

KARL BLAU



CHAUFFEURKURS

ACHTE AUFLAGE

Chauffeurkurs

Leichtverständliche Vorbereitung
zur Chauffeurprüfung

von

Karl Blau

Ingenieur

Achte, umgearbeitete Auflage

Mit 171 Textabbildungen und einem Anhang

Fahrpraxis

von

Josef Schoenecker,
Ingenieur



Springer-Verlag Wien GmbH

1929

ISBN 978-3-662-27770-6 ISBN 978-3-662-29265-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-29265-5

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten

Softcover reprint of the hardcover 8th edition 1929

Vorwort zur achten Auflage

Die Notwendigkeit, Bücher wie das vorliegende in immer kürzeren Abständen neu aufzulegen, ist vor allem ein Zeichen des immer rascheren Fortschrittes in der allgemeinen Automobili-sierung. Der Kreis der Verbraucher vergrößert sich ständig und damit das Bedürfnis nach Verständnis für die Vorgänge, die sich in der fahrenden Maschinenanlage abspielen, als welche das Automobil zu betrachten ist.

Ehe man sich aber in die vielen geistreichen Einzelheiten des konstruktiven Gebildes vertieft, wird man einen Überblick über dessen grundsätzlichen Aufbau gewinnen wollen. Dies muß, schon wegen der Vielfalt der Berufe, die mit dem Kraftwagen heute in Berührung treten, auch ohne irgendwelche technische Vorbildung möglich gemacht werden und ist mit diesem Buche versucht.

In der neuen Auflage wird nun nur mehr der Benzinwagen vorgeführt; der Abschnitt über elektrische Wagen ist diesmal weggelassen. Der dadurch gewonnene Platz erlaubt es, den mehr theoretischen Hauptteil durch einen als „Fahrpraxis“ bezeichneten Anhang zu ergänzen. Der Verfasser dieses Teiles, Herr Ing. Schoenecker, der seit Jahren die Fahrschule der Steyr-Werke leitet, spricht sicherlich hiezu als Berufener. Für die Bereitwilligkeit zur Übernahme dieser Arbeit danke ich ihm hier ebenso wie für die förderliche Mitarbeit, die er auch sonst und vor allem bei der bildlichen Darstellung dem Werke gewidmet hat.

W i e n, im Mai 1929.

Der Verfasser

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
1. Räder und Achsen	3
2. Differenzial	5
3. Bau des Differenzials	9
4. Kurzer Rückblick	12
5. Das Wechselgetriebe	15
6. Übersetzungen	18
7. Aufbau des Getriebes	22
8. Die Schaltung	25
9. Der direkte Eingriff	28
10. Die Kupplung	31
11. Kupplungsarten	35
12. Zusammenbau	38
13. Allgemeines vom Explosionsmotor	42
14. Der Benzinbehälter	45
15. Der Vergaser	48
16. Unterdruckförderung	52
17. Gemischregelung	54
18. Zylinder und Kolben	59
19. Die Vorgänge im Zylinder	62
20. Viertakt	66
21. Ventilsteuerung	68
22. Ausführung der Ventile	71
23. Schäden und ihre Folgen	73
24. Ventillose Motoren	74
25. Die Zündung	76
26. Kerzenzündung	81
27. Kurze Wiederholung	83
28. Unterbrecher	83
29. Vierzylinder und Verteiler	86
30. Vor- und Nachzündung	91
31. Zündverstellung	93
32. Betriebsstörungen durch die Zündung	97
33. Ankurbeln. — Anlasser	100
34. Die Kühlung	103

	Seite
35. Wasserpumpe und Windflügel	108
36. Die Schmierung	112
37. Bremsen	116
38. Bremsen mit dem Motor	121
39. Besondere Ausführungen	123
40. Praktischer Rückblick	126
41. Motorleistung und Fahrgeschwindigkeit	131
42. Fahrzeuglenkung	132
43. Gesamtaufbau	138
44. Zusammenfassender Rückblick	146

Anhang: Fahrpraxis

1. Richtlinien 150 — 2. Gesetze und Verordnungen 150 — 3. Das Fahrzeug 151 — 4. Der Fahrer 151 — 5. Betriebskontrolle 152 — 6. Betriebsbereitschaft 153 — 7. Vor der Fahrt 153 — 8. Das Anlassen 154 — 9. Beginn der Fahrt 154 — 10. Schalttechnik 155 — 11. Fahrgeschwindigkeit und Schrecksekunde 157 — 12. Bremsen 157 — 13. Gesichtsfeld 158 — 14. Relative Geschwindigkeiten 159 — 15. Zeichen des Fahrers 159 — 16. Höflichkeit und Rücksicht 160 — 17. Fahren und Begegnen 161 — 18. Vorfahren 163 — 19. Straßenbahnen 164 — 20. Straßenkreuzungen 165 — 21. Abbiegen 168 — 22. Straßenrang und Einbahnstraßen 169 — 23. Landstraßenfahrt 169 — 24. Bahnübergänge 171 — 25. Bergfahrt 172 — 26. Fahrt im Gefälle 172 — 27. Schleudern 173 — 28. Nacht und Nebel, Regen 175 — 29. Schnee und Eis 176 — 30. Anhalten 176 — 31. Wagensicherung bei Stillstand 177 — 32. Nach der Fahrt 176 — 33. Instandhaltung 177	
Namen- und Sachverzeichnis	179

Einleitung

Automobil! Auf deutsch: das Selbstbewegliche. Was es ist, wie es aussieht, weiß heute jeder. Und bei der Frage: Worin unterscheidet es sich von dem übrigen Straßenfahrwerke? wird niemand in Verlegenheit sein und antworten: darin, daß es nicht von Pferden gezogen wird. Richtig. Aber noch richtiger wird diese Antwort, wenn man betont: daß es nicht gezogen wird. Sondern? Und nun wird schon nicht mehr jeder rasch eine richtige Antwort geben können. Kann er es aber, so wird er sagen müssen: Geschoben wird es! Geschoben, indem die Räder gedreht werden. Das wird manchen überraschen. Und nun ist er hoffentlich neugierig genug, um weiter zu forschen und zu erfahren, wie denn das zugehe. Dieses Buch will ihm dabei helfen.

Gehen wir einmal von etwas Allbekanntem aus. Sehen wir uns eine Pferdedroschke an. Die wird genau so bewegt wie —

ein Schiebkarren! Das ist so wichtig, daß man's schon genauer betrachten darf. Ob sich dabei der Mann so stellt, daß er den ganzen Karren vor sich

hat und vorwärts-schiebt, oder anders herum steht, dem Karren den Rücken kehrt und ihn hinter sich

nachzieht, das ist einerlei und nicht darauf kommt's an. Was für uns wichtig ist, ist die Verbindung des Karrenkastens mit dem Rade vorn!

Das könnte nun so gemacht sein: Die Seitenwände des Karrens sind nach vorn verlängert, so daß man eine kurze Welle dazwischen stecken kann (Abb. 1). Dabei ist die Welle samt dem fest darauf sitzenden Rade vollkommen frei in den

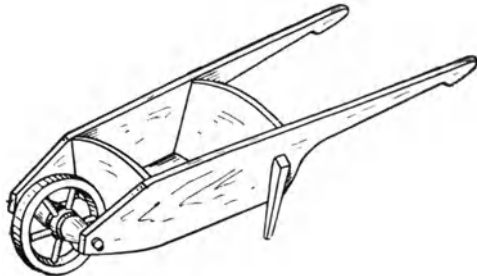


Abb. 1. Schiebkarren

Wandlöchern beweglich und drehbar. Wenn man nun den Karren bei den Handhaben faßt und schiebt, so wird auch das Rad mitgeschoben; wäre es mit dem Kastenkarren fest verbunden, so würde es über den Boden gleiten; da es aber frei beweglich ist, so dreht es sich eben.

Ob nun ein Rad da ist oder ob es zwei sind, ob es ein kleiner Schiebkarren oder ein großer Wagenkasten auf mehreren Achsen ist, ob ein Mann schiebt oder zieht oder ob das Pferde tun: für die Bewegung ist das immer einerlei; die Hauptsache ist: der Kasten und die mit ihm verbundenen Achsen werden geschoben oder gezogen und die Räder müssen mit-tun. Die Räder drehen sich, weil der Wagen geschoben oder gezogen wird.

Beim Automobil aber ist die Sache ganz anders. Da ist niemand, den Kasten zu ziehen oder zu schieben. Pferde vorsepannen — das macht man ja nur, wenn's anders gar nicht mehr geht. — Aber noch einen kurzen Blick auf den Schiebkarren! Lassen wir ihn einmal los und stellen ihn auf den Boden nieder. So, und nun rasten wir ein bißchen aus; unversehens stellen wir einen Fuß aufs Rad. Da kann es ganz leicht unter unserem Fuß ins Rollen kommen und den Wagen vorschieben. Weit, freilich, kommt er kaum. Aber was wir dabei gelernt haben, ist doch sehr wertvoll: Wenn man das Rad dreht, kann man damit den Wagen schieben. Das Automobil ist also nichts weiter als die Umkehrung des Schiebkarrens.

Das eine wissen wir jetzt: jemand muß die Räder drehen. Denken wir nur einmal ans Fahrrad! Dort tritt der Fahrer die Pedale auf und nieder; eigentlich freilich dreht er sie im Kreis um eine Achse, ähnlich wie man ein Handrad bei Ziehbrunnen an einem seitlichen Griff dreht oder wie man's bei Bauwinden mit der sogenannten Handkurbel macht. Nun, und auf der Pedal- oder Kurbelachse sitzt ein gezähntes Rad, in der Technik Zahnrad genannt; über dieses ist eine Kette geschlungen, die weiter hinten wieder über ein Zahnrad geht, das mit dem Hinterrad fest verbunden ist. Jeder Radfahrer weiß das. Durch die Kette wird, wenn der Fahrer die Pedale tritt, auch das hintere Zahnrad und mit ihm das Hinterrad mitgedreht.

Genau so geschieht es beim Automobil. Es sieht nur freilich etwas anders aus. Zunächst, weil da viel mehr Räder sind, weil man nichts von Pedalen sieht und weil eine Maschine

die Bewegung besorgt. Diese Maschine, die besorgt die Drehung der Räder, sie macht den Wagen zum Automobil.

Jetzt verstehen wir, daß das Automobil dadurch bewegt wird, daß eine Maschine die Wagenräder dreht. Die Wagenräder müssen nun nur noch mit dem Fahrgestelle, das den Wagenkasten trägt, verbunden werden, damit die Achsen der gedrehten Räder den Wagen vorwärts schieben können, wie aus Abb. 124 zu erkennen ist, wo die Hinterräder den Schub ausüben. Werden aber, was auch möglich ist, die Vorderräder durch den Antrieb einer Maschine gedreht, dann schiebt die Achse ganz vorn am Gestellrahmen oder zieht diesen nach.

Woher nimmt die Maschine ihre Kraft? Bekanntlich kann dazu Dampf ebenso gut wie Benzin oder Rohöl oder der elektrische Strom dienen. Davon später. Wir wollen uns jetzt nur merken, daß man solche Maschinen, die etwas antreiben können, in der Technik allgemein *Motoren*¹ nennt; so spricht man dann im besonderen von einem Dampfmotor, von Benzin-, Rohöl- oder Elektromotoren.

Nun können wir also am Automobil zunächst zwei wichtige Dinge scharf auseinanderhalten: den *Motor* und die *Wagenräder*. Der Motor ist als der *treibende* Kraftspender Kern und Herz des Wagens, die Wagenräder sind die *angetriebenen* Gliedmaßen des auf allen Vieren daherrollenden Maschinenwesens. Da diese beiden Teile, Motor und Räder, miteinander irgendwie verbunden sein müssen, ist noch ein dritter notwendig. Durch diesen wird die treibende Kraft, die der Motor erzeugt, zu den anzutreibenden Rädern geleitet, hingetragen. Der Teil heißt daher ganz zweckmäßig die *Kraftübertragung*. Auch diese setzt sich aus einer Reihe von Einzelheiten zusammen, die wir alle werden kennen lernen.

1. Räder und Achsen

Zunächst bleiben wir einstweilen bei dem uns schon besser bekannten angetriebenen Teil, den Wagenrädern. Antreiben kann man also die Hinterräder oder die Vorderräder oder auch

¹ Weil man dieses Wort so oft falsch betont, falsch ausgesprochen, ja ganz verunstaltet und verdreht hört, möchte ich hier anmerken, daß es in der Einzahl der *Mótor* heißt, mit dem Ton auf der ersten Silbe, in der Mehrzahl aber die *Motóren*, mit dem Ton auf der zweiten Silbe. Das Wort kommt aus dem Lateinischen und bedeutet: der Bewegende, Treibende.

alle vier Räder gleichzeitig. Beim Benzinwagen (für Personen) werden gegenwärtig überwiegend die Hinterräder angetrieben. Wir wollen uns vorläufig denken, daß wir schon wissen, wie der Motor und die Kraftübertragung aussehen, und wollen uns nur darum kümmern, wie die Räder gedreht werden. Räder sitzen immer auf einer Achse. Das ist ja selbstverständlich. Was sich aber nicht von selbst versteht, ist, ob die Räder auf der Achse fest sitzen und sie beim Drehen mitnehmen oder ob sie nur lose auf ihr sitzen und sich auf ihr drehen, ohne sie mitzunehmen. Bei jedem Droschkenwagen kann man bemerken, daß sich die Achse, auf der die Haupträder stecken, nicht dreht. Die Fuhrwerkersprache hat dafür den treffenden Ausdruck: steife Achse. Da sitzen die Räder nur „lose“ auf, ohne mit ihr durch Keile oder sonstwie verbunden zu sein. An den Achs-Enden, wo die Räder mit der Radnabe auflaufen, ist die Achse natürlich rund gedreht, so wie die Nabe innen; sonst könnte sich das Rad ja nicht drehen.¹

Daß die Räder lose aufsitzen, hat seinen guten Grund, den wir gleich hier erfahren können und uns sehr gut merken wollen. Auf diese Weise ist es nämlich möglich, daß sich jedes der beiden Wagenräder für sich drehen kann, so rasch es will und ohne Rücksicht aufs andere. Wie oft aber muß es das können! Kommt eines der Räder an einen Stein, so wird es gehemmt, indes das andere weiterrollt. Fährt der Wagen mit dem einen Rad über eine trockene, mit dem anderen über eine schlüpfrige Stelle, oder hat ein Rad eine glatte gutgewalzte Straßenfläche, das zweite eine frisch beschotterte zu überfahren, so müssen sich dem beide mit verschiedenen Geschwindigkeiten anpassen können. Vor allem aber ist dies erforderlich bei Wegkrümmungen, Biegungen oder Kurven genannt. Es ist ja leicht einzusehen, daß, wenn der Wagen einen Bogen beschreibt, das innere Rad langsamer laufen muß als das äußere. Es kann auch ganz stehen bleiben als Mittelpunkt, um den sich alles andere dreht. Wie wäre das möglich, wenn es mit dem anderen Rad durch die Achse fest verbunden wäre! Da müßte der schwächere Teil nachgeben; die Achse würde sich wahrscheinlich bald verbiegen, verdrehen und wenn's zu arg wird, brechen.

¹ Wir merken uns hier den Unterschied zwischen Wellen und Achsen: Wellen drehen sich in Lagern und dienen zur Übertragung von Bewegungen. Achsen sitzen dagegen fest und dienen nur als Stützen für Räder, die lose auf ihnen sitzen und sich drehen.

2. Differenzial

Jetzt zum Automobil. Wie sieht denn hier die Sache aus?

Eines wissen wir schon: die Erzeugung einer drehenden Bewegung ist alles beim Automobil. Der Motor liefert uns die. Der dreht nämlich eine Welle, die überträgt ihre Drehung auf eine benachbarte und so geht es noch einigemale, bis wir zur Hinterachse kommen, die ganz merkwürdig aussieht. In der Mitte trägt diese ein ganzes Uhrwerk von verschiedenen Rädern, die man gewöhnlich nicht sieht, weil sie ganz in ein schützendes Gehäuse eingekapselt sind. Dieses Gehäuse ist auf unserem Bilde in Abb. 2 bei *D* angedeutet. Auf den äußeren Enden der aus dem Gehäuse herausführenden Wellenstücke erkennen wir an den aufgezogenen Luftreifen die Wagenräder. Es sind die Hinterräder. Sie sitzen fest verkeilt auf den Wellenenden. Wir sind natürlich vor allem neugierig, was in dem Gehäuse

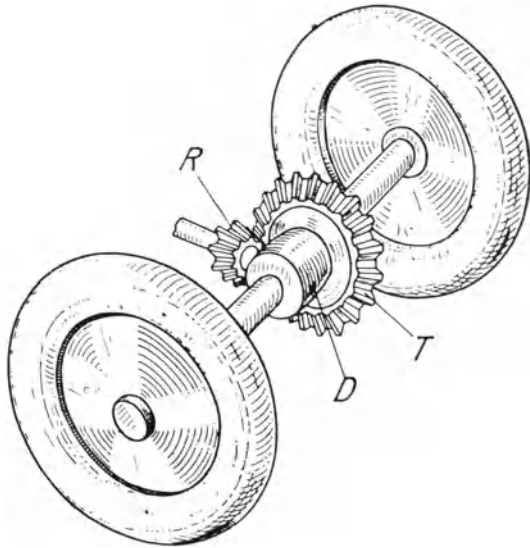


Abb. 2. Hinterachsenantrieb und Differenzial. *R* Triebbling, *T* Tellerrad, *D* Differenzial

versteckt ist. Bevor wir diese merkwürdige Sache näher untersuchen, wollen wir eine Vereinfachung vornehmen. Wir machen es uns zunächst allerdings sehr einfach: wir lassen das Gehäuse samt allem, was drin ist, zunächst einmal überhaupt und gänzlich weg! Abb. 3.

Dann erblicken wir eine einfache Welle, die mit Rädern auf dem Boden steht und die läuft, sobald das gezähnte Rad *T* auf der Mitte der Welle gedreht wird; dazu dient das kleinere gezähnte Rad *R*, das vom Motor, wie oben angedeutet, gedreht wird.

Das wäre nun an sich schon eine ganz brauchbare Konstruktion, um einen Wagen damit in Bewegung zu setzen. Aber man erkennt wohl bereits, daß wir damit immer nur gradaus fahren könnten. Unser Weg geht aber nicht durchaus in gerader Richtung. Wir müssen Kurven machen können. Bei einer Wendung muß immer das in der inneren Bahn laufende Rad offenbar einen kleineren Bogen machen, das äußere einen größeren. Solange beide fest auf der Achse sitzen, ist das streng genommen nicht möglich;

oder nur mit großer

Abnutzung der Lauffläche, also des Luftreifens hier.

Man könnte vorschlagen, eines der Räder lose auf die Achse zu setzen; aber das gäbe einen einseitigen Antrieb auf das andere Rad.

Die Automobiltechniker haben einen anderen Ausweg gefunden: sie machen aus der einen Welle, durch Auseinanderschneiden sozusagen, zwei und sorgen nun dafür, daß jede dieser beiden Halbwellen

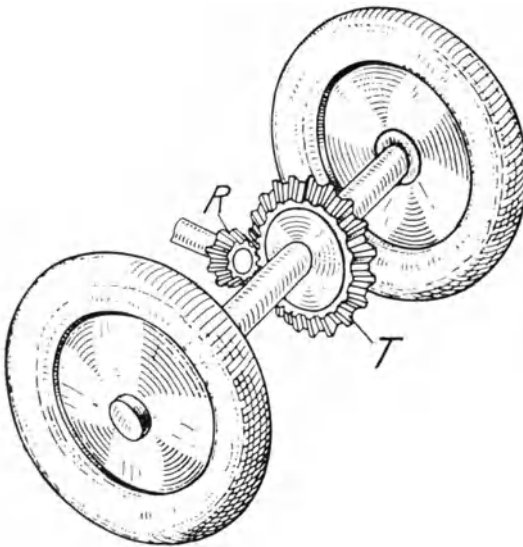


Abb. 3. Hinterachs Antrieb ohne Differenzial. R Triebbling, T Tellerrad

für sich gedreht werden kann. Dazu braucht man zunächst nur noch auf die inneren Enden der Halbwellen, also an der Trennungsstelle, je ein weiteres Rad mit schrägen Zähnen, ein Kegelrad, fest aufzubringen, wie es die Abb. 4 zeigt.

Halten wir das noch einmal fest: jede Halbwelle trägt innen ein Kegelrad fest aufgekeilt, außen ebenso fest ein Wagenrad. Nun stellen wir uns einmal versuchsweise zwischen die beiden Halbwellen, wie es in Abb. 5 angedeutet ist, und drehen jede Halbwelle mit einer Handkurbel, die wir zu diesem Versuche daraufgesteckt haben. Dabei marschieren wir gleichzeitig, immer

zwischen den Wellen bleibend, vorwärts. So lange wir mit beiden Händen gleich schnell drehen, drehen sich auch die Hinterräder links und rechts gleich schnell und laufen gradaus. Wenn man nun beispielsweise mit der linken Hand nicht dreht, sondern Kurbel und Welle festhält, rechts jedoch wie früher arbeitet, so machen die Hinterräder das nach: das linke bleibt stehen, weil es fest gehalten wird, das rechte da-

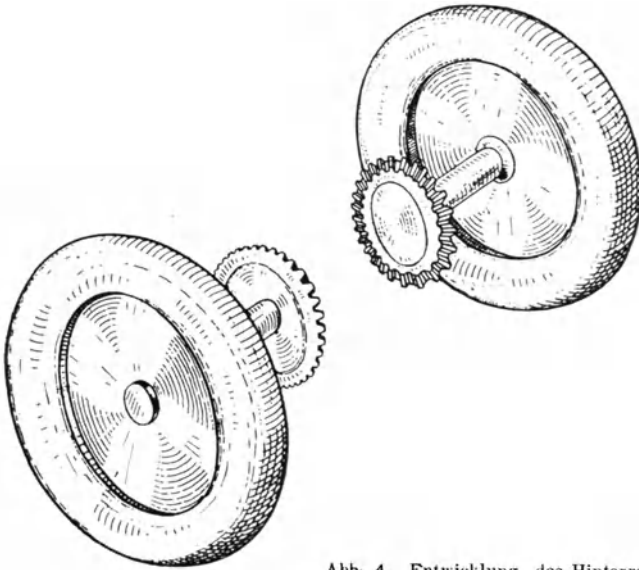


Abb. 4. Entwicklung des Hinterradantriebes
I. Geteilte Hinterradantriebswellen

gegen dreht sich, und die Folge davon ist, daß Mann und Achse und Räder einen Bogen ums stehende Rad beschreiben.

Der Mann in der Mitte: das ist der einheitliche Antrieb, und mit seinen beiden Händen teilt er ihn und verteilt ihn nach beiden Seiten, kann also ausgleichend wirken.

Jetzt lassen wir den Mann samt seinen Kurbeln wieder abtreten und setzen an seine Stelle das früher weggenommene Gehäuse, in dem ein Rädergetriebe drinnen steckt. So wie der Mann im Bilde, arbeitet in Wirklichkeit dieses Rädergetriebe, das eben an der Stelle eingebaut ist, wo unser Mann stand, nämlich da, wo sich die Wellenteile in der Mitte treffen. Dieses

Getriebe führt den Namen *Differenzial* oder *Ausgleichgetriebe*. Gewöhnlich erhält man auf die Frage, wozu es diene, die schnelle Antwort: zum Ausgleich der Hinterräder. In dieser Form ist diese Behauptung barer Unsinn, weil sich kein Mensch etwas unter einem derartigen Ausgleich vorstellen kann. Ebenso unrichtig ist es zu sagen, das Differenzial diene zum Ausgleich der Geschwindigkeiten der Hinterräder, obwohl das der Sache schon näher kommt. In Wahrheit dient das Differenzial gerade dazu, den Hinterrädern verschiedene Ge-

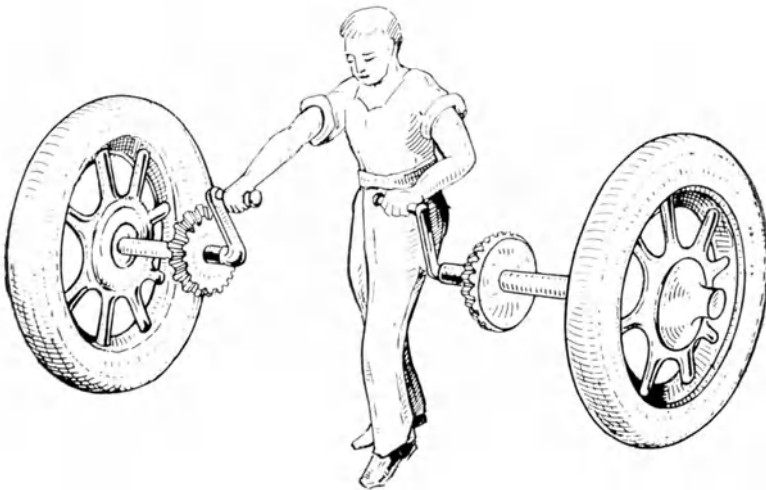


Abb. 5. Entwicklung des Hinterradantriebes II. Vorstufe zum Differenzial

schwindigkeiten zu ermöglichen und zu erteilen, so daß also zwischen diesen Geschwindigkeiten ein Unterschied oder, was dasselbe ist, eine *Differenz* entsteht; und darum heißt es *Differenzial*. Die Bezeichnung des Differenzials als „*Ausgleichgetriebe*“ soll daran erinnern, daß die durch die Boden- oder Reibungsverhältnisse unter den Hinterrädern bedingten Verschiedenheiten mit Hilfe dieses Getriebes ausgeglichen werden.

Wie hier, werden wir immer wieder technische Benennungen kennen lernen, die alle ihren Gegenstand äußerst treffend bezeichnen. Wenn man sich daher gewöhnt, auf den klaren Sinn des Wortes zu hören, so wird man sich leicht ein deut-

liches Bild dazu vorstellen; dann prägt sich die anfangs fremde Bezeichnung wie von selbst ein, ohne daß man sie verständnislos auswendig zu lernen braucht.

3. Bau des Differenzials

Nun zur technischen Ausführung: Dort, wo unser Mann links und rechts mit jeder Hand eine Kurbel dreht, sitzen, wie gesagt, Kegelräder (siehe Abb. 6 bei *a* und *b*); und in diesen beiden auf den Wellenhälften w_1 und w_2 fest-sitzenden Kegelräder greift ein dazu passendes Rad *c* in der Mitte ein.

Dieses Rad *c* ersetzt die beiden Arme unseres Ausgleichmannes von früher. Es ist das Ausgleichrad — nur der Antrieb fehlt noch.

Halt! Überdenken wir einen Augenblick, was jetzt möglich ist. Jemand erfaßt das Rad *c* mit einer Hand sehr fest und versucht es zwischen den Rädern *a* und *b* nach hinten durchzudrücken.

Das geht natürlich nicht. Was aber wird geschehen? Die Räder *a* und *b*, deren Zähne in die von *c* eingreifen, lassen dieses nicht los, müssen sich also von *c* mitreißen lassen. Die 3 Räder sind wie miteinander verwachsen, wie aus einem Stück; *a* und *b* werden sich also drehen, und zwar beide gleich schnell. Daß sich dann wieder die Wellen mit allem, was dran hängt, drehen, das wissen wir wohl schon zur Genüge. Also Fall 1 wäre erledigt. Nun lassen wir noch das Rad *c* statt durch unsere Hand, durch unsern Motor mit Hilfe von Zahnrädern bewegen. Wie das geschieht, lehrt Abb. 7. Wir haben da alte Bekannte: die

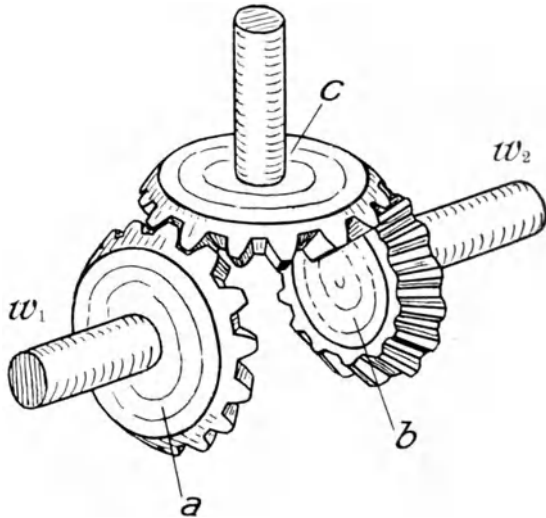


Abb. 6. Entwicklung des Differenzials. Einschalten des Ausgleichrades

Halbwellen w_1 und w_2 mit den inneren Kegelrädern a und b , zwischen diesen das Ausgleichrad c ; dieses steckt mit seiner kurzen Achse im inneren Umfang des ganz großen Kegelrades d , Tellerad genannt, so daß es von diesem immer mitgenommen wird, wenn es sich dreht. Und das geschieht durch das kleine Antrieb-

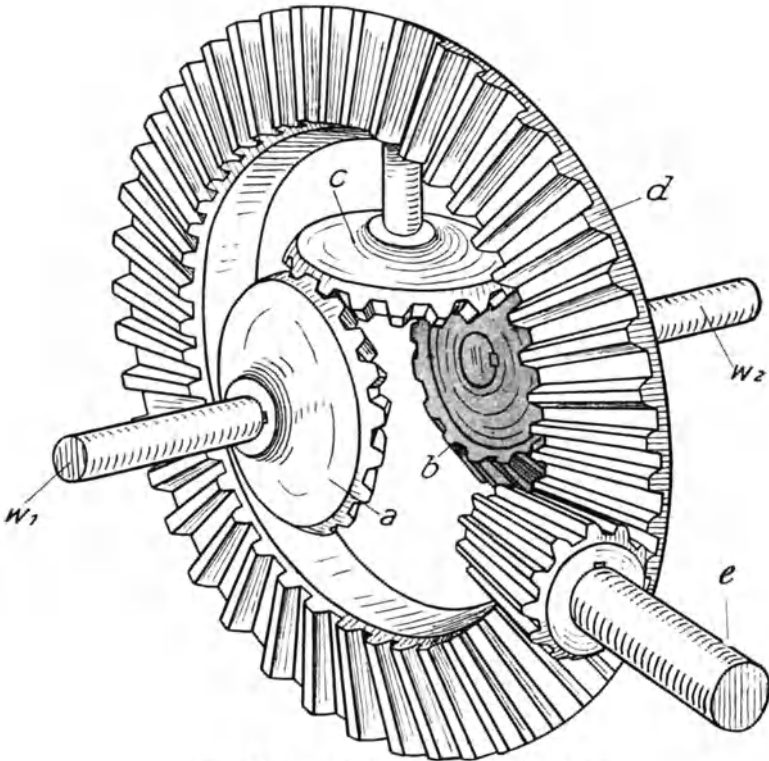


Abb. 7. Differential mit Tellerrad und Triebling

kegelrad (oder den Triebling) auf der Welle e , die gewissermaßen der Gesandte des Motors ist. Wenn sich d dreht, muß c mit, macht also wie jeder andere Punkt von d Kreise um die Achse des großen Rades d .

Jetzt kommt eine kleine Schwierigkeit: Das Rad c ist, wie gesagt, in d gelagert, aber nicht unverrückbar, sondern drehbar. Drehbar um seine eigene kleine Achse, mit der es im Rad d

steckt. Darin liegt seine Fähigkeit zum Ausgleichen. Diese ganze Geschichte erinnert an ein Doppelkarussell. Beim gewöhnlichen Karussell dreht sich eine große Bodenscheibe um irgend eine Figur in der Mitte; am Rand dieser Bodenscheibe sind bekanntlich schaukelnde Pferde, Wagen, u. dgl. aufgestellt. Bei unserem sind statt dessen lauter kleine eigene Karusselle da, etwa mit drehbaren Pferden; sitzt man auf so einem Pferd, so dreht man sich um die Achse des kleinen Karussells in kleinen Kreisen und mit dem Hauptkarussell um dessen Mittelpunkt. Genau so geht es dem Rädchen *c*, es ist so ein Miniaturkarussell und kann sich um die eigene Achse drehen, und wenn das große Karussell *d* in Bewegung ist, macht es diese große Drehung auch noch mit. Das ist doch nicht gar so schwer?¹

Nun kommt die letzte Schwierigkeit:

Nehmen wir für ein paar Augenblicke das Rad *b* ganz weg. Unser Differenzial besteht jetzt aus den Rädern *a*, *c* und *d*. Nun lassen wir jemand das Rad *a* so fest halten, daß es sich nicht drehen kann; dafür aber drehen wir selbst am Rade *d*. Was geschieht? Rad *c* muß ja die Drehung mitmachen, tut es auch; und nun rollt es dabei über den gezahnten Umfang von *a*. Sehr wichtig das! *a* bleibt ganz ruhig, *c* ist beständig mit *a* im Eingriff, natürlich stets mit anderen Zähnen, und muß sich somit beim Abrollen um die eigene Achse drehen. Während dieser Bewegung nähern wir wieder das Rad *b*, dem wir völlige Bewegungsfreiheit lassen wollen. Wenn wir ganz herankommen, so daß die Zähne von *b* in den Weg von *c* kommen, dann werden die beiden ineinander eingreifen und *c* wird auch *b* zu drehen suchen. So — und nun bin ich fertig. Das ist wirklich alles. Mehr ist nicht zu zeigen. Es

¹ Der Wiener wird das sofort begreifen, wenn ich ihn bitte, ans Riesenrad im Prater zu denken. Nur wollen wir annehmen, daß jeder Waggon mit einem einzigen Punkte wie an einem Haken hänge. Nun gebe man dem höchsten Waggon einen tüchtigen Schwung, so daß er sich, wie auf einer Drehscheibe, um sich selbst dreht; so macht auch er zwei Bewegungen gleichzeitig, wenn er diese Drehung erhält, während sich das Riesenrad auch dreht. Auch ein auf dem Tisch tanzendes Geldstück dreht sich um sich selbst und macht noch gleichzeitig einen Bogen auf der Tischplatte. Schließlich drehen sich auch die Erde und die übrigen Planeten um ihre eigene Achse und gleichzeitig um die Sonne; und da die Räder des Differenzials sich ganz ebenso bewegen wie diese Planeten, nennt man solche Räder Planetenräder.

ist doch, denke ich, jetzt klar; während sich das Hauptantriebsrad d dreht, müssen sich nicht auch beide Wellenteile mit den Rädern a und b gleichzeitig oder gleich schnell drehen. Denn a und seine Welle konnte man festhalten, während b und seine Welle sich drehen konnten. Es ist also gelungen, trotz einem gemeinsamen Hauptantrieb ungleiche Teilbewegungen zu ermöglichen. Selbstverständlich muß der eine Teil nicht gerade Null sein. Denn hätte ich das Rad b festgehalten, so hätte sich eben a allein gedreht. Und das beweist, daß a , ohne Rücksicht auf b , jede beliebige Geschwindigkeit annehmen kann, sowohl die höchste mögliche wie die kleinste, nämlich keine. Ebenso kann sich b ganz selbständig schnell oder langsam oder gar nicht drehen, ganz gleichgültig, was gleichzeitig a macht.

4. Kurzer Rückblick

Nun eine kurze Wiederholung. Die Frage lautete:

Was ist das Differenzial?

Antwort: Ein Rädergetriebe.

Wozu dient es?

Antwort: Die Kraft strömt gewissermaßen vom Motor her. Dieser Kraftfluß gabelt sich am Differenzial, zu gleichen Teilen in die Halbwellen biegend. Jede Halbwellen wird nun ihren halben Kraftstrom dazu verwenden, sich zu drehen. Je nach dem Widerstand, den sie oder vielmehr die auf ihr sitzenden Räder am Boden finden, wird sie sich schneller oder langsamer drehen können oder aber auch gar nicht, wenn die Gegenkraft vom Boden her zu groß ist.

Wieviele Räder hat das Differenzial?

Antwort: Es genügen vier Räder (a , b , c und d). Gewöhnlich besteht es aus mehr, wenigstens aus fünf

Rädern, weil meistens zur Vollständigkeit gegenüber von c noch ein gleiches — c_1 — eingesetzt ist (Abb. 8), das zur Wirkung

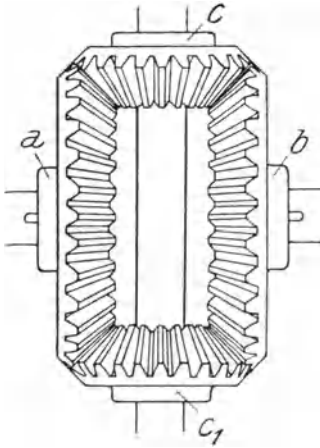


Abb. 8. Differenzialräderkreuz

zwar nichts beiträgt, daher entbehrlich wäre; aber es läßt sich eine günstigere Druckverteilung damit erreichen. Übrigens können auch vier Ausgleichräder zwischen *a* und *b* angeordnet werden, die dann auf einem Kreuz sitzen, dem sogenannten Ausgleichstern. (Siehe auch Abb. 10.)

Von allen diesen Rädern ist bei dem ausgeführten Differenzial gewöhnlich nur eines zu sehen, nämlich das äußere *d*, das nicht immer ein Kegelrad zu sein braucht, sondern ebensogut ein Stirnrad sein kann.¹ In der Regel hat es sich zu einem vollständigen Gehäuse *G* (Abb. 9) ausgewachsen, in dessen Innerem die jetzt unsichtbaren Räder sicher eingekapselt sind. Dieses Gehäuse greift soweit aus, daß es schließlich auch die beiden Wellen

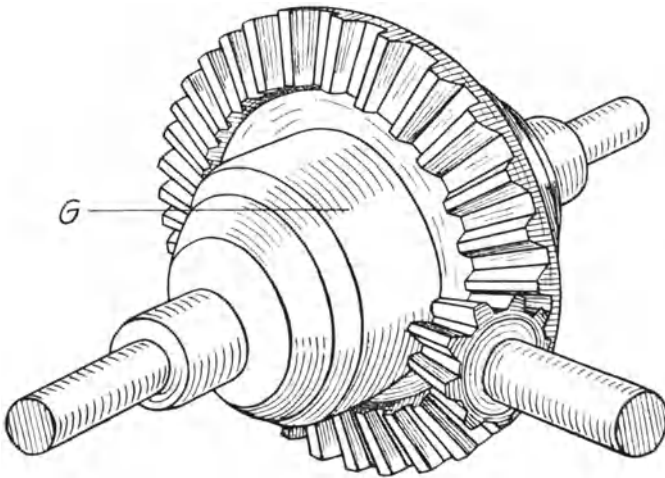


Abb. 9. Vollständiges Differenzial mit Triebfling, Tellerrad und Differenzialgehäuse *G*.
Antrieb von vorn; links und rechts die Wellenhälften.

umschließt, so daß es dem Nichteingeweihten scheinen könnte, als treibe es diese Wellen unmittelbar. Das ist nach dem, was wir wissen, natürlich nicht richtig; das Gehäuse sitzt ganz lose auf den Wellen, die sich in ihm ganz frei drehen können.

¹ Umgekehrt können die inneren Differenzialräder statt Kegelräder ebensogut Stirnräder sein, wodurch sich nur die Anordnung ändert; die Wirkungsweise aber bleibt die gleiche.

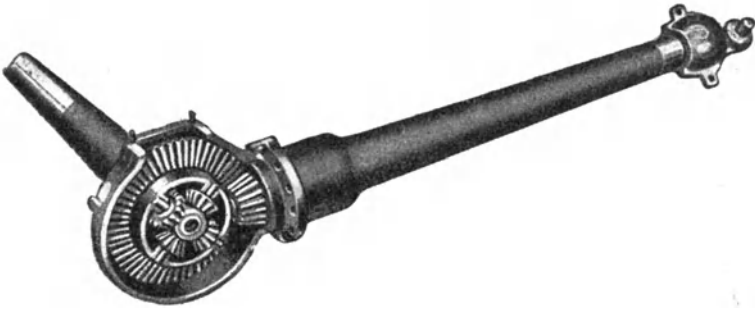
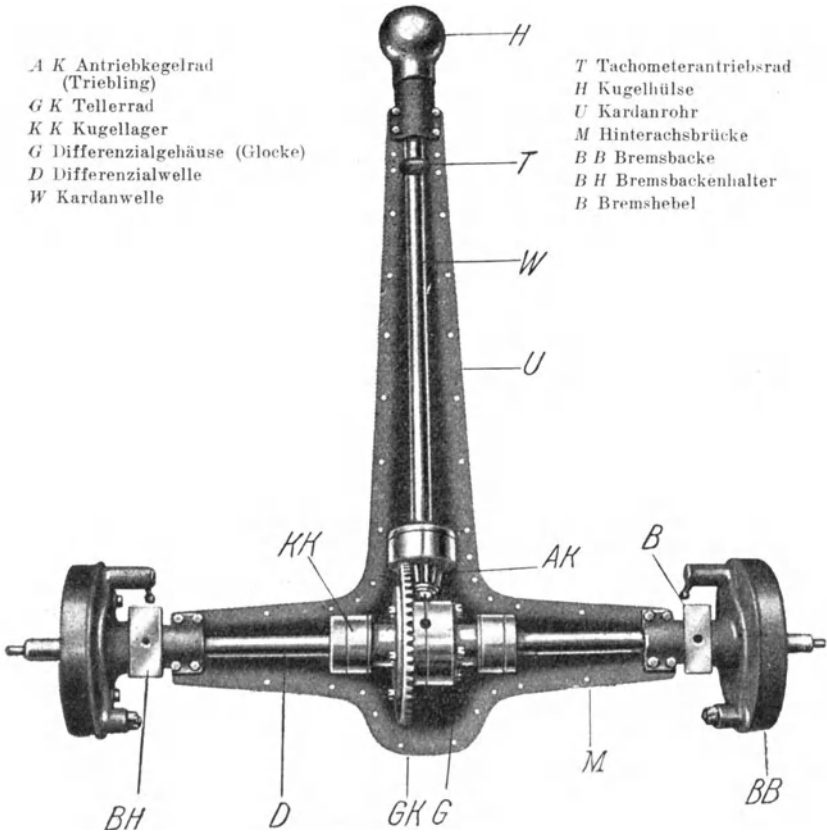


Abb. 10. Geöffnetes Differenzialgehäuse. Rechts das kleine Antriebkegelrad im Eingriff mit dem Tellerrad, das die offen dargestellte Differenzialglocke umfaßt; darinnen der Ausgleichstern.



- A K Antriebkegelrad (Triebling)
- G K Tellerrad
- K K Kugellager
- G Differenzialgehäuse (Glocke)
- D Differenzialwelle
- W Kardanwelle

- T Tachometerantriebsrad
- H Kugelhülse
- U Kardanrohr
- M Hinterachsbrücke
- B B Bremsbacke
- B H Bremsbackenhalter
- B Bremshebel

Abb. 11. Hinterachsbrücke und Kardanrohr (untere Hälfte)

Wie ein Differenzial ausgeführt aussieht, zeigen die Abb. 10 und 11. In Abb. 10 sieht man ins Innere des geöffneten Gehäuses, von dem die eine Hälfte samt der zugehörigen Welle weggelassen ist. Das nach rechts gehende Rohr schließt die vom Motor getriebene Welle ein, die an dem Ende das kleine Antriebskegelrad, den Triebling, trägt. Dieses greift, wie man auch aus Abb. 11 erkennt, in das große Tellerrad, das mit dem eigentlichen Differenzialgehäuse verschraubt ist. Und in diesem steckt das nun schon bekannte Kegelräderkreuz.

5. Das Wechselgetriebe

Wenn wir von der Hinterachse vorwärts zum Motor hinschauen, so stoßen wir wieder auf ein geschlossenes Gehäuse, das entweder für sich im Rahmen unseres Fahrgestelles hängt oder auch an den Motor angebaut ist. Dieser Kasten birgt abermals ein Rädergetriebe. Dieses soll uns erlauben, die Geschwindigkeit des Wagens zu ändern, zu wechseln: daher sein Name Wechselgetriebe. Gewöhnlich begnügt man sich übrigens einfach Getriebe zu sagen. Es liegt zwischen Motor und Hinterrädern, ist also ein Zwischenglied, das die Bewegung von der Motorwelle übernimmt und auf die Hinterradwellen überträgt. Damit gehört es zur Kraftübertragung.

Der Motor läuft. Noch kümmern wir uns nicht darum, wie das zugeht. Wir nehmen diese Tatsache vorläufig als gegeben und bekannt hin. Er läuft also und versetzt dabei eine Welle in drehende Bewegung. Ja, denkt vielleicht mancher, warum kann denn das nicht gleich die letzte zu treibende Welle sein, das heißt also die Hinterradwelle? In der Tat: unmöglich ist das ganz und gar nicht. Aber einen großen Vorteil würden wir bei einer solchen Bauart einbüßen: die Geschwindigkeit des Wagens ließe sich sehr schwer und sehr schlecht regeln. Vor allem ist klar, daß sich die Räder dabei immer so schnell drehen müßten wie die Motorwelle, das wäre bei unseren schnellaufenden Motoren gewöhnlich viel zu rasch. Jetzt können wir gleich erkennen, was wir denn eigentlich mit unserem Getriebe erzielen wollen: wir wollen von der Geschwindigkeit des Motors möglichst unabhängig die Fahrgeschwindigkeit unseres Wagens jederzeit der Straße, dem Verkehr, vor allem aber dem Gefälle beim Bergfahren anpassen können.

Das ist nun gar nicht schwer zu erreichen. Sehen wir einmal die Abb. 12 an. Da erkennen wir zwei Wellen m und g . Auf jeder sitzen mehrere Zahnräder Z_1, Z_2 usw., die sogenannte Stirnräder sind. Vor allem fällt auf, daß sie nicht gleich groß sind; dann, daß sie sich nicht alle gerade gegenüberstehen, sondern daß nur zwei ineinandergreifen, während die übrigen dies nicht tun. Vorläufig. Es kommt bloß auf uns an, ob wir sie in diesem Zustand lassen wollen oder nicht. Denn bei weiterem Zusehen entdecken wir, daß die Räder Z_5, Z_6, Z_7 alle gemeinsam auf einer dickeren hohlen Welle h festsitzen, die sich wie eine Hülse auf der durchgesteckten dünneren kantigen Welle g verschieben läßt. Bei einer solchen Verschiebung der Hülse werden auch die 3 Räder Z_5, Z_6 und Z_7 auf der Welle g verschoben. Damit sind wir imstande, den Eingriff der Zähne bei einem Räderpaare aufzuheben und bei einem anderen herzustellen. Was kann damit erreicht werden?

Da muß man sich zunächst merken, daß sich die mit m bezeichnete Welle entsprechend so schnell dreht wie die Motorwelle Buchstabe m — Motor — soll uns immer daran erinnern).

Die Räder $Z_1, Z_2, Z_3 \dots$ sitzen fest auf dieser Welle m und drehen sich daher immer ebenso rasch wie diese. Sie sind nicht alle gleich groß, aber wenn sich die Welle, sagen wir, 1000mal in einer Minute dreht (oder technisch ausgedrückt: 1000 Umläufe in der Minute macht), dann macht das Rad Z_1 genau so 1000 Umläufe wie das letzte und kleinste Z_3 . Alle Räder dieser Welle haben die gleiche Umlaufzahl oder Drehzahl.

Von nun an wollen wir uns an eine einfachere Art der Darstellung gewöhnen. Die Abb. 12 und 13 zeigen die bisherige und die künftige Art der Darstellung eines und desselben Gegenstandes. In Abb. 13 sind alle Räder als Rechtecke gezeichnet, also wie man etwa eine Scheibe sieht, wenn man vor ihrer schmalen Seite steht. Die Zähne werden nicht mehr einzeln eingezeichnet, dafür aber der gezahnte Scheibenumfang durch die sich kreuzenden Striche angedeutet. Wo also künftig ein solches Briefumschlagbild zu sehen ist, stellt es ein Zahnrad vor. Überdies sind die jeweils ineinandergreifenden Räder durch stärkere Linien kenntlich gemacht.

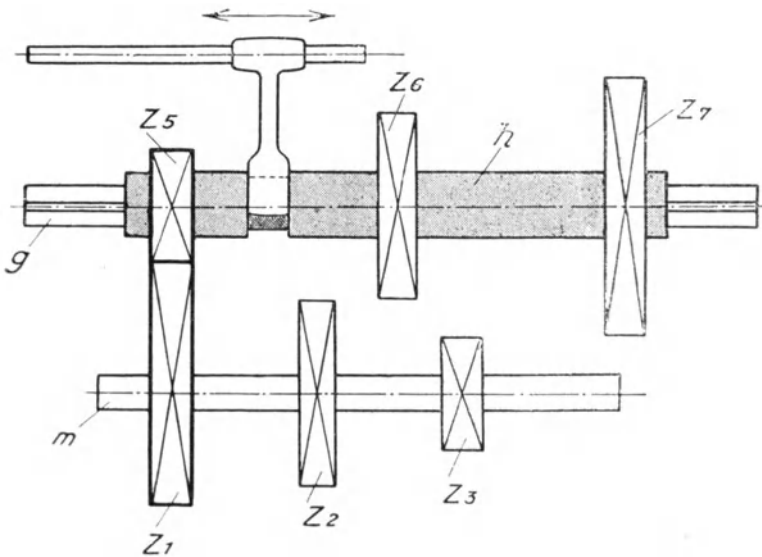
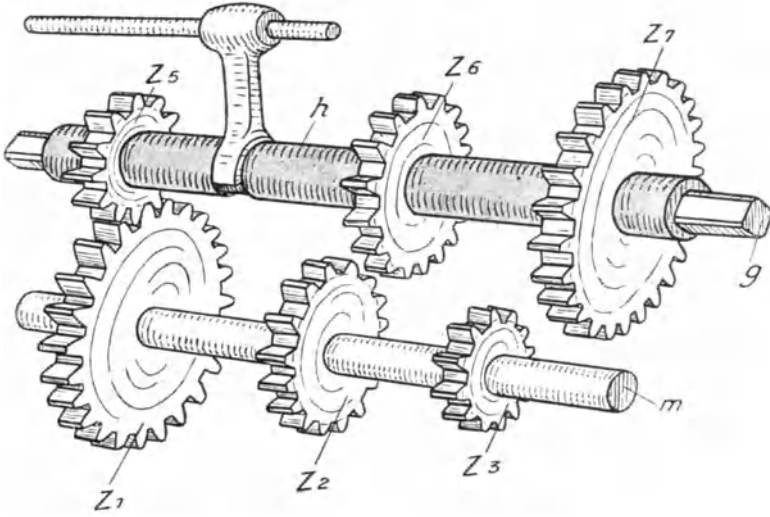


Abb. 12 (oben) und 13. Wechselgetriebe. Oben Schaubild, unten technische Darstellung.
Die gleichen Teile oben und unten tragen die gleiche Buchstabenbezeichnung.

6. Übersetzungen

Wir sehen, das erste Rad Z_1 steht im Eingriff mit dem Rade Z_5 der Welle g . Wird sich Z_5 auch 1000mal in der Minute drehen? Das hängt nur davon ab, wie groß es ist, nämlich ob es ebenso groß ist wie Z_1 , ob kleiner oder größer. Nehmen wir einmal an, es wäre ebenso groß. Die Stelle, wo sich beide Räder in Eingriff befinden, sei auf jedem Rad durch eine Marke bezeichnet (Abb. 14 macht das an einem herausgezeichneten Räderpaar deutlich). Dieser markierte Punkt des Rades muß nach jeder vollen Umdrehung wieder genau an derselben Stelle erscheinen. Da die

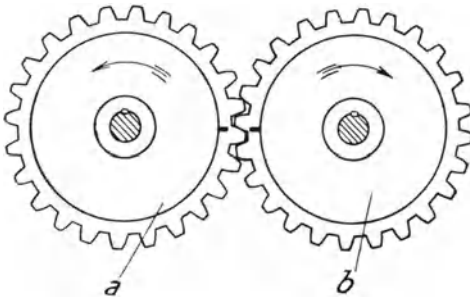


Abb. 14. Zahnradübersetzung 1:1, Räder a und b gleich groß

Räder gleich groß sind, haben sie auch gleich lange Umfänge. Bei einer vollen Umdrehung macht der markierte Punkt einen Weg, der genau so lang ist wie der Umfang des Rades. Da diese Weglänge bei beiden Rädern gleich ist, werden nach jeder vollen Umdrehung die markierten Punkte beider Räder gleich-

zeitig wieder an derselben Stelle zusammentreffen; dort werden also stets dieselben zwei Zähne wieder zum Eingriff kommen. Beide Räder drehen sich gleich schnell, ebenso ihre Wellen. Die treibende Welle a erteilt der getriebenen b nur ihre eigene Geschwindigkeit. Man nennt das eine „Übersetzung von 1 : 1“ (und man liest dies e i n s z u e i n s).

Anders liegt der Fall, den wir in Abb. 15 betrachten wollen: Das treibende Rad a ist jetzt kleiner als das getriebene b ; sein Umfang ist nicht mehr so lang wie der von b . Er sei z. B. gerade halb so lang. Die jetzt im Eingriff stehenden Zähne denke man sich wieder markiert. Die Zähne beider Räder laufen nun zwar immer gleich schnell; dennoch kommen die Marken nicht mehr zur gleichen Zeit wieder zusammen, weil sie ja verschieden lange Wege haben: bei einer ganzen Umdrehung von a hat b erst eine halbe hinter sich; das heißt: wenn der markierte Punkt von a nach e i n e r vollen Umdrehung wieder zur gleichen Stelle, wo wir ihn verließen, gekommen sein wird, wird er vergebens sein früheres

Gegenüber suchen; der Zahn, der ihn erfaßt, trägt keine Marke. Der markierte Zahn ist erst auf der gegenüberliegenden Umfangseite (Abb. 15 unten). Erst nach einer weiteren vollen Umdrehung von a treffen die markierten Punkte wieder zusammen. Die Drehzahl von Rad a und seiner Welle ist also gerade doppelt so groß wie die von b trotz gleicher Umfangsgeschwindigkeiten. Wenn a treibend ist, wird die Drehzahl von b verlangsamt. Die Übersetzung heißt darum „ins Langsame“. Wenn sich also die Umfänge wie eins zu zwei ($1:2$) verhalten, so ist dies bei den Drehzahlen umgekehrt: zwei zu eins ($2:1$); das große Rad, vom kleinen getrieben, dreht sich langsamer. Die Umfänge können sich natürlich auch anders verhalten, z. B. wie $1:3$ oder $1:4$ usw., danach wird sich eben auch die zweite Welle 3mal, 4mal langsamer drehen. Durch solche Übersetzungen ins Langsame wird also die Antriebsdrehzahl heruntergesetzt; man nennt sie darum richtiger auch Untersetzungen.

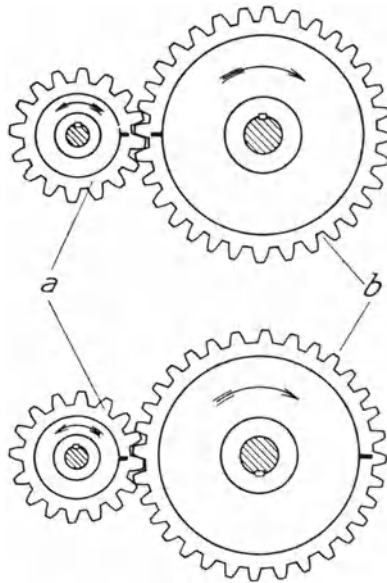


Abb. 15. Zahnradübersetzung ins Langsame. Oben: Beginn der Drehung. Unten: Nach einer vollen Umdrehung der Räder

Umgekehrt: eine Übersetzung ins Schnelle hat man sofort, wenn man nur die Welle b die treibende sein läßt.

- Wiederholen wir: wir kennen somit dreierlei Übersetzungen:
1. Ins Gleiche oder $1:1$ bei gleichen Radumfängen.
 2. Ins Langsame ($2:1$, $3:1$ usw.) von kleinen auf größere Räder.
 3. Ins Schnelle ($1:2$, $1:3$ usw.) von großen auf kleinere Räder.

Jetzt ist es klar, warum auf den Wellen unseres Wechselgetriebes so verschiedene Räder sitzen. Die Geschwindigkeit der

Motorwelle ist immer sehr groß (z. B. 3000 Umdrehungen in der Minute); sie muß daher verlangsamt werden, und wir wollen das in verschiedenen Stufen machen können. Einmal genügt vielleicht die halbe Geschwindigkeit, ein anderes Mal ist auch das noch zu schnell; kurz, wir brauchen mehrere Räderpaare. In der Regel sind vier solcher Paare vorhanden; bei mittleren Wagen begnügt man sich wohl mit dreien, bei kleinen gar mit zweien.¹ Jedem Räderpaar entspricht, bei einer bestimmten Drehzahl des

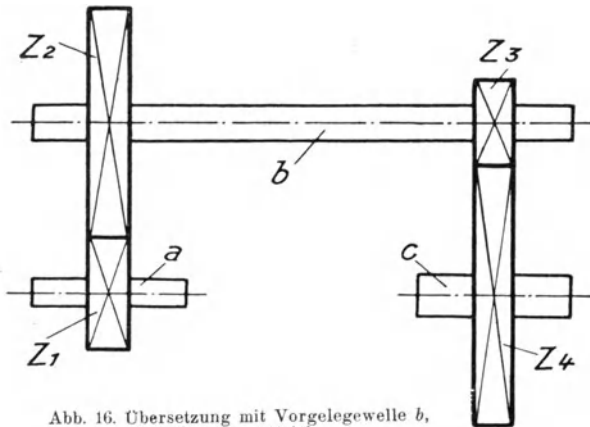


Abb. 16. Übersetzung mit Vorgelegewelle b ,
 a treibend, c getrieben

Motors, eine ganz bestimmte Geschwindigkeit des Wagens, die allein vom Verhältnis der Umfanglängen der zusammenarbeitenden Räder abhängt. Wenn sich diese z. B. wie 1 : 2 verhalten, dann ist es gleichgültig, ob der eine Umfang 15 cm und der andere 30 cm hat oder ob sie 20 und 40 cm betragen.

Sehen wir uns noch ein wenig die Abb. 16 an. Da haben wir drei Wellen: a , b , c ; a sei die treibende und drehe sich beispielsweise mit 180 Touren in der Minute. Frage: Wieviel Touren macht c ? Antwort: Da muß man nur wissen, wie sich die

¹ Viele französische und amerikanische Wagen haben auch bei größerer Leistung nur drei Stufen oder Gänge; der bekannte Ford-Wagen (alte Type) hat von jeher bloß zwei. Von deutschen Kraftwagen wird der zu den größten und stärksten gehörende Maybach seit einigen Jahren gleichfalls mit nur zweistufigem Getriebe gebaut.

Umfanglängen der Räder Z_1 , Z_2 , Z_3 und Z_4 zueinander verhalten. Gut. Nehmen wir also an: Z_2 ist zweimal so groß wie Z_1 ; also $Z_1 : Z_2 = 1 : 2$; ¹ und ferner sei $Z_3 : Z_4 = 1 : 3$. Dann ist die Rechnung leicht. Macht Welle a 180 Turen, so macht b nur die Hälfte, also 90 Turen; Z_2 und Z_3 , die auf dieser Welle b sitzen, haben die gleiche Drehzahl: 90. Welle c wird von der Welle b getrieben und macht nur ein Drittel von deren Umläufen, das sind 30. Die Aufgabe ist gelöst. — Man könnte dasselbe auch mit zwei Rädern allein erreichen, wenn man sie so wählt, daß sich ihre Umfänge wie $30 : 180$ oder wie $1 : 6$ verhalten; das zweite Rad müßte einen sechsmal größeren Umfang erhalten. Da käme

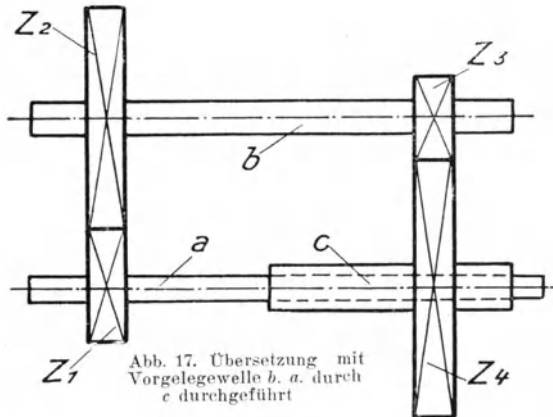


Abb. 17. Übersetzung mit Vorgelegewelle b . a durch c durchgeführt

man zu sehr großen Rädern. Wie man sieht, läßt sich dies vermeiden, wenn man die Geschwindigkeit von 180 Turen nicht auf einmal, sondern in zwei Stufen übersetzt, von denen die eine das Übersetzungsverhältnis $1 : 2$, die andere das von $1 : 3$ hat. Es liegen bei dieser Anordnung die treibende und die getriebene Welle nicht unmittelbar nebeneinander, sondern der getriebenen ist eine Hilfswelle mit den Rädern für die Zwischenübersetzung vorgelegt (b in Abb. 16); diese Welle führt den Namen: V o r g e l e g e w e l l e.

Nun ist nur noch ein Schritt zu der im Automobilbau meist

¹ Man liest dies so: Z_1 verhält sich zu Z_2 so wie $1 : 2$, und es bedeutet Z_1 hier den Umfang des Rades, oder, was auf dasselbe hinauskommt: die Zähnezahl.

gebräuchlichen Ausführung (Abb. 17). Diese entsteht, wenn die Welle *a* nach rechts durch die Welle *c* hindurchwächst, wobei diese Welle *c* zur hohlen Welle werden muß; dann können *a* und *c* so lang sein, wie es zur Aufnahme einer größeren Anzahl von Rädern nötig ist. Sie laufen jetzt ineinander, ohne sich gegenseitig zu stören, mit ganz verschiedenen Geschwindigkeiten.

7. Aufbau des Getriebes

Nach dieser Vorbereitung sind wir imstande, jedes Getriebe zu verstehen. Und nun wollen wir uns einige Ausführungen näher ansehen. Da ist zunächst die in Abb. 18 dargestellte

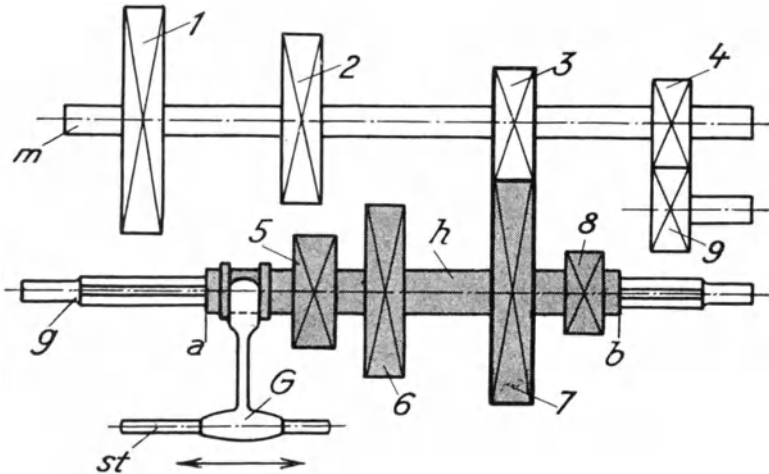


Abb. 18

Wechselgetriebe mit Durchzugschaltung für 3 Stufen vorwärts und Rückwärtsgang. Augenblicklich Räder 3 und 7 in Eingriff. Hülse *h* samt den Rädern 5, 6, 7 und 8 verschiebbar

Bauart. Auf den ersten Blick sieht man die beiden Wellen *m* und *g*; *m* ist jene Welle, die eine bestimmte Geschwindigkeit vom Motor erhält; die daher solange die gleiche Geschwindigkeit behält, als der Motor die seine nicht ändert. Die Welle *m* trägt vier Zahnräder: 1, 2, 3, 4, die mit ihr fest verbunden sind und die sich daher alle gleichzeitig und gleich schnell mit ihr drehen. Die andere Welle *g* ist von besonderer Art: sie ist nicht rund, sondern kantig. Das hat natürlich einen besonderen Grund. Auf dieser Welle ist nämlich eine kantig ausgehöhlte Hülse *h* aufgeschoben, die von *a* bis *b* reicht. Diese Hülse bildet mit

den vier Zahnrädern 5, 6, 7 und 8 ein einziges Stück; man denke sich sehr große Zwirrspulen mit mächtigen Endscheiben, die gezähnte Ränder haben. Der Deutlichkeit halber ist sie in Abb. 19 noch einmal für sich abgebildet. Da Welle und Hülse kantig sind, kann sich die Hülse auf der Welle natürlich nicht drehen, aber sie wird sich mit ihr wie ein aufgekeiltes Rad bewegen; dabei ist die Hülse doch in der Richtung der Achse verschiebbar,

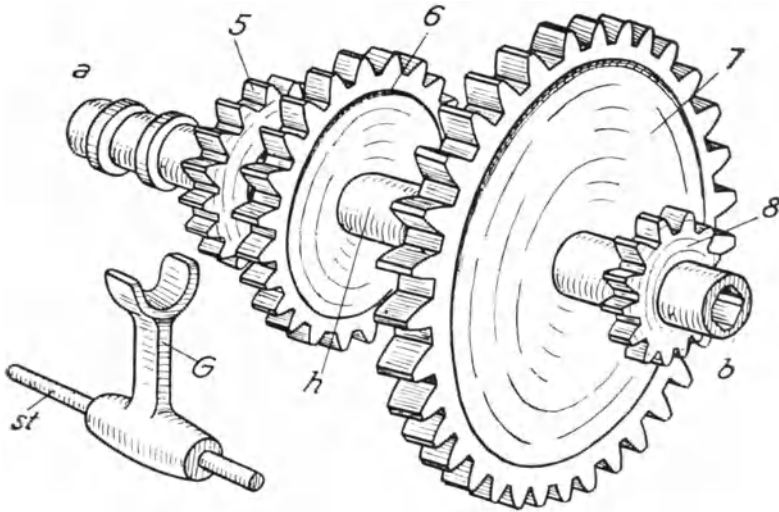


Abb. 19
Hülse *h* mit den Schubrädern 5, 6, 7 und 8; rechts sieht man die vierkantige Bohrung; unten gesondert, die Schiebestange *st* mit Schaltgabel *G*

nach links wie nach rechts, und zwar auch während sie sich dreht. Das ist der große Vorteil. Um die Hülse zu verschieben, braucht man nur die mit ihr verbundene Stange *st* (Abb. 18) zu verschieben. Jeder hat gewiß schon die seitlich vom Lenkersitz angebrachten Handhebel gesehen, die der Lenker bald nach vorne, bald nach hinten legt. Gewöhnlich sieht man zwei solche. Einer davon gehört zur Bremse und geht uns vorläufig nichts an. Der andere aber führt zu der eben erwähnten Schiebestange *st* hinunter. Man kann sich den Zusammenhang an der Abb. 20 leicht klar machen. Der vom Lenker erfaßte Handhebel läßt sich in einem Kreisbogenstücke um einen am Wagenrahmen oder am Getriebegehäuse festen Punkt *o* in der ange-

gebenen Pfeilrichtung drehen. Das untere Ende des Handhebels taucht in eine Ausnehmung der Schaltstange *st*. Mit der Stange *st* und der auf ihr sitzenden Schaltgabel *G*, die die Hülse *h* (Abb. 18 und 19) erfäßt, läßt sich diese verschieben.

In unserer Abb. 18 stehen die beiden Räder 3 und 7 im Eingriff, das kleinste Rad der treibenden Welle *m* mit dem größten der getriebenen Welle *g*; d. h. Übersetzung ins Langsamste. Mit

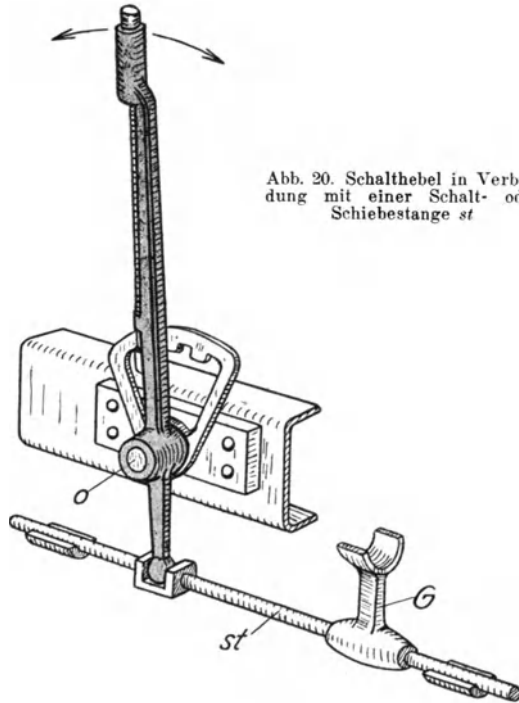


Abb. 20. Schalthebel in Verbindung mit einer Schalt- oder Schiebestange *st*

dieser Übersetzungsstufe wird man offenbar die Fahrt **beginnen**; man nennt das: „die **Erste**“; sie gibt die kleinste Fahrgeschwindigkeit, die Untersetzung ist dabei am größten.

Will man schneller fahren, so hat man den Handhebel um ein Stück vor- (oder rück-)wärts zu schieben; dann kommen die Räder 3 und 7 außer Eingriff und das benachbarte Paar arbeitet — zweite Geschwindigkeit (zweite Stufe oder kurz „die **Zweite**“). Ebenso können wir auch noch eine dritte Geschwin-

digkeit erzielen. Und hätten wir ein viertes Räderpaar, so gäbe es „eine Vierte“.

Vielleicht hat aber doch einer oder der andere auch in unserer Zeichnung (Abb. 18) ein viertes Paar entdecken können?

Ja, es sind sogar noch drei Räder da, von denen wir bisher nicht gesprochen haben. Wie wir sehen, gibt's da auch noch eine dritte, recht kurz geratene Welle; aber die trägt auch nur ein einziges Rädchen, braucht also nicht lang zu sein. Dieses Rädchen 9 steht zwar in beständigem Eingriff mit dem Rad 4 der Welle *m* und wird also die ganze Zeit über mitgedreht, aber es treibt meist nichts mit dieser Bewegung; es läuft, wie man sagt, „leer“ mit. Nur wenn man mit dem Schalthebel die Stange *st* und damit die Hülse soweit nach rechts hin verschiebt, bis auch das Rad 8 ins Rad 9 eingreift, dann überträgt es seine Bewegung auf die Hülse und ihre Welle. Weil nun die Motorwelle nicht mehr unmittelbar die Welle *g* treibt, sondern eine dritte Welle sich dazwischen schiebt, muß sich dadurch die Drehrichtung der Welle *g* gegen früher umkehren; und wenn wir daher die bisherigen Geschwindigkeitsstufen $\frac{3}{7}$ $\frac{2}{6}$ und $\frac{1}{5}$ zur Vorwärtsfahrt

4

verwendet haben, so wird uns 9 zur Rückwärtsfahrt dienen. Da

8

man diesen Rücklauf verhältnismäßig selten braucht, so begnügt man sich hierfür mit einer einzigen Geschwindigkeit, natürlich einer niedrigen.

8. Die Schaltung

Wir haben in dem eben behandelten Falle den Handhebel in kurzem Kreisbogen ruckweise aus einer Stellung in die nächste zu bringen gehabt; dabei lag jede Stufe hinter der anderen. Diese Schaltung führt den Namen Durchzugschaltung. Man sieht, daß man dabei nie eine Geschwindigkeit überspringen kann; will man von der ersten auf die dritte, so muß man durch die zweite hindurch. Noch unangenehmer ist dies natürlich, wenn vier Stufen da sind. Und da auch das Getriebe auf diese Weise recht lang wird, haben die Wagenbauer schon früh einen Ausweg eronnen, der beide Nachteile mit einem Schlage beseitigt.

Sie haben ganz einfach die Hülse entzweigeschnitten, und lassen jeden Teil durch eine eigene Stange verschieben. Da sehen

wir also in der Abb. 21 wieder die beiden bekannten Wellen m und g mit ihren Zahnrädern; diesmal sind vier Geschwindigkeiten zum Vorwärtsfahren eingezeichnet, die Rückwärtsfahrt ist weggelassen. Die Hülse h_1 läßt sich mit der Stange st_1 seitlich nach links und wieder zurück, die Hülse h_2 mit st_2 nach rechts und zurück verschieben, wobei dann entweder 5 und 1 oder 6 und 2, oder 7 und 3 oder 8 und 4 ineinander einrücken. Es müssen also zwei Schaltstangen für die vier Vorwärtsstufen da sein. Nun müssen wir noch daran denken, wie man diese zwei

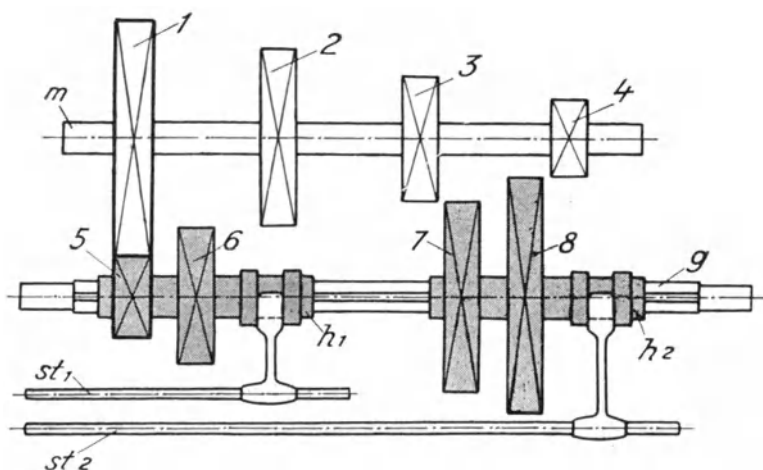



Abb. 21. Getriebe mit 4 Stufen bei Kulissenschaltung. Zwei Hülsen b_1 und h_2 zwei Schaltstangen st_1 und st_2 .

Stangen mit einem einzigen Hebel vom Führersitz aus bedienen kann. Die Abbildung 22 belehrt rasch, wie das möglich gemacht wird. Der Handhebel ist hier dreiteilig; er verläuft nicht in einem Stück vom oberen Handgriff bis zum unteren Endpunkt, sondern in einer stufenförmigen Linie: 

Der obere und der untere Schwingarm sind gesondert und durch ein wagrechtes Wellenstück verbunden, das verschiebbar gelagert ist. Bei einer Verschiebung kommt der untere Hebel E je nach der Größe der Verschiebung mit einer der Schaltstangen st zur Verbindung. Danach kann er in der früher besprochenen Art vor- oder rückwärts geschwungen werden. Um die seitliche Verschiebung genau zu ermöglichen, ist der Handhebel in einer

sogenannten Kulisse *K* (Abb. 22) geführt, das ist eine Art Rahmen mit Zwischenwänden, die nur bestimmte Hebelstellungen zulassen. So kann man den Hebel in die durch die Zwischenwände gebildeten Schlitze 1 bis 4 rücken. Schlitz 1 und 2 liegen hintereinander, das entspräche z. B. den zwei Geschwindigkeitsstufen $\frac{4}{8}$ und $\frac{3}{7}$ (Abb. 21); bei Schlitz 1 wird also die eine Stange

nach vorne, bei 2 nach hinten geschoben, es entspricht somit 1 der ersten, 2 der zweiten

Geschwindigkeit.

Rückt man den Hebel in den Schlitz 3 neben 1, so verbindet er sich unten mit der zweiten Stange und kann nun die dritte Geschwindigkeit einstellen; bei 4 rückt er diese Stange zurück und schaltet auf die vierte ein. In der Mittelstellung stehen alle Räder außer Eingriff. Das heißt man Leerlaufstellung. Wir werden nämlich sehen, daß dabei der Motor ruhig für sich laufen kann, ohne daß sich der Wagen vom Platze rührt. Bei vier Vorwärtstufen hat die Kulisse

noch einen fünften Schlitz für die Rückwärtsfahrt, und dazu gehört eine dritte Schaltstange, die in der Abb. 21 weggelassen, aber in der Abb. 22 zu sehen ist (st_3). Diese Schaltungsart heißt Kulissen- oder Verschiebeschaltung.

Häufig wird der Schalthebel unmittelbar im Getriebegehäuse gelagert und steht dann wie das Getriebe in der Mitte des Wagens. In der Regel ist dabei die Schaltung als Kugelschaltung ausge-

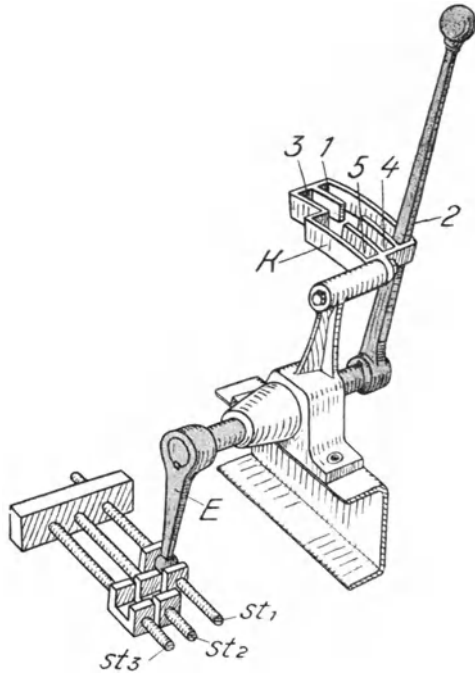


Abb. 22
Kulissenschaltung für 4 Vorwärtsgänge und Rückwärtsgang. Kulisse durch einen Bock mit dem Rahmenträger verbunden

bildet, hiebei fällt jede seitliche Verrückung des Handhebels weg, indem der Dreh- und Schwingpunkt des Hebels als Kugelkopf in einer Kugelpfanne die Bewegung des Hebels nach vorn und hinten, aber auch nach links und rechts ermöglicht (siehe später Abb. 114). Die Anordnung des Schalthebels in der Mitte hat den besonderen Vorteil, daß man von jeder Seite des Wagens aus aufsteigen kann.

9. Der direkte Eingriff

Nun sind wir beim letzten Punkt des Abschnittes „Getriebe“ angelangt. Wir haben gewiß schon öfter gehört oder gelesen, z. B. in Beschreibungen von Wagentypen: der Wagen habe vier Geschwindigkeiten vorwärts, eine rückwärts, und die vierte in „direktem Eingriff“. Was ist denn das: direkter Eingriff?

Das heißt nichts anderes, als daß wir auf jede Übersetzung im Getriebe verzichten und die in das Getriebe eintretende Antriebswelle direkt mit der austretenden Hauptwelle verbinden. Freilich wird sich dadurch das Getriebe etwas ändern. Wenn wir die zusammengehörigen Abb. 23 und 24, die dasselbe auf verschiedene Weise darstellen, ansehen, so entdecken wir drei Wellen.

Die Wellen m und g liegen hier hintereinander. Um das Wichtigste gleich zu sagen: man kann aus ihnen eine einzige Welle machen! In der gezeichneten Stellung hat noch jede Welle, m wie g , ihre Selbständigkeit bewahrt und dreht sich für sich, wie die obere Abbildung 23 deutlicher macht, die die Wellen getrennt wiedergibt, während sie in Wirklichkeit ineinanderstecken, aber ohne feste Verbindung. Nur wenn die Klauen k ineinandergreifen, sind auch die Wellen selbst fest verbunden, gekuppelt. Dies erreicht man, wenn man auf bekannte Art mit Handhebel, Schiebestange und Gabel die Räderhülse auf Welle g ganz nach links rückt: jetzt kommt die getriebene Welle in direkten Eingriff mit der treibenden; ohne Zwischenübersetzung. In unserem besonderen Falle wird dabei das Rad 6 aus 2 seitlich herausgeschoben; 5 und 1 bleiben dabei dauernd im Eingriff, weil ja weder an m noch an der Vorgelegewelle V irgend etwas bewegt wurde. Dieser Eingriff ist aber für die direkte Bewegungsübertragung gleichgültig. Die Welle V dreht sich

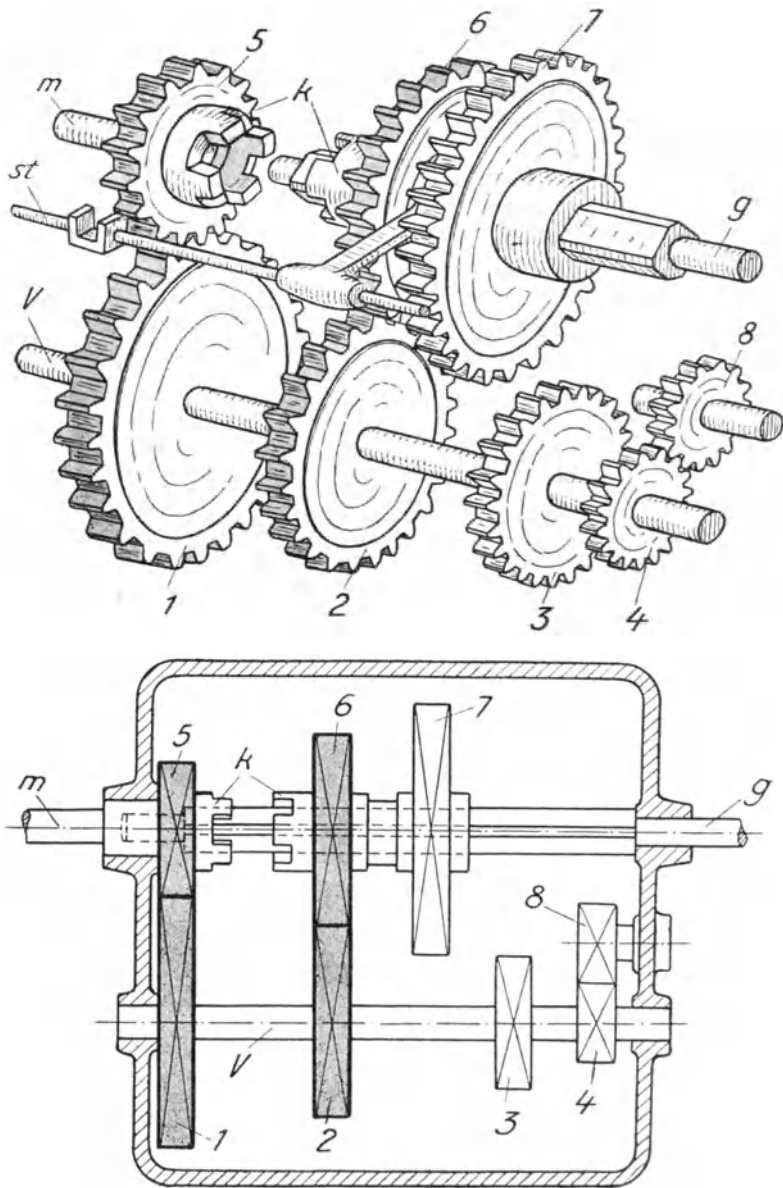


Abb. 23 (oben) und 24. Direkter Eingriff; oben Schaubild, unten Grundriß in technischer Darstellung ohne die Schaltstange *st*. Der Deutlichkeit zuliebe ist in der oberen Abb. die Hauptwelle *g* aus ihrer Lagerstelle in der hohlen Antriebswelle *m* herausgezogen gezeichnet

wohl mit, aber sie treibt nichts, sie läuft „leer“; aber nur während des direkten Eingriffes.

In allen anderen Fällen braucht man sie sehr notwendig, und zwar als Vorgelegewelle. Da ist z. B. gleich die gezeichnete Stellung: *m* und *g* sind nicht gekuppelt, da die Klauen getrennt sind. Von den Rädern stehen gleichzeitig zwei Paare

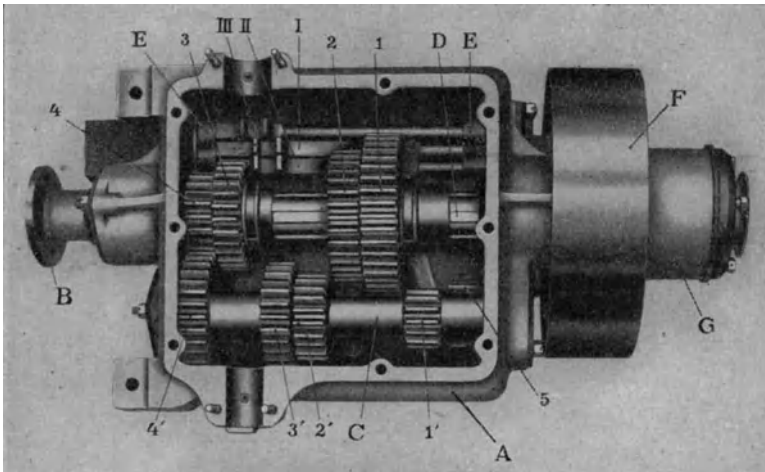


Abb. 25. Getriebekasten eines Austro-Daimler-Wagens, geöffnet, Gehäusedeckel abgeschraubt, 1, 1' Zahnräder für die Übersetzung der 1. Geschwindigkeit, 2, 2' Zahnräder für die Übersetzung der 2. Geschwindigkeit, 3, 3' Zahnräder für die Übersetzung der 3. Geschwindigkeit, 4, 4' Vorgelegewellenantrieb, 5 Reversierrad, A Getriebekasten, B Antriebswelle treibt über Antriebsräder 4, 4' die Vorlegewelle C, D Hauptwelle. Das Bild zeigt den direkten Gang, die 4. Geschwindigkeitsstufe, eingerückt, was durch direkte Kupplung der Zahnräder 4 und 3 bewirkt wird

in Eingriff: 1 und 2. Von *m* geht die Bewegung aus, die mit dem Rad 5 auf die Räder 1 und 2 der Vorgelegewelle übergeleitet wird. Über 6 bekommt dann endlich Welle *g* ihr Teil (mittlere, hier 2. Geschwindigkeit). Verschiebt man die Hülse auf *g* nach rechts, bis Rad 7 über Rad 3 steht, so geht es von 5 über 1 wie früher, jetzt aber mit anderer Übersetzung von 3 auf 7 (kleinste oder 1. Geschwindigkeit). Die dritte wird durch den oben erläuterten direkten Eingriff hergestellt. Schiebt man die Hülse schließlich ganz nach rechts, bis 7 in 8 greift, so kann man rückwärts fahren. Ebenso wie hier bei drei Vorwärtsstufen ist es, wenn vier Geschwindigkeiten gebaut werden; es kommt dann eben noch ein Räderpaar dazu. Gewöhnlich ist die höchste Geschwindigkeit

durch den direkten Eingriff einzuschalten, also bei drei Stufen die dritte, bei vierten die vierte.

In der Regel sind die Getriebe so gebaut, wie das eben beschriebene. Dabei ist also die ins Getriebe eintretende Welle (*m*) durch ein Räderpaar (5) dauernd mit der Vorgelegewelle verbunden. Dieses Räderpaar ist somit dauernd als Untersetzung mitwirkend, ausgenommen den direkten Eingriff.

Außerdem ist auf dem Bilde zu sehen, wie das ganze Getriebe in einem Gehäuse eingebaut ist. Um das zu zeigen, muß das Gehäuse aufgeschnitten gezeichnet werden. Solche Schnittzeichnungen sind in der Technik üblich, wobei man die Schnittflächen kenntlich macht, indem man sie schraffiert oder färbt.

Schließlich sei noch auf die strich-punktierten Linien auf dem Bilde aufmerksam gemacht, die immer die Mittellinie seitengleicher (symmetrischer) Körper angeben.

Auf Abb. 25 sieht man in das geöffnete Innere eines Getriebegehäuses. Das Bild bedarf nach dem Vorangegangenen wohl keiner weiteren Erläuterung; übrigens sind alle Einzelheiten unterhalb des Bildes angeführt.

Eines ist noch anzumerken: es muß dafür gesorgt sein, daß, wenn ein Räderpaar im Eingriff ist, es dies auch zuverlässig bleibt und nicht etwa „herausspringt“, und daß nicht ein anderes der Schubräder sich zufällig bis zum Eingreifen in sein Gegenrad verschieben kann. Dies verhindert man durch eine sogenannte Verriegelung der nicht gebrauchten Schaltstangen, die hiedurch samt den ihnen zugeordneten Rädern in ihrer jeweiligen Stellung festgehalten werden.

10. Die Kupplung

Nun müssen wir uns noch mit der Bedienung dieses Räderwerkes beschäftigen. Da kommen wir zu einem Ding, das den wiederum sehr bezeichnenden Namen *Kupplung* führt. Das Wort kommt von „kuppeln“, und dieses hat auch in der technischen Sprache eine ähnliche Bedeutung wie im Leben, nämlich: „zusammenbringen und verbinden“. Und somit hätten wir eben eine Kupplung beim direkten Eingriff kennengelernt. Es gibt aber noch viele andere Ausführungsarten. Eine solche ist die sogenannte *Lederkonuskupplung*.

Lederkonus! Das ist wieder so ein neues unbekanntes Etwas. Zunächst würde man glauben, daß das was Ledernes sein muß.

Es ist aber von Eisen und nur mit Leder überzogen. Und Konus ist nichts anderes als ein Kegel. Kegel im Gegensatz zu Zylinder. Ein Bild ist immer die beste Erklärung. Sehen wir uns darum die drei Formen hier in Abb. 26 an: 1 ist ein Zylinder; also ein Körper mit überall gleichem kreisrundem Querschnitt, z. B. ein Stab, eine Walze, oder — wenn er hohl ist — eine Röhre;

auf Länge und Dicke kommt es dabei nicht an, so daß man auch eine kleine, kreisrunde Scheibe wie eine Münze als zylindrisch zu bezeichnen hat.

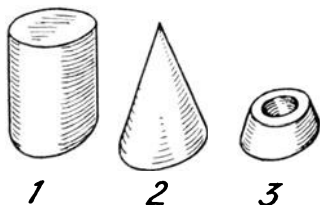


Abb. 26. 1. Zylinder, 2. Kegel (Konus), 3. Hohlkegel

Ein spitz zulaufender Körper wie bei 2 heißt bekanntlich ein Kegel oder, wie man nach dem Lateinischen sagt, ein Konus. Auch dann bezeichnet man ihn so, wenn er die schöne Spitze verloren haben sollte wie bei 3, wo überdies ein Hohlkegel abgebildet ist.

loren haben sollte wie bei 3, wo überdies ein Hohlkegel abgebildet ist.

Aus zwei ähnlich abgestumpften Kegeln nun besteht die Konus- oder Kegelkupplung. Die beiden Kegel passen genau ineinander. Der eine (Abb. 27 links) ist als Hohlkegel, der andere als Vollkegel ausgebildet.

Dieser ist auf seinem Umfang mit Leder tapeziert, damit er sich besser an die Metallinnenwand des andern Kegels anpressen kann. Denn darauf kommt es an. Übrigens muß es nicht gerade Leder sein; es gibt auch andere Beläge, wie Ferodo- oder Jurid-Asbest, die die gleiche Wirkung haben, aber dabei nicht so empfindlich gegen Hitze und Fett sind.

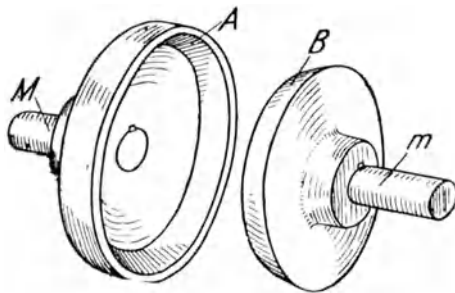


Abb. 27. Kegelkupplung auseinandergenommen

Nun die Wirkungsweise: Im Anfang ist alles regungslos. Die Kegelscheiben A und B stehen voneinander entfernt in aller Ruhe. Nun auf einmal versetzt jemand, z. B. der Motor, die Welle M, auf der A sitzt, in drehende Bewegung. Inzwischen war B

ganz ruhig geblieben. Aber jetzt faßt jemand die Welle m und schiebt sie M entgegen; allmählich wird dabei B mit A in Berührung kommen; die Kegelflächen gleiten zuerst aneinander vorbei; wenn aber B stark genug an A angedrückt wird, dann kann es seine Ruhe nicht mehr bewahren und läßt sich von A und seiner Bewegung einfach mitnehmen. Die zwei Kegel A und B bilden jetzt ein Stück, sind miteinander gekuppelt. Selbstverständlich dreht sich nunmehr die Welle m ebenso schnell wie M .

Da nun M mit dem Motor zusammenhängt, m aber mit dem

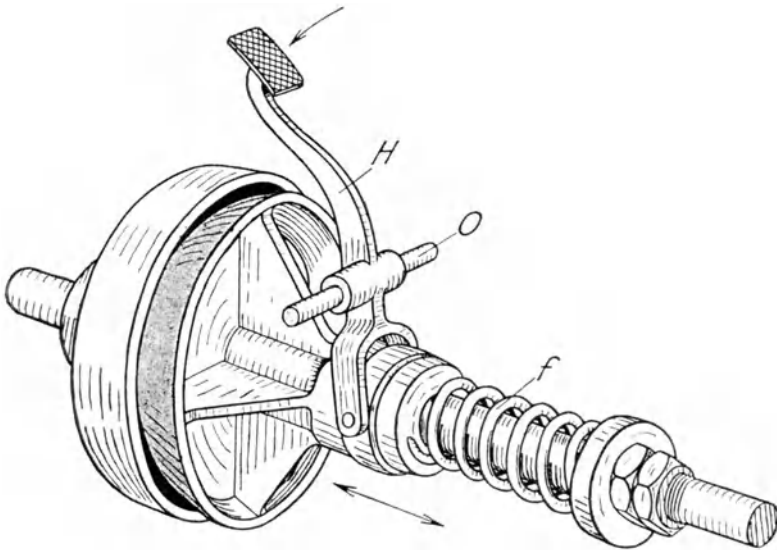


Abb. 28. Kegelpkupplung, zusammengebaut

Getriebe und durch dieses mit dem Differential, den Hinterrädern, kurz mit dem Wagen, so muß bei eingerückter Kupplung, das heißt, wenn A und B verbunden sind, der Motor das Getriebe und dadurch den Wagen in Gang setzen; bei ausgertückter Kupplung, das heißt bei getrennten Kegeln, kann das Getriebe und damit der ganze Wagen ruhig am Platze bleiben, auch wenn der Motor arbeitet. Wie oft kann man ein Automobil ganz ruhig stehen sehen und das Knattern des arbeitenden Motors vernehmen. Das kommt, wie wir uns jetzt erklären können, eben daher, daß die Kupplung ausgertückt gehalten werden kann, indem der

Lenker einen aus dem Boden des Führersitzes herausragenden Fußhebel (Pedal) niederdrückt. Eine einfache Hebelübertragung genügt zur Verbindung von Pedal und Kupplung (Abb. 28). Der Fußhebel H ist um die Achse O drehbar; sein unteres gegabeltes Ende ergreift die Nabe des inneren Kegels; dieser wird für gewöhnlich durch die Kraft einer Feder f in dem äußeren festgehalten. Im Ruhezustand ist also die Kupplung stets eingerückt, beide Teile bilden ein Ganzes. Nur wenn der Fahrer auf das Pedal tritt, wird der innere Kegel gegen die Federkraft aus dem äußeren herausgezogen. Dabei bewegt sich die Hebelhälfte oberhalb O in der Pfeilrichtung nach vorn hinunter, die untere Hälfte gleichzeitig entgegengesetzt nach hinten und nimmt die Nabe des inneren Kegels mit. Die Feder f wird dabei zusammengedrückt.

Wozu also dient die Kupplung?

Zur Trennung des Motors vom Getriebe (und vom Wagen) oder zur Verbindung beider.

Nun entsteht die Frage: Wann ist denn eine solche Trennung oder Verbindung notwendig?

Antwort: Beim Einschalten des Getriebes und beim Umschalten von einer Geschwindigkeit auf die andere.

Vor Beginn einer Fahrt steht das Getriebe stets auf Leerlauf: keines der Übersetzungsräder ist mit einem andern im Eingriff. Die Kupplung aber ist eingerückt. Nun setzt man den Motor in Gang. (Wie, können wir erst später erfahren.) Der Motor arbeitet jetzt, der Wagen steht jedoch still und zwar trotz eingerückter Kupplung. Motor und Getriebe hängen jetzt zwar durch die Kupplung zusammen, aber infolge der Leerlaufstellung des Getriebes fehlt die Verbindung mit den Wagenrädern.

Um nun das erste Zahnradpaar, nämlich die kleinste Geschwindigkeit, einzuschalten, tritt der Führer auf das Kupplungspedal und trennt so für einen Augenblick Motor und Getriebe, genau gesagt: Motorwelle und Vorgelegewelle. Die erste läuft weiter, die zweite bleibt stehen. Jetzt kann man leicht den Schalter in die Stellung für den ersten Eingriff rücken. Noch immer bleibt der Wagen stehen; diesmal wegen der ausgerückten Kupplung. Nun gilt es, die Kupplung wieder sanft und allmählich einzurücken: der Fuß auf dem Kupplungstritt hebt sich also langsam und die Feder in der Kupplung treibt den einen Kegel wieder in den anderen hinein. Nun ist alles verbunden:

der Motor durch die Kupplung mit dem Getriebe und dieses mit den Wagenrädern. Die Fahrt beginnt. Anfangs langsam. Bald soll es schneller gehen. Also die nächsthöhere Geschwindigkeit eingeschaltet! Doch halt! So ohne weiters geht das nicht! Die Getrieberäder auseinanderzurücken mitten in ihrer schnellen Bewegung, das wäre nicht so einfach. Noch schwerer, wenn nicht ganz unmöglich aber wäre es, raschlaufende Räder ineinander zu rücken. Das würde die Zähne sofort brechen. Da muß uns also die Kupplung helfen. Ein Tritt aufs Pedal — und schon arbeitet der Motor leer, das Getriebe ist frei, kann ein wenig verschnaufen; nun läßt sich das erste Paar lösen, das zweite nach kurzer Pause verbinden; nun kann es wieder weitergehen: also Kupplungspedal heben, damit ist die Kupplung wieder eingertückt.

11. Kupplungsarten

Die bisher besprochene Kegelkupplung gehört zu den älteren Ausführungen. Viel häufiger baut man jetzt die sogenannten **Scheiben-Kupplungen**, die statt der Reibungskegel Scheiben oder Platten gegeneinander drücken. Man kann hiebei mit einer Scheibe auskommen oder eine Anzahl solcher verwenden

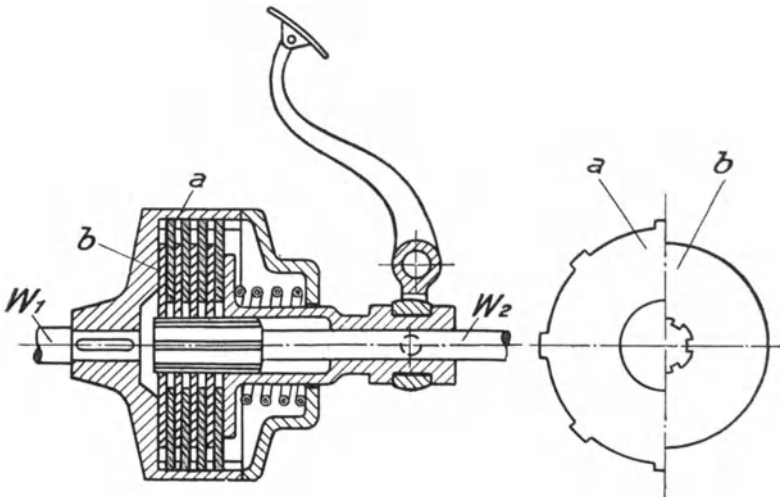


Abb. 29
Platten-(Lamellen-)Kupplung; links Längsschnitt mit Motorlamellen *a* und Getriebe-
lamellen *b*; rechts Vorderansicht je einer halben Motor- (*a*) und Getriebe-
lamelle (*b*)

und spricht demgemäß von Ein- und von Mehrscheibenkupplungen. Die zuletzt genannten hießen früher gewöhnlich Lamellenkupplungen. Wir wollen einmal diese untersuchen.

Auf jeden Fall gibt es wieder einen mit dem Motor und einen mit dem Getriebe verbundenen Teil; jeder dieser Teile trägt eine Anzahl von Stahlplatten derart, daß die Platten *a* zwischen den Platten *b* stehen. Die Platten *a* drehen sich mit der Welle W_1 , die Platten *b* mit W_2 .

Dies wird so erreicht: Die *a*-Platten haben am Umfang Vor-

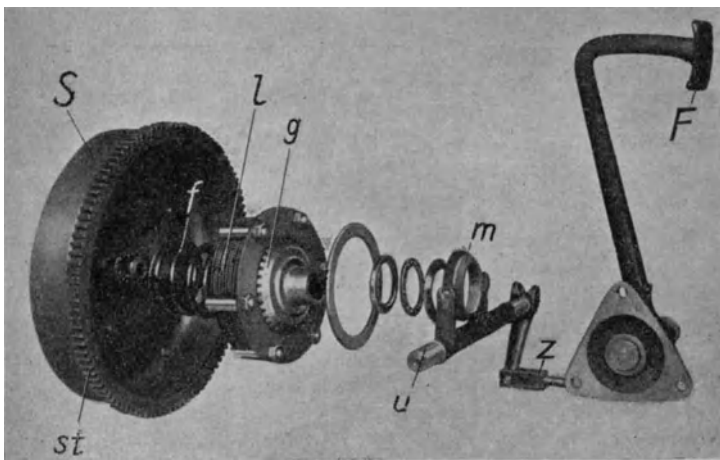


Abb. 30. Lamellenkupplung eines Steyrwagens zerlegt. *S* Schwungrad mit Startzahnkranz *st*, *l* Kupplungslamellen, *f* Kupplungsfeder, *g* Führung der Lamellen auf der Getriebewelle, *m* Betätigungsschelle, *u* Schwinghebelwelle, *z* nachstellbare Zugstange, *F* Fußhebel (Pedal).

sprünge (Nasen, Zähne), mit denen sie in Rillen an der Innenwand des Gehäuses auf W_1 (Abb. 29) gleiten können. Die kleineren *b*-Platten wieder gleiten ähnlich auf den Schienen der Welle W_2 . Durch eine kräftige Feder werden beide Plattengruppen ganz wie die Kegel der Kegelpkupplung aufeinandergepreßt. Beim Niedertreten des Pedales wird die Spiralfeder zusammengedrückt, die Platten lösen sich von einander ab, die Kupplung ist ausgerückt.

Ist sonst nichts vorhanden, so sind das trockene Kupplungen. Doch gibt es auch solche, die im Gegensatz dazu in einem sogenannten Ölbad arbeiten. Bei diesen wird durch das

Nähern der Platten erst das zwischen ihnen stehende Öl verdrängt, das daher nicht zu dickflüssig sein darf; dann erst können die Platten aneinander haften; auf diese Art erzielt man ein weiches „Fassen“ der Kupplung. Bei allen anderen Arten darf kein Öl in die Kupplung geraten, weil es die Kupplung zum Gleiten brächte — abgesehen von ein paar Tropfen Fischtran,

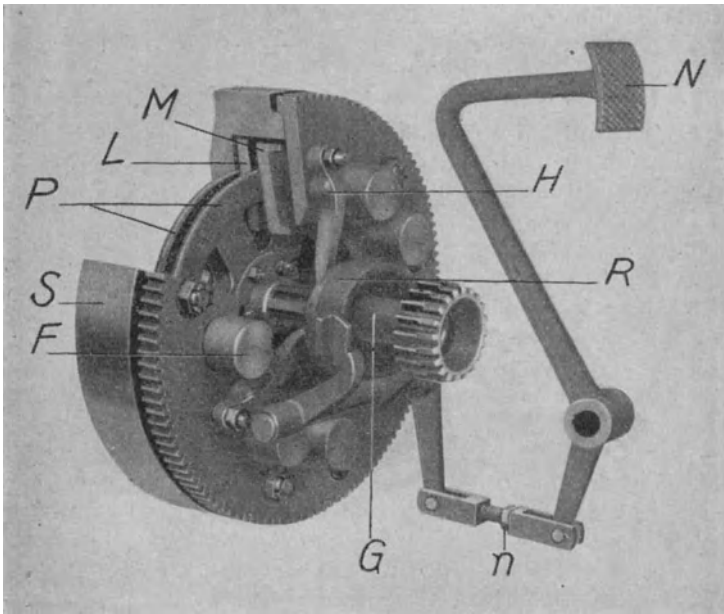


Abb. 31.

Zweischeibenkupplung des Steyrwagens Type XII. *P* Scheiben mit Metallasbestbelag, in der Drehung an die Getriebewelle *G* gebunden, *L M* Mitnehmerscheiben im Schwungrad *S*, *F* ein Federgehäuse der am Umfang angeordneten 6 Federn, *H* Betätigungshebel (3 Stück), *R* Betätigungsschelle, *N* Fußhebel mit nachstellbarer Zugstange *n*

mit dem man gelegentlich spröde gewordenen Lederbelag geschmeidig macht.

Die Einzelteile einer zerlegten Lamellenkupplung sind in der Abb. 30 deutlich zu sehen. Die gleiche Abbildung zeigt auch die Betätigung einer solchen Kupplung auf eine etwas andere Weise als die vereinfachte Abbildung 29. Beim Niedertreten des Fußhebels *F* geht die Zugstange *z* zurück und die beiderseits gefaßte Schelle *m* vor; hiebei wird die Feder *f* zusammengedrückt

und damit die Kupplung gelöst. Denn Motor- und Getriebelamellen heben sich nun von einander ab, worauf sich die ersteren mit dem Schwungrad des Motors weiterdrehen, aber die an die Getriebewelle gebundene Lamellengruppe freigeben.

Aus den Vielscheibenkupplungen sind die heute sich rasch verbreitenden Ein- und Zweischeibenkupplungen hervorgegangen, die, wie ihr Name sagt, sich mit einer oder zwei verschiebbaren Platten begnügen (Abb. 31).

12. Zusammenbau

Da wir nun so weit gekommen sind, die grundlegenden Teile der Kraftübertragung mit Ausnahme des Motors zu verstehen, wollen wir an diesem Punkte eine kurze Rückschau halten und das Gelernte, knapp zusammengefaßt, mit Hilfe der Abbildung 32 überblicken.

Wir gehen jetzt vom Letzten aus, das wir eben kennengelernt haben, also von der Kupplung, die bei K zu sehen ist. Ihre eine Hälfte steht mit dem motorischen Teile, den wir uns links dazudenken, in Verbindung, die andere mit dem Getriebe. Dieses ist in dem kofferähnlichen Gehäuse G eingeschlossen. Die vom Motor herrührende Bewegung wird bei eingerückter Kupplung ins Wechselgetriebe geleitet, wo sie mit Hilfe verschiedener Übersetzungspaare verlangsamt oder — bei direktem Eingriff — unvermindert weitergeführt wird. Die aus dem Getriebe austretende Welle liegt in der Richtung der Wagenachse. Da die letzte Welle die Hinterradachse, die die Bewegung erhalten soll, zu ihr senkrecht steht, muß ein Kegelräderpaar eingeschoben werden (Abb. 32). Diese beiden ungleich großen Kegelräder bilden eine weitere, dauernd eingeschaltete Übersetzung, und zwar ins Langsame, weil das treibende Rad, der sogenannte „Triebling“, das kleinere ist. An größere, gewöhnlich „Tellerrad“ genannt, schließt sich das Differenzialgehäuse D und dieses birgt in sich das, den Antrieb nach beiden Seiten verteilende Differenzial. Aus dem Differenzial führt nach links und rechts je eine Querwelle mit einem Wagenrad am Ende.

Zwischen Getriebe und Differenzial sehen wir nun bei C_1 und C_2 noch zwei neue Gebilde in die Wellen eingebaut: es sind gelenkige Verbindungsstücke, die unter dem Namen Kardan laufen.

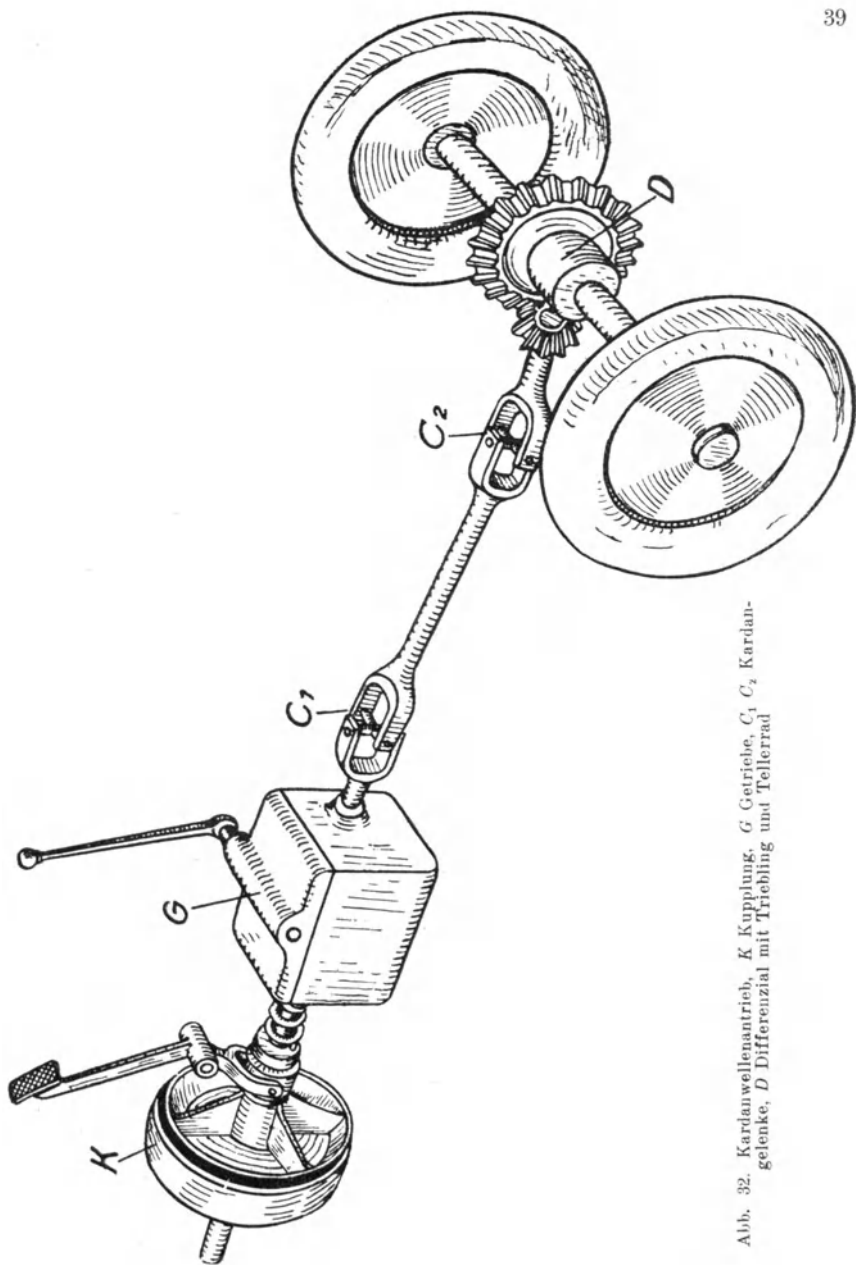


Abb. 32. Kardanwellenantrieb, K Kupplung, G Getriebe, G Getriebe, C₁ C₂ Kardan-
gelenke, D Differenzial mit Triebfling und Tellerrad

Kardan? Wieder ein neuer Begriff, mit dem wir uns vertraut machen müssen. Cardano, ein hervorragender Mathematiker im 16. Jahrhundert, hatte ein eigenartiges Gelenk ersonnen, das nach ihm „Kardangelen“ hieß. Allmählich ließ man das den Gegenstand bezeichnende Wort „Gelenk“ weg und sagte bloß „Kardan“, wobei sich jeder ohneweiters hinzudenken muß: -Gelenk. Statt der Bezeichnung „Kardan“ ist auch „Universalgelenk“ und „Kreuzgelenk“ üblich.

Was ein Gelenk ist, wissen wir von unserem eigenen Körper, der überall dort Gelenke hat, wo sich zwei Knochen gegeneinander bewegen müssen, im Knie, im Ellbogen, an der Schulter zum Beispiel. Dort sind es entweder Kugelgelenke, wenn sich das kugelige Ende des einen Knochens im pfannenartigen des anderen



Abb. 33. Handmodell eines Kreuzgelenkes

dreht, wie der Oberarm im Schultergelenk; oder Scharniergelenke wie am Ellbogen. Beim Kreuzgelenk kommt noch hinzu, daß die gelenkig verbundenen Teile sich als Wellen zugleich auch drehen können müssen.

Am raschesten kommen wir zu einer vollkommen deutlichen Vorstellung eines solchen Gelenkes auf folgendem Wege. Aus zwei Hölzern denke man sich ein kleines Kreuz gebildet. Wie wird man dieses mit beiden Händen am geschicktesten halten? Unbedingt so, daß man jedes Holz zwischen zwei Finger einer Hand nimmt (Abb. 33). Das ist das ganze Baugeheimnis. Was die Hände und ihre Finger besorgen, leisten beim ausgeführten Kreuzgelenk zwei eiserne Bügel (Abb. 34), die sich jederseits in eine Welle fortsetzen, so wie der Unterarm sich in Abb. 33 an die Hand ansetzt. Die Bügel sind um die von ihnen erfaßten Kreuzgelenk zwei eiserne Bügel (Abb. 34), die sich jederseits um diese Achsen kleine Schwingungen machen, auch während die Welle selbst sich gleichzeitig um ihre eigene Längsachse dreht. Auf diese ungemein sinnreiche Weise verliert die Wellenverbindung ein Stück Starrheit, sie wird gegen Erschütterungen nach-

giebig und wird solche bis zu einem gewissen Grad aushalten, ohne gleich Schaden zu nehmen.

In Abb. 32 sind zwei Kardangelenke, C_1 und C_2 , eingezeichnet. Es gibt aber auch Ausführungen, bei denen das zweite Gelenk erspart werden kann. Dann steckt die vom vorderen Gelenk zum kleinen Kegelrad leitende Welle in einem besonderen Rohre, das auch noch das Differential selbst umschließt (siehe Abb. 10 und 11).

Auch die Kardangelenke haben sich mit der Zeit verwandelt, und was man heute im Automobilbau davon findet, erinnert zum Teil kaum mehr an die ursprüngliche Form. Was daraus geworden ist, zeigt uns Abb. 36. Um ein besonders elastisches Gelenk

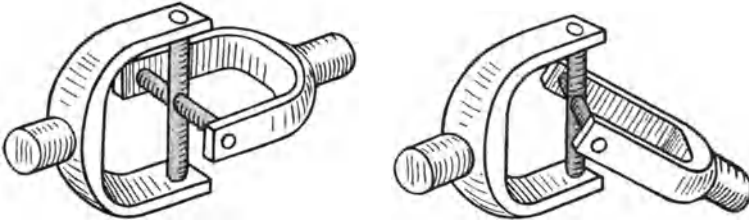


Abb. 34 und 35. Kardan-(Kreuz)Gelenk

zu erhalten, sind hier mehrere runde Scheiben oder Ringe aus Leder oder Gummigewebe zu einer Gruppe zusammengeschraubt; auf den Endflächen greift jederseits eine der beiden zu kuppelnden Wellen mit kreuzweise versetzten Armen an. In Abb. 36 sind diese Ringe bei C zu sehen; A und B sind die zu kuppelnden Wellen. Derartige Gelenke, gewöhnlich Hardy-Scheiben genannt, haben neben ihrer großen Elastizität noch den großen Vorteil, daß sie keinerlei Bedienung brauchen, denn sie müssen nicht, wie andere, von Zeit zu Zeit geschmiert werden. Sie sind überdies bequem zugänglich, was wichtig wird, wenn man sie nachsehen oder gar auswechseln will. Darum haben sie sich rasch eingebürgert.

Wir müssen uns noch einen Augenblick die Abb. 37 ansehen, die der bisher betrachteten Abb. 32 ziemlich ähnlich sieht und sich leicht aus ihr ableiten und verstehen läßt. Wir brauchen uns nur vorzustellen, daß die großen Wagenräder auf den Differentialwellen zusammenschrumpfen und schließlich zu den klei-

nen Ketten-Zahnradern werden, die wir an ihrer Stelle in Abb. 37 auf den Halbwellen des Differenzials erblicken. Diese kleinen Kettenräder sind daher genau so unabhängig in ihrer Beweglichkeit, wie es die Wagenräder waren. Das weitere, was die Abbildung noch zeigt, ist gewissermaßen eine Verlängerung, indem von den Kettenrädern die Hinterräder des Wagens mittels der auf dem Bilde zu sehenden Ketten genau wie bei jedem Fahrrad angetrieben werden..

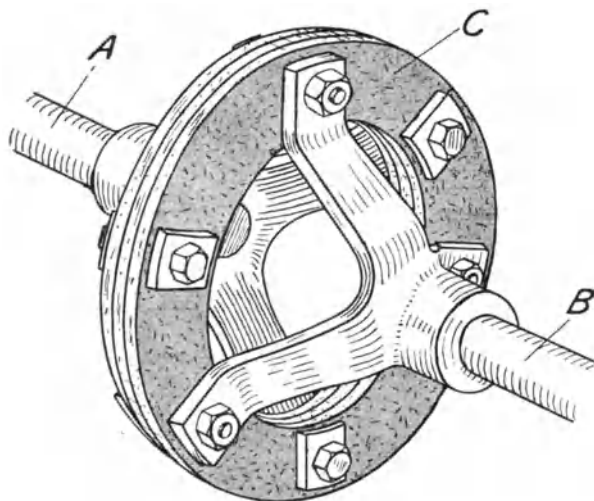


Abb. 36. Elastisches Gelenk (Hardy-Gelenk)
A und B die zu verbindenden Wellen, C Elastische Verbindungsringe

Diese Ausführung, die früher, zu Beginn des Kraftwagenbaues, die bevorzugte war, ist heute selten geworden; aber immerhin findet sie sich noch bei schweren Wagen wie es Lastwagen und Omnibusse sind.

Damit wäre das Wichtigste über die Kraftübertragung gesagt und wir haben uns nunmehr mit der Kräftezeugung zu beschäftigen. Dazu dienen die Motoren.

13. Allgemeines vom Explosionsmotor

Motoren sind Maschinen, die Bewegung erzeugen, wenn man ihnen geeigneten Betriebsstoff zuführt. Bei Windmotoren (Windmühlen) treibt der

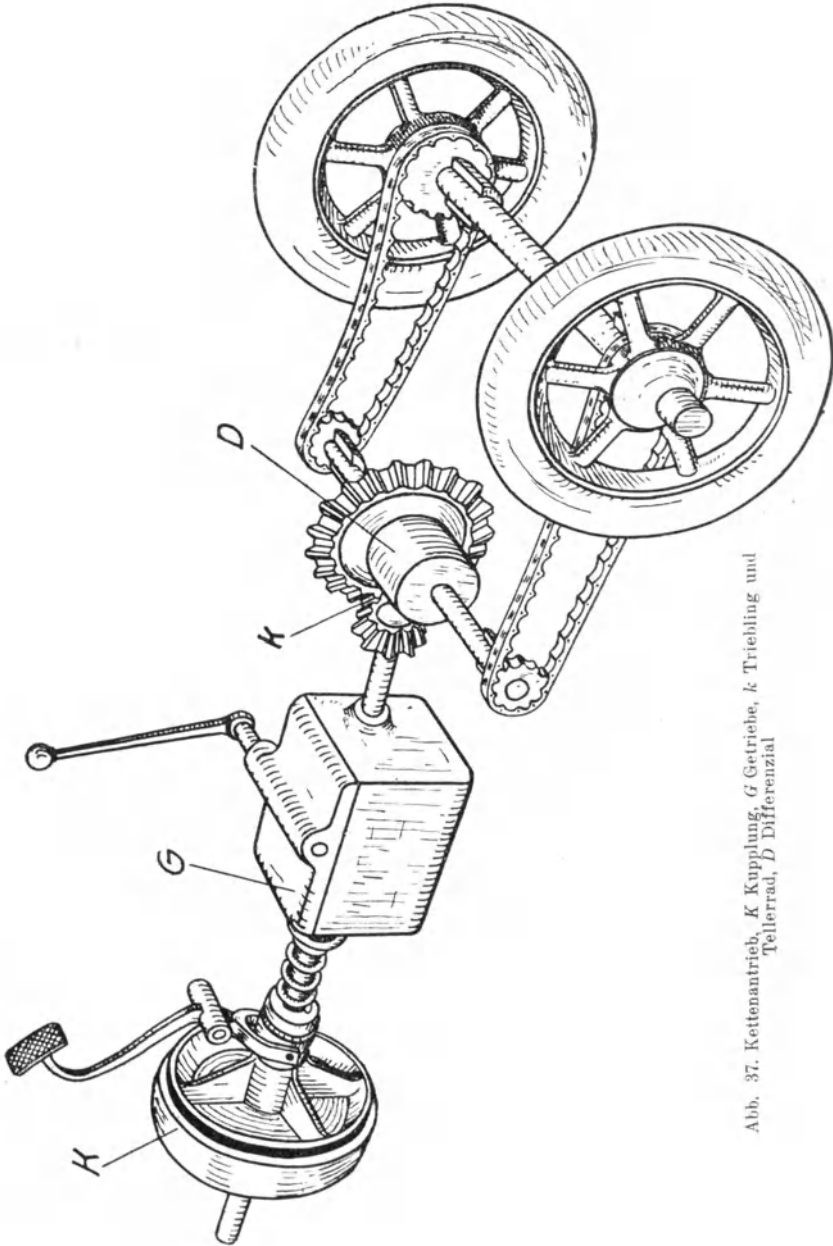


Abb. 37. Kettenantrieb, *K* Kupplung, *G* Getriebe, *k* Triebbling und Tellerrad, *D* Differential

Wind die Schaufeln, die radartig auf einer Welle sitzen; von der so gedrehten Welle läßt sich die Kraft der Bewegung abnehmen und auf die einzelnen zu treibenden Geräte überleiten. Ähnlich ist es bei Wassermotoren (Wasserrädern). War dort der Wind der Betriebsstoff, so ist es hier Wasser. Und in unserem Falle ist es Benzin.¹ Allerdings ist die Kraft des Benzins nicht so unmittelbar frei verfügbar wie Wind oder Wasser. Nein: die im Benzin schlummernde Kraft muß zuerst freigemacht werden, damit man sie als Treibmittel für Motoren auszunutzen vermag.

Gewöhnlich kennt man das Benzin als farblose Flüssigkeit. Daß diese Flüssigkeit brennen kann, lehren die bekannten Taschenfeuerzeuge. Aber mit dieser Eigenschaft ist hier nichts anzufangen. Wichtiger ist die uns ebenso bekannte Tatsache, daß das flüssige Benzin sehr leicht in dampf- oder gasförmiges Benzin übergeht, d. h. verdampft. In diesem Zustand stellt es ein höchst gefährliches Gas vor; an sich ist es ja harmlos; aber sobald gewöhnliche (atmosphärische) Luft dazukommt, mengen sich die beiden und bilden nun ein ungemein leicht explodierendes Gemisch. Dieses Explodieren ist eigentlich auch nichts anderes als ein Verbrennen, nur geschieht es plötzlich und mit großer Gewalt. Darum bekam es nun einen eigenen Namen: Explosion oder, wie man deutsch sagen kann: Verpuffung.

Indessen kommt eine solche Explosion nicht unter allen Umständen zustande. Notwendig ist, daß sich Luft und Benzindampf in bestimmtem Mengenverhältnis gemischt haben. Im Mittel kann man sich merken, daß dem Gewichte nach 15mal soviel Luft als Benzin zu einem guten Gemisch führen.² Der Anteil an Luft kann etwas steigen, der Benzingehalt sinken; dabei wird die Explosion schwächer und bleibt schließlich aus.

Allein die richtige Mischung genügt auch noch nicht, um eine Explosion zu erzeugen. In das explodierbare Gemisch muß auch ein Funken gebracht werden oder es muß ihm eine Flamme oder sonst ein glühender Körper genähert werden.

Daher aber auch die vielen Unfälle beim Hantieren mit Benzin in der Nähe von offenem Licht. Namentlich gern benützen es ja die

¹ Wenn hier und später von Benzin gesprochen wird, so ist darunter allgemein der für Automotoren übliche Brennstoff gemeint, wie es dem Sprachgebrauch entspricht.

² Bei anderen Brennstoffen ist dieses Verhältnis natürlich auch ein anderes.

Hausfrauen zum Fleckputzen. Die Flasche mit Benzin läßt der Unkundige leider allzuhäufig offen stehen. Dämpfe bilden sich ungeheuer rasch, die zur Mischung hinreichende Luft ist stets vorhanden. Und nun braucht das Licht gar nicht einmal ganz nahe zu sein, um Schaden zu stiften; denn die Dämpfe dehnen sich im ganzen Raum aus und können auch an einer glühenden Ofentüre sich entzünden und explodieren.

Die Explosionsfähigkeit eines Benzin-Luftgemisches kann man aber auf unschädliche Art in den Motoren vorteilhaft ausnützen. Was wir dazu brauchen, kann man sich nach dem Gesagten leicht selbst ausdenken: 1. einen Behälter für das flüssige Benzin; 2. eine Vorrichtung zum Verdampfen des flüssigen Benzins und zum Mischen des Benzindampfes mit Luft (Vergaser); 3. eine Einrichtung zum Erzeugen zündfähiger Funken (Magnet, Batterie); 4. einen Raum, in dem die Explosion vor sich geht (Motorzylinder); 5. Vorrichtungen, die die Explosionskraft in Bewegung umsetzen. Alles dieses wollen wir nun in dieser Reihenfolge betrachten.

14. Der Benzinbehälter

Da ist also zunächst der Benzinbehälter. Ein einfaches Blechgefäß, bald mit rundem, bald mit viereckigem Querschnitt, mit einer verschließbaren Öffnung zum Einfüllen des Benzins. So ein Behälter kann an verschiedenen Stellen des Wagens untergebracht werden. Manchmal sieht man ihn hinten, zwischen den Rädern (Abb. 38), durch eine Matte oder ein Holzgitter oder sonstwie geschützt vor Beschädigung durch anprellende Steine u. dgl.; bei anderen Wagen ist er vorn, etwa unterm Führersitz oder an der sogenannten Spritzwand. Wichtiger aber als seine Lage ist die Höhe, in der er angebracht ist. Denn das Benzin muß ja aus diesem Behälter ausfließen und in den Vergaser gelangen können. Liegt der Behälter höher als der Vergaser, so wird das Benzin natürlich von selbst, infolge des eigenen Gewichtes, dem Vergaser zufließen, wenn die vom Behälter zum Vergaser führende Rohrleitung frei ist (Fallbenzin). Es kommt schon vor, daß diese Leitung verlegt ist oder daß ein vor dem Vergaser eingesetztes Reinigungsfilter sich verstopft oder daß der Absperrhahn versehentlich geschlossen ist: dann kann natürlich das Benzin nicht abfließen. Aber selbst wenn all das in Ordnung ist, muß auch noch das Luftloch

frei sein, das gewöhnlich im Verschußdeckel angebracht ist; dann ist der Weg fürs flüssige Benzin frei.

Wie aber, wenn der Behälter tiefer liegt als der Vergaser? Hinauf kann das Benzin von selbst freilich nicht fließen. Da muß man also nachhelfen. In diesem Falle ist am Spritzbrett eine kleine Handpumpe angeschraubt, die in den fast ganz gefüllten Benzinbehälter Luft einpumpt, genau so, wie man die Schläuche eines Fahrrades mit Luft vollpumpt. Man sagt: der Behälter wird unter Druck gesetzt. Unter diesem Drucke sucht das Benzin aus dem Gefäß herauszukommen und zum Vergaser

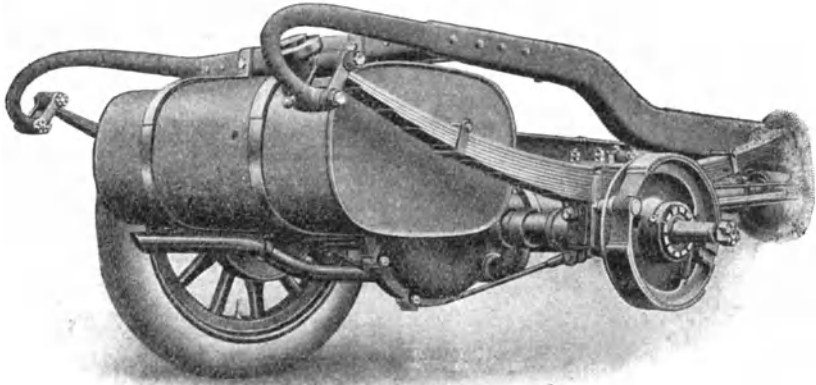


Abb. 38. Hinterende eines Benz-Fahrgestelles. Der Brennstoffbehälter (Benzintank) ist zwischen den Rahmenhauptträgerenden an einem Rahmenquerträger aufgehängt. Das rechte Hinterrad ist abgenommen, so daß die Radwelle und die Bremsbacken sichtbar sind

zu fließen. Je mehr Benzin ausfließt, desto größer wird der Luftraum im Behälter, desto kleiner aber der Druck der Luft, weil diese sich ausdehnt und dabei an Spannkraft verliert. Nun müßte man wieder Luft nachpumpen, da sonst kein Tropfen Benzin zum Vergaser käme. Das wäre wohl sehr unbequem. Wie oft während einer Fahrt müßte man da immer von neuem pumpen! Gott sei Dank, es gibt was Besseres.

Gleichgültig ist ja, wo her der Druck im Behälter rührt; es muß durchaus nicht gepreßte Luft sein. Zu Beginn unserer Fahrt haben wir freilich nichts anderes. Aber während der Fahrt geht's uns besser. Wir erinnern uns noch, daß der Motor mit Benzingasen arbeitet, die zur Explosion gebracht werden. Ist das

geschehen, so haben sie eigentlich ihre Schuldigkeit getan und sind für den Motor wertlos. Also hinaus damit! Wohin? Ins Freie natürlich. Nun haben diese verbrannten Gase nach der Explosion noch ziemlich viel Spannung oder Druck in sich; man kann also einen Teil von ihnen zum Ersatz der Druckluft in den Behälter leiten. Auf diese einfache Weise hat man beständig Druck im Behälter: vor der Fahrt durch Pumpluft, während der Fahrt durch die Auspuffgase, wie man die vom Motor abziehenden, unbrauchbar gewordenen Gase nennt.

Bevor man diese Auspuffgase aber einleitet, schickt man sie noch durch ein sogenanntes Reduzier- oder Drosselventil; dieses schnürt oder drosselt den Strom der Abgase, mindert (reduziert) so ihren Druck; was bleibt, genügt für den geringen Druck, den man im Benzinbehälter braucht, das sind ein paar Zehntel einer Atmosphäre.¹ Was darüber ist, entweicht durch ein zweites Ventil, das im selben Gehäuse untergebracht ist.

Nur ein Teil der Auspuffgase wurde in den Benzinbehälter gelassen. Der Rest geht ins Freie, muß aber vorher durch einen Schalldämpfer streichen, wo den Gasen mehr Raum gegeben wird, was an sich schon schallschwächend wirkt, und wo sie sich meist auch noch zwischen eingebauten ebenen oder gekrümmten, glatten oder gelöcherten Wänden durchwinden müssen und abkühlen können, bis sie, ganz kleinlaut geworden, entweichen dürfen.

Der Schalldämpfer darf nicht unwirksam gemacht werden. Das ist der Fall, wenn man vor dem Schalldämpfer im Auspuffrohr eine Klappe oder einen Schieber oder dergleichen anbringt, die man nach Belieben öffnen kann. Dann können die Auspuffgase ungedämpft und mit großem Geknatter entweichen. In Deutschland sind derartige Vorrichtungen gänzlich verboten, in Österreich dürfen sie in geschlossenen Ortschaften nicht benützt werden.

Mitunter werden die Druckluftpumpen durch den Wagenmotor betrieben, so daß man das Pumpen von Hand aus und das spätere Einleiten von Auspuffgasen erspart. Im allgemeinen ist es aber vorsichtiger, im Benzinbehälter die nach der Explosion nicht mehr gefährlichen Auspuffgase zu haben statt Luft, die sich allmählich mit dem stets verdampfenden Benzin zu einem

¹ Unter „Atmosphäre“ wird der Druck der atmosphärischen Luft verstanden, der abgerundet dem Druck von 1 kg auf eine Fläche von 1 Quadratcentimeter (qcm) entspricht. Man schreibt abkürzend 1 at, was zu lesen ist: eine Atmosphäre.

explosiven Gemisch verbindet, was unter Umständen zu einer Gefahr werden könnte.

Daß man auch beim Einfüllen und Nachfüllen von Benzin mit größter Vorsicht vorgehen muß, ist selbstverständlich. Nichts Glimmendes darf in der Nähe geduldet werden. In die Füllöffnung soll übrigens vorschriftsmäßig ständig ein Schutzsieb eingesetzt sein, um zu verhüten, daß etwa eine Flamme ins Gefäß hineinschlägt. Auch hält es grobe Verunreinigungen zurück.

In letzter Zeit begegnet man immer öfter Einrichtungen, die es ermöglichen, auch bei tieferliegenden Benzinbehältern Benzin ohne Überdruck aus dem Behälter zu entnehmen. Hierüber später im Abschnitt 16: Unterdruckförderung.

15. Der Vergaser

a) Die Schwimmerkammer

Wenn wir nun den Weg verfolgen, den das Benzin nimmt, sobald es den Behälter verläßt, so führt uns die Rohrleitung zunächst zu jenem bereits genannten Gebilde, das den bezeichnenden Namen Vergaser trägt. Der Vergaser vergast das flüssige Benzin, weil der Motor flüssiges Benzin nicht verarbeitet, sondern nur gasförmiges. Das Benzin hat ohnehin große Neigung, sich zu verflüchtigen, was ja nichts anderes ist als Verdampfen oder Vergasen. Das hat man also nur zu unterstützen, indem man es noch künstlich zerstäubt. Ein kleines, dünnes Röhrchen dient dazu, durch das man das Benzin hindurchdrückt. So ein Röhrchen, das in eine feine Öffnung ausläuft, heißt in der technischen Sprache eine Düse.

Wie kommt das Benzin in die Düse hinein und wie kommt es aus ihr heraus? Nun, das, was man zum Vergaser zählt, besteht gewöhnlich aus zwei Räumen: einer Art Vorraum und dem eigentlichen Vergaser. Den Vorraum bildet die sogenannte Schwimmerkammer, selbst ein kleiner Behälter, ein Gefäß; gewissermaßen das Glas, aus dem der Vergaser trinkt; stets sich füllend mit Flüssigkeit aus dem Fasse des Hauptbehälters. Wieso und warum?

Zuerst eine Antwort auf Warum!

In der nebenstehenden Abb. 39 sieht man zwei Gefäße, ein weites und ein enges, unten durch ein kurzes Rohrstück miteinander verbunden. Füllt man in eines der beiden Gefäße irgend eine Flüssigkeit, so wird diese durch das Verbindungsrohr auch

in das andere steigen, bis sie in beiden Räumen gleich hoch steht (h). Das ist ähnlich wie bei einer Wage: die Oberflächen der Flüssigkeit in beiden Gefäßen sind die Wagschalen. Sind beide Schalen gleich schwer belastet, so herrscht Gleichgewicht, beide stehen gleich hoch. Das ist hier der Fall; denn auf beiden Oberflächen lastet — allerdings unsichtbar — dieselbe Luft und also auch der gleiche äußere Luftdruck. Sobald sich auf der einen oder auf der anderen Seite, also einseitig, dieser Druck ändert, ist das Gleichgewicht gestört, und der Flüssigkeitsspiegel muß auf jener Seite sinken, wo er von einem größeren Drucke hinabgedrückt wird, auf der anderen aber steigen. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob man den Druck auf der einen Seite vergrößert oder auf der anderen verringert. Nur auf den Unterschied kommt es an.



Abb. 39. Verbundene Gefäße;
 h Flüssigkeitsstand in beiden
Räumen

So ist auch beim Vergaser. Das weite Gefäß ist die Schwimmkammer, die durch ein Röhren mit dem engen, der Düse, verbunden ist. In der Düse steht somit das Benzin immer so hoch wie in der Schwimmkammer (siehe die strichlierte Linie in Abb. 40), so lange nämlich in diesen beiden Räumen gleiche Drücke vorhanden sind. Die Düse nun soll immer bis knapp an die Austrittsöffnung gefüllt sein. So hoch muß also auch in der Schwimmkammer die Spiegeloberfläche gehalten werden. Dazu dient ein Schwimmer. Schwimmer nennt man alle Körper, die in einer Flüssigkeit schwimmen, das heißt: aus ihr heraussehen; ob sich die Flüssigkeit nun senkt oder hebt: der Schwimmer macht jede Bewegung des Flüssigkeitsspiegels mit. Diese Beweglichkeit kann man in sehr schöner einfacher Weise dazu benutzen, den Zufluß des Benzins zur Schwimmkammer so zu regeln, daß sich der Spiegel darin immer wieder auf die nötige Höhe hebt, wenn er durch Abfließen von Benzin zum Vergaser gesunken war. Das kann man an der Abb. 40 erkennen, wo man in das Innere einer solchen Kammer schaut. (Man denke sich darum die Kammer von oben nach unten der Länge nach durchschnitten, dann hat man die eine Hälfte so vor sich, wie es die Zeichnung zeigt

Da sieht man also im Innern der rechten Kammer G den eigentlichen Schwimmerkörper K ; gewöhnlich ist das ein Hohlkörper aus Blech, in dessen Hohlraum Luft ist. Ein solcher Kör-

per schwimmt auf dem Benzin. Wenn nun etwas Benzin durch das Verbindungsrohr r und die Düse B abgeflossen ist, sinkt der Spiegel in der Schwimmerkammer, sinkt mit dem Spiegel auch der Schwimmer K ; und dabei stößt er zwei kleine Hebel an, die in unserem Falle unten (bei h) drehbar gelagert sind. (Sie könnten auch oben sein, das ist einerlei.) Beim Anstoßen an diese

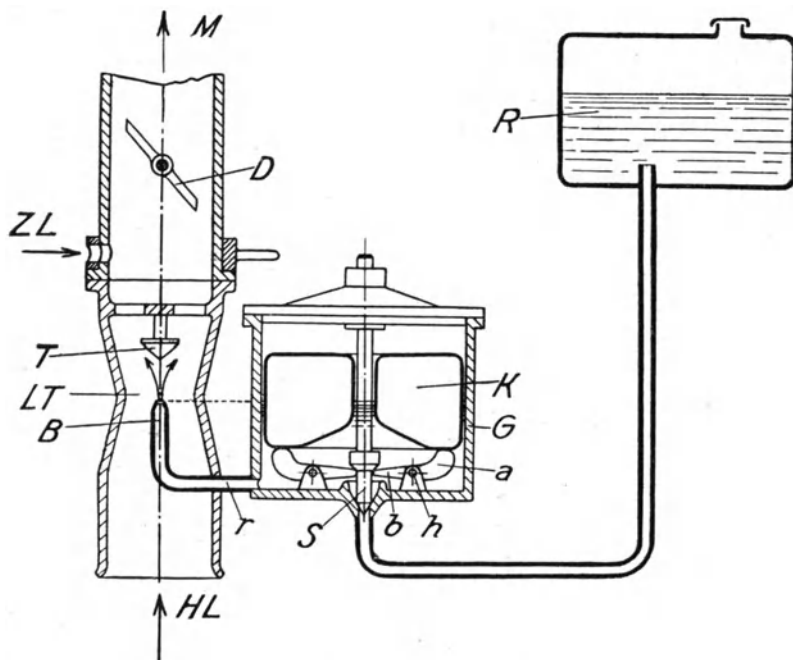


Abb. 40. Vergaser im Schnitt. R Brennstoffbehälter, G Schwimmerkammer, K Schwimmer, a b Regulierhebel mit Drehpunkt h , S Nadel, r Zufluß zur Düse B , LT Luftrichter, T Prallteller, HL Hauptluft, ZL Zusatzluft, D Drosselklappe im Saugrohr, M Anschluß zum Motor

Hebel wird deren äußeres Ende a niedergedrückt, jeder Hebel dreht sich jetzt um seinen Drehpunkt, und das innere Ende b wird dabei gehoben. Dieses Ende stößt wieder an eine Verdickung der dünnen Stange S , der sogenannten Schwimbernadel an, und hebt damit die Nadel selbst hinauf. Die Nadel ist durch den Schwimmer gesteckt, ohne ihn zu berühren. Das wichtigste ist nun, daß diese Nadel unten in eine Spitze zuläuft und mit dieser Spitze in eine Bodenöffnung hineinpaßt. Für gewöhnlich ver-

schließt dieses spitze Ende die Öffnung wie ein Ventil; es heißt auch Nadelventil, weil es so dünn ist; wenn der sinkende Schwimmer die Nadel hebt, geht sie aus der Öffnung heraus und gibt diese frei.

Das weitere ist nun leicht verständlich. Die Schwimmerkammer steht natürlich zunächst durch eine Rohrleitung mit dem gefüllten Benzinbehälter *R* in Verbindung. Und so oft die Nadel sich hebt und aus der Öffnung tritt, kann Benzin zufließen und die Kammer bis zur vorgeschriebenen Spiegelhöhe nachfüllen. Ist diese erreicht, so hat sich unterdes mit steigendem Benzin auch der Schwimmer selbst wieder hinaufbewegt, drückt jetzt nicht mehr die Hebel *a b* nieder, diese nehmen ihre frühere Stellung ein und damit fällt die Nadel wieder in die Öffnung im Boden, schließt diese ab und unterbricht so den weiteren Zufluß von Benzin aus dem Behälter. Indem aber Benzin in die Düse fließt und aus ihr austritt, sinkt wieder rechts der Spiegel und dasselbe Spiel wiederholt sich.

b) Der Düsenraum

Wie tritt nun das Benzin aus der Düse heraus?

Düse und Schwimmerkammer sind, wie wir sahen, zwei verbundene Gefäße, haben also gleich hohe Flüssigkeitsspiegel, so lange auf beiden gleiche Drücke lasten. Aber gerade das ist im Vergaser nur dann der Fall, wenn der Betrieb ruht; dann fließt natürlich auch nichts aus der Düse. Soll das aber geschehen, dann muß ein Druckunterschied erzeugt werden. In der Schwimmerkammer, die durch eine Öffnung im Deckel ständig mit der Außenluft in Verbindung ist, herrscht darum immer Außenluftdruck; an dem ist nichts zu ändern. Aber im Düsenraum! Es ist klar, daß es darauf ankommen wird, hier einen Druck zu erzielen, der kleiner ist als der im Schwimmerraum. Denn nur dann wird der größere Druck im Schwimmerraum das Benzin aus der Düse her austreiben. Über dem Benzin in der Schwimmerkammer herrscht atmosphärischer Luftdruck. Über der Düse anfangs, da alles in Ruhe ist, auch.

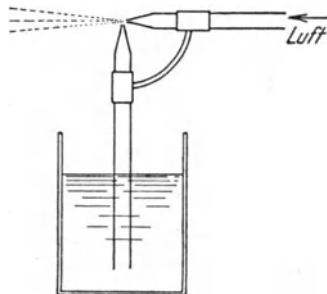


Abb. 41. Prinzip der Blumenspritze

Die Düse steckt ihren Kopf und Hals in ein unten offenes Rohr, den Lufttrichter, in dem es sozusagen heftig zieht. Durch die Rohröffnung strömt nämlich Luft ein, die noch dazu an der enger gemachten Stelle des Trichters beschleunigt wird. Was jetzt vorgehen wird, kann man leicht verstehen, wenn man das Wesen einer einfachen Blumenspritze kennt (Abb. 41). Hier wird Luft durch einen Trichter geblasen, mit dem Munde bekanntlich; man bläst sie an einem Röhrchen mit feiner Öffnung vorbei; dadurch reißt sie das in diesem Röhrchen stehende Wasser heraus und zerstäubt es. Auch die Parfümzerstäuber tun dasselbe. Und auch der Vergaser. Nur nicht Wasser, nicht Parfüm, sondern Benzin. Das Wichtigste ist, die Luft zum „Ziehen“ zu bringen. Das besorgt der Motor. Sobald er zu arbeiten beginnt, pumpt er die Luft aus dem Düsenraum heraus. An der engen Stelle des Lufttrichters verdünnt sich die gewissermaßen gestreckte Luftschicht, so daß dort der Luftdruck abnimmt, kleiner wird als im Schwimmerraum. In diesem Schwimmerraum drückt daher die Luft stärker und preßt aus der Düse einen feinen Benzinstrahl heraus.

Die an der Düse in den Lufttrichter eintretende und reißend schnell vorbeiströmende Luft bemächtigt sich gewissermaßen des Düsenstrahles, hilft ihm heraus aus der engen Düse, mischt sich leicht und innig mit dem aussprühenden Benzinnebel und bildet jetzt das explosionsfähige Gemisch.

16. Unterdruckförderung

Wenn man hört, daß der Motor beim Entstehen eines Unterdruckes imstande ist, das Benzin aus der Düse herauszuziehen, kommt man leicht auf den Gedanken, mit dem Unterdruck auch das Benzin zum Vergaser überhaupt zu fördern. Dies geschieht tatsächlich bei den sogenannten Unterdruck- oder Saugförderern, die seit einigen Jahren sich einbürgern. Bei diesen wird der Vergaser nicht unmittelbar mit dem Benzintank, sondern zunächst mit einem höhergelagerten Brennstoffförderer verbunden, der an den Tank angeschlossen ist. Der Apparat, wie ihn z. B. die „Pallas“-Apparate-Gesellschaft in Berlin ausführt (Abb. 42), hat zwei Kammern. Die obere Kammer enthält einen Schwimmer und wird abwechselnd mit dem Inneren des Zylinders und der äußeren Luft verbunden; sie hat also zuerst, wenn sie mit dem saugenden Zylinder verbunden ist, Unterdruck und zieht das

Benzin aus dem Hauptbehälter ein; wenn sie danach an die äußere

Luft angeschlossen wird, bekommt sie wieder vollen Luftdruck und läßt nun das Benzin in die darunterliegende zweite Kammer abfließen, von wo es wie aus einem gewöhnlichen Hochbehälter als Fallbenzin von selbst zum Vergaser strömen kann.

Die abwechselnde Verbindung der oberen Schwimmerkammer mit dem Zylinder oder mit der Außenluft geschieht durch Ventile, die meist ähnlich wie das Nadelventil anderer Schwimmer mit Hebeln und Gewichten durch den Schwimmer selbst gesteuert werden.

In Abb. 43 ist die Gesamtanordnung einer Unterdruckanlage dargestellt, die zeigt, wie sich der Förderer zwischen Benzintank und Vergaser einschleibt. Das übrige ergibt sich aus der beigegebenen Beschreibung.

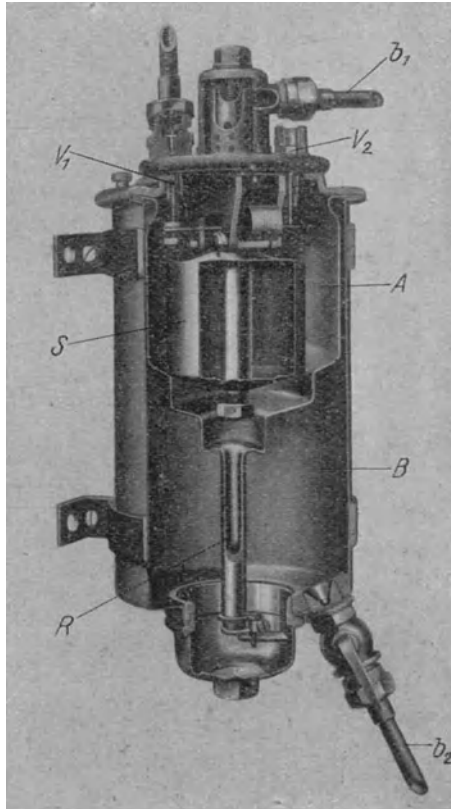


Abb. 42. Unterdruck- oder Saugförderer der „Pallas“-Apparate-Gesellschaft, Berlin. Der Apparat ist durchschnitten dargestellt und zeigt die Einrichtung seines Innenraumes. Durch das Röhrchen b_1 fließt Benzin zu. Man erkennt ferner die im Texte erwähnte Teilung in zwei Kammern. In der oberen A ist der auf- und abgleitende Schwimmer S sichtbar, der, oben angelangt, ein Ventil V_1 schließt und damit die Verbindung der Oberkammer mit dem saugenden Zylinder aufhebt, zugleich aber ein zweites Ventil V_2 öffnet und durch dieses Luft eintreten läßt. Hierauf beginnt der Abfluß des Benzins aus der Oberkammer durch die an ihrem Boden angeschlossene Rohrleitung R in die Unterkammer B und von hier durch die Rohrleitung b_2 zum Motor

17. Gemischregelung

Auf diese oder jene Art haben wir also ein Gasluftgemenge im Vergaser erhalten. Wie wir schon früher gehört haben, ist

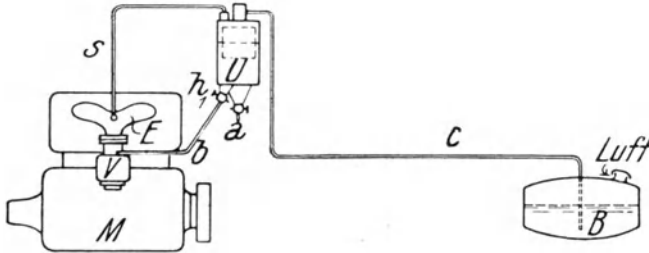


Abb. 43. Schema der Unterdruckförderung. *B* Benzinbehälter, *U* Unterdruckförderer, (s. Abb. 42), *V* Vergaser *M* Motor mit Saugrohr *E*, *c* Steigrohr zum Unterdruckförderer, *S* Saugrohranschluß, *b* Fallrohr zum Vergaser, *h₁* Benzinabsperrrhahn, *a* Schmutzablaßhahn

dieses Gemenge nur bei bestimmten, begrenzten Mischungsverhältnissen brauchbar. Es ist daher ganz besonders wichtig, daß

a

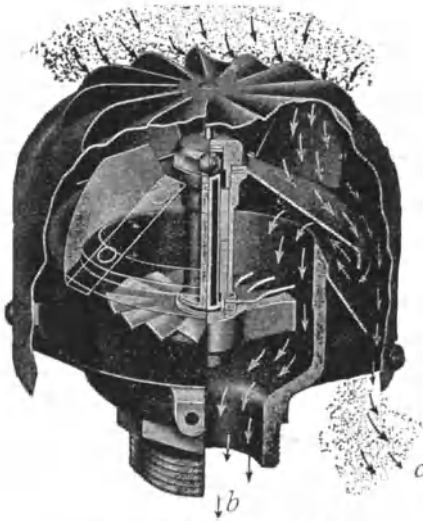


Abb. 44. Pallas-Luftreiniger

der Motor unter allen Umständen stets ein Gemisch erhält, das auch explodieren kann. Nun ändert sich aber das Verhältnis von Benzin und Luft, wenn der Motor rascher arbeitet; er wird dann den Luftraum der Düsenkammer rascher, stärker verdünnen; der Druckunterschied gegenüber dem Schwimmerraum wächst, und die Folge ist, daß das Benzin rascher aus der Düse strömt und mehr Raum im Gemenge einnimmt. Dieses muß daher wieder aufs richtige Verhältnis gebracht werden, indem man nachträglich Luft zuliefert. Zu diesem Zwecke ist noch eine zweite

Öffnung da, durch die Luft zum Gemisch treten kann. Man nennt diese Luft die „Zusatzluft“ (*ZL* in Abb. 40); deren Menge

ist regulierbar. Gewöhnlich besorgt das der Motor selbst, „automatisch“. Man kann nämlich die Kraft des Überdruckes selbst dazu benützen, um ein Absperrorgan in der Zusatzluftleitung mehr oder weniger zu öffnen. Bei steigendem Überdruck wird dann von selbst („automatisch“) mehr Zusatzluft einströmen, bei sinkendem entsprechend weniger.

Häufig wird die zur Gemischbildung eingeführte Luft vor ihrem Eintritt in die Mischkammer erwärmt, indem sie an einem heißen Teil des Motors, z. B. dem Abzugrohr der verbrannten, heißen Gase oder an den Zylinderwänden vorbeistreicht. Das hat den Vorteil, daß sich diese Wärme auch dem Benzinnebel mitteilt und diesen noch mehr verfeinert oder ganz verdampft. Je feiner zerstäubt aber das Benzin ist, desto leichter tritt zu jedem solchen Teilchen die Mischluft hinzu und das Gemisch kommt rascher und besser zustande.

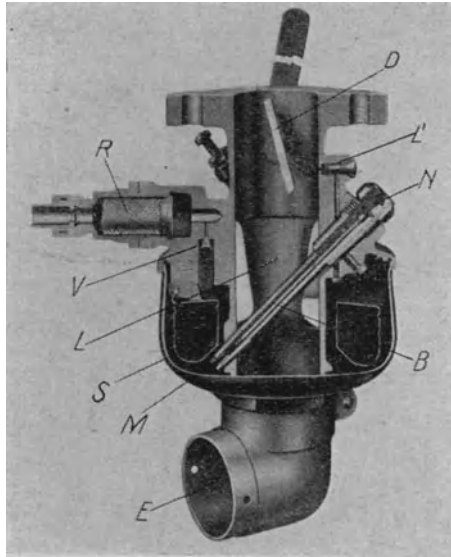


Abb. 45. Pallas-Vergaser. *E* Eintritt der Hauptluft, *L* Luftdüse, *B* Spritzdüse, *M* Benzinzutritt, *N* Zutritt der Zusatzluft, *L'* Leerlaufdüse, *D* Drosselklappe, *R* Benzinschieber, *V* Nadelventil, *S* Schwimmer

Daß die Luft meist arg verstaubt zuströmt, namentlich bei Fahrten auf Landstraßen, ist kein Wunder. Ein großer Teil dieses, bald groben, bald feineren Staubes lagert sich an allen möglichen Stellen im Innern des Motors ab, verschmutzt das Öl, verkrazt die Innenteile, ist also ein Übel, dem man steuern soll. Die üblichen grobmaschigen Siebe vor dem Lufteintritt reinigen die Luft nicht vollständig genug. Neuerdings verwendet man eigene Luftreiniger: in mannigfach geformten Kammern mit Zwischenwänden oder ähnlichen Hindernissen muß sich die Luft

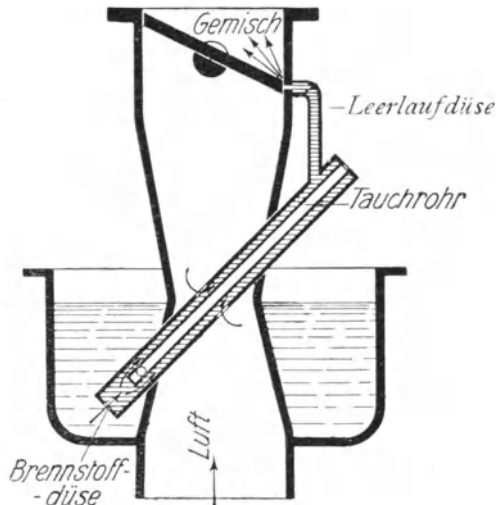


Abb. 46. Wirkung der Leerlaufdüse eines Pallasvergaser. Die Leerlaufdüse mündet in den engen Spalt zwischen der fast geschlossenen Drosselklappe und der Rohrwand. Hier strömt Luft vorbei und holt sich Benzin aus der Leerlaufdüse. Die gebogenen Pfeile in der Mitte des schrägen Düsenrohres zeigen an, daß auch dort Luft Zutritt

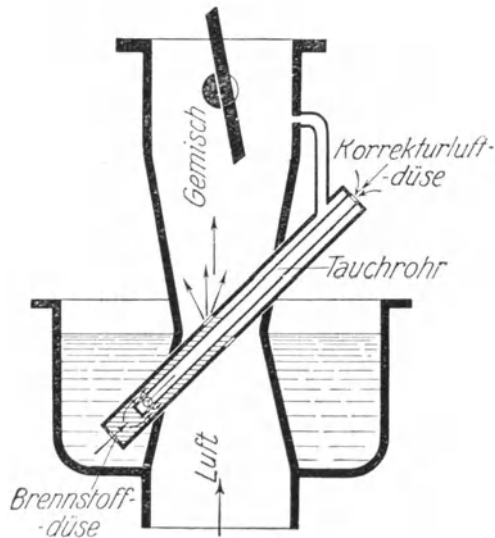


Abb. 47. Wirkung der Bremsdüse (Korrekturluftdüse) beim Pallasvergaser. Die erhöhte Saugkraft bei größerer Motordrehzahl entleert das Tauchrohr; durch die Korrekturluftdüse tritt Luft ins Tauchrohr; durch die Korrekturluftdüse tritt Luft ins Tauchrohr; durch die Korrekturluftdüse tritt Luft ins Tauchrohr; durch die Korrekturluftdüse tritt Luft ins Tauchrohr; durch die Korrekturluftdüse tritt Luft ins Tauchrohr. Die Pfeile in der Mitte des schrägen Düsenrohres zeigen, wo jetzt das Gemisch ausspritzt

durchzwingen und ihren Staub absetzen. In Abb. 44 ist ein Pallas-Luftreiniger im Schnitt wiedergegeben. Bei *a* tritt staubige Straßenluft ein und scheidet infolge mehrfachen Richtungswech-

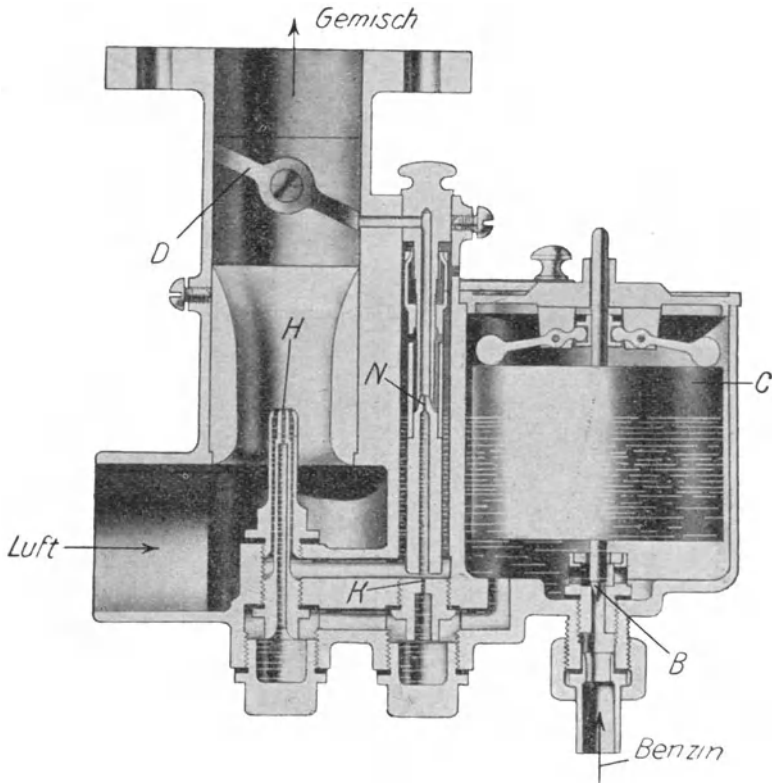


Abb. 48. Zenith-Vergaser. *H* Hauptdüse in direkter Verbindung mit der Schwimmerkammer; *H* steckt in einem zweiten Röhrchen der Manteldüse, die durch die Bremsdüse *K* gespeist wird, die bei hoher Motordrehzahl nicht mehr soviel Benzin liefert als bei *H* abgesaugt wird. Dadurch wird das Gemisch benzinärmer. *N* Leerlaufdüse wirkt wie beim Pallas-Vergaser. *B* Nadelventil, *C* Schwimmer, *D* Drosselklappe

sels den Staub und Schmutz bei *c* aus; bei *b* tritt die Luft gereinigt zum Vergaser.

Die Erhaltung des richtigen Gemisches trotz wachsender Drehzahl des Motors läßt sich, wie die modernen Vergaser beweisen, auch dadurch erreichen, daß man den Zudrang des Benzins gewissermaßen bremst. Eine eigene kleine Bremsdüse

ist vor der Hauptdüse eingebaut. Auch ihr fließt Benzin aus der Schwimmerkammer zu; auch an ihr streicht Luft vorbei und mischt sich mit dem Benzin; diese Zusatzluft verzögert, bremst das Ausspritzen des Benzins aus der Bremsdüse — daher deren Name.

Das Umgekehrte, nämlich eine Anreicherung des Gemisches mit Benzin ist wichtig, wenn der Motor zu arbeiten

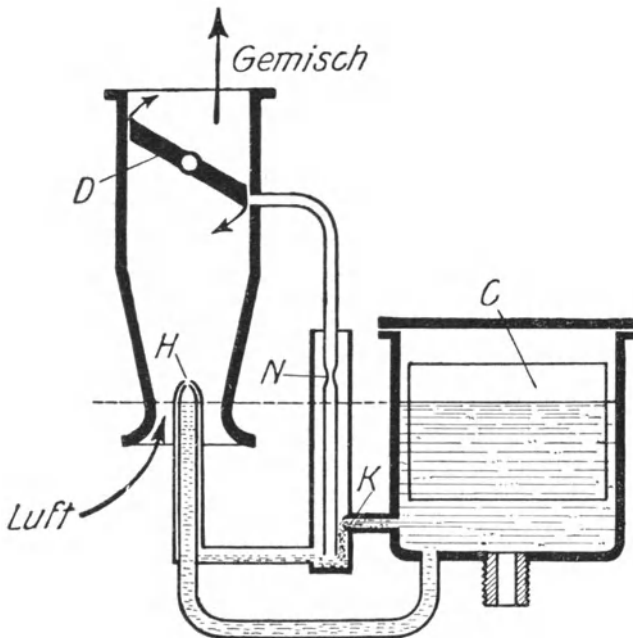


Abb. 49.

Zenith-Vergaser. Die Bezeichnungen decken sich mit jenen der Abb. 17, siehe daselbst.

beginnt. Der stillstehende Motor hat ja überhaupt keine Drehzahl; und wenn er in Gang kommt, fängt er mit geringer Drehzahl an. Dabei pflegt die Drosselklappe im Saugrohr fast ganz geschlossen zu sein und sperrt den Zufluß der Hauptluft und des Benzins aus der Hauptdüse ab. Soll der Motor auch jetzt das Gemisch bekommen, das er braucht, dann muß es ihm knapp oberhalb der geschlossenen Drosselklappe zugeführt werden. Hiezu ist eine besondere Düse, die „Leerlaufdüse“ bestimmt. Sie liefert dem noch unbelasteten, „leer laufenden“ Motor Brennstoff und hört

damit auf, sobald der Motor bei sich öffnender Drosselklappe wieder von der Hauptdüse versorgt werden kann.

In den Abb. 45 bis 49 sind zwei sehr verbreitete und bewährte Ausführungen solcher moderner Vergaser wiedergegeben und erklärt: der Pallas- und der Zenith-Vergaser.

Wir verstehen nun, wie ein stets zündfähiges Gemisch zustande kommt, mit dem man einen Motor zum Arbeiten bringen kann. Es muß nur noch in den Motor eingeführt und dort zur rechten Zeit entzündet werden. Nun ist's endlich an der Zeit, auch über den Motor selbst einiges zu erfahren.

18. Zylinder und Kolben

Wichtig ist da zunächst der Raum, in den das Benzin eintritt, um dort Kraft zu erzeugen. Dieser Raum heißt der „Zylinder“. Und er heißt mit Recht so. Denn er hat ganz dieselbe Bauart wie die gleichnamige Kopfbedeckung, wenn es auch von außen auf den ersten Blick nicht so aussieht. Es ist nämlich im wesentlichen eine Röhre, auf der einen Seite, oben, verschlossen, wie der Hut durch seinen Deckel, nach unten offen, gewöhnlich aus Grauguß hergestellt, innen vollkommen glatt geschliffen. Die Abb. 50 zeigt links einen solchen Zylinder von außen gesehen, rechts der Länge nach mitten durchgeschnitten; der Schnitt geht durch die Zylinderwand *W* und den Boden *d*.

Kleine Motoren begnügen sich mit einem einzigen Zylinder, auch solche zu zwei Zylindern kommen vor, aber sie sind selten. In der Mehrzahl wird man vier oder sechs, neuestens sogar acht finden, die entweder jeder für sich einzeln oder paarweise nebeneinanderstehen (Abb. 51 und 52) oder, wie es jetzt meistens geschieht, alle zusammen einen einzigen Gußblock bilden (Abb. 53), so daß man sie als einzeln gegossen oder paarweise gegossen oder als Block bezeichnet. Bei acht Zylindern ist auch die Anordnung in zwei Blockgruppen unter einem Winkel möglich und vereinzelt ausgeführt.

Wäre der Zylinder durchsichtig, so sähe man in seinem

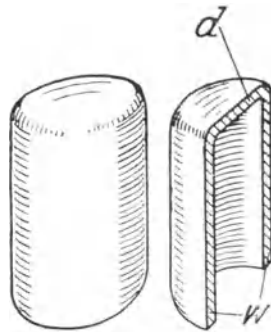


Abb. 50. Zylinder in Ansicht und Schnitt

Innern auf- und abwärtsgehen den Kolben; der Weg dieses Kolbens heißt gewöhnlich: Hub. So ein Kolben ist selbst wieder ein zylindrischer, unten offener, aus Grauguß oder besonderen Leichtmetallen hergestellter Körper, der in die Zylinderbohrung so strenge paßt, daß er den Hohlraum des Zylinders luft- und gasdicht absperrt (Abb. 54, 60 bei *K*). Der Kolben muß natürlich kürzer sein als der Zylinder *Z*, denn er soll sich ja in diesem auf- und abbewegen können. Sein Weg oder Hub reicht vom Boden oben bis zur Öffnung unten; er ist so eigentlich ein zweiter Boden, aber ein beweglicher. Damit er sich dicht im Zylinder be-

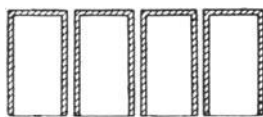


Abb. 51. Einzelstehende Zylinder

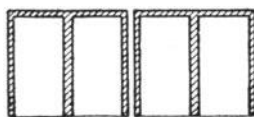


Abb. 52. Paarweise stehende Zylinder

wegen kann, ist der Kolben eigenartig ausgebildet. Der Kolbenkörper ist im Querschnitt um ein ganz geringes Maß kleiner als der Zylinder; an seinem Umfang hat er einige kreisförmige Rillen (Furchen, Nuten) eingeschnitten (Abb. 55 *A* bei *n*), und in diese legt man hineinpassende Ringe (Abb. 55 *B* und 56); diese Ringe, wie der Kolben aus Grauguß und ursprünglich aus einem Stück hergestellt, sind an einer Stelle aufgeschlitzt, so daß sie klaffen und federn (siehe Abb. 56); dadurch pressen sie sich fest an die Zylinderwand und schließen

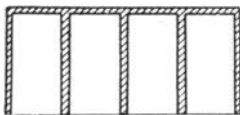


Abb. 53. Vier Zylinder in einem Block

den Zylinder gas- und öldicht ab (siehe Abb. 54). Die Kolbenringe werden so in die Ringnuten des Kolbens eingelegt, daß ihre Schlitz nicht übereinander liegen, weil sie sich sonst zu einem einzigen Schlitz vereinigen und Öl und Gas durchlassen würden.

Der Kolben liegt also nicht selbst, sondern mit seinen Kolbenringen dicht an der Zylinderwand an. Quer durch den hohlen Kolben (Abb. 57) ist der Kolbenbolzen *b* gesteckt, ein kurzes walzenförmiges Achsenstück aus besonderem Stahl, das an den Durchsteckstellen in den Kolbenbolzenlagern *l* drehbar oder auch fest gelagert wird. Zwischen diesen Lagern wird der Kolbenbolzen von dem oberen Ende der abwärts gerichteten Pleuelstange *p* wie von einer geschlossenen Faust

ganz umfaßt (Abb. 57 und 58 bei *a*). Das untere Ende dieser stählernen Stange umgreift mit zwei durch Schrauben zusammengehaltenen Lagerschalen die Kurbelwelle (Abb. 58 bei *p*, 59 und 60).

Die beiden Endpunkte der Pleuelstange machen nicht die gleiche Bewegung. Der obere mit dem Kolben verbundene kann sich natürlich nur so wie der Kolben selbst bewegen: auf- und abwärts in gerader Richtung. Anders das untere Stangenende, das mit der Kurbelkröpfung verbunden ist¹ (Abb. 60 und 61). Der Kurbelarm dreht sich im Kreis; das gleiche muß jeder mit ihm verbundene Punkt machen; das untere Pleuelstangenende ist so ein Punkt und muß daher die Kreisbewegung mitmachen. Oder richtiger gesagt: Wenn sich der Kolben bewegt (z. B. abwärts), so muß sich der oberste Stangenpunkt mit dem Kolben gerade abwärts, der unterste mit dem Kurbelarm im Kreis bewegen. Mit Hilfe von Pleuelstange und Kurbelwelle kann man somit jede geradlinige Bewegung in

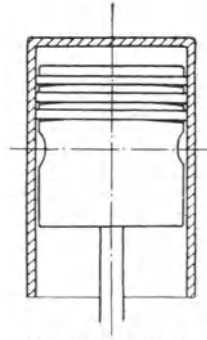


Abb. 54. Zylinder (im Schnitt) mit Kolben

eine drehende überführen.

Hier fällt uns der Anfang unserer Betrachtungen ein, wo immer von drehender Bewegung die Rede war. Jetzt könnten wir schon den ganzen Zusammenhang einfach überblicken.

Im Zylinder des

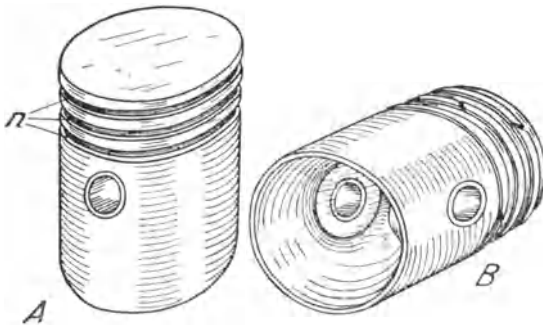


Abb. 55. Kolben. *A*: ohne Kolbenringe; *n* Nuten; *B*: mit eingelegten Kolbenringen

ben durch eine noch unbekannte Kraft hin und her, auf- und abwärts. Durch Einschaltung der Pleuelstange zwischen Kolben und

¹ Eine Kurbel ist ein auf einer Welle sitzender Arm, an dessen Ende eine Kraft angreift. Diese Kraft kann immer nur den Arm um die Wellenachse drehen und da Kurbel und Welle fest verbunden sind, wird sich auch die Welle drehen (siehe Abb. 60).

Kurbelwelle wird diese hin- und hergehende Bewegung in die drehende Bewegung der Kurbelwelle verwandelt. Die Fortsetzung kennen wir: Die Motorwelle gibt ihre Bewegung mit Hilfe der Kupplung an die Getriebewelle weiter, diese durch das Getriebe ans Differenzial und schließlich an die Hinterradachse des Wagens und die Räder.



Abb. 56. Kolbenringe

Also: angefangen hat es mit der Hin- und Herbewegung des Kolbens, geendet mit der drehenden der Wagenräder. Das war ja unser Ziel von Anfang an gewesen.

19. Die Vorgänge im Zylinder

Unbekannt blieb uns aber bisher noch immer, wie die Kolbenbewegung zustande kommt. Das haben wir nunmehr zu untersuchen.

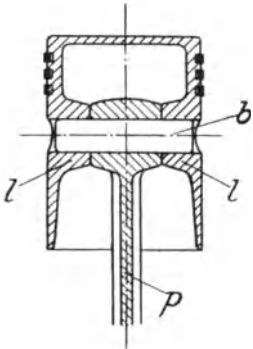


Abb. 57. Kolben im Schnitt, *b* Kolbenbolzen, *l* Kolbenbolzenlager, *p* Pleuelstange

Wir ahnen schon, daß wir das mit dem Gemisch von Luft und Benzin reichen werden. Zu diesem Zwecke müssen wir dieses Gemisch in den Zylinder bringen und dort entzünden, um es explodieren zu lassen. Das Gemisch wird im Vergaser erzeugt und soll in den Zylinder hinein. Der Zylinder muß daher an einer Stelle eine Öffnung haben, an die sich eine Leitung zum Vergaser anschließt. In der Abb. 62 ist diese Öffnung rechts oben bei *O* zu sehen, wo sich der Zylinder nach außen erweitert, um die Leitung aufzunehmen; bei *V* ist der Vergaser angedeutet. Zum Abschließen der Leitung ist ein sogenanntes Ventil (*v*) eingebaut (Abb. 63). Es ist nichts als ein

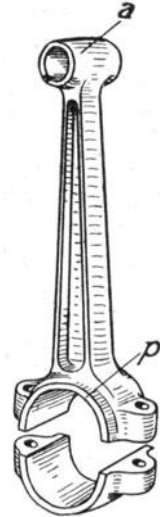


Abb. 58. Pleuelstange (Kolbenstange) *a* oberes Augenlager für den Kolbenbolzen *p* unteres geteiltes Lager für die Kurbelwelle

flacher, kleiner, kreisrunder Teller mit meist konischem, glatt abgedrehtem Rand, und sitzt wie ein Stoppel in einer ebenso glatt konisch gedrehten Öffnung, in die es genau eingepaßt wird (durch Einschleifen mit Schmirgel oder einem anderen Schleifmittel). Dieses Ventil *v* sperrt die Leitung *z* gegen den Zylinder ab, oder, was ebensoviel ist, den Zylinder gegen die Leitung und den Vergaser. Solang also das Ventil auf seinem Sitze ruht, kann kein



Abb. 59. Kolben mit Pleuelstange

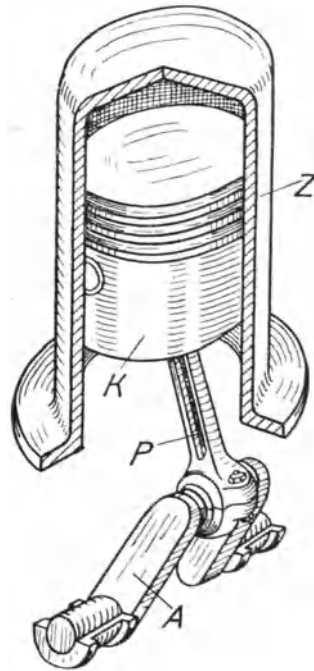


Abb. 60. Zylinder *Z* (teilweise aufgeschnitten) mit Kolben *K*. Pleuelstange oder Kolbenstange *P* und Kurbelwelle *A*

Gas aus dem Vergaser in den Zylinder gelangen. Wir brauchen aber Gas im Zylinder. Darum muß das Ventil *v* gehoben werden und die Leitung so lang offen bleiben, bis genug Gas in den Zylinder eingeströmt ist.

Zu Beginn denken wir uns den Kolben, wie er in der Abb. 62 gezeichnet ist, oben in seiner höchsten Stellung (man nennt das

die obere „Tot“-lage oder den oberen „Tot“-punkt); im Zylinder ist vorläufig nichts drinnen als ein wenig Luft zwischen dem Zylinderdeckel und dem Kolben. Und nun fängt der Betrieb auf folgende Weise an: Der Kolben beginnt sich nach unten zu bewegen; nicht von selbst freilich, das kann er nicht. Das besorgt derjenige, der „ankurbelt“, was wohl jeder schon gesehen hat. Wir wollen davon später sprechen. Jetzt beschäftigt uns nur die Bewegung des Kolbens und noch nicht, wie sie zustande kommt.

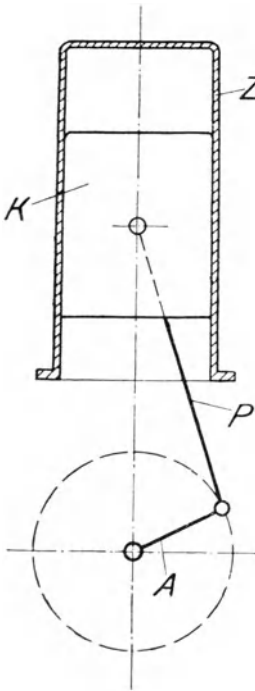


Abb. 61. Technische Darstellung
der Abb. 59
Z Zylinder, K Kolben,
P Pleuelstange, A Kurbelwelle

Der Kolben geht also hinab. Der freie Raum zwischen ihm und dem Deckel wird dabei größer, und da keine neue Luft dazutritt, wird sich die schon vorhandene im größer werdenden Raum ausdehnen und dabei dünner werden. Ihr Druck ist dann

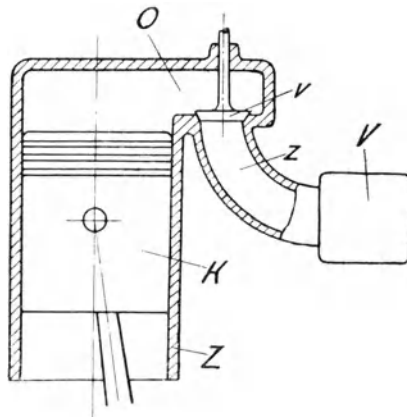


Abb. 62. Zylinder Z mit Anschluß an den
Vergaser V K Kolben; v Einlaßventil

kleiner als der der äußeren Luft. Jetzt wird das Ventil geöffnet; wir werden bald hören, wie das geschieht. Auf einmal sind jetzt Zylinder und Vergaser miteinander verbunden und die Außenluft schießt durch den Vergaser hindurch in den Zylinder bei dem offenen Ventil hinein. Wir wissen schon, daß infolgedessen das Benzin aus der Düse strömt und sich sofort mit Luft mischt, und nun sehen wir endlich, wie es in den Zylinder gelangt. Das

Benzinluftgemisch drängt also in den Zylinder. Je tiefer der Kolben sinkt, desto mehr Gas strömt in den Zylinder. Der Zylinder saugt während dieses Hubes gewissermaßen Gas ein. Man nennt das darum den *S a u g h u b*.

Schließlich muß der Kolben zu unterst ankommen und — durch die Kurbel gezwungen — wieder nach oben wandern. Dabei wird er die Gase vor sich herschieben; damit sie nicht wieder herausströmen, muß das Ventil jetzt geschlossen sein. Da die Gase nunmehr im Zylinder eingesperrt sind, müssen sie vom hinaufgehenden Kolben zusammengedrückt oder verdichtet¹ werden.

So erreicht der Kolben wieder den oberen Totpunkt. Man versteht, daß in dieser Lage zwischen ihm und dem Deckel Raum bleiben muß; wo sollten denn sonst die Gase Platz finden? In diesem kargen Zwischenraum wurden sie auf das engste zusammengepreßt. Hier erwarten sie die Explosion. Darum nennt man diesen Teil des Zylinders *Explosionskammer*; das ist also kein Extrakabinett, wie viele glauben, sondern lediglich der oberste Raum im Zylinder selbst, in den der Kolben nicht hinein darf, sondern nur das Gas. Als Gas hat dieses Gemenge schon an sich das Bestreben sich auszudehnen; im gepreßten Zustande ist dieses Bestreben bedeutend gesteigert, etwa wie bei einer zusammengedrückten Spiralfeder. Wenn man nun dieses ohnehin zur Entspannung neigende Gemisch entzündet, so kann man sich leicht vorstellen, was für gewaltige Kräfte dabei frei werden müssen. Nach dem eben Gehörten ist es auch klar,

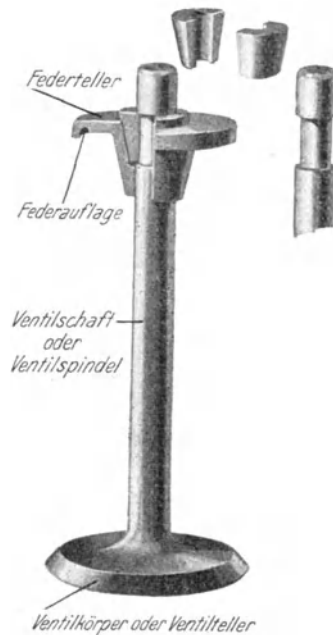


Abb. 63. Ventil

¹ oder gepreßt, mit einem Fremdwort: *k o m p r i m i e r t*, von *k o m p r i m i e r e n* = *zusammenpressen*. Das deutsche Wort ist ebensogut und wird wenigstens allseits verstanden. Es kommt ohnehin von jenem lateinischen, wie man an der Ähnlichkeit der gleichbedeutenden Worte: *P r e s s u n g* und *K o m p r e s s i o n* sieht. Doch sage man nicht etwa: *kompressieren* oder *kompremettieren* usw.

daß der günstigste Zeitpunkt zur Explosion der ist, in dem die Gase am stärksten gepreßt sind, das ist also zur Zeit, wo der Kolben oben ankommt. Jetzt soll daher die Explosion eingeleitet werden. Und das geschieht auch. Mitten in dieses Gemisch wird ein **F u n k e n** geschleudert, der so heiß ist, daß er das Gas entzündet.

Hier merken wir uns vorläufig nur, daß das ein elektrischer Funken ist, d. h. ein auf elektrischem Wege erzeugter. Die Funkenbildung selbst studieren wir später.

Wir nehmen also an, daß im rechten Augenblick ein zündfähiger Funken das Gas zur Explosion gebracht habe.

Diese **Explosion** ist der entscheidende **Vor-gang** im Inneren des Zylinders. Um sie dreht sich alles. Durch die Wucht der explodierenden Gase wird nämlich der Kolben kräftig hinabgestoßen. Hier sehen wir also zum ersten Male jene Kraft, die die Kolbenbewegung erzeugt. Der Kolben wird bis zum unteren Totpunkt gestoßen; da muß er, weil er an der Kurbel hängt, umkehren und wieder hinauf gehen. Indem er hinauf geht, schiebt er die explodierten Gase — so wie früher die angesaugten — vor sich her und würde auch sie zusammenpressen, wenn sich nicht jetzt ein zweites Ventil oben im Zylinder (siehe Abb. 65 und 66 links) öffnete und die verbrannten, unbrauchbar gewordenen Gase (bei *A*) hinausließe. Ist der Kolben wieder oben angelangt, so ist der Zylinder wieder so ziemlich leer und es beginnt das gleiche Spiel, indem der Kolben beim Niedergehen wieder für frisches Gemisch Raum schafft.

20. Viertakt

Halten wir also fest: **Viermal** durchmißt der Kolben den Weg *h* (Abb. 64): zweimal abwärts, zweimal aufwärts. Man nennt jeden solchen Weg einen **H u b** oder einen **T a k t**; darum bezeichnet man Motoren, die auf die beschriebene Art arbeiten, als **Viertaktmotoren** oder sagt: die Motoren arbeiten im **Viertakt**. (Es gibt aber auch Motoren, die nicht im Viertakt, sondern beispielsweise im **Zweitakt** arbeiten.)

Beim üblichen Viertakt entspricht dem

1. Takt das **A n s a u g e n** des Gasgemisches; dem
2. Takt dessen **V e r d i c h t e n** (Kompression) mit der Zündung am Ende; dem

3. Takt die Explosion und darauffolgend das Ausdehnen der Gase; schließlich dem
 4. Takt das Ausstoßen der verbrannten Gase oder das Auspuffen.
 Nur einmal während dieser vier Takte bekommt der

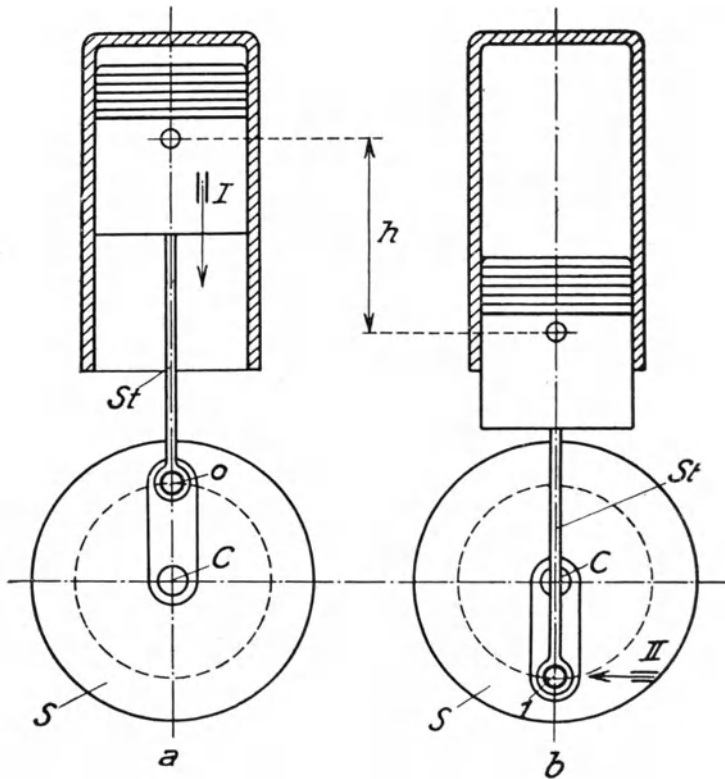


Abb. 64. Zylinder mit Pleuelstange und Pleuellager, Pleuellager und Pleuellager in den beiden Totlagen, der Pfeil II (Abb. b) gibt die Richtung an, in der die im Schwungrad aufgespeicherte Wucht die Pleuellager über den Totpunkt I hinübertaucht. Das gleiche geschieht im Pleuellager o (Abb. a). $h = \text{Hub}$

Kolben einen kräftigen Stoß, nämlich zu Beginn des dritten Taktes durch die Explosion. Diese Kraft muß groß genug sein, um ihn auch über die drei anderen Takte hinüber zu tauchen. Mithilft dabei ein Schwungrad. Das sitzt auf der Pleuellager als wuchtige Scheibe, die sich mit der bewegten Pleuellager dreht und sie mitsamt dem Pleuellager durch die Pleuellagerkraft ihres Gewichtes

über die toten Punkte hinüberschwingt. Das Schwungrad, das ja die Hauptarbeit bei der Verdichtung der Gase leisten soll, muß also viel Masse erhalten; denn je mehr Masse, desto mehr Schwungkraft läßt sich darin aufspeichern. Gewöhnlich steckt diese Masse in der einen Kupplungsscheibe, die somit eine doppelte Aufgabe hat.

21. Ventilsteuerung

Unsere Aufmerksamkeit verlangen jetzt die beiden Ventile. Wie wir sahen, sperrt das eine den Einlaß des Gases ab, das

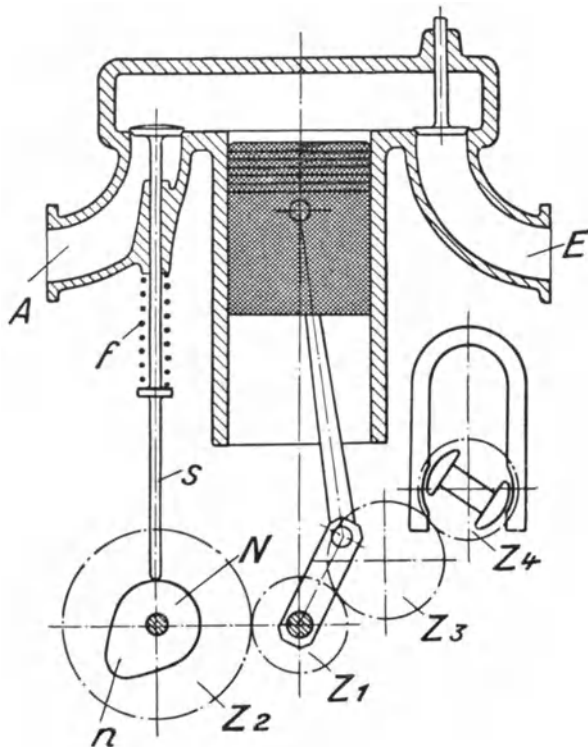


Abb. 65. Motor (ein Zylinder im Schnitt) *E* Einlaß, *A* Auslaß, *s* Ventilschaft, *f* Ventilsfeder, *N* Nockenscheibe, *n* eigentliche Nocke, *Z*₁ bis *Z*₄ Zahnräder

andere seinen Auslaß. Wir unterscheiden sie also als Einlaß- und Auslaßventil. Das Einlaßventil ist nur während des Ein-

strömens der Gase im 1. Takt offen, das Auslaßventil nur während des Ausströmens im 4. Takt.

Damit sich nun die Ventile genau im richtigen Augenblick öffnen und schließen, werden sie durch eine besondere Vorrichtung gesteuert (Abb. 65).

Da sehen wir zum Teil schon bekannte Dinge, wie den Zylinder mit Kolben, Pleuelstange und Kurbel, rechts oben im Kompressionsraum ein Ventil, bei welchem die Steuerung weggelassen wurde, links aber am Auspuffventil das Neue, die Steuerung. Zunächst geht da eine Stange s herunter, die mit dem Ventil fest verbunden ist, der Ventilschaft genannt. Dann ist bei f , durch die zwei Reihen schwarzer Punkte zu beiden Seiten des Ventilschaftes angedeutet, eine Spiralfeder, die das Ventil auf seinem Sitz festzuhalten sucht; und unten die strichpunktierten Kreise Z_1 bis Z_4 stellen Zahnräder im Eingriffe vor. Eines, ein kleines, Z_1 , sitzt auf der Motorwelle und dreht sich so schnell wie diese. Ein größeres, Z_2 , sitzt auf einer Nebenwelle; auf ihr sitzt noch eine eigentümlich geformte Scheibe N . Bis auf eine Stelle ist ihr Umfang regelmäßig kreisrund; an dieser einen Stelle, bei n , aber baucht sie sich aus zu einer Nase oder Nocke. Nach dieser Nockenscheibe nennt sich die Welle auch Nockenwelle. Was für einen Zweck soll nun das haben?

Vorerst ist zu bemerken, daß sich Motorwelle und Nockenwelle keineswegs gleich schnell drehen. Es sind nämlich die beiden Zahnräder nicht gleich groß, sondern ihre Umfänge verhalten sich wie 1 : 2. Wie wir noch aus unseren Studien über das Getriebe wissen, bedeutet das, daß sich dann die Geschwindigkeiten der zugehörigen Wellen wie 2 : 1 verhalten müssen. So oft daher die Motorwelle und ihr Zahnrad eine volle Umdrehung macht, hat die Nockenwelle mit ihrem doppelt so großen Rad erst eine halbe gemacht; und erst nach zwei vollen Umläufen der Motorwelle wird die Nocke wieder an ihren Ausgangspunkt zurückgekehrt sein.

Wie hängen nun Kurbeldrehung und Motorhub zusammen? Geht der Kolben von oben nach unten, so kommt der Kurbelpunkt o (Abb. 64 *a*), wo die Pleuelstange angreift, im Kurbelkreis auch von oben nach unten, bis 1 (Abb. 64, *b*); er beschreibt dabei einen Halbkreis wie ein Uhrzeiger oder macht eine halbe Umdrehung — wie von 12 bis 6 Uhr.

Während der folgenden halben Drehung geht der Kolben

samt seiner Kurbel wieder hinauf. Inzwischen ist unser Uhrzeiger, die Kurbel, im Kreis weitergerückt und wieder bis 12 Uhr gelangt. Also: 1 volle Umdrehung der Kurbel = 2 ganzen Kolbenhüben; daher 2 Umdrehungen der Kurbel = 4 ganzen Kolbenhüben. 4 Kolbenhübe gehören nun bekanntlich zu einem vollständigen Viertakt.

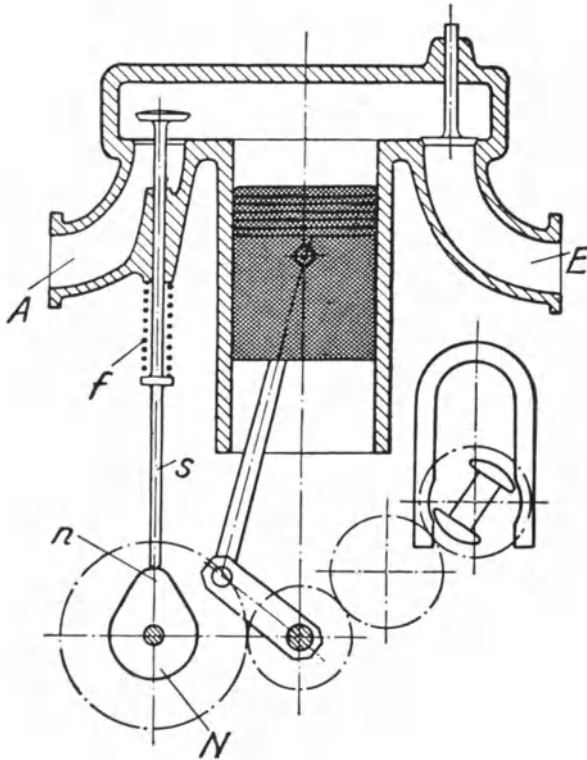


Abb. 66. Dasselbe Bild wie Abb. 65, bei anderer Stellung der Nocke
Das Ventil links ist gehoben

Wenn wir wieder an Uhr und Zifferblatt denken, können wir uns leicht merken: der Kurbelzeiger muß zweimal ganz herum wandern, wozu bei einer Uhr ein Tag gehört. Ein Viertakt = ein Tag. Das ist natürlich nur eine Gedächtnishilfe.

Weiter: 1 Kurbeldrehung = $\frac{1}{2}$ Nockenscheibendrehung,
2 K u r b e l d r e h u n g e n = 1 ganze Nockenscheibendrehung; 2 Kur-

beldrehungen sind aber 4 Kolbenhübe; also auch 4 Kolbenhübe = 1 ganze Nockenscheibendrehung.

Das heißt: Bei vier Kolbenhüben oder einem Viertakt macht die Nockenscheibe eine Umdrehung. Von Bedeutung ist nur jene eine Stellung der Nockenscheibe, bei der die Nocke selbst oben ankommt (Abb. 66 *n*). Dabei tritt nämlich die Ausbauchung des Umfanges unter das Ende der Stange *s* und hebt diese Stange, hebt also auch das Ventil, das ja mit der Stange zusammenhängt. Die Feder *f* wird dabei freilich zusammengedrückt. (Dies deutet die Zeichnung durch Engerstellen der Punkte *f* an.) Da nun die Nocke bei vier Kolbenhüben nur einmal in diese Stellung kommt, wird das Ventil auch nur einmal während dieser Zeit offen bleiben, und zwar so lange, als die Nocke unter der Stange ist; das kann man also beliebig lang machen; man braucht nur die Nocke breiter zu machen, d. h. sie über einen größeren Teil des Umfanges auszudehnen. Nimmt man z. B. ein Viertel Umfang, so entspricht das gerade einem Kolbenhub; und natürlich ist es einfach einzurichten, daß das, je nach dem Ventil, entweder der Saughub oder der Auspuffhub ist. Jetzt haben wir, was wir wollten: während des Saughubes bleibt das Einlaßventil, während des Auspuffhubes bleibt das Auslaßventil zwangsweise infolge der Steuerung durch die Nocke offen. Wenn die Nocke sich weiterdreht und dabei die Stange wieder verläßt, so wird die früher zusammengedrückte Feder frei und kann durch ihre Spannkraft das Ventil wieder rasch, kräftig und dicht auf den Sitz herunterziehen.

22. Ausführung der Ventile

Aus der Abb. 65 haben wir das Wesen der Ventilsteuerung erkannt. Nun betrachten wir noch kurz die Abb. 67, die wohl ohne Schwierigkeit verständlich ist. Man ersieht aus diesem Bild, daß bei vielen ausgeführten Ventilen die früher mit *s* bezeichnete Stange, der Ventilschaft, nicht bis zur Nocke hinunterreicht, sondern, daß sich zwischen ihm und die Nocke der sogenannte Ventilstößel *St* einschleibt, der hier mit einer Rolle *R* auf der Nockenscheibe gleitet. Mitunter ist der Stößel aber an seinem unteren Ende pilzartig verbreitert, ähnlich wie der Ventilschaft. Zwischen beiden Stangen bleibt ein Luftraum frei, so daß man eben noch ein Kartenblatt einschieben könnte. Dieser Spalt hat dieselbe Bedeutung wie bei Eisenbahnschienen. Hier wie dort sollen sich die durch den Spalt getrennten Teile bei einer Er-

wärmung ungehindert ausdehnen können. Daß der zum Teil im Zylinder steckende, von brennend heißen Gasen umgebene Ventilschaft sich leicht erwärmt, ist begreiflich. Dabei längt er sich bekanntlich. Stünde er ohne Spalt auf dem Stößel auf, so könnte er

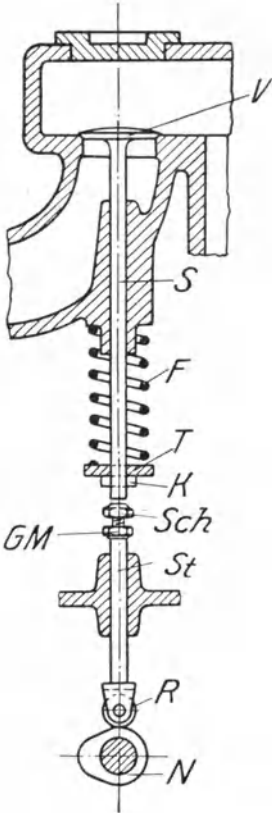


Abb. 67. Darstellung eines ausgeführten Ventils. *V* Ventilteller, *S* Ventilschaft, *F* Ventilsfeder, *T* Federteller, *K* Keil, *Sch* Stellschraube, *St* Ventilstößel, *R* Stößelrolle, *N* Nocke, *GM* Gegenmutter

sich nur nach oben dehnen; dann würde der Ventilteller über seine Sitzfläche gehoben werden, das Ventil also offen bleiben. Ist aber ein Spalt da, so kann sich der Schaft nach unten dehnen, ohne daß sich oben beim Ventil etwas ändert. Die Feder vermag dann noch immer das Ventil bis zum dichten Aufsitzen herabziehen. Es ist also wichtig, den Spalt zu erhalten.

Dazu trägt der Stößel oben eine Stellschraube *Sch*; diese ist in den Stößel oben mit Gewinde eingeschraubt, so daß man sie nach Bedarf tiefer hineinschrauben und durch eine zweite Schraubenmutter *GM* in der gewünschten Lage festhalten kann.

Die Ventilsfeder stützt sich oben gegen die äußere Wand des Ventilgehäuses, unten auf eine flache, meist mit Rand versehene Scheibe, den sogenannten Federteller *T*, den ein durch den Ventilschaft gesteckter Keil *K* festhält. (Vgl. auch Abb. 63.)

In unserer Zeichnung, Abb. 67, lag die Nockenwelle unten und hob den Stößel des gesteuerten Ventils. Das Ventil selbst samt Schaft und Stößel stand auf der Nocke (stehendes Ventil). In Abb. 68 haben wir ein Ventil, dessen Schaft nicht hinabführt, sondern hinaufgerichtet ist. Solche Ventile heißen hängende Ventile. Wenn man hier eine Steuerung anbringen soll, kann dies

auf zweierlei Art gemacht werden. Man kann z. B., wie es bei den obengesteuerten Ventilen geschieht, die Nockenwelle oberhalb der Ventile lagern und sie von der Motorwelle aus an-

treiben, indem man zwischen den beiden horizontalen Wellen — Motor- und Nockenwelle — entweder durch Stirnräder eine Übertragung herstellt (siehe Abb. 115) oder zwischen beide Wellen eine dritte vertikale einbaut, die Steig- oder Königswelle, und alle drei untereinander durch Kegelräder verbindet (siehe Abb. 114), oder man läßt die Nockenwelle wie bisher unten und schafft die Verbindung zum Ventilschaft, der ja oben aus dem Zylinder herausführt, durch eine Stoßstange und einen Schwinghebel, wie Abb. 68 bei *H* zeigt. Hier hebt die Nocke die auf ihr stehende Stoßstange, die an den Schwinghebel anstößt. Das andere Ende dieses Hebels drückt dann, wenn die Stoßstange hinaufgeht, den Ventilschaft hinunter, womit sich das Ventil öffnen muß. Auch diese hängenden Ventile sind in gleicher Art wie die stehenden durch eine Feder auf ihren Sitz dicht angedrückt.

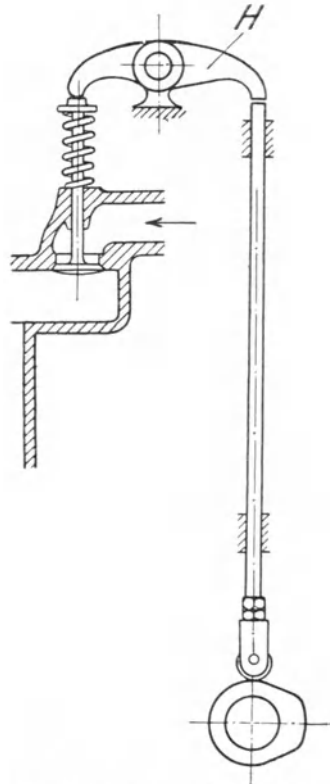


Abb. 68. Hängendes Ventil mit unten liegender Nockenwelle, Stoßstange und Schwinghebel *H*

23. Schäden und ihre Folgen

Die richtige Arbeitsweise des Viertaktes ist vor allem von der vollständigen Dichtheit der Verbrennungsräume abhängig. Hiefür sind neben den Kolbenringen, die längs der Kolbenbahn abdichten, hauptsächlich die Ventile verantwortlich. Wie wichtig es ist, daß die Ventile dicht schließen, läßt sich leicht einsehen. Denn ist etwa das Einlaßventil nicht ganz gasdicht, so wird sich das zwar beim ersten Takt nicht bemerkbar machen, weil das Ventil da ja offen ist; aber beim zweiten wird die Kompression schwächer ausfallen, weil ein Teil der Gase durch das undichte Einlaßventil entweichen kann. Das gibt im dritten Takt eine schwächere Explosion. Hier entsteht auch die Gefahr, daß die explodierenden, brennend-

heißen Gase durch das schlecht schließende Einlaßventil gedrückt werden, ins Saugrohr zurückschlagen, bis zum Vergaser gelangen und hier das Benzin in Brand stecken. Häufig rühren Undichtheiten von Formänderungen infolge großer Erhitzung her. Beim Einlaßventil, das von den einströmenden Frischgasen umspült und gekühlt wird, ist solche Gefahr daher nicht so groß wie beim Auslaßventil, an dem die heißen explodierten Gase vorbeistreichen. Unter Umständen ist der Luftspalt beim Stößel zu klein eingestellt oder infolge der Erwärmung und Längung des Ventilschaftes ganz verschwunden.

Aus diesem Grunde ist eine zeitweilige Überprüfung der richtigen, von den Automobilfabriken vorgeschriebenen Luftabstände in der äußeren Ventilsteuerung zu empfehlen.

Ist die Undichtheit eines Ventiles schon zu sehr vorgeschritten, bleibt nichts anderes übrig, als den Ventilteller auf seinem Sitz neu einzuschleifen.

Dies erfolgt mit gleichmäßigem Hin- und Herdrehen des Ventilkügels auf seinem Sitz unter sanftem Druck und unter Zuhilfenahme von Schmirgelpulver und Öl. Das Schleifen muß so lange fortgesetzt werden, bis der Ventilsitz ein gleichmäßig mattgraues Aussehen annimmt.

Vor dem Wiederzusammenbau sind natürlich alle Schmirgelspuren sorgfältig zu entfernen und schließlich muß auch der Ventilluftspalt, der sich durch das Einschleifen ebenfalls geändert hat, richtiggestellt werden.

Doch kann auch ein Nachlassen der Ventildruckspringung, infolge Ausglühens oder Ermüdung der Feder, ein undicht schließendes Ventil verursachen. Solche Federn müssen rechtzeitig durch neue ersetzt werden.

24. Ventillose Motoren

Bei kleinen Wagen werden heute manchmal Motoren eingebaut, die nicht im Viertakt, sondern im Zweitakt arbeiten. Hier braucht man überhaupt keine Ventile mehr. Das ist eine große Vereinfachung (Abb. 69). Das Gasgemisch tritt bei solchen Motoren sofort vom Ansaugrohr des Vergasers bei *V* in das Innere des Zylinders, und zwar u n t e r den Kolben, und füllt das luftdicht abgeschlossene Kurbelgehäuse. Über dem Kolben ist aber auch Gasgemisch — das ist früher dorthin gelangt; jetzt wird es, wenn der Kolben steigt, verdichtet und im oberen Totpunkt entzündet: Explosion und Herabsausen des Kolbens. Ist der Kolben unten, so sind die Knäle *A* und *K* (Abb. 70), links und rechts, vom Kolben nicht mehr überdeckt, also frei geworden. Bei *A* strömt nun das verbrannte Gas aus, bei *K* frisches ein (siehe die Pfeile).

Weicht der Zweitaktmotor in der Bauart und in der Arbeitsweise vom Viertakt ab, so tut es ihm der S c h i e b e r motor we-

nigstens darin nach, daß auch er ohne Ventile auskommt (Abb. 71). Gegenüber dem Zweitaktmotor, der drei Kanäle braucht, begnügt er sich mit zweien: einen für den Einlaß, *E*, und einen für den Auslaß der Gase, *A*. Auch hier werden die Öffnungen dieser Kanäle im Zylinder durch eine Art Kolben bald geschlossen, bald freigegeben. Solcher Kolben, die hier *Schieber* heißen, stecken zwei ineinander und beide gemeinsam im Zylinder,

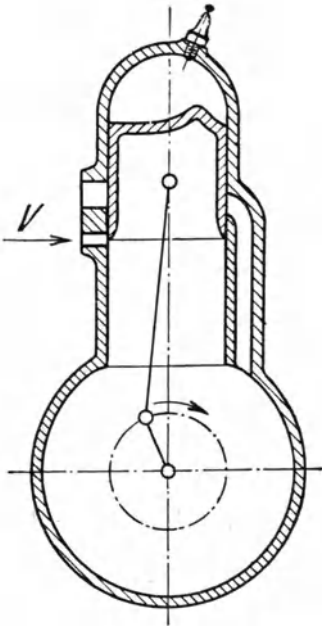


Abb. 69. Zweitaktmotor im Schnitt. Kolbenstellung beim Ansaugen des Gemisches, *V* Einströmkanal

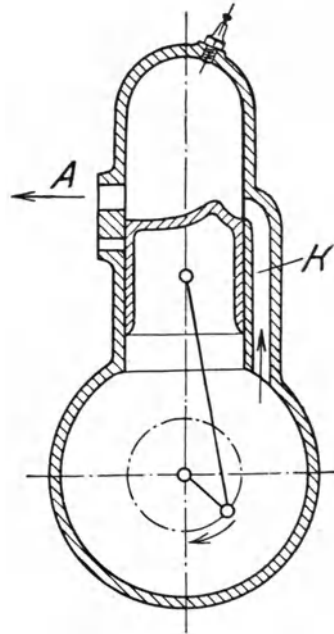


Abb. 70. Zweitaktmotor im Schnitt. Auspuffstellung, *A* Ausströmröhr für die Verbrennungsreste, *K* Überströmkanal für das frische Gemisch

und der eigentliche Hauptkolben bewegt sich im Innern des innersten Schiebers. Die Schieber selbst sind an einzelnen Stellen geschlitzt. Sie bewegen sich auf und ab, aber nicht gleichläufig und nicht gleich schnell. Bedingung ist, daß die Schlitze auf der Einlaßseite den Einlaß während des Ansaugens freigeben, die Schlitze der Auslaßseite ebenso den Auslaß während des Auspufftaktes. Zu allen anderen Zeiten müssen die genannten Öffnungen wie bei Ventilmotoren dicht geschlossen sein.

25. Die Zündung

Von den Vorgängen im Zylinder bleibt uns nun noch der wichtigste zu betrachten übrig: die *Explosion* oder eigentlich das, was sie herbeiführt: die *Zündung*.

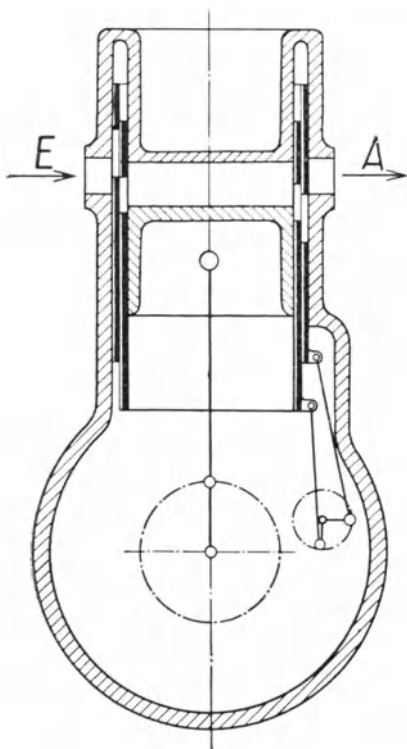


Abb. 71. Schnitt durch einen Schieber-Motor (Vereinfachte Darstellung ohne die Wasserkühlung) *E* Einlaßkanal, *A* Auslaßkanal. Die schwarz gezeichneten zylindrischen Körper sind die beiden Schieber, die wie der eigentliche Kolben durch ein Kurbelgestänge auf und ab bewegt werden

Es war schon früher, als wir uns mit den Eigenschaften des Benzins beschäftigten, davon die Rede, auf welche Art die mit Luft gemischten Benzindämpfe entzündet und zum Explodieren gebracht werden können. Bei den Benzinmotoren der heutigen Automobile geschieht das ausschließlich auf *elektrischem* Wege durch einen elektrischen Funken.

Was wird man also zunächst brauchen? Elektrischen Strom.

Wenn wir auch vorläufig leider noch nichts Sicheres über das wahre Wesen der Elektrizität wissen, so sind uns doch ihre Erscheinungen längst geläufig. In unseren Lampen erglüht ein Draht, wenn elektrischer Strom ihn durchfließt. Die Motoren unserer Straßenbahnen laufen mit elektrischem Strom, der ihnen zugeführt wird. Wir wissen, daß es besondere Elektrizitäts-

werke gibt, wo eigene Maschinen elektrischen Strom erzeugen. Solche Maschinen heißen *Generatoren*. Wenn der Strom erzeugt ist, muß er dort, wo er verwendet werden soll, hingeleitet werden, also etwa zu den Lampen, zu den Motoren. Dazu dienen *Leitungen*, in denen der elektrische Strom, wie man sich

vorstellt, fließt, ähnlich wie Wasser in Röhren. Bei den Straßenbahnen kann man die Oberleitung sehen, in der der Strom aus der Zentrale fließt und über die Fahrbügel zu den Motoren im Wagen gelangt. Aber unsere Automobile können sich nicht auf solche Art mit Strom versorgen. Sie müssen sich ihn entweder selbst erzeugen, im Kleinen natürlich, oder Batterien mitführen, die elektrische Energie aufgespeichert enthalten. Sowohl die Generatoren wie die Batterien liefern elektrischen Strom, sind also Stromquellen. Doch ist der gelieferte Strom, der aus einer Batterie herausfließt, ein sogenannter Gleichstrom, das ist ein stets gleich starker Strom, der immer in einer Richtung fließt. Im Gegensatz dazu erzeugt ein Generator einen Strom, der ständig Größe und Richtung wechselt, so daß man ihn Wechselstrom nennt. Doch brauchen wir uns dabei nicht aufzuhalten, weil dies in unserem Falle nicht von Belang ist. Denn was der Strom für die Zündung zu leisten hat, ist eine Wärmewirkung, und das trifft der Gleich- wie der Wechselstrom. Die Leistung, die verlangt wird, ist weiter nichts, als einen heißen Funken zu bilden. Das ist scheinbar wenig und einfach. Denn man braucht einen Strom nur zu unterbrechen, etwa indem man die Leitung an einer Stelle plötzlich öffnet, und man erhält dadurch an dieser Stelle sofort einen Funken. Soll dieser nun heiß genug sein, so muß man Strom von hoher Spannung nehmen. Dabei bedeutet das Wort Spannung etwa den Druck, mit dem der Strom durch den Leitungsdraht getrieben wird, als wäre er etwas flüssiges, das durch ein Rohr gedrückt wird.

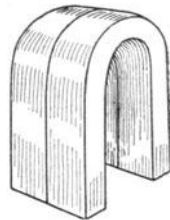


Abb. 72.
Hufeisenmagnet

Um nun solchen hochgespannten Strom zu erhalten, pflegt man zunächst einen niedrig gespannten zu erzeugen. Hat man solchen, dann ist es nicht allzu schwierig, in einer zweiten Leitung jede beliebige höhere Spannung entstehen zu lassen.

Zunächst sehen wir uns jene Apparate an, mit denen man Strom erzeugen kann. Denn es ist zweifellos angenehmer, stets soviel Strom als man gerade braucht, selbst zu erzeugen, als einen beschränkten Vorrat mitzuführen, den man immer erneuern muß. Mit ein bißchen Magnetismus machen diese Apparate die saubersten Kunststücke. Den Magnetismus beziehen sie aus einem (oder mehreren) kräftigen Hufeisenmagneten von der Form jener

bekannten Spielzeugmagnete unserer Schulkinder, nur freilich bedeutend größer und daher viel kräftiger magnetisch wirkend (Abb. 72). Die geraden Enden dieser Magnete heißen „Pole“, der eine der Südpol, der andere der Nordpol. Daß diese Pole ein Stück Eisen anziehen können, ist dem Schulkind bekannt. Weniger bekannt ist, daß man mit dem Magnetismus elektrischen Strom hervorrufen kann; und dazu so einfach, daß man nur ein Stück Eisendraht oder etwas ähnliches zwischen den Polen zu bewegen braucht; sofort fließt dann im Drahte elektrischer Strom. Da haben wir den ganzen Generator, wenigstens sein Wesen. Und darauf kommt es uns an.

Um im größeren Maßstabe Strom zu erzeugen, nimmt man dann natürlich nicht einen Draht, sondern eine ganze Draht-

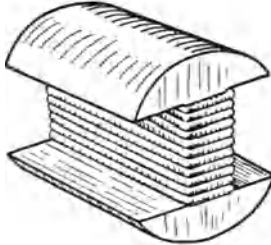


Abb. 73. Anker mit Drahtumwicklung

spule, deren Windungen sich um einen Eisenkern legen, so wie es in Abb. 73 angedeutet ist. Einen solchen drahtumwickelten Eisenkern nennt man „Anker“. Nun hat man nur noch nötig, diesen Anker zwischen den Polen des Hufeisenmagneten zu bewegen, um (bei entsprechender Wicklung) beständig Strom zu erhalten. Beständig, d. h. so lange, als die Bewegung anhält. Diese Bewegung ist, wie schon so oft, wieder eine drehende, man nennt sie hier gewöhnlich: Rotieren. Der Anker sitzt nämlich auf einer Welle, die mit Hilfe von Zahnrad- oder Ketten- oder Riemenübersetzung von der Motorwelle ihren Antrieb erhält (Abb. 65 bei Z_1 , Z_3 , Z_4). In kurzem also: die Motorwelle treibt die Ankerwelle, der Anker rotiert zwischen den Polen eines starken Hufeisenmagneten. Ergebnis: in den Ankerdrähten fließt Strom. Diesen Strom kann man genau so wie etwa den aus einem Akkumulator kommenden durch Drähte leiten, wohin man will. Wir brauchen ihn im Zylinder, wo ja die Explosion stattfinden soll. Aber als Strom nützt er uns nichts; was wir brauchen ist ja ein Funken.

Diesen Funken kann man auf zweierlei Art gewinnen. Die eine Art ist aus der Abb. 74 zu ersehen. Aus der mit S bezeichneten Stromquelle (Magnet oder Batterie) fließt bei 1 ein brauchbarer Strom durch den an die dortige Klemme¹ angeschlossenen Draht d_1 und kehrt durch den Draht d_2 zur Klemme 2 und zur Stromquelle S zurück. Bei K aber sehen wir die Drahtleitung unterbrochen. Hier stehen sich die Drahtenden ganz nahe gegenüber. Ist der Strom stark genug, so wird er, um von d_1 nach d_2 kommen zu können, die Luftstrecke K einfach überspringen; und das tut er in der Form eines Funkens.

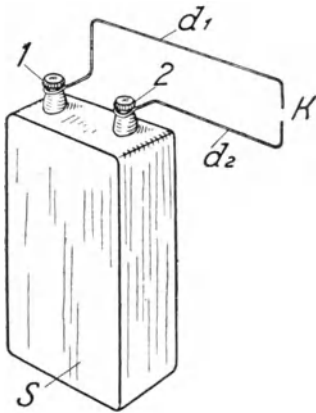


Abb. 74. Stromquelle (S) mit Klemmen (1 und 2) und angeschlossenen Drähten (d_1 und d_2). Bei K ist die Leitung unterbrochen

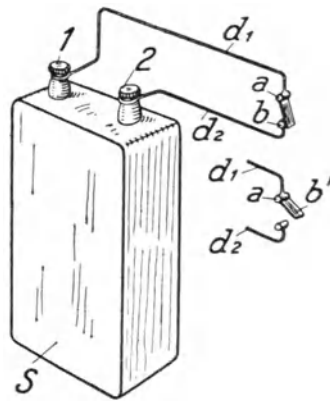


Abb. 75. Stromquelle mit geschlossenem Stromkreis, der bei $a b$ ein bewegliches Stück besitzt. In der darunter angedeuteten Stellung $a b'$ ist die Leitung unterbrochen

Das Wesen der anderen Art, Funken zu erzeugen, können wir uns an der ähnlichen Abb. 75 klar machen. Hier ist die Leitung von der Stromquelle bis zu ihr zurück vollständig geschlossen. (In der Technik nennt man jede solche von einer Stromquelle ausgehende und zu ihr zurückführende Leitung einen „geschlossenen Stromkreis“ oder nur „Kreis“, weil sie sich wie ein Kreis schließt.) Der Strom kann in einer solchen geschlossenen Leitung ohne Hindernis fließen. Würde aber an einer Stelle, z. B. bei K , die Leitung künstlich irgendwie plötzlich unterbrochen werden, so würde der Strom an dieser Stelle gewisser-

¹ Eine Schraube zum Festklemmen des Drahtes.

maßen abreißen und dabei einen Funken geben. Man kann beispielsweise ein Stück der Leitung $a b$, beweglich machen. Liegt dieses wie in der oben gezeichneten Lage mit dem Ende b am Draht d_2 an, so ist die Leitung geschlossen; in der Lage $a b'$ (unteres Bild) dagegen ist sie offen.

Wenn wir jetzt die Abb. 76 ansehen, so bemerken wir da zweierlei Leitungen, eine dünne und eine dicke. In der dünnen haben wir uns bei K eine dauernde Unterbrechung der Leitung zu denken, ganz wie oben in Abb. 74 besprochen; in der dicken wieder ist bei A ein Schalter eingebaut, der die Möglichkeit bietet, diese Leitung nach Belieben zu öffnen, also auch zu unter-

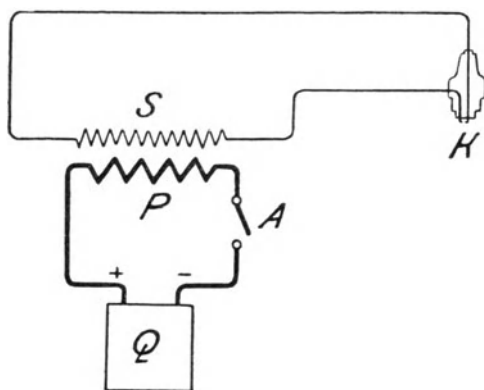


Abb. 76. Schaltung zur Erzielung von Induktionströmen. Q Stromquelle, P primäre Wicklung, S sekundäre Wicklung, A Unterbrecher, K Zündkerze

brechen, wie wir es in Abb. 75 gezeigt haben. Wenn bei P nur wenige Drahtwindungen, bei S dagegen sehr viel mehr sind, so genügt diese einfachste Anordnung zur Erzeugung jener Hochspannung, die wir brauchen. Allerdings muß zu diesem Zwecke die erste dickdrähtige Leitung bei A plötzlich und rasch unterbrochen werden. Dann entsteht, wie die Erfahrung gezeigt hat, in der dünn-

drähtigen im selben Augenblick ein Strom, eine Erscheinung, die man **I n d u k t i o n** genannt hat.

Zu beachten ist dabei, daß nur in der einen dicken Leitung, die die primäre¹ heißt, eine Stromquelle zu sein braucht. In der zweiten, der sekundären², ist keine mehr nötig. Und weiter hat sich gezeigt, daß die Spannung des Sekundärstromes durch die Zahl der Sekundärwindungen bestimmt wird. So viel mehr Windungen die dünne Spule gegenüber der dicken hat, so viel mal höher ist dann auch ihre Spannung, eine Erscheinung, die **T r a n s f o r m a t i o n** benannt wurde. Zwei solche Spulen kann

¹ primus, lateinisch: der erste. ² secundus, lateinisch: der zweite.

man daher als Transformator bezeichnen.

Behalten wir das Wichtigste: durch Unterbrechen des Primärkreises (bei *A*) entsteht ein hochgespannter Strom, der bei *K* die dort offene Leitung als heißer Funken überspringt.

26. Kerzenzündung

Die Unterbrechungsstelle der Sekundärleitung wird bei unseren Automobilmotoren besonders sorgfältig ausgeführt in Form der sogenannten **Z ü n d k e r z e**.

An der Kerze ist also der Stromkreis **d a u e r n d** dort unterbrochen, wo der Funken entstehen soll.

Ein lehrreiches Beispiel einer Kerze zeigt die Abb. 77. Da ist zunächst ein länglicher, zylindrisch geformter Porzellankörper (im Bilde gepunktelt). Wirklich hat er mit dem dochtartig durchgesteckten Draht etwas von einer Kerze. Im Porzellan nun fließt der Strom nicht gern, namentlich dann nicht, wenn er daneben durch einen Metalldraht gehen kann. Denn durch alles Metallische fließt der elektrische Strom leicht; Metalle sind für ihn gute Leiter. Solche Körper dagegen, wie Porzellan, die den Strom nicht oder fast nicht durchlassen, sondern seinem Durchgang einen bedeutenden Widerstand bieten, sind schlechte Leiter und heißen **I s o l a t o r e n**. Auch Kautschuk, Asbest, Speckstein, Papier, Seide u. dgl. isolieren; man braucht sie, um stromführende gute Leiter davor zu schützen, daß der Strom aus ihnen in benachbarte andere gute Leiter abirrt. So wird man also sicher sein, daß bei unserer Kerze nur im Drahte Strom

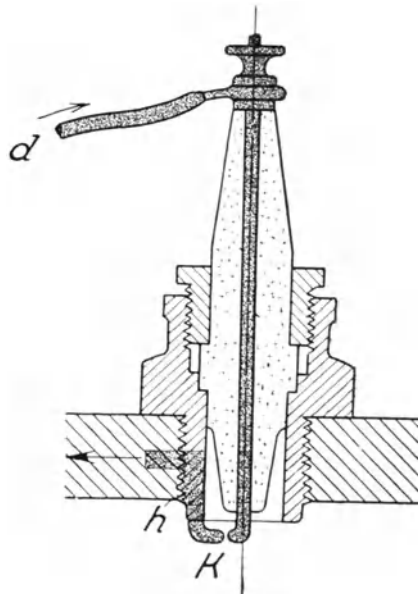


Abb. 77. Zündkerze im Schnitt. *d* Kabelzuleitung, *K* Kontakte (Elektroden), *h* Metallhülse, der Stromweg ist durch die Pfeile und die dunkel gehaltenen Teile angedeutet

fließen und nicht sofort in die nahen Metallhülsen abirren wird, solange nur die Porzellanisolierung nirgends beschädigt ist.

Bei *K* sehen wir die wichtige Unterbrechungstelle. Dem Ende des mittleren Drahtes steht hier bei *K* im Abstand von etwa einem halben Millimeter eine zweite Drahtspitze gegenüber, die zur Rückleitung dient. Die Rückleitung beginnt hier mit diesem kurzen Drahtstück, setzt sich in der Metallhülse *h* fort und benützt schließlich die eiserne, gut leitende Masse des Zylinders selbst, um auf diesem Wege zur Stromquelle zurück zu gelangen, die natürlich auch mit dieser ganzen Masse gut leitend verbunden sein muß.

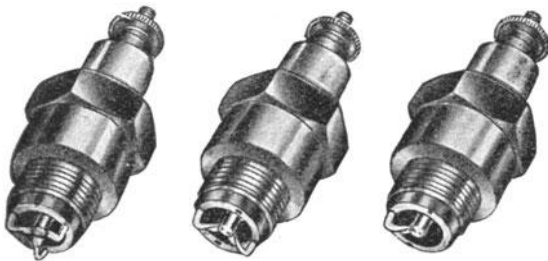


Abb. 78. Verschiedene Ausführungsformen von Bosch-Zündkerzen

Denn woraus die Leitung besteht, ob aus Draht oder aus ganzen Metallröhren wie beim Zylinder, ist schließlich dem Strom gleichgültig, der immer nur den bequemsten Weg sucht. Man bezeichnet solche Rückleitungen,

bei denen sich statt eines Drahtes die ganze leitende Masse der vorhandenen Metallkörper dem Strom als Weg bietet, als *Masse schluß*, weil dabei der Stromkreis durch eine metallische Masse geschlossen wird.

Mit der Hülse *h* wird die ganze Kerze so in den oberen Dekkel des Zylinders eingeschraubt, daß nur die Drahtenden ins Innere des Zylinders ragen; so liegt die Funkenstrecke mitten im hochgepreßten Gas.

Bei den Kerzen, wie sie die Firma *B o s c h* in Stuttgart ausführt, Abb. 78, sind die Drahtenden, die man meistens Elektroden nennt, so angeordnet, daß die Mittelelektrode als stärkerer stabförmiger Zündstift durch den isolierenden Kerzenkörper hindurchführt; ihr stehen ein, zwei oder drei Rückleitungselektroden gegenüber, die hakenartig aus dem Einschraubgewinde herausragen und an den Enden etwas verbreitert und meißelartig zugehärt sind. Dadurch wird auch der Funken in ein Band ausgezogen und zündet besser.

27. Kurze Wiederholung

Ehe wir zu neuen Schwierigkeiten gehen, überblicken wir rasch, was wir bisher von der Zündung erfahren haben.

Was gehört also zur Zündung? Eine Stromquelle am Anfang und ein Funkengeber am Ende. Und natürlich eine leitende Verbindung von einem zum andern. Eine Stromquelle, die den elektrischen Strom, wie wir ihn brauchen, erzeugt; also entweder eine Batterie (Akkumulator) oder ein elektromagnetischer Generator. Ferner ein Funkengeber, das ist die Kerze. Weiter gehören zur Zündung die Zuleitungen, nämlich Drähte, Kabel genannt (Abb. 79), die gewöhnlich auch noch besonders isoliert sind (durch eine Kautschukhülle), und schließlich die zum Masseschluß herangezogenen metallischen Teile des Zylinders als Rückleitung.

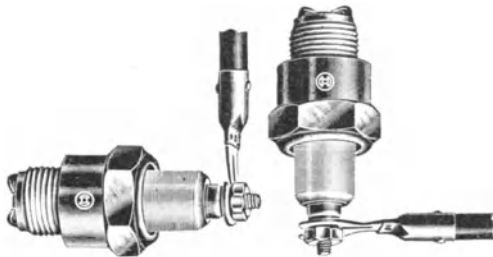


Abb. 79, Kabelklemmen

Was sonst noch mit der Zündung zusammenhängt, dient teils zur sicheren Erzeugung besonders kräftiger Funken, teils zur Verteilung der Funken auf die einzelnen Zylinder und teils zur Regelung des Zündmomentes.

28. Unterbrecher

Nun haben wir also zu schauen, wie die so wichtige Unterbrechung des Primärkreises erreicht wird. Dazu sehen wir uns Abb. 80 an. In Q ist wieder unsere Stromquelle, die in den primären Kreis Strom schickt. Dieser Strom fließt aus der positiven Polklemme a heraus, windet sich bei P durch eine dickdrähtige Spule und ergießt sich über Kontakt K und die zur negativen Klemme b führende Leitung wieder in die Stromquelle. Bei K ist der Unterbrecher. In die Leitung fügt sich an dieser Stelle die metallische Feder f , die für gewöhnlich das anstoßende Leitungsende bei K berührt. Solange das der Fall ist, bleibt der ganze Kreis geschlossen. Nun ist aber noch eine Nockenscheibe n da, auch wieder vom Motor getrieben. Einmal bei jeder Umdrehung

drückt die Nocke die Feder f von der Leitung weg und unterbricht diese solcherart. Gleich darauf freilich, wenn die Nocke wieder von der Feder abgeglitten ist, schnell diese zurück, berührt K und schließt den Kreis wieder. Wenn sich die Nocke

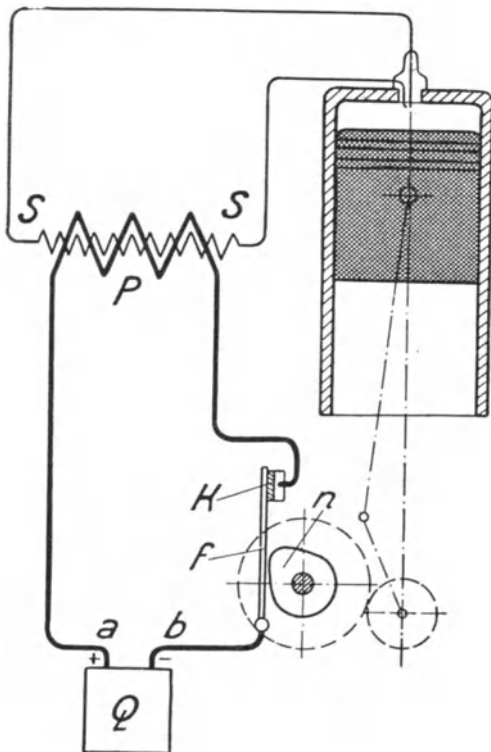


Abb. 80. Mechanischer Unterbrecher. Q Stromquelle mit Klemmen a und b , P Primärwicklung, S Sekundärwicklung, f Feder, K Kontakt, n Nocke

entsprechend rasch dreht, werden auch die Unterbrechungen und Schließungen rasch folgen.

Da es nur darauf ankommt, im Sekundärkreis gerade dann einen Funken zu haben, wenn die Explosion erfolgen soll, also nur einmal auf vier Takte, so richtet man die Übersetzung so ein, daß auch die Unterbrechung des Primärkreises nicht öfter und gerade zur rechten Zeit erfolgt. Das ist natürlich sehr einfach. Einem vollen Viertakt entsprechen zwei volle Kurbelumläufe. Auf diese zwei Kurbelumläufe braucht man bei einem Zylinder somit eine Unterbrechung, d. h. einen Umlauf der Nocke.

Diese dreht sich also mit der halben Kurbelgeschwindigkeit, was man bekanntlich mit einer Übersetzung 1:2 erreicht. Das deuten in Abb. 80 die gestrichelten Kreise der Zahnräder an.

Es gibt noch eine andere häufig vorkommende Art der Unterbrechung (Abb. 81). War die eben besprochene auf rein mechanischem Wege erzielt worden, so ist die folgende als elektromagnetisch zu bezeichnen. Die Anordnung ist der frü-

heren ähnlich. Neu hinzugekommen ist, daß die Primärspule auf einem Eisenkern aufgewickelt ist. Entbehrlich geworden ist die Nockenscheibe.

Wie früher ist eine Feder f da; aber betätigt wird sie auf andere Weise. Der Primärstrom fließt wieder aus der Stromquelle bei a über die Spule P , Feder f und Kontakt K zurück in die Stromquelle bei b ; der Kreis ist somit geschlossen.

Beim Durchfließen der Spule magnetisiert er ihren Eisenkern; bloß dadurch, daß er ihn umfließt. Ein so entstehender Magnet heißt darum ein Elektromagnet im Gegensatz zu den natürlichen Magneten. Er ist genau so tüchtig wie jeder andere und daher imstande, Eisenstücke an sich zu ziehen. Da ist z. B. die metallische Feder f ; sie wird sofort von dem neuen Magnet angezogen und hebt sich dabei von dem Leiterteil bei K ab. Nun findet der Strom den Kreis unterbrochen und kann nicht mehr fließen; er ist selbst daran schuld, weil er den Magnet erzeugt hat, der die Feder anzog und so die Unterbrechung herbeiführte. Aber des Magneten Herrlichkeit ist nur von Stromes Gnaden und schwindet, wenn kein Strom da ist, der das Eisen umfließt und magnetisiert. Nach der ersten Unterbrechung verschwindet also zunächst der Strom, mit ihm der Magnetismus im Eisenkern und schließlich die magnetische Wirkung auf die Feder, für die unmagnetisches Eisen nichts „Anziehendes“ hat und die daher lieber zu ihrem alten Kontakt K zurückkehrt. Damit schließt sie freilich den Stromkreis wieder und schafft die Wiederholung des früheren Spieles, weil jetzt der Eisenkern wieder magnetisch und anziehend wird. Der Primärkreis wird also fort und fort unterbrochen.

Jede Unterbrechung des Stromlaufes ist mit einer Funkenbildung verbunden. An den Unterbrecherkontakten des Primärkreises ist nun ein solcher Funken nicht erwünscht. Er läßt sich

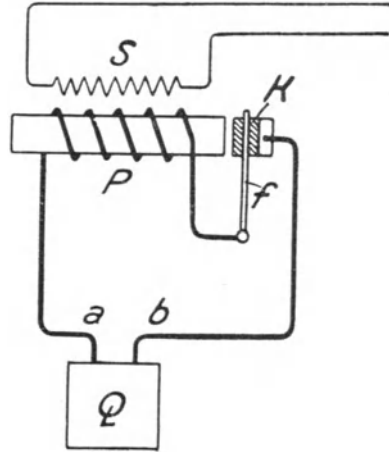


Abb. 81. Elektromagnetischer Unterbrecher
 P primäre Wicklung mit Eisenkern, S sekundäre Spule, K Kontakt, f Feder, Q Stromquelle

vermeiden, wenn man den durch die Unterbrechung wie durch ein Wehr am Weiterfließen gehemmten Strom während dieser kurzen Unterbrechung gewissermaßen in einem toten Seitenarm oder Sammelbecken auffängt, von wo er sofort in die Hauptleitung zurückfließt, sobald diese wieder geschlossen wird. Kondensatoren nennt man solche Elektrizitätsspeicher, die die elektrische Energie nur aufnehmen, aber nicht durchlassen. Wer mit Radio zu tun hat, kennt sie gewiß: eine Aufschichtung leitender und nicht leitender Plättchen, etwa Staniol (Zinnfolien) und Papier (siehe auch Abb. 83 bei C).

29. Vierzylinder und Verteiler

Unsere Automotoren haben, von vereinzelt Ausnahmen abgesehen, gewöhnlich mehr als einen Zylinder. Dem muß auch die Zündung Rechnung tragen. Wir betrachten einmal einen Vierzylinder.

Ein Vierzylinder vereinigt vier gleiche Einzylinder; jeder einzelne arbeitet auf die gleiche Weise im bekannten Viertakt und alle vier Kolben wirken auf dieselbe Motorwelle: also läßt sich mit diesen vier Arbeitskräften offenbar auch die vierfache Leistung erzielen. Gewiß! Man ist nun klug und verteilt die vier mit ihrer Arbeitsfähigkeit derart, daß sie sich gegenseitig unterstützen. Denn wir wissen ja, daß der Viertakt in jedem einzelnen Zylinder eigentlich nur einen einzigen ehrlichen Arbeitstakt aufweist, nämlich den, der mit der Explosion anhebt. Die drei anderen Takte zehren von der im Schwungrad aufgespeicherten Wucht. Es ist also naheliegend, die Sache so einzurichten, daß ein Zylinder nach dem anderen seinen Arbeitshub macht, und nicht etwa alle gleichzeitig darauf losexplodieren und dann drei Takte lang das Schwungrad sich plagen lassen; da müßte dieses schon recht gewaltige Abmessungen bekommen. Umgekehrt, wenn es nach dem Explosionshub des ersten Zylinders durch den Explosionshub des zweiten, dann des dritten und vierten Zylinders unterstützt wird, braucht es nicht mehr so viel zu leisten und kann bedeutend kleiner sein.

Man darf also nicht glauben, was mitunter doch geglaubt wird, daß der Viertakt vier Zylinder brauche, etwa so: der erste Zylinder saugt an, der zweite komprimiert, der dritte explodiert und der vierte pufft aus! Das ist nur einen Augenblick lang richtig. Im nächsten Augenblick hat der erste Zylinder Kom-

pression, danach Explosion und schließlich Auspuff. Denn der Viertakt läuft in jedem Zylinder vollständig ab; nur hat in jedem Augenblick jeder Zylinder einen anderen Takt.

Die vier Kolben stehen zu Beginn so, wie Abb. 82 zeigt, in der die Zylinder weggelassen sind. Jeder der vier Zylinder macht, wie gesagt, seinen vollständigen Viertakt für sich, als wäre nur er da, und gibt seinen Teil Kraft an die gemeinsame Motor- (oder Kurbel-) Welle ab.

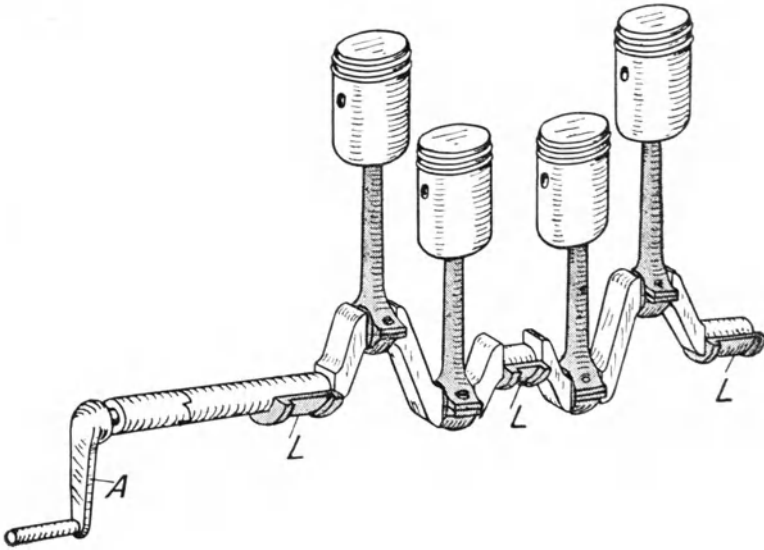


Abb. 82. Kurbelwelle und Kolben eines Vierzylinders. L Kurbelwellenlager, A Andrehkurbel

In jedem Zylinder besteht zur selben Zeit ein anderer Zustand. Da steht beispielsweise im 1. Zylinder der Kolben ganz oben. Bekanntlich kommt das beim Viertakt zweimal vor: zu Beginn des Ansaughubes und zu Beginn des Explosionshubes. Nehmen wir an, es sei der Beginn des ersten, des Ansaughubes. Im 2. Zylinder steht der Kolben ganz unten, es ist also möglicherweise das Ende des Ansaug- und der Beginn des zweiten, des Kompressionshubes. Der Kolben des 3. Zylinders steht auch ganz unten. Das kann nur wieder Ende des ersten oder Ende des dritten Hubes sein. Da in keinem Zylinder gleichzeitig dasselbe

vorgehen soll und wir im 2. das Ende des Ansaughubes angenommen haben, so hat der 3. offenbar das Ende des Explosionshubes erreicht, steht also vor dem vierten Hub. Noch fehlt die Stellung zu Beginn des dritten Hubes: die haben wir im 4. Zylinder. (Nur Rücksichten auf die einfachere Bauart der Lager führen dazu, daß die Reihenfolge der Hübe nicht mit der der Zylinder übereinstimmt; daß wir also nicht im 1., 2., 3., 4. Zylinder gleichzeitig den 1., 2., 3., 4. Takt, sondern den 1., 2., 4. und dann erst den 3. Takt haben.)

Eine bequeme Übersicht über diese Vorgänge verschafft uns die nachstehende Tabelle; die senkrechten Reihen entsprechen den vier Zylindern, die wagrechten zeigen an, was gleichzeitig in ihnen vorgeht.

1. Zylinder	2. Zylinder	3. Zylinder	4. Zylinder
Ansaugen	Verdichten und Zünden	Auspuffen	Explosion und Ausdehnen
Verdichten und Zünden	Explosion und Ausdehnen	Ansaugen	Auspuffen
Explosion und Ausdehnen	Auspuffen	Verdichten und Zünden	Ansaugen
Auspuffen	Ansaugen	Explosion und Ausdehnen	Verdichten und Zünden
Ansaugen	Verdichten und Zünden	Auspuffen	Explosion und Ausdehnen

In jeder wagrechten Zeile steht einmal Explosion. Das heißt also: Immer gibt es in einem der vier Zylinder einen Arbeitshub. Nun muß man jedem Zylinder rechtzeitig, also wenn er an die Reihe kommt, zu einer Explosion verhelfen, d. h. den Strom so verteilen, daß ein Funken jetzt im 1., das nächste Mal im 2. Zylinder usw. zur gehörigen Zeit entsteht. Dies besorgt der Verteiler.

Da ist bei *V* in Abb. 83 ein Kreisring zu sehen. Helle und dunkle Bogenstücke wechseln ab: die hellen sind metallisch, also

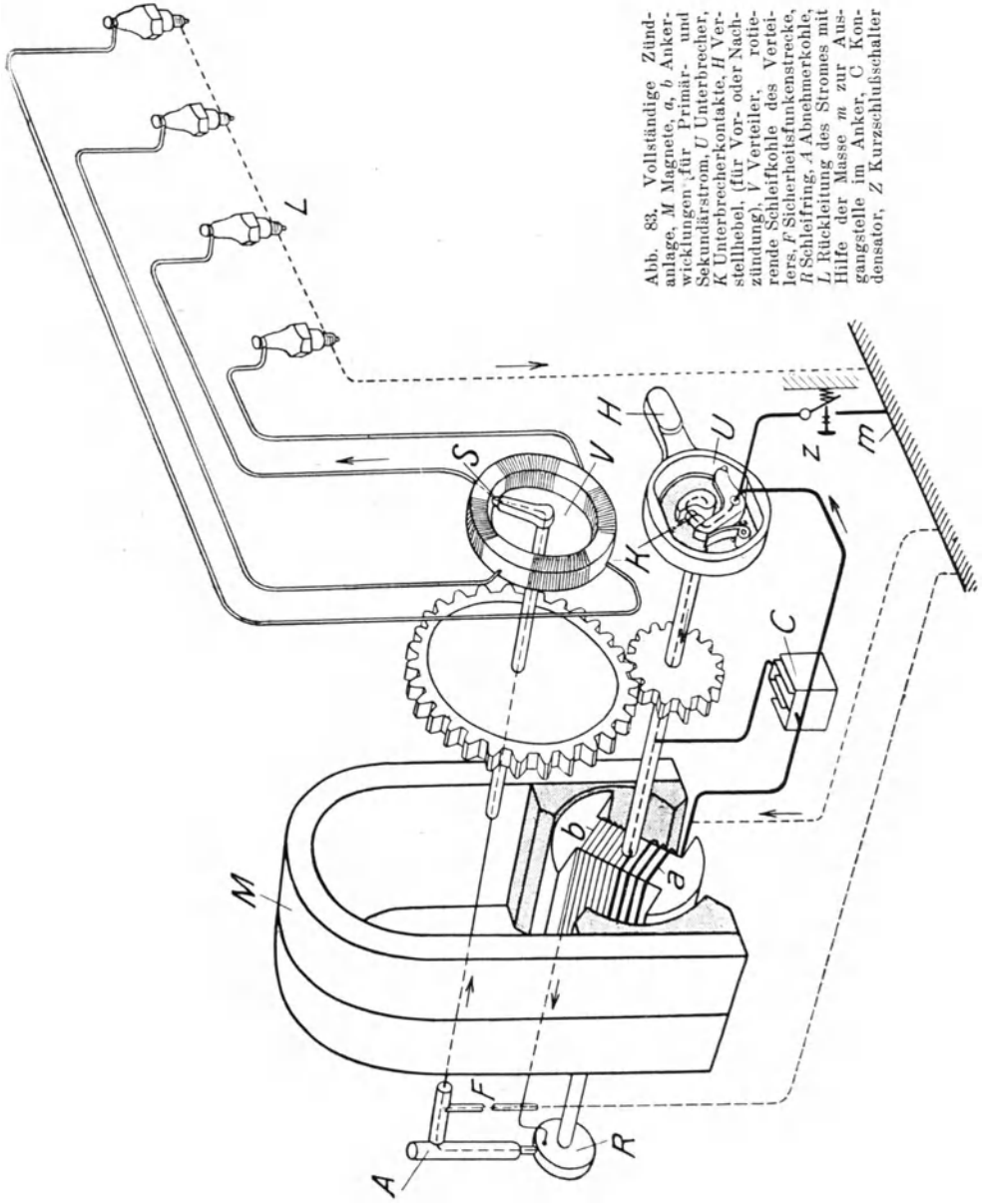


Abb. 83. Vollständige Zündanlage, M Magnete, a, b Ankerwicklungen für Primär- und Sekundärstrom, U Unterbrecher, K Unterbrecherkontakte, H Verteilhebel, (für Vor- oder Nachstellung), V Verteiler, rotierende Schleifkühle des Verteilers, F Sicherheitsfunkensperre, R Schleifring, A Abnehmerkohle, L Rückleitung des Stromes mit Hilfe der Masse *m* zur Ausgangsstelle im Anker, C Kondensator, Z Kurzschlussschalter

leitend, die anderen isolieren. Von jedem hellen Teil geht daher ein Kabel zu einem Zylinder, nämlich zu seiner Kerze. Innerhalb des Ringes kreist eine Schleifkohle S über die leitenden und nicht leitenden Bogenstücke (Segmente). Der vom Anker kommende Sekundärstrom wird am Schleifring R von der Abnehmerkohle A übernommen und, wie der Pfeil andeutet, bis zur Schleifkohle S im Verteiler geleitet. Berührt diese Schleifkohle gerade ein leitendes Segment, so kann der Strom weiter ins Kabel gehen und kommt schließlich zur angeschlossenen Kerze. Bei vier Zylindern, also vier Kerzen, sind auch vier Kabel und somit vier Segmente im Verteiler erforderlich, bei sechs Zylindern entsprechend sechs solche.

Die Kohle dreht sich weiter, gleitet ab vom weißen Segment und schleift über das schwarze: da stockt der Stromlauf, aufgehalten von der isolierenden Schranke. Dann erfolgt wieder ein sogenannter Kontakt an der nächsten weißen Stelle und Freigabe des Stromes zum nächsten Zylinder und so fort. So wird also während einer vollen Drehung der Verteilerkohle jeder Zylinder einmal in den Stromkreis eingeschaltet, d. h. er erhält einmal Zündung. Eine Umdrehung des Verteilers entspricht daher auch einem vollen Viertakt oder vier Kolbenhüben oder zwei Kurbeldrehungen; der Verteiler muß sich darum bei einem Vierzylinder halb so schnell drehen wie die Kurbelwelle.

Unterhalb des Verteilers liegt der mit U bezeichnete Unterbrecher des Primärkreises. Er besteht im Wesentlichen aus zwei Hebelkontakten, die sich bei K berühren, was durch eine Feder unterstützt wird. Wenn jedoch der im Bilde nach rechts zeigende Arm des winkelförmigen Hebels bei seinem Umlauf auf das gerade Stück des Innenkreises aufläuft, wird der andere Arm von der Berührungsstelle bei K abgehoben, und zwar ruckartig. Das ist das Signal für das Auftreten eines Stromstoßes im Sekundärkreis, wie wir bereits wissen.

Wir können jetzt leicht die Wege der beiden Ströme auch in dieser Abbildung verfolgen: in der dickdrähtigen Primärspule fließt der vom Anker erzeugte Primärstrom zum Unterbrecher und wie stets zurück zum Anker. Nur während der Unterbrechung kann er ja nicht über die Kontakte K des Unterbrechers hinüber, sondern wartet im Kondensator C wie auf einem Nebengeleise, bis die Hauptstrecke wieder frei wird. Der Sekundärstrom fließt aus der dünndrähtigen Wicklung zunächst zu einem Ring R , auf dem eine Kohle A schleift. Der Ring dreht sich, die Kohle

ruht, hat aber immer Berührung (Kontakt) mit dem Ring. Aus dem Schleifring R kann daher dauernd, auch während seiner Drehung, der Strom in die ihn abnehmende Kohle übergehen und zum Verteiler gelangen. Von hier wird er in die eben angeschlossene Kerze und über Masse zum Anker zurückfließen.

Bietet aber eine Kerze z. B. irgend ein Hindernis, das der Strom nicht überwinden kann, so hat er einen andern Rückzugsweg zur Masse, indem, bei F angedeutet, zwei metallische Spitzen oder Zacken eine Sicherheitsfunkenstrecke von mehreren Millimetern Abstand bilden. Diese löst dann den hochgespannten Funken aus, wenn an der Kerze selbst z. B. infolge Verölen der Elektroden, oder zu großen Elektrodenabstands, durch Kabelbruch u. dgl. kein Funken auftreten kann. In diesem Falle besteht die Gefahr, daß die Spannung des sekundären Stromes derart anwächst, daß schließlich die Isolation an irgendeiner Stelle, z. B. in der Ankerwicklung durchgeschlagen wird, wodurch die Magnetanlage unbrauchbar würde; doch dies verhütet die Sicherheitsfunkenstrecke: sie führt den hochgespannten Strom in einer ungefährlichen Entladung zurück.

30. Vor- und Nachzündung

Wiederholt war im Vorhergegangenen von „richtigem Zeitpunkt zur Zündung“ gesprochen worden. Wir haben bisher angenommen, daß es Zeit sei, zu zünden, wenn die Gase bis auf das äußerste zusammengedrückt sind, wenn also der Kolben die obere Totlage einnimmt und sich eben anschickt, nach unten zu gehen. Dabei konnte man sich vorstellen, daß sich Zündung und Explosion augenblicklich über das ganze, auf engstem Raum zusammengedrückte Gasmengenge ausbreiten. Nun ist die Zeit, die hiezu nötig ist, zwar sehr klein, aber doch groß genug, um beachtet zu werden.¹ Vor allem so groß, daß der Kolben inzwischen schon wieder ein kurzes Stück hinabgegangen ist, so daß die ganz zusammengepreßten Gase sich inzwischen in dem größer werdenden Raum wieder etwas ausdehnen konnten und

¹ 3000 Umdrehungen der Kurbelwelle in der Minute entsprechen 50 solchen in einer Sekunde. Demnach vollzieht sich eine Umdrehung in $\frac{1}{50}$ Sekunde. Ein Hub ist aber nur eine halbe Umdrehung, benötigt also $\frac{1}{100}$ Sekunde. Für die Zündung ist gar nur ein Bruchteil dieses Hundertstels an Zeit zur Verfügung! Wäre der Kolbenhub 100 mm, so würde er sich in $\frac{1}{1000}$ Sekunde immerhin schon um 10 mm bewegen.

dabei an Spannung verloren. Die Explosion ist aber umso wirksamer, je stärker die Gase gepreßt sind. Eine Entspannung mindert daher die Explosionskraft.

Will man also, daß der Kolben genau zu Beginn des dritten Hubes mit der vollen Kraft der Explosion hinabgeschleudert wird, so muß man dafür sorgen, daß auch genau zu Beginn dieses Hubes die Explosion sich bereits über den ganzen Verbrennungsraum fortgepflanzt hat. Da hiezu eine gewisse Zeit gehört, ist es nötig, die Zündung um eben diese Zeit früher einsetzen zu lassen, noch ehe der Totpunkt erreicht ist. Zwischen Zündzeitpunkt und Totpunkt hat dann die Explosion Zeit, das ganze Gemisch zu erfassen und kann dann im Totpunkt selbst ihre volle Kraft entfalten. Da hier also die Zündung vor Erreichen des Totpunktes, einige Millimeter unter dem Hubende, erfolgt, spricht man von *Vorzündung*. Man hört es diesem Worte wohl an, was es bedeutet?

Zu weit darf man die Zündung natürlich auch nicht vorrücken. Denn wenn die Explosion mit voller Kraft schon zu wirken beginnt, lang ehe der aufwärtsgehende Kolben den oberen Totpunkt erreicht, so wird sie ihn hinunterdrängen, jedenfalls im Aufstieg hemmen, ihn gewissermaßen bremsen. Das wäre Kraftverlust. Der Motor zeigt dies sofort durch *Klopfen* an.

Beim Ankurbeln ist zu große Vorzündung geradezu gefährlich. Denn hier könnte der aufsteigende Kolben bei zu früher Zündung gar nicht den Totpunkt erreichen, sondern würde tatsächlich hinuntergeschleudert, kehrte also seine Bewegung um: er schlägt zurück, was dem Ankurbelnden einen heftigen Preller, ja selbst einen Armbruch eintragen kann. Beim Ankurbeln ist daher *Nachzündung* am Platze.

Bei dieser verzögert sich die Zündung bis hinter den Totpunkt, also bis in den Explosionshub hinein. Es stellt sich dann das ein, was wir oben geschildert haben. Der Funken springt in ein nicht mehr aufs stärkste gepreßtes Gemisch, das sich während der zur Explosion nötigen Zeit noch mehr ausdehnt und entspannt, so daß die Wirkung der Explosion erheblich abgeschwächt wird. Das heißt aber nichts anderes, als daß sich der Kolben nicht so heftig, nicht so rasch abwärts bewegt, daß also auch die mit dem Kolben verbundenen Teile des Motors, Pleuelstange und Kurbelwelle (Motorwelle), langsamer laufen. Und dann geht alles andere natürlich ebenso langsamer: die von der Motorwelle betriebenen Nebenwellen zur Ventilsteuerung und zur Zündung,

aber auch die an die Motorwelle angeschlossene Getriebewelle bis zu den Wagenrädern. Wie man sieht, gibt einem die Zündung ein wirksames Mittel, die Motor- und Wagengeschwindigkeit zu verändern: Vorzündung beschleunigt, Nachzündung verzögert sie.

31. Zündverstellung

Wie kann man nun Vor- und Nachzündung erreichen? In der Regel — keineswegs bei allen Wagen! — ist eine solche Verstellung der Zündung dem Fahrer wirklich in die Hand gegeben. Häufig hat er nämlich am Lenkrad (französisch „Volant“ genannt), mit dem er den Wagen lenkt, einen oder zwei Hebel (Abb. 84), von denen einer zur Zündung führt. Dieser Hebel ist das erste Glied einer Reihe von zusammengehörigen Hebeln und Stangen, deren letztes die Zündung verstellt. Dies geschieht auf mannigfache Weise. Immer aber dreht es sich darum, den Primärkreis früher oder später zu unterbrechen. Denn eben diese Unterbrechung ruft ja den Strom und also den Funken im Sekundärkreis hervor; wenn sie also früher erfolgt, entsteht der induzierte Strom auch früher und ebenso kommt der Funken dabei früher zustande; wenn sie dagegen später erfolgt, so treten Zündstrom und Zündfunken später auf. Das ist die ganze Sache.

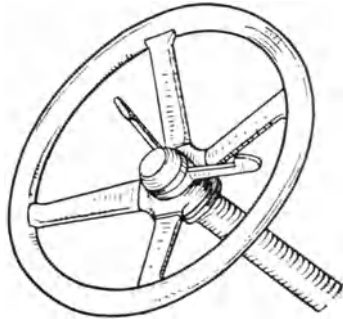


Abb. 84. Lenkrad mit Gas- und Zündverstellhebel

Die Abb. 85 zeigt uns einen der verbreitetsten Magnetapparate, den „Bosch“, wie ihn die weltbekannte Robert Bosch A.-G. in Stuttgart beispielsweise für Vierzylinder erzeugt. Man sieht auf dem Bild bei *M* zunächst die Hufeisenmagnete, an sie angebaut links oben bei *VS* die Verteilerscheibe mit dem Kabelanschlußstellen und den Federn *FV* zum Festhalten der Scheibe, darunter den Unterbrecher, dessen Gehäusedeckel durch die Feder *FU* gehalten wird. Wenn man alle Federn beiseite schiebt und Verteilerscheibe wie Unterbrecherdeckel abnimmt (Abb. 87 und 88), blickt man oben auf die Verteilerkohle *VK*, unten auf den Unterbrecher. Der rechts vorstehende Hebel (*VH*) bildet den Griff eines Rin-

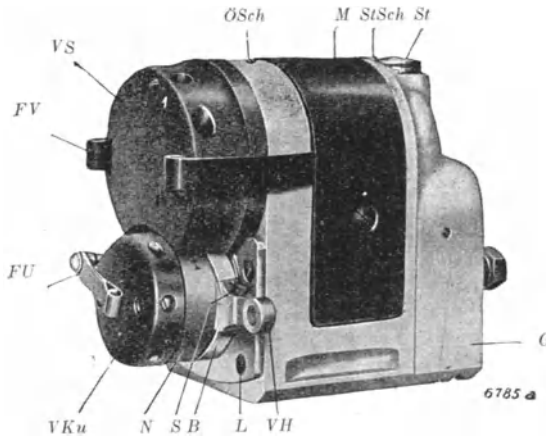


Abb. 85 Bosch-Magnetzünder
(von der Unterbrecherseite aus gesehen) *M* Magnet, *G* Gehäuse, *FU* Halter des Unterbrecher-Verschlussdeckels, *FV* Federn zum Festhalten der Verteilerscheibe, *OSch* Schraube zum Verschließen der Öleinfüll-Öffnung, *L* Schraube zum Befestigen des hinteren Lagerdeckels, *N* Nockenring, *VH* Verstellhebel, *S* Spannschraube, *VKu* Verschlussdeckel mit Kurzschlußklemme, *St* Stromabnehmer, *StSch* Schraube zum Sichern des Stromabnehmers, *VS* Verteilerscheibe

Kontakten, berühren. Dieses Hebelwerk dreht sich mit der Magnetachse, auf der es sitzt, und zwar innerhalb des erwähnten Nockenringes. Hierbei muß der winkelförmige Hebel mit dem im einem Arm eingesetzten Anschlag (Fi), so oft er an eine der Nocken kommt, auf diese auflaufen. Dadurch wird das andere Hebelende mit der Kontaktschraube von dem gegenüberstehenden Kontakt abgehoben: das ist die Unterbrechung des Primärkreises, die den Funken an der Kerze gibt.

Bei der Unterbrechung sollen die Kontaktschrauben um 0,4 mm voneinander entfernt werden, nicht mehr und auch nicht weniger. Mit Hilfe

ges, des sogenannten Nockenringes, der in Abb. 88 noch einmal für sich herausgehoben ist; er besitzt zwei stählerne Bogenstücke, UN, eben die Nocken, die ihn stellenweise verengen. Nun bleiben für den eigentlichen Unterbrecher nur noch zwei Hebel, einer in Winkelform (U) und einer in Hammerform, die sich an den platinieren Schraubenköpfen KK und LK den

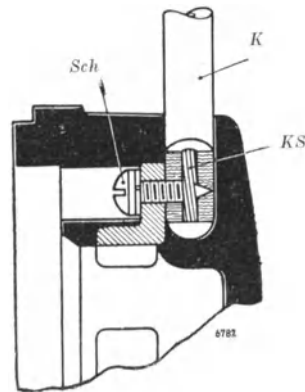


Abb. 86. Befestigung eines Kabels an der Verteilerscheibe, *K* Kabel, *Sch* Spitzschraube, *KS* Kabelseele in der Kabelumhüllung

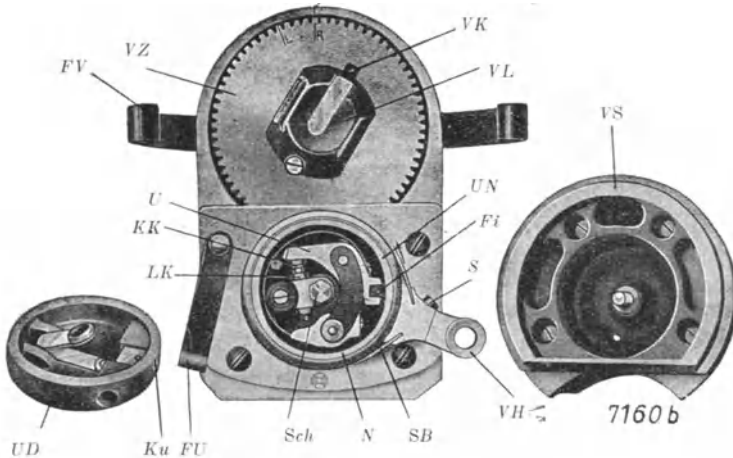


Abb. 87. Bosch-Magnetzunder Verteilerscheibe und Unterbrecher-Verschlussdeckel abgenommen. *FU* Feder zum Halten des Unterbrecher-Verschlussdeckels, *FV* Feder zum Festhalten der Verteilerscheibe, *LK* Lange Kontaktschraube, *KK* Kurze Kontaktschraube, *Fi* Fiberstück im Unterbrecherhebel, *Sch* Schraube zum Befestigen des Unterbrechers, *N* Nockenring, *UN* Unterbrechernocken, *VH* Verstellhebel, *SB* Spannband zum Befestigen des Verstellhebels, *S* Spannschraube, *UD* Unterbrecher-Verschlussdeckel, *Ku* Kurzschlußklemme, *VL* Verteilerlaufstück, *VK* Verteilerkohle, *VS* Verteilerscheibe, *VZ* Verteilerzahnrad, *U* Unterbrecherhebel.

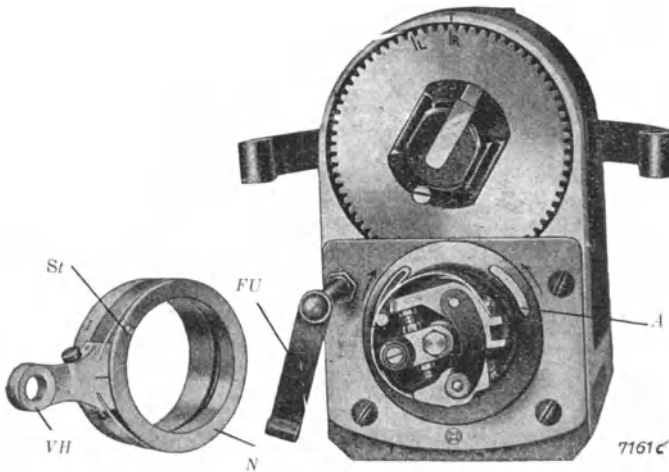


Abb. 88. Derselbe Magnetzunder wie in Abb. 87. Der Nockenring ist abgenommen und links für sich zu sehen. *FU* Feder zum Halten des Unterbrecher-Verschlussdeckels, *A* Aussparung für Anschlagstift *St*, *N* Nockenring, *VH* Verstellhebel

eines kleinen Blechplättchens von dieser Stärke, — man nennt so etwas eine „Lehre“, — das dem Zündapparat meistens beigegeben wird, läßt sich dieser Abstand leicht überprüfen, um ihn, wenn nötig, richtig zu stellen. Da diese Stelle im Unterbrecher besonders empfindlich ist, nimmt man für die Kontakte Platin, das nicht rostet und sich nicht so leicht abnützt. Von Zeit zu Zeit muß man trotzdem nach Entfernen des vorderen Schutzdeckels den Abstand der Kontakte durch Nachstellen der längeren Schraube regeln. Auch gereinigt müssen die Kontakte werden: Staub, Öl, auch Wasser würden die Zündung nur stören.

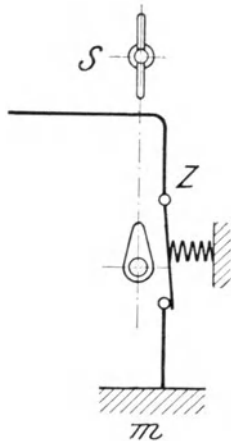


Abb. 89. Primärstrom kurzgeschlossen: Unterbrecher ausgeschaltet

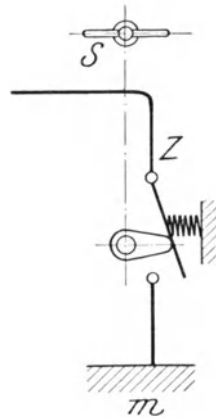


Abb. 90. Kurzschließer offen: Unterbrecher eingeschaltet

S Schlüsselstellung

Der Nockenring kann mittels des Verstellhebels *VH* etwas verdreht werden, wodurch die Nocken an andere Stellen rücken und der Anschlag früher oder später auflaufen muß: Zündverstellung für Früh- oder Spätzündung. Die Verstellung kann von Hand aus, meist durch einen Hebel am Lenkrad, oder durch den Magnet selbsttätig bewirkt werden.

Sehr einfach läßt sich mittels des Magnets der ganze Motor abstellen: man braucht nur die Funkenbildung an allen Kerzen zu verhindern, das heißt also den Kerzenstrom selbst zu unter-

binden. Hiezu genügt es, die Unterbrechung des Primärstromes zu vereiteln, indem man diesen Strom nicht über die Kontakte, sondern auf einem bequemeren, kürzeren Weg unmittelbar zur Masse fließen läßt. Man schließt ihn damit kurz und benützt dazu ein eigenes Kurzschlußkabel (Z, Abb. 83), das vom Unterbrecher zu einem Schaltkasten an der Spritzwand führt, der an einer Stelle an Masse angeschlossen ist. Durch den jedem Fahrer bekannten Schaltschlüssel s, der in zwei Stellungen gebracht werden kann, wird entweder der Primärstrom kurz geschlossen (Abb. 89) und dadurch die Zündung abgestellt oder ihm der Weg über die Platinkontakte freigegeben. (Abb. 90.)

Da der Schlüssel abgezogen werden kann, ist damit eine Vorrichtung geschaffen, die, wie das Gesetz verlangt, verhindert, daß das Fahrzeug von Unberufenen in Bewegung gesetzt werde. Freilich, wer sich auskennt, weiß wohl, daß das Entfernen des Kurzschlußkabels auch den Kurzschluß mit allen Folgen wieder aufhebt.

32. Betriebsstörungen durch die Zündung

Die Zündung muß stets sicher und tadellos arbeiten, denn ohne Funken gibt es überhaupt keine Explosion; aber der Funken muß auch im richtigen Augenblick und in genügender Stärke zur Stelle sein. Versagt die Zündung, so wird man sich etwa folgendes sagen: Die Zündeinrichtung beginnt bei der Stromquelle und endet bei der Zündstelle. An diesen Stellen und auf dem ganzen Wege von einer zur anderen, also in der Leitung, sind Fehler möglich. Gewöhnlich beginnt man die Untersuchung an der Zündstelle; denn hier pflegt das Übel am häufigsten zu sitzen. Man müßte sich erst einmal überzeugen, ob die Zündung in allen vier Zylindern gleichzeitig versagt oder nur in einzelnen oder in einem allein. Es ist nicht anzunehmen, daß alle Kerzen gleichzeitig schadhafte geworden sind; daher wird man beim Ausbleiben der Zündung an allen Kerzen den Fehler wahrscheinlich in der Stromquelle selbst finden. Geben einzelne Kerzen keine Funken, so merkt man die ausbleibenden Explosionen am unregelmäßigen Motorgeräusch (der Motor „tarockiert“); dann sind vielleicht Kabel aus der Anschlußklemme geglitten und haben so die Verbindung verloren oder eine falsche gefunden; oder die Isolierung der Kabel ist stellenweise beschädigt, weggescheuert oder abgefressen; der blanke Teil liegt nun an einem metallischen Bestandteil (Masse) an und bietet hier dem Strom früher einen Abweg; dann kommt natürlich kein Strom zu den Kerzen. Gewöhnlich liegt die Schuld an den Kerzen selbst. So, wenn sich auf oder zwischen ihren Elektroden

Ruß niederschlägt, der die Spitzen leitend verbindet, dann fehlt die notwendige Unterbrechung, der Strom fließt von einer Spitze zur anderen, hat also keine Gelegenheit, einen Funken zu bilden. Eine solche kurze Verbindung der Drahtenden durch irgend einen Leiter heißt sehr bezeichnend Kurzschluß. Der Ruß stammt von mangelhaft verbranntem Brennstoff, die Ursache ist also im Vergaser zu suchen, der dem Gemisch zuviel Brennstoff zusetzt. Übermäßige Schmierung verölt die Kerzen. Der isolierende Ölbelag an den Elektroden verhindert die Funkenbildung ebenfalls. Auch undichte Kolbenringe können zu viel Öl in den Verbrennungsraum bringen. Während der Fahrt verrußte oder verölte Kerzen werden am besten gegen neue umgetauscht; doch sind die verschmutzten Kerzen nach gründlicher Reinigung mittels einer Drahtbürste und Benzin natürlich wieder verwendbar. Ein Kurzschluß entsteht auch, wenn sich die beiden Elektroden so verbogen haben, daß sie sich berühren, oder wenn sie zusammengeschmolzen sind und so eine nicht mehr unterbrochene Leitung bilden. Mitunter stehen die Drahtspitzen zu weit voneinander ab, weil sie sich verbogen haben oder weil sie allmählich abgebrannt sind. Dann wird unter Umständen der Strom nicht mehr stark genug sein, die Luftstrecke im Kompressionsraum zu überspringen, weil diese jetzt länger geworden ist und dadurch größeren Widerstand bietet. Die Spitzen der Zündkerze müssen dann mittels einer Zange vorsichtig auf den richtigen Abstand — etwa $\frac{1}{2}$ mm — zusammengebogen werden. Wenn man eine solche Kerze heraus-schraubt, um sie zu prüfen, kann ein Funken an ihr überspringen, so lange sie an der Luft ist; aber im verdichteten Gas ist der Widerstand größer, sodaß kein Funken überspringen kann. Zur Ermittlung aussetzender Kerzen dienen am besten sogenannte Zündkerzenprüfer, die von außen an die Zündkerze gelegt werden und mittels eines elektrischen Lämpchens die Kontrolle der Kerzen ermöglichen. Bei Kurzschluß leuchtet das Lämpchen nicht auf; stark leuchtet es auf bei zu großem Elektrodenabstand, trüb bei verschmutzter Kerze, unregelmäßig bei Aussetzern.

Schließlich kann auch die Porzellanisolierung gesprungen sein, so daß sich im Kerzenkörper eine Luftstrecke bildet, die dem Funken einen bequemeren Weg bietet als die Kerzenelektroden. Wenn in diesem Falle die Kerze keine auswechselbare Isoliermasse besitzt, ist sie vollständig unbrauchbar und muß durch eine neue ersetzt werden. Jeder Motor verlangt eine für seine Bauart und Arbeitsweise geeignete Kerze, entsprechend seiner Kompression, der Hitze im Verbrennungsraum, der Drehzahl und dgl. Eine nicht passend gewählte Kerze kann glühend werden. An ihren glühenden Teilen wird sich das frisch eintretende Gasgemisch zu früh entzünden und in den Vergaser zurückschlagen.¹

¹ Um die richtige Wahl der Kerze zu erleichtern, hat die Firma Bosch eine äußerst bequeme „Zündkerzentafel“ ausgearbeitet.

Das Zündkerzengewinde muß ferner die richtige, passende Länge haben; ist es zu kurz oder zu lang, so stört dies den richtigen Zündvorgang.

Bleibt in einem Zylinder der Funken, die Zündung, die Explosion aus, dann gelangt aus diesem Zylinder unverbranntes, aber noch explodierfähiges Gemisch in den Auspuff, wo es sich leicht noch nachträglich an den anderen heißen Auspuffgasen oder am Auspuffrohr selbst entzünden kann. Man hört dann das Geräusch der Explosion schußartig im Auspuff.

Von der schadhafte Leitung war schon die Rede. Mangelhafter Anschluß an die Klemmschrauben, also schlechter oder gar kein Kontakt, mangelhafte Isolierung können bei allen Leitungsdrähten (Kabeln) als Fehler auftreten. Um sich davor zu schützen, müssen die Anschlüsse genau und fest hergestellt und von Zeit zu Zeit nachgesehen werden.

Kann bei der Suche nach einem Zündungsfehler weder den Zündkerzen, noch den Kabeln eine Schuld zugemessen werden, dann hat man noch die verschiedenen Kontakte beim Verteiler und beim Unterbrecher im Magnetapparat selbst zu prüfen. Mitunter ist die Schleifkohle des Verteilers abgenützt oder es ist die kleine Feder, die die Verteilerkohle an die Kontakte drückt, ermüdet oder gebrochen. Schließlich kann sich durch den Staub der Verteilerkohle eine leitende Brücke zwischen zwei oder mehreren Verteilerkontakten bilden, sodaß zwei oder mehrere Zylinder gleichzeitig Zündung bekommen, was unter Umständen zu beträchtlichen Störungen führt, besonders dann, wenn eine dieser Fehlzündungen in den Saughub eines Zylinders fällt, wodurch Rückschläge des brennenden Gemisches in den Vergaser auftreten können.

Neben dem Verteiler kann auch der Unterbrecher Anlaß zu Störungen geben, besonders dann, wenn Öl an die Platinkontakte gelangt und hier isolierend wirkt. Dann muß gründlich gereinigt werden. Die Platinkontakte selbst nützen sich im Verlauf der Zeit ab, müssen daher nachgestellt werden.

Es empfiehlt sich daher, den Magnet, von Zeit zu Zeit nachzusehen, den Verteiler und den Unterbrecher zu reinigen, dessen Kontakte auf richtigen Abstand einzustellen. Dann ist bei der heutigen Betriebssicherheit der Magnetapparate kaum eine ernstliche Fahrtstörung zu befürchten.

Besonders vorsichtige Fabriken haben ihre Wagen mit Doppelzündung ausgerüstet. Die Batterie dient dann zum Anlassen, weil sie sofort Strom liefert, während der Magnet ja nur Strom erzeugen kann, wenn sich sein Anker dreht; und da dessen Antrieb bekanntlich vom Motor ausgeht, liefert der Magnet erst Strom, wenn der Motor arbeitet. Wie ist es denn aber, wenn nur eine Zündung am Wagen ist und die eine magnetelektrische ist?

33. Ankurbeln — Anlasser

Der Motor braucht zum Arbeiten Strom, den der Magnet nur liefert, wenn der Motor arbeitet. Wartet also einer auf den andern und man käme nie zum Wegfahren. Denn der Motor kann nicht von selbst angehen und der Magnet hat keinen Stromvorrat. Was bleibt uns übrig? Dem Motor muß man helfen. Man braucht nur die Motorwelle (Kurbelwelle) so lang zu bauen, daß sie bis ganz nach vorne reicht; dort kann man nun eine Handkurbel aufsetzen und mit ihr die Motorwelle zu drehen beginnen (Abb. 82 und 91). Was wird da geschehen? Da die Welle durch die Kolbenstangen mit den Kolben im Zylinder zusammenhängt, werden die Kolben in ihren Zylindern, je nach ihrer augenblicklichen Stellung, auf- oder abwärts gehen müssen. In einem der vier Zylinder wird also ganz gewiß Gas angesaugt werden, einer wird Kompression haben, in einem werden hochgepreßte Gase auf den Funken warten, der ihnen zur Explosion verhilft. Und nun fragen wir uns, ob diesen Gasen zu einer Explosion verholpen werden kann?

Selbstverständlich!

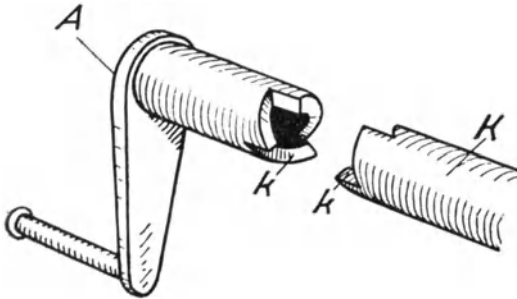


Abb. 91. Andrehkurbel. Kurbelwelle *K* und Andrehkurbel *A* enden in zwei zueinander passenden Eingriffsklauen *k*

Die Kurbelwelle treibt ja nicht nur die Kolben, sondern auch einige Nebenwellen, auf deren einer unser Magnet sitzt. Wenn man also mit der Handkurbel die Motorwelle dreht, treibt man auch gleichzeitig den Magnetanker.

Der erzeugt jetzt bei seiner Drehung Strom und so können in einem Zylinder oft schon bei der ersten Drehung mit der Handkurbel die dort gepreßten Gase explodieren. Wenn das einmal geschehen ist, dann braucht es eigentlich keiner weiteren Hilfe unsererseits. Denn die Explosionskraft bewegt den Kolben viel energischer als wir es vermöchten; jetzt kommt der Motor in Schwung; das Schwungrad tut das seinige dazu und der richtige Gang ist erreicht. Das also ist das sogenannte „Ankurbeln“, „Anlassen“ oder „Anwerfen“ des Motors.

Dabei ist nur zu bemerken, daß die Handkurbel mit der Motorwelle nicht dauernd verbunden bleibt. Will man ankurbeln, so muß man die Kurbel *A* (Abb. 91) zunächst ein Stück nach hinten schieben, bis die Klauen *k* am Ende ihrer Aufsteckhülse die dazu passenden Klauen *k* am Ende der Kurbelwelle *K* erfassen. Dann sind beide, nämlich Handkurbel und Motorwelle, gekuppelt und man kann jetzt andrehen. Springt der Motor an, so eilt die Motorwelle der Handkurbel vor und schiebt so deren Klauenende aus jenem der Kurbelwelle heraus, sodaß die Handkurbel frei wird.

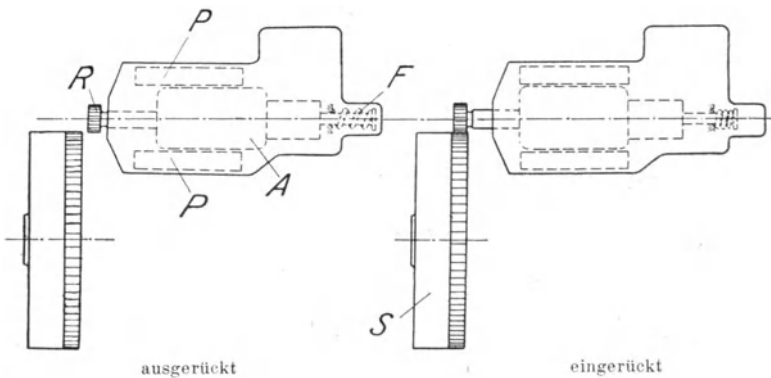


Abb. 92. Anlasser. *R* Ritzel auf Ankerwelle *A*, *F* Rückzugfeder, *P* Elektromagnete, *S* Schwungrad mit Zahnkranz

Beim Handanlassen ist der Zündverstellhebel stets auf Nachzündung einzustellen, damit bei den schließlich eintretenden Explosionen des Motors keine Rückschläge der Handkurbel erfolgen können. Bei Motoren mit selbsttätiger Verstellung des Zündzeitpunktes geht die Zündung bei stillstehendem Motor selbsttätig auf Nachzündung, so daß beim Handankurbeln keine besondere Verstellung der Zündung mehr nötig ist.

Moderne Wagen haben einen Anlasser, der einem die Mühe des Ankurbelns abnimmt (Abb. 92). Dazu dient meist ein kleiner Elektromotor, ein Anker *A*, ähnlich wie bei einem Zündmagnet, aber in der Ruhestellung gegen die Polschuhe, *P P*, etwas versetzt (Stellung links). Auf seiner Welle sitzt ein kleines Stirnrad *R*, Ritzel genannt. Ein Druck auf einen Knopf an der Spritzwand oder ein Tritt auf ein Pedal: und ein elektrischer Strom wird eingeschaltet, der den Anlaßmotor antreibt, das heißt,

den Anker in Drehung versetzt. Dabei wird der Anker, der sich in der Richtung seiner Achse verschieben kann, von den Feldmagneten kräftig in der Achsrichtung ins Magnetfeld zwischen die Polschuhe hineingezogen (Abb. 92 rechts). Nun greift das Ritzel in einen Zahnkranz des Schwungrades *S* ein und versetzt dieses in rasche Drehung. Die Einrichtung ist so getroffen, daß

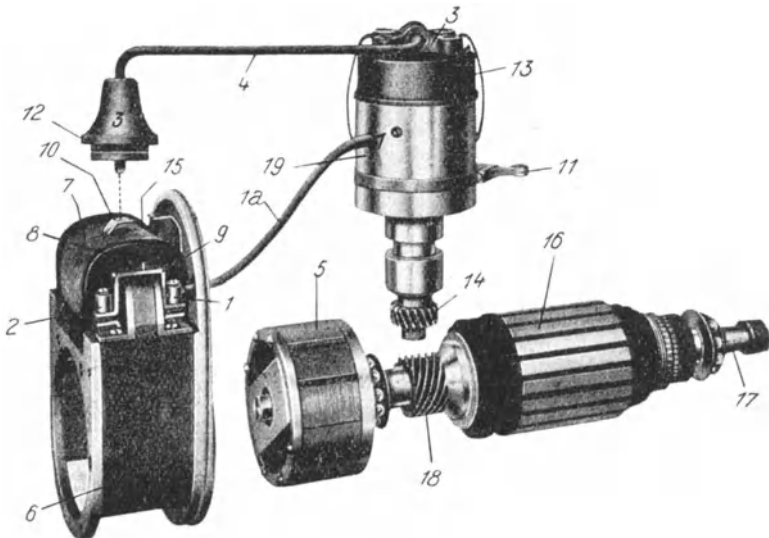


Abb. 93. Bosch-Zünd-Lichtmaschine. Links Anker des Magnetzünders mit Polschuhen, rechts Anker der Lichtmaschine mit Umlaufmagnet, darüber Zündverteiler. 1 Kabelklemme, 1a Kabel zwischen Klemme 1 am Anker und Klemme 1 des Zündverteilers, 2 Kabelklemme (Kurzschlußklemme), 3 Kabelklemme, 4 Kabel zwischen Stromabnehmer und Klemme der Verteilerscheibe, 5 Umlaufmagnet, 6 Polschuhe, 7 Zündanker, 8 Ende der Primärwicklung, 9 Bügel mit Anschlußklemmen, 10 Messingwinkel, 11 Stromabnehmer, 13 Verteilerscheibe, 14 Schraubenrad auf der Verteilerwelle, 15 Sicherheitsfunkenstrecke, 16 Lichtmaschinenanker, 17 Antriebszapfen des Lichtmagnetzünders, 18 Schraubenrad auf dem Lichtmaschinenanker, 19 Zündverteiler

sich der Anlasser nach kurzer Zeit wieder selbsttätig ausschaltet, wobei die Feder *F* den Anker wieder aus dem Magnetfeld herauszieht.

Den Strom für den Anlasser liefert eine Batterie, die während der Fahrt vom Wagenmotor aufgeladen wird. Gewöhnlich gehört diese Batterie zur elektrischen Lichtanlage, wie sie heute in die meisten Wagen eingebaut wird, um Stadtlampen, Scheinwerfer

und Decklicht, die gesetzlich vorgeschrieben sind, elektrisch zu beleuchten. Eine solche Lichtanlage besteht aus einer Dynamomaschine, die Gleichstrom erzeugt, und einer Akkumulatorenbatterie, die diesen Gleichstrom aufspeichern und nach Bedarf wieder abgeben kann. Steht der Motor oder läuft er nur langsam, dann gibt die Batterie Strom fürs Licht ab; läuft der Motor rasch genug, so liefert die von ihm angetriebene Dynamo unmittelbar den Strom für die einzelnen Lampen und Scheinwerfer und gleichzeitig ladet sie die Batterie auf.

Lichtmaschine und Batterie sind nicht dauernd verbunden; ihre Trennung ist nötig, wenn die Spannung der Lichtmaschine, etwa bei zu langsamem Laufen des Antriebsmotors, kleiner wird als die Batteriespannung. Blieben sie dann noch verbunden, so würde die Batterie infolge ihrer höheren Spannung als die stärkere Strom in die Lichtmaschine senden und aus ihr einen Motor machen. Die Abtrennung besorgt ein automatischer *Ladeschalter*. Wenn die Batterie nicht geladen wird, leuchtet überdies am Spritzbrett vor dem Fahrer sichtbar eine Kontrollampe auf.

Der Gedanke liegt nahe, den Zündmagnet und die Lichtmaschine, die beide vom Wagenmotor aus angetrieben werden müssen, zusammenzubauen. Auf diese Weise entsteht dann eine *Zünd-Lichtmaschine*. Bei der Ausführung von Bosch (Abb. 93) sitzen beide Maschinen auf einer gemeinsamen Achse. Abweichend von den Zündmagneten der Bauart Bosch rotiert hier nicht der Anker, sondern der ringförmig gebildete Magnet. Über dem Maschinenblock erhebt sich ein Aufbau, in dem Unterbrecher und Regler untergebracht sind. Da zur Erzeugung des Zündstromes auch eine Batterie verwendbar ist, kann auch sie mit der Lichtmaschine zu einem Ganzen vereinigt werden. Unterbrecher und Verteiler, die ja auch hier notwendig sind, werden dann an die Lichtmaschine angebaut.

Die Lichtmaschine läßt sich auch mit dem Anlaßmotor verbinden; schließlich ist sogar schon versucht worden, den Anlasser, die Lichtmaschine und den Zündstromerzeuger in einer einzigen Maschinengruppe zu vereinigen.

34. Die Kühlung

Unser Augenmerk wollen wir jetzt einem neuen wichtigen Teil zuwenden, dem *Kühler*, und was dazu gehört. Es ist klar, daß die Explosion der Gase ganz bedeutende Hitze entwickelt,

die dann die Zylinderwände sehr stark erwärmt. Durch die äußerst rasche Bewegung des Kolbens im Zylinder — bei manchen Motoren bis zu 6000 Hüben und mehr in einer Minute! — entsteht außerdem bedeutende Reibungswärme, die gleichfalls in die Zylinderwand dringt. So hohen Temperaturen könnte diese auf die Dauer nicht standhalten, die Kolben würden sich dehnen, verziehen, stecken bleiben, die Wände Sprünge bekommen, kurz, wir wären bald am Ende mit unserem Motor und mit der Fahrt. Die Wärme muß daher zum größten Teil aus der Wand wieder heraus, muß abgeleitet werden. Zunächst verringert sich die Erhitzung, wenn man zwischen Zylinder und Kolben Öl bringt, so daß nicht Eisen auf Eisen reibt, sondern eine dünne Ölhaut beide trennt. Nun muß noch die Explosionswärme abgeführt werden. Es ist eine Tatsache, daß ein Körper die aufgenommene Wärme wieder ausstrahlt und dies um so rascher, je größere Oberfläche er hat. Darauf beruht die bei kleinen Motoren noch heute zu findende Luft- oder Rippenkühlung; der Zylindermantel hat außen eine richtige Krause von flachen Krempe n oder R i p p e n (Abb. 94) aufgesetzt, aus denen die Wärme leicht ausstrahlt. Während der Fahrt streicht überdies die Luft (Gegenwind) zwischen diesen Rippen durch und nimmt ihnen immer wieder ihre

Wärme ab. Bei größeren Motoren mit Luftkühlung muß die Kühlluft mit besonderen turbinenartigen Maschinen angesaugt und an den zu kühlenden Zylinderwandungen vorbeigeführt werden.

Die mittleren und großen Wagen begnügen sich aber meistens mit diesem Verfahren nicht. Sie erhalten Wasserkühlung. Hierbei steckt jeder Zylinder in einem Wasserbade. Es ist entweder der einzelne Zylinder oder ein Paar oder der ganze Block von einem Mantel umhüllt (Abb. 95 bis 98); zwischen diesem Mantel und der äußeren Zylinderwand fließt Wasser. F l i e ß t! Ja, denn es muß in beständiger Bewegung sein, wie wir gleich einsehen werden. Der Zylinder kann jetzt seine Wärme zum

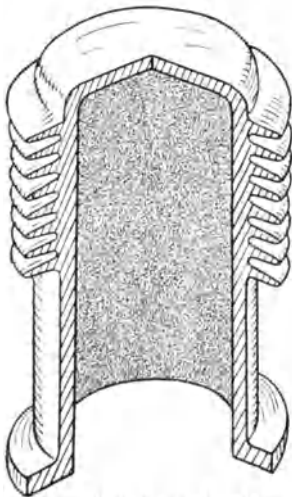


Abb. 94. Zylinder (aufgeschnitten) mit Außenrippen zur Luftkühlung

größten Teil an das ihn umgebende kalte Wasser abgeben; das wird dabei selbst heiß. Mit der dem Zylinder abgenommenen Wärme fließt es weg, um anderem, kälterem Wasser Platz zu machen und um seine Wärme an anderer Stelle selbst wieder loszuwerden. Diese Stelle ist der Kühler (K in Abb. 99). Wie der aussieht, das lassen wir einstweilen beiseite. Wir glauben es zunächst, daß er, wie gesagt, imstande ist, das erwärmte Wasser abzukühlen. Natürlich: irgendwohin muß die Wärme verschwinden, das ist klar; auch hier nimmt letzten Endes alles die Luft auf sich.

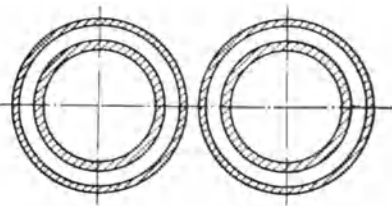


Abb. 95. Einzeln stehende Zylinder, jeder mit eigenen Wassermantel

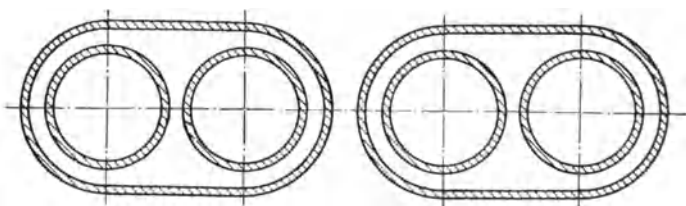


Abb. 96. Einzeln stehende Zylinder, zu je zwei durch einen Wassermantel zusammengefaßt (Zweiblock)

es ganz gut neuerlich zur Zylinderkühlung brauchen. So macht man es auch. Mit ein und demselben Wasser kühlt man immer

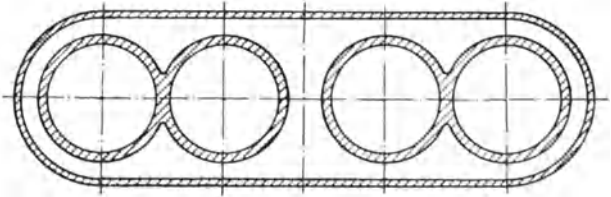


Abb. 97. Vierzylinder; je zwei Zylinder bilden eine Gruppe; Wassermantel gemeinsam

wieder den Zylinder. Darum also muß es fließen! Das Wasser fließt beständig vom Zylinder zum Kühler und vom Kühler zurück

zum Zylinder; es macht, wie man sagt, einen Kreislauf. Zuerst hat man es in den Kühler oben bei *O* (Abb. 100) hineingeschüttet. Kalt natürlich. Auch der Wassermantel um die Zylinder hat sich dabei ganz füllen können. Das Wasser füllt jetzt alle Räume aus und steht ganz ruhig bis zum Beginn der Arbeit des Motors. Sobald der

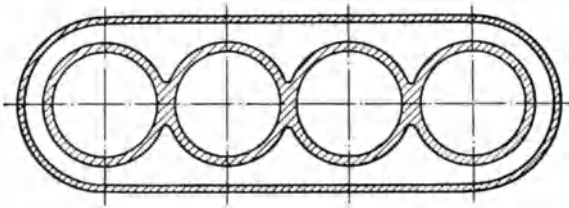


Abb. 98. Vierzylinder-Einblock, von gemeinsamem Wassermantel umschlossen

Motor läuft, werden die Zylinderwände immer wärmer, ebenso das Wasser herum. Wie jeder Körper in der Wärme sich ausdehnt, tut das auch das Wasser. Dabei wird es leichter und steigt, ähnlich wie erwärmte Luft im Zimmer, in die Höhe. Schließlich gelangt das ganze Wasser in Bewegung, weil dem aufsteigenden

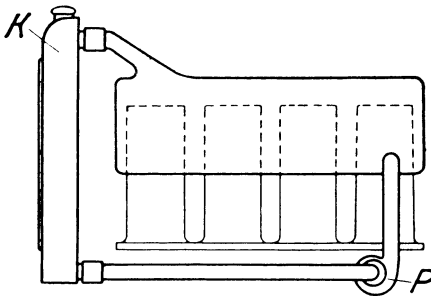


Abb. 99. Vierzylinder mit Wasserkühlung und Umlaufpumpe. *K* Kühler, *P* Pumpe. Die vier Zylinder stecken mit ihren Köpfen im Wassermantel

erwärmten Wasser das kalte nachdrängt. Die Bewegung beginnt somit im Wassermantel um die Zylinder. Das Wasser strömt ohne weiteres durch das kurze Rohrstück *r* auf dem Kopfe des Zylinderblockes in der Richtung des Pfeiles *b* zum höchsten Punkt des Kühlers. Hier

wird es nun gezwungen, sich auf die oder jene Weise zu zerteilen (Abb. 101).

Es wird durch ein Bündel gerader oder zickzackförmig oder spiralig geschlungener Röhrrchen von rundem, länglichem, viereckigem oder sonst einem Querschnitt durchgezwängt; jedenfalls läßt man es einen weiten Weg, in schmale Streifen zerlegt, durchwandern und gibt fast jedem einzelnen Tropfen Zeit und Gelegenheit, sich bei der Berührung mit den metallischen Wänden der Kühlerröhrrchen gründ-

lich abzukühlen. Diese Röhren selbst geben die dem Wasser entzogene Wärme infolge ihrer großen Oberfläche leicht an die Luft ab, die zwischen ihnen in der Richtung des Pfeiles *L* durchstreicht. Hauptsache ist: das Wasser wird auf dem langen Wege durch den Kühler kalt. Nun ist es als kaltes Wasser wieder schwerer geworden und fällt so ganz natürlich zur tiefsten Stelle des Kühlers hinunter; und dann kann es wieder in den Wasser-

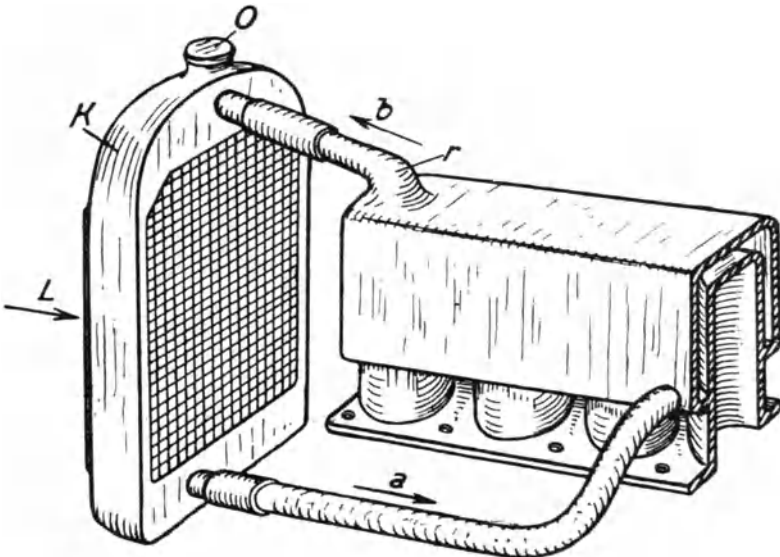


Abb. 100. Vierzylinder mit Wasserkühlung durch natürlichen Kreislauf des Kühlwassers (Thermosiphon), *K* Kühler, *O* Wassereinfüllöffnung, *a* Wasserzulauf, *b* Wasserablauf, *r* Verbindungsrohr zwischen Zylinder und Kühler, *L* Luftströmrichtung

mantel unten durch die Zuleitung *a* eintreten, sich wieder erhitzen, aufsteigen, kühlen lassen, niedersinken usw. Ein besonderes Treibmittel ist zu alledem nicht notwendig. Die Wasserbewegung geht auch ohne äußere Mithilfe vor sich, lediglich weil heißes Wasser leichter ist als kaltes. Solche Kühler, die nur mit dem Temperatur- und Gewichtsunterschied des heißen und kalten Wassers arbeiten, führen die Bezeichnung: *Thermosiphon*.¹ Sie sind sehr verbreitet und bewähren sich vorzüglich.

¹ *Thermos* ist griechisch und heißt warm; das Wort kommt auch vor in *Thermometer*, d. h. Wärmemesser. *Siphon* (nicht: *Syphon*) ist ebenfalls griechisch, heißt Heber und kommt vor in *Siphonflasche*, wo das Wasser auch in einem Rohre senkrecht aufsteigt. *Thermosiphon* also: Wasserheben durch Wärme.

35. Wasserpumpe und Windflügel

Doch hat man auch andere Kühlwerke gebaut, bei denen man das Wasser künstlich und zuverlässig mit einer P u m p e



Abb. 101. Kühler (ausgeführt von der Windhoff A.-G. Berlin) mit geraden wag- und senkrechten Wasserkanälen, meist als sogenannter Bienenkorbkühler bezeichnet; oben die Einfüllöffnung, unten links und rechts die Pratzen zur Befestigung am Wagenrahmen

durch den Kreis treibt (Abb. 99, *P*). Eine Kühlwasserpumpe, bei der das Wasser durch ein Schaufelrad umgetrieben wird, sieht man auf Abb. 102.

Die Kühlwasserpumpe wird, wie so vieles andere, auch von der Motorwelle aus betrieben, entweder durch Zahnräder oder durch Ketten. Sie bietet eine sichere Gewähr, daß das Wasser in dauerndem Umlauf bleibt, daß es rasch fließt und so die Kühl-

wirkung steigert, solange die Pumpe in Ordnung und solange Wasser vorhanden ist.

Daß die Kühlerwände selbst durch Luft gekühlt werden, haben wir schon gehört. Die Luft muß daher durch die freien Räume zwischen den Kühlkammern (Röhren, Kanälen, Zellen usw.) gut durchstreichen können. Dabei erwärmt sie sich an den Kühlerwänden und zieht mit dieser Wärme beladen ab.

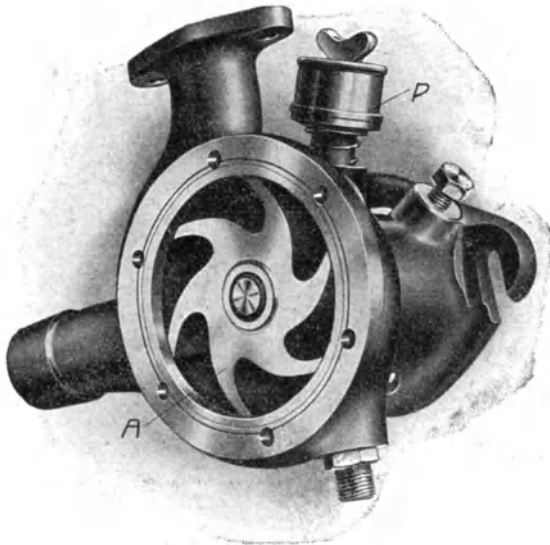


Abb. 102. Kühlwasserpumpe (von einem Benz-Wagen)
A Schaufelrad, P Schmiervase (Staufferbüchse)

Meist unterstützt man die Kühlung, indem man knapp hinter dem Kühler einen Windflügel (Ventilator) einbaut, den wieder der Motor in der Regel mit Hilfe eines Riemens treibt (siehe Abb. 103). Dieser Flügel saugt dann die beim Fahren an die Vorderwand des Kühlers anprallende Luft noch kräftiger durch die engen Zwischenräume des Kühlers hindurch und führt sie auch rasch wieder nach unten oder hinten oder seitlich durch Schlitze in der Motorhaube ab. Das erhöht natürlich wesentlich die Wirksamkeit des Kühlers. Mitunter ist auch das Schwungrad der Kupplung selbst als Windflügel ausgebildet.

Die Kühlanlage neigt zu Betriebsstörungen mannigfaltiger Art. Schon das Wasser selbst kann solche hervorrufen. Aus hartem, kalkhaltigem Wasser setzt sich bei hoher Erwärmung leicht sogenannter Wasser- oder Kesselstein ab, legt sich an die Innenwände an und sperrt schließlich den Durchfluß ab. Man hat selbst die immerhin weiten Verbindungsrohrstücke zwischen Motorblock und Kühler mit Stein mehr oder weniger erfüllt gefunden. Noch schädlicher wirkt diese Ablagerung

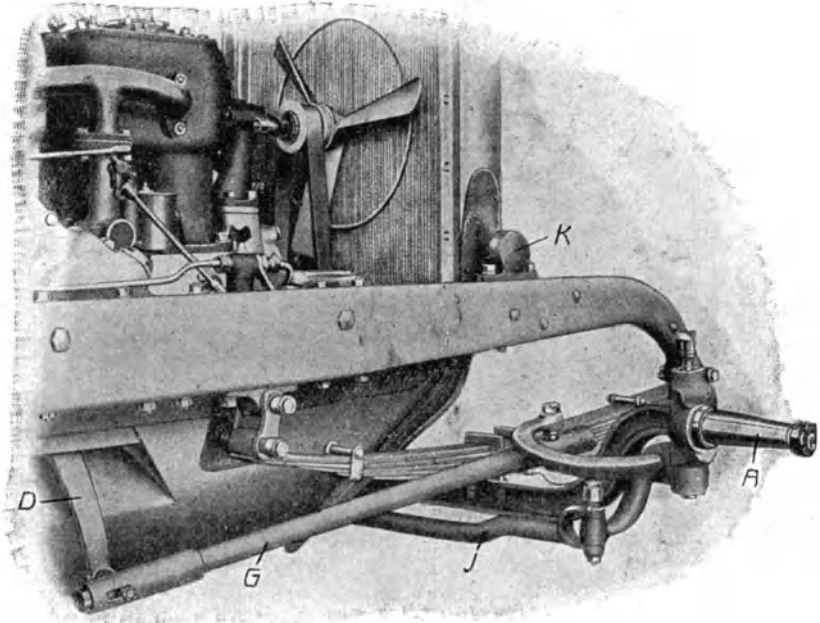


Abb. 103. Vordergestell eines Benz-Wagens. Bei *K* ist die rechtsseitige Lagerung des Kühlers auf dem Wagenrahmen zu sehen. Hinter dem Kühler der 3-schaulige Windflügel, mit einem Riemen getrieben. Das Bild zeigt noch einen der beiden Zylinderblöcke mit dem angeschraubten T-förmigen Ansaugrohr des Vergasers und den Vergaser selbst, ferner das Lenkgestänge (*D, G*), das zu dem rechten Achsschenkel *A* führt

in den engen Röhrcn und Kanälen des Kühlers. Wenn man reines, kalkfreies Wasser verwendet, oder noch besser abgekochtes, kann das nicht vorkommen. Jedenfalls soll man das eingefüllte Wasser stets wieder verwenden, auch wenn man gezwungen ist, es einmal aus der Kühlanlage abzulassen. Hat man aber nach sehr langer Betriebszeit doch Wasserstein im Kühler, so kann man ihn mit Salzsäure (1 kg auf 20 Liter Wasser) lösen; den hierauf entleerten Kühler muß man mit Sodalösung und frischem Wasser ordentlich nachspülen, um die letzten Säurereste herauszubekommen.

Wasserverluste, die durch Verdunsten oder Verdampfen immer entstehen können, müssen natürlich zeitweilig durch Wasserzusatz wieder ergänzt werden.

Gewiß hat mancher schon „dampfende“ Kühler gesehen. Das tritt ein, wenn man lange langsam und mit hoher Drehzahl fährt oder das Kühlwasser nicht rasch genug umläuft oder durch sonst eine Störung in der Kühlung die Zylinder sich so stark erhitzen, daß an ihnen das Kühlwasser sich bis zur Siedetemperatur erwärmt und dampfend in den Kühler kommt, von wo es durch ein innen angeordnetes Überlaufrohr zur Erde abfließt.

Man muß bei kochendem Kühler jedenfalls stehen bleiben und warten, bis sich die Maschine etwas abgekühlt hat. Man hüte sich davor, etwa die Abkühlung dadurch zu beschleunigen, daß man das kochende Wasser aus dem Kühler abläßt und eiskaltes einfüllt. Das hat gewöhnlich Sprünge in den Gußteilen des Motors zur Folge.

Schließlich kann das Wasser auch durch Undichtheiten, vor allem im Kühler sowie in dessen elastischen Anschlüssen verloren gehen. Der Kühler muß, wo es nötig ist, neu gelötet werden.

Besonders empfindlich ist natürlich die Kühlanlage im Winter. Um die richtige Betriebstemperatur von etwa 70° bis 80° — die man am besten an einem bequem sichtbaren Thermometer im Kühlereinfüllstutzen kontrollieren kann — zu sichern, empfiehlt es sich, bereits in der kälteren Herbstzeit die Kühlwirkung durch besondere Kühlerdecken abzuschwächen. Auch den Ventilator kann man abstellen, wenn es sich nicht gerade um eine Bergfahrt handelt.

Besteht schließlich Frostgefahr, so erniedrigt man den Gefrierpunkt des Wassers durch Beigabe von Glycerin und Holzgeist. Und wenn der Wagen an nicht frostfreiem Ort übernachten muß, ist immer zur Sicherheit das Wasser aus dem Motor abzulassen.

Ist das Wasser in der Kühlanlage doch einmal eingefroren, so muß es durch sanftes Anwärmen wieder völlig aufgetaut werden, ehe man den Motor anlassen kann.

Auch wenn der oben erwähnte Treibriemen des Ventilators, reißt oder schlaff geworden ist und gleitet, so verschlechtert sich sofort die Kühlung; dies kann unter Umständen eine übermäßige Erhitzung der Zylinderwände nach sich ziehen. Außer den schon erwähnten Betriebsstörungen kann dies mitunter dazu führen, daß das in einen solchen Zylinder einströmende Gasgemisch sich noch während des Einströmens an der heißen Zylinderwand sofort, auch ohne elektrischen Funken, vorzeitig entzündet und nun brennend durch das beim Einströmen offene Einlaßventil in den Vergaser zurückschlägt: eine weitere Ursache des schon früher besprochenen Vergaserbrandes.

36. Die Schmierung

Einen wesentlichen Teil der Zylinderkühlung übernimmt neben Wasser und Luft ein davon recht verschiedener Stoff: das Schmieröl. Es hilft mit, die Wärme der Zylinderwände abzuführen und verhindert so gleichfalls, daß sich dort schädliche Hitze anstaut. Damit ist seine Aufgabe an dieser Stelle aber noch nicht erschöpft. Dadurch, daß es sich zwischen die innere Zylinderwand und den Kolben mit seinen Ringen schmiegt und keinen hohlen Raum unausgefüllt läßt, bewirkt es zugleich einen vollkommen dichten Abschluß dieser Teile gegeneinander, wie es durch diese allein niemals erzielbar wäre. Von der dritten Leistung des Öles war bereits die Rede; es ist seine wichtigste: nämlich die aufeinander gleitenden Metalle durch ein elastisches feinstes Häutchen, durch eine Art Ölfilm, voneinander zu trennen und so die Reibung ganz bedeutend herabzusetzen, die ohne Öl trocken, hart und heiß wäre. So werden die reibenden Flächen weniger warm und nützen sich weniger ab.

Überall, wo Reibung auftritt, ist darum ausgiebige Schmierung erforderlich. Solcher Stellen gibt es nun noch genug bei unserem Wagen. Da sind zunächst alle Lager der zahlreichen Wellen, also jene Stellen, in denen die Wellen gestützt sind und in denen sie sich gleichzeitig frei drehen können. Sollen diese nicht heißlaufen, so müssen sie mit Öl versorgt werden. Da sind vor allem die so wichtigen Kurbelwellenlager, die oberen und unteren Pleuelstangenlager, die Kolbenbolzen. Da sind die Getriebe, die Ketten, die Kardangelenke (mit Ausnahme der Hardyscheiben), in Öl laufende Kupplungen; die Federgehänge, die Federblätter selbst, die Radlager usw., kurz alles, was sich bewegt und einem Verschleiß ausgesetzt ist, muß auf diese Weise geschützt werden.

Nicht alle Stellen brauchen gleiches Öl; der Motor verlangt ein ziemlich flüssiges Öl: ein dickeres Sommeröl, ein dünner fließendes Winteröl; für Getriebe und Differenzial wird meist dickes Öl am Platze sein, mitunter mit Fett gemischt; hier ist es am besten, das von der Wagenfabrik empfohlene Schmiermittel zu verwenden. Mit festerem, sogenannten konsistenten Fett werden versorgt die Federbolzen, die Kardangelenke, die beweglichen Teile der Lenkvorrichtung; hiezu dienen gewöhnlich die als Staufferbüchsen bekannten Schmiervasen, wie eine zu sehen war auf Abb. 102 bei *P*.

Die Ausführung der Schmierung ist noch immer bei den einzelnen Fabriken recht verschieden. Wenn wir zunächst die mit flüssigem Öl zu versorgenden Hauptschmierstellen betrachten,

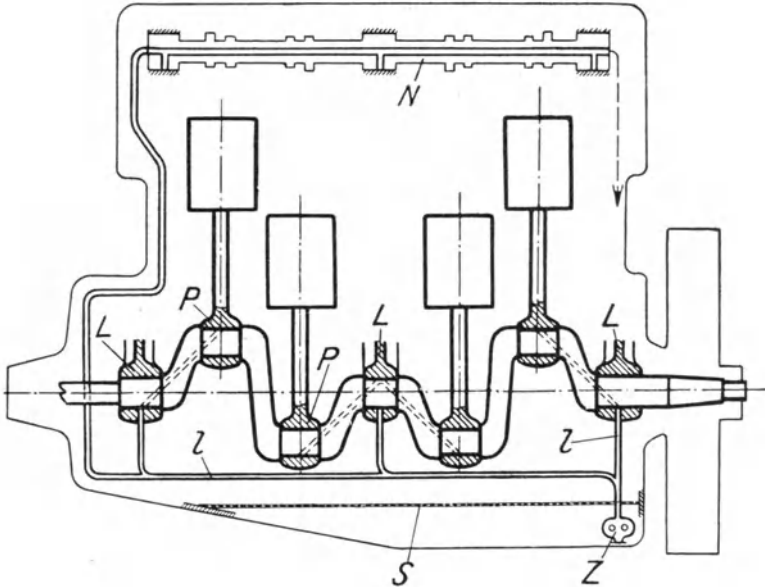


Abb. 104. Druckschmierung. Z Ölpumpe mit Druckleitungen l zu den Lagern L und P an der Kurbelwelle und einer Steigleitung zu den Lagern der Nockenwelle N , S Ölsieb, Z Pumpe

also Kurbelwellenlager, Pleuelstangenköpfe, Kolben und Kolbenbolzen, so finden wir als älteste und einfachste Methode die Sprühölung. Der unterste Teil des geschlossenen Kurbelgehäuses dient in diesem Fall als Öltrog, in den die unteren Pleuelstangenenden bei jedem Niedergang mit den an ihnen angebrachten Schöpflöffeln eintauchen. Die Pleuellager erhalten hierbei reichlich Öl und dann wird dieses aus den Lagern der rasch umlaufenden Kurbelwelle hinausgeschleudert und spritzt als feiner Dampf im ganzen Gehäuse herum, bis hinauf zu den Kolbenbolzen, aus deren Lagern es in die Zylindergleitflächen überfließt. Das abtropfende Öl fällt in den Öltrog zurück.

Will man aber sicher sein, daß das Öl in der entsprechenden Menge an einen bestimmten Punkt auch wirklich hinkommt, dann muß man das Öl zwangsläufig dahin leiten. So kann

man finden, daß beispielsweise (Abb. 104) an die festen Kurbelwellenlager L Leitungsröhrchen l angeschlossen sind, in denen das Öl den Lagern zufließt oder ihnen von einer Pumpe Z zugeedrückt wird, die z. B. so aussieht wie die in Abb. 105 gezeigte. Bei dieser Pumpe laufen im Innern des Gehäuses zwei

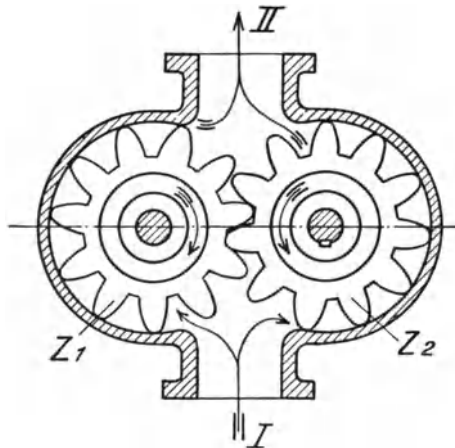


Abb. 105. Zahnradpumpe, Z_1 Z_2 Zahnräder
I Zulauf II Ablauf

Zu beachten die Pfeile!

Das Öl wird von den Zahnflanken jedes Rades in dessen Drehrichtung mitgenommen, teilt sich also nach links und rechts vor den Rädern in zwei Arme, die sich hinter ihnen wieder vereinigen

Zahnräder gegeneinander, die das ihnen zufließende Öl (Pfeil I) in ihrer Drehrichtung mitnehmen und längs des Zahnkranzes zwischen Zahnücke und Gehäusewand weiterschieben. Auf der dem Eintritt gegenüberliegenden Stelle (Pfeil II) wird das Öl in die Ölleitung gedrückt. Diese Art der Schmierung heißt **D r u c k s c h m i e r u n g**. Ist die Kurbelwelle, wie in Abb. 104 angedeutet, durchbohrt, so kann das Öl aus den festen Lagern L durch die Bohrungen zu den beweglichen Lagern P der Pleuelstangen fließen und durch die Pleuelstangen, wenn sie hohl sind, oder sonst in entlangführenden Leitungen zu den Kolbenbolzenlagern aufsteigen, sofern diese nicht einfach mit Sprühöl versorgt werden. Das abtropfende Öl fließt immer wieder durch das Sieb

in den Öltrog zurück, von wo es durch die Pumpe neuerlich in Umlauf gesetzt wird (Umlauf-Druckschmierung).

Es gibt auch Schmieranlagen, bei denen für jede Schmierstelle und Druckleitung eine eigene kleine Pumpe besteht, wobei alle diese kleinen Pumpen in einem gemeinsamen Gehäuse, meist an der Spritzwand zusammengefaßt sind (Friedmann, Bosch).

Der Fahrer muß nicht nur darauf sehen, daß alle schmierbedürftigen Teile genug Öl erhalten; er muß auch verhüten, daß sie zuviel bekommen. So wäre es beispielsweise ganz schlecht, die Zylinder übermäßig zu schmieren; das überschüssige Öl würde verbrennen und die verbrannten Ölgase würden mit den verbrannten Benzingasen den Auspuff als dicker, stinkender Qualm verlassen. „Belästigende Rauchentwicklung“, heißt es in der Automobil-Verordnung (§ 2), muß verhindert werden. Man wird sie also, um sich nicht strafbar zu machen, vermeiden. Die Ölkontrolle ist daher eine wichtige Aufgabe jedes gewissenhaften Fahrers. Darum wird z. B. von der Hauptölleitung eine Abzweigung zu einem Manometer an der Spritzwand geführt, das den Öldruck und damit das sichere Umlaufen des Öles anzeigt; oder ein Kontrollämpchen an der Spritzwand leuchtet auf, sobald der Druck in der Ölleitung nachläßt. Oder in einem Schauglas erscheinen in den Schlitzen einer weißen Scheibe rote Flächen, wenn die Pumpe kein Öl fördert.

Auch vor Verschlechterung muß das Öl bewahrt werden. Das von den Schmierstellen zurückwandernde Öl ist niemals so rein wie frisches; es führt Staub, Schmutz, feine Metallstäubchen mit, die die Schmierung stören würden. Man legt daher großen Wert darauf, das rückfließende Öl vor neuerlicher Verwendung sorgfältig von allem anhaftenden Beiwerk nicht nur in den Sieben des Kurbelgehäuses, sondern noch in besonderen Ölfiltern zu befreien.

Eine Einbuße an Schmierfähigkeit erleidet das Öl unter anderem auch durch die viel gefürchtete Verdünnung. Dazu kann es leicht bei undichten Kolbenringen kommen, wenn hier, namentlich beim Verdichtungshub, das Gemisch zwischen Kolben und Zylinderwand entweicht und sich im Kurbelgehäuse mit dem Öl mischt. Um daher den Benzindämpfen, die etwa ins Kurbelgehäuse gelangen, einen Austritt zu ermöglichen, ist dieses oben entlüftbar. Gewöhnlich ist dieser Entlüfter zugleich der Ölein-

füllstutzen, dessen Verschuß die zum Entweichen aller Dämpfe, auch der Öldämpfe und der Luft, dienenden Öffnungen erhält.

Wenn nun auch heute ganz ausgezeichnetes Öl erhältlich ist, das man Tausende von Kilometern immer wieder verwenden kann, so wird auch das beste Öl allmählich unbrauchbar und muß durch frisches ersetzt werden; und selbstverständlich muß für alles Öl, das durch Verdampfen, Verbrennen oder sonstwie verloren geht, Frischöl nachgeschafft werden.

Außer den Stellen, denen das Öl aus einem gemeinsamen Behälter zufließt, gibt es an jedem Wagen eine Anzahl von Einzelschmierstellen mit besonderen Gefäßen, in denen der Schmierstoff gewöhnlich als schmalzähnliches Fett eingefüllt ist, wie in den früher erwähnten Staufferbüchsen. Wieder andere Betriebs- teile arbeiten in förmlichen Öl- oder Fettbädern, wie die Räder des Wechselgetriebes oder des Differenzials.

In neuester Zeit hat man versucht, dem Fahrer auch das Schmieren der einzelnen Wagenteile abzunehmen, indem von einer einzigen zentralen Stelle aus durch Druck auf einen Knopf alle schmierbedürftigen Teile mit der angemessenen Ölmenge versorgt werden (System B o w e n).

37. Bremsen

Nun gibt es aber auch Stellen, wo man trotz der dort auftretenden großen Reibung peinlich jeden Tropfen Öl vermeiden muß: das ist an den Bremsen. Vorgeschrieben sind zwei von einander unabhängige, kräftig wirkende Bremsen, von denen jede für sich allein den Wagen zum Stehen bringen muß. Die eine ist gewöhnlich eine Fußbremse, also mit einem Fußhebel oder Pedal zu bedienen; die zweite Bremse wird durch einen Handhebel seitlich vom Fahrer, rechts oder links, angezogen.

Von jedem dieser Hebel führt eine Verbindung zur eigentlichen Bremse: entweder ein starres Gestänge oder ein Drahtseil oder ein flaches Band. Auch kann die Verbindung teils aus Gestänge, teils aus Seil bestehen.

Bremsen kann man jeden sich drehenden Teil des Wagens, also vor allem die Wellen und die Wagenräder. Bei gewöhnlichen Wagen bremst man am Umfang der Wagenräder, beim Kraft-

wagen wäre das wegen der Gummireifen nicht zweckmäßig; vielmehr setzt man auf die Räder oder Wellen besondere Bremsstrommeln, an die man Bremsbacken von innen oder außen anpreßt. Bei älteren und bei manchen ausländischen Wagen findet man um die Bremsstrommel ein Stahlband gelegt, das sich festziehen läßt.

Das Wesen der Bremswirkung beruht immer darauf, daß man der Bewegung einen entsprechenden Widerstand entgegensetzt. Dies geschieht, indem man auf den Umfang der umlaufenden

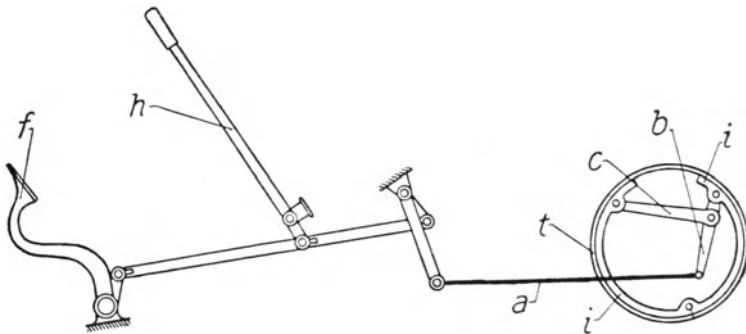


Abb. 106. Anordnung einer Hinterradbremse (Austro-Daimler), die zugleich von Fuß wie von Hand aus angezogen werden kann. *f* Fußhebel (Pedal), *h* Handhebel, *a* Drahtseil, *i* Bremsbacken, *t* Bremsstrommel, *b, c* Spreizhebel für die Bremsbacken

Welle oder einer mit ihr fest verbundenen Brems Scheibe einen so starken Druck wirken läßt, daß er die Drehung aufhält. Man drückt den Fußtritt nieder oder zieht den Handhebel an: und das Band oder das Backenpaar rückt immer näher an die sich drehende Welle oder Scheibe, legt sich schließlich an diese, preßt sich an und hemmt ihre Bewegung. Das kann nun an der Hauptwelle des Getriebes oder an der Differentialwelle (Kettenwagen) oder an Brems Scheiben der Hinterräder oder der Vorderräder geschehen.¹

Die Abb. 106 zeigt eine Innenbackenbremse, die hier sowohl

¹ Das Gesetz schreibt vor, daß eine der Bremsen unmittelbar auf die Triebräder, also in der Regel die Hinterräder, oder auf Teile, die mit diesen fest verbunden sind, wirken muß. Und diese Bremse muß feststellbar sein.

mit Pedal wie von Hand aus angezogen werden kann. Die Verbindung mit der Bremse stellen starre Hebel und ein Zugseil her. Die Bremse selbst besteht aus der äußeren Bremstrommel *t*, die mit der Antriebswelle fest verbunden ist und sich daher mit ihr dreht, und aus den inneren Bremsbacken *i*, die sich nicht mit der Trommel drehen dürfen und daher mit der Hinterachsbrücke verbunden sind. Sie hängen mit einem Bolzen auf einer Scheibe, die fest auf der Hinterachsbrücke sitzt (Abb. 107).

Zieht man das Drahtseil *a* (Abb. 106) mit Hilfe des Pedals *f* oder des Handhebels *h* an, so bewegen sich die Hebel *b* und *c*, die an den

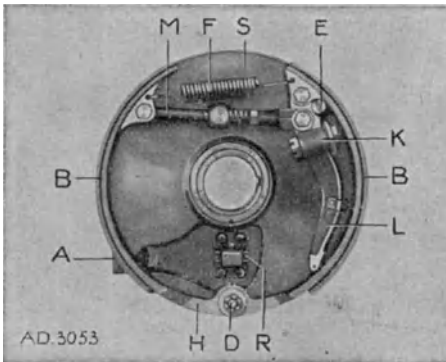


Abb. 107. Hinterradbremse (Austro-Daimler). Aufhängung der Bremsbacken *BB* mit ihrem Träger *H* im Bolzen *D* auf Scheibe *S*, die fest auf der Hinterachsbrücke sitzt. *L* Bremshebel, *K* Klemme zur Seilbefestigung, *E* Abstützbolzen, *M* Spreizhebel, *F* Feder zur Rückführung der Bremsbacken in die freie Lage, *R* Seilführungsrolle, *A* Seilablauföffnung

Backen hängen, spreizen diese Backen auseinander und drücken sie an die Innenwand der umlaufenden Bremstrommel fest an. Das gibt Reibung, immer mehr Reibung, je fester man das Pedal niedertritt oder den Handhebel anzieht; immer

langsamer wird die Trommel und mit ihr die Welle laufen, auf der sie sitzt, und mit der Welle die Wagenräder und damit der Wagen selbst. Die Backen werden aus Grauguß oder Leichtmetall (Aluminiumlegierung)

hergestellt und erhalten meist einen die Bremswirkung steigernden Belag aus Ferodo oder Jurid (Asbestgewebe mit Drahteinlagen), der mit Kupfernieten befestigt wird und, wenn abgenützt, einfach ausgewechselt werden kann.

Am häufigsten werden die Backen, wie in Abb. 108 zu sehen ist, durch einen sogenannten Bremsnocken oder Bremsknebel auseinandergedrückt und zwar gegen die Kraft einer Feder, die die Backen für gewöhnlich zusammenzieht, damit sie nicht auf der Trommel schleifen. (Auf Abb. 107 bei *F* zu sehen.) Der Bremsnocken läßt sich durch einen Bremswellenhebel mittels einer Zugstange oder eines Seiles drehen, wobei er sich gegen die freien Enden der Bremsbacken spreizt.

Da die Hinterachse aus zwei Teilen besteht, müssen auch zwei Bremsen da sein, für jede Achshälfte, also an jedem Hinterrad eine Trommel, zu der je ein Gestänge führt; beide Gestänge vereinigen sich und werden gleichzeitig von einer einzigen Stelle aus beordert. Nun soll natürlich die Bremswirkung an jedem Rad annähernd gleich stark sein; indessen können sich die beiderseitigen Gestänge verschieden dehnen, die Backen ungleich abnutzen und ähnliches; solche Verschiedenheiten müssen wieder ausgeglichen werden. Die besondere Ausbildung des Gestänges zu diesem Zweck heißt darum „Bremsausgleich“. Auf die mannigfachen Ausführungen kann hier nicht eingegangen werden. Das Beispiel eines einfachen Bremsausgleiches gibt Abb. 109.

Ebenso wie an den Hinterrädern lassen sich Bremsstrommeln auch an den Vorderädern anbringen. Die Ausführung ist hiebei

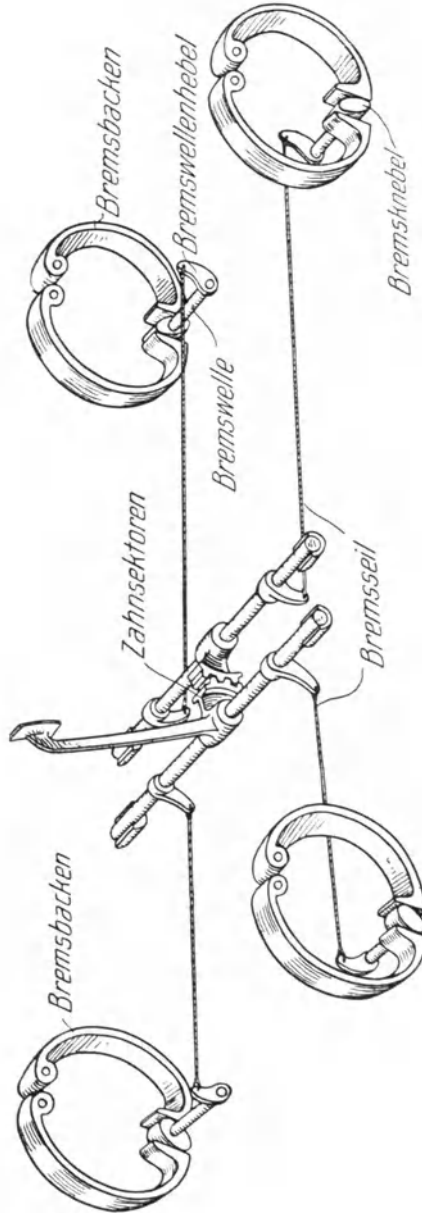


Abb. 108. Vierradbremse. Ein einziges Pedal (in der Mitte) dreht beim Niedertreten die vordere Bremswelle, auf der es sitzt, und zieht damit die Vorderradbremse unmittelbar an; durch Vermittlung zweier Zahnsektoren wird die zweite Bremswelle mit verdreht und dadurch der Anzug der Hinterradbremse erreicht

nicht ganz einfach, weil ja die Vorderräder auch zur Lenkung dienen. Weder darf das Lenken während des Bremsens gestört sein, noch selber das Bremsen erschweren. Im übrigen sind die Vorderradbremsen im Wesen den früher beschriebenen gleich. Es ist erwiesen, daß Wagen mit Vierradbremsen, also Bremsen, die gleichzeitig auf alle vier Wagenräder wirken, ein erheblich rascheres Bremsen gestatten; man kann einen solchen Wagen auch bei schnellem Tempo auf ziemlich kurze Strecke sicher zum Stehen bringen.

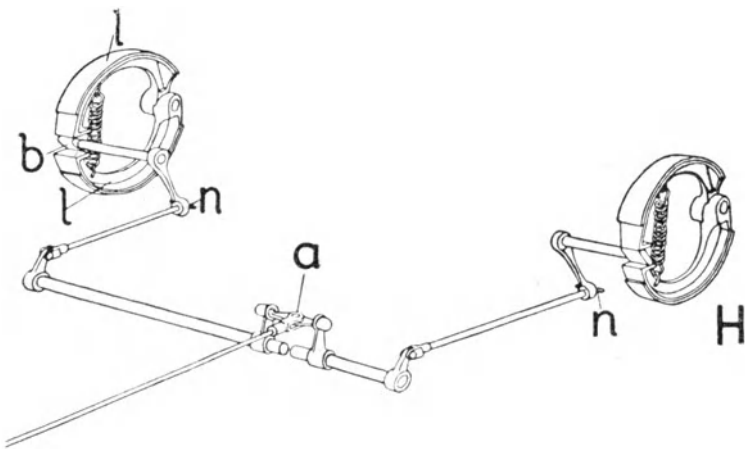


Abb. 109. Bremsausgleich. (Steyr) H Hinterradbremsen, l Bremsbacken, b Bremsknebel, n Nachstellschrauben, a Bremsausgleich

Aus der Abb. 108 ersieht man ohne viel Worte, wie ein einziges Pedal die an jedem der vier Wagenräder angebrachten Bremsen gleichzeitig anziehen kann.

Daß die Bremsen für die Sicherheit des Fahrens der entscheidendste Maschinenteil sind, bedarf wohl keiner Begründung. Es würde doch niemandem einfallen, sie etwa wegzulassen. Aber es genügt natürlich nicht, daß sie da sind, sie müssen auch dauernd betriebsbereit sein. Dies verlangt auch dauernd sorgfältige Pflege und regelmäßige Nachschau, die sich auf Gestänge, Backen (Band) und ihre Verbindung gleicherweise erstrecken muß. Die Backen oder deren Beläge nützen sich allmählich ab und legen sich dann nicht mehr an die Trommel an, was man beim Anziehen merken kann. In diesem Fall kann man das Gestänge,

das in ein Gewinde endigt, durch ein paar Drehungen der auf das Gewinde aufgeschraubten Flügelmutter verkürzen und damit die Bremse nachstellen (Abb. 109 bei n, vergrößert in Abb. 110 gezeigt). Wenn man ein Drahtseil nachstellen soll, muß erst die Befestigung der Endschleife gelöst werden, worauf das Seilende angezogen und in seiner neuen Lage wieder befestigt wird.

Jede der beiden Bremsen soll nach der Vorschrift allein den Wagen in angemessener Zeit zum Stillstand bringen können. Was als angemessene Zeit zu gelten hat, ist hiebei nicht gesagt; es ist auch nicht leicht zu sagen, besonders da dies von der Fahrgeschwindigkeit und der Beschaffenheit der Straße wesentlich abhängt. Je schneller man fährt und je schlüpfriger der Boden, desto länger wird es dauern, bis man seinen Wagen abbremst. Bei mittlerer Geschwindigkeit, etwa 50 km in der Stunde, und trockener, fester Fahrbahn kann man nach verschiedenen Versuchen mit einer Bremszeit von

4 bis 5 Sekunden rechnen. Nasse, schlüpfrige, mit Schnee bedeckte oder gar vereiste Fahrbahn erhöhen diese Zeit ganz bedeutend und ebenso höhere Geschwindigkeiten.

Eine beinahe selbstverständliche Vorschrift ist es, daß die Bremse nicht nur bei der Vorwärtsfahrt wirksam sei, sondern auch beim Zurückfahren, oder daß sonst eine zuverlässige Vorrichtung auch auf starken Steigungen das unbeabsichtigte-Zurückrollen sicher verhüte; dies tut beispielsweise eine Bergstütze, wie man sie an schweren Lastwagen findet: als Rohr oder Eisenstange mit spitzem Ende und mit Scharnieren an der Unterseite des Wagens befestigt.

38. Bremsen mit dem Motor

Zwischen Trommel und Backen darf niemals Öl kommen. Denn dies würde die Reibung vermindern und das Bremsen unmöglich machen.

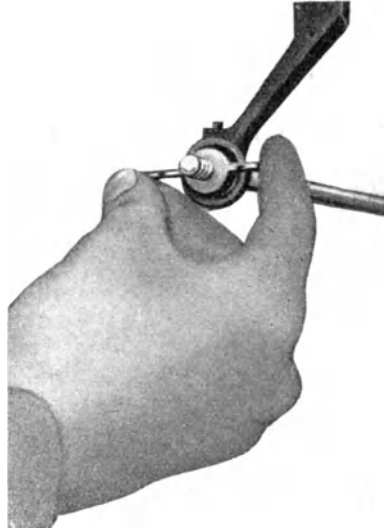


Abb. 110. Bremsnachstellung im Gestänge (Steyr), zu Abb. 109

Da es aber auch sonst vorkommen kann, daß die Bremsen versagen, z. B. bei Bruch eines Gestängehebels oder bei Seilriß, muß man sich auch ohne Bremsen helfen können. Man kann mit dem Motor selbst bremsen. Viele Fahrer wissen das auch und wenn man sie fragt: wie wird das gemacht? geben sie rasch die richtige Antwort: Zündung ausschalten, niedrige Geschwindigkeit einschalten. Aber warum jetzt der Wagen gebremst wird, das weiß nicht mehr jeder zu sagen. Es ist aber ganz einfach.

Bremsen heißt ja: die Bewegung hemmen. Um die Wellen oder Räder kann es sich beim Bremsen mit dem Motor nicht handeln, denn die haben ihre eigenen Bremsen, die aber versagt haben. Was bewegt sich noch? Die Kolben. Was haben wir denn gemacht? Die Zündung ausgeschaltet. Da gibt es also keine Explosionen mehr, keine Arbeitshübe; unter solchen Umständen würde jeder Motor die Arbeit mit der Zeit einstellen. Das hieße wohl: auslaufen, aber noch nicht: bremsen! Wir müssen doch den Schwung des Wagens und des von ihm getriebenen Motors rasch dämpfen. Sehr einfach: man hängt ihm eine Last an; die größte, die man hat: den ganzen Wagen. Der Motor, dem man die Zündung genommen hat, liegt ohnehin schon in den letzten Zügen; jetzt soll er noch den Wagen ziehen — das gibt ihm den Rest, er stirbt rasch ganz ab. Kommt noch dazu, daß er bei den letzten Hüben, als er noch ein bißchen Schwung hatte, Gas oder Luft angesaugt hat und das bißchen Kraft auch noch herhalten muß, um diese zusammenzupressen. All das zusammen gibt eine verhältnismäßig rasche Bremswirkung. Man nennt es oft nicht ganz zutreffend: mit der Kompression bremsen.

Besonders wichtig ist die Methode, mit dem Motor zu bremsen, für eine längere Talfahrt, bei der man sie zur Schonung der Bremsen und um ihnen Zeit zum Abkühlen zu geben, anwenden wird. Wenn man nun mit abgestelltem Motor bergab fährt, so kehren sich die Antriebsverhältnisse gänzlich um. Der Motor kann jetzt nicht ziehen, da er keine Explosionen mehr erzeugt, wohl aber wird er von dem Wagen, genauer gesagt: von den Hinterrädern übers Differenzial, das Getriebe und die Kupplung angetrieben. Aber er wird je nach dem gerade eingeschalteten Getriebe gang seine Drehzahl einrichten. Bei höchstem Gang mit direktem Eingriff wird die von den Hinterrädern getriebene Kardanwelle ihre eigene Drehzahl auf die Kupplung und die Kurbelwelle übertragen, weil hier keine Übersetzung sich einschleibt. Bei

jedem niedrigeren Gange erhöht sich die Geschwindigkeit über die Vorgelegewelle entsprechend der zwischengeschalteten Übersetzung. Danach verlangt der erste Gang den schnellsten Lauf vom Motor, also die rascheste Kolbenbewegung, die dabei das größte Maß an Reibungswiderstand an den Zylinder gleitflächen hervorrufft. Das heißt aber nichts anderes, als daß die erste Stufe am stärksten bremsend wirkt.

Bei praktischer Anwendung der Motorbremse wird man nur bei sehr starkem Gefälle auf die 2. Geschwindigkeitsstufe greifen und die erste möglichst vermeiden, um vom Motor allzu hohe Drehzahlen fernzuhalten.

Da der Rücklauf meist noch stärker untersetzt ist als die Erste, so läßt sich mit ihm auch noch wirksamer bremsen. Während der Fahrt ist es allerdings unmöglich, das Rücklaufrad einzuschalten; das geht nur, wenn der Wagen steht. Den stehenden Wagen aber kann man bei abgestelltem Motor durch Einschalten des Rücklaufes in jeder beliebigen Lage — eben oder geneigt, bergauf wie bergab — unbeweglich erhalten.

In der Regel wird übrigens bei Talfahrt das Bremsen mit dem Motor auch ohne Abstellung der Zündung gelingen; nur darf dann selbstverständlich kein Gas gegeben werden. Auf diese Art verhütet man ein immerhin mögliches Verölen der Zündkerzen, wie es infolge stärkeren Einsaugens von Öl mitunter vorkommt; denn da die Zündung arbeitet, kann das Öl verbrennen.

Um auch mit der **K o m p r e s s i o n** zu bremsen, hat man eigene Motorbremsen gebaut (z. B. S a u r e r, H e n s c h e l). Bei diesen dehnen sich die verdichteten Gase nach dem zweiten Takt nicht mehr im Zylinder aus, denn man schafft sie vorher aus dem Zylinder weg. Das geht freilich nicht ohne weiteres, weil ja für gewöhnlich im dritten Takt sowohl Ansaug- als auch Auspuffventil geschlossen ist. Hier aber hat die Nockenwelle für jedes Auspuffventil zwei Nocken und ist verschiebbar. Durch die Verschiebung rückt die zweite Nocke an die Stelle der ersten; diese zweite ist als Doppelnocke ausgeführt, so daß sie das Ventil nach jedem zweiten Takt hebt. Dann arbeitet der Motor folgendermaßen: Erster Takt: Ansaugen von Luft. Zweiter Takt: Zusammendrücken dieser Luft. Jetzt hebt sich das Auspuffventil und läßt die Luft hinaus. Dritter Takt: wieder Ansaugen und vierter Takt: wieder zuerst Zusammendrücken, dann Auspuffen. Da kann man also mit Recht von Bremsen mit Kompression sprechen.

39. Besondere Ausführungen

Jeder Fahrer ist zugleich sein eigener Bremser. Das heißt: er ist es, der die Bremskraft aufbringen muß. Dies verlangt mit-

unter bei Vierradbremsen eine bedeutende Anstrengung, namentlich wenn es sich um größere und schwerere Personenwagen oder gar um solche Lastwagen handelt. Oder wenn der Fahrer, was ja immer häufiger der Fall wird, weiblichen Geschlechtes ist. Man ist daher auf den Gedanken gekommen, ihm die Plage teilweise abzunehmen, ihm eine Hilfskraft beizustellen. Das geschieht in den Servo-Bremsen.

Der Grundsatz einer solchen Ausführung wird aus der Abb. 111 ersichtlich. Wir sehen auch hier zwei Backen D_1 und D_2 , die durch eine Rückzugfeder r zusammengehalten werden. Die beiden gelenkig verbundenen Backen können sich um den Aufhängepunkt n drehen.

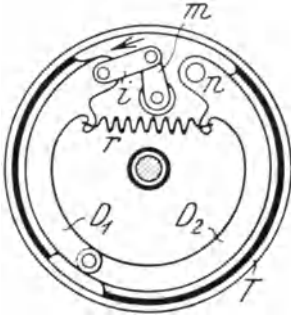


Abb. 111. Servobremse. System Perrot
(Bauart Steyr)

Wenn der Bremshebel m mit der Lasche i gegen den Backen D_1 drückt und ihn an die sich drehende Brems-trommel T preßt, wird er von dieser in ihrer Drehrichtung mitgenommen; er stößt hierbei auf den Backen D_2 und preßt auch diesen an die Trommel, ohne daß hiezu neue Kraft vom Fahrer aufzuwenden wäre. Er hatte vielmehr nur soviel Kraft aufzubringen, daß die Hauptwirkung an der zweiten, längeren Backe ausgelöst wurde, wozu nur geringer Aufwand erforderlich.

Um diese Art Bremsen auch in entgegengesetzter Richtung genügend wirksam zu machen, hat man noch einen dritten Backen hinzugefügt.

Eine Servo-Bremswirkung kann noch auf verschiedene andere Arten erzielt werden. Dafür ist Abb. 112 ein Beispiel. Hier sehen wir das uns bekannte Pedal F mit einer Druckstange d auf einen kleinen Kolben D wirken, der eine Flüssigkeit, gewöhnlich Öl, durch ein Leitungsrohr drückt, bis es in einem kleinen Bremszylinder C zwei kleine Bremskolben K, K und mit deren Hilfe die Bremsbacken selber auseinanderschiebt.

Ähnlich arbeitet auch die in Abb. 113 skizzierte Luftunterdruckbremse. Der erforderliche Unterdruck wird durch Anschluß u an das Saugrohr S des Vergasers erzielt, wobei ein Dreiweghahn L , vom Fußhebel F betätigt, je nach Erfordernis Unterdruck in dem Bremszylinder C vor dem Kolben erzeugt oder hier Frisch-

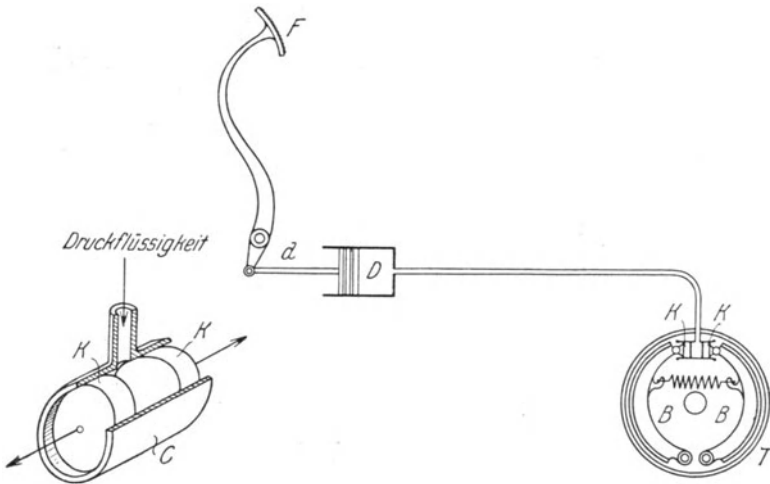


Abb. 112. Schema einer Flüssigkeitsbremse (Lock-Heed) *T* Bremstrommel, *B* Bremsbacken. *KK* Bremskolben, *C* Bremszylinder, (links vergrößert gezeichnet.) *d* Druckstange, *F* Fußhebel

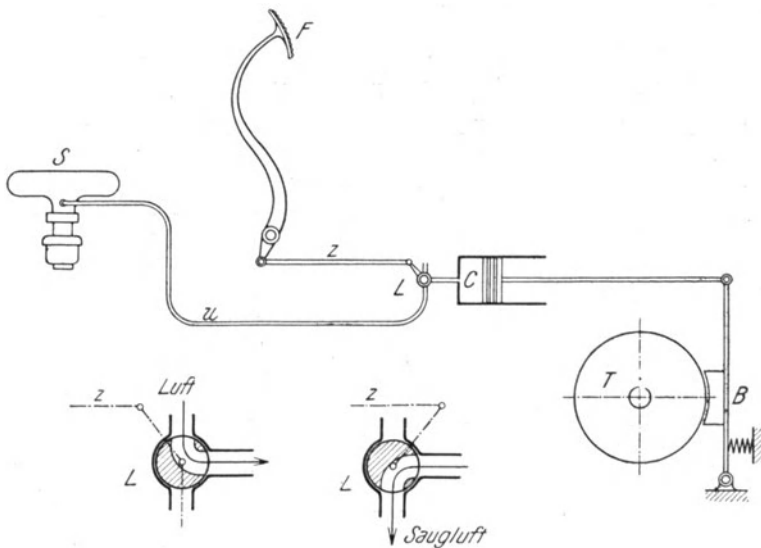


Abb. 113. Beispiel einer Luft-Unterdruckbremse (nach Bosch-DeWandre). *S* Saugrohr, mit anhängendem Vergaser, *u* Saugleitung, *F* Bremspedal, *z* Gestänge, *L* Dreiweghahn (unten in zwei Stellungen vergrößert dargestellt), *C* Bremszylinder, *T* Bremstrommel, *B* Bremsbacke

luft einläßt. Der Kolben des Bremszylinders, dem jeweils überwiegenden Drucke nachgebend, betätigt dann mit einem Bremsgestänge die Bremsbacken (*B*).

40. Praktischer Rückblick

Jetzt wollen wir wieder ein wenig zurückblicken. Wissen wir wirklich schon alles Notwendige, kennen wir am Ende schon das Automobil in allen seinen Teilen? Wir wollen sehen. Der Wagen steht vor uns. Wir wollen annehmen, daß Lenkung und Bremsen bereits nachgesehen und in Ordnung befunden wurden. Was jetzt? Wir sollen ihn ankurbeln oder anlassen. Ehe man sich daran macht, wird man unbedingt immer erst nachsehen, ob alles zur Fahrt bereit ist: ob genug Benzin im Behälter, Öl im Kurbelgehäuse, Wasser im Kühler, Luft in den Pneumatiks ist. Der Schalthebel wird vor allem auf Leerlauf gestellt, die Handbremse muß stramm angezogen sein. Dann wird man zunächst die Zündung einschalten. Gewöhnlich ist vorn an der senkrechten Wand, die den Fahrersitz gegen den Motor abschließt, am sogenannten „Spritzbrett“, richtiger Apparatebrett, ein Knopf, Taster, Schalter oder Stecker, mit dem man den Kurzschluß des Primärkreises aufhebt. Denn bliebe der Primärkreis dauernd kurzgeschlossen, so könnte er nicht unterbrochen werden, dann gäbe es auch keinen Sekundärstrom und mithin auch keine Zündung.

Weiter! Vor allem brauchen wir Gas. Da entdecken wir am Lenkrad (Abb. 84) neben oder unter dem Zündhebel einen zweiten ähnlichen Hebel, der ebenfalls um den Mittelpunkt des Lenkrades drehbar ist. Dieser Hebel, der mitunter auch am Apparatebrett angebracht ist, führt zu einer in der Saugrohrleitung eingebauten Klappe, die uns vom Vergaser her als Drosselklappe bereits bekannt ist (siehe Abb. 40 bei *D*); mit dieser kann man den Zufluß des Gasgemisches zum Zylinder nach Bedarf verringern (drosseln), ja auch ganz absperren. Fast immer kann man diese Gasdrossel auch durch einen kleinen Fußhebel, das Akzeleratorpedal,¹ bewegen, so daß es eigentlich ganz gleichgültig ist, ob man mit der Hand oder mit dem Fuß arbeitet. Der Gashebel muß selbstverständlich so gestellt sein, daß auch beim stehenden Wagen immer noch genügend Gas in den Zylinder treten kann (Standgas). Bei fast geschlossener Drosselklappe liefert dann die Leerlaufdüse das wenige zum Anspringen nötige Gemisch.

Wie steht es mit der Kupplung? Die Kupplung bleibt eingeschaltet; so hängen also Wagen (Getriebe) und Motor zusammen? Scheinbar

¹ Akzeleratorpedal = Beschleunigungsfußhebel, weil man durch bloßes Niederdrücken dieses Trittes die Geschwindigkeit des Motors rasch beschleunigen (akzelerieren) kann.

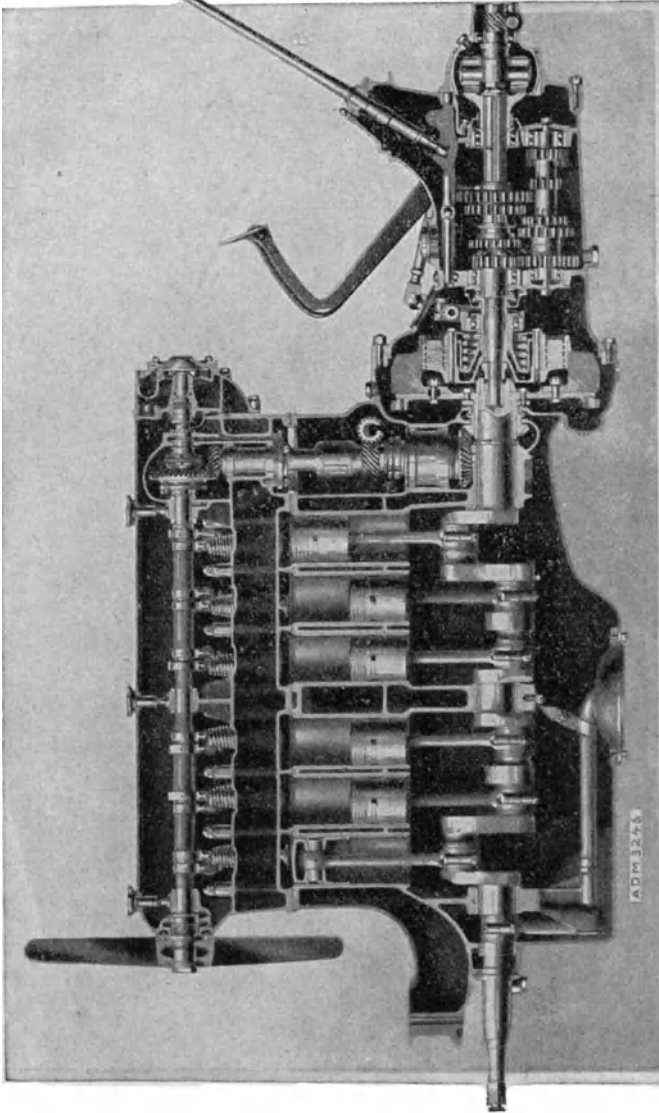


Abb. 114. Motor eines modernen Austro-Daimler-Wagens mit angeheutem Getriebe im Schnitt dargestellt. Von den 6 Zylindern sind je 3 zu einem Block vereinigt. Im 1. Zylinder ist auch der Kolben im Schnitt gezeigt, wobei die Verbindung mit der Pleuelstange deutlich wird. Unterhalb der Pleuelstange liegt die Pleuelstange; sie trägt links den Pleuelstange; am rechten Ende sitzt das Pleuelstange, das durch die dort sichtbare senkrechte Welle die Pleuelstange überträgt. Auf dem rechten Ende der Pleuelstange sitzt die Pleuelstange (Lamellen); anschließend der Pleuelstange, in dem die Pleuelstange mit den Pleuelstange und den Pleuelstange (Lamellen) sind, ferner eine Pleuelstange, in die der Pleuelstange Kugelkopf schwenkbare Pleuelstange eingreift. Die im Winkel gebogenen Pleuelstange und der Pleuelstange an. Hinter dem Pleuelstange sieht man noch den Pleuelstange der Pleuelstange.

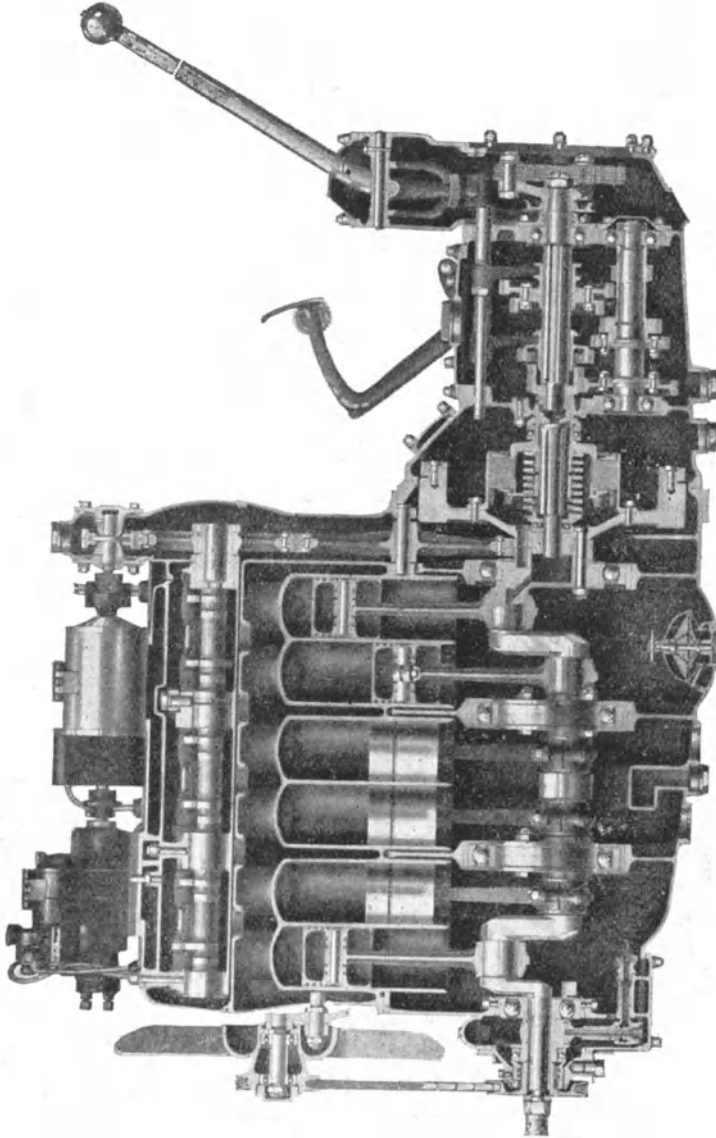


Abb. 115. Motorblock eines Steyr-Wagens im Schnitt. Von den 6 Zylindern je 2 vereinigt. Die obenliegende Nockenwelle mit Zahnrad-übersetzung von der Kurbelwelle angetrieben. Diese läuft in Kugellagern, Magnet und Lichtmaschine oben liegend, ebenfalls durch Zahnrad angetrieben. Ventilator mit Riemenantrieb durch die Kurbelwelle, Lamellenkupplung im Schwungrad. Schmierung von Motor, Kupplung und Getriebe mit Drucköl durch eine vorn an der Kurbelwelle sitzende Kolbenpumpe, Weiterleitung der Kraft aus dem Getriebe mittels Lederkardans (Hardyscheiben)

schon. Tatsächlich nicht, weil man ja zuvor den Schalthebel auf „Leerlauf“ gestellt hat, nämlich in jene Zwischenstellung, bei der im Getriebe, abgesehen von der Dauerverbindung zwischen Antriebs- und Vorlegevelle kein Räderpaar im Eingriff steht. Eine Übertragung kann daher noch nicht stattfinden.

Jetzt kann man ankurbeln oder den Anlasser einschalten. Nach wenigen Umdrehungen, meist schon nach einer oder einer halben, soll der Motor „anspringen“, nämlich nach der ersten künstlich herbeigeführten Explosion selbst weiterarbeiten. Wenn er aber allen wiederholten Versuchen, ihn in Gang zu bringen, trotzt? Da heißt es den Fehler suchen.

Das erste wird wohl sein nachzusehen, ob man den Benzinbahn geöffnet hat und ob im Benzinbehälter überhaupt was drin ist. Schließlich kann auch ein am Abend gefüllter Behälter am anderen Morgen leer sein, weil er oder die von ihm ausgehende Benzinleitung irgendwo ein Leck hat. Fehlt es auch da nicht, so sieht man nach, ob das Benzin aus dem Behälter auch ausfließen kann, also bei Fallbenzin, ob das Luftloch frei ist, bei Druckförderung, ob genug Druck im Behälter. Schließlich werden sich die zur Reinigung des Brennstoffes in die Leitung eingebauten Siebe (z. B. *C* in Abb. 116) mit der Zeit immer mehr verschmutzen und verlegen und den Benzindurchfluß behindern, sodaß sie gereinigt werden müssen.

Aber es kann auch am Vergaser selbst etwas nicht in Ordnung sein. Es kommt vor, daß sich die Nadel des Schwimmers nicht bewegen kann, weil sie festgeklemmt ist, oder sie klebt in der verschmutzten Öffnung und sperrt das Benzin dauernd ab. Umgekehrt kann diese Öffnung auch dauernd offen bleiben, wenn sich etwa ein vom Sieb nicht zurückgehaltenes Körnchen dort festklemmt; dann fließt das Benzin an der Düse über. Oder der Schwimmer selbst trägt die Schuld; er kann ein Loch bekommen und sich durch dieses mit Benzin gefüllt haben; dann ist er zu schwer geworden, so daß er sich nicht heben kann; dann bleibt natürlich auch die Nadel oben, anstatt zu schließen. Dann fließt wieder zu viel Benzin zu und der Vergaser wird überschwemmt. Auch dann kann der Motor nicht angehen. Ist die Schwimmerkammer in Ordnung, so heißt es weiter suchen. Namentlich ein so enges Röhrchen wie eine Düse verlegt sich leicht mit Schmutz oder Staub, die trotz aller Vorsicht beim Einfüllen des Benzins und trotz allen Reinigungssieben in der Leitung stets durchrutschen können; dann muß man die Düse herausnehmen und vorsichtig mit einem Pinselhaar reinigen. Bei einer verlegten Düse kann das Gemisch zu arm an Benzin werden; dann explodiert es nicht, sondern verbrennt langsam, es brennt noch, wenn schon wieder neues Gemisch einströmt, das sich dann an ihm entzündet und durch das jetzt offene Einlaßventil in den Vergaser zurückschlägt (Vergaserbrand).

Erst wenn man auf dem ganzen Weg des Brennstoffes vom Be-

hälter bis zur Düse nichts Bedenkliches hat finden können, wird man den Fehler wo anders suchen. Liegt es nämlich nicht am Gas (und damit ist alles, was noch dazu gehört, gemeint), so kann es wohl nur an der Zündung fehlen. So hätte man jetzt die Kerzen, die Kabelleitung und schließlich den Magnet mit Verteiler und Unterbrecher oder die Batterie zu untersuchen, ob einer der seinerzeit besprochenen Mängel daran zu entdecken wäre.

Ist der Fehler gefunden und behoben, dann muß der Motor anspringen. Jetzt können wir die Fahrt beginnen, indem wir die Kupplung niederdrücken und das Getriebe einschalten! Vor allem versteht es sich, daß man mit der kleinsten Geschwindigkeit anfangen muß; man wird ja die Fahrt nicht mit einem Sprunge beginnen wollen. Also die erste Geschwindigkeit einlegen. Um das zu treffen, wird eben zuerst die Kupplung ausgerückt, indem man das Kupplungspedal, das neben dem Bremspedal vor dem Führer aus dem Boden ragt, niedertritt. Damit ist das Getriebe für einen Augenblick vom Motor getrennt; die bisher mit dem Motor umgelaufene Vorgelegewelle verlangsamt sich schließlich, und das Einschieben der Zahnräder von Haupt- und Vorgelegewelle geht leicht vor sich. Nun kommt eine Arbeit, die viel Gefühl verlangt; jetzt heißt es, das Getriebe endlich an den Motor anschließen. Dazu hebt man allmählich den auf dem Kupplungspedal stehenden Fuß; dabei geht auch das Pedal wieder in seine frühere Lage zurück und die Kupplung wird langsam fassen. Nun muß man natürlich die angezogene Bremse liften, weil sonst der Motor abstirbt. Und dann kann die Fahrt beginnen.

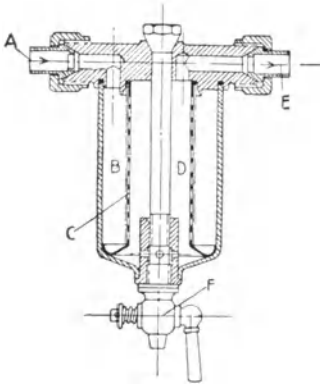


Abb. 116. Pallas-Brennstoffreiniger Das von A zufließende Benzin tritt aus dem Raum B durch Sieb C in das Rauminnere von D und fließt schließlich durch Leitung E ab. F Ablaufbahn für Wasser

Nicht lange soll man auf der ersten Stufe bleiben. Wenn nämlich erst einmal der größte Widerstand beim Anfahren übertaucht ist, was eben durch die große Übersetzung dieser Stufe erleichtert wird, ist nicht mehr viel Kraft nötig, den fahrenden Wagen auf ebener Bahn in Bewegung zu erhalten. Man könnte auch mit der „Ersten“ immer rascher fahren: aber bei der hohen Übersetzung müßte zu diesem Zwecke der Motor eine immer höhere Drehzahl annehmen, was aber wegen der inneren Widerstände nicht unbegrenzt möglich ist. Wir gehen daher auf die nächste, die zweite Geschwindigkeitsstufe. Vor allem nimmt man das

Gas zurück. Dann tritt man aufs Kupplungspedal und trennt also wieder den Motor ab; danach werden die Wellen im Getriebe sich verlangsamen, so daß das Ausrücken der Zahnräder jedenfalls leicht

wird. Nun wird die freigewordene Vorgelegewelle schneller zur Ruhe kommen als die noch mit dem Wagen verbundene Hauptwelle. Der richtige Augenblick zum Einschalten ist gekommen, sobald beide Wellen jene Geschwindigkeit angenommen haben, die den Radumfängen der zweiten Stufe entsprechen. Denn dann laufen diese Räder zwar nicht gleich schnell, wenn sie nicht zufällig gleich groß sind, aber mit gleicher Umfangsgeschwindigkeit. Und dann ist das Schalten nicht schwierig und geht geräuschlos vor sich.

Zögert der Anfänger zu lange, ehe er aus der Leerlaufstellung den nächsten Gang einschiebt, so kann inzwischen die Vorgelegewelle ganz zum Stillstand gekommen sein und es ist wieder nicht möglich, ein Rad der Hauptwelle in das stehengebliebene Vorgelegerad hineinzubringen. Man kann sich aber einfach helfen. Man braucht nur kurz einzukuppeln und die Vorgelegewelle läuft an. Nun muß freilich wieder der richtige Augenblick zum Schalten erfüllt werden. Wozu eben Übung notwendig ist.

Auch auf die dritte und vierte Geschwindigkeit wird ebenso geschaltet. Dagegen muß man sich beim Zurückschalten von der vierten herunter etwas anders benehmen. Hier kommt es nämlich darauf an, die Vorgelegewelle nicht zu verlangsamen sondern gegen die Hauptwelle zu beschleunigen. Um dies zu erzielen, ist es das sicherste, nachdem man zunächst ausgekuppelt und auf Leerlauf gegangen ist, rasch noch einmal einzukuppeln und Gas zu geben und jetzt erst zu schalten. Die geringe Mühe, dieses Kunststück zu erlernen, belohnt sich zuverlässig. Wer das trifft, kann lautlos schalten und schont sein Getriebe.

41. Motorleistung und Fahrgeschwindigkeit

Wie hängen nun Motorleistung und Fahrgeschwindigkeit zusammen?

Vor allem: Was ist die Motorleistung? Es ist das, wonach man die Wagen bezeichnet, z. B. als 10/40 PS. PS sind die Anfangsbuchstaben von Pferde-Stärke. Wenn man also sagt: Ein Motor leistet 40 Pferde oder Pferdestärken, was bedeutet das? Um Leistungen von Maschinen messen und vergleichen zu können, muß man sich auf ein geeignetes Maß hiefür einigen. Wenn ein Athlet ein Gewicht von 75 kg einen Meter hoch hebt und nicht mehr Zeit dazu braucht als eine Sekunde, so entspricht dieses gerade 1 PS. Ein 40-PS-Motor leistet das Vierzigfache, und zwar Sekunde für Sekunde! Es ist zugleich seine Höchstleistung. Seine ganze Bauart gestattet keine größere Kraftentfaltung. Auch bei ihm sind Herz und Muskeln begrenzt. Kriegt er nicht genug oder nicht richtig zusammengesetztes Gasgemisch einzuatmen, so geht seine Leistung sofort zurück, er arbeitet

schwerer, läuft langsamer, bleibt schließlich stehen. Das gleiche geschieht, wenn man ihm zu viel zumutet. In der Ebene ist das ja nicht möglich. Aber wenn es steil aufwärts gehen soll, da zeigt es sich, ob der Motor was in sich hat. Der Motor hat ja schon beim Ziehen des Wagens auf ebener Bahn einige Widerstände zu überwinden: die Reibung der Kolben in den Zylindern, die Reibung in den vielen Lagern, im Getriebe, die Reibung zwischen Rad und Straße, den Luftwiderstand. Auf jeden dieser Teilwiderstände geht ein Teil von den verfügbaren PS auf. Haben die Lager oder die Getriebe zu viel Reibung, oder setzt die äußere Gestalt des Wagenkastens der Luft infolge ungünstiger Bauart zu großen Widerstand entgegen, so ist dieser Anteil größer als unbedingt nötig wäre. Und nur was dann noch an PS im Motor steckt, kann zum Bergsteigen erhalten. Darum kann man nicht mit jedem Wagen, selbst bei gleicher PS-Leistung, die gleichen Steigungen überwinden; oder wenn es geht, nicht mit jedem gleich schnell. Und was der eine Wagen noch mit der Vierten nimmt, bewältigt der andere kaum mit der Dritten. Und geht es nicht mehr mit der Dritten, dann muß rechtzeitig auf die Zweite zurückgeschaltet werden. Der Motor wird dadurch natürlich nicht stärker. Aber bei der größeren Untersetzung arbeitet er sozusagen mit einem größeren Hebelarm, also leichter, freilich auf Kosten der Geschwindigkeit. Was der „Hebelarm“ ausmacht, das kann man sich klar machen, wenn man etwa eine Schraubenmutter einmal mit einem kurzen, und dann mit einem längeren Schraubenschlüssel zu drehen versucht: Je länger der Schlüssel, desto leichter geht es, desto länger braucht es aber zugleich, um einmal ganz herum zu kommen.

Auch der Zündung ist im Zusammenhang mit der Drehzahl des Motors zu gedenken. Je schneller der Kolben sich bewegt, desto kürzere Zeit steht für die Explosion zur Verfügung. Sie muß also gleichzeitig mit steigender Drehzahl gegen den Totpunkt zeitlich vorgerückt werden.

42. Fahrzeuglenkung

Um unsere Kenntnisse zu vervollständigen, hätten wir uns zum Schlusse noch ein wenig mit der Lenkung des Wagens zu beschäftigen.

Jedes Kraftfahrzeug muß mit einer verlässlichen Lenkvorrichtung versehen sein, die ein sicheres und rasches Wenden des

Fahrzeuges gestattet. So verlangt es das Gesetz. Diese Forderung ist wohl selbstverständlich und unerläßlich. Man darf auch überzeugt sein, daß jede Fabrik sich ihrer großen Verantwortlichkeit gerade in diesem Punkte besonders bewußt ist und die Lenkvorrichtung aus dem besten Material und mit der größten Sorgfalt ausführt. Es kommt nur noch darauf an, daß auch der Fahrer in der Pflege und Wartung das Seinige tue und womöglich vor jeder Fahrt die geringe Mühe des Nachsehens auf sich nehme.

Wer sich einen gewöhnlichen Pferdewagen ansieht, wird bemerken, daß hier das vordere Rädergestell ganz unter dem Kutschbock durchlaufen kann und sich dabei um einen einzigen Punkt dreht. Diesen „Lenkschemel“ hat der Automobilbau schon

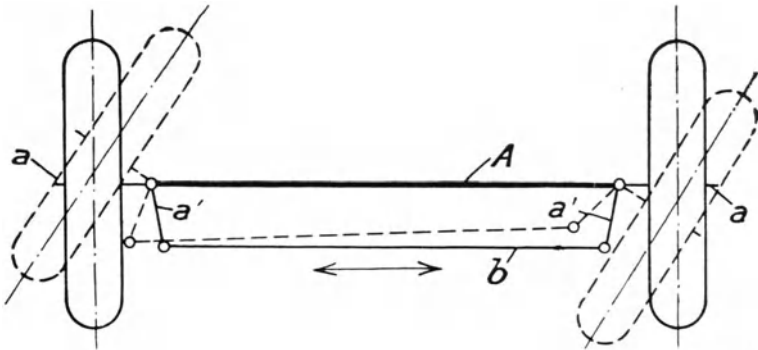


Abb. 117. Draufsicht auf das Lenkgestänge mit der Vorderachse A, a Achsschenkel
a' Spurstangenhebel, b Spurstange

sehr früh verloren. Von einem hohen Boocke ist hier nichts zu sehen. Wäre auch höchst unzuweckmäßig. Wie erginge es dem bedauernswerten Fahrer, wenn er auf hohem Kutschbock mit Schnellzugsgeschwindigkeit dahinsausen sollte! Bei niedrigem Sitze aber können wieder die Räder nicht darunter durchlaufen. Darum setzt man sie nicht auf eine gemeinsame Achse, sondern jedes für sich auf je eine kurze Achse (a a, Abb. 117 und 118), die an den Enden der Vorderachse A gelenkig eingehängt ist. A ist dabei nur der unbewegliche Träger dieser kurzen „Achsschenkel“. Die Achsschenkel bilden mit den Schenkeln a' Winkelhebel, deren Endpunkte durch die Stange b verbunden sind. Diese Stange heißt Spurstange, denn sie hält die Räder in gemeinsamer Spur. Beide Vorderräder werden durch diese Stange ein

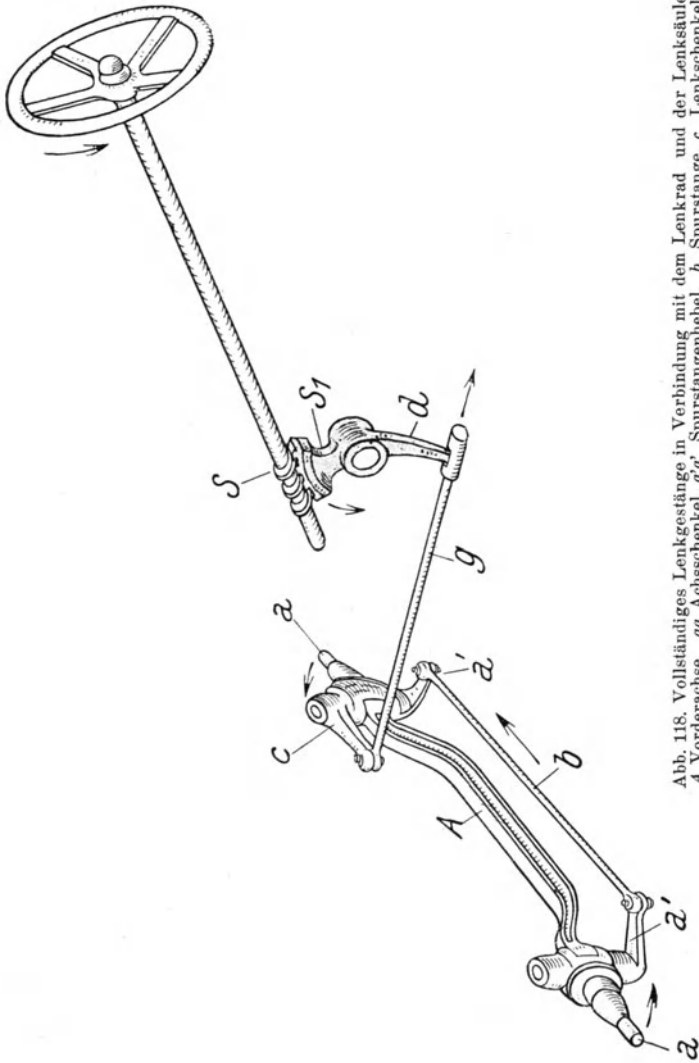


Abb. 118. Vollständiges Lenkgestänge in Verbindung mit dem Lenkrad und der Lenksäule
A Vorderachse, *aa* Achsschenkel, *a'* *a'* Spurstangenhebel, *b* Spurstange, *c* Lenkschenkel,
g Lenkstange, *s* Schnecke, *s*₁ Zahnsektor, *d* Lenkstockhebel

einheitliches Gebilde, das von einem Punkte aus gelenkt werden kann. Dazu ist der Drehpunkt des einen Winkels $a a'$ (rechts oder links) geeignet. Dort greift, wie man in Abb. 118 sehen kann, ein dritter Schenkel, der Lenkschenkel c an, der über eine Stange g , die Lenkstange, und über den sogenannten Lenkstockhebel d zur Lenksäule führt. Verschiebt man die Spurstange b , so drehen sich die Winkel $a a'$ beiderseits in ihren Gelenken. In Abb. 117 ist die Stellung der Winkel und der Räder nach einer solchen Verschiebung gestrichelt angedeutet.

Wie das Lenkrad mit diesem Lenkgestänge zusammenhängen

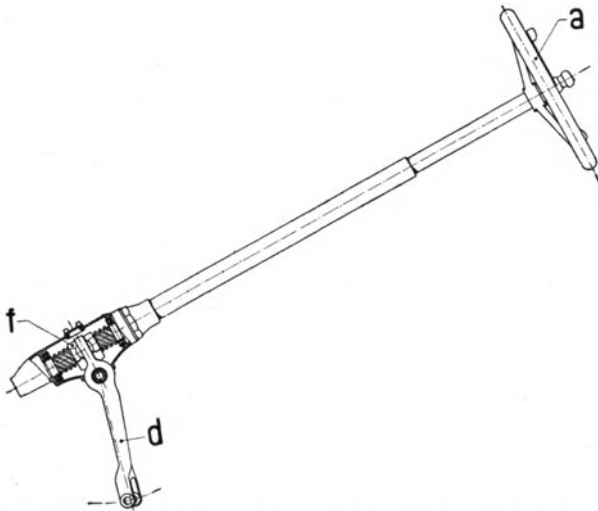


Abb. 119. Lenkrad eines Austro Daimler-Wagens mit Lenkrad a , Spindel und Mutter f ; d Lenkstockhebel

kann, zeigen die Abb. 118 und 119. Das Lenkrad sitzt oben auf der schräg abwärts führenden Lenksäule. Nahe ihrem unteren Ende hat diese in dem einen Falle ein paar Schraubengänge, eine sogenannte Schnecke S . Ein gezahnter Sektor S_1 greift in diese Windungen ein. Dreht man am Lenkrad, so dreht sich die Lenksäule; dabei wird der um seinen Drehpunkt bewegliche Sektor durch die Gewinde auf- oder abwärtsgedreht. Dieser Sektor ist als Winkelhebel ausgebildet, so zwar, daß der zweite Schenkel d dieses Winkels, der Lenkstockhebel, die Lenkstange g erfaßt und bei seiner Bewegung mitnimmt.

Der Vorgang beim Lenken spielt sich nun so ab: Lenkrad

und Säule drehen sich (die Abbildung zeigt dies für den Einschlag der Räder nach links). Der Sektor beschreibt dann einen kleinen Bogen abwärts; sein zweiter Schenkel dreht sich nun entgegengesetzt und schiebt oder zieht an der Lenkstange g , die den einen Achsschenkel (in der Abb. 118 rechts) und mit Hilfe der Spurstange b auch den zweiten samt den zugehörigen Wagenrädern in die gewünschte Richtung bringt.

Statt einer Schnecke mit Sektor sieht man in Abb. 119 am Ende der Lenksäule ein mehrgängiges Schraubengewinde, das von der Schraubenmutter f ganz umfaßt wird. Auch hier findet sich wieder der schon bekannte Lenkstockhebel d , der dann wieder, wie früher gezeigt, zur Lenkstange g führt. Beim Drehen der Lenksäule muß die Mutter, die am Drehen durch eine Führung

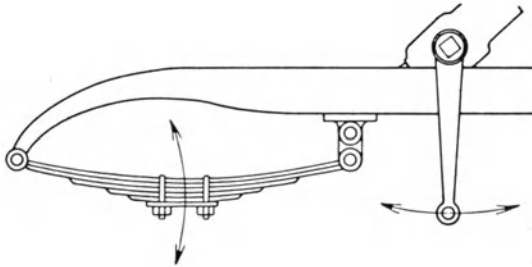


Abb. 120. Bewegungen von Lenkstockhebel und Vorderachse

gehindert ist, auf- oder abwärts gleiten und entgegengesetzt dazu dreht sich d .

Die Schraube oder Schnecke hat ein sehr flaches Gewinde; dadurch erreicht man, daß Bodenunebenheiten nicht leicht die Steuerung rückwirkend verstellen können; die hierbei auftretenden Erschütterungen werden zunächst das Rad treffen und von da sich über die Achsschenkel und das anschließende Lenkgestänge bis zur Mutter oder zum Sektor fortpflanzen, freilich schon stark abgeschwächt. Wenn der Stoß die Mutter oder den Sektor verschieben könnte, müßten sich Lenksäule und Lenkrad verdrehen. Es ist aber der gewaltige Widerstand nicht zu überwinden, den ein flaches Schraubengewinde einer solchen Längsbewegung der Schraubenmutter entgegengesetzt. Bei einem steilen Gewinde wäre das möglich, wie es z. B. bei einer Bohrratsche der Fall ist. Auch bei Lenkungen, die statt mit Schnecke oder Spindel mit Kegelrädern ausgeführt sind, wie es

bei einfacheren kleinen Wagen vorkommt, ist die Rückwirkung von unten hinauf zum Lenkrad möglich.

Lenkungen, die gegen solche Verdrehung des Lenkrades infolge rückwirkender Bodenstöße geschützt sind, heißen „selbsthemmend“.

Eine Kleinigkeit noch! Aber eine ganz besonders wichtige! Die Lenkstange und ihre Beweglichkeit! Der eine ihrer Endpunkte ist, wie man aus Abb. 119 und der ihr entsprechenden Abb. 120 ersieht, mit dem Lenkstock und dadurch mit dem Rahmen des Wagens verbunden. Da dieser Rahmen bekanntlich auf Federn ruht, schwingt er auf und nieder und die mit ihm verbundenen Teile machen das mit. Außerdem dreht sich der Lenkstockhebel und nimmt das eine Lenkstangenende mit, während das zweite zur Achse unter der Feder führt, also an deren Schwingungen nicht teilnimmt. Die Lenkstange muß also recht gelenkig sein, mit anderen Worten: sie muß sowohl vorn wie hinten Gelenke haben, eines für den Lenkstock und eines für den Lenkschenkel. (Abb. 121 ist ein Beispiel für ein solches Kugelgelenk.)

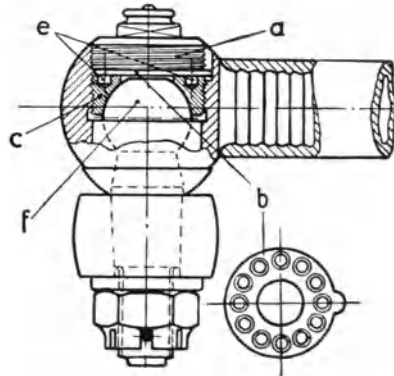


Abb. 121.

Kugelgelenk im Lenkgestänge (Faudgelenk)
f Kugelzapfen *c* Lagerschale, *b* mit *e*
 Fixierung der Lagerschale, *a* Gelenkdeckel

Um übrigens die das Lenkgestänge treffenden Stöße möglichst abzuschwächen, ist die gelenkige Verbindung des Lenkstockhebels *d* und des Lenkschenkels *c* mit der Stange *g* gewöhnlich als sogenannter Stoßfänger ausgebaut (Abb. 122). Der Schenkel *d* ist mit einem kugeligen Ende zwischen zwei Backen *b* gelagert; diese Backen können sich in der Hülse *H* am Ende der Stange *g* verschieben und drücken dabei eine der Spiralfedern *F F* zusammen. Alle Stöße werden daher von diesen Federn aufgefangen und kommen nicht oder nur geschwächt zum Sektor oder zur Mutter an der Lenkspindel.

Die Verbindungsgelenke gehören zu jenen Stellen, die die allergrößte Beachtung und Pflege des Fahrers beanspruchen. Man braucht sich nur vorzustellen, wie einem am Lenkrade

zumute wird, wenn man plötzlich fühlt, daß einem die Lenkung entgleitet. Schon wenn die Schneckengänge durch langen Betrieb abgenützt, sozusagen ausgeleiert sind, also viel toten Gang haben, ist es unbehaglich. Während man gewohnt ist, daß die Wagenräder jeder leisen Drehung des Lenkrades gehorchen, werden dann immer größere Bogen notwendig; die Hand wird unsicher. Die Ursache kann auch in den Stoßfängern der Lenkstange liegen. Wenn eine der Federn (*F*, Abb. 122) zu schwach geworden oder gar gebrochen ist, bekommt der Kugelkopf zwischen den

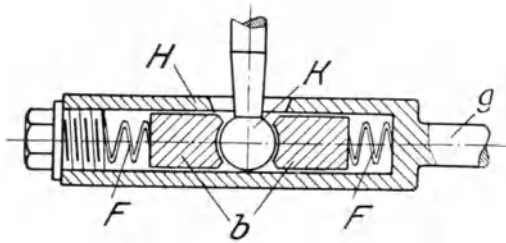


Abb. 122. Stoßfänger im Lenkgestänge *H* Hülse, *K* Kugelkopfende des Lenkstockes, *b* Backenlager, *g* Stoßstange, *F* Stoßfängende Federn

Backen zu viel Luft. Die Abnutzung der Backen kann ebenfalls zum Schlottern der Kugel führen, die schließlich, wenn sie nicht gehörig gesichert ist, auch aus der Hülse herausgepreßt werden kann. Liegt die Lenkstange unter solch ungesicherter Kugel, so

fällt sie herab und dann ist der Wagen verloren. Auch die Verschlussmutter am Rohrende muß gut gesichert sein. Alle diese Stellen müssen immer wieder gewissenhaft nachgesehen werden.

43. Gesamtaufbau

Die Hauptteile des Kraftwagens sind nun dem Leser vorgeführt worden. Es bleibt noch zu zeigen, wie sie zusammengefügt sind, wie ein richtiger Kraftwagen daraus wird.

Alle diese Teile, die die Maschinenanlage bilden, werden durch einen Rahmen zusammengefaßt und gehalten (Abb. 123). Dieser Rahmen besteht in der Regel aus zwei Längsträgern, die an mehreren Stellen durch Querträger mit einander vernietet sind. Dadurch entsteht ein steifes, tragfähiges Gerüst. Die Längsträger werden heute meist aus Stahlblech gepreßt.

In diesen Rahmen lassen sich nun die einzelnen Teile der Maschinenanlage einbauen.

Vorn wird der Kühler *K* auf den Rahmen aufgestellt und mit ihm auch verschraubt (siehe Abb. 124 bei *K*).

Danach kommt der Motor *M*, dessen Zylinderblock mit dem geschlossenen Kurbelgehäuse zusammengebaut ist, auf dem sich außen die Nebenorgane — Wasserpumpe, Magnet, Lichtmaschine, Vergaser — an geeigneter Stelle anbringen lassen; mit der Schwungmasse der Kupplung schließt es ab, falls nicht auch noch das Getriebe selbst mit dem Motor zu einem noch größeren Block vereinigt ist, wie in Abb. 125 zu sehen. An dem Kurbelgehäuse sind sogenannte Pratzten vorgesehen, die zur Befestigung des Ganzen mit dem Rahmen dienen. Gewöhnlich geschieht das nicht an den Hauptträgern, sondern an einem zwischen diese verlegten schmälern Hilfsrahmen, und womöglich nur an drei Stellen — Drei-

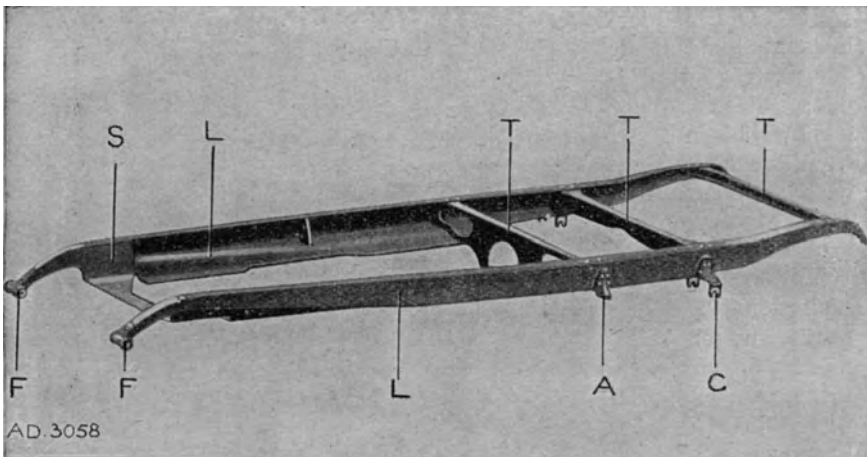


Abb. 123. Rahmen eines Austro-Daimler-Wagens *L* Rahmenlängsträger, *F* Federhand *T* Querträger zur Versteifung, *A* und *C* Hinterfederböcke, *S* Schutzblech vor dem Kühler

punktaufhängung —, damit Verwindungen des nachgiebigen Rahmens, die leicht auftreten können, dem starren Motorblock nicht schaden.

Ist das Getriebe *G* für sich, so wird es auch hinter dem Motor im Rahmen befestigt.

Hinter der Maschinenanlage erhebt sich das von früher her bekannte Spritzbrett, das in Abb. 125 sich sehr deutlich mit allen Bedienungshebeln zeigt. Zwischen diese hintere Abschlußwand der Maschinenanlage und deren vordere, den Kühler, fügt sich die Motorhaube, deren aufklappbare Blechwände den Motorraum zu

beiden Seiten abschließen; in Abb. 126 ist sie abgenommen zu denken.

Vom Getriebe führt die Kardanwelle *C* (Abb. 124) zum Differential *D*, das auf der Hinterachse *H* sitzt, oder bei Kettenwagen auf der Kettenvorgelegewelle. Die Hinterachse, als letzte Achse, trägt die Räder; diese Achse samt Rädern darf nicht mehr starr mit dem Wagenrahmen verbunden werden,

ebensowenig die Vorderachse *V*, weil sonst alle Erschütterungen infolge von Bodenhindernissen durch die Räder auf den Rahmen übertragen würden. Um das zu verhindern, werden Vorder- und Hinterachse mit Federn *F* ausgestattet und erst diese tragen den Rahmen (siehe Abb. 126 und *F* in Abb. 124).

Die Federn, wie verschieden sie auch als Viertel-, Halb-

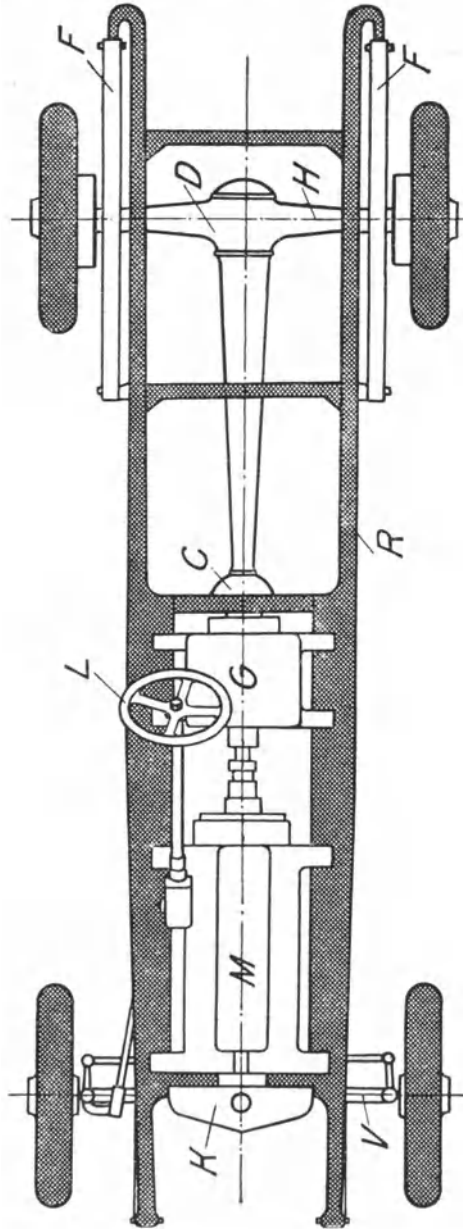


Abb. 124. Wagenstell (Chassis). Der dunkel gehaltene Teil stellt den eigentlichen Rahmen *R* und die Räder vor. *K* Kühler, *G* Getriebe, *D* Differential, *V* Vorderachse, *L* Lenkrad, *M* Motor, *C* Kardangelenk, *H* Hinterachse, *F* Wagenfedern. Zwischen *C* und *D* liegt das Kardangelenk, die Kardangelenkwellen einschließende Kardanrohr.

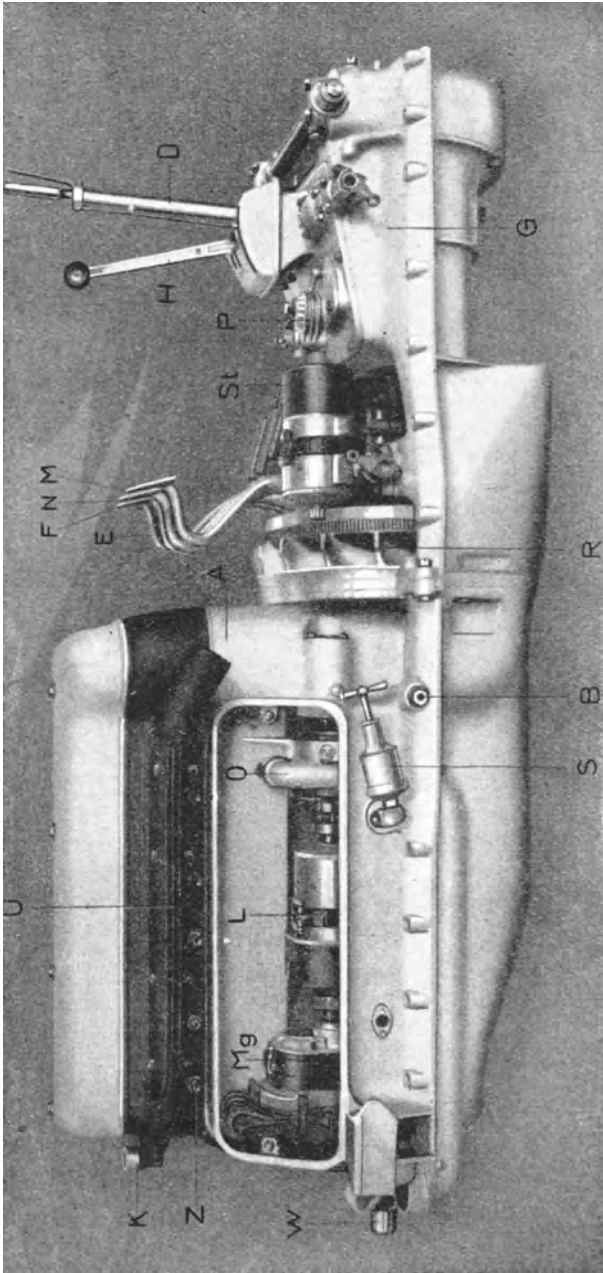


Abb. 125. Maschinenanlage eines Austro-Daimler-Wagens: Motor, Kupplung, Getriebe samt Schalt- und Bremsgestänge bilden einen zusammenhängenden Block. Durch die abgenommene Deckplatte auf der linken Seite des Motorgehäuses werden der Magnet (Mg), die Lichtmaschine (L) und die Kühlwasserpumpe (O) sichtbar. A Motorgehäuseoberteil U Auspuffrohr, W Andrehkurbel-Isagerung, S selbsttätige Staufferbüchse zur Wasserpumpe, Z Zylinderkopf mit Anschluß K zum Kühler, R Schwungradventilator, B Anschluß zur Ölkontrolle, E, F, N, M sind die Fußhebel für den Beschleuniger, die Hinterradbremse, die Getriebebremse und die Kupplung, St Starter, P Pneumpumpe, G Getriebekasten, H Schallkasten, D Bremshebel

oder Dreiviertelfedern ausgebildet sein können, bestehen immer aus einer Lage mehrerer breiter, flacher Blätter von abnehmender Länge, in der Mitte durch einen durchgesteckten Federstift (Abb. 127) und meist noch gegen die Enden zu durch Klammern zusammengehalten und durch Bügel mit der Achse verbunden. Das

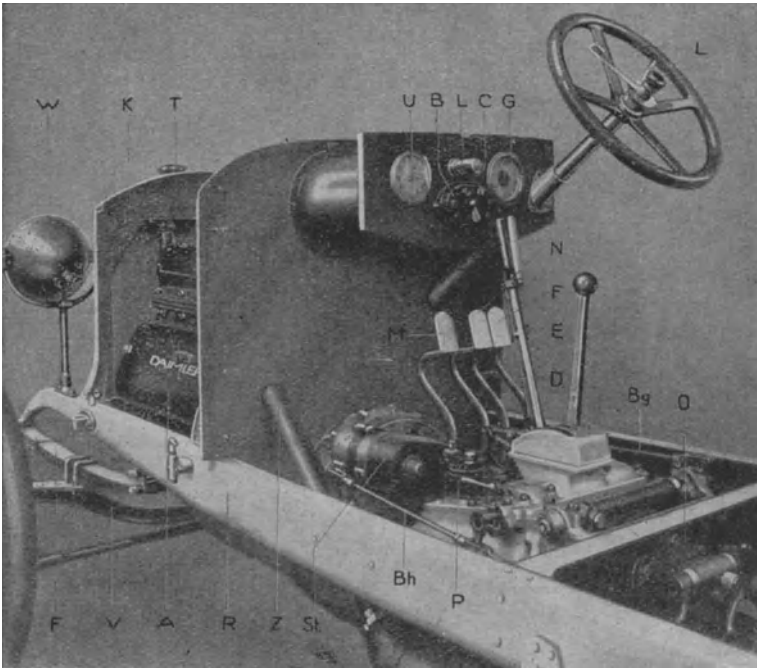


Abb. 126. Spritzwand eines Austro-Daimlers mit sämtlichen Bedienungshebeln. K Kühler mit Einfüllöffnung T, A Motor mit Auspuffleitung Z, R Rahmen, V Vorderachse mit Feder F, W Scheinwerfer, St Starter, L Lenkrad, E, F, M, N Fußhebel für Beschleuniger, Bremsen und Kupplung, D Handbremshebel, daneben — unbezeichnet — der Schalthebel, am Kugelgriff kenntlich, Bg Gestänge zur Getriebebremse, O Kardan-kugel, P Pneumpe, U Uhr, B Bosch-Schaltkasten, L Instrumentenbrettlampe, C Oelkontrolllampe, G Kilometerzähler

oberste Hauptblatt pflegt an jedem Ende umgebogen und zu einem Auge aufgerollt zu sein, in das Federbüchsen eingesetzt sind. Ein Bolzen verbindet das Federauge mit dem in die Federhand auslaufenden Rahmenende oder mit der am Rahmen befestigten Federlasche.

Die Leistung der Federn besteht darin, daß sie die das Rad

treffenden Stöße aufnehmen und in Schwingungen verwandeln. Um auch diese nicht zu stark anwachsen zu lassen, baut man jetzt ziemlich allgemein zwischen Feder und Rahmen noch besondere Stoßdämpfer ein.

Alles was oberhalb der Federn liegt, ruht abgefedert auf ihnen; aber unter ihnen ist unabgefedertes Gewicht genug übrig. Man möchte davon so wenig als möglich haben. Aber irgendwie muß man doch den Getriebekasten, der noch auf dem federnden Rahmen sitzt, mit der nicht mehr gefederten Hinterachse verbinden. In letzter Zeit ist es gelungen, wenigstens das Differential, das ja ziemlich viel Gewicht in sich schließt, in den gefederten

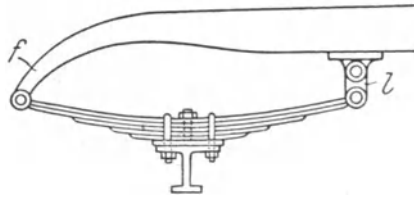


Abb. 127. Vorderfederaufhängung
f Federhand, l Federlasche

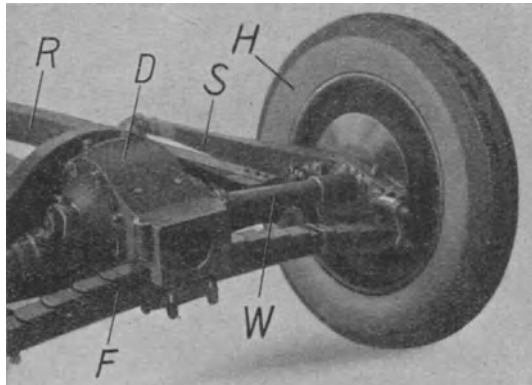


Abb. 128. Schwingeachsenantrieb des Steyrwagens Type XII. D Differential fest am Rahmen R, W Hinterradwellen zu den Hinterrädern H, mittels der Hebel S an den Rahmen angelenkt, F Querhinterfeder

Teil hineinzubauen. Dies verlangt dann eine besondere schwingende Verbindung der vom Differential ausgehenden Achsen mit dem Rahmen, wofür als ein Beispiel die vielverbreitete Ausführung der Type XII der Steyr-Werke angeführt sei. (Abb. 128.)

Nun steht endlich der Wagen richtig auf seinen Füßen. Wenn

wir uns diese noch ein wenig besehen, so finden wir einiges an ihnen zu bemerken. Zunächst lassen sich verschiedene Ausführungen beobachten: es sind bald Holzspeichen (siehe Abb. 37), bald Stahl- (Abb. 129), bald Drahtspeichen, bald überhaupt keine Speichen, sondern Vollscheiben (siehe Abb. 128). Speichen oder Scheiben führen nach innen zur Nabe, nach außen zur Felge. Auf

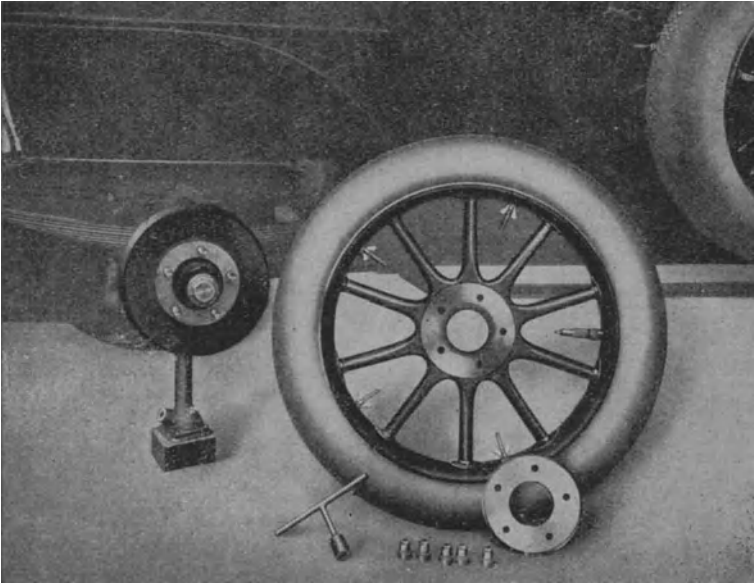


Abb. 129. Abnehmbares „K a p e z e t“-Stahlrad. Auf dem Bilde ist die Radachse durch einen Wagenheber gehalten, sodaß die Nabe sichtbar ist, auf der das abgezogene Rad mit 5 Schrauben befestigt war, die im Vordergrund neben dem T-förmigen Schlüssel dazu zu sehen sind

diese wird der elastische Gummireifen (Pneumatik) aufgezogen, in dessen Innern der mit Luft aufgepumpte Schlauch steckt. Bei Lastwagen kommen noch Vollgummireifen in den verschiedensten Formen und bis zu den gigantischen Größen der Riesen- und Kissenreifen vor. In jedem Falle wirkt eine solche Bereifung als erster Stoßdämpfer: das Hindernis — ein Stein, eine Bodenwelle — dringt mehr oder weniger in die nachgiebige Lauffläche ein, es wird nicht mehr das Rad gehoben, um dann wie ein Ham-

mer wieder herabzufallen; mindestens ist dies seltener und in geringerem Maße der Fall. Dies schont Straße und Wagen. Heftigere Stöße heben natürlich Rad und Achse, und nun wirkt die Feder stoßdämpfend. Zu langes und zu starkes Ausschwingen der Federn selbst wird durch die oben erwähnten Stoßdämpfer verhindert.

Die Luftreifen werden je nach der Radfelge in zwei Arten gebaut: als Wulstreifen (Abb. 130) und als Geradseitreifen (Abb. 131); letztere erhalten zur Erhöhung der Festigkeit Drahtseileinlagen im Gummistoff.

Ein Fortschritt in der Ausbildung der Luftreifen wurde durch den Ballonreifen erzielt, der sich von dem vorher gebräuchlich gewesenen zunächst und hauptsächlich darin unterscheidet, daß die Luft in seinem Luftschlauch nicht so stark aufgepumpt ist. Dadurch federt er natürlich weicher. Außerdem ist die Reifenwand schwächer und somit schmiegsamer. Man benennt die beiden Reifenarten danach auch Hochdruck- und Niederdruckreifen.

Der gewaltige Fortschritt und die rasche Entwicklung im Automobilbau sind überhaupt nur dem Luftreifen zu verdanken. Aber dieser ist auch nicht frei von Nachteilen, als deren größter seine Verletzlichkeit empfunden wird. Das Aufziehen eines Radreifens ist keine geringe Kunst und Mühe. Um sie zu erleichtern, sind die abnehmbaren Räder, deren man immer eines oder mehrere als Reserve bequem mitführen kann, erdacht worden.

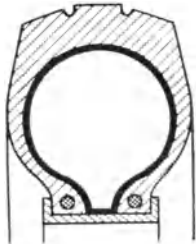


Abb. 131
Geradseitreifen

Ein Muster eines solchen ist in Abb. 129 gezeigt. Hier läßt sich das Rad samt Reifen nach Lüftung einiger Schrauben des inneren Speichenkranzes sehr einfach von der Nabe abziehen und ebenso leicht ein anderes mit unverletztem Reifen aufschieben, wobei die Löcher des Speichenkranzes über die Bolzen auf der Nabenscheibe geschoben werden; auf die dann noch vorstehenden Bolzengewinde werden die wenigen Schraubenmutter, die im Bilde vor dem Rad stehen, geschraubt und mit einem praktisch geformten, einem T gleichenden Schraubenschlüssel festgezogen.

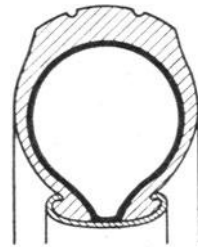


Abb. 130. Wulstreifen

Bei anderen Ausführungen wird nur die Felge samt dem aufgezogenen Reifen selbst abgenommen. Dadurch verringert sich das Gewicht der mitzuführenden Ersatzräder.

Um auch bei Nacht und bei Nebel sicher fahren zu können, muß man die Fahrbahn vor dem Wagen auf eine hinreichende Entfernung erhellen. Dazu dienen Scheinwerfer, die heute wohl ausschließlich elektrisch beleuchtet werden. Sie müssen nach den Vorschriften in Ortschaften mit stadtartiger Verbauung abgeblendet werden. Doch würde das noch nicht genügen. Auch auf freier Strecke ist beim Begegnen anderer Fahrzeuge ein Abblenden nötig. Es gibt eine Anzahl zweckmäßiger Einrichtungen, die dies mit einem einfachen Handgriff vom Fahrersitz aus ermöglichen.

Selbstverständlich muß auch die Rückseite des Fahrzeuges durch ein Decklicht — in der Regel mit rotem Glas — kenntlich gemacht sein.

44. Zusammenfassender Rückblick

Damit sind wir ans Ende dieser Betrachtungen gelangt. Zum Abschluß rufen wir uns das Gelernte in knappen Umrissen noch einmal ins Gedächtnis. Am besten in Form einer kurzen Prüfung mit Frage und Antwort.

Womit wird der Kraftwagen betrieben?

Mit Benzin (Benzol oder ähnlichen Brennstoffen, die mit Luft explosive Gemische bilden).

Was geschieht damit?

Der Brennstoff wird in flüssigem Zustand in einen auf dem Wagen mitnehmbaren Behälter eingefüllt. Von da fließt er bei hochgelegenen Behälter selbsttätig (als sogenanntes Fallbenzin) zum Vergaser. Bei tiefliegendem Behälter erzeugt man einen Druck im Behälter, anfangs durch Einpumpen von Luft mit einer meist am Spritzbrett befestigten kleinen Handpumpe; während der Fahrt wird diese Luft durch einen Teil der Auspuffgase ersetzt. Die übrigen Auspuffgase entweichen durch Schalldämpfer ins Freie.

Bei neueren Ausführungen wird das Benzin aus dem Behälter herausgesaugt (Unterdruckförderung).

Was geschieht im Vergaser?

Der Vergaser vergast, wie schon sein Name anzeigt, das aus dem Behälter kommende flüssige Benzin (Benzol usw.), indem er es

durch eine Düse als fein verteilten Nebel aussprüht. Gleichzeitig bereitet er ein zur Explosion geeignetes Gemisch aus diesem Nebel und Luft, die an der Düsenmündung in raschem Zuge vorbeiströmt. In der Regel ist eine zweifache Zufuhr von Luft möglich, wobei die Hauptluft, nach Bedarf auch erwärmt, in stets gleicher Menge zugeführt wird, die zweite, die Zusatzluft, erst dazutritt, nachdem schon ein vorläufiges Gemisch gebildet worden ist. Durch diese Zusatzluft, deren Menge entweder willkürlich der Fahrer, meist selbsttätig der Überdruck des Vergasers regelt, wird das Gemisch immer auf jenes Verhältnis von Luft und Benzin gebracht, das der Motor zum richtigen Arbeiten braucht.

Was geschieht mit dem fertigen, zündfähigen Gemisch?

Es strömt beim ersten Niedergang (Hub) des Kolbens, dem ersten Takt, in das Innere des luftleeren Zylinders. Dabei bleibt das Einlaßventil, von der Nocke gehoben, so lange offen, daß während des ganzen ersten Hubes Gasgemisch in den Zylinder eindringen kann. Dieses nun den Zylinder erfüllende Gemisch wird im zweiten Takt bei dicht geschlossenen Ventilen zusammengepreßt und knapp vor dem Hubende entzündet. Die Folge der Zündung ist dann die den dritten Takt einleitende Explosion und die Ausdehnung der Gase unter kräftigem Vortreiben des Kolbens. Beim letzten, vierten, Takt endlich werden die verbrannten und zu weiterer Arbeit im Zylinder unbrauchbar gewordenen Gase aus diesem durch das nun geöffnete Auslaßventil wegbeefördert und gehen entweder ganz oder teilweise durch den Schalldämpfer ins Freie.

Wodurch erfolgt die Explosion?

Durch den elektrischen Funken, der an einer im Zylinderinneren geschaffenen Zündstelle, der Kerze, erzeugt wird.

Wie entsteht der Funken?

Zur Funkenbildung ist zunächst elektrischer Strom notwendig und dann, daß er an der Kerze zwischen deren Elektroden überspringt.

Woher nimmt man den Strom?

Der Strom stammt entweder aus einer mit Elektrizität geladenen Batterie (Akkumulator) oder er wird während der Fahrt in einem eigenen Generator erzeugt (Magnet).

Worauf beruht der Generator?

Der Generator beruht darauf, daß ein mit Leitungsdraht umwickelter Anker in dem Kraftfelde eines starken Hufeisenmagneten gedreht wird. Hierbei entsteht in den Drähten des Ankers

Strom. Es wird aber nicht dieser primär entstehende Strom, weil zu schwach, den Kerzen zugeführt, sondern durch Unterbrechen des Primärstromes Sekundärstrom erzeugt, der durch die Transformation und das plötzliche Verschwinden des Primärstromes beim Unterbrechen eine sehr hohe Spannung erhält.

Wie erfolgt die richtige Zuweisung der Funken bei Mehrzylindern?

Durch besondere Verteiler. Diese haben soviel ruhende Kontakte als Zylinder da sind. Bei Vierzylindern somit vier. Jeder dieser Kontakte ist an einen Zylinder, d. h. an dessen Kerze angeschlossen. Über diese ruhenden Kontakte kreist eine Schleifkohle, die ständig mit der Stromquelle verbunden ist; so oft die Schleifkohle einen ruhenden Kontakt berührt, schaltet sie den zugehörigen Zylinder an die Stromquelle an und liefert ihm Strom und Funken.

Wie wird der Motor in Gang gesetzt?

Durch das Ankurbeln oder mit eigenen Anlassern. Dabei werden die ersten Takte künstlich eingeleitet. Nach den ersten Explosionen hat der Motor Schwung genug, um sich allein weiterzuhelfen.

Was alles treibt die Motorwelle an?

Den Magnet, die Nockenwelle zur Ventilsteuerung, mehrere Pumpen, so die für Wasser- und Ölumlaufl, unter Umständen auch einen Windflügel, meist auch noch eine Lichtmaschine.

Wie wird der Motor gekühlt?

Durch Luft allein bei kleinen Ausführungen, sonst durch Luft und Wasser. Dieses führt die bei der Explosion und infolge der raschen Kolbenbewegung auftretenden großen Wärmemengen von den Zylinderwandungen weg. Das hierbei erwärmte Wasser steigt entweder selbsttätig (Thermosiphon) wegen seines geringeren Gewichtes in den meist vorn angebauten Kühler oder wird durch eine eigene Pumpe dahin befördert. Im Kühler durchfließt es in langem Wege viele feine Kanäle, in denen es sich unter Mitwirkung der an den Kanälen vorbeistreichenden Außenluft allmählich abkühlt. So gekühlt verläßt es den Kühler an seinem tiefsten Punkte und umspült dann wieder die Zylinderwände.

Außerdem trägt das die Zylinderflächen innen benetzende Öl wesentlich dazu bei, diesen sich erhitzenden Wänden Wärme zu entziehen. Gleichzeitig wirkt dieses Öl als Trennmittel zwischen Zylinderwand und Kolben zur Herabminderung der Reibung und zur Abdichtung zwischen beiden Teilen.

Wie erfolgt die Kraftübertragung von der Motorwelle auf die Wagenräder?

Zunächst durch die Kupplung, die aus zwei zusammengehörigen Teilen besteht, von denen einer auf der Motorwelle, der andere zur Getriebewelle führt. Mit ihr kann man das Getriebe vollkommen vom Motor trennen. Das Getriebe überträgt die Bewegung auf die querliegenden Differenzialwellen, die entweder durch Ketten die Hinterräder treiben oder mit der Hinterradachse zusammenfallen und dann über das Differenzial mit der Gelenk-(Kardan-)Welle an das Getriebe angeschlossen sind.

Was leistet das Differenzial?

Es teilt den Antrieb vor den Hinterrädern und ermöglicht den beiden Hinterrädern selbständige Bewegungen mit den durch die Richtung und Beschaffenheit der Bahn bedingten Geschwindigkeiten.

Wie erteilt man dem Wagen verschiedene Geschwindigkeiten?

Durch Zündverstellung und durch die Änderung der Gaszufuhr läßt sich die Drehzahl des Motors in weiten Grenzen bestimmen. Diese Drehzahl des Motors wird je nach dem gewählten Gang im Getriebe bis zur Hinterachse heruntersetzt.

Wie wird die Bewegung des Wagens zum Stillstand gebracht?

Durch das Bremsen. Hierbei unterscheidet man 1. die durch Hand- oder Fußhebel betätigten mechanischen Bremsen, die mit Band oder Backen auf Bremstrommeln an den Wagenrädern oder an der Getriebewelle durch Andruck eine Bremskraft ausüben, 2. die Motorbremsung, wobei der in der Regel abzustellende Motor, zu hoher Drehzahl gezwungen durch eine große Übersetzung (niedriger Gang), selbst die nötigen Reibungswiderstände erzeugt.

Anhang

Fahrpraxis

Von Ing. Josef Schoenecker.

1. Richtlinien

Das Fahren wird nicht aus dürrn Büchertexten erlernt. Auch der Fahrschulunterricht schafft nur die Grundlagen für die Fahrpraxis. Die Vervollkommnung wächst erst mit langer Selbstschulung und Eigenerfahrung im Verkehr.

Das Ziel der vollendeten Fahrtechnik ist sehr hoch gesteckt: es gipfelt in den zwei Hauptforderungen:

1. höchstmögliche Sicherheit im Verkehr,
2. größte Wirtschaftlichkeit des Betriebes.

Von diesem Standpunkt aus sind die folgenden Betrachtungen zusammengestellt; zu ihrer Ergänzung dienen die bei der Beschreibung der einzelnen Wagenteile eingestreuten praktischen Betriebswinke im ersten Teil dieses Buches.

2. Gesetze und Verordnungen

Die zunehmende Verkehrsdichte und Schnelligkeit hat zu eingehender Regelung des Verkehrs durch Gesetzesvorschriften geführt, die aus den Verkehrsgepflogenheiten der einzelnen Länder hervorgegangen sind.

Für Deutschland gilt die Verordnung über den Kraftfahrzeugverkehr vom 16. März 1928, die auf dem allgemeinen Gesetz über den Verkehr mit Kraftfahrzeugen vom 3. Mai 1909 fußt, dessen Fassung im Laufe der Jahre verschiedene Änderungen durchmachte. Die Berliner Polizeiverordnung vom 31. Mai 1926 ist insbesondere für die Berliner Verhältnisse zugeschnitten.

In Österreich gilt für den Betrieb von Kraftfahrzeugen die Ministerialverordnung vom 28. April 1910, RGBl. Nr. 81, die heute auch noch für das Gebiet der Czechoslowakischen Republik Geltung besitzt. Ergänzt wird diese Verordnung durch das Gesetz vom 21. September 1928, LGBl. Nr. 38, für das Gebiet der Stadt Wien und die zugehörige Durchführungsverordnung vom 27. September 1928, LGBl. Nr. 39, sowie durch die Kundmachung des Landeshauptmannes für Niederösterreich-Land vom 28. Jänner 1921, LGBl. Nr. 50.

Für den Verkehr mit Motorfahrzeugen in der Schweiz gilt das Gesetz vom 7. April 1914, das durch Verordnungen vom 20. Jänner 1923 und 9. Mai 1927 ergänzt wurde.

Der internationale Verkehr wurde durch das internatio-

nale Abkommen über den Verkehr mit Kraftfahrzeugen vom 11. Oktober 1909 geregelt.

Die Haftpflicht ist für Deutschland durch das allgemeine Automobilgesetz von 1909, für Österreich im Gesetz vom 9. August 1908, RGBl. Nr. 162, geregelt.

3. Das Fahrzeug

Alle Kraftfahrzeugtypen müssen behördlich geprüft sein, ehe sie im öffentlichen Verkehr zugelassen werden. Die Prüfung erstreckt sich vor allem auf die Verkehrssicherheit: auf die Zuverlässigkeit der Lenkung und der Bremsen, das Vorhandensein einer ordnungsgemäßen Licht- und Signalanlage und die Möglichkeit einer guten Sicherung des Wagens bei Stillstand gegen unberufene Eingriffe.

Die Wagen dürfen im Verkehr nicht durch Geräusche und Rauchentwicklung belästigen, die vermeidbar sind. Ihre Bereifung darf die Fahrbahn nicht beschädigen.

An dem Fahrgestell jedes Wagens muß ein Firmenschildchen mit der Fabrikationsnummer und der Maschinenleistung angebracht sein, das mit den Angaben des dem Wagen beigegebenen Dokumentes — des Typenscheines — übereinstimmt.

Jedes Kraftfahrzeug hat an der Vorder- und Rückseite die polizeilichen Kennzeichen, gut befestigt, deutlich sichtbar zu tragen. Bei Nacht müssen auch die hinten angebrachten Polizeinumern beleuchtet werden, damit sie gut erkennbar bleiben. Abstellvorrichtungen dieser Beleuchtung sind beim Führersitz nur dann zulässig, wenn beim Abstellen gleichzeitig sämtliche Lampen verlöschen.

*

Die Behörde läßt nur vollkommen verkehrssichere Kraftfahrzeuge zu.

Es ist Pflicht des Fahrers, den Wagen stets in verkehrssicherem Zustande zu erhalten.

4. Der Fahrer

Es werden auch nur behördlich geprüfte Kraftwagenführer im Verkehr zugelassen, die sich gesundheitlich völlig eignen und alle nötigen Fähigkeiten besitzen, leider sind letztere selbst bei einer eingehenden Prüfung kaum einwandfrei feststellbar.

Im Verkehr muß der Fahrer vollständig Herr seines Fahrzeuges sein. Er kann seine Verantwortlichkeit nicht hoch genug einschätzen. Er muß sich mit einem maschinell starken, schnellen Fahrzeug klaglos in den Verkehr einpassen, in den sich auch minder schnelle Fahrzeuge sowie Fußgänger rücksichtsvoll einfügen sollen. Daß sie dies zuweilen nicht tun, kann keine Entschuldigung für den Fahrer bilden, sondern muß ihn zu umso höherer Aufmerksamkeit veranlassen; denn der richtig beherrschte Kraftwagen mit seinen größeren Beschleunigungs- und Bremskräften ist in der Bewegungssicherheit allen anderen Straßenbenützern überlegen.

Der Fahrer muß mit allen Möglichkeiten und scheinbaren Unmöglichkeiten rechnen: seine ganzen Sinne müssen sich auf die Fahrt, nur auf die Fahrt allein konzentrieren.

Es ist unverantwortlich, sich ans Lenkrad zu setzen, wenn man hiezu augenblicklich aus irgend einem Grunde nicht völlig disponiert erscheint. Man muß hier nicht gerade an Volltrunkenheit denken, welches Laster natürlich einen Chauffeur für seinen Beruf völlig ungeeignet macht. Auch Kopfweg, Abgespanntheit nach größeren physischen oder geistigen Arbeitsleistungen beeinträchtigen sehr die gute Aufmerksamkeit. Man setze sich nie ans Lenkrad, wenn man infolge wichtiger Gedanken und Geschäfte seine Sinne nicht ganz auf die Fahrt allein konzentrieren kann.

Eine schlechte Angewohnheit mancher Fahrer besteht darin, daß sie sich während der Fahrt mit ihrem Nebenmann, oder gar mit den hinten sitzenden Wageninsassen unterhalten.

Rauchen während der Fahrt ist eine schlimme Unart des Lenkers, schon deshalb, weil sie den Fahrer überflüssig oft zwingt, eine Hand vom Lenkrad wegzugeben.

*

Geistesgegenwart und rasche Entschlußfähigkeit sind die vorzüglichsten Eigenschaften eines guten Fahrers.

5. Betriebskontrolle

Jeder Fahrer soll im Interesse der Allgemeinwirtschaft auf ein ökonomisches Arbeiten seiner Maschine bedacht sein.

Man führe genau Buch über alle Fahrten, über die zurückgelegte Kilometerstrecke, über Brennstoff-, Öl- und Reifenverbrauch. Aus diesen Aufzeichnungen lassen sich unter Berücksichtigung der Amortisation und Verzinsung, der Versicherung und der Reparaturkosten, sowie der anderen Betriebsauslagen leicht die Betriebskosten errechnen, die jedem gesunden Betrieb als Unterlage für weitere Ermittlungen dienen müssen.

Die genaue und stetige Kontrolle der Betriebskosten ist auch deshalb erforderlich, weil jeder abnormal hohe, durch äußere Umstände, wie schlechte Straßen, Stadtfahrt, kalte Witterung usw. nicht erklärliche Verbrauch von Betriebsmitteln immer die maschinelle Einrichtung schädigt. Er beeinträchtigt also nicht bloß die augenblickliche Wirtschaftlichkeit des Betriebes, sondern verkürzt auch die Lebensdauer der Maschine.

Alle Lieferfirmen geben ihren Wagen verschiedene Drucksorten mit, die, — ein Produkt jahrelanger Betriebserfahrungen, — dem Wagenbesitzer wertvolle Winke für die richtige Behandlung des Wagens vermitteln. Leider werden diese Büchlein meist zu wenig beachtet.

Der Fahrer sollte diese Druckschriften nicht bloß dann suchen, wenn er etwa anlässlich eines Kabelwechsels den Schaltplan der elektrischen Anlage benötigt, er sollte sich z. B. auch über die richtige und zeitgerechte Bedienung der verschiedenen Wagenschmierstellen und das hiezu geeignetste Schmiermaterial, über Fehler in der Reifenbehandlung usw. aus diesen Anleitungen belehren lassen.

6. Betriebsbereitschaft

Jeder Fahrer hat als Grundgesetz der Sicherheit zu beachten, daß sein Fahrzeug vor Antritt jeder Fahrt sich in vollkommen betriebsfähigem Zustand befinden soll. Da bei einem in steter Verwendung stehenden Wagen mitunter eine Fahrt sehr rasch angetreten werden muß, ist es immer empfehlenswert, seinen Wagen nach jeder Fahrt wieder in vollständig betriebsbereiten Zustand zu setzen, um ihn jederzeit sofort wieder benützen zu können.

Es gehören daher die in diesem und dem folgenden Kapitel geschilderten Vorbereitungsarbeiten zur Fahrt zum Großteil auch zu den das Verhalten nach der Fahrt behandelnden Abschnitten. Jedes betriebsfähige Fahrzeug soll entsprechend von dem Schmutz der letzten Fahrt gereinigt sein; man überprüfe den Ölstand des Motors, fülle gegebenenfalls neues Öl nach; alle Schmierstellen werden, sofern nötig, mit frischem Schmiermaterial versehen; hier ist insbesondere das Lenkgestänge mit seinen Gelenken nicht zu vernachlässigen. Die Beleuchtung- und Signalanlage muß in Ordnung sein. Man überzeuge sich zeitweilig mittels eines Druckmessers, daß die Reifen den vorgeschriebenen Innendruck besitzen, und lasse sich nicht erst durch schlechte Fahrt und übermäßigen Reifenverschleiß auf diese Vernachlässigung aufmerksam machen. Der Reifeninnendruck kann immer nachlassen, man überprüfe ihn öfter.

Jeder sorgsame Fahrer hält das für die Fahrt erforderliche Werkzeug stets in guter Ordnung und leicht zugänglich. Neben den verschiedenen Schlüsseln, Feilen, Zangen u. s. f., muß ein unbedingt verlässlicher, rasch arbeitender Wagenheber vorhanden sein.

Auch ein eiserner Bestand unentbehrlicher Ersatzteile gehört zur Wagenausüstung, man vergesse nie, ihn durch rechtzeitige Nachbestellung von in Gebrauch genommenen Stücken vollständig zu erhalten. Kerzen können verölen, Ventilfeuern können brechen, der Vergaser-schwimmer kann undicht werden, Reifen können platzen. Ein kleiner Feuerlöschapparat gehört zu jedem mit Benzin betriebenen Fahrzeug, er ist bei Vergaser- oder Ölbrand sehr nützlich. Benzinleitungen können brechen, es ist peinlich, wenn nicht ein passendes Gummischlauchstück für schnelle Reparatur vorhanden ist. Ein Fläschchen Leichtbenzin wird in kalter Jahreszeit gute Dienste leisten. Für rinnende Kühler gibt es verschiedene Zaubermittel, die bei dieser Störung dem Wasser zugesetzt werden, und den Kühler an der Rinnstelle abdichten, sodaß man wenigstens noch bequem nach Hause kommen kann.

Bei Überlandfahrten im Winter sind Schneeketten für die Bereifung, Schneeschaukeln u. s. f. zur Mitnahme bereit zu stellen.

7. Vor der Fahrt

Wer einen ihm noch unbekanntem Wagen in Verwendung nehmen muß, lasse sich vor allem genau über die Lage des Benzinhahnes und über die Abstellmöglichkeit der Zündung unterrichten, damit er weiß,

wie im Falle der Gefahr die motorische Kraft zum Stillstand gebracht werden kann.

*

Der Benzinbehälter muß genügend Vorrat an Brennstoff enthalten, der Kühler mit Wasser gefüllt sein.

Vor dem Anlassen steht der Schalthebel auf Leerlauf, der Gashebel wird in die Startstellung gebracht. Dann wird die Zündung eingeschaltet.

8. Das Anlassen

Der Vorgang beim Anlassen selbst, sowie das Benehmen bei Störungen sind im ersten Teile des Buches eingehend besprochen.

Normal erfolgt das Anlassen bei modernen Wagen mittels eines Starters, der von der Batterie Strom erhält. Jeder Fahrer sollte wissen, daß durch vielfaches, vergebliches Anlassen mittels des Starters, besonders im Winter, die Batterie erschöpft wird, sodaß rechtzeitig zur Handkurbel gegriffen werden muß. Nachzündung sichert hier gegen Rückschläge. Die bei Kälte mitunter verwendeten Startbehelfe erleichtern bei richtiger Handhabung das Anlassen. Allenfalls kann auch etwas Leichtbenzin in das Saugrohr eingespritzt werden. Warmes Wasser in der Kühlanlage wirkt meist am sichersten.

Damit ein Wagen während der Fahrt völlig betriebsicher arbeitet, muß er dem Willen des Fahrers unbedingt gehorchen. Es genügt nicht, daß er beim Bremsen in angemessener Zeit zum Stillstand kommt, sondern der Wagen muß vom Stillstand aus auch das entsprechende Beschleunigungsvermögen entwickeln, das allerdings in gewissem Grade von der Motorstärke und deren Verhältnis zum Wagengewicht abhängig ist, eine Eigentümlichkeit, mit der im Verkehr gerechnet werden muß.

In dieser Beziehung ist der Wagen solange nicht betriebsicher, solange der Motor nicht jene Betriebswärme besitzt, die ihm die volle Elastizität sichert. Hierauf ist besonders im Winter zu achten, weil der kalte Motor dem Fahrer nicht im gewünschten Maße gehorcht. Da muß der Motor nach dem Anlassen erst geraume Zeit im Leerlauf arbeiten, ehe man sich mit dem Wagen in den Verkehr wagt. Dieses Warmlaufen muß langsam erfolgen: schnelle Steigerung der Drehzahl zwecks rascher Erhöhung der Temperatur ist verwerflich, weil das anfangs noch starrende Öl nicht die volle Schmierfähigkeit besitzt. Zu hohe Drehzahlen bei noch kaltem Motor führen daher leicht zu Verreibungen in den Laufflächen, — Kolben und Lager —, also zu wirtschaftlicher Schädigung.

9. Beginn der Fahrt

Die bei einem Wagen vorhandenen Schaltstufen sind eine technische Notwendigkeit, um die Motorleistung allen Kraftanforderungen des Betriebes anzupassen.

Für das Anfahren ist am besten die erste Geschwindigkeit zu ver-

wenden, wenn Überanstrengungen im Antrieb vermieden werden sollen. Um aber im ersten Gang unzulässig hohe Motordrehzahlen zu vermeiden, wird man bereits nach einigen Metern Wagenfahrt die zweite Geschwindigkeit einlegen, die eine kleinere Übersetzung besitzt.

Man vergesse nicht bei Fahrtbeginn die Handbremse zu lüften.

Bei Anfahren in einer Steigung ist vor Lösen der Bremse eine entsprechende Erhöhung der Motordrehzahl notwendig, um die Motorleistung in Einklang mit dem höheren Kraftbedarf zu setzen.

Die bei ungeschicktem Anfahren oft auftretenden ruckweisen Bewegungen des Wagens in der Fahrrichtung verschwinden bei Auskuppeln sofort; wenn die Bahn frei ist, kann man auch durch rasches Beschleunigen über diese Unannehmlichkeit hinweg kommen.

Für die Sicherheit der Fahrt sind in erster Linie die Bremsen und die Lenkung verantwortlich. Man muß sich gleich nach Fahrtbeginn von der richtigen Arbeitsweise dieser lebenswichtigen Organe überzeugen.

Bei der Lenkung darf eine schwere Betätigung ebenso wenig geduldet werden, wie ein zu großer toter Gang im Lenkrad, der 10° bis 15° nicht sehr übersteigen darf. Es muß sofort durch gründliche Schmierung, bzw. entsprechende Nachstellung im Lenkgestänge Abhilfe geschaffen werden.

Auch im Gestänge der Bremsbetätigung darf ein allzugroßer toter Gang nicht geduldet werden, besonders dann, wenn eine längere Fahrt in gebirgigem Gelände beabsichtigt ist, weil sich hiebei die Bremsen besonders stark abnützen. Es ist sofortige Nachstellung notwendig. Auch eine ungleichmäßige Bremswirkung auf beiden Wagenseiten ist unzulässig, da sich sonst der Wagen im Augenblick des Bremsens schief stellt. Die stärker wirkende Bremse muß durch Nachlassen des Gestanges in ihrer Wirkung abgeschwächt und so jener der anderen Wagenseite angepaßt werden.

Mit verölten Bremsen darf auf keinen Fall weitergefahren werden. Falls es nicht durch mehrfaches Anziehen der Bremsbacken an die Trommeln gelingt, das dort befindliche Öl zu verbrennen, dann heißt es eben putzen und auch die Ursache des Verölens, — gewöhnlich eine schlecht gewordene Dichtung, — beseitigen.

Bei ganz neuen Wagen, oder nach Aufbringen eines neuen Bremsbelages kommt es mitunter vor, daß die Bremsbacken, die noch nicht richtig eingearbeitet sind, auf den Trommeln schleifen, was unnötigen Kraftverbrauch zur Folge hat. Will man sich in diesem Falle von der richtigen Arbeitsweise der Bremsen überzeugen, dann bleibe man nach längerer Fahrt auf ebener Strecke stehen, ohne die Bremsen zu benutzen, und fühle die Bremstrommeln ab: sie dürfen nicht warm sein.

10. Schalttechnik

Bei richtiger Fahrtechnik steht die Motorleistung stets in vollem Einklang zu Fahrwiderstand und Wagengeschwindigkeit, es wird also einerseits der Motor nicht durch Überlastung gequält, anderseits nicht

durch zu große Übersetzungen zu schädlich hohen Drehzahlen gezwungen.

Es ist unbedingt nachteilig, den Motor in niedrigen Fahrstufen auf eine zu hohe Drehgeschwindigkeit kommen zu lassen, wenn er in der nächst höheren Geschwindigkeitstufe normal arbeiten kann.

Man wird also die erste Fahrstufe nur als kurzen Übergang zur zweiten für einen kräftigen Anzug vom Stand aus verwenden und möglichst rasch zum direkten Eingriff übergehen, umso mehr als dieser durch Ausschalten der Getriebezahnräder auch den besten Wirkungsgrad, also die wirtschaftlichste Arbeitsweise sichert.

Hier ist die beste Motorleistung bei geringstem Betriebsstoffverbrauch erreichbar. Schließlich ist, wie auch noch später bei Behandlung der Bergfahrt erörtert wird, die Arbeitsweise der Kühlung bei einer kleineren Wagenschwindigkeit unzulänglich und hat starke Erwärmung und Abnutzung zur Folge, die sich auch nach außen durch lauterer Arbeiten der Getrieberäder bemerkbar macht.

Umgekehrt darf aber das Bestreben, möglichst auf der vierten Geschwindigkeitstufe zu verharren, nicht zu unzulässiger Motorbelastung führen; bei absterbendem Wagenschwung oder steigendem Terrain muß rechtzeitig auf eine niedrigere Geschwindigkeitstufe übergegangen werden, um dem Motor die notwendige Drehzahl zu gestatten.

Bei Aufwärtsschalten von der ersten zur höchsten Geschwindigkeit muß, selbstverständlich bei ausgetretener Kupplung, die Motordrehzahl durch Zurückgehen mit dem Gashebel vermindert werden, während beim Abwärtsschalten von der höchsten zur ersten Geschwindigkeit eher ein Vergrößern der Drehzahl zu empfehlen ist, sodaß beim Auskuppeln die Stellung des Beschleunigers fast unverändert gelassen werden kann, falls nicht der vollständig erstorbene Wagenschwung diese Vorsichtsmaßregel überflüssig macht.

Die Kupplung muß richtig und sanft betätigt werden, um starke Stoßbeanspruchungen auszuschalten, die stets für die Kraftübertragung schädlich sind.

Gute Fahrer vermeiden es, lange die Kupplung schleifen zu lassen.

Besondere Vorsicht erfordert das Fahren mit fabriksneuen Wagen, oder solchen Motoren, die aus irgend einem Grund neue Kolben erhalten haben. Solche Wagen brauchen eine Fahrstrecke von 1000 bis 2000 km, um in den neuen Teilen richtig einzulaufen. Hier sind also übermäßige Drehzahlen auch schädlich, weshalb mitunter Fabriken ihre neuen Wagen mit eigenen Drosseleinrichtungen versehen, die während der Einlaufzeit für die verschiedenen Schaltstufen nur wesentlich niedrigere Wagenschwindigkeiten gestatten, als sie schließlich mit dem richtig eingelaufenen Wagen möglich sind.

Auf Rückwärtsgang darf unter keinen Umständen geschaltet werden, solange der Wagen vorwärts fährt. Zahnbrüche, jedenfalls große Abnutzung im Getriebe sind die Folge dieser Unvorsicht. Man muß also warten bis der Wagen zum Stillstand gekommen ist.

11. Fahrgeschwindigkeit und Schrecksekunde

Während der Fahrt muß der Lenker stets Herr seiner Geschwindigkeit sein, oder deutlicher gesagt, der Fahrer darf nur mit jener Geschwindigkeit fahren, bei der er unter allen gegebenen Umständen den Wagen in seiner Gewalt behält.

Diese Forderung ist einesteiis von der Stärke der Bremswirkung abhängig, andererseits spielt aber leider das Nervensystem des Fahrers, bezw. dessen augenblickliche Verfassung eine große, ja die größte Rolle.

Was nützt es, wenn z. B. ein Wagen bei der gewiß kleinen Fahrgeschwindigkeit von 20 km in der Stunde durch seine Bremsrichtung zuversichtlich auf 5 m Distanz ab Bremsbeginn zum Stillstand gebracht werden kann, wenn das Nervensystem des Fahrers bei plötzlichem Auftauchen eines Hindernisses so erschrickt, daß der Wagen z. B. noch 2 Sekunden, — das heist in Wegstrecke ausgedrückt 12 m — weiterrollt, ehe der Fahrer die Bremsen zu betätigen beginnt. Mit Rücksicht auf diese tatenlos verstreichende Zeitspanne, die man Reaktionszeit, mitunter auch „Schrecksekunde“ nennt, wird der Fahrer also den in Frage stehenden Wagen tatsächlich erst auf 17 m Distanz zum Stillstand bringen, das ist ein die theoretische Bremsstrecke des Wagens bedenklich überschreitender Wert.

Tatsächlich muß mit den praktischen Bremswegen gerechnet werden, die die „Schrecksekunde“ nicht außer Acht lassen.

Nach praktischen Versuchen schwankt die „Schrecksekunde“ bei normalen Fahrern mittleren Alters zwischen $\frac{1}{3}$ bis 1 Sekunde; sie vermindert sich im allgemeinen mit zunehmender Nervenabhärtung in der Verkehrspraxis, sie wird aber schließlich für jedes Nervensystem eine gewisse Mindestzeit nicht mehr unterschreiten.

Darum lerne jeder Fahrschüler vor allem das richtige langsame Fahren unter strenger Kontrolle seiner Nerveneignung, die ihm schließlich in der weiteren Praxis die zulässige Höchstgeschwindigkeit für alle Verkehrsverhältnisse von selbst vorschreibt.

Es braucht lange Zeit, bis der Fahrer das richtige Gefühl für die wirkliche Wagengeschwindigkeit bekommt, und nach in größerer Schnelligkeit zurückgelegten Strecken auf der Landstraße wird auch der geübte Fahrer in geschlossenen Ortschaften oft zu ungesetzlich hohen Geschwindigkeiten verführt, die er für viel geringer einschätzt.

Darum ist ein richtig zeigender Geschwindigkeitsmesser — ein Tachometer — selbst für den besten Fahrer unerläßlich, umsomehr als diese Instrumente auch die zurückgelegte Kilometerzahl für die Tageskontrolle festhalten.

Es empfiehlt sich, diese etwas empfindlichen Instrumente zeitweilig auf die Richtigkeit ihrer Angaben zu überprüfen.

12. Bremsen

Auch das Gefühl für die Bremse ist eine Sache der Erfahrung. Ein guter Fahrer wird von den Bremsen nur im Falle der Not Gebrauch

machen sonst allenfalls noch bei Gebirgsfahrten und schließlich beim Anhalten die Bremsen nötig haben.

Schließlich ist das Bremsen stets mit Abnutzung verbunden, man fährt also sparsamer, wenn man möglichst wenig bremst.

Allerdings muß, je schneller die Wagengeschwindigkeit ist, umso öfter gebremst werden, wenn man die Fahrgeschwindigkeit voll ausnützen will.

Fahrer, die nur die Bremsen zur Regelung der Fahrgeschwindigkeit benützen, fahren schlecht. Zu diesem Zwecke ist für größere Kraftunterschiede das Getriebe mit seinen Schaltstufen vorhanden, außerdem ist die Motorleistung durch Veränderung in Gaszufuhr und Zündmoment zu beeinflussen.

Jedes bruske Bremsen muß vermieden werden, es schädigt genau so wie unvorsichtiges Kuppeln nicht nur den Antrieb, sondern auch die Reifen, schließlich auch die auf solche rasche Geschwindigkeitsübergänge nicht vorbereiteten Wageninsassen.

Wird bei rascher Fahrt eine möglichst schnelle Herabsetzung der Wagengeschwindigkeit notwendig, so darf beim Bremsen selbst nicht ausgekuppelt, sondern nur mit dem Gashebel zurückgegangen werden.

Da in diesem Falle der Motor als Bremse mitwirkt, verzögert sich der Wagenlauf viel rascher, als wenn man auskuppeln würde. Abgesehen davon, daß auch hier die Bremsenabnutzung geringer wird, ist auch das Wiederbeschleunigen bei nichtabgekuppeltem Motor viel angenehmer durchführbar.

Wenn auch beim Bremsen selbst die Kupplung nicht ausgetreten werden soll, so muß schließlich bei absterbendem Wagenschwung selbstverständlich ausgekuppelt werden, wenn man völlig stehen bleiben oder umschalten will.

13. Gesichtsfeld

Der Fahrer hat bei der Fahrt den Blick unausgesetzt auf den Verkehr vor seinem Wagen zu richten.

Ein Abweichen des Blickes von der Fahrbahn z. B. auf den Schalthebel beim Schalten, oder den Bremshebel beim Bremsen ist ganz unstatthaft und darf vom Fahrlehrer vom ersten Augenblick des Unterrichtes an ebenso wenig geduldet werden, wie etwa das vollständige Freigeben des Lenkrades während der Fahrt.

Wenn der Fahrer seinen Blick in entsprechender Richtung über den Kühler auf die Fahrbahn richtet, — er darf nicht etwa auf die Kotflügel schauen, — so umfaßt sein Gesichtsfeld alle im Bereich der Fahrbahn sich abspielenden Ereignisse und das normale, gesunde Auge wird noch am Rande dieses Gesichtsfeldes sich abspielende Vorkommnisse deutlich wahrnehmen und richtig einschätzen, ob sie geeignet sind, die Sicherheit der Fahrt zu gefährden.

Mit diesem Gesichtsfeld kommt der Fahrer nur dann nicht aus,

wenn er über eine Straßenkreuzung fahrend, sich nach beiden Seitenstraßen wegen der Möglichkeit der Überquerung orientieren muß.

Zur Erleichterung dieses Vorganges sind eben größere Kreuzungen durch Verkehrsposten geregelt und für kleinere Kreuzungen gilt ein besonderes Vorfahrrecht, das wir in dem zugehörigen Abschnitt behandeln.

Sonst ist aber dieses Gesichtsfeld für die Fahrsicherheit vollkommen ausreichend, so daß man sich nicht etwa durch Kopfwenden über nachfahrende oder ganz zur Seite befindliche Wagen zu orientieren braucht, wenn man auch gegebenenfalls verpflichtet ist, Nachfahrende, in deren Gesichtsfeld man sich befindet, durch Zeichen zu verständigen.

14. Relative Geschwindigkeiten

Aus den praktischen Übungen des Fahrerschülers muß sich vor allem die richtige Abschätzung relativ wachsender und abnehmender Entfernungen gegenüber anderen Fahrzeugen während der Fahrt entwickeln, ein Gefühl, das nur in den hohen Geschwindigkeiten des Schnellverkehrs erworben werden kann, und das beim Fußgänger und beim Pferde fuhrwerk infolge deren langsamer Bewegungsmöglichkeit nur sehr schwach entwickelt ist.

Das unfehlbar richtige Abschätzen von Distanzen ist eine Fähigkeit, die nur durch strenge Selbstschulung im Schnellverkehr erworben werden kann.

Das richtige Gefühl für relative Geschwindigkeiten zeigt sich am deutlichsten beim Überholen eines Wagens in nicht allzu breiter Gasse im richtigen Abschätzen der Durchfahrmöglichkeit zwischen zwei anderen einander begegnenden Wagen.

Aber auch Bedachtsamkeit oder Leichtsinn eines Fahrers äußern sich bei solchen Gelegenheiten ganz nackt. Der Wackelbegriff „es wird noch gehen“ und das einschläfernde „es geht noch“ dürfen in den Gedankengängen eines ernstesten Automobilisten nicht vorkommen. Entweder „es geht sicher“ oder „es geht nicht“, — und dann muß eben gewartet werden, bis es sicher geht. In solchen Augenblicken äußert sich die rasche Entschlußfähigkeit des Fahrers.

15. Zeichen des Fahrers

Jede beabsichtigte und auch durch äußere Umstände erzwungene Verlangsamung des Fahrtempos, sowie das Abweichen von der Fahrrichtung muß der Fahrer rechtzeitig vor Ausführung seines Entschlusses durch entsprechende Zeichen den nachfolgenden Wagen bekannt geben.

Beim offenen Wagen kann sich der Fahrer leicht durch Handzeichen verständlich machen. Je nach Lage des Führersitzes rechts oder links, kommt hiezu die rechte oder linke Hand zur Anwendung. Beabsichtigt er stehen zu bleiben, so hebt er seinen Unterarm, in rechtem Winkel abgebogen, aus dem Wagen (Abb. 1).

Verlangsamung der Fahrt ist durch kurzes Auf- und Abbewegen des mit der Handfläche nach abwärts gerichteten Armes den Nachfahrenden bekannt zu geben (Abb. 2). Abweichen von der Fahrriichtung wird durch gerades Ausstrecken des Armes, die innere Handfläche in der Fahrriichtung, angezeigt, wobei der Arm ruhig wagrecht zu halten ist (Abb. 3). Das gleiche Zeichen wird notwendig, wenn man beabsichtigt, die StraÙenseite zu wechseln. Es ist Pflicht der Höflichkeit, einem schnelleren nachfahrenden Wagen, der seine Vorfahrabsicht durch Hupen-



Abb. 1

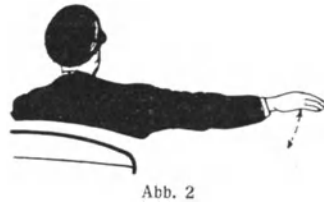


Abb. 2

signale bekundet, durch horizontales Winken mit der Hand die Vorfahrt frei zu geben, wenn gegen das Überholen keine Hindernisse bestehen (Abb. 4).

Die an Verbreitung stetig gewinnenden geschlossenen Wagen müssen als Ersatz für die hier meist erschwerten Handsignale mit deutlich sichtbaren Fahrtrichtungsanzeigern oder Winkern ausgestattet sein, wo-



Abb. 3



bei jene Bauarten, die eine gewisse Zeitspanne nach ihrer Betätigung selbsttätig in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren, besonders für solche Fahrer vorzuschlagen sind, deren Vergeßlichkeit das Zurückstellen des Winkers verabsäumt und so an späteren Straßenkreuzungen Anlaß zu Verkehrstörungen geben kann. Außerdem besitzen geschlossene Wagen an der Rückseite ein rotes „Stopplicht“, das beim Bremsen des Wagens aufleuchtet und den nachfahrenden Wagen die Verlangsamung des Fahrtempos, bezw. das Anhalten anzeigt.

16. Höflichkeit und Rücksicht

Die Pflicht der Höflichkeit wird im Verkehr oft außer Acht gelassen. Ein rücksichtsvoller Fahrer fährt stets mit der Überzeugung, daß

die Straße allen, nicht bloß ihm allein gehört. Er drängt sich nie in lebhaften Verkehr und belästigt niemanden durch überflüssige Rauch-, Staub- und Lärmentwicklung.

Jeder Fahrer sollte wissen, daß die Hupe nur als Warnung und Aufforderung zur Achtsamkeit, nicht als Schreckmittel dient. Ein guter Lenker hupt sehr sparsam, in der Hauptsache dann, wenn er bei Verlassen der Garage z. B. oder bei seiner Heimkehr gezwungen ist, den Gehsteig zu überqueren, oder wenn er die Absicht hat, ein langsamer fahrendes Gefährt zu überholen.

Es ist eine Unart, wenn rücksichtslose Fahrer ihrer Nervosität durch rastloses Hupen auch auf leeren Straßen sogar zur Nachtzeit Luft machen, anstatt an Straßenkreuzungen die Wagengeschwindigkeit soweit zu mäßigen, daß jede Begegnung mit kreuzenden Wagen gefahrlos überstanden werden kann.

Der gute Fahrer fährt so sicher, daß er auch im Schnellverkehr dieses Gefühl der Sicherheit auf die ganze Umgebung überträgt, sodaß weder Fußgeher, noch Radfahrer, noch Pferdefuhrwerk in irgendeiner Weise vor ihm erschrecken, oder in ihrer richtigen Handlungsweise beirrt werden.

Der rücksichtsvolle Wagenlenker wird im Verkehr stets auf den schwächeren Teil Rücksicht nehmen. Er wird in Schwung befindliche schwerbeladene Hand- oder Pferdewagen nicht zum Stillstand zwingen, sondern selber deren Vorbeifahrt abwarten, da ihm dies keine Arbeit kostet. Besondere Rücksicht ist gegen alte Leute, Frauen und Kinder am Platze. Letztere werden noch am Gehsteig die Aufmerksamkeit des Fahrers verlangen.

Bei Regenwetter fährt man in engen Straßen nicht rücksichtslos durch alle Wasserlaken.

Wenn es durch eigenes oder fremdes Verschulden einmal zu einem Unfall kommt, so erfordert es schon das eigene Interesse, stehen zu bleiben und alles Erforderliche zu tun, um auch den Tatbestand an Ort und Stelle möglichst einwandfrei feststellen zu lassen. Beteiligte, die bei solchen Anlässen sich rasch aus dem Staube machen, ziehen immer den Schein der Schuld auf sich.

17. Fahren und Begegnen

Zur Verkehrsregelung zerlegen die Fahrvorschriften jede Fahrstraße durch eine in Straßenmitte unsichtbar verlaufende Trennungslinie in zwei Bänder, deren jedes für eine Verkehrsrichtung bestimmt ist.

In den meisten Ländern gilt als Grundregel, auf der rechten Straßenseite zu fahren. In Deutschland und in der Schweiz z. B. fährt man rechts (Abb. 5), in Österreich wird heute noch links gefahren (Abb. 6), mit Ausnahme von Vorarlberg, wo rechts gefahren wird. Für die Czechoslowakei gilt auch noch die Linksfahrregel.

Je nach den im Lande herrschenden Gesetzen hat sich somit der Fahrer im Verkehr stets möglichst rechts oder links zu halten, in der

Rechtsfahren

Linksfahren

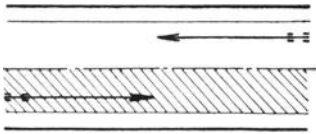


Abb. 5

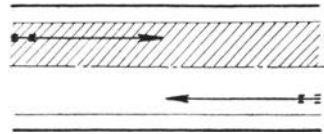


Abb. 6

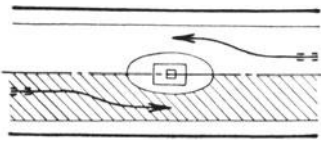


Abb. 7

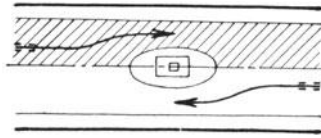


Abb. 8

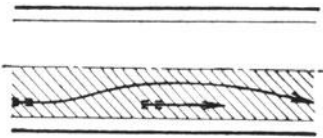


Abb. 9

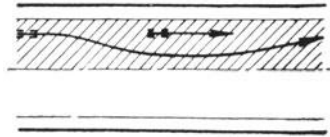


Abb. 10

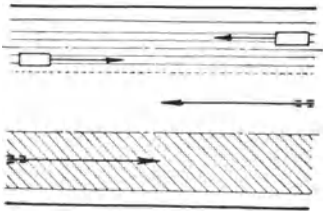


Abb. 11f

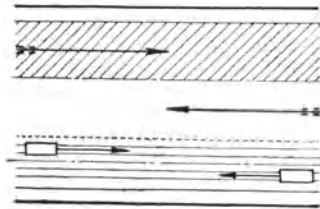


Abb. 12

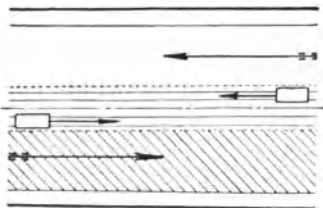


Abb. 13

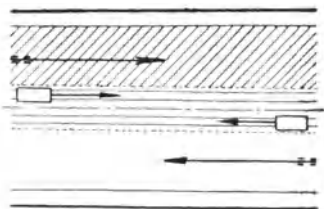


Abb. 14

Stadt, z. B. nahe am Gehsteig, aber nicht so nahe, daß etwa am Randstein gehende Passanten gefährdet sind, also etwa auf 1 m Entfernung vom Gehsteigrand.

Allenfalls kann man auf der freien Landstraße die Straßenmitte halten, schon deshalb, weil sie die bequemste Fahrt ermöglicht, man verabsäume dann aber nicht, rechtzeitig auf die vorgeschriebene Straßenseite auszuweichen, wenn ein Gefährt entgegenkommt, oder ein rascher nachfolgender Wagen vorfahren will.

Man weicht also entgegenkommenden Wagen sinngemäß nach rechts oder links aus, auf gleicher Seite hält man sich bei feststehenden Hindernissen in der Fahrbahn, sofern ihre Lage das Vorbeifahren auf der richtigen Straßenhälfte überhaupt gestattet (Abb. 7 und 8).

Beim Fahren klebe man nie zu sehr an vorherfahrenden Wagen, insbesondere halte man sich in entsprechender Entfernung hinter Wagen, die mit Vierradbremzen ausgestattet sind, wenn das eigene Fahrzeug keine so rasch wirkende Bremsen einrichtung besitzt. Der plötzlich abbremsende Wagen kann dem knapp nachfolgenden Fahrzeug gefährlich werden. Je höher die Fahrgeschwindigkeit ist, umso größer muß begrifflicher Weise der Abstand zwischen zwei hintereinander fahrenden Wagen gehalten werden.

Darum werden Wagen mit Vierradbremzen am rechten hinteren Kotflügel mit dem allgemeinen internationalen Warnungszeichen, einem roten Dreieck versehen.

*

Rückwärtsfahrt kommt natürlich nur für kurze Strecken fallweise in Frage. Und dann ist sehr große Vorsicht am Platze: hier wird man nicht die Hupe schonen.

Reversieren, bzw. Wenden ist in verkehrsreichen Straßen verboten, weil es den Verkehr behindert. Überhaupt wird man, soweit zugänglich, das Reversieren vermeiden, weil es unwirtschaftlich ist.

18. Vorfahren

Bei Rechtsfahrvorschrift wird langsamer fahrenden Wagen links vorgefahren. In Ländern wo links gefahren wird, muß man rechts überholen (Abb. 9 und 10).

Die Absicht des Vorfahrens gibt man dem voranfahrenden Fahrzeug durch Hupensignale kund, um nicht etwa durch dessen plötzliches Abweichen aus der Fahrriichtung gefährdet zu werden.

Das Vorfahren muß jedenfalls im Verkehr eine rasch vorübergehende Erscheinung darstellen. Man überholt daher nur langsame Wagen, und nur dann, wenn man einen schnelleren Wagen besitzt. Es ist unstatthhaft, das Überholen in eine Art Wettrennen ausarten zu lassen.

Vorfahren in engen Straßen ist, soferne es nicht überhaupt verboten ist, immer gefährlich, weil man hiebei unbedingt die Fahrbahn der entgegengesetzten Fahrriichtung benützen muß.

Man halte sich nicht allzu knapp an dem zu überholenden Wagen,

sondern fahre in möglichst flachem Bogen bereits in angemessener Entfernung aus der Fahrrichtung des voranfahrenden Wagens, um einen besseren Überblick über die Straße zu erlangen, um in engeren Straßen bei allenfalls entgegenkommenden Wagen noch sicher hinter dem voranfahrenden Wagen Deckung finden zu können.

Bei großen relativen Geschwindigkeiten darf man nicht in scharfem Bogen vor dem überholten Wagen in die ursprüngliche Bahn zurückkehren, sondern muß das in sehr flachem Bogen tun, um den nun nachfahrenden Wagen nicht zu gefährden. Je größer die Fahrgeschwindigkeiten, umso flacher die Überholungskurve.

In Straßenkreuzungen und Kurven darf man niemals vorfahren, weil infolge der Unübersichtlichkeit leicht ein Zusammenstoß mit entgegenkommenden oder aus der Kreuzung einbiegenden Fahrzeugen möglich ist.

Aus dem gleichen Grunde darf ein dritter Wagen niemals zwei im Vorfahren begriffene Wagen überholen, selbst dann nicht, wenn es sich um zwei Pferdefuhrwerke handelt. Dieses sogenannte „staffelförmige“ Fahren ist, umso mehr da es unter Umständen die ganze Straßenbreite für eine einzige Fahrrichtung beansprucht, unbedingt verboten. Ist man unter ganz besonderen Umständen gezwungen, Wagen auf der falschen Seite zu überholen — wenn z. B. schwere Lastwagen auf rutschender und etwas gewölbter Fahrbahn aus Sicherheitsgründen die Straßenmitte halten müssen, so muß man sehr vorsichtig sein und darf dies erst dann tun, bis der voranfahrende Wagen die Absicht des nachfahrenden zur Kenntnis genommen hat.

19. Straßenbahnen

Die an Schienen gebundenen Straßenbahnen müssen, sofern ihre Schienenanlage nicht mit Rücksicht auf die herrschenden Verkehrsgeetze angelegt werden konnte, eine gewisse Ungesetzmäßigkeit in den Verkehr bringen, mit der natürlich jeder Autofahrer zu rechnen hat.

Wenn es die Straßenbreite gestattet, die Schienenstränge beiderseits an die Gehsteige zu verlegen, so entsteht zwischen den Geleisen eine genügend breite Fahrbahn, für die in beiden Richtungen gesetzmäßig verkehrenden Fahrzeuge.

Wenn in genügend breiten Straßen beide Straßenbahngeleise auf eine Seite verlegt werden, bleibt ebenfalls für den Autoverkehr noch genügend Platz übrig (Abb. 11 und 12).

Wenn aber die Geleise in die Straßenmitte verlegt sind, sodaß zwischen diesen und den Gehsteigen sich beiderseits die Autofahrstraßen erstrecken, so fahren die Kraftwagen wohl auf der gesetzlich vorgeschriebenen Seite, sie müssen aber dann die Straßenbahn eigentlich auf gesetzwidriger Seite überholen, sodaß also in diesem Falle z. B. in Deutschland die Straßenbahn von den rechts fahrenden Wagen rechts zu überholen ist (Abb. 13 und 14).

Straßenbahnen vorzufahren, ist immer gefährlich: teils können Personen plötzlich unachtsam von der Straßenbahn abspringen, was in der Nähe von Haltestellen oft der Fall ist, teils gibt es Fußgeher, die in höchster Eile noch vor der Straßenbahn die Fahrbahn überqueren müssen, und so leicht, weil sie durch den Bahnwagen verdeckt werden, unter die Räder des Autos geraten können.

Wenn in schmalen Straßen die eingleisige Schienenbahn auf einer Seite die halbe Straßenbreite einnimmt, dann bleibt natürlich den Kraftwagen je nach der Fahrtrichtung nichts anderes übrig, als der Straßenbahn entweder auf falscher Seite zu begegnen oder sie auf falscher Seite zu überholen. Aus Sicherheitsgründen ist es empfehlenswert, nicht auf den Fahrschienen der Straßenbahn zu fahren. Im Gleis darf man niemals stehen bleiben.

Besondere Vorsicht erfordert das Vorbeifahren an Haltestellen der Straßenbahn, auch wenn an diesen Stellen eigene „Rettungsinseln“ vorgesehen sind, sodaß die Passagiere nicht in der Fahrbahn auf die Straßenbahn warten müssen.

An Haltestellen, die keine solche Vorkehrungen besitzen, darf ein Kraftwagen auf keinen Fall vorbeifahren, solange aus- und eingestiegen wird. Erst wenn die Haltestelle menschenleer geworden ist, darf man die Fahrt langsam, möglichst nahe am Gehsteig, fortsetzen. Nervöse Hupensignale an diesen Stellen sind ein grober Verstoß gegen die Höflichkeit.

Straßenbahnhaltestellen sind aber auch dann gefährlich, wenn die Einsteigseite am Gehsteig und die Fahrbahn überm Geleise liegt. Wie oft gibt es Passanten, die schnell und unvorsichtig zwischen zwei Straßenbahnen in die Fahrbahn springen. Mit solchen Zufällen muß der Fahrer rechnen und an Straßenbahnhaltestellen immer sehr vorsichtig fahren, um jederzeit sofort anhalten zu können.

20. Straßenkreuzungen

Straßenkreuzungen mit regem Verkehr sind in jeder größeren Stadt heute durch Verkehrsposten oder durch optische Signale ganz eindeutig gesichert.

Die übliche Unterteilung der Signale oder Handzeichen der Verkehrsposten in 3 Phasen hat sich als völlig zureichend erwiesen.

Wenn Lichtsignale verwendet werden, so bedeutet das an einer Straßenkreuzung nach allen 4 Richtungen gleichzeitig aufleuchtende gelbe Licht als „Achtung“ den Wink, daß eine Änderung des augenblicklich bestehenden Verkehrszustandes eintreten wird. An die Kreuzung heranfahrende Wagen, — denen das nächste Signal die Weiterfahrt verbietet, — haben bei diesem Zeichen schon vor der Straßenkreuzung in der Flucht der Straßenhäuserreihe oder vor auf dem Pflaster markierten Übergängen für Passanten, stehen zu bleiben. In der kreuzenden Richtung durch das vorhergehende Signal aufgehaltene Kraft-

wagen haben sich fahrbereit zu machen, um ihre Fahrt fortzusetzen, wenn ihre Fahrrichtung freigegeben wird.

Rotes Licht bedeutet „Halt“ für die beiden Fahrrichtungen jener Straße, denen es zugekehrt ist. Grünes Licht schließlich gibt, gegen die kreuzende Straße beiderseits gerichtet, die Bahn frei.

In gleicher Art sind dort, wo an Straßenkreuzungen Verkehrsposten aufgestellt sind, deren Handzeichen in 3 Phasen unterteilt.

Die hochgehobene Hand des Verkehrsbeamten entspricht dem gelben Licht, bedeutet „Achtung“ für alle Seiten (Abb. 15); sie zwingt jene Wagen, denen sich die Vorder- oder Rückseite des Postens zuwendet, zum Halten vor der die Kreuzung begrenzenden Schutzlinie. Die horizontal ausgestreckten Arme sperren mit „Halt“ die Bahn für die von vorne, bzw. hinten herankommenden Wagen (Abb. 16). Durch Winken des Armes nach rechts, bzw. links wird schließlich die Bahn für jene



Abb. 15

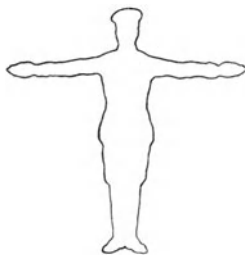


Abb. 16

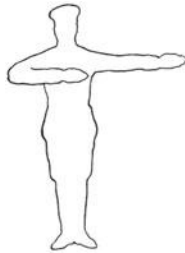


Abb. 17

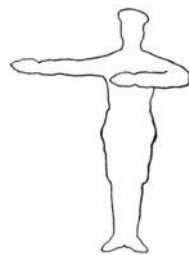


Abb. 18

Wagenreihen freigegeben, denen der Verkehrsposten das Seitenprofil zukehrt (Abb. 17 und 18).

Die soeben geschilderte Dreiteilung der Verkehrszeichen bedeutet also in der ersten Phase „Achtung“ einen Übergang, in der zweiten Phase „Halt“ die Unterbrechung des Verkehrs in einer Richtung, in der dritten Phase „Frei“ die Freigabe des Verkehrs in der kreuzenden Richtung.

An so gesicherten Straßenkreuzungen muß der Fahrer nur auf die Verkehrszeichen achten und diese genau befolgen, um sicher zu fahren; man tut gut, möglichst nur solche Kreuzungen zu benutzen. Denn Straßenkreuzungen, an denen keine Verkehrsregelung vorgesehen ist, müssen mit viel größerer Vorsicht unter eigener Verantwortung genommen werden; sie sind besonders dann zeitraubend, wenn auch noch Kreuzungen mit Straßenbahnen vorliegen.

Wenn in solcher Art ungesicherte wichtige Verkehrsstraßen mit Nebengassen kreuzen, ist es wohl natürlich, daß der breiteren Straße widerspruchslos das Vorrecht auf rascheren Verkehr zukommt. Ein aus einer Seitengasse zur Hauptstraße kreuzendes Gefährt ist also verpflichtet, erst alle Wagen in der Hauptstraßenrichtung vorbeizulassen, ehe es

durch eine Lücke der querfahrenden Wagenkolonnen die Hauptstraße überqueren oder sich in den Hauptstraßenverkehr selbst einfügen kann. Jedenfalls ist bei solchen Kreuzungen ein vorsichtig langsames Einfahren, — mit dem rechten Fuß auf der Bremse, — unerlässlich, während man, sobald die Bahn frei wird, die Kreuzung möglichst rasch verläßt.

Rechtsfahren

Linksfahren

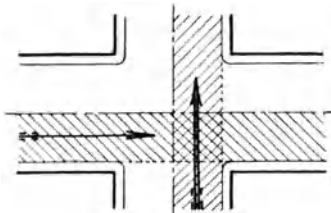


Abb. 19

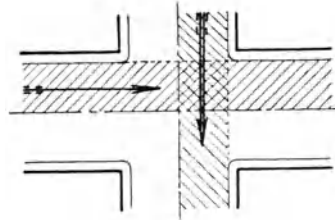


Abb. 20

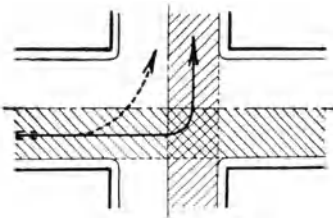


Abb. 21

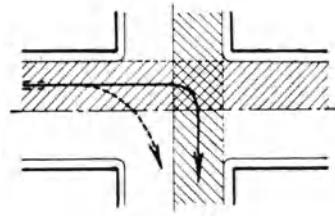


Abb. 22

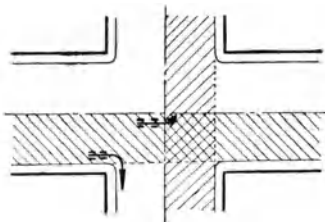


Abb. 23

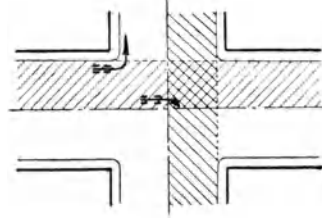


Abb. 24

Man beachte, daß selbst engeren Straßen, in denen jedoch Straßenbahnen verkehren, auch gegenüber kreuzenden breiteren Straßen ohne Straßenbahngeleise das Vorrecht zukommt.

Bei Kreuzungen gleichwertiger Straßen, die keine besondere Verkehrsregelung besitzen, läßt man das allgemein gebräuchliche Höflichkeitsrecht der Vorfahrt gelten. In Ländern, in denen rechts gefahren wird, hat sinngemäß das von rechts kommende Fahrzeug den Vorzug,

da es vom Fahrer am frühesten wahrgenommen werden kann. Das bedeutet also, daß der Fahrer an solchen Kreuzungen den von rechts kommenden Kraftwagen den Vortritt zu lassen hat (Abb. 19). Bei genauer Befolgung dieser Verkehrsregel kann kaum eine Stockung auftreten.

Wo noch links gefahren wird, gilt sinngemäß das Vorfahrrecht für die von links kommenden Fahrzeuge (Abb. 20).

21. Abbiegen

Auch die Kurve, die Wegabiegung nach rechts oder links, unterliegt der gleichen Zerlegung in zwei Fahrrichtungen durch die unsichtbare Mittellinie in der Fahrbahn. Besonders hier hat man sich sehr genau an die bestehenden Fahrregeln zu halten, gegen die leider auch alte Fahrer nur zu gern verstoßen, indem sie sich nicht streng auf der vorgeschriebenen Straßenseite halten, wodurch sie leicht in den Bereich entgegenkommender Wagen geraten können.

Die gleiche unsichtbare und doch vorhandene Fahrbahnteilung gilt natürlich auch für das Abbiegen an Straßenkreuzungen. Es ist also in Deutschland die Kurve nach links voll auszufahren, sodaß man nie die vorgeschriebene (durch Schraffur angedeutete) Fläche verläßt und der Kreuzungspunkt der Mittellinien beider Straßenzüge, an dem man sich am besten stets einen Verkehrsposten denkt, auch wenn er dort nicht vorhanden ist, zur Linken des Wagens bleibt (Abb. 21).

In Österreich und den links fahrenden Ländern ist sinngemäß die rechte Kurve voll auszufahren, daß das Straßenkreuzungsmittel zur Rechten bleibt (Abb. 22).

Ein Nehmen der Kurve in flachem Bogen — das „Kurvenschneiden“ — führt, wie in den Abb. 21 und 22 punktiert angedeutet, stets zur Benützung der falschen Straßenseite, die den entgegenkommenden Wagen vorbehalten ist. Daher ist das Kurvenschneiden, weil sehr gefährlich, unbedingt verboten.

Man fahre in der Kurve besonders langsam und sichere sich allenfalls eine größere Anzugskraft durch Einlegen einer niedrigeren Geschwindigkeit.

Ein Abbiegen an verkehrsreichen Kreuzungen sollte nach Tunlichkeit vermieden werden, denn es bedeutet, wenn es nicht ganz exakt ausgeführt wird, stets eine Verkehrstörung.

Das Abbiegen in kleinem Bogen in die unmittelbar angrenzende Fahrbahnhälfte der Querstraße ist jederzeit gestattet, auch wenn für die augenblickliche Fahrtrichtung das „Halt“zeichen gegeben ist. Man halte sich nur möglichst knapp am Gehsteig, um z. B. bei „Frei“signal nachfahrende Wagen am Überqueren der Straßenkreuzung nicht zu behindern. Natürlich dürfen bei diesem Abbiegen auch die in der Querrichtung fahrenden Wagen nicht behindert werden und die Fahrbahn überschreitenden Fußgänger sind durch Hupensignale zum Freigeben der Fahrbahn für die Durchfahrt zu ersuchen.

Umständlicher ist in solchen Kreuzungen das Abweichen in großem Bogen, bei welchem also vor dem eigentlichen Abbiegen ein Überqueren der anliegenden Fahrbahnhälfte der Querstraße notwendig ist.

Dieses Abbiegen ist natürlich nur dann gestattet, wenn die Richtung, aus der man kommt, freie Fahrt hat. Nachdem man durch Handzeichen die Absicht des Abbiegens bekanntgegeben hat, hält man sich knapp an der Straßenmitte, um die nachfolgenden Wagen im Überqueren nicht zu hindern. Dann ist es wohl notwendig, knapp beim Verkehrsposten mit entsprechendem Einschlag stehen zu bleiben, weil die entgegenfahrende Wagenkolonne das Abbiegen verhindert, um erst dann endgültig in die neue Richtung abzubiegen, bis diese für den Verkehr frei gegeben wird. Vgl. Abb. 23 und 24.

22. Straßenrang und Einbahnstraßen

Die große Steigerung des Schnellverkehrs macht, um Irrungen auszuschalten, eine Rangordnung für die größeren Verkehrsstraßen notwendig, wie sie z. B. in den Großstädten Deutschlands Verwendung findet. Als Verkehrsstraßen I. Ordnung gelten die wichtigsten Hauptverkehrsstraßen, als solche II. Ordnung die weniger wichtigen Hauptverkehrsstraßen. Beide werden als solche durch besondere, rot gehaltene Zeichen an den Einfahr- bzw. Kreuzungsstellen kenntlich gemacht; Straßen I. Ordnung nach Abb. 25, jene II. Ordnung nach Abb. 26.

Um in einem Gewirr engerer verkehrsreicher Straßen in Kombination mit starken Verkehrsadern eine bessere Übersicht zu ermöglichen, und sonst gefährlichen Kreuzungen ihren verkehrstörenden Charakter zu nehmen, sind Einbahnstraßen vorhanden, die vom Fahrzeugverkehr nur in einer Richtung benützt werden dürfen. Am Eingang in der Fahr-



Abb. 25

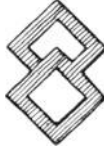


Abb. 26



Abb. 27

richtung sind diese Straßen als Einbahnstraßen gekennzeichnet (Abb. 27), während ihr anderes Ende durch Einfahrverbottafeln für die Einfahrt geschlossen ist.

Benützer von Einbahnstraßen müssen beim Fahren und Vorfahren die normalen Verkehrsgesetze befolgen, wobei sie natürlich entgegenkommende Wagen nicht zu befürchten haben, sodaß z. B. durch Überholen eines Wagens auch die ganze Straßenbreite gesperrt werden kann.

23. Landstraßenfahrt

Die Fahrt auf freier Landstraße ermöglicht einen besseren Überblick als die Stadtfahrt, sie gestattet also höhere Geschwindigkeiten, die indessen nicht zur Überschreitung der zugelassenen Höchstgrenzen beim Durchfahren geschlossener Ortschaften verführen sollen. Als solche gel-

ten noch Orte, die an einer Straßenseite zusammenhängende Haussiedlungen aufweisen. Auch auf der Landstraße gelten die Fahrgesetze für Fahren, Begegnen und Überholen. Nur wird man hier öfter damit zu rechnen haben, daß schwerfällige Fuhrwerke oft auf die falsche Straßenseite abbiegen und so gefährlich werden können. Man sei besonders hier rücksichtsvoll gegen Mensch und Tier, umso mehr je abgelegener die Straße sich vom gewohnten Schnellverkehr befindet. Man beachte, daß Pferde leicht scheuen können, daß Landfuhrenkutscher nicht immer so schnell denken, wie man dies von einem Kraftwagenlenker allerdings voraussetzen muß. Man sei stets hilfsbereit gegen andere Straßenbenützer.

Auch auf ganz gerader Straße kann die Übersichtlichkeit bei großen Geschwindigkeiten leiden, wenn diese Straße über einen kleinen Hügel führt, sodaß z. B. von der anderen Seite ein schnelles Gefährt auf der falschen Straßenseite entgegenkommen kann, das man gerade auf der Hügelhöhe begegnet.

Hier und in vielen ähnlichen Fällen ist es allerdings notwendig, die Hupe zu gebrauchen und die Geschwindigkeit entsprechend zu mäßigen. Auch bei Kurvenfahrt in freier Straße vernachlässige man die Fahrregeln nicht, um sich streng selbst zu erziehen. Man schneide also nicht die Kurven, um auf einer höheren Geschwindigkeit bleiben zu können, selbst wenn die Übersichtlichkeit der Kurve dies zulassen würde. Das Haftvermögen der Reifen auf der Straßenoberfläche kann die Geschwindigkeit in Kurven sehr herabdrücken; rutschige, sandige oder nasse Kurven dürfen nicht zu schnell durchfahren werden.

Nach internationalem Übereinkommen sind auf den Hauptverkehrsstraßen größere Fahrhindernisse beiderseits durch Warnungssignale zu



Abb. 28



Abb. 29



Abb. 30

sichern, die, sofern es die örtlichen Verhältnisse gestatten, ungefähr in 250 m Abstand von den gefährlichen Stellen anzubringen sind. Diese



Abb. 31



Abb. 32



Abb. 33

Tafeln sind in roter Dreieckseinfassung mit schwarzem Bild auf weißem Grund ausgeführt; aus älterer Zeit finden sich auch noch, runde Tafeln mit gelber oder weißer Figur auf blauem oder schwarzem Grund.

Abb. 28 zeigt das allgemeine Warnungszeichen bei Gefahrenstellen, in Abb. 29 bis 31 sind die Signale für quer über die Straße verlaufende Wasserrasten, für Kurven und Wegkreuzungen wiedergegeben.

Neben den in dreieckiger Fassung verwendeten Warnungszeichen stehen noch viereckige und runde Signale in Verwendung, erstere bedeuten Geschwindigkeitseinschränkungen (Abb. 36 und 37), letztere stellen Verbote dar, und werden der Deutlichkeit halber auch mit einem senkrecht nach abwärts gerichteten Pfeil kombiniert. Abb. 39 zeigt eine einfache Fahrverbottafel; in der Abb. 38 wird die Sperrung für Automobile, Motorräder ausgenommen, in Abb. 40. für alle Kraftfahrzeuge ausgesprochen.

24. Bahnübergänge

Auch die Bahnübersetzungen sind durch entsprechende internationale Warnungstafeln gesichert, die für bewachte Übergänge nach Abb. 32, für unbewachte nach Abb. 33 ausgeführt sind. Geschlossene Bahnschran-



Abb. 34



Abb. 35



Abb. 36



Abb. 37

ken können selbst am helllichten Tag leicht übersehen werden, wenn sich ihre Farbe nicht deutlich genug vom Straßengrund abhebt. Unter Umständen ist auch bei offenen Schranken der Schienenübergang gefährlich; man fahre stets sehr vorsichtig und rechne lieber mit der Vergesslichkeit des Bahnwächters.

Noch gefährlicher sind natürlich ungeschützte Bahnübergänge, be-



Abb. 38



Abb. 39



Abb. 40

sonders wenn sie in unübersichtlicher Bahnkurve das Geleise übersetzen. In Österreich sind solche Bahnübersetzungen ohne Schranken durch die schwarz-weißen Warnungssignale Abb. 34 für eingleisige, Abb. 35 für zweigleisige Bahnen, allerdings knapp am Bahnstrang kenntlich gemacht.

Bei Überfahren von Geleisen gebraucht man dieselbe Vorsicht wie beim Überqueren von Wasserrasten. Man unterbricht den Antrieb durch Zurückgehen vom Gashebel und fährt in schräger Richtung und nicht senkrecht über das Hindernis.

25. Bergfahrt

Das Überwinden von Terrainschwierigkeiten setzt sehr gutes Verständnis des maschinellen Antriebes und seiner Eigenheiten voraus, bei deren Unkenntnis der Fahrer leicht Betriebsstörungen erlebt.

Der Motor arbeitet immer mit jener Drehzahl am wirtschaftlichsten, die ein müheloses Gleichgewicht zu der geforderten Leistung hält; zu diesem Zweck ist ja doch das Getriebe vorhanden, das allenfalls, statt dem Motor zu große Drehzahlen zuzumuten, größere Übersetzungen einschaltet, um mit einer niedrigeren Motorleistung und Drehzahl auszukommen.

Während der Wagen zum Ingangsetzen eine große Kraft braucht, die durch eine hohe Übersetzung, die erste Geschwindigkeitstufe, leicht für alle in Betracht kommenden Verhältnisse erreicht wird, sinkt das Kräftefordernis für den bereits rollenden Wagen rasch und durch niedrigere Übersetzungen kann auf höhere Wagengeschwindigkeiten geschaltet werden.

Sobald der Wagenschwung abnimmt, steigt auch der Kraftbedarf wieder; dies ist z. B. bei Bergfahrt der Fall, wobei die Stärke der Abnahme sich nach der Steigung richtet.

Um den Motor durch Überbelastung nicht zu plagen, muß rechtzeitig eine kleinere Wagengeschwindigkeit gewählt werden, ehe noch die Wagenschwungkraft erloschen ist. Es ist daher nicht möglich, jenen Augenblick abzuwarten, bei dem schließlich bei einfachem Auskuppeln ein lautloses Schalten möglich ist, sondern man muß schon bei höherer Wagengeschwindigkeit mit Zwischengas abwärts schalten. Durch Wahl einer niedrigeren Schaltstufe wird dem Motor die Arbeit bereits wesentlich erleichtert, daß es also nicht nötig ist, den Motor für die kleinere Wagengeschwindigkeit sofort wieder mit Vollgas auf die Drehzahl der Vollleistung zu treiben, wie dies ängstliche Anfänger bei Bergauffahrt zu tun pflegen.

Bei dieser Behandlung muß sich der Motor infolge der langsamen Fahrt und daher unzureichenden Kühlung übermäßig erwärmen, er wird in der Zugkraft stark nachlassen und seinem Unmut durch starkes Klopfen Luft machen. Wenn der Fahrer bei dieser Gelegenheit mit Gas und Vorzündung etwas zurückgeht, wird er zu seiner Überraschung plötzlich eine viel größere Zugfreudigkeit des Motors in der Steigung wahrnehmen.

Ungeübte Fahrer können bei Bergfahrt das Kühlwasser leicht zum Kochen bringen, was aber seinen Grund in der unvollkommenen Fahrkunst und nicht etwa in einer ungenügenden Kühlergröße hat.

26. Fahrt im Gefälle

Die Talfahrt erfordert fleißige Anwendung der Bremsen. Man muß langsam bergab fahren, um den Wagen nicht in Schuß kommen zu lassen.

In längerem Gefälle sind beide Bremsen abwechselnd zu verwenden, um das Überhitzen einer Bremse allein zu vermeiden.

Für besonders lange Bergabfahrt ist unbedingt die Anwendung des Motors als Bremse zu empfehlen, schon deshalb, weil hiedurch die mechanischen Bremsen geschont werden. Wenn die Kerzen eines Motors zum Verölen neigen, ist es natürlich nicht empfehlenswert, bei Verwendung der Motorbremse die Zündung abzustellen; man begnügt sich damit, das Gas zurückzunehmen.

Bei Verwendung der Motorbremse muß man unnötig große Übersetzungen vermeiden, um den Motor nicht auf übermäßige Drehzahlen zu treiben. Man wird also bei mäßigem Gefälle sicher noch mit der dritten, bei starkem Gefälle höchstens mit der zweiten Schaltstufe auslangen.

27. Schleudern

Das Schleudern ist nicht allein wegen des plötzlichen Auftretens unangenehm. Man hat auch in den Fahrschulen wenig Gelegenheit, das richtige Verhalten beim Schleudern praktisch zu üben.

In einer Kurve schleudert ein Wagen leicht, wenn die Fliehkraft die Haftfähigkeit der Räder auf der Straßenoberfläche übertrifft. Dann war immer die Fahrgeschwindigkeit zu hoch. Rutschige Kurven können schon bei kleiner Schnelligkeit gefährlich werden.

Darum vermeiden vorsichtige Fahrer Begegnungen in scharfen Kurven. Ein bergabwärts fahrender Wagen kann immer warten bis der bergauffahrende Wagen eine Kurve genommen hat.

Seitliches Schleudern bei gerader Fahrt wird durch Auftreten ungleicher Antriebs- oder Bremskräfte an den Hinterrädern hervorgerufen, wodurch der Wagen einen Drehimpuls um eine vertikale Achse erhält.

Schleudergefahr im Antrieb besteht immer bei rutschiger Straße, zu Beginn eines Regens auf Asphalt, bei Glatteis, bei Laubfall im Herbst, auf Straßenbahnschienen, usw.

Wenn in diesem Falle ein Rad rutscht, während das andere greift, schleudert der Wagen früher oder später, wenn der seitliche Reibungswiderstand die Fahrrichtung nicht zu halten vermag.

Ähnliche Erscheinungen treten in verstärktem Maße beim Bremsen auf; selbst beim besten Bremsausgleich kann eine ungleiche Bremswirkung an beiden Hinterrädern auftreten. Schließlich entzieht völliges Blockieren der Bremsen den Wagen vollständig der Herrschaft des Fahrers. Durch Anwendung von Gleitschutzreifen, wie sie z. B. für Taxameter vorgeschrieben sind, wird die Schleudergefahr keinesfalls beseitigt.

Das Schleudern in gerader Fahrt kann auch bei kleiner Wangengeschwindigkeit auftreten, eine ungeschickte Lenkung in diesem Moment führt unter Umständen eine vollständige Wendung des Wagens gegen die ursprüngliche Fahrrichtung herbei.

Die Schnelligkeit der Vorgänge beim Schleudern erschwert sehr die

richtige Beobachtung, indessen pflegt der Fahrer aus reinem Instinkt der Gefahr meist richtig zu begegnen.

Im allgemeinen entsteht das Schleudern aus einer allzu brüsken Änderung der Geschwindigkeit, bezw. Fahrrihtung, die besonders dann vermieden werden müssen, wenn der Wagen bereits ins Schleudern geraten ist.

Das beste Gegenmittel bei auftretendem Schleudern ist ein sinn-gemäßer Einschlag der Lenkung, der den Wagen wenigstens in eine zur ursprünglichen Fahrrihtung parallele Richtung zu lenken versucht. Wenn also die Hinterräder z. B. nach rechts abrutschen, müssen die Vorderräder auch nach rechts eingeschlagen werden. Ein Einschlag nach links würde die Schleuderwirkung nur unterstützen und den Wagen umdrehen.

Da es sich beim Schleudern meist um größere Geschwindigkeiten handelt, ist es stets notwendig, mit dem Gas zurückzugehen, schon deshalb, weil bei geringerer Geschwindigkeit die Rückkehr in die ursprüngliche Richtung leichter möglich ist. Diese Maßnahme kommt nur dann voll zur Geltung, wenn hiebei der Antrieb in Wirkung bleibt, wenn also die Kupplung nicht ausgetreten wird.

Dann wirkt der Motor als verstärkende Bremse und es sind die gleichen Erwägungen maßgebend, wie sie bereits in dem Abschnitt über das Bremsen erörtert wurden.

Die Anwendung der mechanischen Bremsen im Augenblick des Schleuderns ist immer gefährlich. Falls dennoch gebremst werden muß, soll dies nur durch öfteres kurzes Anziehen und sofort darauf folgendes Lüften der Bremsen geschehen.

Man verwende hiezu vornehmlich die Handbremse, die in ihrer unmittelbaren Wirkung auf die Hinterräder das Übel an der Wurzel faßt. Die Vierradbremse, die die Kraft auf 4 Räder verteilt, ist bereits weniger wirksam; falls aber die Fußbremse auf das Getriebe wirkt, darf sie auf keinen Fall verwendet werden, da ein eventuelles Blockieren der Kardanwelle das Differenzialgehäuse festhält, wodurch das Differenzial sehr schädlich zum Einfluß gelangt.

Auch hier ist es klar, daß der nicht abgekuppelte Motor rasch verzögernd unter normalen Verhältnissen weiter arbeitet und alle brüsken Übergänge vermeidet, während man sich bei Austreten der Kupplung in die Gefahr begibt, die Kardanwelle zu blockieren, sodaß es sich dann um keinen Antrieb in verzögerndem Sinne mehr handelt; der Wagen ist ein Spielball der freien Massenkräfte geworden und folgt nicht mehr dem Willen des Fahrers.

Der eingekuppelte Motor verhindert jedenfalls auch ein Blockieren der Hinterräder beim Bremsen, da in diesem Fall auch die Schwungkraft des Motors abgewürgt werden müßte, um beide Räder festzuhalten, was immerhin nicht so rasch möglich ist, daß es gefährlich werden könnte.

Beim Schleudern des Wagens beschränkt man sich also am besten

auf das Abdrosseln des Gases und kaltblütiges „Gegenlenken“, um bald wieder ins Gleichgewicht zurückzukehren.

Und wenn das Wetter naß ist und die Straßen sehr rutschig sind, sodaß große Schleudergefahr besteht, so wählt man lieber einen niedrigeren Gang als den direkten, weil man in diesem Falle von der Motorbremse infolge der größeren Übersetzung besser Gebrauch machen kann.

28. Nacht und Nebel, Regen

Nacht und Nebel erschweren sehr die Deutlichkeit der Übersicht.

Infolge der herabgeminderten Helligkeitsverhältnisse bei Nacht ist man zu besonderer Vorsicht gezwungen. Während in der Stadt für Vorder- und Rückseite des Wagens eine mäßige Wagenbeleuchtung gesetzlich vorgeschrieben ist, bei der keine grelle Blendwirkung gestattet wird, müssen für die schnelle Straßenfahrt Scheinwerfer von starker Lichtstärke verwendet werden, die die Landstraße auf eine weite Strecke vor dem Wagen beleuchten. Dabei ist immer noch für die Kurvenfahrt die Beleuchtung in gewissem Sinne unvollkommen. Da die Lichtkegel der Scheinwerfer dem Vorderradeinschlag nicht folgen, ist im Augenblick des Einschlags mehr die Straßenseite als diese selbst beleuchtet. Für diesen Fall sind zusätzlich noch die sogenannten Suchlampen verwendbar, die ganz seitlich am Wagen angebracht sind und vor allem zum Auffinden und Lesen von Orientierungstafeln usw. vorgesehen sind.

Bei Nachtfahrt ist Rücksicht auf entgegenkommende Fahrzeuge zu nehmen, deren Fahrer, durch grelle Scheinwerfer geblendet, in große Gefahr kommen und ihren Wagen in falscher Richtung verreißen können. Wenn daher Wagen entgegenkommen, muß rechtzeitig die große Lichtstärke abgeblendet werden.

Übrigens ist eine gewisse Gefahr bei Fahrten in Gefällen auch dadurch gegeben, daß bei ungünstiger Stellung der Windschutzscheibe durch Spiegelung der Scheinwerfer eines nachfahrenden Wagens, eine Blendung des Fahrers sogar durch die Rückfenster geschlossener Wagen möglich ist.

Besonders ungünstig gestalten sich die Fahrverhältnisse bei starkem Nebel, wo es unter Umständen notwendig ist, auch lichtstarke Scheinwerfer an Orten zu verwenden, wo dies für gewöhnlich verboten sein muß.

Es ist also bei Fahrt im Nebel sehr große Vorsicht geboten, umso mehr als hier Größen- und Distanzverhältnisse sehr täuschen können.

Für Regenwetter sind die zumeist selbsttätigen Scheibenwischer sehr nützlich, die doch eine bessere Aussicht für den Führer ermöglichen.

Regenwetter erfordert größere Vorsicht auch wegen der stärkeren Schleudergefahr.

Man vergesse nicht, die bei Schmutzwetter leicht unleserlich werdenden Nummerntafeln am Wagen zeitweilig zu reinigen.

29. Schnee und Eis

Winterfahrten über lange Strecken sind oft ein Wagnis.

Für verschneite Straßen kommen Schneeketten an den Hinterrädern mit Vorteil zur Verwendung, weil sie die Greifkraft der Reifen erhöhen. Schlecht gebaute Schneeketten schädigen natürlich die Bereifung. Jedenfalls sollen sie nur dann angelegt werden, wenn sie notwendig sind, und man soll sie nicht unnötigerweise auf sonst normalen Straßen an den Rädern belassen. Statt Ketten können zur Not auch starke Stricke verwendet werden. Vereiste Straßen sind insbesondere in Gefällsterrain kaum ohne Lebensgefahr befahrbar. Umsomehr als der hiebei verwendete „Gleitschutz“ ein recht fragwürdiges Mittel gegen das Schleudern, bzw. Abrutschen der Räder bildet. Immerhin ist Gummigleitschutz besser als analoge Bauarten mit Metallnieten usf.

Sehr unangenehm sind Schneegestöber, die die Aussicht stark behindern. Die Scheibenwischer pflegen bei Schneegestöber infolge der festfrierenden Schneeflocken leicht den Dienst zu versagen.

30. Anhalten

Beim Anhalten muß in erster Linie auf den Verkehr Rücksicht genommen werden, der Wagen darf daher nirgends stehen bleiben, wo er den Verkehr behindert, außer es handelt sich nur um ganz kurzen Stillstand zum Aus- oder Einsteigen von Fahrgästen.

Man darf daher in engen Straßen oder in scharfen Wegkurven oder auf Kreuzungen nicht halten. Man beachte genau die ortsüblichen Vorschriften, die mitunter z. B. zur Sicherung einer freien Fahrbahn in engeren Straßen das Halten nur an einer Straßenseite zulassen.

An Haltestellen der Straßenbahnen und Autobuslinien ist das Stehenbleiben unbedingt verboten. Ebenso darf vor dem Einfahrttor größerer, stark frequentierter Gebäude, bei Bahnhöfen, Restaurants usf. nicht längerer Aufenthalt genommen werden. Auch die Theatereingänge unterliegen bei Vorstellungen den gleichen Gesetzen.

31. Wagensicherung im Stillstand

Nach der Fahrt ist der Motor abzustellen, und zur Sicherheit der Schlüssel der Zündanlage abzuziehen. Ferner ist der Benzinhahn abzusperrn.

Solange der Motor läuft, darf der Fahrer den Wagen nicht der Obhut Fremder oder Bekannter oder gar Kindern anvertrauen.

Zur Sicherung des Wagens im Stillstand ist die Handbremse anzuziehen.

Um das Eingreifen Unberufener nach Möglichkeit auszuschalten, empfiehlt es sich, bei Anhalten in steileren Straßen zur weiteren Sicherung neben dem Anziehen der Handbremse, den Vorderrädern einen Einschlag gegen den Gehsteig zu geben, und schließlich ist es auch gut,

eine niedrige Geschwindigkeit, am sichersten den Rückwärtsgang einzulegen, wodurch auch der Motor zur Bremswirkung herangezogen wird.

Es gibt eine Unzahl von Schutzmitteln gegen Wagendiebstahl, die zum mindesten dem Dieb die Arbeit recht erschweren sollen. Je einfacher diese Mittel sind und je unbekannter sie bleiben, umso wirksamer werden sie sich erweisen.

32. Nach der Fahrt

Wenn der Wagen in der Garage untergebracht wird, versäume man vor allem nicht eine gründliche Reinigung, wofür immer reines Wasser ohne alle Zusätze das beste Mittel ist. Man soll Kot und Schmutz nicht erst eintrocknen lassen, da dies bestimmt der Wagenlackierung schadet, umso mehr als meist Kalk in der Schmutzschichte vorhanden ist.

Haben sich kleine Unzukömmlichkeiten während der Fahrt ergeben, so behebe man diese sofort nach der Rückkehr in die Garage; man kann sie leicht vergessen, und hat vielleicht bei der nächsten Ausfahrt nicht die nötige Zeit zur Reparatur.

*

Hier schließt sich der Ring unserer Ausführungen, die wir mit der Vorbereitung zur Fahrt begonnen haben und die sich mit der Beendigung der Fahrt decken.

33. Instandhaltung

Wer seinen Wagen liebt, wird ihn nicht bloß äußerlich in Stand halten.

Er wird auch im Betrieb, während der Fahrt, immer ein Herz für seine Maschine haben, keine Überlastungen und Überbeanspruchungen zulassen. Die verschiedenen Klopferäusche, die immer eine unnatürliche Abnutzung anzeigen, werden seinem Ohr ebensowenig entgehen, wie aussetzende Kerzen. Er wird Leistungsverlusten infolge von Fehlern in Kühlung und Schmierung rechtzeitig vorbeugen, und vor allem bei längeren Fahrten auf allenfalls notwendige Zwischenschmierung nicht vergessen. Dem aufmerksamen Fahrer entgeht auch kein Klappern und Kreischen, das auf kleinere Unzukömmlichkeiten an der Karosserie hindeutet.

Man mache es sich zur Regel, den Motor äußerlich in bestimmten Zwischenabständen etwa nach 2000 bis 3000 km, je nach Inanspruchnahme und Witterung, von Staub, Öl u. s. f. zu reinigen. Bei solchen kleinen Revisionen auftauchende, scheinbar noch harmlose Fehler sollen rechtzeitig beseitigt werden, ehe sie zu ernstesten Schäden führen.

Kein Reifenwechsel, kein Brennstoff- und Wassereinfließen darf achtlos vorgenommen werden. Ebenso wie jeder Wagenstillstand in größerer Fahrt stets Anlaß zu einer eingehenderen Besichtigung geben soll: vor allem sind die Reifen zu beachten, um allenfalls spitze Gegenstände, die sich bereits am Mantelumfang gefangen haben, zu entfernen.

Etwa alle zwei Jahre, bei schwächerer Benützung natürlich in größeren Zeitabständen, soll der Wagen einer ganz gründlichen Überholung in einer gut eingerichteten Reparaturwerkstätte unterzogen werden. Die hiebei durchgeführte Zerlegung und innere Reinigung der Maschine wird abgenützte Lagerbüchsen, Gelenke und Bolzen aufweisen, die erneuert werden müssen.

Dies verursacht nur eine geringe Ausgabe im Verhältnis zu der hiedurch erreichten Wiedererneuerung, die den Betriebswert des Wagens wirtschaftlich verbessert und seine Lebensdauer verlängert.

Namen- und Sachverzeichnis

- A**
Abnehmbare Räder 144
Achsen 4
Achse, steife 4
Achsschenkel 133
Akzelerator 126
Andrehkurbel 100
Anhalten 176
Anker 78
Ankurbeln 100
Anlassen 154
Anlasser 100
Ansaugventil siehe Einlaßventil
Apparatebrett 126
Atmosphäre 47
Ausgleichgetriebe 8
— rad 9
Auslaßventil 68
Auspuffgase 47
Auspuffklappe 47
Auspuffventil 68
- B**
Backenbremsen 117
Bahnübergänge 171
Ballonreifen 145
Batterien 77
Begegnen 161
Beginn der Fahrt 154
Behördliche Wagenprüfung 154
Benzin 44
— behälter 45
Bereifung 145, 175
Betriebskontrolle 152
Bergfahrt 172
Bergstütze 121
Bienenkorbkühler 108
B o s c h-Kerze 82
— -Magnet 93
— -Öler 115
— -D e w a n d r e 125
B o w e n 116
Bremsen 116, 157
Bremsausgleich 119
- Bremsbacken** 118
— belag 118
— düse 57
— gestänge 116
— knebel 118
— nachstellung 121
— nocken 118
— trommel 118
— wellenhebel 118
— wirkung 117
— überprüfung 155
— zeit 121
Bremsen mit dem Motor 121
Brennstoffförderung 45
— — reiniger 130
- C**
Cardano 40
- D**
Differenzial 5
Direkter Eingriff 28
Dreipunktaufhängung 139
Drosselklappe 47
— ventil 47
Druckluft 47
— — pumpe 47
— — schmierung 114
Düse 48
Düsenraum 51
Durchzugschaltung 25
- E**
Einbahnstraßen 169
Einblock 60
Eingriff, direkter 28
Einlaßventil 64
Einscheibenkupplung 36
Einschleifen (des Ventiles) 74
Elastische Gelenke 42
Elektroden 81
Elektromagnet 85, 94
Entlüfter 115
Ersatzräder 145
Explosion 66
— skammer 65
— motor 42

- Fahrgeschwindigkeit** 157
Fahrgesetze 161
Fahrpraxis 150
Fallbenzin 45
F a u d i gelenk 137
Federn 140
Federteller 72
Fehler der Kühlung 110
— — **Zündung** 97
Fehlzündung 111
Ferodobelag 118
Fett, konsistentes 112
F r i e d m a n n - Öler 115
Funkenbildung 79

Gasdrossel 116
— **hebel** 93, 126
Gemischregelung 54
Generatoren 76
Geradseitreifen 145
Gesetze 150
Gesichtsfeld 158
Getriebe 15
— **lamellen** 38
Gleichstrom 77

Hängende Ventile 72
Handbremse 116
Handzeichen des Fahrers 159
Handzeichen der Verkehrsbeam-
ten 166
H a r d y gelenk 41
Hauptluft 50
H e n s c h e l 123
Hinterachsbrüche 118, 140
Höflichkeit 160
Hub 60, 66
Hufeisenmagnet 77

Induktion 80
Innenbackenbremse 117
Instandhaltung 177
Isolatoren 81

Kabel 83
— **befestigung** 83
— **klemme** 83
Kanalsteuerung 75
Kapezeträder 144
Kardangelenk 40
Kegelräder 6
— **kupplung** 32

Kerzenzündung 81
Kesselstein 110
Klemmen 79
Klopfen des Motors 92
Knallen im Auspuffrohr 99
Kolben 60
— **bolzen** 60
— — **lager** 60
— **ringe** 60
— **stange** siehe Pleuelstange
Kompression 65
— **sbremse** 123
Königswelle 73
Kondensator 86
Konus 32
— **kupplung** 31
Kraftübertragung 15
Kreuzgelenk 41
Kugelschaltung 27
Kühler 103
Kühlung 103
Kühlwasserpumpe 109
Kulisse 27
— **nschaltung** 27
Kupplung 31
— — **sarten** 35
Kurbel 61
— **kröpfung** 61
— **welle** 61
Kurvenfahrt 168, 170
Kurzschluß 98
— — **kabel** 89, 97

Ladeschalter 103
Lamellenkupplung 35
Landstraßen 169
Lederkonuskupplung 31
Leerlauf 129
— — **düse** 58
— — **stellung** 34
Lehre 96
Leiter, gute 81
—, **schlechte** 81
Lenkgestänge 133
— **rad** 93
— **säule** 135
— **schenkel** 135
— **stange** 135
— **stockhebel** 135
Lenkung 132
Lichtanlage 103

- Lichtsignale 165
 Linksfahren 161
 Luftdruckbremse 124
 — reifen 145
 — reiniger 55
 — kühlung 104
 — vorwärmung 55
Magnet 77
 — anker 77
 — pole 78
 Masseschluß 82
 Mehrscheibenkupplung 36
 Metallplattenkupplung 36
 Mischungsverhältnis 44
 Motorbremse 122
 — haube 139
 — lamelle 35
 — leistung 131
Nachfahrt 175
 Nachzündung 91
 Nocke 69
 — nring 94
 — scheibe 68
 — welle 69
Ölfilter 115
 — kontrolle 115
 — schluß 98
 — verdünnung 115
Pallas-Luftfilter 54
 — -Unterdruckförderer 53
 — -Vergaser 56
 Pferdestärke 131
 Planetenräder 11
 Platinkontakte 97
 Plattenkupplung 35
 Pleuelstange 62
 Pol 78
 Polizeiliche Kennzeichen 151
 Primärstrom 85
 — kreis 80
 PS 131
Rahmen 138
 Rauchentwicklung 115
 Rechtsfahren 161
 Reduzierventil 47
 Reibung 118
 Relative Geschwindigkeit 159
 Rippenkühler 104
 Ritzel (Anlasser-) 101
 Rücklauf 25
 Rückschlag zum Vergaser 74, 111
 Rücksicht 161
 Rückwärtsfahrt 163
 Rückzugfeder 124
Saugförderer 53
 — hub 65
Saurer 123
 Schalldämpfer 47
 Schalthebel 26
 — gabel 24
 — stange 23
 — schlüssel 97
 — technik 130, 155
 Schaltung 25
 Scheibenkupplung 35
 Scheibenräder 144
 Schiebermotor 74
 Schiebestange 23
 Schießen im Auspuff 99
 — — Vergaser 98
 Schleifkohle 90
 — ring 90
 Schleudern 173
 Schmieröl 112
 Schmierung 112
 Schnecke 135
 Schrecksekunde 157
 Schubräder 16
 Schutzsieb 48
 Schwimmer 49
 — kammer 48
 — körper 49
 — nadel 50
 Schwingachsen 143
 — hebel 73
 Schwungmasse 68
 — rad 67
 Sekundärkreis 80
 Selbsthemmende Lenkung 137
 Servobremse 124
 Sicherheitsfunkenstrecke 91
 Sommeröl 112
 Spannung 77
 Speichenräder 144
 Spindellenkung 135
 Spritzbrett 126
 — wand 45

- Sprühölung 113
 Spurstange 133
 Standgas 126
 Staufferbüchse 112
 Stehendes Ventil 72
 Steigwelle 73
 Stellschraube des Ventilstößels 72
 Stirnräder 16
 Stoßdämpfer 143
 — fänger 137
 Stoßstange 73
 Stößelluft 71
 — rolle 73
 Straßenbahnen 164
 Straßenkreuzungen 165
 Straßenrang 169
 Stromkreis 79

Takt 66
 Tellerrad 10
 Thermosiphon 107
 Totpunkt 64
 Transformation 80
 Transformator 81
 Triebling 10

Übersetzungen 18
 Umlaufdruckschmierung 115
 Undichte Kolbenringe 115
 Undichtes Ventil 73
 Universalgelenk 40
 Unterbrecher 83
 — mechanische 84
 — elektromagnetische 85
 Unterdruck 52
 — förderer 52
 Untersetzung 19
 Unübersichtlichkeit 164

Ventil 62
 Ventilator 109
 Ventildfeder 69
 Ventillose Motoren 74
 Ventilschäden 73
 — schaft 69
 — steuerung 68
 — stößel 71
 Verantwortlichkeit des Fahrers 151

 Verbottafeln 171
 Vergaser 48
 — brand 74, 129
 Verpuffung 44
 Verriegelung 31
 Verschiebeschaltung 27
 Verteiler 86
 Vierradbremse 120
 Viertakt 66
 Vierzylinder 86
 Volant 93
 Vorbereitung zur Fahrt 153
 Vorderradbremse 119
 Vorfahren 163
 Vorgelegewelle 21
 Vorwärmen der Mischluft 55
 Vorzündung 91

Wagenrahmen 138
 Wagenräder 144
 Warnungszeichen 170
 Wasserkühlung 104
 — mantel 105
 — pumpe 108
 — stein 110
 Wechselgetriebe 15
 Wechselstrom 77
 Windflügel 108
 Winterfahrt 176
 Winteröl 112
 Wulstreifen 145

Zahnradpumpe 114
 Zenith-Vergaser 57
 Zentralschmierung 116
 Zündkerze 81
 Zündkerzentafel 98
 Zündlichtmaschine 103
 Zündung 78
 — störungen 97
 Zündverstellung 93
 Zusatzluft 54
 Zweiblock 59
 Zweischeidenkupplung 37
 Zweitakt 74
 Zylinder 59
 — anordnung 60



Ehe Sie ein Auto einen Lastwagen ein Motorrad kaufen

überzeugen Sie sich durch Augenschein, daß die elektrische Ausrüstung und das Zubehör, also die Zünd-, Licht- und Anlasser-Anlage, das Horn, der Wischer, die Winker usw. BOSCH-Erzeugnisse sind. BOSCH-Erzeugnisse sind als zuverlässig und dauerhaft in der ganzen Welt bekannt. Sie haben Gewähr für volle Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Bequemlichkeit, wenn die elektrische Einrichtung Ihres Kraftfahrzeugs eine der Schutzmarken der Robert Bosch A.-G. in Stuttgart trägt:

BOSCH oder 

Österreichische Niederlassung:

Robert Bosch Ges. m. b. H.

W i e n I X , S p i t t e l a u e r l ä n d e 5

„PRAGA“

PERSONENWAGEN:

PICCOLO _____
4-Zylinder, 4/18 HP, 4-Sitzer

MIGNON _____
6-Zylinder, 10/45 HP, 6-Sitzer

ALFA _____
6-Zylinder 6/30 HP, 5-Sitzer

GRAND _____
8-Zylinder, 13/60 HP, 6-Sitzer

LASTWAGEN:

1 $\frac{1}{2}$ —2, 3, 5 und 10 Tonnen Tragfähigkeit

Langfristige Kredite ohne Kreditinstitut, bei mäßigen Zinsen ohne weitere Spesen gewährt die Generalvertretung für Österreich der Automobilabteilung der

„GARBE“ Gesellschaft für landw. Maschinen m. b. H.
Wien IX, Porzellangasse Nr. 43
Exposituren in Linz, Graz, Salzburg, Villach, Innsbruck

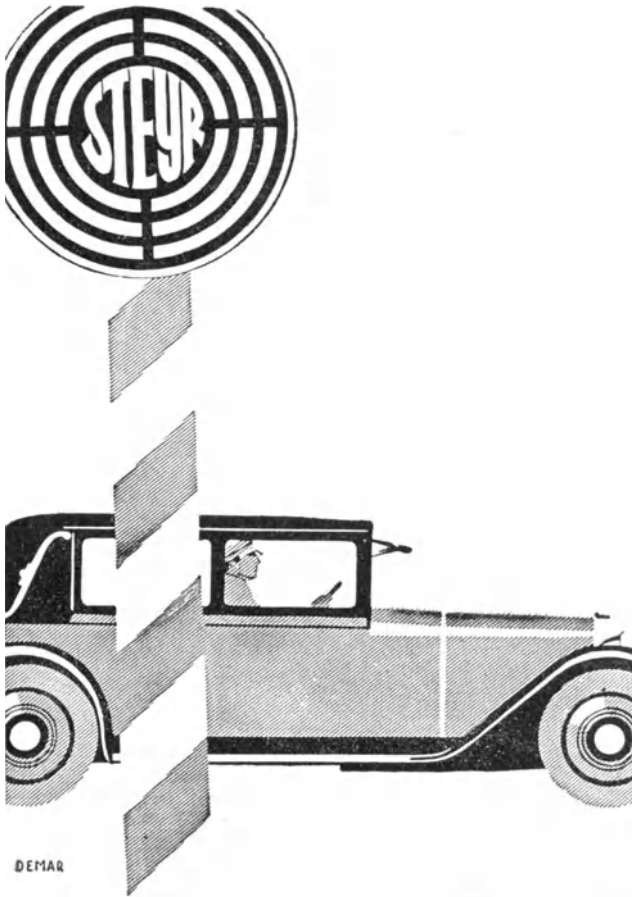
ÖSTERREICHISCHE

SAURER

WERKE A. G.

VERKAUFSZENTRALE
WIEN IX, HAHNGASSE 13—15
TEL. A-19-5-20 SERIE

SCHNELLASTWAGEN
LASTZÜGE
OMNIBUSSE
SPEZIALFAHRZEUGE
ALLER ART



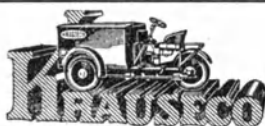
S T E Y R
DER WAGEN DES HERRENFÄHRERS

STEYR-WERKE A. G.
WIEN I, TEINFALTSTRASSE 7

**Beachten Sie nicht nur den Einkaufs-
preis, sondern auch die Betriebskosten!**

Der
Opel-Wagen
ist unbedingt einer der sparsamsten!

Opel & Beyschlag G.m.b.H.
Wien I, Canovagasse 5
Gegründet 1893 Gegründet 1893



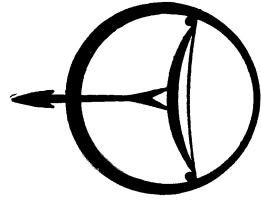
**Das Lastauto auf 3 Rädern!
„Krauseco“-„Monos“**

Generalrepräsentanz:
I, Parkring Nr. 20

Telephon R 24-1-46

**Motor-Import-Company
Lischka, Wiesenthal & Co.
Kommanditgesellschaft**

AUSTRO
DAIMLER



A D R
SONDERKLASSE



ZENTRALE: WIEN I
SCHWARZENBERGPLATZ 18
TELEPHON U-43-0-15 SERIE



VI

GRAF & STIFT



Personenautomobile, Omnibusse,
Schnell-Lastwagen, Spezialwagen aller Art

UNÜBERTROFFEN!

in bezug auf Leistung, Ökonomie und
Betriebsicherheit

WIENER AUTOMOBILFABRIK A. G.
WIEN XIX, WEINBERGGASSE 58-76

JURID

**Brems- und
Kupplungs-
belag**

PALLAS

**Vergaser
und Brenn-
stoffförderer**

Generalvertretung: Adolf Riedl

Wien IX, Türkenstraße 25 / Telephon A 17-1-64, A 11-4-30

ACTIENGESELLSCHAFT
FÜR MINERALÖL-INDUSTRIE

vormals David Fanto & Comp.

Wien III, Schwarzenbergplatz 5a

Fernruf: U 14-5-10 Serie

Drahtanschrift: Petrolfantos



Fanto-Benzin

Fantolin-Autoöle

Mineralöle

Maschinenfette



35 Benzin-Straßenzapfstellen
in Wien, weiters in allen größeren Orten
der Provinz



Anerkannt erstklassige Marke:
„*Fantolin*“ Spezial-Motoröl
bei allen Fanto-Zapfstellen erhältlich!

VIII

Renault

Personenwagen / Leichtlieferungswagen
Lastwagen / Omnibusse / Traktore

Äußerst leistungsfähig und preiswert

Generalrepräsentanz:

Karl Strakosch, Wien I, Fichtegasse Nummer 6

A. FROSS-BÜSSING

K. G.

DIE SPEZIALFABRIK

FÜR

MOTOR-LASTWAGEN

MOTOR-LASTZÜGE

OMNIBUSSE

SPEZIALAUFBAUTEN

—•—
WIEN XX/1

Nordwestbahnstrasse 53

Telgr.-Adr.: „Nutzauto-Wien-Telefon“ Telephone: A-46-1-72 bis A-46-1-75

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Neuzeitliche Automobil-Wertung

Auswertung der I. ADAC-Gebrauchs- u. Wirtschaftlichkeitsfahrt 1928

Herausgegeben vom

Allgemeinen Deutschen Automobil-Club e. V., München-Berlin
Reichsverband der Kraftfahrzeugbesitzer Deutschlands

Mit 29 Abbildungen und 70 Figuren im Text. 168 Seiten. 1929. Preis 7 Reichsmark

Die einzige **amtliche** Automobilkarte
ist die
D.M. (Deutsche Motorfahrer) Karte

1:300.000

Der **zuverlässigste** Wegweiser für Automobilisten,
Motorradfahrer und Radfahrer

Jede Sektion gefalzt im Umschlag RM 1,—, aufgezogen RM 2,20

Schutzkarton dazu RM 1,50 in drei Größen:
Größe I für etwa 12 Blätter, Größe II für
etwa 15 Blätter, Größe III für etwa 20 Blätter



R. EISENSCHMIDT, BERLIN NW 7
DOROTHEENSTRASSE 60 MITTELSTRASSE 18

Amtliche Hauptvertriebsstelle für das Deutsche Reich des
Reichsamts für Landesaufnahme, Berlin, der Eidgen. Landestopo-
graphie, Bern, des Kartograph. Instituts, Wien und des Kgl. Ungar.
Kartograph. Instituts, Budapest

X

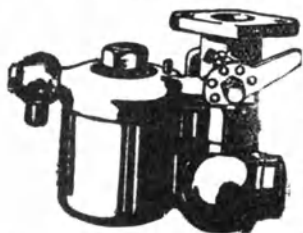


III, Marxergasse 30—32

Telephon: U 10-5-67, U 15-9-38 (interurban)

SOLEX-Vergaser,

der Freund
des Fahrers



Spezialtypen für Steyr XII,
Fiat 501, 503, 509, 520, Ford,
Fordson, Citroen, Essex, Chev-
rolet, Renault, Buick, Chrysler,
Erskine etc. etc.

Einbau in allen Garagen und Werkstätten

Generalvertrieb :

Ing. Eugen Mendel, Wien I, Bartensteing. 4

Telegramme: Automendel Wien Teleph. A24-1-66 u A29-0-87



ARNOLD FRIEDMANN

Wien I, Biberstraße 7
Tel. R-29-2-66 u. R-48-4-57

Beste und billigste Bezugsquelle für:

Auto- und Motorrad-Ausrüstung

Spezialitäten:

**Stoßstangen, elektr. Scheiben-
wischer und Restor-Sucher**

Schmierdienst

nach dem Gargoyle Wegweiser

Gargoyle Mobiloel, das Qualitätsöl der Welt, ist überall nach dem Gargoyle Wegweiser in der plombierten rücknehmbaren 2-Liter-Kanne erhältlich. Es sichert stets Richtige Schmierung, damit hohe Leistung, guten Erhaltungszustand, verminderte Reparaturen.

Zu Richtiger Schmierung gehört vorbeugende Wagenpflege mit sachgemäßem Schmierdienst: regelmäßiger Ölwechsel für Motor und Getriebe und regelmäßiges Abschmieren des Fahrgestelles. Tausende unserer Wiederverkäufer sind darauf eingerichtet, ohne besondere Unkosten jederzeit »Schmierdienst nach dem Gargoyle Wegweiser« auszuführen.

Verlangen Sie bitte kostenlose Zusendung unserer Druckschrift »Richtige Schmierung der Kraftfahrzeuge«.

Deutsche Vacuum Oel
Aktiengesellschaft, Hamburg.



Gargoyle  **Mobiloel**
DAS QUALITÄTÖL DER WELT

Das Handbuch für alle Freunde und Interessenten des Motorsports

Das Motorrad

Aufbau und Arbeitsweise

Leicht faßlich dargestellt von

Ing. Fritz Meitner

Mit 235 Abbildungen im Text. 262 Seiten. 1929

In Ganzleinen gebunden RM 10,50

Die Bestimmung des Buches, sagt der Verfasser, ist vor allen Dingen, den Freunden des Motorradwesens, mögen sie selbst Fahrer sein, oder nur theoretisches Interesse an dem Gegenstand nehmen, klaren und übersichtlichen Aufschluß über Aufbau und Arbeitsweise des modernen Motorrades zu geben. Doch wird es auch dem strebsamen Monteur und Mechaniker, der vieles nur handwerklich beherrscht, ohne sich über die eigentlichen Grundlagen und Zusammenhänge im klaren zu sein, mancherlei Wissenswertes bieten. — Auf konstruktive Einzelheiten und vollends auf Fehlkonstruktionen wird ausnahmslos nur so weit eingegangen, als dies zum Verständnis des Gesamtstoffes unbedingt nötig erscheint. Daraus ergibt sich von selbst, daß überall das Grundsätzliche, Gemeinsame im Vordergrunde steht und Beschreibungen von Einzelkonstruktionen nur in jenem Ausmaße aufgenommen sind, das zur beispielemäßigen Erläuterung und zur Belebung des Stoffes unumgänglich erforderlich ist.

Inhaltsübersicht:

I. Grundbegriffe der Mechanik: Kraft. Arbeit. Leistung. Bewegungswiderstände. Wirkungsgrad. — **II. Grundbegriffe der Wärmelehre:** Wärmegrad, Wärmemenge, Wärmeäquivalent. Spezifischer Wärmeausdehnungskoeffizient. Wärmeleitung. Heizwert. Zustandsänderungen der Gase. — **III. Entwicklungsgeschichtlicher Abriss.** — **IV. Der allgemeine Aufbau des Motorrades.** — **V. Hauptteile des Motorrades:** Rahmen. Vorderradgabel und Federung. Räder, Bereifung, Naben, Achsen. Kotflügel und Beinschützer. Kippständer. Sattel und Fußstützen. Lenkstange. — **VI. Der Motor:** Prinzip der Krafterzeugung und Kraftübertragung. Massenausgleich. Desachsierung. Arbeitsverfahren. Wärmeverluste. Zahl und Anordnung der Zylinder. Berechnung und Bezeichnung der Motorleistung. Anordnung der Ventile. Bauteile des Motors: Der Zylinder und seine Kühlung. Das Triebwerk. Die Ventile und ihre Betätigung. Die Brennstoffzufuhr. Die Zündung. — **VII. Kraftübertragung.** — **VIII. Kupplung.** **IX. Getriebe.** — **X. Anlaßbehelfe.** — **XI. Bremse.** — **XII. Schmierung.** — **XIII. Betätigungsorgane.** — **XIV. Zubehör.**

Verlag von Julius Springer in Wien I

FACHLITERATUR

- Neue Wege im Motorenbau:** Betrachtungen über den Junkers-Gegenkolben-Zweitaktmotor. Mit 10 Abbildungen. Von W. Bernhard, Leipzig M —.60
- Luftfahrzeuge und Luftfahrzeug-Motoren.** Ausgabe I der „Deutschen Kraftfahrzeug-Typenschau“. 51 Typentafeln über die z. Zt. gebauten deutschen Flugzeuge und Flugmotoren M 2.—
- Omnibusse, Nutzkraftwagen, Zugmaschinen.** Ausgabe II der „Deutschen Kraftfahrzeug-Typenschau“. Alphabetisch geordnete Zusammenstellung der Typentafeln über die deutschen Omnibusse, Nutzkraftwagen und Zugmaschinen M 2.—
- Personenkraftwagen und Krafträder.** Ausgabe III der „Deutschen Kraftfahrzeug-Typenschau“. Alphabetisch geordnete Zusammenstellung der Typentafeln über die deutschen Personenkraftwagen (einschl. Großkraftwagen) und Krafträder M 2.—
- Entwicklung und gegenwärtiger Stand des Metallflugzeugbaues.** Zweite Auflage. Mit 86 Abb. Von E. Meyer, Dresden M 2.—
- Der spannungslose, freitragende Flügel.** Die wichtigste Stufe in der Annäherung an ein Idealflugzeug. Mit 24 Abb. Von E. Meyer, Dresden M —.60
- Der Tiefdecker.** Mit 51 Abb. Von E. Meyer, Dresden M —.60
- Kolben für Kraftfahrzeug-Motoren:** Grauguß, Aluminium, Elektron. Mit 86 Abb. Von Dipl.-Ing. E. Mahle, Untertürkheim M 1.50
- Metal Aeroplane Construction.** Einzige deutsche Wiedergabe des v. Prof. Junkers in England gehaltenen Vortrages über Metallflugzeugbau. Mit 53 Abb. M 1.50
- Metal Aeroplane Construction.** Einzige englische Wiedergabe des v. Prof. Junkers in England gehaltenen Vortrages über Metallflugzeugbau. Mit 53 Abb. M 1.50

Der Versand dieser Schriften erfolgt gegen Voreinsendung der Beträge

VERLAG

DEUTSCHE MOTOR-ZEITSCHRIFT

DRESDEN-A 19, MÜLLER-BERSET-STRASSE 17



U N D R O S T

SAND-BANUM-SPEZIAL

sichert auf einfachste und in einer nach jeder Richtung einwandfreien Weise metallisch reine Kühlflächen im Kühler, den Rohrleitungen und // Zylindermänteln //

Eine SÄUREBEHANDLUNG die jedenfalls Schaden anrichten kann, wenn die Durchführung nicht mit größter Sorgfalt geschieht, wird // dadurch überflüssig //

Ing. H. KÖPPLINGER, WIEN VII
MARIAHILFERSTRASSE 112 / TELEPHON B 30-2-80