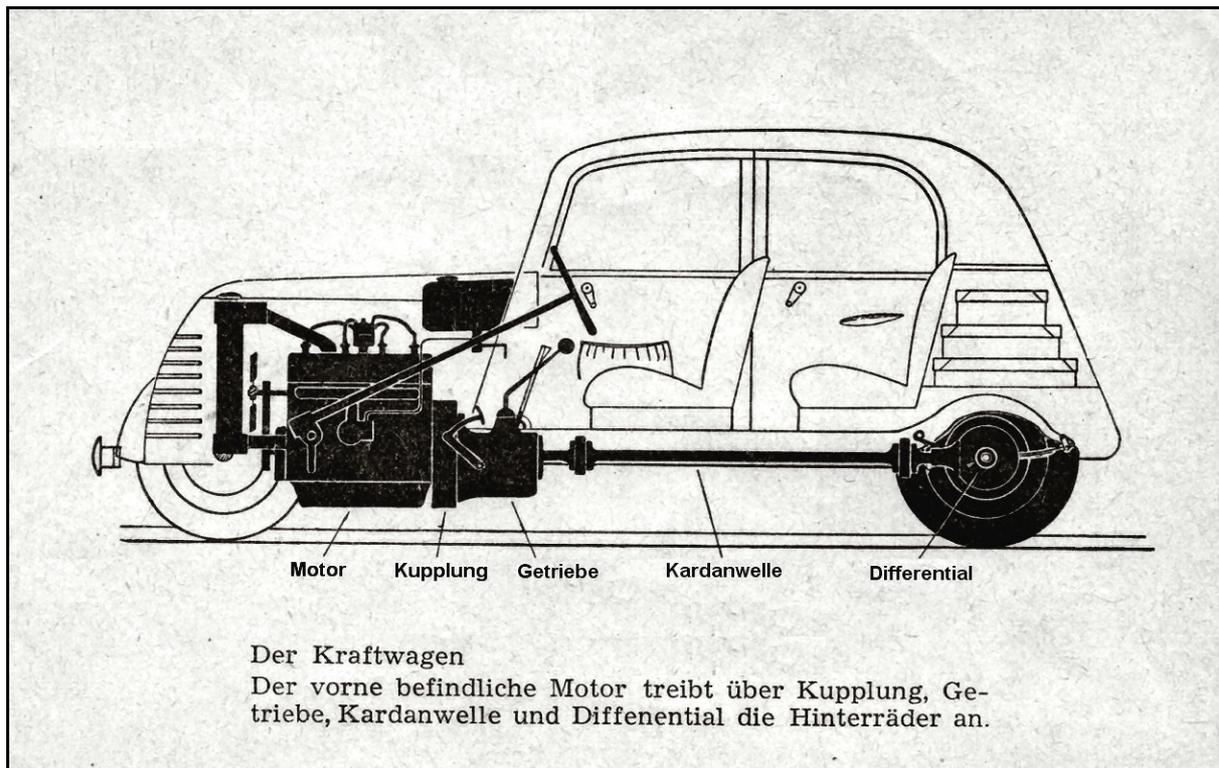


Einführung in die Technologie des Automobils

Version 5.1 © Herbert Paukert

Der Kraftwagen	- 02 -
Die Lenkung	- 03 -
Die Bremsanlage	- 04 -
Der Anhalteweg	- 05 -
Schema eines Vierzylindermotors	- 06 -
Der Zylinder	- 07 -
Die Ventile	- 08 -
Schnittbild eines Motors	- 09 -
Die vier Takte des Kolbens	- 10 -
Ein Sechszylindermotor	- 11 -
Die Benzinleitung	- 12 -
Der Vergaser	- 13 -
Die Wasserkühlung	- 14 -
Die Motorschmierung	- 15 -
Die Auspuffanlage	- 16 -
Die elektrische Anlage	- 17 -
Die Zündung	- 18 -
Die Zündkerzen	- 19 -
Die Kupplung	- 20 -
Das Getriebe	- 21 -
Die Räder	- 22 -
Verschiedene Reifenprofile	- 23 -
Moderne Bordcomputer	- 24 -

Anmerkung des Autors: Ich bin immer wieder fasziniert davon, wie viele Details „stimmen“ müssen, damit unsere Gebrauchsgegenstände im Alltag so funktionieren wie sie das tun. Am Beispiel des Automobils möchte ich das mit 22 einfachen Bildern demonstrieren. Die Bilder sind zwar schon ein halbes Jahrhundert alt, zeigen aber noch immer sehr anschaulich die grundlegenden Funktionen des Automobils. Zu jedem Bild ist ein kurzer, erklärender Text angegeben.



Jeder Kraftwagen besteht aus dem **Fahrgestell** (Chassis) und dem **Aufbau** (Karosserie). Das Fahrgestell besteht aus dem Rahmen, in welchem die **Laufwerkteile** (Räder, Achsen, Federn, Lenkung, Bremsen) und die **Triebwerkteile** (Motor, Kupplung, Getriebe, Kardanwelle, Differential) eingebaut sind.

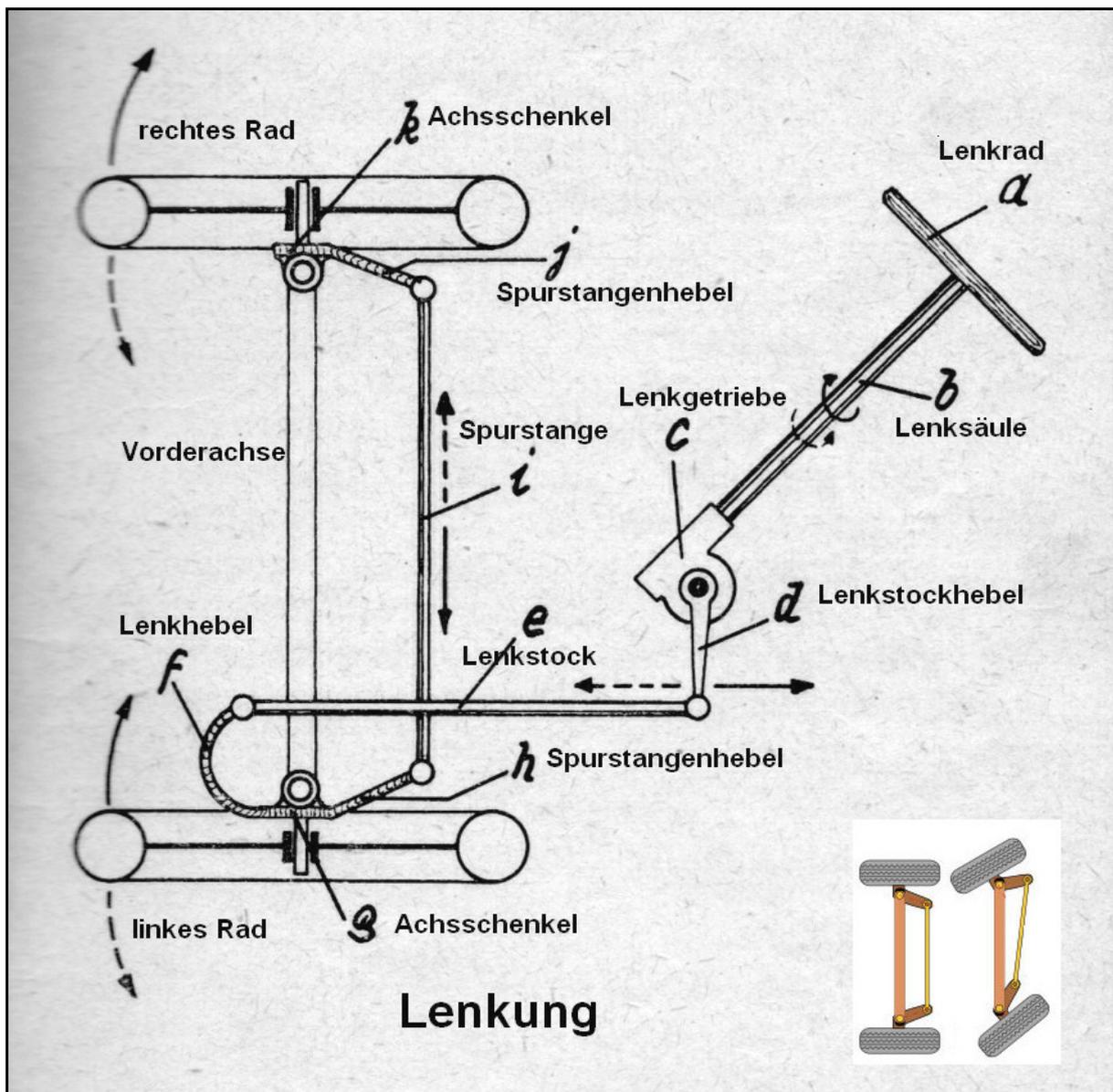
Der **Motor** ist die Kraftquelle des Automobils. Die Kraft wird vom Motor auf die Antriebsräder übertragen. Grundsätzlich unterscheidet man Hinterradantriebe und Vorderradantriebe.

Die **Kupplung** verbindet/trennt den Motor mit/vom Getriebe und so auch mit/von den Antriebsrädern. Das wird durch das Kupplungspedal gesteuert (einkuppeln und auskuppeln).

Das **Getriebe** dient mit seinen Zahnrädern der Übersetzung der Motorkraft in die Drehgeschwindigkeit der Antriebsräder. Die Steuerung erfolgt mit dem Schalthebel.

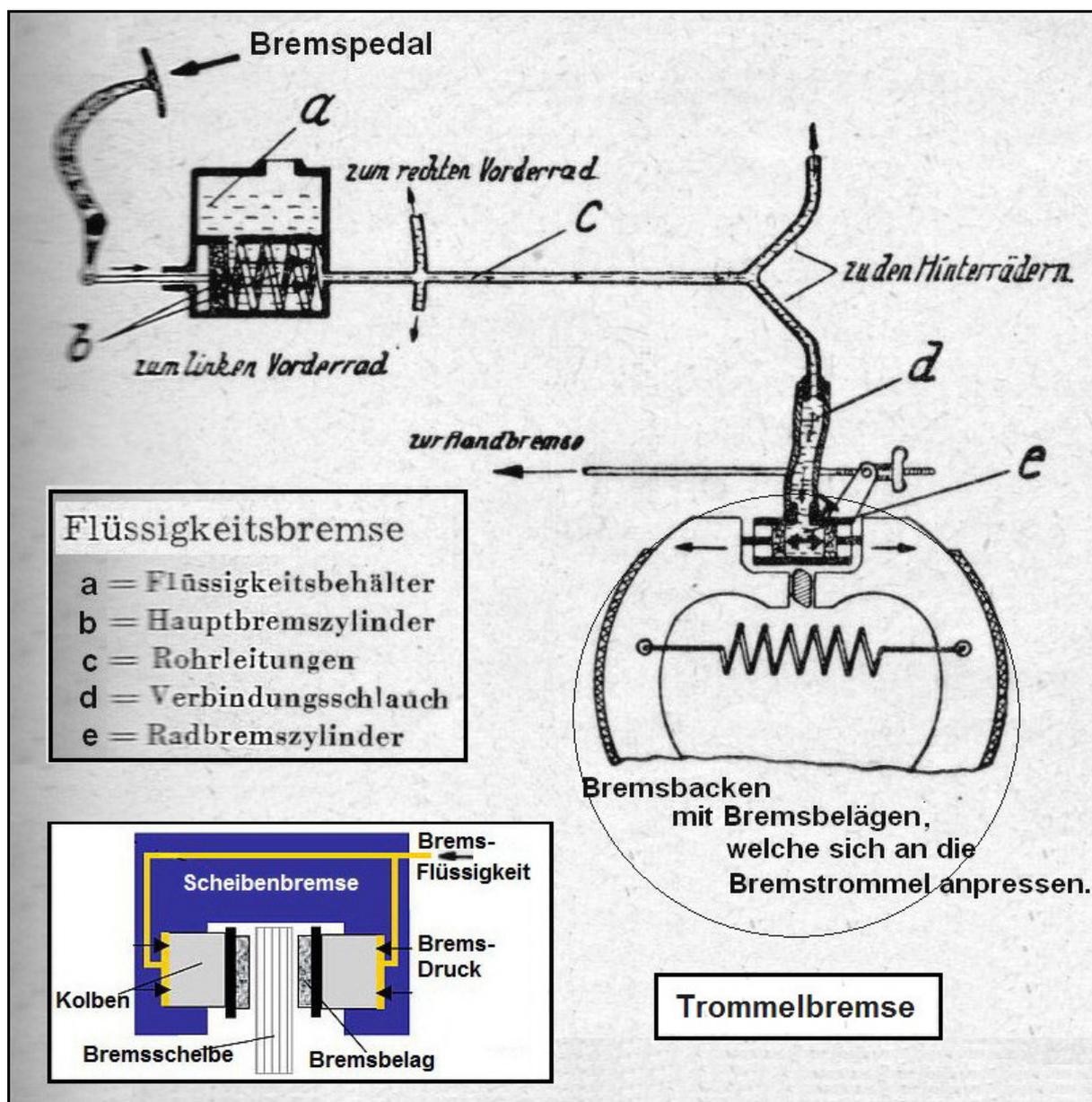
Die **Kardanwelle** verbindet das Getriebe mit dem Differential und so auch mit den Antriebsrädern.

Das **Differential** auf der Antriebsachse ist deswegen nötig, weil beim Fahren in einer Kurve das Innenrad eine kürzere Strecke zurücklegt als das Außenrad. Damit muss es sich auch langsamer drehen. Die Zahnräder im Differential dienen dem Ausgleich der unterschiedlichen Drehgeschwindigkeiten der beiden Antriebsräder.



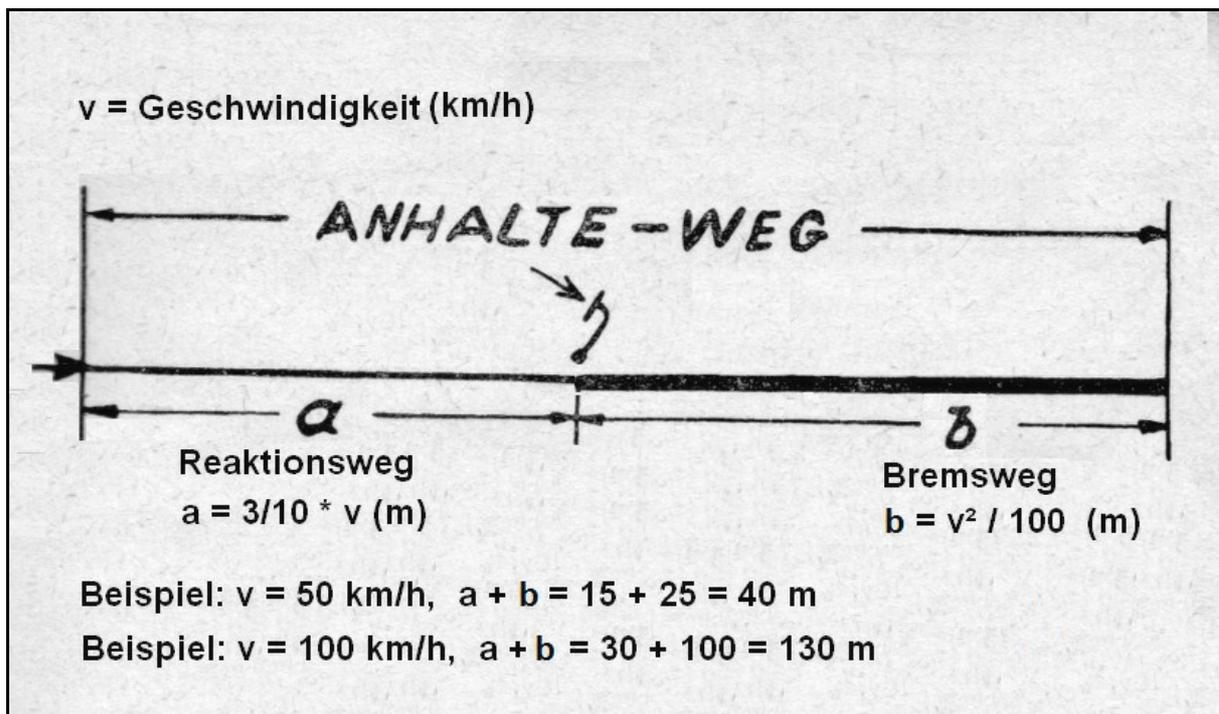
Hinweis: Für eine optimale Straßenlage des Autos sind vor allem die *Vorspur* und der *Radsturz* der Vorderräder wichtig. Die *Vorspur* bedeutet, dass die beiden Räder nicht parallel stehen, sondern leicht nach vorne innen geneigt sind. Dadurch wird das lenkungsfreie Geradeaus-Fahren erleichtert. Der *Radsturz* bedeutet, dass die beiden Räder nicht senkrecht auf die Fahrbahn stehen, sondern leicht nach unten innen geneigt sind. Dadurch wird neben der Radfederung noch eine zusätzliche Stoßdämpfung ermöglicht. Auch sind die Achsschenkel-Bolzen leicht nach hinten geneigt (*Nachlauf*). Dadurch wird das Rücklenken aus Kurven wesentlich erleichtert.

Im Lenkgetriebe wird die Drehung des Lenkrades in eine Hin-Her-Bewegung des Lenkstocks ermöglicht. Über die Spurstange und die Achsschenkel erfolgt dann eine Links-Rechts-Bewegung der Räder.



Die Bremsen vernichten durch Reibung den Schwung des Fahrzeugs. Dabei pressen sich bei **Tommelbremsen** die Bremsbacken mit ihren Belägen an die Bremstrommeln der Räder. Bei moderneren **Scheibenbremsen** drücken zwei Bremskolben mit vorne angebrachten Bremsbelägen auf die Bremsscheiben.

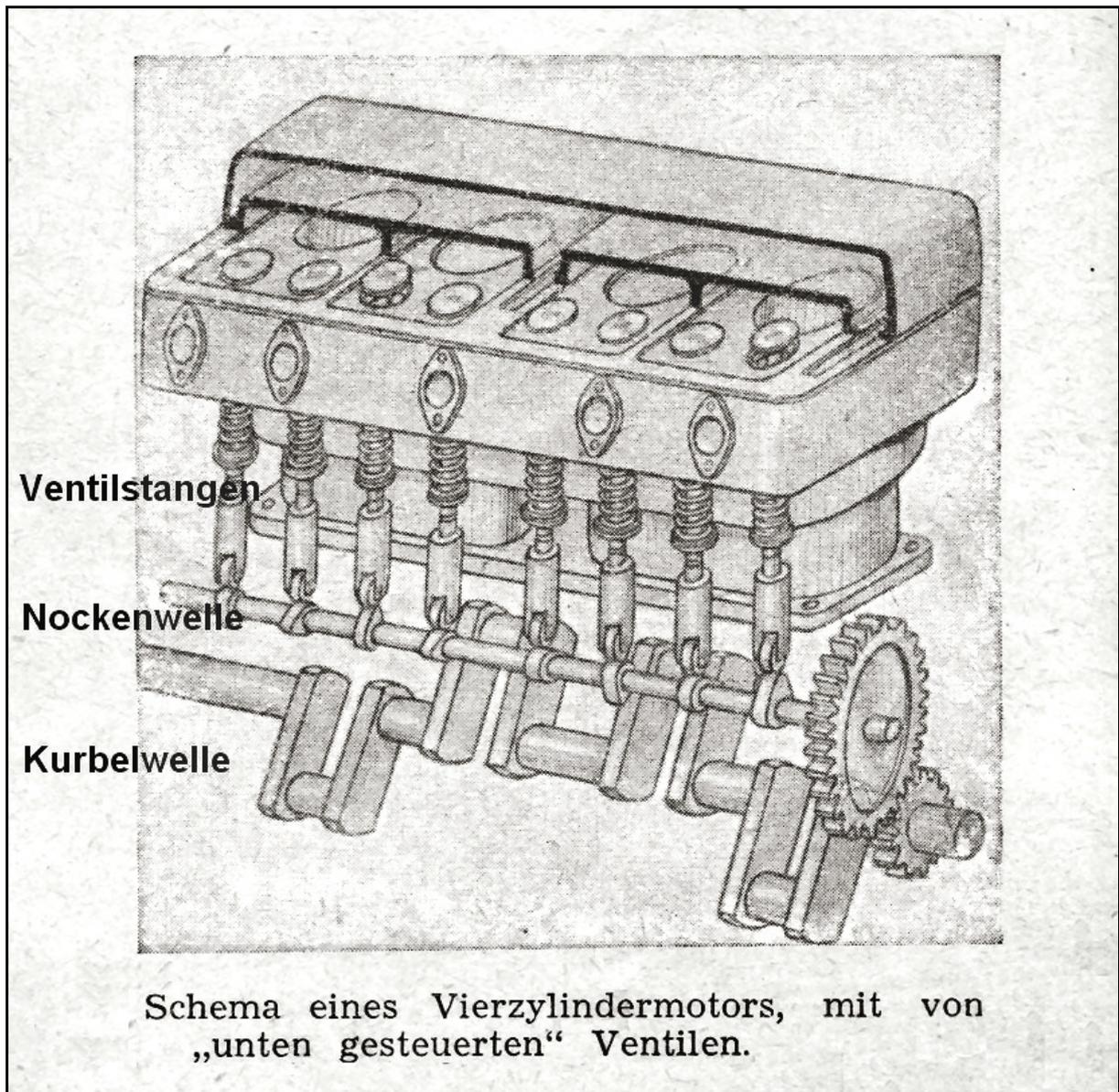
Grundsätzlich unterscheidet man mechanische Seilzugsbremsen (Handbremse) oder hydraulische Flüssigkeitsbremsen (Fußbremse).



Der **Anhalteweg** beim Abbremsen des Fahrzeuges setzt sich zusammen aus dem Reaktionsweg und dem Bremsweg.

Der **Reaktionsweg** (a) ist durch die Reaktionszeit des Fahrers gegeben, d.h. der Zeit zwischen Bremsentscheidung und tatsächlichem Niederdrücken des Bremspedals. Der **Bremsweg** (b) ist durch jene Zeitspanne gegeben, welche das Fahrzeug braucht, um vom Zeitpunkt des Niederdrückens des Bremspedals zum Stillstand zu kommen. Er hängt von der Beschaffenheit der Fahrbahn und vom Zustand der Reifen ab.

Für normale Bedingungen gelten für den gesamten Anhalteweg die oben angeschriebenen **Näherungsformeln**.

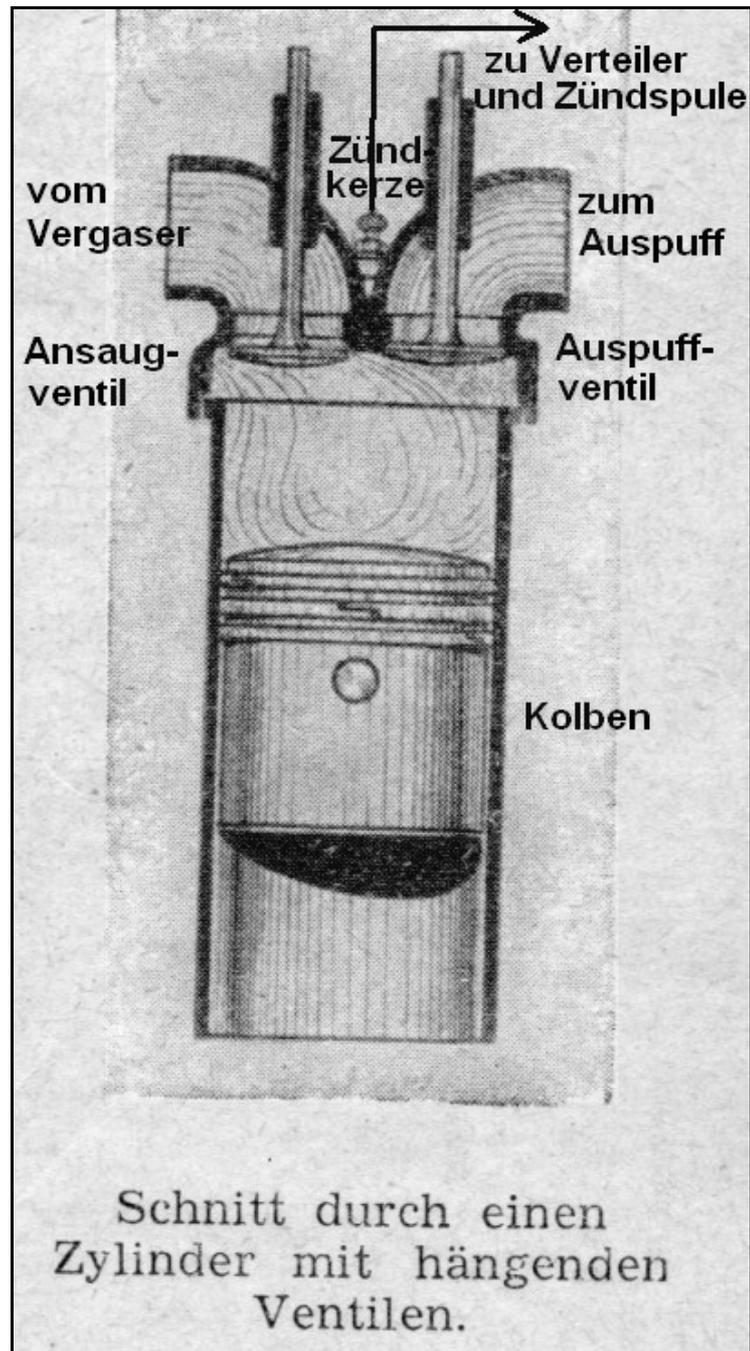


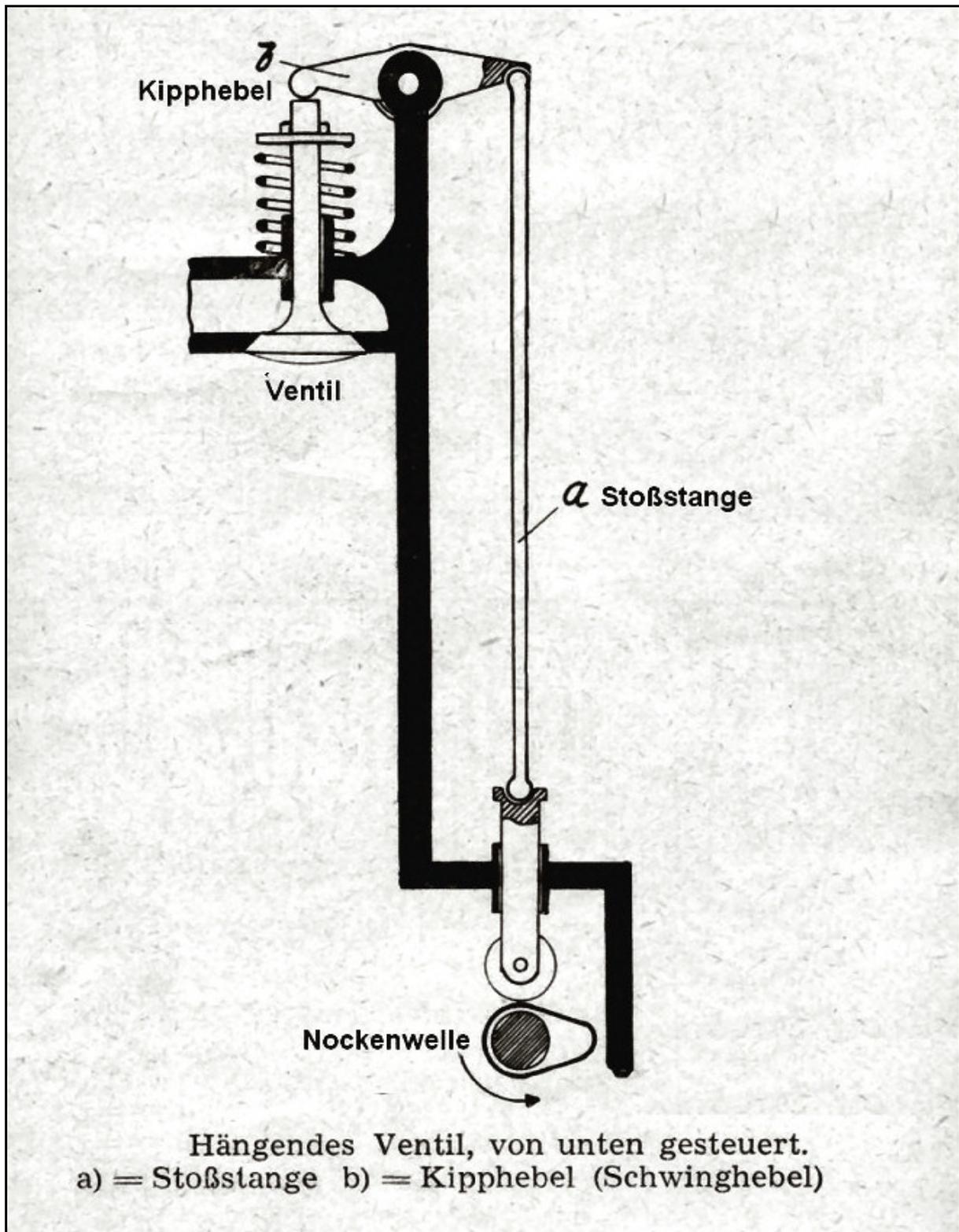
Bei den **Verbrennungsmotoren** wird in den **Zylindern** ein Benzin-Luft-Gemisch verbrannt. Das liefert die Antriebskraft für das Fahrzeug. Dabei gibt es Einzylinder- und Mehrzylinder-Motoren.

Im Zylinder bewegt sich ein **Kolben** auf und ab. Dieser wird vom verbrannten Gemisch angetrieben. Der Zylinderraum zwischen dem oberen und dem unteren Totpunkt der Kolbenbewegung heißt **Hubraum**. Eine einfache Kolbenbewegung heißt **Kolbenhub**.

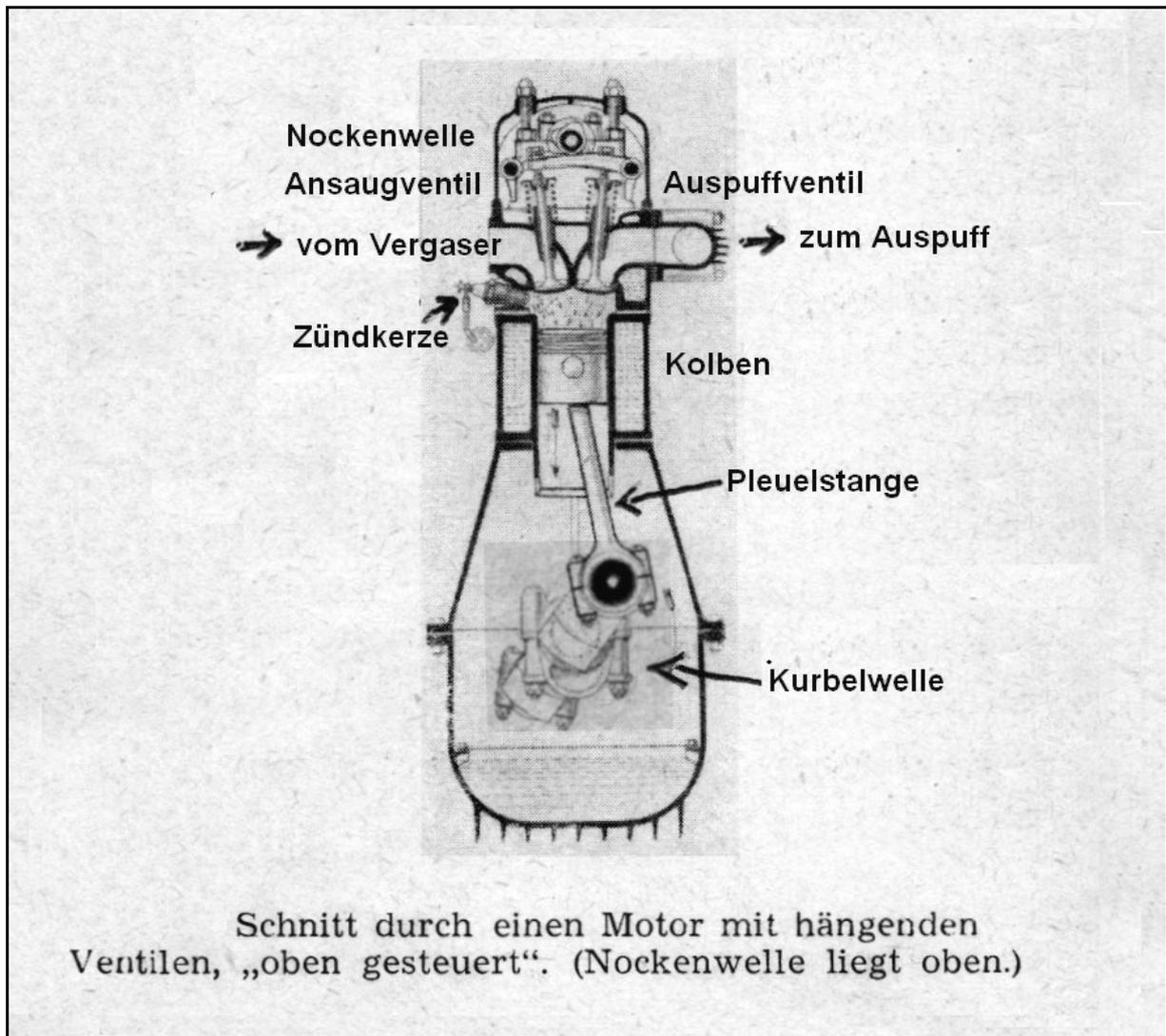
Die Auf-Ab-Bewegung des Kolbens wird durch die **Pleuelstange** in eine Drehbewegung der **Kurbelwelle** umgewandelt. Am Ende der Kurbelwelle ist ein **Schwungrad**, dessen träge Masse eine kontinuierliche und ruckelfreie Drehung der Kurbelwelle bewirkt.

Über Zahnräder ist die Kurbelwelle mit der **Nockenwelle** verbunden, welche das Öffnen und Schließen der **Ventile** in den Zylindern erzeugt.

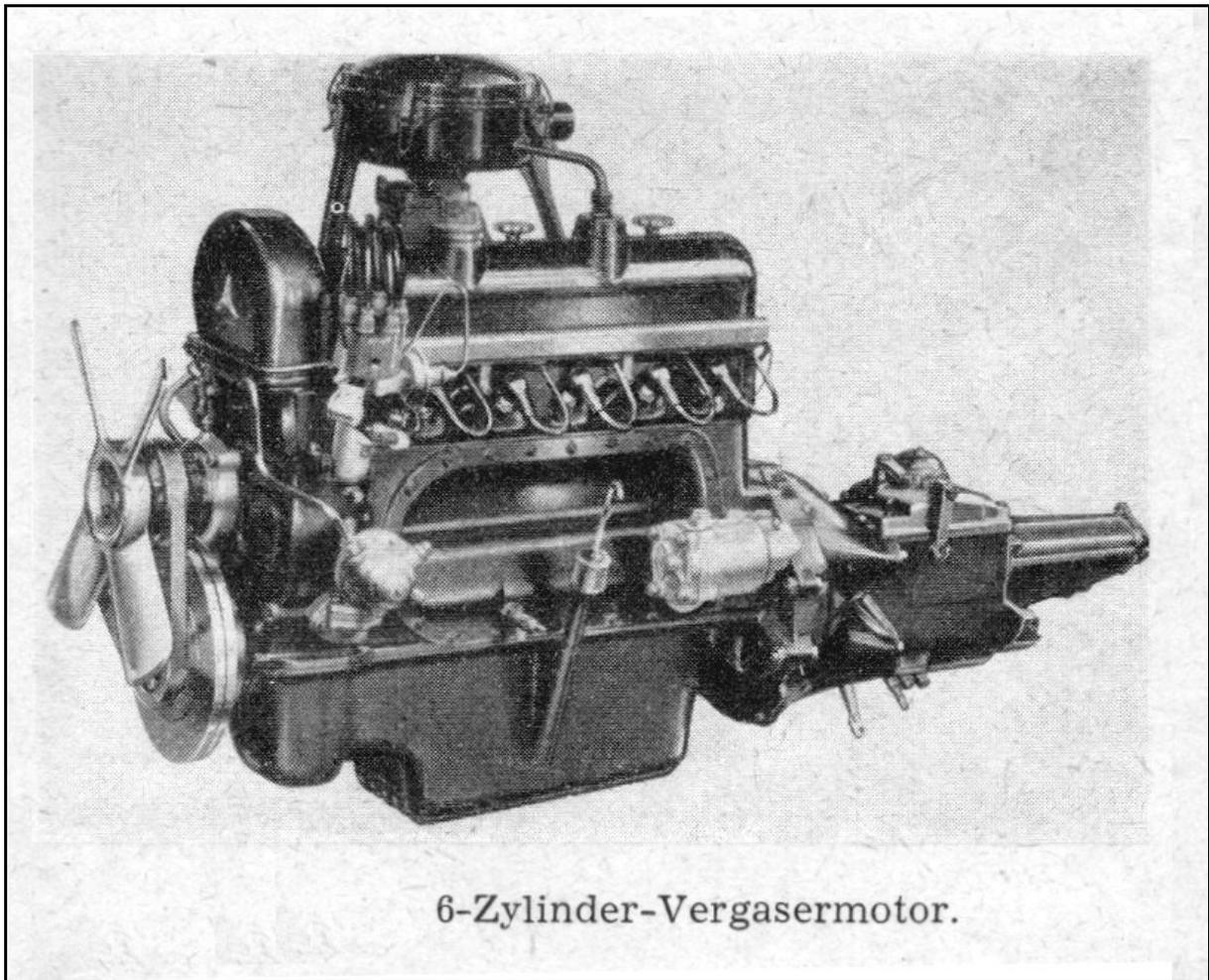




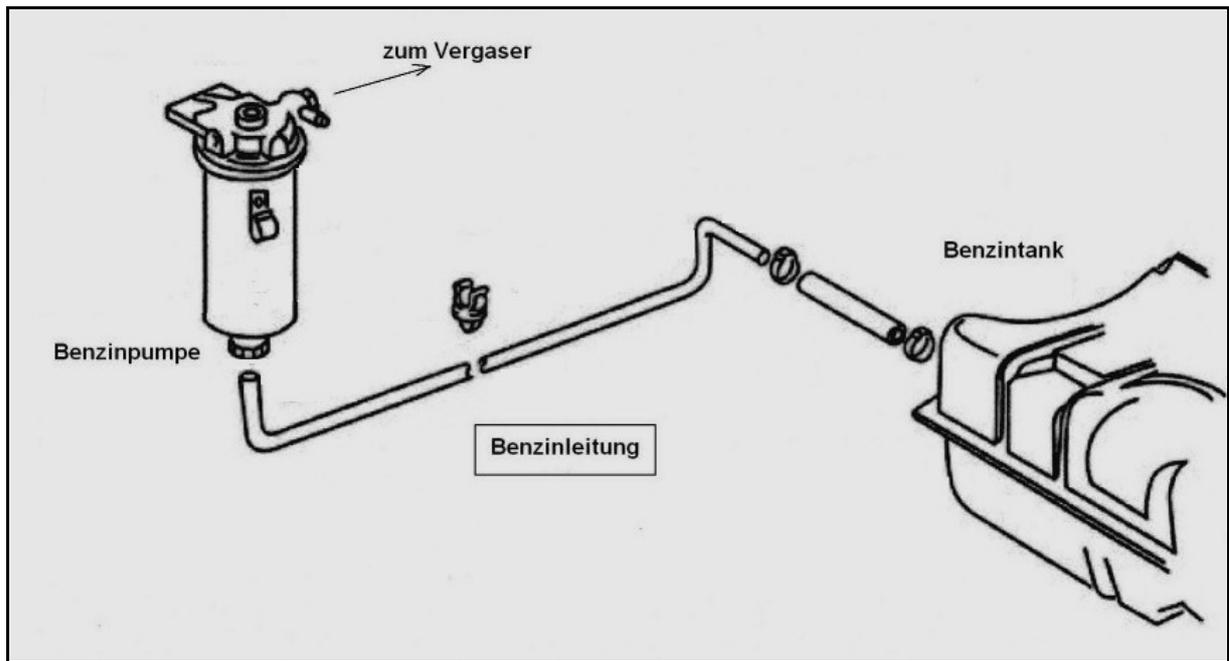
Die *Nocken* sind ellipsenähnliche Scheiben, die auf der Nockenwelle angebracht sind und über Stoss-Stange und Kipphebel das Öffnen und Schließen eines Ventils steuern.



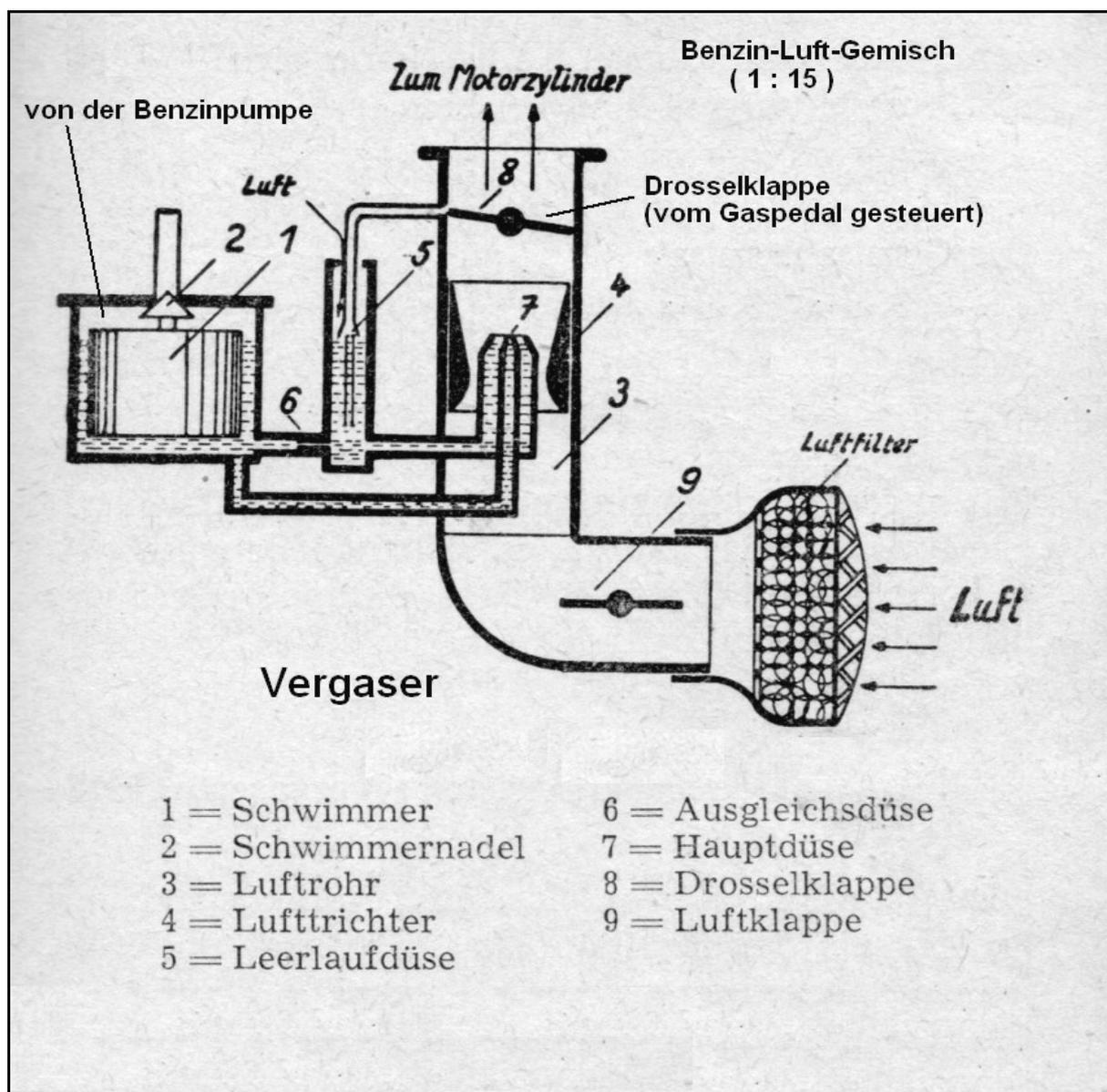
Hinweis: Durch die Pleuelstange wird die lineare Bewegung (*Translation*) des Kolbens in eine Drehbewegung (*Rotation*) der Kurbelwelle übertragen.



Hinweis: Neben den *Benzinmotoren* gibt es auch *Dieselmotoren*. Diese besitzen keinen Vergaser und auch keine Zündkerzen. Stattdessen besitzen sie eine Einspritzpumpe und Einspritzdüsen für den Diesel-Kraftstoff in den Zylinder, so wie auch entsprechende Rohrleitungen. Beim Anlassen (Starten) des kalten Dieselmotors werden zu einer Vorerwärmung der Luft so genannte Glühkerzen benötigt.



Über die **Benzinleitung** fließt das Benzin vom **Benzintank** zur **Benzinpumpe** und weiter zum **Vergaser**. Dort wird das Benzin mit Luft vermischt und das Gemisch dann zu den **Zylindern** befördert.

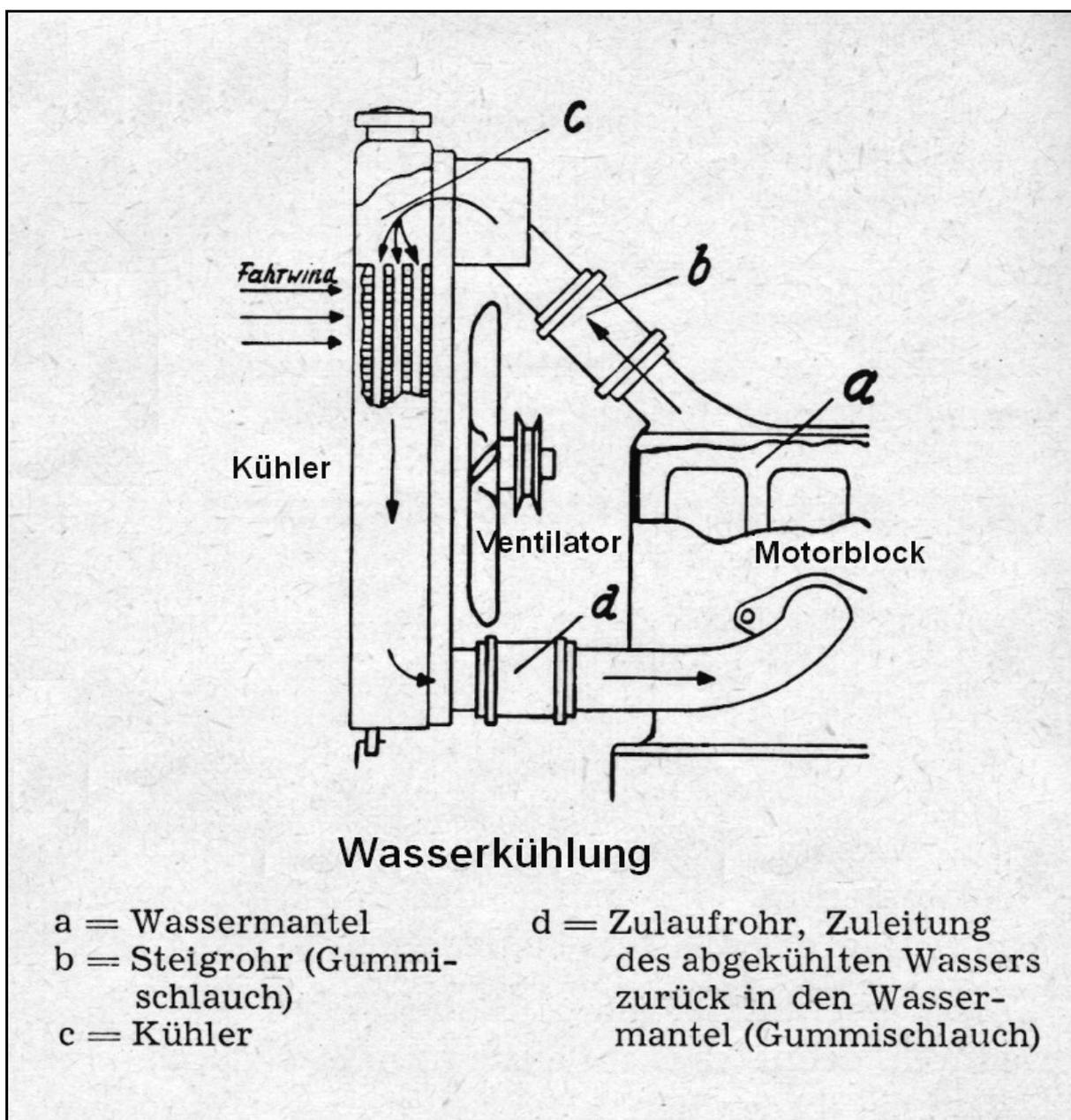


Im *Vergaser* wird *Benzin* mit *Luft* im mittleren Verhältnis 1 : 15 vermischt.

Durch die Saugwirkung der im ersten Takt abwärts gleitenden Kolben in den Zylindern wird einerseits Luft durch den *Luftfilter* und andererseits Benzin durch die *Hauptdüse* vom Schwimmergehäuse angesaugt. Dorthin gelangt das Benzin über die Benzinleitung. Das Benzin-Luft-Gemisch strömt über die *Drosselklappe* durch das Saugrohr in die Zylinder.

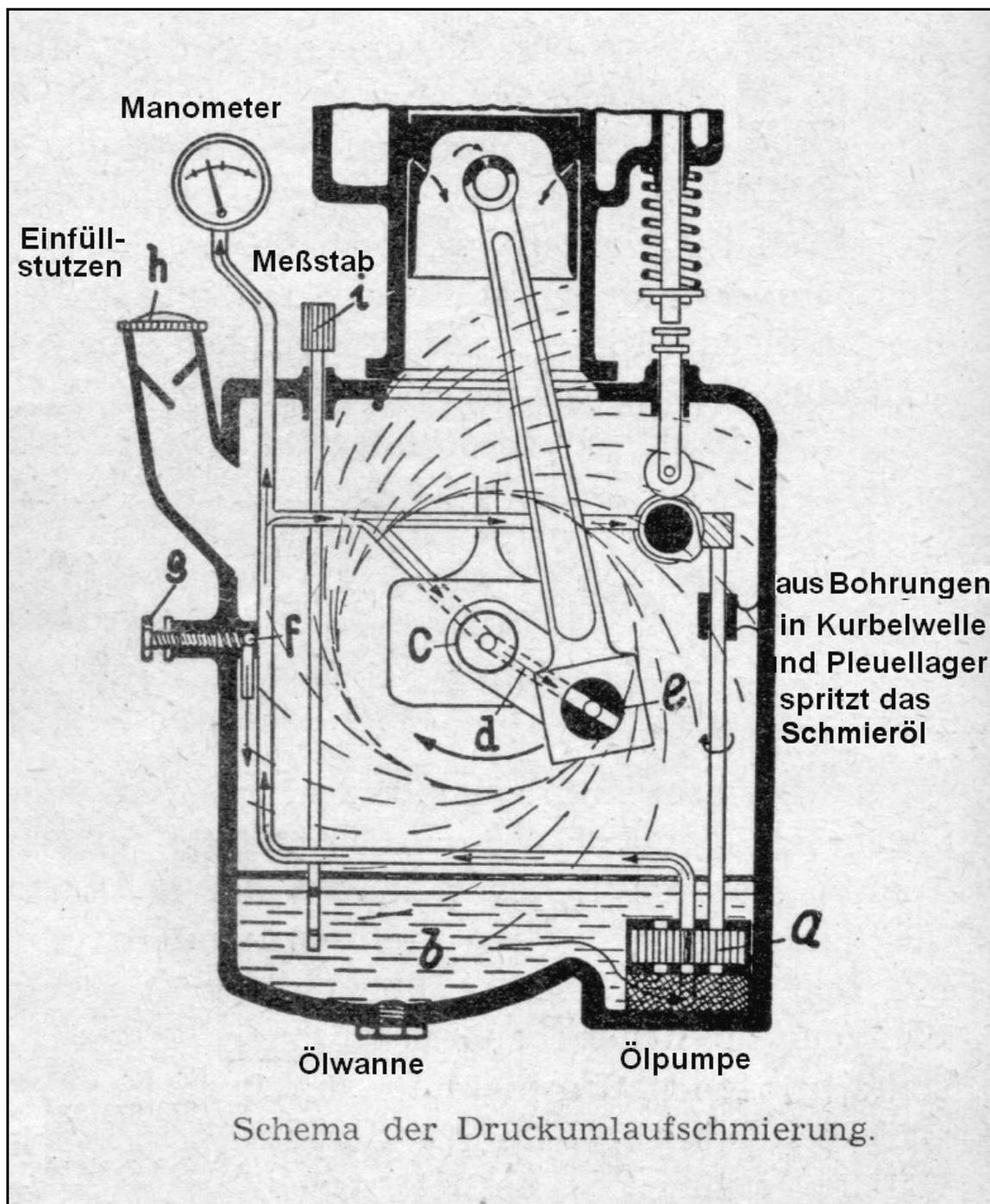
Ein System von mehreren Düsen bewirkt die jeweils optimale Mischung beim Start, im Leerlauf oder bei unterschiedlichen Motorleistungen. Enthält die Mischung mehr Benzin, so heißt sie *fett*. Enthält die Mischung weniger Benzin, so heißt sie *mager*.

Die vom Gaspedal gesteuerte Drosselklappe regelt die Menge des angesaugten Gemisches und damit auch *Tourenzahl* (Anzahl der Kolbenhübe in der Zeiteinheit) und Leistung des Motors.



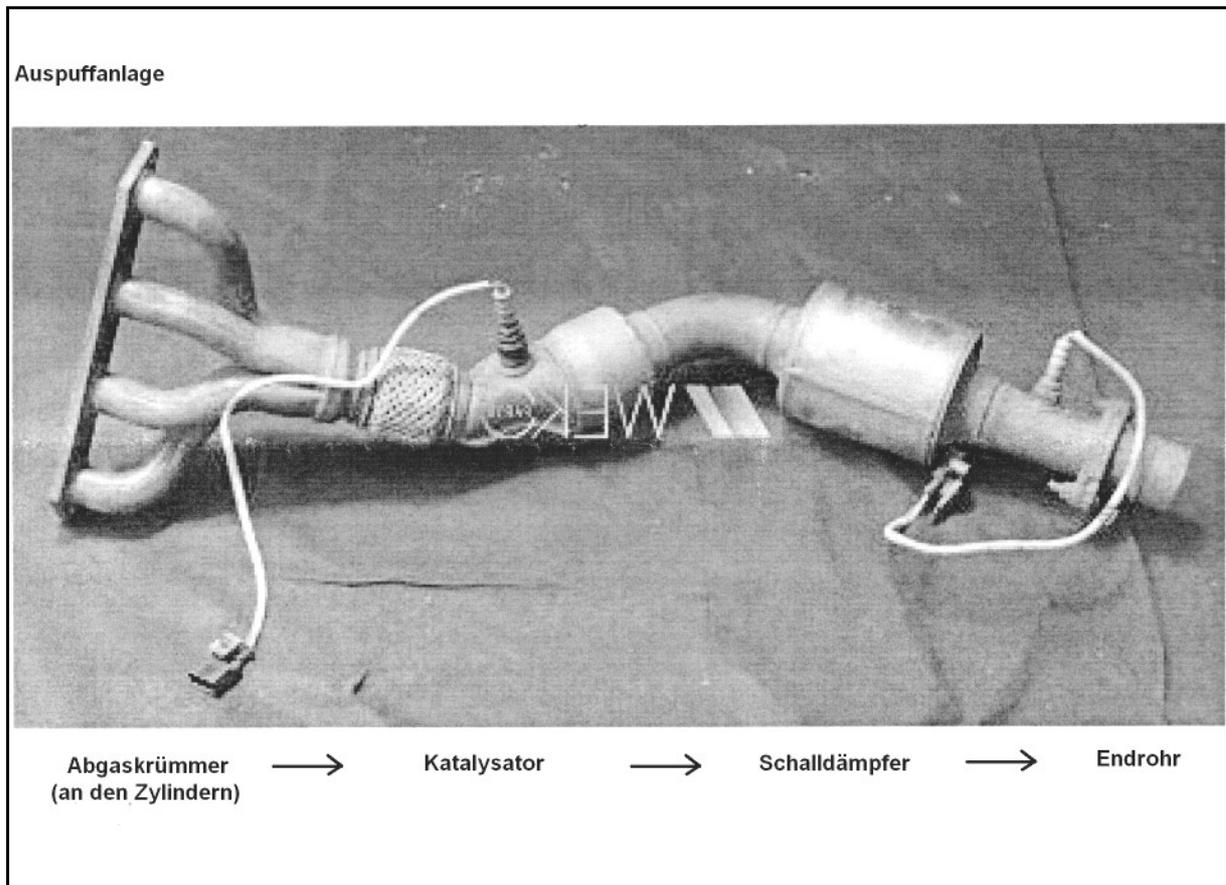
Bei der **Wasserkühlung** sind die Zylinder im Motorblock von einem **Wassermantel** umgeben, welcher die durch die Verbrennungen erhitzten Zylinder kühlt. Das dabei erwärmte Wasser gelangt durch das Steigrohr in den **Wasserkühler**. Dort wird es durch den Fahrtwind und auch durch einen zugeschalteten **Ventilator** abgekühlt. Das Kühlwasser fließt dann im Zulaufrohr zurück in den Wassermantel der Zylinder. In diesem Kühlwasserkreislauf kann zusätzlich im Zulaufrohr noch eine **Wasserpumpe** eingebaut sein.

Die **Temperatur** des Kühlwassers muss zwischen 75° und 80° liegen. Sie wird von einem, im Steigrohr befindlichen **Thermostat** gemessen, der dann den zugeschalteten Ventilator steuern kann.



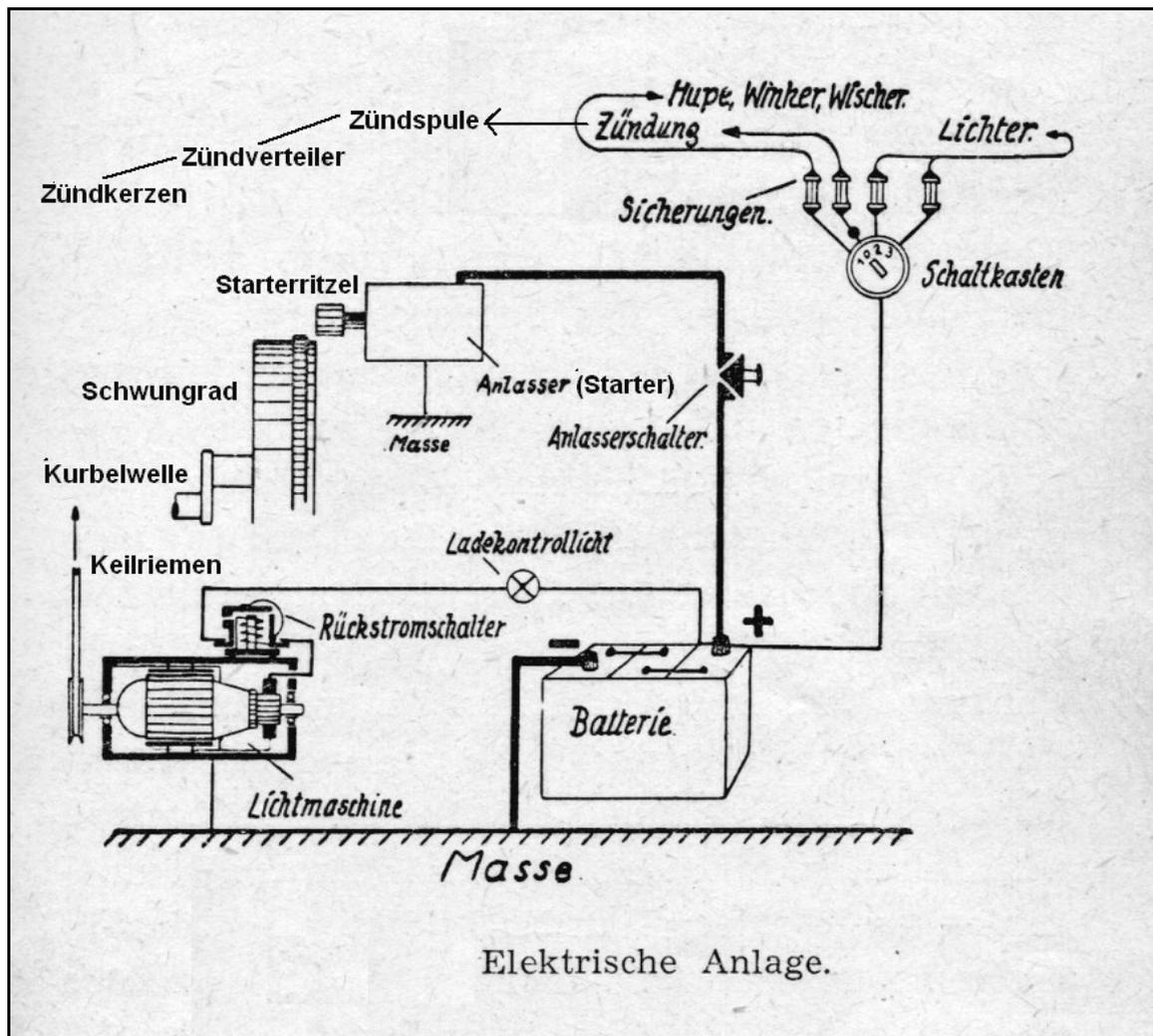
Die *Schmierung* hat die Aufgabe die im Motor bewegten Metallflächen mit einem *Ölfilm* zu überziehen und so die Reibung zu vermindern (vorallem in Kolben- und Pleuellagern. Das sind besonders reibungsarme Verbindungsstellen zwischen einzelnen Motorteilen).

Aus der *Ölwanne* (b) fließt das Schmieröl durch das Ölsieb der *Ölpumpe* (a) unter Druck durch Rohrleitungen zum *Manometer*, zum Nockenwellenlager und zu den Hauptlagern (c). Von dort gelangt es durch feine Bohrungen in der Kurbelwelle (d) in die Pleuellager (e). Aus diesen wird es herausgeschleudert und gelangt in die Zylinder, wo es dann die Kolben schmiert. Bei jeder Abwärtsbewegung der Kolben wird es zurück in die Ölwanne gestreift, wo es sich abkühlt und von wo der *Schmierkreislauf* von Neuem beginnt.



Die **Abgase** strömen nach der Verbrennung aus den Zylindern mit großer Geschwindigkeit und Hitze in den so genannten **Abgaskrümmmer**. Dieser mündet in ein langes **Auspuffrohr**, in welchem zuerst der **Katalysator** und dahinter der **Auspufftopf** eingebaut sind.

Im **Katalysator** werden die giftigen Kohlenstoff- und Stickstoff-Oxide heraus gefiltert. Der **Auspufftopf** dient der **Schalldämpfung**. Durch das **Endrohr** gelangen schließlich die gereinigten Abgase geräuscharm in die Umgebungsluft.



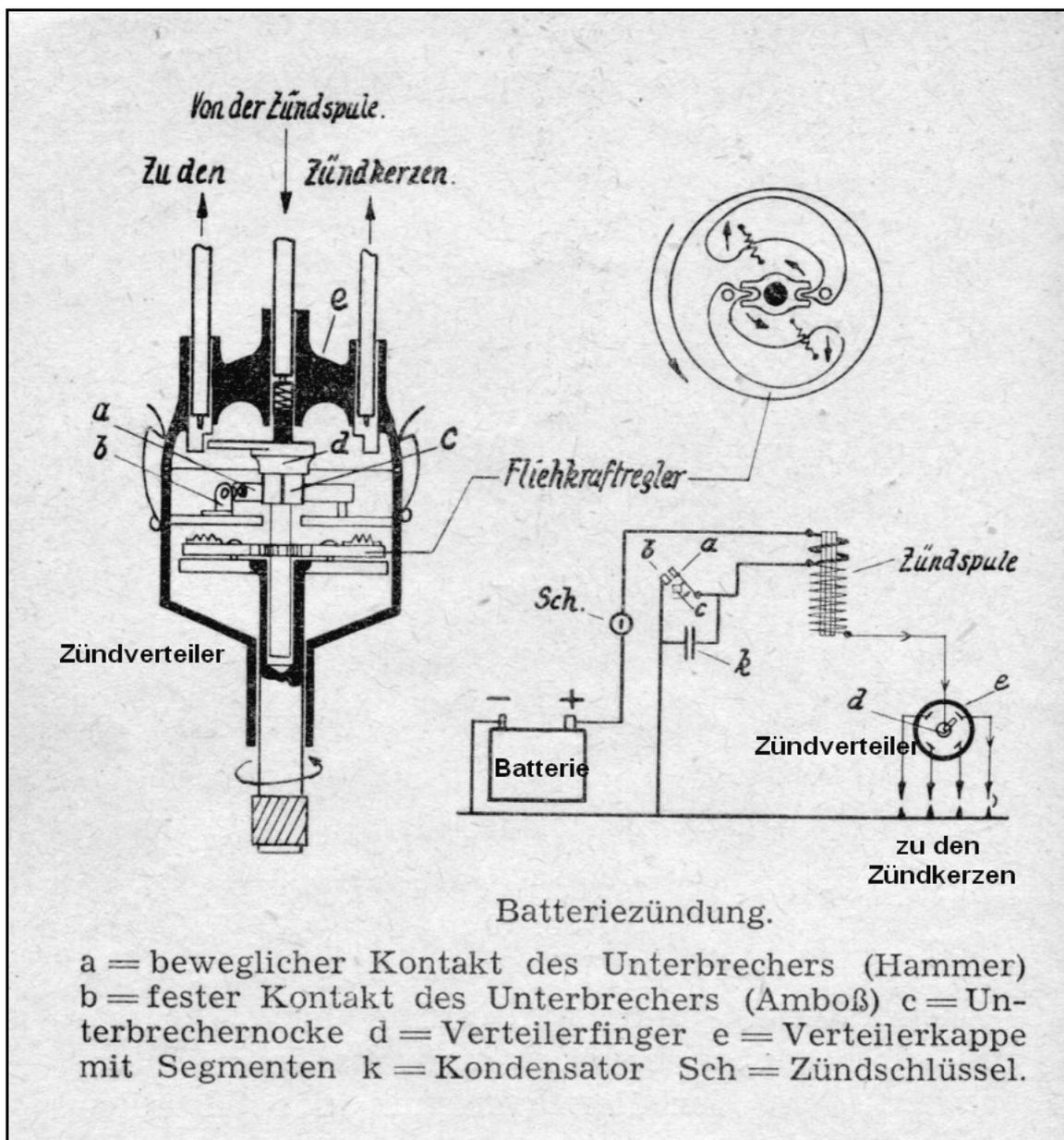
Die zentrale Stromquelle ist die **Batterie**. Sie liefert einen Gleichstrom von meistens 12 Volt Spannung. Vom Pluspol (+) wird der elektrische Strom durch isolierte Kupferdrähte zu den einzelnen Verbrauchern geleitet. Von ihnen gelangt er über die so genannte **Masse** (das sind alle mit dem Rahmen des Fahrgestells verbundenen Metallteile) zurück zum Minuspol (-) der Batterie.

In der Batterie wird der Strom gespeichert. Die Stromspannung beträgt 12 Volt (V). Die Stromstärke wird in Ampere (A) angegeben und das Speichervermögen in Amperestunden (Ah). Die Stromleistung in den Verbrauchern wird mit Watt (W) bezeichnet.

Die **Lichtmaschine** wird über einen **Keilriemen** von der Kurbelwelle angetrieben und dient der Erzeugung von elektrischem Strom, der zur Batterie fließt und diese dann auflädt. Die Aufladung erfolgt nur bei eingeschaltetem Motor. Bei ausgeschaltetem Motor verhindert der Rückstromschalter die Entladung der Batterie.

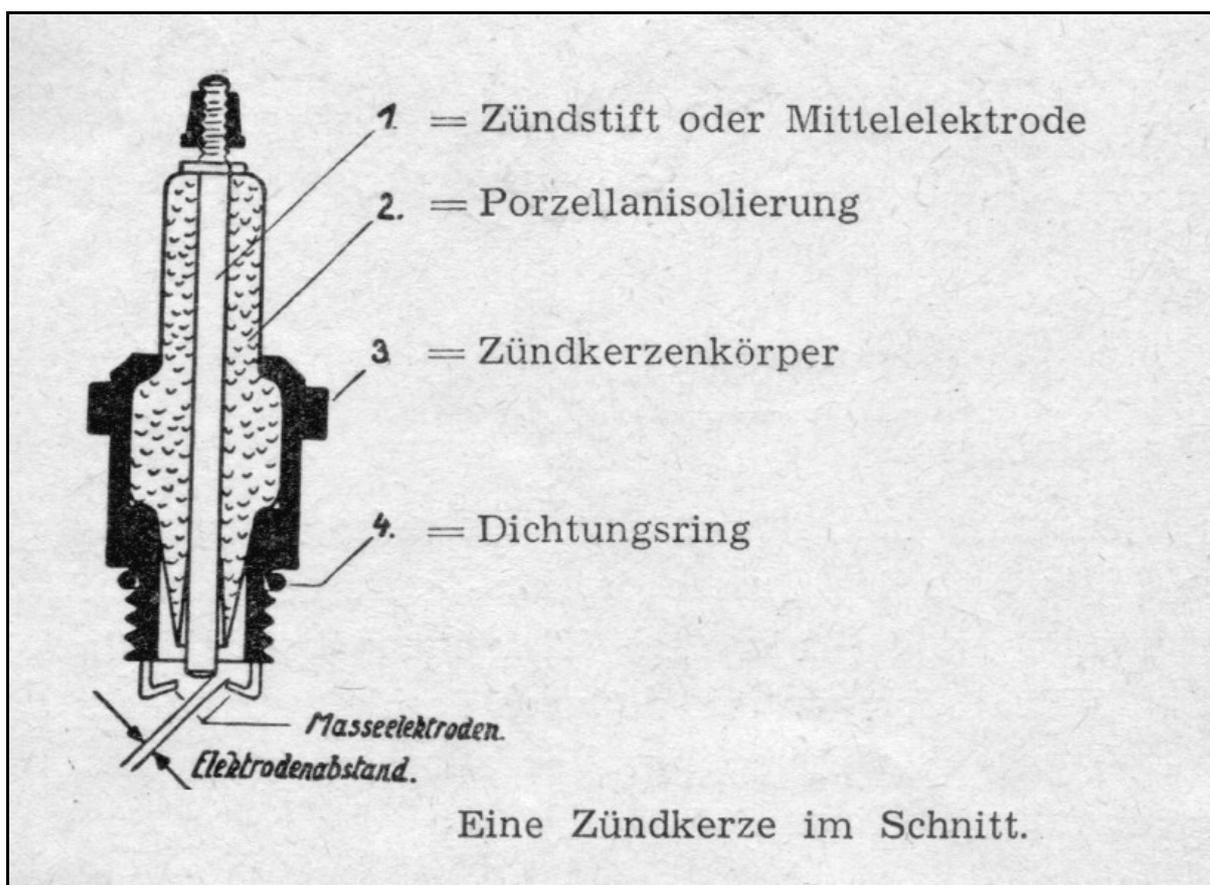
Das **Ladekontrolllicht** am Instrumentenbrett im Auto leuchtet rot, wenn die Lichtmaschine nicht ladet und erlischt, wenn ihre Ladetätigkeit einsetzt.

Im Stromkreis des Autos befinden sich die **Sicherungen**, die bei einem **Kurzschluss** den Stromkreis sofort unterbrechen. Ein Kurzschluss entsteht dann, wenn die Isolierung des Kupferdrahtes aufgescheuert ist und der blanke Draht irgendwo direkt mit der **Masse** in Berührung kommt. Dadurch würde der Leitungsdraht durchbrennen (**Kabelbrand**).



Der **Anlasser** (Starter) ist ein von der Batterie mit Strom versorgter Elektromotor, der beim Starten des Autos über ein ausfahrbares Starterritzel das Schwungrad und die Kurbelwelle des Motors antreibt. Nach dem Start zieht sich das Starterritzel sofort zurück und über den **Keilriemen** wird nun die **Lichtmaschine** angetrieben. Im so genannten **Dynostarter** sind Anlasser (Elektromotor) und Lichtmaschine (Generator) in einer Kombination vereinigt.

In der **Zündspule** wird der von der Batterie kommende schwache Primärstrom in einen Sekundärstrom mit hoher Spannung transformiert. Der hochspannige Strom fließt zum **Zündverteiler** weiter. Der Zündverteiler regelt die Stromversorgung der **Zündkerzen** in den Zylindern in der Weise, dass sie zum richtigen Zeitpunkt zünden, d.h. wenn der Kolben im Verdichtungstakt den oberen Totpunkt erreicht. Dabei springt ein **elektrischer Funke** zwischen den Elektroden der Zündkerzen und verursacht die Verbrennung des Benzin-Luft-Gemisches im Zylinder.

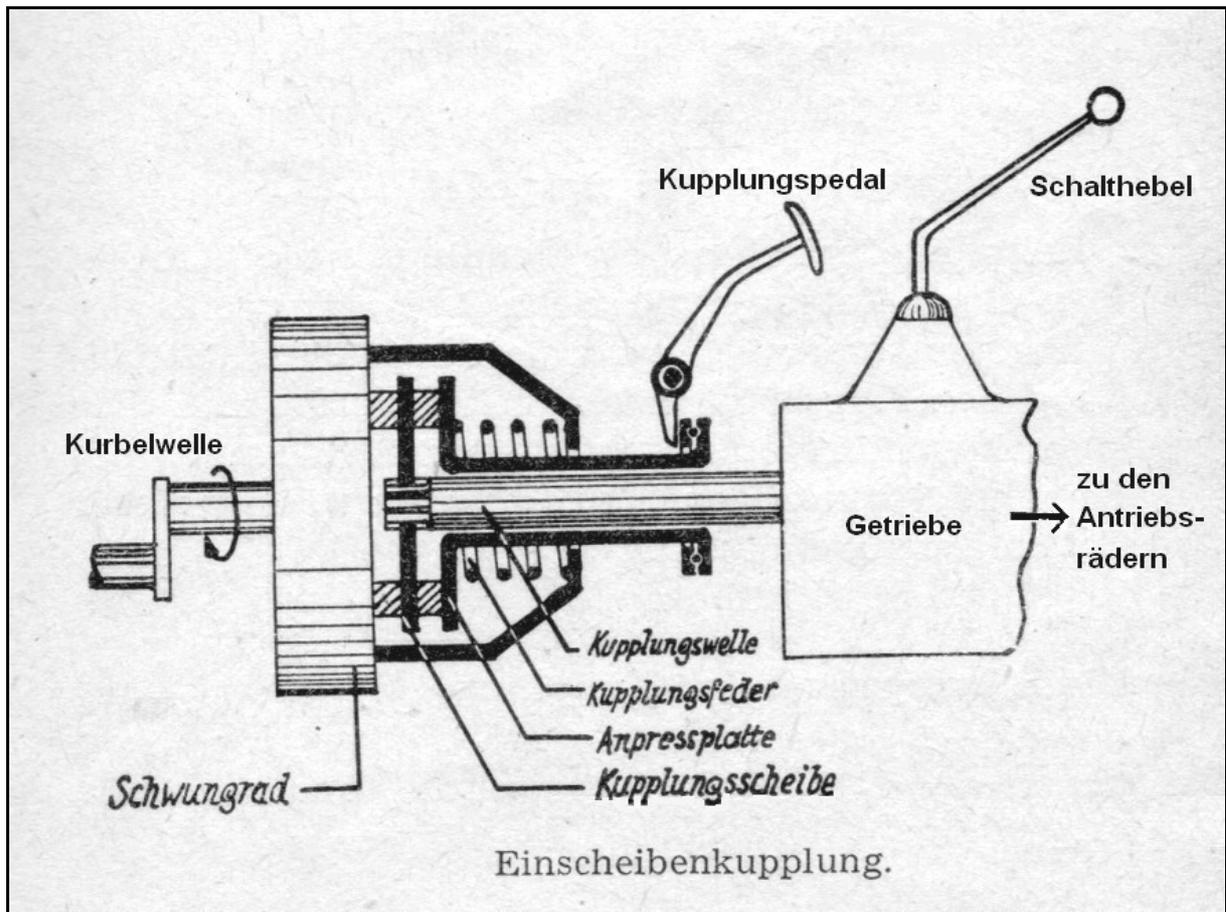


Damit die gesamte **Zündanlage** funktioniert müssen ihre einzelnen Teile richtig aufeinander abgestimmt sein, beispielsweise verhindert ein zusätzlicher **Kondensator** einen ungewollten Stromrückfluss bei der Zündung.

Außerdem muss die **Zündung** so eingestellt sein, dass bei einer hohen Tourenzahl des Motors eine leichte **Vorzündung** erfolgt, d.h. noch bevor der Kolben seinen oberen Totpunkt im Zylinder erreicht, weil sonst durch eine zu späte Explosion ein Wirkungsverlust entsteht.

Beim Anlassen (Starten) des Motors hingegen wird eine leichte **Nachzündung** benötigt, d.h. kurz nachdem der Kolben seinen oberen Totpunkt erreicht hat, weil er sonst im Zylinder noch vor der optimalen Verdichtung hinunter geschleudert würde. Diese Einstellungen des **Zündzeitpunktes** werden automatisch geregelt (z.B. durch den **Fliehkraftregler** im Zündverteiler).

Hinweis: Bei modernen Motoren ist anstelle des **Zündverters** eine **vollelektronische Zündanlage** eingebaut.



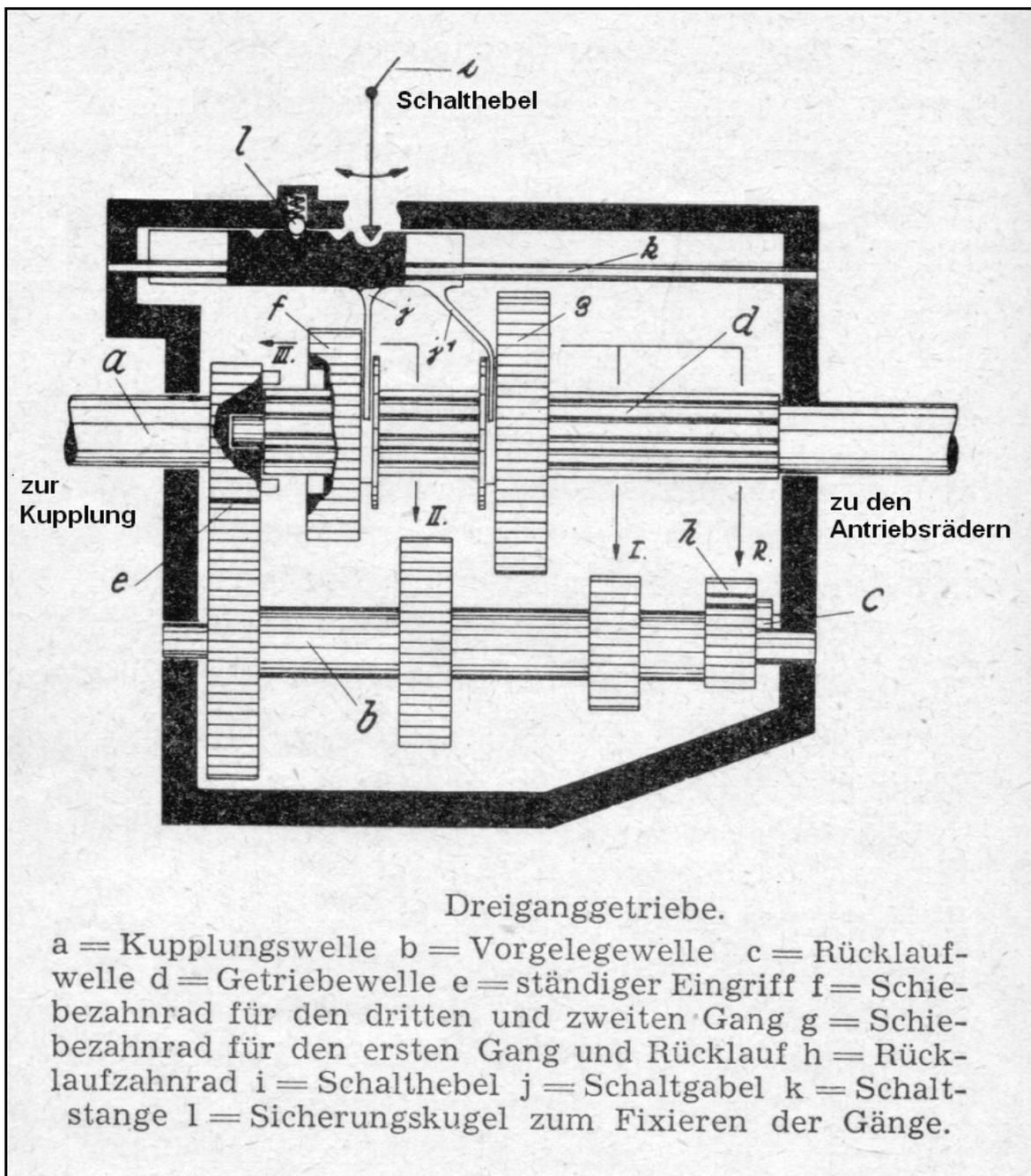
Die **Kraftübertragung** erfolgt vom Schwungrad auf der Kurbelwelle über die **Kupplung** zum **Getriebe** und dann weiter zu den **Antriebsrädern**.

Die **Kupplung** verbindet/trennt den Motor mit/vom Getriebe und so auch mit/von den Antriebsrädern. Das wird durch das Kupplungspedal gesteuert (einkuppeln und auskuppeln).

Das **Getriebe** dient mit seinen Zahnrädern der Übersetzung der Motorkraft in die Drehgeschwindigkeit der Antriebsräder. Die Steuerung erfolgt mit dem Schalthebel.

Die **Kardanwelle** verbindet das Getriebe mit dem Differential und so auch mit den Antriebsrädern.

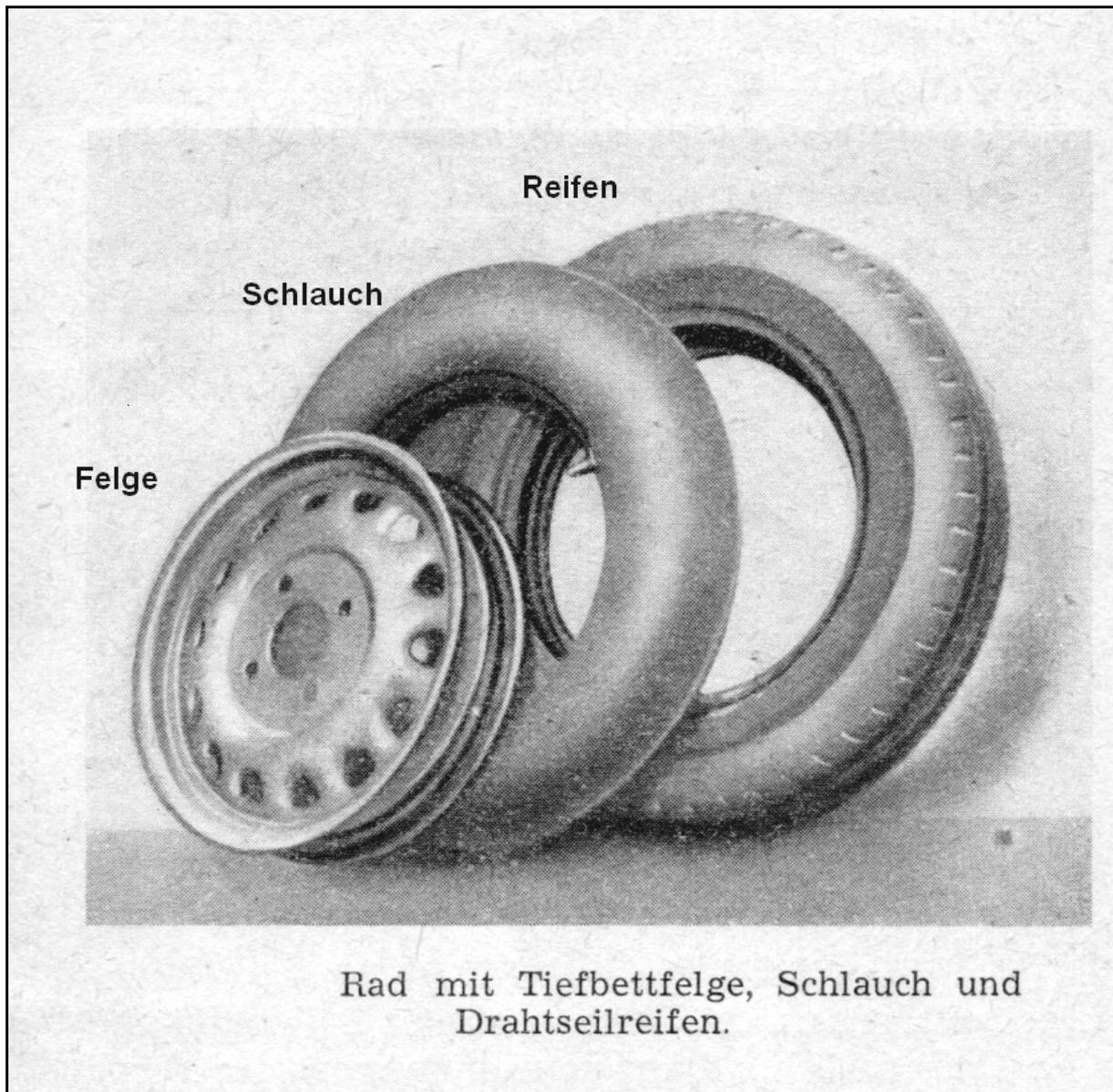
Das **Differential** auf der Antriebsachse ist deswegen nötig, weil beim Fahren in einer Kurve das Innenrad eine kürzere Strecke zurücklegt als das Außenrad. Damit muss es sich auch langsamer drehen. Die Zahnräder im Differential dienen dem Ausgleich der unterschiedlichen Drehgeschwindigkeiten der beiden Antriebsräder.

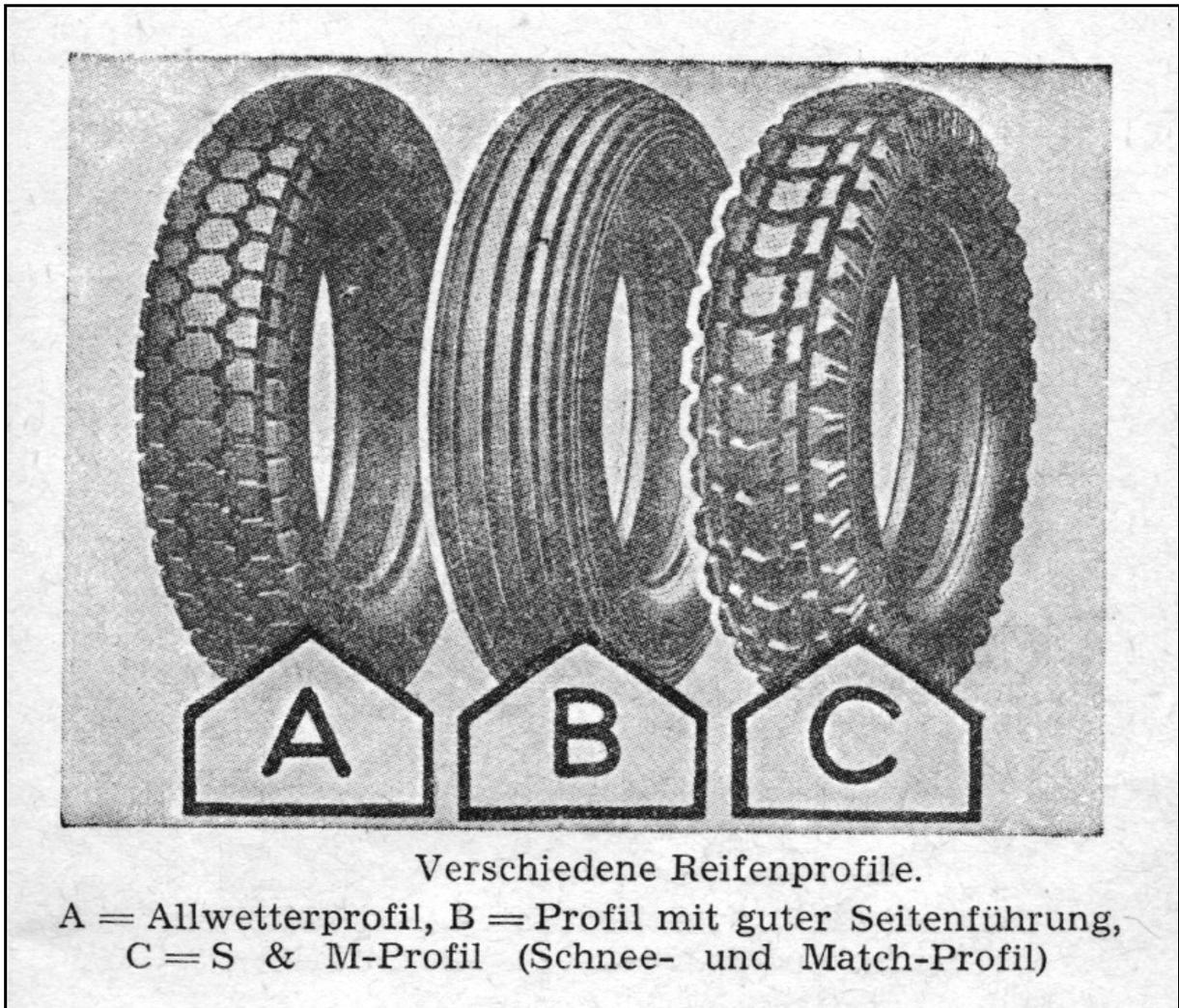


Das **Getriebe** besteht aus verschiedenen ineinandergreifenden **Zahnradern**. Dadurch wird die Kraft von der **Kupplungswelle** auf die zu den Antriebsrädern führende **Kardanwelle** übertragen.

Je nachdem, welche **Zahnräder** mit dem **Schalthebel** ausgewählt sind, wird die **Drehgeschwindigkeit** der Kardanwelle und der Antriebsräder verändert.

In den **niedrigen Schaltgängen** ist die übertragene Kraft groß und die Fahrtgeschwindigkeit klein. In den **höheren Schaltgängen** hingegen ist die übertragene Kraft klein und die Fahrtgeschwindigkeit groß. Das Getriebe dient somit einer wechselnden **Kraftübersetzung**.





Moderne Bordcomputer

In modernen Fahrzeugen werden fast alle Systeme *elektronisch gesteuert* (z.B. Zündanlage). Unter dem Begriff **Bordcomputer** (auch Multifunktionsanzeige, Fahrerinformationssystem) versteht man bei Kraftfahrzeugen ein Anzeigegerät, mit dem verschiedene Informationen abgefragt werden können. Die Informationen werden in der Regel im Kombi-Instrument, über einen separaten Bildschirm in der Mittelkonsole oder auf dem Armaturenbrett dargestellt. Zu den anzeigbaren Informationen eines Bordcomputers gehören zum Beispiel:

- Durchschnittsverbrauch
- Momentaner Verbrauch
- Durchschnittsgeschwindigkeit
- Momentane Geschwindigkeit
- Ölstand
- Temperatur
- Reifendruck
- Batteriekontrolle
- Tankfüllungsanzeige/Tankmeldung
- Verbleibende Reichweite mit der vorhandenen Tankfüllung
- Angurtungs-Hinweis
- Außen- und Innentemperatur
- Fahrzeit
- Datum/Uhrzeit
- Serviceintervalle
- Diagnosemeldungen bei Fehlern und Defekten

Mittlerweile sind Informationen wie zum Beispiel Radiosender, Uhrzeit und Datum, Telefonfreisprechanlage, Klimaanlagefunktionen, etc. mit im Bordcomputer abruf- und bedienbar. Auch sind früher eigenständige Anzeigen wie Kontrollelemente (zum Beispiel Informationen bzgl. Motorölstand, Bremsverschleiß) oder eine Serviceanzeige heute oft in den Bordcomputer integriert. In gehobenen Ausstattungslinien kann das Display des Bordcomputers sogar Navigationsinformationen (Globales Navigationssatellitensystem) darstellen. Zusätzlich sind Abstandswarner und ähnliche Funktionen verfügbar. Es ist heute üblich, dass der Bordcomputer kein reines *Anzeigegerät* mehr darstellt, sondern auch ein *Eingabegerät*, zum Beispiel zum Einstellen der Lautstärke für die Einparkhilfe oder zur Regelung der Helligkeit der Innenraumbeleuchtung.

In modernen Autos wird der Bordcomputer zur *zentralen Leitstelle* für das Fahrzeug. Alle anderen *Steuergeräte* (ABS/ESP, Airbag, Motorsteuerung, etc.) sind mit ihm verbunden und übertragen über ein *eigenes Bussystem* (CAN-Bus) permanent ihren Funktionszustand und eventuelle Störungen an den Aktoren und Sensoren des jeweiligen Steuergeräts. Wenn beispielsweise das ABS-Steuergerät den Fehler „*Raddrehzahlsensor vorn rechts defekt*“ feststellt, wird dieser Fehler erst an den Zentralrechner weitergegeben und dann dem Fahrer auf einem Display und durch Kontrolllampen auf dem Kombi-Instrument angezeigt.

E N D E