

# **Technisches Grundbuch**

## **Elektrische Ausrüstung und Armaturen**

Ausgabe Dezember 1961

# E I N F Ü H R U N G

Dieses Technische Grundbuch behandelt die elektrische Anlage sowie die Armaturen der Opel-Personen- und -Lieferwagen ab Beginn der P-Modelle. Nach einer eingehenden Beschreibung des einzelnen Aggregates sind, soweit erforderlich, die Wirkungsweise, daran anschließend die Prüfmöglichkeiten und, soweit durchführbar, die Instandsetzungs- bzw. Einstellrichtlinien aufgeführt. Falls die fachlichen und werkstattmäßigen Voraussetzungen gegeben sind, können damit die Händler-Werkstätten die erforderlichen Instandsetzungs- und Einstellarbeiten an den elektrischen Aggregaten selbst durchführen.

Arbeiten, die je nach Fahrzeugtyp unterschiedlich sind, z. B. der Aus- und Einbau einzelner Aggregate aus dem Fahrzeug – also typgebundene Arbeiten – müssen dem Werkstatt-Handbuch „Fahrwerk und Triebwerk“ des jeweiligen Typs entnommen werden.

Da die Einstell- und Einbauhinweise, Bezeichnung der Öle, Fette und Dichtungsmittel mit deren Verwendungszweck sowie die Nummern der Werkzeuge, die für den jeweiligen Arbeitsgang benötigt werden, Änderungen unterliegen, sind diese gleichfalls nur im typgebundenen Werkstatt-Handbuch enthalten.

Werden Instandsetzungsarbeiten an elektrischen Aggregaten durch die Händler-Werkstätten ausgeführt, erlischt jeglicher Gewährleistungsanspruch an die Herstellerfirma.

Bei Verwendung spezieller Test- und Prüfgeräte sind die Anleitungen in der jedem Gerät beiliegenden Bedienungsanleitung genau zu beachten.

Die bekanntgegebenen Test- und Prüfwerte sowie die Angaben über den Typ des eingebauten elektrischen Aggregates gelten, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist, immer nur für die serienmäßige Normalausführung des betreffenden Fahrzeuges.

Bei etwaigen Anfragen, die sich beim Lesen des Technischen Grundbuches ergeben sollten, ist die erklärende Auskunft von der Kundendienst Technischen Abteilung der Adam Opel Aktiengesellschaft, Rüsselsheim am Main, einzuholen.

Die im Text vorgesehenen, eingeklammerten Zahlen, die durch einen Schrägstrich getrennt sind, verweisen auf das jeweilige Bild. Die erste Zahl bedeutet die Bildnummer, die zweite Zahl die Hinweiszahl in dem betreffenden Bild, z. B. (27/3) bedeutet Bild 27, Position 3.

# INHALTSVERZEICHNIS

Arbeitstext	Seite
<b>Elektrische Anlage im Kraftfahrzeug</b> . . . . .	6
<b>Batteriezündung</b> . . . . .	7
<b>Batterie</b>	
Aufbau und Wirkungsweise . . . . .	8
Batterie-Kapazität . . . . .	12
Batteriesäure (Elektrolyt) . . . . .	10
Entladen der Batterie . . . . .	12
Laden der Batterie . . . . .	11
Mischung von Batteriesäure . . . . .	10
Selbstentladung der Batterie . . . . .	13
Verdünnung zu dichter Batteriesäure . . . . .	11
Wirkungsgrad der Batterie . . . . .	12
Inbetriebsetzung einer neuen Batterie . . . . .	13
Ladetabelle . . . . .	13
Schnellladung der Batterie . . . . .	14
Wartung und Pflege der Batterie . . . . .	14
Batterie nachladen . . . . .	17
Batterie testen . . . . .	18
Ladezustand der Batterie prüfen . . . . .	15
Pflege unbenutzter, gefüllter Batterien . . . . .	17
Säure in Batterie nachfüllen . . . . .	15
Störungen an der Batterie . . . . .	17
<b>Zündspule</b>	
Aufbau . . . . .	19
Wartung und Prüfung der Zündspule . . . . .	20
Wirkungsweise der Zündspule . . . . .	20
<b>Zündverteiler</b>	
Aufbau und Wirkungsweise . . . . .	21
Fliehkraftregler . . . . .	22
Unterbrecherkontakt . . . . .	24
Einstellen bzw. Nachstellen des Schließwinkels (Kontaktabstand) . . . . .	27
Prüfung des Schließwinkels (Kontaktabstand) . . . . .	26
Unterdruckverstellung . . . . .	23
Zündkondensator . . . . .	27
Instandsetzung des Zündvertailers . . . . .	28
Fliehkraftverstellung prüfen . . . . .	28
Kondensator prüfen . . . . .	34
Unterbrecherkontaktabstand einstellen . . . . .	31
Unterbrecherkontakt ersetzen . . . . .	33
Unterbrecherkontakt prüfen . . . . .	30
Unterbrecherkontakt reinigen . . . . .	31
Unterdruckversteller ersetzen . . . . .	29
Unterdruckversteller prüfen . . . . .	28
Wartung des Zündvertailers . . . . .	28

Arbeitstext	Seite
<b>Zündentstörung</b>	
Fernentstörung und Nahentstörung . . . . .	35
Funktstörungen und ihre Entstehung . . . . .	35
Widerstandszündkabel, Entstörstecker und Entstör- kondensator prüfen . . . . .	36
<b>Zündkerze</b>	
Aufbau der Zündkerze . . . . .	37
Elektrodenabbrand . . . . .	40
Isolierkörper . . . . .	37
Kerzengehäuse . . . . .	38
Kerzengesicht bei normalem Kraftstoff . . . . .	39
Kerzengesicht bei Super-Kraftstoff . . . . .	39
Mittелеlektrode . . . . .	37
Wärmewert . . . . .	38
Wartung und Prüfung der Zündkerze . . . . .	40
Nachstellen der Elektroden . . . . .	40
Reinigen der Zündkerze . . . . .	40
Zündkerze prüfen . . . . .	41
<b>Anlasser</b> . . . . .	41
Aufbau des Anlassers . . . . .	43
<b>Anlasser instand setzen</b> , Typen EJD 0,8/6 R 95 und EGD 0,6/6 AR 27 (Anlasser ausgebaut) . . . . .	48
Prüfen der einzelnen Teile . . . . .	48
Anker . . . . .	48
Ankerwicklung auf Unterbrechung prüfen . . . . .	49
Ankerwicklung auf Windungsschluß prüfen . . . . .	49
Ankerwicklung und Kollektor auf Masseschluß prüfen . . . . .	48
Kollektor reinigen und nachdrehen . . . . .	49
Antrieb- und Zwischenlager . . . . .	52
Kollektorlager . . . . .	51
Isolierte Bürstenhalter auf Masseschluß prüfen . . . . .	51
Kompobuchsen aus- und einbauen . . . . .	52
Polgehäuse . . . . .	50
Erregerwicklung auf Masseschluß prüfen . . . . .	50
Erregerwicklung auf Unterbrechung prüfen . . . . .	50
Erregerwicklung auf Windungsschluß prüfen . . . . .	50
Erregerwicklung aus- und einbauen . . . . .	50
Ritzel mit Rollenfreilaufkupplung . . . . .	52
Zusammenbau des Anlassers . . . . .	53
Schmiervorschrift . . . . .	53
Wartung des Anlassers . . . . .	45
Kohlebürsten prüfen . . . . .	45
Kollektor prüfen . . . . .	45
Schmierung . . . . .	45
Überprüfung des Anlassers bzw. Anlasser testen (Anlasser eingebaut) . . . . .	46
Wirkungsweise des Anlassers . . . . .	44

Arbeitstext	Seite
<b>Anlasser, Typ AL/EGF 0,6/6 R4</b>	
Anker . . . . .	57
Ankerbremse . . . . .	59
Anlasser instand setzen . . . . .	60
Anlasser zerlegen . . . . .	59
Anlasser zusammenbauen . . . . .	60
Antrieblager . . . . .	58
Einrückhebel . . . . .	59
Erregerwicklung . . . . .	57
Kollektorlager . . . . .	58
Magnetschalter . . . . .	59
Polgehäuse . . . . .	58
Ritzel mit Rollenfreilauf . . . . .	58
Schmierung des Anlassers . . . . .	60
<b>Lichtmaschine und Regler . . . . .</b>	<b>61</b>
<b>Lichtmaschine</b>	
Aufbau und Wirkungsweise . . . . .	61
Anker . . . . .	63
Leistung und Drehzahlen der Lichtmaschine . . . . .	64
Polgehäuse . . . . .	62
<b>Lichtmaschine instand setzen (Lichtmaschine ausgebaut) . . . . .</b>	<b>66</b>
Prüfen der einzelnen Teile . . . . .	67
Anker . . . . .	67
Ankerwicklung auf Unterbrechung prüfen . . . . .	67
Ankerwicklung auf Windungsschluß prüfen . . . . .	67
Ankerwicklung und Kollektor auf Masseschluß prüfen . . . . .	67
Kollektor reinigen und nachdrehen . . . . .	68
Polgehäuse . . . . .	68
Erregerwicklung auf Masseschluß prüfen . . . . .	68
Erregerwicklung auf Unterbrechung prüfen . . . . .	69
Erregerwicklung auf Windungsschluß prüfen . . . . .	69
Erregerwicklung aus- und einbauen . . . . .	69
Kollektorlager . . . . .	70
Isolierten Bürstenhalter auf Masseschluß prüfen . . . . .	70
Kompobuchse aus- und einbauen . . . . .	70
Zusammenbau der Lichtmaschine . . . . .	71
Wartung der Lichtmaschine . . . . .	65
Kohlebürsten prüfen . . . . .	65
Kollektor prüfen . . . . .	66
Lichtmaschine prüfen bzw. testen . . . . .	66
Schmierfilz im Kollektorlager ölen . . . . .	65
<b>Lichtmaschinen-Regler</b>	
Aufbau . . . . .	72
Wirkungsweise des Rückstromschalters . . . . .	75
Wirkungsweise des Varioden-Reglers . . . . .	74
Wirkungsweise des Zweikontaktreglers . . . . .	73

Arbeitstext	Seite
Prüfung des Spannungsreglers . . . . .	76
Prüfung der Einschaltspannung . . . . .	76
Prüfung der Regulierspannung im Leerlauf – ohne Belastung . . . . .	76
Prüfung der Regulierspannung unter Belastung . . . . .	76
Prüfung des Rückstromes . . . . .	77
<b>Instrumente</b> . . . . .	78
<b>Horn</b> . . . . .	78
<b>Zigarrenanzünder</b> . . . . .	79
Heizspirale des Zigarrenanzünders ersetzen . . . . .	80
Zigarrenanzünder aus- und einbauen . . . . .	79
<b>Kraftstoffmeßanlage</b> . . . . .	80
Beseitigung von Störungen an der Kraftstoffmeßanlage . . . . .	82
Prüfung des Kraftstoffanzeigergerätes in Armaturentafel . . . . .	81
Prüfung der Kabelleitung vom Zündschalter zum Kraftstoffanzeigergerät . . . . .	81
Prüfung des Kraftstoffanzeigergerätes in Armaturentafel . . . . .	81
Kraftstoffmeßgerät aus- und einbauen . . . . .	82
Prüfung des Kraftstoffmeßgerätes (Kraftstoffmeßgerät ausgebaut) . . . . .	82
Prüfung des Kraftstoffmeßgerätes (Kraftstoffmeßgerät eingebaut) . . . . .	81
<b>Beleuchtung</b> . . . . .	84
<b>Scheinwerfer</b> . . . . .	84
Aufbau des Scheinwerfers . . . . .	84
Ablendung bei asymmetrischem Abblendlicht . . . . .	86
Scheinwerfer-Glas . . . . .	85
Scheinwerfer-Glühlampen . . . . .	85
Scheinwerfer-Reflektor . . . . .	85
Einstellen der Scheinwerfer . . . . .	87
<b>Blinkanlage</b> . . . . .	87
Aufbau und Wirkungsweise . . . . .	87
<b>Scheibenwischer</b> . . . . .	90
Scheibenwischerblatt . . . . .	90
Scheibenwischermotor . . . . .	91
Scheibenwischermotor prüfen (Scheibenwischermotor ausgebaut) . . . . .	92
<b>Scheibenwischermotor zerlegen und instand setzen – Bosch-Ausführung</b> . . . . .	93
Prüfen der einzelnen Teile . . . . .	95
Antriebwelle mit Zahnrad . . . . .	96
Befestigungsplatte . . . . .	96
Bürstenhalterplatte . . . . .	95
Gelenkteil bzw. Kurbelarm . . . . .	97
Getriebegehäuse . . . . .	96
Lagerdeckel für Getriebegehäuse . . . . .	96
Kollektorlager . . . . .	95

Arbeitstext	Seite
Anker . . . . .	97
Ankerwicklung auf Unterbrechung prüfen . . . . .	97
Ankerwicklung auf Windungsschluß prüfen . . . . .	98
Ankerwicklung und Kollektor auf Masseschluß prüfen . . . . .	97
Kollektor reinigen und nachdrehen . . . . .	97
Polgehäuse . . . . .	98
Erregerwicklungen . . . . .	98
Erregerwicklungen auf Masseschluß prüfen . . . . .	98
Erregerwicklungen auf Unterbrechung prüfen . . . . .	99
Erregerwicklungen auf Windungsschluß prüfen . . . . .	99
Messung der Nebenschlußwicklung . . . . .	100
Messung einer Hälfte der Hauptstromwicklung . . . . .	100
Messung der anderen Hälfte der Hauptstromwicklung . . . . .	100
Scheibenwischermotor zusammenbauen . . . . .	100
Schmiervorschrift . . . . .	101
<b>Scheibenwischermotor zerlegen und instand setzen – SWF-Ausführung</b> . . . . .	102
Polgehäuse . . . . .	103
<b>Kabelsatz</b> . . . . .	104
Kabelverbindungen . . . . .	105
Leitungsverlegung . . . . .	104
Spannungsabfall in elektrischen Leitungen . . . . .	104
Spannungsabfall mit Voltmeter messen . . . . .	105

## ELEKTRISCHE ANLAGE IM KRAFTFAHRZEUG

Obwohl die im Kraftfahrzeug eingebauten elektrischen Geräte verhältnismäßig zahl- und umfangreich sind, läßt sich doch ein klarer Überblick gewinnen, wenn die elektrische Anlage eines Fahrzeuges in folgende Hauptgruppen unterteilt wird:

- Batteriezündung
- Anlasser
- Lichtmaschine und Regler
- Instrumente
- Kraftstoffmeßanlage
- Beleuchtung
- Blinkanlage
- Scheibenwischer
- Kabelsatz.

Die Geräte der elektrischen Anlage in Opel-Fahrzeugen sind bis auf Sonderausführungen, die mit einer 12-Volt-Anlage ausgerüstet sind, für 6-Volt-Nennspannung gebaut.

Wegen des diffizilen Aufbaues der einzelnen Aggregate ist für alle Arbeiten an der elektrischen Anlage nur geschultes Personal, das über entsprechende fachliche und schaltungstechnische Grundkenntnisse verfügt, einzusetzen.

Als Prüf- und Testgeräte für die bei einer Instandsetzung anfallenden Prüfarbeiten werden die Geräte, die im Katalog „Betriebsmittel für OPEL-Dienst“ verzeichnet sind, empfohlen.

Die jedem Prüfgerät beigefügte spezielle Bedienungsanleitung ist genau zu beachten, damit bei den einzelnen Messungen keine Fehlergebnisse ermittelt werden.

**Grundsätzlich ist bei allen Arbeiten an der elektrischen Anlage, um einer Kurzschlußgefahr vorzubeugen, das Minuskabel (Massekabel) von der Fahrzeugbatterie abzuklemmen und zur Seite zu hängen.**

# BATTERIEZÜNDUNG

Bei allen Otto-Motoren wird die Verbrennung des angesaugten Kraftstoff-Luft-Gemisches durch einen Zündfunken eingeleitet, der zwischen den beiden Elektroden der Zündkerze im Motorzylinder überspringt. Die dazu notwendige elektrische Energie wird der Fahrzeugbatterie entnommen.

Die wesentlichen Bauteile einer Batteriezündanlage sind:

Batterie (1/9), Zündschalter (1/12), Zündspule (1/8), Zündverteiler (1/5) mit Unterbrecherkontakten, Kondensator und Rotor, Zündleitungen und die Zündkerzen (1/1).

Der Zündverteiler bildet mit Unterbrecherkontakten, Kondensator, Nocken, Rotor und der Verteilerkappe eine Baueinheit und wird von der Nockenwelle angetrieben.

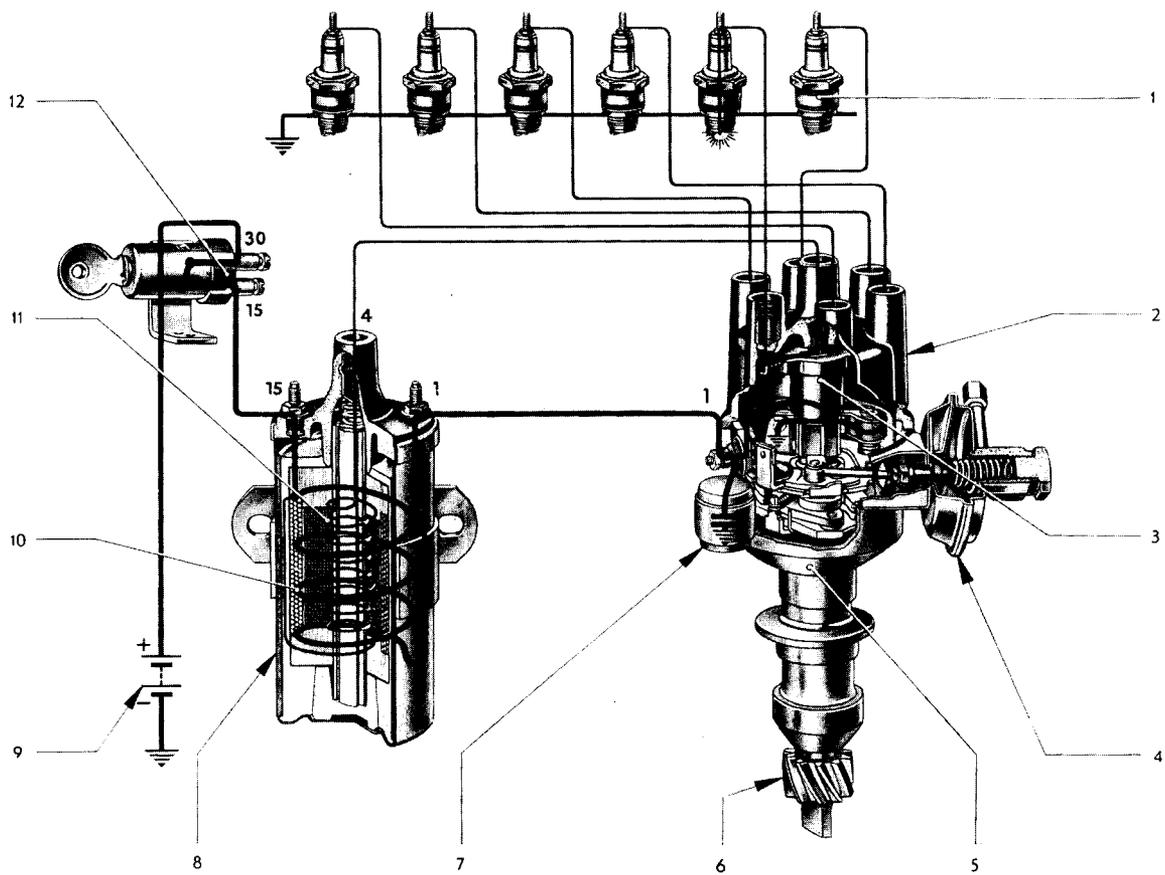


Bild 1 – Schaltung einer Batteriezündanlage für einen Sechszylinder-Motor

- |                        |                    |                  |
|------------------------|--------------------|------------------|
| 1 Zündkerze            | 5 Verteilergehäuse | 9 Batterie       |
| 2 Verteilerkappe       | 6 Antriebritzel    | 10 Primärspule   |
| 3 Rotor                | 7 Kondensator      | 11 Sekundärspule |
| 4 Unterdruckversteller | 8 Zündspule        | 12 Zündschalter  |

Der im Verteilergehäuse umlaufende Nocken, dessen Höckerzahl gleich der Zylinderzahl des Motors ist, öffnet den Unterbrecherkontakt, während der gleichzeitig mit umlaufende Verteiler-Rotor (1/3) die Zündimpulse auf die einzelnen Motorzylinder verteilt.

Zur Schonung des Kontaktes im Zündverteiler und zum exakten Abriß des Primärstromes ist dem Unterbrecherkontakt ein Kondensator (1/7) parallel geschaltet. Der Kondensator ist so bemessen, daß

er einerseits eine gute Zündleistung, andererseits eine befriedigende Kontaktlebensdauer gewährleistet.

Durch einen exakten Abriß des Primärstromes wird ein schlagartiges Zusammenbrechen des Magnetfeldes in der Zündspule und damit eine hohe Zündspannung erreicht.

Der an der Zündkerze entstehende Zündfunke muß, um eine gute Motorleistung zu erreichen, bei einer bestimmten Kolbenstellung überspringen. Die größte Motorleistung wird dann erreicht, wenn der größte Verbrennungsdruck unmittelbar nach Durchgang des Kolbens durch den oberen Totpunkt auftritt.

Da das Kraftstoffgemisch bis zum vollen Entflammen eine bestimmte Zeit braucht, ist es notwendig, den Zündzeitpunkt mit steigender Drehzahl immer mehr vorzulegen; man gibt mehr Frühzündung. Zum Verstellen des Zündzeitpunktes in Abhängigkeit der Motordrehzahl dient der Fliehkraftversteller.

Außer der Abhängigkeit der Motordrehzahl ist der Zündzeitpunkt noch von der Motorbelastung abhängig. Bei Teillast braucht das Kraftstoffgemisch länger zur Entflammung als bei Vollast. Dies ergibt eine Forderung nach einer zusätzlichen Zündzeitpunktverstellung in Abhängigkeit der Motorbelastung. Die zusätzliche Forderung erfüllt der Unterdruckversteller (1/4).

## Batterie

Die Batterie dient im Kraftfahrzeug dazu, die Stromverbraucher mit elektrischem Strom zu versorgen. Beim Anlassen des Motors durch den elektrischen Anlasser muß die Batterie die erforderliche elektrische Energie für den Anlasser und die Batteriezündung liefern. Bei laufendem Motor wird die Batterie durch die Lichtmaschine aufgeladen und die Energie gespeichert. Die so aufgespeicherte Energie kann der Batterie jederzeit wieder entnommen werden.

### Aufbau und Wirkungsweise

Die Kraftfahrzeugbatterie, auch Akkumulator oder Sammler genannt, ist ein umkehrbares galvanisches Element. Sie hat einerseits die Eigenschaft, die von der Lichtmaschine gelieferte elektrische Energie in chemische Energie umzuformen und aufzuspeichern, die Batterie wird geladen. Andererseits kann durch rückläufige chemische Umsetzungen diese Energie nach Bedarf wieder aus der Batterie entnommen werden, die Batterie wird entladen.

Das Grundelement einer Kraftfahrzeugbatterie ist die Zelle. In der Zelle befinden sich eine Anzahl positiver und negativer Platten. Die einzelnen Platten bestehen aus Bleigittern und der aktiven Masse (Blei und Bleiverbindungen), die in die Bleigitter eingepreßt sind. Die Plusplatten (2/12) und Minusplatten (2/8) werden je für sich durch einen Plattenverbinder (2/5) – Polbrücke – zusammengehalten und sind damit verschweißt. An dem Plattenverbinder (2/5) ist ein Polkopf angegossen, der als Durchführung durch den Zellendeckel dient. Beim Zusammenbau werden die beiden Plattensätze ineinandergeschoben, wobei der negative Plattensatz immer eine Platte mehr als der positive Plattensatz hat. Es liegt daher immer eine negative Platte außen. Der Grund dafür ist, daß sich positive Platten, die einseitig beansprucht werden, also nicht auf jeder Seite eine Minusplatte als Gegenüber haben, bei hohen Entladestromstärken krümmen.

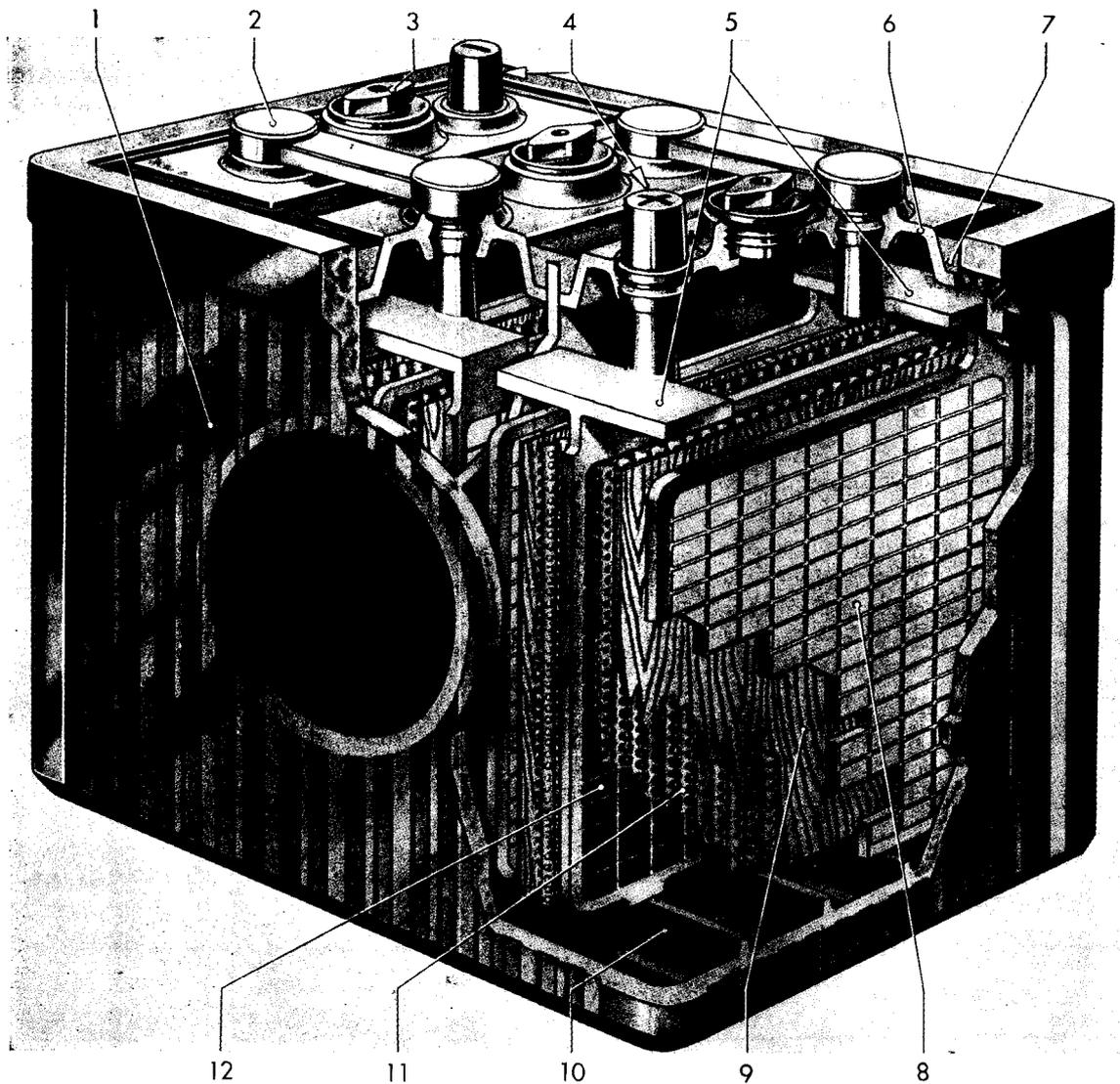


Bild 2 – Aufbau der Kraftfahrzeugbatterie

1 Batteriegehäuse  
2 Zellenverbinder  
3 Verschlußstopfen  
4 Plus- und Minusanschlußpol

5 Plattenverbinder  
6 Zellendeckel  
7 Vergußmasse  
8 Minusplatte (bleigrau)

9 Holzseparator  
10 Steg  
11 Kunststoffseparator (gelocht und gewellt)  
12 Plusplatte (dunkelbraun)

Durch die raum- und gewichtssparende Bauweise bei den Kraftfahrzeugbatterien liegen die einzelnen Platten sehr nahe beieinander. Deshalb werden beim Zusammenbau einer Zelle zwischen die einzelnen Platten Trennwände (Separatoren) eingelegt. Diese Separatoren bestehen aus säurefestem, aber durchlässigem Stoff, damit die Säure hindurchdringen kann. Vorwiegend werden Holz- und Kunststoffseparatoren verwendet.

In das säurefeste Batteriegehäuse (2/1), das in 3 Zellen eingeteilt ist, werden ineinandergreifend je ein positiver und ein negativer Plattensatz untergebracht. Die einzelnen Zellen sind durch einen Zellendeckel (2/6) verschlossen und gasdicht vergossen.

Eine geladene Zelle der Bleibatterie hat eine Spannung oder elektromotorische Kraft (EMK) von etwa 2 Volt. Eine 6-Volt-Batterie besteht daher aus drei hintereinandergeschalteten 2-Volt-Zellen. Die volle Batteriespannung steht zwischen den beiden, verschieden stark ausgebildeten, Polen an (der Pluspol ist stärker).

Die Zellenverbinder (2/2) und die Anschlußpole (2/4) sind aus Blei, da dieser Werkstoff von der eingefüllten Schwefelsäure nicht angegriffen wird.

## Batteriesäure (Elektrolyt)

Schließt man einen Stromverbraucher an die beiden Anschlußpole an, so fließt ein Strom vom Pluspol über den Verbraucher zum Minuspol. Da aber ein Strom nur in einem geschlossenen Stromkreis fließt, muß demnach der Strom innerhalb der Zellen vom Minus- zum Pluspol durch die Batteriesäure fließen.

Die Batterie ist also elektrisch leitend. Sie ist ein sogenannter Leiter 2. Klasse gegenüber den Metallen, die zu den Leitern 1. Klasse zählen. Die Stromleitung durch eine chemische Verbindung (Batteriesäure) nennt man Elektrolyse, die den Strom leitende Flüssigkeit Elektrolyt. Die Batteriesäure, die aus chemisch reiner, verdünnter Schwefelsäure besteht, ist der Elektrolyt. Die chemische Formel für Schwefelsäure ist  $H_2SO_4$ .

Die Batteriesäuredichte ist das Maß für den Ladezustand einer Batterie. Sie wird entweder in Grad Baumé ( $^{\circ}Bé$ ) oder in kg/l gemessen. Die Säuredichte nimmt beim Laden einer Batterie zu und beim Entladen ab. Gemessen wird die Säuredichte mit einem Säureheber.

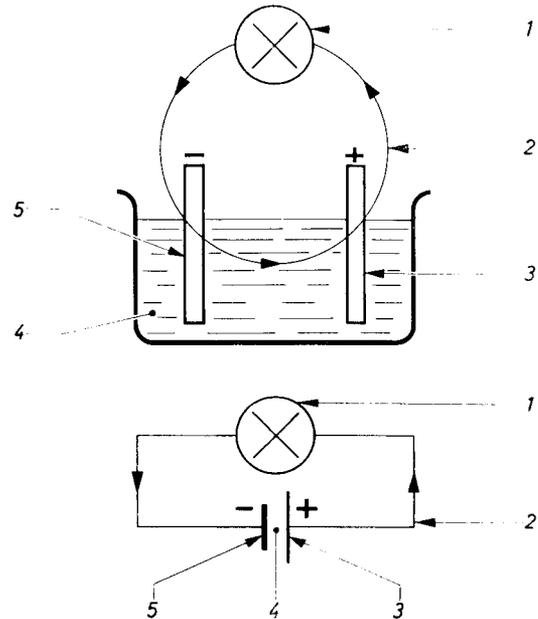


Bild 3 – Schematische Darstellung einer belasteten Batterie

- 1 Verbraucher
- 2 Geschlossener Stromkreis
- 3 Positiver Plattensatz
- 4 Batteriesäure (Elektrolyt)
- 5 Negativer Plattensatz

Säurewerte	Batterie geladen		Batterie halb geladen		Batterie entladen	
	normal	für Tropen	normal	für Tropen	normal	für Tropen
Dichte in $^{\circ}Bé$	32	27	24	18	16	11
Dichte in kg/l	1,285	1,23	1,20	1,14	1,12	1,08
Gefrierpunkt in $^{\circ}C$	-65	-40	-27	-13	-11	-6

Besondere Aufmerksamkeit gilt der entladenen Batterie bei starkem Frost, denn die stark verdünnte Batteriesäure kann gefrieren. Eine gefrorene Batterie gibt keinen Strom ab, erleidet aber durch das Gefrieren keinen Schaden, da die gefrorene Batteriesäure keine nennenswerte Ausdehnung hat. Nach dem Auftauen arbeitet die Batterie wieder einwandfrei. Eine gefrorene Batterie soll nicht geladen werden, denn die Batteriesäure kommt dabei zum Schäumen und läuft aus den Zellenöffnungen.

Bei Inbetriebnahme einer neuen Batterie muß in die Zellen Schwefelsäure mit einem spez. Gewicht von 1,285 eingefüllt werden. Ist keine Schwefelsäure mit einer Dichte von 1,285 vorhanden, so kann sie aus einer konzentrierten Schwefelsäure und destilliertem Wasser gemischt werden.

### Mischung von Batteriesäure, bezogen auf $1000\text{ cm}^3$

Destilliertes Wasser $\text{cm}^3$	820	800	790	780	760	740	720	700	680	660
+ konz. Schwefelsäure 96% $\text{cm}^3$	180	200	210	220	240	260	280	300	320	340
ergeben Batteriesäure in $^{\circ}Bé$	24	26	27	28	30	32	34	36	38	40

Beim Mischen der Säure ist darauf zu achten, daß niemals in die konzentrierte Schwefelsäure Wasser gegossen wird. Es ist stets konzentrierte Schwefelsäure in Wasser zu gießen. Für das Umrühren sind nur Glas- oder Gummistäbe zu verwenden.

Ist die Batteriesäure bei geladener Batterie zu dicht, so kann sie mit destilliertem Wasser verdünnt werden.

### Verdünnung zu dichter Batteriesäure, bei geladener Batterie

1 Liter Säure von einer Dichte in ° Bé	33	34	35	36	37	38	39	40
+ destilliertes Wasser in cm <sup>3</sup>	42	81	123	165	208	253	298	343
ergeben Batteriesäure von der Dichte 1,285 kg/l oder 32° Bé								

Während des Mischens ist darauf zu achten, daß keinerlei Schmutz in die Säure und in die Batterie gelangt, da hierdurch die Lebensdauer einer Batterie wesentlich bestimmt wird.

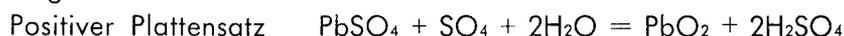
### Laden der Batterie

Die Batterie kann nur mit Gleichstrom geladen werden, wobei auf richtige Polarität zu achten ist, d. h. der Pluspol der Stromquelle muß mit dem Pluspol der Batterie und der Minuspol der Stromquelle mit dem Minuspol der Batterie verbunden werden. Der Vorgang beim Laden der Batterie ist folgender:

Am negativen Plattensatz formt der Wasserstoff das weiße Bleisulfat (PbSO<sub>4</sub>) um in Blei und Schwefelsäure, die sich sofort mit der Batteriesäure vermischt. Die Platten erhalten die dunkelgraue Farbe des reinen Bleis (Pb).

An dem positiven Plattensatz formt der Säurerest das Bleisulfat zu dunkelbraunem Bleidioxid (PbO<sub>2</sub>) um, wobei zwei H<sub>2</sub>O-Moleküle verbraucht und zwei H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Moleküle gebildet werden. Die Säuredichte der Batterie nimmt zu.

Der Ladevorgang der Batterie kann durch folgende chemische Formel ausgedrückt werden:



An den Stellen der beiden Plattensätze, an denen das Bleisulfat vollständig in Blei bzw. Bleidioxid umgesetzt worden ist, können die vorher geschilderten Reaktionen nicht mehr stattfinden. Das Wasser wird jetzt zersetzt, so daß am negativen Plattensatz gasförmiger Wasserstoff und am positiven Plattensatz gasförmiger Sauerstoff entweicht. Man sagt: Die Batterie gast.

Beim Gasen der Batterie steigt also durch den Verbrauch von H<sub>2</sub>O-Molekülen die Konzentration der Säure weiter an (**Knallgas, Explosionsgefahr!**).

Die Spannung der Batterie nimmt bei fortschreitender Ladung weiter zu, bis sie in voll geladenem Zustand ca. 8,1 Volt beträgt. Dieser Wert steigt auch bei längerer Ladung nicht weiter an. Trotzdem läßt man die Batterie eine gewisse Zeit lang gasen, um sicher zu sein, daß an allen Stellen, besonders im Innern der aktiven Masse, das Bleisulfat sich in Blei bzw. Bleidioxid umgesetzt hat und stellt dann die Ladung ab.

Eine frisch geladene Batterie gast nach dem Abschalten der Ladung noch eine längere Zeit

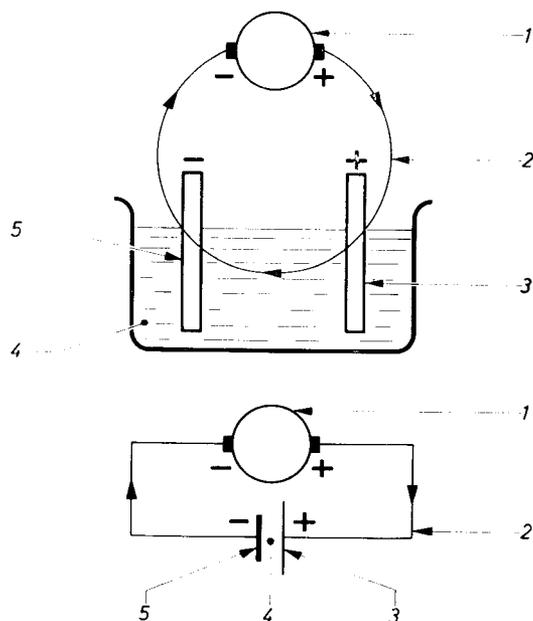


Bild 4 – Schematische Darstellung einer Batterieladung

- 1 Stromquelle (Lichtmaschine)
- 2 Geschlossener Stromkreis
- 3 Positiver Plattensatz
- 4 Batteriesäure (Elektrolyt)
- 5 Negativer Plattensatz

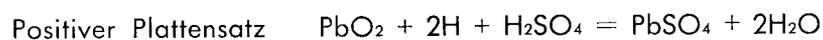
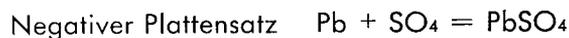
nach (Knallgas!). Es ist daher verboten, in der Nähe gasender Batterien oder in Batterieräumen zu rauchen oder mit offener Flamme zu hantieren.

## Entladen der Batterie

Die in der Batterie aufgespeicherte Energie kann in Form von Gleichstrom wieder entnommen werden. Der Strom fließt dann vom Pluspol über den Verbraucher zum Minuspol zurück. Innerhalb der Batterie fließt er vom Minuspol zum Pluspol (Bild 3).

Bei der Entladung der Batterie wird das braune Bleidioxid ( $\text{PbO}_2$ ) der positiven Platten und das dunkelgraue Blei ( $\text{Pb}$ ) der negativen Platten umgewandelt zu weißgrauem Bleisulfat ( $\text{PbSO}_4$ ). Hierbei wird Schwefelsäure ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) verbraucht und Wasser ( $\text{H}_2\text{O}$ ) gebildet, die Säuredichte sinkt.

Der Entladevorgang kann durch folgende chemische Formel dargestellt werden:



Mit fortschreitender Entladung sinkt die Spannung der Batterie mehr oder weniger schnell ab, je nachdem die Batterie mit hoher oder niedriger Stromstärke entladen wird.

In entladene Zustand soll die Batterie nicht lange stehen, sondern sie ist gleich wieder zu laden. Geschieht das nicht, dann wandelt sich das bei der Entladung entstandene Bleisulfat in eine schwer zurückzubildende Art von Bleisulfat um. Man sagt: Die Batterie ist sulfatiert.

Bei einer Spannung von ca. 5,25 Volt erreicht die Batterie die Entladegrenzspannung. Weiter soll eine Batterie nicht entladen werden, da sie sonst Schaden erleidet.

## Batterie-Kapazität

Das Aufnahmevermögen oder die Speicherkapazität einer Batterie, allgemein Kapazität genannt, ist für ihren Verwendungszweck von größter Bedeutung. Die Kapazität wird in Amperestunden (Ah) gemessen. Sie ist die Strommenge, die von der Batterie von der Vollladung bis zur Entladung abgegeben wird.

Die Kapazität ist von der Anzahl und Größe der Platten, der Dichte der Säure, der Temperatur und der Entladestromstärke abhängig. Je geringer die Entladestromstärke, desto größer die Kapazität. Bei der Entladung mit einer kleinen Stromstärke geht der Molekülaustausch bis tief in die Poren der Platten, während bei der Entladung mit hoher Stromstärke der Molekülaustausch hauptsächlich an den Oberflächen der Platten vor sich geht. Ebenfalls ist die Temperatur sehr wichtig, da bei steigender Säuretemperatur die Kapazität zunimmt, jedoch bei sinkender Temperatur abnimmt. Bei tiefen Temperaturen werden die chemischen Vorgänge verlangsamt und die Klemmenspannung sinkt. Hohe Temperaturen bewirken eine Beschleunigung der chemischen Vorgänge, belasten aber die Platten stärker und die Selbstentladung ist größer.

## Wirkungsgrad der Batterie

Man unterscheidet bei der Batterie zwischen dem Wattstunden-Wirkungsgrad und dem Amperestunden-Wirkungsgrad.

Der Wattstunden-Wirkungsgrad ist das Verhältnis der abgegebenen zur aufgenommenen Arbeit und beträgt bei einer 20-Stunden-Dauerentladung bei 27° C etwa 75 %.

Der Amperestunden-Wirkungsgrad ist das Verhältnis der abgegebenen zur aufgenommenen Elektrizitätsmenge und beträgt bei einer 20-Stunden-Dauerentladung bei 27° C etwa 90 %.

Der Unterschied zwischen dem Wattstunden-Wirkungsgrad und dem Amperestunden-Wirkungsgrad rührt davon her, daß die Batteriespannung nicht konstant bleibt, sondern mehr oder weniger sinkt.

## Selbstentladung der Batterie

Blei-Batterien verlieren im Laufe der Zeit ihre Ladung, die Batterie ist einer Selbstentladung unterworfen. Bei Batterien aus gutem Werkstoff beträgt die Selbstentladung täglich etwa 1/2 bis 1 % ihrer Kapazität. Bei Verunreinigung der Säure, auch in kleinsten Mengen, erhöht sich die Selbstentladung wesentlich. Die Selbstentladung ist bei hohen Temperaturen größer als bei niedrigen Temperaturen.

## Inbetriebsetzung einer neuen Batterie

Batterien werden in trockenem, geladenem Zustand geliefert. Es besteht dadurch die Möglichkeit, die Batterie längere Zeit zu lagern.

Bei Inbetriebnahme einer neuen Batterie muß in die einzelnen Zellen Schwefelsäure von vorgeschriebener Dichte gefüllt werden (spez. Gewicht 1,285 oder 32° Bé, für Tropen 1,23 oder 27° Bé). Das Füllen der Zellen mit sogenannten Aufbesserungsmitteln ist zu unterlassen, da sonst die Garantie des Batterieherstellers erlischt.

Nach dem Einfüllen der Säure auf 10 bis 15 mm über **Plattenoberkante**, Batterie ca. 5 bis 6 Stunden stehen lassen. Der Säurespiegel sinkt dabei und ist wieder bis zur alten Höhe nachzufüllen. Die Ladung der Batterie beginnt nach der fünf- bis sechsstündigen Wartezeit. Dabei ist auf richtigen Anschluß der Batterie an das Ladegerät zu achten. Pluspol des Ladegerätes mit dem Pluspol der Batterie und Minuspol des Ladegerätes mit dem Minuspol der Batterie verbinden. Ladegerät einschalten und Batterie mit ca. 1/10 der Nennkapazität 15 Stunden laden. Auf keinen Fall darf die neue Batterie mit der Schnellladestromstärke geladen werden.

Während der Ladung ist die Säuretemperatur zu überwachen. Höchsttemperatur während der Ladung 40° C (in Tropen 50° C). Bei zu hoher Säuretemperatur die Ladestromstärke verringern und entsprechend länger laden. **Die Batterie ist so lange zu laden, bis alle Zellen gleichmäßig lebhaft gasen. Die Ladung ist beendet, wenn bei drei, im Abstand von je einer Stunde aufeinanderfolgenden Messungen die Dichte der Säure und die Spannung nicht mehr angestiegen sind.** Dann muß die Säuredichte 1,285 (in Tropen 1,23) und die Batteriespannung 7,8 bis 8,1 Volt betragen. Die Batteriespannung ist bei eingeschaltetem Ladestrom zu messen, Säuredichte bei vorgeschriebenem Säurestand prüfen.

Da die Batterie nach erfolgter Ladung noch eine bestimmte Zeit weitergast, ist die Batterie nach ca. 2 Stunden leicht zu bewegen, damit das restliche Gas vollständig entweicht.

Danach ist die Säuredichte nochmals zu prüfen und der Säurestand gegebenenfalls zu berichtigen. Anschließend die Batterie mit den Verschlußstopfen verschließen, die Säurefeuchtigkeit abspülen und gut trocknen. Die Metallteile sind mit einem Säure-Schutzfett leicht einzufetten.

## Ladetabelle

Kapazität der Batterie Ah	Ladestrom bei der ersten Ladung Ampère	Normaler Ladestrom bei Nachladung Ampère	Ladestrom bei Schnellladung Ampère
66	4	6	60
77	4,5	7	70
84	5	7,5	75

In sehr eiligen Fällen kann eine neue Batterie nach Einfüllen der Batteriesäure (Dichte 1,285) ohne zusätzliche Ladung in Betrieb genommen werden. Die Batterie gibt dann 80 % ihrer Leistung ab, muß aber innerhalb 12 Stunden in Betrieb genommen werden, damit sie während der Fahrt von der Lichtmaschine geladen wird. Auf jeden Fall ist der Säurestand in bestimmten Abständen zu prüfen und zu berichtigen. Ist diese Voraussetzung nicht gegeben, so ist die Batterie ordnungsgemäß zu laden.

### Schnellladung der Batterie

Um die Gewähr für eine richtige und schonende Schnellladung der Batterie zu erreichen, wird zweckmäßig ein Schnelladegerät verwendet. Das Schnelladegerät wird durch zwei starke Kabel mittels Spezialklemmen an der Batterie angeschlossen.

Gegenüber der normalen Ladung bietet die Schnellladung, die jedoch nur an gesunden Batterien und nicht bei der Inbetriebnahme durchgeführt werden darf, den Vorteil, daß dabei sehr viel Zeit gespart wird. Während eine normale Ladung ca. 10 Stunden benötigt, kann eine Schnellladung innerhalb einer halben Stunde durchgeführt werden.

Bei der Schnellladung ist darauf zu achten, daß die Batterie nur bis zu einer Klemmenspannung von ca. 7,2 Volt, bei der die Zellen anfangen zu gasen, geladen wird. Soll die Batterie weiter geladen werden, so ist die Schnelladestromstärke (siehe Ladetabelle) zu reduzieren und weiter zu laden.

Nach beendeter Ladung ist die Säuredichte zu prüfen und der Säurestand gegebenenfalls zu

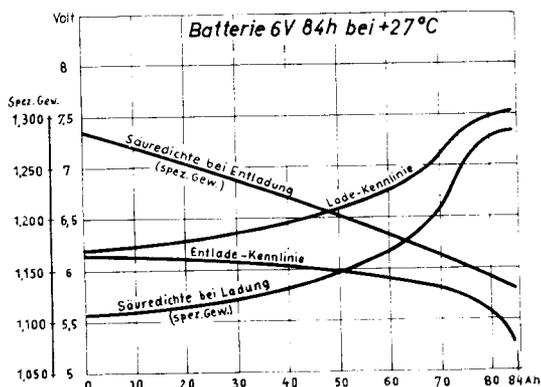


Bild 5 – Lade- und Entladekennlinien einer Batterie

berichtigen. Die Metallteile sind anschließend mit einem Schutzfett leicht einzufetten.

### Wartung und Pflege der Batterie

Außer von den Beanspruchungen im Fahrzeug und den Fahrverhältnissen wird die Lebensdauer einer Batterie wesentlich von der richtigen Batteriepflege bestimmt. Es ist daher angebracht, die Batterie in regelmäßigen Abständen zu überprüfen und dabei die folgenden Hinweise zu beachten:

Die Höhe des Säurestandes der Batterie ist, unabhängig von der Inanspruchnahme,  
 im Sommer alle 8 bis 14 Tage,  
 im Winter alle 3 bis 4 Wochen  
 zu prüfen. Flüssigkeitsverluste infolge Gasentwicklung und Verdunstung dürfen nur durch destilliertes Wasser ergänzt werden. **Für Wasserverluste nie Säure nachfüllen!**

Das Nachfüllen von destilliertem Wasser darf nur aus einem sauberen Glas- oder säurebeständigen Kunststoffbehälter erfolgen. Dabei darf keinesfalls nach Gutdünken aufgefüllt werden, sondern der Säurestand ist korrekt zu prüfen. Der Säurestand soll 10, höchstens 15 mm, **über Plattenoberkante** stehen – nicht Oberkante der Separatoren.

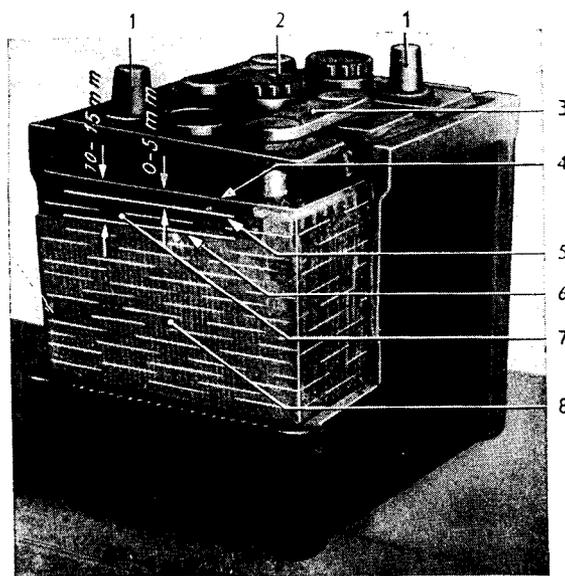


Bild 6 – Batterie ohne Schwabbelplatte

- 1 Anschlußpol
- 2 Verschlußstopfen
- 3 Verbindungsschiene
- 4 Säurespiegel
- 5 Oberkante der Separatoren
- 6 Oberkante der Bleiplatten
- 7 Separator
- 8 Minusplatte (bleigray)



Bild 7 – Destilliertes Wasser auffüllen

Zur einwandfreien Messung der Säurestandhöhe ist ein Holzstäbchen oder ein dünnes Glasröhrchen zu verwenden. Das Glasröhrchen wird auf die Plattenoberkante – nicht Oberkante der Separatoren – aufgesetzt, dann oben mit dem Finger luftdicht verschlossen und zum Ablesen aus der Batteriezelle herausgenommen.

Der Säurestand läßt sich an dem Glasröhrchen durch selbst angebrachte Markierungen leicht ablesen. Die Schätzung der Höhe des Säurestandes nur mit Hilfe eines Taschenspiegels oder einer Taschenlampe ist völlig unzureichend. Vorsicht, Explosionsgefahr!

Wegen der Knallgasentwicklung beim Laden der Batterie darf keine offene Lichtquelle in der Nähe der Batterie verwendet werden.

Das Ausgleichen des Säurestandes wird zweckmäßig mit dem Säureheber durchgeführt, wobei die abgesaugte Batteriesäure in ein direkt neben der Zellenöffnung aufgestelltes sauberes Glasgefäß zu geben ist.

Vorsicht beim Umgang mit Batteriesäure! Verschüttete Batteriesäure sofort mit Wasser ab-

spülen, da diese Kleidung und Lackierung zerstört sowie Verletzungen hervorruft.

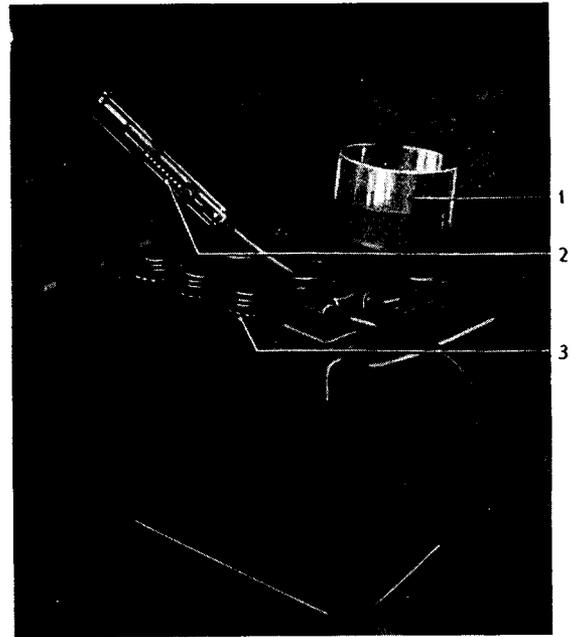


Bild 8 – Säurestand mit Säureheber ausgleichen

- 1 Gefäß für Batteriesäure
- 2 Säureheber
- 3 Verschlussstopfen

Keine metallischen Gegenstände (Werkzeuge und dgl.) auf die Batterie legen. Explosions- und Kurzschlußgefahr!

### Säure in Batterie nachfüllen

Batteriesäure darf nur nachgefüllt werden, wenn nachweislich Säure verschüttet wurde. Das spez. Gewicht der nachgefüllten Säure soll dem spez. Gewicht der Säure in der betreffenden Batteriezelle entsprechen.

**Achtung! Beim Mischen von Säure ist stets die Säure in destilliertes Wasser zu gießen und nicht umgekehrt.** Nach dem Ausgleich der Batteriesäure ist die Dichte nach halbstündigem Nachladen zu prüfen.

### Ladezustand der Batterie prüfen

Von besonderer Wichtigkeit ist eine sorgfältige Überwachung des Ladezustandes. Es ist besonders im Winter wegen der höheren Stromentnahme und der geringeren Kapazität auf eine gute und geladene Batterie zu achten. Ferner

ist zu beachten, daß mit zunehmender Entladung die Gefriergefahr für die Batteriesäure steigt. Den Ladezustand einer Batterie erkennt man an der Säuredichte. Gemessen wird die Säuredichte mit dem Säureheber.

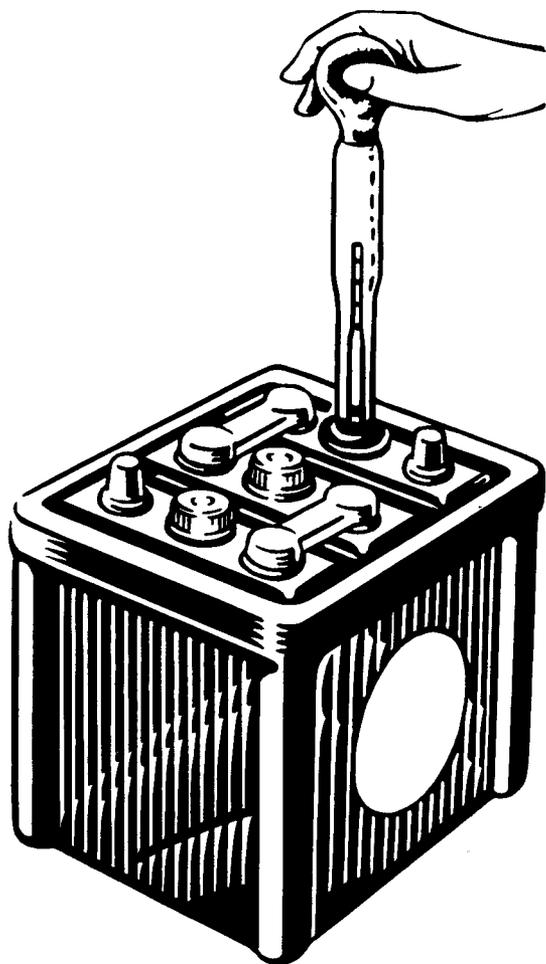


Bild 9 – Säuredichte mit Säureheber prüfen

Das spez. Gewicht beträgt:

Ladezustand der Batterie	normal	in Tropen
gut geladene Batterie	1,285	1,23
halb geladene Batterie	1,20	1,14
entladene Batterie	1,12	1,08

Durch Messen der Zellenspannung unter Belastung mittels eines Zellenprüfers kann auf den Ladezustand der Batterie geschlossen werden. Bei der Prüfung werden die beiden Prüfspitzen des Zellenprüfers fest an die beiden

Anschlüsse der Batteriezelle angedrückt. Dabei wird die Zelle durch einen Widerstand belastet. Sinkt bei der Prüfung die Spannung bis auf 1,75 Volt, so ist die geprüfte Zelle entladen. Die angezeigte Spannung ist am Voltmeter abzulesen. Diese Prüfung wird nacheinander an jeder Zelle durchgeführt. Zeigt eine Zelle bei der Prüfung keine Spannung, so ist auf einen Kurzschluß der Platten innerhalb der Batteriezelle zu schließen. Die Batterie ist in diesem Fall defekt und zu ersetzen. Außer der Prüfung durch den Zellenprüfer kann die Batterie noch durch eine Stoßbelastung auf ihren Ladezustand geprüft werden.

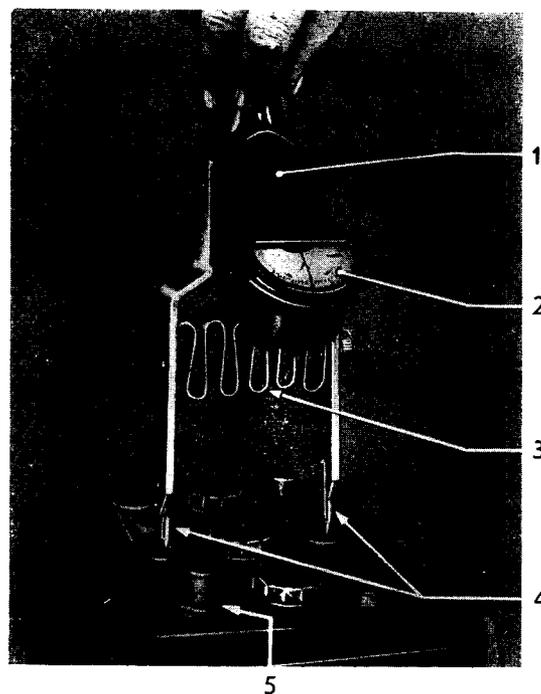


Bild 10 – Batterie mit Zellenprüfer prüfen

- 1 Zellenprüfer
- 2 Voltmeter
- 3 Belastungswiderstand
- 4 Prüfspitzen
- 5 Anschlußpol der Batterie

Diese Stoßbelastung wird mit Spezial-Prüfgeräten durchgeführt, die so ausgelegt sind, daß die Batterie mit dem Vielfachen ihrer Kapazität belastet wird. Gleichzeitig wird dabei die Spannung jeder Zelle gemessen.

In der Regel wird die Batterie mit einem Strom, der der 6 fachen Kapazitätzahl entspricht, 5 Sekunden belastet. Hierbei darf bei einer guten Batterie die Spannung nicht unter 4,5 Volt absinken.

## Batterie nachladen

Für die Wiederaufladung der Batterie ist nur Gleichstrom zu verwenden. Bei vorhandenem Wechselstrom ist dieser umzuformen oder gleichzurichten.

Beim Anschluß der Batterie an die Ladeeinrichtung ist darauf zu achten, daß der Pluspol der Ladeeinrichtung mit dem Pluspol der Batterie und der Minuspol mit dem Minuspol zu verbinden ist. Die Stromstärke, mit der die Batterie geladen werden soll, ist so zu wählen, daß sie ca.  $\frac{1}{10}$  ihrer Kapazität entspricht (siehe Ladetabelle).

Das Verhalten der Batterie bei der Ladung ist vor allem durch den Spannungsanstieg gekennzeichnet (siehe Bild 5).

Sobald die Spannung auf ca. 2,4 Volt je Zelle angestiegen ist, tritt eine lebhaft Gasentwicklung ein. Die Ladung ist beendet, wenn bei 3 Messungen im Abstand von je einer Stunde das spez. Gewicht der Batteriesäure und die Spannung jeder Zelle nicht mehr angestiegen ist. Die Dichte der Batteriesäure soll dann 1,285 (in den Tropen 1,23) und die Zellenspannung 2,6 bis 2,7 Volt betragen. Die Spannung der Zellen ist bei eingeschalteter Ladeeinrichtung und die Säuredichte bei vorgeschriebenem Säurestand zu prüfen. Damit die Batterie nicht sulfatiert, sollen Batterien, besonders wenn sie tief entladen wurden, alsbald wieder aufgeladen werden. Batterien mit sulfatierten Platten, die man an dem weißen Niederschlag auf den

Platten erkennt, sind ca. 40 Stunden mit geringer Ladestromstärke, ca.  $\frac{1}{4}$  der vorgeschriebenen Ladestromstärke, zu laden. Anschließend wird mit voller Ladestromstärke weiter geladen. Zwei Stunden nach beendeter Ladung ist die Batterie leicht zu bewegen, damit das restliche Gas vollständig entweicht. Anschließend Säurestand und Säuredichte nachprüfen, gegebenenfalls berichtigen und Zellenöffnungen mittels Verschlußstopfen gut verschließen.

Verschüttete Säurereste auf der Batterie mit Wasser abspülen und gut abtrocknen. Metallteile mit einem Schutzfett leicht einfetten.

## Pflege unbenutzter, gefüllter Batterien

Batterien, die auf längere Zeit aus dem Fahrzeug ausgebaut werden, bedürfen einer sorgfältigen Pflege. Sie sind äußerlich trocken, im Sommer in einen kühlen und im Winter in einen warmen Raum unterzustellen und alle 3 bis 4 Wochen nachzuladen. Jeden 3. Monat ist die Batterie bis zu einer Zellenspannung von ca. 1,8 Volt zu entladen und anschließend wieder aufzuladen, wobei die Batterie nicht überladen werden darf. Anschließend ist der Säurestand nachzuprüfen. **Gefüllte Batterien nie ungeladen stehenlassen.**

## Störungen an der Batterie

Störungen an der Batterie treten hauptsächlich beim Anlassen auf. Häufig vorkommende Störungen sind:

Störungen	Ursache	Abhilfe
Spannung an den Klemmen der Batterie zu gering	Anschlußklemmen lose oder oxydiert	Anschlußklemmen mit Stahlbürste reinigen, Klemmstellen mit Schutzfett leicht einfetten, Klemmschrauben anziehen, Ladezustand prüfen
Abgegebene Leistung ist zu gering Spannung fällt stark ab	1. Batterie entladen 2. Schleichender Kurzschluß im Leitungsnetz 3. Zu viele Verbraucher, Kapazität zu klein 4. Batterie sulfatiert oder Säure verunreinigt 5. Batterie defekt	1. Batterie nachladen, Lichtmaschine überprüfen 2. Kabelleitungen überprüfen, Schadenstelle beseitigen 3. Ladeleistung erhöhen 4. Batterie mit kleinem Ladestrom nachladen, batterie entleeren und Säure einfüllen 5. batterie ersetzen
Dauernde Überladung der Batterie	Fehler am Reglerschalter	Regler überprüfen, Regler austauschen
Schalterkontakte im Reglerschalter verschmort	Batterie falsch angeschlossen	Batterie richtig anschließen, Reglerschalter auswechseln

## Batterie testen

Die Batterie hat bekanntlich die Aufgabe, den Strom der Lichtmaschine zu speichern und die Stromversorgung der gesamten elektrischen Anlage bei stillstehendem Motor zu übernehmen. Der Batterie kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu, denn ihr Ausfall führt zum Ausfall der gesamten elektrischen Anlage.

Da der Anlasser der größte Stromverbraucher einer elektrischen Anlage im Kraftfahrzeug ist, führen Schwächen einer Batterie in erster Linie zu Anlaßschwierigkeiten. Es liegt daher nahe, den Anlasser als Belastung zur Prüfung der Batterie heranzuziehen.

Hierzu wird das Voltmeter des entsprechenden Testers an die Polköpfe der Batterie angeschlossen und die Spannung der Batterie während des Anlassens gemessen. Dabei soll die Mindestspannung von ca. 4,5 Volt nicht unterschritten werden.

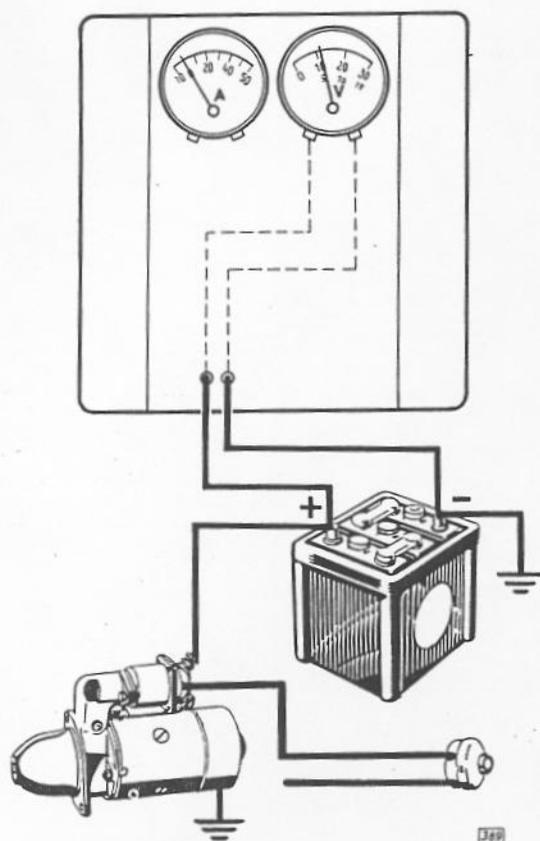


Bild 11 – Messen der Batteriespannung während des Anlassens

Bei Batterien, die die Mindestspannung nicht mehr abgeben, ist dann noch die Spannung der einzelnen Zellen während des Anlassens zu

messen, wobei ein Voltmeter mit einem Meßbereich von ca. 3–4 Volt zur Anwendung kommt. Bei dieser Prüfung soll die Mindestzellenspannung von ca. 1,5 Volt nicht unterschritten werden.

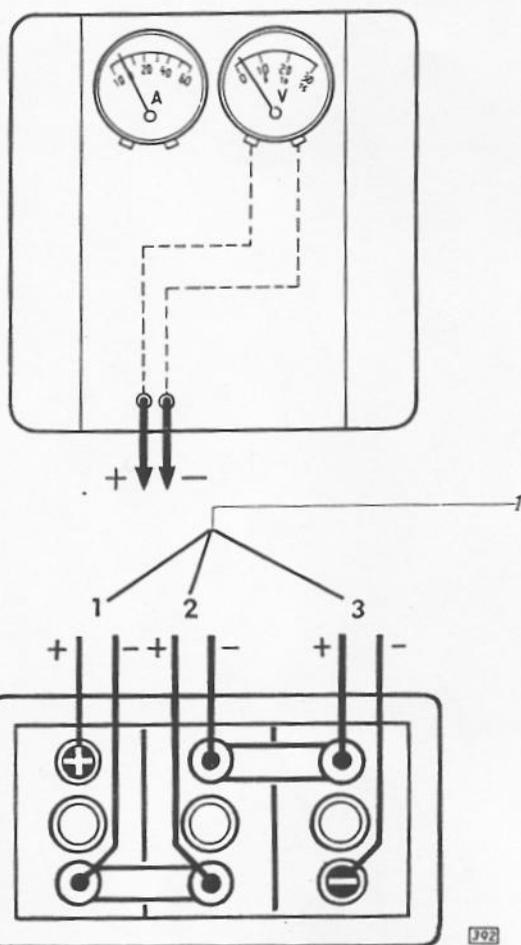


Bild 12 – Messen der Zellspannungen  
1 Meßpunkte bei einer 6-Volt-Batterie

Bei den einzelnen Messungen sind folgende Ergebnisse möglich:

- Mindestspannung wird erreicht oder überschritten = Batterie in Ordnung
- Mindestspannung wird unterschritten, die Spannung der einzelnen Zellen ist jedoch gleichmäßig = Batterie leer
- Mindestspannung wird unterschritten, die Spannung der einzelnen Zellen stark unterschiedlich = Batterie defekt, die Zellen mit der stark verringerten Spannung sind ausgefallen.

Anmerkung: Vor jeder Überprüfung der Batterie muß der Säurestand und die Säuredichte überprüft werden.

Bei Batterien, bei denen eine Tiefentladung vorliegt – Säuredichte z. T. noch unter 1,20 – treten auch unterschiedliche Zellenspannungen

auf, obwohl sie nur leer sind. Batterien mit einer Säuredichte unter 1,20 sollten daher vor endgültiger Beurteilung geladen werden.

## Zündspule

### Aufbau

In den Wicklungen der Zündspule wird die zum Zünden des verdichteten Kraftstoff-Luftgemisches erforderliche hohe Zündspannung erzeugt.

Die aktiven Teile der Zündspule sind die Primärwicklung aus verhältnismäßig wenig Windungen dicken Kupferdrahtes, die Sekundärwicklung aus vielen Windungen sehr dünnen Drahtes und der Eisenkern mit den lamellierten, voneinander durch dünne Papierstreifen isolierten, Blechen.

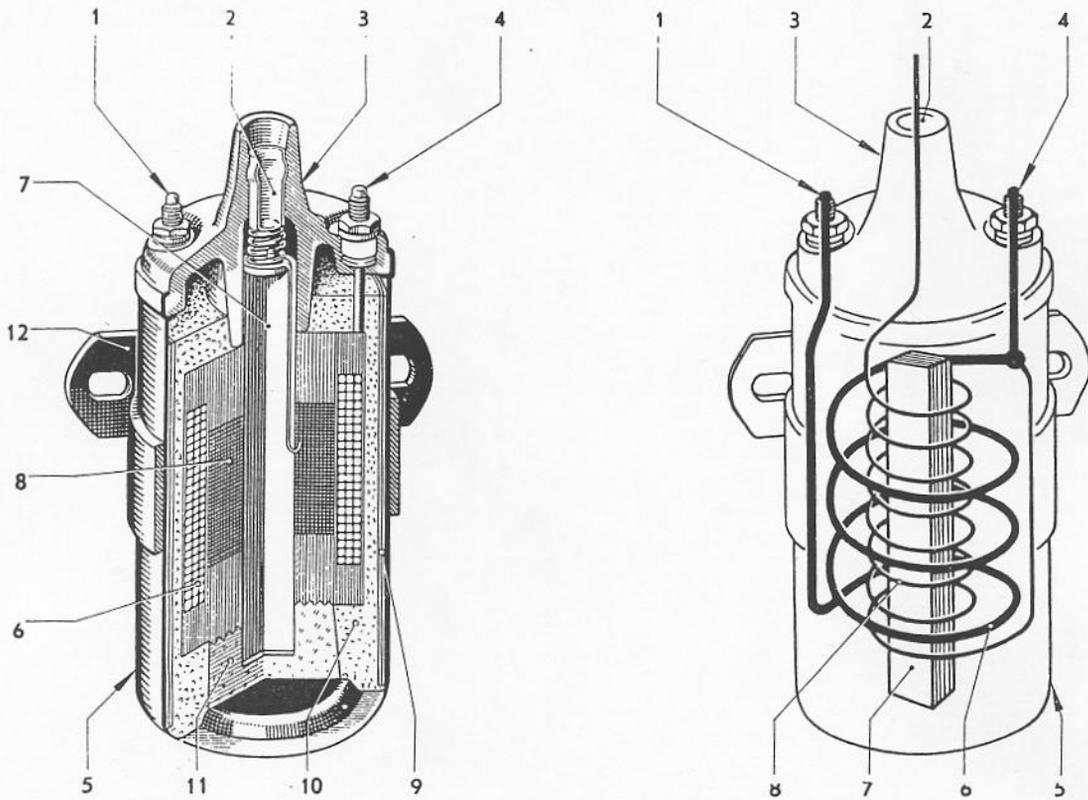


Bild 13 – Aufbau und Schema einer Zündspule

- 1 Klemme „1“
- 2 Klemme „4“
- 3 Deckel
- 4 Klemme „15“

- 5 Gehäuse
- 6 Primärwicklung
- 7 Lamellierter Eisenkern
- 8 Sekundärwicklung

- 9 Leitstücke
- 10 Vergußmasse
- 11 Isolierstein
- 12 Befestigungsschelle

Auf dem lamellierten Eisenkern (13/7) ist die Sekundärwicklung (13/8) innen und die Primärwicklung (13/6) außen aufgewickelt. Durch diese Anordnung wird die durch den Batteriestrom in der Primärwicklung erzeugte Wärme an das Gehäuse (13/5) abgegeben und gut abgeleitet.

Der Wicklungsanfang der Sekundärwicklung liegt am Eisenkern (13/7), der mit dem Anschluß für die Zündleitung, Klemme „4“ (13/2), verbunden ist. Das Ende der Sekundärwicklung ist mit dem Anfang der Primärwicklung gemeinsam an Klemme „15“ (13/4) im Deckel (13/3) der Zündspule angeschlossen. Das Ende der Primärwicklung ist an Klemme „1“ (13/1) angeschlossen und über die geschlossenen Unterbrecherkontakte mit Masse verbunden.

Zur günstigsten Führung des magnetischen Feldes sind beide Wicklungen (13/6 und /8) von Leitstücken (13/9) umgeben, da sonst das Metallgehäuse dem Zündfunken Energie entziehen würde.

Beide Wicklungen sind imprägniert und die Hohlräume mit Vergußmasse ausgegossen. Man erreicht dadurch eine gute Isolierung, genügend hohe Wärmeableitung und verhindert das Eindringen von Feuchtigkeit.

Das Zündspulengehäuse (13/5) ist aus Stahlblech und mit einem Deckel (13/3) hoher Durchschlagfestigkeit, der zugleich die Anschlußklemmen trägt, verschlossen.

### Wirkungsweise der Zündspule

Die zur Erzeugung der Zündspannung notwendige elektrische Energie wird der Fahrzeugbatterie entnommen, die während des Fahrbetriebes von der Lichtmaschine laufend aufgeladen wird.

Bei eingeschalteter Zündung ist die Primärwicklung über die Kontakte im Zündschalter mit der Batterie verbunden und liegt über den Unterbrecherkontakt im Zündverteiler an Masse. Der bei eingeschalteter Zündung fließende elektrische Strom erzeugt in der Primärwicklung ein Magnetfeld, dessen magnetische Stärke für Höhe und Energie der Zündspannung bestimmend ist. Zur Erreichung eines starken magnetischen Feldes dient der lamellierte Eisenkern.

Wird der Stromkreis durch das Öffnen der Kontakte im Zündverteiler unterbrochen, so bricht das Magnetfeld in der Primärspule (13/6) zusammen. Beim Zusammenbruch des Magnetfeldes wird in der Sekundärspule (13/8) eine hohe Spannung erzeugt, die zur Bildung des Funkenüberschlages zwischen den Kerzenelektroden führt.

### Wartung und Prüfung der Zündspule

Eine Zündspule verlangt bei normalen Betriebsbedingungen keine Wartung. Es ist lediglich darauf zu achten, daß der Deckel (13/3) und die Anschlußklemmen (13/1 und /4) frei von Staub und Öl sind. Daher ist von Zeit zu Zeit der Deckel (13/3) mit einem trockenen, sauberen Lappen gründlich zu reinigen, wobei gleichzeitig die Gummischutzkappe des Zündkabels auf einwandfreien Sitz und auf Verschleiß zu prüfen ist. Eine defekte Gummischutzkappe ist in jedem Fall zu ersetzen.

Eine einwandfreie Prüfung des elektrischen Teils der Zündspule ist nur mit einem entsprechenden handelsüblichen Zündspulenprüfgerät möglich.

Die Prüfung der Zündspule mit diesem Gerät gibt darüber Aufschluß, ob sie in allen vorkommenden Betriebsbereichen einen einwandfreien Zündfunken abgibt. Zum Beispiel kann eine Zündspule in niedrigem Drehzahlbereich einen einwandfreien Zündfunken abgeben, während sie bei hohen Drehzahlen aussetzt.

Zur Prüfung der Spule durch ein Zündspulenprüfgerät (Zündfunkenstrecker) wird die Zündspule über einen Regelwiderstand an eine Gleichstromquelle angeschlossen. Der dabei

durch die Primärwicklung fließende elektrische Strom wird mit einem Amperemeter gemessen und durch einen Unterbrecherkontakt unterbrochen.

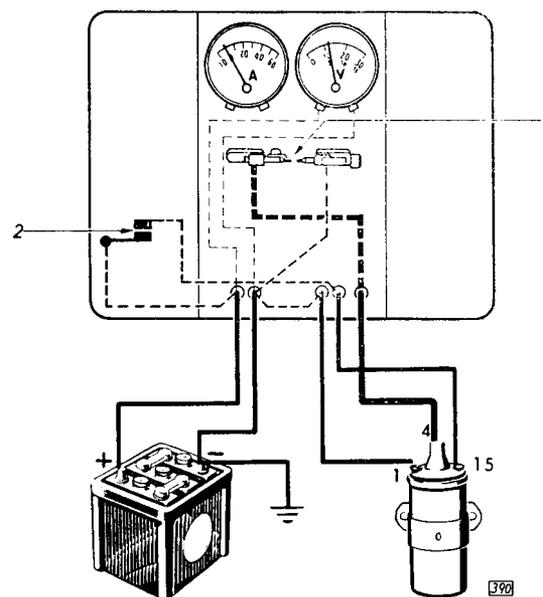


Bild 14 – Zündspule zur Prüfung an eine Funkenmeßstrecke angeschlossen

- 1 Funkenmeßstrecke
- 2 Unterbrecher

Die beim Unterbrechen des Primärstromes in der Sekundärwicklung erzeugte Hochspannung wird an eine Funkenmeßstrecke geführt und

schlägt dort über. Die Zündspule ist in Ordnung, wenn bei einer Funkenstrecke von ca. 10 bis 15 mm, einer Stromaufnahme von etwa 2 bis 4 Ampere und einem auf den vorgeschriebenen Ohmwert eingestellten Widerstand ein aussetzerfreier Zündfunke an der Funkenmeßstrecke überschlägt.

Bei der Prüfung der Zündspule mittels eines sogenannten Zündspulentesters wird die Funk-

tion des Unterbrecherkontaktes durch einen elektrischen Summer übernommen, der auf Grund seiner Arbeitsweise einen Betriebszustand, ähnlich wie bei Vollgasfahrten, rekonstruiert und den Primärstromkreis der Spule in schneller Folge schließt und unterbricht.

Die Höhe der erzeugten Zündspannung wird durch ein Meßgerät (Voltmeter) angezeigt.

## Zündverteiler

### Aufbau und Wirkungsweise

Der Zündverteiler enthält die Steuerorgane für die Batteriezündanlage. Er hat die Aufgabe, den Primärstrom der Zündspule zu unterbrechen, den hochgespannten Zündstrom der Zündfolge entsprechend auf die Zündkerzen der einzelnen Zylinder zu verteilen und den Zündzeitpunkt der Motordrehzahl und der Motorbelastung entsprechend einzustellen.

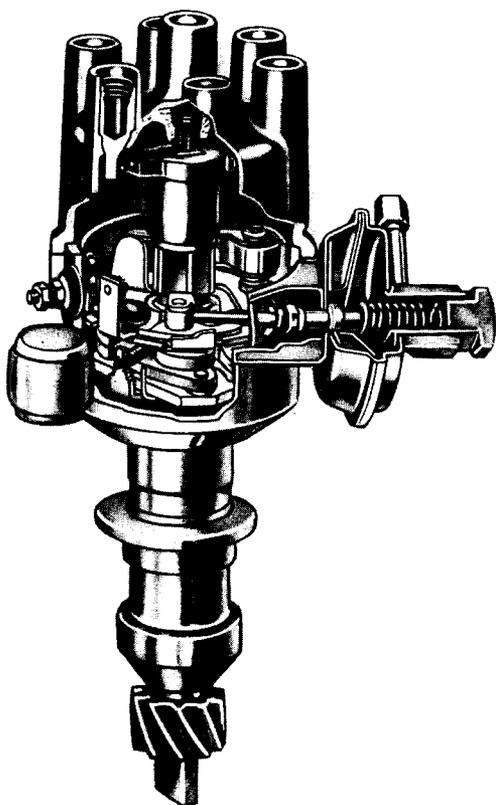


Bild 15 – Zündverteiler

Die Hauptaufbauteile des Zündverters sind: Unterbrecher, Verteilereinrichtung, Fliehkraft- und Unterdruck-Zündversteller.

Im topfartig ausgebildeten Verteilergehäuse sind Verteilerwelle, Fliehkraftregler und die drehbare Kontaktplatte mit dem einstellbaren Unterbrecherkontakt eingebaut.

Der an das Gehäuse angegossene Lagerhals hat eine Längsbohrung und dient zur Lagerung der Antriebwelle.

Mit dem Halslager wird der Zündverteiler in eine entsprechende Bohrung des Motorblocks gesteckt und mit einer Klemmlasche, die auf den Lagerschaft drückt, befestigt.

Der Antrieb erfolgt von der Nockenwelle über ein auf der Verteilerwelle angebrachtes Antriebritzel. Die Verteilerdrehzahl ist gleich der Nockenwellendrehzahl.

Auf die Verteilerwelle (17/3) ist der Nocken (17/6) aufgesteckt, der vom Fliehkraftregler in Abhängigkeit der Motordrehzahl verstellt wird. Der umlaufende Nocken öffnet und schließt in regelmäßiger Folge den Unterbrecherkontakt.

Der einstellbare Unterbrecherkontakt ist auf der drehbaren Kontaktplatte angeordnet. Die Kontaktplatte und damit der Unterbrecherkontakt wird durch den am Verteilergehäuse angeschraubten Unterdruckversteller in Abhängigkeit der Motorbelastung verstellt.

Der eigentliche Zündspannungsverteiler besteht aus dem Verteilerfinger und der Verteilerkappe. In der Verteilerkappe aus Isolierpreßstoff sind die Zündspannungszuführung und die Zündspannungsabführungen samt den zugehörigen, feststehenden Elektroden eingepreßt. Die Elektroden sind in der Verteilerkappe so angeordnet, daß immer dann, wenn der Unterbrecherkontakt den Primärstromkreis unterbricht, die Elektrode des Verteilerfingers gegenübersteht.

Eine federnde Schleifkohle in der Mitte der Verteilerkappe leitet die Zündimpulse, die von der Zündspule kommen, an die Fingerelektrode. Von dort schlägt die Zündspannung in vorgeschriebener Reihenfolge über einen 0,3 bis 0,7 mm breiten Luftspalt auf die feststehenden Elektroden in der Verteilerkappe (Überschlagverteiler) und gelangt durch die Zündleitungen an die Zündkerzen. Damit das beim Funkenüberschlag entstehende Ozon in keiner Weise stören kann, ist der Zündverteiler durch Löcher in seinem Gehäuse und Lüftungskanäle in der Verteilerkappe gut belüftet.

### Fliehkraftregler

Um in jedem Fall die max. Motorleistung zu erreichen, muß zur Zündung des Kraftstoff-Luftgemisches der Zündfunken bei einer bestimmten Kolbenstellung in der Nähe des oberen Totpunktes an den Elektroden der Zündkerze überspringen. Die Tatsache aber, daß das Kraftstoff-Luftgemisch nach der Zündung durch den Zündfunken eine gewisse Zeitspanne bis zur vollen Entflammung braucht, macht es notwendig, den Zündzeitpunkt mit steigender Drehzahl immer weiter vor den oberen Totpunkt zu verlegen. Man gibt mehr Frühzündung.

Wird zuviel Frühzündung gegeben, so führt dies zum Klopfen des Motors und damit zu Leistungsabfall.

Wird zu wenig Frühzündung gegeben, so wird der Kraftstoff nicht voll ausgenutzt und führt ebenfalls zu Leistungsabfall im Motor.

Zum Verstellen des Zündzeitpunktes in Abhängigkeit der Motordrehzahl dient der Fliehkraftregler. Im Fliehkraftregler wird zu dieser Zündvorverstellung die Fliehkraft zweier Fliehgewichte ausgenutzt (Bild 16 und 18).

Auf der Verteilerwelle ist die Trägerplatte (16/1) aufgedreht und verstemmt. In zwei Zapfen der Trägerplatte sind die beiden Fliehgewichte drehbar gelagert, die bei Drehung der Antriebswelle durch die Fliehkraft nach außen gedrückt werden.

Diese Bewegung wird auf den Mitnehmer (16/4) und den mit diesem verbundenen Nocken (16/3) übertragen, der sich bei steigender Drehzahl immer mehr in Drehrichtung der Antriebswelle verdreht. Der Unterbrecherkontakt wird früher geöffnet, man erhält Frühzündung.

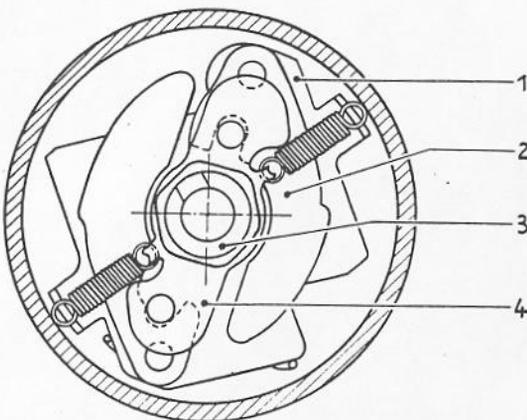


Bild 16 – Fliehkraftregler in Ruhestellung

- 1 Trägerplatte
- 2 Fliehgewicht
- 3 Nocken
- 4 Mitnehmer

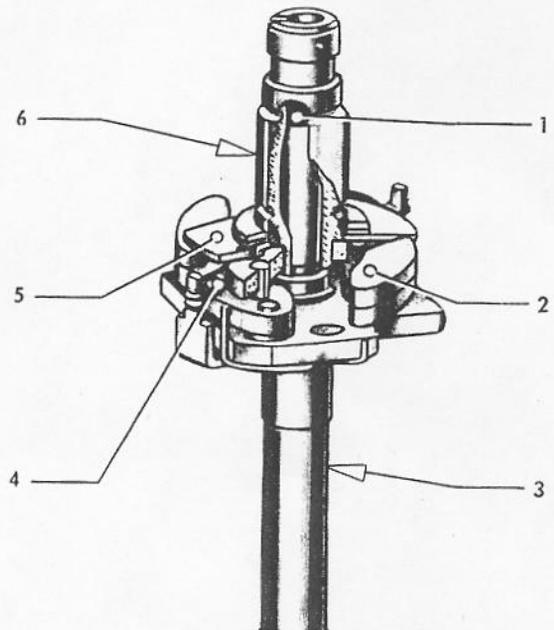


Bild 17 – Verteilerwelle mit Fliehkraftregler

- 1 Schmierfild in 6
- 2 Fliehgewicht
- 3 Verteilerwelle
- 4 Rückzugfeder
- 5 Mitnehmer
- 6 Nocken

Mit abnehmender Drehzahl werden die Fliehgewichte durch die Rückzugfedern (18/5) wieder in ihre Ruhelage zurückgezogen.

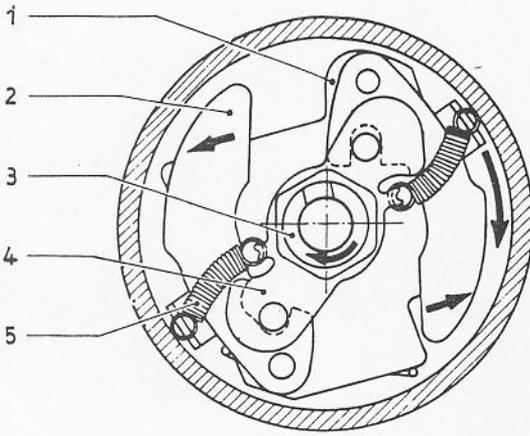


Bild 18 – Fliehkraftregler in Endstellung

- 1 Trägerplatte
- 2 Fliehkgewicht
- 3 Nocken
- 4 Mitnehmer
- 5 Rückzugfeder

Die Verstelllinie des Fliehkraftreglers ist je nach Verteilertyp verschieden. Sie wird durch die träge Masse und die Form der Fliehkgewichte, durch die Rückzugfedern (17/4), ihre Aufhängung und die Kurvenform des Mitnehmers bestimmt. Durch die Bewegung der beiden Fliehkgewichte legen sich die Federn (18/5) an die Kurvenform des Mitnehmers an und erhalten dadurch die Federspannung, die der Fliehkraft beider Fliehkgewichte das erforderliche Gleichgewicht hält.

Anmerkung: Auf keinen Fall dürfen an den Bauelementen des Fliehkraftreglers irgendwelche Veränderungen oder Verstellungen vorgenommen werden.

## Unterdruckverstellung

Die Tatsache, daß das Kraftstoff-Luftgemisch bei Teillast mehr Zeit bis zur vollen Entflammung braucht als bei Vollast, ergibt die Forderung nach einer zusätzlichen Zündverstellung in Abhängigkeit der Motorbelastung. Diese Forderung erfüllt der Unterdruckversteller, den man zusätzlich zum Fliehkraftregler verwendet.

Zur Unterdruckverstellung wird der Unterdruck in der Ansaugleitung des Motors ausgenutzt. Da der Ansaugdruck in der Ansaugleitung kleiner ist als der äußere atmosphärische Druck, herrscht hier Unterdruck. Die Anschlußstelle der Unterdruckleitung liegt kurz vor der Drosselklappe des Vergasers. Wird die Öffnung der Drosselklappe verändert, so ändern sich gleichzeitig die Strömungsverhältnisse in der Ansaugleitung und damit der Ansaugdruck. Bei vollkommen geschlossener (Leerlauf) und vollkommen geöffneter (Vollast) Drosselklappe liegt an der Anschlußstelle der Unterdruckleitung kein nennenswerter Unterdruck vor. Der größte Unterdruck herrscht bei teilweise geöffneter Drosselklappe (Teillast).

Die Unterdruckschwankungen in der Ansaugleitung werden über die Unterdruckleitung (19/1) auf die Membran (19/4) des Unterdruckverstellers geleitet. Die Lage der Membran wird dadurch bestimmt, daß sich bei vorhandenem Unterdruck ein Gleichgewichtszustand zwischen dem Druck der Außenluft und dem der Druckfeder in der Membran bildet. Ist kein Unterdruck vorhanden, so wird die Membran (19/4) von der Druckfeder (19/2) in ihre Ruhelage zurückgedrückt.

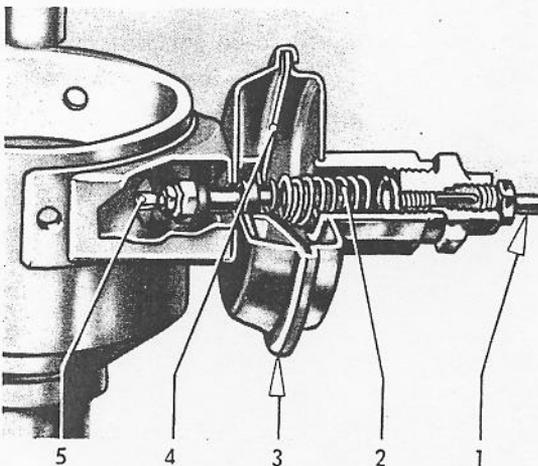


Bild 19 – Unterdruckversteller am Verteilergehäuse

- 1 Unterdruckleitung
- 2 Druckfeder
- 3 Unterdruckdose
- 4 Membran
- 5 Zugstange

Mit zunehmendem Unterdruck nimmt der Membranweg zu. Diese Membranbewegung wird durch eine Zugstange (19/5) auf die drehbare Unterbrecherplatte des Verteilers übertragen.

Die Verstell-Drehrichtung der Unterbrecherplatte ist der Drehrichtung des Nockens entgegengesetzt, so daß das Gleitstück des Unterbrecherhebels mit zunehmendem Unterdruck entsprechend früher aufläuft – man erhält Frühzündung.

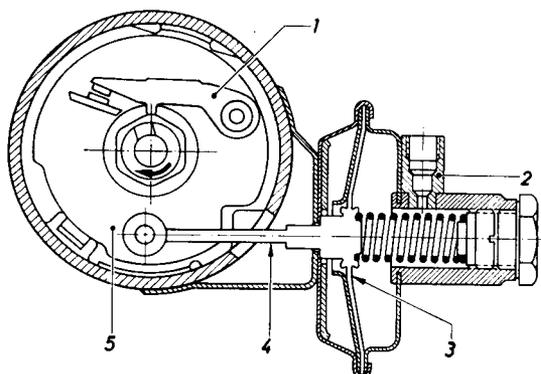


Bild 20 – Unterdruckversteller in Ruhestellung

- 1 Unterbrecherhebel
- 2 Anschluß, Unterdruckleitung
- 3 Membran
- 4 Zugstange
- 5 Drehbare Unterbrecherplatte

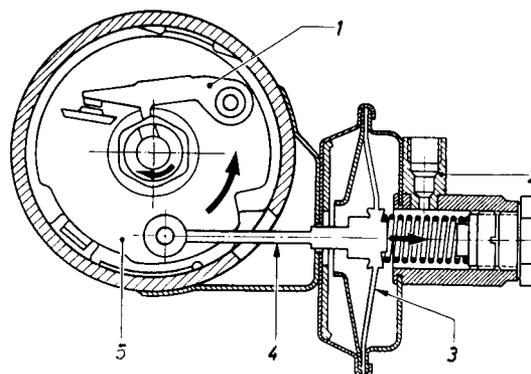


Bild 21 – Unterdruckversteller in Endstellung

- 1 Unterbrecherhebel
- 2 Anschluß, Unterdruckleitung
- 3 Membran
- 4 Zugstange
- 5 Drehbare Unterbrecherplatte

Da die Druckfeder (19/2) bereits im Ruhezustand mit einer bestimmten Spannung gegen die Membran (19/4) drückt, setzt die Verstellung erst ein, wenn der Unterdruck einen bestimmten Wert erreicht hat. Die Federvorspannung ist durch einen Einstellbolzen im Unterdruckversteller entsprechend einreguliert. Aus diesem Grunde erfolgt nur bei Teillast eine Unterdruckverstellung. Das Ende der Verstellung liegt so, daß bei Teillast bei einer Drehzahl von ca. 3000 U/min die Rückverstellung wieder einsetzt.

## Unterbrecherkontakt

Der Unterbrecherkontakt hat die Aufgabe, den Primärstromkreis im Zündmoment zu unterbrechen, damit das magnetische Feld in der Zündspule zusammenbrechen kann. Je schneller die Unterbrechung erfolgt, umso größer ist auch die induktive Wirkung der Sekundärspule und damit die Höhe der Zündspannung. Der Unterbrecherkontakt besteht aus einem isoliert gelagerten Unterbrecherhebel – Hammer – und dem verstellbaren Unterbrecheramboß, der mit Masse verbunden ist.

Die Verstellbarkeit des Ambosses ermöglicht ein Einstellen des Kontaktabstandes auf den vorgeschriebenen Wert.

Der Kontakt des Zündverteilers ist aus einer Wolfram-Legierung. Dieser Werkstoff ermöglicht einen sicheren Kontakt, ist wegen seiner Härte mechanisch widerstandsfähig und gewährleistet wegen seines geringen Abbrandes eine lange Lebensdauer.

Die Auflage des Kontaktmaterials beträgt ca. 0,8 mm und ist auf die beiden Kontaktträger aufgelötet.

Da der Unterbrecherkontakt einer Batteriezündanlage Gleichstrom unterbricht, fließt zwangsläufig der Strom immer in einer Richtung und zwar von der Pluskontaktfläche (Hammer) zur Minuskontaktfläche (Amboß). Dieser Stromfluß in einer Richtung bewirkt ein Abtragen des Kontaktmaterials vom Pluskontaktteil und ein Auftragen auf den Minuskontaktteil. Hierdurch entsteht in der

Kontaktfläche des Unterbrecherhammers eine Vertiefung und auf der Kontaktfläche des Unterbrecherambosses eine Erhöhung aus hartem Wolframkarbid (Kontaktabbbrand). Diese Kontaktwanderung läßt sich ohne Beschädigung der Kontaktfläche nicht mehr entfernen. Geringe Abwanderung ist noch ohne störenden Einfluß auf die Funktion des Unterbrechers und kann mit einem Kontaktreiniger evtl. entfernt werden. Erst wenn etwa die Hälfte der Kontaktfläche mit Ablagerungen bedeckt ist, müssen beide Kontaktteile, also Hammer und Amboß, ausgewechselt werden.

Der Unterbrecher-Kontaktabstand wird bekanntlich mit Hilfe einer Fühllehre, die zwischen die beiden Kontaktflächen eingeführt wird, eingestellt.

Bei Kontaktabbbrand – Krater und Höckerbildung durch Materialwanderung – gestaltet sich jedoch eine einwandfreie Messung des Kontaktabstandes mit der Fühllehre, wegen der Krater- und Höckerbildung, unter Umständen recht schwierig und führt daher leicht zu Fehleinstellungen.

Da der genaue Kontaktabstand aber eine wesentliche Voraussetzung für eine befriedigende und ausreichende Zündleistung ist und für die heutigen modernen Hochleistungsmotore besonders bei hohen Drehzahlen eine hohe Zündenergie benötigt wird, soll der Unterbrecherkontakt möglichst so eingestellt werden, daß die Zündspule immer ihre maximale Leistung abgibt.

Es empfiehlt sich daher, um die hohe Zündenergie zu erreichen, die Einstellung des Unterbrecherkontaktes außer mit Hilfe einer Fühllehre zusätzlich mit einem sogenannten Schließwinkelmeßgerät zu überprüfen und, wenn erforderlich, dem Schließwinkelmeßgerät entsprechend nachzustellen.

Schließwinkelmeßgeräte sind im Handel erhältlich und gestatten in der Regel außer der Messung des Schließwinkels bzw. der Schließzeit des Kontaktes noch die Messung der Motordrehzahl.

Der Nocken eines 4-Zylinder-Verteilers unterteilt sich in vier Zonen, bei denen der Kontakt geöffnet und in vier Zonen, bei denen der Kontakt geschlossen ist. Die vier Öffnungszonen werden „Öffnungswinkel“ (22/2) und die vier Schließzonen „Schließwinkel“ (22/3) genannt.

Der Unterbrecher hat demnach bei einem 4-Zylinder-Verteiler für ein Spiel (öffnen – schließen)  $90^\circ$  des Nockenumfangs zur Verfügung ( $4 \times 90 = 360^\circ$ ). Ist der Kontakt davon  $45^\circ$  geschlossen – beträgt also der Schließwinkel  $45^\circ$  – so ist das die Hälfte = 50 % von  $90^\circ$ .  $45^\circ$  Schließwinkel entsprechen also 50 % Schließwinkel.

Bei dem Nocken eines 6-Zylinder-Verteilers ist die Aufteilung sinngemäß. Er teilt sich jedoch anstatt in vier in jeweils sechs Zonen. Es entfallen demnach auf ein Spiel (öffnen – schließen)  $60^\circ$  des Nockenumfangs. Bei entsprechenden Verhältnissen würde es also heißen:  $30^\circ$  Schließwinkel bzw. 50 % Schließwinkel.

Da das Öffnen und Schließen der Unterbrecherkontakte eine bestimmte Zeit in Anspruch nimmt, wird auch von einer Schließ- bzw. Öffnungszeit gesprochen.

Beide Schließwinkel und Schließzeit bzw. Öffnungswinkel und Öffnungszeit sind gleichbedeutend und werden in Winkelgraden oder Prozenten angegeben.

Verändert sich der Kontaktabstand, so verändert sich zwangsläufig auch der Schließwinkel bzw. die Schließzeit wie folgt:

Kleinerer Kontaktabstand ergibt größeren Schließwinkel – Bild 23.

Größerer Kontaktabstand ergibt kleineren Schließwinkel – Bild 24.

Dies kommt daher, daß das Gleitstück des Unterbrecherhebels bei kleinem Kontaktabstand entsprechend später aufläuft und früher abläuft – Bild 25 –, bei großem Kontaktabstand hingegen läuft das Gleitstück früher auf und später ab – Bild 25.

Der Schließwinkel beträgt bei einem Kontaktabstand von 0,35 – 0,4 mm, wie er für die laufenden Opel-Motoren Gültigkeit hat, für die 4-Zylinder-Motoren  $51^\circ$  bis  $56^\circ = 56\%$  bis  $62,5\%$ , für die 6-Zylinder-Motoren  $35^\circ$  bis  $40^\circ = 60\%$  bis  $66,5\%$ .

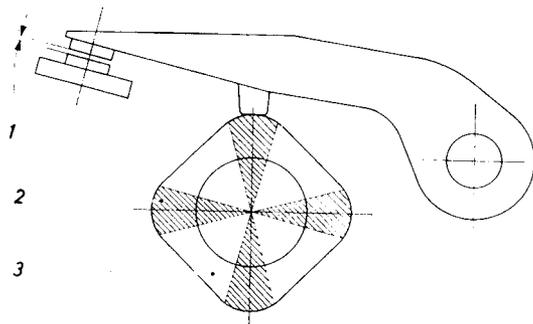


Bild 22 – Kontaktabstand normal

- 1 Kontaktabstand, normal
- 2 Öffnungswinkel, normal
- 3 Schließwinkel, normal

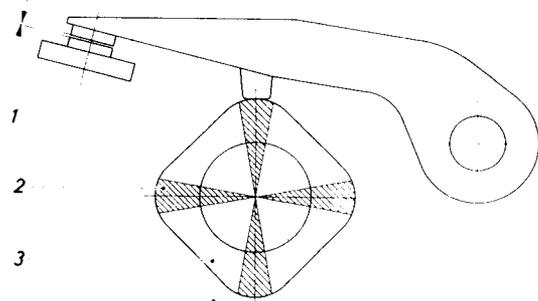


Bild 23 – Kontaktabstand klein

- 1 Kontaktabstand, kleiner
- 2 Öffnungswinkel, kleiner
- 3 Schließwinkel, größer

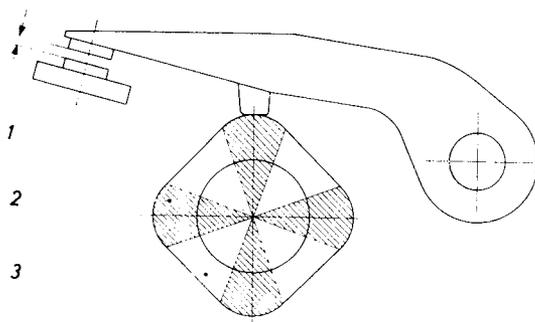


Bild 24 – Kontaktabstand groß

- 1 Kontaktabstand, größer
- 2 Öffnungswinkel, größer
- 3 Schließwinkel, kleiner

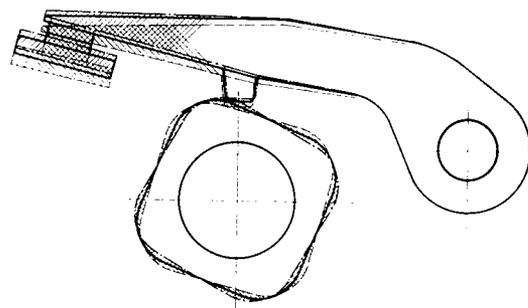


Bild 25 – Verstellung des Zündzeitpunktes in Abhängigkeit des Kontaktabstandes

- Ausgezogene Linie = Kontaktabstand normal
- Gestrichelte Linie = Kontaktabstand klein
- Strich-Punktierte Linie = Kontaktabstand groß

Maßgebend für die für alle Drehzahlbereiche geforderte gute Zündspulenleistung ist ein vollständiger Aufbau des magnetischen Feldes in der Zündspule, der eine bestimmte Zeit in Anspruch nimmt.

Dies ergibt die Forderung nach einem ausreichend langen Schließwinkel – Schließzeit –, wobei jedoch aus Gründen der Selbstreinigung und dem Verschleiß des Nockens und des Unterbrecherkontaktes der Mindestkontaktabstand von 0,35 mm – Schließwinkel bei 4-Zylinder-Motoren  $56^\circ = 62,5\%$  und bei 6-Zylinder-Motoren  $40^\circ = 66,5\%$  einzuhalten ist.

Da eine Verstellung des Kontaktabstandes zwangsläufig eine Verstellung des Zündzeitpunktes zur Folge hat, ist nach jeder Kontakteinstellung der Zündzeitpunkt zu überprüfen.

### Prüfung des Schließwinkels (Kontaktabstand)

In der Regel muß jedes Schließwinkel-Meßgerät vor dem Anschließen geeicht werden. Dazu Bedienungsanleitung des Meßgerätes genau befolgen.

Prüfleitungen des Schließwinkel-Meßgerätes dann an Klemmen „15“ und „1“ der Zündspule anschließen.

Motor laufen lassen und Schließwinkel ablesen.

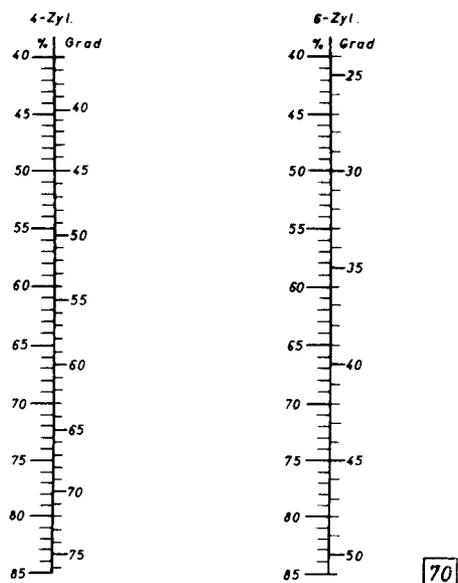


Bild 26 – Tabelle zur Umrechnung des Schließwinkels

Bei Erhöhen der Motordrehzahl darf sich der Schließwinkel nicht wesentlich verändern.

Die Umrechnung des Schließwinkels von Grad in Prozent und umgekehrt kann nach den folgenden Formeln vorgenommen bzw. aus der Tabelle entnommen werden.

$$\text{Schließwinkel (}^\circ\text{)} = \frac{3,6 \times p}{\text{cyl}}$$

$$\text{Schließwinkel (}^\circ\text{)} = \frac{g \times \text{cyl}}{3,6}$$

Darin ist: cyl = Anzahl der Zylinder  
 p = Schließwinkel in Prozent  
 g = Schließwinkel in Grad

### Einstellen bzw. Nachstellen des Schließwinkels (Kontaktabstand)

Verteilerkappe und Verteilerfinger abnehmen. Schließwinkel-Meßgerät wie zur Prüfung des Schließwinkels an der Zündspule anschließen. Dann Motor durch Anlasser antreiben und Schließwinkel ablesen.

Der Schließwinkel kann, falls erforderlich, durch Verstellen des Kontaktabstandes bei laufendem Anlasser auf den gewünschten Wert eingestellt werden.

Im übrigen sind für das Prüfen und Einstellen des Unterbrecherkontaktes mit Hilfe von Schließwinkel-Meßgeräten die Anweisungen der Gerätehersteller genau zu befolgen.

## Zündkondensator

Um das Zusammenbrechen des Magnetfeldes in der Zündspule zu beschleunigen und den Öffnungsfunken des Kontaktes zu löschen, ist dem Unterbrecherkontakt ein Kondensator parallel geschaltet. Beim Öffnen des Unterbrecherkontaktes nimmt der Kondensator schlagartig den Öffnungsstrom auf und läßt das Magnetfeld schnell zusammenbrechen. Es wird dadurch eine höhere Induktion der Sekundärspule erreicht und somit eine höhere Zündspannung. So ist es zu erklären, daß eine Zündanlage mit defektem oder keinem Kondensator keine ausreichende Zündleistung haben kann. Die in Zündanlagen verwendeten Kondensatoren bestehen aus zwei Metallfolien, die zu einer Rolle aufgewickelt sind. Zwischen den beiden Metallfolien liegt zur gegenseitigen Isolierung ein in Isoliermittel getränkter Papierstreifen. An jedem Ende der Folie steht ein Stück über und ist mit der isolierten Ausführung bzw. mit dem Metallgehäuse des Kondensators verbunden.

Die Wirkung des Kondensators beim Öffnen der Kontakte ist folgende: Der Kondensator bietet dem Primärstrom, der wegen der Induktivität der Primärwicklung nach dem Öffnen des Kontaktes noch das Bestreben hat, weiterzufließen, für kurze Zeit einen Ausweichpfad, und zwar so lange, bis der Kondensator aufgeladen ist. Bei diesem Vorgang speichert sich die elektrische Energie zwischen den beiden Metallfolien, wobei die Menge der gespeicherten Energie von der Folienoberfläche und dem Isolator zwischen den Flächen abhängt.

Ein defekter Kondensator macht sich durch starkes Feuern und großen Verschleiß des Unterbrecheroberfläche und dem Isolator zwischen den Flächen abhängig.

Die Bemessung des Zündkondensators ist vom Strom der Primärspule und den Unterbrechungen pro Minute abhängig. In der Regel werden in den Zündanlagen Kondensatoren in der Größe von 0,2 bis 0,4 µF (Mikrofarad) verwendet.

## Wartung des Zündverteilers

Der Zündverteiler ist bis auf das Prüfen und Reinigen der Verteilerkappe und des Unterbrecherkontaktes sowie dem Einfetten bzw. Einölen der einzelnen Schmierstellen wartungsfrei. Die leicht abnehmbare Verteilerkappe und der Verteilerfinger sind von Zeit zu Zeit auf Verschmutzung zu untersuchen. Werden Schmutz, Staub oder Öl festgestellt, so sind die betreffenden Teile innen und außen mit einem sauberen und trockenen Tuch sorgfältig zu reinigen.

### **Achtung!**

**Auf keinen Fall zum Reinigen Benzin verwenden, Explosionsgefahr!**

Werden in den Isolierteilen Funkenkriechwege festgestellt, so ist in jedem Fall der betreffende Teil zu ersetzen.

## Instandsetzung des Zündverteilers

Die Instandsetzung des Zündverteilers erstreckt sich lediglich auf die Überprüfung und das Ersetzen des Unterbrecherkontaktes, des Unterdruckverstellers und des Kondensators bzw. auf das Prüfen der Fliehkraft- und Unterdruckverstellung auf einem entsprechenden Prüfstand oder durch geeignete Testgeräte.

### **Fliehkraftverstellung prüfen**

Die Fliehkraftverstellung kann im eingebauten Zustand des Verteilers durch entsprechende Testgeräte und im ausgebauten Zustand auf einem Verteilerprüfstand geprüft werden. In beiden Fällen wird die Zündzeitpunktverstellung in Abhängigkeit der Drehzahl entweder an einer Gradscheibe, an der ein Zündfunke überspringt oder durch ein Meßgerät angezeigt.

Die Anzeige der Verstellung erfolgt im allgemeinen in Grad Kurbelwelle ( $^{\circ}$ KW).

Da aber die Verstellkurve des Fliehkraftreglers nicht linear ist, ist die Prüfung des Verstellers in mehreren Drehzahlbereichen vorzunehmen. Eine Nachstellung bzw. eine Verstellung der

Fliehkraftverstellung darf unter keinen Umständen vorgenommen werden.

Ohne geeigneten Prüfstand oder Testgeräte kann nur die mechanische Funktion der beweglichen Teile überprüft werden.

Der Nocken wird zu diesem Zweck in Drehrichtung verdreht. Er muß sich leicht und ohne zu haken drehen lassen.

Wird der Nocken in Endstellung dann losgelassen, so muß er durch die Kraft der Rückzugfedern wieder selbsttätig in seine Ruhelage zurückgehen.

### **Unterdruckversteller prüfen**

Die Prüfung des Unterdruckverstellers erstreckt sich im allgemeinen auf die Dichtheitsprüfung und die Prüfung des Verstellweges (27/L) der Zugstange (27/2) und läßt sich einwandfrei nur auf einem Prüfstand bzw. mit einem dafür geeigneten Testgerät durchführen, wobei die vom Gerätehersteller herausgegebenen Bedienungsanleitungen genau zu beachten sind.

Bei der Prüfung der Membran (27/3) im Unterdruckversteller auf Dichtheit wird das Unterdruck-Prüfgerät über eine Schlauchleitung luftdicht am Unterdruckanschluß des Unterdruckverstellers angeschlossen und der Versteller mit einem Unterdruck von ca. 600 mm Quecksilbersäule belastet.

Bei vollkommen dichten Schlauchanschlüssen darf der Unterdruck innerhalb 2 Minuten nicht mehr als 10% abfallen. Ist dies nicht der Fall, so ist der komplette Unterdruckversteller zu ersetzen. Bei der Prüfung des Verstellweges der Zugstange (27/2) wird der Unterdruckversteller ebenfalls luftdicht über eine Schlauchleitung am Unterdruck-Prüfgerät angeschlossen und der Unterdruck langsam gesteigert.

Der Verstellbeginn liegt je nach Ausführung des Unterdruckverstellers zwischen 90 und 130 mm Quecksilbersäule Unterdruck, während das Verstellende meist bei 300 – 370 mm Quecksilbersäule Unterdruck liegt. Innerhalb dieses Verstellbereiches zieht die Membran (27/3) die Zugstange (27/2) in das Gehäuse des Unterdruckverstellers (27/8). Der Verstellweg (27/L) ist je nach Verteilertyp verschieden.

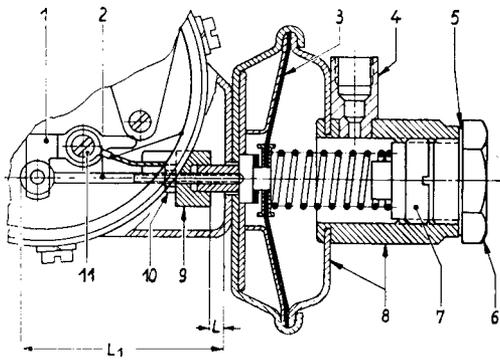


Bild 27 – Unterdruckversteller

- 1 Haltewinkel
- 2 Zugstange
- 3 Membran
- 4 Anschluß für Unterdruckleitung
- 5 Dichtung
- 6 Verschlußstopfen
- 7 Einstellschraube für Membran
- 8 Unterdruckversteller
- 9 Begrenzungsmutter für Membranweg
- 10 Gegenmutter für 9
- 11 Schraube für Haltewinkel und Massekabel
- L Verstellung der Zugstange
- L<sub>1</sub> Zugstangenlänge

Wesentlich ist, daß am Unterdruckversteller bei der Prüfung weder der Verstellweg an der Anschlagmutter (27/9) noch die Länge „L<sub>1</sub>“ der Zugstange (27/2) verändert wird.

Stehen keinerlei Prüfgeräte zur Verfügung, so kann lediglich durch Saugen an der Unterdruckleitung und Beobachten der Verstellplatte (30/2) festgestellt werden, ob der Unterdruckversteller verstellt.

Werden die vorgeschriebenen Prüfwerte bei den Prüfungen nicht erreicht, so kann die Störungsursache in einer verklemmten Verstellplatte (30/2) liegen, oder die Membran (27/3) im Unterdruckversteller ist defekt. Bei defekter Membran ist der Unterdruckversteller zu ersetzen.

### Unterdruckversteller ersetzen

Der Ausbau des Unterdruckverstellers erfolgt durch Herausschrauben seiner Befestigungsschrauben am Verteilergehäuse und am Haltewinkel (27/1) für die Zugstange (27/2).

Die Ersatz-Unterdruckversteller werden einbaufertig geliefert, d. h. bei ihnen ist die Vor-

spannung der Membranfeder, die Zugstangenlänge und der Membranweg fertig eingestellt.

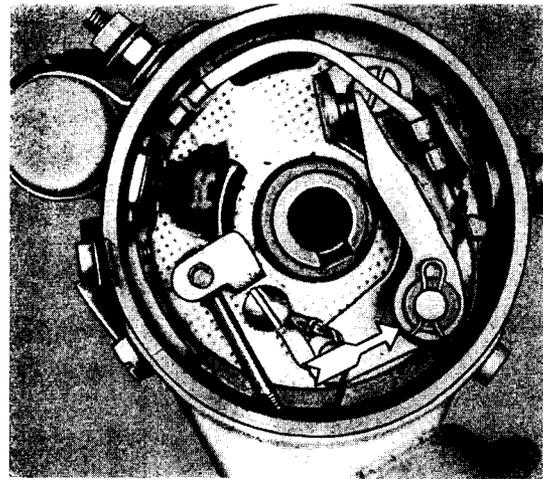


Bild 28 – Verstellplatte auf leichte Gängigkeit prüfen

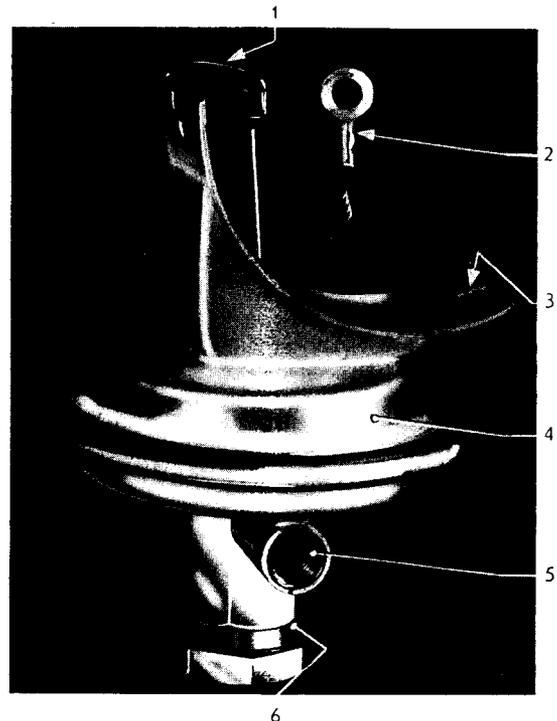


Bild 29 – Unterdruckversteller, Zugstange bei Anlieferung mit Drahtschlinge gesichert

- 1 Drahtschlinge zur Sicherung der Zugstange, darf erst bei Einbau entfernt werden; Zugstange nicht drehen, damit eingestellte Länge beibehalten bleibt
- 2 Kabelschuh, Masseanschluß der Verstellplatte
- 3 Befestigungsflansch mit Langloch
- 4 Membrangehäuse
- 5 Unterdruckanschluß
- 6 Federgehäuse mit Verschlußstopfen

Damit sich die eingestellte Zugstangenlänge und der Membranweg durch Drehen der Zugstange nicht selbsttätig verändert, ist die Zugstange mit einer kleinen Drahtschlinge gesichert (Bild 29). Diese Drahtschlinge soll erst

unmittelbar vor dem Einbau des Unterdruckverstellers entfernt werden. Vor dem Einbau des Unterdruckverstellers ist die Verstellplatte auf leichte Gängigkeit zu prüfen. Hierzu Verstellplatte (30/2) in Pfeilrichtung – Bild 28 – verdrehen und, wenn erforderlich, mit einigen Tropfen Öl gangbar machen.

Am neuen Unterdruckversteller sind Zugstangenauge und -Flächen leicht mit Fett zu versehen. Dann Unterdruckversteller einbauen und entsprechend Bild 30 ausrichten. Haltewinkelzapfen in Zugstangenauge und -Verstellplattenauge einführen und festschrauben. Dabei ist darauf zu achten, daß das untergeklemmte Massekabel (31/4) über den gesamten Verstellbereich nirgends anstößt. Nach Einbau Unterdruckversteller auf leichte Gängigkeit prüfen.

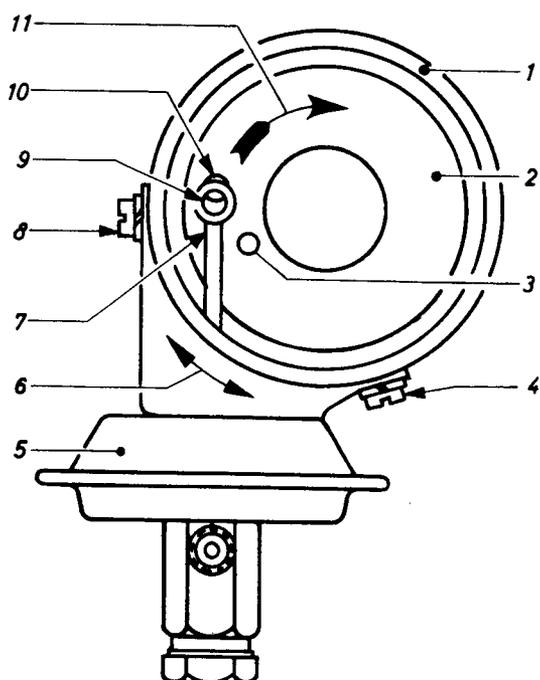


Bild 30 – Unterdruckversteller zum Zündverteiler ausrichten

- 1 Verteilergehäuse
- 2 Verstellplatte
- 3 Gewindebohrung in Verstellplatte für Haltewinkelschraube
- 4 Befestigungsschraube für Unterdruckversteller (noch nicht festgezogen)
- 5 Unterdruckversteller
- 6 Unterdruckversteller läßt sich beim Ausrichten zum Verteilergehäuse etwas drehen
- 7 Zugstange des Unterdruckverstellers
- 8 Befestigungsschraube für Unterdruckversteller (noch nicht festgezogen)
- 9 Bohrung in Zugstangenauge
- 10 Bohrung in Verstellplatte für Haltewinkelzapfen
- 11 Verstellplatte im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag gedreht, steht in „Spätstellung“

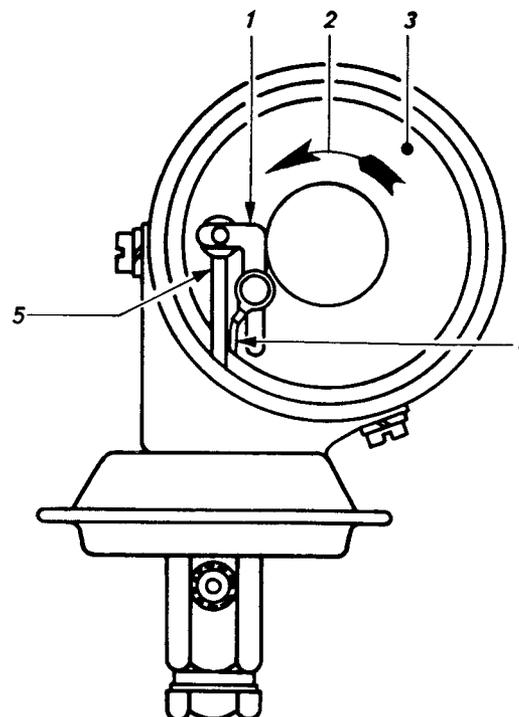


Bild 31 – Unterdruckversteller an Zündverteiler festgeschraubt

- 1 Haltewinkel (Haltewinkelzapfen sitzt in Zugstangenbohrung und in Bohrung der Verstellplatte)
- 2 Verstellplatte aus Endstellung ein klein wenig entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht, damit Bohrung im Zugstangenauge und Bohrung in Verstellplatte für das Einführen des Haltewinkels fluchten
- 3 Verstellplatte
- 4 Massekabel so angeschraubt, daß Zugstange im gesamten Verstellbereich nicht behindert wird
- 5 Zugstange des Unterdruckverstellers

## Unterbrecherkontakt prüfen

Die Funktion des Unterbrecherkontaktes wird bei eingebautem Zündverteiler geprüft. Zu diesem Zweck sind Verteilerkappe und Verteilerfinger abzunehmen und der Kontakt zu schließen. Das von der Zündspule kommende Hochspannungskabel wird aus der Verteilerkappe genommen und im Abstand von ca. 1 cm an Masse gehalten.

Bei eingeschalteter Zündung ist dann der Kontakt mit einem Isolierstab (Holz oder Isolierstoff) zu öffnen. Im Moment des Öffnens springt normalerweise vom Hochspannungskabel ein kräftiger Zündfunke unter deutlich hörbarem Knackgeräusch auf Masse über.

Ist kein Funkenüberschlag zu verzeichnen, so sind die Kontaktflächen des Unterbrecherkontaktes auf Verschmutzung zu untersuchen und zu reinigen.

Zusätzlich zu dieser Prüfung kann der Federdruck des Unterbrecherhebels durch eine Federwaage – Meßbereich bis ca. 1200 g – geprüft werden – Bild 33.

**Anmerkung:** Zu niedriger Federdruck ergibt Aussetzer bei hohen Drehzahlen, zu hoher Federdruck beeinträchtigt die Lebensdauer des Kontaktes und des Fibergleitstückes am Unterbrecherhammer.

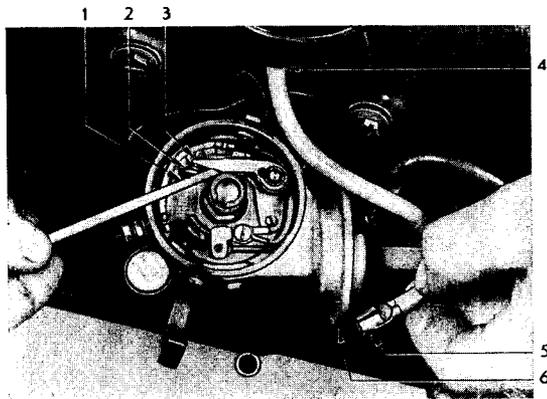


Bild 32 – Zündfunken durch Überspringen auf Masse prüfen

- 1 Isolierender Stab
- 2 Unterbrecheramboß
- 3 Unterbrecherhammer
- 4 Hochspannungskabel
- 5 Freies Ende des Hochspannungskabels mit etwa 1 cm Abstand an Masse gehalten
- 6 Unterdruckversteller

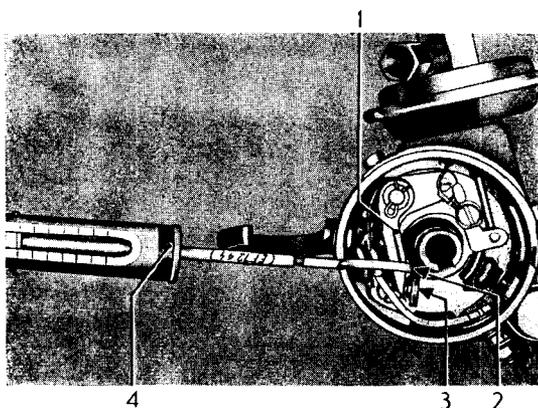


Bild 33 – Federspannung prüfen

- 1 Unterbrecherhammer
- 2 Haken der Federwaage
- 3 Unterbrecheramboß
- 4 Federwaage

### Unterbrecherkontakt reinigen

Während des Betriebes ist der Unterbrecherkontakt durch Kontaktwanderung einem be-

stimmten Verschleiß unterworfen, der sich als kleine Höcker und Krater (sog. Kontaktbrand) bemerkbar macht.

Geringe Materialwanderungen sind ohne störenden Einfluß und stören den Betrieb in der Regel nicht. Sie können mit einem Kontaktreiniger entfernt werden. Zur Kontaktreinigung wird der Kontaktreiniger zwischen dem geschlossenen Kontakt hin und her geführt, wobei der Unterbrecherhammer leicht anzudrücken ist. Auf diese Weise wird gleichzeitig eine gewisse Parallelität der Kontaktflächen wieder herbeigeführt.

Auf keinen Fall darf zum Entfernen des Kontaktbrandes Schmirgelleinen verwendet werden, denn die zurückbleibenden Schmirgelreste schmoren im Betrieb und begünstigen den Kontaktbrand.

Jede Veränderung des Kontaktabstandes, z. B. durch Reinigen des Kontaktes mittels eines Kontaktreinigers oder Einstellen des Kontaktabstandes, hat zwangsläufig auch eine Veränderung des Zündzeitpunktes zur Folge. Deshalb muß nach jeder Veränderung des Kontaktabstandes der Zündzeitpunkt neu eingestellt werden.

Erst wenn ca. 50 % der Kontaktflächen mit Ablagerungen bedeckt sind, müssen beide Kontaktteile, also Hammer und Amboß, ausgetauscht werden.

Verschmutzten und verölteten Kontakt mit einem Reinigungsmittel, Tri oder Tetrachlorkohlenstoff abwaschen.

Keinesfalls darf zum Abwaschen des Kontaktes Kraftstoff verwendet werden (Explosionsgefahr), da dadurch Öl und Fett zwischen die Kontakte gelangen kann. Durch Verbrennen solcher Rückstände nimmt der Kontaktbrand zu, außerdem können durch oxydierte Kontakte Zündaussetzer auftreten.

### Unterbrecherkontaktabstand einstellen

Nach einer bestimmten Laufzeit des Motors ist der Abstand des Unterbrecherkontaktes zu überprüfen und, wenn erforderlich, neu einzustellen.

Als Einstellvorrichtung dient je nach Ausführung des Kontaktes ein Einstellbolzen – Ex-

zenter – (34/5) oder ein Schlitz (35/3) mit zwei gegenüberliegenden Warzen (35/2) auf der Kontaktplatte – Bild 35 und 36.

Beim Unterbrecherkontakt mit Schlitzverstellung entfällt der Einstellbolzen (34/5), jedoch nicht die Bohrung (35/8) im Amboß (35/7). Beim Kontakt mit Schlitzverstellung ist unter die Feststellschraube (36/4) eine Scheibe und ein Federling untergelegt, damit keine Schwierigkeiten durch Verstellen des Kontaktabstandes beim Anziehen der Feststellschraube auftreten.

Der Kontaktabstand wird mit Hilfe der beiden Einstellvorrichtungen, wenn der Unterbrecherhebel mit seinem Gleitstück auf die höchste Stelle des Nockens aufgelaufen ist, auf den vorgeschriebenen Wert eingestellt.

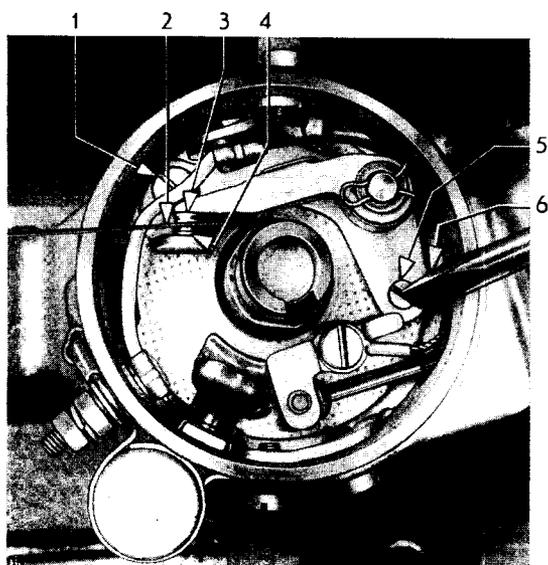


Bild 34 – Unterbrecherkontakt mit Einstellbolzen-Einstellung (Exzenter)

- 1 Feststellschraube für Unterbrecheramboß
- 2 Fühllehre zwischen Kontakt eingeführt
- 3 Kontaktfläche des Unterbrecherhammers
- 4 Kontaktfläche des Unterbrecherambosses
- 5 Einstellbolzen (Exzenter)
- 6 Schraubenzieher in Einstellbolzen einsetzen

Zur Kontakteinstellung Feststellschraube gerade so weit lösen, daß eine gefühlsmäßige Kontakteinstellung erfolgen kann. Dann Schraubenzieher in Einstellbolzen (34/5) oder zwischen beide Warzen (35/2) und Schlitz (35/3) einsetzen (Bild 34 und 35). Schraubenzieher vorsichtig je nach Kontaktabstand so weit nach rechts bzw. nach links drehen bis der vorgeschriebene, mit einer Fühllehre bzw. mit einem Schließwinkelmeßgerät zu messende, Abstand erreicht ist.

Anschließend Feststellschraube wieder gut festziehen. Andere Schrauben dürfen zur Kontakteinstellung nicht gelöst werden.

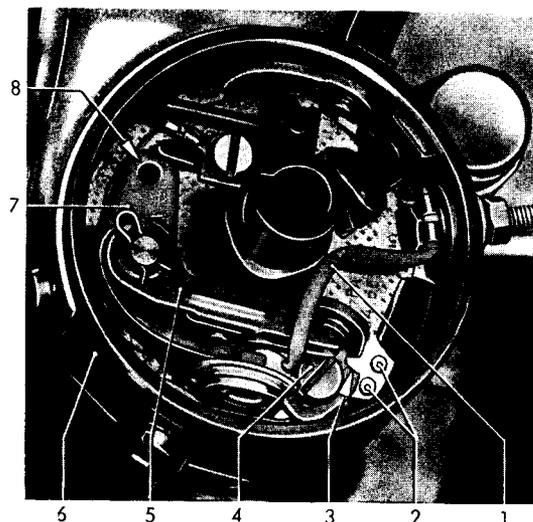


Bild 35 – Unterbrecherkontakt mit SchlitzEinstellung

- 1 Anschlußkabel, zum Nocken gebogen
- 2 Zwei Warzen
- 3 Schlitz in 7
- 4 Feststellschraube – Federring, Scheibe
- 5 Unterbrecherhebel
- 6 Verteiler
- 7 Unterbrecheramboß
- 8 Loch in 7



Bild 36 – Schraubenzieher für Kontakteinstellung eingesetzt

- 1 Schraubenzieher
- 2 Zwei Warzen
- 3 Schlitz in 6
- 4 Feststellschraube – Federring, Scheibe
- 5 Unterbrecherhammer
- 6 Unterbrecheramboß

Da jede Veränderung des Kontaktabstandes zwangsläufig eine Verstellung des Zündzeitpunktes zur Folge hat, ist nach der Einstellung des Unterbrecherkontaktes der Zündzeitpunkt neu einzustellen. Hierbei ist zu beachten, daß beim Kontakt, der durch Abbrand (Krater- und Höckerbildung infolge Materialwanderung) uneben ist, die Fühllehre erst dann zwischen die Kontaktflächen einzuführen ist, wenn die Höckerbildung durch einen Kontaktreinger beseitigt ist.

## Unterbrecherkontakt ersetzen

Bei übermäßiger Materialwanderung vom Unterbrecherhammer zum Unterbrecheramboß müssen beide Kontaktteile, d. h. sowohl der Hammerkontakt, als auch der Amboßkontakt, erneuert werden.

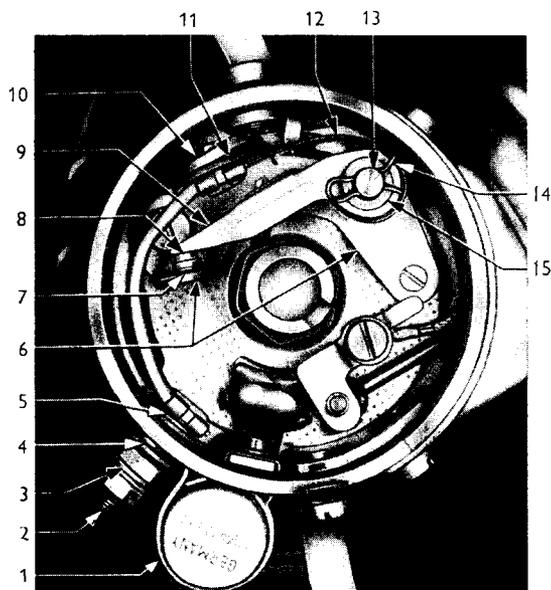


Bild 37 – Unterbrecherkontakt eingebaut

- 1 Kondensator
- 2 Klemme „1“
- 3 Kabel kommt von Zündspulenklemme „1“
- 4 Anschlußkabel des Kondensators
- 5 Kabel des Unterbrecherhammers
- 6 Unterbrecheramboß
- 7 Amboßkontaktfläche
- 8 Hammerkontaktfläche
- 9 Unterbrecherhammer
- 10 Federstütze am Unterbrecheramboß
- 11 Isolierscheibe in Federstütze eingesetzt
- 12 Feder des Unterbrecherhammers
- 13 Achse des Unterbrecherhammers
- 14 Haarnadelsicherung
- 15 Scheibe

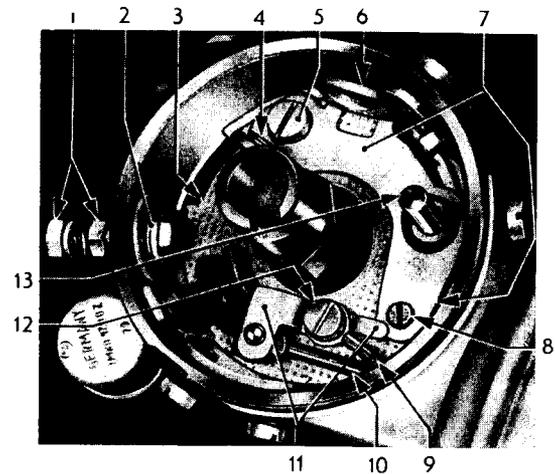


Bild 38 – Unterbrecherhammer ausgebaut

- 1 Muttern an Klemme „1“ gelöst
- 2 Zwischen diesen beiden Scheiben Kabel des Unterbrecherhammers herausgenommen
- 3 Verstellplatte
- 4 Amboßkontaktfläche
- 5 Feststellschraube
- 6 Federstütze
- 7 Unterbrecheramboß
- 8 Einstellbolzen (Exzenter)
- 9 Massekabel für Verstellplatte
- 10 Zugstange der Unterdruckverstellung
- 11 Haltewinkel für Zugstange
- 12 Befestigungsschraube für Haltewinkel und Massekabel der Verstellplatte – Federring
- 13 Achse für Unterbrecherhammer

Der Unterbrecherkontakt ist auf der Verstellplatte so angeordnet, daß zuerst der Unterbrecherhammer (37/9) und dann der Unterbrecheramboß (37/6) ausgebaut werden muß.

Zum Ausbau des Unterbrecherhammers Haarnadelsicherung (37/14) von Achse (37/13) abziehen und Anschlußkabel (37/5) nach Lösen der Muttern (38/1) zwischen den Scheiben (38/2) herausziehen. Dann Isolierscheibe (37/11) am Ende der Feder (37/12) aus Federstütze (37/10) am Amboß herausdrücken und Unterbrecherhammer von Achse (37/13) nach oben abnehmen – Scheiben.

Zum Ausbau des Unterbrecherambosses (38/7) Feststellschraube (38/5) und die Schraube (38/12) für Befestigung des Massekabels herausschrauben. Der Amboß kann dann von der Kontaktplatte nach oben abgenommen werden, wobei der Haltewinkel (38/11) für das Unterdruckgestänge etwas wegzudrehen ist. Beim Abnehmen des Ambosses auf Einstellbolzen (38/8) achten. Einstellbolzen ist beim Unterbrecherkontakt mit Schlitzverstellung nicht eingebaut – Bild 35.

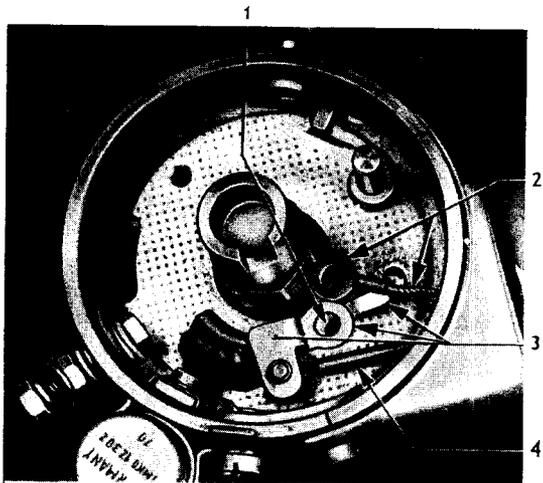


Bild 39 – Unterbrecherkontakt ausgebaut

- 1 Loch für Haltwinkelschraube
- 2 Massekabel für Verstellplatte
- 3 Haltwinkel
- 4 Zugstange

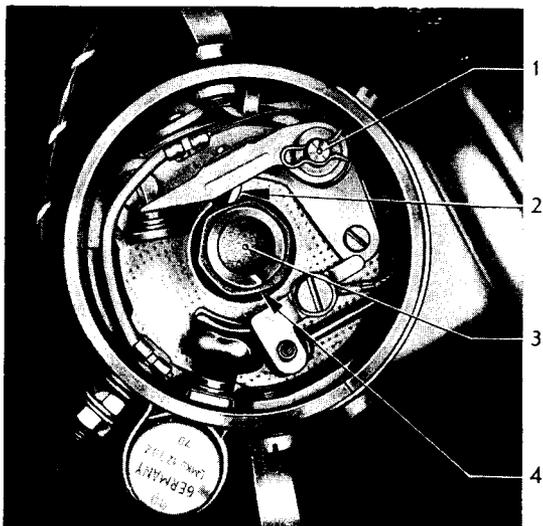


Bild 40 – Schmierstellen des Zündverteilers

- 1 Achse für Unterbrecherhammer
- 2 Fettkeil am Gleitstück des Unterbrecherhammers – Spezialfett
- 3 Schmierfilz in Nockenbohrung leicht ölen
- 4 Verteilernocken leicht mit Fett bestreichen – Spezialfett

Zur Erleichterung beim Einbau des Unterbrecherkontaktes die folgenden Punkte besonders beachten:

Einstellbolzen (38/8) mit seinem Bund von unten in die Ansenkung des Amboßes so einsetzen, daß der Schlitz nach oben liegt. Vorher Ansenkung im Amboß mit Fett leicht bestreichen. Amboß (38/7) über die Achse (38/13) des Unterbrecherhammers so aufsetzen, daß der Zapfen des Einstellbolzens sich in das Loch in

der Kontaktplatte einsetzt. Einsetzen des Einstellbolzens in den Unterbrecheramboß entfällt beim Kontakt mit Schlitzverstellung. Beim Einschrauben der Feststellschraube (36/4) beim Amboß mit Schlitzverstellung darauf achten, daß Scheibe und Federring untergelegt ist. Darauf achten, daß beim Zurückschwenken des Haltwinkels (39/3) und Festschrauben das Massekabel (39/2) im gesamten Verstellbereich des Unterdruckverstellers nirgends anstößt. Vor dem Einbau Unterbrecherhammer (37/9), Achse (37/13) und das Fibergleitstück (40/2) mit Fett einfetten (Bild 40) – Spezialfett. Der Kabelschuh des Anschlußkabels (37/5) zum Anschluß zwischen den beiden Scheiben (38/2) der Anschlußklemme einschieben und festklemmen.

Anschließend Kontakt auf richtigen Abstand einstellen, dabei darauf achten, daß die Kontaktflächen plan aneinanderliegen. Ist dies nicht der Fall, so muß der Unterbrecheramboß entsprechend nachgerichtet werden.

### Kondensator prüfen

Eine einwandfreie Prüfung des Kondensators am Zündverteiler kann nur mit einem entsprechenden Prüfgerät oder Zündungstester vorgenommen werden.

Behelfsmäßig kann jedoch die Kondensatorprüfung mit einer Prüflampe mit eingebautem Gleichrichter erfolgen.

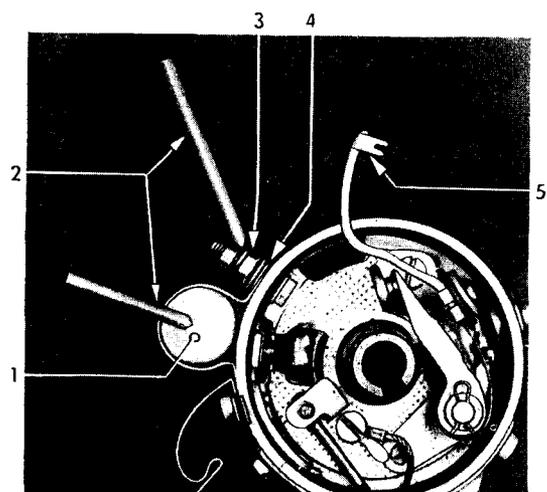


Bild 41 – Kondensator prüfen

- 1 Kondensator
- 2 Prüfspitzen
- 3 Klemme „1“
- 4 Kondensatorkabel
- 5 Abgeklemmtes Unterbrecherkabel

Ein schadhafter Kondensator kann die Ursache für einen schlechten Zündfunken und Verschmoren der Kontakte in verhältnismäßig kurzer Zeit sein.

Zur Prüfung des Kondensators wird das Unterbrecherkabel (41/5) abgeklemmt, die Muttern der Klemme „1“ wieder festgezogen und die Prüfspitzen (41/2) der Prüfeinrichtung entsprechend Bild 41 angeschlossen.

Der Kondensator ist in Ordnung, wenn, bei der Prüfung mittels einer Gleichstrom-Prüflampe, die Lampe beim Anlegen der Prüfspitzen einmal kurz aufleuchtet und dann dunkel bleibt. Der Kondensator hat sich dann aufgeladen. Nach ca. 10 Sekunden Kondensator durch Verbinden der Klemme „1“ mit dem Kondensatorgehäuse wieder entladen. Die Entladung erfolgt durch einen hörbaren, kräftigen Funkenüberschlag.

## Zündentstörung

### Funkstörungen und ihre Entstehung

Die Ursache der Funkstörungen beim Rundfunk- und Fernseh-Empfang sind Störwellen, die durch plötzliche elektromagnetische Vorgänge hervorgerufen werden. Diese Störwellen breiten sich im Raum aus und gelangen über die Antenne in den Empfänger. Solche Störwellen können sich bei elektrischen Entladungen in der Atmosphäre als „Atmosphärische Funkstörungen“ bemerkbar machen; aber auch beim Unterbrechen oder Schließen von Stromkreisen in elektrischen Geräten oder beim Funkenüberschlag entstehen Störwellen und somit unerwünschte Funkstörungen.

Alle elektrischen Geräte eines Kraftfahrzeuges, bei denen im Betrieb Funken auftreten oder Stromkreise geschlossen oder geöffnet werden, sind somit Funkstörquellen, z. B. Zündkerzen, Zündverteiler, Kontakte im Reglerschalter und Kollektor der Lichtmaschine.

Sogenannte Wanderwellen entstehen beim Funkenüberschlag im Zündverteiler, an den Zündkerzen und an den Kontakten der Schalter. Diese Wellen können sich über das gesamte Hoch- und Niederspannungsleitungsnetz der elektrischen Anlage ausbreiten und werden von den Leitungen als Störwellen ausgestrahlt.

Gelangen diese Störwellen an die Antenne eines Rundfunk- oder Fernseh-Empfängers, so treten Funkstörungen auf. Die Funkstörungen machen sich als Krachen, Knacken, Rauschen, Brodeln und Zischen im Lautsprecher oder als Verzerrungen auf dem Bildschirm bemerkbar und machen den Empfang eines Senders unter Umständen unmöglich.

Elektrische Störungen entstehen aber auch durch schlechte Verbindungen im Leitungsnetz. Sogenannte statische Störungen treten auf, wenn sich die durch rollende Reibung der nicht angetriebenen Räder entstehende Spannung über ihre Kugellager ausgleicht.

### Fernentstörung und Nahentstörung

Es gibt zwei Arten von Funkentstörung der elektrischen Anlage eines Kraftfahrzeuges: die Fernentstörung und die Nahentstörung.

**Die Fernentstörung** der elektrischen Anlage aller Kraftfahrzeuge, eine in den VDE-Richtlinien verankerte und in der Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) vorgeschriebene Maßnahme, macht den durch die elektrische Anlage der Kraftfahrzeuge gestörten Rundfunk- und Fernsehempfang störungsfrei.

Ab Mitte Juni 1958 werden alle Opel-Fahrzeuge durch den Einbau von sogenannten Widerstandszündkabeln fernentstört. Außerlich sind die fernentstörten Opel-Fahrzeuge an den blauen Widerstandszündleitungen, gegenüber den früher verwendeten schwarzen, zu erkennen.

In die blauen Zündleitungen ist eine Graphitader mit einem bestimmten elektrischen Widerstand eingearbeitet. Dieser eingearbeitete Widerstand – ca. 5000 – 10 000 Ohm – dämpft die hochfrequente Entladung des Zündfunken und flacht die beim Funkenüberschlag entstehende, den Funkempfang störende, Wanderwelle ab.

Hierdurch wird die elektrische Anlage eines Kraftfahrzeuges, sofern kein Auto-Super eingebaut ist, ausreichend entstört.

**Die Nahentstörung** der elektrischen Anlage ist unumgänglich, wenn der Empfang mit eingebautem Auto-Super oder der Betrieb einer Funksprechanlage störungsfrei sein soll. Sie schließt die Fernentstörung ein.

Grundsätzlich müssen Funkentstörungen am Ort ihrer Entstehung durch geeignete Entstörmittel beseitigt oder zumindest auf ein genügend kleines Maß herabgedrückt werden. In das Hochspannungsleitungsnetz werden zu diesem Zweck an den Störquellen Entstörwiderstände eingebaut. Die Entstörung ist um so wirksamer, je näher die Entstörmittel an der Störquelle angeordnet sind. Deshalb baut man z. B. schon Entstörwiderstände in die Zündkerzen und die umlaufende Verteilerelektrode. Alle Widerstände, die in die Hochspannungszündleitungen eingebaut werden, verringern den Elektrodenabbrand der Zündkerzen durch Reduzierung der Stromstärke. Leider schwächen sie auch die Energie des Zündfunken, was sich beim Anlassen und beim Leerlauf des Motors bemerkbar machen kann. Der durch die Entstörung bedingte elektrische Widerstand je Zündungskreis muß daher so klein wie möglich sein.

Bei Fahrzeugen mit Zündverteiler kommt man in der Regel im LW- und MW-Bereich mit ca. 6000 Ohm und im KW- und UKW-Bereich mit maximal ca. 15 000 Ohm je Zündungskreis aus.

Im Niederspannungsleitungsnetz werden an die von einer Störquelle abführenden Leitungen Entstörkondensatoren – Kapazität ca. 0,5 – 3  $\mu$ F – angeschlossen, die die unerwünschte Störenergie zum größten Teil an die Fahrzeugmasse ableiten und dadurch unschädlich machen.

Durchführungskondensatoren und vorbeigeschleifte Kondensatoren werden entsprechend ihrem Aufbau in die Niederspannungsleitungen eingeschaltet und zwar in nächster Nähe der Störquelle.

Eine weitere Möglichkeit Funkstörungen zu unterbinden, bietet die metallische Abschirmung elektrischer Verbraucher und Leitungen. Die Entstörung der nicht angetriebenen Räder – statische Entladung – wird mittels einer Schleiffeder in der Radnabe beseitigt. Die statische Aufladung der Räder wird über diese Feder an Masse abgeleitet.

### **Widerstandszündkabel, Entstörstecker und Entstörkondensator prüfen**

Widerstandszündkabel und Entstörstecker werden mit einem Ohmmeter geprüft. Das Ohmmeter wird zur Prüfung am Anfang und Ende eines Zündkabels bzw. eines Entstörsteckers angeschlossen und der Ohmwert vom Ohmmeter – Meßbereich 0 – 50 000 Ohm – abgelesen. Während der Prüfung auf guten Kontakt der Meßleitungen achten.

Weicht das Meßergebnis 25% vom Sollwert ab, so ist das betreffende Zündkabel zu ersetzen.

Der Entstörkondensator wird mit einem Kapazitätsmesser geprüft. Das Meßgerät zeigt ob der Kondensator noch seine vorgeschriebene Kapazität aufweist bzw. defekt ist.

Zur Prüfung werden zwei Meßleitungen an den Anschlüssen des Kondensators angeschlossen und der Meßwert am Meßinstrument abgelesen.

Ein defekter Kondensator ist in jedem Fall zu ersetzen.

# Zündkerze

Die Zündkerze hat die Aufgabe, den hochgespannten Zündstrom, der ihr durch die Zündleitung zugeführt wird, isoliert in den Verbrennungsraum des Motorzylinders zu führen und durch den an ihren beiden Elektroden überspringenden Funken die Verbrennung des verdichteten Kraftstoff-Luftgemisches einzuleiten.

## Aufbau der Zündkerze

Die Zündkerze besteht aus den Hauptteilen:

- Mittelelektrode
- Isolierkörper
- Kerzengehäuse mit Masselektrode

## Mittelelektrode

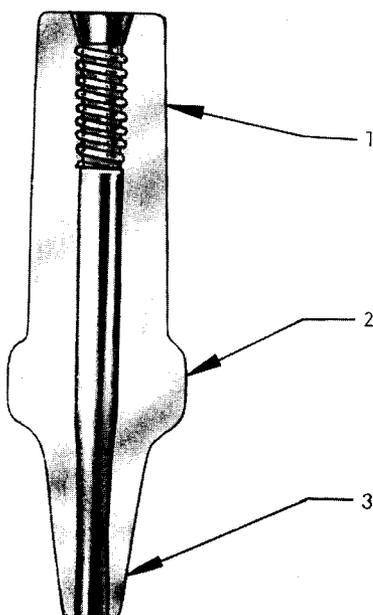
Die Mittelelektrode leitet den hochgespannten Zündstrom in den Verbrennungsraum. Ihr Oberteil besteht aus Stahl und trägt das Anschlußgewinde für die Zündleitung.

Der in den Verbrennungsraum hineinragende Teil der Elektrode ist aus einer Nickel-Mangan-Legierung und mit dem Oberteil entweder verschweißt oder durch eine Glasdichtungsmasse, die zur besseren Leitfähigkeit mit Kupferstaub vermischt ist, verbunden. Die Nickel-Mangan-Legierung bietet einen hohen Schmelzpunkt, ist genügend korrosionsfest und erfordert eine geringe Überschlagspannung.

Diese Sonderlegierung der Elektroden schützt vor dem, durch hohe Temperaturen begünstigten Zundern der Elektrode, vor den Bleiverbindungen aus den Antiklopfmitteln der Kraftstoffe und vor dem schädigenden Einfluß von Schwefelverbindungen, die bei der Verbrennung schlecht gereinigter Kraftstoffe entstehen.

## Isolierkörper

Dem Isolierkörper fällt die Aufgabe zu, die Mittelelektrode elektrisch gegen die Masse des Kerzengehäuses und damit gegen die Masse des Motors zu isolieren.



Er ist aus einer hochwertigen keramischen Masse gefertigt, die auch bei hohen Temperaturen und geringen Wandstärken durchschlagfest bleibt. Die gute Wärmeleitfähigkeit des wärmebeständigen Isolators bewirkt, daß bei normalem Betrieb und einer richtig gewählten Zündkerze, eine Elektrodentemperatur erreicht wird, bei der die Kerze weder verschmutzt, noch zu Glühzündungen neigt.

Die Mittelelektrode im Isolierkörper ist entweder durch eine spezielle Glasdichtmasse oder auf ihrer ganzen Länge durch einen Spezialkitt gasdicht abgedichtet.

Bild 42 – Isolator

- 1 Kopf, glasiert
- 2 Bund
- 3 Fuß

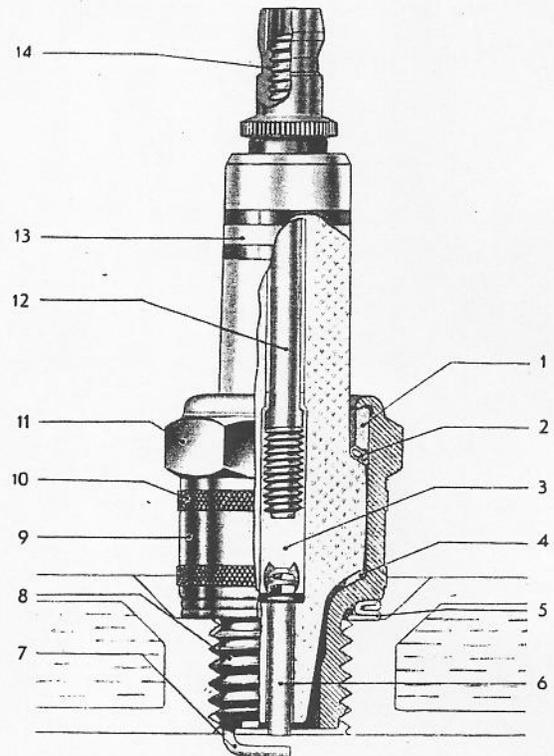
Da der Isolator annähernd den gleichen Wärmeausdehnungswert hat wie die Elektrode, werden die bei Erwärmung auftretenden Wärmespannungen vom Isolator oder dem darauf abgestimmten Spezialkitt aufgenommen.

Zum Schutz gegen Verschmutzung, Feuchtigkeit und elektrischen Überschlag ist dem Isolierkörper-Oberteil eine Glasur aufgebrannt.

## Kerzengehäuse

Das Kerzengehäuse (43/9) nimmt den Isolierkörper (43/13) mit der Mittelelektrode (43/6), sowie die Masseelektrode (43/7) auf und wird mit dem Einschraubgewinde (43/8) im Motorzylinder befestigt. Der Isolierkörper mit der Mittelelektrode ist unter Zwischenlegen eines Ausgleichringes (43/1) und zwei Dichtringen (43/2 und /4) unter hohem Druck im Kerzengehäuse eingebördelt. Das Kerzengehäuse selbst ist aus Stahl und trägt am unteren Teil das Einschraubgewinde. Zwischen dem Gehäuse (43/9) und dem Einschraubgewinde (43/8) sitzt ein unverlierbarer Dichtring (43/5).

An der Stirnfläche des Einschraubgewindes ist die Masseelektrode (43/7), die ebenfalls aus einer Nickel-Mangan-Legierung hergestellt ist, angeschweißt. Die Masseelektrode ist nachbiegbar, damit der Elektrodenabstand, der durch den Elektrodenabbrand größer wird, nachgestellt werden kann.



- 1 Ausgleichring
- 2 Dichtring
- 3 Glasdichtungsmasse
- 4 Dichtring
- 5 Dichtring, unverlierbar
- 6 Mittelelektrode, ragt in Verbrennungsraum
- 7 Masseelektrode, nachstellbar
- 8 Einschraubgewinde
- 9 Kerzengehäuse
- 10 Rändelung am Kerzenschaft
- 11 Sechskant
- 12 Mittelelektrode
- 13 Isolierkörper
- 14 Nutmutter

Bild 43 – Kerzengehäuse mit Isolator und Mittelelektrode

## Wärmewert

Der Wärmewert bezeichnet das Wärmeverhalten einer Zündkerze und ist von folgenden Faktoren abhängig:

- von der Wärmeleitfähigkeit des Isolierkörpers und der Elektroden,
- von der Größe der wärmeaufnehmenden Oberfläche im Verbrennungsraum,
- von der Art und Form des Werkstoffes der Dichtringe zwischen Isolierkörper und Kerzengehäuse,
- von der dem Kühlwind ausgesetzten Oberfläche und der Art der Einbettung der Mittelelektrode im Isolatorfuß.

Je höher der Wärmewert einer Zündkerze ist, umso höheren Wärmebelastungen kann sie ausgesetzt werden, ohne zu Glühzündungen zu neigen.

Die auftretenden Temperaturen müssen bei den verschiedenen Betriebszuständen innerhalb bestimmter Grenzen bleiben. Eine Temperatur von 850° C soll nicht überschritten werden, da sonst das Kraftstoff-Luftgemisch vom Isolator oder der Mittelelektrode entzündet wird und nicht durch den Zündfunken; es entstehen Glühzündungen.

Öl, Ruß und Ölkohle, die auf dem Isolator unter 500° C einen elektrischen Nebenschluß hervorheben können, verbrennen bei 500–530° C vollständig. Ganz anders ist dies bei den Rückständen, wie Bleioxyd, Bleisulfat u. dgl., die aus gebleiten Kraftstoffen stammen. Diese Rückstände können elektrisch leitend werden, also einen Nebenschluß bilden, wenn sie heißer als 500° C werden.

Um die Selbstreinigungstemperatur der Zündkerze, dem Motor entsprechend, einhalten zu können, muß die Zündkerze der Motorcharakteristik entsprechen. Das Aussehen des Kerzenisolators nach längerer Betriebszeit läßt auf die Eignung einer Zündkerze schließen, wobei zwischen normalem Kraftstoff und Super-Kraftstoff zu unterscheiden ist.

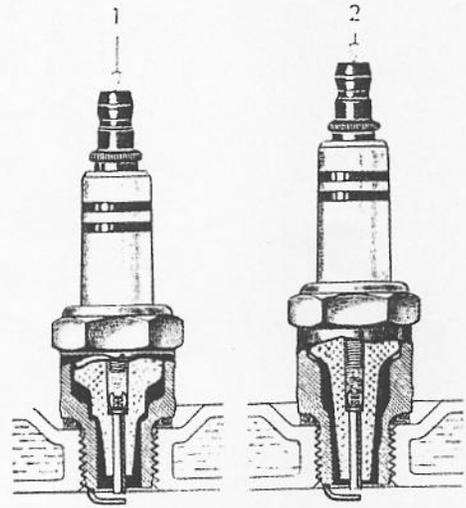


Bild 44 – Zündkerzen mit verschiedenem Wärmewert

- 1 Kerze mit hohem Wärmewert – „Kalt Kerze“
- 2 Kerze mit niedrigem Wärmewert – „Warme Kerze“

**Kerzengesicht bei normalem Kraftstoff**

Bilder hierzu siehe Grundbuch „Motor und Kupplung, Kühlung“

Kerzenstein hellbraun	Kerze arbeitet einwandfrei, Wärmewert und Gemisch richtig
Kerzenstein und Elektroden mit samtartigem Niederschlag bedeckt	Wärmewert der Kerze zu hoch
Kerzenstein weißgebrannt mit glasigen Schmelzperlen	Wärmewert der Kerze zu niedrig, Kerze überhitzt
Kerzenstein mit öligem Niederschlag bedeckt	Kerze verölt, zu viel Öl im Verbrennungsraum

**Kerzengesicht bei Super-Kraftstoff**

Bilder hierzu siehe Grundbuch „Motor und Kupplung, Kühlung“

Kerzenstein und Elektroden grau-gelb oder braun	Kerze arbeitet einwandfrei, Wärmewert und Gemisch richtig
Kerzenstein mit grau-schwarzem Niederschlag bedeckt	Wärmewert der Kerze zu hoch
Kerzenstein mit glasigem, dunkelbraunem oder grau-schwarzem Niederschlag bedeckt	Wärmewert der Kerze zu niedrig, Kerze überhitzt
Kerzenstein mit starkem grau-gelbem oder braunem Niederschlag bedeckt	Kerze verbleit

## Elektrodenabbrand

Während des Betriebes sind die Elektroden einer stetigen, nicht zu verhindernden Abnutzung unterworfen.

Der Elektrodenabbrand tritt ein, weil die hohe Energie des Zündfunken auf eine sehr kleine Oberfläche konzentriert ist und den Elektroden-Werkstoff beim Überspringen des Zündfunken schmilzt. Dieser Vorgang wird als Elektrodenabbrand bezeichnet.

Der Abbrand hängt von folgenden Faktoren ab:

der Motordrehzahl:	er ist größer bei hoher Drehzahl
dem Verdichtungsdruck:	er ist größer bei hoher Verdichtung
der Elektrodentemperatur:	er ist größer bei hoher Temperatur
dem Gasgemisch:	er ist größer bei armem Gemisch
der Elektrodenform:	er ist größer bei dünnen, spitzen Elektroden
dem Elektrodenabstand:	er ist größer bei großem Abstand
der Art des Funkens:	er ist größer bei hoher Funkenenergie
der Entstörung der Zündanlage:	er ist größer bei abgeschirmten Zündleitungen und kleiner bei eingebauten Entstörwiderständen.

Durch den Elektrodenabbrand wird der Abstand zwischen den Elektroden größer, womit gleichzeitig der Widerstand, der dem Zündfunken beim Überwinden der Funkenstrecke entgegensteht, wächst. Die Folgen zu großen Elektrodenabstandes äußern sich daher in der Neigung des Motors zu schlechterem Anspringen, zu Aussetzern und schließlich zum Verschmutzen der Zündkerzen. Zu kleiner Elektrodenabstand führt bei niedrigen Drehzahlen zu unrundem, stolperndem Leerlauf, zu Aussetzern bei Teillast oder Leerlauf, sowie zum Auspuffknallen bei Talfahrt.

## Wartung und Prüfung der Zündkerze

Im laufenden Betrieb erstrecken sich die Wartungsarbeiten lediglich auf das Nachstellen der Elektroden und Reinigen der Zündkerzen.

### Reinigen der Zündkerze

Soll eine verschmutzte Zündkerze wieder betriebsbereit gemacht werden, so genügt es nicht sie oberflächlich zu reinigen, sondern dies muß so gründlich geschehen, daß auch das Innere der Gehäusebohrung, besonders der Isolierkörperfuß, völlig von Ruß-, Blei- und Ölkohlebelag frei wird.

Verölte Zündkerzen sind mit Benzin zu reinigen und vor dem Wiedereinbau mit Druckluft gründlich auszublasen.

Ruß-, Blei- und Ölkohlebelag läßt sich nur mit einem Sandstrahlgebläse gründlich entfernen, wobei die vom Kerzenhersteller vorgeschriebene Zeitdauer des Sandstrahlens nicht überschritten werden darf.

Wo kein Sandstrahlgebläse vorhanden ist, reinigt man das Innere der Zündkerze behelfsmäßig mit einer Stahlbürste, nötigenfalls unter Zuhilfenahme von Benzin.

Das Reinigen der Zündkerze mit einer Messingbürste oder Gegenständen aus weichen Metallen ist zu unterlassen, da derartige Gegenstände Spuren auf dem Isolierkörper hinterlassen, die elektrisch leitend sind und zum Aussetzen der Zündkerze führen können.

### Nachstellen der Elektroden

Durch den stetigen Elektrodenabbrand während des Betriebes vergrößert sich der Elektrodenabstand, und es kommt zu Zündstörungen.

Daher muß der Elektrodenabstand von Zeit zu Zeit durch Nachbiegen der Masseelektrode auf das vorgeschriebene Maß gebracht werden. Dabei darf weder die Mittelelektrode, noch der Isolierkörper beansprucht werden; dieser könnte beschädigt und die Zündkerze unbrauchbar werden.



Bild 45 – Elektrodenabstand prüfen



Bild 46 – Elektrodenabstand nachstellen

Es empfiehlt sich deshalb, zum Messen und Nachstellen des Elektrodenabstandes eine Zündkerzenlehre mit Elektrodenbiegevorrichtung zu verwenden. Der Elektrodenabstand ist richtig eingestellt, wenn sich der gewählte

Meßdraht mit kaum spürbarem Widerstand zwischen den Elektroden durchführen läßt.

Wann das Nachstellen der Elektroden zu erfolgen hat, richtet sich nach den Betriebsverhältnissen des Motors.

### Zündkerze prüfen

Verschiedene Fehler der Zündkerze, wie z. B. Gasdurchlässigkeit, feine Risse im Isolierkörper usw. sind ohne spezielle Hilfsmittel kaum feststellbar. Es ist deshalb ein Prüfgerät entwickelt worden, das die Zündkerze unter betriebsähnlichen Zuständen, d. h. unter Druck, prüft.

Der Prüfdruck soll 5 atü und nicht mehr als 8 atü betragen. Die an den Elektroden überspringenden Funken können an einer Schauöffnung beobachtet werden.

Bei einer guten Zündkerze springen die Funken nur an den Elektroden oder bei hohem Prüfdruck bzw. zu großem Kontaktabstand abwechselnd an der Zündkerze und an der parallel geschalteten Nebenfunkkenstrecke über.

Bei einer defekten Zündkerze zeigen sich weder Funken an den Elektroden noch an der Nebenfunkkenstrecke.

Die Ursache kann ein gesprungener Isolierkörper oder eine Kriechfunkenstrecke an Rußstellen sein.

Nebenschluß durch Bleibelag macht sich bei dieser Prüfung nicht bemerkbar, da die Zündkerze in kaltem Zustand geprüft, der Bleibelag aber erst bei höheren Temperaturen oder Feuchtigkeit leitfähig wird.

## ANLASSER

Der Anlasser hat die Aufgabe, den Verbrennungsmotor, der aus eigener Kraft nicht anlaufen kann, anzuwerfen. Die dazu erforderliche elektrische Energie wird der Fahrzeugbatterie entnommen, die in ihrer Größe, Spannung und Kapazität auf die Anlasseranlage abgestimmt ist.

Zum Anlassen werden in der Regel Elektromotore verwendet, die die beträchtlichen Widerstände der Verdichtung, der Kolbenreibung und die Reibung in den Lagern überwinden.

Die Reibungswiderstände sind von der Motortemperatur und der Schmiermittelbeschaffenheit abhängig. Sie sind bei einem kalten Motor mit dickflüssigem Motoröl am größten.

Damit sich beim Anlassen des Motors das zum Anspringen erforderliche Kraftstoff-Luftgemisch bildet, muß der Anlasser über eine genügend lange Anlaßzeit und eine ausreichend hohe Anlaßdrehzahl verfügen.

Diesen gestellten Anforderungen wird der elektrische Hauptstrommotor am besten gerecht.

Der Hauptstrommotor erzeugt, wie es der Anlaßvorgang erfordert, beim Anlauf sein größtes Drehmoment und steigert seine Drehzahl mit abnehmender Last, so daß der Motor beim Durchdrehen auf die erforderlichlich hohe Anlaßdrehzahl gebracht wird. Die zum Anwerfen des Motors erforderliche große Übersetzung zwischen Anlasserwelle und Kurbelwelle wird dadurch erzielt, daß der Anlasser mit einem kleinen Ritzel auf den großen Zahnkranz des Motorschwungrades arbeitet. Bei der hohen Übersetzung zwischen Ritzel und Zahnkranz darf das Ritzel nicht dauernd im Eingriff bleiben, da sonst bei voller Drehzahl des Motors der Anlasseranker auf unzulässig hohe Drehzahlen käme. Zwischen Ritzel und Anlasseranker ist deshalb eine Rollenfreilaufkupplung eingebaut, die die kraftschlüssige Verbindung zwischen Anlasseranker und dem Zahnkranz selbsttätig trennt, wenn die Motordrehzahl über die Anlasserdrehzahl ansteigt.

Von den verschiedenen möglichen Anlaßvorrichtungen hat sich der elektrische Zahnkranz-Durchdrehanlasser für das Kraftfahrzeug am besten eingeführt. Die einzelnen Bauarten des Anlassers unterscheiden sich im Wesentlichen durch ihre Einspursysteme und durch ihre Kupplungen zwischen Ankerwelle und Ritzel.

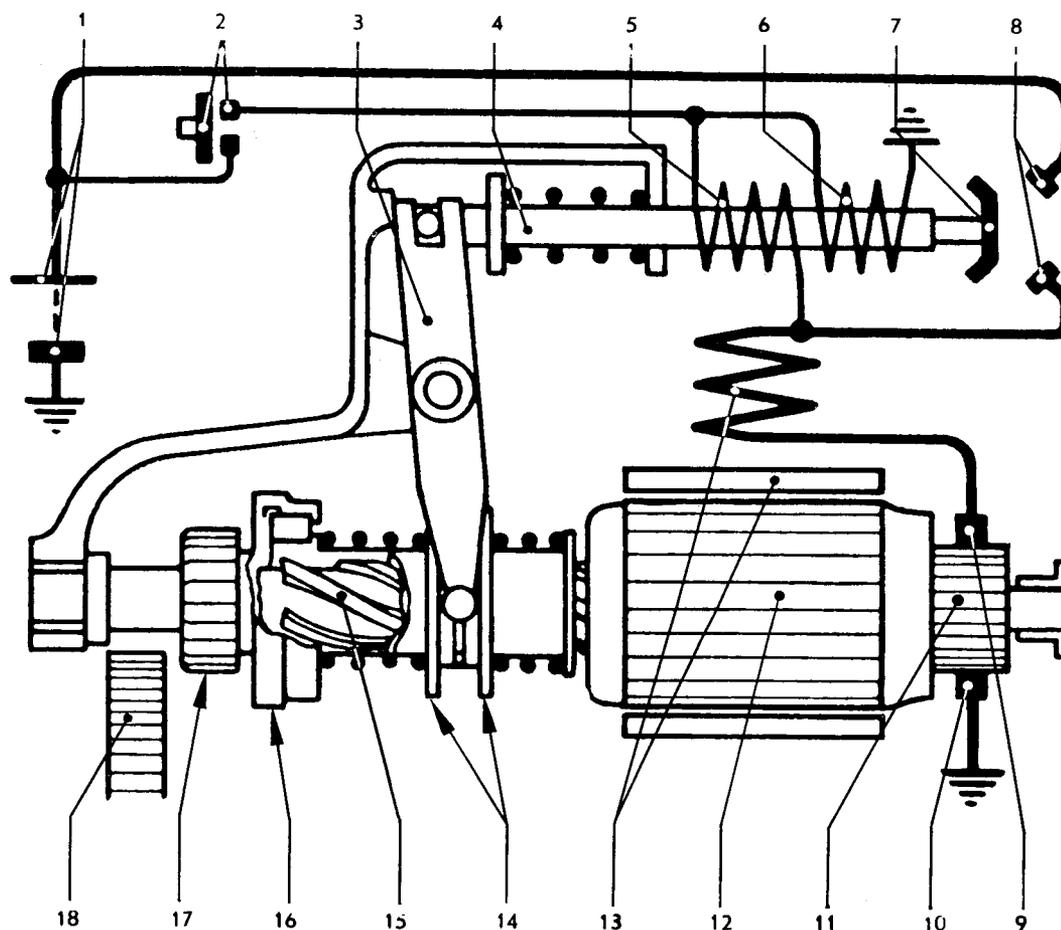


Bild 47 – Schematische Darstellung des Schubschraubtrieb-Anlassers

- |                     |  |                                 |
|---------------------|--|---------------------------------|
| 1 Batterie          | 7 Schaltkontakt am Magnetanker           | 13 Erregerwicklung mit Polschuh |
| 2 Zündanlaßschalter | 8 Schaltkontakte im Magnetschalterdeckel | 14 Führungsringe                |
| 3 Einrückhebel      | 9 Plus-Kohlebürste                       | 15 Steilgewinde                 |
| 4 Magnetanker       | 10 Minus-Kohlebürste                     | 16 Rollenfreilauf               |
| 5 Einzugswicklung   | 11 Kollektor                             | 17 Ritzel                       |
| 6 Haltewicklung     | 12 Anker                                 | 18 Motorschwungrad              |

## Aufbau des Anlagers

Der elektrische Anlasser ist in seinem grundsätzlichen Aufbau ein Elektromotor mit Ritzel, Freilaufkupplung und Einspurvorrichtung.

Er besteht aus einem runden Stahlgehäuse (48/14) – Polgehäuse – das an den beiden Stirnseiten durch das Kollektorlager (48/8) und das Antrieblager (48/1) abgeschlossen ist. Gehäuse und beide Lager werden in der Regel durch lange Schraubenbolzen zusammengehalten.

Im Polgehäuse selbst sind die Polschuhe (48/16) aus massivem Eisen mit den Erregerwicklungen (48/17) befestigt. Beim Hauptstrommotor und somit beim Anlasser sind die Erregerwicklungen (48/17) im Polgehäuse und die Ankerwicklung (48/18) in Reihe geschaltet; beide Wicklungen werden also von demselben Strom durchflossen. In den Gleitlagern (Kompobuchsen) des Antriebs- bzw. Kollektorlagers ist der Anker (48/15), ein zylindrisches Blechpaket, drehbar gelagert. In seinen Längsnuten ist die Ankerwicklung untergebracht und am Kollektor (48/10) fortlaufend verbunden. Das Kollektorlager, das durch ein abnehmbares Verschlußband bzw. durch eine Verschlußkappe abgedeckt ist, trägt die Bürstenhalter (48/11) mit den Kohlebürsten (48/12). Die Kohlebürsten werden durch Bürstenfedern auf den Kollektor gedrückt und leiten dem Anker den elektrischen Strom zu.

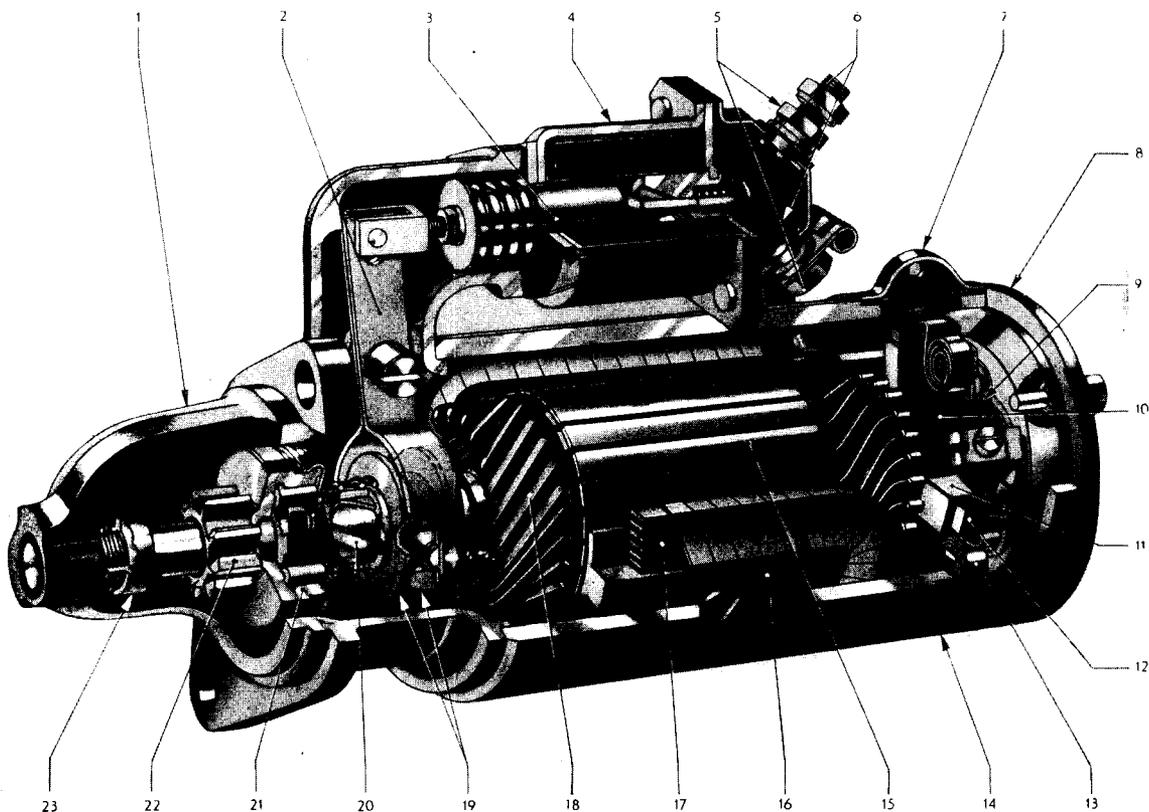


Bild 48 – Schnittbild eines Schubschraubtrieb-Anlagers mit elektromagnetischer Einspurvorrichtung

- |                  |                  |                                |
|------------------|------------------|--------------------------------|
| 1 Antrieblager   | 9 Ankerbremse    | 17 Erregerwicklung             |
| 2 Einrückhebel   | 10 Kollektor     | 18 Ankerwicklung               |
| 3 Magnetanker    | 11 Bürstenhalter | 19 Führungsringe               |
| 4 Magnetschalter | 12 Kohlebürste   | 20 Steilgewinde der Ankerwelle |
| 5 Anschlußbolzen | 13 Bürstenfeder  | 21 Rollenfreilaufkupplung      |
| 6 Kontaktstücke  | 14 Polgehäuse    | 22 Ritzel                      |
| 7 Spannband      | 15 Anker         | 23 Kronenmutter, versplintet   |
| 8 Kollektorlager | 16 Polschuh      |                                |

Das Ritzel (48/22), das beim Schubschraubtrieb-Anlasser außen gelagert ist, muß, damit der Motor durchgedreht werden kann, in den Zahnkranz des Motorschwungrades eingreifen. Ist der Motor angesprungen, so muß die kraftschlüssige Verbindung zwischen Anlasseranker und Motorschwungrad selbsttätig wieder getrennt werden. Der Anlasserstrom, der Werte von einigen 100 Ampere annehmen kann, wird entweder mechanisch oder elektromagnetisch mit Hilfe eines Magnetschalters (48/4) geschaltet.

Die Bewegung des Magnetschalters wird außer zum Schaltvorgang auch dazu benutzt, das Ritzel des Anlassers gegen den Schwungradzahnkranz hin zu bewegen und es einzudrücken. Der Magnetschalter (48/4) besteht grundsätzlich aus einem Magnetkern mit zwei Wicklungen, einem Magnetgehäuse und dem Magnetanker (48/3). Der Magnetanker wird durch die elektromagnetische Kraft der Magnetspule angezogen und verbindet durch seine Kontaktschiene die Kontaktstücke (48/6).

### **Wirkungsweise des Anlassers**

Beim Einschalten des Anlassers durch den Magnetschalter (48/4) wird zunächst vom Magnetanker (48/3) der Einrückhebel (48/2) entgegen einer Federkraft angezogen, ohne die Erreger- und Ankerwicklung einzuschalten.

Der Einrückhebel (48/2) schiebt beim Einschalten über den ritzelseitigen Führungsring und eine Schraubenfeder den Mitnehmer und das Ritzel gegen den Zahnkranz des Motorschwungrades, wobei sich Ritzel mit Mitnehmer wegen der Wirkung des Steilgewindes (48/20) auf der Ankerwelle dreht. Gelangt das Ritzel (48/22) vor eine Zahnücke im Zahnkranz, so spurt es sofort ein. Kurz vor dem Ende des Einspurweges schalten die Kontakte im Magnetschalter den Anlasserstrom ein und der Anker (48/15) läuft an.

Infolge der Schraubwirkung des Steilgewindes (48/20) schiebt sich das Ritzel (48/22) noch bis zum Anschlag an die versplintete Kronenmutter (48/23) weiter in den Zahnkranz. Hat das Ritzel diese Endstellung erreicht, so ist ein weiterer Vorschub unmöglich. Das Ritzel ist dann über den Rollenfretlauf und den Mitnehmer kraftschlüssig mit der Ankerwelle verbunden und der Anlasseranker kann den Motor anwerfen.

Stößt beim Vorschub das Ritzel auf einen Zahn des Zahnkranzes, so drückt der Einrückhebel die ritzelseitige Schraubenfeder zusammen, bis die Schaltkontakte im Magnetschalter schließen. Beim Schließen der Schaltkontakte wird der Anker in Drehung versetzt, das Ritzel wird über die Zahnstirnfläche hinweggedreht und spurt unter dem von der gespannten Schraubenfeder und vor allem von der Schraubwirkung des Steilgewindes herrührenden Druckes in die nächstfolgende Zahnücke ein.

Der am Antrieblager (48/1) angebaute Magnetschalter (48/4) hat zwei Wicklungen, eine Einzug- und eine Haltewicklung. Beim Einschleiben des Ritzels in den Zahnkranz wirken beide Wicklungen auf den Magnetschalteranker (48/3). Durch das Einschalten des Anlasserstromes wird die Einzugwicklung im Magnetschalter kurz geschlossen – abgeschaltet –, so daß nur noch die Haltewicklung, die den Magnetschalteranker festhält, wirkt.

Da der angeworfene Motor schneller dreht als der Anlasser, läuft das Ritzel frei. Der Mitnehmer wird entlastet und von der gespannten ankerseitigen Schraubenfeder zurückgezogen. Das Ritzel bleibt jedoch solange etwas in Eingriff, solange der Anlasser eingeschaltet ist.

Beim Abschalten des Anlassers gehen Mitnehmer und Ritzel unter dem Zug der am Einrückhebel angreifenden Rückholfeder in die Ruhestellung zurück. Diese Feder hält auch das Ritzel trotz der Erschütterungen durch den laufenden Motor in seiner Ruhelage.

Der zum Schutz des Anlassers eingebaute Rollenfreilauf (48/21) kuppelt das Ritzel mit dem Mitnehmer so, daß bei antreibender Ankerwelle das Ritzel mitgenommen wird, jedoch bei schneller laufendem Ritzel der Kraftschluß gelöst wird.

Die grundsätzliche Arbeitsweise des Außenkeilfreilaufs – Bild 49 – ist, daß die Kraftübertragung von den außenliegenden Gleitkurven (49/8) über fünf Freilaufwellen nach innen auf das auf der Ankerwelle gelagerte Ritzel (49/4) erfolgt.

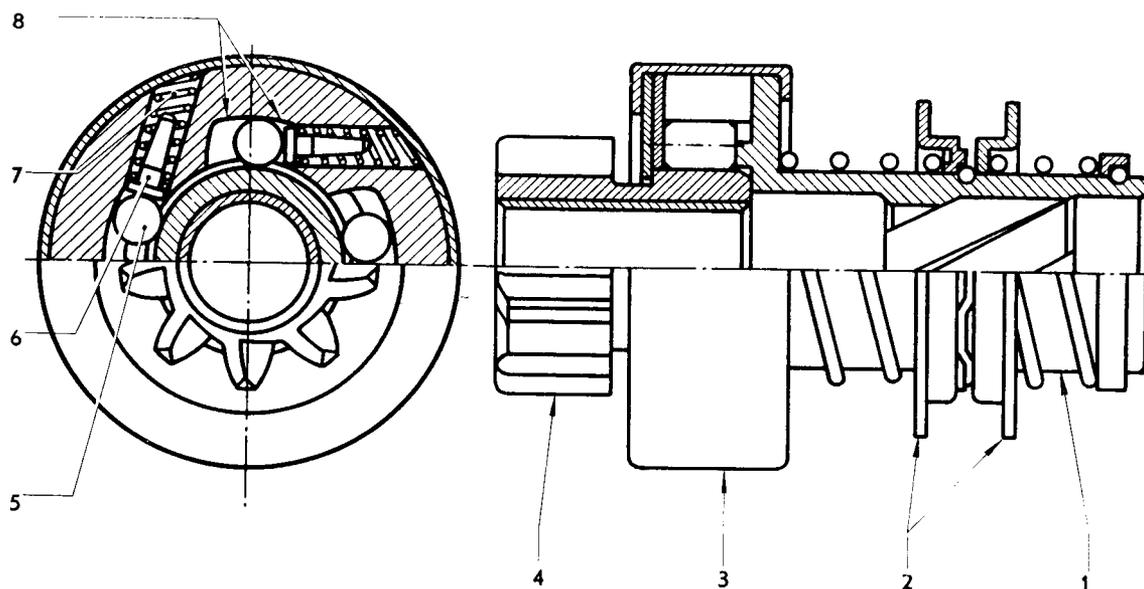


Bild 49 – Außenkeilfreilauf mit Ritzel

- |                 |                 |              |
|-----------------|-----------------|--------------|
| 1 Mitnehmer     | 4 Ritzel        | 7 Druckfeder |
| 2 Führungsringe | 5 Rolle         | 8 Gleitkurve |
| 3 Freilauf      | 6 Führungsstift |              |

Damit der Anlasser nach dem Ausschalten möglichst rasch zum Stillstand kommt und erforderlichenfalls kurz darauf ein neuer Anlaßversuch erfolgen kann, ist auf der Ankerwelle eine Ankerbremse angeordnet.

Je nach Ausführung wird durch eine Schraubenfeder eine Preßstoffscheibe an das Ankerblechpaket angeedrückt oder zwei Bremsbacken, die auf Führungsstiften auf der Ankerwelle sitzen, werden gegen eine Ausdrehung des Kollektorlagers gedrückt. Der Bremsdruck ist so bemessen, daß der eingeschaltete Anlasser beim Anlaßvorgang nicht behindert und trotzdem der Anker des ausgeschalteten Anlassers rasch abgebremst wird.

### Wartung des Anlassers

Bei Arbeiten am elektrischen Teil des eingebauten Anlassers besteht die Gefahr von Kurzschlüssen. Es ist deshalb dringend zu empfehlen, vor derartigen Arbeiten das Minuskabel der Batterie abzuklemmen.

Der elektrische Anlasser ist bis auf das Überprüfen der Kohlebürsten und des Kollektors wartungsfrei.

### **Kohlebürsten prüfen**

Die Kohlebürsten sind von Zeit zu Zeit auf einwandfreien Zustand zu überprüfen.

Nach Abnahme des Verschlußbandes bzw. der Verschlußkapsel wird mit einem Haken die Bürstenfeder, die die betreffende Kohlebürste auf den Kollektor drückt, angehoben; dabei Feder nicht zur Seite biegen und nicht mehr als notwendig anheben.

Die Kohlebürsten müssen sich in ihrer Führung im Bürstenhalter leicht bewegen lassen. Sie müssen frei von Staub, Öl und Fett sein. Sind diese Teile verschmutzt oder klemmen sie, so sind sie mit einem sauberen, benzinfuchten Tuch – nicht mit Putzwolle, da diese leicht fasert – zu reinigen und gut zu trocknen.

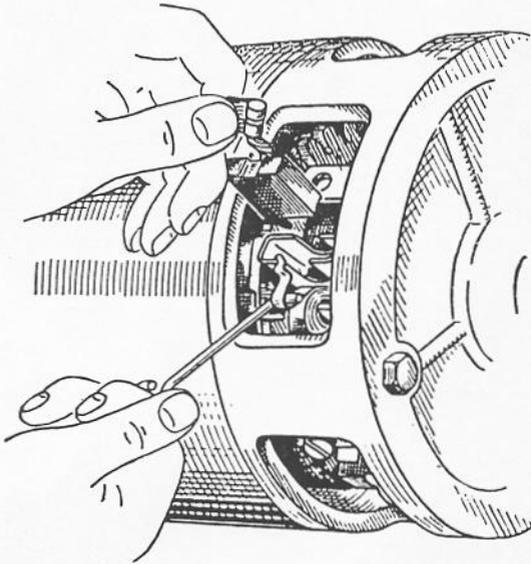


Bild 50 – Prüfen der Kohlebürsten

Blanke Schleifflächen nicht mit Schmirgelpapier, Feile oder Messer bearbeiten. Alle Teile gut ausblasen. Ist eine Kohlebürste gebrochen, ausgelötet oder so weit abgenutzt, daß die Feder oder die in die Bürste eingelötete Litze am Bürstenhalter anzustoßen droht, so ist sie auszuwechseln.

Beim Einsetzen der Bürsten darauf achten, daß Feder nicht auf die Bürste schlägt.

Bei einer Grundüberholung des Anlassers sind die Kohlebürsten stets zu erneuern.

### Kollektor prüfen

Der Kollektor soll eine gleichmäßig glatte, grauschwarze Oberfläche haben und muß frei von Staub, Öl und Fett sein. Verschmutzte Kollektoren sind mit einem sauberen, benzinfuchten Tuch (nicht Putzwolle) zu reinigen und gut zu trocknen.

Durch Abnutzung riefig und unrund gewordene Kollektoren müssen abgedreht werden.

Keinesfalls darf ein Kollektor mit Schmirgelleinen oder einer Feile bearbeitet werden.

### Schmierung

Die Lager der Schubschraubtrieb-Anlasser sind mit Selbstschmierlagern (Kompobuchsen) ausgestattet, brauchen also nicht geschmiert zu werden. Die Lager dürfen nicht mit fettlösenden Reinigungsmitteln behandelt werden.

Ritzel bei ausgebautem Anlasser reinigen und anschließend wieder einfetten.

### Überprüfung des Anlassers bzw. Anlasser testen

Anlasser eingebaut

Wegen der hohen Leistung, die vom Anlasser gefordert wird, ist er auch der größte Stromverbraucher in der elektrischen Anlage eines Kraftfahrzeuges. Deshalb hängt das einwandfreie Arbeiten des Anlassers von Voraussetzungen ab, die in so hohem Maß von keinem anderen Stromverbraucher verlangt werden. Dies sind vor allen Dingen eine gute und voll geladene Batterie, sowie genügend starke und einwandfreie Stromzuführungen.

Daraus ergibt sich, daß beim Versagen des Anlassers nicht nur der Anlasser selbst, sondern oft auch die Batterie und die Zuleitungskabel als Fehlerquelle auftreten.

Es wird deshalb empfohlen, mit der Überprüfung der Batterie zu beginnen, um von vornherein festzustellen, ob die Energiequelle ausreicht (siehe Batterie prüfen bzw. testen).

Ist die Batterie in Ordnung, so werden die Stromzuführungen geprüft. Schlechte Batterieanschlüsse, schlecht verlötete Kabelschuhe, oxydierte Kontakte usw. haben einen Spannungsabfall zur Folge, der mit dem kleinen Meßbereich eines Voltmeters zu messen ist – Meßbereich ca. 0 – 4 Volt. Das Voltmeter wird der zu prüfenden Leitung parallel geschaltet

und zwar bei Überprüfung der Plusleitung an den Plus-Polkopf der Batterie und an den Anschlußbolzen des Anlasserschalters und bei Überprüfung der Minusleitung an den Minus-Polkopf der Batterie und an das Anlassergehäuse.

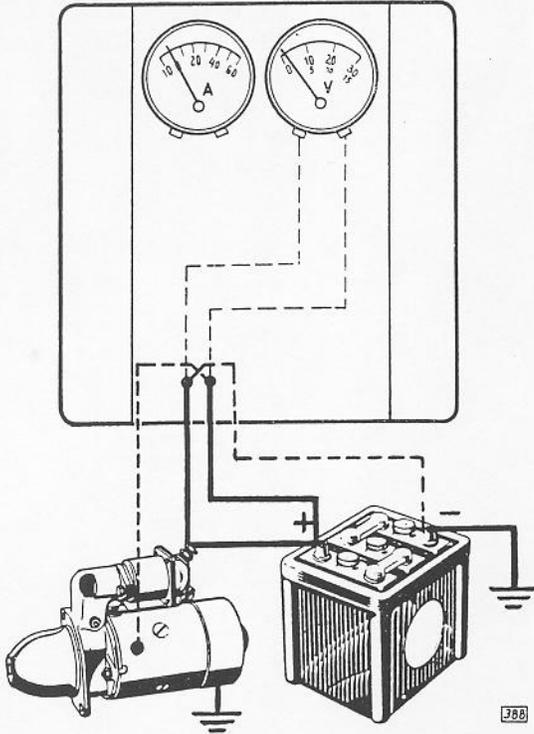


Bild 51 – Messen des Spannungsabfalls in den Anlasserleitungen

Der **während des Anlassens** gemessene Spannungsabfall soll 4 %, also bei 6-Volt-Anlagen 0,24 Volt nicht überschreiten.

Nach diesen Messungen kann beurteilt werden, ob die Stromzuführungen in Ordnung sind und ob die Energiequelle für den Anlasser ausreicht.

Sind Batterie und Zuleitungen in Ordnung, so kann ein etwaiger Defekt nur am Anlasser liegen. Der Anlasser kann im eingebauten Zustand nur auf seine Stromaufnahme in belastetem und blockiertem Zustand unter Berücksichtigung der Batteriespannung geprüft werden. Hierzu wird ein Amperemeter – Meßbereich 0 – 600 Ampere – in die Anlasserleitung geschaltet.

Bei der Prüfung des Anlaßstromes bei Belastung, wird der Anlasser mit in die Anlasserleitung geschaltetem Amperemeter zum Durchdrehen des Motors eingeschaltet.

Prüfwerte beachten!

Zur Prüfung der Stromaufnahme beim blockierten Anlasser wird der 3. Gang eingelegt, die Handbremse fest angezogen und zweckmäßig ein Keil vor beide Hinterräder gelegt.

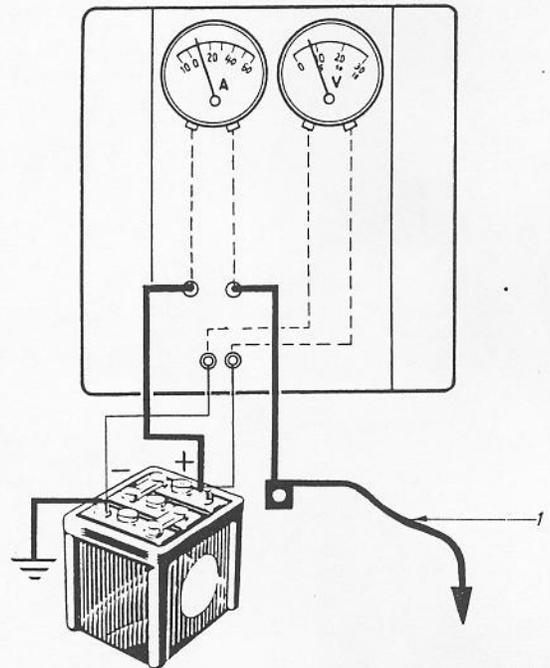


Bild 52 – Messen der Anlasserstromaufnahme und der Batteriespannung

1 Von Batterie abgeklemmte Anlasserleitung

Das Amperemeter – Meßbereich 0 – 600 Ampere – wird zwischen die Anlasserzuleitung geschaltet und der Anlasser betätigt.

Bei dieser Prüfung dreht der Anlasser den Motor nicht durch, sondern ist blockiert.

Prüfwerte beachten!

Werden die geforderten Werte bei den Prüfungen nicht erreicht, so ist der Anlasser auszubauen und instand zu setzen.

# Anlasser instand setzen

(Typen EJD 0,8/6 R95 und EGD 0,6/6 AR27)

Anlasser ausgebaut

1. Verschlussband oder Verschlusskappe vom Anlasser abschrauben.
2. Kohlebürsten ausbauen. Hierzu Anschlußkabel der Bürsten abschrauben, Bürstenfedern mit einem Haken anheben und Bürsten aus Bürstenhalter herausnehmen.

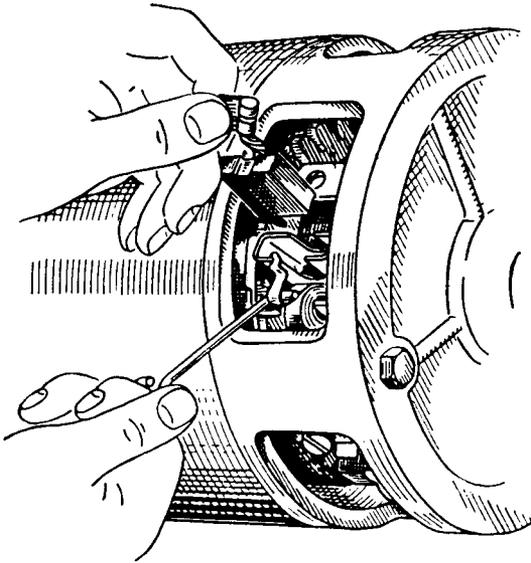


Bild 53 – Kohlebürsten ausbauen

3. Kollektorlager vom Polgehäuse abschrauben – zwei Gewindebolzen – und abnehmen.  
Anlauf- und Ausgleichscheiben evtl. Ankerbremse von Ankerwelle abnehmen.
4. Am Magnetschalter Anschluß der Erregerwicklung lösen. Bolzenschraube für Einrück-

hebel aus Antrieblager herausschrauben und Magnetschalter abschrauben.

5. Anker mit Antrieblager aus Polgehäuse herausziehen und Anker aus Antrieblager nehmen.
6. Linksgängige Kronenmutter auf der Ankerwelle entsplinten und abschrauben.
7. Sprengring auf Ankerwelle abnehmen.

Damit beim Entfernen des Sprengringes Nut und Gewinde der Ankerwelle nicht beschädigt werden, Anker zwischen zwei Blei- oder Alubacken in einen Schraubstock spannen. Sprengring so weit spreizen, daß er sich über das Gewinde der Ankerwelle führen läßt. Eventuell vorhandenen Grat an der Nut sorgfältig mit Schlichtfeile entfernen, damit Kompobuchse des Anlasserritzels nicht beschädigt wird.

8. Ritzel, evtl. Zwischenlager und Ankerbremse mit Feder und Anlaufscheiben, nach vorn von der Ankerwelle abnehmen.
9. Anlasser reinigen.

Die ausgebauten Teile in Benzin oder einem anderen geeigneten Reinigungsmittel auswaschen und sofort mit Preßluft ausblasen. Anker- und Erregerwicklungen, Ritzel, Kompobuchsen in den Lagern nicht in Reinigungsmittel legen. Nur bei sehr starker Verschmutzung kurz abwaschen und sofort mit Preßluft ausblasen.

## Prüfen der einzelnen Teile

Alle Teile auf Abnutzung und mechanische Beschädigungen prüfen. Elektrische Anschlüsse und Wicklungen auf richtige Befestigung und einwandfreie Isolation prüfen. Beschädigte Gewinde nachschneiden. Auf vorgeschriebene Maße und Angaben achten.

### Anker

#### Ankerwicklung und Kollektor auf Masseschluß prüfen

1. Anker auf sichtbare mechanische Beschädigungen prüfen.

2. Ankerwicklung und Kollektor mit 40-Volt-Prüflampe auf Masseschluß prüfen.

Hierzu eine Prüfspitze an das Blechpaket oder die Ankerwelle und die zweite Prüfspitze an den Kollektor halten. Die Prüflampe darf **nicht** aufleuchten.

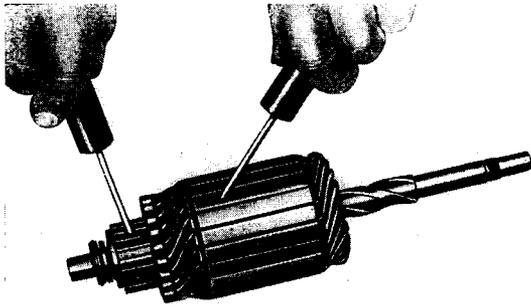


Bild 54 – Ankerwicklung und Kollektor auf Masseschluß prüfen

### Ankerwicklung auf Unterbrechung prüfen

Mit 6-Volt-Prüflampe Ankerwicklung auf Unterbrechung prüfen. Dazu Kollektor mit den Prüfspitzen von Kollektorlamelle zu Kollektorlamelle abtasten. Die Prüflampe muß immer **gleich hell** aufleuchten.

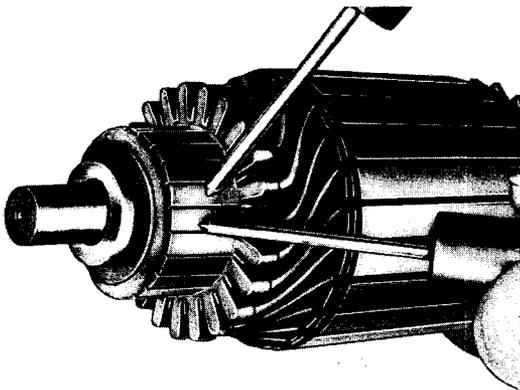


Bild 55 – Ankerwicklung auf Unterbrechung prüfen

### Ankerwicklung auf Windungsschluß prüfen

Zur Prüfung der Ankerwicklung auf Windungsschluß können handelsübliche, zu diesem Zweck geeignete Prüfgeräte verwendet werden. In jedem Fall ist die zugehörige Bedienungsanleitung genau zu beachten.

In der Regel wird der Anker mit einer Sonde abgetastet und ein evtl. vorhandener Windungsschluß durch ein Magisches Auge, einen Summtom im Kopfhörer oder durch Anziehen einer Stahlzunge angezeigt.

### Kollektor reinigen und nachdrehen

Die Lauffläche des Kollektors soll gleichmäßig grauschwarz und riefenfrei sein; auch darf keine Isolation zwischen den Lamellen hervorstehen.

Eingelaufenen, eingebrannten oder unrunder Kollektor nur so viel nachdrehen, bis die Oberfläche vollständig glatt ist.

Der Kollektor darf höchstens auf das vorgeschriebene Mindestmaß abgedreht werden.

Zum Nachdrehen soll ein rechter gerader Seitenstahl verwendet werden. Zum Vor- und Nachdrehen nicht denselben Stahl verwenden bzw. vor dem Nachdrehen die Schneide des Stahles abziehen.

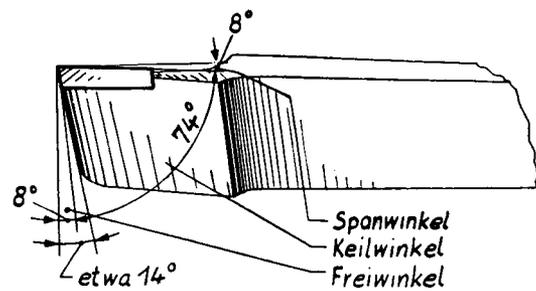


Bild 56 – Drehstahl zum Abdrehen des Kollektors

1. Anker auf der Antriebseite in Spannfutter und auf der Kollektorseite in eine Reitstocklunette oder geeignete Vorrichtung einspannen.

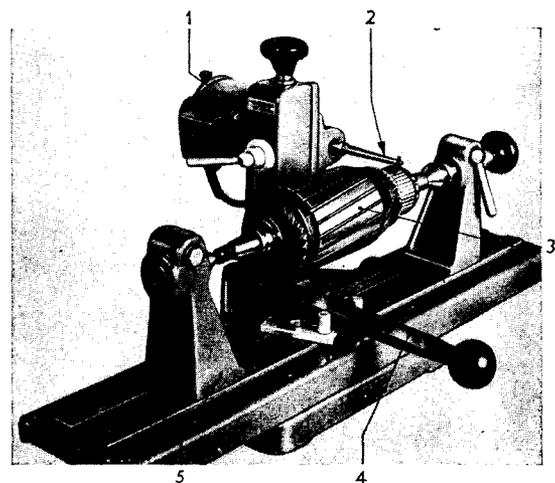


Bild 57 – Lamellenisolation ausräumen

- 1 Antriebmotor
- 2 Fräser
- 3 Anker
- 4 Transporthebel
- 5 Verstellbarer Bock

2. Vordrehspan so stark nehmen, daß die tiefste eingebrannte Stelle im Kollektor einwandfrei überdreht wird.
3. Lamellenisolation zwischen den Kollektorlamellen mit einer Kollektorsäge etwa 0,5 – 0,8 mm tief ausräumen.
4. Kollektor anschließend mit einem nicht mehr als 0,03 mm starkem Schlichtspan nachdrehen und Lamellen sauber ausbürsten. Kollektor **nicht** mit Schmirgelleinen nachpolieren.

*A n m e r k u n g* : Das Nachdrehen soll mit der höchsten Drehzahl, die mit der vorhandenen Drehbank erreicht wird, durchgeführt werden.

5. Nach dem Abdrehen grundsätzlich Anker auf Windungsschluß prüfen und Kohlebürsten ersetzen.
6. Kollektor und Blechpaket auf Rundlauf prüfen.

## Polgehäuse

### Erregerwicklung auf Masseschluß prüfen

1. Erregerwicklung auf sichtbare mechanische Beschädigungen prüfen. Verbrannte oder beschädigte Erregerwicklungen sind in jedem Fall zu ersetzen.
2. Erregerwicklung mit 40-Volt-Prüflampe auf Masseschluß prüfen. Dazu eine Prüfspitze an das Polgehäuse und die zweite Prüfspitze an ein Ende der Erregerwicklung halten.

Die Prüflampe darf **nicht** aufleuchten.

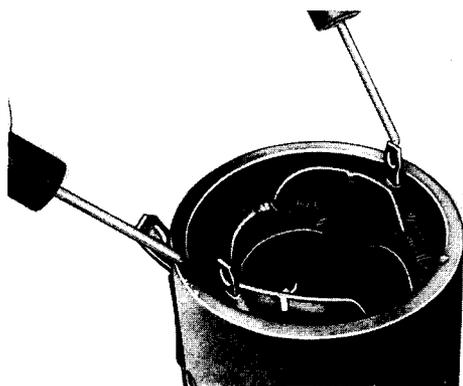


Bild 58 – Erregerwicklung auf Masseschluß prüfen

### Erregerwicklung auf Unterbrechung prüfen

1. Erregerwicklung mit 6-Volt-Prüflampe auf Unterbrechung prüfen.

Dazu Wicklungsenden mit den Prüfspitzen abtasten.

Die Prüflampe muß immer **gleich hell** aufleuchten.

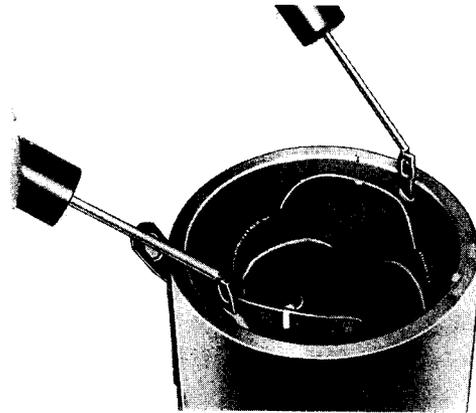


Bild 59 – Erregerwicklung auf Unterbrechung prüfen

### Erregerwicklung auf Windungsschluß prüfen

1. Zum Prüfen der Erregerwicklung auf Windungsschluß müssen die einzelnen Spulen ausgebaut werden (siehe Arbeitsvorgang in dieser Gruppe).

Erregerwicklung nur ausbauen, wenn begründeter Verdacht auf Windungsschluß besteht.

2. Zum Prüfen der Ankerwicklung auf Windungsschluß können handelsübliche, zu diesem Zweck geeignete Prüfgeräte verwendet werden.

In jedem Fall ist die zugehörige Bedienungsanleitung genau zu beachten. In der Regel werden die einzelnen Spulen in ein Prüfjoch gelegt und ein evtl. vorhandener Windungsschluß durch ein Magisches Auge, einen Summton im Kopfhörer oder durch Anziehen einer Stahlzunge angezeigt.

### Erregerwicklung aus- und einbauen

1. Lage der Polschuhe und der Wicklungsenden gegen das Polgehäuse zeichnen, damit Pol-

schuhe und Spulen später wieder in derselben Lage eingebaut werden können.

2. Polgehäuse mit eingebauter Wicklung zwischen zwei Blei- oder Alubacken in einen Schraubstock oder einen speziellen Aufspannbock einspannen.

Polschuhschrauben mit einem Polschuhschraubenzieher lösen und Polschuhe aus Polgehäuse herausnehmen. Wicklungsenden der Erregerwicklung aus Polgehäuse-durchführung auslöten und Wicklung aus Gehäuse nehmen.

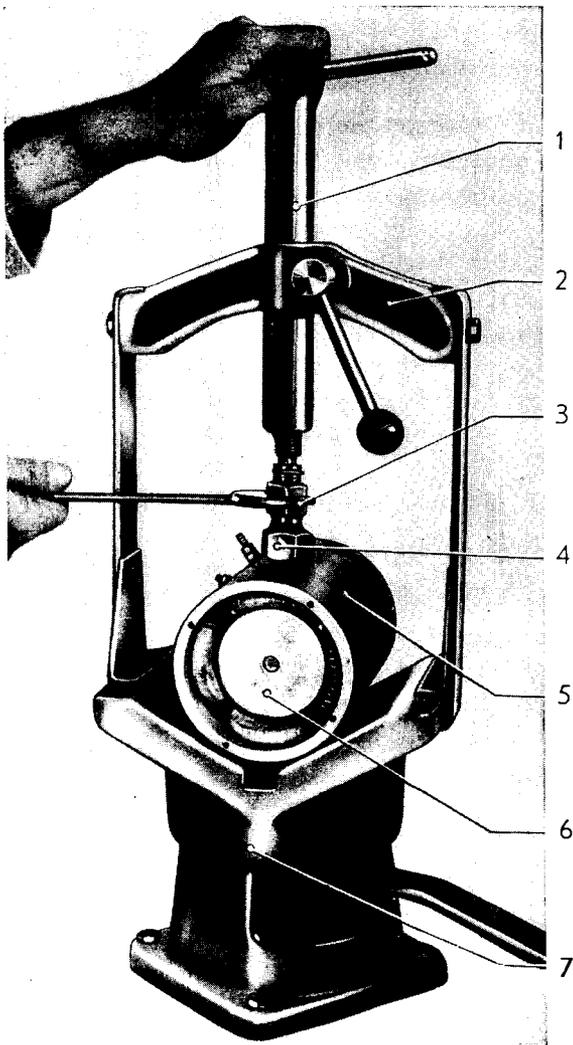


Bild 60 – Polschuhschrauben anziehen

- 1 Führungrohr
- 2 Spannbügel
- 3 Gabelschlüssel
- 4 Halter für Schraubenziehereinsatz
- 5 Polgehäuse
- 6 Eintreibdorn
- 7 Aufspannbock

Beim Einbau der Erregerwicklung folgendes beachten:

1. Polschuhe in die einzelnen Spulen einschieben und Polschuhe mit Spulen wieder in der alten Lage (auf Markierung achten) an Polgehäuse anschrauben; jedoch noch nicht mit Polschuhschraubenzieher festziehen.

**Anmerkung:** Beim Einbau der Erregerwicklung ist darauf zu achten, daß keine Fremdkörper, Schmutz und dgl. zwischen Polschuhen, Wicklung und dem Polgehäuse eingeklemmt werden.

2. Eintreibdorn in das Polgehäuse eindrücken und Polschuhschrauben mit Polschuhschraubenzieher endgültig fest anziehen. Eintreibdorn wieder aus Polgehäuse herausdrücken.
3. Wicklungsenden in Polgehäusedurchführung eindrücken, verstemmen und verlöten. Dabei darauf achten, daß alle Scheiben fest zusammengepreßt werden, damit Durchführung unter einer von den Scheiben herrührenden Vorspannung festsitzt.
4. Nach dem Einbau der Erregerwicklung, Wicklung auf Masseschluß prüfen (siehe Arbeitsvorgang „Erregerwicklung auf Masseschluß prüfen“).

## Kollektorlager

### Isolierte Bürstenhalter auf Masseschluß prüfen

1. Isolierte Bürstenhalter mit 40-Volt-Prüflampe auf Masseschluß prüfen. Dazu eine Prüfspitze auf das Kollektorlager, die andere Prüfspitze auf den jeweiligen isolierten Bürstenhalter halten.

Prüflampe darf **nicht** aufleuchten.

2. Darauf achten, daß Verbindungsbrücke zwischen den beiden isolierten Bürstenhaltern nicht beschädigt oder ausgelötet und daß ein einwandfreier Kontakt vorhanden ist.

3. Kohlebürsten auf Abnutzung untersuchen und prüfen, ob sie sich in ihren Führungen im Bürstenhalter leicht bewegen lassen.

Die Kohlebürsten sind zu ersetzen, wenn sie – gemessen zwischen Federauflage und

Schleiffläche – kürzer als das vorgeschriebene Mindestmaß sind.



Bild 61 – Isolierten Bürstenhalter auf Masseschluß prüfen

Bei dieser Länge wären die Bürsten stark zur Hälfte der abnutzbaren Länge abgelaufen. Die Erneuerung ist erforderlich, damit die Kohlen mit Sicherheit bis zur nächsten Überholung ausreichen. Stets alle Kohlen erneuern und nur Original-Kohlebürsten verwenden.

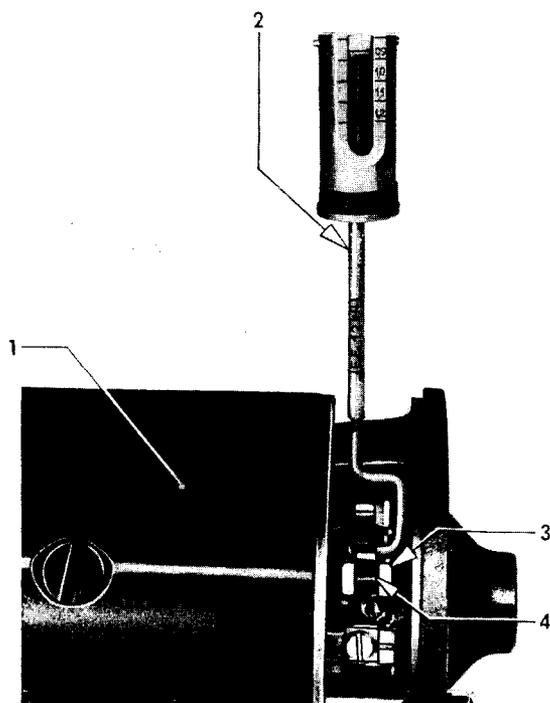


Bild 62 – Bürstenfederdruck prüfen

- 1 Anlasser
- 2 Federwaage
- 3 Kohlebürste
- 4 Bürstenfeder

4. Beschädigte, angerostete oder ausgeglühte Bürstenfedern sind zu erneuern. Federn richtig einsetzen; Bürstendruck mit Federwaage prüfen.

Prüfwert beachten!

5. Abgenutzte Kompobuchse auswechseln (siehe Arbeitsvorgang „Kompobuchsen aus- und einbauen“).

### Antrieb- und Zwischenlager

Abgenutzte Kompobuchsen auswechseln (siehe Arbeitsvorgang „Kompobuchsen aus- und einbauen“).

### Ritzel mit Rollenfreilaufkupplung

1. Ritzelzähne auf Abnutzung prüfen. Ritzel ersetzen, wenn Rollenfreilaufkupplung beschädigt und Ritzelzähne abgenutzt sind.
2. Beschädigte und abgenutzte Kompobuchsen des Ritzels auswechseln (siehe Arbeitsvorgang „Kompobuchsen aus- und einbauen“).

Anmerkung: Beim Auswechseln eines Ritzels immer genau feststellen, ob es sich um Ritzel mit Innenkeilfreilauf oder um ein Ritzel mit Außenkeilfreilauf handelt.

Bei Anlassern der 1,2-, 1,5- und 1,7-Ltr.-Motoren können sowohl Ritzel mit Innenkeil- als auch mit Außenkeilfreilauf eingebaut werden, während bei den Anlassern der 2,5- und 2,6-Ltr.-Motoren immer der gleiche Ritzel-Typ wie ursprünglich vorhanden, eingebaut werden muß.

### Kompobuchsen aus- und einbauen

1. Zeigt sich bei der Instandsetzung, daß die Kompobuchsen ausgelaufen oder mechanisch beschädigt sind, so sind die Buchsen zu ersetzen.
2. Kompobuchsen-Selbstschmierlager werden zu Ersatzzwecken mit Fertigmaßen geliefert. Sie sollen innen und außen nicht bearbeitet werden, da sich die Poren des Lagermetalls sonst leicht verstopfen und dadurch die Öldurchlässigkeit verringert wird.

3. Ausgelaufene oder beschädigte Kompobuchse mit einem geeigneten Werkzeug ausziehen oder auspressen.
4. Sitz der Buchse reinigen, evtl. vorhandene Grate vorsichtig entfernen.
5. Neue Buchse vor dem Einpressen mindestens 1/2 Std. in Öl legen, damit das Lagermetall sich gut voll Öl saugen kann.

6. Kompobuchse mit einem genau passenden Dorn einpressen. Da sich die Bohrung der Buchse beim Einpressen unter Umständen etwas verringert, wird, falls erforderlich, durch die Buchse ein passender Glättdorn durchgedrückt.

Es ist darauf zu achten, daß genügend Lagerspiel vorhanden ist, damit Klemmen bzw. Anfressen des Lagers durch übermäßige Erwärmung mit Sicherheit vermieden wird.

### Zusammenbau des Anlassers

in umgekehrter Reihenfolge, dabei beachten:

### Schmiervorschrift

Teile-Bezeichnung	Schmiervorschrift nur vorgeschriebene Spezialfette verwenden
Lagerbuchsen – Kompobuchsen	Vor Einbau neuer Buchsen diese mindestens 1/2 Std. in Öl tränken
Ankerachse	Lagerstellen, antrieb- und kollektorseitig, Laufflächen und Steilgewinde für Ritzel leicht einfetten
Ritzel mit Rollenfreilaufkupplung	Mitnehmerschaft und Schraubenfedern leicht einfetten. Innenfläche Führungsringe für Einrückhebelgleitzapfen gut einfetten
Einrückhebel	Lagerstelle, Lagerbolzen gut einfetten
Ankerbremse	Bremsscheiben und Zwischenräume einfetten, Druckfedern leicht einfetten
Anlauf- und Ausgleichscheiben auf Antrieb- und Kollektorseite	leicht einfetten
Magnetschalter	Gelenkgabelinnenseite und Bolzen leicht einfetten Alle elektrischen Kontakte fettfrei halten

1. Einzelteile nach Schmiervorschrift fetten bzw. ölen.
2. Anker zwischen zwei Blei- oder Alubacken in Schraubstock oder Aufspannbock spannen und Ankerbremse entsprechend den Bildern 63 und 64 einbauen.
3. Ritzel auf Steilgewinde (63/4) schrauben und Sprengring vorsichtig, damit das Gewinde auf der Ankerachse nicht beschädigt wird, aufstecken. Kronenmutter aufschrauben – Linksgewinde – und versplinten.
4. Antrieblager so über das Ritzel des Ankers schieben, daß sich der Einrückhebel am

Ritzel vorbei ins Antrieblager einsetzen läßt. Die Mitnehmerbolzen an der Gabel des Einrückhebels müssen in den zweiteiligen Führungsring des Ritzels eingreifen.

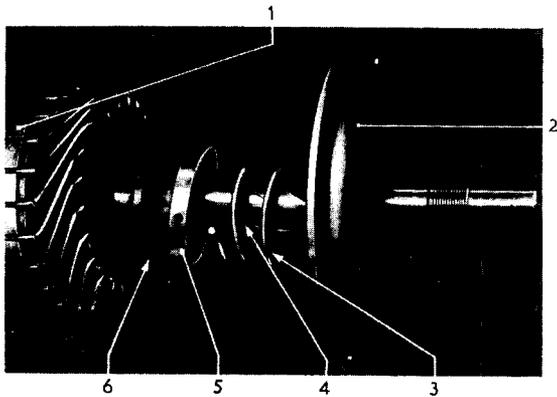


Bild 63 – Einzelteile der Ankerbremse, Anlassertyp EJD 0,8/6 R95

- 1 Anker
- 2 Zwischenlager
- 3 Ankerbremsfeder
- 4 Steilgewinde der Ankerwelle
- 5 Bremssteller
- 6 Kunststoff-Reibscheibe

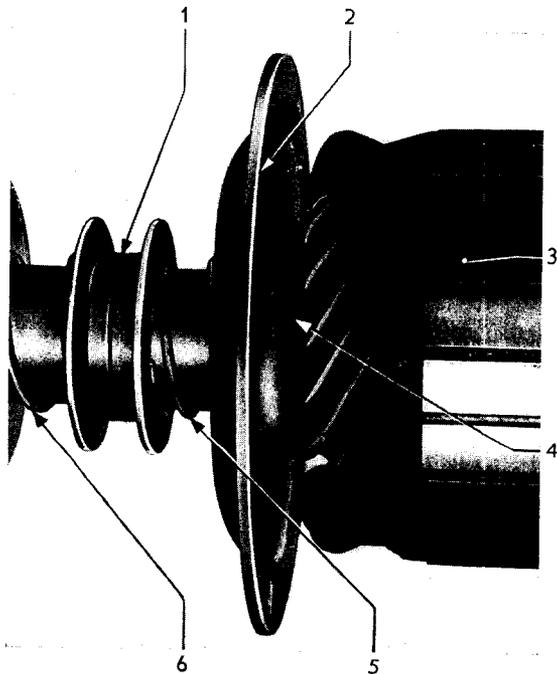


Bild 64 – Ankerbremse des Anlassers, Typ EJD 0,8/6 R95, zusammengesetzt

- 1 Führungsringe für Einrückhebel
- 2 Zwischenlager
- 3 Anker
- 4 Ankerbremsfeder in Zwischenlager eingehängt
- 5 Feder für Führungsring
- 6 Feder für Führungsring

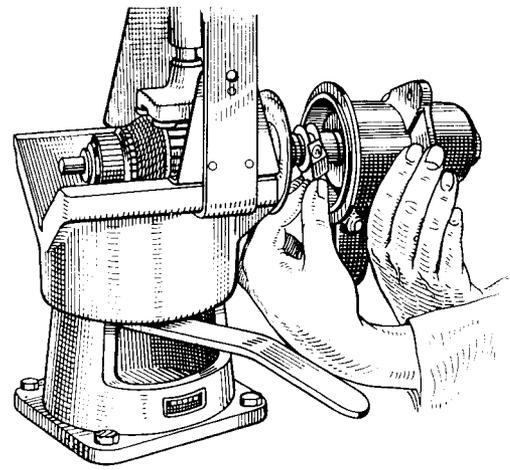


Bild 65 – Einhängen des Einrückhebels

5. Anker mit Antrieblager in Polgehäuse einsetzen. Vorsicht! Feldwicklung nicht beschädigen.

Darauf achten, daß sich Fixiernase am Polgehäuse in Nut des Antrieblagers setzt.

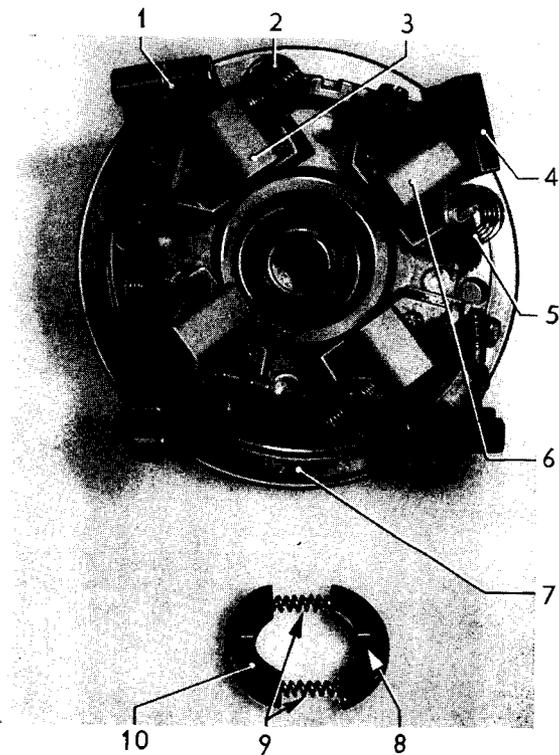


Bild 66 – Kollektorlager – Ankerbremse ausgebaut, Typ EGD 0,6/6 AR 27

- 1 Plusbürste
- 2 Bürstenfeder
- 3 Plusbürstenhalter
- 4 Minusbürste
- 5 Bürstenfeder
- 6 Minusbürstenhalter
- 7 Kollektorlager
- 8 Nut für Mitnehmerstift
- 9 Bremsbackenfedern
- 10 Ankerbremsbacken

6. Anlauf- und Ausgleichscheiben auf Ankerachse aufsetzen und Kollektorlager einbauen.

Beim Zusammenbau des Anlassers Typ EGD 0,6/6 AR27 auf richtigen Einbau der Ankerbremse achten – Bild 66, 67 und 69.

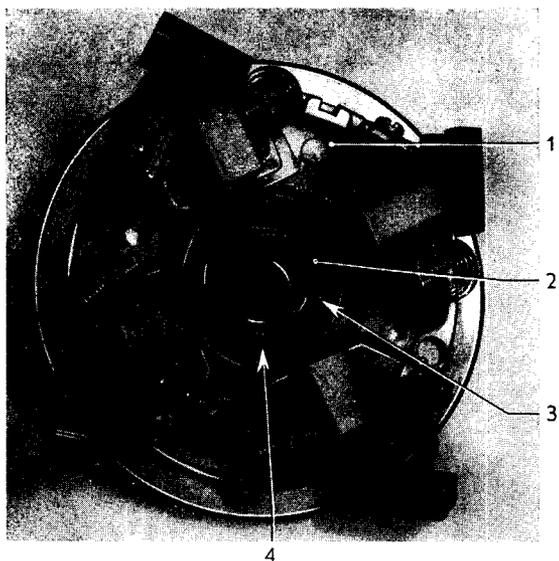


Bild 67 – Ankerbremsbacken in Kollektorlager eingesetzt, Typ EGD 0,6/6 AR 27

- 1 Kollektorlager
- 2 Ankerbremsbacke
- 3 Nut für Mitnehmerstift
- 4 Bremsbackenfeder

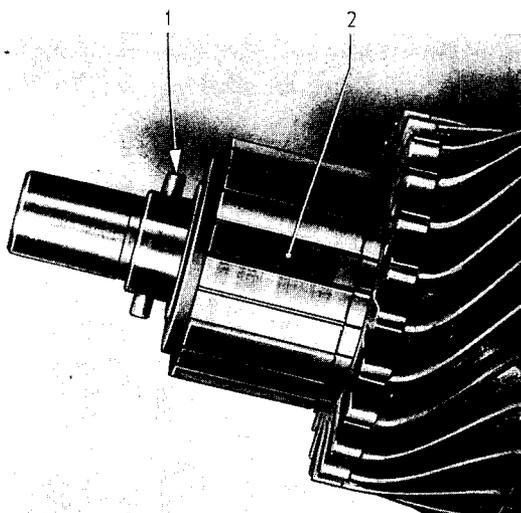


Bild 68 – Anordnung des Mitnehmerstiftes für Ankerbremse, Typ EGD 0,6/6 AR 27

- 1 Mitnehmerstift
- 2 Kollektor

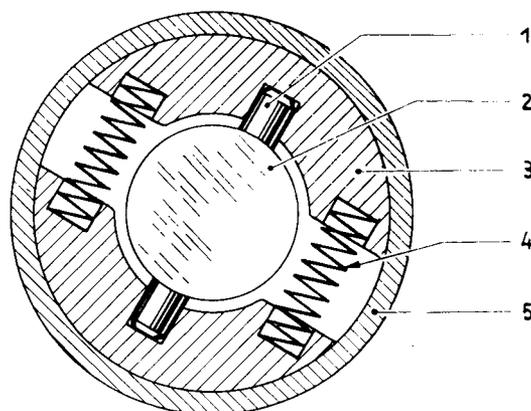


Bild 69 – Schnitt durch Ankerwelle und Ankerbremse, Typ EGD 0,6/6 AR 27

- 1 Mitnehmerstift
- 2 Ankerwelle
- 3 Bremsbacke
- 4 Bremsbackenfeder
- 5 Kollektorlager

7. Längsspiel des Ankers prüfen – Prüfwerte beachten!

Das Ankerlängsspiel ist der Längsweg – das Spiel – des Ankers zwischen seinen Lagerstellen. Zu kleines oder zu großes Längsspiel hat größere Abnutzung der Lagerstellen und auch Abweichungen in der Wirkung der Ankerbremse zur Folge. Das Ankerlängsspiel wird mit Ausgleichscheiben auf der Ankerachse eingestellt. Gemessen wird das Ankerlängsspiel durch Vordrücken des Ankers ins Kollektor- bzw. Antrieblager.

8. Kohlebürsten einbauen und auf den Kollektor vorsichtig aufsetzen. Anschlußlitzen der Bürsten so legen, daß sie nicht am Lagerstreifen oder anstoßen. Wenn erforderlich, Bürstenfederdruck mit Federwaage prüfen – Bild 62.

Bei zu hohem Bürstendruck ist die Abnutzung der Kohlebürsten und des Kollektors unzulässig hoch. Ist der Bürstendruck zu gering, so tritt starkes Bürstenfeuer auf, der Kollektor brennt ein und der Anlasser gibt keine ausreichende Leistung ab.

9. Einstellmaß (70/„A“) der Zugstange (70/5) in eingezogenem Zustand – Arbeitsstellung – prüfen.

Prüfwerte beachten!

Wird der geforderte Prüfwert nicht erreicht, Gegenmutter (70/4) lösen und Zugstangen-

länge neu einstellen. Anschließend Gegenmutter wieder festziehen.

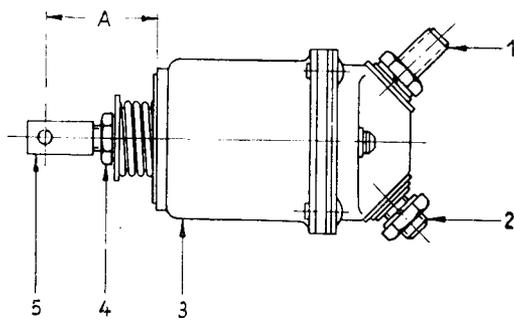


Bild 70 – Einstellmaß „A“ am Magnetschalter

- A = Einstellmaß der Zugstange
- 1 Anschlußbolzen für Batteriekabel
- 2 Anschlußbolzen für Erregerwicklung
- 3 Magnetschalter
- 4 Gegenmutter
- 5 Zugstange

Anmerkung: Bei falsch eingestelltem Magnetschalter kann das Ritzel nicht vollkommen aus- und einspuren, die Schalterkontakte im Magnetschalter schließen nicht einwandfrei und der Einrückhebel stößt am Antrieblager an.

10. Magnetschalter am Antrieblager und Anschluß der Erregerwicklung am Magnetschalter anschrauben. Darauf achten, daß sich Gelenkgabel der Zugstange einwandfrei in Nut des Einrückhebels einhängt.
11. Anlasser auf Prüfstand prüfen.

a) **Kurzschlußprüfung:**

Anlasser auf Prüfstand aufspannen und anschließen. Zur Prüfung der Einspurverhältnisse Ritzel mehrmals einspuren lassen; das Ritzel muß ohne Blockieren und Ratschen leicht einspuren. Anlasser einschalten und kurz bis zum Stillstand abbremser. Dabei Werte von Voltmeter und Amperemeter ablesen.

Prüfwerte beachten!

b) **Belastungsprüfung:**

Anlasser auf Prüfstand aufspannen und anschließen. Anlasser einschalten und bis zur vorgeschriebenen Stromaufnahme abbremser.

Spannung und Drehzahl ablesen.

Prüfwerte beachten!

Weicht der gemessene Spannungswert vom Prüfwert ab, so ergeben sich bei höherer Spannung höhere Drehzahlen, bei niedriger Spannung niedrigere Drehzahlen.

Die Ursache für zu **niedrige** Drehzahlen kann aber auch sein:

Unrunder Kollektor,

klemmende oder abgenutzte Kohlebürsten,

ausgelöteter Anker (Unterbrechung im Anker),

zu großer Spannungsabfall an Schaltkontakten oder Anschlußklemmen.

**Hohe** Drehzahl kann außerdem bei Windungsschluß der Erregerwicklung auftreten.

Ist der Anlasser durch vorhergehende Untersuchungen warm geworden, so ist die Drehzahl bei den angegebenen Strom- und Spannungswerten etwas geringer.

Starkes Bürstenfeuer bei der Belastungsprüfung ist stets ein Zeichen, daß der Anlasser nicht in Ordnung ist.

c) **Leerlaufprüfung:**

Anlasser so auf Prüfstand aufspannen und anschließen, daß das Ritzel im vorgespurten Zustand nicht in Eingriff kommen kann.

Stromaufnahme, Spannung und Drehzahl bei Leerlauf des Anlassers messen.

Prüfwerte beachten!

Ist der Anlasser durch vorhergehende Untersuchungen warm geworden, so ist die Drehzahl etwas höher.

12. Ankerbremsmoment prüfen.

Gemessen wird das Ankerbremsmoment mit einer Drehmomentwaage (71/2) am zusammengebauten Anlasser entgegen der Drehrichtung des Anlassers – Bild 71.

Prüfwert beachten!

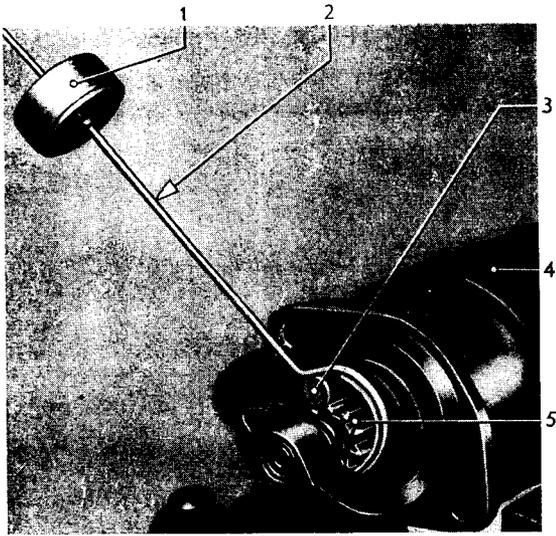


Bild 71 – Ankerbremsmoment prüfen

- 1 Gewicht der Waage
- 2 Drehmomentwaage
- 3 Korrekturrolle
- 4 Anlasser
- 5 Ritzel

Das Ankerbremsmoment setzt sich zusammen aus Lagerreibung und der eingebauten Ankerbremse.

Ist das Bremsdrehmoment zu groß, so wird die Ankerbremse unzulässig erwärmt und abgenutzt.

Ist das Bremsdrehmoment zu klein, so ist die Auslaufzeit des Anlassers zu lang; der Anlasseranker wird beim Überholen durch den Motor auf zu hohe Drehzahl mitgenommen.

### 13. Überholdrehmoment des Rollenfreilaufs prüfen.

## Anlasser, Typ AL/EGF 0,6/6 R4

Der elektrische Aufbau dieses Anlassers ist gleich dem der vorhergehend beschriebenen. Im Nachstehenden sind deshalb nur die Arbeitsanweisungen enthalten, die wesentlich von den vorhergehend beschriebenen abweichen.

### Anker

Kürzere Ankerwelle, die mit einem Einstich für eine Ankerhaltescheibe für Axialfixierung des Ankers im Kollektorlager versehen ist.

Das Überholdrehmoment wird bei feststehendem Anker in Drehrichtung des Anlassers mit einer Drehmomentwaage gemessen – Bild 72.

Prüfwert beachten!

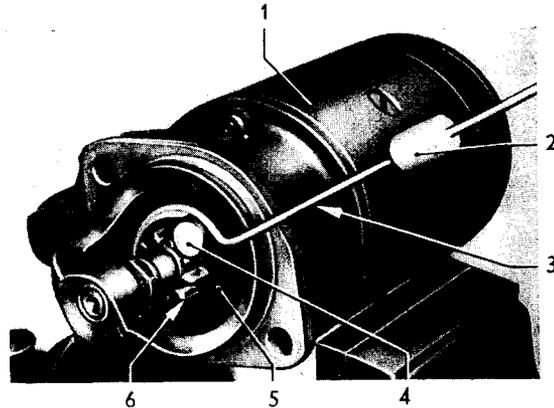


Bild 72 – Überholdrehmoment des Rollenfreilaufs prüfen

- 1 Anlasser
- 2 Gewicht der Waage
- 3 Drehmomentwaage
- 4 Korrekturrolle
- 5 Rollenfreilauf
- 6 Ritzel

Bei zu kleinem Überholdrehmoment wird die Kupplung des Rollenfreilaufs nicht kraftschlüssig.

Ist das Überholdrehmoment zu groß, so wird der Anker beim Überholen durch den Motor auf unzulässig hohe Drehzahl mitgenommen und kann dabei zerstört werden.

Zehngängiges Steilgewinde auf der Antriebseite der Ankerwelle.

### Erregerwicklung

Tauchlackierte, vierspulige Erregerwicklung.

An den Wicklungsenden der beiden Spulenpaare sind die Plusbürsten angelötet.

## Polgehäuse

Kürzeres Polgehäuse mit beiderseitigem Einpaß für Kollektor- und Antrieblager ohne Bürstenfenster.

## Kollektorlager

Kapselförmiges Ziehteil aus Blech mit Ankerachsenlagerung.

Mit dem Kollektorlager werden verschraubt eine Schutzkapsel und innen die Bürstenhalterplatte, an der die Minusbürsten angelötet sind.

## Antrieblager

Das Antrieblager ist auf der Polgehäusesseite bis zum Einpaß für den Magnetschalter offen. Die Öffnung wird durch einen Profilgummi verschlossen.

## Ritzel mit Rollenfreilauf

Kürzere Baulänge, da Einspur- und Abschaltfeder übereinander angeordnet sind. Der Einrückring ist durch einen umgebogenen Lappen, der an der Gabel des Einrückhebels anliegt, gegen Verdrehen gesichert. Eine TX-Scheibe, die auf der kleinen Hülse hinter dem Einrückring sitzt, bildet einen Teil der Ankerbremse.

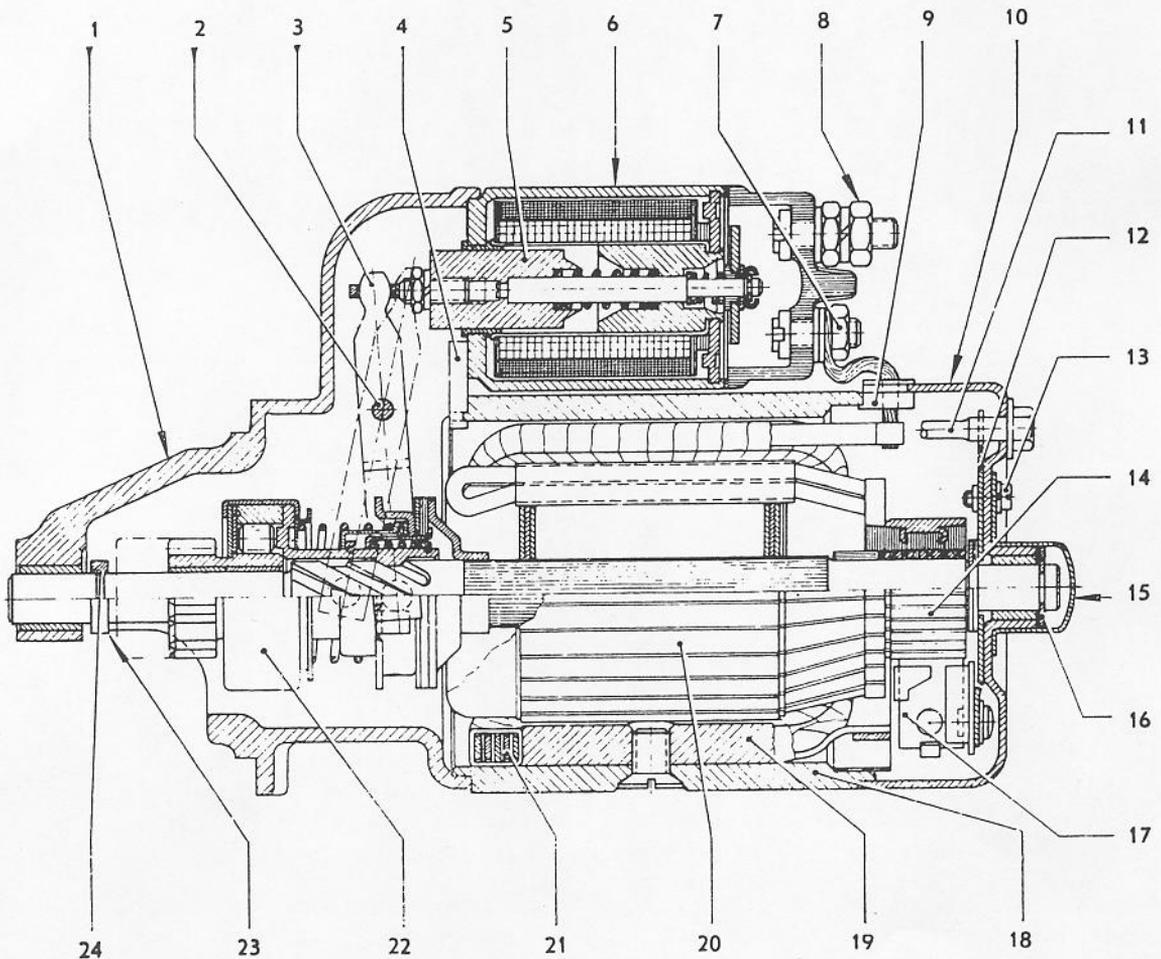


Bild 73 – Schnittbild des Schubschraubtrieb-Anlassers, Typ AL/EGF 0,6/6 R 4

- |                                    |   |                              |
|------------------------------------|---|------------------------------|
| 1 Antrieblager                     | 9 Gummitülle                                  | 17 Bürstenhalter             |
| 2 Bolzenschraube für 3             | 10 Kollektorlager                             | 18 Polgehäuse                |
| 3 Einrückhebel                     | 11 Polgehäuseschraube                         | 19 Polschuh                  |
| 4 Profilgummi                      | 12 Bürstenhalterplatte                        | 20 Anker                     |
| 5 Magnetanker                      | 13 Zylinderschrauben für Befestigung 15 an 10 | 21 Erregerwicklung           |
| 6 Magnetschalter                   | 14 Kollektor                                  | 22 Rollenfreilauf mit Ritzel |
| 7 Anschlußbolzen von 21 an 6       | 15 Schutzkapsel                               | 23 Haltering                 |
| 8 Anschlußbolzen für Batteriekabel | 16 Ankerhaltescheibe                          | 24 Sprengring                |

## Ankerbremse

Die TX-Scheibe wird in Ruhelage neben die Planfläche einer Topfscheibe gedrückt, die auf die Ankerbremse aufgepreßt ist. Die Ankerbremse ist eine Auslaufbremse, sie ist nur während des Auslaufvorganges im Eingriff. Das bedeutet Leistungsgewinn beim Anlassen.

## Einrückhebel

Das obere Ende des Einrückhebels, mit dem er mit dem Magnetschalter im Eingriff ist, hat eine oval gestanzte Form.

## Magnetschalter

Der Magnetschalter hat eine zylindrische Außenform mit einem Schaldeckel aus Kunststoff. Die Schalterachse ist für die Mitnahme des Einrückhebels an ihrem Ende als Öse ausgebildet.

## Anlasser zerlegen

1. Beide Schrauben (73/13) für Schutzkapselbefestigung abschrauben und Schutzkapsel

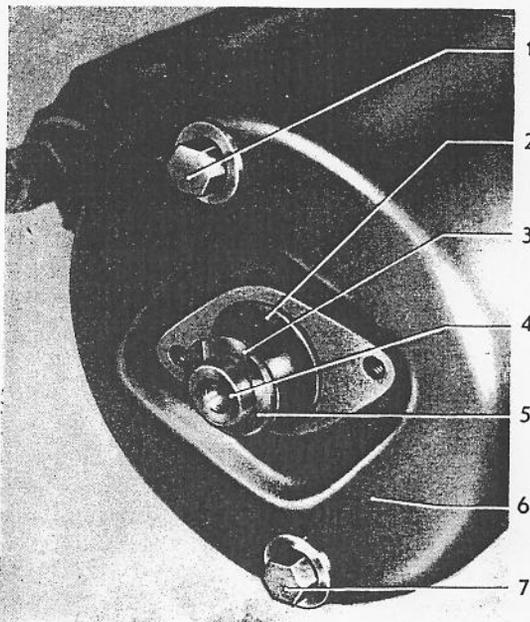


Bild 74 – Schutzkapsel abgenommen

- 1 Polgehäuseschraube
- 2 Gummiring
- 3 Ausgleichscheibe
- 4 Ankerwelle
- 5 Ankerhaltescheibe
- 6 Kollektorlager
- 7 Polgehäuseschraube

(73/15) abnehmen. Auf Gummiring (74/2) achten.

2. Ankerhaltescheibe (74/5) von Ankerwelle abziehen, dabei auf Ausgleichscheibe (74/3) achten.
3. Zwei Polgehäuseschrauben (74/1 und /7) herausschrauben und Kollektorlager (74/6) vom Polgehäuse abziehen.
4. Kohlebürsten (75/1 und /6) aus Bürstenhaltern (75/7 und /11) herausziehen. Die Plusbürsten (75/1 und /6) sind an den Enden (75/2 und /5) der Erregerwicklung, die Minusbürsten (75/8) an der Bürstenhalterplatte (75/10) angelötet.
5. Ankerwelle abziehen. Fiber- und Ausgleichscheiben auf Ankerwelle beachten.

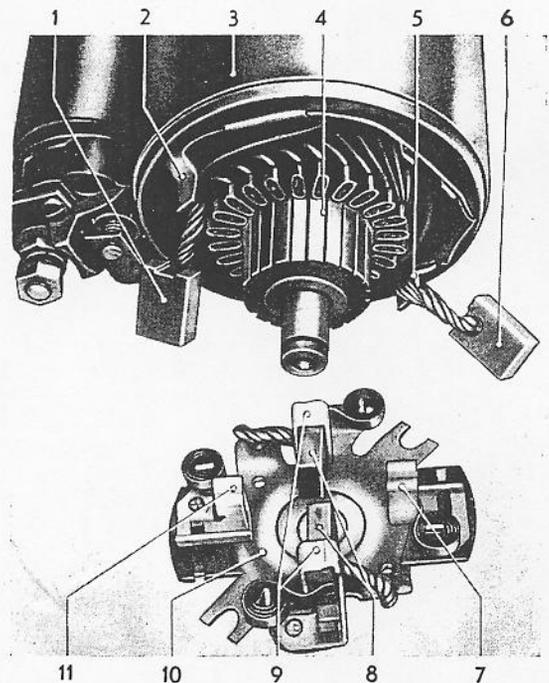


Bild 75 – Kollektorlager und Bürstenhalterplatte abgenommen

- 1 Plus-Kohlebürste
- 2 Wicklungsende der Erregerwicklung
- 3 Polgehäuse
- 4 Anker
- 5 Wicklungsende der Erregerwicklung
- 6 Plus-Kohlebürste
- 7 Plus-Bürstenhalter
- 8 Minus-Kohlebürsten
- 9 Minus-Bürstenhalter
- 10 Bürstenhalterplatte
- 11 Plus-Bürstenhalter

6. Kohlebürsten ablöten.
7. Anschluß der Erregerwicklung am Magnetschalter (73/6) abschrauben.

8. Befestigungsschrauben des Magnetschalters (73/6) herausschrauben und Magnetschalter vom Antrieblager (73/1) abnehmen. Dabei Öse des Schaltankers aus Einrückhebel (73/3) aushängen.
9. Antrieblager (73/1) mit Anker (73/20) vom Polgehäuse (73/18) abnehmen. Auf Profilmgummi (73/4) und Metallplatte achten.
10. Bolzenschraube (73/2) des Einrückhebels (73/3) aus Antrieblager (73/1) herausschrauben und Einrückhebel abnehmen.
11. Anker mit Ritzel und Freilauf aus Antrieblager herausnehmen.

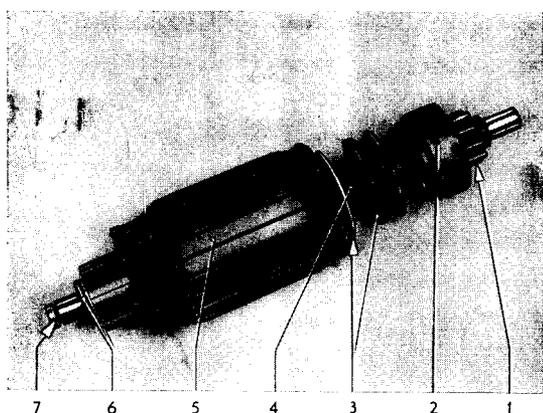


Bild 76 – Anlasseranker

- 1 Ritzel
- 2 Freilauf
- 3 Anlaufscheiben der Ankerbremse
- 4 Steilgewinde
- 5 Anker
- 6 Ausgleichscheiben
- 7 Nut für Ankerhaltescheibe

12. Haltering (73/23) auf der Ankerwelle zurückdrücken und Sprengring (73/24) von Ankerwelle abnehmen. Evtl. vorhandener Grat an der Nut vorsichtig entfernen.
13. Haltering (73/23) und Ritzel mit Freilauf von Ankerwelle abnehmen.

### Anlasser instand setzen

Es ist wie bisher vorzugehen. Änderungen treten lediglich bei folgenden Arbeiten auf:

1. Das Auswechseln schadhafter Erregerwicklungen hat sich vereinfacht. Erregerwicklung

und Verbindungskabel zum Magnetschalter bilden ein Ersatzteil.

Das Verbindungskabel wird mit Hilfe einer Gummitülle in einer Aussparung zwischen Polgehäuse und Kollektorlager eingeklemmt. Daher beim Auswechseln der Erregerwicklung wie folgt vorgehen:

Lage der Polschuhe und Wicklungsenden gegen das Polgehäuse zeichnen, damit Polschuhe und Spulen wieder in derselben Lage eingebaut werden. Dann Polschuhschrauben lösen und herausschrauben. Polschuhe von Spulen wegnehmen. Erregerwicklung aus Polgehäuse herausnehmen.

Einbau in umgekehrter Reihenfolge, dabei auf Markierungen achten.

2. Zum Auswechseln der Kohlebürsten muß die Bürstenhalterplatte abgenommen werden. Dann können die Kohlebürsten abgelötet werden, die Minusbürsten von der Bürstenhalterplatte, die Plusbürsten von den Wicklungsenden der Erregerwicklung.

Beim Anlöten der neuen Bürsten darauf achten, daß das Lot nicht in die Litze der Bürsten hineinläuft. Die Litze wird sonst steif und hemmt die Bewegungen der Kohlebürsten oder bricht ab.

### Schmierung des Anlassers

Die Schmierung der einzelnen Anlaserteile geschieht in gleicher Weise wie bisher.

### Anlasser zusammenbauen

1. Ritzel mit Freilauf und Haltering (73/23) auf Ankerwelle schieben.
2. Sprengring (73/24) in Nut der Ankerwelle drücken und Haltering über Sprengring schieben.
3. Anker zusammen mit Einrückhebel (73/3) in Antrieblager (73/1) einsetzen und Bolzenschraube (73/2) für Einrückhebel in Antrieblager einschrauben und festziehen.

4. Profilgummi (73/4) und Metallplatte ins Antrieblager drücken.  
  
Polgehäuse einpassen. Die Zunge des Profilgummis muß in der Aussparung im Polgehäuse sitzen.
5. Kohlebürsten anlöten. Darauf achten, daß kein Lot in den Bürstenkabeln hochsteigt. Die Kabel werden sonst steif und brechen ab.
6. Bürstenhalterplatte (75/10) über Ankerwelle schieben. Richtige Lage beachten, damit Kohlebürsten und Polgehäuseschrauben eingesetzt werden können.
7. Kohlebürsten einsetzen.
8. Kollektorlager aufschieben und am Polgehäuse einpassen.  
  
Gummitülle des Erregerwicklungsanschlusses gut verlegen.
9. Polgehäuseschrauben (74/1 und /7) einschrauben und festziehen.
10. Ankerhaltescheibe (74/5) in Nut der Ankerwelle eindrücken. Auf Ausgleichscheibe (74/3) achten.
11. Schutzkapsel (73/15) und Bürstenhalterplatte (73/12) am Kollektorlager (73/10) festschrauben.
12. Einrückhebel (73/3) in die Öse des Magnetschalterankers einpassen und Magnetschalter am Antrieblager festschrauben.
13. Anschluß der Erregerwicklung am Magnetschalter anschließen.
14. Anlasser auf Prüfstand prüfen. Dabei wie bisher vorgehen.  
  
Prüfwerte genau beachten!

## LICHTMASCHINE UND REGLER

### Lichtmaschine

#### Aufbau und Wirkungsweise

Die Lichtmaschine, auch Generator oder Stromerzeuger genannt, hat die Aufgabe, die angeschlossenen Verbraucher mit Strom zu versorgen und die Batterie stets gut und schnell aufzuladen.

Mit Rücksicht auf die Ladung der Gleichstrombatterie ist die Lichtmaschine in der Regel als Gleichstromerzeuger gebaut.

Sie wird über einen Keilriemen vom Motor angetrieben, der besonders starken Drehzahlschwankungen unterliegt. Dementsprechend verändert sich auch die Lichtmaschinendrehzahl, von der aber Spannung und Strom und damit die Leistung der Lichtmaschine wesentlich abhängt.

Außerdem wird sie verschieden stark beansprucht, da einmal mehr, ein andermal weniger Stromverbraucher eingeschaltet sind und der Batteriezustand zu verschiedenen Zeitpunkten verschieden sein kann.

Um den vielseitigen Anforderungen gerecht zu werden, ist sie mit einer Regelvorrichtung versehen. Zu allen Lichtmaschinen gehört deshalb ein sogenannter Regler, der auf die Lichtmaschine aufgebaut oder weggebaut sein kann. Der Reglerschalter gleicht die Schwankungen der Lichtmaschinenspannung aus, so daß trotz der Drehzahlschwankungen die eingestellte Spannung nahezu konstant bleibt. Es handelt sich daher um eine spannungsgeregelte Lichtmaschine.

Die grundsätzliche Wirkungsweise der Lichtmaschine, die als Gleichstrom-Nebenschlußmaschine ausgebildet ist, besteht darin, daß in einem magnetischen Kraftfeld – Polschuhen mit Erregerwicklung – ein elektrischer Leiter – Anker mit Ankerwicklung – umläuft.

Die Ankerwicklung (77/5) schneidet beim Drehen des Ankers die zwischen den beiden Polschuhen (77/3) vorhandenen Magnetlinien und erzeugt dadurch eine „Elektromotorische Kraft“.

Es fließt infolgedessen ein Strom, der durch die Kohlebürsten (77/1 und /7) vom Kollektor (77/6) abgenommen und über die angeschlossenen Leitungen der Batterie und den Verbrauchern zugeführt wird.

Beim Anlaufen der Maschine ist zwischen den Polschuhen (77/3) zunächst nur ein sehr schwaches magnetisches Feld – Restmagnetismus – wirksam.

Dieser Restmagnetismus bleibt in jedem, einmal magnetisch gemachten Eisenteil über eine bestimmte Zeit zurück. Durch die Drehung des Ankers mit seiner Wicklung in diesem verhältnismäßig schwachen Magnetfeld wird zunächst eine entsprechend kleine Spannung erzeugt, die das schon bestehende Magnetfeld verstärkt.

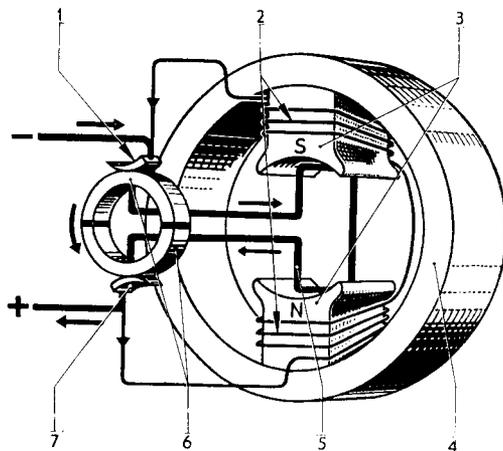


Bild 77 – Grundsätzlicher Aufbau einer Lichtmaschine

- 1 Kohlebürste
- 2 Erregerwicklung
- 3 Polschuhe
- 4 Polgehäuse
- 5 Ankerwicklung
- 6 Kollektor
- 7 Kohlebürste

Mit steigender Spannung und Drehzahl wird das Magnetfeld so lange verstärkt, bis die Maschine voll erregt ist, d. h. bis der magnetische Kreis gesättigt ist.

Voraussetzung für die Erregung des Magnetfeldes ist, daß Anker- und Erregerwicklung der Ankerdrehrichtung entsprechend geschaltet sind.

Die Hauptbauteile einer Lichtmaschine sind:

das Polgehäuse mit Polschuhen und Erregerwicklung,

der Anker mit Ankerwicklung und Kollektor,

das Antrieb- und das Kollektorlager mit den Kohlebürsten und den Lagern.

## Polgehäuse

Das Polgehäuse (78/2) ist ein Hohlzylinder aus einem besonderen Eisen gefertigt, das den magnetischen Fluß sehr gut weiterleitet. Auf der Innenseite des Polgehäuses befinden sich die massiven Polschuhe (78/11), die durch Senkschrauben am Gehäuse angeschraubt sind. Die Zahl der Polschuhe richtet sich nach dem elektrischen Aufbau der Lichtmaschine.

Auf den Polschuhen sitzen die hintereinandergeschalteten Erregerspulen, die aus vielen Windungen isolierten Kupferdrahtes bestehen. Der Anschluß für die Erregerwicklung und der Anschluß für die Plus-Kohle sind durch zwei isolierte Anschlußbolzen durch das Gehäuse geführt. Sie dienen zum Anschluß der beiden Verbindungsleitungen zum Regler.

Das Polgehäuse (78/2) wird auf den Stirnseiten durch das Kollektorlager (78/8) und das Antrieblager (78/1) nach außen geschlossen. Gehäuse und Lager werden durch lange Gewindebolzen zusammengehalten.

Im Antrieblager (78/1) ist die Ankerwelle in einem Kugellager und im Kollektorlager (78/8) in einem Gleitlager – Kompobuchse – gelagert. Zur Schmierung der Kompobuchse (82/5) dient ein Spezialöl an der Stirnseite des Kollektorlagers.

Zur Sichtprüfung der Kohlebürsten ist das Kollektorlager durch ein Verschlussband abgedeckt.

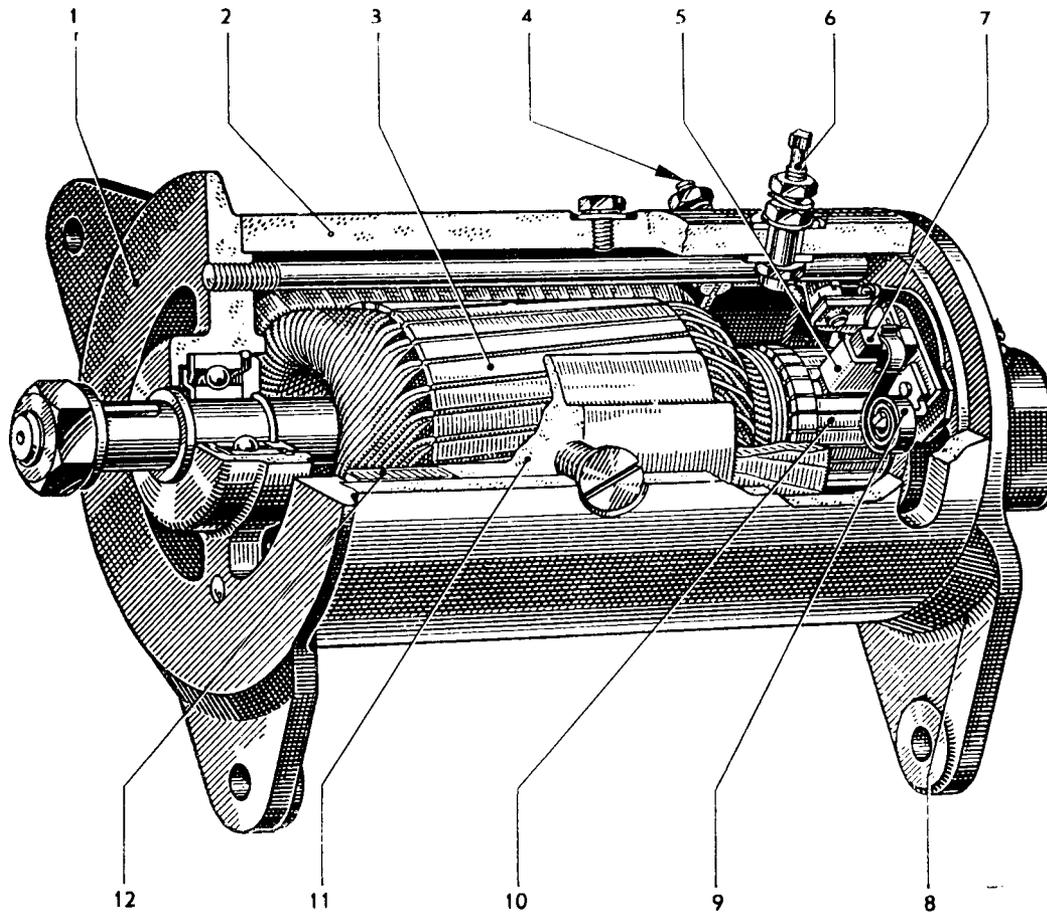


Bild 78 – Schnittbild einer Lichtmaschine

- |                  |                  |                    |
|------------------|------------------|--------------------|
| 1 Antrieblager   | 5 Bürstenhalter  | 9 Bürstenfeder     |
| 2 Polgehäuse     | 6 Anschlußbolzen | 10 Kollektor       |
| 3 Anker          | 7 Kohlebürste    | 11 Polschuh        |
| 4 Anschlußbolzen | 8 Kollektorlager | 12 Erregerwicklung |

## Anker

Der Anker – Bild 79 – setzt sich aus Ankerwelle (79/2), Eisenkern (79/3), Ankerwicklung (79/4) und Kollektor (79/5) zusammen.

Auf der Ankerwelle ist der Eisenkern aus vielen dünnen, gestanzten Blechen auf gepreßt. Zur Unterdrückung von Wirbelströmen sind die einzelnen Blechscheiben gegeneinander durch eine dünne Papierauflage isoliert.

In den Nuten des Eisenkerns sind die Ankerspulen, die aus einer mehr oder weniger großen Zahl von Windungen isolierten Kupferdrahtes bestehen, untergebracht. Die Gesamtzahl aller Ankerspulen wird Ankerwicklung genannt und besteht aus so vielen Spulen, als der Kollektor Lamellen hat. Damit sämtliche Ankerspulen miteinander leitend verbunden sind und somit stets gemeinsam zur Erzeugung des Stromes beitragen, ist das Ende jeder Spule mit dem Anfang der nächsten in eine Kollektorlamelle (80/2) eingelötet. Es entsteht somit eine geschlossene Ankerwicklung.

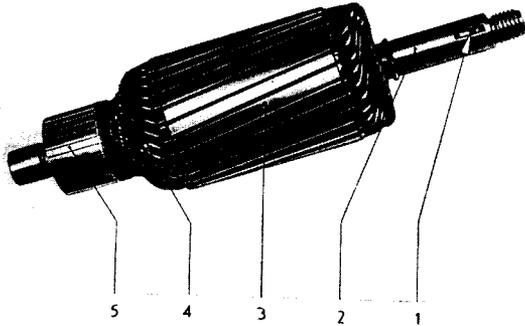


Bild 79 – Lichtmaschinenanker

- 1 Keifnut für Riemenscheibe
- 2 Ankerwelle
- 3 Eisenkern
- 4 Ankerwicklung
- 5 Kollektor

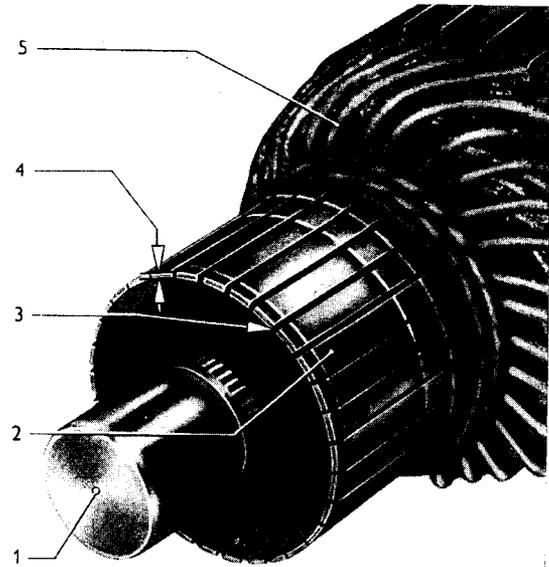


Bild 80 – Kollektor

- 1 Ankerwelle
- 2 Kollektorlamelle
- 3 Lamellenisolation
- 4 Lamellenisolation, ca. 0,3–0,5 mm ausgeräumt
- 5 Ankerwicklung

Der auf der Ankerwelle aufgepreßte Kollektor besteht aus gegen die Ankerwelle und gegeneinander isolierten Kupferlamellen (80/2).

Damit die Kohlebürsten (82/1 und /7) auch noch nach längerer Betriebszeit auf den Kupferlamellen aufliegen, muß die Isolation (80/3) zwischen den einzelnen Lamellen immer etwas zurückstehen. Die in kastenförmigen Bürstenhaltern (82/2 und /6) geführten Kohlebürsten (82/1 und /7) liegen unter einem bestimmten gleichmäßigen Federdruck auf dem Kollektor auf und nehmen den in den Ankerspulen erzeugten Strom ab.

## Leistung und Drehzahlen der Lichtmaschine

In Bezug auf die Lichtmaschinenleistung ist zwischen Nennleistung und Höchstleistung zu unterscheiden.

Die Nennleistung ist der Leistungsteil, mit der die Maschine in der Regel die Dauerverbraucher mit Strom versorgt.

Die Höchstleistung ist diejenige Leistung, die die Lichtmaschine, ohne Schaden zu nehmen, äußerstenfalls abzugeben vermag.

Die Nennleistung beträgt in der Regel zwei Drittel der Höchstleistung.

Beim Hochlaufen der Lichtmaschine vom Stillstand bis zur Höchstdrehzahl, durchläuft sie gewisse Drehzahlbereiche, die eine besondere Bezeichnung haben und deren Kenntnis und Bedeutung für das Verständnis der Lichtmaschine unerlässlich sind.

Es handelt sich hierbei um die Nullwattdrehzahl, die Einschaltzahl, die Nenndrehzahl und die Höchstdrehzahl.

Bei der Nullwattzahl erreicht die Lichtmaschine im warmen Zustand ihre Nennspannung, ohne jedoch schon Leistung abzugeben.

Die Einschaltdrehzahl liegt im allgemeinen 100 – 200 U/min über der Nullwattzahl und gibt an, wann die Maschine durch den Rückstromschalter im Regler mit der Batterie verbunden wird.

Im Bereich der Nenndrehzahl gibt die Lichtmaschine im warmen Zustand bei Nennspannung ihre Nennleistung ab.

Die Höchstdrehzahl darf wegen Erwärmung der Lichtmaschine und der Lebensdauer der Kohlebürsten unter keinen Umständen überschritten werden.

## Wartung der Lichtmaschine

Bei Arbeiten am elektrischen Teil der eingebauten Lichtmaschine besteht die Gefahr von Kurzschlüssen. Es ist daher dringend zu empfehlen, vor derartigen Arbeiten das Minuskabel der Batterie abzuklemmen.

Die Wartung der Lichtmaschine erstreckt sich lediglich auf das Ölen des Schmierfilzes in der Stirnseite des Kollektorlagers und das Prüfen der Kohlebürsten und des Kollektors auf einwandfreien Zustand.

Während das Ölen des Schmierfilzes im eingebauten Zustand vorgenommen werden kann, muß zur Untersuchung der Kohlebürsten die Lichtmaschine meistens ausgebaut werden.

### **Schmierfilz im Kollektorlager ölen**

Nach einer Fahrtstrecke von ca. 3000 km ist der Schmierfilz in der Stirnseite des Kollektorlagers zu ölen. Hierzu wird der Ölerverschluß – Klappdeckel oder Rändelkappe – geöffnet und der Öler mit Motorenöl gefüllt.

Anschließend Verschluß wieder verschließen.

### **Kohlebürsten prüfen**

Die Kohlebürsten sind nach einer Fahrtstrecke von ca. 30 – 40 000 km auf einwandfreien Zustand zu untersuchen, wenn die Betriebsverhältnisse – Staub, Schmutz – nicht eine Nachprüfung in kürzeren Zeitabständen notwendig machen.

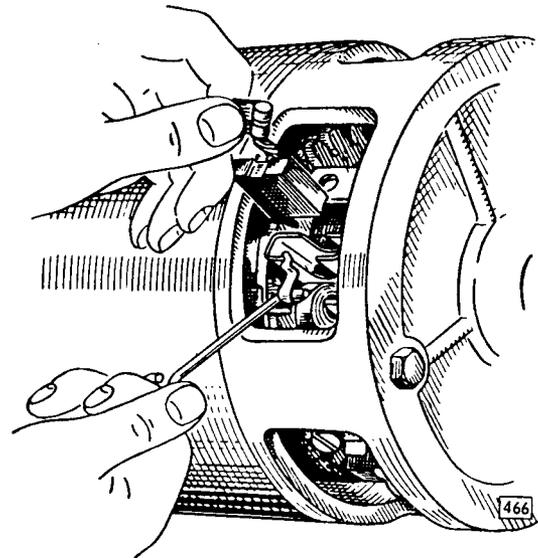


Bild 81 – Prüfung der Kohlebürsten

Nach Abnahme des Verschlußbandes bzw. des Kollektorlagers wird zweckmäßigerweise mit einem Haken die Bürstenfeder, die die Kohlebürste auf den Kollektor drückt, angehoben – Bild 81. Beim Anheben darf die Feder, um eine Beschädigung und Verformung zu vermeiden, nicht zur Seite gebogen und nicht mehr als notwendig angehoben werden.

Nach dem Abschrauben der Anschlußblitze für die Kohlebürste wird geprüft, ob sich die Bürste leicht im Bürstenhalter bewegen läßt und ob die einzelnen Teile frei von Kohlenstaub, Öl und Fett sind. Sind diese Teile verschmutzt oder klemmen sie, so sind sie mit einem benzinfeuchten Tuch – nicht mit Putzwolle, da diese leicht fasert – zu reinigen und gut zu trocknen. Blanke Schleifstellen an den Bürsten nicht mit Schmirgelleinen, Messer oder Feile bearbeiten.

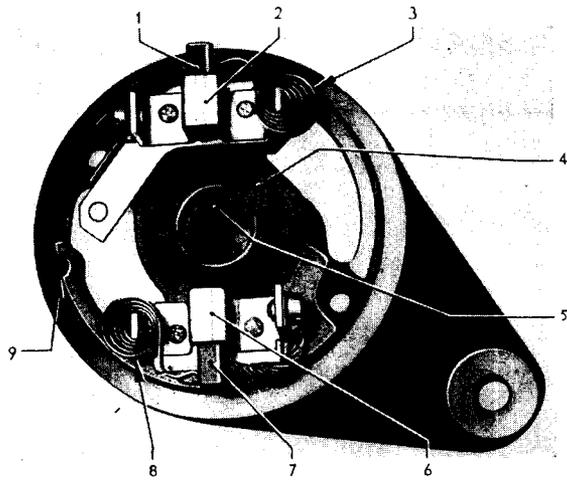


Bild 82 – Kollektorlager mit seitlich festgeklebten Kohlebürsten

- 1 Plusbürste
- 2 Plusbürstenhalter
- 3 Bürstenfeder
- 4 Kollektorlager
- 5 Kompobuchse
- 6 Minusbürstenhalter
- 7 Minusbürste
- 8 Bürstenfeder
- 9 Nut in Kollektorlager für Nase am Polgehäuse

Ist eine Kohlebürste gebrochen, ausgelötet oder so weit abgenutzt, daß die Bürstenfeder oder die in die Bürste eingelötete Litze am Bürstenhalter anzustoßen droht, so ist der komplette

Bürstensatz zu ersetzen. Beim Einsetzen der Kohlebürsten darauf achten, das die Bürstenfedern nicht auf die Bürsten schlagen. Nur Original-Bürsten verwenden.

### Kollektor prüfen

Der Kollektor soll eine gleichmäßig glatte, grauschwarze Oberfläche haben und muß frei von Staub, Öl und Fett sein. Verschmutzte Kollektoren sind mit einem sauberen, benzinfeuchten Tuch (nicht Putzwolle) zu reinigen und gut zu trocknen.

Durch Abnutzung riefig und unrund gewordene Kollektoren müssen abgedreht werden.

Keinesfalls darf ein Kollektor mit Schmirgelleinen oder einer Feile bearbeitet werden.

### Lichtmaschine prüfen bzw. testen

Die einzelnen Spannungs- bzw. Stromwerte der Lichtmaschine können nur in Verbindung mit einem Spannungsregler gemessen werden und sind deshalb unter „Prüfung des Reglerschalters“ beschrieben.

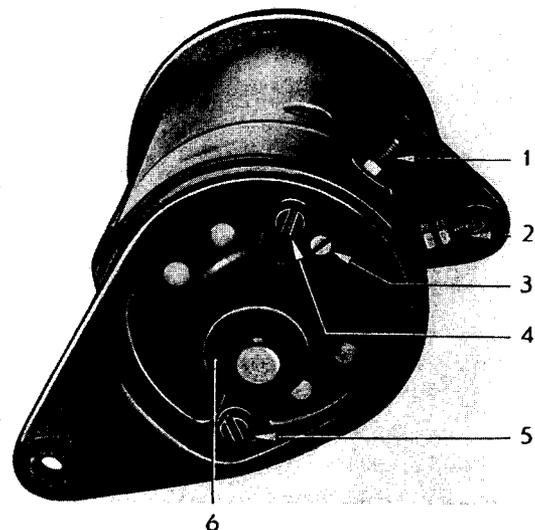
## Lichtmaschine instand setzen

Lichtmaschine ausgebaut

1. Verschlußband vom Polgehäuse abnehmen und Kohlebürsten vom Kollektor abheben.
2. Anschlußschraube (83/3) der Erregerwicklung im Kollektorlager (83/6) herausschrauben.
3. Polgehäuseschrauben (83/4 und /5) auf der Kollektorseite herausschrauben und Kollektorlager vom Polgehäuse abnehmen.
4. Antrieblager mit Anker aus Polgehäuse herausziehen.

Bild 83 – Lichtmaschine, Kollektorseite

- 1 Anschlußbolzen „D+“
- 2 Anschlußbolzen „DF“
- 3 Anschlußschraube
- 4 Polgehäuseschraube
- 5 Polgehäuseschraube
- 6 Kollektorlager



5. Befestigungsschraube der Riemenscheibe lösen und Scheibe von Ankerwelle abziehen. Keil aus Keilnut nehmen.
6. Antrieblager vom Anker abziehen und Antrieblager zerlegen. Dazu Kugellagerabdeckung, die durch einen Sprengring oder durch zwei Zylinderschrauben am Lagergehäuse befestigt sind, abnehmen und Kugellager aus Bohrung des Lagergehäuses herausnehmen. Auf Anlauf- und Spritzscheiben achten.

Eine weitere Zerlegung der Maschine ist in der Regel nicht notwendig, da der Ausbau der Erregerwicklung im Polgehäuse nur erfolgen soll, wenn begründeter Verdacht auf einen Defekt vorliegt.

7. Lichtmaschine reinigen. Die ausgebauten Teile in Benzin oder in einem anderen geeigneten Reinigungsmittel auswaschen und sofort mit Preßluft ausblasen.

Anker- und Erregerwicklung und Kompo- buchse im Kollektorlager nicht in Reinigungsmittel legen. Nur bei sehr starker Verschmutzung kurz abwaschen und sofort mit Preßluft ausblasen.

## Prüfen der einzelnen Teile

Alle Teile auf Abnutzung und mechanische Beschädigungen untersuchen. Elektrische Anschlüsse und Wicklungen auf richtige Befestigung und einwandfreie Isolation prüfen. Beschädigte Gewinde nachschneiden.

### **Anker**

#### **Ankerwicklung und Kollektor auf Masseschluß prüfen**

1. Anker auf sichtbare mechanische Beschädigungen prüfen.
2. Ankerwicklung und Kollektor mit 40-Volt-Prüflampe auf Masseschluß prüfen. Hierzu eine Prüfspitze an das Blechpaket oder die Ankerwelle und die zweite Prüfspitze an den Kollektor halten. Die Prüflampe darf **nicht** aufleuchten.

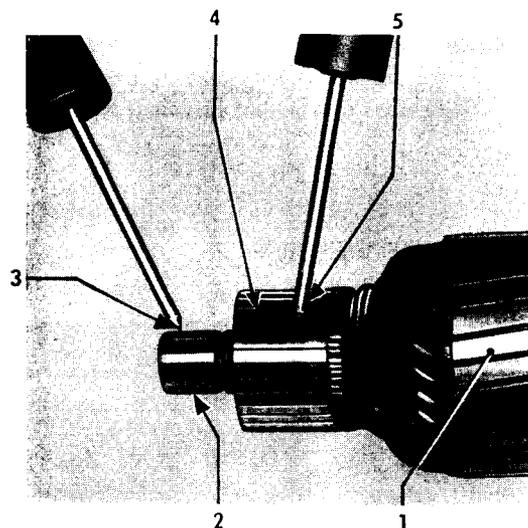


Bild 84 – Ankerwicklung und Kollektor auf Masseschluß prüfen

- 1 Anker
- 2 Ankerwelle
- 3 Prüfspitze auf Ankerwelle
- 4 Kollektor
- 5 Prüfspitze auf Kollektor

#### **Ankerwicklung auf Unterbrechung prüfen**

Mit 6-Volt-Prüflampe Ankerwicklung auf Unterbrechung prüfen. Dazu den Kollektor mit den Prüfspitzen von Kollektorlamelle zu Kollektorlamelle abtasten. Die Prüflampe muß immer **gleich hell** aufleuchten.

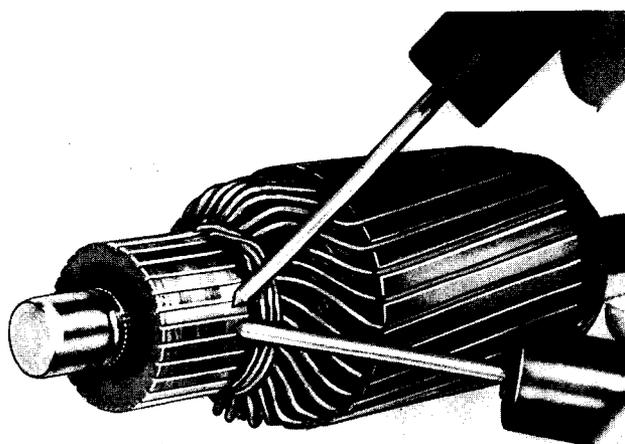


Bild 85 – Ankerwicklung auf Unterbrechung prüfen

#### **Ankerwicklung auf Windungsschluß prüfen**

Zur Prüfung der Ankerwicklung auf Windungsschluß können handelsübliche, zu diesem Zweck geeignete Prüfgeräte verwendet wer-

den. In jedem Fall ist die zugehörige Bedienungsanleitung genau zu beachten.

In der Regel wird der Anker mit einer Sonde abgetastet und ein evtl. vorhandener Windungsschluß durch ein Magisches Auge, einen Summton im Kopfhörer oder durch Anziehen einer Stahlzunge angezeigt.

### Kollektor reinigen und nachdrehen

Die Lauffläche des Kollektors soll gleichmäßig grauschwarz und riefenfrei sein; auch darf keine Isolation zwischen den Lamellen hervorstehen.

Eingelaufenen, eingebrannten oder unrunder Kollektor nur so viel nachdrehen, bis die Oberfläche vollständig glatt ist.

Der Kollektor darf höchstens auf das vorgeschriebene Mindestmaß abgedreht werden.

Zum Nachdrehen soll ein rechter gerader Seitenstahl verwendet werden. Zum Vor- und Nachdrehen nicht denselben Stahl verwenden bzw. vor dem Nachdrehen die Schneide des Stahles abziehen.

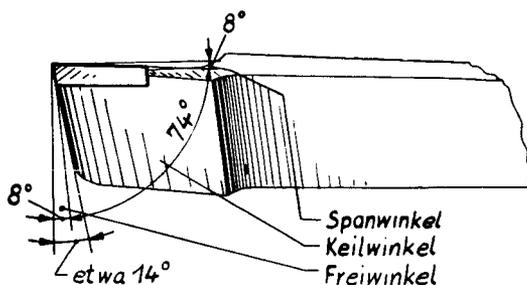


Bild 86 – Drehstahl zum Abdrehen des Kollektors

1. Anker auf der Antriebseite in Spannfutter und auf der Kollektorseite in eine Reitstocklünette oder geeignete Vorrichtung einspannen.
2. Vordrehspan so stark nehmen, daß die tiefste eingebrannte Stelle im Kollektor einwandfrei überdreht wird.
3. Lamellenisolation zwischen den Kollektorlamellen mit einer Kollektorsäge etwa 0,3 – 0,5 mm tief ausräumen.

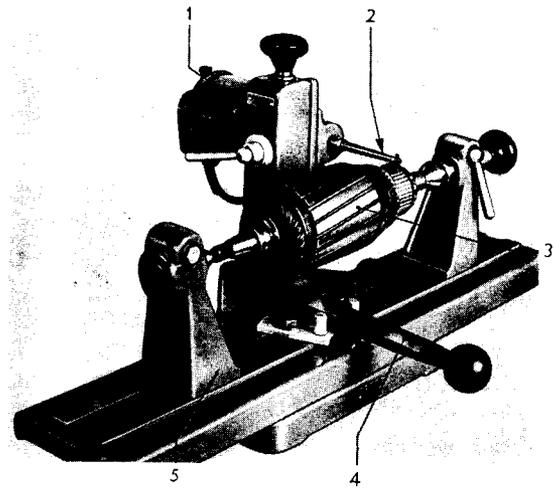


Bild 87 – Lamellenisolation ausräumen

- 1 Antriebmotor
- 2 Fräser
- 3 Anker
- 4 Transporthebel
- 5 Verstellbarer Bock

4. Kollektor anschließend mit einem nicht mehr als 0,03 mm starken Schlichtspan nachdrehen und Lamellen sauber ausbürsten. Kollektor **nicht** mit Schmirgelleinen nachpolieren.

Anmerkung: Das Nachdrehen soll mit der höchsten Drehzahl, die mit der vorhandenen Drehbank erreicht wird, durchgeführt werden.

5. Nach dem Abdrehen grundsätzlich Anker auf Windungsschluß prüfen und Kohlebürsten ersetzen. Nur Original-Kohlebürsten verwenden.
6. Kollektor und Blechpaket auf Rundlauf prüfen.

## Polgehäuse

### Erregerwicklung auf Masseschluß prüfen

1. Erregerwicklung auf sichtbare mechanische Beschädigungen prüfen. Verbrannte oder beschädigte Erregerwicklungen sind in jedem Fall zu ersetzen.
2. Erregerwicklung mit 40-Volt-Prüflampe auf Masseschluß prüfen. Dazu eine Prüfspitze an das Polgehäuse und die zweite Prüfspitze an ein Ende der Erregerwicklung halten.

Die Prüflampe darf **nicht** aufleuchten.

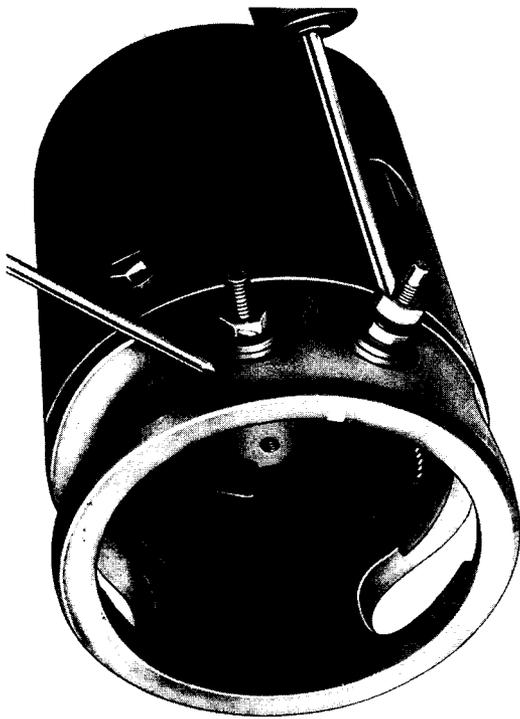


Bild 88 – Erregerwicklung auf Masseschluß prüfen

### Erregerwicklung auf Unterbrechung prüfen

1. Erregerwicklung mit 6-Volt-Prüflampe auf Unterbrechung prüfen.

Dazu die Wicklungsenden mit den Prüfspitzen abtasten.

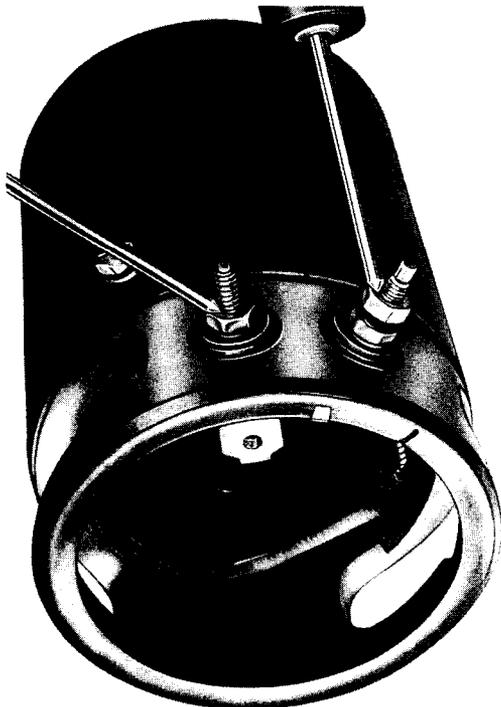


Bild 89 – Erregerwicklung auf Unterbrechung prüfen

Die Prüflampe muß immer **gleich hell** aufleuchten.

### Erregerwicklung auf Windungsschluß prüfen

Zum Prüfen der Erregerwicklung auf Windungsschluß müssen die einzelnen Spulen ausgebaut werden (siehe Arbeitsvorgang „Erregerwicklung aus- und einbauen“).

Erregerwicklung nur dann ausbauen, wenn begründeter Verdacht auf Windungsschluß besteht.

Zum Prüfen der Erregerwicklung auf Windungsschluß können handelsübliche, zu diesem Zweck geeignete Prüfgeräte verwendet werden.

In jedem Fall ist die zugehörige Bedienungsanleitung genau zu beachten. In der Regel werden die einzelnen Spulen in ein Prüfjoch gelegt und ein evtl. vorhandener Windungsschluß durch ein Magisches Auge, einen Summton im Kopfhörer oder durch Anziehen einer Stahlzunge angezeigt.

### Erregerwicklung aus- und einbauen

1. Lage der Polschuhe und der Wicklungsenden gegen das Polgehäuse zeichnen, damit Polschuhe und Spulen später wieder in derselben Lage eingebaut werden können.
2. Polgehäuse mit eingebauter Wicklung zwischen zwei Blei- oder Alubacken in einen Schraubstock oder einen speziellen Aufspannbock einspannen.  
Polschuhschrauben mit einem Polschuhschraubenzieher lösen und Polschuhe aus Polgehäuse herausnehmen.
3. Anschlußbolzen (83/1) der Erregerwicklung aus Polgehäuse ausbauen und Erregerwicklung aus Polgehäuse herausnehmen. Dabei auf Isolierscheiben und Isolierbuchsen achten. Erregerwicklung vom Anschlußbolzen ablöten.

Beim Einbau der Erregerwicklung folgendes beachten:

1. Polschuhe in die einzelnen Spulen einschieben und Polschuhe mit Spulen wieder in der

alten Lage (auf Markierung achten) an das Polgehäuse schrauben; jedoch noch nicht mit Polschuhschraubenzieher festziehen.

**Anmerkung:** Beim Einbau der Erregerwicklung darauf achten, daß kein Fremdkörper, Schmutz und dgl. zwischen Polschuhen, Wicklung und dem Polgehäuse eingeklemmt werden.

2. Eintreibdorn in das Polgehäuse eindrücken und Polschuhschrauben mit Polschuhschraubenzieher endgültig fest anziehen. Eintreibdorn wieder aus Polgehäuse herausdrücken.

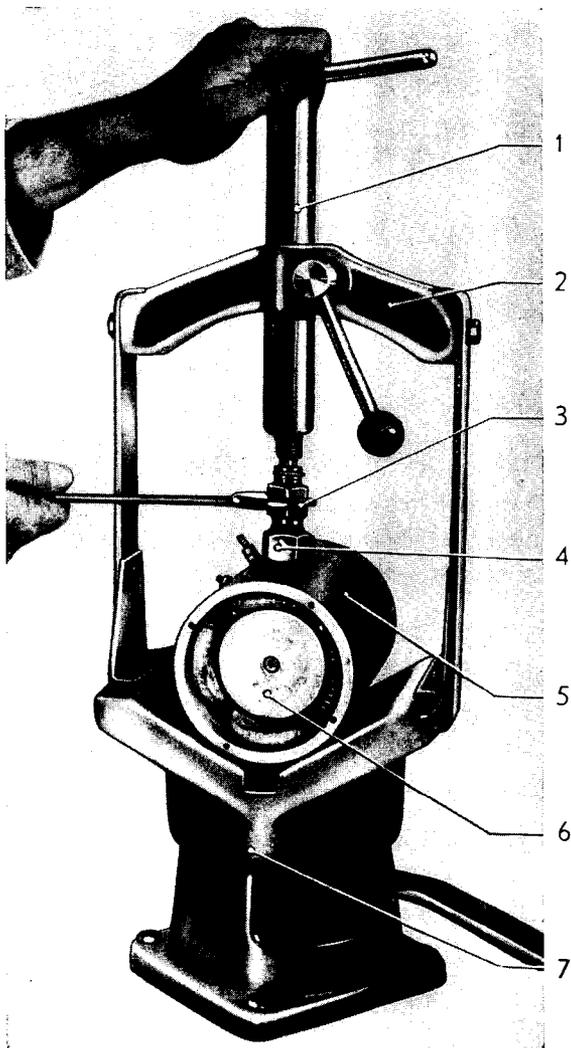


Bild 90 – Polschuhschrauben anziehen

- 1 Führungrohr mit Druckspindel
- 2 Spannbügel
- 3 Gabelschlüssel
- 4 Halter für Schraubenziehereinsatz mit Spannfüter
- 5 Polgehäuse mit Erregerwicklung
- 6 Zentrierdorn
- 7 Aufspannbock

3. Beim Einbau des Anschlußbolzens für die Erregerwicklung auf richtige Lage der isolierenden Teile achten.

4. Nach dem Einbau der Erregerwicklung Wicklung auf Masseschluß prüfen (siehe Arbeitsvorgang „Erregerwicklung auf Masseschluß prüfen“)

## Kollektorlager

### Kompobuchse aus- und einbauen

1. Zeigt sich bei der Instandsetzung, daß die Kompobuchse ausgelaufen oder mechanisch beschädigt ist, so ist die Buchse zu ersetzen.
2. Kompobuchsen-Selbstschmierlager werden zu Ersatzzwecken mit Fertigmaßen geliefert. Sie sollen innen und außen nicht bearbeitet werden, da sich die Poren des Lagermetalls sonst leicht verstopfen und dadurch die Öldurchlässigkeit verringert wird.
3. Ausgelaufene oder beschädigte Kompobuchse mit einem geeigneten Werkzeug ausziehen oder auspressen.
4. Sitz der Buchse reinigen, evtl. vorhandenen Grat vorsichtig entfernen.
5. Neue Buchse vor dem Einpressen mindestens 1/2 Std. in Öl legen, damit das Lagermetall sich gut voll Öl saugen kann.
6. Kompobuchse mit einem genau passenden Dorn einpressen. Da sich die Bohrung der Buchse beim Einpressen unter Umständen etwas verringert, wird – falls erforderlich – durch die Buchse ein passender Glättdorn durchgedrückt.

Es ist darauf zu achten, daß genügend Lagerspiel vorhanden ist, damit Klemmen bzw. Anfressen durch übermäßige Erwärmung mit Sicherheit vermieden wird.

### Isolierten Bürstenhalter auf Masseschluß prüfen

1. Isolierten Bürstenhalter mit 40-Volt-Prüflampe auf Masseschluß prüfen. Dazu eine Prüfspitze auf das Kollektorlager, die andere Prüfspitze auf den isolierten Bürstenhalter halten. Prüflampe darf **nicht** aufleuchten.

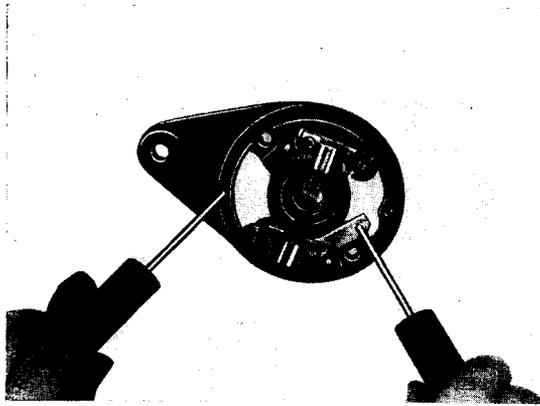


Bild 91 – Isolierten Bürstenhalter auf Masseschluß prüfen

2. Kohlebürsten auf Abnutzung untersuchen und prüfen, ob sie sich in ihren Führungen im Bürstenhalter leicht bewegen lassen.

Die Kohlebürsten sind zu ersetzen, wenn sie – gemessen zwischen Federauflage und Schleiffläche – kürzer als das vorgeschriebene Mindestmaß sind.

Bei dieser Länge wären die Bürsten stark zur Hälfte der abnutzbaren Länge abgelaufen. Die Erneuerung ist erforderlich, damit die Kohlen mit Sicherheit bis zur nächsten Überholung ausreichen. Stets alle Kohlen erneuern und nur Original-Kohlebürsten verwenden.

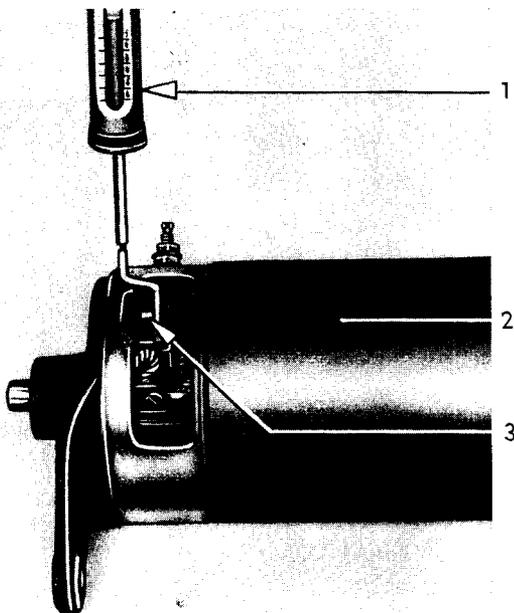


Bild 92 – Bürstenfedrdruck prüfen

- 1 Federwaage
- 2 Lichtmaschine
- 3 Bürstenfeder

Beschädigte, angerostete oder ausgeglühte Bürstenfedern sind zu erneuern. Federn richtig einsetzen. Bürstendruck mit Federwaage prüfen.

## Zusammenbau der Lichtmaschine

in umgekehrter Reihenfolge, dabei beachten:

1. Vordere Spritzscheibe in die Bohrung für Kugellager im Antrieblager legen. Darauf achten, daß Einprägung der Scheibe entgegengesetzt der Riemenscheibe zu liegen kommt.
2. Kugellager im Antrieblager mit vorgeschriebenem Heißlagerfett einfetten.
3. Kugellager bis zum Anschlag in Antrieblager eindrücken.
4. Hintere Spritzscheibe ebenfalls in Bohrung des Antrieblagers einlegen.
5. Haltescheibe für Kugellager mit zwei Zylinderschrauben – Federringe – festschrauben bzw. mit Sprengring festklemmen.
6. Antrieblager mit Kugellager auf die Ankerwelle bis zum Anschlag aufschieben.
7. Distanzring mit Anfasung auf Ankerwelle so aufschieben und bis zum satten Anschlag einpressen, daß der größere Außendurchmesser des Ringes zum Antrieblager zeigt.
8. Anker in Polgehäuse einschieben. Darauf achten, daß die eingeprägte Nase am Gehäuse sich in die Nut des Antrieblagers setzt.
9. Kohlebürsten (93/1 und /7) mit seitlich aufgelegten Bürstenfedern (93/3 und /8) in den Bürstenhaltern festklemmen – Bild 93.
10. Beim Einsetzen der Gewindebolzen für die Befestigung des Kollektor- und Antrieblagers darauf achten, daß kein Kabel beschädigt oder eingeklemmt wird.
11. Lichtmaschine polarisieren, d. h. als Motor laufen lassen. Dazu Anschlüsse einer 6-Volt-Batterie einige Sekunden so anlegen, daß das Pluskabel der Batterie an Klemme „D+“ und das Minuskabel der Batterie am Lichtmaschinengehäuse liegt; Klemme „DF“ an der Lichtmaschine eben-

falls mit dem Lichtmaschinengehäuse verbinden.

12. Öl am Kollektorlager mit Motorenöl füllen.
13. Lichtmaschine auf Prüfstand in Verbindung mit dem zugehörigen Regler prüfen (siehe Arbeitsvorgang „Prüfung des Spannungsreglers“).

- 1 Plusbürste
- 2 Plusbürstenhalter
- 3 Bürstenfeder, seitlich an Kohlebürste angelegt
- 4 Kollektorlager
- 5 Kompobuchse
- 6 Minusbürstenhalter
- 7 Minusbürste
- 8 Bürstenfeder, seitlich an Kohlebürste angelegt
- 9 Nut im Kollektorlager für Nase am Polgehäuse

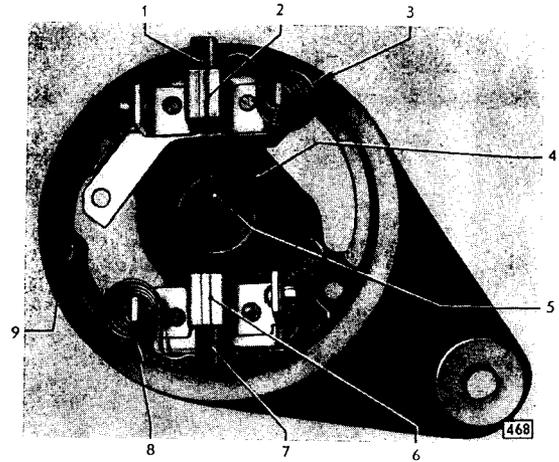


Bild 93 – Kollektorlager mit seitlich festgeklemmten Kohlebürsten

## Lichtmaschinen-Regler

### Aufbau

Die Spannung der elektrischen Anlage im Kraftfahrzeug wird im wesentlichen durch die Fahrzeugbatterie bestimmt.

Aufgabe des Lichtmaschinen-Reglers ist es, die Lichtmaschinen-Spannung bei den während des Betriebs stark schwankenden Drehzahl- und Belastungsverhältnissen der Batteriespannung anzupassen.

Die Batterie soll während des Fahrbetriebes so schnell wie möglich aufgeladen werden, ohne daß die Lichtmaschine durch eine zu hohe Stromstärke überlastet wird; ebenso darf die Lichtmaschinen-Spannung den für spannungsempfindlichen Verbraucher noch zulässigen Höchstwert nicht überschreiten. Bei voll geladener Batterie muß, damit die Batterie durch Überladung keinen Schaden erleidet, die Ladestromstärke klein gehalten werden.

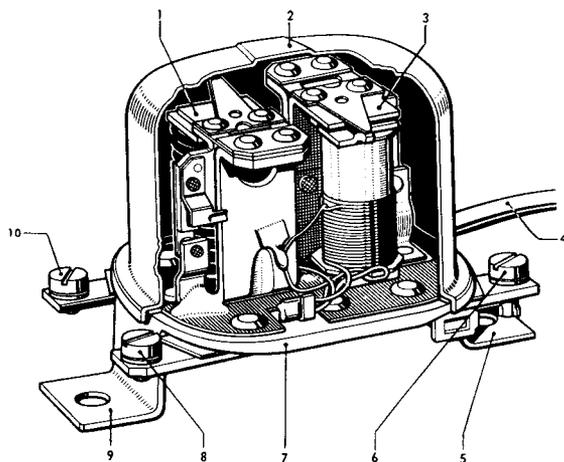


Bild 94 – Spannungsregler

- 1 Rückstromschalter mit Strom und Spannungsspule
- 2 Schutzkapsel
- 3 Reglerschalter mit Spannungsspule und Steuerwicklung
- 4 Verbindungskabel „D+“
- 5 Befestigungsfuß
- 6 Anschlußklemme „DF“
- 7 Grundplatte
- 8 Anschlußklemme „51“
- 9 Befestigungsfuß
- 10 Anschlußklemme „61“

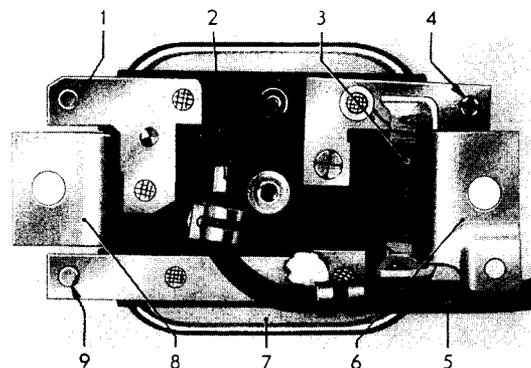


Bild 95 – Unterseite des Spannungsreglers mit Variode

- 1 Anschlußklemme „51“
- 2 Variode
- 3 Regelwiderstand
- 4 Anschlußklemme „DF“
- 5 Verbindungskabel „D+“
- 6 Befestigungsfuß
- 7 Grundplatte
- 8 Befestigungsfuß
- 9 Anschlußklemme „61“

Zur Erfüllung dieser Aufgaben werden im Kraftfahrzeug z. Zt. vorwiegend elektromagnetische Kontaktregler eingebaut, die den Erregerstrom in Verbindung mit einem Regelwiderstand, der Lichtmaschine steuern.

Mit dem Regler ist der Rückstromschalter zusammengebaut.

Der Rückstromschalter verbindet die Lichtmaschine mit der Batterie, wenn die Maschine eine bestimmte Spannung – die Einschaltspannung – erreicht hat.

Fließt bei langsam laufender oder stehender Maschine ein Strom – Rückstrom – von der Batterie zur Lichtmaschine zurück, so trennt der Rückstromschalter beide Aggregate.

### Wirkungsweise des Zweikontaktreglers

Der Zweikontaktregler hat zwei Kontaktpaare (97/10):

das sogenannte untere Kontaktpaar und das sogenannte obere Kontaktpaar.

Das untere Kontaktpaar ist im Ruhezustand geschlossen, während das obere Kontaktpaar sich erst im hohen Drehzahlbereich schließt. Gesteuert werden beide Kontaktpaare von einer Magnetspule (97/11), die an der zu regelnden Lichtmaschinenpannung liegt.

Die Erregerwicklung der Lichtmaschine ist mit ihrem herausgeführten Ende über das untere Kontaktpaar mit Masse verbunden.

Erreicht die Lichtmaschinenpannung die Regler-Sollspannung, so werden die unteren Kontakte entgegen einer Federkraft geöffnet. Der Erregerkreis ist dann nur noch über den Regelwiderstand (97/9), der parallel zu den Kontakten liegt, geschlossen, wodurch der Erregerstrom und damit das magnetische Feld in der Lichtmaschine geschwächt wird. Die Lichtmaschinenpannung sinkt infolgedessen, die magnetische Kraft der Reglerspule (97/11) sinkt ebenfalls und die unteren Kontakte schließen wieder den Erregerkreis bzw. sie schließen den Regelwiderstand (97/9) kurz. Erreicht die Lichtmaschinenpannung einen Wert, bei dem das untere Kontaktpaar dauernd geöffnet ist und der Regelwiderstand (97/9) dauernd eingeschaltet bleibt, so schließt sich das obere Kontaktpaar und schaltet die Erregerwicklung der Lichtmaschine kurz. Das Erregerfeld bricht zusammen und die

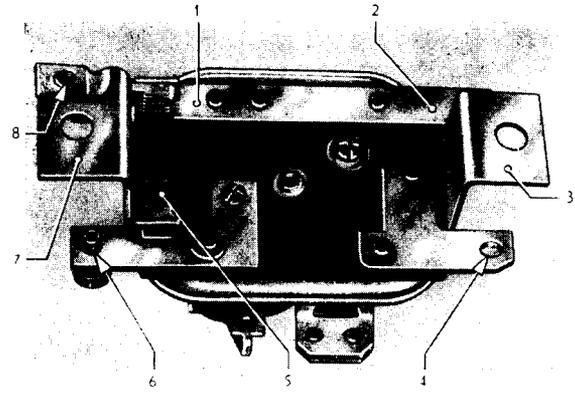


Bild 96 – Unterseite des Spannungsreglers ohne Variode

- 1 Stromschiene mit Anschlußklemme „D+“
- 2 Stromschiene mit Anschlußklemme „61“
- 3 Befestigungsfuß
- 4 Anschlußklemme „51“
- 5 Regelwiderstand
- 6 Anschlußklemme „DF“
- 7 Befestigungsfuß
- 8 Masseanschluß „D-“

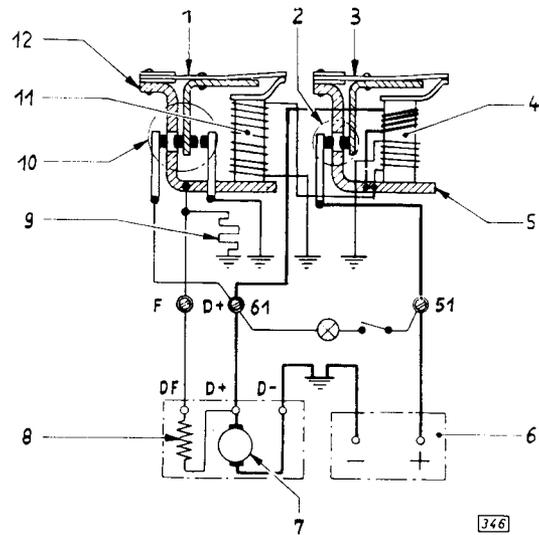


Bild 97 – Schaltung des Zweikontaktreglers ohne Variode

- 1 Bi-Feder und Einstellfeder für Reglerschalter
- 2 Rückstromschalter
- 3 Bi-Feder und Einstellfeder für Rückstromschalter
- 4 Magnetkern mit Strom und Spannungsspule
- 5 Befestigungsbügel für Schalteranker
- 6 Batterie
- 7 Lichtmaschinenanker
- 8 Erregerwicklung
- 9 Regelwiderstand
- 10 Reglerkontakte
- 11 Magnetkern mit Spannungsspule
- 12 Befestigungsbügel für Regleranker

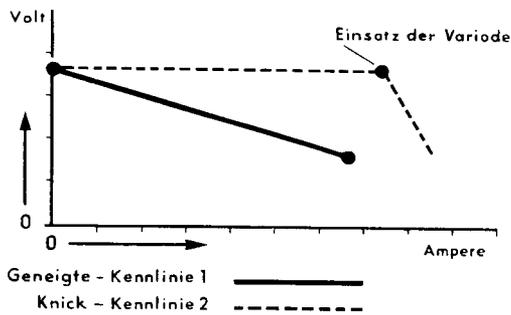


Bild 98 – Reglerkennlinien, geneigte Regelung und Knickregelung

der Lichtmaschinenpannung durch eine Stromspule, die über der Spannungsspule des Reglers angeordnet ist.

Lichtmaschinenpannung sinkt. Durch dieses schnell aufeinander folgende Öffnen und Schließen des Kontaktpaares (97/10) stellt sich ein mittlerer Erregerstrom ein, der bei der betreffenden Drehzahl und Belastung zur Erzeugung der eingestellten Regelspannung erforderlich ist.

Die Reglerkennlinie beim normalen Zweikontaktregler ist geneigt, d. h. die Lichtmaschinenpannung sinkt stetig bei steigender Batteriespannung. Erreicht wird die geneigte Regelung

### Wirkungsweise des Varioden-Reglers

Die erhöhte Lichtmaschinenbelastung durch die hohe Zahl von Stromverbrauchern zwingt zur höchstmöglichen Ausnutzung der Lichtmaschine.

Der „Varioden-Regler“ nutzt die Leistung der Lichtmaschine bis zur Höchstbelastung aus und schützt gleichzeitig durch ein schnelles Herunterregulieren der Spannung nach Überschreiten der Höchstbelastung die Lichtmaschine vor Überlastung.

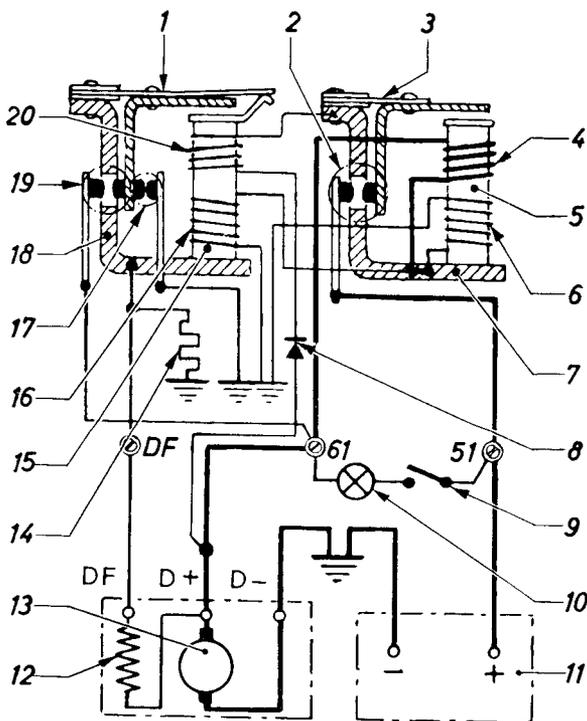


Bild 99 – Schaltung des Spannungsreglers mit Variode

- 1 Bi-Feder des Reglerschalters
- 2 Kontaktpaar des Rückstromschalters
- 3 Bi-Feder des Rückstromschalters
- 4 Stromspule des Rückstromschalters
- 5 Magnetkern des Rückstromschalters
- 6 Spannungsspule des Rückstromschalters
- 7 Befestigungsbügel für Anker des Rückstromschalters
- 8 Variode
- 9 Zündschalter
- 10 Ladekontrolllampe
- 11 Batterie
- 12 Erregerwicklung
- 13 Lichtmaschinenanker
- 14 Regelwiderstand
- 15 Magnetkern des Reglerschalters
- 16 Spannungsspule des Reglerschalters
- 17 Unteres Kontaktpaar des Reglerschalters
- 18 Befestigungsbügel für Anker des Reglerschalters
- 19 Oberes Kontaktpaar des Reglerschalters
- 20 Steuerwicklung des Reglerschalters

Die „Variode“ ist ein Halbleiter-Bauelement mit einem spannungsabhängigen Widerstand. Sie hat die Eigenschaft, daß sie beim Anlegen einer geringen Spannung in Durchlaßrichtung nur einen sehr geringen Strom durchläßt; erst ab einer gewissen Spannung steigt der Strom sehr stark an. Diese Eigenschaft der „Variode“ wird zur Erzielung einer völligen Ausnutzung der Lichtmaschinenleistung verwendet. Der Aufbau des Varioden-Reglers ist ähnlich dem des Zweikontaktreglers. Er besitzt

jedoch anstatt einer Stromwicklung über der Spannungsspule des Reglers eine Steuerwicklung. Über diese Steuerwicklung steuert die „Variode“ den Regler wie folgt:

Wie aus Bild 99 zu ersehen ist, liegt parallel zur Hauptstromleitung eine schwächere Leitung, die über die „Variode“ (99/8) zur Steuerwicklung (99/20) am Regler führt. Die schwächere Leitung greift sozusagen den, infolge des Widerstandes in der Hauptstromleitung, entstehenden Spannungsabfall ab.

Bei geringer Maschinenbelastung – geringer Strom – ist der auftretende Spannungsabfall noch klein. Dementsprechend läßt die „Variode“ nur einen geringen Strom durch. Erst ab einem bestimmten Spannungsabfall, der einer bestimmten Lichtmaschinenbelastung entspricht, steigt der Strom in der Steuerwicklung sehr stark an. Das Ansteigen des Stromes in der Steuerwicklung wird durch die Kennlinie der Variode bestimmt.

Die durch das Fließen des Stromes in der Steuerwicklung (99/20) entstehende magnetische Kraft unterstützt die Spannungsspule und bewirkt somit eine schnelle Herabsetzung der Lichtmaschinen-spannung.

Die Kennlinie des Reglers ist eine sogenannte Knick-Kennlinie, d. h. der Lichtmaschinenstrom bleibt bis zu einem bestimmten Wert konstant und wird beim Einsatz der Variode steil nach unten geregelt. Der Verlauf des Lichtmaschinenstromes ähnelt einer geknickten Linie – Bild 98.

Man erreicht also eine bessere Ausnutzung der Lichtmaschinenleistung und eine schnellere Aufladung der Batterie bei gleichzeitigem Schutz der Maschine vor Überlastung.

### **Wirkungsweise des Rückstromschalters**

Durch die Tatsache, daß die Fahrzeugbatterie eine fast gleichbleibende Spannung hat, die Lichtmaschinen-spannung bei niedrigen Drehzahlen niedrig und bei stehender Maschine gleich Null ist, bestünde ohne besondere Vorkehrungen die Gefahr, daß ein Strom von der Batterie über die Wicklungen der Lichtmaschine zur Masse fließen würde.

Die Batterie würde sich entladen. Um dem vorzubeugen, wird in die Leitung Lichtmaschine – Batterie ein Rückstromschalter eingebaut.

Der Aufbau des Rückstromschalters ist ähnlich dem des Spannungsreglers und hat ebenfalls eine Spannungsspule (99/6) und eine Stromspule (99/4). Bei Erreichen der Einschalt-drehzahl bzw. der Einschaltspannung schließt die magnetische Kraft der Spannungsspule (99/6) die Schaltkontakte (99/2) des Rückstromschalters. Durch das Schließen der beiden Kontakte ist die Lichtmaschine mit der Batterie verbunden.

Wird bei sinkender Lichtmaschinendrehzahl die Lichtmaschinen-spannung geringer als die Batteriespannung, so wird das magnetische Feld des Schalters durch den zurückfließenden Strom – Rückstrom – geschwächt und durch die Wirkung der Stromspule die Schaltkontakte (99/2) geöffnet. Durch das Öffnen der Kontakte sind Lichtmaschine und Batterie wieder getrennt.

Parallel zu den Kontakten des Rückstromschalters ist die Ladekontrollampe (99/10) geschaltet. Die Kontrollampe ist über den Zündschalter mit dem Pluspol der Batterie verbunden und andererseits an Klemme „61“ des Spannungsreglers angeschlossen. Die Kontrollampe leuchtet auf, wenn bei eingeschalteter Zündung die augenblickliche Lichtmaschinen-spannung unter der Einschaltspannung liegt.

In diesem Fall sind die Kontakte des Rückstromschalters geöffnet. Infolge der Spannungsdifferenz zwischen Lichtmaschine und Batterie fließt der Strom vom Pluspol der Batterie über den Zündschalter und die Ladekontrollampe zur Klemme „61“ des Reglers. Das Aufleuchten der Ladekontrollampe zeigt an, daß die Zündung eingeschaltet ist, aber die Lichtmaschinen-spannung noch unter der Einschaltspannung liegt und noch keinen Strom an die Batterie gibt. Die Ladekontroll-

lampe erlischt, sobald die Lichtmaschinenspannung die Höhe der Batteriespannung erreicht hat und die Schaltkontakte sich geschlossen haben. Die Lampe ist jetzt kurzgeschlossen. Das Erlöschen der Ladekontrolllampe zeigt an, daß die Lichtmaschine arbeitet und an das Verbrauchernetz angeschlossen ist. Dies ist jedoch keine Gewähr, daß die Batterie auch tatsächlich geladen wird.

## Prüfung des Spannungsreglers

Das Prüfen des Spannungsreglers kann grundsätzlich nur mit Hilfe geeichter Meß- und Prüfgeräte durchgeführt werden.

Die Prüfung des Reglers soll möglichst in Verbindung mit der zugehörigen, einwandfrei arbeitenden Lichtmaschine durchgeführt werden. Der Regler kann nach den folgenden Anweisungen im eingebauten als auch im ausgebauten Zustand geprüft werden.

### Prüfung der Einschaltspannung

1. Meßleitungen des Voltmeters an Klemme „51“ des Reglers und an Masse anschließen.
2. Lichtmaschine mit dem vorgeschriebenen Belastungswiderstand belasten. Belastungswiderstand an Reglerklemme „51“ und an Masse anschließen.

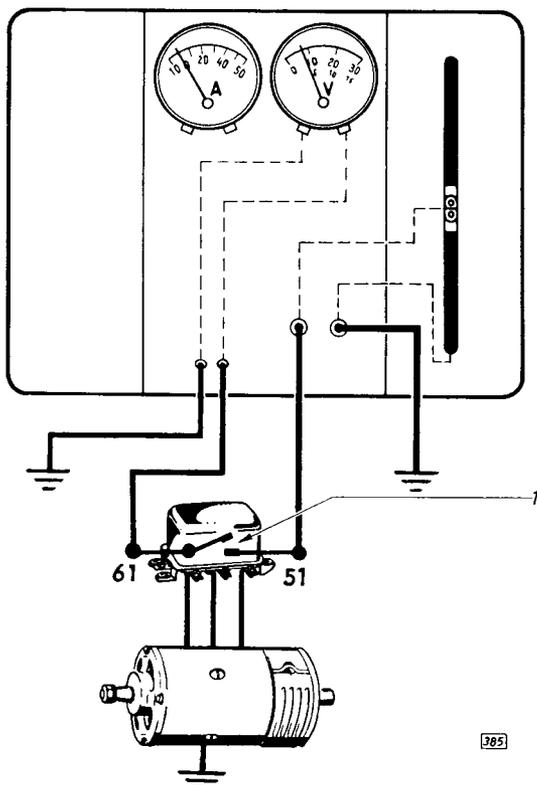


Bild 100 – Einschaltspannung prüfen

1 Schalter noch geöffnet

3. Drehzahl der Lichtmaschine langsam und gleichmäßig steigern. Beim Einschalten des Rückstromschalters fällt die Lichtmaschinenspannung plötzlich infolge der Belastung durch den Belastungswiderstand ab. Das gleichmäßige Ansteigen und plötzliche Abfallen der Lichtmaschinenspannung ist am Voltmeter ersichtlich. Der gemessene Höchstwert entspricht der Einschaltspannung.

Prüfwert beachten!

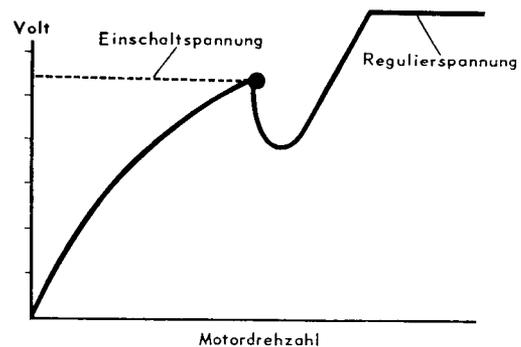


Bild 101 – Spannungskurve vor und nach dem Einschalten des Rückstromschalters

### Prüfung der Regulierspannung im Leerlauf – ohne Belastung

1. Meßleitungen des Voltmeters an Klemme „61“ des Reglers und an Masse anschließen.
2. Lichtmaschinendrehzahl langsam und gleichmäßig steigern. Steigt dabei die Lichtmaschinenspannung nicht mehr weiter an, so ist die Regulierspannung ohne Belastung erreicht.

Prüfwert beachten!

### Prüfung der Regulierspannung unter Belastung

1. Meßleitungen des Voltmeters und Belastungswiderstand an Klemme „51“ des Reglers und an Masse anschließen.

- Belastungswiderstand mit dem vorgeschriebenen Belastungsstrom belasten. Dabei Belastungsstrom an einen zwischen Belastungswiderstand und Masse geschalteten Amperemeter – Meßbereich bis ca. 80 Ampere – ablesen. Dem Belastungswiderstand muß eine Batterie parallel geschaltet sein.
- Drehzahl der Lichtmaschine steigern, bis die von Volt- und Amperemeter angezeigten Werte konstant bleiben. Der abgelesene Wert entspricht der Reglerspannung unter Belastung.

Prüfwert beachten!

Vorsicht bei Varioden-Reglern!

Diese Prüfung ist bei **kalter Maschine** innerhalb einer Betriebszeit von 3 Minuten durchzuführen.

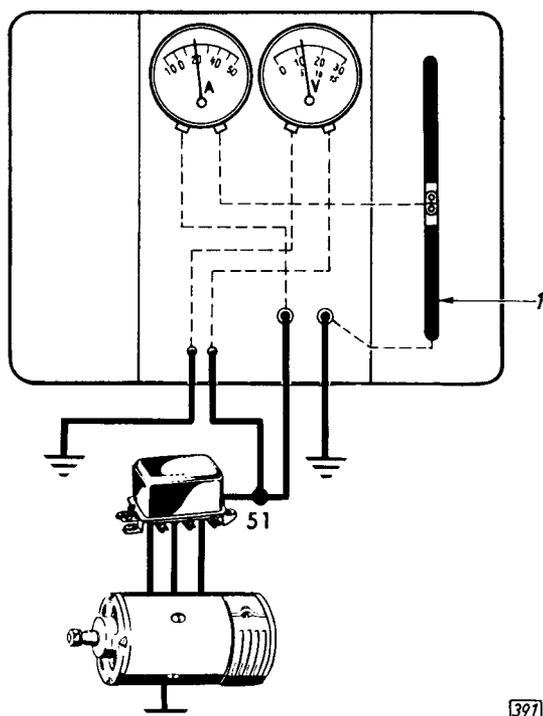


Bild 102 – Reglerspannung unter Belastung prüfen

1 Einstellbarer Widerstand

## Prüfung des Rückstromes

Prüfung des Rückstromes bei einer halbvollen Batterie vornehmen.

- Kabel von Klemme „51“ des Reglers abklemmen und Amperemeter zwischenschalten.
- Beginnend bei mittlerer Lichtmaschinendrehzahl kann bei dieser Messung am Amperemeter mit abnehmender Drehzahl ein Rückgang des Ladestromes bis auf 0 Ampere und darüber hinaus ein Zeigerausschlag in der anderen Richtung festgestellt werden (Entlade-Rückstrom).

meter mit abnehmender Drehzahl ein Rückgang des Ladestromes bis auf 0 Ampere und darüber hinaus ein Zeigerausschlag in der anderen Richtung festgestellt werden (Entlade-Rückstrom).

Dieser Rückstrom wird bei sinkender Drehzahl immer größer, bis der Rückstromschalter die Lichtmaschine von der Batterie trennt und der Zeiger des Amperemeters ruckartig in die Null-Stellung geht.

Der gemessene Höchststrom entspricht dem Rückstrom.

Prüfwert beachten!

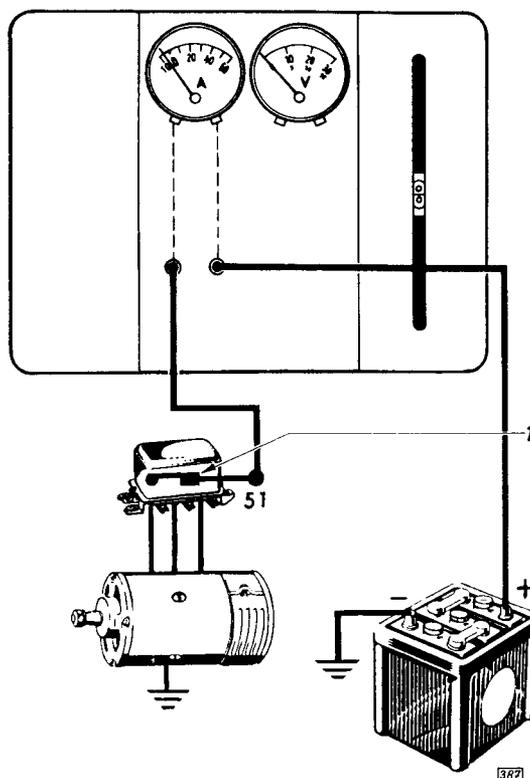


Bild 103 – Rückstrom prüfen

1 Schalter noch geschlossen

Anmerkung: Einstellarbeiten können am Varioden-Regler infolge seiner großen Empfindlichkeit nicht durchgeführt werden.

Werden bei den vorgenannten Prüfungen des Spannungsreglers die geforderten Prüfwerte nicht erreicht, so ist der Regler gegen einen neuen auszuwechseln.

## Wichtig!

Beim Varioden-Regler ist das Verbindungskabel „D+“ vom Regler zur Lichtmaschine am Regler fest montiert.

Der Widerstand des Kabels ist auf die Variode und auf die Spulen genau abgestimmt. Aus diesem Grund darf das Verbindungskabel nicht verändert werden. Ist infolge einer Beschädigung die Erneuerung des Kabels notwendig, so ist der Regler einschließlich Verbindungskabel auszuwechseln. Müssen aus irgend einem Grund Kabel am Regler gelöst werden, so ist unbedingt darauf

zu achten, daß beim Wiederanschließen der Kabel unter den Befestigungsschrauben Federringe liegen.

Die Schrauben sind in jedem Fall fest anzuziehen, da beim selbsttätigen Lösen der Anschlußschrauben umfangreiche Beschädigungen an der Lichtmaschine auftreten können.

## INSTRUMENTE

### Horn

In Kraftfahrzeuge werden vorwiegend elektromagnetische Hörner, sogenannte Membran- oder Aufschlaghörner, eingebaut.

Membranhörner gibt es in verschiedenen Größen und Tonlagen – Mehrklanganlagen.

Von der Größe eines Hornes hängt, in gewissen Grenzen, die Lautstärke ab. Je größer das Horn, um so größer seine Lautstärke. Bei den Mehrklanganlagen ist die Grundfrequenz der einzelnen Hörner harmonisch aufeinander abgestimmt.

Die Wirkungsweise der Membran- bzw. Aufschlaghörner beruht darauf, daß mit Hilfe eines Elektromagneten (104/1) und eines Unterbrechers (104/5) die Membran (104/3) in Schwingungen versetzt wird.

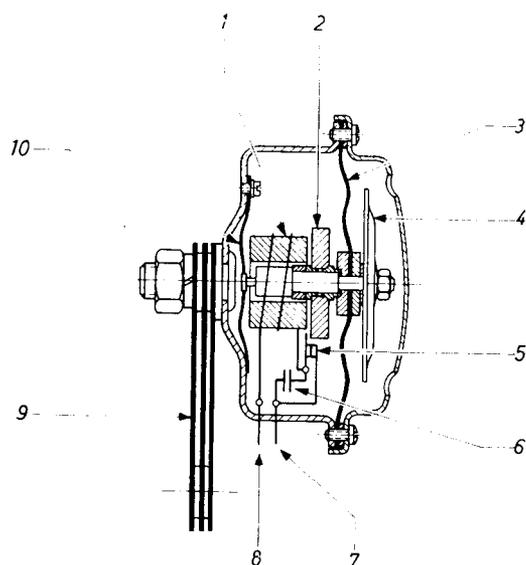


Bild 104 – Schematischer Aufbau eines Hornes

- 1 Elektromagnet
- 2 Anker
- 3 Membran
- 4 Schwingteller
- 5 Unterbrecherkontakt
- 6 Kondensator
- 7 Anschlußkabel
- 8 Anschlußkabel
- 9 Federnder Befestigungsbügel
- 10 Blattfeder

Beim Betätigen des Horndruckknopfes fließt ein Strom durch die Magnetwicklung über den Unterbrecherkontakt und zieht den Anker (104/2) der Membran entgegen einer Federkraft an. Ehe der Anker am Magnetkern aufschlägt, öffnet er den Unterbrecherkontakt. Der Anker bewegt sich jedoch weiter bis zum Anschlag und prallt von dort über die Nulllage zurück. Der Unterbrecherkontakt schließt sich bei der Rückbewegung und das Spiel wiederholt sich in periodischer Weise. Der dem Unterbrecherkontakt parallel geschaltete Kondensator (104/6) unterdrückt die Funkenbildung, so daß der Kontakt nur geringfügig abgenutzt wird.

Der Unterbrecherkontaktabstand kann an einer Einstellschraube eingestellt werden.

Der durch die schwingende Membran erzeugte Grundton ist für die Tonhöhe des Hornes maßgebend, während die dem Grundton überlagerten Obertöne den Klangcharakter bestimmen. Die Hörner sind an den Fahrzeugen so

angebaut, daß die Schallwellen ungehindert abgestrahlt werden. Zur Vermeidung von Erschütterungen und damit die Schallenergie nicht ungenutzt abfließt, sind die Hörner über federnde Befestigungsbügel (104/9) angeschraubt.

## Zigarrenanzünder

Der Zigarrenanzünder besitzt eine automatische Abschaltung nach der Anwärmezeit.

Im Gehäuseinnern der Steckdose (105/3) befinden sich drei Bi-Metall-Abschaltfedern (105/1) die den eingeklemmten Zigarrenanzünder nach der Anwärmezeit automatisch freigeben.

Die Bi-Metall-Abschaltfedern sind so eingestellt, daß der eingedrückte Zigarrenanzünder nach einer Anwärmezeit von ca. 10 bis 18 Sekunden automatisch abgeschaltet wird, d. h. der Zigarrenanzünder springt hörbar zurück und seine Heizspirale glüht.

Eine Nachjustierung der Bi-Metall-Abschaltfedern, kann an eingebauter Steckdose vorgenommen werden und ist wie folgt durchzuführen:

1. Zigarrenanzünder in Steckdose eindrücken und Einschaltzeit des Anzünders prüfen. Bei einwandfreier Einstellung der Abschaltfedern muß die Einschaltzeit 10 – 18 Sekunden betragen. Nach dieser Zeit muß der Anzünder hörbar in seine Ruhestellung zurückspringen und die Spirale rot glühen.

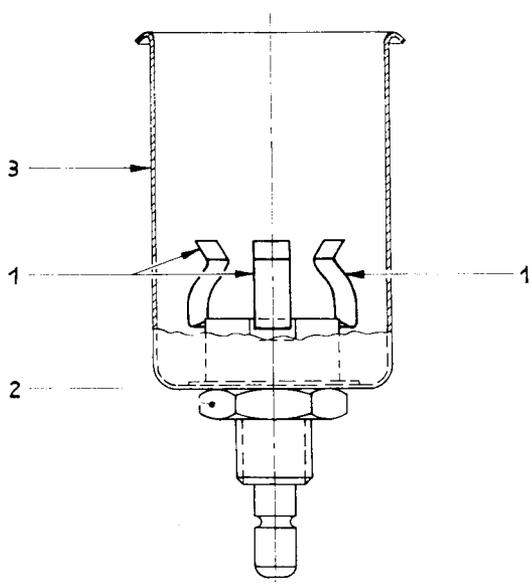


Bild 105 – Steckdose des Zigarrenanzünders

- 1 Drei Bi-Metall-Abschaltfedern
- 2 Sechskantmutter für Befestigung Zigarrenanzünder an Armaturentafel
- 3 Steckdose

2. Bei einer zu **kurzen Einschaltzeit** ist jede der drei Abschaltfedern gleichmäßig so weit nach innen zu biegen, bis nach nochmaliger Funktionsprüfung die vorgeschriebene Einschaltzeit erreicht ist.

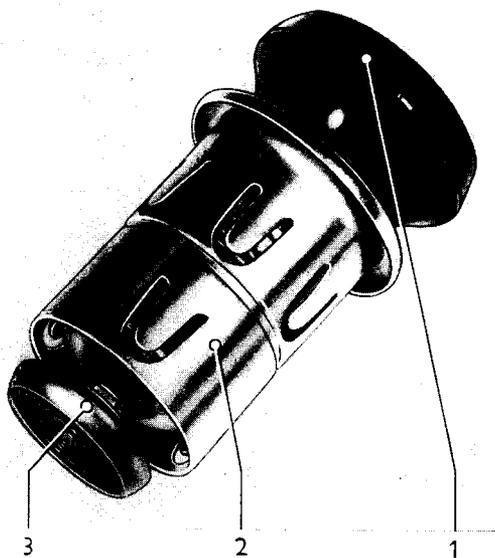


Bild 106 – Zigarrenanzünder, Knopf eingedrückt

- 1 Knopf
- 2 Fassung
- 3 Spirale

3. Bei einer zu **langen Einschaltzeit** ist jede der drei Abschaltfedern gleichmäßig so weit nach außen zu biegen, bis nach nochmaliger Funktionsprüfung die vorgeschriebene Einschaltzeit erreicht ist.

**Anmerkung:** Wird die vorgeschriebene Einschaltzeit überschritten oder der Knopf des Zigarrenanzünders von Hand mutwillig über die vorgeschriebene Anwärmezeit festgehalten, so wird die Spirale weißglühend und brennt durch.

### Zigarrenanzünder aus- und einbauen

1. Anschlußkabel mit Kabelstecker von Steckkontakt (107/5) abziehen.
2. Sechskantmutter (107/4) abschrauben und Bügel (107/2) abnehmen.

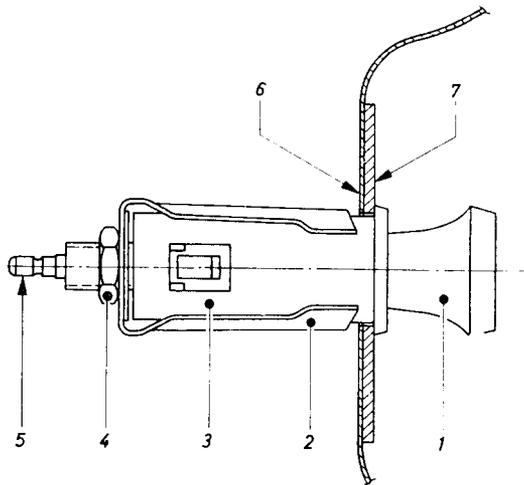


Bild 107 – Zigarrenanzünder an Armaturentafel

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 1 Knopf für Anzünder | 5 Steckkontakt   |
| 2 Bügel              | 6 Armaturentafel |
| 3 Zigarrenanzünder   | 7 Zierblende     |
| 4 Sechskantmutter    |                  |

3. Steckdose des Zigarrenanzünders nach vorn aus Armaturentafel (107/6) herausziehen.

Einbau in umgekehrter Reihenfolge, dabei auf einwandfreien Kontakt des Kabelsteckers achten.

### Heizspirale des Zigarrenanzünders ersetzen

1. Zigarrenanzünder aus Zigarrenanzünder-Steckdose herausziehen.
2. Knopf (106/1) in Zigarrenanzünder-Fassung (106/2) eindrücken und Heizspirale (106/3) herausschrauben.

Einbau in umgekehrter Reihenfolge.

## KRAFTSTOFFMESSANLAGE

Die elektrische Kraftstoffmeßanlage besteht aus dem Kraftstoffanzeigergerät in der Armaturentafel, den Verbindungsleitungen und dem Kraftstoffmeßgerät im Kraftstofftank.

Der Zeiger des Kraftstoffanzeigergerätes ist mit einem kleinen Anker versehen und drehbar zwischen den beiden Magnetspulen „a“ und „b“ gelagert. Die Spulen „a“ und „b“ befinden sich im Innern des Kraftstoffanzeigergerätes.

Die Richtspule „a“ ist mit ihrem Anfang durch ein Kabel mit der Klemme „15“ des Zündschlosses verbunden. Das Ende der Richtspule „a“ und der Anfang der Ablenkspule „b“ sind an Klemme „Tank“ durch ein Kabel mit dem Kraftstoffmeßgerät im Kraftstofftank verbunden, während das Ende der Spule „b“ an Masse liegt. Im Kraftstoffmeßgerät befindet sich ein veränderlicher Widerstand, der durch den Schwimmer, dem Flüssigkeitsstand entsprechend, eingestellt wird und hauptsächlich den Strom, der durch die Ablenkspule „b“ fließt, beeinflusst. Je nach Stellung des Schwimmers ist der Widerstand größer oder kleiner. Bei leerem Tank ist der Widerstand im Kraftstoffmeßgerät gleich null, die Spule „b“ erhält keinen Strom und der Zeiger wird von der magnetischen Kraft der Spule „a“ in die Stellung „Leer“ gezogen. Ist der Tank voll, so ist der Widerstand im Kraftstoffmeßgerät groß, die Spule „b“ erhält einen hohen Strom. Die magnetische Kraft der Spule „b“, die jetzt stärker ist als die der Spule „a“, zieht den Zeiger in die Voll-Stellung. In den Zwischenstellungen

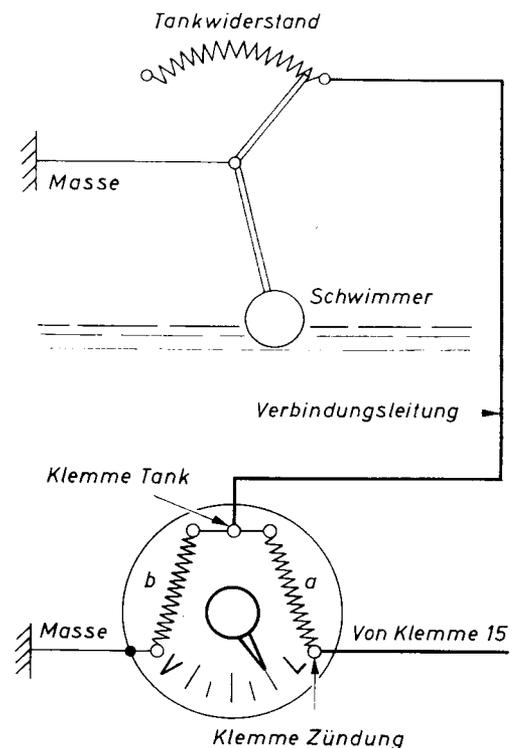


Bild 108 – Schematische Darstellung der Kraftstoffmeßanlage

stellt sich der Zeiger, dem Flüssigkeitsstand entsprechend, über den veränderlichen Widerstand des Kraftstoffmeßgerätes durch den Schwimmer ein.

### **Wichtig!**

**Auf keinen Fall darf ein spannungsführendes Kabel an die Klemme „Tank“ des Anzeigerätes gelegt werden, da hierbei der Widerstand im Kraftstoffmeßgerät sofort durchbrennt.**

## **Prüfung des Kraftstoffanzeigerätes in Armaturentafel**

Stellt sich der Zeiger des Kraftstoffanzeigerätes in der Armaturentafel nach eingeschalteter Zündung nicht auf den der Tankfüllung entsprechenden Wert ein, so sind folgende Prüfungen vorzunehmen:

### **Prüfung der Kabelleitung vom Zündschalter zum Kraftstoffanzeigerät**

1. Zündung einschalten.
2. Ein Ende der Prüfeinrichtung (Voltmeter oder 6-Volt-Prüflampe) mit einer einwandfreien Massestelle und das andere Ende mit dem Steckanschluß „Zündung“ am Anzeigerät verbinden.
3. Leuchtet die Prüflampe nicht auf oder zeigt das Voltmeter nicht die volle Batteriespannung an, so liegt eine Kabelunterbrechung oder ein schlechter Klemmenanschluß in der Zuleitung vor.

4. Bei einer Kabelunterbrechung ist das Kabel vom Zündschloß bis zum Kraftstoffanzeigerät auszuwechseln.
5. Liegt ein schlechter Klemmenanschluß vor, so ist die entsprechende Klemme zu lösen, zu reinigen und wieder festzuklemmen.

### **Prüfung des Kraftstoffanzeigerätes in Armaturentafel**

1. Zündung einschalten.
2. Ein Ende des Voltmeters an einer einwandfreien Massestelle und das andere Ende am Steckkontakt „Tank“ anschließen.
3. Zeigt das Voltmeter keine Spannung an, so ist die Spule „a“ im Kraftstoffanzeigerät defekt und das Kraftstoffanzeigerät ist auszuwechseln.

## **Prüfung des Kraftstoffmeßgerätes**

Kraftstoffmeßgerät eingebaut

Diese Prüfung ist in eingebautem Zustand durchzuführen. Die Prüfung mit einem leeren Tank beginnen.

1. An Anschlußklemme des Kraftstoffmeßgerätes und einer einwandfreien Massestelle Voltmeter mit einem Meßbereich von ca. 0 bis 3 Volt anschließen.
2. Zündung einschalten.
3. Kraftstoffbehälter langsam mit Kraftstoff füllen. Hierbei muß das Voltmeter **stetig** von 0 bis 2,2 Volt steigen.

**Anmerkung:** Steigt das Voltmeter zunächst nicht und springt dann plötzlich auf einen höheren Wert, so ist auf eine Unterbrechung des Widerstandes oder oxydierten Kontakt der Schleiffeder im Kraftstoffmeßgerät zu schließen. In diesem Fall muß das Kraftstoffmeßgerät ausgewechselt werden.

Zeigt das Voltmeter keine Spannung, so kann eine Kabelunterbrechung oder ein Masseschluß in der Verbindungsleitung vom Kraftstoffanzeigerät zum Kraftstoffmeß-

gerät vorliegen bzw. der Anschlußbolzen hat Masseschluß oder das mechanische Gestänge des Kraftstoffmeßgerätes ist verklemmt. In diesem Fall ist der Anschlußbolzen sowie die Klemme zu reinigen und festzuziehen, evtl. neue Isolierscheiben ver-

wenden. Nochmalige Prüfung mit dem Voltmeter vornehmen.

Zeigt das Voltmeter bei der Prüfung irgendeine Unregelmäßigkeit, so ist das Kraftstoffmeßgerät auszubauen und in einer Prüfvorrichtung zu prüfen.

## Kraftstoffmeßgerät aus- und einbauen

1. Kabelanschluß am Kraftstoffmeßgerät abklemmen.
2. Schrauben für Kraftstoffmeßgerät an Tank heraus-schrauben, Kraftstoffmeßgerät mit Dichtung aus Kraftstofftank herausnehmen.

Einbau in umgekehrter Reihenfolge, dabei beachten:

1. Stets neue Dichtung verwenden.
2. Das Gewinde der Schrauben sowie die Dichtung sind beiderseits mit benzinbeständiger Dichtungsmasse zu bestreichen.

## Prüfung des Kraftstoffmeßgerätes

Kraftstoffmeßgerät ausgebaut

Die Prüfung des Meßgerätes im ausgebauten Zustand kann in Verbindung mit einem einwandfrei arbeitenden Anzeigegerät durchgeführt werden. Das Anzeigegerät und das Meßgerät sind entsprechend Bild 108 anzuschließen.

Dabei ist der Pluspol der Batterie mit der Klemme „Zündung“ des Anzeigegerätes zu verbinden. Außerdem sind das Gehäuse des Kraftstoffanzeigegerätes und das des Meß-

gerätes mit dem Minuspol der Batterie zu verbinden; ebenso ist eine Verbindung zwischen der Klemme „Tank“ am Kraftstoffanzeigegerät und dem Anschluß des Meßgerätes herzustellen. Durch Bewegen des Schwimmers von Hand muß der Zeiger am Kraftstoffanzeigegerät bei einwandfreiem Arbeiten des Meßgerätes entsprechend den jeweiligen Stellungen reagieren. Ist dies nicht der Fall, so ist das Meßgerät zu ersetzen.

## Beseitigung von Störungen an der Kraftstoffmeßanlage

Störung	Ursache	Abhilfe
Zündung eingeschaltet: Kraftstoffanzeigegerät <b>zeigt nicht an</b> , obwohl Tank teilweise gefüllt ist	a) Falsche Kabelverbindung b) Loser Anschluß an Klemme „Zündung“ des Kraftstoffanzeigegerätes c) Kraftstoffanzeigegerät durchgebrannt d) Zeiger hängt e) Masseschluß in der Leitung zwischen Kraftstoffanzeigegerät und Kraftstoffmeßgerät	a) und e) Kabelverlegung prüfen. Kabel genau nach Schaltplan verlegen. Steckanschluß überprüfen b) Steckanschluß überprüfen und auf guten Kontakt achten c) und d) Kraftstoffanzeigegerät auswechseln

Störung	Ursache	Abhilfe
Zündung eingeschaltet: Zeiger des Kraftstoffanzeigegerätes <b>steht dauernd auf „Voll“</b> , obwohl Tank nur teilweise gefüllt ist	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Loser Anschluß an Klemme „Tank“ des Kraftstoffanzeigegerätes</li> <li>b) Kabelunterbrechung zwischen Kraftstoffanzeigegerät und Kraftstoffmeßgerät</li> <li>c) Unterbrechung im Kraftstoffmeßgerät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Steckanschluß überprüfen und auf guten Kontakt achten</li> <li>b) Kabelverlegung prüfen, Kabel genau nach Schaltplan verlegen</li> <li>c) Kraftstoffmeßgerät ausbauen und auf Prüfstand prüfen</li> </ul>
Zündung eingeschaltet: Zeiger des Kraftstoffanzeigegerätes <b>pendelt</b> bei teilweise gefülltem Tank stark <b>zwischen wirklicher Füllung und Vollanzeige</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Loser Anschluß an Klemme „Tank“ des Kraftstoffanzeigegerätes</li> <li>b) Gehäuse des Kraftstoffanzeigegerätes hat schlechte Masse</li> <li>c) Wackelkontakt in der Leitung zwischen Kraftstoffanzeigegerät und Kraftstoffmeßgerät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Steckanschluß überprüfen und auf guten Kontakt achten</li> <li>b) Schrauben des Kraftstoffanzeigegerätes nachziehen</li> <li>c) Kabelverlegung überprüfen und genau nach Schaltplan verlegen</li> </ul>
Zündung eingeschaltet: Zeiger steht <b>auf „Leer“ bzw. schlägt nur teilweise aus</b> , obwohl Tank gefüllt ist	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Loser Anschluß an Klemme „Zündung“ des Kraftstoffanzeigegerätes</li> <li>b) Gehäuse des Kraftstoffanzeigegerätes hat schlechte Masse</li> <li>c) Leitung zwischen Kraftstoffanzeigegerät und Kraftstoffmeßgerät hat teilweise Masseschluß</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Steckanschluß überprüfen und auf guten Kontakt achten</li> <li>b) Schrauben des Kraftstoffanzeigegerätes nachziehen</li> <li>c) Kabelverlegung überprüfen und genau nach Schaltplan verlegen</li> </ul>
Zündung eingeschaltet: Tankwiderstand nicht durchgebrannt. Zeiger des Kraftstoffanzeigegerätes zeigt <b>ruckweise nur in einzelnen Bereichen an</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Korrosionsbildung oder Verklemmungen am Gestänge des Kraftstoffmeßgerätes – hervorgerufen durch schlechten Kraftstoff. Erhöhte Reibungswiderstände auch durch eventuelle Verbiegung des Gestänges</li> <li>b) Kurzschluß einzelner Windungen des Widerstandes im Kraftstoffmeßgerät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Gestänge von Korrosionsschicht befreien. Gestänge gangbar machen. Wenn trotzdem das Kraftstoffmeßgerät nicht einwandfrei arbeitet, Kraftstoffmeßgerät auswechseln</li> <li>b) Kraftstoffmeßgerät auswechseln</li> </ul>
Zündung eingeschaltet: Zeiger des Kraftstoffanzeigegerätes <b>pendelt zwischen „Leer“ und „Voll“</b> . Alle Anschlüsse sind in Ordnung. Gestänge des Kraftstoffmeßgerätes leichtgängig. Kraftstoffanzeigegerät, Kraftstoffmeßgerät ist in Ordnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Massekontakt des Kraftstoffmeßgerätes zur Fahrzeugmasse ist mangelhaft</li> <li>b) Kontaktfinger im Kraftstoffmeßgerät ist oxydiert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Einwandfreien Massekontakt herstellen</li> <li>b) Kraftstoffmeßgerät auswechseln</li> </ul>

# BELEUCHTUNG

## Scheinwerfer

Den Scheinwerfern eines Kraftwagens kommt eine besondere Bedeutung zu: Nur eine auf große Entfernung ausgezeichnet beleuchtete Straße ermöglicht nachts ein sicheres, schnelles und bei langer Fahrt nicht übermäßig ermüdendes Fahren.

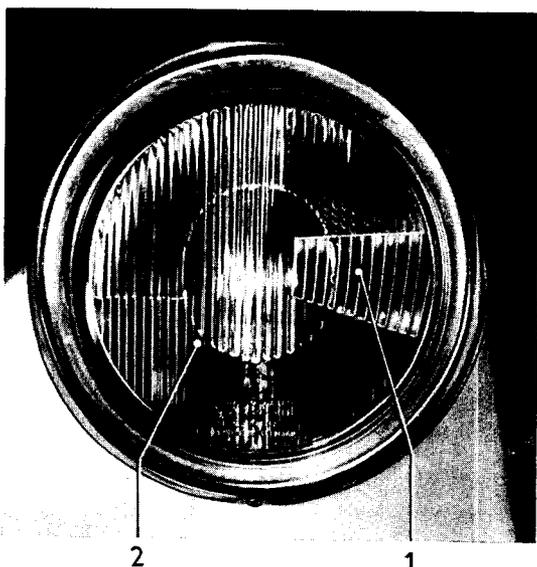


Bild 109 – Scheinwerfer

- 1 Sektor im Scheinwerferglas für asymmetrische Ablenkung
- 2 Scheinwerferglas

Es werden an einen guten Scheinwerfer demzufolge auch entsprechende Anforderungen gestellt.

Verlangt wird: Große Reichweite bei Fernlicht, gute Fahrbahnbeleuchtung und Lichtverteilung, ausreichende Seitenstreuung für Kurven- und Straßenrandbeleuchtung, genügend große Höhenstreuung, damit das Licht beim Nicken des Fahrzeuges trotzdem ruhig bleibt, keine übermäßige Nahbeleuchtung, damit weiter entfernte Gegenstände gut erkannt werden können.

Zur Erfüllung der gesetzlichen Vorschriften beim Fernlicht und besonders beim Abblendlicht wird zur Vermeidung der Blendung eine ausgeprägte Hell-Dunkelgrenze gefordert.

Voraussetzung für diese umfangreichen Forderungen sind eine gute Scheinwerferoptik – Scheinwerferglas, Lampenfassung und Reflektor – einwandfreie normgerechte Glühlampe, vorschriftsmäßige Spannung am Glühlampensockel und richtige Einstellung der Scheinwerfer.

tor – einwandfreie normgerechte Glühlampe, vorschriftsmäßige Spannung am Glühlampensockel und richtige Einstellung der Scheinwerfer.

### Aufbau des Scheinwerfers

Beim Scheinwerfer ist der Deckelring durch zwei oder drei Einstellschrauben mit dem Tragring verbunden. Im Tragring sind Scheinwerferglas und Reflektor durch Federn gehalten oder eingebördelt und so zu einer Einheit verbunden.

Am oberen Rand des Einbautopfes im Kotflügel wird der Scheinwerfer eingehängt und durch Schrauben befestigt. Durch zwei Einstellschrauben im Tragring wird der Reflektor des Scheinwerfers den gesetzlichen Vorschriften entsprechend eingestellt.

Die Fassung der Scheinwerferlampe – Biluxlampe – wird von hinten in den Reflektor eingesetzt und durch eine Feder bzw. durch einen Bajonettverschluß gehalten.

Die Standlichtlampe sitzt in einer besonderen Spiegelaussparung und wird von einer an der Lampenfassung angebrachten Kontaktfeder gehalten und mit Strom versorgt.

Glühlampen und Reflektor sind so gearbeitet, daß der Fernlichtglühfaden der vorgeschriebenen Glühlampe immer im Brennpunkt des Reflektors zu liegen kommt.

## **Scheinwerfer-Reflektor**

Der Reflektor ist das wichtigste Teil eines Scheinwerfers. Seine Eigenschaften wie Form, Oberflächenglätte und Formgenauigkeit bestimmen die optischen Eigenschaften des Scheinwerfers. Die aluminiumbedampfte Innenfläche des Reflektors ist gegen Verunreinigung sehr empfindlich, insbesondere gegen Öl- oder Fettdämpfe. Die Spiegelfläche darf daher nicht mit bloßen Fingern berührt oder gar mit einem unreinen oder öligen Lappen ausgewischt werden. Staub darf nur mit Watte oder einem feinen Haarpinsel entfernt werden. Ein verschmutzter Reflektor ist immer zu ersetzen.

## **Scheinwerfer-Glas**

Das Scheinwerfer-Glas gehört mit zur Scheinwerferoptik und hat die Aufgabe das ausgestrahlte Licht möglichst günstig auf die Fahrbahn und das angrenzende Gelände zu verteilen. Die Verteilung des Lichtes wird durch die sinnreich angeordneten Parallelfleichen, Linsen und Prismen in der Glasfläche erreicht, ohne daß das Licht unzulässig geschwächt wird.

Der Scheinwerfer mit asymmetrischem Abblendlicht ist an einer besonders ausgebildeten Streuscheibe im Scheinwerferglas zu erkennen. Die Streuscheibe ist auf der linken Seite (in Fahrtrichtung gesehen) des Glases angeordnet und streut die von der unteren Spiegelfläche reflektierten Strahlen nach der rechten Straßenseite (gilt für Rechtsverkehr, bei Linksverkehr Anordnung der Streuscheibe auf der rechten Seite).

Die äußere Fläche des Scheinwerfer-Glases ist glatt, damit sich Schmutz, Schnee und dgl. nicht festsetzen können.

## **Scheinwerfer-Glühlampen**

Im Scheinwerfer sind zwei Glühlampen eingebaut: die Biluxlampe und die Standlichtlampe.

Die Biluxlampe – Zweidrahtlampe – besteht aus einem luftleergepumpten und mit Gas gefüllten Glaskolben, in dem sich zwei Glühfäden für Fern- und für Abblendlicht und unter dem Abblendfaden eine Abblendkappe befinden. Der Glaskolben ist zur genauen Fixierung im Scheinwerferreflektor mit einem Tellersockel fest verbunden, der für zwei Reflektoren verschiedener Brennweite verwendet werden kann.

Beim Einsetzen der Biluxlampe in den Reflektor ist darauf zu achten, daß sich die ausgeprägten Fixiernasen an der Tellerfassung in die entsprechende Aussparung des Reflektors einsetzen. Die Lampe wird dadurch genau im Reflektor fixiert und der Glühfaden für Fernlicht kommt genau in den Brennpunkt des Spiegels, der Glühfaden für Abblendlicht liegt dagegen vor dem Brennpunkt.

Ganz besonders ist beim Einsetzen einer Glühlampe darauf zu achten, daß der Glaskolben nicht mit bloßen Fingern berührt wird. Dadurch können Fettspuren auf den Glaskolben gelangen, die bei Erhitzung verdampfen, sich auf der Spiegel-Oberfläche niederschlagen und diese trüben bzw. chemisch angreifen.

Am Fuß trägt die Biluxlampe drei isolierte Kontaktfahnen, auf die die Steckdose mit den drei Leitungen aufgesteckt wird.

Die Leistungsaufnahme der Biluxlampe ist gesetzlich begrenzt und beträgt in 6-Volt-Anlagen bei asymmetrischen Scheinwerfern in der Regel für das Fernlicht 45 Watt und für das Abblendlicht 40 Watt. Die Leistungsaufnahme der Standlichtlampe beträgt 4 Watt.

## Abblendung bei asymmetrischem Abblendlicht

Bei Fernlicht liegt der Glühfaden der Biluxlampe im Brennpunkt des Spiegels und das Licht tritt als leicht auseinandergelagerter Lichtkegel von großer Reichweite aus dem Scheinwerfer.

Entgegenkommende Verkehrsteilnehmer würden geblendet werden. Das Fernlicht ist also als Begegnungslicht und für das Durchfahren beleuchteter Ortschaften nicht geeignet.

Dies ergibt die Forderung nach einem Abblendlicht von großer Reichweite, bei dem die Straßenbenutzer nicht geblendet werden.

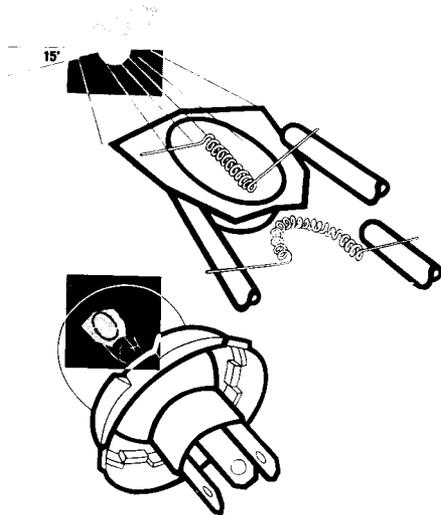


Bild 110 – Anordnung der Abblendkappe in der Biluxlampe

Eine abgeblendete Straßenbeleuchtung läßt sich mit Hilfe des Abblendkörpers in der Biluxlampe erreichen. In Verbindung mit den sektorenförmigen Prismen im Scheinwerferglas und der besonders ausgebildeten Abblendkappe unter dem Abblendglühfaden wird eine ausreichende Beleuchtung der Straße erzielt, ohne daß entgegenkommende Verkehrsteilnehmer geblendet werden. Durch die besondere Anordnung des Abblendkörpers in der Lampe werden die abgehenden Lichtstrahlen, die die obere Spiegelhälfte treffen, nach unten reflektiert, wodurch das austretende Licht keine blendende Höhe erreicht.

Die Lichtstrahlen, die auf die untere Spiegelhälfte treffen würden, werden durch die Abblendkappe in der Birne, desgleichen alle frontal austretenden Lichtstrahlen von der Abblendkappe abgefangen.

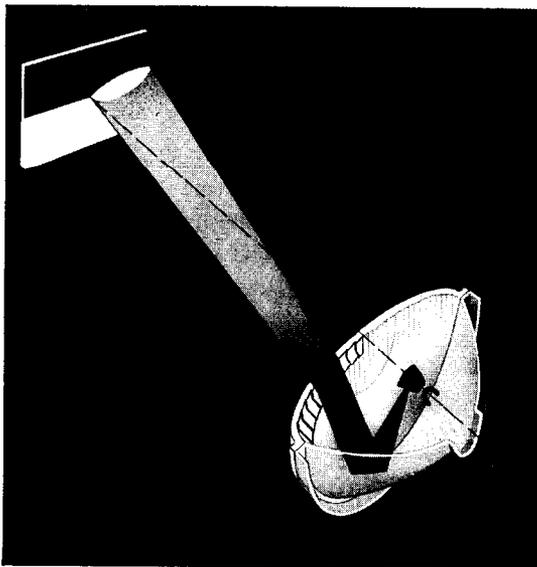


Bild 111 – Strahlengang des asymmetrischen Abblendlichtes der 15°-Abschrägung

Die Wirkung des asymmetrischen Abblendlichtes wird im wesentlichen durch eine besondere Ausbildung des Scheinwerferglases – Sektor (109/1) im Scheinwerferglas – und eine auf der linken Seite abgeschrägten Abblendkappe in der Biluxlampe erreicht.

Durch die 15°-Abschrägung der Abblendkappe wird zusätzlich Licht nach unten auf den Spiegel geworfen, das durch die besonders ausgebildete Streuscheibe abgestrahlt wird. Es wird dadurch eine günstige Ausleuchtung der rechten Straßenseite erzielt, ohne die anderen Verkehrsteilnehmer zu blenden.

Das auf die linke Straßenseite gerichtete Licht bleibt, durch die auf der rechten Seite unveränderte Abblendkappe, gleich.

Durch dieses neuartige Abblendlicht wird das Fernlicht nicht beeinflusst. Es ist genau so weitreichend, wie bei den Scheinwerfern mit symmetrischem Abblendlicht.

## Einstellen der Scheinwerfer

Alle Arten von Scheinwerfern müssen nach den jeweils geltenden gesetzlichen Bestimmungen am Fahrzeug angebaut und eingestellt werden. Diese Einstellung muß von Zeit zu Zeit nachgeprüft werden. Bei Scheinwerfern mit asymmetrischem Abblendlicht wird nur nach dem Abblendlicht eingestellt, wobei die Höhen- und die Seitenrichtung kontrolliert werden müssen. Die Höhe des Abblendlichtes wird nach der horizontal verlaufenden Hell-Dunkelgrenze auf der linken Seite des Lichtbündels eingestellt. Die Seitenrichtung wird nach dem Knick zwischen dem horizontalen linken Teil und dem ansteigenden rechten Teil eingestellt.

Zur Einstellung der Scheinwerfer werden handelsübliche optische Scheinwerfereinstellgeräte verwendet, wobei die zugehörigen Bedienungsanleitungen genau zu beachten sind.

1. Luftdruck der Reifen prüfen, evtl. korrigieren.

2. Zierring vom Scheinwerfer abschrauben.
3. Scheinwerfer an seinen Einstellschrauben nach folgenden Richtlinien einstellen:

Scheinwerfer bei leerem Fahrzeug, wobei jedoch ein Sitzplatz hinten mit einer Person oder 70 kg belastet sein muß, einstellen.

Sind keine Sitzplätze hinten vorhanden, so müssen zwei Sitzplätze vorn mit zwei Personen oder 140 kg belastet werden. Die Gepäckräume müssen leer sein.

### **Wichtig!**

**Scheinwerfer nur nach dem Abblendlicht einstellen.**

Hierbei verläuft die Hell-Dunkelgrenze von der linken Seite waagrecht bis zur Mitte und ab hier, unter einem Winkel von ca. 15° nach rechts oben.

4. Nach Einstellung den Scheinwerfer-Zierring aufsetzen und festschrauben.

## **BLINKANLAGE**

### Aufbau und Wirkungsweise

Die Blinkanlage besteht aus Blinkgeber, Blinkerschalter, Blinkerkontrolllampe sowie den beiden Blinkleuchten vorn und den beiden Blinkleuchten hinten.

Die hinteren Blinkleuchten sind mit dem Bremslicht kombiniert, so daß einmal die beiden Lampen als Fahrtrichtungsanzeiger wirken, zum anderen zeigen sie die Betätigung der Fußbremse an.

Wie aus der Schaltskizze in Bild 112 ersichtlich, ist der Blinkgeber ein durch Hitzdraht gesteuertes, elektromagnetisches Relais mit zwei getrennt arbeitenden Ankern „A<sub>1</sub>“ und „A<sub>2</sub>“. Er ist auf eine Belastung von 36 Watt (6 Amp.) und somit auf genau 2 Blinklampen von je 18 Watt abgestimmt.

Der durch den Hitzdraht „H“ im kalten Zustand gespannte Anker „A<sub>1</sub>“, liegt in Ruhe auf dem Kontakt „U<sub>1</sub>“.

Beim Einschalten der Blinklampen durch den Blinkerschalter wird der Stromkreis über den Kontakt „U<sub>1</sub>“, die Magnetspule „M“, die Klemme „S“, die beiden rechten bzw. linken Blinklampen zur Masse geschlossen. Die beiden Blinklampen leuchten auf. Gleichzeitig wird durch das Fließen des Stromes in der Magnetspule „M“ ein Magnetfeld erzeugt. Die hierbei entstehende elektromagnetische Kraft zieht den Anker „A<sub>2</sub>“ an und schließt den Kontakt „U<sub>2</sub>“ und der Stromkreis für den Hitzdraht „H“ ist geschlossen. Durch den Stromfluß über den Hitzdraht „H“ erwärmt und längt sich dieser, so daß die Feder „F“ den Anker „A<sub>1</sub>“ anzieht und den Stromkreis über den Kontakt „U<sub>1</sub>“ trennt. Die Blinklampen erlöschen.

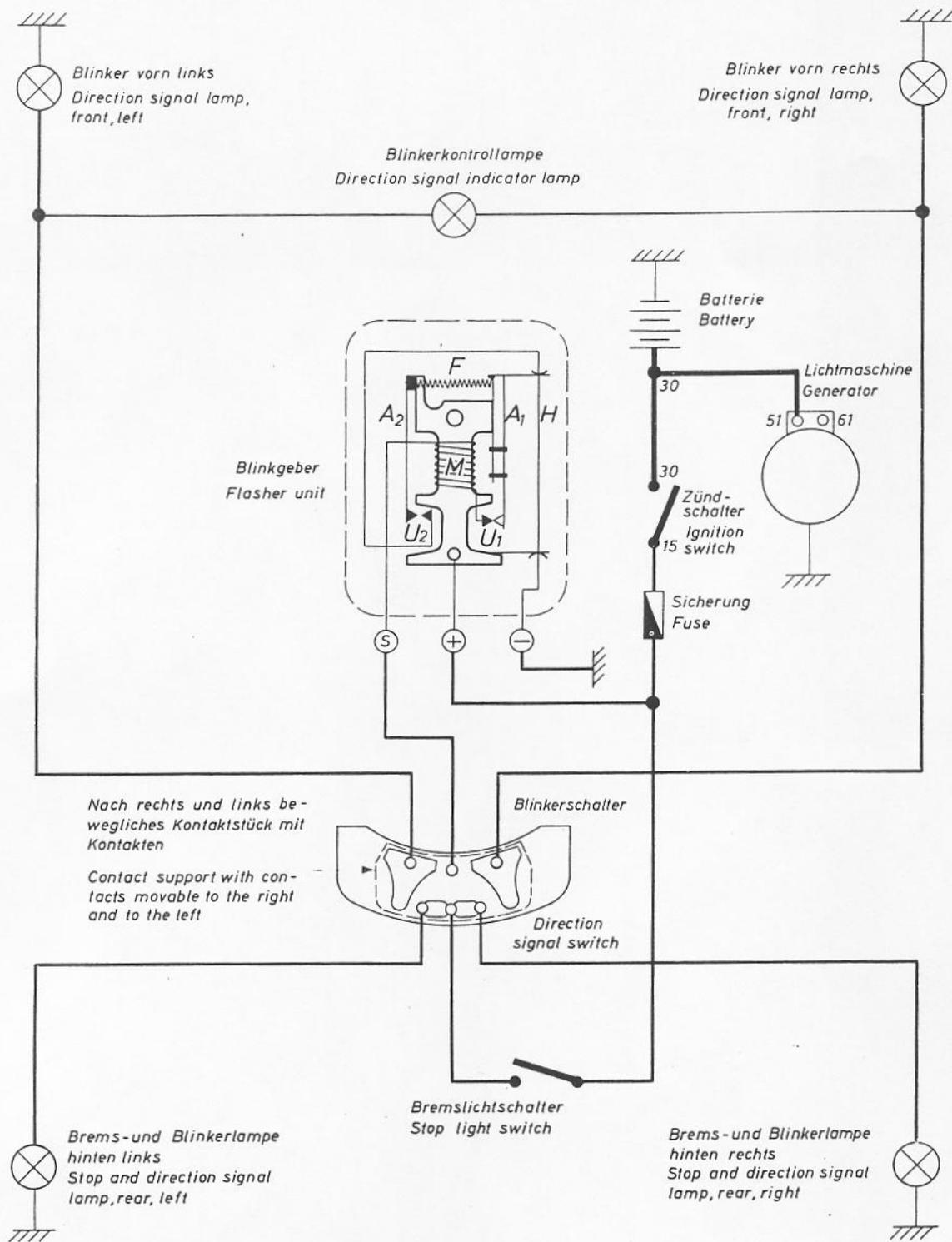


Bild 112 – Schaltskizze der Blinkanlage

Hierdurch hebt sich das Magnetfeld in der Spule „M“ auf, der Kontakt „U<sub>2</sub>“ wird geöffnet und der Stromzufluß über den Hitzdraht unterbrochen. Der sich nun abkühlende Hitzdraht zieht sich wieder zusammen und zieht den Anker „A<sub>1</sub>“ bis zum Schließen des Kontaktes „U<sub>1</sub>“ an. Damit ist der Stromkreis für die Blinklampen wieder geschlossen.

Dieser Wechsel wiederholt sich, solange die Blinkleuchten durch den Blinkerschalter eingeschaltet sind.

Durch den sehr diffizilen inneren Aufbau ist der Blinkgeber sehr empfindlich gegen Stoß, Überlastung und raue Behandlung. Es ist daher wichtig, diesen mit der größten Sorgfalt zu behandeln.

In der Mittestellung des Blinkerschalters ist die Bremslichtleitung durch das nach rechts und links bewegliche Kontaktstück (Bild 112) auf beide hintere Blinker gelegt. Die hinteren Blinklampen arbeiten als Bremslampen.

Bei nach links bzw. rechts eingeschaltetem Blinkerschalter blinkt die jeweilige hintere Brems- und Blinklampe als Blinklampe, während die andere Seite als Bremslampe bei Betätigung der Bremse brennt. Dies wird durch die Kontaktbrücken im beweglichen Kontaktstück (Bild 112) im Blinkerschalter erreicht.

Die Blinkerkontrolllampe ist zwischen die beiden vorderen Blinklampen (Bild 112) geschaltet. Die Kontrolllampe bekommt von der jeweils eingeschalteten Seite Plusimpulse und über die vordere Blinklampe der anderen Seite Masse.

Entsteht an den Kabelleitungen der Blinkanlage eine Kabelunterbrechung oder eine Blinklampe ist defekt, so zeigt die Blinkerkontrolllampe die Störung wie folgt an:

#### **Kontrollblinklampe blinkt mit doppelter Frequenz** (doppelt so schnell wie normal)

Eine Blinklampe der **eingeschalteten** Seite vorn oder hinten ist ausgefallen.

#### **Kontrolllampe leuchtet nicht auf**

Der vordere Blinker auf der **nicht eingeschalteten** Seite ist defekt.

**Anmerkung:** Bei Ausfall der hinteren Blinklampe auf der **nicht eingeschalteten** Seite blinkt die Kontrolllampe mit normaler Frequenz.

Kontaktfehler, gelockerte Klemmschrauben, nicht festanliegende Kontaktfedern an den Fassungen der Blinklampen werden durch unregelmäßiges Aufleuchten der Blinkerkontrolllampe sofort angezeigt. Die Anlage muß in einem solchen Fall sorgfältig überprüft, die Fehlerquelle beseitigt werden. Besonders ist beim Ersetzen einer defekten Blinklampe darauf zu achten, daß die Kontaktfedern nicht verbogen werden und die Lampen immer einen einwandfreien Kontaktsitz haben. Bei schlechtem Kontakt wird der Blinkgeber nicht mit dem vollen Strom belastet, was leicht zu der irrigen Annahme führt, der Blinkgeber sei nicht in Ordnung.

**In jedem Fall darf der Blinkgeber erst dann ersetzt werden, wenn die übrige Anlage sorgfältig überprüft und für in Ordnung befunden wurde,** denn der Blinkgeber ist die seltenste Störungsursache.

Um Kurzschlüsse bei Arbeiten an der Blinkanlage zu vermeiden, ist stets das Minuskabel von der Batterie abzuklemmen.

Vor dem Einschalten der Blinkanlage ist genau festzustellen, ob keine Masseschlüsse oder Kabelunterbrechungen in der Anlage vorhanden sind und der Blinkerschalter einwandfrei arbeitet.

Die Blinkfrequenz für Blinkgeber ist international auf  $90 \pm 30$  Impulse pro Minute festgelegt.

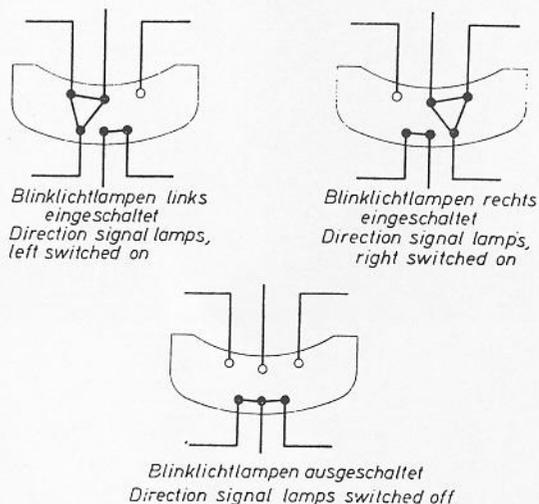


Bild 113 – Lage der Kontaktbrücken bei den einzelnen Schalterstellungen

Bei einer abweichenden Blinkfrequenz sind die Blinkimpulse nach der Uhr zu zählen, wobei der Leerlauf des Motors so beschleunigt werden muß, daß die Ladekontrollampe erlischt.

Erst wenn tatsächlich festgestellt wird, daß die Blinkimpulse nicht innerhalb der obigen Werte liegen, darf der Blinkgeber erneuert werden.

## SCHEIBENWISCHER

Für die Fahrsicherheit ist unbedingt erforderlich, daß der Fahrer eines Kraftfahrzeuges an der Windschutzscheibe ein klares, ausreichend großes Blickfeld hat.

Es ist daher gesetzlich ein selbsttätig arbeitender Scheibenwischer gefordert, der das Blickfeld der Windschutzscheibe ausreichend von Regen, Schnee und dgl. frei hält.

Die Scheibenwischanlage besteht aus dem Antriebmotor, Scheibenwischerschalter, zwei Wischerlagern, zwei Wischerarmen mit zwei Wischerblättern, wobei die Wischerarme mit den Blättern über ein Gestänge vom Motor angetrieben werden.

Damit die Wischerarme bei abgeschaltetem Motor wieder in ihre Ruhelage selbsttätig zurückgehen, ist der Antriebmotor mit einer Endabstellvorrichtung ausgestattet.

Die Wischerarme und -blätter werden durch eine Feder gegen die Windschutzscheibe gedrückt und können beim Reinigen der Wischerblätter von der Scheibe abgeschwenkt werden.

### Scheibenwischerblatt

Das Scheibenwischerblatt besteht aus einem Wischergummi (114/4) und dessen Fassung. Ganz besonderer Beachtung bedarf der Wischergummi (114/4), dessen Lippe (114/2) sich verhärten und verschmutzen kann.

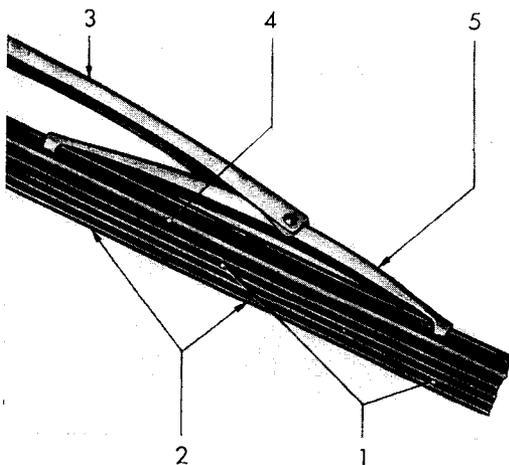


Bild 114 – Scheibenwischerblatt

- 1 Längsrillen
- 2 Wischerlippe
- 3 Großes Wischerjoch
- 4 Wischergummi
- 5 Kleines Wischerjoch

Verklebte und verkrustete Wischergummis verursachen ein Verschmieren der Wischfläche und damit eine Sichtbehinderung für den Fahrer.

Verschmutzte Wischergummis können nach Abnahme von den Wischerarmen mit Brennspritus oder einer starken Rei- oder Pril-Lösung mit Hilfe einer starken Nylonbürste gereinigt werden.

Es ist darauf zu achten, daß der Schmutz, der sich in den Längsrillen (114/1) festgesetzt hat, restlos entfernt und der Wischergummi nicht verletzt wird.

Sind die Kanten der Wischerlippe (114/2) nicht mehr scharf, sondern zeigen Risse oder die Wischerlippe ist spröde, so muß, um ein Ver-

kratzen der Windschutzscheibe zu verhindern, das Scheibenwischerblatt ersetzt werden.

Da ein Wischergummi, der silikonhaltige Mittel in sich aufgenommen hat, nicht restlos gereinigt werden kann, ist er ebenfalls zu ersetzen.

## Scheibenwischermotor

Der elektrische Scheibenwischermotor besteht aus dem eigentlichen Elektromotor, dem Schneckengetriebe und den mechanischen Antriebsteilen. Er ist als Doppelschlußmotor ausgeführt. Der Elektromotor besitzt daher zwei Erregerwicklungen, eine Hauptstrom- (115/2 und /14) und eine Nebenschlußwicklung (115/13). Die Hauptstromwicklung ist mit der Ankerwicklung (115/15) in Reihe geschaltet, während die Nebenschlußwicklung parallel zur Ankerwicklung (115/15) liegt. Mit Hilfe des Zweistufenschalters (116/7) können über die beiden Erregerwicklungen (115/2, /14 und /13) zwei Wischgeschwindigkeiten eingestellt werden.

In Schalterstellung 1 – Schalter in die 1. Raste gezogen – sind beide Erregerwicklungen eingeschaltet. Der Elektromotor ist als Doppelschlußmotor geschaltet und läuft langsam. In Schalterstellung 2 – Schalter vollständig herausgezogen – wird die Hauptstromwicklung und über den Widerstand (115/11) die Nebenschlußwicklung mit dem Stromnetz verbunden. Der Elektromotor ist als Hauptschlußmotor geschaltet und läuft schnell, es ergibt sich eine schnelle Wischtätigkeit. Die Wischperioden betragen in der ersten Schaltstufe ca. 40 – 50 pro Minute und in der zweiten Schaltstufe ca. 60 – 80 pro Minute. Damit die Wischerblätter nach der Ausschaltung – Schalter vollkommen eingedrückt – wieder selbsttätig in ihre Ausgangsstellung zurückgehen, besitzt der Wischermotor eine Endkontaktabstellung.

Über die Endkontakte (115/6 und /7) erhält die Haupt- und die Nebenschlußwicklung in ausgeschaltetem Zustand noch so lange Strom, bis die Wischerblätter in der Ausgangsstellung sind. In der Ausgangsstellung wird der Motor über Endkontakte durch die Kontaktlaufbahn (115/9) vom Stromnetz getrennt und bleibt stehen. Die Kontaktlaufbahn ist auf dem Zahnrad (115/8) isoliert angebracht und befindet sich im Getriebegehäuse. Das Getriebegehäuse ist mit dem Antrieblager aus einem Teil gefertigt.

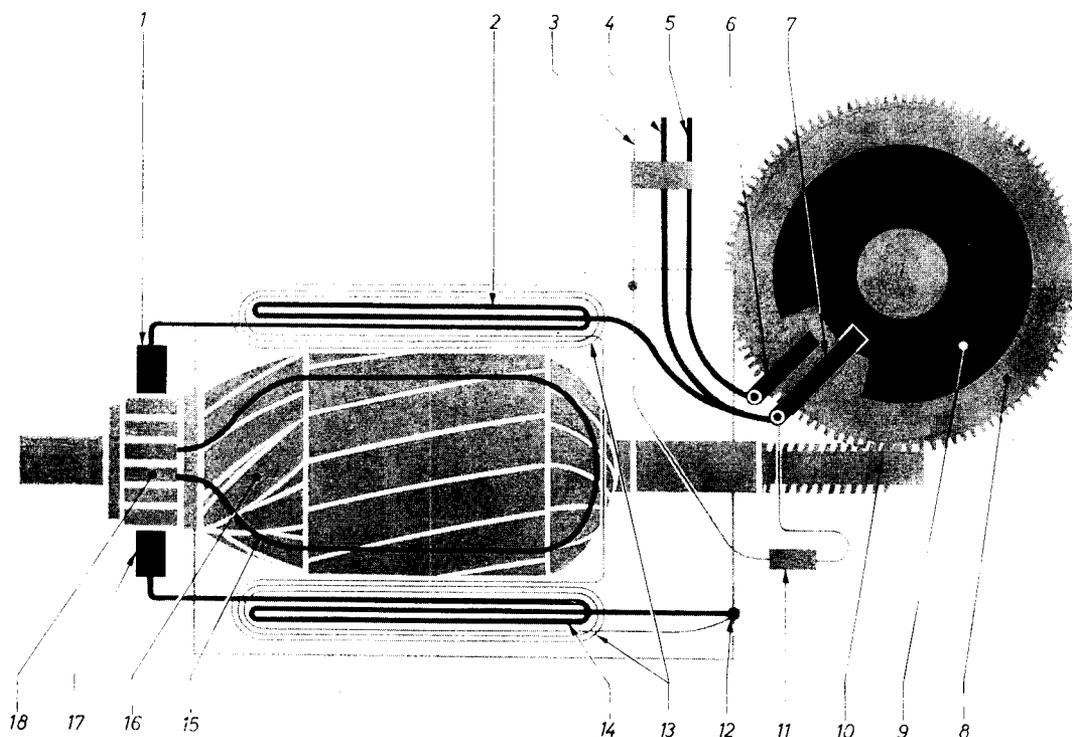


Bild 115 – Schematische Darstellung des Scheibenwischermotors

- |                                 |  |                                  |
|---------------------------------|--|----------------------------------|
| 1 Plus-Kohlebürste              | 7 Kontaktfeder                         | 13 Nebenschlußwicklung           |
| 2 Hälfte der Hauptstromwicklung | 8 Zahnrad                              | 14 Hälfte der Hauptstromwicklung |
| 3 Kabel mit Kennfarbe weiß      | 9 Kontaktlaufbahn                      | 15 Ankerwicklung                 |
| 4 Kabel mit Kennfarbe gelb      | 10 Schnecke                            | 16 Anker                         |
| 5 Kabel mit Kennfarbe schwarz   | 11 Widerstand                          | 17 Minus-Kohlebürste             |
| 6 Kontaktfeder                  | 12 Masseanschluß der Erregerwicklungen | 18 Kollektor                     |

## Scheibenwischemotor prüfen

Scheibenwischemotor ausgebaut

Zur Prüfung des Scheibenwischemotors ist der zugehörige Zweistufenschalter (116/7) mitzuverwenden und, wie in Bild 116 gezeigt, anzuschließen.

### Vorsicht!

Beim Anschluß der Verbindungsleitungen vom Scheibenwischemotor zum Scheibenwischerschalter ist auf richtigen Anschluß der einzelnen Kabel besonders zu achten. Wird das Plus-Kabel irrtümlicherweise an Klemme „3“ angeschlossen und das Kabel von Klemme „3“ an Klemme „1“, so erhält die Nebenschlußwicklung über die Kontakte im Schalter laufend Strom, was zum Verbrennen der Spulen führt.

Wischemotor im kalten Zustand und bei vorgeschriebener Batteriespannung in beiden Schalterstellungen prüfen. Die Prüfung des Motors wird im unbelasteten und im blockierten Zustand durchgeführt.

Auf Prüfwerte achten!

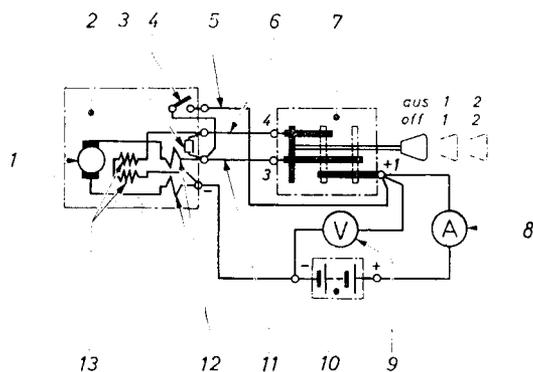


Bild 116 – Schaltskizze zur Prüfung des Scheibenwischemotors

- 1 Anker
- 2 Scheibenwischemotor
- 3 Widerstand
- 4 Endkontaktschalter
- 5 Kabel mit Kennfarbe schwarz
- 6 Kabel mit Kennfarbe weiß
- 7 Zweistufenschalter
- 8 Amperemeter
- 9 Voltmeter
- 10 Batterie
- 11 Kabel mit Kennfarbe gelb
- 12 Hauptstromwicklung
- 13 Nebenschlußwicklung

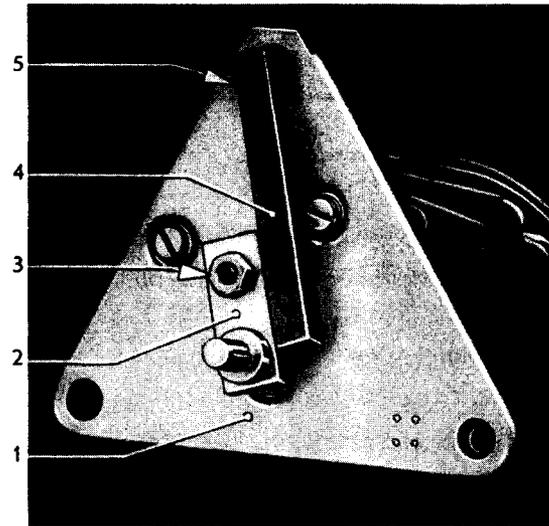
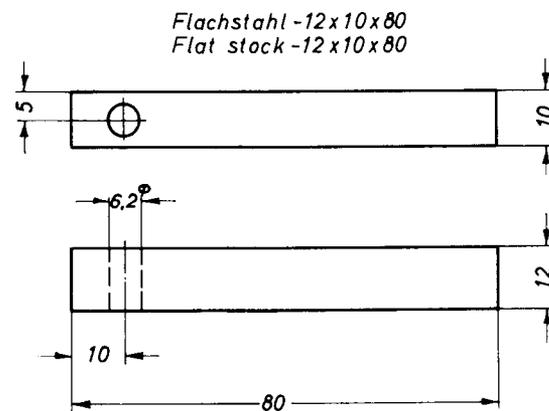


Bild 117 – Anker für Kurzschlußversuch festgesetzt

- 1 Befestigungsplatte
- 2 Kurbelarm
- 3 Sechskantmutter
- 4 Anschlagstück
- 5 Schraube M 6 x 20 mit Mutter

Für den Kurzschlußversuch ist der Anker entsprechend Bild 117 festzulegen. Zu diesem Zweck ist ein Anschlagstück (117/4) zu verwenden, das nach Bild 118 angefertigt werden kann. Das Anschlagstück (117/4) wird mit einer Schraube M 6 x 20 (117/5) mit Mutter an der Befestigungsplatte (117/1) angeschraubt.



All dimensions are metric

Bild 118 – Anschlagstück

Werden die vorgeschriebenen Prüfwerte in den beiden Schaltstufen nicht gemessen, so ist der Scheibenwischemotor zu zerlegen und in-stand zu setzen.

# Scheibenwischermotor zerlegen und instand setzen - Bosch-Ausführung

1. Sechskantmutter (117/3) – Federscheibe – abschrauben und Gelenkteil bzw. Kurbelarm (117/2) abnehmen.

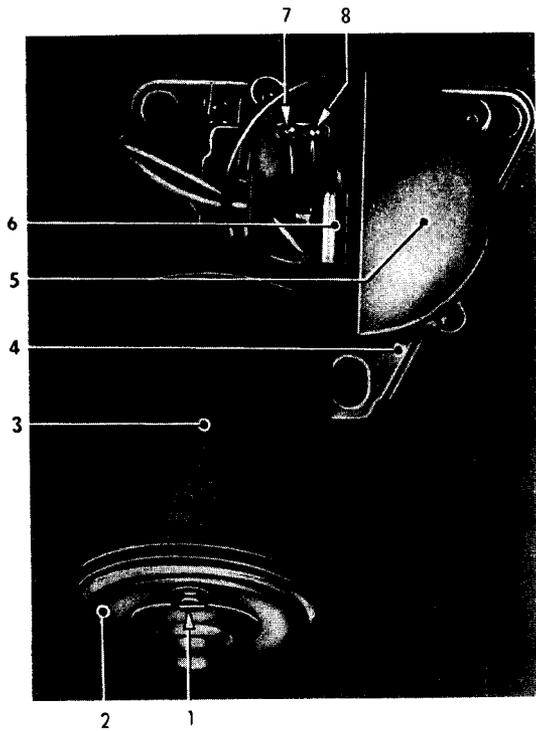


Bild 119 – Elektrischer Scheibenwischermotor

- 1 Polgehäuseschraube mit Federscheibe
- 2 Kollektorlager
- 3 Polgehäuse
- 4 Befestigungsplatte
- 5 Getriebegehäuse
- 6 Widerstand
- 7 Lötanschluß der äußeren Kontaktfeder
- 8 Lötanschluß der inneren Kontaktfeder

2. Drei Zylinderschrauben für Befestigung der Befestigungsplatte (119/4) aus Lagerdeckel (120/5) heraus-schrauben und Befestigungsplatte abnehmen.
3. Vier Zylinderschrauben (120/4) – Federscheiben – abschrauben und Lagerdeckel (120/5) für Getriebegehäuse einschließlich Antrieb-welle (120/6) mit Zahnrad (121/10) heraus-ziehen.

## Vorsicht!

Zahnrad (121/10) ist über einen Schnecken-gang mit dem Anker im Eingriff. Auf Kugel (121/4) in der Zahnradwelle achten.

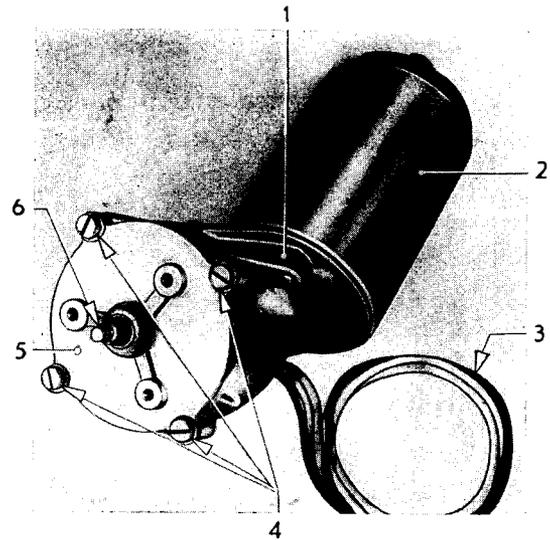


Bild 120 – Kurbelarm und Befestigungsplatte abgenommen

- 1 Getriebegehäuse
- 2 Polgehäuse
- 3 Anschlußkabel
- 4 Vier Zylinderschrauben – Federscheiben
- 5 Lagerdeckel für Getriebegehäuse
- 6 Antrieb-welle

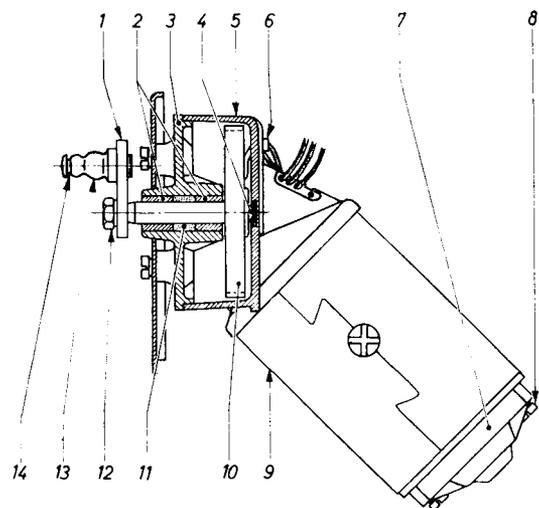


Bild 121 – Schnitt durch Getriebegehäuse

- 1 Gelenkteil bzw. Kurbelarm
- 2 Lagerbuchsen
- 3 Lagerdeckel für Getriebegehäuse
- 4 Kugel in Zahnradwelle
- 5 Getriebegehäuse
- 6 Anschlußfahne der Kontaktfeder
- 7 Kollektorlager
- 8 Zylinderschraube mit Federscheibe
- 9 Polgehäuse
- 10 Antrieb-welle mit Zahnrad
- 11 Schmierfilz
- 12 Sechskantmutter mit Federscheibe
- 13 Zapfen des Kurbelarmes
- 14 Ringnut

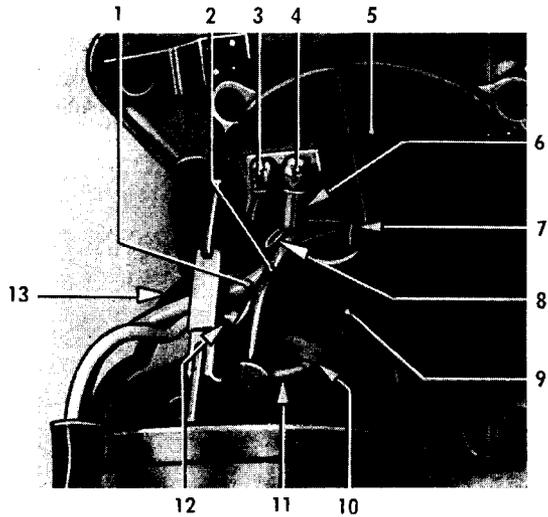
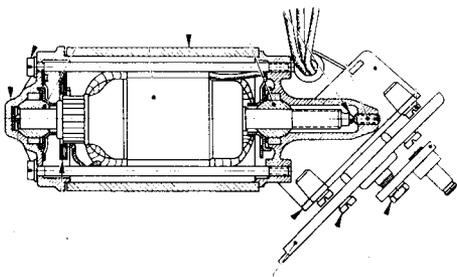


Bild 122 – Anschluß der Zuleitungskabel

- 1 Kabel mit Kennfarbe gelb
- 2 Wicklungsanfang – Hauptstromwicklung
- 3 Lötanschluß der äußeren Kontaktfeder
- 4 Lötanschluß der inneren Kontaktfeder
- 5 Getriebegehäuse
- 6 Klemmöse
- 7 Ausführung des Widerstandes
- 8 Anschluß des Widerstandes
- 9 Widerstand
- 10 Isolierschlauch, über Klemmöse geschoben
- 11 Wicklungsanfang der Nebenschlußwicklung
- 12 Kabel mit Kennfarbe weiß
- 13 Kabel mit Kennfarbe schwarz

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11



17 16

15 14 13 12

Bild 123 – Schnitt durch Scheibenwischermotor

- 1 Kollektorlager
- 2 Polgehäuseschraube mit Federscheibe
- 3 Lagerbuchse
- 4 Anker
- 5 Polgehäuse
- 6 Lagerbuchse
- 7 Kugel oder Nylonkegel in Ankerwelle
- 8 Gewindestift zum Einstellen des Ankerlängsspiels
- 9 Getriebegehäuse
- 10 Zylinderschraube mit Federscheibe
- 11 Gelenkteil bzw. Kurbelarm
- 12 Sechskantmutter, Federscheibe
- 13 Zylinderschraube mit Federscheibe
- 14 Befestigungsplatte
- 15 Lagerdeckel für Getriebegehäuse
- 16 Bürstenhalterplatte
- 17 Kugel oder Nylonkegel in Ankerwelle

- 4. Zwei Polgehäuseschrauben (121/8) – Federscheiben – abschrauben und Kollektorlager (121/7) abnehmen.

**Wichtig!**

Beim Abnehmen des Kollektorlagers auf das Anlauffteil (123/17) – Kugel oder Nylonkegel – in der Ankerwelle achten.

- 5. Bürstenhalterplatte (124/2) mit Kohlebürsten vom Kollektor (124/3) abziehen und zur Seite drücken.

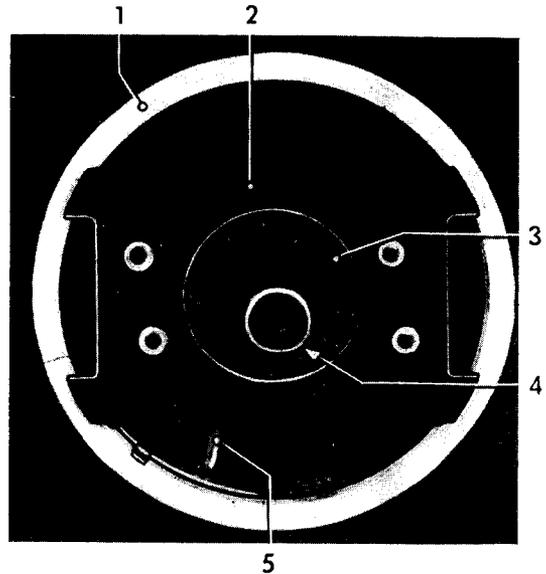


Bild 124 – Kollektorlager abgenommen

- 1 Polgehäuse
- 2 Bürstenhalterplatte
- 3 Kollektor
- 4 Ankerwelle
- 5 Wicklungsende einer Teilhauptstromwicklung

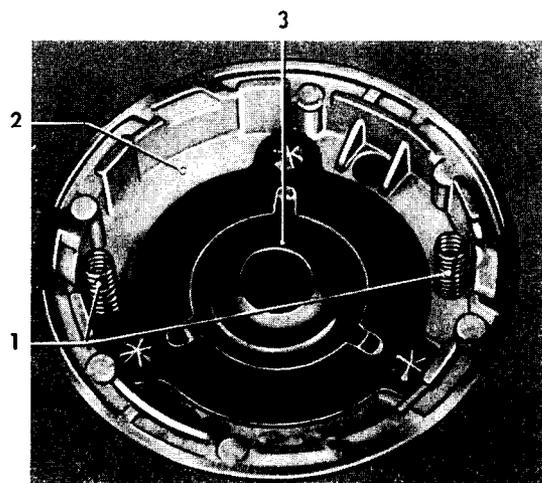


Bild 125 – Kollektorlager

- 1 Schraubenfedern zum Andrücken der Bürstenhalterplatte
- 2 Kollektorlager
- 3 Lagerbuchse

- Anker (126/1) aus Polgehäuse (126/10) herausziehen.

### Vorsicht!

Beim Herausziehen des Ankers aus dem Polgehäuse auf Kugel oder Nylonkegel (123/7) auf der Antriebseite der Ankerwelle achten.

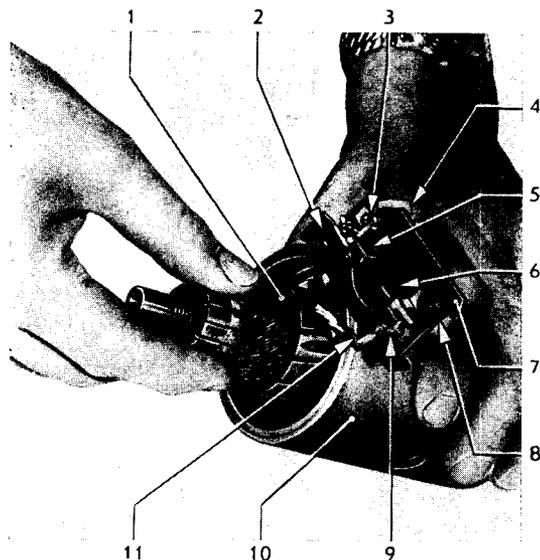


Bild 126 – Anker aus Polgehäuse herausziehen

- Anker
- Bürstenfeder
- Anschlußfahne für Wicklungsende und Kohlebürste
- Wicklungsende der Hauptstromwicklung
- Kohlebürste
- Kohlebürste
- Bürstenhalterplatte
- Bürstenfeder
- Anschlußfahne für Wicklungsende und Kohlebürste
- Polgehäuse
- Wicklungsende der Hauptstromwicklung

- Wicklungsanfang der Hauptstrom- (122/2) und der Nebenschlußwicklung (122/11) mit Seitenschneider an ihren Klemmösen abschneiden.

## Prüfen der einzelnen Teile

Alle Teile auf Abnutzung und mechanische Beschädigungen untersuchen. Elektrische Anschlüsse und Wicklungen auf richtige Befestigung und einwandfreie Isolation prüfen. Beschädigte Gewinde nachschneiden.

### Kollektorlager

Beim Verschleiß der Buchse (125/3) im Kollektorlager (125/2) ist der Lagerdeckel auszuwechseln.

- Getriebegehäuse vom Polgehäuse abnehmen, dabei vorsichtig Wicklungsanfänge (127/3 und /4) der Erregerwicklungen durch die Bohrung des Getriebegehäuses führen.

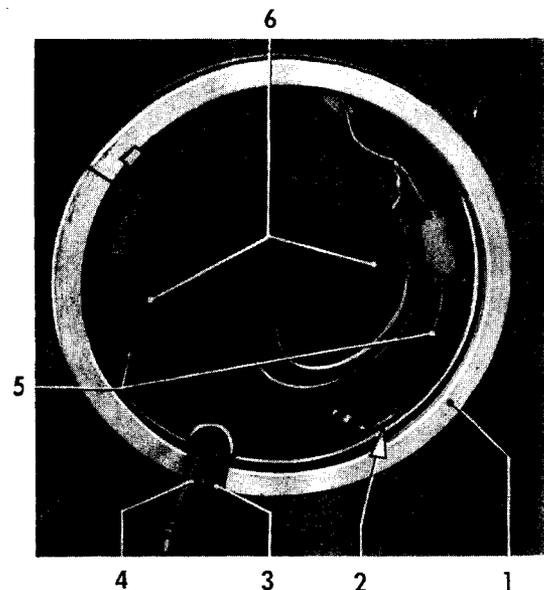


Bild 127 – Polgehäuse mit eingebauter Erregerwicklung

- Polgehäuse
- Punktschweißverbindung
- Wicklungsanfang der Nebenschlußwicklung
- Wicklungsanfang der Teil-Hauptstromwicklung
- Erregerwicklungen
- Polschuhe

- Die zerlegten Teile mit Benzin oder einem anderen Reinigungsmittel reinigen und mit Preßluft ausblasen.

### Vorsicht!

Anker, Erregerwicklungen und Kompobuchsen nicht in Reinigungsmittel legen. Meistens genügt ein Abwischen mit einem in Reinigungsmittel angefeuchtetem Lappen. Anschließend gut mit Preßluft ausblasen. Alte und verharzte Fettreste sind vollständig zu entfernen.

### Bürstenhalterplatte

- Bürstenhalterplatte (126/7) auf mechanische Beschädigungen prüfen, falls erforderlich, auswechseln.

2. Bürstenfedern (126/2 und /8) für Kohlebürsten auf Federspannung prüfen. Die Federn dürfen nicht beschädigt, gebrochen, ausgeglüht oder verrostet sein. Beim Erneuern der Druckfedern auf richtigen Einbau achten.
3. Kohlebürsten (126/5 und /6) auf Abnutzung und leichten Gang in den Bürstenhaltern untersuchen. Die Kohlebürsten sollen in den Bürstenhaltern leicht zu bewegen sein.

Die Kohlebürsten sind zu ersetzen, wenn sie – gemessen zwischen Federauflage und Schleiffläche – kürzer als das vorgeschriebene Mindestmaß sind.

Bei dieser Länge sind die Kohlebürsten stark zur Hälfte der abnutzbaren Länge abgelaufen. Die Erneuerung ist erforderlich, damit die Kohlebürsten mit Sicherheit bis zur nächsten Überholung ausreichen. Stets alle Kohlebürsten erneuern und nur Original-Kohlebürsten verwenden.

4. Kohlebürsten ersetzen. Dazu die Anschlußkabel von den Lötflächen der Bürstenhalter ablöten und neue Kohlebürsten anlöten.

Beim Anlöten der Bürstenkabel Lötzinn nicht in das Kabel laufen lassen, das Kabel wird sonst steif und bricht leicht ab.

### Lagerdeckel für Getriebegehäuse

Sind die Buchsen (121/2) im Lagerdeckel (121/3) so stark ausgelaufen, daß das zulässige Lagerpiel überschritten wird, so müssen diese ausgewechselt werden.

### Befestigungsplatte

An einer Bohrung der Befestigungsplatte befindet sich eine Masselasche. Sie muß sauber und darf nicht gebrochen sein.

### Getriebegehäuse

1. Bei Verschleiß der Buchse (123/6) für die Ankerlagerung ist das Getriebegehäuse (123/9) auszuwechseln.
2. Die Kontaktfedern (128/2 und /3) für die Endabstellung müssen sauber sein und leicht

federnd gegen die Kontaktfederlaufbahn (129/3) des Zahnrades (129/4) drücken.

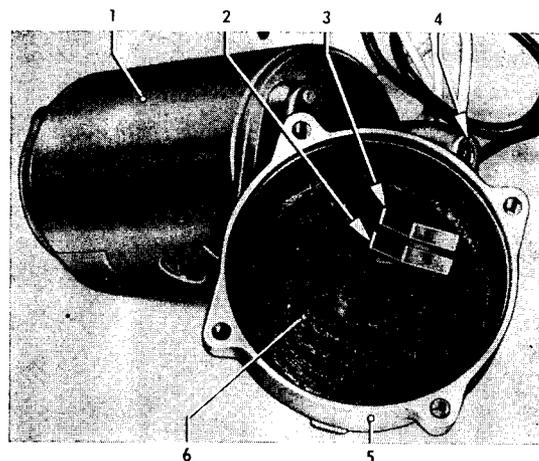


Bild 128 – Zahnrad mit Antriebswelle aus Getriebegehäuse ausgebaut

- 1 Polgehäuse
- 2 Innere Kontaktfeder
- 3 Äußere Kontaktfeder
- 4 Gewindestift
- 5 Getriebegehäuse
- 6 Fettfüllung

### Antriebswelle mit Zahnrad

1. Antriebswelle (129/1) und Zahnrad (129/4) auf Abnutzung und Beschädigung untersuchen. Besonders auf Risse im Zahnradkörper achten. Ist die Welle stark eingelaufen, so ist das Zahnrad samt Welle auszuwechseln.

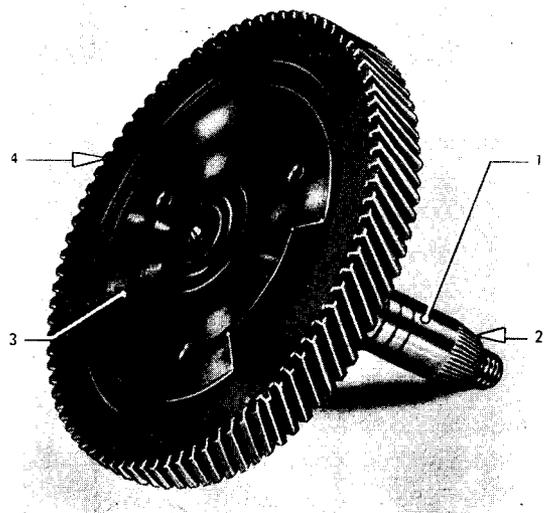


Bild 129 – Antriebswelle mit Zahnrad

- 1 Antriebswelle
- 2 Konische Riffelung
- 3 Laufbahn für Kontaktfedern
- 4 Zahnrad

- Die Kontaktfederlaufbahn (129/3) für die Endabstellung des Motors muß sauber und frei von Verschmutzungen sein.
- Die konische Riffelung (129/2) an der Befestigungsseite der Welle (129/1) ist von Metallresten zu säubern, damit später das Gelenkteil wieder richtig aufgesetzt und festgeschraubt werden kann.

## Gelenkteil bzw. Kurbelarm

Die konische Bohrung des Gelenkteiles bzw. Kurbelarmes ist von Metallresten zu säubern, damit sie später wieder richtig auf die konische Riffelung (129/2) der Antriebswelle (129/1) aufgesetzt und festgeschraubt werden kann.

## Anker

### Ankerwicklung und Kollektor auf Masseschluß prüfen

Diese Prüfung ist mit einer 40-Volt-Prüflampe durchzuführen.

- Eine Prüfspitze (130/3) der 40-Volt-Prüfeinrichtung an Masse – Ankerwelle oder Ankerblechpaket – und die andere Prüfspitze (130/5) an den Kollektor halten.
- Glühlampe darf **nicht** aufleuchten. Beim Aufleuchten liegt Masseschluß in der Ankerwicklung vor und der Anker ist zu ersetzen.

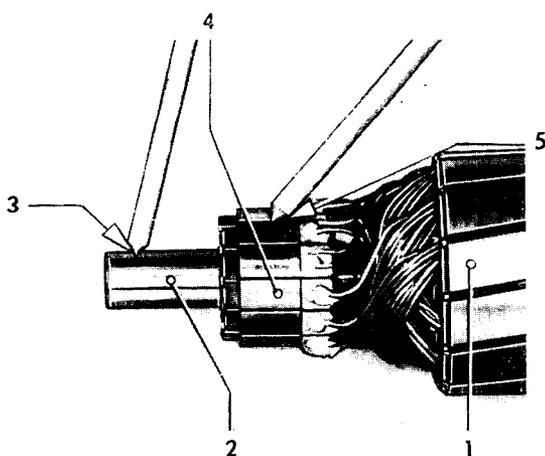


Bild 130 – Ankerwicklung und Kollektor auf Masseschluß prüfen

- Anker
- Ankerwelle
- Prüfspitze auf Ankerwelle
- Kollektor
- Prüfspitze auf Kollektor

### Ankerwicklung auf Unterbrechung prüfen

Ankerwicklung mit 6-Volt-Prüflampe auf Unterbrechung prüfen.

Hierzu mit den Prüfspitzen der Prüflampe den Kollektor von Lamelle zu Lamelle abtasten.

Die Prüflampe muß **immer gleichmäßig hell** aufleuchten. Leuchtet die Glühlampe zwischen zwei Lamellen nicht auf, so liegt eine Unterbrechung der Ankerwicklung vor. Der Anker ist in diesem Fall zu ersetzen.

### Kollektor reinigen und nachdrehen

Die Lauffläche des Kollektors soll gleichmäßig grauschwarz und riefenfrei sein; auch darf keine Isolation zwischen den Lamellen hervorstehen.

Eingelaufenen, eingebrannten oder unrunder Kollektor nur so viel abdrehen, bis die Oberfläche vollkommen glatt ist.

Der Kollektor darf höchstens auf das vorgeschriebene Mindestmaß abgedreht werden. Zum abdrehen soll ein rechter gerader Seitenstahl verwendet werden. Zum Vor- und Nachdrehen nicht denselben Stahl verwenden bzw. vor dem Nachdrehen die Schneide des Stahles abziehen.

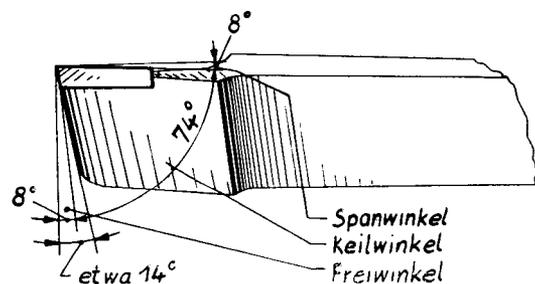


Bild 131 – Drehstahl zum Abdrehen des Kollektors

- Anker auf der Antriebseite in Spannfutter und auf der Kollektorseite in eine Reitstocklünette oder geeignete Vorrichtung einspannen.

### Wichtig!

Beim Einspannen des Ankers ist darauf zu achten, daß dieser nicht zwischen Spitzen läuft, da sonst die Laufflächen für die Ku-

geln beschädigt werden. Deshalb Reitstocklünette verwenden.

2. Vordrehspan so stark nehmen, daß die tiefste eingebrannte Stelle im Kollektor einwandfrei überdreht wird.
3. Lamellenisolation zwischen den Kollektorlamellen mit einer Kollektorsäge etwa 0,3 – 0,5 mm tief ausräumen.

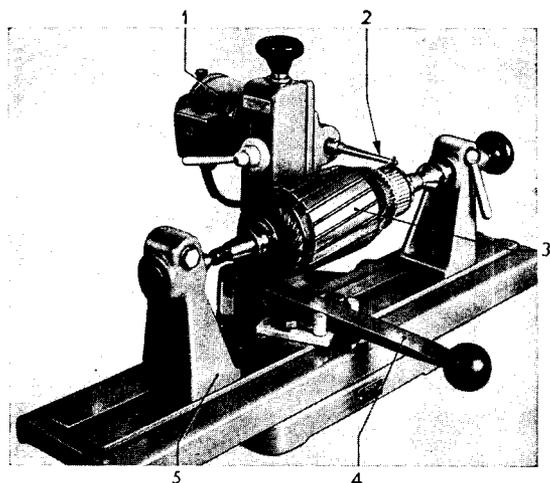


Bild 132 – Lamellenisolation ausräumen

- 1 Antriebmotor
- 2 Fräser
- 3 Anker
- 4 Transporthebel
- 5 Verstellbarer Bock

4. Kollektor anschließend mit einem, nicht mehr als 0,03 mm starkem Schlichtspan abdrehen und Lamellen sauber ausbürsten. Kollektor **nicht** mit Schmirgelleinen nachpolieren.

Anmerkung: Das Abdrehen soll mit der höchsten Drehzahl, die mit der vorhandenen Drehbank erreicht wird, durchgeführt werden.

5. Nach dem Abdrehen grundsätzlich Anker auf Windungsschluß prüfen und neue Kohlebürsten einbauen.
6. Kollektor und Blechpaket auf Rundlauf prüfen. Auf max. Schlag achten.

### Ankerwicklung auf Windungsschluß prüfen

In der Regel wird der Anker mit einer Sonde abgetastet und ein evtl. vorhandener Win-

dungsschluß durch ein Magisches Auge, einen Summton im Kopfhörer oder durch Anziehen einer Stahlzunge angezeigt.

## Polgehäuse

### Erregerwicklungen

Im Polgehäuse (133/3) befinden sich auf den beiden Polschuhen (133/5) zwei Erregerwicklungen, und zwar eine Hauptstromwicklung (134/12 und /16) – dicker Draht, wenig Windungen – und eine Nebenschlußwicklung (134/1 und /11) – dünner Draht, viele Windungen. Auf Grund ihrer Funktion sind die beiden Wicklungen verschieden geschaltet.

Die Hauptstromwicklung liegt in Reihe mit dem Anker, während die Nebenschlußwicklung parallel zum Anker liegt. Ein Wicklungsanfang (134/9) der Teil-Hauptstromwicklung (134/12) ist an der Klemmöse (122/6) eingeklemmt. Das Wicklungsende (134/13) dieser Hauptstromspule ist an eine Kohlebürste geführt. Der Wicklungsanfang (134/3) der anderen Teil-Hauptstromwicklung (134/16) ist mit dem Wicklungsende der Nebenschlußwicklung (134/1), deren Anfang (134/10) durch das weiße Anschlußkabel mit dem Zweistufen-Wischerschalter verbunden ist, an das Polgehäuse (133/3) – Masse – gelegt und elektrisch punktverschweißt. Das Wicklungsende dieser Hauptstromwicklung ist an die andere Kohlebürste geführt.

### Erregerwicklungen auf Masseschluß prüfen

Zu dieser Prüfung ist die Punktschweißverbindung (133/2) der Neben- und der Teil-Hauptstromwicklung vom Polgehäuse zu trennen und nach der Prüfung wieder ordnungsgemäß anzulöten. Masseanschluß der Erregerwicklungen jedoch nur trennen, wenn begründeter Verdacht auf Masseschluß der Wicklungen besteht.

1. Punktschweißverbindung (133/2) mit kleinem Meißel lösen und abbiegen.
2. Eine Prüfspitze der 40-Volt-Prüfeinrichtung an das Polgehäuse halten.
3. Die andere Prüfspitze an das vom Polgehäuse gelöste Wicklungsende halten.

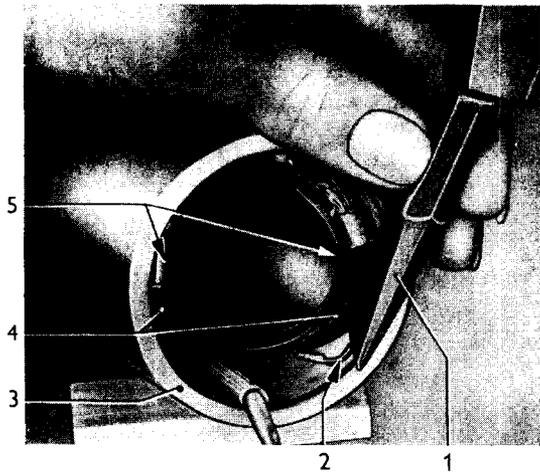


Bild 133 – Punktschweißverbindung mit Meißel lösen

- 1 Meißel
- 2 Punktschweißverbindung
- 3 Polgehäuse
- 4 Erregerwicklung
- 5 Polschuhe

4. Die Prüflampe darf **nicht** aufleuchten.
5. Prüfspitze auf Polgehäuse belassen.
6. Die andere Prüfspitze an von Klemmöse abgeschnittenen Wicklungsanfang (122/2) der Hauptstromwicklung halten.
7. Die Prüflampe darf **nicht** aufleuchten.
8. Leuchtet die Prüflampe bei den Prüfungen auf, so liegt ein Masseschluß in der Erregerwicklung vor und das Polgehäuse mit Wicklungen ist zu ersetzen.
9. Vom Polgehäuse gelöste Punktschweißverbindung an Polgehäuse wieder anlöten.

Dabei ist wie folgt zu verfahren:

- a) Damit die Wärme nicht abfließt, Polgehäuse zwischen wärmeisolierende Platten – z. B. Hartholzplatten – in Schraubstock spannen.
- b) Die Lötstelle vor dem Verzinnen mit Schaber sorgfältig säubern und mit Löt-fett einstreichen.
- c) Lötstelle mit leistungsfähigem LötKolben – möglichst 500 Watt – zum Verzinnen gut anwärmen, damit Löt-zinn einwand-frei haftet.
- d) Darauf die verzinn-te Wicklungsausfüh-rung an die verzinn-te Stelle am Polge-häuse anlöten.

## Erregerwicklungen auf Unterbrechung prüfen

1. Erregerwicklungen mit 6-Volt-Prüflampe auf Unterbrechung prüfen.

Dazu Wicklungsenden beider Wicklungen mit den Prüfspitzen abtasten.

Die Prüflampe muß **immer gleich hell** aufleuchten.

## Erregerwicklungen auf Windungsschluß prüfen

Zur Messung – Ohmscher Widerstand – der Erregerwicklungen auf Windungsschluß wird ein Ohmmeter mit einem Meßbereich von 0,01 bis 10 Ohm und einer Skaleneinteilung in  $\frac{1}{100}$  Ohm benötigt.

Die Erregerwicklungen sind auf beiden Polschuhen (134/4 und /8) untergebracht. Auf einem Polschuh befindet sich eine Hälfte der Hauptstromwicklung und eine Hälfte der Nebenschlußwicklung.

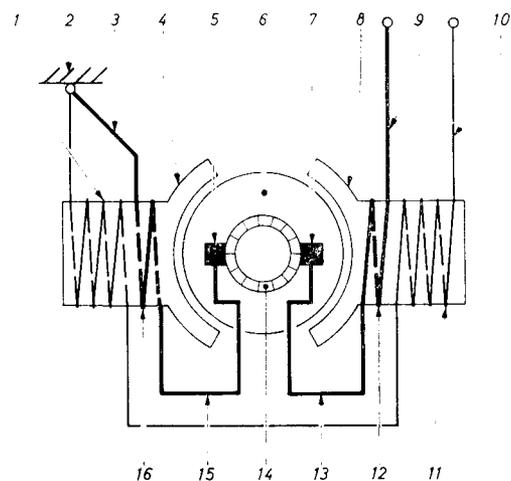


Bild 134 – Schaltung der Erregerwicklungen

- 1 Teil der Nebenschlußwicklung auf einem Polschuh
- 2 Nebenschluß- und Hauptstromwicklung an Masse
- 3 Wicklungsanfang der Teil-Hauptstromwicklung
- 4 Polschuh
- 5 Minusbürste
- 6 Anker
- 7 Plusbürste
- 8 Polschuh
- 9 Von Klemmöse abgeschnittenes Kabel
- 10 Von Klemmöse abgeschnittenes Kabel
- 11 Teil der Nebenschlußwicklung auf dem anderen Polschuh
- 12 Teil der Hauptstromwicklung auf einem Polschuh
- 13 Wicklungsende der Teil-Hauptstromwicklung
- 14 Kollektor
- 15 Wicklungsende der anderen Teil-Hauptstromwicklung
- 16 Teil-Hauptstromwicklung auf dem anderen Polschuh

### **Messung der Nebenschlußwicklung**

1. Prüfspitzen an beiden Wicklungsenden der Nebenschlußwicklung anschließen. Auf guten Kontakt der Meßleitungen achten.
2. Ohmwert am Meßinstrument ablesen. Prüfwert beachten!

### **Messung einer Hälfte der Hauptstromwicklung**

Für die Messung des Ohmschen Widerstandes der Hauptstromwicklung sind zwei Messungen nötig, da die Wicklung getrennt auf beiden Polschuhen untergebracht ist.

1. Eine Prüfspitze des Ohmmeters an das Polgehäuse (133/3) halten.
2. Die andere Prüfspitze an die Minusbürste (134/5) halten.
3. Ohmwert am Meßinstrument ablesen. Prüfwert beachten!

### **Messung der anderen Hälfte der Hauptstromwicklung**

1. Eine Prüfspitze an den von Klemmöse (122/6) abgeschnittenen Wicklungsanfang (122/2) halten.
2. Die andere Prüfspitze an die Plusbürste halten.
3. Ohmwert am Meßinstrument ablesen. Prüfwert beachten!

**Anmerkung:** Um Fehlmessungen zu vermeiden, ist bei den Widerstandsmessungen auf einen einwandfreien Kontakt der Prüfspitzen zu achten.

Werden die vorgeschriebenen Ohmwerte bei den Messungen nicht erreicht, so ist das Polgehäuse mit den Wicklungen zu ersetzen.

### **Scheibenwischermotor zusammenbauen**

Der Zusammenbau des Scheibenwischermotors erfolgt in umgekehrter Reihenfolge, dabei beachten:

1. Beim Anlöten der Enden (126/4 und /11) der Hauptstromwicklung an die Anschlußfah-

nen (126/3 und /9) der Bürstenhalter ist darauf zu achten, daß in den Bürstenkabeln kein Lot hochsteigt. Die Kabel werden sonst steif und brechen leicht ab.

2. Wicklungsenden der Erregerwicklungen durch die Bohrung im Getriebegehäuse führen und das Polgehäuse mit dem Getriebegehäuse zusammenfügen. Kabelenden nachziehen, damit sie innen nicht am Ankerstreifen können.

#### **Wichtig!**

Polgehäuse mit Getriebegehäuse so zusammensetzen, daß Arretierungswarze in vorgesehene Kerbe einrastet.

3. Anlaufteil – Kugel oder Nylonkegel (123/7) – an der Antriebseite des Ankers in die Lagerstelle drücken. Es haftet im Fett. Dann Anker in Polgehäuse und Getriebegehäuse einführen. Wischermotor dabei senkrecht halten.
4. Bürstenhalterplatte über den Anker drücken und auf den Kollektor schieben. Die Kohlebürsten zu diesem Zweck mit einem Schraubenzieher nach außen drücken.
5. Wicklungsenden der Hauptstromwicklung gut verlegen, so daß sie weder am Ankerstreifen, noch einen Kurzschluß verursachen.
6. Anlaufteil – Kugel oder Nylonkegel (123/17) – in die Lagerstelle am Wellenende eindrücken. Es haftet im Fett.
7. Die Bürstenhalterplatte in die vorgesehenen Nuten einfügen. Dann Kollektorlager (123/1) an Polgehäuse drücken und mit zwei Zylinderschrauben (123/2) – Federscheiben – befestigen.
8. Wicklungsanfänge der Haupt- und Nebenschlußwicklungen an den Klemmösen anlöten. Lötstellen gut isolieren, damit kein Kurzschluß eintreten kann.

#### **Wichtig!**

Polgehäuse mit Kollektorlager so zusammensetzen, daß Arretierungswarze in vorgesehene Öffnung einrastet.

Vor Festziehen der Zylinderschrauben Arretierung Getriebegehäuse und Kollektorlager

überprüfen, damit die Warzen nicht abgeschert werden können.

- Mit Hilfe des Gewindestiftes (123/8) das Längsspiel des Ankers einstellen. Durch Rechtsdrehen des Gewindestiftes wird das Ankerlängsspiel verkleinert. Vom Getriebegehäuse her kann an der Ankerschnecke die Ankerachse zur Kontrolle hin- und herbewegt werden.

Auf vorgeschriebenes Ankerlängsspiel achten.

Nach dem Einstellen Gewindestift verstemmen, damit er sich nicht lockern kann und das Ankerlängsspiel nicht verstellt wird.

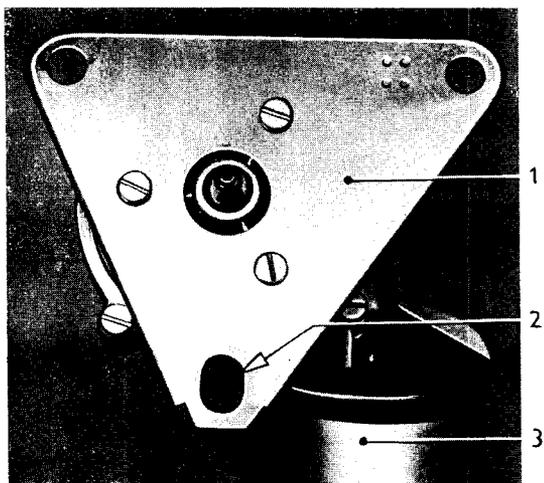


Bild 135 – Lage der Befestigungsplatte

- 1 Befestigungsplatte
- 2 Langloch in der Befestigungsplatte
- 3 Polgehäuse

- Lagerdeckel (121/3) für Getriebegehäuse aufsetzen und Antriebswelle mit Zahnrad (121/10) in Lagerdeckel hineinschieben. Kugel (121/4) in ihr Lager in der Zahnradwelle drücken. Dann alles unter leichter

Drehung des Zahnrades in das Getriebegehäuse einpassen und festschrauben.

- Befestigungsplatte auf Lagerdeckel aufschrauben. Motor senkrecht halten, so daß das Getriebe nach oben weist. Das Langloch (135/2) der Befestigungsplatte muß nach unten weisen.
- Gelenkteil bzw. Kurbelarm (136/1) auf Antriebswelle aufschrauben, wenn der Motor bei Raumtemperatur und mit einer Spannung von 6 bis 6,5 Volt in die Endlage gelaufen ist. Evtl. Nachstellung in eingebautem Zustand. Stellung des Kurbelarmes in Endlage siehe Bild 136.

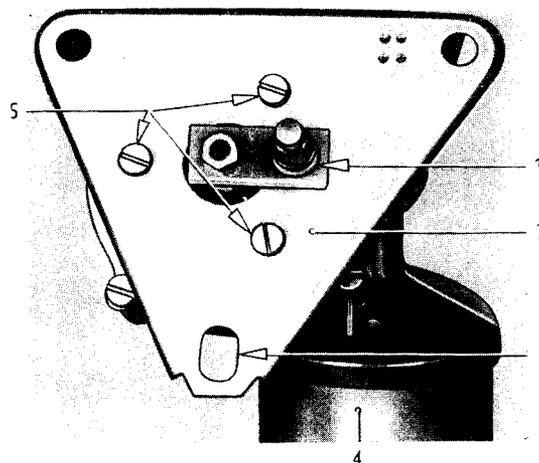


Bild 136 – Lage des Kurbelarmes bei Endabstellung

- 1 Kurbelarm
- 2 Befestigungsplatte
- 3 Langloch in der Befestigungsplatte
- 4 Polgehäuse
- 5 Schrauben für Befestigungsplatte an Getriebegehäuse

## Schmiervorschrift

Schmierfilze für Ankerlager und Zahnradlager in Motorenöl tränken.

Getriebegehäuse zu einem Drittel mit Spezialfett füllen. Fett in die beiden Axiallager des Ankers pressen.

# Scheibenwischemotor zerlegen und instand setzen - SWF-Ausführung

Der Aufbau und die Wirkungsweise des SWF-Scheibenwischemotors ist bis auf geringfügige Abweichungen gleich dem der Bosch-Ausführung.

Im nachstehenden sind deshalb nur die Arbeitsanweisungen enthalten, die von den Bosch-Anweisungen im wesentlichen abweichen.

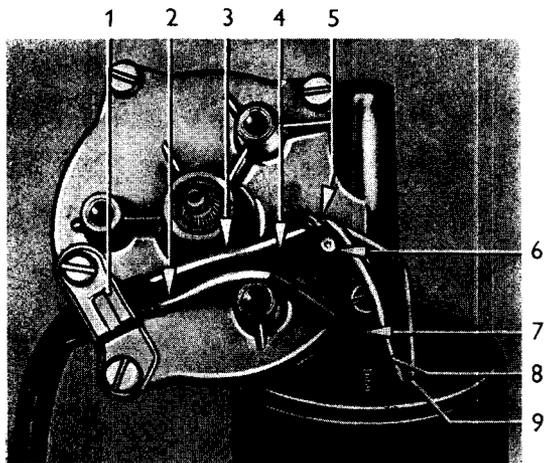


Bild 137 – Anschluß der Zuleitungskabel

- 1 Kabelschelle
- 2 Kabel mit Kennfarbe weiß
- 3 Kabel mit Kennfarbe gelb
- 4 Kabel mit Kennfarbe schwarz
- 5 Lötanschluß der inneren Kontaktfeder
- 6 Lötanschluß der äußeren Kontaktfeder
- 7 Wicklungsanfang der Nebenschlußwicklung
- 8 Wicklungsanfang der Hauptstromwicklung
- 9 Anschluß des Widerstandes

1. Wicklungsanfang (137/8) der Hauptstromwicklung und Anschluß (137/9) des Widerstandes vom Lötanschluß (137/5) der inneren Kontaktfeder ablöten.

2. Über weißes Anschlußkabel (137/2) geschobenen Isolierschlauch zurückschieben und Wicklungsanfang (137/7) der Nebenschlußwicklung an der Lötstelle ablöten.

3. Nach Abschrauben des Kollektorlagers Anschluß (138/3) der Hauptstromwicklung vom Plus-Bürstenhalter (138/9) ablöten.

Die Bürstenhalterplatte (138/4) ist mit dem Kollektorlager durch Aufnieten fest verbunden.

Masseanschluß des Minus-Bürstenhalters erfolgt über die Lasche (138/7).

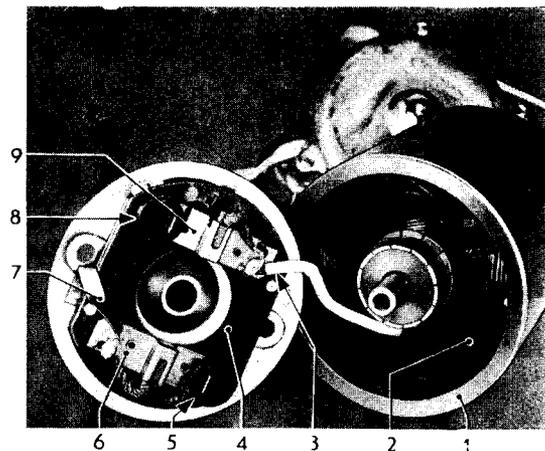


Bild 138 – Kollektorlager vom Polgehäuse abgenommen

- 1 Polgehäuse
- 2 Erregerwicklung
- 3 Anschluß der Hauptstromwicklung
- 4 Bürstenhalterplatte
- 5 Bürstenfeder
- 6 Minus-Bürstenhalter
- 7 Masselasche
- 8 Bürstenfeder
- 9 Plus-Bürstenhalter

4. Die Antriebswelle mit Zahnrad (139/4) wird in axialer Richtung durch den Gewindestift (139/2) festgelegt.

5. Zwischen Lagerdeckel (139/6) und Getriebegehäuse (139/1) ist eine Papierdichtung angeordnet.

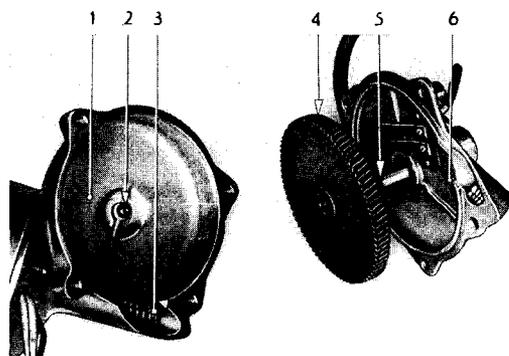


Bild 139 – Lagerdeckel von Getriebegehäuse abgenommen

- 1 Getriebegehäuse
- 2 Gewindestift
- 3 Schnecke auf der Ankerwelle
- 4 Zahnrad
- 5 Distanzscheibe
- 6 Lagerdeckel

6. Zwischen Zahnrad (139/4) und Lagerdeckel (139/6) ist die Distanzscheibe (139/5) angeordnet.

7. Beim Abnehmen des Lagerdeckels auf Kugel in der Ankerwelle achten.

## Polgehäuse

1. Erregerwicklungen ausbauen. Hierzu Polschuhe und Wicklungen gegen das Polgehäuse zeichnen, damit beim Einbau die Teile wieder in dieselbe Lage kommen.
2. Befestigungsschrauben der Polschuhe heraus-schrauben und Polschuhe mit Wicklungen aus dem Polgehäuse nehmen. Erregerwicklungen von den Polschuhen nehmen. Verbrannte oder beschädigte Wicklungen ersetzen.

Einbau in umgekehrter Reihenfolge, dabei beachten:

1. Wicklungen über Polschuhe stecken.
2. Evtl. vorhandene Schmutzteile mit einem sauberen Lappen aus dem Polgehäuse wischen.
3. Polschuhe mit Wicklungen in Polgehäuse einführen und noch nicht endgültig fest-schrauben.  
Auf Papierzwischenlage zwischen Wicklungen und Polgehäuse achten.
4. Eintreibdorn zur Ausrichtung zwischen die Polschuhe einpressen und Befestigungs-schrauben endgültig festziehen.
5. Eintreibdorn aus dem Polgehäuse pressen und Erregerwicklung auf Masseschluß prüfen.

Zusammenbau des Scheibenwischermotors in umgekehrter Reihenfolge, dabei beachten:

1. Anker nur so weit in Polgehäuse einführen, daß noch etwa ein Drittel des Kollektors aus dem Polgehäuse herausragt.
2. Beide Kohlebürsten (140/5 und /9) zurück-schieben und Druckfedern (140/3 und /8) seitlich an Bürsten entsprechend Bild 140 anlegen.
3. Lagerdeckel (140/1) so weit auf die Anker-achse schieben, daß die Kohlebürsten sich in Höhe des Kollektors befinden.
4. Kohlebürsten mit einem Schraubenzieher gegen Kollektor drücken, bis die Druck-federn einrasten.

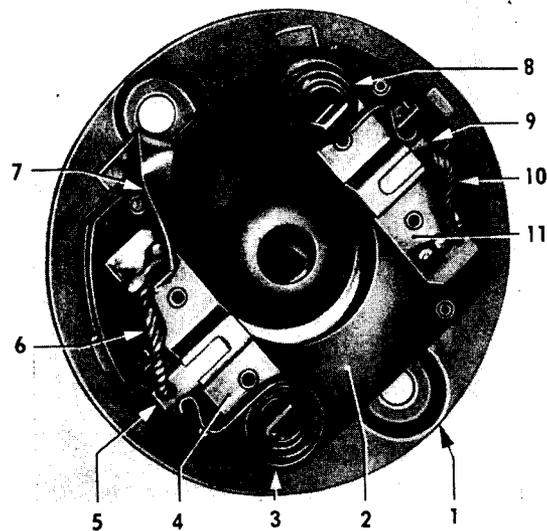


Bild 140 – Kollektorlager mit festgelegten Kohlebürsten

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1 Kollektorlager      | 7 Masselache          |
| 2 Bürstenhalterplatte | 8 Bürstenfeder        |
| 3 Bürstenfeder        | 9 Kohlebürste         |
| 4 Minus-Bürstenhalter | 10 Bürstenkabel       |
| 5 Kohlebürste         | 11 Plus-Bürstenhalter |
| 6 Bürstenkabel        |                       |

5. Welle mit Zahnrad (141/1) und aufgescho-bener Distanzscheibe (141/3) mit Lagerdeckel zusammenfügen.
6. Lagerdeckel mit Zahnrad in Getriebege-häuse einbauen.

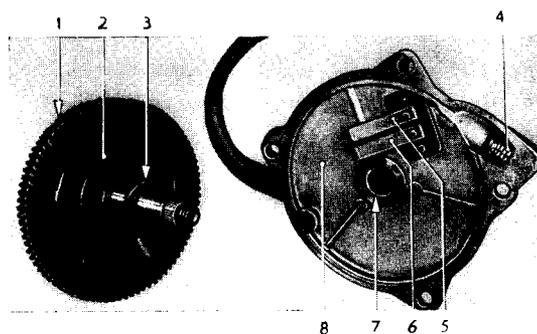


Bild 141 – Zahnrad und Lagerdeckel

- |  |
|--|
| 1 Zahnrad  |
| 2 Kontaktlaufbahn                                  |
| 3 Distanzscheibe                                   |
| 4 Gewindestift zum Einstellen des Ankerlängsspiels |
| 5 Äußere Kontaktfeder                              |
| 6 Innere Kontaktfeder                              |
| 7 Lagerbuchse                                      |
| 8 Lagerdeckel                                      |

7. Die Einstellung des Ankerlängsspiels erfolgt nach dem Zusammenbau des Getriebes durch Hinein- bzw. Herausdrehen des Gewindestiftes (141/4).

Vorgeschriebenes Ankerlängsspiel beachten.

# KABELSATZ

Die elektrischen Leitungen, die zu einem Kabelsatz zusammengefaßt sind, verbinden bestimmte Geräte der elektrischen Anlage. Dabei wird unterschieden zwischen Niederspannungsleitungen, für die Verbindung z. B. zwischen Schaltern und Stromverbrauchern, und den Hochspannungsleitungen für die Verbindung z. B. zwischen Zündspule und Zündverteiler. Ganz besondere Beachtung sind der Leitungsverlegung und des Leitungsquerschnittes auf der Niederspannungsseite beizumessen, der von der Leitungslänge und der Stromstärke abhängig ist.

Bestimmte elektrische Leitungen sind in einem gut zugänglichen Sicherungskasten durch sogenannte Sicherungen (Schmelzeinsätze) abgesichert. Durch diese Sicherungen werden die elektrischen Leitungen bei Kurzschlüssen vor Beschädigung und Zerstörung wirksam geschützt. Die genormten Sicherungen sind für 8 oder 25 Ampere Nennstrom bestimmt.

## Leitungsverlegung

Wegen seiner Einfachheit wird in Kraftfahrzeugen allgemein das Einleitersystem, bei dem die Masse – Metallteile des Fahrzeuges – als Rückleitung dient, bevorzugt.

Da aber eine einwandfreie Verbindung der einzelnen Masseteile durch mangelhafte Kontaktstellen (Lack, Rost, Fett oder zu kleine Kontaktfläche) nicht immer gegeben ist, empfiehlt es sich in solchen Fällen bei zusätzlicher Verlegung von Kabeln einen Masseanschluß zu verlegen.

Werden mehrere Leitungen nebeneinander verlegt, so ist es zweckmäßig diese in Bougierrohr zu verlegen. Die Verlegung der Leitungen in einem Bougierrohr oder sogar Metallschlauch ist besonders dort vorzunehmen, wo die Kabel einer größeren mechanischen Beanspruchung, z. B. an der Unterseite des Fahrzeuges, unterworfen sind.

Bei Neuverlegung eines Kabelsatzes oder einer elektrischen Leitung ist unbedingt wieder die Ursprungslage für die Leitungsführung unter Benutzung der vorgesehenen Befestigungsschellen und der Durchgangs-Gummitüllen zugrunde zu legen. Dadurch wird der Gefahr eines Durchscheuerns und eines dadurch entstehenden Kurzschlusses wirksam vorgebeugt. Die Leitungen müssen an die einzelnen elektrischen Geräte zugentlastet und schwingungsfrei verlegt werden. Bei Biegungen ist ein entsprechend großer Radius zu wählen.

Als Anleitung für die Verlegung der einzelnen Kabel bzw. Kabelstränge dient der in den Werkstatt-Handbüchern veröffentlichte elektrische Schaltplan.

Alle Anschlußstellen sind grundsätzlich vor dem Anschluß eines Kabels zu säubern; denn verschmutzte und oxydierte Anschlußstellen ergeben keinen sicheren Kontakt und führen zu Störungen in der elektrischen Anlage.

Ganz besonderer Beachtung bedürfen Anschlußstellen an der Karosserie eines Fahrzeuges. Diese Anschlußstellen sind vorher gut blank zu machen, anschließend zur Vermeidung von Oxydation und der Gefahr des Rostens vorbeugend zu verzinnen und die Kabel durch Kabelschuhe oder geeignete Verbinder anzuschließen.

## Spannungsabfall in elektrischen Leitungen

Da alle elektrischen Stromverbraucher nur einwandfrei bei der vorgeschriebenen Betriebsspannung arbeiten, ist der Spannungsabfall in den elektrischen Leitungen auf ein zulässiges Mindestmaß zu reduzieren. Als Erfahrungswert gilt für 6-Volt-Anlagen (außer Anlasserleitung) ein zulässiger Spannungsabfall von ca. 0,4 Volt.

Entsprechend diesem Wert und der Stromaufnahme des angeschlossenen elektrischen Verbrauchers ist der Leitungsquerschnitt auszuwählen, wobei aber wegen der Leitungserwärmung die zulässige Dauerstromstärke für den betreffenden Leitungsquerschnitt zu beachten ist.

Der Leitungsquerschnitt läßt sich auch nach folgender Formel errechnen, wobei das Ergebnis, wenn erforderlich, nach oben aufzurunden ist:

$$F = \frac{l \times J}{56 \times 0,4}$$

Hierin ist:  $F$  = Leitungsquerschnitt in  $\text{mm}^2$

$l$  = Leitungslänge in m

$J$  = Stromaufnahme des Verbrauchers in Ampere

56 = Spez. Leitfähigkeit von Kupfer

0,4 = höchstzulässiger Spannungsabfall in Volt

Die Hauptursache für unzulässig hohen Spannungsabfall ist in Übergangswiderständen an den Schalterkontakten, den schlechten bzw. losen Leitungsanschlüssen und in Sicherungsdosen an verrosteten, oxydierten Übergangsstellen zwischen Sicherungshaltern und der Sicherung zu suchen.

Bei Masserrückleitungen ist der auftretende Spannungsabfall im allgemeinen so gering, daß er unberücksichtigt bleiben kann.

### Spannungsabfall mit Voltmeter messen

Zur Messung des Spannungsabfalls wird ein Voltmeter mit einem niedrigen Meßbereich – bis ca. 3 Volt – benötigt.

1. Eine Meßleitung des Voltmeters am Anfang – Anschlußklemme – der betreffenden Leitung, die zweite Meßleitung am Ende – Anschlußklemme des Verbrauchers – der Leitung anschließen.

2. Meßbereich am Voltmeter ablesen. Das Meßergebnis soll nach Möglichkeit nicht über dem zulässigen Wert für den Spannungsabfall liegen.

**Anmerkung:** Ist der Spannungsabfall zu groß, so gibt der betreffende Verbraucher nicht seine vorgeschriebene Leistung ab, z. B. Scheinwerfer leuchten nicht hell genug.

### Kabelverbindungen

In der elektrischen Anlage eines Kraftfahrzeuges dienen zur Zuleitung und Verteilung des Verbraucherstromes sogenannte Leitungsverbinder. Derartige Geräte sind Sicherungsdosen, Kabelschuhe, Steckverbinder und Kabelklemmen.

Die grundsätzliche Verwendung von flexiblen Kupferleitungen in der elektrischen Anlage eines Kraftfahrzeuges fordert, daß bei allen Leitungen, die durch **Kabelklemmen** angeschlossen oder miteinander verbunden werden, die Leitungsader vor dem Anschluß, um ein Aufspießen zu verhindern, verlötet werden.

Da sich die Verwendung von lötfreien Leitungs**verbindern** (z. B. Kabelschuhen) gegenüber den seitherigen zu verlötenden Verbindungsmaterialien immer mehr durchsetzt, ist im nachstehenden die Anwendung einer speziellen Zange für lötfreie Anschlüsse beschrieben.

Mit dieser Spezialzange lassen sich lötfreie Verbindungen einwandfrei und korrekt durchführen. (Die Spezialzange „Quetschboy“ ist unter dieser Bezeichnung und der Nr. MW 90 von der Firma Matra-Werke GmbH, Frankfurt am Main, Dieselstr. 30, lieferbar.)

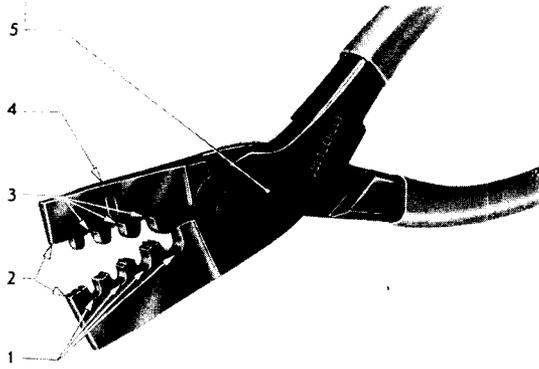


Bild 142 – Spezialzange „Quetschboy“

- 1 Quetschöffnungen für vordere Lappenden
- 2 Vordere Backenenden
- 3 Quetschöffnungen für hintere Lappenden
- 4 Backe mit „0“ bezeichnet
- 5 Spezialzange

1. Isolation (143/3) vom Kabel 5–6 mm vorsichtig abnehmen, damit Kabeladern (143/2) nicht beschädigt werden.

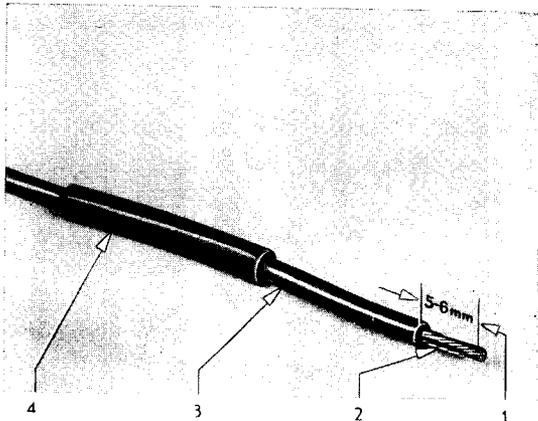


Bild 143 – Kabel abisoliert

- 1 Isolation 5–6 mm abgenommen
- 2 Kabeladern
- 3 Isolation
- 4 Gummiisolierschlauch

2. Gummiisolierschlauch (144/1), ca. 30 mm lang, über Kabel schieben.
3. Kabel in Stecker (144/6) so einlegen, daß Isolation (144/2) beim Umbiegen der hinteren Lappenden (144/3) festgeklemmt wird.

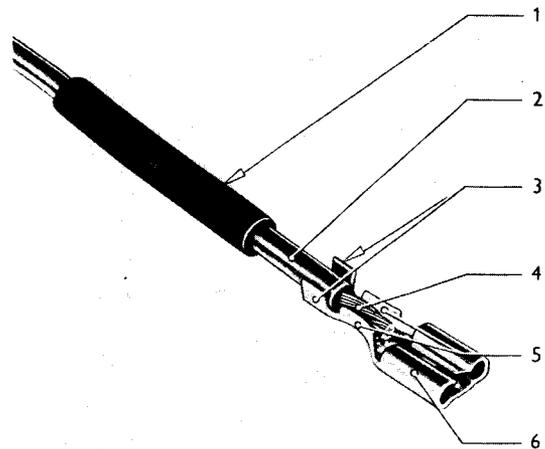


Bild 144 – Kabel in Stecker eingelegt

- 1 Gummiisolierschlauch
- 2 Isolation
- 3 Hintere Lappenden
- 4 Kabelader
- 5 Vordere Lappenden
- 6 Stecker

4. Vordere Lappenden (144/5) mit vorderen Backenenden (145/2) des „Quetschboy“ über der abisolierten Kabelader so umbiegen, daß ein Lappen über den anderen zu liegen kommt und keine Adern heraustreten (Bild 145).

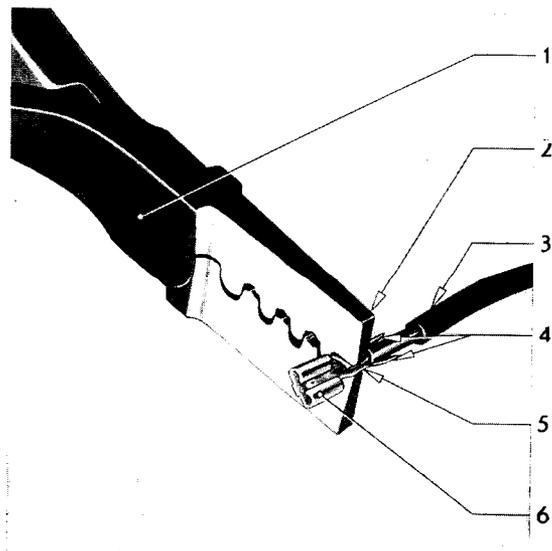


Bild 145 – Lappenden umbiegen

- 1 Spezialzange „Quetschboy“
- 2 Vorderes Backenende
- 3 Kabel
- 4 Hinteres Lappende
- 5 Vorderes Lappende
- 6 Stecker

5. Stecker je nach Durchmesser in eine der Quetschöffnungen (142/1) so einlegen, daß der in die Quetschöffnung ragende Zahn der mit „O“ bezeichneten Backe auf die umgebogenen Lappenden drückt.

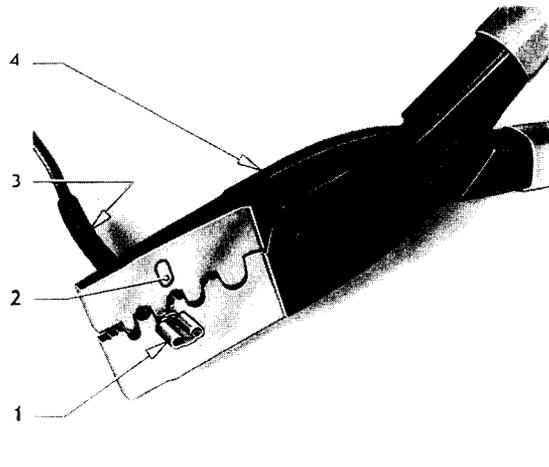


Bild 146 – Stecker zum Anquetschen der vorderen Lappenden in „Quetschboy“ eingelegt

- 1 Stecker
- 2 Backe mit „0“ bezeichnet
- 3 Kabel
- 4 Spezialzange „Quetschboy“

6. Quetschung mit einem kräftigen Druck durchführen, um eine feste Verbindung mit der blanken Leitungsader zu erhalten.
7. Anschließend hintere Lappenden (144/3) über der Isolierung mit vorderen Backenden (142/2) des „Quetschboy“ umbiegen und unter Zuhilfenahme der Zwischenöffnungen (142/3) mit den bogenförmigen Zähnen zur Schonung der Isolation nur leicht anquetschen.
8. Gummiisolierschlauch (148/2) zur Isolierung über die umgebogenen Lappenden (144/3 und /5) schieben.

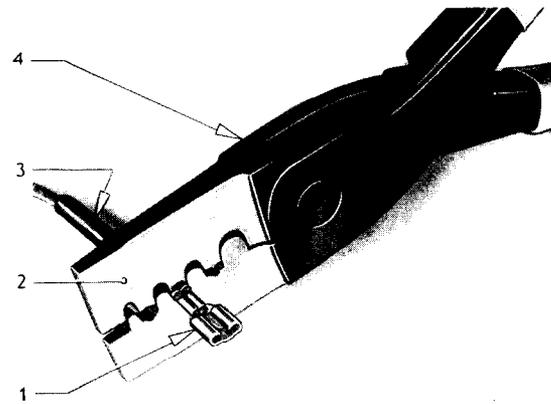


Bild 147 – Stecker zum Anquetschen der hinteren Lappenden in „Quetschboy“ eingelegt

- 1 Stecker
- 2 Backe mit bogenförmigen Zähnen
- 3 Kabel
- 4 Spezialzange „Quetschboy“

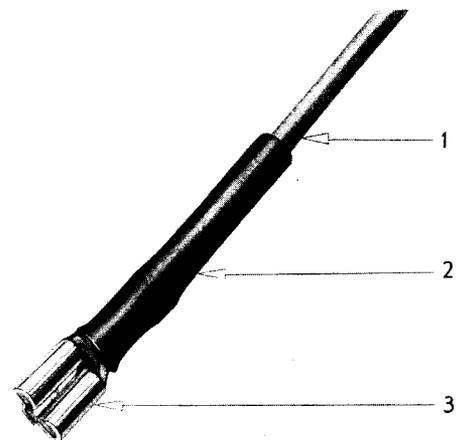


Bild 148 – Gummiisolierung über umgebogene Lappenden geschoben

- 1 Kabel
- 2 Gummiisolierschlauch
- 3 Stecker