Feder C, die eigentliche Ventilfeder, und die sehr starke ungespannte Feder D.

Die schwache Feder C stützt sich unten auf den breiten Kopf der Stange E und oben gegen die Verschraubung der Hülse, sie trägt also das Ventil nebst der Hülse so, dafs es, der Saugwirkung des Arbeitskolbens folgend, sich öffnen kann.

Die starke Feder D stützt sich unten gleichfalls auf den Kopf der Stange E, das obere Ende berührt aber die Hülsenverschraubung in der Ruhelage von B nicht; erst wenn B gehoben wird, kommt das obere Federende ebenfalls zur Anlage und stellt nun, da die Feder sehr stark ist und schon bei geringer Anspannung einen erheblichen Druck ausübt, eine Verbindung zwischen Zugstange und Ventil her, welche durch die Saugkraft des Kolbens nicht überwunden werden kann. Das Ventil F bleibt also geschlossen, ein Einsaugen von frischem Gemisch findet nicht statt, solange Hebel B, bezw. das Auslafsventil gehoben ist.

Dimensionen und Preise der Körtingschen Petroleummotoren.

Effektive Pferdestärken		½	1	2	3	4	5	6
Preis des Motors	M.	900	1100	1400	1750	2100	2400	2700
Gewicht des Motors allein	kg	250	370	520	725	890	1100	1410
» mit Verpackung	kg	300	450	625	880	1055	1300	1630
Länge (i. d. Richtung senkrecht z. Kurbelwelle)	mm	600	800	1000	1200	1300	1400	1540
Breite (in der Richtung der Kurbelwelle)	»	580	590	710	850	910	990	1040
Höhe einschliefslich Schwungrad	»	973	1170	1420	1650	1785	1930	2130
Durchmesser des Schwungrades	»	600	800	1000	1200	1300	1400	1540
» der Riemscheibe	»	170	250	400	450	500	500	600
Breite der Riemscheibe	»	110	130	150	195	240	240	280
» des Riemens	»	50	60	70	90	110	110	130
Umdrehungszahl in der Minute		320	300	280	240	220	200	180

Erwähnt mag noch werden, dafs der Arbeitscylinder dieser Motoren aus einem besonderen, in das Maschinengestell eingesetzten Gufsstück besteht, so dafs er nach erfolgter Abnützung jederzeit leicht entfernt und ersetzt werden kann. Fig. 37 zeigt den Motor in der Ansicht.

Petroleummotor der Gasmotorenfabrik „Deutz“ in Köln-Deutz.

Von einer eingehenden Beschreibung des Motors mufs Abstand genommen werden, da das nötige Material hierzu fehlte; nur soviel möge erwähnt sein, dafs der Motor, welcher in Fig. 38 als Ansicht

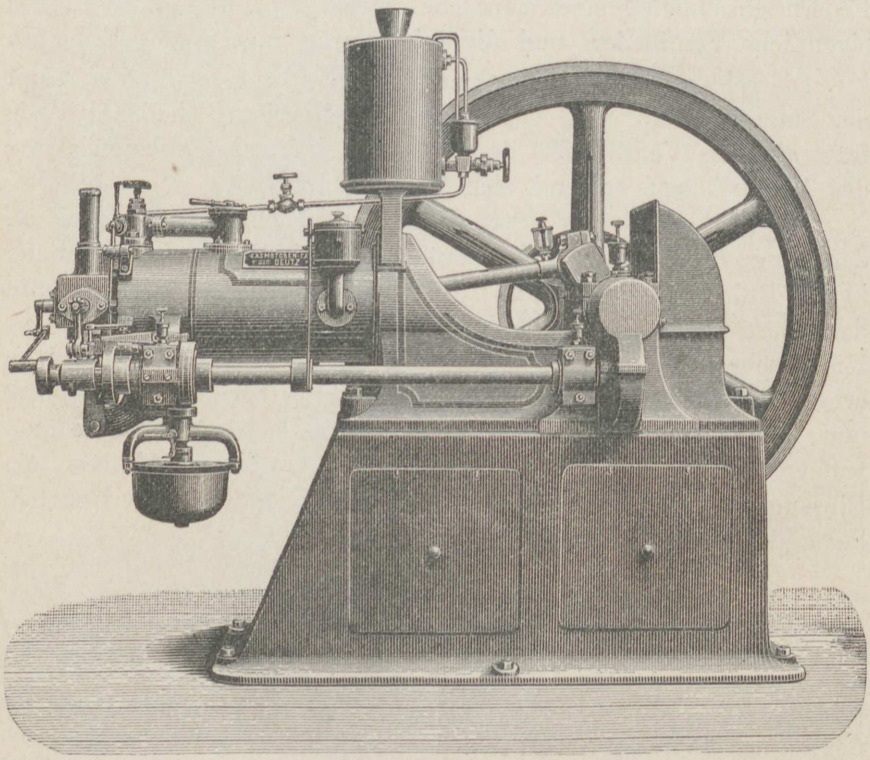


Fig. 38. Deutzer Petroleummotor (liegende Bauart).

dargestellt ist, mit einem vom Laderaum durch das Einlafsventil getrennten Verdampfer arbeitet, dessen Beheizung durch die Abhitze der Zündflamme erfolgt. Die Petroleumförderung für die einzelne Ladung wird durch die Saugwirkung des Arbeitskolbens vermittelt. Die Zündung erfolgt durch ein gesteuertes Glührohr.

Zur Regulierung der Geschwindigkeit wird das Auslafsventil periodisch aufgehalten, während die übrigen Ventile geschlossen bleiben.

Das Petroleum gelangt von dem auf dem Maschinengestell angebrachten Vorratsbehälter durch ein gesteuertes Ventil in die Zerstäubvorrichtung und von hier in den Verdampfer. Derselbe wird durch einen über der Zündflamme angeordneten Rohrmantel gebildet.

Dimensionen und Preise der Petroleummotoren liegender Bauart, gebaut von der Gasmotorenfabrik „Deutz“ in Köln-Deutz.

Gröfse in effektiven Pferdekräften	1	2	3	4	6	8	10	12
Preis des Motors inkl. Emballage . M.	1500	1850	2250	2650	3550	3900	4800	5100
» des Fundamentsblockes (Gufseisen) »	100	120	135	155	200	230	270	300
Länge des Motors . . . . . mm	1660	1850	2030	2220	2520	2770	3120	3120
Breite » » . . . . . »	780	860	950	1080	1250	1360	1520	1520
Ganze Höhe . . . . . »	1620	1710	1770	1860	1940	2030	2160	2160
Durchmesser der Riemscheibe . . . »	200	300	400	450	600	750	800	950
Breite der Riemscheibe . . . . . »	150	170	210	250	290	310	350	350
Erforderliche Breite des Riemens . »	70	80	100	120	140	150	170	170
Umdrehungen in der Minute	230	230	230	210	200	180	180	180
Ungefähres Gewicht des Motors ca. netto kg	650	880	1100	1400	2200	2700	3700	3800
» » » » brutto »	350	1100	1400	1700	2600	3200	3400	4400

Aufser diesen liegenden Motoren baut die Fabrik in neuerer Zeit auch solche stehender Anordnung mit unten liegender Kurbelwelle. Das Maschinengestell ist als Kapsel ausgebildet. Mit Ausnahme des Auslafsventiles arbeiten alle anderen Absperrorgane selbstthätig. Für letzteres wird die dem Viertakt entsprechende Bewegung bei diesen Motoren nicht durch Zahnräder, sondern in eigenartiger Weise durch einen Exzenter, direkt von der Kurbelwelle aus, vermittelt. Steuerwelle, Zahnräder, Daumen und zugehörige Rollen, welche nach erfolgter Abnutzung als Hauptursachen geräuschvollen Ganges anzusehen sind, fallen hier fort.

Das Anheben des Auslafsventiles erfolgt, indem man zu Ende der Arbeitsperiode den Druck im Cylinder auf eine Membran wirken läfst, mittelst welcher ein Verbindungsglied zwischen die erwähnte Exzenterstange und das Auslafsventil geschoben wird. Das Auslafsventil wird dann in der folgenden Auslafsperiode rechtzeitig von der Exzenterstange geöffnet und geschlossen.

In der Ansaugeperiode zieht sich die Membran und mit ihr das Verbindungsglied wieder zurück, letzteres kommt aufser Bereich des

Auslafsventiles, so dafs bei der folgenden Kompressionsperiode die Exzenterstange ins Leere stöfst und das Auslafsventil zu dieser Zeit nicht öffnet.

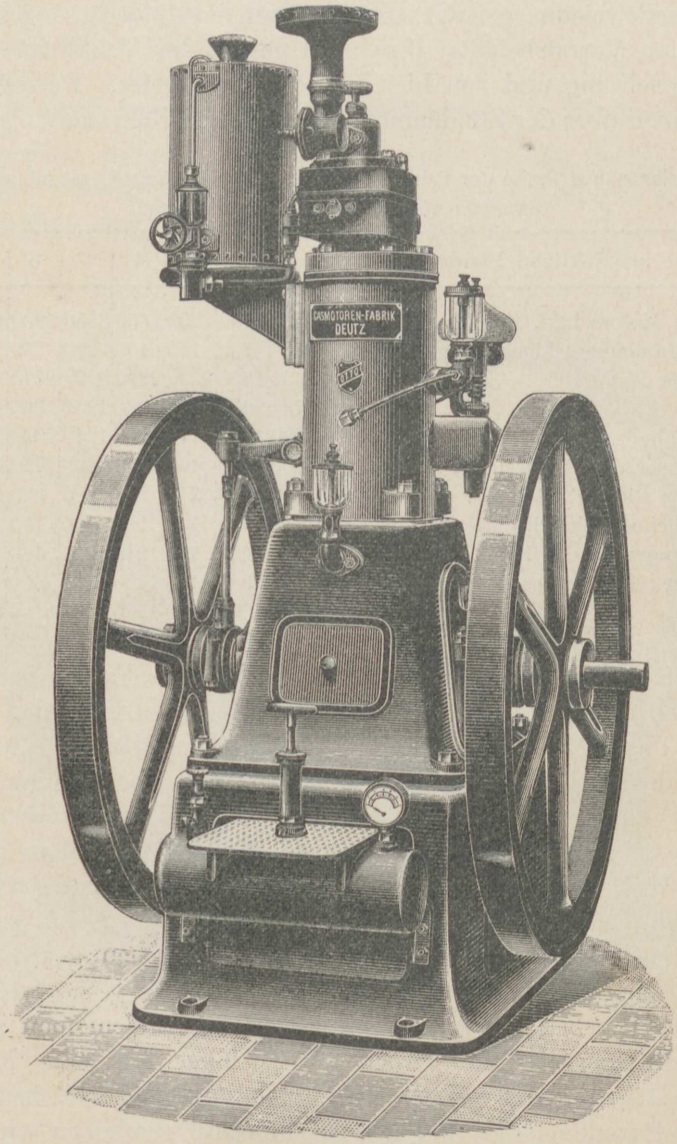


Fig. 39. Deutzer Petroleummotor (stehende Bauart).

In den Fig. 39 und 40 ist diese neue Bauart dargestellt, in Fig. 39 für sich allein, in Fig. 40 in direkter Verbindung mit einer Dynamomaschine.

Diese Motoren sollen ein- und zweicylindrig in den Gröfsen von 1—30 Pferdekraft effektiv gebaut werden; gegenwärtig — Mitte Mai 1894 — sind lieferbar Eincylinder-Motoren von 6 Pferdekraft und Zwillingsmotoren von 12 Pferdekraft.

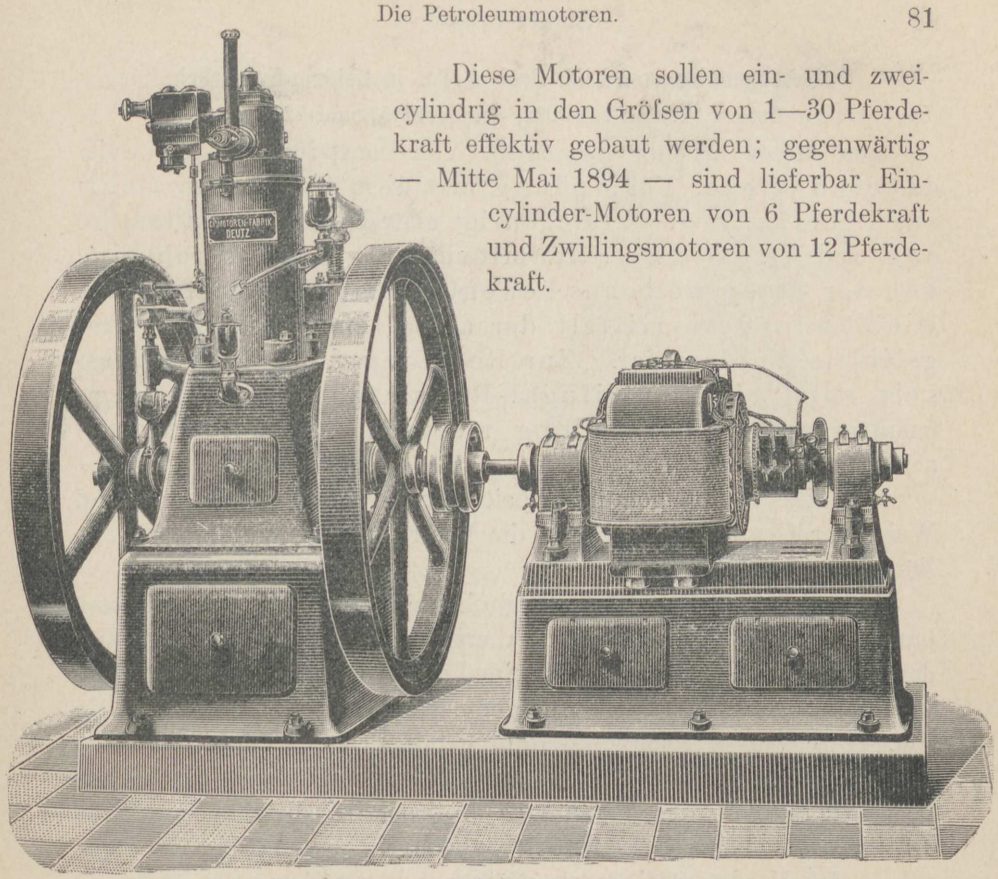


Fig. 40. Deutzer Petroleummotor in direkter Verbindung mit einer Dynamomaschine.

Preise und Dimensionen der stehenden Petroleummotoren, gebaut von der Gasmotorenfabrik „Deutz“ in Köln-Deutz.

Gröfse in effektiven Pferdekräften	6 Eincylinder	12 Zweicylinder
Preis des Motors inkl. Verpackung . . . . M.	3300	4800
Länge des Motors . . . . . mm	1400	1700
Breite » » . . . . . »	1250	1250
Höhe » » . . . . . »	2000	2000
Durchmesser der Riemscheibe . . . . . »	320	600
Breite » » . . . . . »	270	270
Breite des Riemens . . . . . »	130	130
Umdrehungszahl in der Minute	360	360
Ungefähres Gewicht des Motors . . . netto kg	1400	2000
» » » » . . . brutto kg	1700	2500
Für elektrischen Lichtbetrieb:		
Durchmesser der Riemscheibenschwungräder . mm	1250	1250
Kranzbreite » » . mm	110	110
Riemengeschwindigkeit . . . . . m	23,5	23,5

Petroleummotor von J. M. Grob & Co. in Leipzig-Eutritzsch.

Patent Nr. 65071, 69092, 61289, 70957 und 72578.

Der Motor arbeitet mit einem Verdampfer, welcher in dauernd offener Verbindung mit dem Laderaum steht; zur Beheizung des ersteren ist eine besondere Flamme angeordnet. Die Petroleumförderung wird durch eine von der Steuerwelle aus bewegte Pumpe bewerkstelligt. Die Zündung vermittelt der als offenes Glührohr ausgebildete Verdampfer. Zur Regelung der Geschwindigkeit setzt ein Centrifugal-Regulator die Petroleumpumpe aufser Verbindung mit dem Antriebsdaumen auf der Steuerwelle.

Als eine Haupteigentümlichkeit dieses Motors ist die Art und Weise der Gemischbildung und die Benutzung des Verdampfers als Zündrohr anzuführen.

Schon vor Beginn des Saughubes wird von der »Petroleumpumpe« (Fig. 41) durch die dort ersichtliche Rohrleitung im Verdampfrohr, bei *R*, das für die einzelne Ladung erforderliche Petroleumquantum abgelagert. (Der Verdampfer wird durch ein u-förmiges, in Fig. 41 schwarz gezeichnetes, Rohr gebildet.)

Saugt der Arbeitskolben durch das oben auf dem Cylinder angeordnete selbstthätige Ventil Luft an, so wird dieselbe durch ein Leitstück *g* im oberen Laderaum gezwungen, zum Teil in die Fangschale des Verdampfrohres zu strömen. Der andere — gröfsere — Teil der Luft, welcher zu beiden Seiten der Schale vorbeistreicht, gelangt direkt in den Laderaum. Durch Pfeile in den Figuren 41 und 42 ist die Verteilung der Luft angedeutet.

Bei der grofsen Geschwindigkeit, mit welcher die Luft in den Cylinder und durch das Verdampfrohr strömt, wird sie das in letzterem bei *R* lagernde flüssige Petroleum in Staubform mit sich führen, mit den heifsen Wandungen in innigste Berührung bringen und verdampfen lassen. Aus dem unteren Schenkel des Verdampfers tritt also Petroleumdampf mit wenig Luft gemischt, welcher sich dort mit der neben der Fangschale einströmenden Luft zu entzündbarem Gemisch umbildet.

Durch die direkte Beheizung des Verdampfrohres kann dasselbe leicht bis zur Dunkelrotglut erhitzt werden. Die angegossenen Rippen ermöglichen das Auffangen und die Konservierung einer grofsen Wärmemenge, so dafs dann, wenn der, zu seiner Verdampfung Wärme konsumierende, Petroleumstaub das Rohr durch-

strömt, ein wesentliches Sinken der Temperatur nicht eintritt, und alle Bestandteile des Petroleums, auch die schwerflüchtigen, zur schnellen Verdampfung gelangen.

Durch die stets freie Bahn nach dem Cylinder zu, durch die Strömungsrichtung des fertigen Gemisches gegen den ungekühlten, also heifsen Kolbenboden, sind hier sehr günstige Bedingungen für die Erhaltung des Gemisches als solches geschaffen, so dafs der Verlust an Brennmaterial durch Niederschlagen der schwerflüchtigen Bestandteile des Petroleums ein äufserst geringer ist. Infolge der starken Strömung durch das Verdampfrohr erhält sich dasselbe von Verschmutzung durch Rufs oder andere Verbrennungsrückstände frei, so dafs es seinen Zweck für lange Dauer zuverlässig erfüllt.

Damit auch die durch unvermeidliche Abkühlung des Gemisches an den Cylinderwandungen niedergeschlagenen Petroleumdämpfe noch zum Teil nutzbar gemacht werden, und der Geruch vermindert wird, entnimmt man die Betriebsluft aus dem Innern des Maschinengestelles. Wie bereits im Kapitel 2

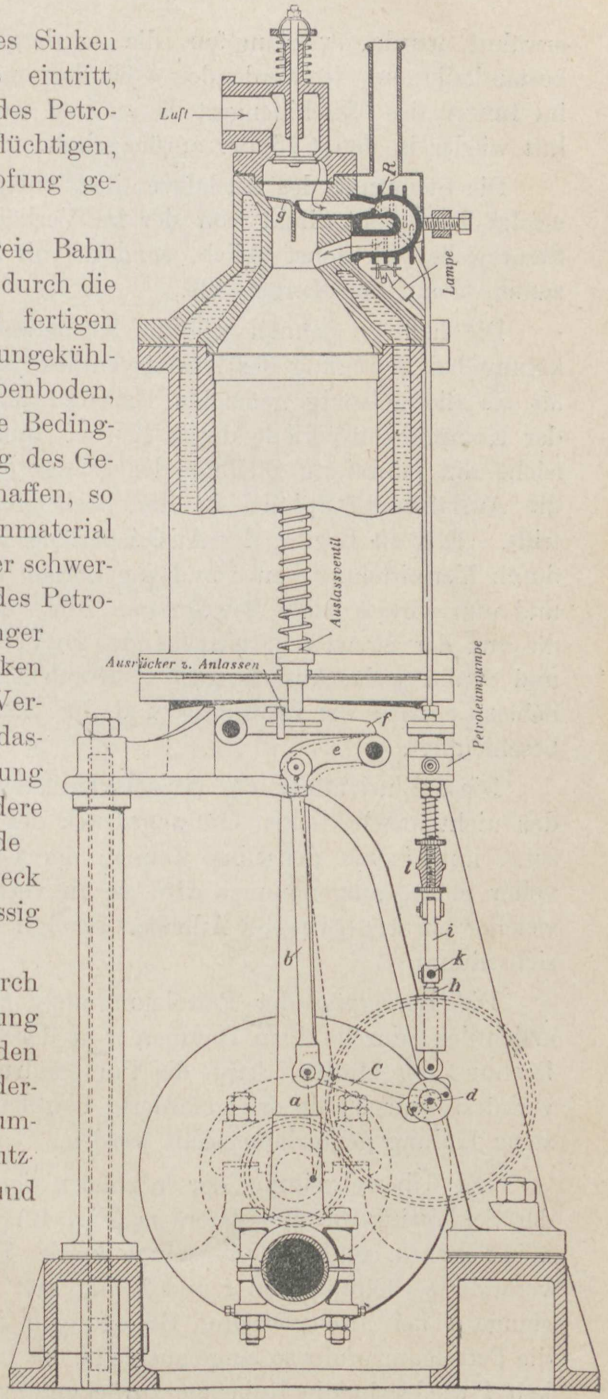


Fig. 41. Petroleummotor von Grob & Co. (für Boote).

erwähnt wurde, verdampfen die niedergeschlagenen Petroleumbestandteile bei freiwerdenden Cylinderwandungen, sammeln sich im Innern des Maschinengestells an und werden mit der Betriebsluft wieder in den Cylinder zurückgeholt.

Die Steuerung des Auslafsventiles, entsprechend dem Viertakt, erfolgt hier nicht direkt von der im Verhältnis von 2 : 1 bewegten Steuerwelle, wie sonst üblich, sondern mit Zuhilfenahme eines Exzenters *a* auf der Kurbelwelle.

Die halb so schnell wie die Kurbelwelle laufende Steuerwelle kommt bei Bewegung des Auslafsventiles nur insofern zur Geltung, als sie die gelenkig gemachte Exzenterstange *b* (Fig. 41) zur Zeit der Kompressionsperiode durch Kurbel- und Zugstange *c* einknickt (siehe die punktierte Stellung der Stange *b*), so dafs der Hebel *f* die Auslafsventil-Spindel in der höchsten Exzenterstellung nicht trifft. Erst zu Beginn der Auslafsperiode wird die Exzenterstange durch Vermittelung von *c* und zugehöriger Kurbel wieder gestreckt, und nun wirken beide Bewegungen, die von der Kurbelwelle und die von der Steuerwelle ausgehende, im Verein auf schnelle Hebung und Senkung des Auslafsventiles. Durch Einschaltung des »Abwälzhebels« *e* wird die Eröffnung und der Schlufs des Ventiles noch beschleunigt.

Diese Einrichtung der Auslafsventilsteuerung hat den Zweck, den nicht unerheblichen Öffnungsdruck des Auslafsventiles, welcher sonst immer von denselben Zähnen der Übersetzungszahnräder in voller Stärke aufgenommen wird, so zu verteilen, dafs der Exzenter, welcher ein stofsfreies Anheben ermöglicht, den Hauptdruck auf sich nimmt.

Die Bewegung der Petroleumpumpe erfolgt, wie aus Fig. 41 ersichtlich, durch einen Daumen von der Steuerwelle aus. Durch Drehung der Mutter *l* kann die Pumpendruckstange verlängert und verkürzt und damit das geförderte Petroleumquantum für die einzelne Ladung genau eingestellt werden.

Bei Überschreitung der normalen Geschwindigkeit hebt sich der Schleifring des Regulators *m* (Fig. 42) und zieht mittelst eines Winkelhebels und der Zugstange *k* die Klinke *i* zur Seite. Die veränderte Stellung von *i* und *h* hat zur Folge, dafs die Schubstange *h* bei ihren ferneren Bewegungen *i* nicht mehr trifft, und die Petroleumzufuhr so lange ausbleibt, bis bei normaler Geschwindigkeit *i* wieder in die Ruhelage zurückgeführt wird.

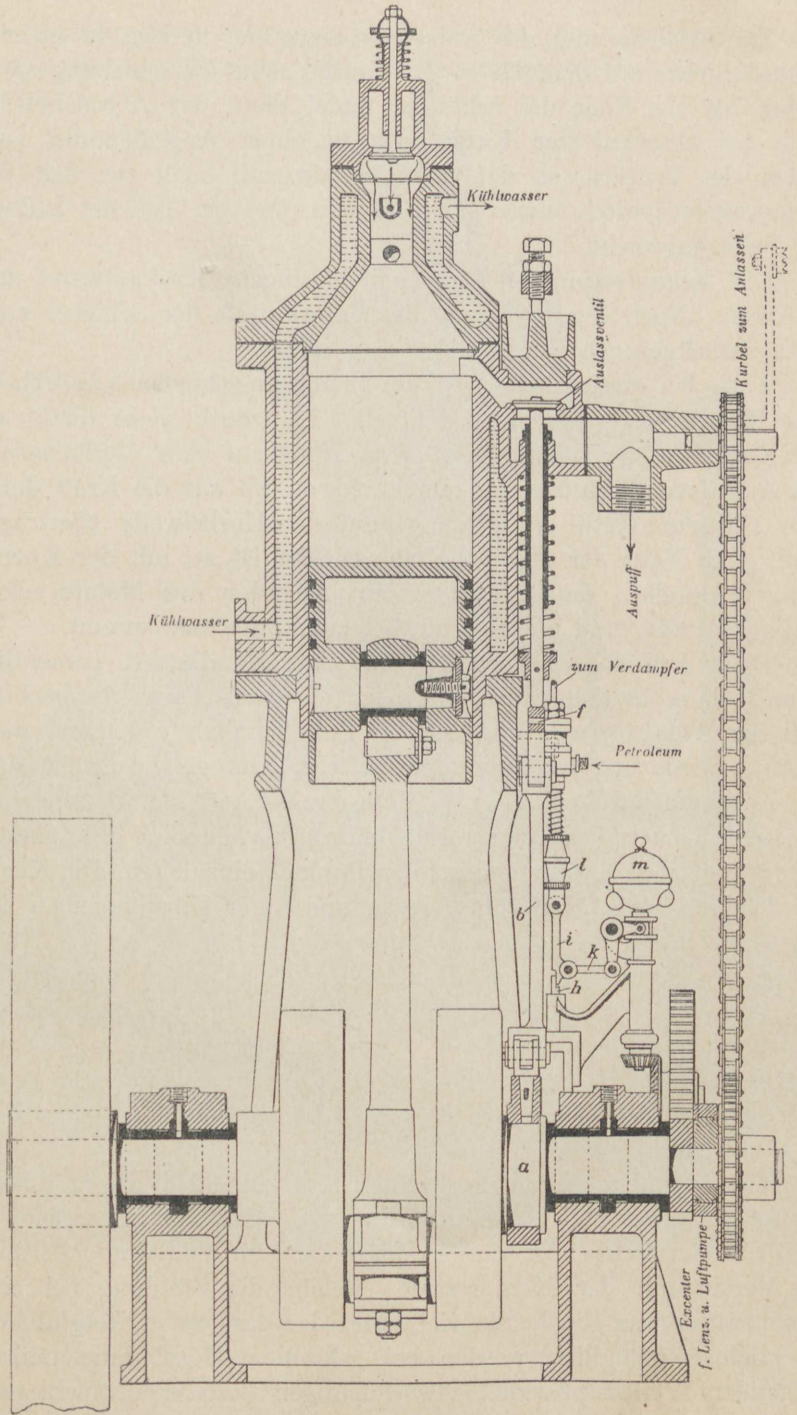


Fig. 42. Petroleummotor von Grob & Co. (Durchschnitt).

Zur Erleichterung des Anlassens dient der in Fig. 42 ersichtliche Schieber auf dem Hebel *f*. Durch seine Verschiebung nach rechts, bis ans Ende des Schlitzes, findet dann der Abwälzhebel *e* auch bei eingeknickter Exzenterstange einen Angriffspunkt zum Heben des Ventiles, so dafs das Auslafsventil auch zur Zeit der Kompressionsperiode etwas gehoben wird, und ein Teil der Ladung ins Freie entweicht.

Die Kompression ist dann mit geringem Kraftaufwand auszuführen. Nach Ingangsetzung des Motors mufs der Schieber nach links zurückgezogen werden.

Auch bei diesem Motor ist zum bequemen schnellen »Andrehen« eine Handkurbel vorgesehen. Dieselbe ist jedoch nicht direkt auf der Kurbelwelle, sondern in gröfserer Höhe auf einer Verlängerung des Auslafsventil-Stutzens angebracht, von wo aus die Kraft durch eine Gallsche Kette nach unten auf die Kurbelwelle übertragen wird. Die Nabe der unteren Kettenscheibe ist so mit der Kurbelwelle verbunden, dafs sie sich beim Anlaufen des Motors selbstthätig ausrückt, und die Handkurbel zum Stillstand kommt.

Beim Andrehen der Motoren mit einer Handkurbel, namentlich wenn solche betriebswarm sind, ist die Vorsicht zu beobachten, dafs das Anlafsorgan (Luftschieber, Petroleumhahn etc.) erst dann geöffnet wird, wenn bereits mehrere Umdrehungen gemacht sind.

Die angewandte offene Glührohrzündung hat nämlich die Eigentümlichkeit, bei langsamer Drehung der Maschine die Zündung schon vor Überschreitung des toten Punktes einzuleiten. Die Kurbel würde dann verkehrt herumschlagen und unter Umständen zu Verletzungen Veranlassung geben können.

Einer Eigentümlichkeit des beschriebenen Motors mag schliefslich noch Erwähnung geschehen, nämlich der Erscheinung, dafs der Motor auch bei gelöschter Heizflamme und längst verschwundener Rotglut des Verdampfers dennoch unter regelmäfsigem Eintritt der Zündungen für längere Zeit fortarbeitet.

Ganz abgesehen von der leichten Entzündlichkeit des Petroleumdampf-Luftgemisches, ist es wohl die gute Vorwärmung, welche ein Teil des Gemisches bei dieser Motorenart im Verdampfer erfährt, im Verein mit der Kompression, welche die Zündung bei einer Temperatur ermöglicht, die viel unter der dunkelsten Rotglut liegt.

Selbstverständlich werden bei gelöschter Heizflamme und erkaltendem Verdampfer die schwerflüchtigen Bestandteile nicht mehr

zur Verdampfung gelangen, vielmehr wird sich die Ladung aus immer leichter flüchtigen Bestandteilen bilden, also immer weniger

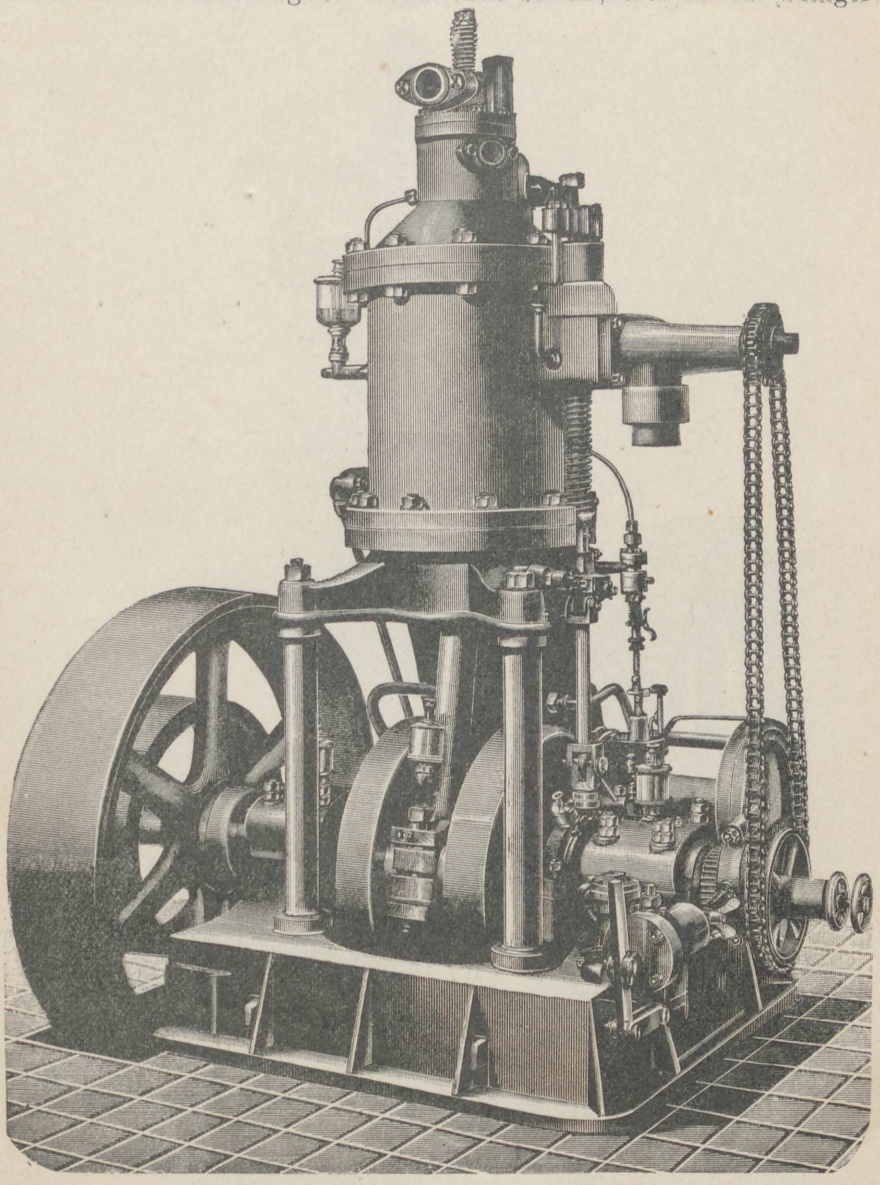


Fig. 43. Petroleummotor von Grob & Co. (für Boote).

des geförderten Petroleumquantums für die einzelne Ladung zur Verdampfung kommen. Die Folge ist ein immer schwächer werdendes Gemisch, ein allmähliches Sinken der Kraftäufserung.

Aus den Diagrammen, welche man nach gelöschter Heizflamme nimmt, bestätigt sich diese Annahme: der Inhalt des Diagrammes

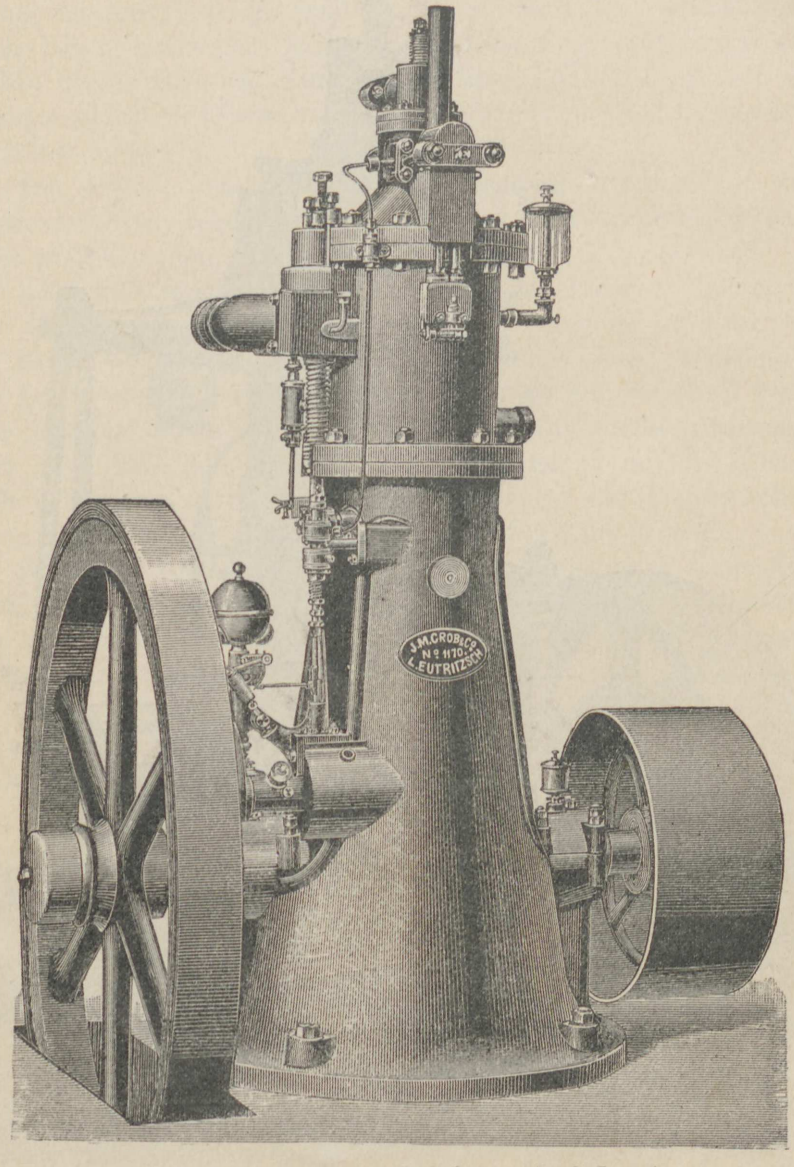


Fig. 44. Petroleummotor von Grob & Co. (stehende Bauart).

wird allmählich immer kleiner und zeigt schliefslich ein so langsam brennendes, dampfarmes Gemisch an, dafs die höchste Erhebung der Druckkurve erst in der letzten Hälfte des Hubes erfolgt.

Der Petroleumverbrauch, einschliefslich der Heizflammenspeisung für den Verdampfer, beläuft sich für kleine Maschinen auf

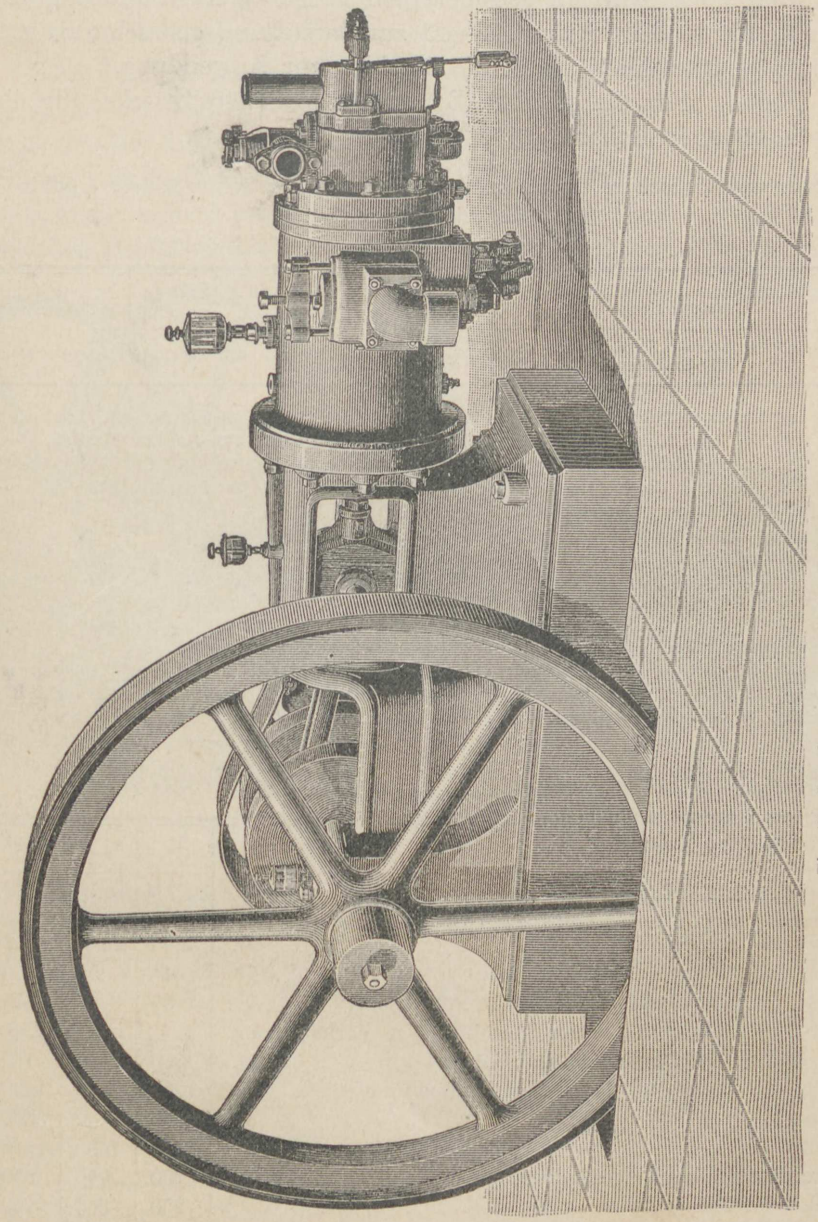


Fig. 45. Petroleummotor von Grob & Co. (liegende Bauart).

0,5 l, für gröfsere auf 0,4 l für die Pferdekraft und Stunde. Da ein Liter Petroleum durchschnittlich 17 Pfennige kostet,

so betragen die Brennmaterialkosten bei gröfseren Maschinen 6,8, bei kleineren 8,5 Pfennig für die Stundenpferdekraft.

Der Motor wird in verschiedenen Formen zur Ausführung gebracht; die in den Figuren 41—43 zur Darstellung gebrachte Bauart kommt hauptsächlich als Schiffsmaschine zur Anwendung.

Fig. 44 zeigt die stehende Bauart für stationäre Zwecke, Fig. 45 ist die liegende Bauart.

Preise und Dimensionen der stationären Petroleummotoren von J. M. Grob & Co. in Leipzig-Eutritzsch.

Stehende Bauart.

Kraftleistung nominell in garantierten Pferdestärken	1/2	1/2 mit Wasserpumpe	1	2	4	6	8	10 Zwill.	12 stehd.	12 liegd.	15 liegd.
Wirkliche, höchste Kraftleistung in Pferdestärken	1/2-3/4	1/2-3/4	1-1 1/2	2-3	4-5	6-7	8-9	10-12	12-14	12-15	15-18
Preis des Motors ab Fabrik . . . M.	900	1100	1000	1200	1800	2600	3000	3850	4600	4800	5500
» » Ventilator-Kühlers . . . »	185	—	185	220	275	370	410	600	800	800	—
» der Ankerplatten und Bolzen »	16	16	16	20	25	30	33	50	54	54	60
» » Emballage des Motors . »	20	21	21	24	29 1/2	46	48 1/2	64	65	65	75
» » Rohrleitung unter gewöhnlich vorkommenden Verhältnissen, d. h. Auspuffleitung bis 5 m Länge . M.	25	25	40	50	60	75	80	90	120	120	120
Höhe des Motors . . . . . cm	105	105	125	150	160	180	195	135	205	130	140
Breite » » . . . . . »	68	80	77	92	118	130	142	180	165	145	155
Tiefe » » . . . . . »	60	75	62	80	110	125	135	110	100	300	330
Durchmesser der Riemscheibe . . »	15	—	20	30	40	50	60	60	70	75	85
Breite der Riemscheibe . . . . . »	12,5	—	12,5	15	17,5	20	22,5	25	28	30	35
Tourenzahl . . . . . per Min.	500	400-450	400	375	290	275	260	280	220	220	200
Ungefähr. Gewicht des Motors netto kg	295	360	350	450	850	1250	1450	1550	2000	2100	3150
» » » » brutto »	375	440	450	600	1000	1550	1700	1850	2200	2800	4950

Liegende Bauart.

Kraftleistung nominell in garantierten Pferdestärken	10	12	15
Wirkliche, höchste Kraftleistung in Pferdestärken	10—12	12—14	15—18
Preis des Motors ab Fabrik . . . . . M.	4600	4800	5500
» der Ankerplatten und Bolzen . . . . . »	48	54	60
» » Emballage des Motors . . . . . »	55	65	75
» » Rohrleitung unter gewöhnlichen Verhältnissen (Auspuffleitung bis ca. 5 m Länge) . . . . . M.	100	120	120
Höhe des Motors mit Schwungrad, ohne Fundament mm	1200	1300	1400
Länge » » » » . . . . . »	2800	3000	3300
Breite » » . . . . . »	1450	1450	1550
Durchmesser der Riemscheibe . . . . . »	700	750	850
Breite der Riemscheibe . . . . . »	250	300	350
Tourenzahl . . . . . per Minute	240	220	200
Ungefähres Gewicht . . . . . brutto kg		2800	
» » . . . . . netto kg		2100	

Als eine der neuesten Erscheinungen auf dem Gebiete des Petroleummotorenbaues ist der von J. M. Grob & Co. in Leipzig-Eutritzsch gebaute, in Fig. 46 dargestellte, doppeltwirkende Petroleummotor mit allmählicher Verbrennung zu bezeichnen.

Im Prinzip entspricht das Arbeitsverfahren des neuen Motors dem des im Kapitel 3 beschriebenen Braytonschen Benzinmotors. Der Arbeitscylinder ist ganz wie eine Ventil-Dampfmaschine konstruiert, die Luftkompressionspumpe ist jedoch nicht, wie beim Braytonschen, unter, sondern hinter dem Arbeitscylinder angebracht. Mit den Einlafsventilen verbunden sind Verdampfer, welche auch

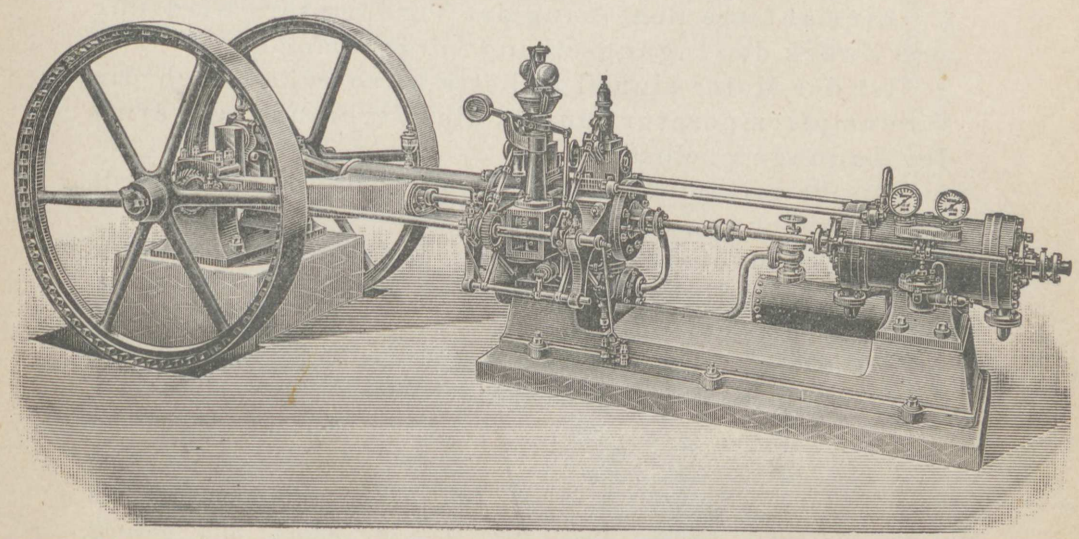


Fig. 46. Petroleummotor mit allmählicher Verbrennung von Grob & Co.

als Glühzünder wirken, so dafs das Gemisch im Moment der Bildung zur Entzündung gelangt. Die Verluste, welche beim Viertaktmotor durch Niederschlagen eines Teiles des Petroleumdampfes an den Cylinderwandungen erfolgen, sind hier ausgeschlossen.

Der Petroleumverbrauch des neuen Motors soll ein aufserordentlich geringer sein, bei voller Kraftleistung nur **0,2 l** Petroleum für die Stundenpferdekraft. Nimmt man den Preis des Petroleums zu 17 Pfennige für das Liter an, so kostet hier das Brennmaterial für die Stundenpferdekraft nicht voll **3½ Pfennige.**

Die Geschwindigkeitsregulierung erfolgt ebenso wie bei den Dampfmaschinen durch Verändern der Ladungsmenge.

Der Motor wurde bisher in den Gröfsen von 30 und 20 Pferdekraft gebaut, deren Preise sich auf 15000 bezw. 12000 Mark belaufen. Motoren für erheblich gröfsere Leistungen waren schon zu Anfang des Jahres 1894 in Vorbereitung.

Petroleummotor der Maschinenfabrik „Heidelberg" Molitor & Co. in Heidelberg (Baden).

Die Maschine gehört zu jenen Petroleummotoren, bei welchen der Verdampfer in direkter Verbindung mit dem Laderaum steht.

Eine äufsere Beheizung des Verdampfers wird nur zum Zweck der Ingangsetzung vorgenommen.

Ist der Motor einmal in Betrieb, so erhält sich die Verdampftemperatur durch die Verbrennungswärme der Ladungen selbst.

Die Petroleumförderung und Zerstäubung vermittelt die Saugwirkung des Kolbens.

Als Zündvorrichtung dient das offene Glührohr. Zur Geschwindigkeitsregulierung wird das Petroleumzuflufsventil periodisch in Ruhestellung belassen.

Während der Ansaugeperiode strömt das Petroleum aus dem kleinen Ventil *V*, über dem Ventilkegel einen Schleier bildend, in den Einlafskanal, wird hier von der einströmenden Luft zerstäubt und gelangt durch das geöffnet stehende Einlafsventil *L* in den Raum *R*.

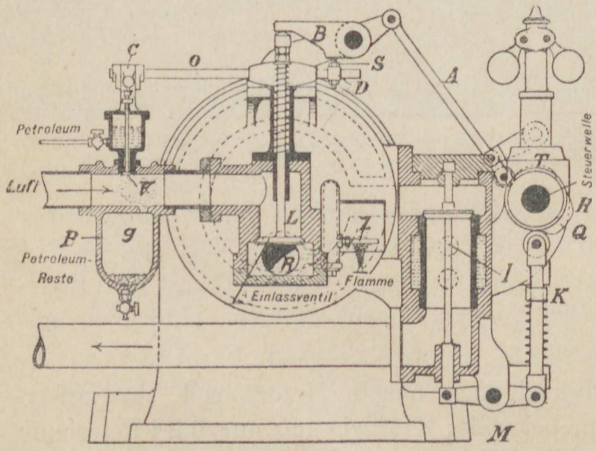


Fig. 47. Petroleummotor von Molitor & Co. in Heidelberg (hintere Ansicht).

Im Gehäuse des Petroleumventiles *V* wird stets der gleiche Flüssigkeitsstand erhalten, so dafs bei gleicher Intensität des Ansaugens immer dieselbe Petroleummenge zur Zerstäubung gelangt. Aufserdem erfolgt die Bewegung der Ventile *V* und *L* von der Steuerwelle *H* so, dafs das Einlafsventil früher öffnet und später schliefst, wie das Petroleumventil;

zur Zeit der Bildung des Petroleumschleiers herrscht also im Einlafskanal bereits Luftströmung, so dafs das austretende Petroleum von Anfang bis zu Ende mit genügender Energie von der Luft erfafst und zerstäubt wird. Durch Stellschraube *S* (Fig. 47) kann die Eröffnungsdauer des Petroleumventiles während des Betriebes so eingestellt werden, dafs stets das genau richtige Mischungsverhältnis von Petroleumdampf und Luft besteht. Diejenigen Teile des Petroleums, welche etwa nicht genügend fein zerstäubt sein sollten, um von der Luft fortgeführt und später leicht verdampft werden zu können, fallen vor dem Einlafsventil zu Boden und gelangen durch eine Öffnung *g* in den Sammelbehälter *P* (Fig. 47), aus dem sie zeitweise durch den dazu angebrachten Hahn abzulassen sind.

Bezüglich der Steuerung des Einlafsventiles *L* ist noch zu bemerken, dafs dieses Ventil nicht in fester Verbindung mit dem Steuerhebel *B* steht, sondern von diesem nur soweit bethätigt wird, als letzterer ein Vibrieren des sich im übrigen selbstthätig öffnenden Ventiles auf seinem Sitz verhindert. Zerstäubung und Gemischbildung würden anderenfalls durch

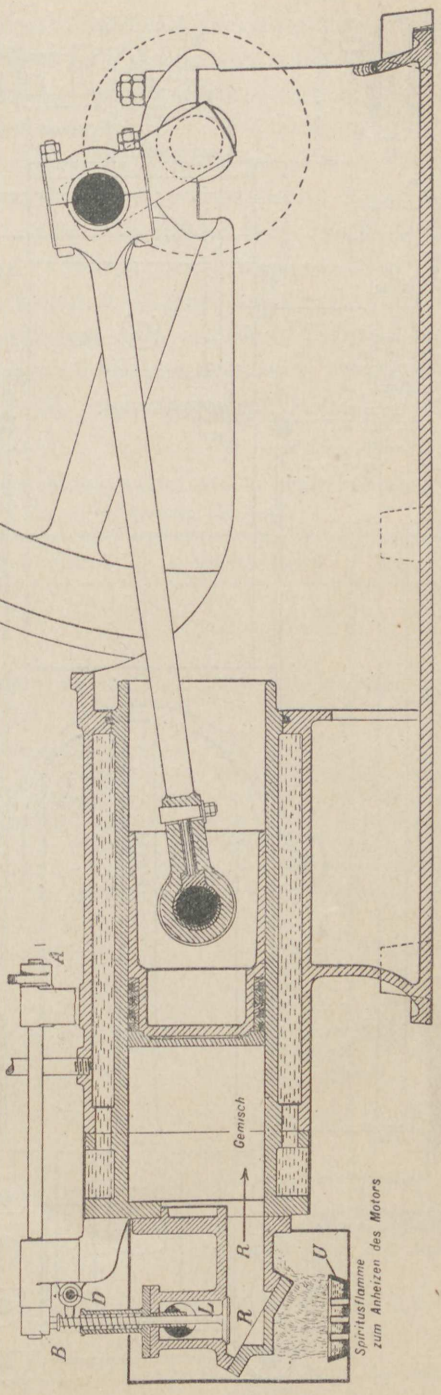


Fig. 48. Petroleummotor von Molitor & Co. in Heidelberg (Längsschnitt).

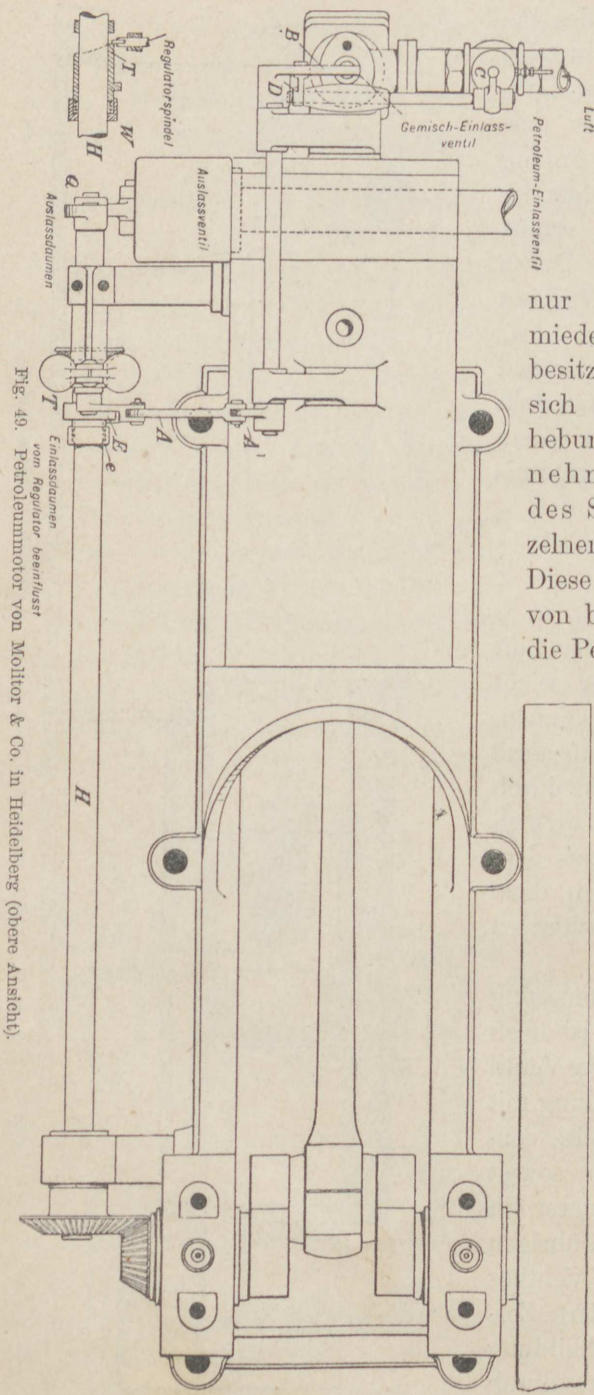


Fig. 49. Petroleummotor von Molitor & Co. in Heidelberg (obere Ansicht).

Unterbrechungen des eingehenden Luftstromes ungünstig beeinflufst werden. Durch die lose Verbindung des Ventiles *L* mit dem Steuerhebel *B* werden nicht nur die Vibrationen vermieden, sondern das Ventil besitzt auch die Eigenschaft, sich bezüglich seiner Erhebung der zu- und abnehmenden Intensität des Saugens für den einzelnen Hub anzupassen. Diese Eigenschaft ist hier von besonderem Wert, weil die Petroleumförderung und die Zerstäubung durch die Saugwirkung des Arbeitskolbens vermittelt wird.

Als eigentlicher Verdampfraum dient der Kanal *R*, unter demselben ist der Behälter *U* (Fig. 48) angebracht, in welchem zur Inbetriebsetzung des Motors Spiritus entzündet und dadurch *R* bis zur Verdampftemperatur erwärmt wird.

Aus den drei Ansichten des Motors (Fig. 47, 48 und 49) ist ersichtlich, in welcher Weise Einlafs-

und Petroleumventil von der Steuerwelle H aus durch Daumen T, Zugstange A, Hebel A', B und D, Welle o und Druckhebel c bewegt werden.

Die Geschwindigkeitsregulierung erfolgt durch periodisches Ausschalten der Steuerung des Petroleumventiles. Wie aus der kleinen Nebenzeichnung auf der linken Seite der Fig. 49 ersichtlich, ist der Einlafsdaumen T auf der Steuerwelle H verschiebbar und wird durch die in der Hülse W gelagerte Spiralfeder stets nach aufsen gegen einen Stellring gedrückt. Heben sich infolge gesteigerter Umdrehungsgeschwindigkeit die Regulatorkugeln, so schiebt sich die Regulatorspindel nach unten und legt sich mit ihrer kleinen Laufrolle gegen die schraubenförmig gestaltete Stirnfläche des Daumens T, ihn zu einer Zeit beiseite schiebend, während welcher er sonst das Einlafs- und Petroleumventil öffnet.

Preise und Dimensionen der Petroleummotoren, gebaut von der Maschinenfabrik „Heidelberg" Molitor & Co. in Heidelberg (Baden).

Art des Motors	1 cylindr. stehend					1 cylindr. liegend				2 cylindr. liegend		
Effektive Pferdestärken	1	2	3	4	5	5	6	8	12	16	20	24
Nettogewicht d. Motors mit Schwungrad, Riemscheibe, Abgasetopf und Zubehör exkl. Kühlgefäfs kg	800	875	1000	1200	1250	1275	1300	2100	2600	4000	4100	5000
Gewicht der Kühlgefäfse »	75	80	120	160	240	320	320	320	—	—	—	—
Bruttogewicht des versandfertigen Motors exkl. Kühlgefäfs kg	1000	1100	1300	1350	1400	1500	1500	2500	3000	5000	5200	6000
Platzbedarf des Motors in Länge mm	900	900	900	900	2800	2750	2800	3000	3200	3000	3200	3200
Platzbedarf des Motors in Breite »	1100	1100	1100	1100	1100	1050	1100	1700	1800	2000	2300	2300
Platzbedarf des Motors in Höhe »	1800	1800	2250	2250	1620	1600	1620	1750	1860	1750	1860	1860
Normale Umdrehungszahl p. Minute	240	240	240	220	220	220	220	220	200	200	200	200
Durchmesser d. Antriebsscheibe mm	300	350	500	600	600	600	600	700	800	1000	1200	1200
Erforderliche Riembreite »	70	70	90	90	100	100	100	120	150	200	250	250
Preis des Motors inkl. Lampe, Aufspufftopf, Standgefäfse (event. Lufttopf) und Verbindungsleitung M.	1100	1400	1600	1800	2100	2600	2800	3400	4200	6600	8000	9000
Preis eines Kühlgefäfses »	60	75	90	120	2 à 90 = 180	2 à 110 = 220	2 à 110 = 220	220	—	—	—	—
Preis einer Wasserpumpe »	80	80	90	90	120	160	160	160	200	250	300	300
Preis der gewöhnl. Verpackung »	25	25	30	40	50	60	60	70	80	120	135	150
Preis der seemäfsigen » »	40	40	45	50	60	75	75	85	100	150	180	200
Preis eines Satzes Reserveteile (für Exportmaschinen) »	80	80	80	80	120	110	120	120	120	180	180	180

Fahrbare Petroleummotore:

Lieferbar in Pferdekräften	2	4	8	16
zu Mark	2200	3000	4000	7800.

Im Preise inbegriffen sind: der eiserne Wagen, eisernes Verdeck, Kühlgefäfs mit Ventilator, doppelt gedrehte Schwungräder, von denen eins gleich als Antriebsscheibe dient, und die erforderliche Rohrleitung.

Bootsmotore, stehende Konstruktion, mit 2 Cylindern, ca. 330 Touren:

Pferdekräfte	2	4	6	8
Preis: Mark	1600	2000	2800	3400.

Im Preise inbegriffen sind: Andrehvorrichtung, Wasser- und Luftpumpe, Petroleumbehälter und ein Satz Schraubenschlüssel.

Das Einlafsventil L steht, wie bereits hervorgehoben, nicht in fester Verbindung mit dem Hebel B, kann also bei schwach gespannter Feder der Saugwirkung des Arbeitskolbens Folge leisten, auch wenn der Regulator den Einlafsdaumen aufser Thätigkeit gesetzt hat; es wird dann während Aussetzens der Ladungen kalte Luft durch den Verdampf- und Verbrennungsraum gesaugt werden, die eine unerwünschte Abkühlung herbeiführen könnte. Die Feder des Einlafsventiles ist also stark zu spannen, so dafs sich das Ventil während der Aussetzperiode nur wenig öffnet. Die Zündung vermittelt das offene Glührohr Z. Das Auslafsventil wird durch Daumen Q, Druckstange K und Hebel M bewegt.

Petroleummotor System Bánki, Lázár und Csonka, gebaut von der Eisengiefserei und Maschinenfabrik Aktien-Gesellschaft Ganz & Co. in Budapest.

Verdampfer und Zündrohr werden von derselben Heizlampe erwärmt. Der Raum für die Zerstäubung und Verdampfung des Petroleums ist durch das Gemisch-Einlafsventil vom Laderaum getrennt. Die Zuführung des Petroleums entsprechend dem Mischungsverhältnis wird durch die Saugwirkung des Arbeitskolbens vermittelt. Als Zündvorrichtung dient ein offenes Glührohr. Nähere Angaben über die Konstruktion des in Fig. 50 in Ansicht dargestellten Motors konnten nur bezüglich des Zerstäubers erlangt werden. Derselbe ist in Fig. 51 dargestellt.

Im Rohr E wird der Petroleumspiegel durch einen Ventilschwimmer immer in genau derselben Höhe erhalten. Die in der Längsachse durchbohrte Schraube H taucht mit ihrer konischen Spitze in die trichterartige Mündung des Rohres E, hier einen dünnen Ringspalt bildend. Strömt dann beim Ansaugen Luft durch die Schraubenbohrung, so reifst sie das im Ringspalt stehende Petroleum in Staubform mit, wirft es gegen die erhitzten Wandungen des Gehäuses und überliefert es als Dampf dem weiteren, in der Pfeilrichtung eintretenden Strom der Verbrennungsluft.

Da die Menge des zerstäubten Petroleums ganz von der Intensität der Saugwirkung des Arbeitskolbens abhängig ist, so bleibt die Zusammensetzung des Gemisches während seiner Bildung stets die gleiche.

Mittelst der Drosselklappe D kann die Zusammensetzung des Petroleumdampf-Luftgemisches genau einreguliert werden.

Aufser der Beheizung des Verdampfraumes durch die Abhitze der Zündrohrlampe wird auch die obere Wand des Zerstäubergehäuses noch durch die Auspuffgase erwärmt.

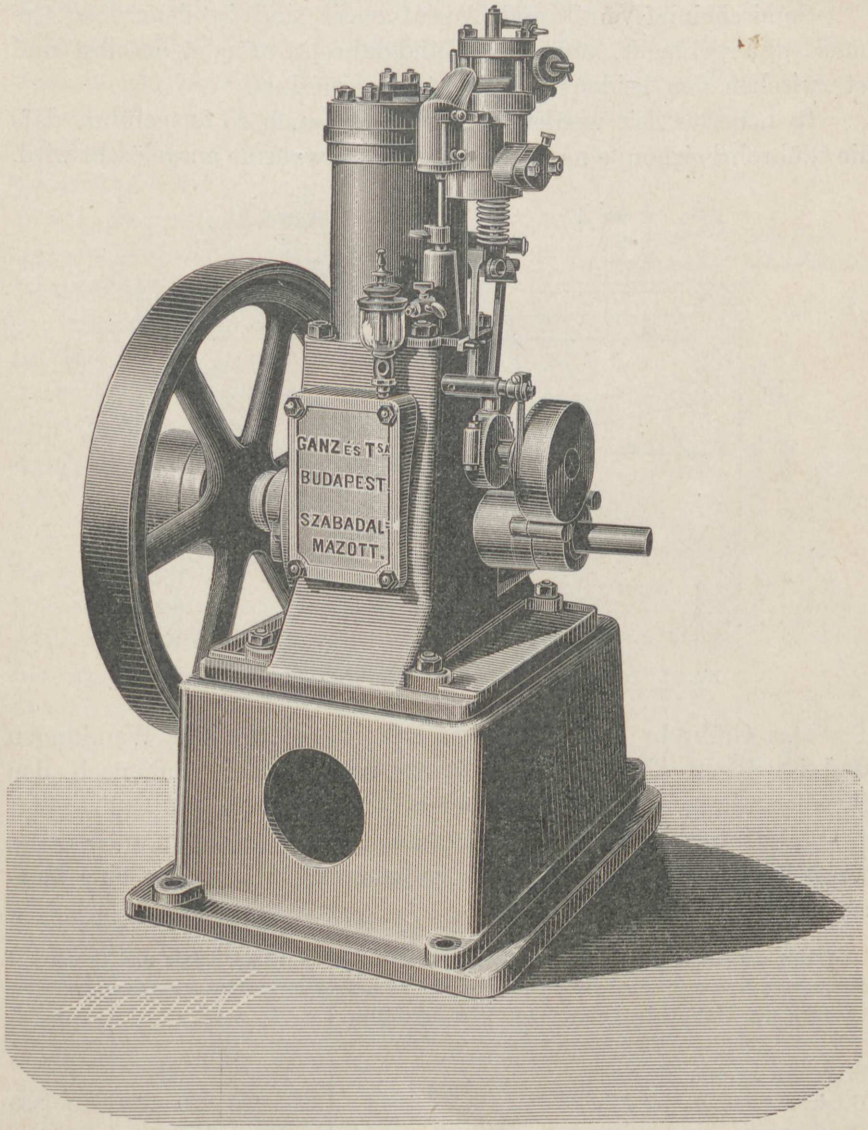


Fig. 50. Petroleummotor System Bánki, Lázár und Csonka, gebaut von Ganz & Co. in Budapest.

Wie aus der Fig. 51 ersichtlich, strömen die Verbrennungsprodukte durch den Stutzen K in das Gehäuse cc ein, erhitzen die Wandungen dieses Raumes und gelangen durch Rohr L weiter ins Freie.

Für gröfsere Motoren wird das Zerstäubergehäuse so erweitert, dafs mehrere der durchbohrten Schrauben *H* mit den zugehörigen Trichtern Platz finden.

Gemischeinlafsventil und Auslafsventil sind in demselben Gehäuse untergebracht, auch das Zündglührohr mündet daselbst und ist zwischen den beiden Ventilköpfen angeordnet.

In neuester Zeit werden diese Motoren auch so ausgeführt, dafs die Glührohrheizlampe nach erlangter Betriebswärme ausgelöscht wird.

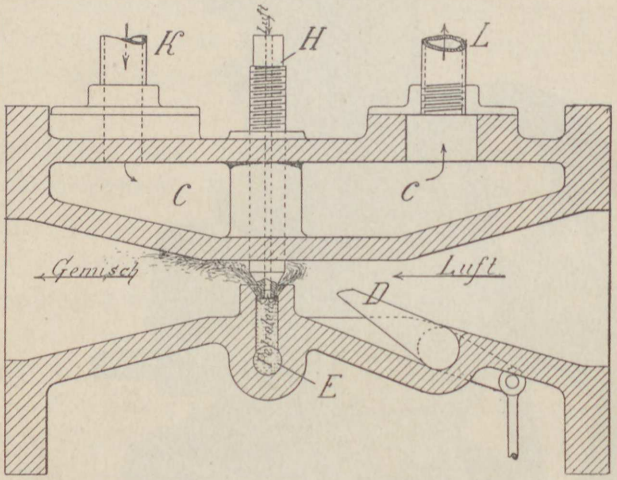


Fig. 51. Petroleumzuführung des Bánkischen Petroleummotors.

Das Glührohr hat in diesem Fall besonders dicke Wandungen und ist gegen Ableitung der Wärme nach aufsen und nach den Metallwandungen des Ventilgehäuses geschützt.

Hierdurch erhält sich die Zündtemperatur im Rohr auch dann, wenn die Wärmeerneuerung bei vollkommenem Leergang eine langsame ist.

Preise und Dimensionen der Petroleummotoren System Bánki, Lázár und Csonka.

Stärke des Motors in gebremsten Pferdekräften	1	2	4
Preis des kompl. Motors . . . . . fl.	750	900	1450
Umdrehungen in der Minute	300—400	280—350	250—300
Durchmesser der Antriebscheibe . . . . mm	200	300	400
Breite der Riemscheibe . . . . . »	110	150	200
Breite des Riemens . . . . . »	45	60	85
Breite des Motors . . . . . »	800	850	1050
Länge » » . . . . . »	600	900	1300

Petroleummotor System Daimler, gebaut von der Daimler-Motoren-Gesellschaft in Cannstatt.

Der Motor ist mit Zugrundelegung des Patentes 28022 konstruiert und arbeitet nach erlangter Betriebswärme ohne äufsere Beheizung des Verdampfraumes und Glührohres. Die Petroleumförderung erfolgt durch Pumpe. Die Geschwindigkeitsregulierung wird durch Aufhalten des Auslafsventiles und gleichzeitiges Abstellen der Petroleumzufuhr bewirkt.

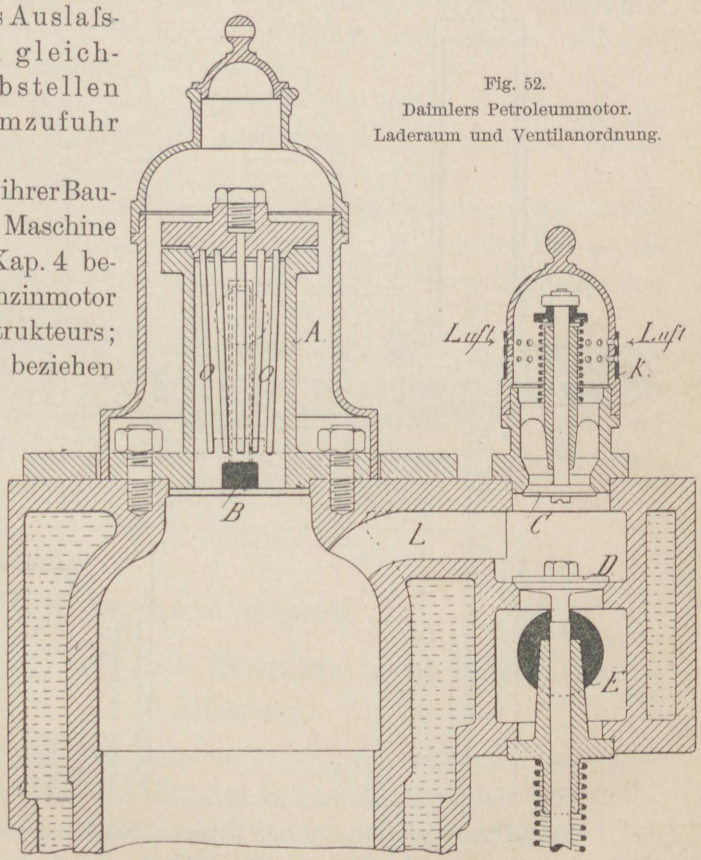


Fig. 52.
Daimlers Petroleummotor.
Laderaum und Ventilanordnung.

Hinsichtlich ihrer Bauart gleicht die Maschine ganz dem im Kap. 4 beschriebenen Benzinmotor desselben Konstrukteurs; die Änderungen beziehen sich nur auf die Anbringung des Verdampfraumes und der Petroleumförderung.

Die wichtigsten dieser Teile sind in Fig. 52 und 53 dargestellt. Auf dem Cylinderdeckel erhebt sich der als Verdampfer dienende Rohrstutzen A, welcher für die Ingangsetzung durch die Spiritusdampflampe F (Fig. 53) angewärmt wird. Zwischen Verdampfer und Lampenmündung steht das senkrechte Zündglührohr, so dafs auch dieses gleichzeitig mit dem Verdampfer erhitzt wird.

Das Petroleum wird von der Pumpe in das Gehäuse des Ventiles H (Fig. 53) gespritzt, von wo es, mit einer geringen Menge Luft zerstäubt, in den Verdampfer gelangt. Das sich hier bildende Gemisch ist nicht entzündbar; erst wenn es in den Arbeits-

cylinder kommt und ihm vom Einlafsventil her weitere Luft zugeführt wird, bildet sich explosibles Gemisch, welches nach erfolgter Kompression durch das punktiert angedeutete Glührohr in bekannter Weise entzündet wird.

Es ist nun die Einrichtung getroffen, dafs während des letzten Teiles des Saughubes die Petroleumzufuhr aufhört, und Luft allein

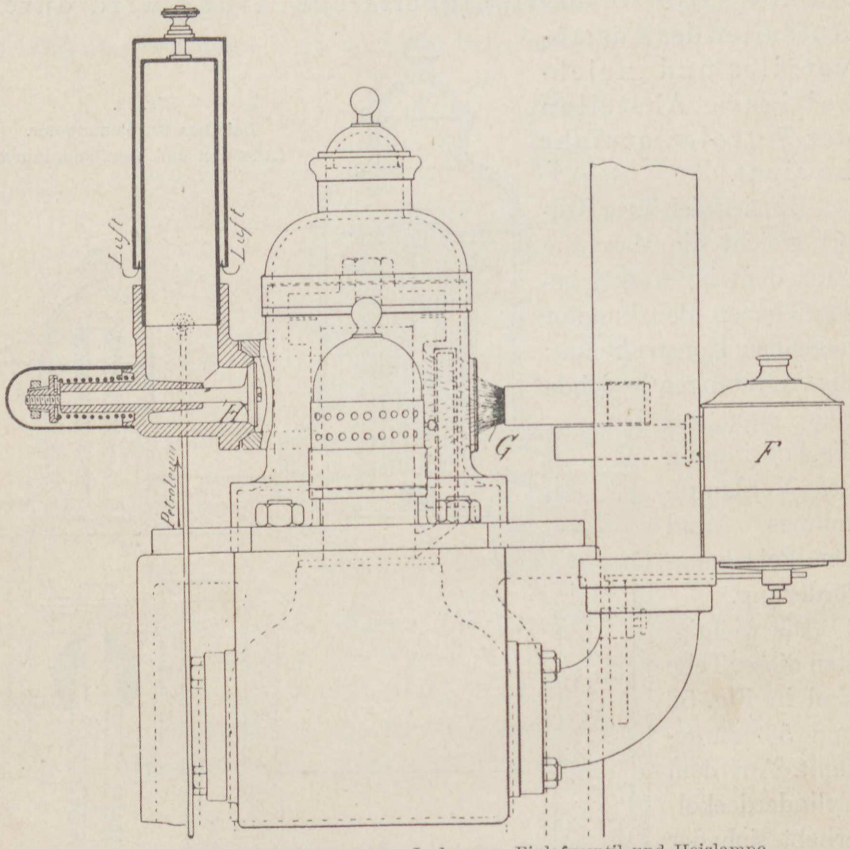


Fig. 53. Daimlers Petroleummotor. Laderaum, Einlafsventil und Heizlampe.

in den Verdampfer gelangt, so dafs der Verdampfraum zu Beginn der Kompression nur mit Luft erfüllt ist. Haben dann im Laufe des Betriebes die Verdampferwandungen eine Temperatur angenommen, welche zur Entzündung eines gut brennenden Gemisches ausreicht, so kann man die Lampe *F* beseitigen; fortan wird der Verdampfer infolge seiner langgestreckten Form und der Gemischschichtung in ihm selbst als Zündrohr wirken und genau wie dieses die Entzündung rechtzeitig im toten Punkt herbeiführen.

Die den ungekühlten Verdampferwandungen bei der Verbrennung der Ladung zugeführte Wärme reicht aus, die Zündungstemperatur auch dann zu erhalten, wenn beim Leerlauf des Motors Pausen in der regelmäfsigen Folge der Verbrennungen eintreten.

Ein in das Innere des Verdampfraumes eingefügtes System von Platten *O* dient dazu, die Verbrennungswärme aufzuspeichern, so dafs der angesaugte Petroleumstaub beim Eintritt in den Verdampfer eine grofse Fläche vorfindet, die hinreicht, ihn schnell und vollkommen zu verdampfen.

Etwa 10 Minuten nach Aufnahme des Betriebes hat sich das Plattensystem des Verdampfers soweit angewärmt, dafs die Lampe ausgelöscht werden kann.

Ein- und Auslafsventil liegen in demselben Gehäuse übereinander. Der Lufteinlafsstutzen hat einen Ringschieber *K*, mittelst dessen die eigentliche Verbrennungsluft in das rechte Verhältnis zur Zerstäubungsluft zu setzen ist.

Die Beseitigung der Petroleumdampflampe ist hinsichtlich der leichten Wartung und bequemen Aufstellung des Motors als ein grofser Vorzug zu bezeichnen, da auch das hoch anzubringende Vorratsgefäfs bezw. die Luftpumpe zur Erzeugung des Druckes, welche die Lampe zum Brennen nötig hat, fortfällt.

Sechstes Kapitel.

Die Konstruktion der Benzin- und Petroleummotoren.

Es liegt nicht in dem Plan des vorliegenden Werkes, eine ausführliche Konstruktionslehre für den Bau der Benzin- und Petroleummotoren zu bringen, vielmehr sollen nur die Teile eingehend besprochen werden, durch welche diese Motoren ganz besonders charakterisiert sind; es gehören dahin:

die Bauart im allgemeinen,
die Verdampfapparate,
die Heizlampen,
die Petroleumpumpen,
die Regulatoren,
die Schmierapparate,
die Übersetzungsmechanismen für die Steuerung.

Der übrigen Organe soll nur soweit gedacht werden, als es dazu beiträgt, dafs auch der Nichtfachmann sich ein Urteil über die gute Konstruktion, sachgemäfse Ausführung und richtige Behandlung im Betriebe, bilden kann. Von den Zündapparaten wird in einem besonderen Kapitel die Rede sein.

1. Die Bauarten der Benzin- und Petroleummotoren.

Während die älteren Gasmotorenfabriken, welche den Bau der Benzin- und Petroleummotoren einführten, diese Maschinen vorwiegend mit Benutzung ihrer bewährten Gasmotoren-Modelle zur Ausbildung gebracht haben und die bis dahin übliche offene Bauart, liegend oder stehend mit oben gelagerter Kurbelwelle, beibehielten, haben solche Konstrukteure, welche den Petroleummotorenbau neu aufnahmen, andere Typen geschaffen, und ist es namentlich die stehende Anordnung mit untenliegender Kurbelwelle, welche für Gasmotoren bis dahin wenig benutzt wurde, die hier zur Geltung kam.

Abgesehen davon, dafs die unten gelagerte Kurbelwelle die heute allgemein beliebte Einkapselung sehr erleichtert und gestattet dem Maschinengestell eine gefällige stabile Form zu geben, ermöglicht sie auch eine bequeme, leichte Reinigung des Verbrennungsraumes, des Ein- und Auslafskanales, die namentlich bei den Petroleummotoren öfter vorzunehmen ist.

Selbst bei Nichteinkapselung hat sie den Vorzug, dafs die nach unten hängende freie Öffnung des Arbeitscylinders das »Dünsten« — also die Verbreitung des Petroleumgeruches — mehr verhindert, wie die umgekehrte Cylinderstellung.

Die dicht geschlossene Kapsel bietet aufserdem die Möglichkeit, die sehr wirksame und sichere Gesamtschmierung des Motors durch »Ölspülung« anzuwenden und alle jene Unfälle zu vermeiden, welche durch das offenliegende Triebwerk herbeigeführt werden können.

Als Nachteile der Einkapselung sind anzuführen, dafs die Übersichtlichkeit des Triebwerkes verloren geht, dafs eine Revision der Lager, sowie das Lösen und Wiederzusammensetzen des Triebwerkes unbequeme und zeitraubende Arbeiten sind.

Sehr häufig findet sich an den Benzin- und Petroleummotoren die zu empfehlende Einrichtung, dafs der die Laufbahn für den Kolben bildende Teil des Arbeitscylinders als ein besonderer, leicht auswechselbarer Konstruktionsteil behandelt ist, während das eigentliche Maschinengestell ein Gufsstück für sich bildet. Entweder wird dann der Arbeitscylinder in das als Wassermantel ausgebildete

Maschinengestell dichtend eingeschoben und mit ihm verschraubt, oder der Arbeitscylinder bildet mit dem Wassermantel ein Gufsstück, welches lösbar mit dem Lagergestell der Kurbelwelle verbunden ist.

Von einer gesonderten Gradführung aufserhalb der heifsen Cylinderwandungen durch Kreuzkopf, deren gute Eigenschaften unbestreitbar sind, wird nur vereinzelt Gebrauch gemacht. Mit Rücksicht auf gedrungenen Bau und billige, einfache Konstruktion herrscht heute der lange, leichte Kolben mit innenliegendem Drehzapfen für die Pleuelstange vor.

In den nachfolgenden Figuren sind die Motoren-Typen zur Anschauung gebracht, welche zur Zeit hauptsächlich auf den Markt kommen.

Fig. 54 stellt die für Gasmotoren seit Jahren bekannte stehende Bauart mit oben liegender Kurbelwelle dar. (Gebr. Körting.)

Der Arbeitscylinder ist von unten in das den Wassermantel bildende Maschinengestell eingeschoben; der untere, den Laderaum bildende Teil reicht nicht mit in den Wassermantel hinein, er bleibt ungekühlt und bildet die Angufsstelle für den Ein- und Auslafskanal. Für gröfsere Motoren, bei denen eine Wasserkühlung des Laderaumes und der Ventilgehäuse nötig ist, versieht man auch den unteren Cylinderteil mit einem besonderen Wassermantel. Die Verbindungsflanschen des Gestelles und Cylinders sind dann mit korrespondierenden Durchbrechungen versehen, durch welche die Wasserbewegung erfolgen kann.

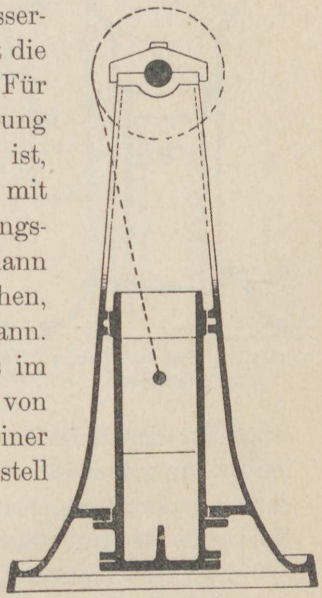


Fig. 54. Stehende Bauart. (Gebr. Körting.)

Die Dichtung des oberen Cylinderendes im Maschinengestell vermittelt ein Gummiring von kreisförmigem Querschnitt; derselbe ist in einer auf der Figur sichtbaren Nut im Maschinengestell so gelagert, dafs er nach dem Einschieben des Cylinders einen wasserdichten Abschlufs bildet.

Fig. 55 stellt gleichfalls eine stehende Anordnung mit obenliegender Kurbelwelle dar, doch ist hier das Triebwerk dicht eingekapselt.

Die obere Ausweitung der Kapsel um die Kurbel herum mufs Raum genug bieten, um Pleuelstange und Kolben seitwärts von der Kurbelwelle vorbei nach oben herausziehen zu können.

Der Arbeitscylinder ist mit dem Sockelteil aus einem Stück gegossen, der Wassermantel mit den Lagern für die Kurbelwelle

wird von oben über den Cylinder geschoben. Die Ein- und Auslafskanäle bilden mit dem Cylinderboden ein Gufsstück. Die Dichtung des oberen Cylinderendes im Maschinengestell erfolgt ebenfalls durch einen Gummiring. Die Bauart dürfte sich nur für kleinere Maschinen empfehlen.

Stehende Anordnung mit unten gelagerter Kurbelwelle und Gradführung des Kolbens durch einen gesonderten Kreuzkopf vereint die in Fig. 56 dargestellte Bauart. (Grob & Co.)

Der Arbeitscylinder bildet mit dem Wassermantel ein Gufsstück für sich, ebenso auch der Verbrennungsraum, welcher als Ansatz-

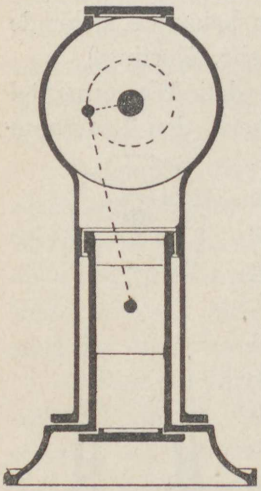


Fig. 55. Stehende Bauart mit Einkapselung.

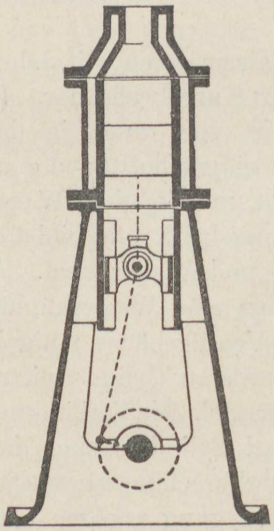


Fig. 56. Stehende Bauart mit Gradführung. (Grob & Co.)

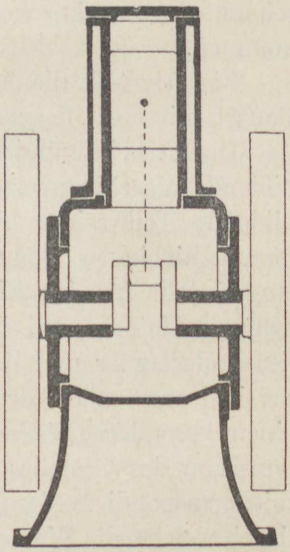


Fig. 57. Stehende Bauart mit Einkapselung. (Maschinenfabrik Oberursel.)

stück für das Einlafsventil dient und gleichfalls mit einem Wassermantel umgeben ist. Beim Auswechseln des Cylinders bleibt also der Laderaum bestehen. Behufs Herausnehmens des Kolbens und Reinigens der Innenräume mufs der Laderaum abgeschraubt werden.

Der Unterbau des Maschinengestelles ist kapselartig ausgebildet, doch ist das Triebwerk insofern leicht zugänglich und übersichtlich, als in den Seitenwandungen grofse Öffnungen ausgespart sind, welche je nach Bedürfnis durch Einsatzplatten geschlossen werden. Durch Entnahme der Verbrennungsluft aus dem Innern des Maschinengestelles ist der Petroleumgeruch im Aufstellungsraum zu vermindern.

Eine andere Art stehender Maschine mit unten gelagerter Kurbelwelle zeigt Fig. 57.

Das gesamte Triebwerk liegt in der dicht verschraubten Kapsel, deren unterer Teil als Behälter eines gröfseren Schmierölvorrates dient. Der auf und ab, hin und her schwingende Pleuelstangenkopf hält das Öl in fortwährender starker Bewegung, so dafs alle inneren Flächen, die Cylinderlaufflächen und sämtliche Lager in ausgiebigster Weise selbstthätig geschmiert werden. Da dasselbe Schmieröl immer wieder zur Verwendung kommt, und nur insofern ein Verbrauch stattfindet, als die Verbrennungsprodukte die an den Cylinder-

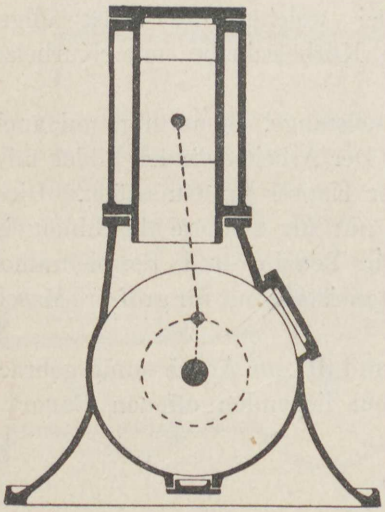


Fig. 58. Stehende Bauart mit Einkapselung. (Ganz & Co.)

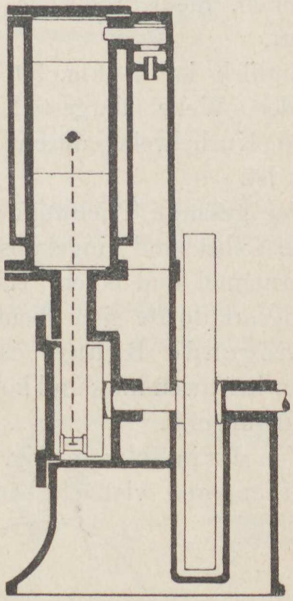


Fig. 59. Stehende Bauart (mit Kurbelscheibe).

wandungen haftende Ölhaut beim Auspuffen zum Teil mit fortreifsen, so ist diese Art der Schmierung als eine sehr wirksame und sparsame zu bezeichnen.

Der Arbeitscylinder bildet mit dem Wassermantel wiederum ein Stück. Aus- und Einlafsventil sind an dem ungekühlten Cylinderdeckel befestigt.

Für kleine Maschinen dieser Bauart findet man Ausführungen, bei denen Cylinder, Wassermantel, Ventile und Maschinengestell ein einziges Gufsstück bilden.

Pleuelstange und Steuerung sind durch seitwärts angebrachte Öffnungen, welche mittelst genau passender Deckel dichtend verschraubt werden können, zugänglich gemacht.

Eine andere Ausführung derselben Bauart ist in Fig. 58 dargestellt. (Ganz & Co.)

Die Kapsel ist in gleicher Weise wie in Fig. 57 dichtend geschlossen, und erfolgt auch hier die Schmierung durch Ölspülung; damit aber trotz des sehr niedrig gehaltenen Aufbaues der Maschine und der damit notwendigen kurzen Pleuelstange der Seitendruck des Kolbens während der Arbeitsperiode ein möglichst geringer werde, hat man hier, nach dem Vorbilde ähnlich gebauter Dampfmaschinen, die Kurbelwelle etwas seitwärts von der Cylinderachse, gelagert.

Endlich ist in Fig. 59 noch eine stehende Bauart mit untenliegender Welle dargestellt, bei welcher die sonst allgemein übliche Kurbelwelle durch eine Kurbelscheibe mit Kurbelzapfen ersetzt ist.

Das gesamte Triebwerk, Pleuelstange, Steuerung und auch die Ventile selbst sind eingekapselt. Der Arbeitscylinder bildet mit dem Wassermantel und einem Teil der Kapsel ein Gufsstück. Die Ausführungsart dürfte sich ebenfalls nur für kleinere Maschinen eignen.

Liegende Bauart ist für Benzin- und Petroleummotoren weniger in Anwendung und kommt meistens nur für gröfsere Maschinen zur Ausführung.

Von der in Skizzen, Fig. 60 und 61, zur Anschauung gebrachten, für Gasmotoren vielfach benutzten liegenden offenen Bauart wird

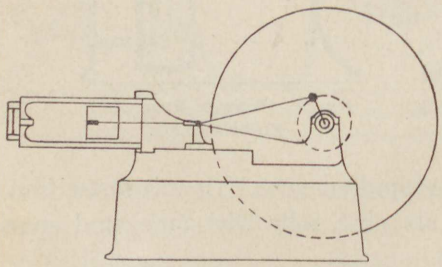


Fig. 60. Liegende Bauart mit Kreuzkopfführung.

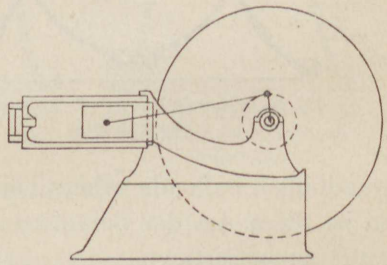


Fig. 61. Liegende Bauart ohne Kreuzkopf.

für Benzin- und Petroleummotoren nur vereinzelt Gebrauch gemacht, auch hier ist die mehr oder weniger durchgeführte Einkapselung des Triebwerkes an der Tagesordnung.

Fig. 62 (Grob & Co.) stellt eine liegende Bauart mit gesonderter Kreuzkopfführung dar; die Einkapselung ist keine dichte, sondern es kann das Pleuelstangenlager auf der Kurbelwellen- und Kreuzkopfseite durch leicht zu beseitigende Klappen zugänglich gemacht werden. Der Arbeitscylinder nebst zugehörigem Wassermantel ist, von dem

Maschinengestell und dem Laderaum getrennt, als gesondertes Gufsstück ausgeführt.

Der Kolben wird behufs Reinigung nach abgeschraubtem Laderaum hinten aus dem Cylinder herausgezogen.

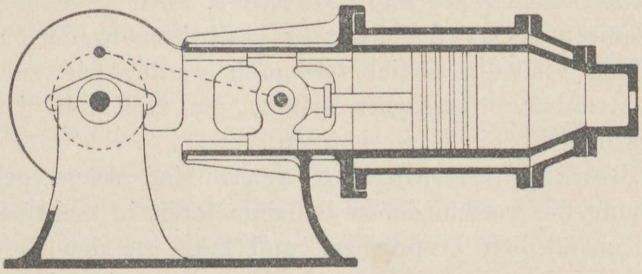


Fig. 62. Liegende Bauart. (Grob & Co.)

In Fig. 63 ist eine in England gebräuchliche liegende Bauart mit dichter Einkapselung des Triebwerkes und selbstthätiger Schmierung durch Ölspülung dargestellt.

Das Maschinengestell bildet mit dem Wassermantel ein Gufsstück, in welches der Arbeitscylinder von hinten eingeschoben wird;

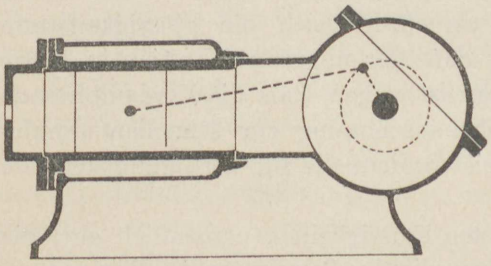


Fig. 63. Liegende Bauart mit Einkapselung und Ölspülung.

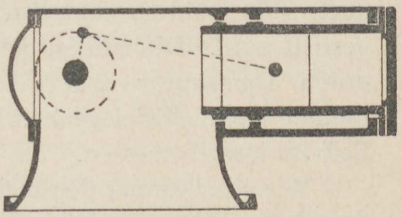


Fig. 64. Liegende Bauart mit Einkapselung.

der Kolben kann nach Fortnahme der Kappe vorn über die Kurbelwelle hinweg herausgezogen werden. Das vordere Pleuelstangenlager ist gleichfalls durch die schräg aufgesetzte Kappe leicht zugänglich gemacht.

Eine andere Maschine liegender Bauart mit fester Einkapselung zeigt noch Fig. 64.

2. Die Verdampfapparate der Petroleummotoren.

Wie schon aus den Beschreibungen der verschiedenen Benzin- und Petroleummotoren entnommen werden konnte, bedingen die sehr verschiedenen Siedepunkt-Temperaturen des Benzins und Petroleums grundverschiedene Verdampfapparate.

Während für das leichtflüchtige, zwischen 80 und 100° C. siedende Benzin die Lufttemperatur genügt, um so viel Flüssigkeit in Dampfform überzuführen, dafs sich mit der die Verdunstung herbeiführenden Luft ein explosibles Gemisch bilde, ist dies beim Petroleum, dessen Bestandteile zwischen 170 und 300° sieden, nicht der Fall, hier mufs zur Verdampfung durch Heizung geschritten werden, damit für jede Ladung einzeln soviel verdampft werde, wie zur Bildung des gut brennbaren Gemisches gehört. Im 2. Kapitel ist hiervon schon des näheren die Rede gewesen.

Die Benzin-Verdampfapparate sind schon gelegentlich Beschreibung der verschiedenen Benzinmotoren in mehrfacher Konstruktion ausführlich besprochen, und kann zu den Verdampfern der Petroleummotoren nebst zugehörigen Apparaten übergegangen werden.

Die Bestimmung des Petroleum-Verdampfapparates ist es, das zur einzelnen Ladung gehörende Petroleumquantum während der Ansaugperiode oder eines Teils derselben vollkommen zu verdampfen. Dabei darf auch nicht der geringste Rest flüssigen Petroleums in ihnen zurückbleiben; denn derselbe ist nicht nur für die Krafterzeugung verloren, sondern es würden sich die Flüssigkeitsreste auch sehr bald so anhäufen, dafs der ungestörte Betrieb in Frage gestellt wird. Deshalb ist Sorge zu tragen, dafs die Verdampfräume durch Temperatur und Flächenausdehnung zur schnellen Dampfbildung reichlich Gelegenheit bieten; denn die zur Verfügung stehende Zeit ist kurz bemessen.

Wie die Dämpfe der meisten Flüssigkeiten, namentlich aber die der Öle und Fette, so haben auch die des Petroleums die Eigenschaft, sich als lufteinschliefsende Bläschen kleinster Dimension schwebend zu erhalten und als solche Nebel zu bilden. Diese Eigenschaft der Petroleumdämpfe ist für ihre Benutzbarkeit zur Krafterzeugung von grofser Bedeutung, und es ist bei Konstruktion der Verdampfapparate Rücksicht darauf zu nehmen, dafs die Nebelbildung ermöglicht und erleichtert wird, d. h. die Verdampfung mufs in Gegenwart von Luft vorgenommen werden.

Allgemein ist man dazu übergegangen, das Petroleum vor der Verdampfung mit Luft zu zerstäuben, oder dem Staub Luft zuzuführen und beide im Verein durch den Verdampfraum hindurch zu treiben.

Wie schon im 5. Kapitel angedeutet, lassen sich die heute gebräuchlichen Verdampfer-Konstruktionen in 3 Gruppen teilen:

1. Verdampfung in beheizten Räumen, welche durch das Einlafsventil vom Laderaum getrennt sind.
2. Verdampfung in beheizten Räumen, welche nicht durch ein Ventil vom Laderaum getrennt sind.
3. Verdampfung in Räumen, welche einen Teil des Laderaumes selbst ausmachen, deren Erwärmung selbstthätig durch die Verbrennungswärme der Ladung erfolgt.

Zur Zerstäubung des Petroleums vor dem Eintritt in den Verdampfraum sind verschiedene Einrichtungen im Gebrauch. Entweder kann man die Zerstäubung dadurch hervorrufen, dafs der Flüssigkeit vor dem Verlassen der Ausströmungsöffnung noch eine andere Bewegung wie die in der Rohrachse erteilt wird, oder Luft- und Petroleumstrom werden gegeneinander gerichtet.

In Fig. 65 wird das Petroleum durch einen Spiraldorn im Rohr in drehende Bewegung versetzt. Beim Verlassen der Mündung macht sich dann diese Drehbewegung geltend, sie hebt den Zusammenhang des Strahles auf und schleudert die Flüssigkeitsteilchen in mehr oder weniger feiner Zerteilung als Staubkegel heraus.[1])



Fig. 65. Zerstäuberdüse mit Spiraldorn.

In Fig. 66 ist eine Zerstäubungsdüse dargestellt, bei welcher sich der Petroleumstrom vor der Ausflufsmündung in mehrere kleine gegeneinander gerichtete Zweige teilt; die einzelnen Flüssigkeitsstrahlen treffen aufsen in entgegengesetzter Richtung aufeinander, zerstören gegenseitig ihren Zusammenhang und bilden gleichfalls einen Flüssigkeitsstaub-Kegel. Während bei diesen beiden Zerstäubungseinrichtungen vom Flüssigkeitsstaub die Luft der Umgebung mitgerissen wird, zeigen die in der Folge dargestellten Einrichtungen, bei welchen die Luft gleichzeitig das zerstäubende und mitführende Mittel für den Flüssigkeitsstaub ist.



Fig. 66. Zerstäuber mit gegeneinander gerichteten Strahlen.

In Fig. 67 ist es der bekannte Strahlapparat, bei welchem ein Luftstrom die ihm zugeführte Flüssigkeit mitreifst und in feiner Zerteilung fortführt.

Bei der in Fig. 68 dargestellten Einrichtung sammelt man das in Staubform überzuführende Flüssigkeitsquantum vor dem Hindurch-

[1]) In dieser Weise wirken die bekannten Spiraldüsen der Gebr. Körting in Hannover, welche zur Wasserzerstäubung und Luftanfeuchtung vielfach im Gebrauch sind.

leiten des Luftstromes in einer muldenartigen Vertiefung des Rohres an und führt dann den Luftstrom ein; derselbe reifst die Flüssigkeit aus der Mulde mit, wirft sie gegen eine fanghornartige Erhebung, welche den Ausläufer der Mulde bildet, und überliefert den Flüssigkeitsstaub den oberen Schichten des Luftstromes, welche nicht direkt bei der Zerstäubung mitwirken.

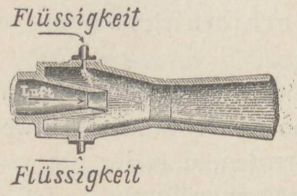


Fig. 67. Strahlzerstäuber.

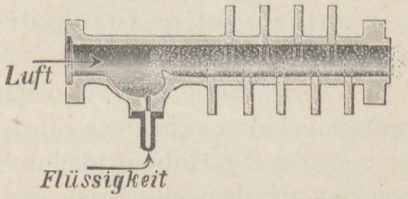


Fig. 68. Oberflächenzerstäuber.

Bereits bei dem Körtingschen Benzinmotor und Kjelsbergschen Petroleummotor ist eine Zerstäubungseinrichtung erwähnt worden, bei welcher die Flüssigkeit in dünnstem Zusammenhang über die Fläche eines stumpfen Kegels, von dessen Scheitel ausgehend, geleitet wurde. Die Flüssigkeit tritt bei derartiger Führung als zusammenhängender sehr dünner »Schleier« aus und wird schon durch schwach strömende Luft, welche von unten oder oben gegen den »Schleier« trifft, zerstäubt.

In Fig. 69 ist eine ähnliche Einrichtung dargestellt. Die Flüssigkeit ergiefst sich hier frei über den Scheitel eines stumpfen Kegels und bevor sie die Kegelfläche verläfst, wirkt die Luft schon insofern, als sie, auf die Flüssigkeitsschicht drückend, deren Geschwindigkeit vermehrt und ihre Dicke vermindert. Beim Verlassen der Kegelfläche bildet sich der Flüssigkeitsschleier; im ringförmigen Spalt zwischen dem Kegel und dessen Umfassungswand, dort, wo heftige Wirbel herrschen, findet die Zerstäubung statt.

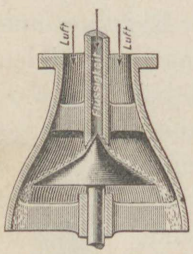


Fig. 69. Zerstäuber mit Schleierbildung.

Im allgemeinen sei bezüglich der Zerstäuber noch bemerkt, dafs der Flüssigkeitsstaub nicht in den Hohlraum des Verdampfers zu leiten, sondern vor allen Dingen gegen die heifsen Wandungen desselben zu werfen und zu drängen ist; denn nur hier allein kann genügender Ersatz der Wärme für eine gleichmäfsig schnelle Verdampfung erfolgen. Dementsprechend mufs also der Zerstäuber angeordnet und die Form der Verdampferwandungen gewählt werden.

In Fig. 70 ist der Verdampfapparat eines gröfseren Petroleummotors dargestellt, derselbe ist durch ein Einlafsventil f vom Lade-

raum getrennt, seine Beheizung erfolgt durch die Wärme der Heizflamme für das Zündglührohr *h*. Das Petroleum-Abschlufsventil *b* wird durch die Saugwirkung des Arbeitskolbens geöffnet, als Vorbereitung für die Zerstäubung wird ein Flüssigkeitsschleier gebildet.

Der Petroleum-Vorratsbehälter ist einige Meter über dem Verdampfer angebracht, so dafs der Druck dieser Flüssigkeitssäule im Verein mit der Saugwirkung des Kolbens die Schleierbildung über dem Kegel *c* veranlafst.

Ohne einen dichtenden Abschlufs zu bilden, füllt der Kegel *c*, welcher mit dem Petroleumventil *b* in festem Zusammenhang steht, wie mehrfach beschrieben, den Querschnitt des Lufteinströmungsrohres grade aus.

Der Kegel *c* bietet demnach beim Ansaugen des Arbeitskolbens der nachdrängenden Luft genügendes Hemmnis, damit der Widerstand der Spannfeder *i*, welche *b c* gegen den Petroleumabschlufs gedrückt erhält, überwunden wird. Gleichzeitig mit dem Freiwerden des Lufteintrittes um den äufseren Umfang von *c* wird sich auch Petroleum dort einstellen und die Schleierbildung und Zerstäubung erfolgen.

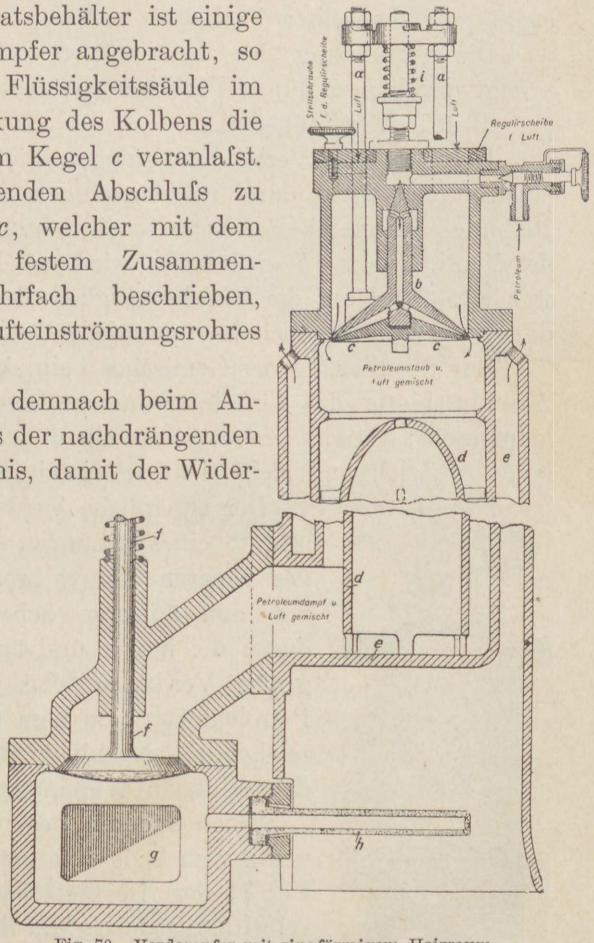


Fig. 70. Verdampfer mit ringförmigem Heizraum.

Die jetzt vielfach auch bei den Mischorganen der Gasmotoren benutzte Anordnung des nicht dichtenden Luftabschlusses bietet den praktischen Vorteil, dafs man nicht nötig hat, zwei getrennt über einander liegende Ventilschleifflächen gleichzeitig zum »Anliegen« zu bringen, eine Forderung, welche ebenso schwer auszuführen, wie im Betriebe zu erhalten ist, namentlich, wenn es sich um Absperrung des dünnflüssigen Petroleums handelt. Das Öffnen und Schliefsen des Petroleumventils selbstthätig durch die Saugwirkung des Kolbens zu bewerkstelligen, hat,

wie des öfteren erwähnt, den Vorteil, dafs sich das Freiwerden der Ventilöffnung entsprechend der durch die Kurbelbewegung bedingten zu- und abnehmenden Intensität des Saugens genau anpafst, und die Durchflufsmengen der Luft und des Petroleums für jede Kurbelstellung in demselben Verhältnis stehen.

Die Verbindung des Ventilkörpers *c b* mit der Spannfeder *i* erfolgt durch zwei dünne Verbindungsstangen *a*, welche oben durch eine Brücke vereinigt sind.

Dort, wo die Verbindungsstangen die obere Decke des Lufteinströmungsrohres durchbrechen, finden dieselben einen gelinden Reibungswiderstand, den man so einrichtet, dafs die Beweglichkeit des Ventilkörpers *c b* »gedämpft« wird und die Vibrationen desselben, welche störend auf die Gleichmäfsigkeit der Zerstäubung und Verdampfung wirken, auch hier vermieden werden.

Zur Regulierung des Gemisches beim Anlassen ist oben auf der Abschlufsplatte des Lufteinströmungsrohres eine »Regulierscheibe« angebracht; durch Drehung derselben werden die Luftöffnungen (auf der Zeichnung nicht sichtbar) erweitert oder verkleinert.

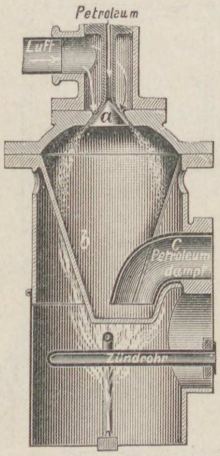


Fig. 71.
Glockenverdampfer.
(Escher-Wyfs.)

Der eigentliche Verdampfraum hat den Querschnitt eines schmalen Ringes, die Wandungen des inneren Rohres werden durch »Strahlung« von den äufseren beheizten erwärmt, so dafs durch die innere und äufsere Rohrwandung eine grofse Verdampffläche gebildet wird, und der Petroleumstaub in dem schmalen Ringkanal ausreichende Gelegenheit zur innigen Berührung mit den erhitzten Wandungen findet.

Einen anderen, ebenfalls durch das Einlafsventil vom Laderaum getrennten Verdampfer stellt Fig. 71 dar. Der Petroleumzufluſs wird auch hier selbstthätig durch die Saugwirkung des Kolbens vermittelt. (Escher-Wyfs in Ravensburg.)

Die Zerstäubung erfolgt nach voraufgegangener Schleierbildung über den Kegel *a*, ähnlich wie vorher beschrieben. Durch die nach unten verjüngte kegelartige Form des Verdampfraumes wird eine gleichmäfsige Streuung des Petroleumstaubes über die Heizfläche erreicht, der Dampf gelangt durch den Krümmer *c* und das dahinter liegende Einlafsventil in den Laderaum.

Die Fig. 72 und 73 stellen den Verdampfapparat der Grobschen Petroleummotoren dar. Derselbe steht in dauernder Verbindung mit

dem Laderaum. Die Beheizung erfolgt durch eine besondere Flamme, das Petroleum wird durch eine Pumpe vor Beginn des Saugens in der Mulde bei *d* (Fig. 72) abgelagert. Streicht später beim Ansaugen Luft über die Lagerstelle fort, so zerstäubt sie das Petroleum und treibt es durch den als u-förmiges Rohr ausgebildeten Verdampfraum hindurch.

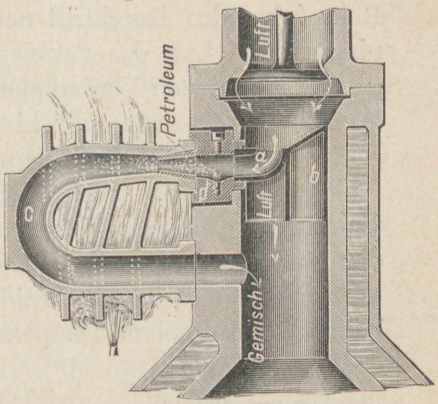


Fig. 72.

Wie aus Fig. 72 und 73 ersichtlich, ist das Verdampfrohr *c* mit Heizrippen ausgerüstet, welche dazu dienen, einen Wärmevorrat aufzuspeichern, der sich sofort auf die Innenflächen des Verdampfraumes überträgt, wenn beim Verdampfen die Wandungen abgekühlt werden.

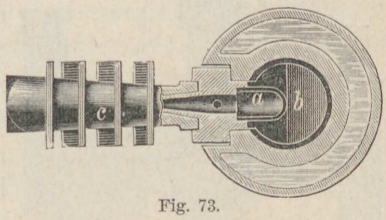


Fig. 73.
Verdampferglührohr von Grob & Co.

Beim Ansaugen der Luft durch das Luftventil teilt sich der Luftstrom; der von der Fangschale *a* aufgenommene Teil bewirkt die Zerstäubung und strömt mit Petroleumdampf vermischt unten aus dem Verdampfer heraus, die neben *a* vorbeistreichende Luftmenge vereinigt sich an der Mündung des unteren Schenkels von *c* mit dem ausströmenden Petroleumdampf und bildet hier das Gemisch für die Ladung. Die Regulierung des Gemisches erfolgt durch mehr oder weniger starke Spannung der Luftventilfeder, event. auch durch eine Drosselklappe oder einen Hahn im Luftzuströmungsrohr.

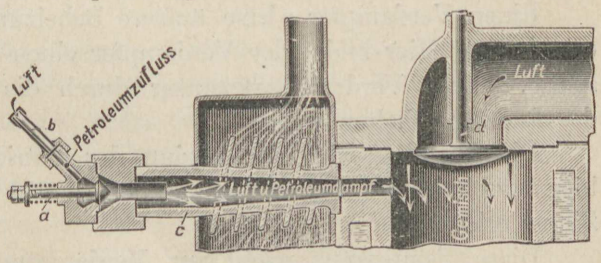


Fig. 74. Verdampferglührohr von Capitaine.

In Fig. 74 ist der Verdampfer des Capitaineschen Petroleummotors dargestellt; derselbe steht ebenfalls in dauernder Verbindung mit dem Laderaum und wird auch hier durch eine besondere Heizflamme erwärmt.

Das von einer Pumpe zugeführte Petroleum lagert hier jedoch aufserhalb des Verdampfers, in dem durch das kleine Ventil *a*

abgeschlossenen Raum; erst während der Ansaugeperiode öffnet sich dieses Ventil selbstthätig, entsprechend der wechselnden Intensität des Saugens, und gestattet einem geringen Teil äufserer Luft vom Rohr *b* her den Durchtritt nach dem Laderaum. Auf ihrem Wege nimmt diese Luft das Petroleum mit, zerstäubt es, wirft den Staub gegen die erhitzten Verdampferwandungen und treibt den gebildeten Dampf in den Laderaum hinein, wo er sich mit dem durch das grofse Ventil *d* eintretenden Luftquantum zum Gemisch für die Ladung vereinigt. Auch hier ist der Verdampfer mit Heizrippen versehen, welche die Wärme der Heizflamme aufspeichern und für den Verbrauch beim Verdampfen bereit halten.

Das Eigenartige der beiden zuletzt beschriebenen Verdampfer beruht in der hohen Temperatur — Dunkelrotglut —, bei welcher die Verdampfung erfolgt; durch die Rotglut wird ermöglicht, dafs das Verdampfrohr gleichzeitig als Zündrohr verwendet werden kann. Dieser Doppelzweck erfordert die Verdampfung mit einem sehr geringen Luftquantum vorzunehmen, andernfalls könnte die Verbrennung des gebildeten Gemisches schon während der Verdampfung selbst eintreten. Die dauernd unterhaltene Rotglut, die heftigen Dampf- und Luft-Strömungen durch das Verdampfrohr bewirken eine sehr schnelle und vollkommene Verdampfung, ohne irgend welche Rückstände.

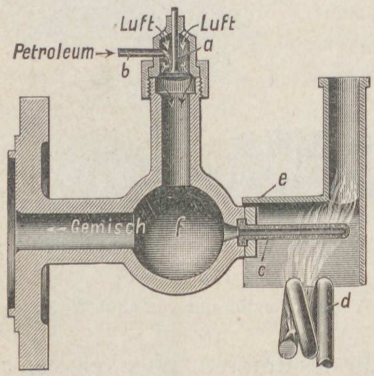


Fig. 75. Verdampfer ohne Heizlampe (von Lüde).

Einen Verdampfer ohne äufsere Beheizung stellt Fig. 75 dar (von Lüde). Hier bildet der Verdampfer einen Teil des Laderaumes selbst, dessen Verdampftemperatur durch die Verbrennungswärme der Ladung erhalten wird.

Die Kugel *f* wird vor Beginn des Betriebes durch die nach hier verschobene Zündrohrflamme bis ca. 230 ° (Schmelzwärme des Zinns) erhitzt.

Diese Temperatur reicht zur Verdampfung und Bildung von zündbarem Gemisch für das Anlassen hin; rückt man die Flamme dann wieder unter das Zündrohr und erhitzt dieses bis zur Zündtemperatur, so kann der Motor in Gang gesetzt werden. Die weitere Erhaltung der Verdampftemperatur erfolgt durch die Verbrennungswärme der Ladungen selbst.

Das Petroleum kann durch die Saugwirkung des Kolbens oder durch eine Pumpe für die einzelne Ladung abgesondert werden, man läfst es über den Ventilkegel des Luftventiles *a* mit dem vollen Quantum der Verbrennungsluft zugleich einströmen und zerstäuben.

3. Die Heizlampen für das Zündglührohr und den Verdampfer.

Zur Erhitzung des Glührohres und Verdampfers benutzt man allgemein Benzin- und Petroleumdampf-Lampen, wie sie in ähnlicher Ausführung als sogenannte Sturmbrenner zur Beleuchtung frei belegener Arbeitsplätze und als Lötlampen seit längerer Zeit in Anwendung sind.

Bekanntlich liegt diesen Dampflampen das Prinzip zu Grunde, dafs die Abhitze der Flamme dazu benutzt wird, im Innern des Brennerrohres vor der Mündung gespannten Dampf aus dem Brennstoff zu bilden, welcher die Flüssigkeit von der Mündung zurückdrängt, so dafs nur dampfförmiger Brennstoff der Ausströmungsöffnung entweicht.

Bei den Benzindampflampen kann die erforderliche Dampfspannung schon erreicht werden, wenn man nur einen Teil der Flamme seitlich mit Metallwandungen umgibt, welche in metallischer Verbindung mit dem Brennerrohr stehen und durch ihr gutes Wärmeleitungsvermögen die ihnen von der Flamme übermittelte Wärme auf das Brennerrohr zurückführen.

Für Petroleumdampflampen hat man höhere Temperaturen zur Dampfbildung nötig; hier leitet man das Brennerrohr selbst ein- oder mehrere Male über den Scheitel oder seitwärts der Flamme vorbei.

Zur Bildung einer für den vorliegenden Zweck ausreichenden Flamme genügen sehr geringe Querschnitte der Brennermündung, $^1/_4$ mm und darunter.

Die Spannung des Dampfes mufs so grofs sein, dafs seine Ausströmungsgeschwindigkeit erheblich gröfser wie die Brenngeschwindigkeit wird; die Flamme bildet sich dann erst in bestimmtem Abstande von der Mündung, dort, wo Ausströmungs- und Brenngeschwindigkeit gleich sind. Auf dem Wege bis zum Flammenursprung hat der Dampfstrahl Gelegenheit, Luft mitzureifsen, sich damit zu mischen und solcher Art eine nicht leuchtende, nicht rufsende Gemischflamme von hoher Temperatur zu bilden.

Je höher der Vorratsbehälter für den Brennstoff angebracht ist, um so weiter dringt die Flüssigkeit in die »Verdampfstrecke« des Brennerrohres ein, um so höher wird die Dampfspannung werden. Ist nun die Temperatur und räumliche Ausdehnung der Verdampf-

strecke genügend grofs, damit sich Dampf von einer Spannung gleich der Flüssigkeitssäule vom Behälter bis zum Brenner bilden kann, und die Brenneröffnung so klein, dafs nicht mehr Dampf ausströmt, wie erzeugt wird, so tritt ein Beharrungszustand in der Dampfbildung ein. Wird nämlich die Dampfspannung gröfser wie der Flüssigkeitsdruck, so treibt dieser den Brennstoff weiter zurück, die Verdampfstrecke verringert sich, und die Dampfbildung läfst nach. Umgekehrt nimmt die Gelegenheit zur Dampfbildung zu, wenn infolge Sinkens der Dampfspannung die Flüssigkeit weiter in die erhitzte Strecke des Brennerrohres eindringt.

Da die bewegliche Flüssigkeitssäule vom Behälter bis zum Brenner lebendige Kraft besitzt, so würde die »Stetigkeit« der Dampfflamme zu wünschen übrig lassen, wenn man in das Brennerrohr nicht einen Widerstand einschaltete, welcher die Schwankungen der Flüssigkeit »dämpft«.

Das einfachste Dämpfungsmittel ist ein poröser Docht, welcher den Querschnitt des Rohres locker ausfüllt. Für Benzindampflampen, deren Brennerrohr eine erhebliche Temperatur nicht annimmt, genügt ein Baumwolldocht, für Petroleumdampflampen wählt man mit Vorteil ein Bündel feiner Metalldrähte.

Da die Dochte sich im Laufe der Zeit verstopfen oder verkohlen, so müssen sie öfter erneuert werden.

Der Docht ist nicht das einzige Auskunftsmittel zur Beseitigung der Flammenschwankungen, man findet auch Lampen, namentlich Petroleumlampen, bei welchen durch Einschaltung eines Windkessels und durch energische Wärmezufuhr nach dem Verdampfort mittels Heizrippen ebenfalls ruhig brennende Flammen erzielt werden.

Um die Dampflampen in Betrieb zu setzen, kann man bei Verwendung von Benzin den austretenden Flüssigkeitsstrahl ohne weiters anzünden. Die Flamme desselben übernimmt die Erwärmung des Brennerrohres, sehr bald bildet sich Dampf, welcher die Flüssigkeit zurückdrängt und die Lampe zum richtigen Brennen bringt. Bei den Petroleumlampen stellt man vor Öffnung des Petroleumzuflusses unter das Brennerrohr eine kleine Spiritusdampflampe, welche die Anwärmung besorgt.

Dort, wo man den Petroleumbehälter nicht hoch genug anbringen kann, also bei Lokomobilen, Schiffen, Lokomotiven und Fahrzeugen aller Art, mufs man luftdicht verschlossene Behälter anwenden, in denen das Petroleum mittelst einer kleinen Luftkompressionspumpe unter Druck erhalten wird.

Die nötige Spannung im Petroleumbehälter läfst sich auch in sehr einfacher Weise dadurch erreichen, dafs man eine Rohrverbindung zwischen Arbeitscylinder und Vorratsbehälter anlegt, in welche ein von der Steuerwelle aus bewegtes Ventil eingeschaltet ist, das zeitweise während der Kompressionsperiode eingerückt wird. Wenige Hübe vor dem Anlassen oder während des Betriebes genügen dann zur Erzeugung und Erhaltung des Druckes.



Fig. 76. Benzindampflampe.

Die Temperaturen der Benzin- und Petroleumdampfflammen sind von solcher Höhe, dafs Lötungen mit Kupferschlaglot ihr auf die Dauer nicht widerstehen. Man verwendet als Material für das Brennerrohr Kupferrohr ohne Lötnat, Rotgufs oder feuerbeständiges Gufseisen.

In Fig. 76 ist eine Benzindampflampe dargestellt, bei welcher die Brenneröffnung in das Küken *a* des Absperrhahnes selbst gelegt ist, indem die Bohrung als ein schmaler Schnitt ausläuft, der sich sehr leicht genau einstellen läfst.

Neben der Flamme sind drei wärmeaufnehmende Wände hochgeführt. Die Wand *e* läuft bei *d* als ein Haken aus, mittelst dessen die Lampe unter dem Glührohr einfach angehakt wird. Das Zuführungsrohr für den Brennstoff ist kurz vor dem Anschlufs an das Brennerrohr in mehreren Spiralwindungen so geführt (auf der Figur nicht sichtbar), dafs die Verbindung eine elastische ist, und der Brenner leicht abgenommen werden kann.

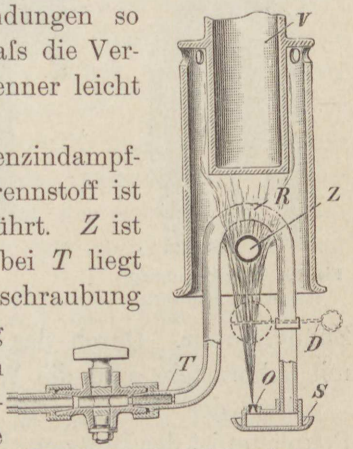


Fig. 77. Benzin- und Petroleumdampflampe.

Fig. 77 stellt eine Petroleum- oder Benzindampflampe dar. Das Zufluſsrohr für den Brennstoff ist hier über den Scheitel der Flamme geführt. *Z* ist das Glührohr. Vor dem Absperrhahn bei *T* liegt der Docht, welcher durch Lösen der Verschraubung leicht zu entfernen ist. Zur Ingangsetzung der Lampe wird die Asbestkugel an dem Draht *D* mit Spiritus getränkt und entzündet in die auf der Figur angedeutete Lage gebracht. Der aufgesaugte Spiritusvorrat reicht gerade zur Anwärmung aus, so dafs man nach Verbrennen des Spiritus nur den Hahn zu öffnen hat, damit die Lampe sofort richtig brenne. Sollte zu Anfang etwas flüssig bleibendes Benzin überlaufen, so wird dasselbe von der Schale *S* aufgefangen, wo es ohne Schaden verbrennen kann. Die

Lampe ist gleichfalls elastisch mit dem Zuführungsrohr verbunden, steht aber in fester Verbindung mit dem Verdampfergehäuse *V* und wird vorkommenden Falles mit diesem zugleich vom Einlafsventil abgezogen.

Eine andere Petroleumdampflampe mit grofser Heizfläche ist in Fig. 78 zur Anschauung gebracht. Das Brennerrohr *a* endigt in einer Spirale, deren Schlufs mit der Brenneröffnung *b* so ausgeführt ist, dafs letztere schräg in das Innere der Spirale hineinragt.

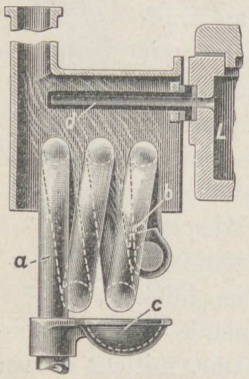


Fig. 78. Petroleumdampflampe mit Spiralrohr.

Der Dampfstrom prallt, bevor er zur Flamme wird, gegen die oberen Rohrwandungen, breitet sich dort aus und umspült als Flamme von grofser Ausdehnung das Zündglührohr *d* bezw. den Verdampfer.

Zur Ingangsetzung der Lampe ist in der Schale *c* Spiritus zu entzünden, welcher die Vorwärmung des Rohres übernimmt. *d* ist das

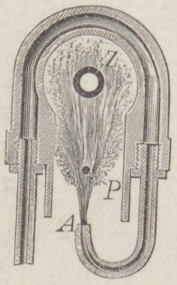


Fig. 79. Petroleumdampflampe mit Prallstift.

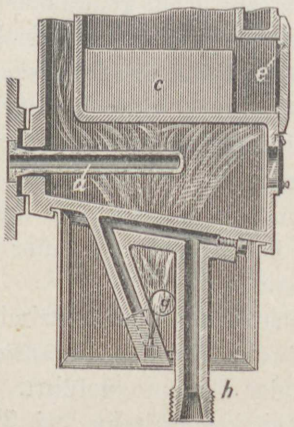


Fig. 80.

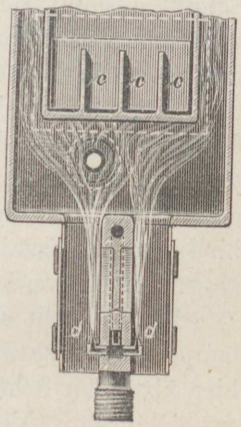


Fig. 81.

Doppelte Petroleumdampflampe.

Zündglührohr. Durch das über die Flamme geschobene Gehäuse mit Schornstein wird die Wärme zusammengehalten.

Bei der in Fig. 79 dargestellten Lampenkonstruktion für Petroleum ist das Brennerrohr ebenfalls über den Scheitel der Flamme fortgeführt. Zu beiden Seiten wölben sich Wände über die Flamme, welche mit dem Brennerrohr ein Gufsstück bilden.

P ist ein »Prallstift«, gegen den der Dampfstrom stöfst, bevor die Flamme entsteht, auch hierdurch wird die Bildung einer Gemischflamme befördert und die gleichmäfsige Erhitzung einer gröfseren Fläche des Verdampfers und Glührohres ermöglicht.

Endlich ist noch in den Figuren 80 und 81 eine Petroleumdampflampe in direkter Verbindung mit dem Verdampfer — ein Gufsstück aus feuerbeständigem Gufseisen bildend — dargestellt. Dieselbe ist für einen grofsen Motor bestimmt, und sind zwei Brenneröffnungen *d d* (Fig. 81) angebracht.

Das Brennerrohr ist zwischen beiden Flammen über deren Scheitel fortgeführt.

Durch die Öffnung *g* wird die Mündung einer Spiritusdampflampe behufs Anwärmung des Brennerrohres gesteckt. *c c* sind Heizrippen, durch welche die Heizfläche des Verdampfers an günstiger Stelle erheblich vergröfsert wird. *e* ist eine Reinigungsöffnung für den Boden des Verdampfers.

Von dem richtigen Brennen der Lampe hängt der gute Gang des Motors in hohem Grade ab. Die blaue Farbe der Flamme und das bestimmte Geräusch beim Brennen, welches sich dem Ohr sehr leicht einprägt, geben die besten Anhaltspunkte für das gute Funktionieren der Lampe.

4. Die Petroleumzuführungs-Apparate.

Wie schon im Kapitel 2 und gelegentlich der Beschreibungen einiger Petroleummotoren gesagt ist, werden zum Abmessen und Fördern des zur einzelnen Ladung gehörenden Petroleumquantums zwei Methoden angewendet. Entweder benutzt man ein besonderes vom Motor bewegtes Pumpwerk zu diesem Zweck, oder die Saugwirkung des Arbeitskolbens wird dazu verwendet.

Im allgemeinen ist über die Petroleumzuführung zu sagen, dafs das geförderte Quantum nicht nur der besten Zusammensetzung des Gemisches entsprechen mufs, sondern dafs der Zufluſs sich auch so über den Saugehub zu verteilen hat, wie es der wechselnden Stärke des Saugens entspricht.

Eine gut arbeitende Pumpe bietet zwar die beste Gewähr für die Absonderung genau bemessener Flüssigkeitsmengen, nicht so leicht wird man aber durch mechanische Einrichtungen erreichen können, dafs sich die Stärke des Petroleumstromes jederzeit der Saugwirkung des Arbeitskolbens genau anpasse. Sehr selten findet man daher Petroleummotoren, bei denen es überhaupt versucht ist, die Pumpe zur Zeit der Saugperiode so zu bethätigen, dafs sich der Zufluſs auf die ganze Zeit derselben verteile; fast stets lagert man den flüssigen Brennstoff an einem geeigneten Ort der Lufteinströmung oder im Verdampfer vorher ab, so dafs auch hier die

Saugstärke des Arbeitskolbens die eigentliche Verteilung des Petroleums über den ganzen Hub vollzieht.

Dort, wo die Petroleumzuführung der Saugwirkung des Kolbens allein überlassen ist, stellt man meistens den Petroleumbehälter einige Meter über dem Einlafsventil auf und wählt entweder die ganz selbstthätige Gemischzuführung, indem Luft- und Petroleumablafsventil fest verbunden werden, oder man steuert diese Organe einzeln.

In allen Fällen ist aber Sorge zu tragen, dafs die Durchflufsöffnungen für Luft und Petroleum bei jeder Öffnungsweite der Ventile immer in demselben Verhältnis zu einander stehen.

Endlich ist noch einer Art der Petroleumzuführung durch die Saugwirkung des Arbeitskolbens zu erwähnen, bei welcher das Petroleum während der Gemischbildung nicht unter dem Druck einer Flüssigkeitssäule steht, sondern dem Luftstrom an geeigneter Stelle ruhend — also nicht zuströmend — zur Verfügung gestellt wird. Man erhält zu diesem Zweck mittelst eines Ventilschwimmers etc. einen ständigen Vorrat von Petroleum vor dem Einlafsventil in einer Senkung des Luftzuführungsrohres oder Zerstäubungsapparates in genau demselben Niveau. Saugt dann der Arbeitskolben die Luft ein, so sind stets die gleichen Bedingungen für die Staubbildung und nachfolgende Verdampfung vorhanden.

Welcher Methode der Petroleumzuführung man den Vorzug geben soll, ist schwer zu entscheiden. Die Petroleumpumpen können infolge abgenutzter Kolbendichtung oder durch Unreinigkeiten des Petroleums, welche den dichten Schlufs der Ventile hindern, den Dienst versagen. Die Saugwirkung des Motors ist abhängig von der Dichtigkeit der Ventile und des Arbeitskolbens, auch hier können also Störungen eintreten.

In neuerer Zeit sind die Konstrukteure von Petroleummotoren mehr zur Umgehung der Pumpe geneigt. Während der Inhalt der meisten Patentanmeldungen von Neuerungen an Petroleummotoren in den voraufgehenden Jahren sich mit Variationen in der Konstruktion der Petroleumpumpen befafste, ist das jetzt nicht mehr der Fall; man ist heute mehr bemüht, die Petroleumzuführungs-Einrichtungen, welche durch die Saugwirkung des Kolbens bethätigt werden, auszubilden und die beweglichen Abdichtungsorgane für das Petroleum auf das geringste Mafs zu beschränken.

Da die Zuführungsapparate, welche durch die Saugwirkung des Arbeitskolbens in Thätigkeit gesetzt werden, mehrfach in Kapitel 5 beschrieben sind, so bleibt nur noch übrig, der Petroleumpumpen

zu gedenken. In Fig. 82 ist eine vielfach benutzte Kolbenpumpe dargestellt. (Grob & Co.)

A ist der Pumpenkolben; sein oberes Ende, mit der zentralen Bohrung *k* und der Querbohrung darunter, ersetzt das Saugventil; tritt nämlich die Querbohrung in der unteren Kolbenstellung — Ruhelage des Kolbens — mit der Ausweitung *R* in Verbindung, wie in der Figur gezeichnet, so füllt sich der Raum vor dem Kolben mit Petroleum. Beim Anheben des Kolbens findet ein dichter Abschluſs der Querbohrung durch die Cylinderwandungen statt, das Petroleum wird am Zurückfliefsen gehindert, es hebt bei weiterer Bewegung des Kolbens das Druckventil *V* und gelangt so an seinen Bestimmungsort.

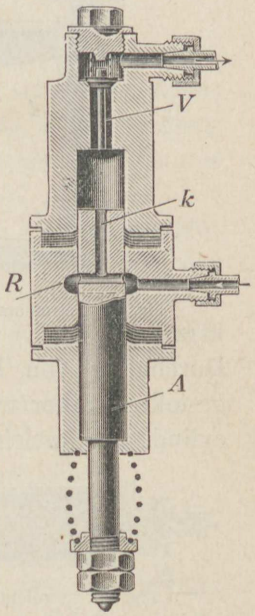


Fig. 82. Petroleumpumpe. (Grob & Co.)

Der Kolben ist mit seinem Bewegungsmechanismus nicht fest verbunden, er wird nur beim Hochdrücken des Petroleums bethätigt; für den Niedergang erhält er seine Bewegung durch die auf der Figur ersichtliche Feder.

Als Liederung dienen eine Anzahl übereinandergelegter Lederscheiben, welche den Kolben manschettenartig umfassen.

Fig. 83 veranschaulicht eine Membran-Petroleumpumpe, bei welcher also das Funktionieren unabhängig von dem Dichthalten eines Kolbens ist.

Vor der Ruhestellung der Pumpe hat die Feder *d* die Membranplatten *a* auseinandergezogen, so dafs der Zwischenraum beider sich durch das Saugventil *c* mit Petroleum füllen konnte. Werden dann die Platten *a*, welche aus dünnem Nickelblech oder einem andern Metall, welches vom Petroleum nicht angegriffen wird, gefertigt sind, durch den Hebel *f* zusammengedrückt, so ergiefst sich das Petroleum durch das Druckventil *b* nach seinem Ablagerungsort, wo es während der Saugeperiode durch die Verbrennungsluft zerstäubt und dem Verdampfer zugeführt wird.

Für das dauernd gute Funktionieren der Benzin- und Petroleumpumpen ist es von Wichtigkeit, dafs die Flüssigkeiten vor dem Eintritt in die Pumpe vollkommen frei von Verunreinigungen fester Natur sind; denn der geringste feste Körper, welcher sich auf den Ventilschleifflächen festsetzt oder zwischen die Ventilführung gerät,

bringt den Motor zum Stillstand. Da ebenso die feinen Öffnungen und Spalten der Heizlampen und Zerstäuber den Verstopfungen leicht ausgesetzt sind, so ist es zu empfehlen, diesen Apparaten nur filtriertes Petroleum zuzuführen. Petroleumfilter, welche am besten aus mehreren übereinanderliegenden Drahtgazeschichten gebildet werden, müssen so grofs wie möglich sein um lange Zeit ihren Dienst zu versehen.

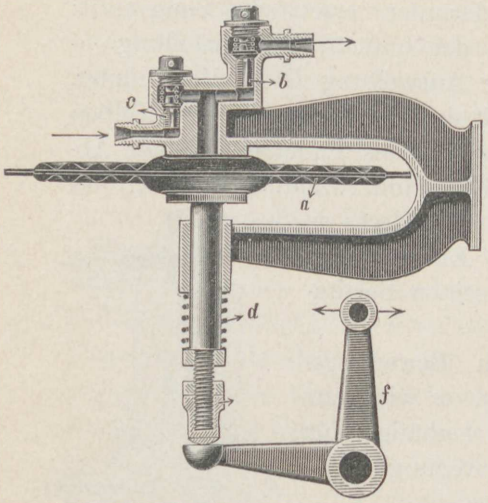


Fig. 83. Petroleum-Membranpumpe.

An irgend einer Stelle der Rohrleitung eingelegte Gazescheiben von Gröfse des Rohrquerschnittes, wie man sie häufig findet, sind ein ungenügendes Auskunftsmittel, da sich die geringe freie Öffnung oft schon in ganz kurzer Zeit mit Unreinigkeiten belegt und den weiteren Durchgang von Petroleum verhindert. Bei dem in Fig. 84 dargestellten Filter tritt das Petroleum in das Innere des Drahtgazecylinders *G*, welcher auf dem einen Ende durch einen festen Boden geschlossen ist, ein, die Unreinigkeiten lagern sich hier ab, und gereinigtes Petroleum fliefst aus dem äufseren Umfang des Cylinders zum gemeinsamen Zuflufsrohr für Pumpe und Lampe. Zur Reinigung des Filters ist die Verschraubung zu lösen und das Drahtsieb aus der Hülse herauszuziehen. Als Strömungsrichtung für das Petroleum kann auch die von aufsen nach dem Innern des Siebcylinders gewählt werden.

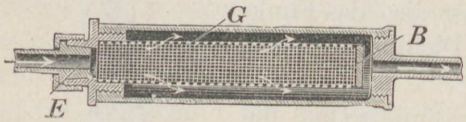


Fig. 84. Petroleum- und Benzinfilter.

5. Die Regulatoren.

Mit wenigen Ausnahmen erfolgt die Regulierung der Petroleummotoren durch periodisches Aussetzen der Ladung.

Das mit höchster Druckentwickelung verbrennende Gemisch aus Luft- und Petroleumdampf, wie es für den Betrieb des Motors das günstigste ist, hat eine bestimmte Zusammensetzung. Schon geringe Abweichungen in der Mischung haben eine unverhältnismäfsig schnelle Abnahme der Druckentwickelung zur Folge. Soll der Motor

also auch bei geringerer Anstrengung ökonomisch arbeiten, so mufs doch immer das Gemisch bester Qualität zur Verwendung gelangen, und falls er die normale Umdrehungsgeschwindigkeit überschreitet, die Ladung so lange ganz unterbleiben, bis sich bei sinkender Geschwindigkeit wieder neue Kraftimpulse nötig machen.

Für die gröfste Regelmäfsigkeit des Ganges ist eine solche Regulierung natürlich nicht die vorteilhafteste, hierfür würde es sich empfehlen, den Verbrennungsdruck bezw. die Zusammensetzung oder das Quantum der Ladung entsprechend der wechselnden Kraftentnahme zu ändern.

Obgleich man nach Wissen des Verfassers derartige Regulierungen noch nicht ausgeführt hat, wird man doch bald dazu schreiten müssen und dort, wo es sich um gröfsere Kraftentwickelung in Verbindung mit grofser Regelmäfsigkeit des Ganges handelt, Regulierungen mit veränderlicher Ladungsmenge konstruieren.

Hier soll nur der Geschwindigkeits-Regulatoren gedacht werden, welche zur Zeit im Gebrauch sind, denen also die Methode des Ausfallenlassens von Ladungen zu Grunde liegt.

Das wechselnde Ausfallen der Ladung kann in verschiedener Weise bewirkt werden:

1. durch Aufhebung der Petroleumzufuhr allein,
2. durch Aufhalten des Auslafsventiles und Zuhalten des Gemischeinlafs- und Petroleumventiles,
3. durch Aufhalten des Auslafs- und Einlafsventiles und Zuhalten des Petroleumventiles.

Das Abstellen der Petroleumzufuhr zum Zweck der Regulierung durch Ausrücken der Petroleumpumpe oder Zuhalten des Petroleumventiles ist vielfach im Gebrauch, es läfst sich durch einfache Mittel erreichen und ist auch insofern als zweckentsprechend zu bezeichnen, als eine erhebliche innere Abkühlung des Arbeitscylinders während des Aussetzens der Ladung und folgenden Verbrennung nicht stattfindet.[1]) Als Nachteil dieser Reguliermethode läfst sich anführen, dafs die Kompressionsperioden während des Fortfalls der Vollgänge bestehen bleiben.

[1]) Eine geringe Abkühlung der innern Cylinderwandungen bei längerem Ausbleiben der Verbrennungen ist natürlich unvermeidlich; dem entsprechend schlägt sich bei der ersten Ladung nach einer Periode von »Aussetzern« mehr Petroleumdampf nieder, wie bei regelmäfsig folgenden Vollgängen. Der Gehalt des Gemisches an Dampf ist geringer, und zeigt das Diagramm einer solchen Verbrennung schwächeren Druck, wie das bei regelmäfsigem Vollgang genommene.

Vom rein theoretischen Standpunkt wird zwar die Kompressionsarbeit durch die nachfolgende Expansion sofort wiedergewonnen werden; dies setzt aber ein absolutes Dichthalten aller Teile des Motors voraus, wie es in der Praxis auf längere Dauer niemals zu erreichen ist. Ein Teil der komprimierten Luft geht also immer verloren und kommt bei der Expansion nicht wieder zur Geltung. Aufserdem wird der Reibungswiderstand durch die nutzlose Kompression erheblich vergröfsert, so dafs auch hierdurch Arbeit verloren geht.

Wird zur Regulierung das Auslafsventil aufgehalten, das Petroleum- und Gemischeinlafsventil zugehalten, so fallen die Kompressionsperioden fort, es entsteht kein Verlust durch Undichtigkeit und Reibungsarbeit, dieselben Verbrennungsprodukte der letzten Ladung werden durch das geöffnet bleibende Auslafsventil solange herausgeschoben und zurückgeholt, bis eine neue Periode von Vollgängen folgt. Die Abkühlung der inneren Cylinderwandungen ist eine mäfsige, und kommt der erste Antrieb nach den »Aussetzern« mit genügender Stärke. Welch erhebliche Reibungsarbeit durch nutzlose Kompression verzehrt werden kann, geht daraus hervor, dafs ein neuer Motor gleicher Gröfse und gleicher Konstruktion mit Ausfall der Ladung und beibehaltener Kompression reguliert, für 5—6 Leergänge einen Vollgang beansprucht, während er bei Regulierung durch Aufhalten des Auslafsventiles, also aufgehobener Kompression, oft für 8—9 Umdrehungen nur einen Vollgang braucht.

Beim Regulieren mit Aufhalten des Auslafs- und Einlafsventiles und alleinigem Aussetzen der Petroleumzufuhr arbeitet der Kolben mit noch geringerer Reibung, weil der Widerstand beim Ausstofsen und Einsaugen der Verbrennungsrückstände und der Luft durch zwei Öffnungen noch geringer ist wie bei der vorher besprochenen Methode; aber die Abkühlung der inneren Cylinderwände ist hier gröfser, der erste Antrieb nach einer längeren Periode von »Aussetzern« fällt schwach aus; auch wird die Einrichtung jedenfalls dazu beitragen, den Petroleumgeruch im Aufstellungsraum des Motors zu verstärken, wenn die Luft nicht von aufsen geholt wird. Derartige Regulierungen sind wenig im Gebrauch.

Die angeführten Reguliermethoden lassen sich in sehr einfacher Weise mit geringen Mitteln zur Ausführung bringen. Es ist hier nicht nötig, wie bei den Regulierungen für veränderliche Ladung, die Steuerungsorgane in bestimmter Stellung zu erhalten oder innerhalb gewisser Geschwindigkeitsgrenzen »gemessen« zu bewegen, hier genügt es, wenn das Steuerungsorgan zu bestimmter Zeit aus- oder eingelöst wird.

Zu solchem Zwecke eignet sich meist ein einfacher pendelnder Hebel besser wie die Centrifugalpendel. Das Verdienst, die erste Anregung zu den einfachen Pendelregulatoren gegeben zu haben, gebührt der Gasmotorenfabrik Deutz, welche schon zu Anfang der achtziger Jahre ihre Maschinen mit solchen Regulatoren ausrüstete.

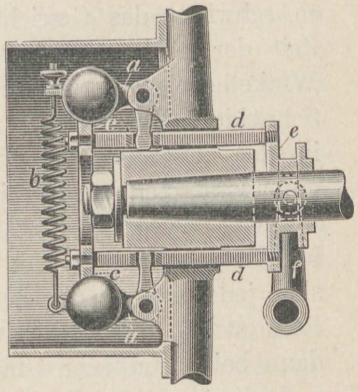


Fig. 85.
Liegender Centrifugalregulator.
(Daimler-Motoren-Gesellschaft.)

Indessen thun auch die alten Regulatoren mit Centrifugalpendeln ihre Dienste, nur vermeidet man möglichst den Antrieb durch Zahnräder und setzt sie, horizontal angeordnet, direkt mit der Kurbelwelle in Verbindung.

Ein horizontaler Centrifugalregulator (Konstruktion der Daimler-Motoren-Gesellschaft), im Innern der Riemscheibe untergebracht, ist in Fig. 85 dargestellt.

Die beiden Schwungkugeln *a* sind an den Schwungradarmen drehbar befestigt und werden durch die Spannfeder *b* nach innen zusammengehalten. Durch mehr oder weniger starkes Spannen der Feder kann der Widerstand, welchen die Kugeln beim Auseinanderstreben finden, verändert und die Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors vergrößert und verkleinert werden.

Fest verbunden mit den Schwungkugeln sind Hebel, welche durch Eingriff in die Führungsstangen *d d* den Schleifring *e* und mit ihm den Hebel *f* verschieben können. Von der Welle des Hebels *f* kann dann das Ein- und Auslösungsorgan für die Bewegung des betreffenden Ventiles etc. vermittelt werden.

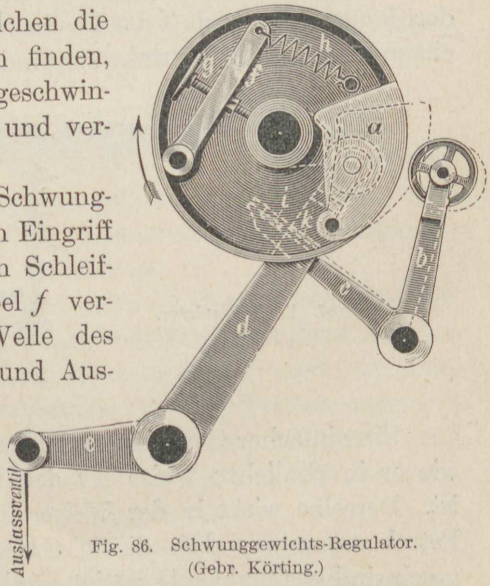


Fig. 86. Schwunggewichts-Regulator.
(Gebr. Körting.)

Fig. 86 stellt einen anderen »Schwunggewichts-Regulator« dar, welcher an den Motoren der Gebr. Körting zur Ausführung gelangt; er ist für das Ein- und Auslösen des Auslafsventiles bestimmt. Das Schwunggewicht *a* steht nicht in steter fester Verbindung mit dem Aus- und Einlösungsorgan,

sondern kann nur zu einer ganz bestimmten Zeit der Arbeitsperiode darauf einwirken.

Wird die normale Drehgeschwindigkeit des Motors überschritten, so schwingt das Gewicht *a* in die punktierte Lage und trifft zur Zeit der höchsten Erhebung des Auslafsventiles auf die Rolle des Winkelhebels *b c*, drückt letzteren zur Seite und hakt ihn mit der Schneide *i* hinter die Schneide *k* des Auslafsventilhebels *e d*, diesen in der erhobenen Lage festhaltend, bis sich die normale Drehgeschwindigkeit wieder eingestellt hat.

Die Bewegung des Auslafsventiles ist so eingerichtet, dafs auch bei festgehaktem Hebel *d* und geöffnet erhaltenem Auslafsventil sich jedesmal zu der Zeit, bei welcher das Schwunggewicht *a* die Rolle streift, die Verbindung der Schneiden *i* und *k* lockert. Wird dann bei gesunkener Umdrehungsgeschwindigkeit der Hebel *b* nicht mehr berührt, so fällt der Klinkenhebel *c* durch sein Gewicht herunter und gibt den Auslafsventilhebel *d* frei.

Mittelst der Stellschraube *g* läfst sich die Feder *h* mehr oder weniger spannen, und kann damit die Geschwindigkeitsgrenze, bei welcher *a* anfängt, auf den Rollenhebel *b* zu wirken, verlegt werden.

Die Scheibe zur Aufnahme des Schwunggewichtes *a* sitzt auf der Steuerwelle, so dafs das Festhaken und Lösen des Auslafsventiles entsprechend dem Viertakt stattfindet.

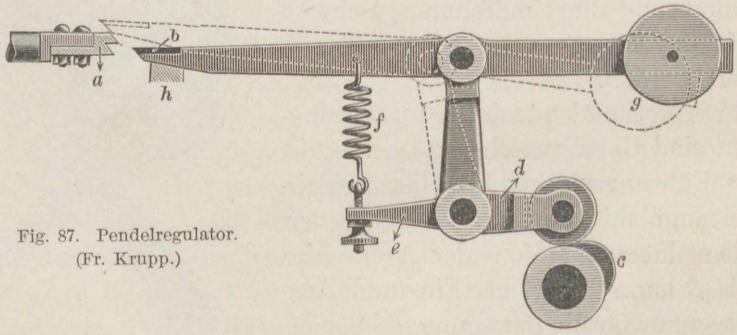


Fig. 87. Pendelregulator. (Fr. Krupp.)

Ein einfacher Gewichtspendel-Regulator ist in Fig. 87 dargestellt, wie er in ähnlicher Weise bei den Kruppschen Motoren ausgeführt ist. Derselbe wirkt in der Weise auf das Petroleumventil oder die Petroleumpumpe, dafs dieses Organ bei überschrittener Normalgeschwindigkeit nicht bethätigt wird.

Der Winkelhebel *d* und mit ihm der das Gewicht *g* tragende Längshebel werden, entsprechend dem Viertakt, durch den Daumen *c* zur Bewegung des Petroleum-Einlafsventiles benutzt.

So lange die Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors normal bleibt, erhebt sich das vordere Ende *b* des Längshebels nicht von seiner Unterlage *h*, auf welche es durch die Feder *f* herabgezogen wird, und setzt, bei weiterer Bewegung in die Kerbe der Platte *a* stofsend, das Petroleumventil in Thätigkeit.

Steigert sich aber die Geschwindigkeit des Motors und erhält der Längshebel mit dem Gewicht *g* einen stärkeren Antrieb, so schwingt letzteres tiefer nach unten, hebt den Längshebel von seiner Unterlage *h* und führt die Schneide *b* über die Einkerbung von *a* fort. Das Petroleumventil bleibt in der Ruhelage, und die Bildung der Ladung fällt so lange aus, bis die normale Geschwindigkeit wieder erreicht ist.

Durch Veränderung der Federspannung kann die Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors während des Betriebes vergrösert oder verkleinert werden.

Im allgemeinen ist noch von den Pendelregulatoren zu sagen, dafs sie das Ein- und Auslösen von Steuerungsorganen dann am besten besorgen, wenn sie nur zu der Zeit in Thätigkeit gesetzt werden, in welcher ihre Verbindung mit der Steuerung locker ist. Sie haben vor den Regulatoren mit anderer Wirkungsweise den Vorzug, dafs das vorzeitige »Abschnappen« der Schneiden oder das Abdrängen der Hebel und Daumen aus der begonnenen Bahn vermieden wird.

6. Die Schmierapparate für den Arbeitskolben.

Von den bewegten Teilen der Benzin- und Petroleummotoren bedarf vor allen Dingen der Arbeitskolben einer gleichmäfsigen stetigen Schmierung, dieselbe ist für die dauernd gute Arbeitsfähigkeit des Motors von der allergrösten Bedeutung.

Ein guter Kolbenschmierapparat mufs so eingerichtet sein, dafs er ohne Zuthun des Wärters die Ölung selbstthätig beginnt und beschliefst, wenn der Motor angelassen oder angehalten wird. Er mufs, unabhängig von der Konsistenz des Schmieröles oder Verunreinigungen desselben, stets das gleiche Ölquantum zum Schmierort fördern und in keiner Weise bezüglich der gelieferten Ölmenge von dem grösseren oder geringen Vorrat und Behälter abhängig sein.

Öltropfer, welche mit der Hand angestellt und während des Ganges nachreguliert werden müssen, entsprechen obigen Bedingungen nicht vollkommen: die engen Durchflufsöffnungen verstopfen sich schnell, und tritt mit sinkendem Ölspiegel im Behälter auch eine erhebliche Verminderung der Tropfenzahl ein.

Die einfachste und reichlichste Schmierung des Arbeitskolbens ist jedenfalls die mit »Ölspülung«, wie sie gelegentlich Beschreibung der Motoren mit dichter Einkapselung erwähnt ist.

Für Motoren anderer Bauart erfüllt ihren Zweck die alt bekannte Schmierung der »Deutzer Motoren« mit Ölschöpfwerk, wie in Fig. 88 dargestellt, in zuverlässigster Weise.

Die Scheibe *i* wird vom Motor durch eine Treibschnur in langsame Bewegung versetzt und erhält den »Schöpfstift« *m m* in Drehung, unten durch den Ölvorrat hindurch und oben über den Fangtrichter fort, wie punktiert angedeutet. Bei jeder Umdrehung überzieht sich der Stift *m* mit Öl und gibt es, über einen Vorsprung im Fangtrichter streifend, dort ab. Vom Fangtrichter aus wird das Öl

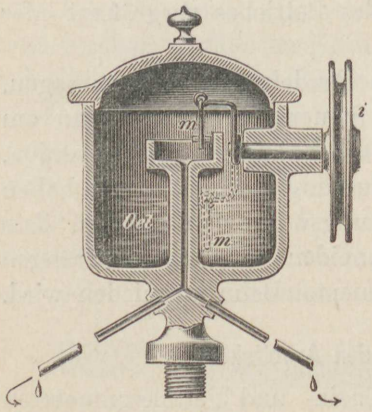


Fig. 88.
Ölschöpfwerk.
(Deutzer Gasmotorenfabrik.)

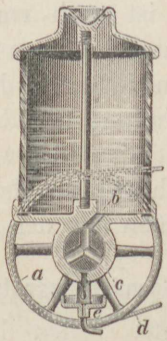


Fig. 89.
Cylinderschmierapparat.
(Gebr. Körting.)

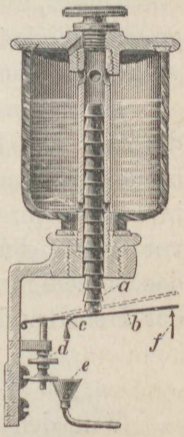


Fig. 90. Cylinder-Schmierapparat von W. Prufs, Hannover.

durch Röhren dem Schmierort in sichtbarem Tropfenfall zugeführt, so dafs man jederzeit sofort Gewifsheit über den Gang der Schmierung erlangen kann.

Ein weiterer Schmierapparat ist in Fig. 89 dargestellt. Hier wird ein mit drei Bohrungen zur Aufnahme von Öl versehener Hahn *C* vom Motor aus durch eine Treibschnur in langsame Drehung versetzt.

Zu- und Abflufs des Hahnes sind derart gelagert, dafs sie abwechselnd mit den drei Bohrungen in Verbindung treten. Ein direkter Durchflufs vom Ölbehälter nach aufsen kann zu keiner Zeit stattfinden. Es entleert sich also in regelmäfsiger Folge der in den Bohrungen des Hahnkükens befindliche Ölvorrat in die Fangschale *e*

und fliefst von hier durch Leitungsröhren nach den Schmierorten. Der Gang der Schmierung ist durch Tropfenfall in die Fangschale *e* sichtbar gemacht.

Endlich ist in Fig. 90 noch ein anderer vom Motor aus bethätigter Schmierapparat dargestellt, der sich namentlich für kleine Motoren eignet, weil er sehr geringe Ölmengen mit grofser Regelmäfsigkeit fördert und sehr billig herzustellen ist.

Als Ölförderungsorgan dient der »Stufenstift« *a*, welcher durch Hebel *b* von irgend einem Teil des Motors bei *f* in Bewegung gesetzt wird. Die Form der Stufen bewirkt, dafs das Öl zwischen Führungsrohr und dem Stift beim Niedergang des letzteren einen gröfseren Widerstand wie beim Hochgehen findet, und bei jedem Hub des Stiftes ein geringes Ölquantum nach unten aus dem Rohr herausgeschoben wird, welches sich bei *c* zu einem Tropfen ansammelt, in den Fangtrichter *e* fällt und von hier nach dem Schmierort abgeführt werden kann. Durch Stellschraube *d* kann der Hub des Stiftes und damit die Ölförderung eingestellt werden. Der Ölbehälter ist luftdicht zu verschliefsen.

Die Übersetzungsmechanismen für den Viertakt.

Da sich die Steuerung eines Viertaktmotors über zwei Umgänge seiner Kurbelwelle verteilt, so kann man die Bewegung der letzteren nicht für die Steuerung der Ventile etc. direkt nutzbar machen, sondern mufs ein Bewegungsorgan einschalten, welches seine Bahn einmal durchmifst, während sich die Kurbelwelle entsprechend den vier Hüben des Viertaktes zweimal gedreht hat.

Die Getriebe, welche zu solchen Zwecken angewendet werden, sind Zahnräder, Schaltwerke und Schleifbahnen.[1])

Von Zahnrädern sind es die in den Figuren 91, 92 und 93 schematisch dargestellten Arten, welche zur Verwendung gelangen.

Die Benutzung der Zahnräder bietet neben ihrer Einfachheit und Billigkeit den Vorzug, dafs man mit ihnen Steuerwellen antreiben kann, auf denen Platz zur Anbringung einer beliebigen Zahl von Bewegungsmechanismen vorhanden ist. Als Nachteil ist anzuführen, dafs Zahnräder bei nicht sorgfältiger Herstellung und Montierung sehr geräuschvoll arbeiten, dafs dies Geräusch mit fortschreitender Abnutzung immer stärker wird.

[1]) Bezüglich Anwendung von Schleifbahnen für die Übersetzung der Umdrehungsgeschwindigkeit von 2 : 1 möge an den in Kapitel 4 beschriebenen Daimlerschen Benzinmotor erinnert werden.

Für das Anheben des Auslafsventiles ist nämlich, sobald es sich um gröfsere Motoren handelt, ein ganz erheblicher Druck zu überwinden, welcher immer von denselben Zähnen aufgenommen wird und im Laufe der Zeit zu überwiegender Abnutzung dieser einzelnen Zähne führt. Als Folge davon wird das rasselnde Geräusch und der Schlag, mit welchem der Auslafsdaumen gegen die zugehörige Laufrolle stöfst, mit zunehmender Abnutzung immer stärker. Sollen Stirnräder und konische Räder auf die Dauer geräuschlos arbeiten, so mufs man richtig geformte gefraiste Zähne und einen vollkommen dichten Eingriff wählen. Von allen Zahnradarten gewähren die »Schraubenräder« (Fig. 93) den sanftesten Eingriff und sind namentlich für gröfsere Motoren vielfach im Gebrauch.

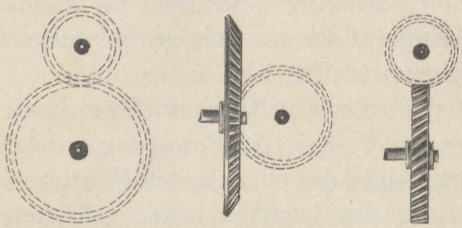


Fig. 91. Fig. 92. Fig. 93.
Zahnradübersetzungen für Viertaktmotoren.

Beim Wiederzusammensetzen abgenommener Steuerungs-Zahnräder ist darauf zu achten, dafs immer wieder dieselben Zähne ineinander greifen, anderenfalls werden Ventile etc. zur Unzeit bewegt.

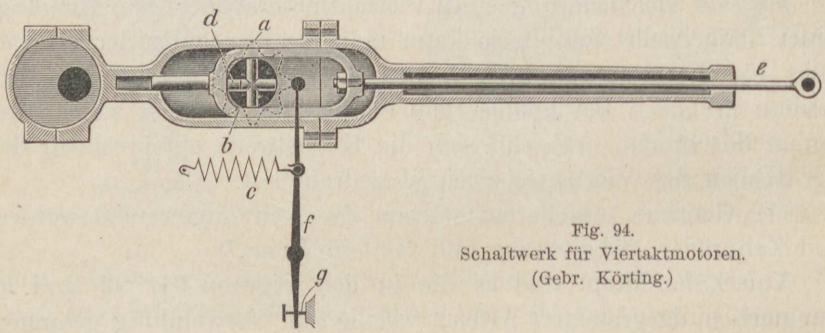


Fig. 94.
Schaltwerk für Viertaktmotoren.
(Gebr. Körting.)

Vielfach ist man bemüht gewesen, die Zahnräder durch geräuschlos arbeitende Mechanismen zu ersetzen; eine ganze Anzahl diesbezüglicher Patente sind genommen worden, ohne dafs sich dieselben aber eingebürgert hätten.

Als Beispiel für eine derartige Einrichtung möge das in Fig. 94 dargestellte, mehrfach von Gebr. Körting ausgeführte Schaltwerk zur Darstellung gebracht werden.

Die Vorrichtung dient nur zur Bewegung des Auslafsventiles und ist im wesentlichen ein auf der Kurbelwelle sitzender Exzenter, dessen Verbindung mit dem Ventil periodisch zu einer festen gemacht wird.

Wie aus der Figur ersichtlich, ist die Exzenterstange hohl und nimmt in sich eine weitere Stange *e* auf, welche mit dem Auslafsventilhebel in Verbindung steht. In der hohlen Exzenterstange drehbar gelagert ist die vierfach durchbohrte Trommel *b*, welche aufsen das punktiert angedeutete achtzähnige Schaltrad *a* trägt. Schwingt der Exzenter auf der Kurbelwelle im Kreise herum, so beschreibt auch das Schaltrad ähnliche Bahnen, wird mit einer seiner Lücken den Schaltstift am Hebel *f* zum Eingriff aufnehmen und sich um $^1/_8$ seines Umfanges drehen.

Bei je zwei aufeinanderfolgenden Umdrehungen der Kurbelwelle mufs sich dann das Schaltrad um zwei Zähne verdrehen und der Stift *d* sich einmal in ein Loch der Trommel schieben, so dafs zu dieser Zeit die Stange *e* an den Bewegungen des Exzenters nicht teilnimmt. Das andere Mal stöfst der Stift *d* auf den Umfang der schwarz gezeichneten Trommel und wird zu dieser Zeit die Stange *e* mitgenommen und das Auslafsventil geöffnet werden.

Durch die Stellschraube *g* wird der Hebel *f* in günstiger Stellung für den sicheren Eingriff in das Schaltrad erhalten. Die Feder *c* holt den Schalthebel *f* in seine Ruhelage zurück.

Endlich kommen in neuester Zeit Petroleummotoren zur Ausführung, bei denen nur das Auslafsventil gesteuert wird und zwar derart, dafs das Öffnen desselben durch den Druck der Arbeitsgase selbst vermittelt wird, indem man dieselben kurz vor beendigtem Arbeitshub auf einen kleinen Kolben oder Membran wirken läfst, welche den Zusammenhang der Steuerung mit dem Auslafsventil herstellt.

Gelegentlich der Beschreibung des Deutzer Petroleummotors ist diese Einrichtung schon erwähnt worden.

Aufser den besprochenen eigenartigen Konstruktionsteilen möge nun noch einiger anderer wichtiger Teile der Benzin- und Petroleummotoren gedacht werden, von deren zweckentsprechender Ausführung namentlich der Nichtfachmann bei Auswahl eines guten Motors noch Kenntnis haben mufs. Hierhin gehört in erster Linie der Arbeitscylinder nebst dem Arbeitskolben.

Der Arbeitscylinder mufs von hartem dichtem Gufseisen hergestellt, genau rund ausgebohrt sein und von einem Ende bis zum andern den gleichen Durchmesser haben. An keiner Stelle der Cylinderbohrung darf das Eisen ein poröses, schwammiges Aussehen zeigen, vielmehr mufs sie überall spiegelblank, gleichmäfsig gefärbt und tadellos glatt sein.

Der Kolben eines gut gearbeiteten Motors mufs bei kaltem und warmem Cylinder auf allen Stellen seiner Bahn vollkommen dicht halten; setzt man ihn in den Cylinder, ohne die Pleuelstange mit der Kurbel zu verbinden, so soll er für stehende Bauart — bei geschlossenen Ventilen und dichtendem Cylinderdeckel — von der Luft getragen werden.

Ist eine besondere Gradführung durch Kreuzkopf nicht vorhanden, so mufs der Kolben wenigstens $1\frac{1}{2}$ Durchmesser zur Länge haben. Je länger der Kolben ist, um so länger hält er auch dicht.

Eine Abnutzung von Cylinder und Kolben ist natürlich auf die Dauer unvermeidlich; da letzterer der am leichtesten zu ersetzende Teil ist, so mufs man ihn so herstellen, dafs er die Abnutzung möglichst auf sich allein nehme.

Damit der Kolben trotz unvermeidlicher Abnutzung dennoch für lange Zeit einen dichten Abschlufs gewährt, legt man in seinen Umfang aufgeschnittene, elastische Ringe, welche sich stets an die Cylinderwandungen anschmiegen und für Dichtung sorgen, auch wenn der Kolbenkörper selbst schon abgenutzt ist.

Sollen die Kolbenringe ihren Zweck voll erfüllen, nämlich Abnutzung und Dichtung auf sich nehmen, so müssen sie von weicherem Material wie der Cylinder sein.

Die Form des Kolbenringes ist so zu wählen, dafs er mit allen seinen Punkten gleichmäfsig gegen die Cylinderwand drückt. Nimmt man den Kolben eines längere Zeit im Betriebe gewesenen Motors heraus, so müssen die Ringe am ganzen Umfang gleichmäfsig blank geschliffen sein.

Die Spannung der Kolbenringe darf nicht zu stark sein, es würde das nur zu ihrer schnelleren Abnutzung führen und für den Motor selbst einen Hemmschuh bilden.

Ferner müssen die Ringe, um »dicht zu halten«, auch die Nut, in welcher sie liegen, genau ausfüllen; anderenfalls würden Gase durch den seitlichen Spielraum des Ringes in der Nut innen herumstreifen und dennoch ins Freie entweichen.

Die Ringe dürfen in ihren Nuten also nicht »klappern«, sondern auch nach längerem Gebrauch den Raum immer noch ausfüllen.

Da sich die Ringe im Laufe der Abnutzung nach und nach ausdehnen, so mufs die Schnittfuge allmählich weiter werden und den Gasen an dieser Stelle des Umfanges den Durchgang freigeben. Um diesen Übelstand möglichst zu vermeiden, wählt man für die

Schnittfuge meistens die nebenstehende Form  . Selbstverständlich ist ein absolutes Dichthalten der Schnittfuge nicht zu erreichen, auch wenn dieselbe aufs beste zusammengearbeitet wird.

Hindert man die Kolbenringe nicht an der Drehung in ihren Nuten, so findet sich beim Herausnehmen des Kolbens nach längerer Arbeitszeit, dafs regelmäfsig alle Schnittfugen übereinanderstehen, auch wenn man dieselben beim Einsetzen des Kolbens gegeneinander verschoben und über den ganzen Umfang verteilt hatte. Der Ort der Schnittfugen ist unter diesen Umständen bezüglich Dichthaltens nicht gut verwahrt, und mufs daher jeder einzelne Kolbenring durch einen in der Schnittfuge gelagerten, mit dem Kolbenkörper fest verschraubten Stift in seiner Stellung erhalten werden. Die Stifte dürfen nicht zu schwach sein, müssen fest in den Grund der Nut eingeschraubt werden und dürfen die Cylinderwand nicht streifen. Anderenfalls können sie viel Unheil anrichten. Durch abgebrochene oder lose gewordene Kolbenringstifte werden vielfach Nuten in die Cylinderwandungen eingeschliffen, so dafs ein Nachbohren nötig wird.

Am einfachsten und bequemsten richtet man die Kolbenringe so ein, dafs sie sich mit der Hand auseinanderbiegen lassen und über den Kolben gestreift werden können, sie dürfen aber dabei ihre Form nicht verlieren oder leicht zerbrechen.

Da von ungeschickten Händen dennoch so mancher Ring beim Reinigen des Kolbens ruiniert wird, so haben einige Fabriken das Nutensystem auf dem Kolben zum Abziehen eingerichtet und in einzelne Teile zerlegt. Die Ringe werden dann nicht übergestreift, sondern eingelegt.

Ein weiterer beachtenswerter Konstruktionsteil ist der im Kolben liegende Drehzapfen für die Pleuelstange, bei den Motoren, welche eine besondere Gradführung durch Kreuzkopf nicht besitzen.

Dieser Zapfen wird sehr warm und ist einer leicht ausführbaren Schmierung nicht sehr zugänglich. Die Einrichtungen für die Zuführung des Schmiermateriales sind also mit Sorgfalt herzustellen und müssen dementsprechend überwacht werden. Auch soll der Zapfen verhältnismäfsig grofse Dimensionen haben, und das zugehörige Pleuelstangenlager nachstellbar sein.

Die Kurbelwelle der Benzin- und Petroleummotoren kann sehr stark durch Stöfse, wie sie infolge von Frühzündungen und nach voraufgegangener Fehlzündung auftreten, beansprucht werden und ist dementsprechend stark zu konstruieren.

Die langen, kräftigen Lager müssen dicht an die Kurbelarme herangerückt sein. Zu schwache oder ungenügend gelagerte Kurbelwellen erkennt man sofort, wenn man leicht streifend einen Finger seitwärts an den kreisenden Schwungradkranz legt.

Bei gut und fest gebauten Motoren soll man weder am Schwungrad, noch an irgend einem anderen Teil des Motors von der auftretenden Zündung etwas bemerken.

Tabellen.

Kühlwasserleitungen.

a) Bei Anwendung von Druckwasserleitung.

Gröfse des Motors	1/2	1	2	4	6	8	10	12	Pferdekraft
Zuleitung	1/4	1/4	1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	Zoll engl.
Ableitung	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1	1 1/4	1 1/4	» »

b) Bei Anwendung einer Ventilationskühlvorrichtung.

Gröfse des Motors	1/2	1	2	4	6	8	10	12	Pferdekraft
Zuleitung und Ableitung .	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1	Zoll engl.

c) Bei Anwendung von selbstthätig wirkenden Kühlgefäfsen oder Rippenkühlern.

Gröfse des Motors	1/2	1	2	4	6	8	Pferdekraft
Zu- und Ableitung bis 3 m Entfernung	3/4	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	Zoll engl.
Über 3 m Entfernung des Gefäfses vom Motor	1	1 1/2	1 1/2	2	2	2	» »

Auspuffleitung.

Gröfse des Motors	1/2	1	2	4	6	8	10	12	Pferdekraft
Rohrweite bis 10 m Länge	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	90 mm	90 mm	Zoll engl. und mm
Über 10 m	1 1/2	1 1/2	2	2 1/2	80 mm	90 mm	100 mm	100 mm	Zoll engl. und mm

Luftleitung.

Gröfse des Motors	1/2	1	2	4	6	8	10	12	Pferdekraft
bis 3 m Länge	1	1 1/4	1 1/2	2	2	2 1/2	2 1/2	3	Zoll engl.
über 3 m	1 1/2	1 1/2	2	2	2 1/2	2 1/2	3	3	» »

Dimensionen der Blechkühlgefäfse.

Gröfse des Motors	1 2	1	2	4	6	8	Pferdekraft
Durchmesser	500	620	750	950	950	950	mm verzinktes
Höhe	1500	1500	1700	2000	2000	2000	Eisenblech
Blechstärke der Wand . .	1	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	mm
Blechstärke des Bodens . .	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2	2	2	

Siebentes Kapitel.

Die Zündapparate der Benzin- und Petroleummotoren.

Die Zündmethoden, welche bei den Benzin- und Petroleummotoren zur Anwendung kommen, gehören fast ausschliefslich den Glühkörperzündungen an. Nur vereinzelt findet man für Benzinmotoren die elektrische Zündung und noch viel seltener die Flammenzündung in Benutzung. Die Glühkörperzündung, welche auch für Gasmotoren immer mehr Eingang findet, bietet für das Zustandekommen der rechtzeitigen Entzündung der Ladung eine ganz erheblich gröfsere Sicherheit, wie die alten Flammenzündungen; während hier eine im Verlöschen begriffene Flamme, deren Zündwirkung sich auf eine äufserst kurze Zeit beschränkt, als Zündmittel benutzt wird, bringt man bei den Glühkörperzündungen das frische Gemisch der Ladung mit einem glühenden festen Körper in Berührung, welcher die Glühtemperatur dauernd behält und mit ausgedehnter Fläche auf das Gemisch wirken kann.

Der Gedanke, glühende feste Körper als Zündmittel bei den Gas- und Petroleummotoren zu benutzen, ist fast so alt, wie diese Maschinen selbst. Mit Erfindung der ersten wirklich gangbaren Gasmotoren wandte sich jedoch, nach dem Vorbild der Schieber-Flammenzündung an der Hugonschen Gasmaschine, das Interesse der Erfinder ausschliefslich den Flammenzündungen zu.

Es entstanden die Zündungen für die Kompressionsgasmotoren mit Anwendung von Schiebern und Ventilen. Erwiesen sich diese Flammenzündungen aber schon für Benzinmotoren als nicht ganz zuverlässig, so waren sie für Petroleummotoren überhaupt unbrauchbar.

Erst vom Jahre 1883 ab treten nach Vorgang von G. Daimler in Cannstatt die Glühkörperzündungen wieder in den Vordergrund und gelangen von hier zu dauernder Anwendung.

Als Glühkörper wird allgemein ein von aufsen erhitztes, auf einem Ende geschlossenes Rohr verwendet, dessen Inneres in dauernder Verbindung mit dem Laderaum steht oder zur Zeit der Entzündung damit in Verbindung gebracht werden kann.

Die charakteristische sackgassenartige Form des Glührohres zeigt sich zum erstenmale in dem von Leo Funk im Jahre 1879 genommenen Patent. Das Rohr wurde hier jedoch mittelst eines Schiebers im toten Punkt mit dem Laderaum in Verbindung gebracht.

Trotzdem dieser Erfindung eine grofse Bedeutung beizumessen ist, trat damit das eigentliche Wesen und der Wert dieser Glührohrform nicht zu Tage, sondern ist erst durch die Daimlersche Erfindung zur Geltung gebracht worden, aus welcher bekannt wurde, dafs man das Glührohr, unbeschadet der rechtzeitigen Wirkung, mit dem Laderaum in steter Verbindung lassen kann. Wird die Verbindung des Glührohres nur zur Zeit der Zündung hergestellt, so bezeichnet man die Einrichtung als eine gesteuerte Glührohrzündung, bleibt hingegen die Verbindung bestehen, so nennt man sie ein offenes oder selbstthätiges Glührohr.

Die gebräuchliche Form des Glührohres ist in Fig. 95 dargestellt. Als Anschlufsort für das Glührohr mufs der Teil des Laderaumes gewählt werden, von dem mit Bestimmtheit angenommen werden kann, dafs er zur Zeit der Kompression mit frischem, gut zündbarem Gemisch erfüllt ist. Meistens ist das Gehäuse, oder der Deckel des Gemischeinlafsventiles für den Anschlufs des Zündrohres ausgebildet, wie dies auch aus den bereits beschriebenen Benzin- und Petroleummotoren ersichtlich ist.

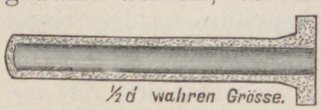


Fig. 95. Glührohr.

Über die Wirkungsweise des selbstthätigen Glührohres ist Folgendes zu sagen:

Während der Arbeitskolben die neue Ladung ansaugt, bleibt das Innere des Glührohres mit Verbrennungsrückständen erfüllt, und

findet eine Vermengung dieses Inhaltes mit dem angesaugten frischen Gemisch nicht statt. Bei der dann folgenden Kompression aber erstreckt sich diese auch auf den Inhalt des Glührohres, es dringt das frische Gemisch in das Rohr ein und drängt die Verbrennungsrückstände nach dem geschlossenen Ende hin zusammen. Hat die Kompression einen gewissen Grad erreicht, so kommt das frische Gemisch bis zu der Stelle des Rohres, welche in Glut erhalten wird, und kann sich hier entzünden.

Man sollte nun meinen, dafs sich die Entzündung rückwärts durch das Rohr hindurch sofort der Ladung mitteilen müsse; das ist aber nicht der Fall, vielmehr verharrt das entzündete Gemisch als Flamme bis zu einer bestimmten, von der Kolbengeschwindigkeit des Motors abhängigen Zeit, im Innern des Glührohres.

Die im Glührohr gebildete Flamme ist nämlich gleich nach ihrer Entzündung der Einwirkung zweier Kräfte unterworfen, die eine ist die Energie der chemischen Verbindung des Sauerstoffes mit dem Petroleumdampf, welche sich mit bestimmter Geschwindigkeit von Gasteilchen zu Gasteilchen nach dem Laderaum hin fortpflanzen will — der Brenngeschwindigkeit. Die andere die Kraft, mit welcher das frische Gemisch, den ganzen Rohrquerschnitt ausfüllend, in das Glührohr hineingedrängt wird.

Sehr verständlich ist nun, dafs die Flamme aus dem Glührohr nicht zurückweichen kann, so lange das brennbare Gemisch mit gröfserer Geschwindigkeit in das Rohr eindringt, wie sich die chemische Verbindung fortpflanzt.

Je mehr der Kolben sich seinem Wendepunkt — dem toten Punkt — nähert, um so kleiner wird auch die Geschwindigkeit des Eindringens frischen Gemisches in das Rohr, endlich wird sie gleich der des »Brennens«, und nun erst beginnt die Flamme im Rohrinnern ihren Rückmarsch nach dem Laderaum; entsprechend der abnehmenden Kolbengeschwindigkeit mit zunehmender Intensität.

Je nach der Länge des Zündrohres, je nach der Entfernung des Glühortes vom Laderaum wird letzterer früher oder später erreicht und die Entzündung seines Inhaltes früher oder später eingeleitet werden. Immer aber liegen die Zündmomente, das lehrt die Erfahrung, bei normaler Umdrehungsgeschwindigkeit dicht um den toten Punkt.

Legt man den Glühort nahe dem Laderaum, so folgen die Zündungen etwas vor dem toten Punkt, sie nähern sich dem letzteren

immer mehr und überschreiten ihn, je weiter der Glühort nach aufsen gerückt wird.[1]) Auf keinen Fall wird aber die Zündung um ein erwähnenswertes Mafs vor oder nach dem toten Punkt fallen.

Da es nach den bei Gasmotoren gemachten Erfahrungen für den Verlauf der Verbrennung günstig ist, wenn die Zündung etwas vor dem Wendepunkt des Kolbens eingeleitet wird, so empfiehlt es sich, den Glühort dem Laderaum nahe zu legen.

Ohne praktische Erfahrungen mit dem offenen Zündglührohr zu besitzen, ist man dazu geneigt, den Glühort so zu legen, dafs er rechnungsmäfsig bei der angewendeten Kompression gerade vom frischen Gemisch erreicht wird, es würde dann also ein »Stehenbleiben der Flamme im Rohr« nicht stattfinden, sondern das soeben entzündete Gemisch sofort nach dem Laderaum zurückweichen.

Ganz abgesehen davon, dafs es praktisch unausführbar ist, den Glühort in genau derselben Lage zu erhalten, wird man sich auch sagen müssen, dafs unter den obwaltenden Umständen jede Undichtigkeit des Kolbens oder eines Ventiles, durch welche die Kompression herabgezogen wird, zu sofortigem Stillstand des Motors führen müsse; denn der weit zurückliegende Zündort wird dann überhaupt nicht mehr von dem frischen Gemisch erreicht werden.

Aus den Betrachtungen über die Wirkungsweise des offenen Glührohres geht des weiteren hervor, dafs der Zündmoment mit abnehmender Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors, von einer bestimmten Grenze ab, immer mehr vor den toten Punkt rücken wird, dafs es bei langsamem Drehen des Motors, wie es beim Anlassen stattfindet, und bei nahe an den Laderaum gerücktem Glühort dazu kommen kann, dafs der Motor nicht vorwärts, sondern rückwärts herum getrieben wird. Diese Annahme trifft in Wirklichkeit zu. Man mufs bei Motoren, welche mit offenem Glührohr arbeiten, zum Zweck des Anlassens zuerst das Schwungrad in schnelle Drehung versetzen und dann die Zufuhr des Benzins oder Petroleums einleiten, anderenfalls gelingt das Anlassen nicht.

Man kann z. B. mit Verwendung des in Fig. 95 dargestellten Glührohres an einem Motor von 180 mm Hub und 3 Atmosphären Kompression den Glühort so weit zurücklegen, dafs die Zündung

[1]) Hierbei ist vorausgesetzt, dafs der Glühort überhaupt noch vom frischen Gemisch erreicht wird.

beim langsamen Drehen schon auf der Mitte des Kompressionshubes eintrifft. Bei einer Umdrehungsgeschwindigkeit von etwa 50 Umgängen in der Minute beginnen die Zündungen dann schon so einzutreffen, dafs der Motor sich selbst im Gang erhält; von ca. 140 Umgängen in der Minute ab tritt die Zündung rechtzeitig ein, so dafs die Verbrennung der besten Wärmeausnützung entspricht.

Aus den bei Benutzung des offenen Glührohres zu beobachtenden Erscheinungen geht hervor, dafs die Verbrennungsgeschwindigkeit im Rohre eine besonders langsame sein mufs und mit den Verbrennungsgeschwindigkeiten, wie sie im Arbeitscylinder des Gas- oder Petroleummotors herrschen, nicht verwechselt werden darf.

Dafs Verschiedenheiten in der Brenngeschwindigkeit ein- und desselben Gasgemisches überhaupt stattfinden können, davon war man schon durch die Verbrennungserscheinungen in den Gasmotoren unterrichtet; so ist ja bekannt, dafs durch die Lage und Abmessungen des Eintrittskanales in den Laderaum der Gasmotoren die Verbrennungsdauer der Ladung ins rechte Verhältnis zur Kolbengeschwindigkeit gebracht werden kann.

Nicht so bekannt dürfte es sein, dafs der eigentliche Grund dieser Erscheinung aus den Bewegungen abzuleiten ist, welche dem noch nicht verbrannten Teil der Ladung durch den schon brennenden erteilt werden.

Ebenso wie die chemische Verbindung zweier Flüssigkeiten durch Bewegen derselben befördert wird, ist dies auch bei dem verbrennenden Gasgemisch der Fall; je mehr dafür gesorgt wird, dafs unverbrannte Teile des Gemisches künstlich dem Brennort zugeführt werden, um so schneller ist die Verbrennung des gesamten Vorrates beendigt.

Welchen grofsen Einflufs Form und Lage des Einlafskanales auf die Verbrennungsgeschwindigkeit der Ladung eines Gas- oder Petroleummotors hat, ist durch folgenden Versuch zu veranschaulichen.

Führt man nach Vorbild der bekannten Deutzer Gasmotoren liegender Bauart das Gemisch durch einen zentral gelagerten Einlafskanal in den Cylinder, so wird bei der Entzündung, welche am äufseren Ende des Kanales einzuleiten ist, zuerst dieser Teil verbrennen und die kräftige Ausdehnung der gebildeten Verbrennungsprodukte das noch nicht an der Verbrennung beteiligte Gemisch mit grofser Kraft in den Laderaum hineintreiben; hier prallt dasselbe gegen den Kolbenboden, teilt sich nach den Cylinderwandungen

und bringt den gesamten Inhalt der Ladung in Wirbelbewegung, welche gerade dann am stärksten ist, wenn die Flamme den Einströmungskanal durchmessen hat und sich dem Inhalte des Laderaumes mitteilt. Zu der Geschwindigkeit, mit welcher sich die Entzündung von Gas- zu Gaskörperchen im ruhenden Gemisch der Ladung fortpflanzen würde, kommt hier also noch die der mechanischen Bewegung der Gasarten selbst hinzu.

Ein unter diesen Umständen genommenes Diagramm zeigt die von den Deutzer Gasmotoren her bekannte Form.

Legt man andererseits den Einströmungskanal für das Gemisch so, dafs bei der eingeleiteten Verbrennung die Ladung selbst möglichst wenig in Bewegung gesetzt wird, führt also den Einlafskanal nicht zentral in den Cylinder, sondern quer zur Achse desselben, tangential zum Cylindermantel, so wird nur ein sehr geringer Teil der Ladung von dem Strom aus dem Zündkanal beeinflufst; es setzt sich nur eine Schicht von begrenzter Dicke, der Breite des Einlafskanales entsprechend, in kreisende Bewegung, und nur für diese Schicht macht sich der beschleunigende Einflufs der mechanischen Bewegung auf die Verbrennung geltend. Nimmt man von einem derartig eingerichteten Motor ein Indikator-Diagramm, so hat dasselbe nicht mehr die geringste Ähnlichkeit mit dem vorerwähnten, sondern es zeigt sich, dafs das höchste Anwachsen des Druckes erst gegen Mitte des Hubes und noch später eintritt; hieraus folgt, dafs die Brennzeit der Ladung sich unter diesen Umständen weit über den halben Kolbenhub ausgedehnt hat. Ein Motor mit derartigem Einlafskanal äufsert natürlich nur geringe Kraft und wäre für die praktische Benutzung völlig unbrauchbar.

Aus den Diagrammen der Gas- und Petroleummotoren darf man also keine Rückschlüsse auf die eigentliche Brenngeschwindigkeit eines Gasgemisches, d. h. die Geschwindigkeit, mit welcher sich die chemische Verbindung von Gas- zu Gaskörperchen in **ruhendem** Gemisch fortpflanzt, ziehen.

Nach den Versuchen von Malard & Le Chatelier hat das höchst brennbare Gemisch aus Leuchtgas und Luft bei seiner Verbrennung in Röhren nur eine Brenngeschwindigkeit von 2,6 m in der Sekunde. Mit zunehmendem Luftgehalt nimmt die Brenngeschwindigkeit noch ganz erheblich ab, so dafs man bei Verwendung dünner Gemische die im Rohr brennende Flamme als leuchtenden Schein langsam herniederschweben sieht, wenn der Versuch in Glasröhren vorgenommen wird.

Da nun das in das Zündrohr gedrängte Gemisch bei seiner Berührung mit den dort befindlichen Verbrennungsprodukten verdünnt wird, bevor es den Glühort erreicht hat, so kommt auch hier ein sehr langsam brennendes Gemisch in Betracht, und erklärt sich hieraus der Eintritt der selbstregulierenden Wirkungsweise des offenen Glührohres schon bei verhältnismäfsig geringen Umdrehungszahlen des Motors.

Aufser dem Hinweis auf die Verbrennungsversuche von Malard und Le Chatelier erhält man ein sehr deutliches Bild von der Brenngeschwindigkeit durch einen leicht selbst ausführbaren Versuch.

Bekannt ist es, dafs die Entzündung der Flamme eines Argandbrenners oft nicht gelingt, wenn man dieselbe oberhalb des Cylinders bewirken will; es bildet sich an der Cylindermündung eine blaue Flamme, die nicht auf die Brennermündung im Cylinder zurückschlägt, selbst dann nicht, wenn sie durch Hineinblasen von oben in den Cylinder tief hineingetrieben wird. Erst wenn man dazu schreitet, den Gashahn etwas zu schliefsen, und die Geschwindigkeit des Gasgemischstromes im Cylinder ermäfsigt, gelingt es, die Flamme zum Zurückbrennen auf die Brennermündung zu veranlassen.

Der Grund für das Schwebenbleiben der Flamme auf der Cylindermündung ist der, dafs die Brenngeschwindigkeit des Gemisches, welches sich aus Gas und Luft gebildet hat, schwächer wie die Strömungsgeschwindigkeit desselben im Cylinder ist.

Ein Bild von der Brenngeschwindigkeit erhält man durch das erwähnte Zurückblasen der Flamme. Hört man nämlich plötzlich mit Blasen auf, so sieht man den Flammenursprung wieder langsam hochsteigen. Die Geschwindigkeit des Hochsteigens entspricht der Strömungsgeschwindigkeit des Gemisches, die immer noch gröfser wie die eigentliche Brenngeschwindigkeit ist, da sie von letzterer nicht überwunden werden konnte.

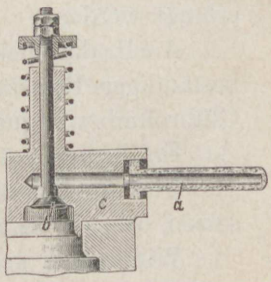


Fig. 96. Gesteuerte Glührohrzündung.

Die Einrichtung einer gesteuerten Glührohrzündung ist in Fig. 96 dargestellt. *b* ist das die Verbindung zwischen Laderaum und dem Glührohrinnern absperrende Ventil, welches durch die Steuerung im toten Punkt geöffnet wird. *a* ist das möglichst nahe seiner Befestigungsstelle zu erhitzende Glührohr, *c* ein Teil des Einlafsventildeckels.

Gesteuerte Glührohrzündungen wird man hauptsächlich für gröfsere Motoren anzuwenden haben, bei denen das Anlassen mit

Schwierigkeiten und Gefahr verknüpft ist, wenn ein offenes Glührohr verwendet würde. Erfolgt nämlich bei grofsen Motoren die Zündung zu früh, und läfst der Andrehende das Rad nicht sofort los, so kann er hochgehoben und über das Rad herüber geschleudert werden.

Bei den gesteuerten Glührohrzündungen ist sehr darauf zu achten, dafs das Zündventil in der Bewegung nicht behindert wird, es würde dann wohl für die erste Zündung aufgedrückt werden, sich aber nicht wieder schliefsen, und schon für die nächste Umdrehung liegt die Gefahr einer Frühzündung vor.

Als Material für die Herstellung des Glührohrs sind im Gebrauch: das Porzellan, das Platin, das Nickel, eine Legierung, welche von Höveler & Dieckhaus in Papenburg hergestellt wird, und das »feuerfeste Gufseisen«.

Das Porzellan hat die gute Eigenschaft, schnell die Glühhitze anzunehmen und zu bewahren, es widersteht den chemischen Einwirkungen der Heizflamme und ist billig. Dagegen ist es leicht zerbrechlich und zerspringt, sobald Wasser dagegen spritzt.

Das Platin ist widerstandsfähig gegen mechanische Einwirkungen, nimmt ebenfalls schnell Glühhitze an, ist aber sehr teuer.

Ähnliche Eigenschaften zeigt auch das Nickel, nur dafs es ganz erheblich billiger ist und den chemischen Einwirkungen der Flamme nicht für immer widersteht.

Die Legierung von Höveler & Dieckhaus soll sich Jahre hindurch unverändert erhalten, sie ist widerstandsfähig gegen alle mechanischen Einwirkungen. Über den Preis konnte keine Auskunft erlangt werden.

Auch das heute vielfach zur Herstellung sogenannter feuerbeständiger Roststäbe verwandte Gufseisen soll sich gut zu den Glühröhrchen eignen.

Erfahrungen über die Haltbarkeit liegen nicht vor.

Dickwandige Metallrohre sind nicht so schnell in Glut zu versetzen, wie dünnwandige und Röhrchen aus Porzellan.

Wie schon gelegentlich Beschreibung der einzelnen Petroleummotoren angedeutet, kommen in neuerer Zeit Petroleum- und Benzinmotoren auf den Markt, bei denen die Heizflamme für das Zündglührohr und den Verdampfer nur zur Einleitung des Betriebes benutzt wird; ist Betriebswärme erlangt, so können die Lampen ausgelöscht werden.

Im Prinzip war die selbstthätige Zündung ohne Zündflamme schon durch die von Gebr. Körting in den Jahren 1881—83 nach

Art des Systems Wittig & Hees gebauten Gasmotoren bekannt. Diese Maschinen arbeiteten nach erlangter Betriebswärme unter gewissen Umständen auch ohne Zündflamme weiter.

Die Regulierung dieser Motoren wurde durch Veränderung der Lademenge vorgenommen, so dafs immer Zündung auf Zündung folgte, und eine Abkühlung durch Aussetzer nicht stattfand. Das Auslafsventil war nicht gekühlt und stand durch einen verhältnismäfsig langen Kanal mit dem Cylinder in Verbindung. Da nun diese Motoren im Zweitakt arbeiteten, und 160—180 Zündungen pro Minute aufeinander folgten, so erhitzte sich das Auslafsventil, welches aufserdem noch durch die Asbestdichtungsscheibe vom Wassermantel des Cylinders isoliert war, oft so stark, dafs es im »Dunkeln« rotglühend wurde. Im Verein mit der Kompressions- und Betriebswärme des Motors reichte die Dunkelrotglut zur Entzündung der Ladung hin.

Die Ursache der durchaus rechtzeitigen und regelmäfsigen Zündung war in der sackgassenähnlichen Form des Auslafskanales mit dem glühenden Ventil am Ende zu suchen.

Auch hier blieb der Inhalt des Auslafskanales während des Übertrittes der Ladung von der Pumpe nach dem Arbeitscylinder mit Verbrennungsprodukten erfüllt, die dann bei der Kompression nach dem glühenden Teil des Auslafsventilgehäuses hingedrängt wurden und dem entzündbaren Gemisch erst während der Kompressionsperiode Berührung mit dem Glühort gestatteten.

Ebenso war auch durch das von G. Daimler in Cannstatt im Jahre 1883 genommene Patent bekannt, dafs Benzin- und Petroleummotoren mit ungekühltem Laderaum und hoher Umdrehungsgeschwindigkeit nur bis zur Erlangung der Betriebswärme eines besonders erhitzten Zündrohres bedurften, dafs für die Folge die Temperatur der Laderaumwandungen selbst genügte, die Entzündung herbeizuführen. Der sackgassenartige, ungekühlte und vor Abkühlung nach aufsen geschützte Raum wird hier durch den gestreckten Laderaum selbst gebildet, wenn die Gemischeinnahme so eingerichtet ist, dafs zum Schlufs nur Luft angesaugt wird; alsdann bildet der Laderaum ein zum Teil mit indifferenten Gasen erfülltes erhitztes Rohr, welches wie das offene Glührohr wirkt.

Auch der vom Grobschen Petroleummotor bekannte Vergaser mit Zündrohrwirkung könnte vielleicht nach erlangter Betriebswärme ohne besondere Heizflamme weiter wirken, wenn man ihn von vornherein, oder nach dem Auslöschen der Lampe, mit einer

die Abkühlung nach aufsen verhindernden Einrichtung versähe. Dafs dieser Motor günstige Vorbedingungen für Beseitigung der Heizlampe in sich trägt, beweist die erwähnte Eigentümlichkeit, dafs er noch lange nach ausgelöschter Lampe weiter arbeitet.

Die selbstthätige Entzündung der Ladung nach erlangter Betriebswärme des Motors einzig und allein durch ungekühlten, willkürlich gestalteten Laderaum und schnelle hohe Kompression bewirken zu wollen, ist nur dann Erfolg versprechend, wenn es sich um ganz gleichmäfsige Kraftabnahme handelt.

Aufser den offenen selbstregulierenden und gesteuerten Zündglührohren möge noch eines anderen Zündrohres von eigenartiger Konstruktion gedacht werden, wie es bei den Benzin- und Gasmotoren der Gebr. Körting in Hannover im Gebrauch ist. Dasselbe ist in Fig. 97 dargestellt. Hier wird das Glührohr nur am vorderen Ende in Glut versetzt und der Glühort vom frischen Gemisch ohne weiteres nicht erreicht. Kurz vor dem toten Punkt öffnet sich das vom Motor gesteuerte kleine Ventil *c* und stellt eine Verbindung des Glührohrinnern mit der äufseren Luft her, so dafs ein Entweichen der im Rohr vorhandenen Verbrennungsprodukte durch das zentral im Glührohr liegende Platinröhrchen *b* erfolgen kann. Frisches Gemisch gelangt nun mit Bestimmtheit bis an den Glühort, fängt dort an zu brennen, und die Flamme teilt sich nach dem im toten Punkt erfolgten Schlufs des Ventiles *c* der Ladung mit. Bei Anwendung dieser Glührohrzündung ist eine Vorentzündung, hervorgerufen durch festsitzendes Ventil, ausgeschlossen.

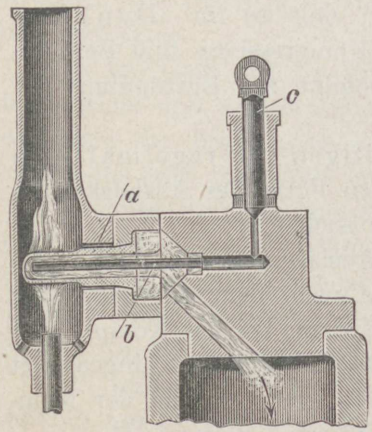


Fig. 97. Körtingscher Glührohrzünder.

Aufser den Glührohrzündungen, ist für die Benzin- und Petroleummotoren nur noch die elektrische Zündung in Anwendung.

Bei den aufserordentlichen Fortschritten, welche in der Erzeugung und Aufspeicherung der Elektrizität gemacht sind, liegen für die Beschaffung eines elektrischen Stromes von gleichbleibender Stärke keine Schwierigkeiten vor.

Es giebt genügend billige, mit geringem Kraftaufwand zu betreibende Dynamomaschinen und zuverlässig wirkende Akkumulatoren. Als eine unliebsame Zugabe ist nur der Apparat zur

Funkenbildung zu bezeichnen, ohne den man bei Petroleummotoren nicht auskommen kann.

Ein Funkenpaar, wie es durch einmaliges Öffnen und Schliefsen des Stromes gebildet wird, genügt wohl für Benzinmotoren, nicht aber bei den Petroleummotoren. Hier wird Erhaltung der Glühtemperatur für eine gewisse Zeit und räumliche Ausdehnung des Zündortes verlangt.

Will man dieser Forderung gerecht werden, so ist kurz vor dem toten Punkt eine ganze Schar von Funken in schnellster Folge zu bilden, die nicht von einem Punkt zum andern, sondern von einer Reihe dicht nebeneinander liegender Punkte überspringen. Die Apparate nun, welche zur Bildung der Funkenschar dienen, sind es vor allem, bei welchen oft Störungen eintreten, zu deren Beseitigung es einer geschickten Hand und genügender Sachkenntnis bedarf.

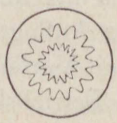


Fig. 98.

Endlich bietet auch die Isolierung oft Schwierigkeiten. Der oder die Leitungsdrähte müssen dichtend und isoliert durch die heifse Wandung des Laderaumes eingeführt werden, und gibt es für diesen Fall kein anderes Isoliermaterial, wie das zerbrechliche Porzellan.

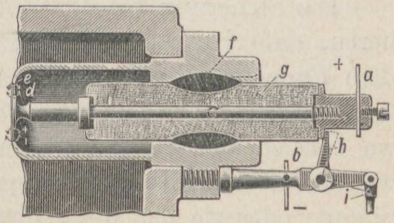


Fig. 99.
Elektrische Zündvorrichtung.

Aufserdem bilden sich beim Anlassen kalter Motoren an den Wandungen des Laderaumes nach den ersten Zündungen feuchte Niederschläge, die die gesamten Wandungen, also auch die isolierende Porzellanhülse überziehen und eine die Elektrizität leitende Schicht schaffen, die die Funkenbildung aufhebt; erst wenn die Feuchtigkeit nach mehrfachen Kolbenhüben durch Ansaugen und Ausstofsen der unverbrannten Ladung verdunstet, wird die Isolierung wieder hergestellt, und können nun die Zündungen regelmäfsig erfolgen.

In Fig. 98 und 99 ist eine elektrische Zündvorrichtung dargestellt. *g* ist die in das Innere des Laderaumes hineinragende Isolierhülse aus Porzellan, durch welche einer der Leitungsdrähte dichtend eingeführt ist. Zum dichten Abschlufs der Porzellanhülse ist die Aussparung *f* mit Hartblei ausgegossen. Bis zum Eintritt des Zündmomentes zirkuliert der Strom vom + Poldraht *a* durch den Kontakthebel *h* nach dem − Poldraht *b*. Wird kurz vor dem toten

Punkt durch die vom Motor bewegte Zugstange *i* der Hebel *h* von seiner Auflage gehoben, so ist damit der Strom unterbrochen. Der Abstand der Punkte *e* und *d* im Innern des Cylinders ist nur so grofs zu wählen, dafs der zwischenliegende Raum bei der herrschenden elektrischen Spannung vom Strom mit Sicherheit übersprungen werden kann. In dem Moment also, wo sich das Ende des Hebels *h* um eine gröfsere Strecke von seiner Auflage entfernt, wie die Entfernung *e d* beträgt, schlägt der Strom den Weg durch das Innere des Laderaumes ein, es beginnt dort die Funkenbildung.

So lange der Abstand des Hebels *h* bei seiner Bewegung von der Auflage noch kleiner wie die Entfernung *e d* ist, springt der Funke nicht im Innern, sondern aufsen zwischen Hebelende und Auflage über.

Die Steuerung für den Zündmechanismus ist also so zu regulieren, dafs im toten Punkte die Funkenbildung aufsen zwischen dem Ende des Hebels *h* und seiner Auflage aufhört.

Die elektrische Zündung wird mit Vorteil dort anzuwenden sein, wo es sich um die unmittelbarste Betriebsbereitschaft handelt, für welche selbst die Ingangsetzung der Lampe zu viel Zeit in Anspruch nimmt; oder wo der Motor den Einflüssen der Witterung ausgesetzt ist, und Regen und Wind das Brennen der Zündflamme gefährden könnten. Endlich nach dem Vorbild des Deutzer Benzinmotors auch dort, wo jede Feuersgefahr ausgeschlossen werden soll.

Achtes Kapitel.

Die Verwendung der Benzin- und Petroleummotoren.

Von allen Kraftmaschinen, welche die Technik bisher geschaffen hat, sind keine für lokale Anwendung besser geeignet, wie die Benzin- und Petroleummotoren.

Das äufserst geringe Gewicht, die stete Betriebsbereitschaft, die flüssige Form des Brennmateriales, der niedrige Preis desselben in Verbindung mit der vorzüglichen Wärmeausnutzung, gewähren Möglichkeiten für die Verwendung dieser Motoren, wie sie die Dampfmaschine mit ihrem schweren Kessel, fortdauerndem Bedürfnis an Speisewasser und unausgesetzter Wartung nicht annähernd bieten kann.

Je mehr das Vorhandensein der neuen bequemen Kraftquelle bekannt wird, je vollkommener und billiger diese Motoren hergestellt werden, umsomehr Vertrauen wird man zu ihnen fassen, und immer neue Verwendungsarten werden sich aufthun.

Namentlich gestalten sich die Verhältnisse bei ihrer Verwendung für alle die Geräte und Maschinen günstig, welche für den Verkehr zu Wasser und zu Lande dienen. Ebenso finden sich auch für die Landwirtschaft, das Kleingewerbe und den Haushalt Verwendungsarten der motorischen Kraft, an welche man vordem gar nicht denken konnte.

Die wenigen Jahre, welche seit dem Vorhandensein brauchbarer Benzin- und Petroleummotoren verflossen sind, haben gezeigt, wie sehr man schon jetzt die vielfache Verwendbarkeit der neuen Kraftquelle erkannt hat; schon heute gibt es »Motorenwagen« verschiedener Konstruktion, für Landstrafsen und Schienenwege, für Personen und Lasten. Der Betrieb kleinerer Wasserfahrzeuge wird schon jetzt fast ausschliefslich mit Benzin- und Petroleummotoren bewirkt. Es gibt ferner mit diesen Motoren ausgerüstete Lokomobilen für alle Zwecke der Landwirtschaft, auch die Verwaltungen des Landheeres und der Marine, der Eisenbahnen etc. schenken dem neuen Motor ihre Beachtung und beginnen, ihn in Gebrauch zu nehmen.

In den meisten Fällen bedarf es bei Verwendung der Benzin- und Petroleummotoren für besondere Zwecke anderer Einrichtungen und Mechanismen für die Kraftübertragung, wie sie bisher bei Anwendung der Dampfmaschinen üblich waren.

Aus folgendem Vergleich gewisser Eigenschaften der Dampfmaschinen und der Petroleum- und Benzinmotoren wird sich zeigen, nach welchen Seiten hin man die für die ersteren bestehenden Einrichtungen umzuformen und durch andere zu ersetzen hat.

Dampfmaschine.	**Benzin- und Petroleummotoren.**
Die Inbetriebsetzung erfolgt selbstthätig.	Zur Inbetriebsetzung mufs d. Schwungrad in schnelle Drehung versetzt werden.
Die Krafterzeugung setzt sich mit abnehmender Umdrehungsgeschwindigkeit ins rechte Verhältnis zu dieser.	Die Krafterzeugung nimmt mit sinkender Umdrehungsgeschwindigkeit unverhältnismäfsig schnell ab.
Bei Überlastung erfolgt nicht Stillstand, sondern arbeitet die Maschine mit geringerer Geschwindigkeit weiter.	Bei Überlastung des Motors erfolgt Stillstand.
Vor- und Rückwärtsgang der Maschine kann unmittelbar erfolgen und wird durch Einrichtungen erreicht, die im direkten Zusammenhang mit der Steuerung des Motors stehen.	Vor- und Rückwärtsgang ohne jedesmaliges Neuandrehen ist bisher noch nicht erreicht.

Bevor auf die Beschreibung bestimmter Beispiele der Verwendungsarten der Benzin- und Petroleummotoren eingegangen wird, mögen noch einige allgemeine Bemerkungen darüber folgen, in welcher Weise man bisher ihren eigentümlichen Betriebsverhältnissen gerecht wurde.

Für den Betrieb von Landfahrzeugen übermittelt man die Kraft durch Zahnräder, Ketten und Riemen. Direkte Übertragung der Kraft auf die Treibräder oder eine Übersetzung durch Friktionsrollen oder Schaltwerke sind wenig im Gebrauch.

Wo es sich darum handelt, schwere Lasten in Bewegung zu setzen und zu transportieren, wie dies bei Motoren-Lastwagen, Schiebebühnen, Lokomotiven etc. der Fall ist, überträgt man die Kraft nicht durch ein festgefügtes Getriebe, sondern schaltet an geeigneter Stelle eine Reibungskuppelung ein, deren Übertragungsfähigkeit entsprechend der gröfsten Leistung des Motors einzustellen sein mufs. So lange dann die »Trägheit« der in Bewegung zu setzenden Massen noch nicht überwunden ist, und das Fahrzeug noch nicht eine Geschwindigkeit erreicht hat, welche der normalen Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors entspricht, »rutscht« die Reibungskuppelung.

Unter stetem Gleiten der Kuppelung wird sich das Fahrzeug allmählich in schnellere Bewegung setzen, bis die Drehgeschwindigkeit des Motors mit der der Treibräder im rechten Verhältnis steht. Ein Sinken der Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors findet bei dieser Einrichtung nicht statt. Das »Anfahren« geht anstandslos vor sich, wenn nur dafür gesorgt ist, dafs die Reibung der Ruhe insgesamt nicht gröfser wie der mit der Reibungskuppelung übertragbare Druck ist.

Zum Betriebe von Dynamomaschinen, welche einen sehr gleichmäfsigen Gang haben müssen und die Beschleunigung, welche das Schwungrad in jeder Arbeitsperiode erhält, nicht markieren dürfen, wendet man ebenfalls ein fest verbundenes Übertragungsorgan nicht an, sondern fügt ein elastisches Verbindungsglied, in Gestalt einer Feder, ein, so dafs der plötzlich auftretende Arbeitsüberschufs, welcher sich der Einwirkung des Geschwindigkeits-Regulators entzieht, vorläufig von der Feder aufgenommen und allmählich wieder abgegeben wird. Entweder verwendet man zu diesem Zweck eine starke Spiralfeder, welche um die Übertragungswelle gewickelt ist und mit einem Ende in der Welle, mit dem andern in der Riemscheibennabe etc. befestigt ist, oder man macht die Riemscheibenarme federnd.

Bei Fahrzeugen geht dem »Anhalten« und »Anfahren« nicht ein Stillsetzen und Anlassen des Motors voraus, vielmehr bleibt derselbe während aller kleineren Betriebspausen in Bewegung, oder es sind Einrichtungen getroffen, die Umdrehungsgeschwindigkeit bis auf ein Mafs zu verkleinern, bei welchem der Motor sich eben noch selbst im Gang erhält.

Zum Wechsel der Drehungsrichtung sind fast immer Wendegetriebe in Benutzung, offener und gekreuzter Riemen, in Verbindung mit loser und fester Riemscheibe, Klauenkuppelungen und Reibungskuppelungen mit verschiebbaren Zahnrädern etc. Friktionsrollen-Wendegetriebe finden sich selten, vermutlich wegen des damit verbundenen hohen Lagerdruckes und Verlustes durch Reibungsarbeit. Geschwindigkeitsänderungen werden immer nur stufenweise vorgenommen und in den meisten Fällen durch Anwendung verschiedener Riemenzüge oder Räderpaare ausgeführt.

Zum Ausgleich der erzielten Geschwindigkeiten benutzt man dann meist noch geringe Änderungen in der Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors selbst. Friktionsrollen, mit denen sich verhältnismäfsig leicht eine allmähliche Veränderung der Geschwindigkeiten in weiten Grenzen erreichen läfst, sind auch hier wenig in Betrieb.

Auch zu »Schlagwerkzeugen« lassen sich die Benzin- und Petroleummotoren sehr gut verwenden und zwar mit direkter Wirkung, ohne vermittelnde Drehbewegung. Die selbstthätige Wirkung des offenen Glührohres, welche mit dem Wechsel von Kompression und Expansion eines Gemischquantums direkt zusammenhängt, gibt Gelegenheit zur Konstruktion sehr einfacher und sicher wirkender Apparate wie Hämmer, Rammen, Prägewerke etc.

Ein ganz besonderes Verdienst um die Entwickelung bestimmter Typen von Land- und Wasserfahrzeugen hat sich der Ingenieur G. Daimler in Cannstatt erworben.

In richtiger Erkenntnis der hauptsächlichen Verwendungssphäre der Benzin- und Petroleummotoren sind von demselben in schneller Folge eine grofse Zahl von Fahrzeugen für den »Kleinverkehr« geschaffen.

Strafsen-Fahrzeuge für Personen und Lasten mit Benzin- und Petroleummotorenbetrieb.

Als erstes Strafsen-Fahrzeug, welches durch einen Benzinmotor getrieben wurde, ist das Daimlersche Fahrrad vom Jahre 1885 zu erwähnen, dasselbe ist in Fig. 100 und 101 dargestellt. Wie daraus

zu entnehmen, ist das höchst einfache Gerät nach Art der heute gebräuchlichen »Niederräder« gebaut, welches durch zwei seitlich angebrachte Stützrollen in aufrechter Stellung erhalten wird, so lange es sich nicht fortbewegt.

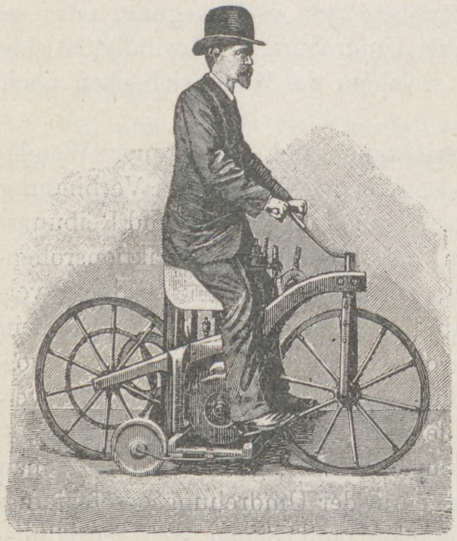


Fig. 100. Daimlers Motorenfahrrad.

A (Fig. 101) ist das scheibenförmige Gestell des Motors, welches als Kapsel für die Kurbel und die Schwungscheiben dient und gleichzeitig die Lager für die Motorenwelle nach Art des im 4. Kapitel beschriebenen Daimlerschen Motors aufnimmt, darüber steht der Arbeitscylinder. *C* ist der bekannte Verdampfapparat mit dem Benzinvorratsbehälter, *F* ein Schalldämpfer, *f* das Auspuffrohr. Der gesamte Motor mit zugehörigen Nebenapparaten ist unter dem Sattel *B* angebracht. Die Übertragung der Kraft von der Riemscheibe *M* auf der Motorenwelle nach dem als Treibrad wirkenden hinteren Rad mit Riemscheibe *N* erfolgt mittelst eines Riemens. Wie in der Figur punktiert angedeutet, kann man durch Verlegung des Riemens auf ein zweites Riemscheibenpaar die Fahrgeschwindigkeit steigern.

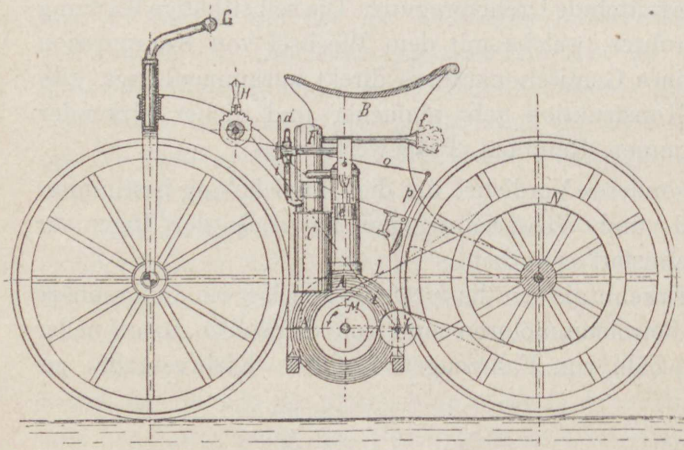


Fig. 101. Daimlers Motorenfahrrad (Längsschnitt).

Während kleiner Ruhepausen bleibt der Motor in Betrieb, das Anhalten und Anfahren wird durch Senken und Heben der Spannrolle *k* bewirkt, dieselbe ist durch eine Schnur *i* mit dem Steuerhebel *H* verbunden. In direktem Zusammenhang mit der Welle dieses Steuerhebels steht

auch die Bremse, indem eine zweite um die Steuerwelle gelegte Schnur o den Bremshebel p anzieht. Senkt man die Spannrolle k mittels des Steuerhebels H, so zieht man damit gleichzeitig die Bremse an. Mit ausgerücktem Motor ist also jedesmal das Fahrrad gebremst.

Zum »Anfahren« hat man die Spannrolle k langsam anzudrücken, so dafs der Riemen gleiten kann, bis die Fahrgeschwindigkeit sich ins rechte Verhältnis zur Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors gesetzt hat.



Fig. 102. Daimlers Motorenwagen (1886).

Auf Mitführung einer gröfseren Kühlwassermenge ist nicht Bedacht genommen, der Kühlwasservorrat im Wassermantel des Cylinders, in Verbindung mit der scharfen Luftkühlung beim Fahren, genügt für längere Zeit. Aufserdem bietet sich an allen Orten Gelegenheit, in kürzester Frist den geringen Wasservorrat zu erneuern. Von der Kleinheit des treibenden, ca. eine Pferdekraft starken Motors erhält man die richtige Vorstellung, wenn man seine Gröfse mit der darauf sitzenden Person vergleicht.

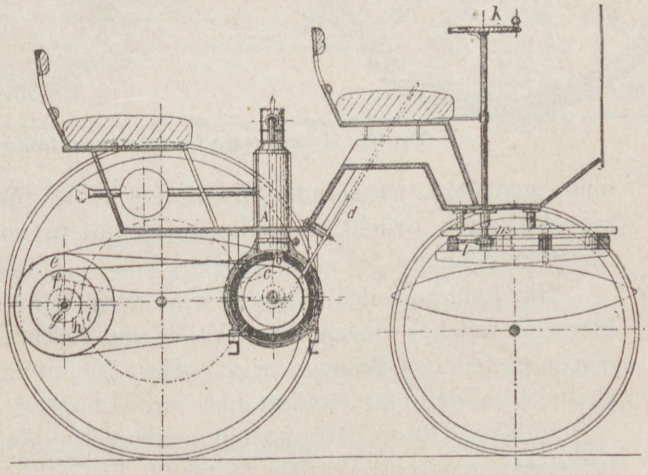


Fig. 103. Längsschnitt des Motorenwagens.

Im Jahre 1886 folgte diesem Fahrrad der erste Motorenwagen (Fig. 102 und 103).

In der Mitte zwischen den Sitzbänken ist der Arbeitscylinder A im Zusammenhang mit dem Maschinengestell und Benzinverdampfapparat angebracht. Die Kraft wird vorerst durch Riemen auf die Vorgelegewelle g und von hier durch ein Stirnräderpaar auf die Treibräder übertragen. Zum

Anhalten und Anfahren dient eine Reibungskuppelung auf der Motorenwelle, welche mittelst des Hebels *d* vom Führersitz aus ein- und ausgerückt werden kann.

Da zwei Riemscheibenpaare für schnelle und langsame Fahrt angebracht sind, so ist die erwähnte Kuppelung nach zwei Seiten hin wirksam und zwar so, dafs in der Mittelstellung des Hebels *d* keine der Riemscheiben in fester Verbindung mit der Motorenwelle steht, dem Stillstand des Wagens entsprechend. Wird der Hebel nach

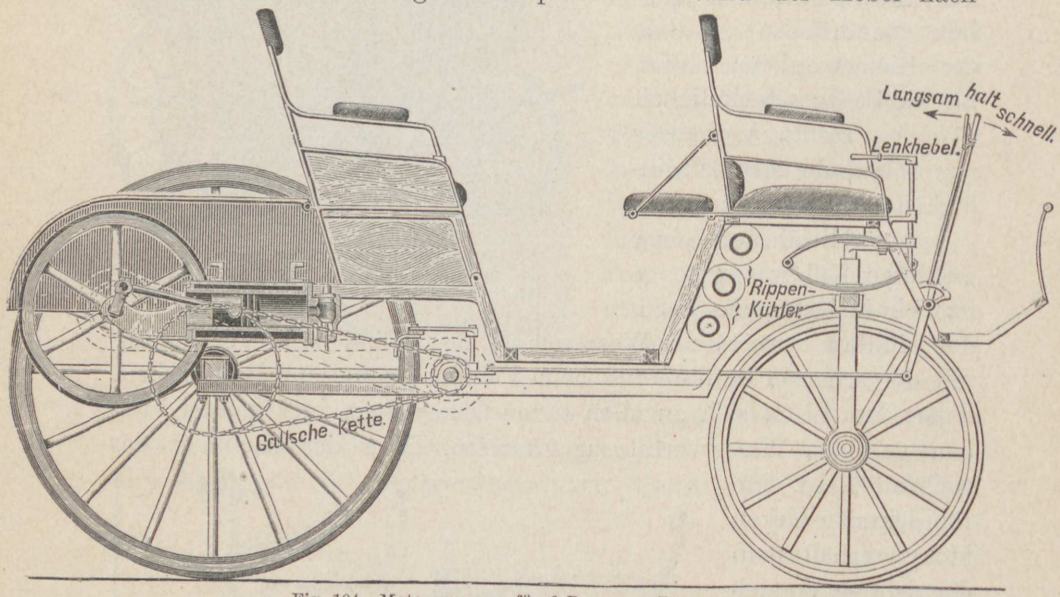


Fig. 104. Motorenwagen für 6 Personen (Längsschnitt).

oben gedrückt, so kommt die Riemscheibe für langsames Fahren zur Wirkung; drückt man ihn nach unten, so erfolgt Einrückung für Schnellfahrt.

Die Lenkung des Wagens wird vom Führersitz mit Handrad *k* bewirkt, welches durch eine Welle und Zahnrad auf das drehbare Vordergestell des Wagens wirkt. Der Auspuff mündet, nachdem er einen Schalldämpfer passiert hat, am Hinterteil des Wagens.

In Fig. 104 und 105 ist ein neuerer Motorenwagen für Personenbeförderung dargestellt, der Motor ist liegender Bauart und hinten, aufserhalb der Sitzbänke, angebracht. Auch hier treibt er zunächst eine Vorgelegewelle an, die zugehörigen Riemen sind beide geschränkt, damit ein gröfseres Umfangsstück der Riemscheiben zur Wirkung kommt. Von der Vorgelegewelle geht die Übertragung durch Gallsche Ketten weiter nach den Treibrädern des Wagens hin. Die Einrich-

tung ist so getroffen, dafs durch Hin- und Herrücken einer Riemengabel Langsamfahren, Stillstand und Schnellfahren erreicht werden kann, indem je eine feste und eine doppelt so breite lose Riemscheibe den betreffenden Riemen abwechselnd aufnimmt. Die Riemscheiben auf der Motorenwelle haben die dreifache Riemenbreite. Nehmen die Riemen die aus der Figur ersichtliche Stellung ein, so laufen die Riemen für Schnellfahrt und Langsamfahrt auf den losen Scheiben der Vorgelegewelle, der Wagen steht still. Durch Verschiebung der Riemen nach aufsen kommt der für die Langsamfahrt bestimmte

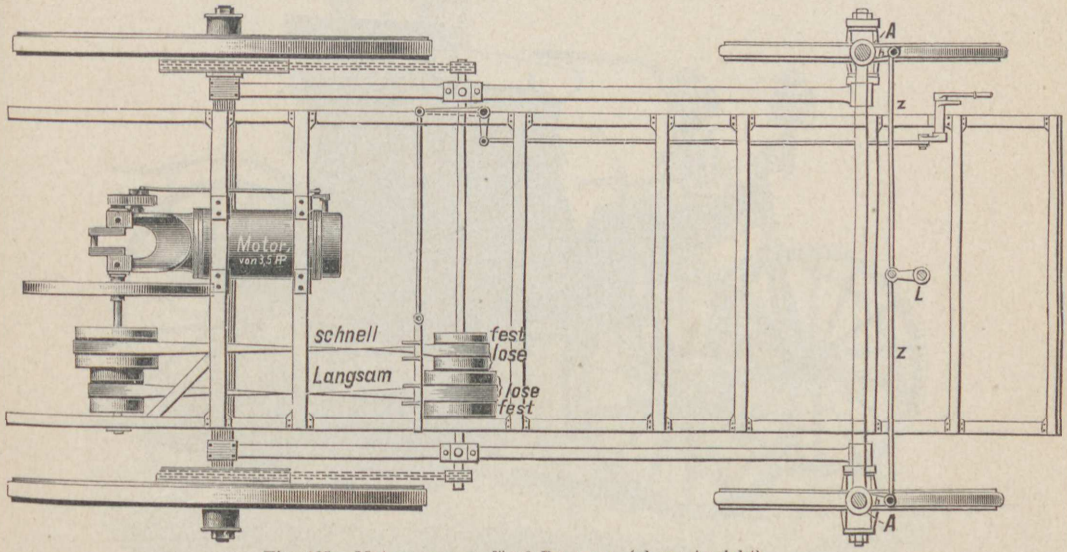


Fig. 105. Motorenwagen für 6 Personen (obere Ansicht).

über die feste Scheibe der Vorgelegewelle, während der für Schnellfahrt sich weiter auf der »Losscheibe« verschiebt; es erfolgt also Langsamfahrt. Schiebt man die Riemen dann wieder zurück über die Losscheiben nach der Mitte des Wagens zu, so bleibt der für Langsamfahrt auf der Losscheibe, während der für Schnellfahrt bestimmte jetzt die feste Scheibe fafst und dem Wagen die gröfsere Geschwindigkeit verleiht.

Der allmähliche Übergang von Langsam- zur Schnellfahrt, sowie das Anfahren selbst ohne erhebliche Geschwindigkeitsverminderung des Motors wird hier dadurch ermöglicht, dafs die Riemen so lange »rutschen«, bis die Geschwindigkeit des Wagens das rechte Verhältnis zu der des Motors erreicht hat. Die Lenkung des Wagens erfolgt mittels des auf Fig. 104 ersichtlichen Handhebels. Das vordere Räderpaar hat nicht das sonst übliche gemeinsame Drehgestell,

sondern jedes Rad läuft, ähnlich dem Lenkrad der Fahrräder in einer Gabel. Beide Gabeln sind durch Hebel *h* (Fig. 105) und Zugstangen *z* mit dem Lenkhebel verbunden und finden ihren sichern Halt in den langgestreckten Büchsen *A*, welche mit dem aus Eisen gefertigten Rahmengestell für Vor- und Hinterräder fest verbunden sind.

Da bei den Wendungen, welche der Wagen macht, die beiden Hinterräder verschiedene Geschwindigkeiten annehmen, so hat jedes Rad eine besondere Treibkette für sich. Beide Ketten sind nicht straff gespannt, sondern hängen lose, so dafs ein Voreilen des einen

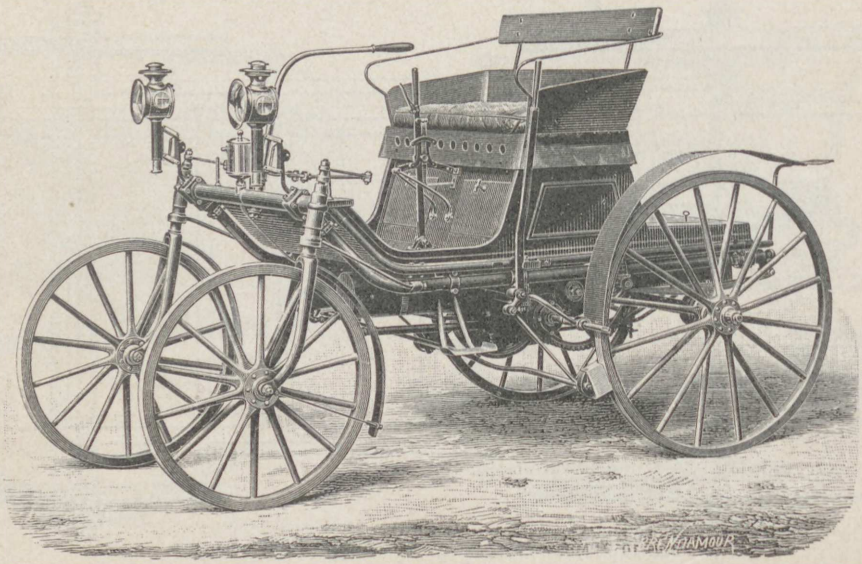


Fig. 106. Daimlers Motorenwagen für 2 Personen.

Rades vor dem andern innerhalb gewisser Grenzen ermöglicht wird. Der Kühlwasservorrat findet seinen Platz in drei leichten Rippenrohren, welche unter dem Vordersitz gelagert sind.

Der Motor ist 3½ Pferdekraft stark. Gröfste Fahrgeschwindigkeit 12 km in der Stunde.

Zur Reinigung der Ventile etc. klappt man den Hintersitz zurück und kann dann die nötigen Handhabungen unbehindert ausführen.

In den Figuren 106 und 107 sind noch zwei andere Landstrafsenwagen der Daimler Motoren-Gesellschaft dargestellt, welche dem Personenverkehr dienen.

Der in Fig. 106 wiedergegebene Wagen hat Räder mit Stahlreifen und ist zum Befahren von Strafsen bis 10 % Steigung geeignet. Der Motor von 1½ Pferdekraft ist unter dem Sitz angeordnet. Die

Rückwand des Sitzkastens ist mit einer Thür versehen, durch welche der Motor und das gesamte Triebwerk frei gelegt werden kann. Das Wagengestell ruht mittelst langer Blattfedern auf den Achsen, während der Sitz aufserdem noch federnd auf dem Wagengestell befestigt ist.

Zum Betriebe des Motors dient Benzin, von dem ein Vorrat für 10—12 Stunden mitgeführt werden kann, entsprechend einer Wegstrecke von 150—200 km. Die Fahrgeschwindigkeit kann durch

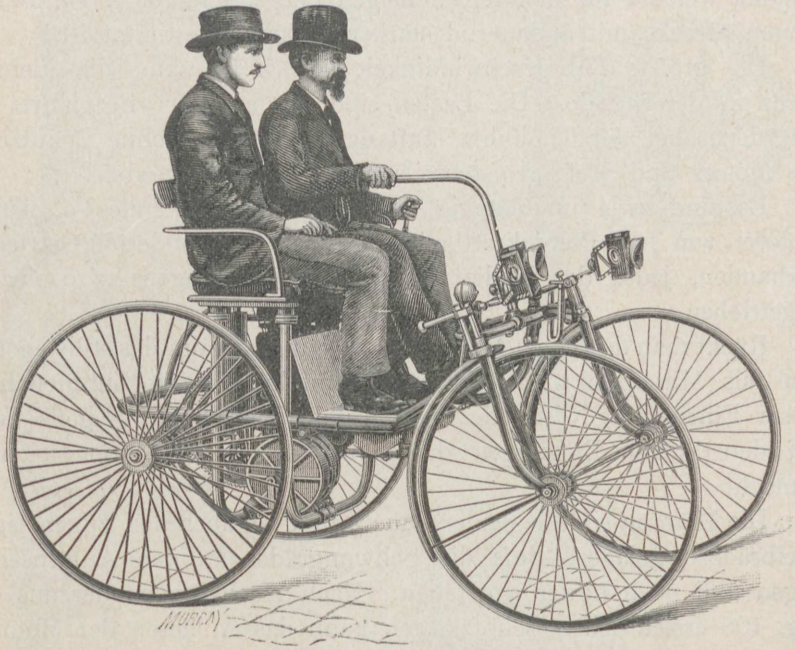


Fig. 107. Daimlers Motorenfahrrad.

Einschaltung von Zahnradvorgelegen für 6, 12 und 18 km per Stunde eingestellt werden.

Auf horizontaler guter Chaussee läfst sich eine Geschwindigkeit bis zu 22 km erreichen, dabei verbraucht man für 1,4 Pfennig Benzin per Kilometer. 1 l Benzin reicht aus, um 18—20 km zu durchfahren.

Je nach der Ausstattung kosten diese Wagen 3950 bis 4400 M.

Einen noch leichteren, nach Art der Fahrräder gebauten Wagen stellt Fig. 107 dar, die Räder haben Gummireifen. Antrieb und Lenkung erfolgt wie bei dem in Fig. 106 dargestellten Wagen durch Zahnräder.

Motorenwagen für den Transport von Lasten sind bisher nur wenig im Gebrauch, obgleich sich dieselben überall dort, wo starke

und lange Steigungen die Verwendung von Vorspannpferden nötig machen, ganz besonders empfehlen würden.

Ebenso dürfte sich die Beschaffung solcher Wagen für Ziegeleien, Steinbrüche, gröfsere Landgüter, Brauereien, Brennereien, Zuckerfabriken, Hüttenwerke etc., denen der Anschluſs an eine Eisenbahn fehlt, rentieren.

In den Figuren 108 und 109 ist ein Motoren-Lastwagen dargestellt, welcher für den regelmäfsigen Verkehr auf einer ca. 10 km langen Strecke mit andauernd starker Steigung bestimmt ist.

Die gröfste Fahrgeschwindigkeit beträgt 5½ km, die kleinste 2 km in der Stunde. Die Lasten sind nur auf der »Bergfahrt« zu befördern, bei der Thalfahrt läuft der Wagen fast ohne Benutzung des Motors und muſs gröfstenteils noch gebremst werden.

Es sind zwei unabhängig von einander arbeitende Petroleummotoren von je 5 Pferdekraft mit zugehörigen gesonderten Getrieben vorhanden, jedes der beiden Hinterräder des Wagens wird einzeln angetrieben.

Rückt man den einen Motor aus, so kann man um das stillstehende Rad als Mittelpunkt im Kreise herumfahren. Mit Zuhilfenahme dieser Einrichtung wird die Lenkung des beladenen Wagens auch auf den kurzen Biegungen der Gebirgsstraſsen zu einer leichten gemacht.

Die Motoren sind liegender Bauart und so über den zugehörigen Treibrädern gelagert, daſs die Schwungräder an den Aufsenseiten liegen und nach hinten vorstehen. Nach Hochklappen der aus der Fig. 108 ersichtlichen Schutzkästen kann das Anlassen der Motoren sehr bequem vorgenommen werden.

Ist der Wagen in Bewegung, so genügt auf horizontaler Strecke und guter Beschaffenheit der Straſse ein Motor zur Erhaltung der kleinen Fahrgeschwindigkeit; der zweite Motor kann ausgerückt und stillgesetzt werden. Erst vor Beginn der Steigung rückt man den zweiten Motor wieder ein. Das zugehörige Treibrad nimmt dann den stillstehenden Motor mit, versetzt ihn in Drehung, so daſs sich das Anlassen desselben ganz selbstthätig während der Fahrt vollzieht.

Die Übertragung der Kraft vom Motor auf die Treibräder erfolgt durch Riemen und Zahnräder. Von der Motoren-Riemscheibe *A* (Fig. 108) geht der Riemen nach der Scheibe *B*. Der Kranz von *B* wird durch Reibung von einstellbarer Gröfse mitgenommen, so daſs ein Stillstehen oder Langsamlaufen des Motors beim Anfahren, auch auf der Steigung, nicht zu befürchten ist.

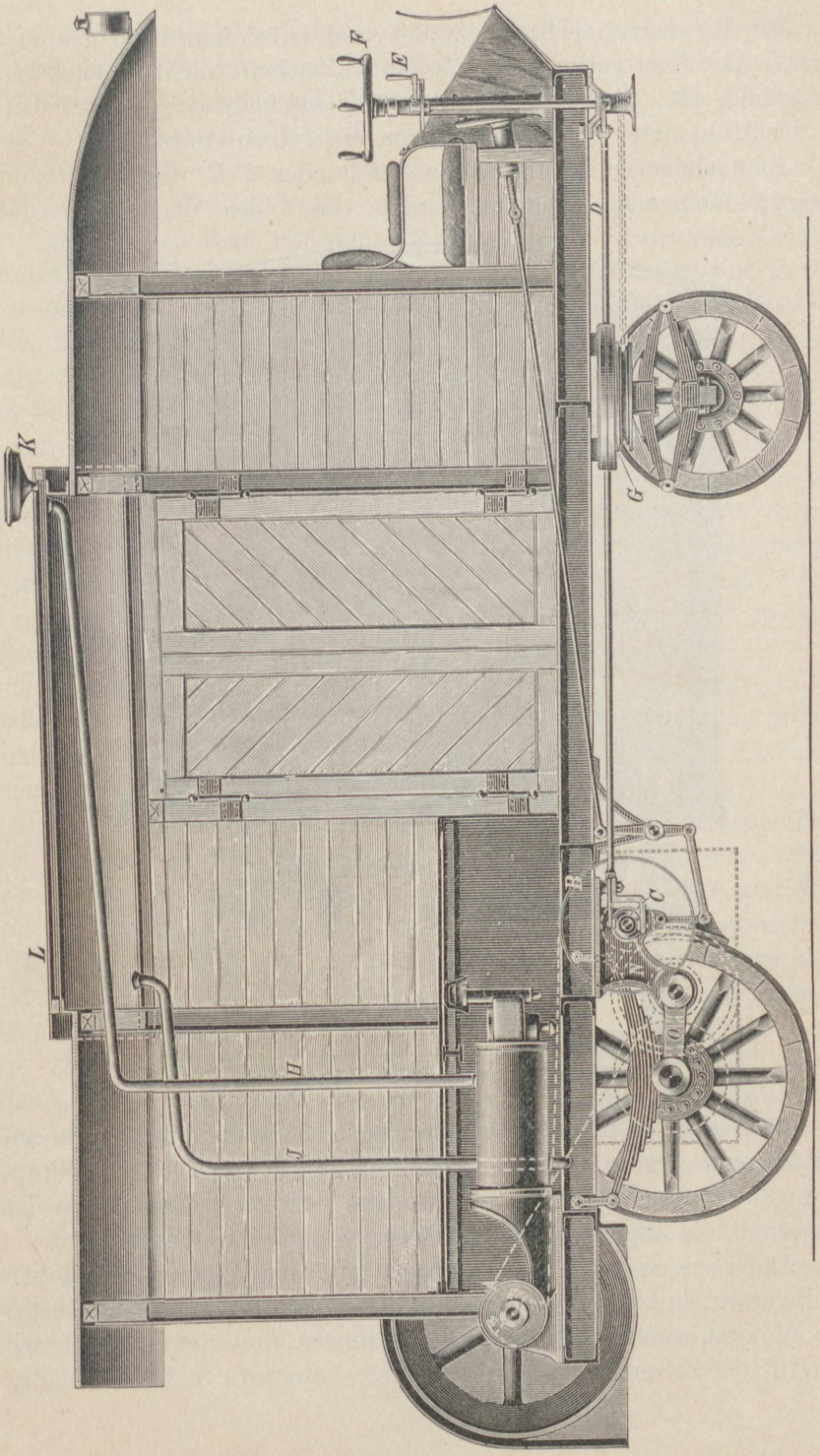


Fig. 108. Motoren-Lastwagen (Längsschnitt).

Die Riemen sind breit gewählt und aufserdem noch gekreuzt um die Scheiben gelegt, so dafs ein »Rutschen« nicht so leicht zu befürchten ist. Beide Wellen der Riemenscheibenvorgelege haben in der Mitte unter dem Wagenkasten ein gemeinsames Lager.

Je nachdem die Zahnradpaare $O\,Q$ oder $P\,R$ (Fig. 109) zum Eingriff ineinander gebracht werden, fährt der Wagen mit der

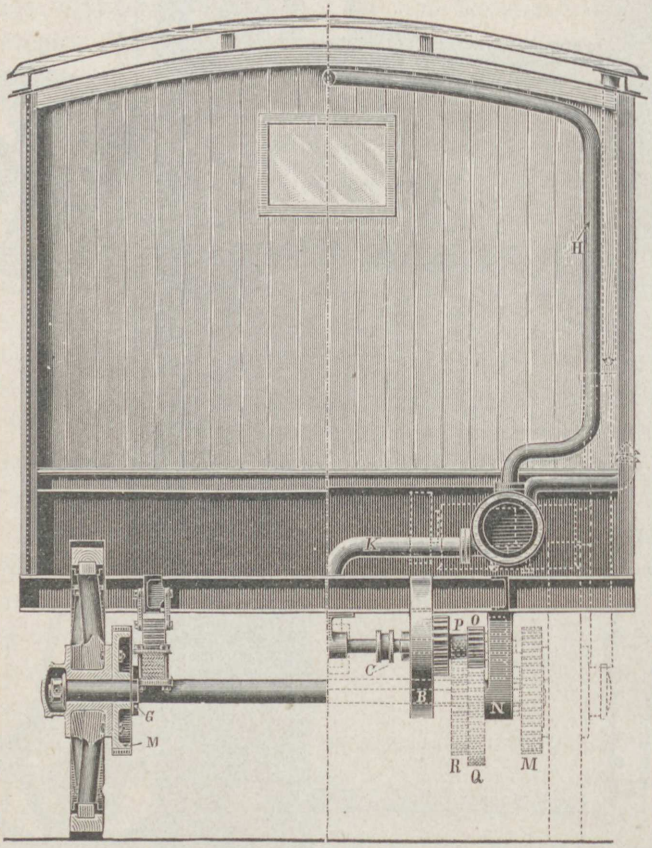


Fig. 109. Motoren-Lastwagen (Querschnitt).

kleineren oder gröfseren Geschwindigkeit. Anhalten und Anfahren des Wagens geschieht durch Aus- und Einrücken der Klauenkuppelungen C vom Führersitz aus, mittelst der auf beiden Seiten der Steuerradsäule angebrachten Handhebel E und Zugstangen D.

Anderweitige Züge, welche nicht auf den Figuren angegeben sind, vermitteln kleine Änderungen der Umdrehungsgeschwindigkeiten der Motoren innerhalb bestimmter Grenzen und den wechselnden Eingriff der Zahnräder $O\,Q$ und $P\,R$ für Langsam- und Schnellfahrt.

Die Lenkung des Wagens erfolgt vom Handrad *F* aus mittelst Kette und Kettenrolle durch Verdrehung des vorderen Radgestelles. Bei kurzen Biegungen und Wendungen nimmt man, wie schon erwähnt, die Motoren selbst mit zur Hilfe.

Bei der gewählten Zahnradübertragung mit Rädern von verhältnismäfsig kleinem Durchmesser, von denen das eine mit der Radnabe, das andere mit dem in den Federn hängenden Wagengestell verbunden ist, würde der richtige Eingriff der Zähne durch Schwankungen des Wagenkastens gestört werden und zu Stöfsen in den Rädern Veranlassung geben; damit diesem vorgebeugt wird, sind die Achsen der in Frage kommenden Räder durch die Schiene *G* so verbunden, dafs die Schwingungen nur im Kreise um die Treibachse erfolgen können, und die richtige Eingriffslage trotz der Schwingungen erhalten bleibt. Da in dem vorliegenden Fall die Dauer der Fahrt nur eine kurze ist und immer nur in gröfseren Pausen erfolgt, so ist von der Mitnahme einer gröfseren Kühlwassermenge oder einer besonderen Kühlvorrichtung Abstand genommen. Ein Theil der Wagendecke ist aus doppelten Blechen hergestellt, und der Zwischenraum zur Aufnahme des Kühlwassers benutzt.

Der Wasserraum ist höher wie die Wagendecke gelagert, so dafs auch seine untere Wand dem Luftzug zugänglich gemacht ist, und die Abkühlung des Wassers während der Fahrt eine erheblich starke wird.

Das Gefäfs *K* dient als Füllschale und als »Ausdehnungsgefäfs« für das sich anwärmende Wasser. Sobald sich das Wasser in den Wassermänteln der Arbeitscylinder erwärmt, steigt es vom höchsten Punkte der Cylinder durch Rohr *H* nach dem höchst gelegenen Punkt der Wasserdecke, kühlt sich hier ab, sinkt in den nach den tiefst belegenen Punkten der Arbeitscylinder führenden Röhren *I* (Fig. 108) zurück.

Das gesamte Triebwerk ist, wie in Fig. 108 punktiert angedeutet, durch einen dichten Kasten gegen Eindringen von Staub und Feuchtigkeit geschützt. Die Auspuffgase gehen durch die Rohre *K* zu einem gemeinsamen Schalldämpfer, welcher unter dem Wagen angebracht ist.

Die Antriebsriemscheibe *A* auf der Motorenwelle ist zweiteilig, so dafs sie leicht gegen eine gröfsere oder kleinere ausgewechselt werden kann, falls es sich darum handelt, dafs der Wagen unter anderen Steigungsverhältnissen seinen Dienst verrichten soll.

Schienen-Fahrzeuge mit Benzin- und Petroleummotorenbetrieb.

Während die Benutzung der Benzin- und Petroleummotoren zum Betrieb von Strafsenfahrzeugen noch vereinzelt zu nennen ist, findet man sie für Eisenbahnen häufiger in Anwendung.

Schon im Jahre 1880 war von der Hannoverschen Maschinenbau-Aktiengesellschaft vormals Georg Egestorff ein Eisenbahnfahrzeug mit Benzinmotorenbetrieb gebaut und benutzt worden, ohne dafs man jedoch damit an die Öffentlichkeit getreten wäre; auch andere ausländische Maschinenfabriken haben sich mit dem Bau



Fig. 110. Daimlers »Sommer-Waggonet«.

solcher Fahrzeuge beschäftigt. Als erster Eisenbahn-Motorenwagen, welcher sich dauernd in Benutzung erhalten hat, ist das in Fig. 110 dargestellte »Sommerwaggonet« zu bezeichnen.

Dasselbe stammt aus dem Jahre 1887 und unterhält seitdem den Personenverkehr zwischen dem Wilhelmsplatz und dem Kursaal in Cannstatt.

Auch in Norddeutschland ist dies originelle Fahrzeug durch seine Benutzung auf der nordwestdeutschen Gewerbe- und Industrieausstellung zu Bremen im Jahre 1890 bekannt geworden.

Wie aus Fig. 110 zu ersehen, besteht diese Fahrgelegenheit eigentlich nur aus zwei auf Rädern stehenden Sitzbänken, an deren hinteren Enden ein Kasten zur Aufnahme eines zweipferdigen Benzinmotors untergebracht ist. Auch der Wagenführer nimmt hier, auf einem Sattel, seinen Platz ein. Die Spurweite beträgt 600 mm.

Die Kraft wird durch Zahnräder vom Motor auf die Laufräder übertragen. Zum Schnell- und Langsamfahren (15 oder 7 km in der Stunde) sind zwei, während der Fahrt aus- und einrückbare, Zahnradvorgelege vorhanden. Einrichtung für Vor- und Rückwärtsfahrt ist nicht angebracht, vielmehr wird das Fahrzeug an jedem Endpunkt der Strecke auf einer kleinen Drehscheibe gedreht. Auf horizontaler Strecke kann noch ein gleich grofser Wagen angehangen werden. An Benzin wird pro Stunde Fahrzeit für ca. 34 Pfennige konsumiert.

Dimensionen und Preis des „Waggonets".

Spurweite	600—750 mm
Länge	4000 mm
Breite	1500 »
Höhe	2100 »
Radstand	1200 »
Durchmesser der Räder	540 »
Gewicht leer	750 kg
Anzahl der Sitzplätze	10—12
Preis netto	3800 Mk.

Fig. 111 stellt eine Draisine dar, wie sie seit dem Jahre 1887 von der Daimler-Motoren-Gesellschaft in verschiedenen Gröfsen gebaut wird.

Die Spurweite der Räder beträgt 600 mm. Sechs Personen finden auf den beiden Querbänken Platz. Es kann für 4—5 Stunden Fahrzeit Benzin mitgenommen werden. Das mitgeführte Kühlwasser reicht für eine Stunde aus.

Der Motor hat zwei Pferdekräfte. Die Kraftübertragung erfolgt durch Zahnräder in zwei Geschwindigkeiten für 11 und 21 km in der Stunde. Ein Wendegetriebe vermittelt die Fahrt nach vorwärts und rückwärts, welche für beide Geschwindigkeiten nach Belieben gewechselt werden kann.

Für eine Fahrt von 7 km Länge mit dauernder Steigung von 1 : 80 wurde bei einer Belastung von 5 Personen pro Kilometer für 2¼ Pfennige Benzin verbraucht.

Dimensionen und Preise dieser Draisinen.

Spurweite	mm	600	1000	1435
Gröfste Länge	»	2750	2750	2750
Gröfste Breite	»	1400	1450	1620
Radstand	»	1000	850	850
Raddurchmesser	»	550	550	550
Gewicht kompl.	kg	750	810	850
Preis netto	M.	3700	3800	4000.

Der in Fig. 112 dargestellte, gleichfalls von der Daimler-Motoren-Gesellschaft gebaute Eisenbahnwagen ist in erster, Ausführung für die Firma Fr. Krupp geliefert worden. Er vermittelt seit dem Jahre 1890 den Verkehr zwischen dem Kruppschen Schiefsplatz und der Stadt Meppen.

Der Wagen hat Abteilungen für II. und III. Klasse mit 17 bezw. 9 Sitzplätzen. Auf dem Hinterperron ist Platz für 8—10, auf dem (vorderen) Maschinenperron für 2 Personen.

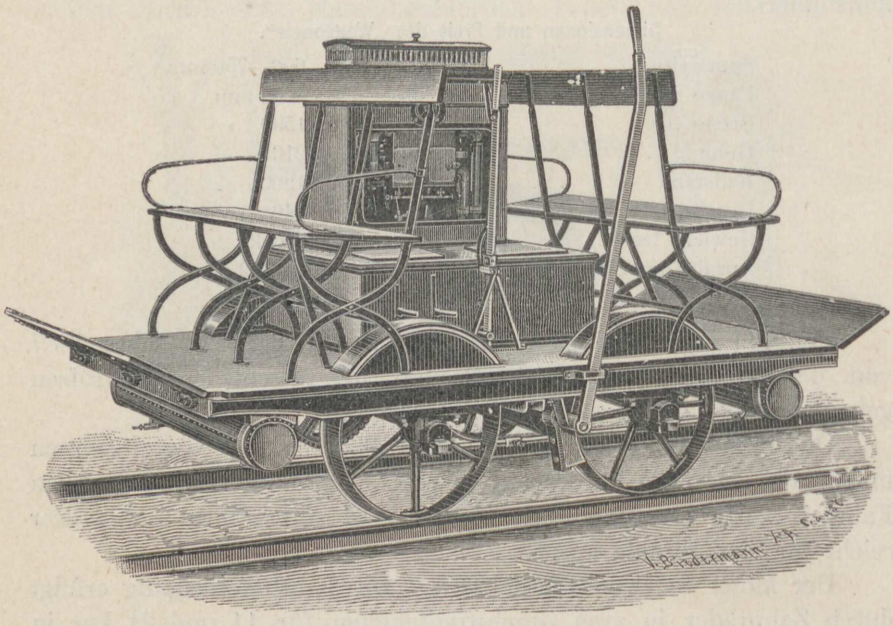


Fig. 111. Daimlers Draisine.

Die Hauptdimensionen des Wagens sind folgende:

Radstand	3350 mm
Raddurchmesser	800 »
Aufsere Länge des Wagenkastens . . .	5020 »
Äufsere Breite des Wagenkastens . . .	2200 »

Der viercylindrige Motor von 10 Pferdestärken ist auf dem Vorderperron angeordnet. Die Kurbelwelle liegt parallel zu den Wagenachsen. Die Kraft wird durch ein doppeltes Zahnradvorgelege und eine Gallsche Kette auf die vordere Wagenachse übertragen.

Auf der verlängerten Kurbelwelle befinden sich zwei leicht und stofsfrei einrückbare Reibungskuppelungen, jede in Verbindung mit einem Getriebe von 222 bezw. 348 mm Durchmesser verbunden;

letztere greifen in die zugehörigen Zahnräder von 590 und 464 mm Durchmesser einer Vorgelegewelle, welche sich je nach Einschaltung der einen oder anderen Reibungskuppelung mit verschiedener Geschwindigkeit dreht. Von dieser Vorgelegewelle wird nun mittelst weiterer Zahnräder im Verhältnis von 252 : 420 eine Kettenradwelle angetrieben, von welcher die zugehörige Kette nach der Wagenachse herübergelegt ist. Das Kettenrad auf der Vorgelegewelle hat 20, das auf der Wagenachse 30 Zähne. Die Gesamtübersetzung ist

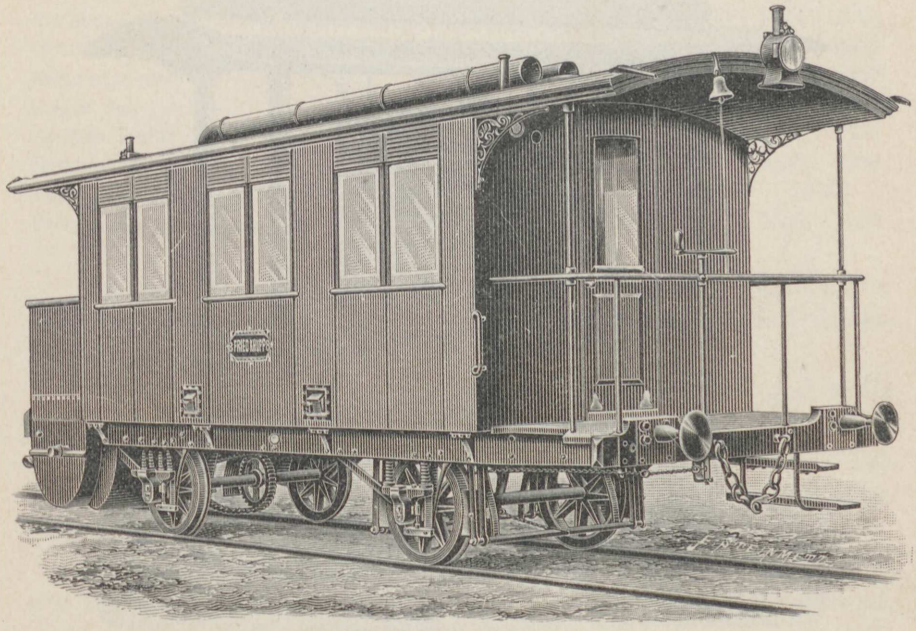


Fig. 112. Eisenbahn-Motorenwagen.

derart bemessen, dafs bei 440 Umgängen des Motors in der Minute der Wagen mit 10 km bezw. 20 km in der Stunde fahren kann.

Zum Rückwärtsfahren werden die Stirnräder zwischen der Vorgelege- und Kettenradachse aufser Eingriff gebracht, und dafür ein verschiebbares Zwischenzahnrad eingerückt, welches mit grofser Übersetzung die Kraft von der Motorenwelle direkt nach der Kettenradwelle überträgt. Die letztere dreht sich infolge dieses direkten Antriebes jetzt in entgegengesetztem Sinne wie vorher.

Die Auspuffgase strömen in einen gemeinsamen, als Schalldämpfer wirkenden Auspufftopf, welcher in Form eines vertikalen Rohres hinter dem Motor angeordnet ist, von hier aus werden sie über das Dach hinausgeführt.

Das Kühlwasser ist in den beiden auf dem Wagendach liegenden doppelwandigen Blechrohren untergebracht. Die äufsere und innere Oberfläche der Rohre wird bei der schnellen Fahrt des Wagens energisch abgekühlt, so dafs ein geringer Wasservorrat für die Kühlung ausreicht.

Die Bewegungsmechanismen für die Steuerung des Motors befinden sich nur auf der einen Stirnseite des Wagens — dem

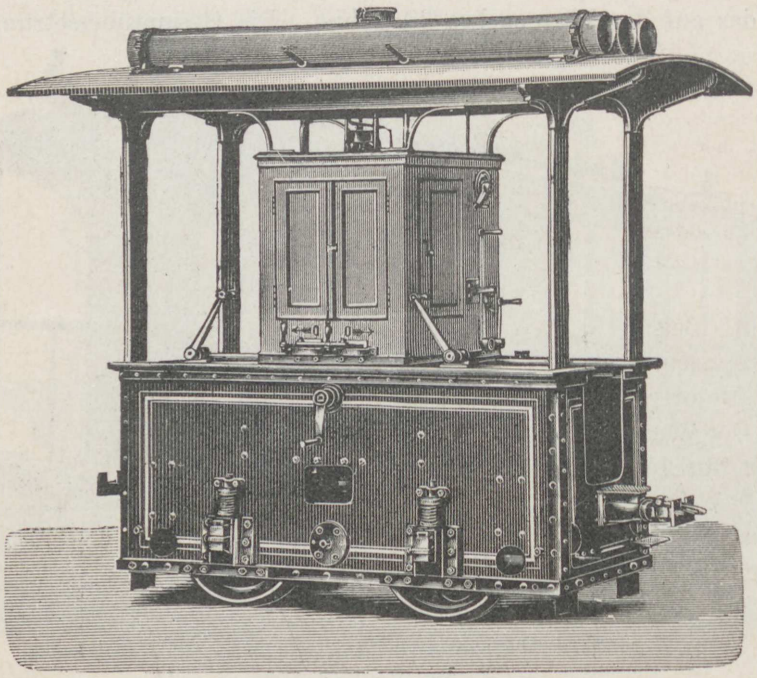


Fig. 113. Lokomotive der Daimler-Motoren-Gesellschaft in Cannstatt.

Maschinenperron —. Auch beim Rückwärtsfahren behält der Führer seinen Platz beim Motor. Das Gewicht des Wagens in betriebsfähigem Zustand beträgt 8335 kg.

Für den Betrieb von Lokomotiven auf Schmalspurbahn finden Benzin- und Petroleummotoren vielfach Verwendung. In Fig. 113 ist eine solche Lokomotive dargestellt.

Der Antrieb der Laufräder, der Wechsel der Fahrgeschwindigkeit und die Umkehr der Fahrrichtung erfolgen durch Reibungskuppelungen und Zahnräder in derselben Weise, wie dies für den Eisenbahnwagen (Fig. 112) beschrieben wurde. Meistenteils sind jedoch Vorgelege für drei Geschwindigkeiten, $4^1/_2$, 9 und 16 km in der Stunde, vorhanden.

Die Erniedrigung der Kühlwassertemperatur erfolgt ebenfalls in doppelwandigen Cylindern, welche auf dem Dach der Lokomotive untergebracht sind.

Preise und Dimensionen der Daimler-Lokomotiven.

Pferdestärken		4		6	
Lichte Spurweite	mm	600	1000	600	1000
Durchmesser der Räder	»	540	540	540	540
Radstand	»	1200	1200	1224	1224
Gröfste Länge inkl. Puffer	»	2600	2600	2600	2600
Rahmen-Breite	»	1200	1400	1200	1400
Breite des Daches	»	1600	1800	1800	1900
Gröfste Höhe	»	2600	2600	2730	2730
Gewicht kompl. ca.	kg	1800	1940	2400	2550
Zugkraft auf horizontaler Strecke	»	7000		14000	
Preis netto ab Fabrik ohne Verpackung	M.	6300	6500	7500	7750

Als Beispiel der Verwendung von Benzin- und Petroleummotoren für Strafsenbahnen sei der in Fig. 114 und 115 dargestellte Daimlersche Motoren-Strafsenbahnwagen angeführt.

Der Wagen hat die normale Spurweite von 1435 mm und bietet Raum für 18 Personen (10 Sitzplätze, 8 Stehplätze).

Der Radstand ist 1400 mm. Raddurchmesser 700 mm. Die Federung des Wagens erfolgt durch Gummipuffer zwischen den Achsbüchsen und dem Wagenkasten.

Zwischen den Achsen, an einer Seite des Wagens, ist der 5½ Pferdekraft starke Motor auf einem eisernen Rahmen angebracht, welch letzterer seine Aufhängung direkt an den Achsbüchsen hat; durch diese Befestigungsart wird vermieden, dafs sich die Erschütterungen des Motors und des Getriebes auf den Wagenkasten übertragen.

Der Motor hat die Form des in Kapitel 4 dargestellten Daimlerschen Zwillingsmotors mit schrägen Cylindern. Die Übertragung der Kraft auf die Wagenachse erfolgt auch hier durch Zahnradvorgelege. Die Kurbelwelle des Motors trägt auf der Verlängerung zwei Reibungskuppelungen, mittelst welcher nach Belieben ein kleines und ein grofses Zahnradvorgelege angetrieben wird und der Wagenachse durch weitere Zahnradübersetzung eine grofse und eine kleine Umdrehungsgeschwindigkeit erteilt werden kann.

Die Fahrgeschwindigkeiten, welche in solcher Weise dem Wagen erteilt werden, entsprechen 14,6 und 9,7 km in der Stunde. Die

eingeschaltenen Reibungskuppelungen gestatten auch hier ein sicheres Anfahren und ein Wechseln der Geschwindigkeit während der Fahrt. Da ein unmittelbarer Übergang von der Vorwärts- in die Rückwärtsfahrt für einen Straſsenbahnwagen nicht gefordert wird, so ist von einer Umkehr der Bewegung durch Wendegetriebe abgesehen. Am Endpunkt der Strecke angekommen, hält man den Motor an,

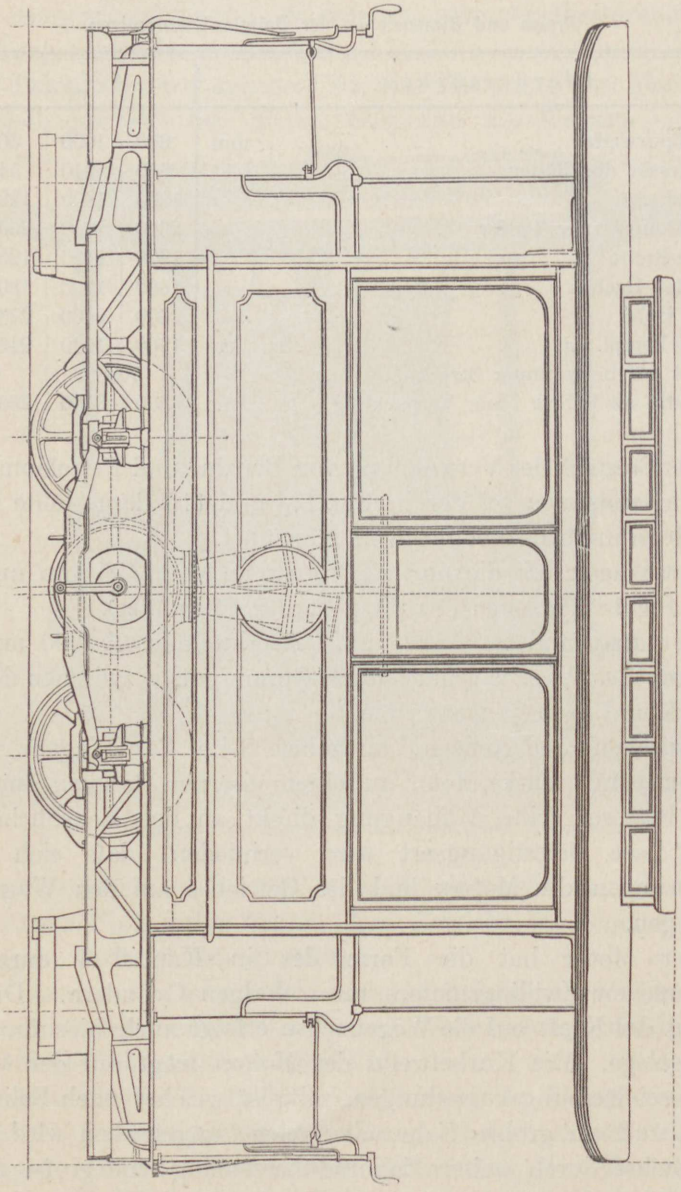


Fig. 114. Motoren-Straſsenbahnwagen der Daimler-Motoren-Gesellschaft in Cannstatt.

rückt eine zweite Steuerung für den Rückwärtsgang ein und bringt ihn dann in umgekehrter Richtung in Betrieb. Die Handhaben zur Bedienung des Wagens sind entsprechend den verschiedenen Fahrrichtungen doppelt vorhanden. Die Kühlung geschieht auch hier durch Doppelwand-Cylinder, die auf dem Wagendach ihren Platz haben; eine kleine Pumpe versetzt das Wasser in Zirkulation.

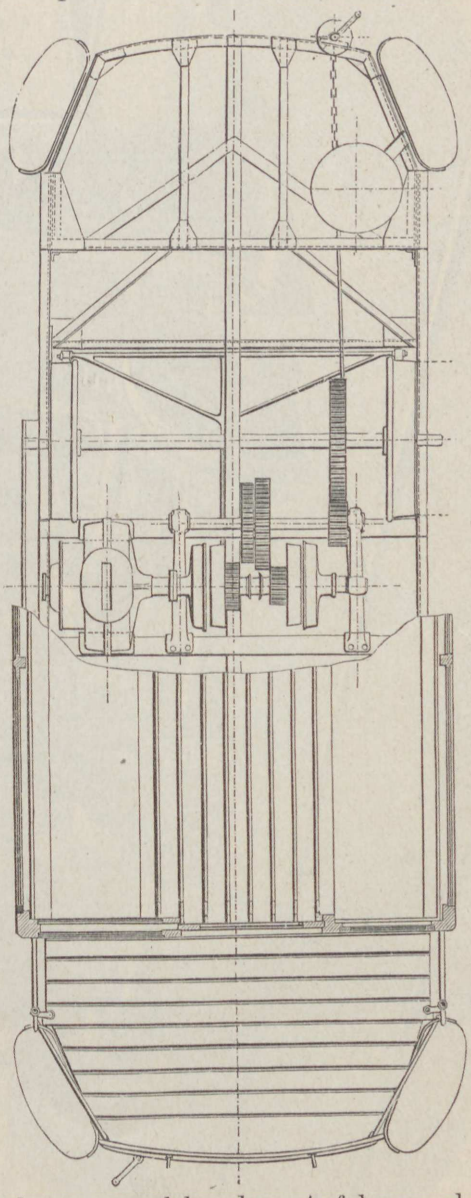


Fig. 115. Obere Ansicht des Motoren-Strafsenbahnwagens.

Vorzüglich geeignet sind die Benzin- und Petroleummotoren auch für den Betrieb der Schiebebühnen und Drehscheiben.

Fig. 116 stellt eine Anlage dar, wie sie von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover mehrfach zur Ausführung gebracht ist. Zum Betrieb dient ein Motor von vier Pferdestärken, welcher seine Kraft durch Zahnradvorgelege im Verhältnis von 1:24 auf die Laufräder der Schiebebühne überträgt. Die Fahrgeschwindigkeit der Bühne beträgt 0,3—0,4 m in der Sekunde.

Da es sich hier um die Bewegung einer schweren Last handelt — Lokomotive mit Tender in betriebsfähigem Zustand und die Bühne selbst wiegen ca. 70—80000 kg —, so sind die üblichen Reibungs-Kuppelungen, welche das »Anfahren« ohne Geschwindigkeitsverminderung des Motors ermöglichen, hier mit ganz besonderer Sorgfalt ausgeführt.

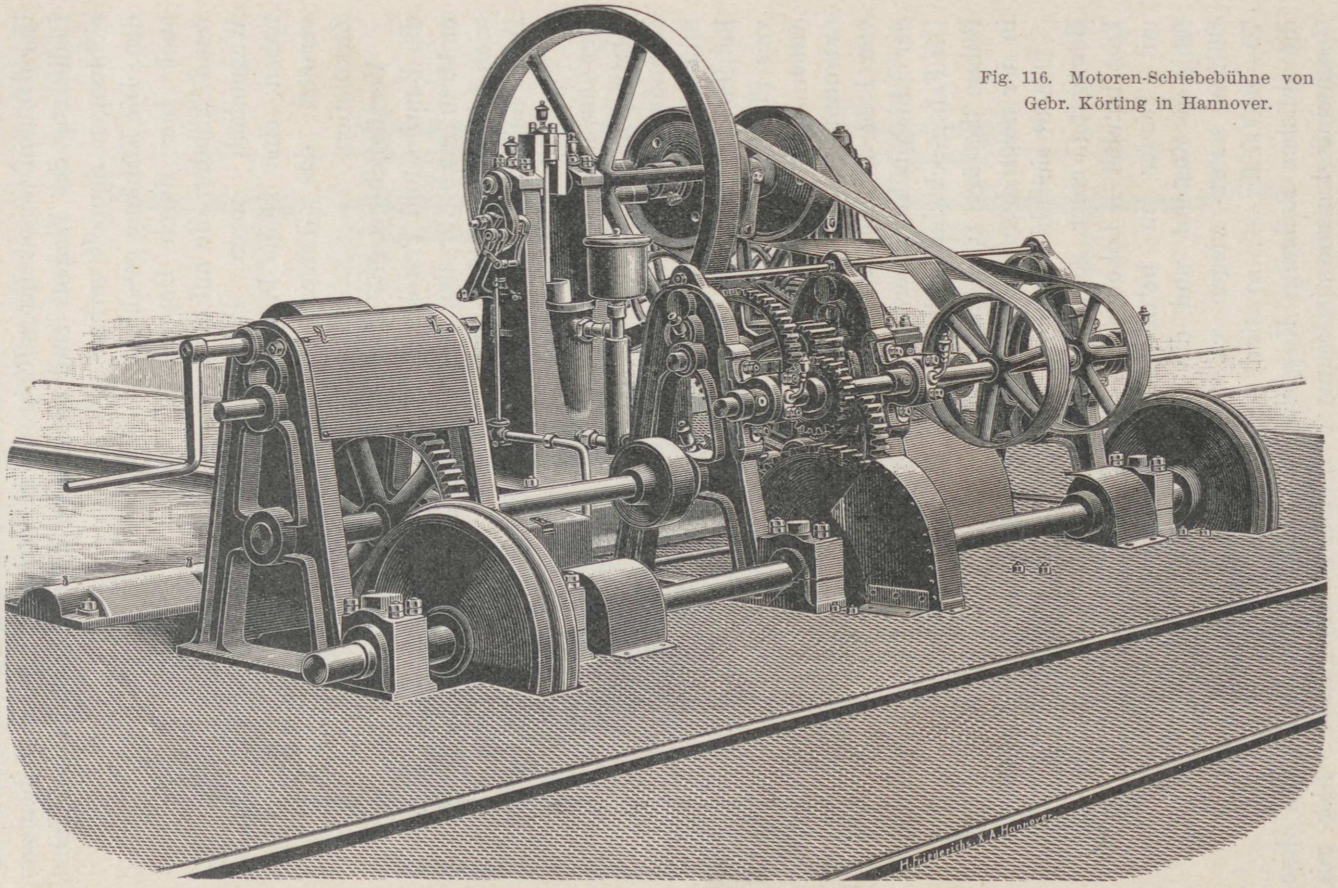


Fig. 116. Motoren-Schiebebühne von Gebr. Körting in Hannover.

Wie ersichtlich, wird die Kraft vom Motor auf das Zahnradvorgelege durch Riemen übertragen. Vor- und Rückwärtsfahrt wird durch je einen offenen und einen gekreuzten Riemen vermittelt, jedoch nicht durch abwechselndes Verschieben der Riemen über lose und feste Scheiben, sondern es ist für jeden Riemen ein besonderes festes Scheibenpaar vorhanden, und können die auf der Motorenwelle befindlichen Scheiben durch innenliegende Reibungskuppelungen einzeln aus- und eingerückt werden. Jede Reibungskuppelung ist mit Einrichtungen versehen, durch welche bei eintretender Abnützung die bestimmte Gröfse der zu übertragenden Kraft immer wieder berichtigt werden kann.

Der Betrieb der Schiebebühnen bringt es mit sich, dafs dieselben nur in gröfseren Pausen auf kurze Zeit benutzt werden. Von der Mitführung eines besonderen Kühlwasservorrates kann hier also ganz abgesehen werden. Der im Wassermantel des Motors befindliche Vorrat genügt dem Zweck vollkommen und ist nur durch ein mit dem Wasserstutzen verbundenes Gefäfs dafür gesorgt, dafs das Wasser bei seiner Erwärmung und damit zusammenhängenden Ausdehnung Platz findet. Dasselbe Gefäfs dient auch zum Nachfüllen von Wasser, wenn sich der Vorrat durch Verdunstung vermindert hat.

Da die Bühnen meist in ungeheizten Räumen liegen und Tag und Nacht betriebsbereit sein müssen, so ist man in diesem Fall in der eigentümlichen Lage, das Kühlwasser zur Winterzeit besonders anwärmen zu müssen, damit es nicht gefriert. Zu diesem Zweck sind, wie aus der Abbildung zu ersehen, Ein- und Auslafsstutzen für das Kühlwasser durch ein Rohr verbunden; dasselbe trägt oben das schon erwähnte Ausdehnungsgefäfs und ist unten mit einem Blechmantel umgeben. In dem Raum zwischen Rohr und Blechmantel brennt im Winter Tag und Nacht eine Petroleumlampe, welche den gesamten Wasservorrat in steter Zirkulation und gelinder Wärme erhält.

Als Reserve ist neben dem Motor noch eine Handwinde aufgestellt, welche in Benützung genommen wird, falls der Motor einmal gereinigt oder repariert werden soll.

Wasser-Fahrzeuge mit Benzin- und Petroleummotorenbetrieb.

Benzin- und Petroleummotoren für den Betrieb kleinerer Wasserfahrzeuge sind heute nichts neues mehr, man findet dieselben in allen Hafenstädten zahlreich in Benützung. Neben den geringen Anschaffungskosten fällt wohl vor allen Dingen der Umstand ins Gewicht, dafs der Motor eines geschulten Wärters nicht bedarf, selbst bei

gröfseren Personenbooten versieht der Schiffsführer den Dienst des Steuermannes und Maschinisten in einer Person. Auch das geringe Gewicht des Motors, die stetige Betriebsbereitschaft, die Vermeidung

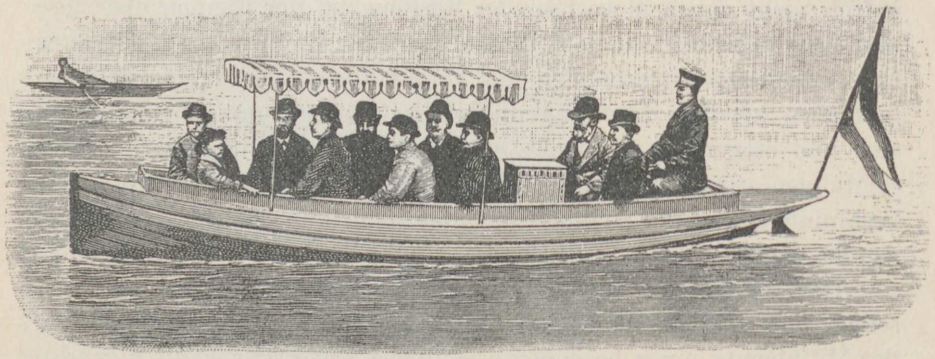


Fig. 117. Daimlers Motorenboot.

von Rauch und Hitze werden dazu beigetragen haben, dafs diese Verwendungsart der Benzin- und Petroleummotoren so schnell Eingang gefunden hat.

Als erstes mit einem Benzinmotor ausgerüstetes Wasserfahrzeug ist das in Fig. 117 dargestellte Motorenboot des Ingenieurs Daimler vom Jahre 1886 zu bezeichnen. Dasselbe war mit einem Motor von 2 Pferdekräften ausgerüstet, als Fortbewegungsorgan diente die ‚Schiffsschraube'.

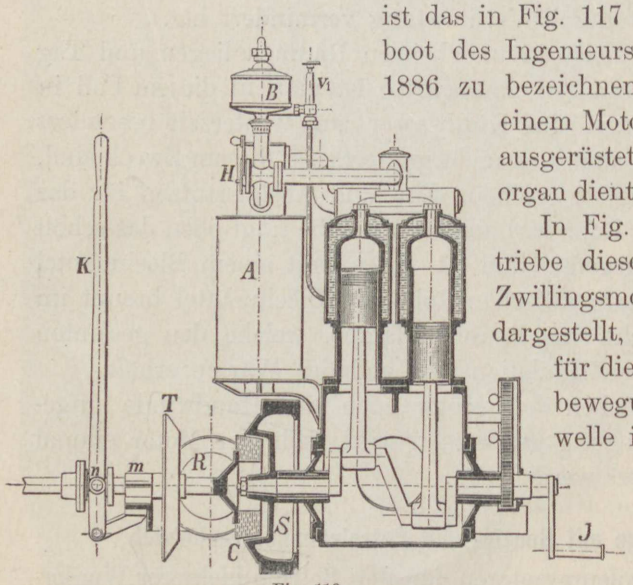


Fig. 118.

In Fig. 118 ist der zum Betriebe dieses Bootes verwendete Zwillingsmotor im Längsschnitt dargestellt, auch die Einrichtung für die Vor- und Rückwärtsbewegung der Schraubenwelle ist hier ersichtlich.

Für die Vorwärtsfahrt des Bootes wird die Motoren- und Schraubenwelle durch die Reibungskuppelung $C\,S$ direkt verbunden. Soll Rückwärtsgang eintreten, so bringt man mittelst des Hebels K zuerst den Reibungskonus C aus seinem festen Lager in S, hebt also die direkte Verbindung der

Motorenwelle mit der Schraube auf und setzt bei noch weiterem Zurückziehen des Hebels *K* die Zwischenrolle *R* in Berührung mit der Reibungsrolle *T* und der entsprechenden konischen Fläche des Schwungrades, wodurch die Drehungsrichtung der Schraubenwelle umgekehrt wird.

A ist der Benzinverdampfapparat. *H* der Regulierhahn für die Einstellung des Gemisches, mit Hilfe deren man auch die Langsamfahrt bewirkt. Die Kurbel *J* dient zum Anlassen des Motors.

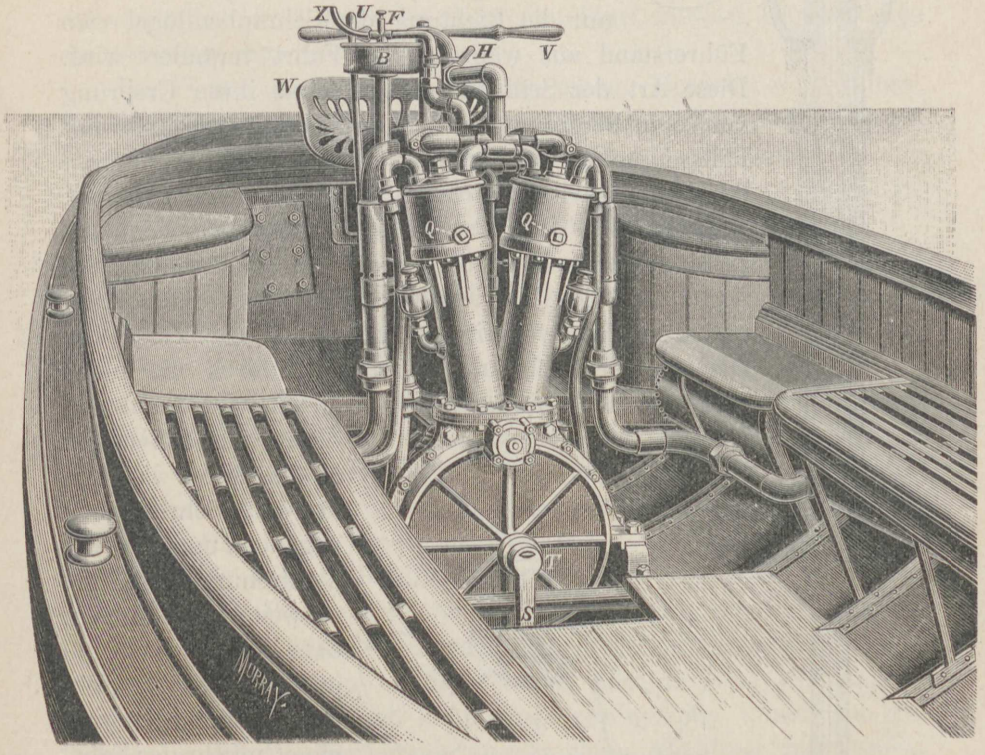


Fig. 119. Innere Ansicht eines Motorenbootes.

Ein Motorenboot aus Stahlblech mit Maschine von 2 Pferdekräften kostet bei einer Länge von 6 m ca. 4500 Mark.

Die Daimler-Motoren-Gesellschaft baut Boote in Eichenholz und Stahlblech bis 12 m Länge mit Motoren bis 10 Pferdekräften.

In Fig. 119 ist die innere Ansicht eines in Amerika gebauten Motorenbotes dargestellt.

Dasselbe ist mit dem in Kapitel 5 beschriebenen Daimlerschen Zwillingsmoter ausgerüstet. *W* ist der Sitz für den Steuermann, *V* die Handhabe für das Steuer. *U* der Umsteuerhebel für den Motor,

H der Hebel für Einstellung des Gemisches. Alle zur Bedienung des Motors nötigen Handhabungen können vom Steuermann verrichtet werden, ohne dafs er nötig hätte, seinen Sitz zu verlassen.

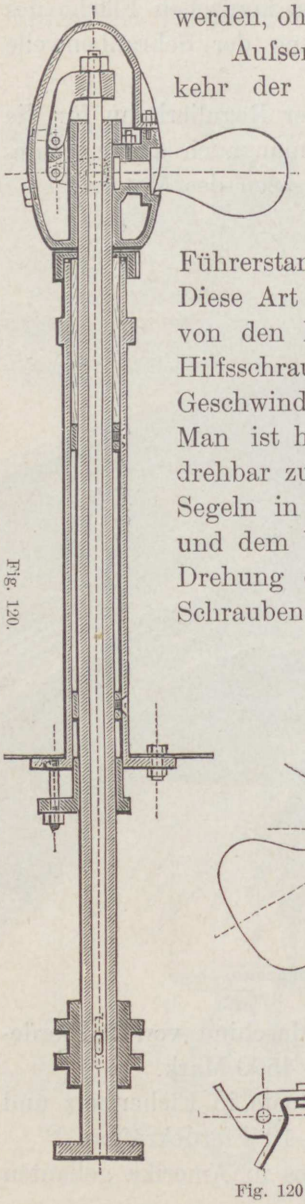


Fig. 120.

Aufser der beschriebenen Einrichtung zur Umkehr der Fahrrichtung mittelst Wendegetriebes ist noch eine andere Einrichtung im Gebrauch, bei welcher die Schraubenwelle stets in fester Verbindung mit der Motorenwelle bleibt und nur die Richtung der Schraubenflügel vom Führerstand aus während der Fahrt verändert wird. Diese Art der Schiffsschrauben leitet ihren Ursprung von den Bemühungen her, gröfsere Segelschiffe mit Hilfsschrauben auszurüsten, welche beim Segeln die Geschwindigkeit des Schiffes möglichst wenig hemmen. Man ist hier dazu übergegangen, die Schraubenflügel drehbar zu machen, so dafs die Schraubenfläche beim Segeln in die Fahrrichtung eingestellt werden kann und dem Wasser geringen Widerstand darbietet. Die Drehung der Schraubenflügel wird durch die hohle Schraubenwelle hindurch vollzogen. Bei der Benützung dieser Schrauben für Motorenboote ist man nun einen Schritt weiter gegangen und wird die Verdrehung der Flügel so weit vorgenommen, dafs sie die entgegengesetzte Steigungsrichtung annehmen und eine Umkehr der Fahrrichtung hervorrufen.

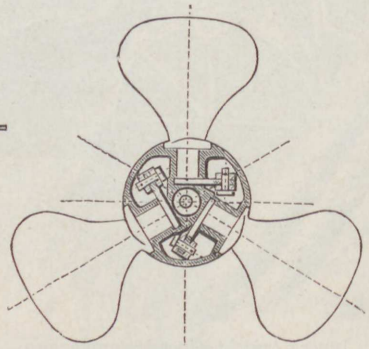


Fig. 120a.

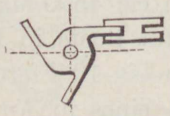


Fig. 120b.

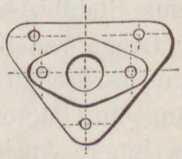


Fig. 120c.

Bootschraube mit drehbaren Flügeln von Grob & Co.

In Fig. 120 a, b und c ist die Konstruktion einer verstellbaren Schiffsschraube dargestellt, wie sie von der Petroleummotorenfabrik von Grob & Co. in Leipzig-Eutritzsch für ihre Motorenboote angewendet wird. Aus den Figuren ist ersichtlich, dafs die in der hohlen Schraubenwelle liegende

Zugstange hinten in einem dreiflügligen Querhaupt (Fig. 120 b) endigt, welches mittelst kurzer Gelenkstangen die an den Zapfen der Schraubenflügel befestigten Hebel erfafst, wie in Fig. 120 punktiert angedeutet.

Im Innern des Schiffskörpers, dort wo der Führer seinen Stand hat, sind Schraubenwelle und Zugstange quer durchbohrt und zwar so, dafs mittelst eines durch das Querloch gesteckten Keiles die Zugstange hin- und hergezogen werden kann. Fest verbunden mit dem Keil ist wiederum ein auf der Welle gleitender Schleifring, von dem aus dann die Umstellung der Schraubenflügel mittelst Händelstange etc. vorgenommen werden kann.

Die Nabe der Schraube ist zu einem Hohlkörper erweitert, welcher den ganzen Bewegungsmechanismus für die Schraubenflügel in sich aufnimmt. Da auch die Zapfen der Flügel dichtend in den Nabenkörper eingepasst sind, so kann das Wasser nicht durch die hohle Schraubenwelle hindurch in den Schiffsraum eindringen.

Die Schraubenwelle selbst läuft in der üblichen langen Büchse — dem Schraubenrohr — und ist dort, wo sie im Innern des Schiffes aus dem Rohr heraustritt, mit einer Stopfbüchse abgedichtet. Fig. 120 c ist die Stirnansicht dieser Stopfbüchse.

Die von der genannten Fabrik für »Bootsmotore« gewählte Konstruktion ist in Fig. 41 und 42 in Kapitel 5 zur Beschreibung gelangt.

Ein gröfseres Boot mit 12 Pferdekraft starkem Viercylindermotor und Umsteuerung durch Verdrehung der Schraubenflügel stellen die Figuren 121 und 122 dar.

Das Boot ist dazu bestimmt, den Verkehr einer gröfseren Hafenstadt mit seinen Vororten zu vermitteln, mufs also mit Einrichtungen für Personen- und Güterbeförderung, zum Ein- und Ausheben gröfserer Lasten eingerichtet sein. Dabei hat das Boot die zum »Schleppen« nötigen Vorkehrungen und kann einen genügenden Vorrat von Petroleum in der am Vorderende angebrachten Abteilung mitnehmen, um den ganzen Tag in Thätigkeit zu sein.

Diesen Anforderungen entsprechend, ist nur der hintere Teil des Schiffes mit einer Kajüte versehen, auf deren Deck ebenfalls Sitzplätze angebracht sind. Der vordere Schiffsraum ist frei geblieben und dient zur Aufnahme der Frachtgüter.

Zum schnellen »Laden und Entladen« ist an dem Mast ein Ladebaum mit Motorenwinde angebracht. Zum Betriebe derselben reicht der halbe Motor aus, und sind Einrichtungen getroffen, dafs die nach der Winde belegene Hälfte des Motors für sich allein arbeiten kann. Der Steuermann und Motorenwärter in

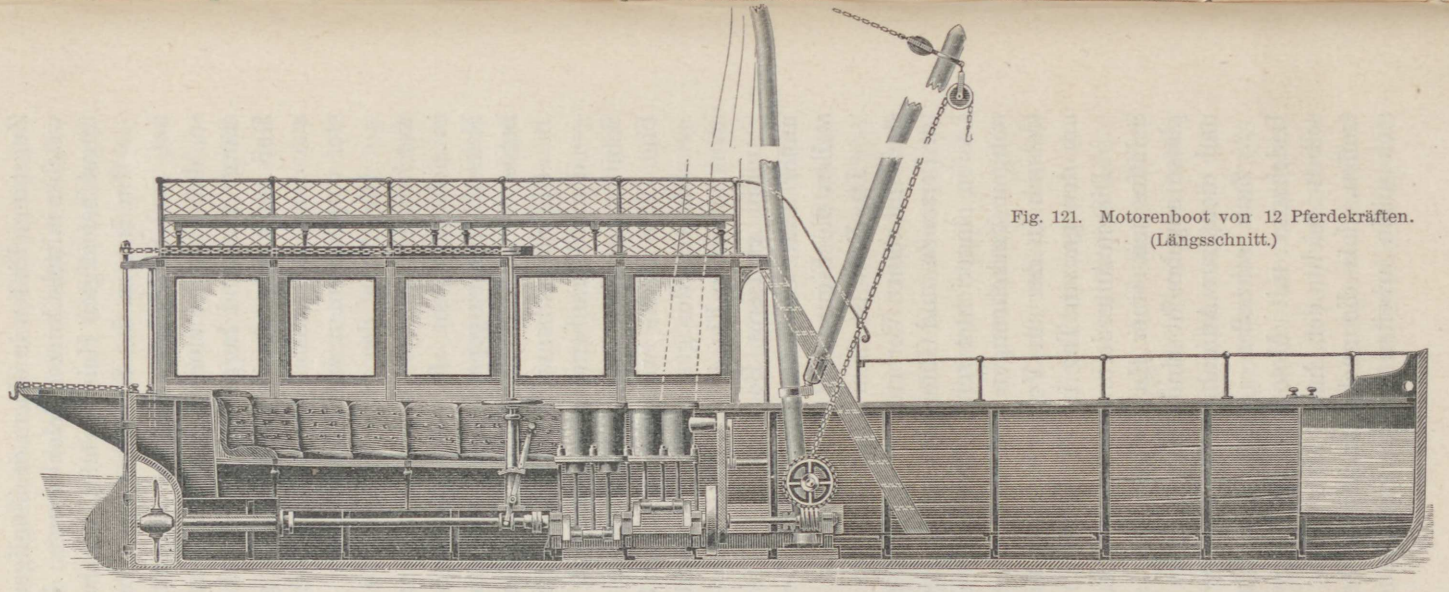


Fig. 121. Motorenboot von 12 Pferdekräften.
(Längsschnitt.)

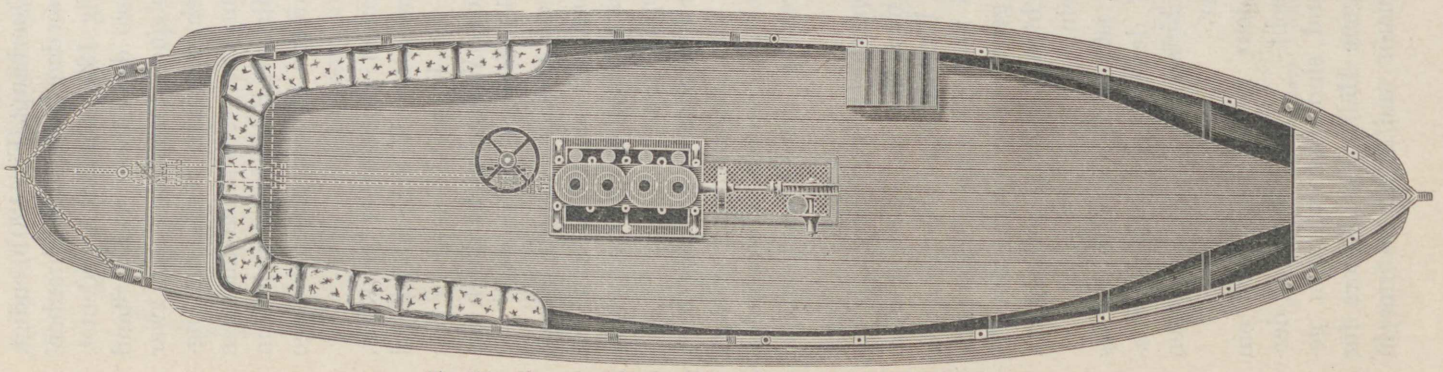


Fig. 122. Obere Ansicht des Motorenbootes von 12 Pferdekräften.

einer Person hat seinen Stand in unmittelbarer Nähe des Motors, so dafs von hier aus die Lenkung des Fahrzeuges in sicherster Weise erfolgt.

Die Welle des Steuerrades ist durch das Kajütendeck hindurchgeführt, und wird von hier aus durch eine Kette die Kraft auf das Steuer übertragen.

Auch für Fährboote sind die Benzin- und Petroleummotoren mehrfach im Gebrauch; ein Beispiel für derartige Verwendung eines Benzinmotors stationärer Bauart bietet die in Fig. 123 dargestellte Fähre. Dieselbe ist für einen Flufs von geringer Breite und schwacher Strömung bestimmt.

Das Fahrzeug ist in der bei Dampffährbooten üblichen Weise auf jedem Ende mit einem Steuer versehen, so dafs nicht gewendet werden braucht. Für die Vor- und Rückfahrt, welche jedesmal nur kurze Zeit in Anspruch nimmt, ist je eine besondere Schiffsschraube vorhanden, welche durch konische Räder direkt vom Motor angetrieben wird. Es sind immer beide Schrauben in Bewegung, und werden sie nur dadurch zur abwechselnden Wirkung gebracht, dafs man die eine oder die andere mittelst Winkelhebel und Händelstangen in das Wasser taucht.

Beide Winkelhebel sind, wie aus der Abbildung ersichtlich, durch eine Zugstange verbunden,

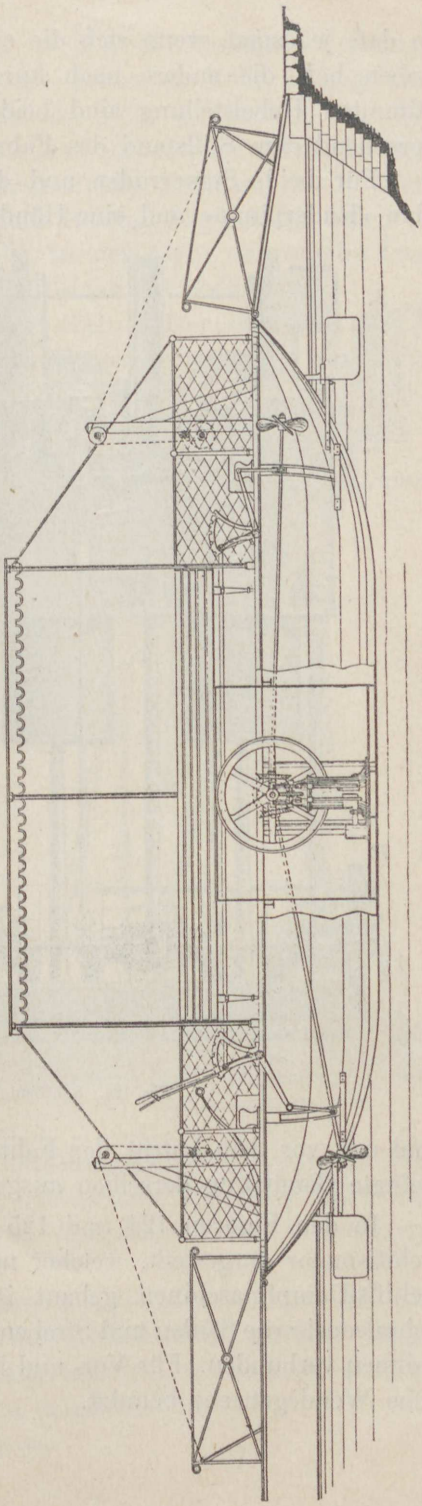


Fig. 123. Motoren-Fährboot.

so dafs jedesmal, wenn sich die eine Schraube aus dem Wasser gehoben hat, die andere nach kurzer Zeit eintaucht. Bei einer bestimmten Hebelstellung sind beide Schrauben aufser Wasser, entsprechend dem Stillstand des Fahrzeuges.

Für beide Steuerruder und die beiden Winkelhebel ist nur je eine »Ruderpinne« und eine Händelstange vorhanden, welche jedes-

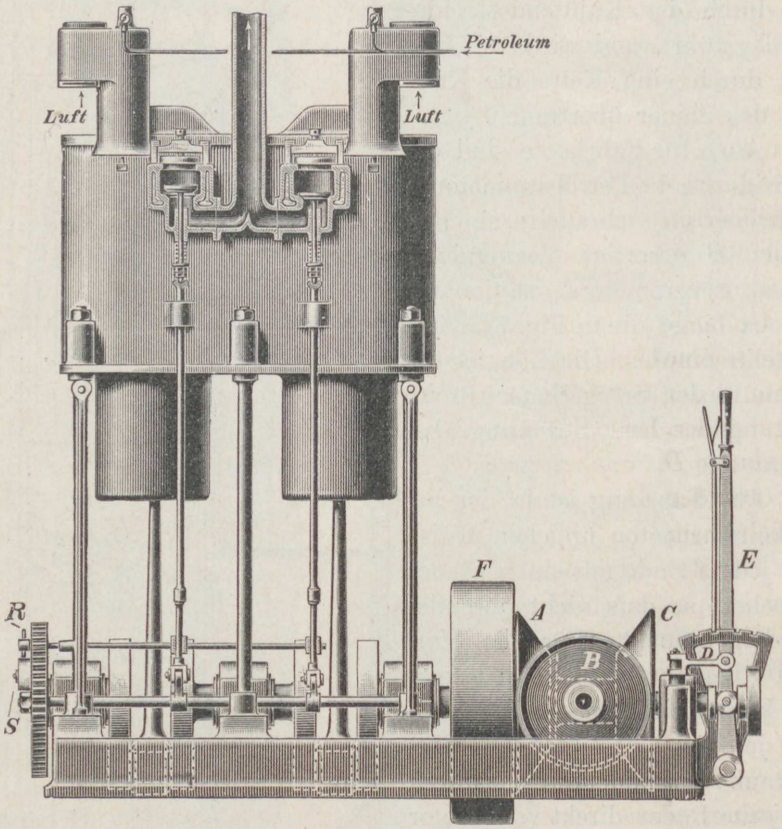


Fig. 124. Schiffsmotor (Längsansicht).

mal erst vor dem Antritt der Fahrt aufgesteckt werden, so dafs unbefugte Benützung derselben ausgeschlossen ist.

In den Figuren 124 und 125 ist noch ein gröfserer Zwillings-Schiffsmotor dargestellt, welcher nach Art der heute gebräuchlichen Schiffs-Dampfmaschinen gebaut ist. Das Cylinderpaar ist durch schmiedeeiserne Säulen und Streben mit dem gufseisernen Fundamentrahmen verbunden. Für Vor- und Rückwärtsfahren wird das Daimlersche Wendegetriebe benutzt.

F ist die Schwungradscheibe. A B C die konischen Reibungsrollen für das Wendegetriebe — der konischen Rolle B liegt eine gleiche, auf der Figur nicht sichtbare Rolle gegenüber —. Wie gelegentlich Beschreibung des ersten Motorenbootes erwähnt, ist auch hier für den Vorwärtsgang die Schraubenwelle direkt mit der Motorenwelle durch die punktiert angedeutete Reibungskuppelung, welche in der Rolle A liegt, verbunden. Die in der Figur dargestellte Lage der Händelstange E entspricht dem Stillstand des Bootes, bei ihr ist die Reibungskuppelung eben aufser Berührung mit A gebracht. Legt man E noch weiter zurück, so wird zwar C auch mitgezogen, aber durch eine entsprechende Winkelhebelübersetzung schieben sich die Rollen B schneller quer zur Wellenrichtung vor, sie berühren schliefslich die Umfänge von A und C und veranlassen eine Umkehr in der Bewegungsrichtung der Schraubenwelle. Zur Bewegung der Rollen B dient die kleine Zugstange D, welche mit dem erwähnten, auf der Figur nicht angedeuteten Hebelsystem in Verbindung steht.

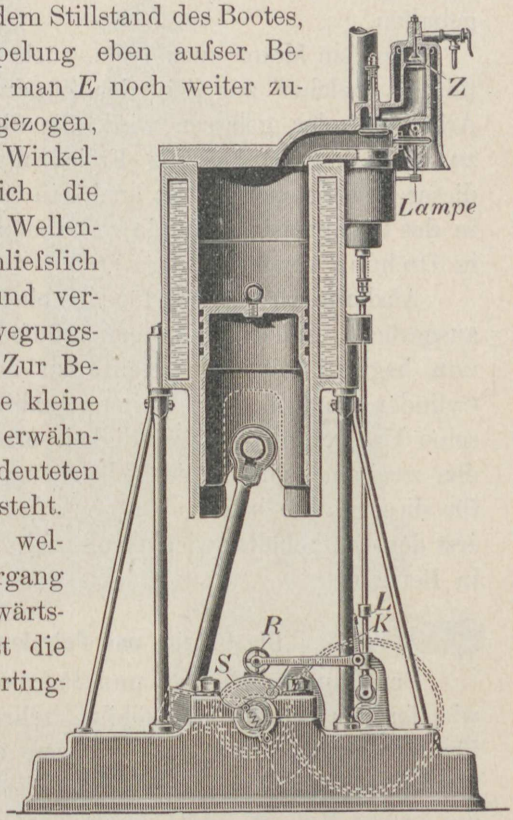


Fig. 125. Schiffsmotor (Stirnansicht).

Der Regulator des Motors, welcher hauptsächlich beim Übergang von der Vorwärts- zur Rückwärtsfahrt zur Geltung kommt, ist die in Kap. 4 und 6 erwähnte Körtingsche Konstruktion. S ist ein auf der Motorenwelle sitzendes Schwunggewicht, dasselbe wird durch eine kleine Spiralfeder nach Innen geholt und streift bei Überschreitung der normalen Geschwindigkeit die Rolle R, hebt also den zugehörigen Hebel und schiebt die Klinke K unter den Ansatz L der Auslafsventilstange, so dafs dieses Ventil in geöffneter Stellung erhalten bleibt.

In bekannter Weise wird durch eine Hebelverbindung das Einlafsventil zugehalten, so lange das Auslafsventil geöffnet stehen bleibt. Die Einnahme neuer Ladung fällt aus, bis sich die normale Umdrehungsgeschwindigkeit wieder eingestellt hat.

Das Andrehen des Motors erfolgt hier nicht von Hand, sondern wird durch komprimierte, in einem Vorratsbehälter angesammelte Luft vermittelt. Zur Erneuerung dieses Luftvorrates ist für einen der Arbeitscylinder der Petroleumzufluſs abzustellen und eine Rohrverbindung dieses Cylinders mit dem Luftbehälter zu öffnen. Zur Zeit der Kompressionsperiode wird dann jedesmal Luft in den Behälter gedrückt und durch ein in Rückschlagventil dort zurückgehalten.

Um den Motor anzulassen, rückt man eine Nebensteuerung ein, mittelst welcher zur Zeit der Zündung komprimierte Luft in die Arbeitscylinder gelassen wird, die die Kolben vorwärts treibt und zu Ende des Hubes ins Freie entweicht. Mit dem Einrücken dieser Nebensteuerung ist auch ein Geöffnethalten der Auslaſsventile in der Kompressionsperiode verbunden, so daſs sich der Motor leicht in Drehung versetzt.

Alsdann wird zuerst für den einen Cylinder die Nebensteuerung ausgerückt und der Petroleumzufluſs angestellt, so daſs der Motor nun beginnt mit einer Hälfte zu arbeiten, während im anderen Cylinder die Luft noch weiter nachhilft. Hat schlieſslich der Motor seine Umdrehungsgeschwindigkeit erreicht, so rückt man auch für den zweiten Cylinder die Nebensteuerung aus, der Petroleumzufluſs für diese Hälfte bleibt aber noch geschlossen, man pumpt vielmehr erst den Luftbehälter wieder voll und setzt dann den zweiten Cylinder in Betrieb.

Die Benzin- und Petroleum-Lokomobilen.

Der Bau der Benzin- und Petroleum-Lokomobilen wird ebenso wie der der Dampf-Lokomobilen sehr bald einen Fabrikationszweig für sich bilden und den letzteren eine nicht zu unterschätzende Konkurrenz machen; denn für diesen Verwendungszweck bieten die neuen Motoren ganz besondere Vorteile. Die Leichtigkeit des ganzen Gerätes, der billige Betrieb, die Entbehrlichkeit des geschulten Heizers, die Konzentriertheit des Brennstoffes, die stete Betriebsbereitschaft, das alles sind Eigenschaften, die noch viel zu wenig gewürdigt und erkannt werden, sie fallen für die Landwirtschaft so ins Gewicht, daſs hier die Dampf-Lokomobilen über kurz oder lang verdrängt sein werden.

In Fig. 126 ist eine Petroleum-Lokomobile der Motorenfabrik von J. M. Grob & Co. in Leipzig-Eutritzsch abgebildet. Riemscheibe und Schwungradkranz liegen aufserhalb des Radgestelles, so daſs

der Riemen, den örtlichen Verhältnissen entsprechend, nach allen Richtungen hin unbehindert geführt werden kann.

Da es bei Lokomobilen an hochgelegenen Punkten fehlt, welche zur Aufhängung der Petroleumbehälter für die Heizlampe vorhanden sein müssen, so ist hier auf der linken Seite des Wagengestelles

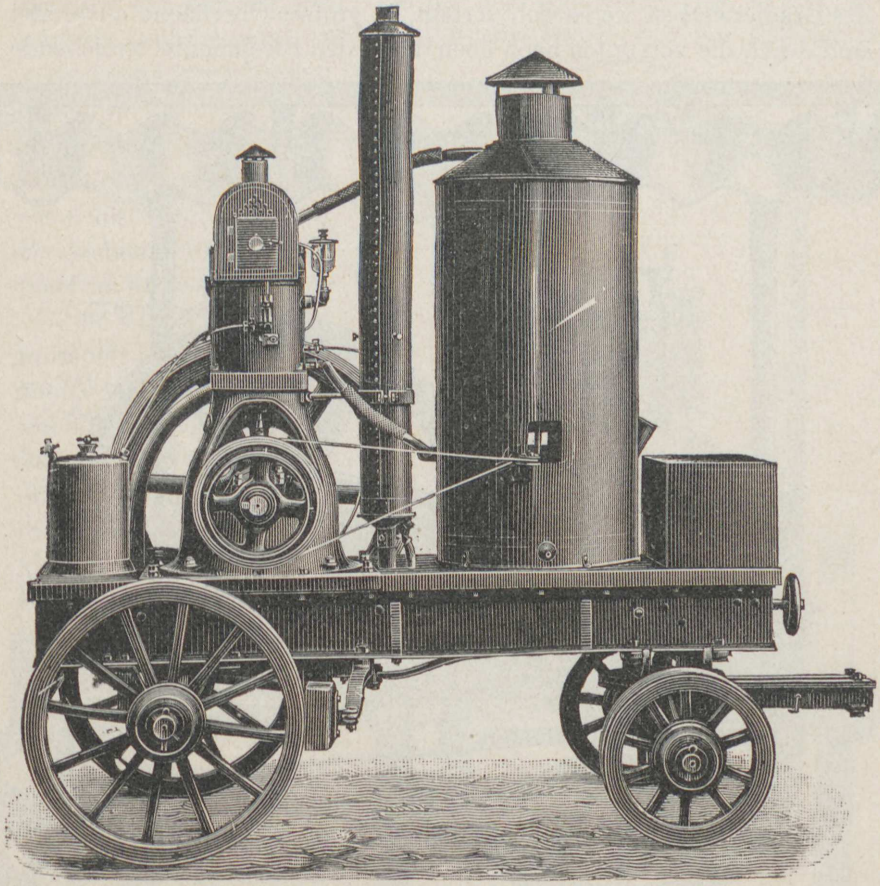


Fig. 126. Petroleum-Lokomobile von Grob & Co.

ein Petroleumreservoir befestigt, dessen Inhalt durch eine kleine Hand-Luftpumpe unter Druck versetzt werden kann.

Zur Kühlung des Cylinders dient ein sogenanntes Ventilations-Kühlgefäfs, durch dessen Verwendung wirksame Kühlung mit geringer Wassermenge erreicht werden kann.

Seinem Wesen nach entspricht der Ventilationskühler den bekannten Gradierwerken. Das dort zur Ausbreitung des Wassers benutzte Strauchwerk wird hier durch eine grofse Zahl übereinander geschichteter,

in einen Blechcylinder eingeschlossener Holzlatten gebildet. Der untere Teil dieses Cylinders ist der eigentliche Sammelraum für das Wasser, von hier aus treibt eine vom Motor in steter Bewegung erhaltene kleine Kreiselpumpe das Wasser durch den Wassermantel des Arbeitscylinders hindurch nach dem oberen Teil des Gradierwerkes, wo es sich verteilt, in grofser Oberfläche ausbreitet und durch die von unten nach oben durch den Blechmantel streichende

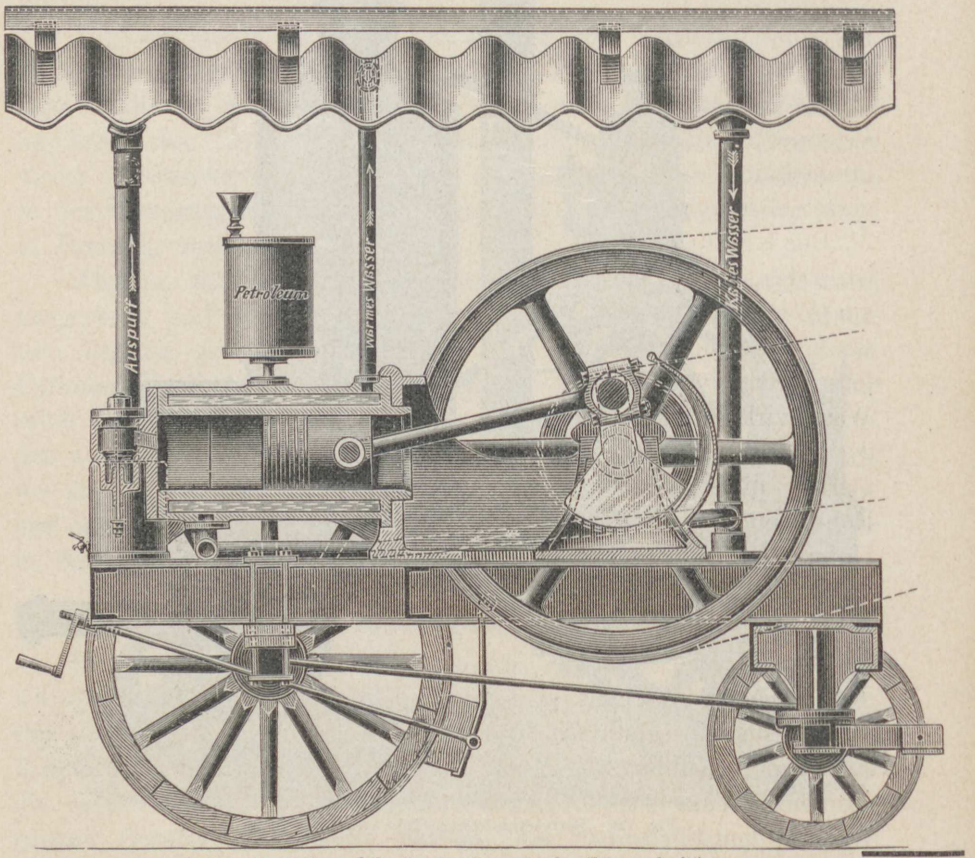


Fig. 127. Lokomobile für das Baugewerbe (Längsschnitt).

Preise der Lokomobilen von J. M. Grob & Co. in Leipzig.

Kraftleistung nominell in garantierten Pferdestärken	2	4	6	8
Wirkliche, höchste Kraftleistung in Pferdestärken	2—3	4—5	6—7	8—9
Preis der kompl. Lokomobile ab Fabrik . . . M.	2640	3350	4275	4750
» des Daches . . . . . »	150	160	180	200
oder der Plane . . . . . »	30	33	33	55

Luft abgekühlt wird. Die erwähnte Kreiselpumpe ist auch als Ventilator wirksam und sorgt für genügende Luftbewegung im Blechbehälter.

Fig. 127 und 128 stellt eine Lokomobile dar, wie sie bei Bauten zum Aufziehen des Materials, zur Mörtelbereitung, zum Wasserpumpen etc. benutzt wird. Da in der Umgebung des Motors genügend hochbelegene feste Punkte zur Anbringung des Petroleumvorratbehälters vorhanden sind, so ist von einer Anbringung der Handluftpumpe, mittels welcher sonst der Petroleumvorrat für die Lampe unter Druck versetzt wird, abgesehen.

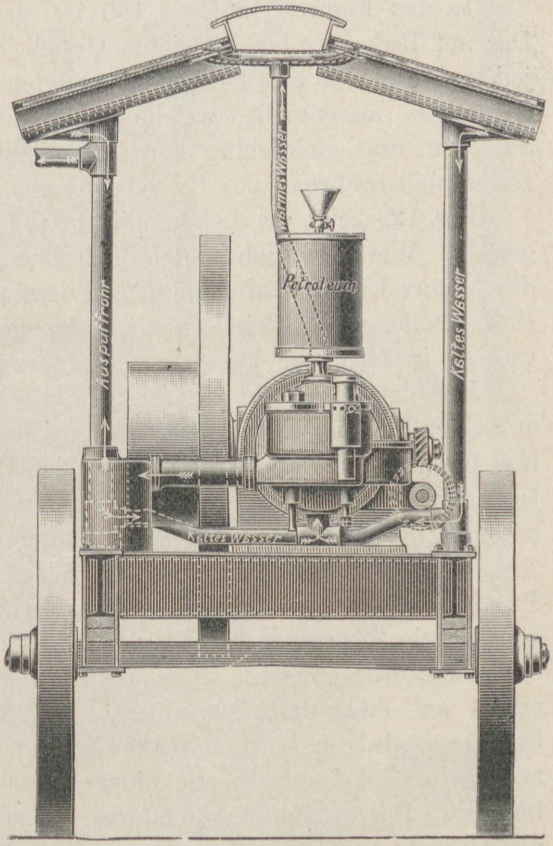


Fig. 128. Lokomobile für das Baugewerbe (Querschnitt).

Der Kühlwasservorrat ist in der als Doppelwand aus Wellblech hergestellten Überdachung des Motors untergebracht. Die Wasserzirkulationsrohre, das Auspuffrohr und ein viertes nicht benutztes Rohr bilden die vier Unterstützungssäulen für das Dach.

Die mit der gewellten Form des Daches zusammenhängende grofse Abkühlungsfläche gewährt eine schnelle Kühlung der dünnen Wasserschicht. Wie aus den Figuren ersichtlich, steigt das Wasser vom höchsten Punkt des Wassermantels nach dem höchsten Punkt der Überdachung, verteilt sich hier nach den beiden getrennten Dachflächen und fliefst von dort, wie durch Pfeile angedeutet, als abgekühltes Wasser wieder unten in den Mantel des Arbeitscylinders hinein.

Die hohle Säule links (Fig. 128) hat oben einen Abzweig, welcher als Auspuff dient.

Für Landwirte, Dorfgemeinden u. s. w. ist eine Lokomobile erwünscht, zu deren Fortschaffung es nicht der Benutzung von Zugtieren bedarf, zwei oder drei Mann müssen genügen, das Gefährt leicht und in schnellster Gangart von einem Ort zum andern zu bewegen. In wenigen Minuten mufs die Lokomobile festzustellen und aufserdem mit Einrichtungen versehen sein, welche in kürzester Zeit ihre Verwendung als kräftig wirkende Feuerspritze ermöglichen.

In den Figuren 129 und 130 ist ein solches Gerät dargestellt. Das auf Federn ruhende leichte Gestell hat nur zwei Räder. An jedem Ende des aus U-Eisen gefertigten Wagengestelles sind Einrichtungen angebracht, welche als Handhaben beim Ziehen oder Schieben und gleichzeitig zum schnellen wirksamen Abstützen der Lokomobile während des Betriebes dienen.

Fig. 129 zeigt die Lokomobile betriebsfertig abgestützt und festgestellt. Wie ersichtlich, bilden die Fahrräder während der Benutzung des Motors keine Ruhepunkte, sondern schweben frei in der Luft. Diese Stellung setzt ein Anheben des gesamten Apparates voraus, welches in folgender Weise zur Ausführung gelangt.

Für den Transport der Lokomobile stellt man den Bügel $p\,p$ auf einer Seite in horizontaler Stellung fest und läfst die Schienen q lose herunterhängen. Während nun der Bügel p für drei Leute Gelegenheit zum Anfassen und Fortbewegen des Gefährtes bietet, übernehmen die Schienen q das selbstthätige Abstützen desselben beim Anhalten. Auf der andern Seite des Wagengestelles bringt man den Bügel p mittelst der Schienen q in die erhobene Lage $p_2\,q_2$, so dafs er die freie Bewegung des Wagens nicht hindert.

Am Bestimmungsort angekommen, klappt man dann den Bügel p zuerst auf einer Seite herunter und verbindet ihn fest mit der Schiene q, alsdann läfst man auf der andern Seite das Wagengestell anheben und bringt nun auch hier Bügel und Schiene in feste Verbindung. Das solcher Art gebildete Gestell spannt sich dann durch das Gewicht und die Schwankungen des Motors auseinander, bietet dem Riemenzug Widerstand und hindert die Schwankungen in einer Weise, wie es bei einem vierrädrigen Fahrzeug ohne andere Ruhepunkte wie die gesamten Räder, nicht erreicht werden kann.

Die Abkühlung des erwärmten Kühlwassers erfolgt durch einen »Stufen-Kühlapparat« in folgender Weise:

Vom Vorratsbehälter l wird das Wasser mittels einer vom Motor betriebenen Flügelpumpe k durch den Wassermantel des Arbeitscylinders hindurch nach der höchsten Stufe des Kühlapparates

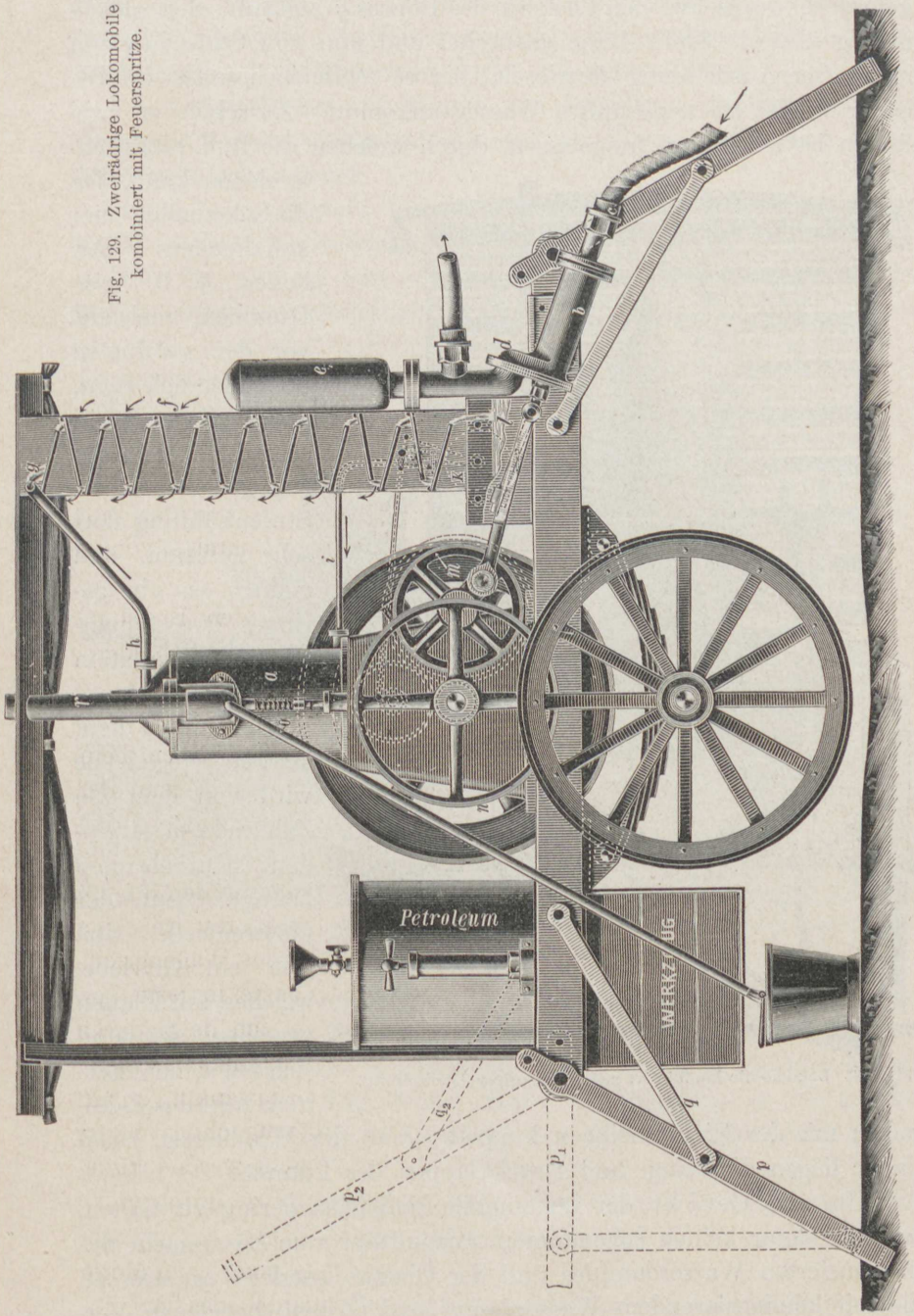


Fig. 129. Zweirädrige Lokomobile kombiniert mit Feuerspritze.

gefördert, wo es aus den Löchern des Rohres *g* ausläuft, sich gleichmäfsig über die Stufenfläche ausbreitet und nun von Stufe zu Stufe in grofser Ausdehnung fortrieselt, bis es schliefslich unten im Behälter wieder als abgekühltes Wasser ankommt. Zwischen je zwei Stufen ist ein Raum freigelassen, durch welchen die Luft hindurchstreichen kann. Da die Lokomobile beim anhaltenden Arbeiten, z. B. beim Dreschen, meistens vor der geöffneten Scheunendiele steht, durch die stets ein sehr lebhafter Luftzug geht, so ist die Stufenkühlung dort sehr wirksam, und genügt es, ein geringes Wasserquantum in Cirkulation zu erhalten.

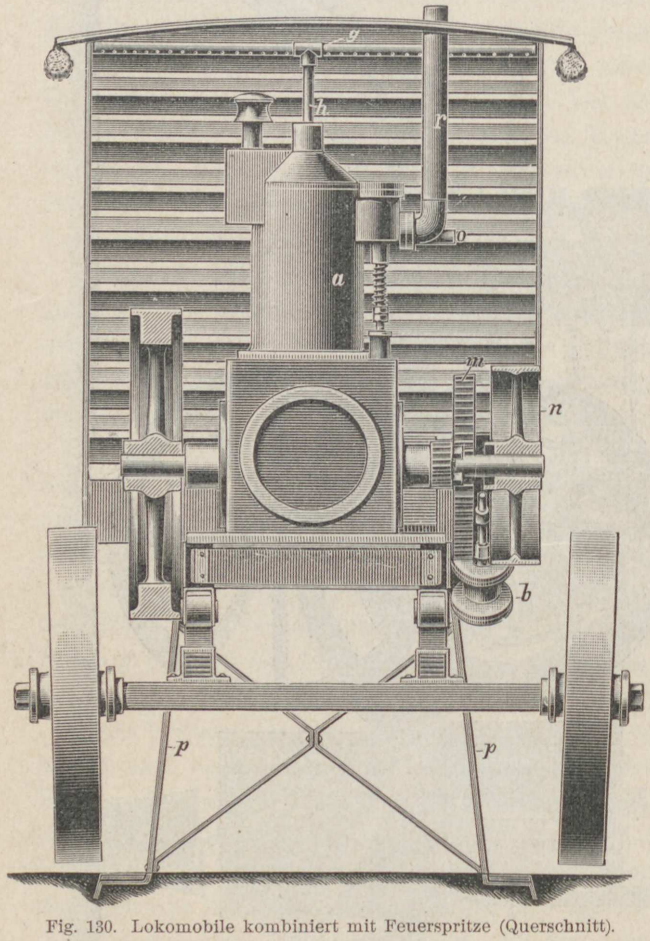


Fig. 130. Lokomobile kombiniert mit Feuerspritze (Querschnitt).

Die Pumpe *b* dient als Feuerspritze, sie wird von dem am Zahnrade *m* sitzenden Kurbelzapfen bewegt. Auf der Motorenwelle sitzt lose ein Getriebe, welches mit Klauen versehen ist und sich bei seinem Einrücken in das Zahnrad *m* mit der Riemscheibe *n* kuppelt. *e* ist der Windkessel, bei *d* und *c* liegen die Saug- und Druckklappen der Pumpe.

Um das Gewicht der Lokomobile möglichst gering zu halten, hat der Motor keinen sogenannten Auspufftopf zum Ansammeln des kondensierten Wasserdampfes und der Ölreste, sondern es strömen die mit kondensierendem Wasserdampf und Ölstaub beladenen Verbrennungsprodukte direkt in die innen erweiterte Mündung des

Stutzens *O*, von wo aus alle Kondensationsprodukte in einen untergestellten Behälter abgeleitet werden. Der andere Teil der Verbrennungsprodukte entweicht durch das Auspuffrohr *r*.

Soll der Betrieb des Motors mit Petroleum erfolgen, so setzt man den Vorratsbehälter mit der auf der Figur ersichtlichen Handluftpumpe unter Druck.

Sehr gute Dienste leisten die Benzin- und Petroleummotoren auch bei ihrer Verwendung zu gröfseren Feuerspritzen.

In Fig. 131 ist eine solche dargestellt. Dieselbe ist von der Daimler-Motoren-Gesellschaft in Cannstatt gebaut.

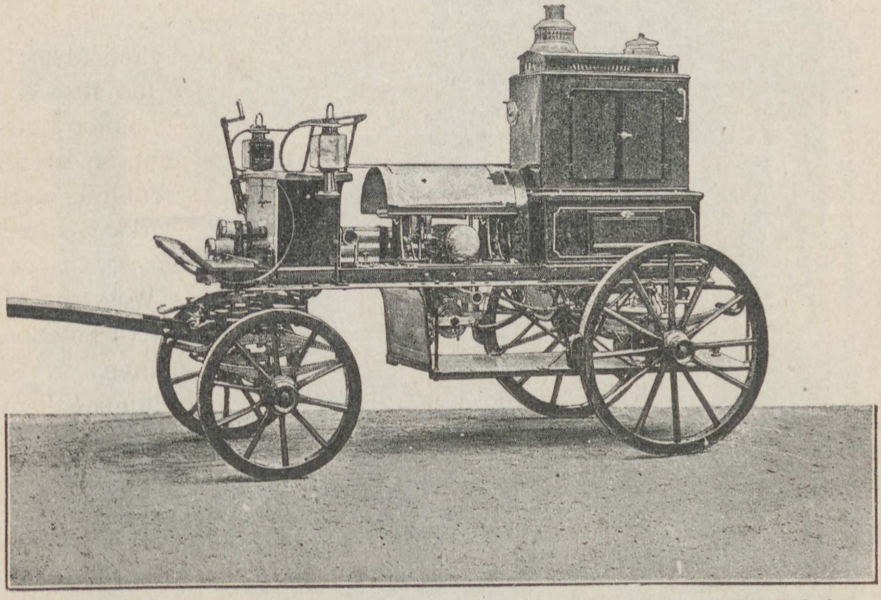


Fig. 131. Feuerspritze von 6 Pferdekräften, gebaut von der Daimler-Motoren-Gesellschaft in Cannstatt.

Der Zwillingsmotor nebst zugehörigem Verdampfapparat ist am hinteren Ende des Gefährtes untergebracht und treibt mit einem Zahnradvorgelege die Kurbelwelle eines kräftigen zweicylindrigen Pumpwerkes an. Der Motor hat 6 Pferdekräfte, er ist in drei Minuten betriebsfähig und braucht bei voller Beanspruchung $2\frac{1}{2}$ kg Benzin pro Stunde.

Bei einer Strahlrohröffnung von 15 mm Durchmesser wirft das Pumpwerk bis zu 30 m Höhe, und steigt der Wasserdruck hierbei bis zu 7 Atmosphären.

Die Feuerspritze ist ausgerüstet mit den zugehörigen Schläuchen, Hydranten-Standrohren und Werkzeugen. Das Gewicht des kom-

pletten Fahrzeuges beträgt 1250 kg, so dafs es auch von der Bedienungsmannschaft selbst auf gröfseren Entfernungen mit Schnelligkeit fortbewegt werden kann.

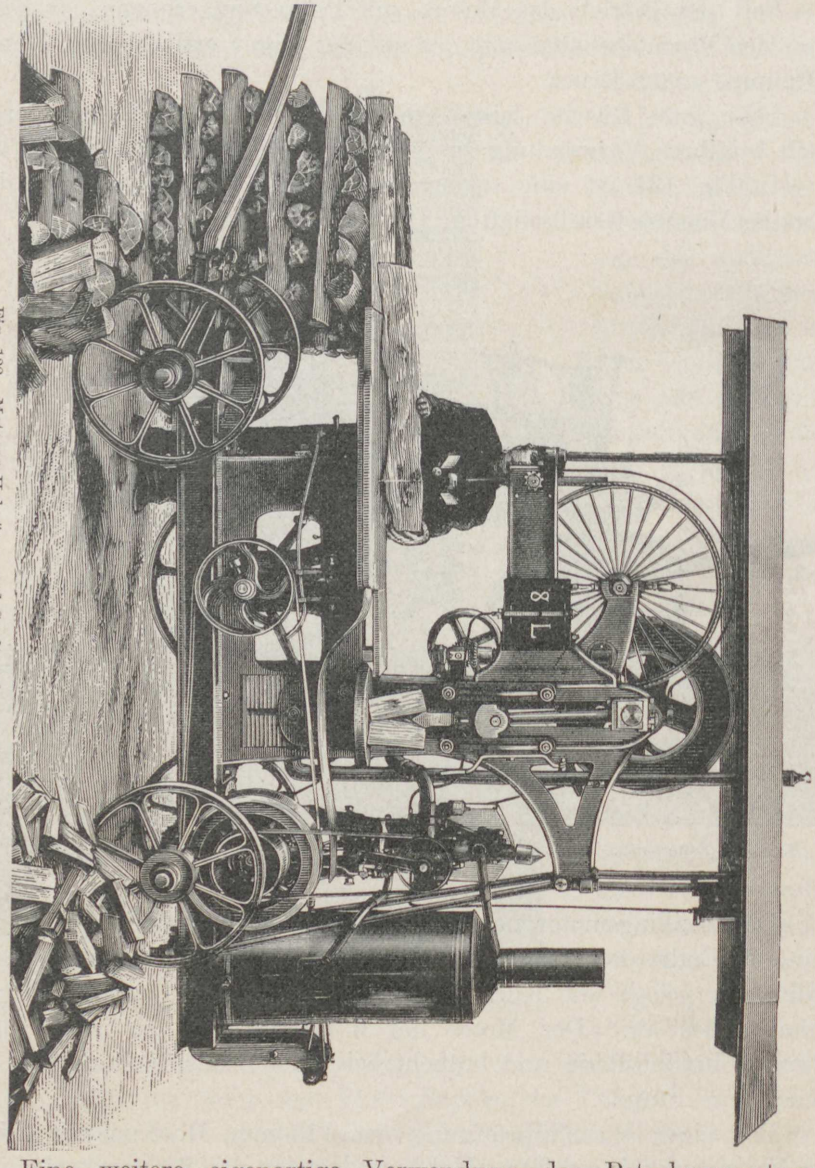


Fig. 132. Motoren-Holzsäge- und Spaltwerk von Grob & Co.

Eine weitere eigenartige Verwendung der Petroleummotoren finden dieselben zum Betrieb fahrbarer Säge- und Spaltmaschinen zur Zerkleinerung des Brennholzes, wie sie von der Motorenfabrik von J. M. Grob & Co. in Leipzig gebaut werden. Fig. 132 zeigt

diese Maschine im Betriebe. Der Motor nebst zugehörigem Ventilationskühlgefäfs ist über der Hinterachse des Wagengestelles angebracht. Die Übertragung der Kraft auf die Bandsäge und das Spaltbeil ist aus der Figur ersichtlich.

Die Maschinen werden mit Motoren von 2 und 4 Pferdekräften ausgerüstet und kosten dementsprechend 3500 und 4400 M.

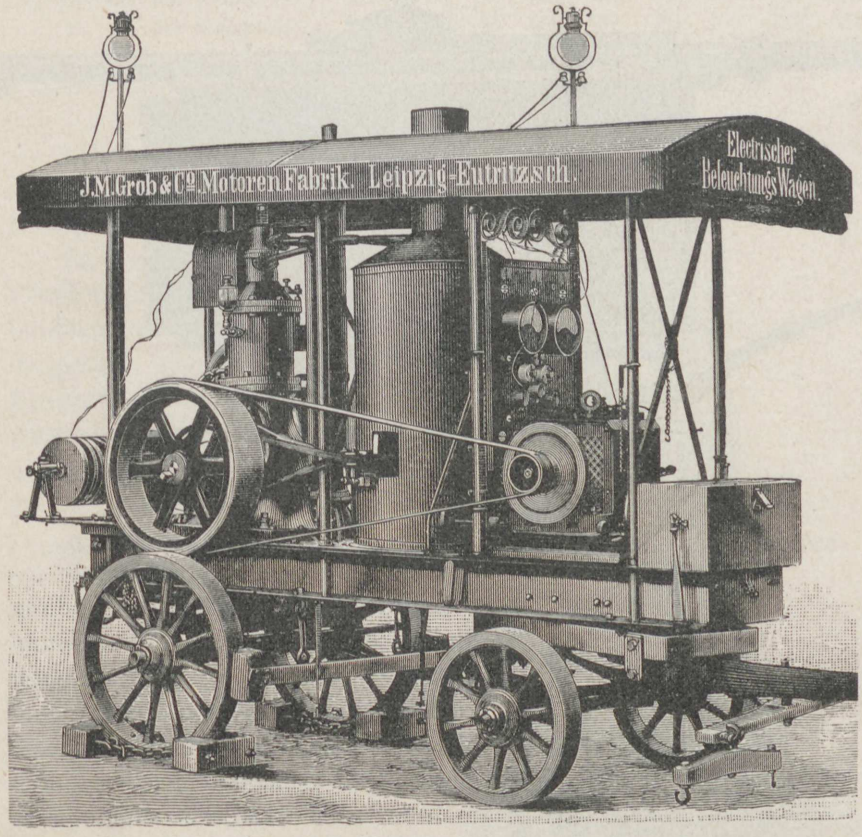


Fig. 133. Elektrischer Beleuchtungswagen von Grob & Co.

Auch für die zeitweise Beleuchtung grofser Plätze gelegentlich schnell auszuführender Arbeiten, militärischer Übungen, Schaustellungen und Festlichkeiten fertigt die Grobsche Motorenfabrik Fahrzeuge an, welche mit Petroleummotoren, Dynamomaschinen und allen zugehörigen Einrichtungen versehen sind.

In Fig. 133 ist dieser Wagen dargestellt. Der Motor hat 4 Pferdekräfte und reicht zur Speisung von 4 Bogenlampen von ca. 5 Amp. und einigen Glühlampen aus.

Fig. 134 zeigt ebenfalls einen Beleuchtungswagen für elektrisches Licht. Derselbe ist von der Daimler-Motorenfabrik gebaut.

Auf der rechten Seite ist der Motor von 5 Pferdekräften untergebracht, links die Dynamomaschine mit Schaltbrett und allem Zubehör, in der Mitte der Kühlapparat.

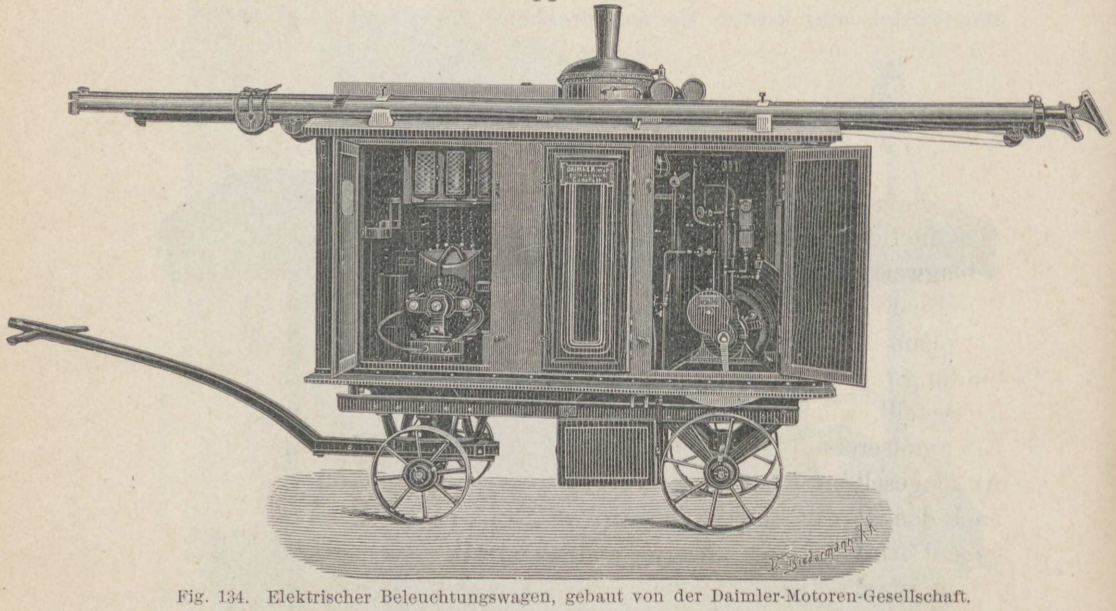


Fig. 134. Elektrischer Beleuchtungswagen, gebaut von der Daimler-Motoren-Gesellschaft.

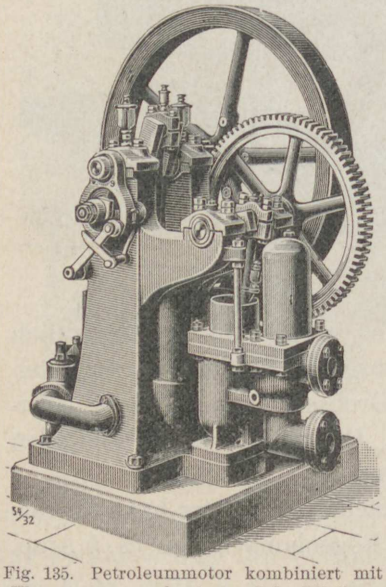


Fig. 135. Petroleummotor kombiniert mit Wasserpumpe, gebaut von Gebr. Körting.

Eine ausgedehnte Verwendung finden die Benzin- und Petroleummotoren auch für die Wasserversorgung kleiner Ortschaften, einzelner Wohnhäuser, Gärtnereien und vieler anderer gewerblicher Anlagen. Meistens findet man für solche Zwecke den Motor in direkter Verbindung mit der Pumpe als zusammenhängendes Ganze ausgeführt.

In Fig. 135 ist ein Petroleummotor von einer Pferdekraft in Verbindung mit einer Pumpe dargestellt, wie er von der Motorenfabrik von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover gebaut wird. Der Antrieb der Pumpe erfolgt durch Zahnräder und ist ohne weitere Beschreibung aus der Figur zu ersehen.

Preise und Dimensionen der Körtingschen Motoren-Pumpen.

Pferdestärken	1/4	1/2	1	2	3	4	5	6
Stündl. Leistung der Pumpe in Liter	1500	3000	6000	12000	18000	24000	30000	36000
Preis des Benzinmotors m. Pumpe M.	900	1150	1400	1850	2300	2600	2900	3300
» » Petroleummot. » » »	950	1200	1450	1900	2400	2700	3000	3400
Durchmesser der Druckrohre mm	26	32	52	65	75	90	100	125
» der Saugrohre »	32	40	65	75	90	100	125	125

Benzin- und Petroleumhämmer.

Schon in der Einleitung dieses Kapitels wurde erwähnt, dafs sich die Benzin- und Petroleummotoren sehr wohl zum Betriebe von Schlagwerkzeugen eignen.

In Fig. 136 und 137 ist ein Petroleumhammer in direkter Verbindung mit einem Petroleummotor dargestellt, wie er von Ganz & Co., Eisengiefserei und Maschinenfabrik-Aktiengesellschaft in Ofen-Budapest, nach dem Patent Bánki und Csonka gebaut wird.

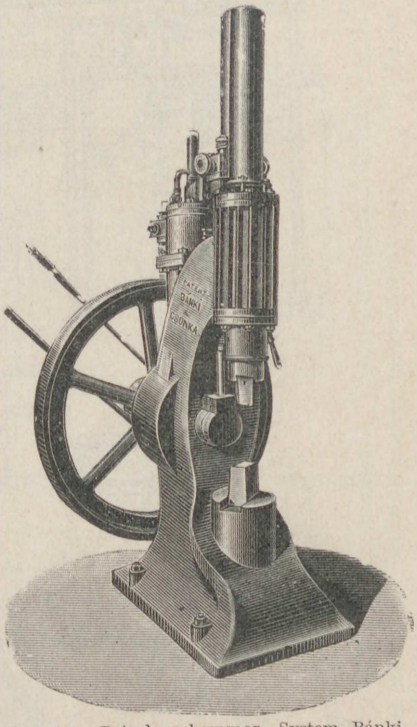


Fig. 136. Petroleumhammer, System Bánki-Csonka.

a ist der Arbeitscylinder eines im Viertakt arbeitenden Petroleummotors; *h* ein Übertrittventil vom Motor nach dem Hammercylinder, welcher während der Arbeitsperiode durch den Daumen *e* geöffnet wird. Die Verbrennungsprodukte drücken also auf beide Kolben zugleich, sie treiben den Arbeitskolben *b* nach unten und schlagen gleichzeitig den Hammer auf den Amboſs. In jeder Viertaktperiode führt der Hammer also einen Schlag aus. Das Ventil *h* mufs auch während der Auslafsperiode oder eines Teils derselben geöffnet bleiben, damit die Verbrennungs-Produkte über dem Hammerkolben durch das Motoren-Auslafsventil mit entweichen können. Zum Hochheben des Hammers nach vollbrachtem Schlage dient die grofse starke Spiralfeder *g*.

Je nachdem starke oder schwache Schläge ausgeführt werden sollen, läfst man die Verbrennungsprodukte früher oder später nach dem Hammercylinder übertreten. Durch den von Hand einstellbaren exzentrischen Sektor g führt man die Bethätigung des Ventiles h zu den verschiedenen Zeiten herbei.

Die Feder l, welche das Hochziehen des Hammers zu bewirken hat, mufs so stark sein, dafs der Kolben m seine höchste Stellung spätestens gleichzeitig mit dem Motorenkolben erreicht; sollte dies nicht stattfinden, so verbleiben Verbrennungsprodukte über dem Hammerkolben, welche den nächsten Schlag abschwächen.

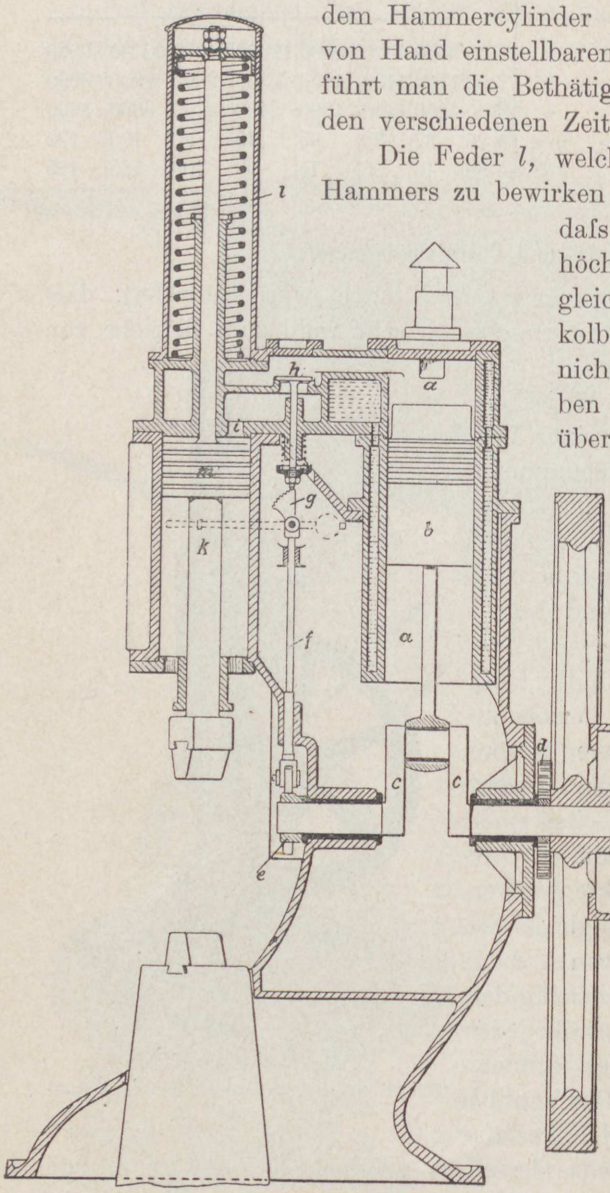


Fig. 137. Petroleumhammer, System Bánki-Csonka (Durchschnitt).

Da die Schläge des Hammers regelmäfsig aufeinander folgen müssen, so hat die Geschwindigkeitsregulierung des Motors nicht durch Aussetzen der Ladung, sondern durch Verändern der Ladungsmenge zu erfolgen. Eine zweite Ausführungsart des Bánkischen Petroleumhammers ist in den Figuren 138, 139 und 140 dargestellt. Hier ist die Feder zum Hochziehen des Kolbens beseitigt, und komprimierte, im Cylinder P erzeugte Luft zu diesem Zweck verwendet. Der Hammercylinder hat auch ein besonderes Auslafsventil R, durch

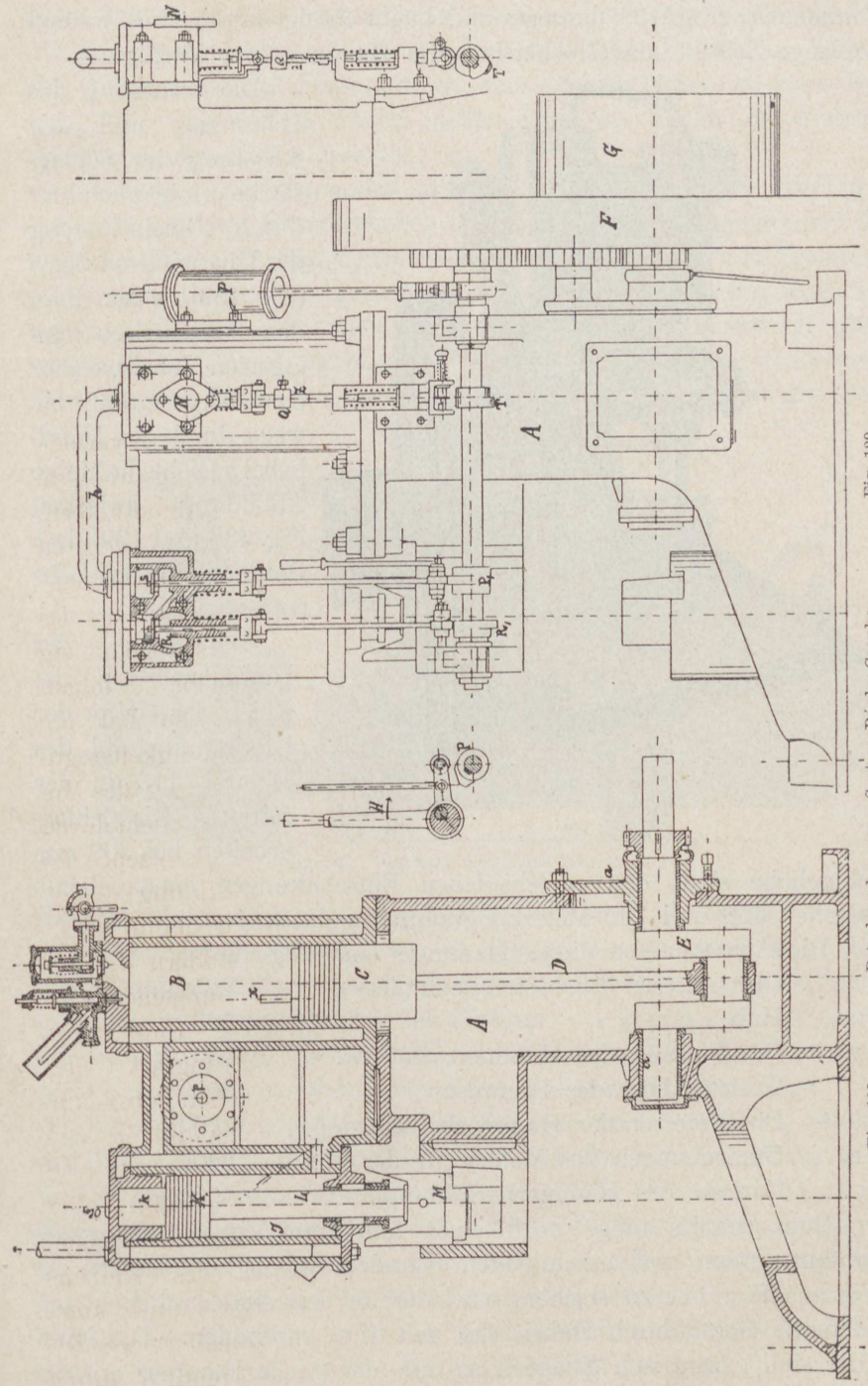


Fig. 139. Petroleumhammer, System Bánky-Csonka.

Fig. 138.

Daumen R_1 (Fig. 139) bewegt, und bleibt infolgedessen eine dreimal so lange Zeit für das Hochziehen des Hammers zur Verfügung.

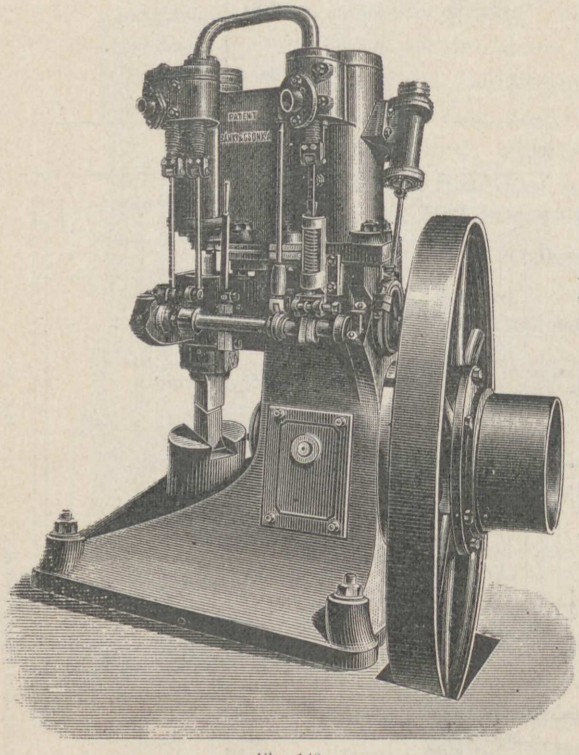


Fig. 140.

Die Steuerung des Hammers und die Regelung der Schlagstärke erfolgt auch hier durch Beeinflussung des Übertrittsventiles S (Fig. 139), indem man den exzentrisch gelagerten Hebel, welcher das Übertrittsventil bewegt, durch den Handhebel h (siehe die kleine Abbildung zwischen Fig. 138 und 139) dem Daumen P nähert oder entfernt.

Die Anzahl der Hammerschläge ist gleich der Hälfte der Umdrehungszahl des Motors, 110 in der Minute. Die Schlagarbeiten bei 300 mm Schlaghöhe sind, den verschiedenen Einschaltungen entsprechend, zwischen 400 und 100 Meterkilogramm regulierbar.

Die Abmessungen dieses Hammers sind folgende:

Durchmesser des Motorencylinders . . .	225 mm
Hub » » . . .	320 »
Durchmesser des Hammercylinders . . .	150 »
Gröfster Hub des Hammers	300 »
Durchmesser der Hammerkolbenstange . .	70 »
Umdrehungen des Motors in der Minute	220
Gewicht des Hammerbärs kompl. . . .	50 kg.

Zum Schlufs möge noch eines fahrbaren Petroleumhammers erwähnt werden, welcher an jedem Schmiedeambofs zu benutzen ist. Wie aus Fig. 141 zu ersehen, wird das an den Ambofsstock herangefahrene Gerät durch Haken fest mit ihm verbunden. Die Laufräder sind exzentrisch gelagert, so dafs der ganze Hammer mittelst

eines auf die Achse gesteckten Schlüssels entsprechend der Dicke des Schmiedestückes schnell gehoben und gesenkt werden kann. Die Arbeitsweise des Hammers ist eine sehr einfache, er kann sowohl von dem Schmiedenden selbst wie von einem besonderen Hammerführer geleitet werden.

A ist der Arbeitscylinder mit Kolben, welcher durch die Zugstange *B* mit dem Hammerhebel verbunden ist, das Gegengewicht *D* in Verbindung mit einer Spiralfeder in der Hülse *C* hält den Hammer in der Ruhe dauernd in gehobener Stellung. Will man ihn in Gang setzen, so erfafst man den Handgriff vorn am Hammerkopf und schwingt ihn einmal nach unten und oben; hierdurch wird vom Arbeitskolben Gemisch angesaugt, welches beim Hochschwingen des

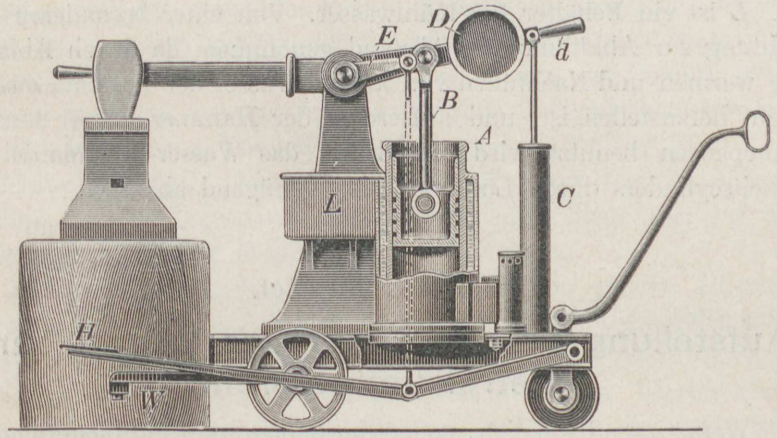


Fig. 141. Fahrbarer Petroleumhammer.

Hammers komprimiert wird. Da der Cylinder mit einer offenen Glührohrzündung versehen ist, so erfolgt die Zündung bezw. das Herunterschlagen des Hammers auf den Amboſs immer selbstthätig im Moment des Stillstandes des Kolbens — gleichgiltig wie stark komprimiert wurde. Jenachdem man den Ausschlag des Hammers nach oben begrenzt, erhält man schwache oder starke Schläge.

Nach vollführtem Schlage hat sich das Auslafsventil zu öffnen. Mit Rücksicht auf die verschiedene Dicke der Schmiedestücke darf die Steuerung dieses Ventiles nicht zwangläufig erfolgen, sondern es öffnet sich in ähnlicher Weise wie bei einigen Dampfhämmern durch die Erschütterung des Schlages, indem ein Fallgewicht aus der Ruhelage schwingt und die Ventilsteuerung auslöst. In der oberen Stellung des Hammers wird das Auslafsventil geschlossen, und der später wirksame Öffnungsmechanismus wieder gespannt.

Der Hammer arbeitet also auch im Viertakt; hat er den ersten Schlag gethan, so folgen die weiteren vorbereitenden Schwingungen selbstthätig durch die Spiralfeder; die Schwingungsweite für die nach dem Schlag folgende Auslafsperiode ist, falls man die Massen frei ausschwingen läfst, gröfser wie bei dem Schlag selbst. Die Schwingung für das Ansaugen ist schon etwas kleiner und wird noch geringer für das Komprimieren. Dieser Zustand entspricht dem normalen Schlage des Hammers. Hilft man bei den Schwingungen mit der Hand nach oder hemmt dieselben, so lassen sich die Schläge verstärken oder schwächen. Wird auf den Fufstritt *H* getreten, der Hammer nach dem Schlag also am Hochschwingen gehindert, so erfolgt Stillstand.

L ist ein Behälter für Kühlwasser. Von einer besonderen Vorrichtung zur Abkühlung ist Abstand genommen, da durch Ablassen des warmen und Nachfüllen von kaltem Wasser der normale Zustand leicht herzustellen ist, und aufserdem der Hammer immer nur mit Ruhepausen benutzt wird, in denen das Wasser im Mantel des Arbeitscylinders durch Luftzirkulation genügend abkühlt.

Neuntes Kapitel.

Aufstellung und Wartung der Benzin- und Petroleummotoren.

Wenn irgend möglich, sollen die Benzin- und Petroleummotoren ihren besonderen Aufstellungsraum haben, oder wo dies nicht ausführbar ist, doch wenigstens durch einen Verschlag getrennt vom übrigen Betriebe aufgestellt werden. Jedenfalls hat man den Motor vor Staub und Schmutz, vor Frost und anderen Witterungseinflüssen zu schützen. Bei Verwendung des Motors in Sägewerken, Tischlereien, Mühlen, überhaupt allen Betriebsarten, welche mit starker Staubentwickelung oder Feuersgefahr verknüpft sind, mufs der Motor unbedingt in einem dichtverschlossenen, vom übrigen Betrieb vollkommen getrennten Raum aufgestellt sein. Auch die Betriebsluft darf nicht aus den mit Staub erfüllten Werkstätten entnommen werden, sondern ist durch eine Rohrleitung von geeigneten Orten herbeizuholen.

Für Lagerung des Benzin- oder Petroleumvorrats-Behälters ist in möglichster Nähe des Motors ein geeigneter Unterkunftsraum herzurichten. Wie bekannt, lagert man diese Stoffe nicht in fest

umschlossenen, dichten Räumen, sondern im Freien, entfernt von allen leicht feuerfangenden Gegenständen, nur durch ein leichtes Schutzdach den Witterungseinflüssen entzogen.

Ein Hochlegen der Benzin- und Petroleumfässer auf Unterlagen ist zu vermeiden, vielmehr empfehlen sich ausgemauerte, mit Zement verputzte, muldenartige Vertiefungen, in denen etwa auslaufende Flüssigkeit so zusammengehalten wird, dafs sie leicht ausgeschöpft werden kann.

Zur Überführung des Benzins oder Petroleums nach dem Motor benutzt man am bequemsten und sichersten eine kleine »Flügelpumpe«, wie sie von den meisten Fabriken mitgeliefert wird oder in technischen Geschäften zu haben ist.

Man soll den Aufstellungsraum so wählen, dafs sich eine einfache Transmission ergibt; das Schwungrad mufs sich bequem andrehen lassen, und alle Teile des Motors, welche der Reinigung und Aufsicht bedürfen, müssen leicht zugänglich und gut beleuchtet sein.

Mit besonderer Vorsicht ist das Auspuffrohr zu führen, die Nachbarschaft darf nicht durch Geräusch und Geruch belästigt werden. Lange, horizontale Rohrstrecken und Biegungen der Auspuffleitung sind nach Möglichkeit zu vermeiden.

Die kondensierbaren Verbrennungsprodukte greifen schmiedeeiserne Rohre stark an, so dafs dieselben dort, wo die kondensierten Produkte nicht schnell abfliefsen können, oft schon nach Jahresfrist ein Durchrosten der Wandungen herbeiführen werden. Ist eine andere Rohrführung nicht zu ermöglichen, so stellt man die horizontalen Strecken und Biegungen gleich von vornherein aus gufseisernen Rohren her. Schmiedeeiserne Bogen und Knie, welche durchgerostet waren, hat man dort, wo sie nicht zu warm werden, mit gutem Erfolg durch starkwandiges Bleirohr ersetzt.

Die Fundamentierung kleiner Benzin- und Petroleummotoren gestaltet sich meistens sehr einfach, da die vorherrschende Bauart mit unten gelagerter Kurbelwelle sehr geringe Anforderungen an die Schwere und Stabilität des Fundamentblockes stellt. In Etagen mit genügend starken Balkenlagen können kleinere Motoren solcher Bauart ohne weiteres auf den Fufsboden festgeschraubt werden.

Zu ebener Erde werden die Motoren auf Sand- oder Ziegelsteinfundamenten aufgestellt, welche nach den vom Fabrikanten des Motors mitgelieferten Zeichnungen auszuführen sind.

Erdgeschofsdecken, wie sie heute in den Wohnhäusern aus Beton oder ½ Stein starken Gewölben zwischen Doppel-T-Trägern

hergestellt werden, eignen sich wenig zur Aufstellung und Befestigung gröfserer Motoren, bei denen es ohne Erschütterungen und Vibrationen nicht abgeht. Jedenfalls mufs die Kellerdecke unter dem Aufstellungsplatz des Motors durch einen auf der Kellersohle aufstehenden Mauersockel fest unterstützt werden, oder das Gewölbe wird durchbrochen, und der Fundamentsockel von unten herauf durch die Öffnung hindurch, ohne Zusammenhang mit dem Kellergewölbe, aufgeführt.

Zu den von den Gasmotoren her bekannten Kühlmethoden durch Druckwasser, durch den Wasserinhalt eines grofsen Blechgefäfses, durch Abkühlung in sogenannten Rippenkühlern, hat sich für Benzin- und Petroleummotoren noch eine neue Kühlart, nämlich die durch »Ventilationskühler«, gesellt.

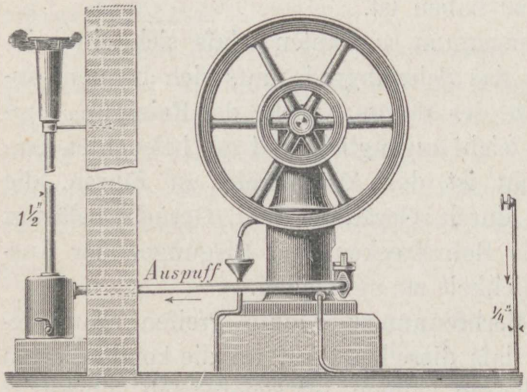


Fig. 142. Druckwasserkühlung für einen Motor von 1 Pferdekraft.

Bei Verwendung von **Druckwasser** ist das kalte Wasser, wie in Fig. 142 für einen einpferdigen Motor dargestellt, von unten in den Wassermantel einzuleiten, es mufs oben sichtbar in einen Trichter abfliefsen, so dafs man sich jederzeit von der richtigen Temperatur — 60 bis 70° C. — überzeugen kann.

Da ca. 50 % der theoretischen, im Brennstoff enthaltenen Wärmemenge durch das Kühlwasser abgeführt werden, und die Benzin- und Petroleummotoren für die Stunde und Pferdekraft einer Brennmaterialzuführung bedürfen, welche ca. 4000 Wärmeeinheiten entspricht, so ist so viel Wasser zuzuführen, dafs mit ihm 2000 Wärmeeinheiten pro Stundenpferdekraft abgeführt werden können.

Leitet man das Wasser mit 10° C. in den Wassermantel ein und führt es mit 65° C. ab, so hat es eine Anwärmung von 55° erfahren. Da eine Wärmeeinheit der Wärmemenge entspricht, welche erforderlich ist, um die Temperatur von 1 l Wasser um 1° C. zu erhöhen, so müssen 2000 : 55 = 36,4 l Wasser für die Stundenpferdekraft zugeleitet werden. Je nach der Gröfse des Motors ergibt sich in der Praxis ein Wasserverbrauch von 30—40 l für die Stundenpferdekraft, für grofse Motoren weniger, für kleine mehr.

Will man die Kühlung der Motoren durch allmähliche Anwärmung eines gröfseren Wasserquantums bewirken, so ist der Inhalt des **Kühlgefäfses** vorstehender Berechnung entsprechend zu wählen. Da auf Abkühlung des Wassergefäfses während des Betriebes nicht immer zu rechnen ist, so stellt man dem Motor ein Wasserquantum zur Verfügung, welches ohne jede Abkühlung erst bei einer Arbeitszeit von 10 Stunden und voller Beanspruchung des Motors die Temperatur von 60—70° C. erreicht. Während der Nachtzeit mufs die Temperatur der Wassermenge auf Luftwärme herabsinken können, wenn der Betrieb für den nächsten Tag ohne Störung von statten gehen soll.

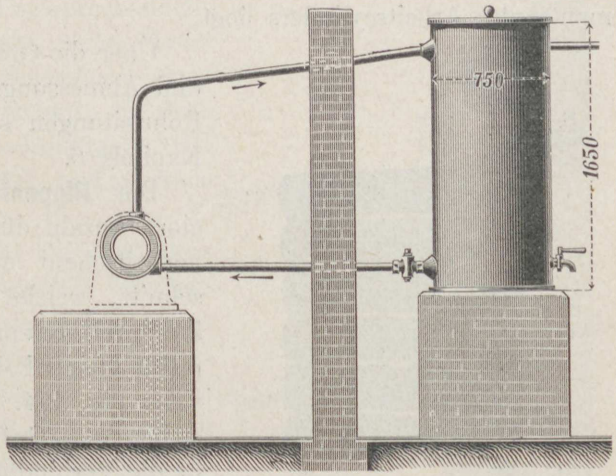


Fig. 143. Anlage eines Kühlgefäfses für einen Motor von 2 Pferdekräften.

Für einen Tag- und Nachtbetrieb reicht ein derartiges Kühlgefäfs also nicht aus, auch dort nicht, wo das Wasser infolge mangelnden Luftwechsels über Nacht nicht vollkommen abkühlen kann; hier sind, wenn man bei der Benutzung dieser Kühlmethode bleiben will, zwei von einander getrennte Kühlgefäfse, welche nacheinander in Benutzung genommen werden, anzuordnen.

Da in der warmen Jahreszeit die Abkühlung des Wasservorrates während der Nachtruhe oft eine ungenügende ist, so kommt es vor, dafs der gesamte Inhalt des Kühlgefäfses zu Ende des nächsten Arbeitstages ins Kochen gerät. Durch Abzapfen des heifsen und Nachfüllen von kaltem Wasser mufs dann dem Übelstand abgeholfen werden.

Man sieht, dafs diese Kühlmethode, wenn sie auch die billigste ist, dennoch recht viel zu wünschen übrig läfst und namentlich für Petroleummotoren, bei denen eine gleichbleibende Temperatur der Arbeitscylinder und der schnelle Eintritt des Beharrungszustandes in der Betriebswärme sehr erwünscht ist, sich wenig eignet.

In Fig. 143 ist ein Kühlgefäfs in Verbindung mit einem Motor von zwei Pferdekräften dargestellt.

Als Hauptregel für die Aufstellung eines solchen Kühlgefäfses ist zu beachten, dafs das obere Verbindungsrohr des Motors mit dem Gefäfs in allen seinen Teilen sichtbar ansteigen mufs. Anderenfalls zirkuliert das Wasser nicht, der Inhalt des Wassermantels gerät für sich ins Kochen, es bildet sich hier Dampf, der stofsweise aus dem Kühlgefäfs herausfährt und das Wasser in starke Wallungen versetzt.

Auch der Fufs des Blechgefäfses soll so hoch gestellt werden, dafs er mindestens nicht tiefer wie die Wassereinführung am Wassermantel des Arbeitscylinders liegt.

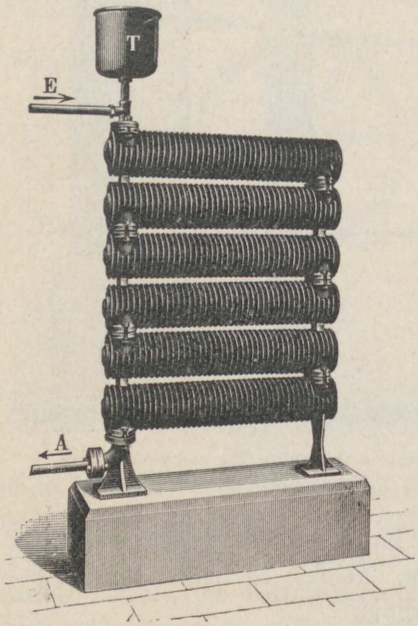


Fig. 144. Rippenkühler von Gebr. Körting.

Über die Gröfse der Kühlgefässe und Abmessungen der zugehörigen Rohrleitungen siehe am Ende des Kapitels 6.

Der **Rippenkühler** besteht aus einer Anzahl dünnwandiger Röhren von flachem oder rundem Querschnitt, welche mit einer grofsen Zahl weit vorspringender Rippen in regelmäfsiger Folge eng besetzt sind — siehe Fig. 144. Diese Röhren bestehen aus Gufseisen und werden in die Verbindungsleitung zwischen dem oberen und unteren Wasserstutzen am Kühlmantel des Motors eingeschaltet. Als gute Wärmeleiter nehmen nun die gufseisernen Rippen die Wärme schnell aus dem Wasser auf und bieten sie durch ihre grofse Oberfläche der Luft in ausgedehntem Mafs zur Fortleitung dar. Die abkühlende Wirkung eines solchen Rippenkühlers ist so stark, dafs, je nach Gröfse des Motors, schon 2—3 qm Rippenkühlfläche für die Pferdekraft ausreicht.

Die kühlende Wirkung der Rippenrohre ist um so stärker, je gröfser der Temperaturunterschied zwischen der Luft und dem Wasser ist. Je höher der Kühler steht, um so lebhafter ist die Wasserzirkulation, um so geringer der Temperaturunterschied zwischen dem Wasser im Motor und dem im unteren Teil des Kühlers.

Da sich das Wasser bei seiner Erwärmung ausdehnt, so ist durch ein Gefäfs *T* dafür gesorgt, dafs es Platz findet. Damit das Wasser

im Ausdehnungsgefäfs T möglichst wenig an der Erwärmung teilnehme, und wenig Wasser durch Verdunstung verloren geht, verbindet man das Gefäfs durch ein enges Rohr mit dem Kühler.

Soll der Rippenkühler gut wirken, so mufs er mindestens 1 m höher wie der untere Wasserstutzen am Motor aufgestellt sein; das obere und untere Rohr sollen in allen Teilen steigend mit möglichster Vermeidung von scharfen und vielen Biegungen geführt sein.

Der Kühler ist nahe dem Motor in einem Raum aufzustellen, in dem lebhafter Luftwechsel herrscht. Man kann nicht erwarten, dafs die Kühlung in entsprechendem Mafs von statten geht, wenn Motor und Kühler in demselben engbegrenzten Raum stehen, in dem sich an heifsen Sommertagen die Temperatur auf 40° C. und darüber steigert.

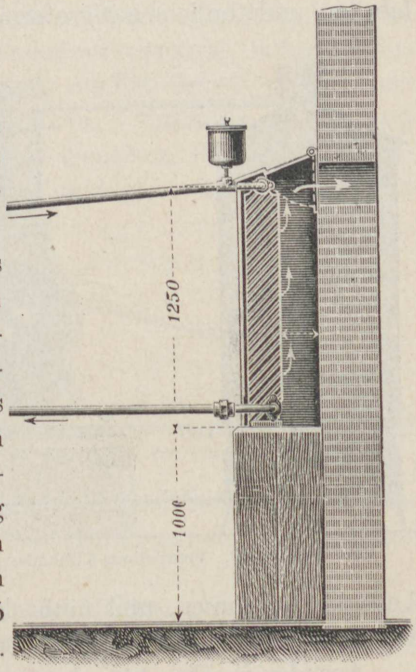


Fig. 145. Rippenkühler mit Einrichtungen zum Heizen und Ventilieren.

Die Vorzüge des Rippenkühlers gegenüber dem Kühlgefäfs bestehen darin, dafs er wenig Raum beansprucht, dafs ein geringes Wasserquantum erforderlich ist und, was für Petroleum- und Benzinmotoren besonderen Wert hat, dafs ein Beharrungszustand in der Erwärmung bald eintritt. Auch kann man den Kühler zum Ventilieren oder Heizen von Räumen benutzen. In Fig. 145 ist eine solche Einrichtung dargestellt.

Wie ersichtlich, ist der aus Körtingschen stehenden Elementen mit flachem Querschnitt hergestellte Kühler von einem Mantel aus Blech oder Holz umgeben und an einer Aufsenwand aufgestellt. Die Mauer ist am oberen Ende des Kühlers durchbrochen, so dafs die erhitzte Luft durch diese Öffnung ins Freie entweichen kann, der Raum also ventiliert wird. Schliefst man dagegen die Maueröffnung — wie punktiert angedeutet — durch eine Klappe, welche bis dahin die Decke des Kühlmantels bildete, so steigt die Luft in dem Aufstellungsraum hoch und erwärmt ihn. Im Sommer wird man also die Klappe als Deckel für den Kühlermantel, im Winter als Verschlufsklappe für die Maueröffnung benutzen.

Zu bemerken ist noch, dafs bei Verwendung eines Kühlers, wie er in Fig. 144 dargestellt wurde, die Höhe des Aufbaues eine begrenzte ist. Es mufs nämlich die von dem oberen Rippenrohr abströmende Luft immer noch kälter wie die Rippen selbst sein; wäre dies nicht der Fall, so könnte überhaupt nicht mehr Wärme von der Luft abgeführt werden, und alle Rohre, welche man etwa noch darüber anbrächte, hätten keinen Zweck.

Nach dem Vorbild jener Wasserkühlanlagen, welche man seit ungefähr zehn Jahren für Kondensations-Dampfmaschinen, Zuckerfabriken und ähnliche mit grofsem Wasserverbrauch arbeitende Betriebe verwendet, ist man in neuerer Zeit auch dazu übergegangen, das aus dem Wassermantel der Benzin- und Petroleummotoren warm abfliefsende Wasser durch ein **Kühlwerk** fein zu zerteilen und der abkühlenden Wirkung eines Luftstromes auszusetzen.

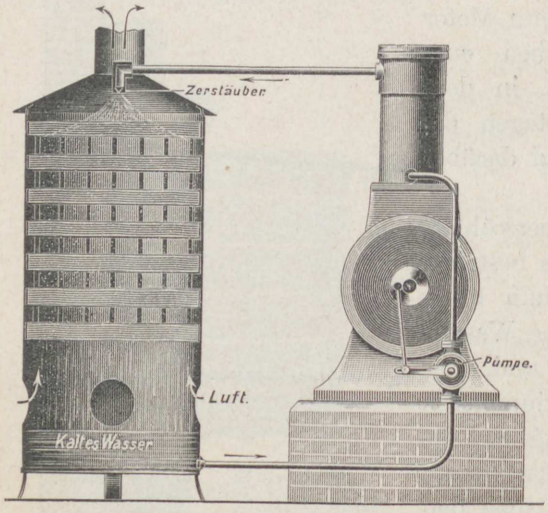


Fig. 146. Ventilations-Kühlanlage.

Von einer selbstthätigen Zirkulation des Wassers, wie dies beim Kühlgefäfs und Rippenkühler der Fall war, hat man hier Abstand genommen, und mufs das Wasser bis zum höchsten Punkt des Kühlwerkes mechanisch gefördert werden.

Aus der in Fig. 146 dargestellten Anlage ist ersichtlich, dafs man das kalte Wasser aus dem Behälter des Kühlwerkes mittelst einer kleinen Flügelpumpe durch den Wassermantel hindurch bis zu einem Zerstäuber treibt, welcher im höchsten Punkt des Apparates angebracht ist; hier breitet sich das Wasser in feiner Zerteilung auf einem System übereinander geschichteter Latten aus, rieselt langsam über dieselben herunter und gelangt in ausgedehnteste Berührung mit der kühlenden Luft, welche den Behälter von unten nach oben durchstreift. Für schnelllaufende Motoren kann die Flügelpumpe von der halb so schnell laufenden Steuerwelle angetrieben werden, oder man verwendet eine Centrifugalpumpe hierzu, mit welcher man eine Einrichtung zur Beförderung des Luftzuges im Blechbehälter verbinden kann.

Von Wichtigkeit ist es, noch auf die Bedeutung und zweckentsprechende Anbringung des **Auslafstopfes** hinzuweisen.

Zweck des Auslafstopfes ist, die flüssigen und während des Ausströmens flüssig werdenden Bestandteile der Verbrennungsprodukte aufzunehmen und das Geräusch des Auspuffs zu dämpfen. Dem entsprechend mufs der Auslafstopf in möglichster Nähe des Motors aufgestellt werden und durch ein kurzes Rohr, mit ausreichender Steigung nach dem Motor zu, an das Auslafsventil angeschlossen sein. Auch das von dem Topf nach aufsen führende Rohr soll in sämtlichen Teilen Gefäll nach ihm haben, damit alles Flüssige, was sich im Rohr absetzt, sei es nun Kondensationswasser, mitgerissenes Schmieröl oder unverbrannte Bestandteile des Petroleums, unbehindert in den Auslafstopf zurückfliefsen können. Er mufs ausreichend Raum genug bieten, um ein gröfseres Quantum flüssiger Verbrennungsprodukte aufnehmen zu können, und mit einem Ablafshahn

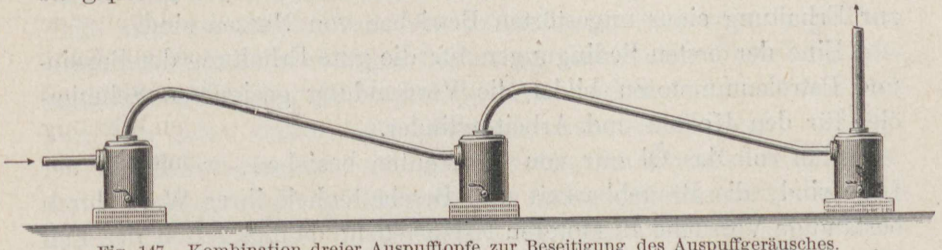


Fig. 147. Kombination dreier Auspufftopfe zur Beseitigung des Auspuffgeräusches.

an seinem tiefsten Punkte versehen sein. Unter letzterem mufs soviel Raum bleiben, dafs ein Gefäfs zum Auffangen der Flüssigkeiten aufgestellt werden kann.

Ferner soll der Auslafstopf aus zwei Hälften gefertigt sein oder wenigstens einen abnehmbaren Deckel haben, damit der ganze innere Raum freigelegt und gereinigt werden kann.

Gemauerte Schornsteine, Abflufskanäle etc. dürfen nicht zur Ableitung der Auspuffgase verwendet werden; durch Undichtigkeiten des Auslafsventiles können Explosionsgemenge in den Kanal gelangen, die bei ihrer Entzündung einen Druck erzeugen, dem die Umfassungswände nicht gewachsen sind.

Auslafstopf und ein Teil der Auspuffleitung werden beim arbeitenden Motor stark erhitzt; dem entsprechend sind brennbare Materialien in ihrer Nähe nicht statthaft oder müssen durch schlechte Wärmeleiter vor Berührung mit Auslafsrohr und Topf geschützt werden.

Sehr häufig wird das Geräusch und der Geruch der Auspuffgase die Nachbarschaft belästigen; wo diese Möglichkeit nicht ganz

ausgeschlossen ist, da sollte man von vornherein Vorkehrungen treffen, um denselben vorzubeugen.

Das sicherste und beste Mittel zur Beseitigung des Auspuffgeräusches ist die Hintereinanderschaltung von 3 oder 4 Auspufftöpfen, möglichst mit eingelegten Siebblechen zwischen den Topfhälften, so dafs die Auspuffgase auf ihrem Wege auch diese Siebe durchdringen müssen.

In Fig. 147 ist eine solche Anlage zur Anschauung gebracht.

Die Verbindungsrohre zwischen den Töpfen dürfen nicht zu kurz sein.

Die Wartung der Benzin- und Petroleummotoren.

Wenn auch für jedes einzelne System der Benzin- und Petroleummotoren besondere Bedienungsvorschriften gelten werden, so sind hier doch einige allgemeine Verhaltungsmafsregeln zu geben, die zur Erhaltung eines ungestörten Betriebes von Nutzen sind.

Eine der ersten Bedingungen für die gute Erhaltung der Benzin- und Petroleummotoren bildet die Verwendung geeigneten Schmieröles für den Kolben und Arbeitscylinder.

Man soll das Öl nur von Lieferanten beziehen, welche in der Lage sind, die Brauchbarkeit und Beschaffenheit ihrer Ware durch beständige Versuche an Motoren festzustellen; da dies selten der Fall sein wird, so haben sich die gröfseren Motorenfabriken veranlafst gesehen, in ihrem eignen Interesse und dem ihrer Abnehmer, die Herstellung des »Cylinderöles« selbst in die Hand zu nehmen und dasselbe unter Garantie für gleichmäfsig gute Qualität an die Motorenbesitzer zu liefern.

Das Cylinder-Schmieröl mufs vor allen Dingen säurefrei sein und darf auch nicht durch die hohe Temperatur oder durch die Berührung mit den heifsen Verbrennungsprodukten so zersetzt werden, dafs die gebildeten Produkte die Cylinder- und Kolbenwandungen angreifen. Auch mufs es seine Schmierfähigkeit bei der hohen Temperatur, welche die inneren Cylinderwandungen annehmen, behalten, d. h. es darf weder zu schnell verdampfen, noch zu dünnflüssig werden. Endlich soll es auch bei Temperaturen, die nahe dem Gefrierpunkt liegen, immer noch soweit flüssig bleiben, dafs es gut aus der Kanne fliefst.

Bei Verwendung geeigneten Schmieröles bleibt die Kolben- und Cylinderfläche stets blank; hebt man den Kolben unmittelbar nach dem Anhalten des Motors heraus, so soll sich derselbe, ebenso wie

die Cylinderlauffläche von oben bis unten mit einer Ölschicht überzogen zeigen, auch sollen alle Ringe — selbst die untersten — leicht verschiebbar vorgefunden werden. Wird unbrauchbares Öl verwendet, so zeigen sich Kolben und Cylinder mit einer rostbraunen Schicht überzogen, der untere Teil der Cylinderbohrung und der des Kolbens sind trocken; und die unteren Kolbenringe sitzen fest. Von der ferneren Verwendung eines solchen Öles ist sofort Abstand zu nehmen, und es ist zu empfehlen, von vornherein mit dem Öllieferanten dahin Vereinbarungen zu treffen, dafs das Öl, bei dessen Benutzung sich Kolben- und Cylinderlauffläche mit einer Rostschicht überziehen, mit Tragung aller entstandenen Unkosten unbedingt zurückzunehmen ist.

Bei den Motoren mit uneingekapseltem Triebwerk kann man die Brauchbarkeit des Öles sofort erkennen, da Kolben- und Cylinderfläche während des Betriebes sichtbar bleiben. Entziehen sich diese Teile aber der unmittelbaren Beobachtung, so ist sehr zu empfehlen, eine Stunde nach erstmaliger Benutzung einer neuen Ölsendung oder eines neuen Ölfasses die Kapsel des Triebwerkes zu öffnen und sich von dem guten Zustand der Gleitflächen zu überzeugen.

In dem Laderaum, am Kolbenboden, im Auslafsventilgehäuse, im Auslafstopf und im Auspuffrohr setzt sich das Schmieröl als sogenannte »Ölkohle« an den Wandungen fest. Bei einigen Ölsorten ist die Ölkohle von poröser, schwammiger und klebender Beschaffenheit, bei anderen bildet sie eine dichte, feste, trockene Masse. Findet man beim Reinigen die lockere Kohle in grofsen Mengen vor, so ist auf eine baldige Verstopfung des Auslafstopfes und des Auspuffrohres zu rechnen, die zu unangenehmen, schwer zu beseitigenden Störungen führt. Hauptursache dieser schnellen Verschmutzung sind zu starke Kühlung und Schmierung.

Falls die Schmierapparate nicht für mechanische Ölförderung eingerichtet, sondern einfache Öl-Tropfapparate sind, welche zu Beginn des Betriebes angestellt und nach jedem Anhalten abgestellt werden müssen, werden die Apparate, wenn sie in der kalten Jahreszeit zu Beginn des Betriebes auch ganz richtig eingestellt waren, später bei erreichter Betriebswärme und dünnflüssiger werdendem Öl, dennoch viel stärker tropfen. Wird die Tropfenzahl dann nicht nochmals berichtigt, so treten die erwähnten Verstopfungen der Ventile etc. sehr bald ein.

Zur Ölung der Lager mag erwähnt werden, dafs die zur Zeit sehr verbreitete Schmierung mit konsistentem Fett sehr bequem,

sparsam und reinlich zu nennen ist, dafs sie sich auch für Lager und Zapfen von Hebeln, Rollen und Gelenken, soweit bei denselben mäfsiger Druck und mäfsige Geschwindigkeiten vorliegen, sehr gut eignet. Für Kurbelwellen- und Pleuelstangenlager schnell laufender Motoren ist aber doch die Ölschmierung vorzuziehen.

Das von den Lagerstellen herunterlaufende Öl ist täglich abzuwischen; gelangt es zwischen Maschinensockel und Fundamentmauerwerk, so wird der Zementmörtel des letzteren erweicht, und im Laufe der Zeit der feste Stand des Motors gefährdet.

Es gibt Motoren, bei denen sich eine gründliche Reinigung alle 3—4 Tage nötig macht, und wiederum solche, welche — eine aufmerksame Bedienung vorausgesetzt — Monate lang ungestört arbeiten.

Genaue Prüfung des Brennmaterials und dementsprechende Einstellung des Gemisches, sorgfältige Kolbenschmierung und namentlich stete Einhaltung der vorgeschriebenen Kühlwasser-Temperatur zwischen 60 und 70° C. sind bei allen Motorensystemen als die Bedienungsvorschriften zu bezeichnen, von denen es in erster Linie abhängt, wie oft die Reinigung vorzunehmen sein wird.

Beim Auseinandernehmen des Motors zum Zweck der Reinigung hüte man sich, »festgebrannte« Muttern der Stiftschrauben mit Gewalt lösen zu wollen. In den meisten Fällen wird dann der Schraubenstift reifsen, und dadurch eine ebenso zeitraubende wie umständliche Reparatur herbeigeführt werden. Durch mehrmaliges Aufgiefsen von Petroleum lockern sich die Muttern meistens sehr schnell und sind schliefslich leicht zu lösen.

Will man das Festbrennen von vornherein verhindern, so reibe man die Stiftschrauben vor dem Aufsetzen der Muttern mit einer Masse aus Graphit und Vaseline ein.

Bei sorgfältig konstruierten Motoren werden Stiftschrauben überhaupt vermieden, wo ein Festbrennen der Muttern zu befürchten ist. Als sehr zweckmäfsig für das leichte Öffnen und Verschliefsen der Ventilgehäuse hat sich in dieser Beziehung die Befestigung des Ventildeckels mittelst Bügel und Druckschraube erwiesen, wie sie an den Gehäusen der Wasserpumpen etc. seit langer Zeit gebräuchlich ist. Bei dieser Befestigungsart genügt schon eine halbe Umdrehung der Druckschraube, um die Verbindung soweit zu lockern, dafs ein Abnehmen des Bügels und Deckels erfolgen kann, auch ist das Gewinde der Druckschraube der direkten Einwirkung der Hitze entzogen, so dafs ein »Festbrennen« nicht stattfindet.

Alle Ventildeckel müssen aufgeschliffen sein, d. h. ohne Zwischenlage eines Dichtungsmateriales dichten. Ferner sollen sie auf dem Gehäuse drehbar sein, so dafs das Nachschleifen ohne irgend welche Hindernisse vorgenommen werden kann.

Zum Reinigen der Ventilschleifflächen und Führungen, der Cylindergleitfläche, des Kolbens und der Schleifflächen der Ventil- und Cylinderdeckel bietet sich in dem Petroleum und Benzin selbst ein vortreffliches Lösungsmittel dar. Vermöge ihrer Dünnflüssigkeit dringen diese Stoffe sofort in alle Fugen, breiten sich von selbst schnell aus, erweichen verharztes Öl und Petroleumreste und lockern den Rost, so dafs meistens ein kräftiges Abreiben der eingefeuchteten Flächen etc. genügt, um das Metall sofort blofszulegen.

Zur Reinigung des Kolbens sind die Ringe von ihm zu entfernen; diese Arbeit ist namentlich bei kleinen Motoren mit der gröfsten Vorsicht auszuführen. Vor allen Dingen darf man die Ringe nicht weiter auseinander biegen, als dafs sie sich eben vom Kolben abstreifen lassen, anderenfalls ist ein Verbiegen oder Zerbrechen derselben zu befürchten.

Am sichersten verfährt man beim Abnehmen der Kolbenringe, wenn man die eine Hälfte des Ringes mit einem Drahthaken vorzieht und nacheinander drei oder vier Blechstreifen zwischen Ring und Kolbenkörper schiebt. Mit Leichtigkeit lassen sich diese Blechstreifen nun gleichmäfsig auf dem Kolbenumfang verteilen und bieten eine Überbrückung der Ringnuten dar, über welche sich die Ringe ohne jede Schwierigkeit abstreifen lassen. Dabei wird der Ring nicht weiter ausgedehnt, wie nötig ist.

Aufser der Kolbengleitfläche sind auch die Ringnuten auf dem Grunde und die Ringe auf der inneren Ringfläche von Verbrennungsrückständen zu reinigen, anderenfalls wird sich der Kolben bei älteren Motoren mit ausgelaufenem Cylinder schwer aus- und einbringen lassen. Das Wiedereinsetzen des Kolbens in den Cylinder hat mit Vorsicht zu erfolgen, jeder Ring ist einzeln in die Cylinderbohrung einzuführen, indem man die Schnittfuge zusammendrückt; man bedient sich hierzu am besten zweier flacher Holzstäbchen, auf keinen Fall darf man die Ringe mit den Fingern so erfassen und zusammendrücken, dafs letztere zwischen Cylinderrand und Ringkante zu liegen kommen. Die scharfen Ringkanten können zu sehr schmerzhaften Verletzungen Veranlassung geben.

Solange nicht sämtliche Ringe von dem Cylinder erfafst sind, darf der Kolben nicht gewaltsam in die Cylinderbohrung hinein-

gedrückt werden; legt sich der vorspringende Teil eines Ringes über den Cylinderrand, so wird er verbogen werden und sich später nicht wieder in die Nut eindrücken lassen. Ring und Ringnut werden in solchen Fällen meistens verdorben.

Ist der Motor nach erfolgter Reinigung wieder vollständig zusammengesetzt, so hat man ihn sofort anzulassen und eine Zeit lang in Gang zu erhalten, bis die Betriebswärme erreicht ist; dabei soll man das Schwungrad mit einem Hebebaum bremsen und den Vollgang für einige Zeit herbeiführen, um die Überzeugung zu erlangen, dafs der Motor nicht nur beim Leergang, sondern auch für den Vollgang seine Schuldigkeit thut.

Besondere Sorgfalt ist auf den richtigen »Anzug« der Pleuelstangen und Kurbelwellenlager zu verwenden. Die Deckelschrauben dieser Lager dürfen weder zu lose noch zu fest angezogen werden. Dreht man den Motor bei aufgehaltenem Auslafsventil langsam mit der Hand herum und läfst das Rad dann los, so soll die Kurbel — falls sie nicht ausbalanciert ist — von selbst in die tiefste Lage sinken und mehrere Male über diese Stellung hin- und zurückschwingen. Überläfst man dagegen das Auslafsventil dem Einflufs der Steuerung, so mufs sich beim Drehen der Kompressionsdruck voll geltend machen; hält man das Rad vor voll beendigter Kompression eine Zeit fest und gibt es plötzlich frei, so mufs auch jetzt noch die Kompression sich geltend machen, und das Rad mit Kraft zurückgetrieben werden.

Hört man beim Drehen des Motors oder später beim Probelaufen klopfendes Geräusch, so sind die Pleuelstangen oder Kurbelwellenlager nicht genügend fest angezogen, und mufs der Sitz sofort berichtigt werden. Beim Pleuelstangenlager kann man sich durch Rütteln der Stange leicht vom richtigen Anzug der Lagerdeckelschrauben Gewifsheit verschaffen. Die Contremuttern aller Lager sind **sorgfältig fest** zu ziehen. Löst sich beispielsweise die Befestigung des Pleuelstangenlagers während des Ganges, so wird der Kolben aus dem Cylinder herausgeschleudert und kann — ganz abgesehen von Brüchen am Motor — zu Unglücksfällen Veranlassung geben.

Betriebsstörungen.

Wo ein Benzin- oder Petroleummotor während des Betriebes den Dienst versagt, oder sich nicht in Gang setzen will, da hat man sich zuerst von der richtigen Temperatur des Zündglührohres zu überzeugen, und falls diese in Ordnung befunden ist, den Motor

auf sein »Dichthalten« zu untersuchen, indem man das Schwungrad verkehrt herumdreht. In allen Fällen wird dann nämlich der Cylinderinhalt komprimiert. Fühlt man beim Festhalten des Rades in der Kompressionsstellung ein Nachlassen des Widerstandes, so ist dies ein Zeichen, dafs irgendwo eine Undichtigkeit des Motors vorliegt, und hierin die Betriebsstörung zu suchen ist.

In den meisten Fällen wird es das Auslafsventil sein, welches durch Rost oder Schmutz in seiner Führung festgeklemmt und am dichten Schlufs behindert ist.

An den Motoren sind Einrichtungen getroffen, um diese Störungsursache sofort beseitigen zu können; von aufsen führt ein Röhrchen an die Ventilspindel, in welches einige Tropfen Petroleum zu giefsen sind. Schiebt man dann das Ventil einige Male mit der Hand auf und ab, so löst sich der Rost oder das verdickte Öl auf, und das Hemmnis ist damit beseitigt.

Aufser diesen am häufigsten vorkommenden Störungsarten, welche durch die genannten Mittel sofort zu heben sind, gibt es aber noch andere, bei denen die Ursache nicht so leicht zu erkennen ist, und die nicht so einfach zu beseitigen sind.

Zur Hebung solcher Fälle sollen gewisse äufsere Merkmale angegeben werden, von denen auf ganz bestimmte Störungsursachen geschlossen werden kann und bestimmte Mittel mit gröfserer Aussicht auf Erfolg anzuwenden sind, als wenn die Wiederinstandsetzung des Motors einzig und allein durch »Hin- und Herprobieren« bewerkstelligt wird, ohne dafs man sich zum Schlufs klar geworden ist, welches denn nun die eigentliche Störungsursache war.

Folgende Betriebsstörungen sind es, mit denen man bei den Benzin- und Petroleummotoren hauptsächlich zu thun hat:

Der Motor versagt den Dienst bei der Ingangsetzung.
Das Angehen erfolgt erst nach vielen vergeblichen Umdrehungen.
Der Gang des Motors ist unregelmäfsig.
Der Motor bleibt während des Betriebes von selbst stehen.
Der Motor äufsert weniger Kraft.
Es erfolgen Stöfse im Motor.
Es knallt im Lufttopf.

Für jede dieser Störungsarten können verschiedene Ursachen vorliegen, und wird dementsprechend die Besprechung besonders zu erfolgen haben.

1. Der Motor versagt den Dienst bei der Ingangsetzung, es knallt zur Zeit der Zündung aus dem Auspuffrohr.

Ursache. Geringe Undichtigkeit des Auslafsventiles.

Hilfsmittel. Beseitigung etwa festgeklemmter Körper von der Ventilschleiffläche, Nachschleifen des Auslafsventiles oder Gangbarmachen des Ventiles in seiner Führung, so dafs es leicht auf seinen Sitz herunterfällt.

Erklärung. Schliefst das Auslafsventil nicht vollkommen dicht ab, so gelangt ein Teil der unentzündeten Ladung während der Kompressionsperiode in den Auslafstopf und in das Auspuffrohr. Erfolgt dann die Zündung, so teilt sich letztere durch die Undichtigkeit des Auslafsventiles hindurch auch dem Inhalt des Auslafstopfes und dem Auslafsrohr mit, und die Gase fahren mit starkem Druck und Knall aus dem Rohr. Da hierbei ein gröfser Teil der Ladung unbenutzt verloren geht, so kann sich der Motor nicht in Gang setzen.

2. Der Motor versagt bei der Ingangsetzung den Dienst, die Zündungen erfolgen nur in gröfseren Zwischenräumen, und die Antriebe reichen nicht aus, den Motor in die normale Geschwindigkeit zu bringen.

Ursache. a) Die Auslafsventilfeder ist zu schwach gespannt; b) das Zündrohr wird nicht genügend warm; c) der Benzin- oder Petroleumgehalt des Gemisches ist zu gering.

Mittel für a. Nachspannen der Auslafsventilfeder, Beobachten des Ventiles während der Ansaugeperiode, eventuell Berühren der Ventilspindel mit dem Finger; solange man noch Vibrationen des Ventiles sieht oder fühlt, ist die Feder noch nicht genügend gespannt.

Mittel für b. Beobachten der Lampe, die Flamme mufs blau und mit bestimmtem Geräusch brennen, Reinigen der feinen Brenneröffnung. Beseitigung etwaiger Verstopfungen des Zuflufsrohres. Erfolgt die Zuführung des Brennstoffes für die Lampe durch Luftdruck, so ist das Vorhandensein genügender Spannung im Vorratsbehälter zu kontrollieren.

Mittel für c. Veränderung des Gemisches durch Verstellung des Luftschiebers, des Petroleum- oder Benzinzuflusses, Beseitigung etwaiger Verstopfungen des Zuflufsrohres.

Erklärung für a. Ist die Feder des Auslafsventiles so schwach gespannt, dafs dieses Ventil sich auch während der Ansaugeperiode öffnet, so wird aufser der durch das Einlafsventil eingenommenen

Ladung auch vom Auslafs her »Beiluft« in den Cylinder gelangen und die Ladung so verdünnen bezw. abkühlen, dafs sie nicht mehr entzündungsfähig ist. Die verdünnte Ladung wird also unverbrannt in den Auslafstopf geschoben, und an Stelle der sonst im Laderaum verbleibenden Verbrennungsprodukte findet sich daselbst unverbranntes dünnes Gemisch vor, welches sich in der nächsten Ansaugeperiode mit dem neu eingenommenen starken Gemisch vereinigt. Durch die Undichtigkeit des Auslafsventiles tritt bei dieser Ansaugung nun nicht mehr reine Luft, sondern dünnes Gemisch, so dafs sich mit jedem neuen Saughube ein stärkeres Gemisch bilden mufs, bis die Entzündungsfähigkeit erreicht ist, und eine Verbrennung unter Druckentwickelung erfolgen kann. Mit dieser treten dann die Verhältnisse der Gemischbildung wieder in das Anfangsstadium zurück, und wiederum werden 4, 6, 8 oder mehr Umgänge des Motors erfolgen müssen, bis eine Zündung und mit ihr ein neuer Antrieb im Motor stattfindet.

Erklärung für b. Hat die Heizflamme nicht genügende Temperatur, um das Zündrohr in Hellrotglut versetzen zu können, so ist der normale Gehalt der Ladung von Benzin- oder Petroleumdämpfen nicht grofs genug, damit die Entzündung am Glührohr erfolgen kann. Auch hier findet nun, ähnlich wie vorstehend beschrieben, nach jeder ausbleibenden Zündung eine Anreicherung des Gemisches mit Brennstoffdämpfen statt, für deren Entzündung dann die Temperatur des Glührohres ausreicht. Mit jeder neuen Zündung wärmt sich der Laderaum, das Einlafsventil und der Kanal nach dem Zündrohr mehr an und steigert durch allmähliche Vorwärmung des Gemisches dessen Entzündungsfähigkeit. Die Pausen, in denen sich die Zündungen folgen, können nun so kurz werden, dafs sich der Motor im Gang erhält.

Erklärung für c. Ist das Gemisch zu schwach wegen zu weiter Öffnung des Lufteinlasses, so kann auch hier allmähliche Anreicherung bis zur Entzündungsfähigkeit, ähnlich wie unter a) beschrieben, stattfinden, und durch die nach und nach eintretende Vorwärmung die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zündungen so verringert werden, dafs der Motor sich im Gang erhält. Zu geringe Eröffnung der Petroleum- oder Benzinabsperrvorrichtung wirkt ebenso.

Können für diesen Fall die periodischen Zündungen weder durch Verstellung der Luft, noch der Petroleumzuführung beseitigt werden, so ist die Petroleumleitung verstopft, und sind dementsprechende Mafsregeln zu treffen.

3. Der Motor versagt bei der Ingangsetzung den Dienst. Es zischt während der Kompressionsperiode im Schornstein der Lampe.

Ursache. Das Zündglührohr ist nicht dicht angeschraubt.

Hilfsmittel. Anziehen der Verschraubung bezw. der Befestigungsschrauben für das Glührohr.

Erklärung. Das Glührohr kann nur wirken, wenn es selbst und auch der zu ihm führende Kanal absolut dicht halten. So lange eine Strömung des Gemisches durch das Rohr oder einen Teil desselben nach aufsen stattfindet, kann die Zündung nach rückwärts in den Laderaum hinein nicht erfolgen.

4. Erschwertes Anlassen. Dem Cylinder entsteigen Dämpfe, das Schmieröl bildet an der Fuge zwischen Cylinder und Kolben Blasen.

Ursache. Undichter Kolben.

Hilfsmittel. Starkes Schmieren des Kolbens mit dickflüssigem Öl, beschleunigtes Andrehen, eventuell Einsetzen neuer Kolbenringe.

Erklärung. Jeder Benzin- und Petroleummotoren-Cylinder mufs sich im Laufe der Zeit abnutzen. Die eintretende Undichtigkeit zwischen Kolben und Cylinderwand kann die Gemischbildung so beeinflussen und die Kompression so herabmindern, dafs beim langsamen Drehen des Motors, wie es beim Anlassen stattfindet, nicht nur schwaches Gemisch gebildet wird, sondern dafs dasselbe auch in der Kompressionsperiode durch die erweiterte Fuge zwischen Kolben und Cylinderwand zum Teil verloren geht. Das zündbare Gemisch wird nicht so tief in das Glührohr gedrängt, dafs es den Glühort erreicht und die Zündung erfolgen kann.

Gieſst man nun dickflüssiges Öl auf die Dichtfuge und dreht das Rad möglichst schnell, so wird durch das Öl ein Teil der Fuge ausgefüllt und durch die schnelle Drehung die Zeit für das Entweichen des Gemisches verkürzt. Die Kompression erhält sich in genügender Stärke, damit die Zündung eintrete. Nimmt der Motor dann nach den ersten Zündungen schnellere Gangart an, so wird die Zeit, welche für das Entweichen des Gemisches übrig bleibt, immer kürzer, und der Motor kann die normale Geschwindigkeit erreichen. Seine volle Kraft wird er mit undichtem Kolben selbstredend nicht mehr äufsern, da sich nicht nur die Menge der Ladung verringert, sondern auch der Verbrennungsdruck durch Entweichen von Verbrennungsprodukten während der Arbeitsperiode herabgemindert wird.

Aufserdem erhitzen die zwischen Cylinder und Kolbenwand durchströmenden heifsen Verbrennungsprodukte diese Teile stark, verdrängen das Schmieröl und geben zum Trockenlaufen des Kolbens Veranlassung, wenn die Schmierung nicht entsprechend verstärkt wird.

5. Der Motor bleibt während des Betriebes von selbst stehen. Beim Versuch, ihn wieder in Gang zu setzen, findet man, dafs beim Andrehen ein gröfserer Widerstand zu bewältigen ist.

Ursache. Festfressen eines Lagers oder des Kolbens infolge mangelhafter Schmierung oder verstopfter Schmierapparate.

Hilfsmittel. Durch Anfühlen der verschiedenen Lagerstellen ermittelt man das etwa warmgelaufene Lager. Ergibt sich, dafs alle Lager kalt sind, so ist der Kolben trockengelaufen. Die Lager der Kurbelwelle und des Kurbelzapfens werden sich bei Benzin- und Petroleummotoren selten so fest fressen, dafs die Laufstellen vollkommen ruiniert sind. In den meisten Fällen werden die Motoren infolge des zu überwindenden allmählich gröfser werdenden Widerstandes sehr bald von selbst still stehen. Empfindlicher ist das Lager der Pleuelstange im Kolben, hier wird sich meist ein vollständiges »Festfressen« von Bolzen und Lagerschale zeigen.

6. Der Motor bleibt während des Betriebes von selbst stehen. Die Zündungen versagen dauernd, trotzdem die Lampe gut brennt, und die Probe des Verkehrtherumdrehens des Schwungrades »Dichthalten« des Motors ergab.

Ursache. Verstopfung des Glührohres an der Mündung im Laderaum durch Rufs, Schmieröl oder Petroleumreste.

Hilfsmittel und Erklärung. Die Störung kommt hauptsächlich bei Petroleummotoren vor, deren Ein- und Auslafsventile in einem Gehäuse liegen. So bald zu stark geschmiert und gekühlt wird, oder das spezifische Gewicht einer neuen Petroleumsendung gröfser wie das der bisher benutzten ist, kann Rufs- und Ölkohlebildung im Verein zu einer schnellen Verstopfung des Glührohres führen. Wenn der Motor für längere Zeit mit geringerer Belastung laufen soll, so mufs dementsprechend die Kühlung schwächer sein. Das spezifische Gewicht des Petroleums ist oft zu ermitteln, und müssen diesbezügliche Änderungen an der Einstellung des Gemisches mit Sorgfalt vorgenommen werden.

7. Der Gang des Motors ist unregelmäfsig. Es bleiben Zündungen aus.

Ursache. Es wird zu viel Luft bezw. zu wenig Benzin oder Petroleum zugeführt.

Hilfsmittel. Berichtigung des Mischungsverhältnisses.

8. Der Gang des Motors ist unregelmäfsig, er wird periodisch schneller und langsamer.

Ursache. Mangelhafte Beweglichkeit des Regulators.

Hilfsmittel. Schmierung des Regulators oder Beseitigung verdickten Schmieröles durch Zuträufeln von Petroleum. Auswechselung stumpfer Stahlschneiden gegen scharfe.

9. Der Motor äufsert wenig Kraft. Der Auspuff ist schwach und langgezogen.

Ursache a. Verengung des Auslafsventiles durch Ölkohle, Verrufsung und Petroleumrückstände.

Hilfsmittel. Beseitigung der Verstopfungen, die sich auch im Verbindungsrohr des Auslafsventiles mit dem Auslafstopf und im Auspuffrohr vorfinden können.

Erklärung. Durch Verengung der Auslafswege entsteht nicht nur ein hemmender Gegendruck in der Auslafsperiode, sondern es werden auch mehr Verbrennungsrückstände im Laderaum wie sonst zurückgehalten, die zur Bildung eines schwächeren und langsam brennenden Gemisches Veranlassung geben.

Ursache b. Die Federn des Einlafsventiles oder Petroleumventiles sind zu stark gespannt.

Hilfsmittel. Berichtigung der Federspannungen, wo dies ausführbar, möglichst während des Ganges.

Ursache c. Vernachlässigung der Brennstoffprüfung und damit zusammenhängende Bildung ungeeigneten Gemisches.

Erklärung. Ein zu grofser Gehalt des Gemisches an Petroleum oder Benzin wirkt ebenso abschwächend auf die Kraftäufserung wie mangelnder Brennstoff.

Die richtige Gemischregulierung bildet eine der Hauptaufgaben für den Wärter, sie ist jedesmal, nachdem der Motor »betriebswarm« geworden ist, so lange zu ändern, bis bei normaler Belastung das erfahrungsmäfsig richtige Verhältnis zwischen Krafthüben und Leergängen eingetreten ist.

10. Es erfolgen Stöfse im Motor. Der Stofs wiederholt sich bei jedem Krafthub.

Störungsursache und Hilfsmittel. Der zur Befestigung des Schwungrades dienende Keil hat sich gelöst, der Motor mufs angehalten, und der Keil nachgetrieben werden.

11. Es erfolgen Stöfse im Motor, dieselben treten aber in unregelmäfsigen Zwischenräumen auf.

Ursache. Die Entzündung erfolgt als Kompressionszündung (Frühzündung) ohne Vermittelung des Glührohres.

Hilfsmittel. Stärkere Kühlung oder, wenn möglich, Verminderung der Belastung des Motors und Verringerung der Brennstoffzuführung; wo dies nicht ausführbar, oft zu wiederholende Reinigung des Motors.

Erklärung. Die Petroleummotoren und im geringeren Grade auch die Benzinmotoren stehen meistens den Verhältnissen sehr nahe, bei welchen die Entzündung des Gemisches vor beendigter Kompression durch diese selbst eintritt. Da die Entzündung dann fast gleichzeitig durch die ganze Menge des Gemisches hindurch stattfindet, so können die Erschütterungen im Motor sehr heftig und beängstigender Natur werden. Dem entsprechend wendet man auch nicht so hohe Kompressionen wie beim Gasmotor an und sucht durch Kühlung aller Teile des Laderaumes die Vorwärmung des Gemisches nicht über eine bestimmte Grenze hinaus gelangen zu lassen.

12. Es knallt im Lufttopf.

Ursache. Entzündung des Gemisches während der Ansaugperiode an dem noch brennenden Gemisch der voraufgegangenen Arbeitsperiode.

Hilfsmittel. Mehr Brennstoff oder weniger Luft.

Erklärung. Ist versäumt worden, das Gemisch nach dem Anlassen richtig einzustellen, so kann unter Umständen die Verbrennung desselben eine so langsame sein, dafs es noch im Laderaum brennt, während schon die nächste Arbeitsperiode mit dem Ansaugen neuen Gemisches beginnt. Letzteres entzündet sich bei seiner Berührung mit der Flamme im Laderaum, also zu einer Zeit, bei welcher das Einlafsventil geöffnet ist, so dafs die gebildeten Verbrennungsprodukte mit mehr oder weniger starkem Knall zum Luftrohr hinausfahren.

Gefahren und Vorsichtsmafsregeln beim Umgang mit Benzin- und Petroleummotoren.

Wenngleich der Betrieb der Benzin- und Petroleummotoren, als eine regelmäfsige Folge beherrschter Explosionen, an und für sich eine Feuers- oder Explosionsgefahr auch ausschliefst, so ist eine solche doch mit der Aufbewahrung und dem Transport des Brennstoffes selbst verknüpft.

Wie jeder andere flüssige, leicht entzündliche Brennstoff, so ist auch das Benzin und Petroleum deshalb besonders feuergefährlich, weil sie sich bei etwaigem Verschütten sofort über eine grofse Fläche ausbreiten und die in ihrer Nähe befindlichen Stoffe durchtränken. Dementsprechend sollten nur feste, dichte und unzerbrechliche Gefäfse zum Transport und zur Aufbewahrung gröfserer Benzin- und Petroleummengen benutzt werden, die in muldenartigen Vertiefungen zu ebener Erde gelagert sind. Die Mulde mufs ausgemauert sein und nach einer Seite hin, welche nicht vom Fafs bedeckt wird, Gefälle haben, damit sich etwa verschüttetes oder auslaufendes Petroleum an einem Punkt ansammeln und sofort beseitigt werden kann.

Benzin- und Petroleumfässer müssen aufserhalb der Gebäude gelagert werden, sie dürfen hier nur durch einen leichten, den Luftdurchzug nicht hindernden Verschlag — am besten aus verzinktem Wellenblech — geschützt sein.

Explosionsgefahr tritt ein, wenn gröfsere Mengen Benzin in geschlossenen Räumen unentdeckt auslaufen und verdunsten. Geschieht dies im Motorenlokal selbst, so kann schon die Zündflamme des Motors die Entzündung des gebildeten Explosionsgemisches herbeiführen.

Auch die Vorratsbehälter für Benzin und Petroleum können explodieren, und zwar vergröfsert sich die Gefahr mit Abnahme des Inhaltes. Je mehr Raum im Innern des Behälters wird, um so mehr explosibles Gemisch kann sich bilden. Selbst ein entleertes Benzinfafs kann explodieren, wenn man mit einer Flamme in das Spundloch hineinleuchtet, oder wenn sie auch nur in die Nähe desselben gebracht wird. Petroleumfässer bergen dieselbe Gefahr in sich.

Beim Umfüllen von Benzin und Petroleum, beim Transport nicht verspundeter leerer Benzinfässer darf nie eine Flamme brennen, gleichgiltig, ob letztere offen, oder durch einen Cylinder geschützt ist.

Am sichersten geht man, wenn zwischen Motor- und Brennstoffbehälter eine feste Rohrleitung gelegt wird, in welche eine Pumpe eingeschaltet ist, mit der man die Überführung des Brennstoffes vornehmen kann; der Vorratsbehälter soll tiefer wie der Motor liegen, damit alle mit Brennstoff gefüllten Räume nach ihm hin entleert werden können. Übergeschüttetes oder aus undichten Stellen ausgelaufenes Benzin oder Petroleum mufs sofort mit Putzwolle oder Sand aufgesaugt und aus dem Motorenraum entfernt werden.

Alle Verbindungsstellen, welche den Brennstoff abschliefsen, sind sorgfältig zu überwachen und etwa auftretende Undichtigkeiten sofort zu beseitigen.

Erweist sich bei einem betriebswarmen Motor das Herausnehmen des Kolbens als nötig, so mufs vor allen Dingen die Heizflamme für Zündrohr und Verdampfer gelöscht werden, und vollkommene Erkaltung dieser beiden Teile eingetreten sein, bevor man an das Herausziehen des Kolbens geht. Versäumt man diese Vorsicht, so kann, falls noch unentzündetes Gemisch im Cylinder angesammelt ist, der entkuppelte Kolben mit grofser Kraft herausgeschleudert werden und zu schweren Unglücksfällen Veranlassung geben.

Eine weitere, nicht genug zu beherzigende Vorsichtsmafsregel ist die, das gleichzeitige Hineinsehen und Hineinleuchten in das Innere des an einer Stelle geöffneten Motors zu vermeiden. Sei der Motor nun warm oder kalt, immer ist mit der Möglichkeit zu rechnen, dafs er mit unverbranntem Gemisch erfüllt ist; bringt man nun die Flamme in eine Öffnung, so fährt das entzündete Gemisch als langer Feuerstrahl aus der Öffnung heraus und hat schon zu folgenschweren Verbrennungen Veranlassung gegeben.

Will man sicher gehen, so hält man zuerst die Flamme mit abgewandtem Oberkörper in die Öffnung hinein, läfst den Motor mehrere Male herumdrehen und beginnt erst dann die Untersuchung. Auch in den Schornstein der Heizlampe oder in die Schauklappe für das Glührohr soll man während des Betriebes nicht hineinsehen; vermutet man hier eine Störung, so ist es sicherer, den Motor vorher anzuhalten. Es sind Fälle bekannt, bei denen das Glührohr in demselben Moment zersprang, wie die Klappe geöffnet wurde.

Bewegte Maschinenteile während des Ganges anzufassen oder abzuwischen, ist stets mit Gefahr verbunden; ist man auch scheinbar ganz ungefährdet, so kann dennoch ein Kleidungsstück oder die Putzwolle hier oder dort festhaften, mitgezogen werden und zu Unglücksfällen führen.

Auch das Auf- und Ablegen des Riemens auf die Motorenriemscheibe während des Ganges ist nicht ohne Gefahr; auf keinen Fall darf man hierbei den Riemen so fassen, dafs die Finger zwischen Riemen und Scheibenumfang geraten können; man legt den Riemen zuerst lose über einen Teil der Scheibe, so dafs er diesen leicht schleifend berührt, und drückt ihn dann schnell mit den Handflächen ganz auf den Umfang. Dabei sind die Verbindungsstellen des Riemens, namentlich wenn scharfkantige Verbinder benutzt

sind, vor dem Auflegen so zu verschieben, dafs sie den Scheibenumfang eben verlassen haben.

Wird zum Andrehen des Motors eine Kurbel benutzt, so liegt die Gefahr vor, dafs dieselbe bei zu langsamen Drehen infolge vorzeitiger Zündung zurückgeschlagen werden kann, namentlich dort, wo ein ungesteuertes Glührohr benutzt wird. Es ist also die Vorsicht geboten, zuerst den Motor in schnelle Umdrehung zu versetzen, und erst dann die Gemischbildung eintreten zu lassen.

Zehntes Kapitel.

Verzeichnis von deutschen Patenten, welche auf Benzin- und Petroleummotoren Bezug haben.

Nummer	Inhaber	Gegenstand	Datum der Erteilung
3299	W. Lehmann in Leipzig	Zündvorrichtung für Gasmaschinen	
6768	C. Kraus in Linden vor Hannover	Gaskraftlokomotive f. Strafsen- und Sekundärbahnen	8. 10. 1878
7408 Zusatz zu 125	Leo Funk in Aachen	Zündvorrichtung für Gasmaschinen	23. 3. 1879
10597	G. Stoff in Frankfurt a. d. Oder	Motor für Gas- und Petroleumbetrieb	2. 12. 1879
13358	Edmond Geisenberger in Brüssel	Neuerungen an der unter 2752 patentierten Gas- und Petroleummaschine	8. 2. 1880
14066	Gustav Stoff in Frankfurt a. d. Oder	Motor für Gas- oder Petroleum	23. 7. 1880
18688	Eugène Etève und Charles Clément Lallement in Paris	Motor betrieben durch ein Gemenge von Luft und flüssigen Kohlenwasserstoffen	27. 7. 1881
19228	Math. Vital Schiltz in Köln a. Rh.	Neuerungen an Gas- und Petroleummotoren	15. 5. 1881
25693	Math. Vital Schiltz in Köln a. Rh.	Neuerungen an Gas- und Petroleumkraftmaschinen	20. 8. 1892
25694	Math. Vital Schiltz in Köln a. Rh.	Gewinnung komprimierter Luft vom hinteren Kolbenraum eines Gas- oder Petroleummotors	28. 8. 1882
28022	G. Daimler in Cannstatt	Gasmotor	16. 12. 1883

Nummer	Inhaber	Gegenstand	Datum der Erteilung
28243	G. Daimler in Cannstatt	Neuerungen an Gasmotoren	22. 12. 1883
30573	Eugene Etève und Jean André de Braam in Paris	Petroleummotor	30. 5. 1884
30369	Lewis Hallock Nash in Brooklyn. County of Kings New-York, V. S. A.	Neuerungen an Gasmotoren	22. 5. 1883
30576 Zusatz zu 28102	Johannes Spiel in Berlin	Misch- und Saugeventil für Gasmotoren	4. 7. 1884
31634	Julius Söhnlein in Schierstein a. Rh.	Petroleumkraftmaschine	15. 7. 1884
31785	Lewis Hallock Nash in Brooklyn. County of Kings New-York, V. S. A.	Neuerungen an Gaskraftmaschinen	4. 12. 1833
34293	Berliner Maschinenbau-Akt.-Gesellschaft vorm. L. Schwarzkopff in Berlin	Zündvorrichtung mit Glühkörper für Gasmaschinen	18. 7. 1885
34926	G. Daimler in Cannstatt	Gas- bezw. Petroleumkraftmaschinen	2. 4. 1885
35993	Friedrich Brünler in Berlin	Petroleumkraftmasch., deren Zerstäuber im Kolben liegt	22. 1. 1886
36044	M. V. Schiltz in Köln a. Rh.	Neuerungen an Gas- bezw. Petroleummaschinen	16. 6. 1885
35794	Joh. Spiel in Berlin	Petroleumkraftmaschine	3. 3. 1885
35915	Joh. Spiel in Berlin	Pumpvorrichtung für flüssigen Brennstoff	29. 9. 1885
36054	Guillaume Smyers in Brüssel	Neuerungen an Petroleum- und ähnlichen Motoren	24. 9. 1885
36423	G. Daimler in Cannstatt	Fahrzeug mit Gas- bezw. Petroleumkraftmaschine	29. 8. 1885
36811	G. Daimler in Cannstatt	Apparat zum Verdunsten von Petroleum für Petroleumkraftmaschinen	25. 3. 1886
37435	Benz & Co. in Mannheim	Fahrzeug mit Gasmotorenantrieb	29. 1. 1886
37550	Edouard Delamare-Deboutteville und Léon Charles Malandin in Fontaine de Bourg Frankreich,	Apparat zum Verdampfen von Kohlenwasserstoffen zwecks Erzeugung von Betriebsgas	4. 3. 1886
37514 Zusatz zu 34293	Berliner Maschinenbau-Akt.-Gesellschaft vorm. L. Schwarzkopff in Berlin	Neuerungen an der durch Patent 34293 geschützten Zündvorrichtung	28. 2. 1886

Nummer	Inhaber	Gegenstand	Datum der Erteilung
37775	National Meter Compagny in New-York, V. St. A.	Vorrichtung zum Vergasen flüssigen Brennstoffs für den Betrieb von Gasmaschinen	24. 11. 1888
37877	John Jos. Reveley Humes in Camberwell, England	Kraftmaschine zum Betrieb mit Kohlenwasserstoffen	18. 4. 1886
38121	M. V. Schiltz in Köln a. Rh.	Neuerungen an Petroleummaschinen	10. 4. 1886
38581	Chr. Reithmann in München	Neuerungen an Gaserzeugungsapparaten für Gasmaschinen	29. 5. 1886
38693	Chr. Reithmann in München	Petroleumkraftmaschine	10. 9. 1886
39443 Zusatz zu 38121	M. V. Schiltz in Köln	Neuerungen an der unter 38121 patentierten Petroleumkraftmaschine	10. 4. 1886
40806	Karl Pieper in Berlin	Vorrichtung zur Steuerung des Ein- und Auslafsventiles an Gasmotoren	25. 3. 1887
41246	Christopher Thomas Wordsworth und John Wolstenholme in Radcliffe, Lancashire, England	Neuerungen an Gas- und Petroleumkraftmaschinen	4. 2. 1887
41856	Theodor Heese in Berlin	Zündvorrichtung für Gasmaschinen	14. 6. 1887
42290	Boris Lutzky in München	Gaserzeuger für Petroleumgasmaschinen	21. 6. 1887
42292	G. A. List & Vict. List, Moskau	Petroleummotor	2. 8. 1887
42600	Karl Pieper in Berlin	Vorrichtung zur Steuerung und Regulierung von Gaskraftmaschinen	31. 8. 1887
42752	Eduard Hahn in Frankfurt a. M.	Gaserzeugungsapparat	6. 7. 1887
42948	Franz Wilhelm in Herford a. Rh.	Mischventil für einen kombinierten Gas- und Petroleummotor	15. 9. 1887
43273	William Dent. Priestmann und Samuel Priestmann in Holderness Foundry Hull, Yort England	Zerstäuber für flüssigen Brennstoff	8. 6. 1887
43554	G. Daimler in Cannstatt	Verfahren und Vorrichtung zur Ausnutzung der Auspuffgase von Gasmaschinen zur Förderung von Flüssigkeiten	15. 11. 1887

Nummer	Inhaber	Gegenstand	Datum der Erteilung
42873	H. Göbel in Parchim	Apparat zur Gaserzeugung aus Petroleum zum Betrieb von Gasmaschinen	4. 5. 1887
44075	Oskar Blessing in Reudnitz bei Leipzig	Umsteuerung für Lokomotiven mit Gas- oder Petroleumbetrieb	10. 12. 1887
44273	Eduard Quack in Köln	Mechanismus zur Kolbenbewegung bei Gas- und Petroleummotoren	6. 12. 1887
44261	Oskar Blessing in Reudnitz bei Leipzig	Umsteuerung für Lokomotiven mit Gas- und Petroleumbetrieb	10. 12. 1887
44522	Karl Weber Landolt in Menziken, Schweiz	Mischventil für Luft und Kohlenwasserstoff als Saugventil von Gasmaschinen	11. 11. 1887
44555	M. V. Schiltz in Köln a. Rh.	Ventilanordnung zur Vorwärmung des Zündgemenges bei Petroleumkraftmaschinen	25. 10. 1887
44703	John Charter, Thomas Alexander Calt u. George Stephen Fracy in Sterling, Whitesides Illinois, V. St. A.	Ladevorrichtung für Gasmotoren mit Betrieb durch flüssige Kohlenwasserstoffe	20. 9. 1887
45101	Hans Wadzeck in Berlin	Gaserzeuger für Gasmaschinen	18. 5. 1888
45019	Gaston Ragot in Forest, Belgien	Neuerungen an Petroleummotoren	17. 2. 1888
45096	Oskar Blessing in Reudnitz bei Leipzig	Vorrichtung zum Anhalten und Regulieren der Geschwindigkeit von Lokomotiven mit Gas- oder Petroleummotorenbetrieb	22. 4. 1888
45129	Emil Capitaine in Berlin	Einrichtung von Ölmotoren zur selbstthätigen Kühlung des Explosionsraumes bei stattfindender Drucksteigerung	15. 5. 1888
45340	Theodor Heese in Berlin	Neuerung an Rohrzündern für Gas- und Petroleummaschinen	16. 2. 1888
44601	Ch. E. Hearson in London	Verfahren zur Herstellung einer Mischung von Dämpfen flüchtiger Kohlenwasserstoffe und Luft	24. 12. 1887

Nummer	Inhaber	Gegenstand	Datum der Erteilung
45707	Oskar Blessing in Reudnitz bei Leipzig	Vorrichtung zum Andrehen des Motors an Gas- bezw. Petroleumlokomotiven	27. 6. 1888
46187 Zusatz zu 44261	Oskar Blessing in Reudnitz bei Leipzig	Umsteuerung für Lokomotive mit Gas- und Petroleumbetrieb	8. 5. 1888
46263	Adolf Spiel in Berlin	Reguliervorrichtung für Petroleumkraftmaschinen	4. 9. 1888
46703	Adolf Spiel in Berlin	Neuerungen an Petroleummotoren	21. 4. 1888
47499	C. v. Lüde in Berlin	Einrichtung zur Regelung des Petroleumzuflusses bei Petroleummotoren	15. 8. 1888
47754 Zusatz zu 45707	Oskar Blessing in Reudnitz bei Leipzig	Vorrichtung zum Andrehen des Motors von Gas- und Petroleumlokomotiven	1. 8. 1888
48302	Emil Capitaine in Berlin	Straßenbahnwagen mit Gasmotorenbetrieb	12. 7. 1888
48730	M. V. Schiltz in Köln a. Rh.	Zündvorrichtung für Petroleumkraftmaschinen	22. 1. 1889
48739	Eduard Hahn in Frankfurt a. M.	Apparat zur Erzeugung von Gas	9. 3. 1889
48921	Eustace W. Hopkins in London	Auspufftopf für Petroleum-Kraftmaschinen	10. 4. 1889
49236	C. Daevel Kiel	Einrichtung zur Verstellbarkeit der Zündvorrichtung für Gas- und Petroleummotoren	19. 1. 1889
49498	Gasmotorenfabrik Deutz	Anlaßvorrichtung für Gas- und Petroleummaschinen	1. 6. 1889
49526	M. V. Schiltz in Köln a. Rh.	Als Verdampfschale eingerichtetes Einlaßventil für Petroleumkraftmaschinen	22. 1. 1889
49806	Hans Wadzeck in Berlin	Reguliervorrichtung an Gasmaschinen	26. 8. 1888
49935	W. v. Öchelhäuser in Dessau	Verfahren und Einrichtung zur Regulierung von Gasmaschinen	16. 2. 1889
50036	Edward Butler in London	Dreicylindrige Petroleum-Verbundmaschine	2. 5. 1889
50307	Josef Schneider in Leipzig-Anger	Mischventil mit regulierbarem Gas- und Petroleumeinlaß	7. 7. 1889
50368	Gustav Röselmüller in Berlin	Reguliervorrichtung an Gasmaschinen	24. 1. 1889

Nummer	Inhaber	Gegenstand	Dätum der Erteilung
50436	Dürr und Krumpelt in München	Reguliervorrichtung an Gasmaschinen	12. 2. 1889
50558	Gust. Röselmüller in Berlin	Schaltwerk für die Steuerung von Gasmaschinen	24. 1. 1889
50559	Gg. Max Krause in Leipzig	Regulierung für Gasmaschinen	22. 3. 1889
50764 Zusatz zu 49230	J. Marquard-Schlimbach in Berlin	Reguliervorrichtung für Gasmaschinen	7. 4. 1889
50767	Samuel Lawson in New-York	Steuerung für das Auspuffventil von Gasmaschinen	8. 5. 1889
50768	Samuel Lawson in New-York	Ventil-Einrichtung für Gasmaschinen	8. 5. 1889
51164	G. und V. List und Jaques Kosakoff in Moskau Rufsland	Steuerung für Petroleummotoren	29. 6. 1889
51255	G. und V. List u. Jaques Kosakoff in Moskau	Glühzünder für Gasmaschinen	29. 6. 1889
51424	Ad. Altmann und Fr. Küppermann in Berlin	Regulator für Gas- und Petroleumkraftmaschinen	8. 10. 1889
51636	M. Kluge in Magdeburg-Neustadt	Mischventil für Explosions-Motoren	10. 10. 1889
51798	Johannes C. Bull in Erith, England	Vorrichtung zum Vergasen von Petroleum	1. 9. 1889
51854	Donat Bánki u. Johann Csonka in Budapest	Steuerung für Viertakt-Gas- und Petroleummotoren	11. 4. 1889
52455	Charles Richard Binney in London u. Herb. Akroyd in Bletchley England	Vorrichtung zum Abmessen und Zuführen flüssigen Kohlenwasserstoffes	25. 5. 1889
52464	Rud. Grohmann in Breslau	Petroleummaschine	3. 11. 1889
52583	Friedr. Dürr in München	Verdampfer für Petroleum	9. 11. 1889
52709	J. M. Grob & Co. in Leipzig-Eutritzsch	Anordnung der Einlafsventile für Petroleummaschinen	11. 12. 1889
52943	Theod. Heese in Rummelsburg bei Berlin	Heizung für Rohrzünder	19. 11. 1889
53125 Zusatz zu 46703	Adolf Spiel in Berlin	Steuerung für Gas- und Petroleummaschinen	3. 11. 1889
53634	P. Heinemann in Bielefeld	Glühzünder	29. 3. 1890
53910	Moritz Hille in Dresden	Reguliervorrichtung für Gas- und Petroleummaschinen	19. 4. 1890
53959 Zusatz zu 52455	Charles Richard Binney in London und Herbert Akroyd Stuart, Bletchley in England	Vorrichtung zum Abmessen u. Zuführen von Petroleum	26. 10. 1889

Nummer	Inhaber	Gegenstand	Datum der Erteilung
54284	E. Kaselowsky in Berlin	Steuerungsanordnung für das besonders zugeführte Zündgemisch bei Gas- und Petroleummotoren	28. 9. 1889
54469	F. C. Glaser in Berlin	Reguliervorrichtung für Petroleummotoren	28. 2. 1889
54952	Gasmotorenfabrik Deutz in Köln-Deutz	Durch die Arbeitsgase bethätigte Steuerung für den Auspuff von Viertakt-Gas- und Petroleummotoren	15. 4. 1889
55035	J. Dheyne Comte de Hydpruck und J. De La Hault in Brüssel	Heizvorrichtung für den Vergaser und die Zündvorrichtung an Petroleum-Motoren	2. 7. 1889
55749	Gasmotorenfabrik Deutz in Köln-Deutz	Steuerung für Gas- und Petroleummaschinen	9. 4. 1890
56594	Adolf Zscherpe in Eilenburg	Gemisch-Zulafsventil mit Vergaser f. Petroleummaschinen	2. 10. 1890
56905	James Boots in Nottingham, Kent, England	Petroleummaschine	1. 7. 1890
56918	George Bailey Brayton in Boston	Kohlenwasserstoffmaschine	16. 7. 1890
57084	Maschinenfabrik »Kappel« in Kappel-Chemnitz	Federregulator für Gas- und Petroleummaschinen	8. 6. 1890
57171	Ad. Altmann & Co. in Berlin	Reguliervorrichtung für Gas- und Petroleummaschinen	1. 6. 1890
57203	G. Daimler in Cannstatt	Vorrichtung zum Bremsen u. Geschwindigkeitsändern an Gas- und Petroleum-Motoren	14. 7. 1890
57241	Hermann Kropf in Düsseldorf	Vergaser für Kohlenwasserstoffmaschinen	1. 7. 1890
57217	Adolf Spiel in Halle a. S.	LinsenförmigerSteuerregungsschieber für Gas- und Petroleummaschinen	3. 10. 1890
57440	Oskar Brünnler in Eilenburg	Vorrichtung zur Befestigung von Porzellan-Zündröhren an der Maschine	20. 1. 1891
57449	Fritz Dürr in München	Vorrichtung zum Einführen und Verdampfen von Petroleum inPetroleummaschinen	28. 10. 1890
57652	Otto Weifs in Köln-Nippes	Verfahren zum Betriebe von Maschinen mit schweren Kohlenwasserstoffen	31. 1. 1890

Nummer	Inhaber	Gegenstand	Datum der Erteilung
57659	E. Kaselowsky in Berlin	Verdampfer für Petroleummaschinen	25. 9. 1890
57775	Gasmotorenfabrik Deutz in Köln-Deutz	Steuerung für Gas- oder Petroleummaschinen	11. 3. 1892
58083	C. Daevel in Kiel	Pendelregulator für Gas- und Petroleummaschinen	10. 10. 1890
58086	Oskar u. Robert Wilberg in Magdeburg-Sudenburg	Reguliervorrichtung für Gas- und Petroleummaschinen	6. 11. 1890
58312	August Strathmann in Bielefeld	Petroleummotor	9. 1. 1891
58499	Herbert Lindley u. Tomas Browett in Salford, Grafschaft Lancaster, Engl.	Maschine zum Betriebe durch Kohlenwasserstoff	1. 11. 1889
57176	Buſs, Sombart & Co. in Magdeburg	Pendelregulator zur Beeinflussung des Aus- u. Einlaſsventiles an Gasmaschinen	5. 8. 1890
59324	John William Hartley in Stoke on Trent, Stafford, England	Petroleumgasmaschinen mit zwei Vergasungsvorrichtungen	18. 6. 1890
59329	Nicolaus A. Fichtmann und Georg Jacobson in Moskau, Ruſsland	Kohlenwasserstoffmaschine	10. 12. 1890
59882	Herbert Akroyd Stuart in Bletchley, County of Buckingham, u. Charles Richard Binney in London, England	Ohne Zündflamme arbeitende Kohlenwasserstoffmaschine	7. 12. 1890
60297	Jean Kayser in Nürnberg	Vorrichtung zur Bethätigung der Steuerventile	26. 5. 1891
60475	Gerson u. Sachse in Berlin	Als Vergaser dienendes Zündrohr	1. 5. 1891
60801	Emil Capitaine in Eilenburg	Pumpe zur gleichzeitigen aber getrennten Förderung von Luft und Öl	31. 5. 1891
60793	C. Jastram in Hamburg	Speisevorrichtung für Petroleummotoren	5. 5. 1891
60837	Berliner Maschinenbau-Aktien-Gesellsch. vorm. L. Schwarzkopff in Berlin	Steuerung für Gas- und Petroleummotoren	5. 11. 1890
60977	Emil Capitaine in Eilenburg	Zerstäuber für Petroleum	31. 5. 1891
61012	Johannes Spiel in Berlin	Selbstthätige Zündvorrichtung	24. 1. 1891
61289	Gerson u. Sachse in Berlin	Steuerung für das Auslaſsventil bei Gas- u. Petroleummotoren	15. 7. 1891

Nummer	Inhaber	Gegenstand	Datum der Erteilung
61352	Paul Hennig Irgens in Christiania	Gasmaschine mit Gaserzeuger	18. 6. 1891
61353	Gasmotorenfabrik Mannheim in Mannheim	Kugelverschluſs für Glührohrzünder	23. 6. 1891
61393	William Samuel Scharpeneck in Chicago	Regulator	19. 11. 1891
62049 Zusatz zu 58312	Gerson u. Sachse in Berlin	Durch die Kompression bethätigte Pumpvorrichtung für Petroleummotoren	15. 7. 1891
62267	EmilCapitaine in Eilenburg	Verfahren zur Ladung von Petroleummotoren	28 4. 1891
62408 Zusatz zu 41856	Gasmotorenfabrik Deutz in Köln-Deutz	Zündvorrichtung	21. 8. 1891
62815	Karl Pieper in Berlin	Verfahren und Vorrichtung zur Regulierung der Heizflamme an Petroleummaschinen	7. 11. 1891
62850	Gasmotorenfabrik Deutz in Köln-Deutz	Petroleumbehälter mit Ausfluſs unter gleicher Druckhöhe	16. 4. 1891
63092	Maschinenfabrik Kappel in Kappel-Chemnitz	Einstellbare Pumpe für Petroleummaschinen	7. 7. 1891
63121	Boris Lutzky in Nürnberg	Pendelregulator für Gasmaschinen	27. 9. 1891
63203	John William Harteley California Works, Stoke on Trent, England	Petroleummaschine mit Vergaser	30. 6. 1891
63301	Emil Häbler in Lodz	Vergaser für Petroleummaschinen	13. 11. 1891
63377	Karl Pieper in Berlin	Petroleumpumpe für Petroleummotoren (Glyzerinabdichtung)	7. 11. 1891
63646	Willy Seck in Ober-Ursel bei Frankfurt a. M.	Kolben für Gasmaschinen	4. 4. 1891
64339	Alexander Gray in London	Petroleummaschine mit Vorwärmung der Luft	13. 11. 1891
63969	Ezra Williams Vanduzen in New-York, Grafschaft Campbell St. Kentucky	Zündvorrichtung und Vergaser für Gas- u. Gasolinmaschinen	25. 8. 1891
64108 Zusatz zu 53910	Moritz Hille in Dresden	Reguliervorrichtung für Gas- und Petroleummaschinen	21. 11. 1891
64287	Oskar Schmidt in Berlin	Gaserzeuger f. Benzinmotoren	6. 1. 1891

Nummer	Inhaber	Gegenstand	Datum der Erteilung
64477	Tangyes Ltd. of Cornwall Works in Lohr, England	Petroleummaschine mit als Vergaser dienendem verlängertem und beheiztem Cylinderraum	16. 10. 1891
64971	Johannes Spiel in Berlin	Einströmungsventil für Gas- und Petroleummaschinen	24. 2. 1892
64696 Zusatz zu 59882	Herbert Akroyd Stuart in Bletchley und Charles Rich. Binney in London	Ohne Zündflamme arbeitende Kohlenwasserstoffmaschine	17. 9. 1891
65042	M. M. Rotten in Berlin	Gemischeinlafsventil für Gas- und Petroleummotoren	16. 3. 1892
64969	Oskar Schmidt in Berlin	Steuerung für eine im Viertakt arbeitende Gas- oder Petroleummaschine	9. 2. 1892
65071	Osk. Brünnler in Eilenburg	Petroleummaschine	14. 2. 1892
65369	Firma M. M. Rotten in Berlin	Mit zwei einander gegenüberstehenden Schneiden arbeitende Reguliervorrichtung für Gas- u. dergl. Maschinen	3. 3. 1892
65373	Richard Wagnitz in Charlottenburg	Schutzvorrichtung an Glührohrzündern von Gas- und Petroleummaschinen	6. 5. 1892
65588	Alexander Monski in Eilenburg	Vorrichtung zur Übertragung der Bewegung von der Kraftmaschinenwelle auf die Treibachse von Fahrzeugen	24. 10. 1891
65746	Maschinenfabrik Kappel in Kappel bei Chemnitz	Im Viertakt wirkende Gas- oder Petroleummaschine mit zwei Auslafsventilen	11. 6. 1892
65612	Paul Teichmann in Leipzig	Vergasungsvorrichtung für Petroleummaschinen	17. 3. 1892
65741	Maatschappy Eurêka in Almelo, Holland	Fahrbare Petroleum-Gasmaschine	20. 3. 1892
66209	Johannes Spiel in Berlin	Schnellgehende ventillose, schwingende Pumpe zum Einführen flüssigen Brennstoffes in Gasmaschinen	24. 2. 1892
66224	Johann Christian Moosdorff in Schweidnitz	Pumpe zum Fördern von Flüssigkeiten in regelbaren Mengen	5. 5. 1892
66267	Ph. Freund in Hannover	Coulissensteuerung zur Kraftregelung für Viertakt-Gas- und Petroleummaschinen	30. 12. 1890

Nummer	Inhaber	Gegenstand	Datum der Erteilung
66279	Reinhard Wagnitz in Charlottenburg	Einlafsvorrichtung für Gasmaschinen	29. 3. 1892
66455	Paul Schultze in Berlin	Mischventil für Gas- und Petroleummaschinen	14. 5. 1892
66568	Ludwig König in Berlin	Benzinlampe zum Heizen des Glührohres an Gas- und Petroleummaschinen	19. 6. 1892
66642	Ph. Freund in Hannover	Steuerung für den Einlafs und die Zündvorrichtung bei Gasmaschinen	30. 12. 1890
66743	H. Jahn in Arnswalde	Glühzündvorrichtung	23. 7. 1892
66768	John Richardson und William Norris in Lincoln England	Ölzuführungsvorrichtung für Petroleummotoren	12. 4. 1892
66908	H. Jahn in Arnswalde	Zündvorrichtung für Kohlenwasserstoffmaschinen	2. 12. 1891
66973	August Tscheschner in Wien	Kühlvorrichtung an Gasmaschinen	10. 10. 1891
66872	Alwin Beugger aus Winterthur	Speisepumpe für Gas- und Petroleummotoren	27. 3. 1892
66960	John Fielding in Sommersett, Gloucester, England	Verfahren und Vorrichtung zum Anlassen von Gas- und ähnlichen Maschinen	5. 7. 1892
67007	Firma Rich. Langensiepen in Buckau-Magdeburg	Reguliervorrichtung der Petroleum- und Luft- oder Gas- und Luftzuführung an Petroleum- und Gasmotoren	13. 7. 1892
x 67264	Ferdinand Czermak in Wien, Paul Barany in Berlin und H. Hutter in Wien	Kühlvorrichtung für Arbeitscylinder an Gas- und Petroleummaschinen	14. 6. 1892
67273	Ludwig König in Berlin	Zweitakt-Gas- oder Petroleummaschine	17. 7. 1892
67207	Rudolf Diesel in Berlin	Arbeitsverfahren und Ausführungsart für Verbrennungskraftmaschinen	28. 2. 1892
67289	John Richardson v. d. Firma Robey & Co. u. William Norris in Lincoln, Engl.	Verbrennungskammer für Petroleummaschinen	12. 4. 1892
x 67378	Osk. Brünnler in Eutritzsch bei Leipzig	Kühlvorrichtung für Gas- und Petroleummaschinen	2. 6. 1892
68188	Bufs, Sombart & Co. in Magdeburg	Zündvorrichtung für Gas- und Petroleummaschinen	21. 6. 1892