



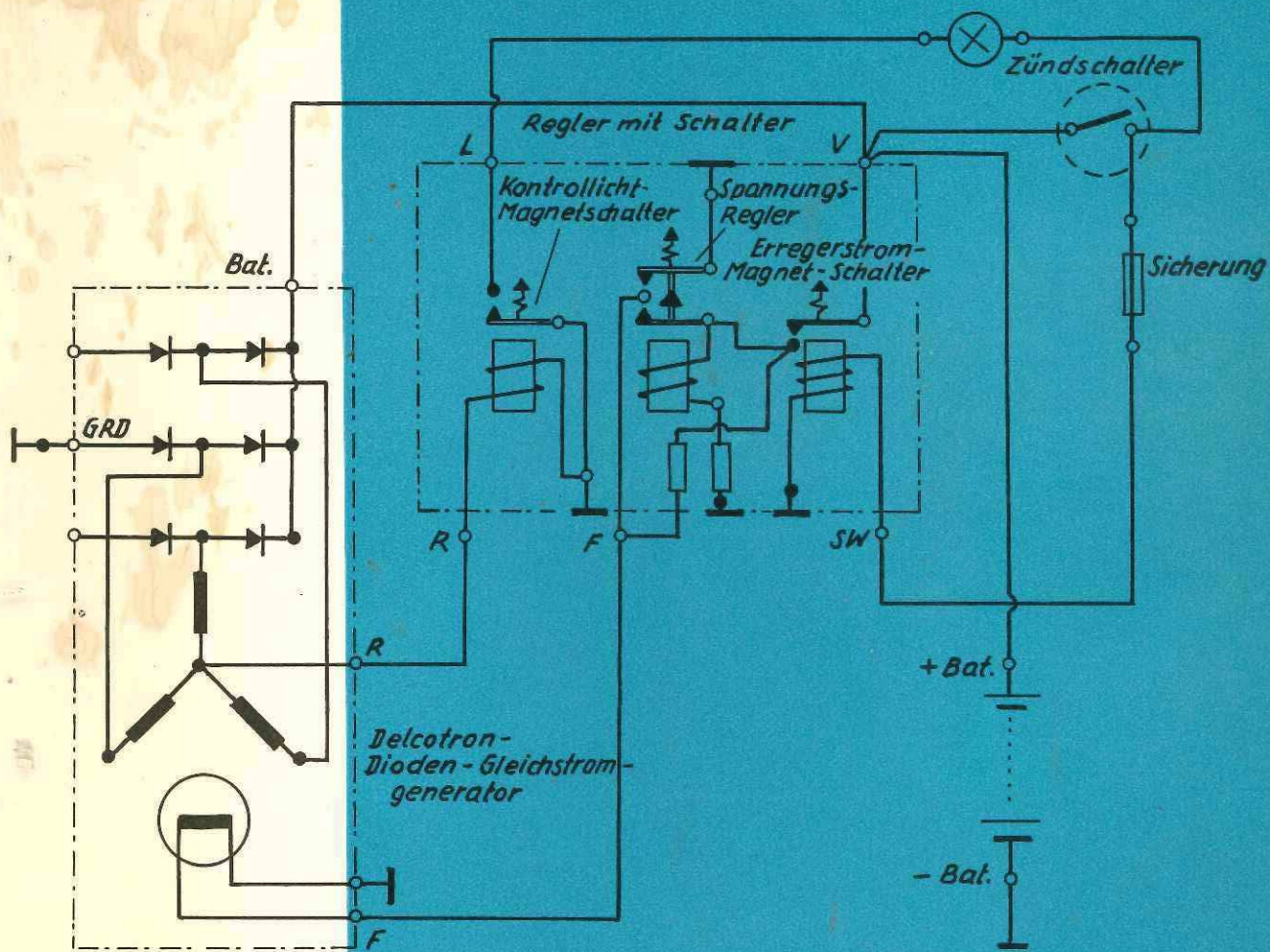
Quer

schnitt mit Mass- und Einstelltabelle für:

Auto-Reparaturanleitung

Moderne Autoelektrik

Neue Test-, Prüf- und Instandsetzungsmethoden
(1. Ausgabe)

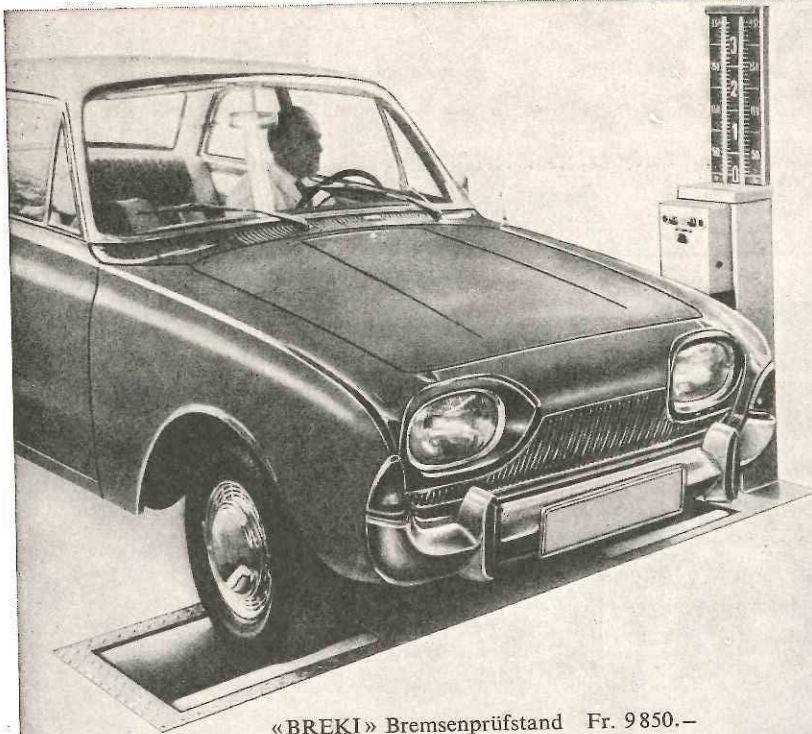


Lehr- und
Nachschlagwerk

Herausgeber
Verlag
A. Bucheli Zug
Schweiz

Querschnitt durch die Autotechnik

124



«BREKI» Bremsenprüfstand Fr. 9850.-

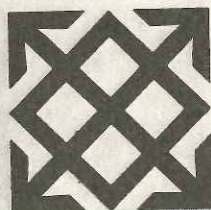
Eine Prüffahrt in Ihrer Werkstatt!

Bremsenprüfstände «BREKON»
für Personen- und Lastwagen.
Lieferbar mit Meßinstrumenten
und/oder Diagrammschreib-
vorrichtung.

Funktionsprüfstände
«DYNAKON» für Personen-
wagen.

Verkauf und Service:

HENRI BACHMANN SA/AG



2501 BIEL-BIENNE
2555 AEGERTEN
1227 CAROUGE
1211 GENEVE 2
1000 LAUSANNE 20
8021 ZÜRICH
6900 LUGANO

Rue de l'Hôpital 12
Schwadernastrasse
Rue Vautier 1
Rue de Fribourg 3
Avenue Tivoli 62
Knüslistrasse 4
Via E. Bossi 7

Tel. 032/2 78 42
Tel. 032/7 95 15
Tél. 022/43 53 40
Tél. 022/32 56 05
Tél. 021/25 96 77
Tel. 051/54 85 85
Tel. 091/2 71 55

Telex: 34 233
Telex: 34 223
Télex: 22 055
Télex: 22 679
Télex: 24 441
Telex: 53 505
Telex: 59 115

Herausgeber: Verlag A. Bucheli, Zug/Schweiz
Nachdruck und Bildwiedergabe, auch auszugsweise,
verboten

Alleinauslieferung für die
Bundesrepublik Deutschland:
Motorbuch-Verlag GmbH, Stuttgart 1
Böblinger Straße 18, Postfach 1370

Alleinauslieferung für Österreich:
Buchhandlung H. Godai, Wien XV
Mariahilferstraße 169

Alleinauslieferung für Dänemark:
Buchhandlung Jul. Gjellerup, Kopenhagen
(Dänemark) Solvgade 87

Alleinauslieferung für die Niederlande:
Technische Buchhandlung H. Stam, Heemstede
Kanaalweg 1

Das Prüfen, Testen und Instandsetzen der Stromerzeugeranlagen moderner Automobile

VORWORT

Der I. Teil
Seite 1 – 23

Stromerzeuger für Automobile dieser Ausgabe beschreibt Aufgaben, Eigenarten und Funktion von Kollektorgeneratoren und Alternatoren für Automobile. Damit wird erreicht daß das Zusammenwirken von Generator, Regler und Batterie leichter verständlich, und das Prüfen und Instandsetzen leichter erklärbar wird.

Der II. Teil
Seite 24 – 46

Regelung der Generatoren befaßt sich mit der Regelung der Generatoren und den Rückstromschaltern. Dabei werden nicht nur die Reglersysteme erklärt, sondern auch Funktionsbeschreibungen der verschiedenen Kontakt- und Transistorregler gegeben. Damit wird ein Einblick in die vielschichtige Problematik der Regelung von Generatoren ermöglicht.

Der III. Teil
Seite 47 – 53

Ladekontrolleinrichtungen beschreibt Funktion und Eigenart der verschiedenen Kontrolleinrichtungen für Generatoren. Dabei wird auch die zweckmäßigste Schaltung von nachträglich eingebauten zusätzlichen Volt- oder Ampèremetern erklärt.

Der IV. Teil
Seite 53 – 66

Wartung, Pflege und Überprüfen der Generatoranlagen wird Wartung, Pflege und Testen von Stromerzeugungsanlagen grundsätzlich beschrieben. Dabei werden Bedienungsanweisungen für moderne Test- und Prüfgeräte gegeben.

Der V. Teil
Seite 67 – 85

Instandsetzen von Generatoren wird zuerst die Montage und das Prüfen der Bauteile von Gleich- und Drehstromgeneratoren, und im Anschluß daran deren Prüfstanderprobung beschrieben.

Im Vorliegenden werden die Bauteile der Stromerzeugungsanlagen und ihre Funktionen so erklärt, daß diese Ausgabe als Nachschlagewerk und Lehrbuch dienen kann.

B. Kierdorf,
Fachlehrer der Meisterschule für das Kraftfahrzeug-Handwerk
in Heide/Holstein

Erster Teil

Stromerzeuger für Motorfahrzeuge

Aufgabe und Bemessung der Generatoren

Generatoren

Geräte zur Erzeugung und Speicherung elektrischer Energie sind unerläßliche Bestandteile moderner Motorfahrzeuge.

Der Generator, auch Lichtmaschine oder Dynamo genannt, hat die Aufgabe, beim Betrieb des Motorfahrzeuges die eingeschalteten Verbraucher mit elektrischem Strom zu versorgen und außerdem die Batterie stets ausreichend zu laden. Andererseits darf die geladene Batterie nicht mit hohem Strom weiter geladen werden, weil sie dadurch schnell unbrauchbar würde.

Da das Laden von Batterien Gleichstrom erfordert, müssen die in den Generatoren erzeugten Wechselspannungen gleichgerichtet werden. Bei den herkömmlichen Maschinen dieser Art erfolgt diese Gleichrichtung mechanisch durch Kollektor und Kohlebürsten.

Die Stromerzeugung sollte von der Motordrehzahl und damit von der Fahrgeschwindigkeit unabhängig sein, damit sowohl beim Standleerlauf des Motors während des Fahr- und Halteverkehrs in Großstädten, wie auch bei den höchstmöglichen Fahrgeschwindigkeiten auf Autobahnen, alle eingeschalteten Verbraucher ausreichend mit Strom versorgt und zugleich die Batterie geladen werden kann.

Der Erzeugerstrom sollte sich so den Verbrauchern und der Batterie anpassen, daß beim Einschalten von Verbrauchern oder bei entladener Batterie mehr Strom erzeugt wird. Dagegen soll zur geladenen Batterie möglichst kein Strom fließen.

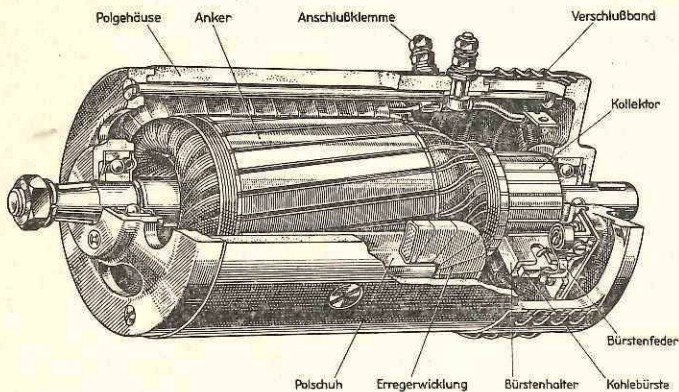


Bild 1 Bosch-Kollektorgenerator LJ/GK

Diese Gleichrichtung geschieht in den neuzeitlicheren Drehstrom-Generatoren durch eingebaute Silizium-Gleichrichter. Derartige kollektorlose Gleichstrom-Generatoren werden auch als «Alternatoren» oder «Drehstrom-Generatoren» bezeichnet.

Anforderungen an die Generatoren

Für die störungsfreie Funktion der Elektrischen Anlage ist ein besonderes Betriebsverhalten der Generatoren wünschenswert:

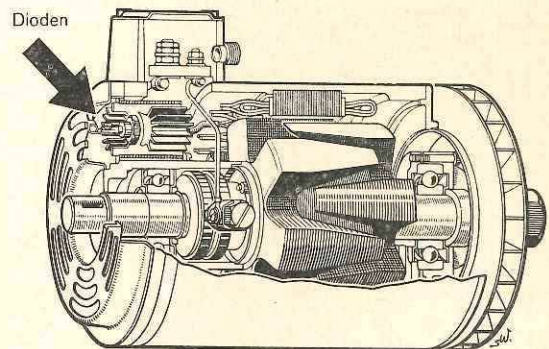


Bild 2 Bosch-Drehstromgenerator

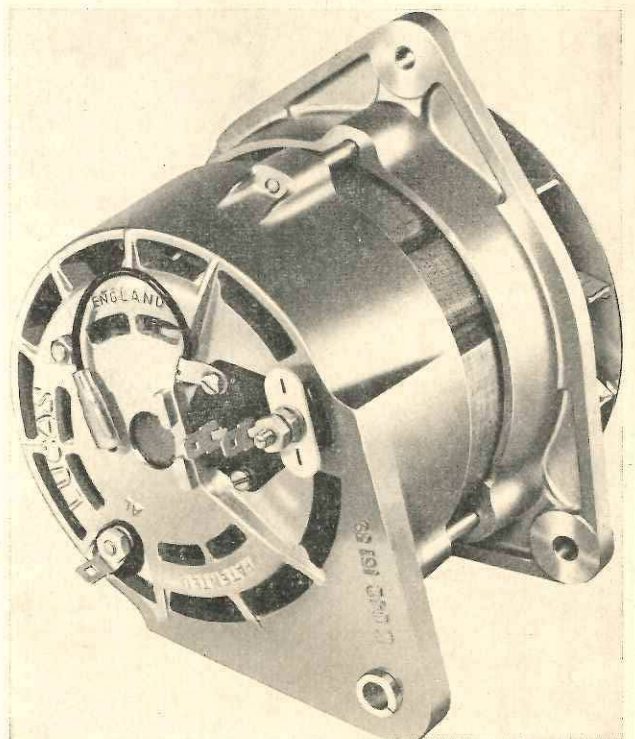


Bild 3 Lucas IIAC-Alternator

Die elektrischen Verbraucher müssen vor zu hoher Spannung geschützt werden. Der Generator muß vor zu hohem Strom, und in der Folge vor Zerstörung durch übermäßige Erwärmung geschützt sein.

Bei stehendem Motor muß die Verbindung von der Batterie zum Generator unterbrochen werden, damit kein Rückstrom von der Batterie zum Generator fließen kann. Denn dieser könnte ein Entladen der Batterie und Schäden am Generator verursachen.

Die Generatoren sollen möglichst wartungsfrei sein und hohe Lebensdauer erreichen.

Der Wirkungsgrad der Generatoren soll möglichst hoch sein, damit durch sie nicht zu viel von der mechanischen Leistung des Fahrzeugmotors entzogen wird.

Die Generatoren sollen möglichst leicht, klein und gut einzubauen sein, damit sie Gewicht, Baugröße und Preis der Fahrzeuge nicht unwirtschaftlich erhöhen.

Diesen Forderungen steht entgegen, daß sie nur durch hohen technischen Aufwand erfüllt werden könnten, der zu teuer würde. Teilweise sind die Forderungen auch aus technischen Gründen nicht voll erfüllbar.

Kenndaten und Begriffe für Generatoren

Die Nennspannung, also 6 V, 12 V oder 24 V, ist die Spannung, nach der die elektrische Anlage von Motorfahrzeugen bezeichnet wird. Es wird dabei 2 V pro Zelle des zur Anlage gehörenden Bleiakкумуляtors angenommen. In Wirklichkeit ist die Spannung bei Entladung der Batterie geringer und beim Laden höher.

Die Betriebsspannung, also 7 V, 14 V oder 28 V, ist die mittlere effektive Spannung beim Betrieb von Generatoren. Bei Generatoren, Spannungsregler und Reglerschalter der Firma Bosch wird seit 1965 anstelle der Nennspannung die Betriebsspannung angegeben.

Der Dauerhöchststrom «Imax» ist der Strom, den der Generator maximal auf Dauer erzeugen darf, ohne daß dessen Wicklungen durch zu große Erwärmung zerstört werden.

Der gemeinsame Strom aller Dauerverbraucher soll 2/3 Imax nach Möglichkeit nicht überschreiten. Seit 1965 bezeichnet auch die Firma Bosch, die ihre Generatoren und Reglerschalter bis dahin nach Nennleistung bezeichnete, ihre entsprechenden Erzeugnisse nach dem Dauerhöchststrom.

Die Dauerhöchstleistung der Generatoren errechnet man, indem man die Nennspannung mit dem Dauerhöchststrom multipliziert.

Die Nennleistung der Generatoren war bis 1965 in Deutschland üblich. Sie war bei Generatoren bis 700 Watt, 2/3 der Dauerhöchstleistung.

Den Nennstrom errechnet man, indem man die Nennleistung durch die Nennspannung dividiert. Der Nennstrom entspricht 2/3 Imax.

Die Nenndrehzahl ist die Drehzahl, die erforderlich ist, bevor der betriebswarme Generator seine Nennleistung, bzw. 2/3 I/max. erreicht.

Die Höchstdrehzahl ist die Drehzahl des Generators, die nicht überschritten werden darf.

Das Drehzahlverhältnis ist das Verhältnis der Nenndrehzahlen zu den Höchstdrehzahlen des Generators. Bei Kollektor-Generatoren ist das Drehzahlverhältnis zwischen 1:3 und 1:4, und bei kollektorlosen Generatoren zwischen 1:5 und 1:8.

Das Übersetzungsverhältnis von Motor und Generator ist so gewählt, daß bei höchsten Motor-Betriebsdrehzahlen die zulässigen Höchstdrehzahlen des Generators nicht überschritten werden.

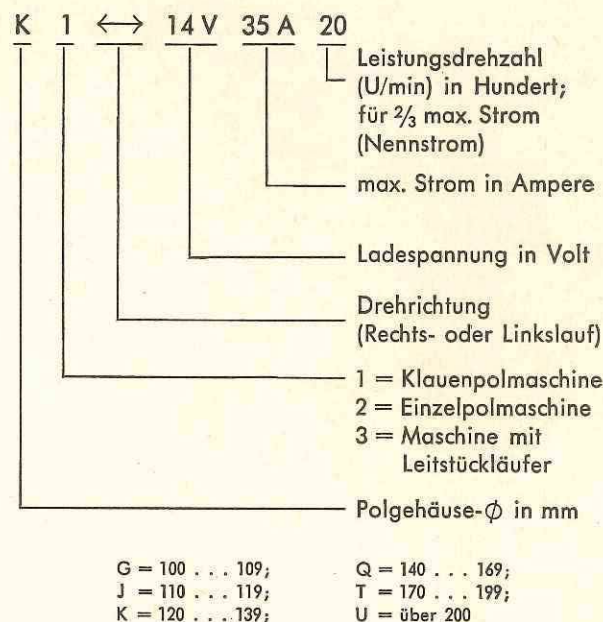


Bild 3a Erläuterung der Typaufschrift von Bosch-Drehstromgeneratoren

Die Kühlung von Generatoren

Beim Betrieb von Generatoren wird Wärme entwickelt, die abgeführt werden muß, damit der Generator nicht zu heiß wird. Bei ungelüfteten Generatoren geschieht dies durch Fahrwind oder Ventilatorluft über das Gehäuse.

Stromerzeuger

Dies ist aber bezogen auf den gleichen Dauerhöchststrom, nur bei größeren, damit schwereren und teuren Generatoren möglich. Es bietet aber die Möglichkeit, geschlossen und damit staub- und wasserdichte Generatoren zu bauen.

In der Regel werden die Generatoren mit Luft, die durch das Gehäuse strömt, gekühlt.

Von den durchlüfteten Maschinen gibt es zwei grundsätzlich verschiedene Ausführungen. Bei der einen Bauart ist an der Antriebsriemenscheibe ein Lüfter angebracht, der Kühlluft durch die Maschine hindurchsaugt. Dabei wird in der Regel die Luft durch die im Kollektorverschlußband befindlichen Schlitze oder durch Öffnungen im Kollektorlager eingesaugt, streicht durch das Innere der Maschine und tritt durch die Öffnungen im Antriebslager wieder aus. Bei der anderen Ausführung strömt die Kühlluft in umgekehrter Richtung, denn hier sitzt der Lüfter innerhalb der Maschine auf der Kollektorseite der Ankerwelle und saugt die Luft durch Öffnungen des Antriebslagers an.

Eine weitere Ausführung mit Innen-Lüfter wird verwendet, wenn große Verschmutzungsgefahr besteht, aber eine geschlossene Maschine wegen hoher Leistung nicht in Betracht kommt. In diesem Fall tritt an die Stelle des durchbrochenen Antriebslagers ein stirnseitig geschlossener Lagerdeckel mit Ansaugstutzen. Die Kühlluft wird entweder unmittelbar an dem abgedeckten Ansaugstutzen oder über einen angeschlossenen Schlauch angesaugt.

Bei älteren Maschinen mit Kollektorbelüftung ist der Lüfter ebenfalls im Innern auf der Kollektorseite der Ankerwelle angebracht. Der Lüfter saugt durch einen Kühlluftanschluß Frischluft an; diese umspült die am

meisten sich erhaltenden Teile, wie Kollektor und Kohlebürsten, strömt durch die Öffnungen des Kollektorlagers und tritt durch Schlitze der Schutzkapsel wieder aus.

Die Bemessung von Generatoren

Die Generatoren für Motorfahrzeuge sind konstruktiv für eine bestimmte Höchstleistung ausgelegt. Wird diese Höchstleistung auf Dauer überschritten, so wird durch den größeren Strom zuviel Wärme im Generator erzeugt und dieser verbrennt. Die längere Zeit eingeschalteten Dauerverbraucher sind für die Wahl der Generatoren für ein Fahrzeug bestimmend. Solche Dauerverbraucher sind im wesentlichen:

Die Batteriezündung, das Fahrlicht und die rückwärtigen Beleuchtungseinrichtungen.

Kurzzeitig eingeschaltete Verbraucher, wie Rückfahrcheinwerfer, Sucher, Signalhorn, Fahrtrichtungsanzeiger usw., sind für die Wahl des Generators ohne Bedeutung. Beim normalen Fahrzeug sind als Dauerverbraucher einzusetzen:

für die Batteriezündung	etwa 20 W
für die Scheinwerfer	etwa 90 W
für die Begrenzungsleuchten	etwa 6 W
für die Rücklichter	etwa 10 W
für die Kennzeichenbeleuchtung	etwa 10 W
für den Wischermotor	etwa 40 W
für die Schaltbrettbeleuchtung	etwa 4 W

Gesamt etwa 180 W

Es sind somit 180 W Generatorenleistung erforderlich, um die normalerweise in Automobilen eingebauten Dauerverbraucher zu versorgen. Darüber hinaus muß aber der Generator die Stromentnahme aus der Batterie beim Stand, oder bei geringen Motordrehzahlen ebenso wieder ausgleichen, wie auch die zusätzliche Stromentnahme der kurzzeitigen Verbraucher. Denn sonst würde bei ausschließlich nächtlicher Fahrt die Batterie entladen werden. Damit das gute und genügend schnelle Laden der Batterie auch bei nächtlicher Fahrt ausreichend gesichert ist, muß die auf Dauer dem Generator entnehmbare Leistung etwa 50% höher sein als der gemeinschaftliche Leistungsbedarf der Dauerstromverbraucher. Für den gegebenen Fall müßte ein Generator für die Dauerhöchstleistung von 240 W gewählt werden.

Bis 1965 wurde in der Typenbezeichnung deutscher Generatoren die Nennleistung angegeben. Diese Nennleistungsangabe diente der Auswahl des Generators für ein Motorfahrzeug. Der gemeinschaftlichen Leistungsaufnahme aller Dauerverbraucher sollte die Nennleistung

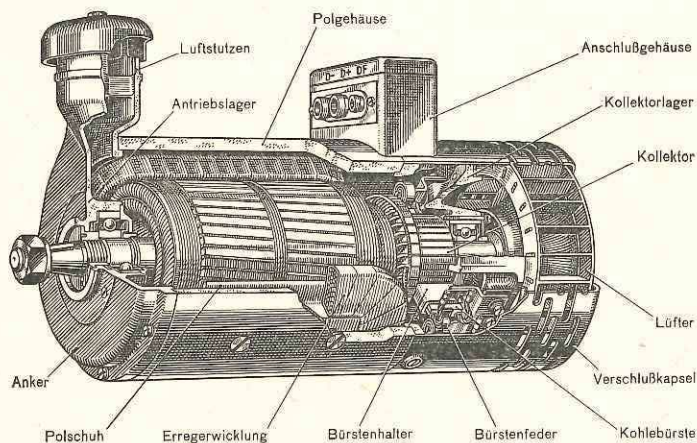


Bild 4 Schnittbild des Bosch-Gleichstromgenerators LJ/GTL mit eingebautem Lüfter

des Generators entsprechen. Die Generatoren bis etwa 500 W Nennleistung waren um 50 % der Nennleistung, und die Generatoren über 500 W Nennleistung um 30 % der Nennleistung auf Dauer überlastbar. Somit war der mit 180 W angegebene Generator für eine Dauerhöchstleistung von 270 W ausgelegt. Die Dauerverbraucherleistung sollte nicht höher sein als die Nennleistung des Generators.

Es müßte somit für den Personenkraftwagen, dessen serienmäßigen Dauerverbraucher gemeinsam 180 W verbrauchen, sein Generator von 180 W Nennleistung bzw. 270 W Höchstleistung gewählt werden. Werden weitere Verbraucher eingebaut, so muß entweder ein größerer Generator gewählt werden, oder die Verbraucher dürfen auf die Dauer nicht alle gemeinsam eingeschaltet werden.

Bei Generatoren nichtdeutscher Fertigung wurde schon immer die «Dauerhöchstleistung» – die um 50 % höher ist als die Nennleistung – angegeben. Da dies selbst bei «Fahrzeug-Tests» nicht besonders herausgestellt wurde, entstand der Eindruck, daß diese Kraftfahrzeuge mit Generatoren von höherer Leistung ausgerüstet würden. Seit 1965 werden auch die deutschen Generatoren nach mittlerer Betriebsspannung und Dauerhöchststrom bezeichnet. Danach wird ein 6-V-Generator von 180 W Nennleistung nun mit 7 V 45 A bezeichnet, was rein rechnerisch 315 W ergibt.

Bei Generatoren, die nach Betriebsspannung und Dauerhöchststrom bezeichnet sind, soll der gemeinschaftliche Strom aller Dauerverbraucher nicht höher sein als 2/3 des für den Generator angegebenen Dauerhöchststromes.

Einbau zusätzlicher Verbraucher

Als Zubehör werden für die Automobile viele zusätzliche Dauerverbraucher von elektrischer Leistung, zum nachträglichen Einbau angeboten. Die bedeutendsten dieser Verbraucher sind:

Rundfunkgeräte	neuere bis 10 W, ältere bis 40 W	
bis 2 Nebelscheinwerfer	je 35 W	= 70 W
Heizscheiben für die Heckscheiben	bis 50 W	
Kleinventilatoren	bis 30 W	
bis 2 Teilfernlicht-Scheinwerfer	bis 50 W	
2 zusätzliche Begrenzungsleuchten	bis 10 W	
	<hr/>	
	Gesamt	250 W

Es können somit bei nächtlicher Fahrt zu den Dauerverbrauchern über 200 W zusätzliche Verbraucher eingeschaltet werden.

Der Generator ist in seiner Leistungsgröße vom Fahrzeughersteller meist so bemessen, daß sie die normale Anlage ausreichend versorgt und bei normalen Betriebsbedingungen außerdem die Batterie genügend auflädt. Ob die Generatoren auch noch für später einzubauende zusätzliche Verbraucher ausreichend sind, ist kalkulatorisch bedingt, weil größere Generatoren teurer sind. Dies ist aber einfach festzustellen, indem man die Leistungs- oder Stromaufnahmen aller auf Dauer eingeschalteten Verbraucher addiert. Diese sollen die Nennleistung, bzw. 2/3 des Höchststromes nicht mehr als 10 % überschreiten.

Sonst ist ein genügendes Laden der Batterie bei nächtlicher Fahrt nicht mehr gewährleistet. Man kann sich in der Weise helfen, daß man es vermeidet, mehr Verbraucher gemeinsam einzuschalten, als es der Nennleistung des Generators entspricht. So kann man sich zum Beispiel angewöhnen, beim Einschalten der Nebelscheinwerfer nur mit Begrenzungslicht zu fahren. In jedem Falle ist eine derartige Beschränkung aber nicht möglich. Dann muß man eben auf den Dauerbetrieb dieser Geräte verzichten, oder einen größeren oder zusätzlichen Generator einbauen.

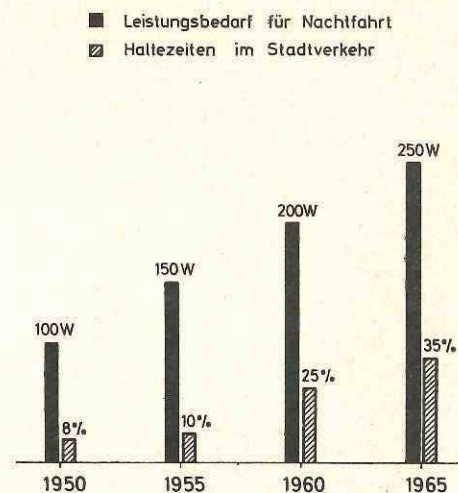


Bild 5 Zunahme des Bedarfs an elektrischer Leistung von Motorfahrzeugen nach Bosch

Probleme des Stadtverkehrs

Die größere Verkehrsdichte und die durch sie erforderliche Verkehrsregelung, also der Halte- und Fahrbetrieb mit geringen Geschwindigkeiten, ergeben für die Generatoren besondere Probleme. Denn die normalen Kollektor-Generatoren können nur in gewissen, beschränkten Drehzahlbereichen betrieben werden. Die Drehzahl von der ab die Generatoren der normalen Motorfahrzeuge ihre Dauerhöchstleistung erzeugen, liegt bei

Stromerzeuger

etwa 3000 U/min. Die Höchstdrehzahl dieser Generatoren liegt bei etwa 8000 U/min. Wird die Höchstdrehzahl der Generatoren überschritten, so feuern Kohlebürste und Kollektoren, und die Generatoren werden zerstört. Somit ist das Drehzahlverhältnis mit dem Kollektor-Generatoren vom Erreichen der vollen Leistung bis zur Höchstdrehzahl betrieben werden können, etwa 1:2,5. Damit der Generator nicht zerstört wird, muß er so zur Kurbelwelle des Motors übersetzt sein, daß auch bei Höchstgeschwindigkeit des Kraftwagens seine Höchstdrehzahl nicht überschritten wird. Das ergibt, daß bei einer Höchstgeschwindigkeit des Personenwagens von zum Beispiel 150 km/h, im gleichen Gang 60 km/h erforderlich sind, bevor der Generator seine volle Leistung erzeugt. Aus dem gleichen Grunde wird bei Standleerlauf des Motors noch keine Generator-Leistung erzeugt. Es ist oft sogar der Fall, daß der Generator mit Kollektor bei geringen Motordrehzahlen die Batterie nicht lädt, sondern entlädt.

Dies ergibt, daß im Stadtverkehr wenig oder nicht geladen wird. Man ist gezwungen, geringere Geschwindigkeiten in kleinen Gängen zu fahren, damit Motor und Generator auf die Drehzahlen kommen, die zur Stromerzeugung erforderlich sind.

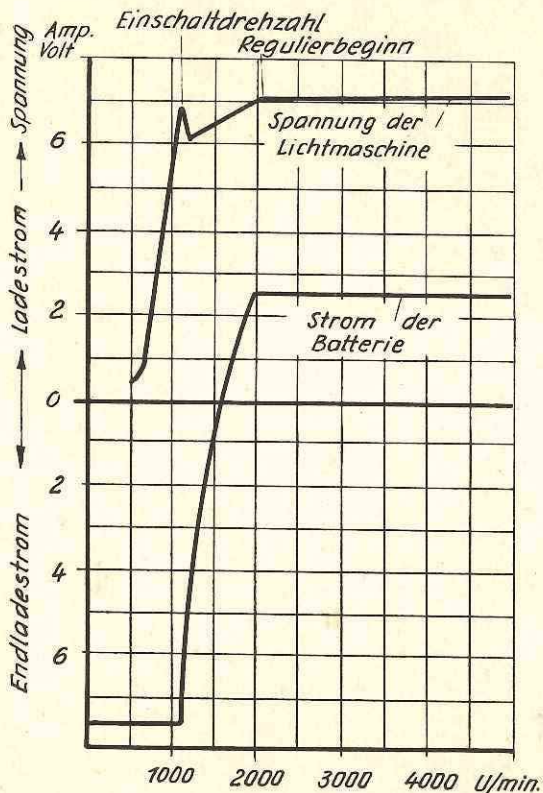


Bild 6 Im unteren Drehzahlbereich des Motors und damit bei geringen Fahrgeschwindigkeiten wird von Kollektorgeneratoren kein Strom erzeugt

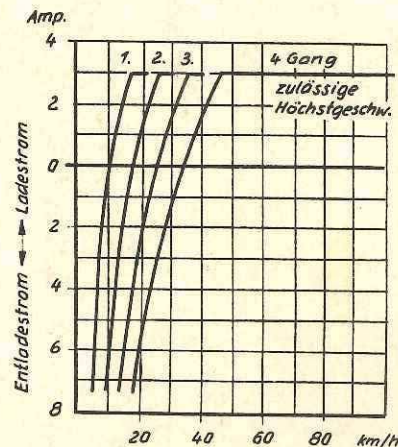


Bild 7 Das Leistungs-Drehzahlverhalten von Kollektorgeneratoren erfordert es, bei geringen Fahrgeschwindigkeiten mit kleineren Getriebegehängen zu fahren

Dabei macht sich das durch die Verkehrsregelung bedingte Halten durch einen erhöhten Stromverbrauch bemerkbar. Beim nächtlichen Halt vor der Ampel von 3 Minuten mit eingeschalteten Dauerverbrauchern von 180 W würde bei 6-V-Anlagen verbraucht:

$30 \text{ A} \times 180 \text{ s}$ und somit 5400 A/s.

Dagegen braucht man zum Anlassen des kalten Motors etwa 5 s 300 A.

$300 \text{ A} \times 5 \text{ s}$ und damit 1500 A/s.

Somit wird bei jedem nächtlichen Halt vor einer Ampel mehr Strom verbraucht, als es das Anlassen eines kalten Motors erfordert. Außerdem wird bei geringen Generator-Drehzahlen im Stadtverkehr weniger geladen. Wenn auch der Kollektor-Generator im normalen Falle ausreichend ist, so kann er bei extremen Betriebsbedingungen nicht mehr ausreichend sein.

Hier bieten sich **kollektorlose Generatoren** an, deren Strom durch in den Maschinen eingebauten Siliziumgleichrichter gleichgerichtet wird. Da bei diesen Generatoren der Kollektor entfällt, können sie bis zu 15000 U/min betrieben werden. Außerdem erreichen sie ihre Dauerhöchstleistung meist auch bei geringeren Drehzahlen als die ihnen entsprechenden Kollektor-Generatoren. Ihr Drehzahlverhältnis ist etwa 1:6. Dies ermöglicht es, die Drehstrom-Generatoren so zum Motor zu übersetzen, daß sie bereits bei Standleerlauf-Drehzahlen die nötige Leistung erzeugen, um die eingeschalteten Dauerverbraucher zu versorgen.

Außer den genannten wesentlichen Vorteilen besitzt der Drehstrom-Generator einen besseren Wirkungsgrad und erfordert weniger Baugröße und weniger Gewicht bei gleicher Leistung. Dies macht es möglich, ohne Gewichtszunahme die Dauerhöchstleistung üblicher Per-

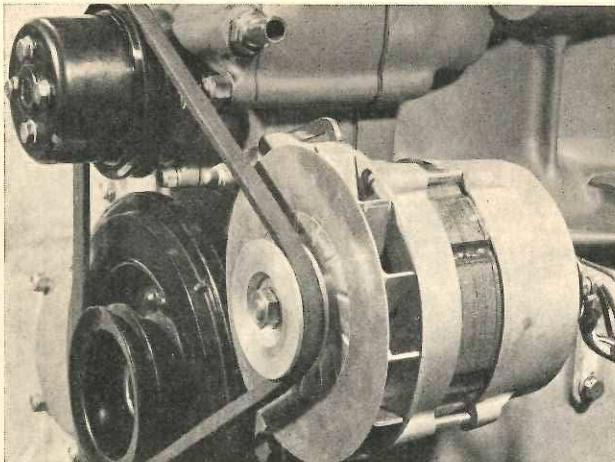


Bild 8 Das Einbaubeispiel eines Lucas-Alternators zeigt, daß Drehstromgeneratoren höher übersetzt angetrieben werden wie Kollektor-Generatoren, aber auch weniger Platz benötigen.

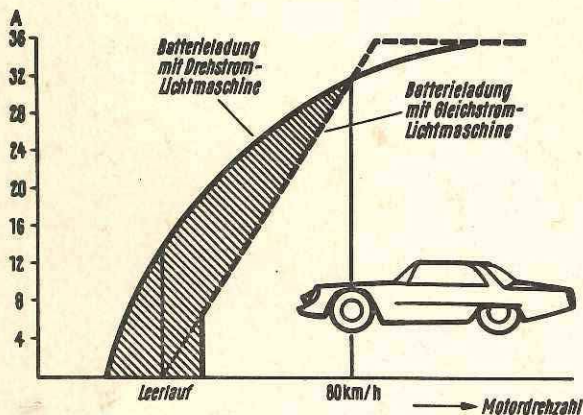


Bild 9 Das größere Drehzahlverhältnis welches durch die höhere Maximaldrehzahl der Drehstromgeneratoren erreicht wird, ermöglicht es diese so zum Motor übersetzt anzutreiben, daß sie bereits beim Standleerlauf elektrische Leistung erzeugen.

sonenmotorfahrzeug-Generatoren von etwa 240 W durch Verwendung von Drehstrom-Generatoren auf etwa 400 Watt zu erhöhen. Dadurch ermöglichen Drehstrom-Generatoren auch den Einbau von zusätzlichen Verbrauchern eher, als die ihnen entsprechenden Kollektor-Generatoren.

Die meisten Firmen bieten Einbausätze für den nachträglichen Einbau von Drehstrom-Generatoren anstelle der serienmäßigen Gleichstrom-Generatoren für alle gängigen Automobile an. Drehstrom-Generatoren eignen sich durch ihre höhere Leistung besonders für Fahrzeuge mit Sprechfunkgeräten oder andern zusätzlichen Stromverbrauchern wie Taxi, Polizeistreifenwagen, Feuerwehr und Wagen technischer Dienste.

Bei der Umrüstung muß nur der Gleichstrom-Generator abgebaut und der Drehstrom-Generator mit der neuen Halterung aufgebaut und angeschlossen werden.

Die Spannung der elektrischen Anlage

Wie bei allen elektrischen Geräten, so ist auch bei Generatoren der Raum zum Unterbringen der Wicklungen durch die Baugröße begrenzt. Bei höherer Spannung vermindert sich bei gleicher Leistung der Strom, und damit die durch den Widerstand der Wicklungen bedingte Verluste. Zum Teil kann bei gleicher Baugröße durch die Konstruktion auf 12 V anstelle von 6 V, bei der gleichen Maschinengröße fast die doppelte Leistung erreicht werden. Dies macht sich bei Drehstrom-Generatoren besonders stark bemerkbar. So hat zum Beispiel der Bosch-Drehstrom-Generator K 1 bei 6 V Nennspannung eine Dauerhöchstleistung von 300 W. Die gleiche Maschine hat bei 12 V Nennspannung eine Dauerhöchstleistung von 420 W.

Funktion und Aufbau von Generatoren

Erzeugung von Induktions-Elektrizität in Generatoren

Die herkömmlichen Kollektor-Generatoren erzeugen – wie auch die kollektorlosen – Induktions-Elektrizität. Für die Erzeugung des Stromes gelten darum für beide Generator-Arten die Induktions-Gesetze.

Zur Erklärung der Induktionsvorgänge kann man sich einen Hufeisenmagneten mit Nord- und Südpol heranziehen. Zwischen den Polen dieses Magneten kann man sich das Magnetfeld als Kraftlinien vorstellen, die vom Nordpol zum Südpol verlaufen. Ein stärkeres Magnetfeld ist durch eine größere Anzahl dieser Kraftlinien darstellbar, die dann im gleichen Felde dichter sind. Wird ein Metalldraht parallel zu den Schenkeln des Magneten durch das Magnetfeld bewegt, so schneidet er dessen Kraftlinien, die ihrerseits den Draht durchdringen. Dabei wird im Draht eine elektrische Spannung erzeugt, die man als «Elektromotorische Kraft» (EMK) bezeichnet. Die erzeugte Spannung kann mit einem Voltmeter an beiden Enden des Drahtes gemessen werden. Bei einer raschen Bewegung des Drahtes wird die im Draht induzierte EMK höher wie bei langsamer, weil dann mehr Kraftlinien in der gleichen Zeit den Leiter schneiden. Den gleichen Effekt kann man bei gleich schneller Bewegung des Drahtes erreichen, wenn man das Magnetfeld

Stromerzeuger

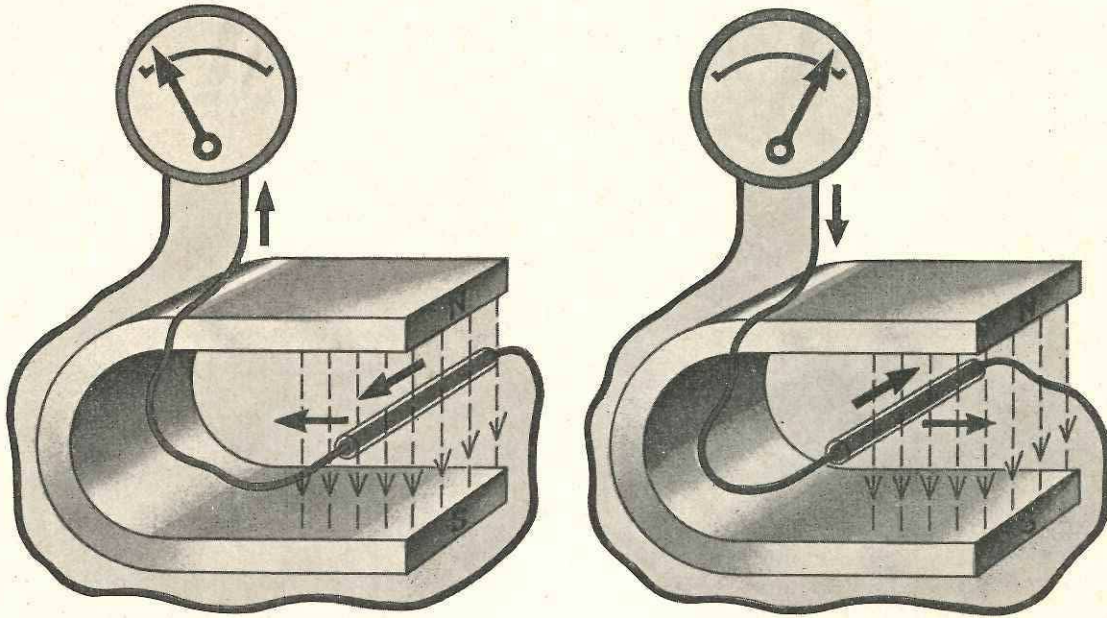


Bild 10 Wird ein Leiter so im Magnetfeld bewegt, daß er dessen Kraftlinien schneidet, so wird in ihm eine elektrische Spannung

erzeugt. Bei der Änderung der Bewegungsrichtung verändert sich auch die Richtung dieser Spannung.

verstärkt, weil dann im Felde mehr Kraftlinien vom Nordpol zum Südpol verlaufen. Somit wird die EMK umso höher, je stärker das Magnetfeld, und je größer die Geschwindigkeit des Drahtes ist, der das Magnetfeld schneidet.

Die Richtung der induzierten EMK kann man mit der «Rechte-Hand-Regel» bestimmen. Diese lautet:

«Hält man die rechte Hand so, daß die Kraftlinien des Magnetfeldes auf die Handfläche auftreffen und der abgespreizte Daumen in die Bewegungsrichtung zeigt, so zeigen die übrigen Finger in Richtung der «EMK».

Wird somit in einem Magnetfelde, das von oben nach unten gerichtet ist, ein Leiter von links nach rechts bewegt, so wird im Leiter eine EMK induziert, die vom Beschauer weg gerichtet ist. Bei entgegengesetzter Bewegungsrichtung ist auch die EMK entgegengesetzt, also auf den Beschauer zu gerichtet. Wird der Stromkreis geschlossen, so fließt im Leiter ein Strom, dessen Richtung der «EMK» entspricht. Für die Erzeugung der Induktions-Elektrizität ist es gleichgültig, ob der Leiter im Magnetfelde bewegt, oder ob der Magnet so bewegt wird, daß seine Kraftlinien den feststehenden Leiter schneiden. Bei Kollektor-Generatoren wird der Induktionsstrom in der erstgenannten und bei kollektorlosen Generatoren in der zweitgenannten Art erzeugt.

Kollektor-Generatoren

Dreht man eine Leiterschleife im Magnetfelde, so bewegt sich jeder Schenkel in entgegengesetzter Richtung im

Magnetfelde wie die andere. Wird die Drehbewegung im senkrechten Magnetfelde von gleicher Dichte aus der waagrechten Stellung begonnen, so werden anfänglich keine Kraftlinien durch die Leiterschleife geschnitten. Bei weiterer Drehbewegung werden trotz gleicher Winkelgeschwindigkeit mehr Kraftlinien in der gleichen Zeit geschnitten. Dadurch wird auch in der Leiterschleife zunehmend Spannung induziert. Diese erreicht nach 90° Drehbewegung den Höchstwert, um in den folgenden 90° der Drehbewegung wieder bis zum Nullpunkte abzunehmen. Beim weiteren Drehen in der gleichen Richtung ändert sich die Bewegungsrichtung der Schenkel im Magnetfeld in der Weise, daß sich nun der Schenkel der vordem im oberen Teil von links nach rechts bewegt wurde, nun im unteren Teil von rechts nach links bewegt wird. Es wird darum nun in gleicher Weise wie in den ersten 180° des Drehens, aber nur in entgegengesetzter Richtung Spannung induziert. Somit wird in einer im Magnetfeld drehenden Leiterschleife oder Spule, Spannung von wechselnder Richtung induziert.

Würde man die Enden der Windung mit zwei Schleifringen verbinden, auf denen Schleifkohlen schleifen, so könnte an diesen während einer Umdrehung eine Spannung gemessen werden, die zweimal die Richtung ändert. Beim Schließen des Stromkreises würde darum auch ein Wechselstrom fließen. Weil man aber zum Laden der Batterie Gleichstrom benötigt, muß der Wechselstrom gleichgerichtet werden. Eine Gleichrichtung wäre

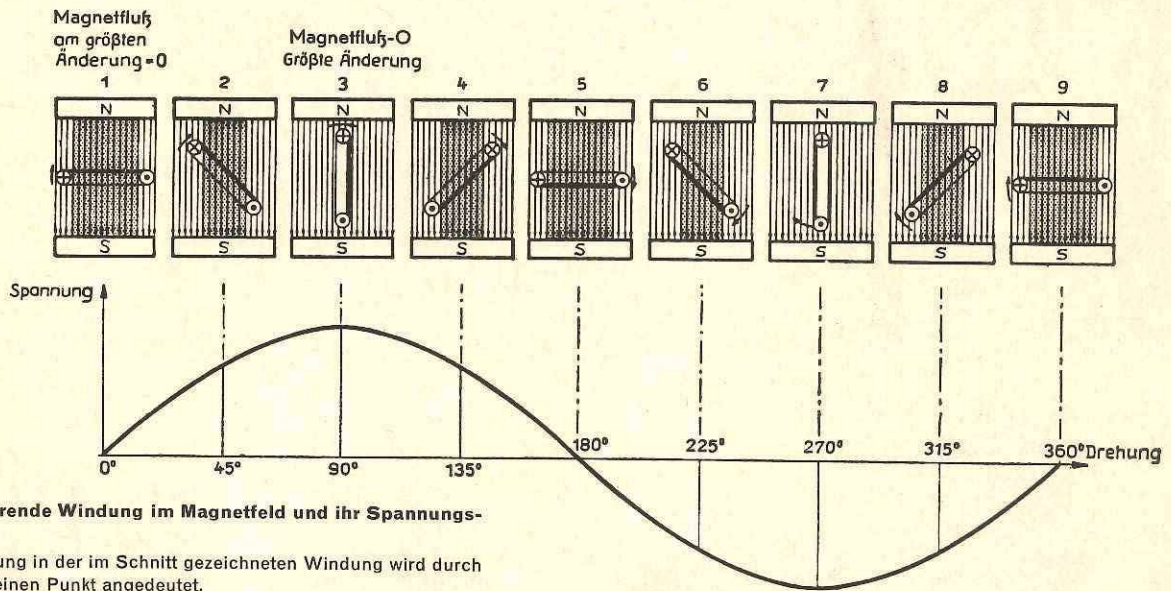


Bild 11 Rotierende Windung im Magnetfeld und ihr Spannungsverhalten

Die Stromrichtung in der im Schnitt gezeichneten Windung wird durch ein Kreuz und einen Punkt angedeutet.
 + bedeutet: Strom fließt in Blickrichtung
 . bedeutet: Strom fließt auf den Beschauer zu.

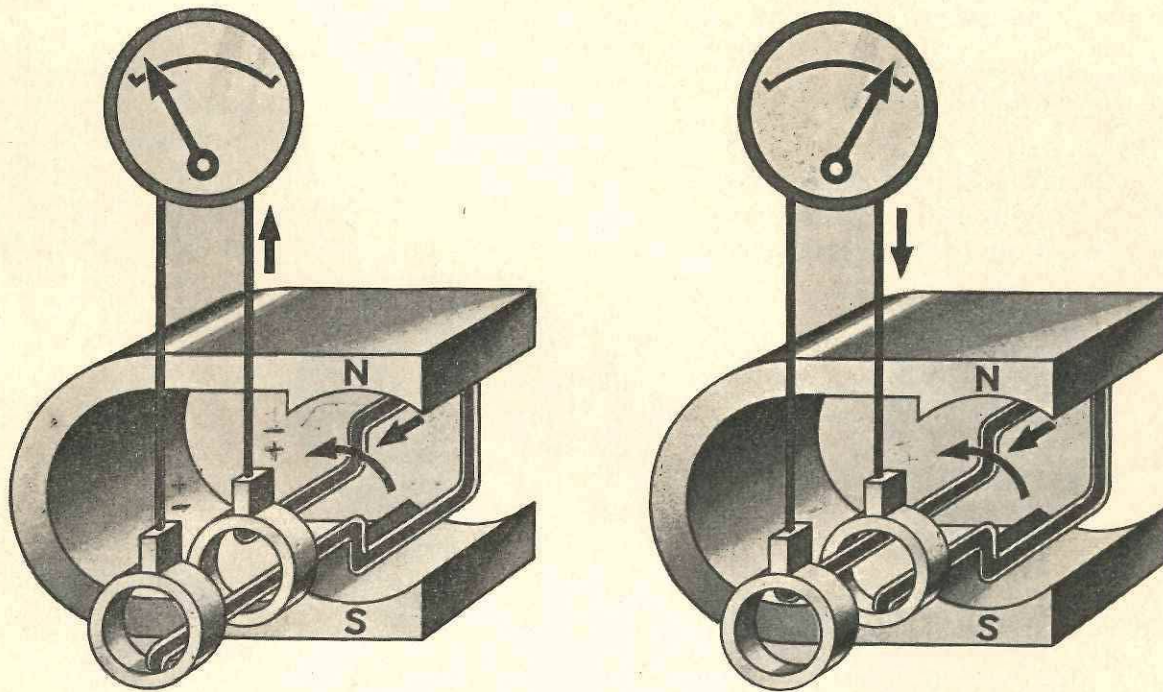


Bild 12 Die Wechselstromerzeugung durch eine im Magnetfeld gedrehte Spulenwindung.

erreichbar, indem man anstelle von zwei Schleifringen, einen aus zwei voneinander isolierten Segmenten bestehenden Ring mit den Leiterschleifen- oder Spulenenden verbindet. Bei an der richtigen Stelle stehenden Schleifkohlen, wäre dann die eine immer mit dem plusseitigen und die andere mit den minusseitigen Segmenten verbunden. Auf diese Weise könnte der Wechselstrom gleichgerichtet werden.

Ein derartiger mit Stromwendern gleichgerichteter Strom wäre aber für den Dauerparallelbetrieb der Generatoren mit Batterie nicht geeignet. Bei eingeschalteten Verbrauchern würden diese bei hoher Spannung vom Generator versorgt und außerdem die Batterie geladen. Wenn aber bei Drehbewegung die Generator-Spannung unter die Batterie-Spannung absinkt, würde der Batterie Strom entnommen. Diese dauernden Lade- und Entladestöße sind für die Batterie ungeeignet und würden diese rasch zerstören. Darum sucht man mit Generatoren eine Gleichspannung zu erzeugen, die in ihrer Höhe während des

Stromerzeuger

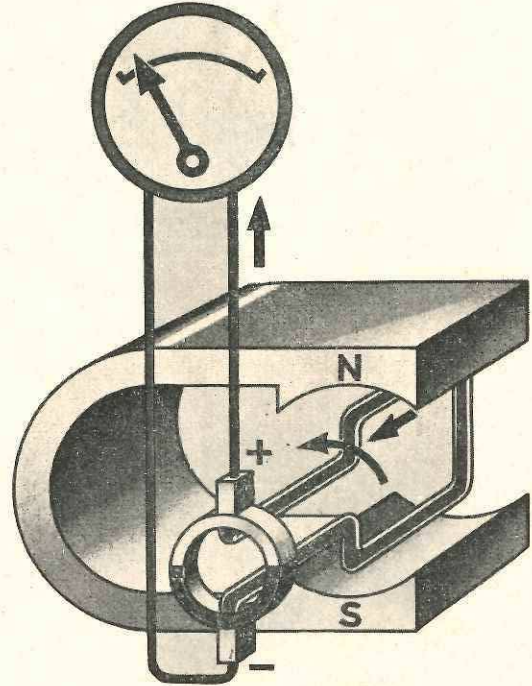
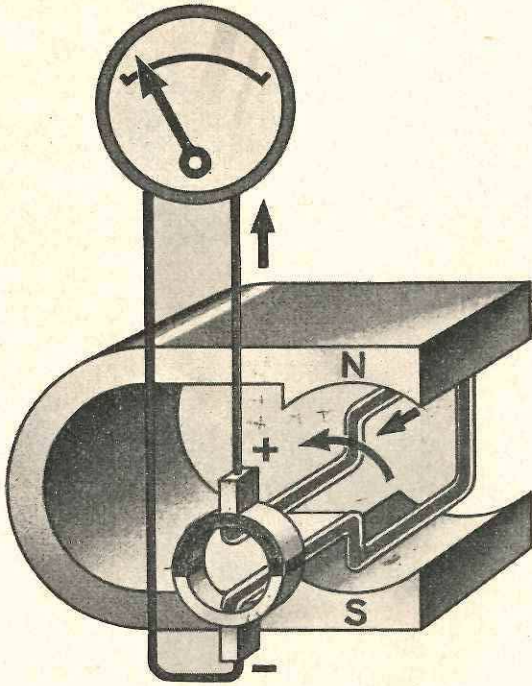


Bild 13 Gleichgerichteter Strom
Die Gleichrichtung des Stromes durch Polwender.

Drehens gleichmäßig bleibt. Man könnte dies erreichen, indem man auf dem Läufer mehrere Spulen anordnet, die mit ihren Enden mit jeweils sich gegenüberliegenden

Segmenten eines Kommutators verbunden sind. Denn in diesem Falle wären die Schleifkohlen während des Drehens immer nur mit den Segmenten verbunden, zwischen denen die jeweils höchste Spannung herrscht. Auf diese Weise wäre eine gleichmäßige Spannung und damit ein gleichbleibender Ladestrom erreichbar.

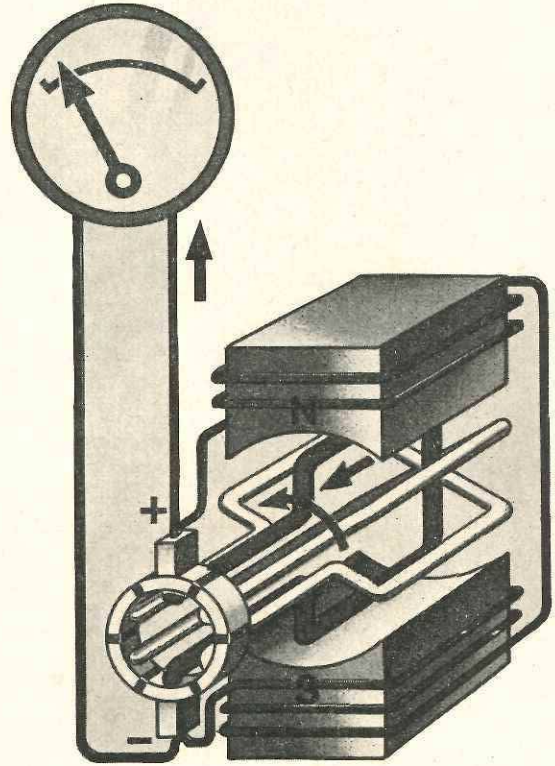
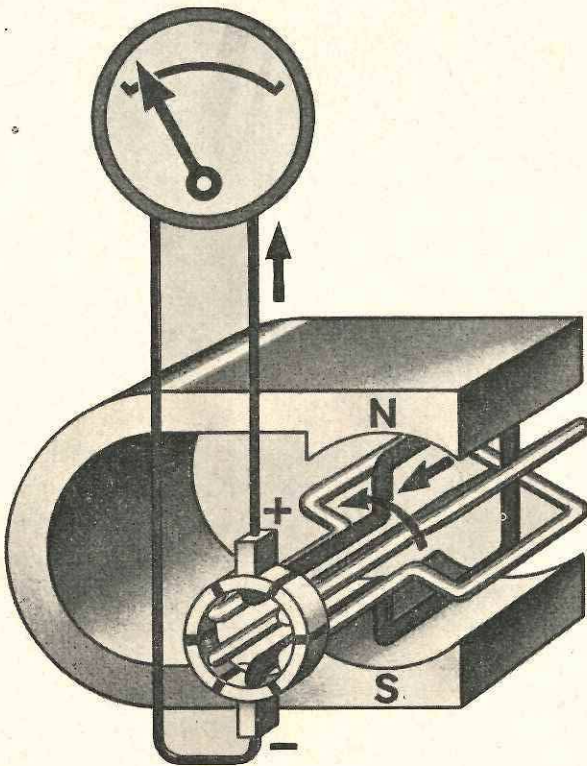
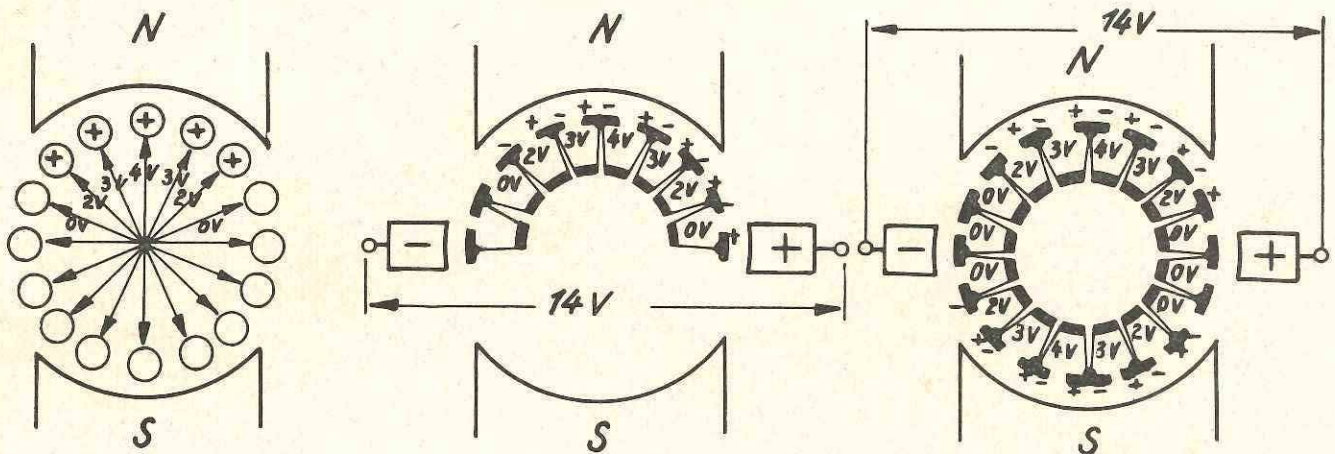


Bild 14 Gleichstromerzeugung mit Kommutator

Der Nachteil einer derartigen Gleichrichtung wäre, daß beim Drehen die Verbindung zu den Spulen während der Spannungserzeugung unterbrochen würde. Dabei würde der in der Spule fließende Strom unterbrochen, und das daraus resultierende Magnetfeld bräche zusammen. Die Folgen wären Öffnungsfunken zwischen Lamellen und Schleifkohlen, die neben starkem Verbrauch von Schleifkohlen auch den Kommutator rasch zerstören würden. Darum sucht man an Kollektorlamellen, die mit Spulen verbunden sind, die keine Spannung erzeugen, die gesammelte Spannung aller Spulen abzugreifen. Dazu ist eine besondere Schaltung der Anker-

spulen am Kollektor erforderlich, die je nach Anzahl der magnetischen Pole verschieden sein kann. Bei zweipoligen Generatoren wird meist die Reihenschaltung angewendet, die auch als Schleifenwicklung bezeichnet wird. Dabei wird in der «Neutralen Zone» des Kollektors die addierte Spannung aller Ankerspulen abgegriffen. Damit ist die Abnahme einer Gleichspannung in der Neutralen Zone des Kollektors ohne größeren Öffnungsfunken erreichbar. Durch schräge Nutung des Ankers bei geraden Polschuhkanten wird die Gleichförmigkeit der Spannung erhöht und das Geräusch vermindert.

Bild 15 Die Wirkung der Reihenschaltung bei Schleifenwicklung des Ankers bei zweipoligen Generatoren.

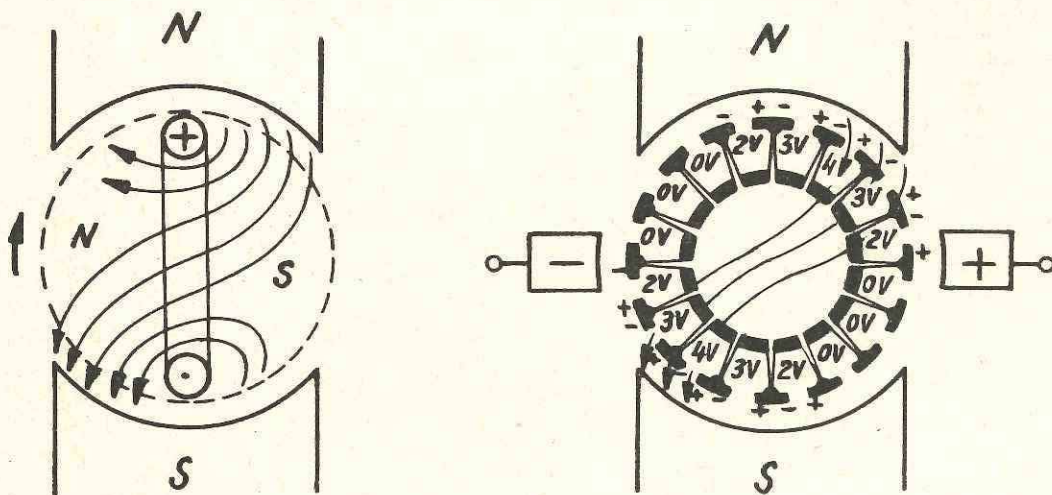


Die Spannungserzeugung in den Ankerspulen bei der Drehbewegung

Die Reihenschaltung der Spannung erzeugenden Spulen einer Ankerhälfte am Kollektor

Die Parallelschaltung beider Spulenhälften eines Ankers am Kollektor

Bild 16 Die Wirkung des Ankerquerfeldes auf die Spannungserzeugung bei Kollektor-Generatoren



Durch das aus dem Strom im Anker resultierende magnetische Querfeld wird das Erregermagnetfeld mit Strom und Drehzahl zunehmend im Drehsinne verzerrt.

Durch zu große Feldverschiebung kann sich die Spannungserzeugung in Ankerspulen verlagern welche gerade von den Kohlebürsten kurzgeschlossen sind. Die Folge ist Kollektorfeuern und Erwärmung des Ankers

Nachteile der Gleichrichtung mit Kollektoren

Wird vom Generator Strom erzeugt, so erregt der im Anker fließende Strom ein eigenes Magnetfeld, das quer zum Erregermagnetfeld gerichtet ist. Dieses aus dem Strom resultierende magnetische Ankerquerfeld verzerrt das Erregermagnetfeld mit Erzeugerstrom und Drehzahl zunehmend im Drehsinne.

Dabei verlagert sich auch die Spannungserzeugung in Ankerspulen, die bereits mehr im Drehsinne gedreht sind, weil diese nun mehr Kraftlinien schneiden. Bei hohen Drehzahlen und großem Strom kann sich die Spannungserzeugung in Ankerspulen verlagern, die durch die Schleifkohlen kurzgeschlossen sind.

Dadurch kann Kollektorfeuern und übermäßige Erwärmung des Ankers verursacht werden. Bei stationären Gleichstrom-Generatoren entspricht man diesem dadurch, daß man die Kohlebürsten entsprechend der Drehzahl in die günstigste Stellung bringt. Dies ist bei Generatoren für Motorfahrzeuge nicht möglich, weil sich die Drehzahl und Belastung dauernd ändern. Darum müssen die Drehzahlen auf einen bestimmten, der Generatorbauart entsprechenden Bereich begrenzt werden, den man das «Drehzahlverhältnis» nennt. Das Drehzahlverhältnis ist das Verhältnis der Nenndrehzahl zur Höchstdrehzahl des Generators. Bei Motorfahrzeug-Kollektor-Generatoren liegt das Drehzahlverhältnis bei etwa 1:4.

Das Erregermagnetfeld

Bei Verwendung eines Permanentmagneten würden dessen gleichbleibendes Magnetfeld durch die Ankerspulen bei hohen Drehzahlen häufiger geschnitten als bei geringen. Es würde somit mit der Drehzahl zunehmende Spannung und in der Folge zunehmender Strom erzeugt. Dies entspricht nicht der Forderung nach Unabhängigkeit der Spannung und des Stromes von der

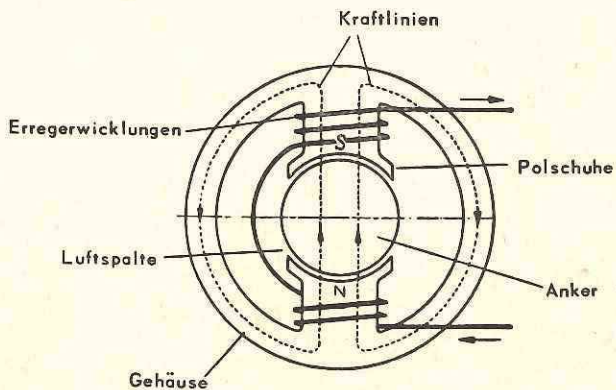


Bild 17 Magnetischer Kreis einer zweipoligen Lichtmaschine

Generator-Drehzahl. Diese Forderung kann durch eine Regelung erfüllt werden, die entsprechend der größer werdenden Drehzahl das Erregermagnetfeld schwächer macht. Dieses wiederum ist nur mit Magnetspulen erreichbar, deren Magnetismus durch den Strom gesteuert werden kann.

Um die Wirkung der Erregerspulen zu erhöhen, sind sowohl die Erregerwicklungen als auch die Ankerwicklungen auf Eisenkernen aufgewickelt, die den Magnetismus verstärken. Man sucht den Luftspalt zwischen Ankerkern und Polschuhen möglichst klein zu halten, um den Wirkungsgrad des Generators zu erhöhen. Der Weicheisenkern des Ankers besteht aus einzelnen Blechen, die voneinander durch Papier, Lacke oder Oxydierung isoliert sind. Dadurch vermeidet man, daß im Ankerkern Strom fließt. Denn dieser Wirbelstrom würde unerwünschte Erwärmung und dazu Leistungsverluste verursachen.

Die Selbsterregung

Kollektor-Generatoren sind selbsterregend. Dies erreicht man dadurch, daß man für das Polgehäuse Stahl verwendet, der nach dem Magnetisieren einen geringen magnetischen Rest aufrecht erhält. Der für das Polgehäuse verwendete Stahl hat eine größere Remanenz als der Weicheisenkörper des Ankers. Die Erregerwicklung ist zwischen die Plus- und Minuskohle des Generators, also im Nebenschluß geschaltet. Darum spricht man auch von einem selbsterregendem Gleichstrom-Nebenschluß-Generator.

Wird der Generator in Betrieb genommen, so schneiden die Ankerwicklungen das restmagnetische Feld des Polgehäuses. Dadurch wird im Anker eine geringe EMK induziert. Diese EMK verursacht einen geringen Strom in den Erregerwicklungen, so daß zur Remanenz Elektro-

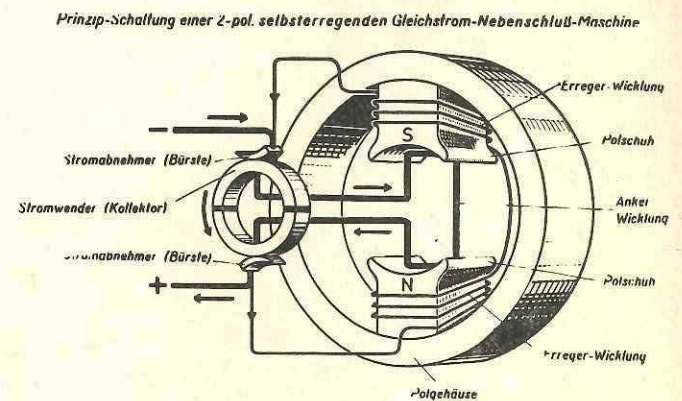


Bild 18 Grundsätzlicher Aufbau einer Gleichstrom-Nebenschlußmaschine

magnetismus hinzukommt. Dadurch wird das Erregermagnetfeld und in der Folge die EMK des Ankers verstärkt. Diese gegenseitige Wirkung setzt sich fort, bis der Generator seine der Drehzahl entsprechende Spannung erreicht hat.

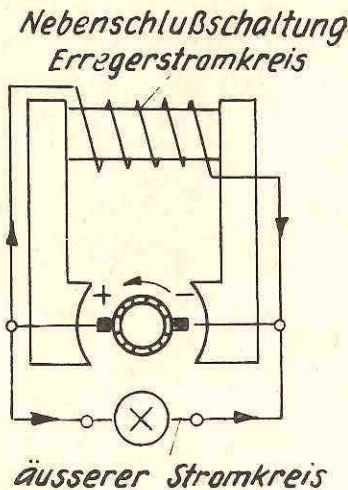


Bild 19 Die Selbstregung eines Nebenschlußgenerators

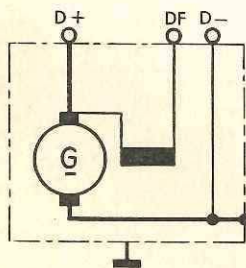


Bild 20 Schaltbild eines Bosch-Generators ohne Reglerschalter mit den Bezeichnungen der Anschlußklemmen.

Das Umpolen

Das Umpolen des Polgehäuses wird dadurch erreicht, daß man die Erregerwicklungen so an eine Batterie anschließt, daß sie vom Strom in gleicher Richtung durchflossen wird wie bei der späteren Selbsterregung. Vom durch den Strom erregten Magnetfeld hält das Polgehäuse einen geringen Rest aufrecht. Bei entgegengesetztem Anschluß an die Batterie fließt der Strom in anderer Richtung durch die Feldspulen und erregt ein entgegengesetzt gerichtetes restmagnetisches Feld. Dadurch erzeugt der Generator dann auch entgegengesetzt gerichtete Spannung.

Die Drehrichtung

Bei Kollektor-Generatoren ist die Drehrichtung festgelegt. Beim Antrieb in der entgegengesetzten Richtung

erregt sich der Generator nicht. Zur Änderung der Drehrichtung müssen die Feldspulenden an ihren Anschlüssen vertauscht werden.

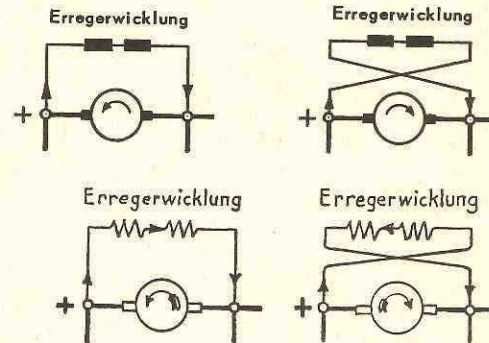


Bild 21 Das Ändern der Drehrichtung von Kollektorgeneratoren. Vertauschen der Enden der Erregerwicklung.

Anschließend daran muß der Generator für die andere Drehrichtung durch Fremderregung mit einer Batterie umgepolt werden. Dies kann auf dem Prüfstande oder bei eingebautem Generator geschehen, indem man die Klemme D+ am Generator oder Reglerschalter kurzzeitig mit B+ der Batterie verbindet.

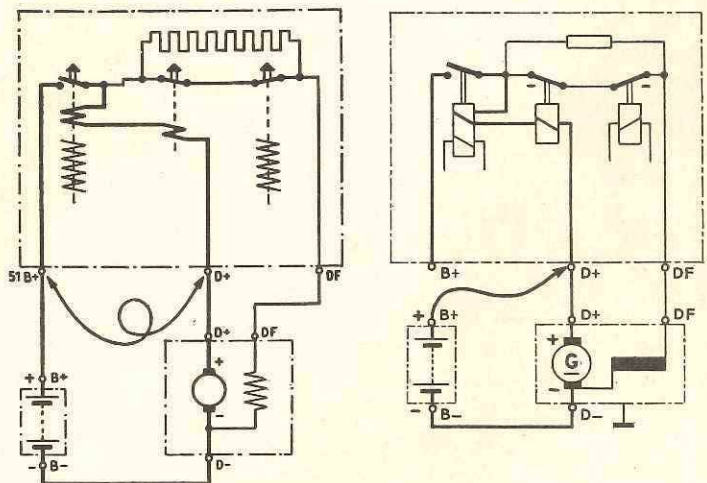


Bild 22 Umpolen (Polarisieren) einer Lichtmaschine

Betriebsverhalten von Kollektor-Generatoren

Die herkömmlichen Kollektor-Generatoren sind robust im Aufbau. Sie stellen keine hohen Ansprüche an die Lagerungen. So ist es möglich, an der nicht angetriebenen Seite, anstelle von Kugellagern, die billigeren Graphitbronze-Gleitlager zu verwenden, wenn es die Preisgünstigkeit erfordert. Das stabile Polgehäuse ermöglicht außer der Befestigung an den Lagerflanschen,

Stromerzeuger

auch das Einspannen in einer sattelförmigen Mulde des Motorgehäuses mit einem Spannband. Kollektor-Generatoren sind aber auch gegen kurzzeitig auftretende höhere Spannungen oder Ströme weitaus unempfindlicher als kollektorlose Gleichstrom-Generatoren. Das Instandsetzen und Prüfen stellt keine besonders hohe Anforderungen. Trotz Verschleiß von Kohlebürsten und Kollektoren sind ausreichende Betriebszeiten erreichbar. Der größte Nachteil der Kollektor-Generatoren ist ihr geringes Drehzahlverhältnis. Die Höchstdrehzahl wird durch das Kollektorfeuern, also durch Verschleiß von Kollektor und Kohlebürste und die zugleich verursachte Erwärmung des Ankers begrenzt. Darum muß der Generator so zum Motor übersetzt werden, daß er bei Standleerlauf nicht, und erst bei höheren Geschwindigkeiten ausreichend Strom erzeugt. Eine Erhöhung der Höchstdrehzahl ist konstruktiv in der Weise möglich, daß man die Windungszahl der einzelnen Spulen des Ankers vermindert, und entsprechend mehr Nuten im Ankerkörper und mehr Kollektorlamellen vorsieht. Dadurch vermindert sich die bei hohen Drehzahlen von den Kolben beim Überbrücken kurzgeschlossene Spannung. Trotzdem ist die Erhöhung der Höchstdrehzahl bei dieser Maßnahme nur gering. Dagegen wäre es durchaus möglich, die Drehzahlen, die zum Erzeugen eines ausreichenden Stromes erforderlich sind, zu vermindern, indem man den Erregermagnetismus erhöht. Hierzu gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten. Die erste Möglichkeit ist, den Widerstand der Erregerwicklungen durch Verwendung von größeren Drahtquerschnitten zu vermindern und zugleich deren Windungszahlen zu erhöhen. Der Nachteil dieser «niederohmigen» Erregerwicklungen ist, daß sie die Reglerkontakte so stark belasten, daß deren Verschleiß nur mit besonderen Maßnahmen in erträg-

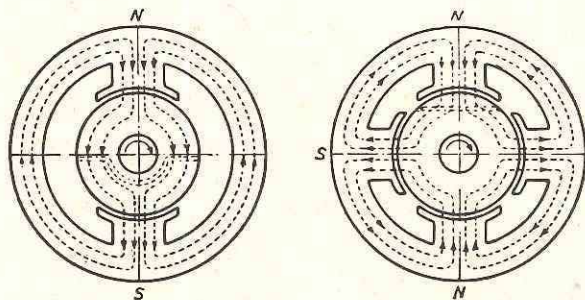


Bild 23 Zwei- und vierpolige Generatoren und ihr Kraftlinienverlauf

Bei vierpoligen Generatoren durchdringen bei gleicher Baugröße mehr Kraftlinien den Anker. Darum benötigen sie in der Regel weniger Drehzahlen um die gleiche Leistung zu erreichen wie im Durchmesser gleiche zweipolige Generatoren.

lichen Grenzen gehalten werden kann. Damit sind der Verminderung des Erregerwiderstandes gewisse Grenzen gesetzt. Die zweite Möglichkeit ist, den Magnetismus durch die Verwendung größerer Eisenquerschnitte von Erregerpolen und Ankern zu erhöhen. Ein Weg hierzu ist die Verwendung von vier Erregerpolschuhen anstelle von zwei.

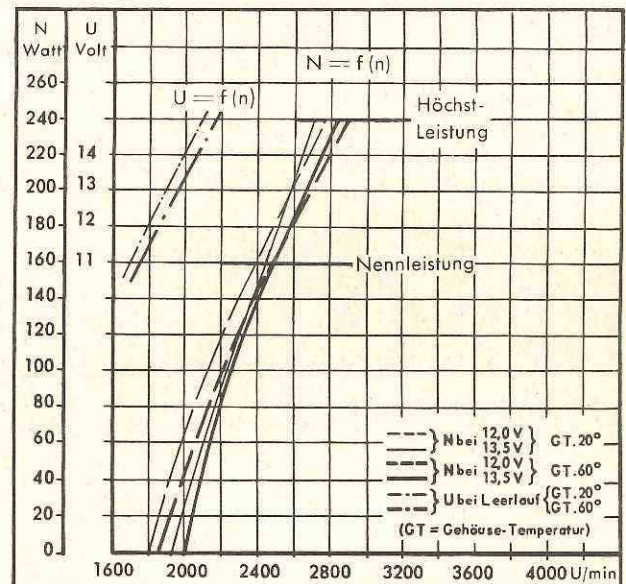


Bild 24 Leistungskennlinien eines Bosch-Kollektorgenerators von 240 Watt Höchstleistung für 12-Volt-Anlagen.

Der wirksamste Weg ist aber die Vergrößerung des Polgehäuse-Durchmessers. So wurde zum Beispiel bei den Volkswagen-Generatoren durch Vergrößerung des Polgehäuse-Durchmessers von 90 mm auf 105 mm, bei gleicher Leistung die Nennleistungsdrehzahl von 2500 U/min auf 1700 U/min herabgesetzt. Dadurch werden nun bei ca. 40 km/h im großen Gang bereits 120 Watt Generatorleistung erreicht. Der allgemeinen Vergrößerung der Generatordurchmesser steht neben größerem Gewicht und Raumbedarf auch der höhere Preis entgegen. Der Kollektor-Generator muß aus konstruktiven Gründen bei gleicher Leistung immer größer und schwerer sein als der ihm entsprechende Generator mit Gleichrichterdiode. Der Grund ist, daß man die Erregerwicklungen innen auf dem Anker aufbringen muß, wo der Platz beschränkt ist. Dagegen ist für die Erregerwicklungen mit geringerem Strom die man außen, im Polgehäuse unterbringt, genügend Platz vorhanden. Darum ist auch der Wirkungsgrad von Kollektor-Generatoren schlechter als der der kollektorlosen Generatoren.

Kollektorlose Gleichstrom-Generatoren

Kollektorlose Gleichstromgeneratoren für Kraftfahrzeuge werden als «Drehstromgeneratoren» oder «Alternatoren» bezeichnet. Während bei Kollektor-Gleichstromgeneratoren die Gleichrichtung der erzeugten Induktionselektrizität durch Kollektor und Kohlebürste erfolgt, geschieht dies in den kollektorlosen Gleichstrom-Generatoren durch Gleichrichter-Dioden. Es entfällt somit das Kollektorfeuern bei hohen Drehzahlen. Dadurch ist die Drehzahl der Maschine nur durch die mechanische Festigkeit des Läufers und seiner Wicklung begrenzt. Dies ermöglicht es, die Drehstrom-Generatoren gegenüber Kollektor-Generatoren mit höheren Drehzahlen anzutreiben. Das Übersetzungsverhältnis zum Motor kann so hoch gewählt werden, daß Drehstrom-Generatoren bei Standleerlaufdrehzahlen bereits laden, ohne daß sie bei Höchstdrehzahlen des Motors übertourt werden. Im mechanischen Aufbau unterscheidet sich der Drehstrom-Generator vom Kollektor-Generator wesentlich auch dadurch, daß sich hier die Erregerwicklung im Rotor und die Erzeugerwicklungen im Stator befinden. Dadurch können die Erzeugerwicklungen, in welchen naturgemäß mehr Strom fließt wie in den Erregerwicklungen, mit größerem Drahtquerschnitt und damit geringerem elektrischem Widerstande ausgeführt werden. Außerdem wird weniger Kühlung erforderlich, weil die Wärme über das größere Gehäuse besser abgeführt wird. Dies ergibt einen besseren technischen Wirkungsgrad und ermöglicht, die Maschine bei gleicher Leistung kleiner und leichter zu bauen.

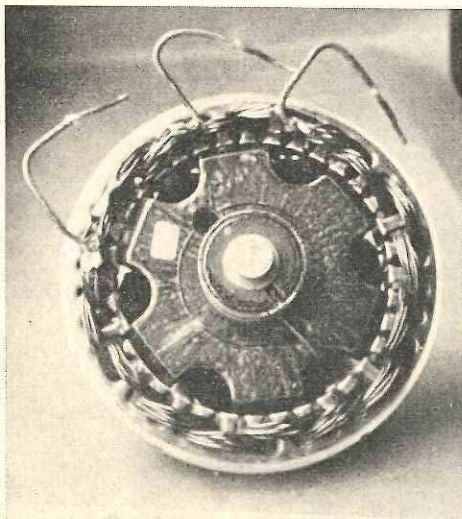


Bild 25 Bei Drehstromgeneratoren sind die Erregerwicklungen innen als Rotor und die Erzeugerwicklungen außen als Stator angeordnet. Dadurch können die Erzeugerwicklungen für den größeren Strom in einem größeren Raume mit größerem Drahtquerschnitt ausgeführt und besser gekühlt werden.

Die Erzeugung der Induktionselektrizität geschieht bei den Drehstrom-Generatoren in der Weise, daß das Magnetfeld des Erregerläufers beim Drehen die Erzeugerwicklungen in wechselnder Richtung durchdringt. Dabei wird in den Spulen eine EMK von wechselnder Richtung erzeugt.

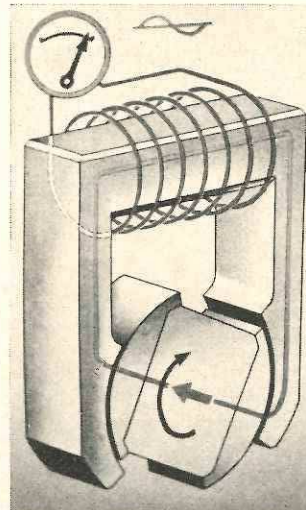


Bild 26 Wird eine Spule vom Magnetfeld eines drehenden Magneten in wechselnder Richtung durchdrungen, so wird in der Spule eine EMK von wechselnder Richtung induziert.

Jede einzelne Spule des Generators erzeugt somit Wechselspannung und würde einen Wechselstrom verursachen. Ein in den Stromkreis geschalteter Gleichrichter würde wie ein Ventil wirken. Es würde den Strom nur in einer Richtung fließen lassen, und die entgegengesetzte Amplitude unterdrücken.

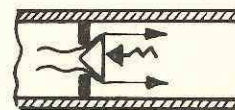
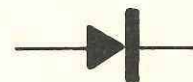


Bild 27 Eine Gleichrichterdiode wirkt in einem Stromkreis wie ein Ventil und läßt den Strom nur in einer Richtung fließen.

Durch entsprechende Schaltung von mehreren Gleichrichtern kann man auch die bei der vorher beschriebenen Einweg-Gleichrichterschaltung unterdrückten Amplitude nutzen, indem man die Stromrichtung im äußeren Stromkreis wendet. Diese Art der Gleichrichtung bezeichnet man als Vollweg-Gleichrichtung. Bei Drehstrom-Generatoren wird grundsätzlich eine Brückenschaltung von mehreren Gleichrichtern angewendet. Würde man einen Wechselstrom gleichrichten, so würde der gleichge-

Stromerzeuger

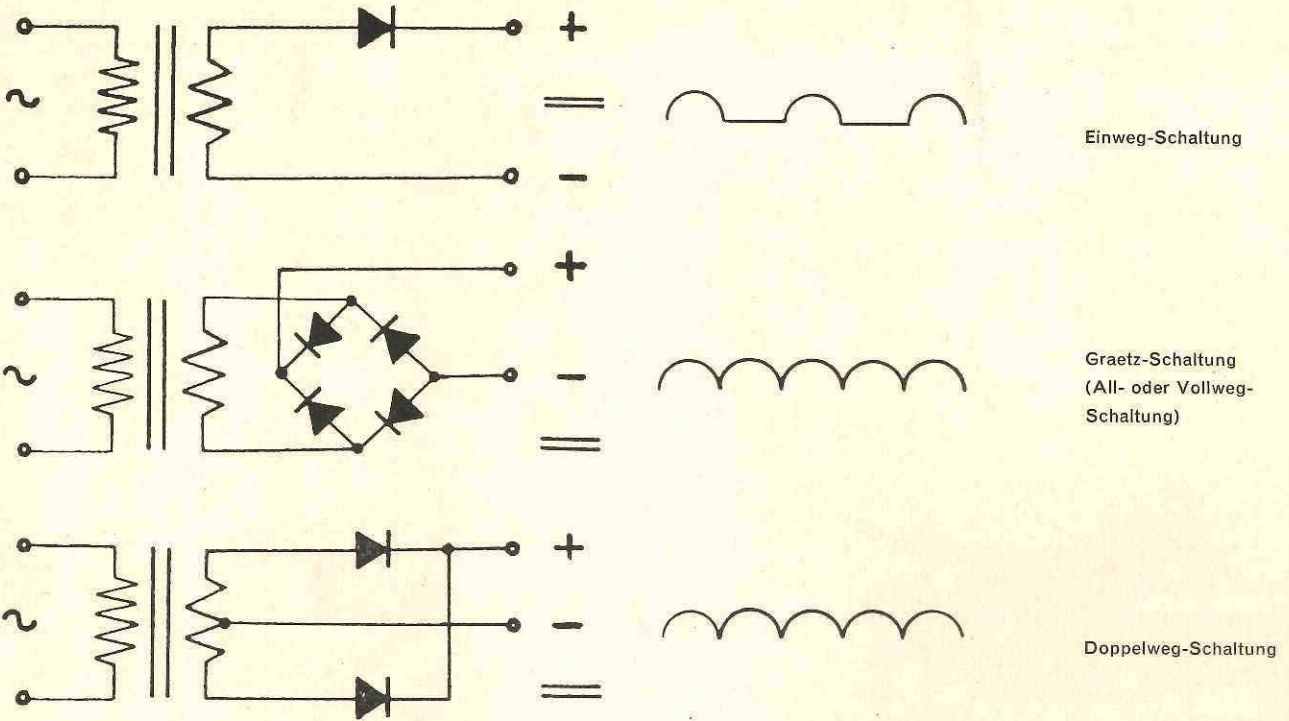


Bild 28 Gleichrichterschaltungen zum Gleichrichten von Wechselstrom

richtete Strom pulsieren. Diese Art der Gleichrichtung wäre zum Laden von Batterien ausreichend. Beim Parallelbetrieb mit einer Batterie bei eingeschalteten Verbrauchern, würde bei hoher Spannung des Generators sowohl der Verbraucher gespeist und zugleich die Batterie geladen. Sinkt die Generatorspannung aber unter die Batteriespannung, so würden die Verbraucher von Strom aus der Batterie gespeist. Es würde somit in der Frequenz der Impulse des gleichgerichteten Stromes Ladestrom und Entladestrom der Batterie wechseln.

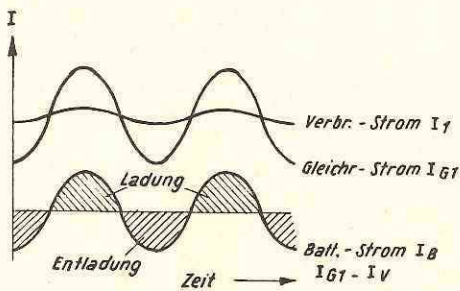


Bild 29 Bei Dauer-Parallelbetrieb von Lichtmaschinen und Batterien ist eine pulsierende oder stark wellige Gleichspannung der Lichtmaschine ungeeignet (I_{G1}). Denn bei eingeschalteten Verbrauchern würden diese bei hoher Spannung von der Lichtmaschine versorgt und zudem die Batterie geladen. Beim Absinken der von der Lichtmaschine erzeugten Spannung würde nicht nur die Ladung aussetzen, sondern auch die Batterie Strom an die Verbraucher abgeben. Diese kurzzeitigen Wechsel des Ladens und des Entladens ergibt einen Wechselstrom in der Batterie, welcher im Dauerbetrieb schädlich wäre.

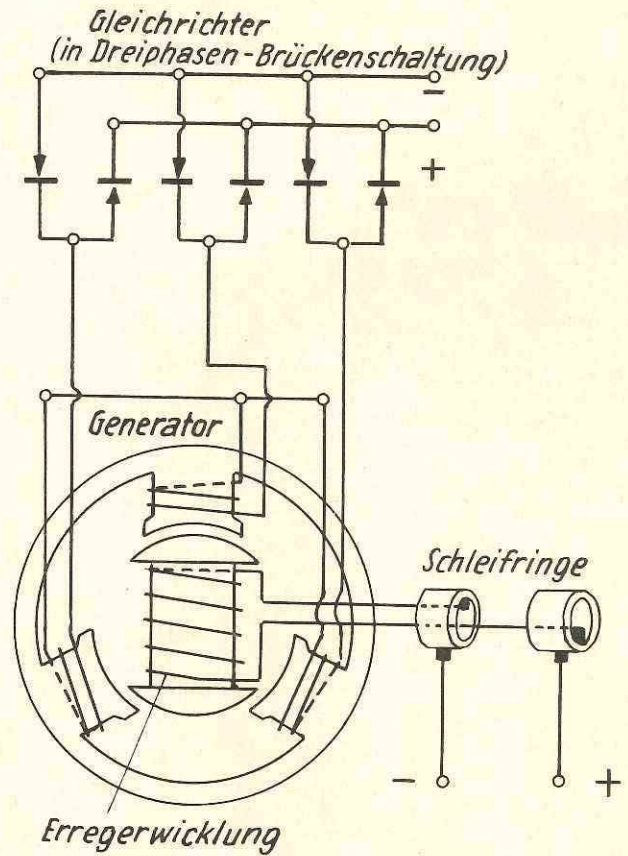


Bild 30 Vereinfachte Darstellung eines Drehstromgenerators mit Vollweggleichrichtung in Brückenschaltung

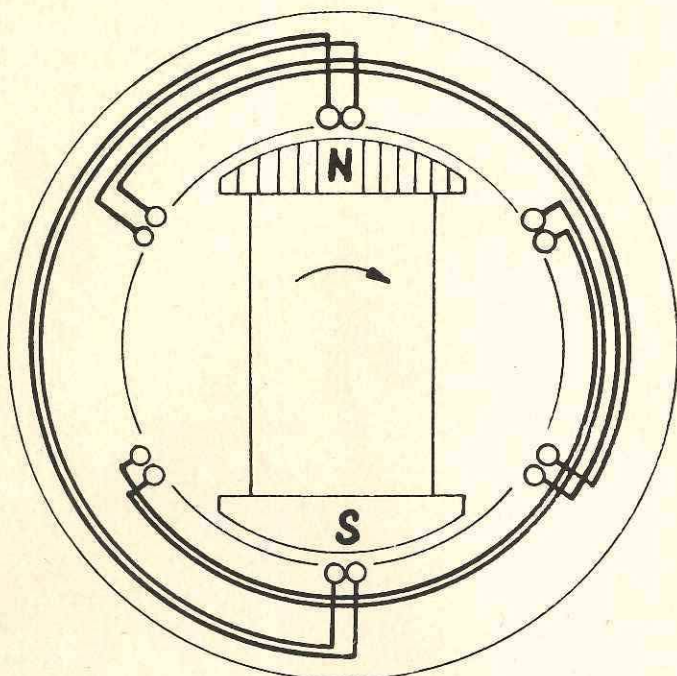


Bild 31 Prinzipielle Anordnung der Erzeugerspulen im Drehstrom-Generator

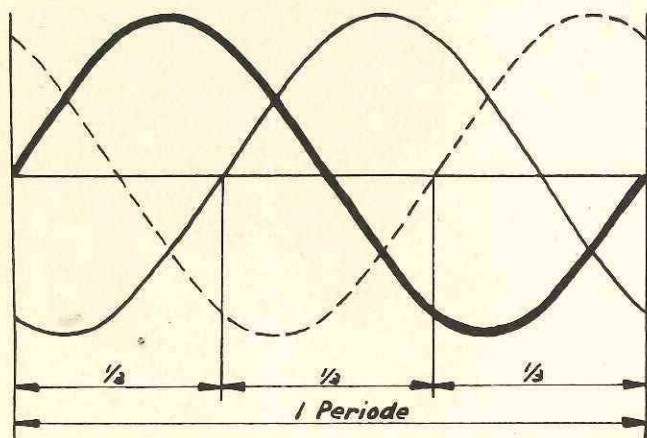


Bild 32 Durch die Versetzung der Erzeugerspulen um 120° des Gehäuseumfangs wird erreicht, daß ihre Spannungsspitzen um je $\frac{1}{3}$ der Zeit versetzt, ihren jeweiligen Höchstwert erreichen.

Einer derartigen Beanspruchung wären aber die Blei-Starterbatterien der Kraftfahrzeuge auf die Dauer nicht gewachsen, und sie würden rasch unbrauchbar. Darum ordnet man im Polgehäuse der Drehstrom-Generatoren drei Erzeugerspulen an, die um je 120° der Drehung des Läufers versetzt ihren jeweiligen Spannungshöchstwert erreichen.

Durch entsprechende Dreiphasen-Brückenschaltung von sechs Gleichrichtern kann auf diese Weise eine gleichbleibende Spannung, und damit den Gleichstrom erreichen, den der Dauerparallelbetrieb zur Starterbatterie erfordert.

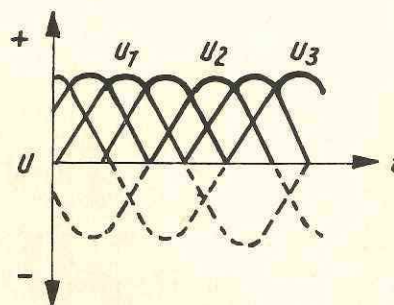
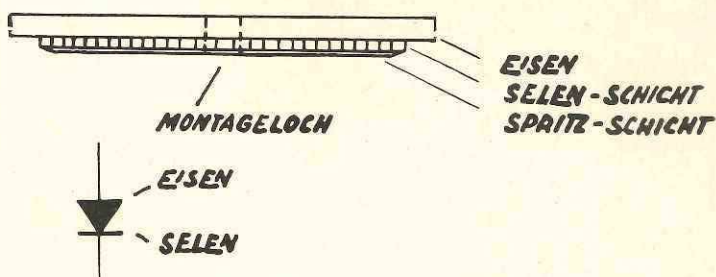


Bild 34 Durch Vollweg-Gleichrichtung von drei Wechselströmen eines Drehstrom-Erzeugers läßt sich ein Gleichstrom erreichen, dessen Spannung nur geringfügig abweicht. Diese verbleibenden Spannungsdifferenzen glätten sich von selbst durch die Induktivität im Ladestromkreis.



b)

Bild 35 Aufbau eines Selengleichrichters

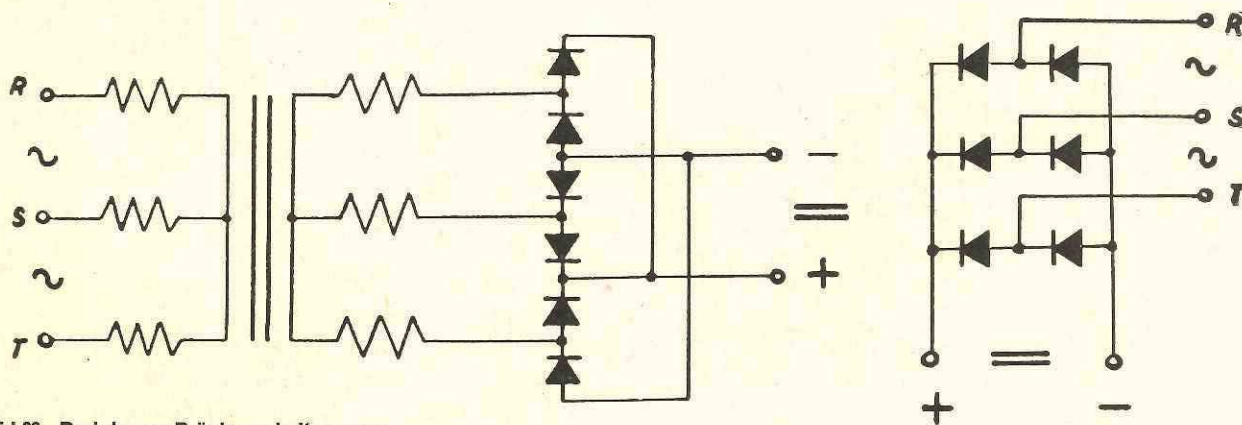


Bild 33 Dreiphasen-Brückenschaltung zur Vollweggleichrichtung eines Drehstromes

Stromerzeuger

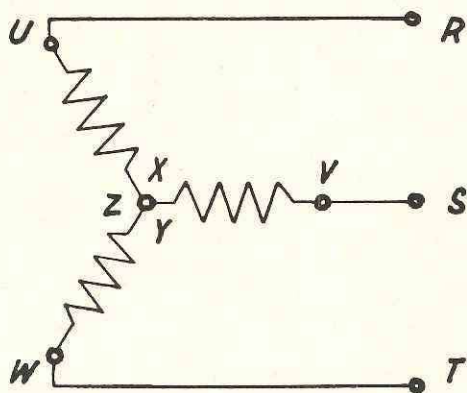
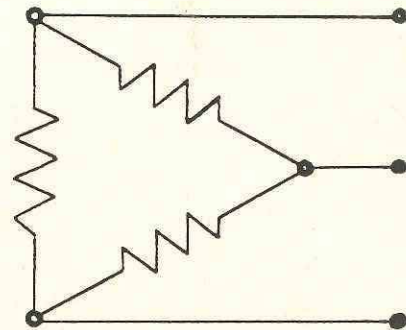


Bild 36 Sternschaltung und Dreieckschaltung

Durch entsprechende Schaltung der drei Wechselströme kann die Betriebsspannung der Generatoren bei gleichen Wicklungen bestimmt



werden. Bei Bosch-Drehstromgeneratoren werden die Wicklungen für 14 V im Stern, und für 7 V im Dreieck geschaltet.

Die Gleichrichter-Dioden

Bei den ersten Drehstrom-Generatoren der enddreißiger Jahre verwendete man Selengleichrichter. Diese bestanden aus einer meist vernickelten Trägerplatte aus Stahl, auf der in einem besonderen Verfahren eine Selenschicht aufgebracht war. Über die Selenschicht war eine Speziallegierung aufgespritzt, gegen die dann eine Kontaktscheibe aus Zinn oder Blei gedrückt wurde. Der Selengleichrichter setzt in der Richtung von Eisen zum Selen den elektrischen Strom nur einen geringen, und in der entgegengesetzten Richtung einen sehr großen Widerstand entgegen. Pro cm² Gleichrichterfläche kann bei Selengleichrichtern nur ein beschränkter Strom fließen, weil er sonst zu heiß und dadurch zerstört wird. Darum sind große Kühlflächen erforderlich. Ebenso kann ein Selengleichrichter pro Zelle nur ca. 18 V Spannung

sperren. Ein Überschreiten dieser Spannung hat ebenfalls eine Zerstörung des Selengleichrichters zur Folge. Ebenso darf eine Betriebstemperatur von ca. 80° C nicht überschritten werden. Die gegebenen Eigenarten machten es erforderlich, die großen, schweren und teuren Selengleichrichter vom Generator weg, und möglichst nicht im Motorraume einzubauen. Die Generatoren dieser Jahre erzeugten einen dreiphasigen Drehstrom, der im weggebauten Selengleichrichter gleichgerichtet wurde.

Die modernen Siliziumgleichrichter haben gegenüber den mehreren Kilogramm schweren Selengleichrichtern gleicher Leistung, nur wenige Gramm Gewicht und etwa die Abmessung eines Knopfes. Sie können daher in die Generatoren eingebaut werden. Um den harten Betriebsbedingungen in Kraftfahrzeugen, also den extremen

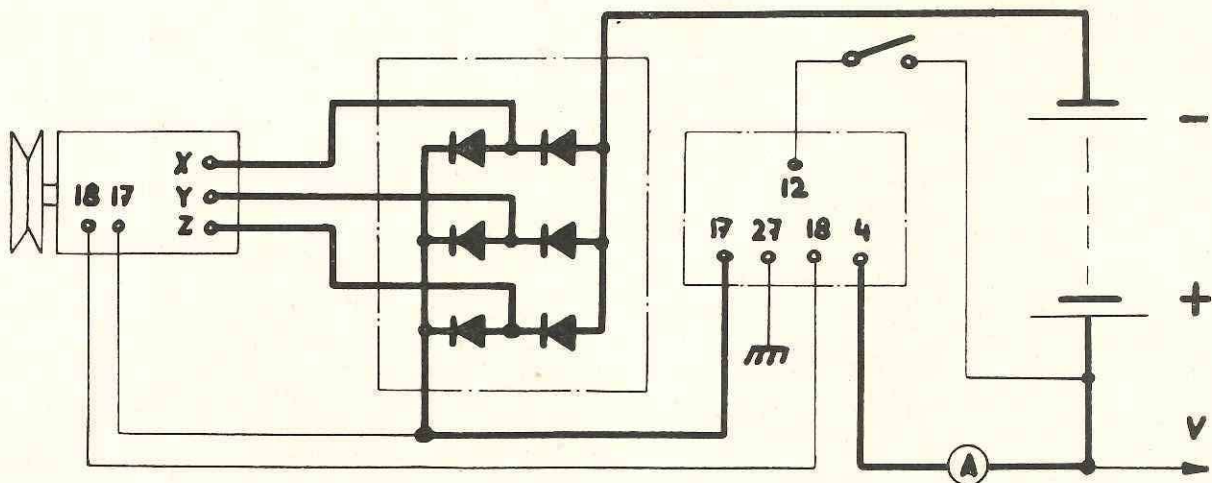


Bild 37 Schaltbild eines älteren Scintilla-Drehstromgenerators mit weggebautem Selengleichrichter.

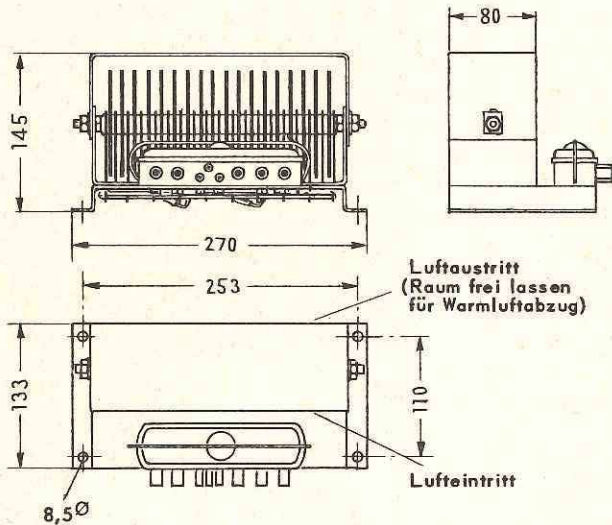


Bild 38 Die Abmessungen eines Selengleichrichters für 27A für einen Bosch-Drehstromgenerator von 1955.

Temperaturen, den Stoßströmen und insbesondere den auftretenden Rüttelbewegungen zu entsprechen, mußten besondere Dioden entwickelt werden. Diese speziellen Dioden werden auch als «Autodioden» bezeichnet.

Streichholz

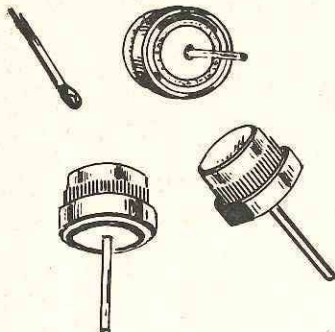


Bild 39 Siemens-Autodioden sind Silizium-Gleichrichter-Dioden von kleinster Abmessung.

Sechs derartige Dioden ersetzen bei modernen Drehstromgeneratoren den großen Selengleichrichter älterer Maschinen.

Die von der Firma Siemens entwickelten Autodioden bestehen aus zwei Scheiben von reinem hochohmigen Silizium, in die von der einen Seite als p-Zone Boratome, und in der anderen Seite als n-Zone Phosphoratome eindiffundiert sind. Diese Scheibe hat durch eine Sattel-feder mit Druckkontakt Verbindung zu ihren Anschlüssen. Diode, Feder und Anschlußteile sind gasdicht im Gehäuse eingebördelt um Korrosionen zu vermeiden. Derartige Autodioden sind zwischen -40° und $+150^{\circ}$ C betriebssicher. Sie sind unempfindlicher gegenüber Erschütterungen und gegenüber normalen Dioden höher überlastbar. Im Regelfalle können sie in Sperrichtung

bis etwa 100 V belastet werden. Werden sie mit höheren Spannungen betrieben als es der Hersteller angibt, so werden die Dioden geschädigt oder zerstört. In Durchlaßrichtung werden Autodioden erst beim Überschreiten einer bestimmten Spannung leitend. Diese Durchlaßspannung liegt im Regelfalle bei 0,6 bis 0,8 Volt. Die Werte sind für Dioden der einzelnen Hersteller und meist auch je nach Betriebsspannung der Generatoren verschieden.

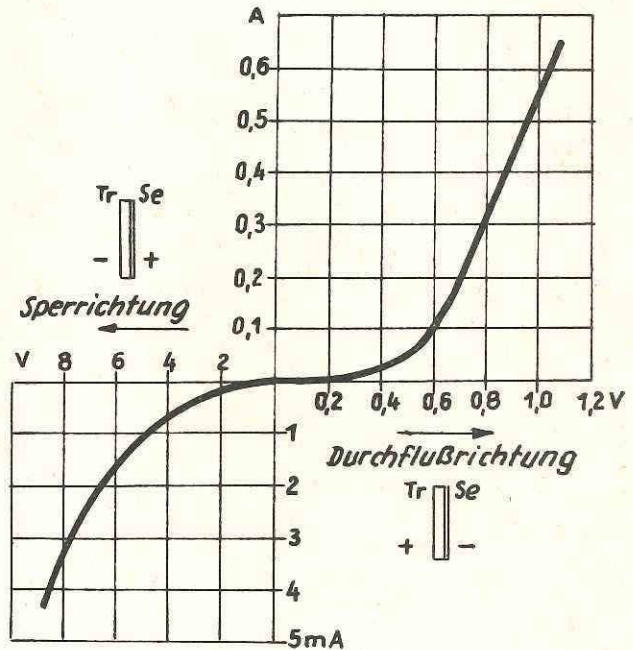


Bild 40 Strom-Spannungs-Kennlinie eines Selengleichrichters.

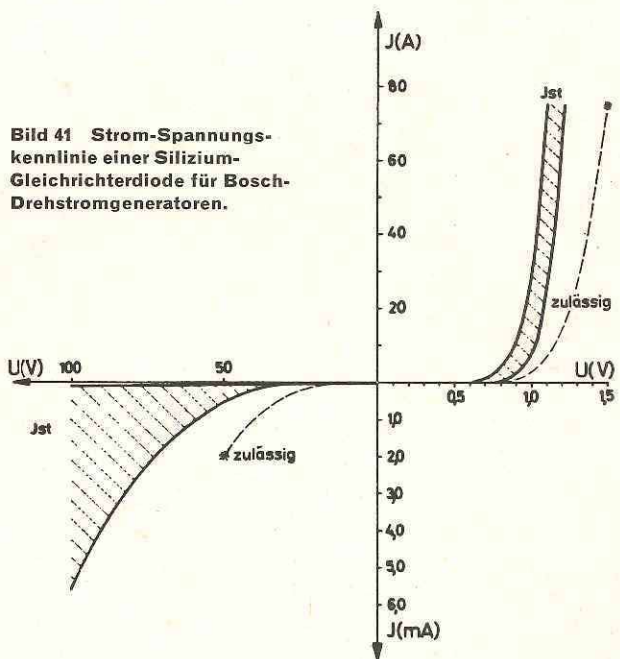


Bild 41 Strom-Spannungs-kennlinie einer Silizium-Gleichrichterdiode für Bosch-Drehstromgeneratoren.

Stromerzeuger

Die Erregung von Drehstrom-Generatoren

Die Erregeläufer sind bei kleineren Drehstrom-Generatoren meist als 8 bis 16 polige Klauenpolrotoren und nur bei größeren Maschinen – zum Beispiel für Omnibusse – als Einzelpolrotoren ausgeführt. In Klauenpol-Erregern ist eine zentrale Spule in axialer Richtung angeordnet, die an beiden Seiten klauenförmige ineinandergreifende Polschuhe trägt. Dadurch folgen nacheinander, in der Drehrichtung, entgegengesetzte magnetische Pole.

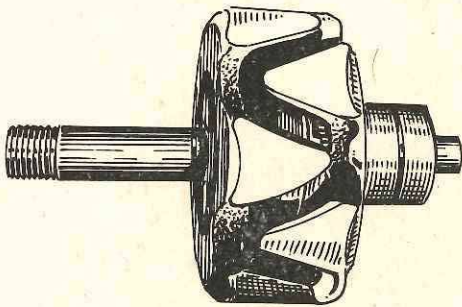


Bild 42 Erregerrotor einer Bosch-Drehstromlichtmaschine

Entsprechend der Polzahl der Rotoren sind die Erregewicklungen im Polgehäuse in Teilspulen unterteilt, die wie die Pole des Rotors zueinander versetzt sind. Durch die höhere Polzahl wird eine höhere Frequenz und durch die abgeschrägten Pole des Rotors eine Abflachung der Wechselstrom-Amplitude erreicht. Beides gemeinsam ergibt damit eine größere Gleichmäßigkeit des erzeugten Gleichstromes.

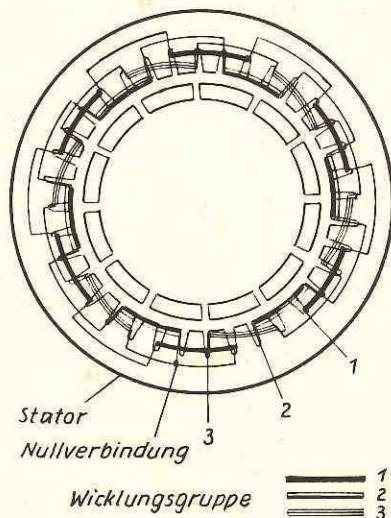


Bild 43 Die drei Erregewicklungen der Drehstromgeneratoren sind entsprechend der Polzahl des Erregerrotors in Einzelwicklungen unterteilt, so daß sie jeweils einem Magnetpol des Rotors gegenüberliegen.

Der Erregerstrom wird den Erregerrotoren durch auf Schleifringen schleifende Kohlen zugeführt. Da dieser Erregerstrom nur wenige Ampère beträgt, sind dazu nur Kohlebürsten von kleinem Querschnitt mit geringem Federdruck erforderlich. Daraus resultiert geringer Verschleiß und gegenüber Kollektor-Generatoren längere Betriebszeiten.

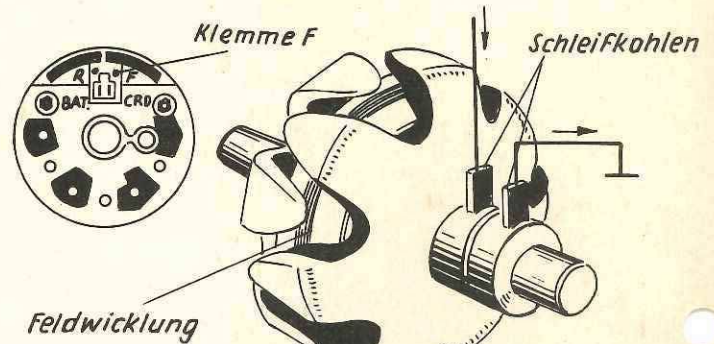


Bild 44 Delcotron-Klemmenpolrotor mit Erregewicklung, Schleifringen und Schleifkohlen. Daneben Lagerschild mit Feldanschlusssklemme «F».

Wegen der gegenüber Polgehäusen von Kollektor-Generatoren geringeren Eisenmenge der Erregerrotoren, ist deren Remanenz geringer. Darum ist die Selbsterregung von Drehstrom-Generatoren infolge der Diodencharakteristik nicht unter allen Betriebsbedingungen gewährleistet. Dies gilt insbesondere nach Betriebspausen, weil dann der Restmagnetismus geringer ist. Darum werden Drehstrom-Generatoren im Regelfalle beim Einschalten der Zündung fremderregt. Dies kann direkt durch den Zündschalter, aber auch durch ein über den Zündschalter geschaltetes Felderregungsrelais erfolgen.

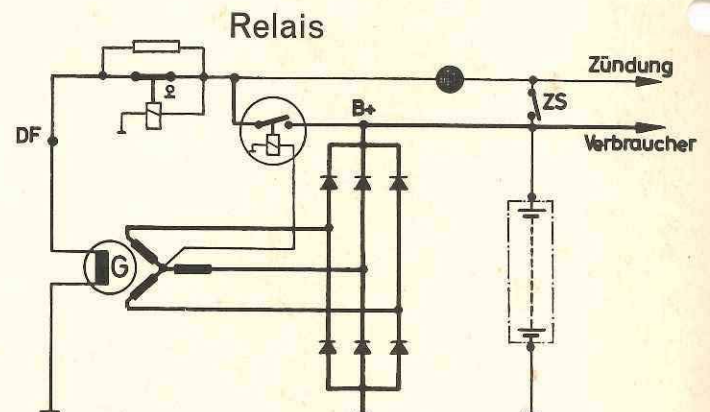


Bild 45 Über den Zündschalter fremderregter Drehstromgenerator
Bei geschlossenem Zündschalter fließt der Erregerstrom von der Batterie über Zündschalter, Reglerschalter, DF und die Erregewicklung zur Masse und damit zur Batterie zurück.

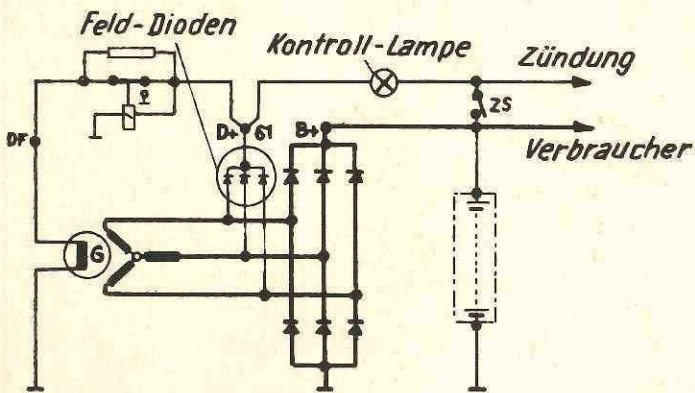


Bild 46 Bei Bosch-Drehstromgeneratoren sind besondere Erregerdioden vorgesehen. Bei eingeschalteter Zündung fließt ein Vorerregungsstrom über die Ladekontrolllampe und den Regler zur Klemme DF und dann über die Erregerwicklungen.

Die Bosch-Drehstrom-Generatoren werden durch einen Vorerregerstrom über die Ladekontrolllampe hilfserregt. Darum ist hier die Ladekontrolllampe zwischen die Klemme 15 und die von der Masse isolierte Seite der

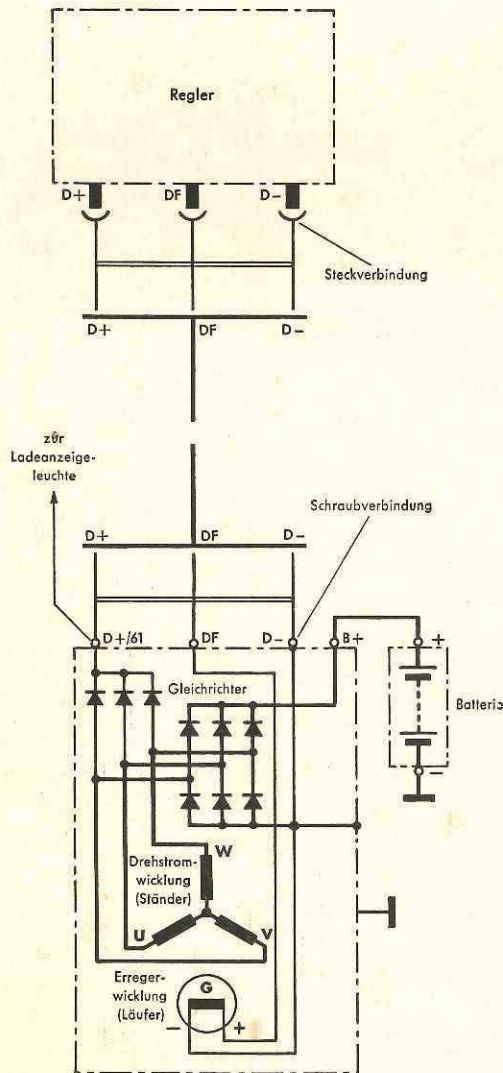


Bild 47 Schaltung der Bosch-Drehstromgeneratoren K1.

Erregerwicklung (Kl. D+) geschaltet. Damit der Strom über die Ladekontrolllampe und damit die Vorerregung genügend groß ist, dürfen keine zu kleinen Glühlampen verwendet werden. Diese sollten bei 6 V-Anlagen mindestens 1,2 W, bei 12 V-Anlagen mindestens 2 W und bei 24 V-Anlagen mindestens 3 W Leistung haben.

Das Betriebsverhalten von kollektorlosen Gleichstrom-Generatoren

Der wesentlichste Vorteil kollektorloser Gleichstrom-Generatoren liegt darin, daß sie mit höheren Drehzahlen betrieben werden können, weil der Kollektor entfällt. Dadurch ist es möglich, sie so zum Motor übersetzt anzutreiben, daß sie bereits bei Leerlaufdrehzahlen des Motors und bei den geringstmöglichen Fahrgeschwindigkeiten der Kraftwagen Strom erzeugen.

So wird auch bei eingeschalteten Verbrauchern, solange der Motor läuft, kein Strom aus der Batterie entnommen. Durch die günstigere Unterbringung der Erzeugerwicklungen im größeren Raum des Gehäuses, ist die Leistung der Drehstrom-Generatoren weitaus höher wie die der Kollektor-Generatoren von gleichem Gewicht und gleicher Baugröße. Dabei wird der Leistungsbedarf nicht größer, weil der Wirkungsgrad besser ist. Die Drehstrom-Generatoren können ohne Umschaltung oder Umpolung in beliebiger Drehrichtung betrieben werden. Sie benötigen auch keinen Rückstromschalter, weil die eingebauten Gleichrichterioden den Rückstrom sperren. Da die Drehstromerzeuger so konstruiert werden können, daß sie ihren Maximalstrom selbsttätig regeln, ist meistens nur ein Spannungsregler erforderlich.

Zwei Kohlebürsten mit geringem Federdruck die den Erregerstrom auf glatte Schleifringe ohne Kontaktfeuer übertragen, verursachen weitaus weniger Verschleiß und Abrieb als Kollektor und Kohlebürsten. Dadurch ist auch eine größere wartungsfreie Lebensdauer von Drehstrom-Generatoren gegeben.

Der Empfindlichkeit der Gleichrichterioden von Drehstrom-Generatoren, gegenüber zu hoher Spannung und zu großem Strom, muß nicht nur konstruktiv, sondern auch beim Betrieb entsprochen werden. Denn Spannungs- oder Stromspitzen von kürzester Dauer können bereits Diodenschäden verursachen. Ebenso dürfen die zulässigen Höchsttemperaturen an den Dioden nicht überschritten werden. Da die Dioden der verschiedenen Generator-Typen verschieden in Aufbau und ihren Kennlinien sind, sind auch deren Betriebsbereiche verschieden. Trotzdem sollte man einige Richtlinien für alle Generatoren einhalten, wenngleich nicht alle gleicher-

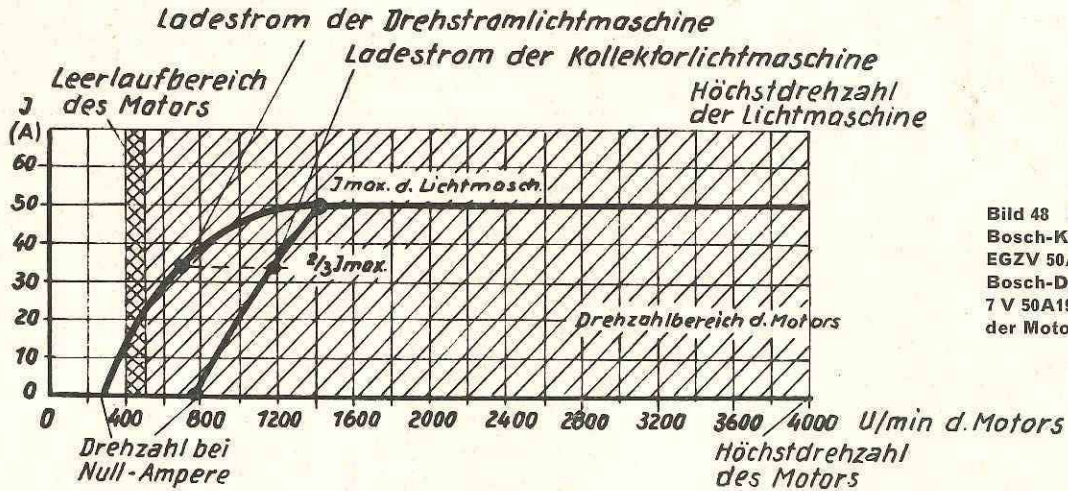
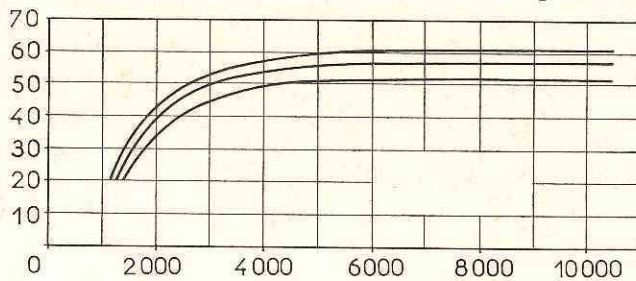


Bild 48 Ladeverhalten des Bosch-Kollektorgenerators EGZV 50A35 im Vergleich zum Bosch-Drehstromgenerator K1 7 V 50A19 in Abhängigkeit von der Motordrehzahl.

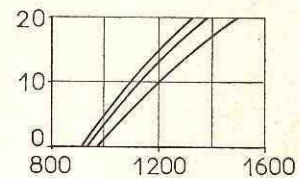
maßen empfindlich reagieren. Es können auch besondere Maßnahmen getroffen werden, die die Dioden schützen. Da dieser Aufwand aber die Produktion verteuert, wird man dieses nur dort in Kauf nehmen, wo es unumgäng-

lich ist. Grundsätzlich dürfen die Drehstrom-Generatoren nur betrieben werden, wenn sie vorschriftmäßig mit Regler und Batterie verbunden sind, wenn es der Hersteller nicht aus besonderen Gründen zuläßt.

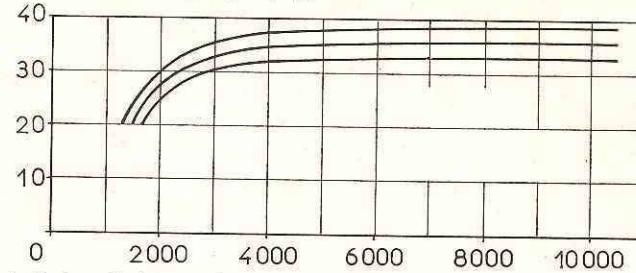
Ladestrom (Leistungsabgabe) Typ 6 V – 50 A



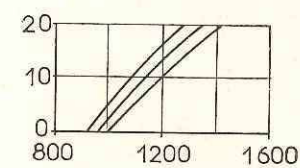
Ladestrom im Leerlauf



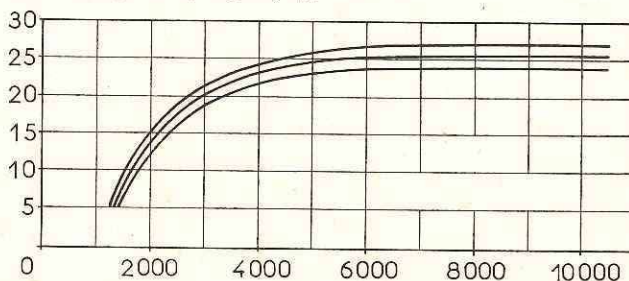
Ladestrom (Leistungsabgabe) Typ 12 V – 30 A



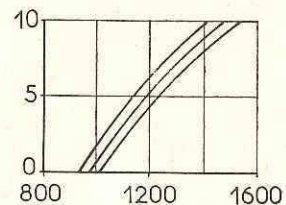
Ladestrom im Leerlauf



Ladestrom (Leistungsabgabe) Typ 24 V – 25 A



Ladestrom im Leerlauf



Anmerkung: Senkrecht: Stromabgabe in A – waagrecht: Drehzahl der Drehstrom-Lichtmaschine

Die Verbindungen vom Generator zum Regler und zur Batterie und von beiden zur Masse, sollen so einwandfreien Kontakt haben, daß während des Betriebes kein Wackelkontakt entsteht. Denn die Spannungsspitzen die dabei induziert werden, können den Dioden schaden. Ebenso sollte man während des Betriebes aus den gleichen Gründen keine Verbindung zu Generator oder Regler lösen oder anschließen.

Das Vertauschen von Anschlüssen an Generator und Regler kann größere Schäden verursachen.

Beim Elektro-Lichtbogenschweißen am Fahrzeug sollte man die Leitungsverbindungen vom Drehstrom-Generator lösen.

Das Laden eingebauter Batterien sollte bei abgeklemmten Batterie-Kabelschuhen erfolgen, damit ein geringer Schluß im Ladegerät die Dioden nicht gefährden kann. Dies gilt besonders beim Schnellladen eingebauter Batterien.

Starthilfen durch ein Schnellladegerät sollte man nicht geben. Ebenso kann eine Starthilfe durch Parallelschalten einer zweiten Batterie schaden, wenn deren Verbindung nicht so fest ist, daß keine Funken entstehen.

Beim Einbau der Batterie ist darauf zu achten, daß die Klemmen nicht vertauscht werden. Bei falschem Anschluß werden Gleichrichterdioden, Regler und Generator zerstört. Vereinzelt findet man Anlagen mit Sicherungselementen, die bei falscher Polung der Batterie die Verbindung zum Generator sperren.

Werden Batterie-Hauptschalter verwendet, so ist es ratsam, doppelt wirkende Schalter zu verwenden, deren Hilfskontakt den Erregerstrom vor dem Batteriestrom abschaltet. Andernfalls sollte der Batterieschalter nicht geschaltet werden, solange der Motor läuft.

Da die Drehstrom-Generatoren bereits bei Standleerlauf Leistung erzeugen, ist auch in diesen Drehzahlbereich Antriebsleistung erforderlich. Dem muß man insbesondere **bei Motoren geringerer Leistung durch die Leerlaufeinstellung des Vergasers entsprechen**. Weil die Ladeleistung bei geladener und unbelasteter Batterie geringer wird, ist es vereinzelt zu empfehlen, die Standleerlaufeinstellung bei eingeschaltetem Fahrlicht vorzunehmen. Damit ist die Sicherheit gegeben, daß bei nächtlicher Fahrt oder entladener Batterie, die Vergasereinstellung auch für den zusätzlichen Leistungsbedarf ausreicht.

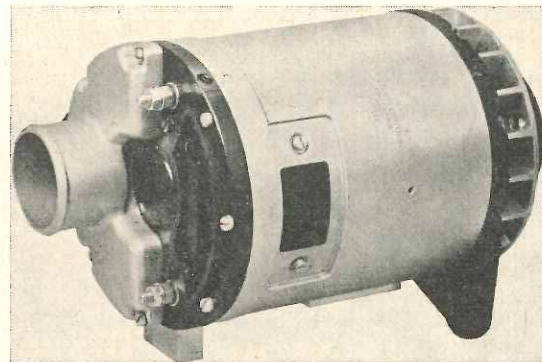
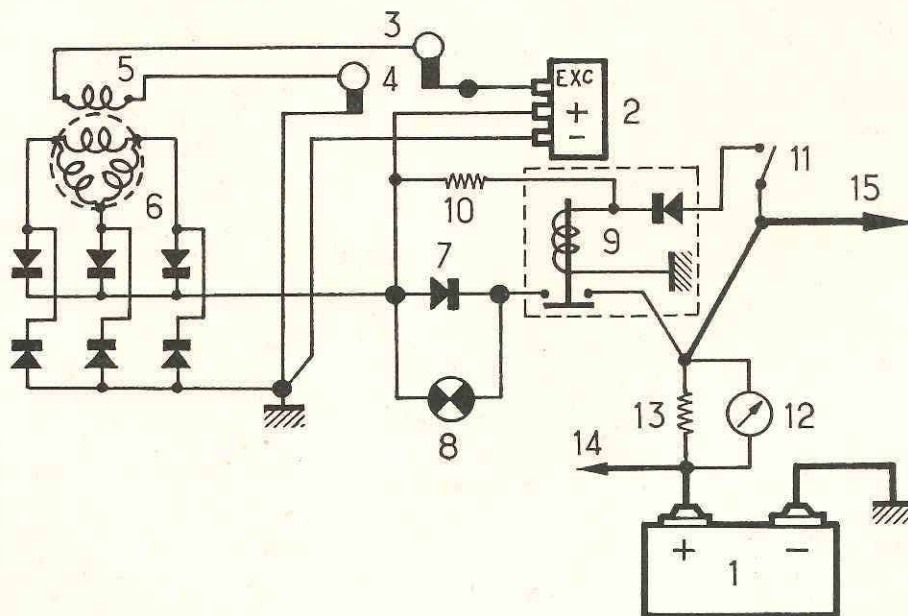


Bild 51 Drehstrom-Generator von Bosch mit eingebautem Transistor-Regler. Typ T 1 für schwere Fahrzeuge.

Bild 50 Schaltbild eines SEV-Motorola Drehstromgenerators mit Sperrdiode und Sicherungselement für falsche Polung.

- 1 Batterie
- 2 Elektronischer Regler
- 3 Schleifringe
- 4 Kohlebürsten
- 5 Rotorwicklung
- 6 Statorwicklung
- 7 Sperrdiode
- 8 Ladekontrolllampe
- 9 Sicherungselement gegen falsche Polung
- 10 Überbrückungswiderstand
- 11 Schalter für die Zündung
- 12 Strommesser (Ampèremeter)
- 13 Parallelwiderstand zum Ampèremeter (Shunt)
- 14 Leitung zum Anlasser
- 15 Leitung zu den Verbrauchern



Zweiter Teil

Die Regelung der Generatoren

Der Ladestromkreis

Das Ladeverhalten von Generatoren wird in der Hauptsache durch die Spannungsdifferenz zwischen Generator und Batterie bestimmt. Hier können zwei durch Röhren kommunizierend verbundene Wassergefäße zum Vergleich dienen. Denn während des Ladens ist die Plusklemme des Generators «D+» mit der Plusklemme der Batterie «B+», und Minus des Generators mit Minus der Batterie über die metallische Masse des Fahrzeuges miteinander verbunden. Somit wirkt Plus der Batteriespannung Plus der Generatorspannung entgegen. Bei Spannungsgleichheit kann kein Strom fließen. Ein Ladestrom zur Batterie fließt nur, wenn die Generatorspannung höher ist als die Batteriespannung. Wie bei den kommunizierenden Gefäßen der Wasserstrom im verbindenden Rohr mit der Druckdifferenz zwischen den Gefäßen zunimmt, so wird auch der Strom im Ladestromkreis umso größer, je mehr die Generatorspannung die Batteriespannung übersteigt.

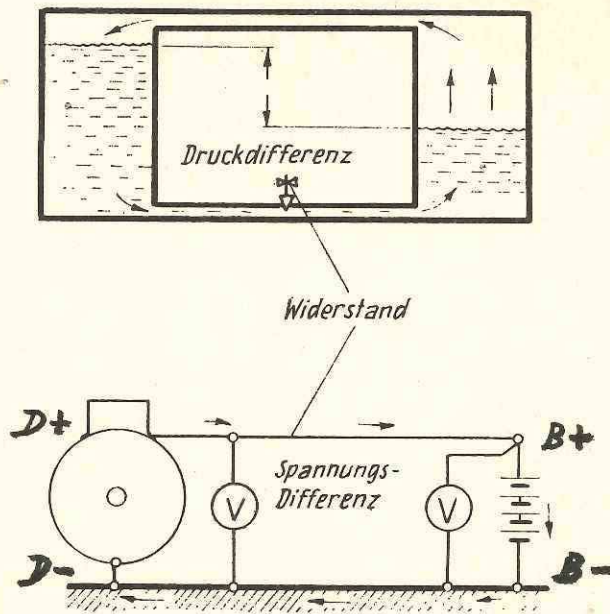


Bild 52 Wie der Wasserstrom zwischen zwei durch ein Rohr miteinander verbundenen Gefäßen durch die Druckdifferenz und den Widerstand in der verbindenden Leitung, so wird auch der elektrische Strom zwischen Generator und Batterie durch deren Spannungsdifferenz und den elektrischen Widerstand des Ladestromkreises bestimmt.

Außerdem ist der Widerstand des Ladestromkreises für den Stromfluß bestimmend, denn bei gleicher Spannungsdifferenz fließt bei größerem Widerstande weniger Strom.

Um bei einer Ladespannung der entladenen Batterie von 13,2 V und einer Generatorspannung von 14 V, einen Ladestrom von 20 A zu erreichen, dürfte der Widerstand des Ladestromkreises den in der folgenden Rechnung ermittelten Wert nicht überschreiten:

$$R = \frac{U/\text{Gen} - U/\text{Batt}}{J} = \frac{14 \text{ V} - 13,2 \text{ V}}{20 \text{ A}} = 0,04 \Omega$$

Bei größerer Spannungsdifferenz würde im gleichen Ladestromkreis der Ladestrom größer und bei geringerer Spannungsdifferenz kleiner.

Würde zum Beispiel bei einer konstanten Generatorspannung von 14 V die Batteriespannung infolge der Entladung auf 12,6 V abfallen, so wäre der Ladestrom im gleichen Ladestromkreis:

$$J = \frac{U}{R} = \frac{U/\text{Gen} - U/\text{Batt}}{R/\text{Ladestromkreis}} = \frac{14\text{V} - 12,8\text{V}}{0,04} = \frac{1,2}{0,04} = 30 \text{ A}$$

Entsprechend der beschriebenen Gesetzmäßigkeit wird bei einer konstanten Generatorspannung die leere Batterie mit mehr, und die geladene infolge ihrer höheren Ladespannung, mit weniger Strom geladen.

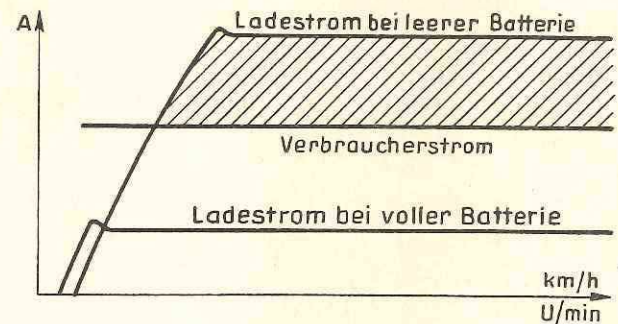


Bild 53 Ladeverhalten eines spannungsregelnden Generators (Bosch-Bild)

Durch das Konstanthalten der Generatorspannung kann erreicht werden, daß unabhängig von der Motordrehzahl und damit von der Fahrgeschwindigkeit, der Generator bei entladener oder durch Verbraucher belasteten Batterie, mehr und bei geladener Batterie weniger Strom erzeugt.

Der unregelmäßige Generator würde aber mit zunehmender Drehzahl mehr Spannung erzeugen, weil bei höherer Drehzahl mehr Kraftlinien die Erzeugerspulen schneiden. Die daraus resultierende höhere Spannung verursachte

außerdem mehr Erregerstrom, und dadurch mehr Erregermagnetismus. Darum erreichen die unregelmäßig im Leerlauf betriebenen Generatoren, Spannungen vom 10-20-fachen ihres Nennwertes. Da die Drehzahlen der Generatoren beim Betrieb der Kraftwagen in weiten Grenzen schwanken, ist eine Regelung der Spannung auf den Wert erwünscht, der nicht nur Voraussetzung für das richtige Arbeiten der Geräte ist, sondern auch einen von der Drehzahl unabhängigen, dem Betriebsverhalten der Batterie entsprechenden Ladestrom gewährleistet.

Die Spannungsregelung

Die Spannungsregelung wird dadurch bewirkt, daß man das Erregermagnetfeld schwächt, wenn die angestrebte Spannung überschritten wird. Dies geschieht bei allen Reglern durch Verminderung des Erregerstromes. Um den Erregerstrom zu mindern, verwendet man meist Kontaktregler, aber auch Transistorregler.

Kontaktregler

Die Steuerung eines Kontaktreglers erfolgt durch eine auf einem Weicheisenkern aufgewickelte Spule, die zwischen Plus und Minus des Generators geschaltet ist. Der darüber angeordnete Regleranker wird durch die Federkraft vom Spulenkern abgezogen, dadurch werden zugleich

zwei in den Erregerstromkreis geschaltete Kontakte geschlossen.

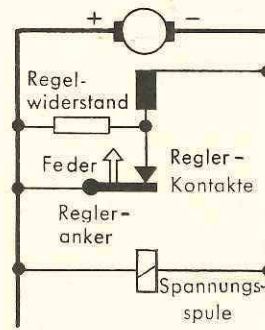


Bild 54 Funktions-Prinzip eines Spannungsreglers (nach Bosch)

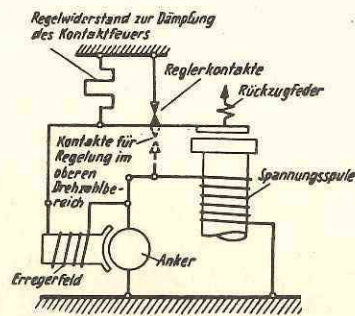


Bild 55 Vereinfachte aufbaugerechte Darstellung eines Zweikontakt-Spannungsreglers.

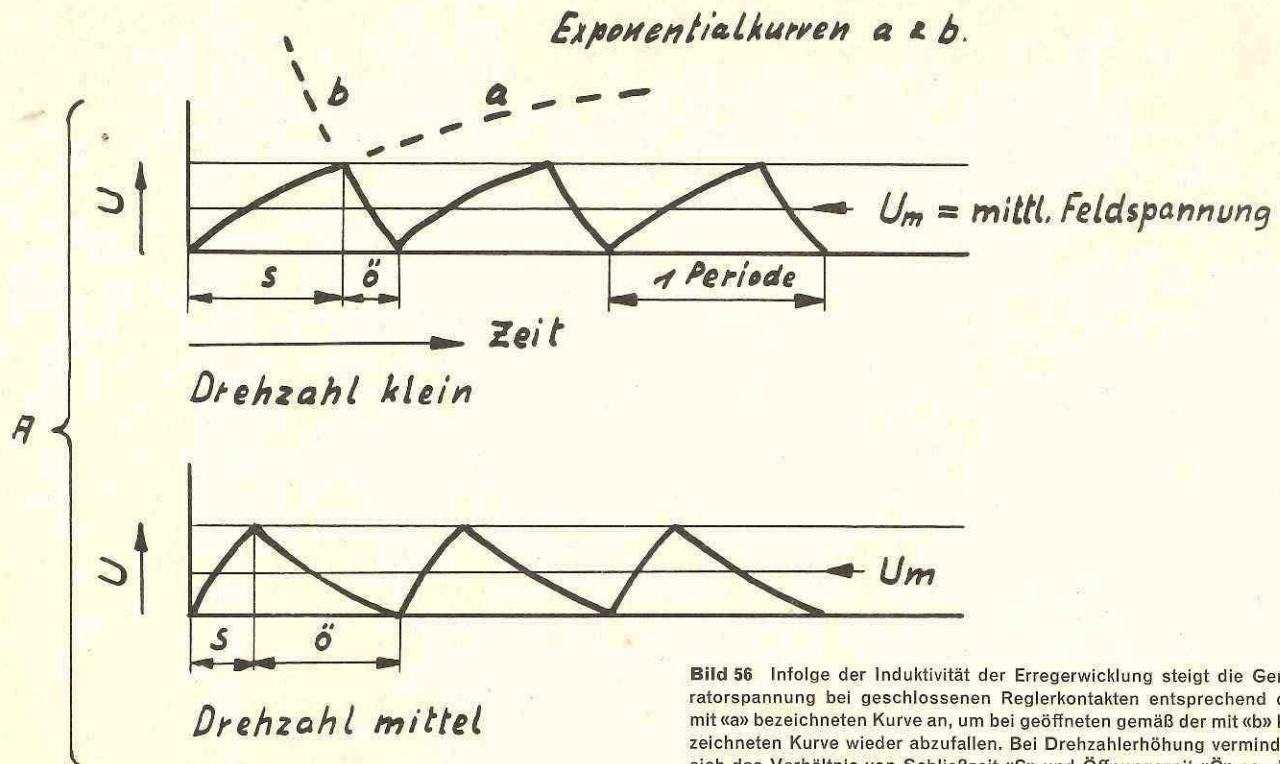


Bild 56 Infolge der Induktivität der Erregerwicklung steigt die Generatorspannung bei geschlossenen Reglerkontakten entsprechend der mit «a» bezeichneten Kurve an, um bei geöffneten gemäß der mit «b» bezeichneten Kurve wieder abzufallen. Bei Drehzahlerhöhung vermindert sich das Verhältnis von Schließzeit «S» und Öffnungszeit «Ö» so, daß der sich aus dem Mittelwert ergebende wirksame Erregerstrom geringer wird.

Regelung der Generatoren

Mit zunehmender Spannung des Generators fließt in der Spule des Spannungsreglers mehr Strom. Dadurch nimmt auch die Stärke des durch diese Spule erregten Magnetfeldes zu. Man bezeichnet diese Spule darum auch als «Spannungsspule». Wird eine genügende Spannung erreicht, so überwindet die Magnetkraft die Rückzugfeder und öffnet die Reglerkontakte. Damit wird der Erregerstromkreis an dieser Stelle unterbrochen, und der Erregerstrom muß zusätzlich den den Kontakten parallelen Regelwiderstand durchfließen. Die Folge ist weniger Erregerstrom, wodurch auch das Erregermagnetfeld schwächer wird. Diese Schwächung des Erregermagnetfeldes geschieht, durch die Induktivität und das Polgehäuse bedingt, nicht zeitlos, sondern zunehmend. Mit abnehmendem Erregermagnetismus sinkt auch die Generatorspannung, bis der Magnetismus der Spannungsspule nicht mehr ausreicht und Reglerkontakte durch die Federkraft wieder geschlossen werden. Dann steigt die Spannung wieder und der Vorgang wiederholt sich in rascher Folge. Bei höheren Drehzahlen ist bei geschlossenen Reglerkontakten die zum Regeln erforderliche Spannung schneller erreicht. Darum ist die Zeit des Schließens kürzer als die des Öffnens, und der aus dem Mittelwert von beiden resultierende Erregerstrom wird trotz gleicher Generatorspannung geringer.

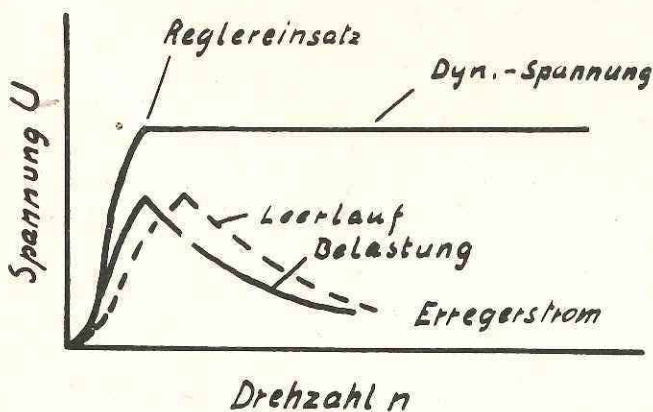


Bild 57 Verhalten des Erregerstromes und der Regelspannung von spannungsgeregelten Generatoren bei Zunahme der Drehzahlen.

Der Regelwiderstand, auch Feldwiderstand genannt, wäre zur Regelung an sich nicht erforderlich. Er hat nur die Aufgabe, die durch die Öffnungsinduktion der Erregerwicklung verursachten Funken zwischen den Reglerkontakten soweit zu bedämpfen, daß diese ausreichende Betriebszeiten erreichen. Die das Kontaktfeuern dämpfende Wirkung des Regelwiderstandes vermindert sich mit der Zunahme seiner Größe. Darum kann der Regel-

widerstand nicht beliebig groß gewählt werden. Dies wiederum bewirkt, daß bei geöffneten Reglerkontakten noch Erregerstrom fließt und somit ein Erregermagnetfeld erhalten bleibt. Damit wird der Drehzahlbereich, in dem die Regelung wirksam ist, begrenzt. Wird die Drehzahl des Generators über diese Begrenzung erhöht, wird trotz geöffneten Reglerkontakten die Spannung weiter ansteigen, weil das verbliebene Erregermagnetfeld dazu nun wieder ausreicht.

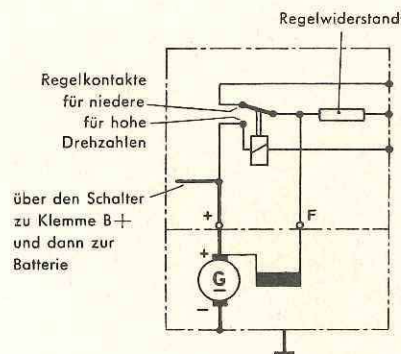


Bild 58 Prinzip-Schaltbild eines Zweikontaktreglers (Bosch-Bild)

Zweikontaktregler haben darum ein weiteres Kontaktpaar, das bei erhöhter Spannung dadurch geschlossen wird, daß nun die größere magnetische Kraft der Spannungsspule den Regleranker entgegen seiner Federkraft noch näher an den Spulenkern heranzieht. Das zweite Kontaktpaar verbindet Anfang und Ende der Erregerwicklung. Es fließt nun Strom über die beiden anderen Kontakte. Die Erregerspulen sind dadurch kurzgeschlossen und stromlos, wodurch nun der Erregermagnetismus bis zum Restwert geschwächt werden könnte. Wenn aber der Erregermagnetismus absinkt, so fällt auch die Spannung und die magnetische Zugkraft der Spannungsspule wieder ab. Darum werden die Kontakte wieder geöffnet und es fließt wieder Erregerstrom, wodurch die Spannung wieder auf den vorherigen Wert ansteigt.

Im unteren Drehzahlbereich, wenn das eine Kontaktpaar regelt, spricht man von der «unteren Regellage» des Reglers. Entsprechend regelt das zweite Kontaktpaar im oberen Drehzahlbereich in der «oberen Regellage». Zwischen beiden Spannungen besteht eine Differenz, die man die «Regelweite» oder die «Regeltoleranz» des Zweikontaktreglers nennt. Diese darf bei den einzelnen Reglern bestimmte festgelegte Werte nicht überschreiten. Zweikontaktregler haben den Vorteil, daß man infolge der weitgehendsten Dämpfung der Öffnungsfunken, Kontakte aus Silberlegierungen von geringer Schmelztemperatur verwenden kann. Der gegenüber Wolframkontakten

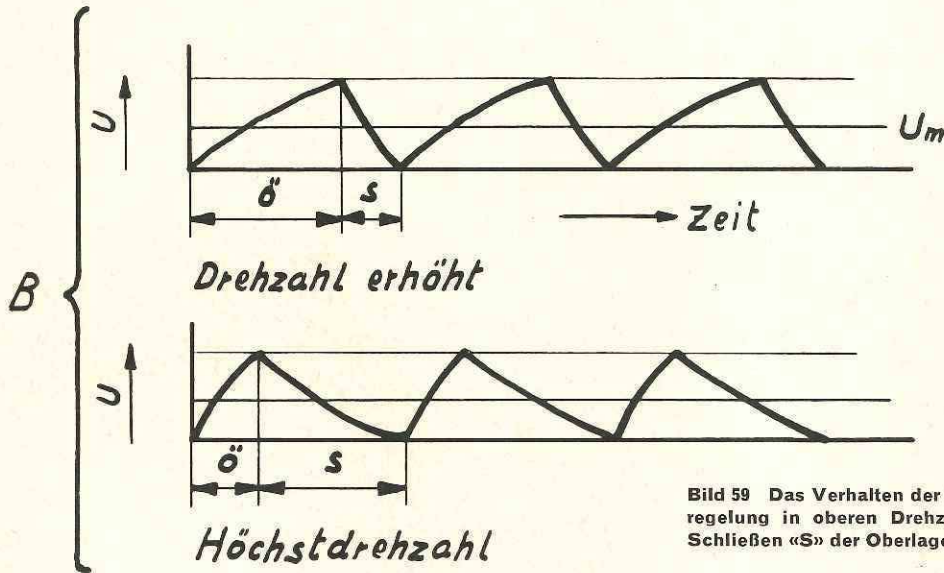


Bild 59 Das Verhalten der Generatorspannung bei Zweikontaktregelung in oberen Drehzahlbereichen beim Öffnen «Ö» und Schließen «S» der Oberlage-Reglerkontakte.

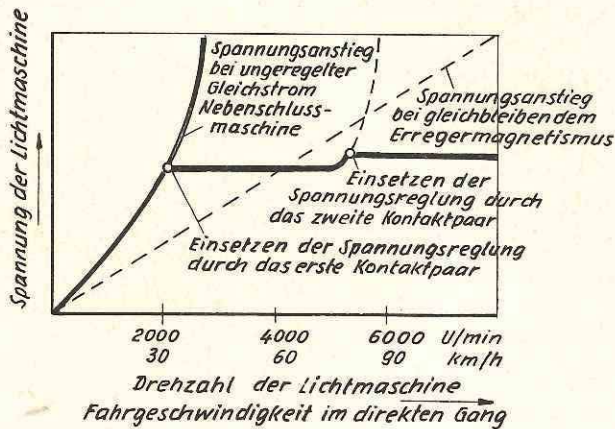


Bild 60 Im unteren Drehzahlbereich in der unteren Regellage regelt ein Zweikontaktregler meist eine geringere Spannung als im oberen Drehzahlbereich, also in «Oberlage».

geringere Widerstand von Silber ermöglicht höhere Erregerströme. Bei normalen Reglern können mit Silberkontakten Erregerströme bis etwa 6 A geregelt werden. Dies ist der Grund, warum man bei Generatoren für 6-V-Anlagen und bei Drehstromgeneratoren meist Zweikontaktregler verwendet.

Regler für moderne Generatoren mit niederohmigen Erregerwicklungen

Um bei gleicher Baugröße des Generators bei geringerer Drehzahl genügende Ladeleistung zu erreichen, müßte man deren Erregermagnetismus erhöhen. Dies ist möglich, indem man durch größeren Drahtquerschnitt der Erregerwicklungen deren Widerstand bei gleicher Windungszahl vermindert. Dadurch fließt bei gleicher Spannung mehr Strom und ein stärkeres Erregermagnetfeld

ist die Folge. Dieses induziert aber wiederum mehr Öffnungsinduktionsspannung, der durch ein Vermindern des Regelwiderstandes entsprochen werden muß, damit die Unterlagekontakte nicht zerstört werden. Dadurch würden aber die Oberlagekontakte zu stark beansprucht, weil nun der Strom von D+ über diese Kontakte und den Regelwiderstand größer würde.

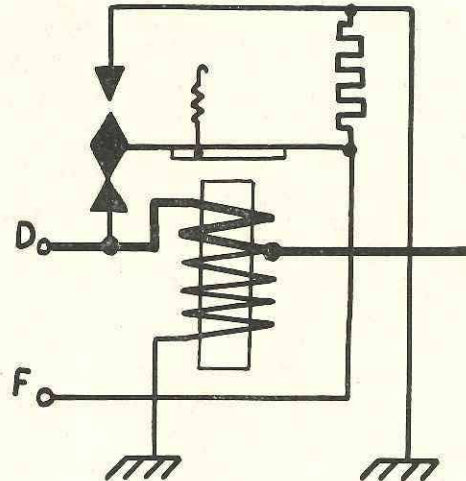


Bild 61 Bei geschlossenen Oberlagekontakten fließt ein elektrischer Strom von Plus des Generators «D» direkt über den Regelwiderstand zur Masse, also zu Minus des Generators.

Um die durch den geringeren Widerstand der Erregerwicklung erhöhte Beanspruchung der Reglerkontakte zu vermeiden, müßte bei Regelung in Unterlage der Regelwiderstand kleiner, in der Oberlage aber größer sein. Bei den modernen Reglern für derartige Generatoren hat man die Tatsache genutzt, daß in der Unterlage weniger

Regelung der Generatoren

Strom durch den Regelwiderstand fließt, und dieser dann darum weniger warm wird wie in der Oberlage. Man verwendet als Widerstandsdraht für den Regelwiderstand eine Legierung, die ihren elektrischen Widerstand bei Erwärmung stark erhöht (PTC-Widerstand). Damit wird erreicht, daß bei der Unterlage der Regelwiderstand klein ist, weil er nun von weniger Strom durchflossen wird. Bei Oberlage und größerem Strom wird der Regelwiderstand größer. Damit paßt sich der Regelwiderstand den Erfordernissen der Regelung an, und durch die geringere Kontaktbeanspruchung konnte die Erregerwicklung in ihrem Widerstand kleiner bemessen werden.

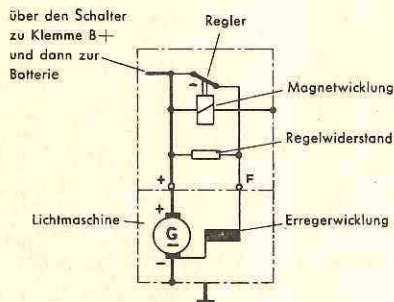


Bild 62 Prinzip-Schaltbild eines an der Plusseite der Erregerwicklung regelnden Einkontaktreglers.

Einkontaktregler

Die Zweikontaktregler regeln durch ihre Regelweite bedingt, im unteren Drehzahlbereich eine geringere und im

oberen eine höhere Spannung. Diese Differenz kann bei 6-V-Reglern bis 0,4 V und bei 12-V-Reglern bis 0,6 V betragen. Bei Einkontaktreglern entfällt diese Regelweite, weil man mit einem Kontaktpaar über den gesamten Drehzahlbereich der Maschine regelt. Um dies zu ermöglichen, muß der Regelwiderstand so groß gewählt werden, daß er zur Regelung über den ganzen Drehzahlbereich des Generators ausreicht, damit der Regler bei höheren Drehzahlen nicht ausregelt. Der größere Regelwiderstand ergibt aber eine größere Beanspruchung der Reglerkontakte. Diesem entspricht man im Regelfalle durch die Verwendung von Wolframkontakten, die diesen Beanspruchungen mehr gewachsen sind wie Silberkontakte. Trotzdem erfordern Einkontaktregler meist noch zusätzliche Einrichtungen, die die Öffnungsfunken dämpfen oder die Regelfrequenz beeinflussen.

Zitterspulen sind Spulen, die so auf den Spulenkern der Spannungsregler aufgewickelt sind, daß sie beim Öffnen der Reglerkontakte die Kraft der Spannungsspule schwächen. Dadurch schließt die Rückzugfeder die Kontakte schneller, bevor zwischen diesen ein längerer Öffnungsfunken gezogen wurde. Die Zitterspulen können parallel zu den Reglerkontakten oder parallel zur Erregerwicklung geschaltet sein. Sind sie parallel zu den Kontakten geschaltet, dann ist die Wickelrichtung so gewählt, daß der Strom entgegengesetzt dem Strom in der Spannungsspule fließt.

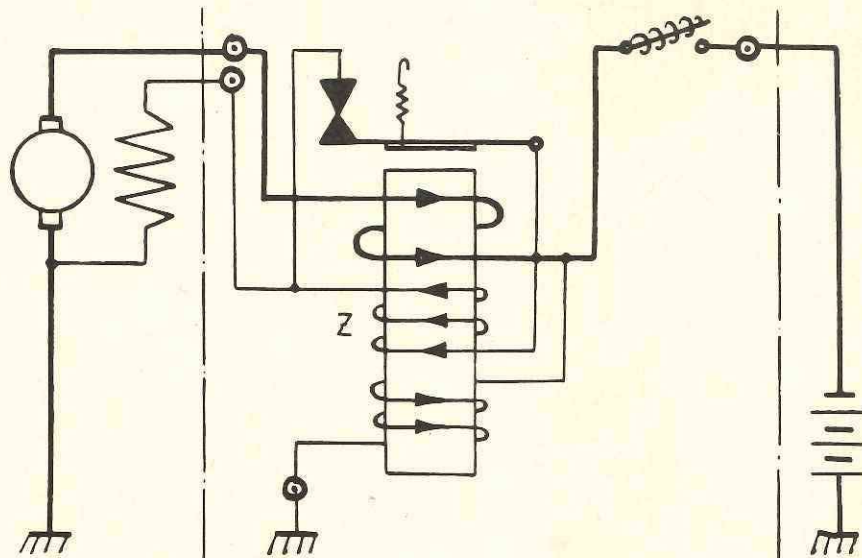


Bild 63 Anordnung einer Zitterspule (Z) auf dem Spulenkörper eines Einkontaktreglers, parallel zu den Reglerkontakten. Bei geöffneten Kontakten fließt der Erregerstrom durch die Zitterspule in entgegengesetzter

Richtung wie der Strom in der Spannungsspule. Dadurch wird deren magnetische Kraft geschwächt und das erneute Schließen der Reglerkontakte beschleunigt. Eine Zitterspule aus Widerstandsdraht kann dabei zugleich als Regel-Widerstand dienen.

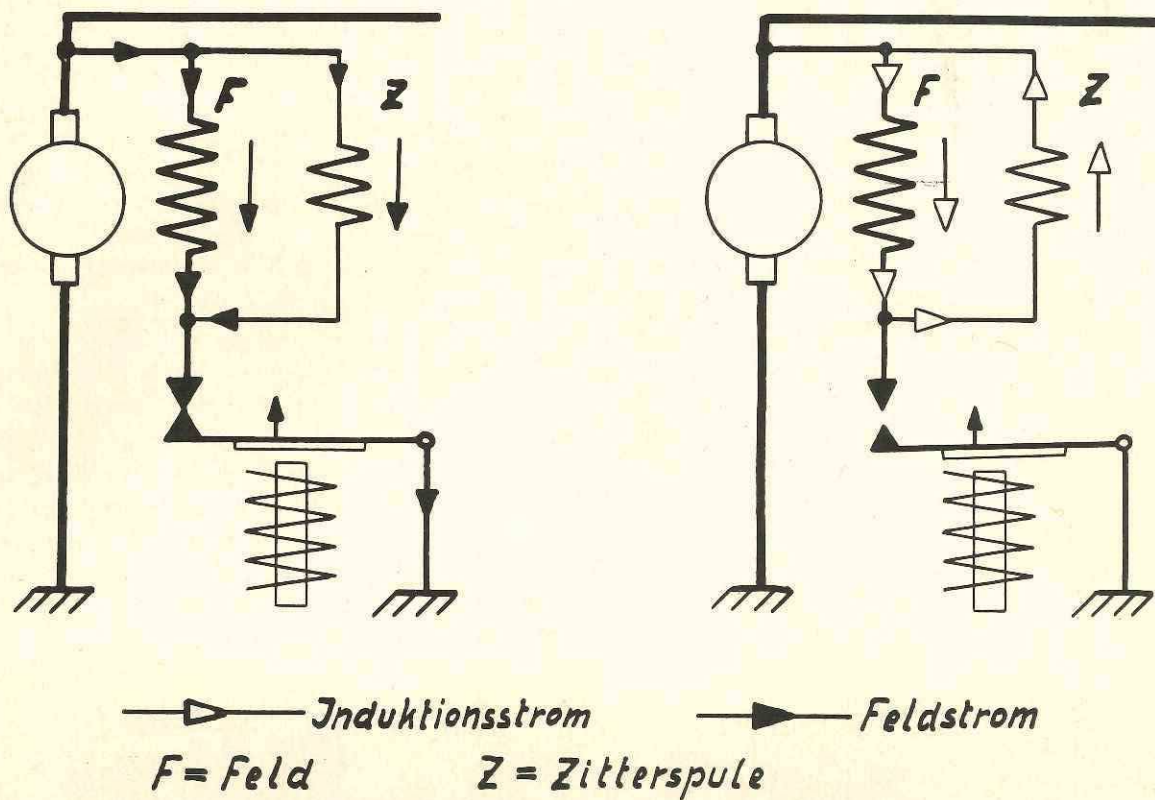


Bild 64 Wenn die Reglerkontakte öffnen, so kann sich ein Teil des Öffnungsinduktionsstromes der Erregerwicklungen über den Dämpfungswiderstand (Z) ausgleichen. Dadurch wird das Kontaktfuern

vermindert. Die Dämpfungswicklung kann auch als Zitterspule dienen, wenn sie in gleicher Richtung auf den Kern des Spannungsreglers gewickelt ist wie die Spannungsspule.

Dämpfungswiderstände sind meist induktionsarme oder induktionsfreie Widerstände, die parallel zur Erregerwicklung geschaltet sind. Bei geschlossenen Reglerkontakten fließt im Dämpfungswiderstand ein Strom dem

Felderregerstrom parallel. Wird der Reglerkontakt geöffnet, so kann sich der in der Erregerwicklung induzierte Öffnungsinduktionsstrom zum Teil durch die Dämpfungswicklung ausgleichen.

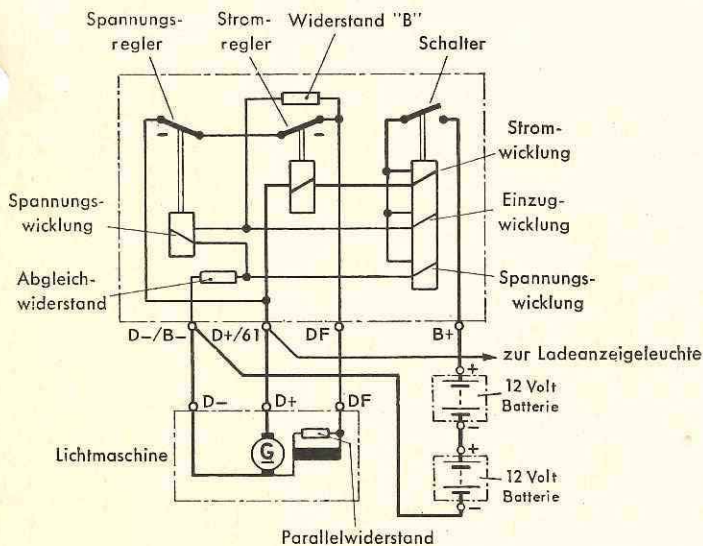


Bild 65 Bosch-UF-Regler mit der Erregerwicklung parallelem Dämpfungswiderstand und Temperaturabgleichwiderstand.

Temperaturausgleich

Kupfer hat wie die meisten metallischen Leiter, die Eigenart bei zunehmender Temperatur seinen elektrischen Widerstand zu erhöhen. Dies hat zur Folge, daß bei höheren Temperaturen zum gleichen Strom mehr Spannung erforderlich ist. Dies würde ergeben, daß bei höheren Temperaturen des Spannungsreglers eine höhere Spannung erforderlich ist, bevor die Regelung einsetzt. Damit würde bei kalten Reglern – zum Beispiel im Winter oder kurz nach dem Anlassen – die Regelspannung niedriger und der Ladestrom kleiner sein als im Sommer und bei warmem Regler. Dies entspricht aber dem größeren Strombedarf im Winter oder kurz nach dem Start genau so wenig wie dem Betriebsverhalten der Batterie. Ein entgegengesetztes Verhalten, also hohe Regelspannung bei Kälte und eine geringe bei Wärme, wäre der elektrischen Anlage und insbesondere der Batterie dienlicher. Darum

Regelung der Generatoren

sucht man das durch das Temperaturverhalten der Kupferwicklung bedingte Verhalten der Spannungsregler abzugleichen.

Der Abgleichwiderstand, der in Reihe zur Spannungsspule geschaltet wird, ist eine der konstruktiven Möglichkeiten hierzu. Der Abgleichwiderstand ist aus einem Material gefertigt, das bei Erwärmung seinen Widerstand vermindert (NTC-Leiter). Auf diese Weise kann die Widerstandserhöhung des Kupfers durch die Widerstandsverminderung des NTC-Widerstandes abgeglichen werden. Durch entsprechende Abstimmung beider Widerstände kann aber auch erreicht werden, daß sich der gemeinsame Widerstand bei Erwärmung vermindert, und dadurch die Regelspannung soweit herabgesetzt wird, wie es für Anlage und Batterie dienlich ist.

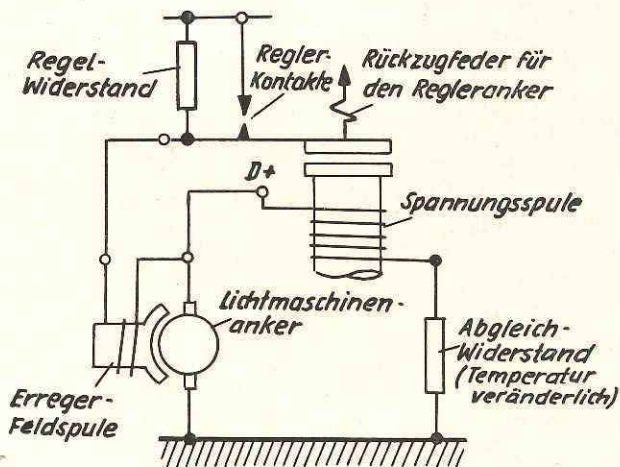


Bild 66 Die Schaltung des temperaturveränderlichen Abgleichwiderstandes im Spannungsregler.

Bimetall-Reglerfedern, die so angeordnet sind, daß sie bei Temperaturerhöhung ihre Kraft vermindern, erfüllen die gleiche Aufgabe. Denn damit wird der bei erhöhter Temperatur verminderten magnetischen Kraft der Spannungsspule, durch eine Verminderung der dieser entgegenwirkenden Federkraft entsprochen.

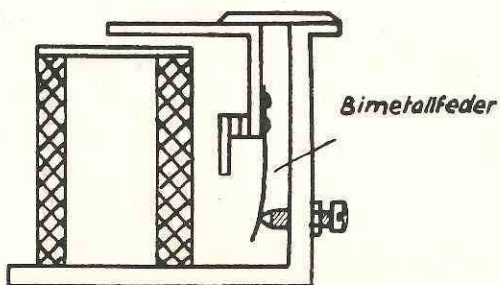


Bild 67 Durch eine Bimetallfeder, deren Kraft bei zunehmender Temperatur geringer wird, kann die Temperaturveränderung der Spannungsspule abgeglichen werden.

Temperaturabgleichbleche stellen einen magnetischen Nebenschluß zum Luftspalt zwischen Spulenkern und Regleranker dar. Diese Temperaturabgleichbleche sind aus einem weichen Stahl gefertigt, dessen magnetischer Leitwert (Permeabilität) mit zunehmender Temperatur abnimmt. Bei geringerer Temperatur wird ein größerer Teil der magnetischen Kraftlinien über ein Leitstück vom beschriebenen Material vom Luftspalt zwischen Spulenkern und Regleranker abgeleitet. Dadurch ist nun mehr Spannungsspulen-Magnetismus erforderlich, um den Regelvorgang einzuleiten. Bei höheren Temperaturen wird vom Leitstück weniger Magnetismus abgeleitet, dadurch wird die auf den Regleranker wirkende magnetische Kraft größer. Dadurch wird erreicht, daß bei durch Erwärmung erhöhten Spannungsspulenwiderstand der dadurch verminderte Magnetismus durch erhöhte Wirksamkeit auf den Regleranker abgeglichen wird.

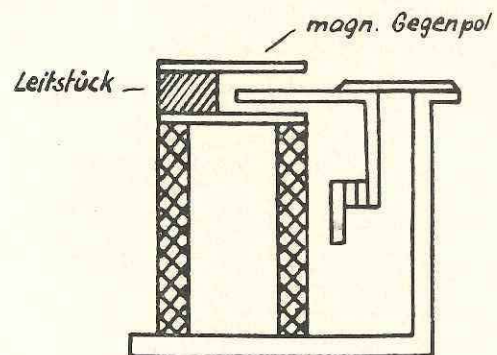
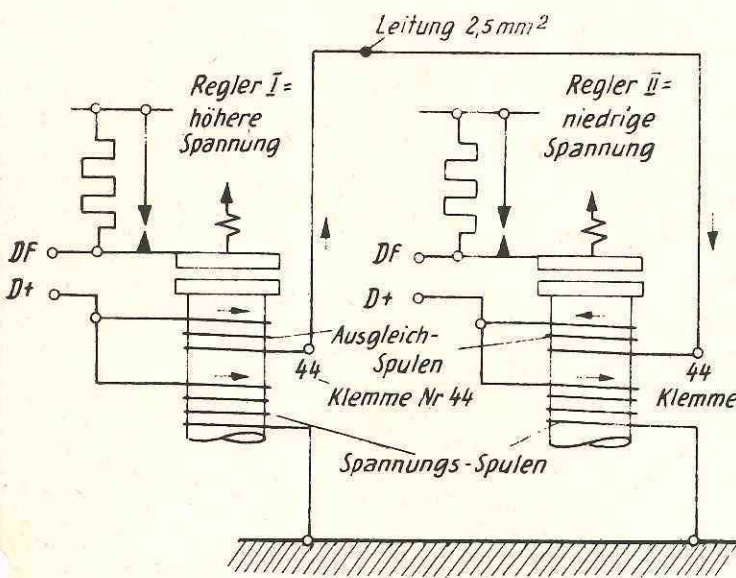


Bild 68 Temperaturabgleichbleche im magnetischen System eines Reglers stellen einen magnetischen Nebenschluß dar, dessen Wirkung sich bei zunehmender Temperatur vermindert.

Spannungsangleichung bei parallel geschalteten Spannungsreglern

Um bei parallel zueinander mit einer Batterie betriebenen Generatoren eine gleichmäßige Verteilung der Belastung zu erreichen, darf deren Spannung nicht zu stark differieren. Andererseits ist es aber schwierig, die Regelspannung von zwei Reglern absolut gleichzuhalten. Darum sind die Regler, die für Parallelbetrieb vorgesehen sind, mit einer besonderen Angleicheinrichtung ausgerüstet. Bei Bosch-Reglern für diesen Zweck, sind auf dem Spulenkern der Spannungsregler zwei besondere Wicklungen zusätzlich aufgewickelt. Ein Ende dieser Wicklung ist mit D+ des Reglers verbunden und das andere Ende ist als Klemme Nr. 44 isoliert ausgeführt. Die Klemmen Nr. 44 beider Regler werden miteinander verbunden.

Bei Spannungsdifferenzen zwischen beiden Reglern fließt Strom vom Regler höherer Spannung über die An-



gleichspule zum Regler mit geringerer Spannung. Im Regler höherer Spannung fließt dieser Strom dem Strom in der Spannungsspule richtungsgleich. Dadurch wird die Wirkung der Spannungsspule unterstützt, und eine geringere Spannung reicht aus, um die Regelung einzuleiten. Darum wird die Regelspannung dieses Reglers vermindert. Beim Regler mit geringerer Spannung fließt der Strom in der Spannungsausgleichsspule dem Spannungsspulenstrom entgegengesetzt und schwächt deren Wirkung. Darum ist nun hier eine höhere Spannung zur Regelung erforderlich. Somit wird die Spannung des höher regelnden Reglers herab, und die des niedriger regelnden heraufgesetzt.

Bild 69 Der Spannungsausgleich bei zwei Reglern von auf eine gemeinsame Batterie ladenden Lichtmaschinen durch Ausgleichwicklungen.

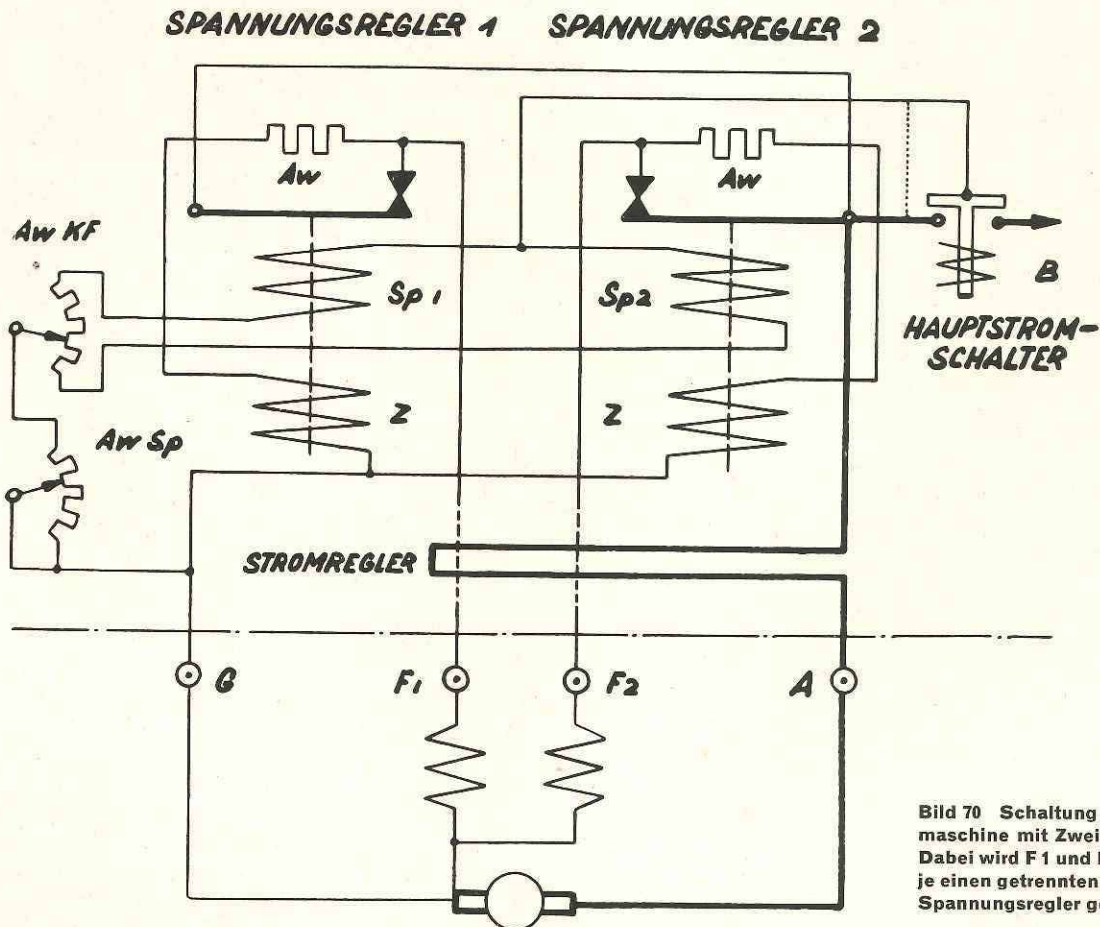


Bild 70 Schaltung einer Lichtmaschine mit Zweifeldregelung. Dabei wird F 1 und F 2 durch je einen getrennten Spannungsregler geregelt.

Regelung der Generatoren

Zweifeldregelung

Vereinzelte sind auch Generatoren für höhere Leistung mit zwei getrennten Erregerwicklungen ausgerüstet. Dies ist erforderlich, weil bei dem größeren Erregermagnetismus und dem größeren Erregerstrom, die Kontakte eines Reglers überlastet und zu rasch zerstört würden. Darum unterteilt man die Erregerwicklungen und regelt jeweils die Hälfte mit einem Regler. Auch in diesem Falle ist eine Angleichung erforderlich, obwohl beide Regler meist in einem Bauteil vereint sind.

Bei Ausfall eines Generators würde durch die Angleichwicklung die Regelspannung des noch arbeitenden Generators so stark herabgesetzt, daß sich auch dieser nicht mehr laden würde. Dies vermeidet man, indem man in die die Regler verbindende Leitung Nr. 44 ein Schaltrelais schaltet. Die beiden Enden der Schaltwicklung dieses Relais sind mit den Klemmen Nr. 61, also mit D+ beider Generatoren verbunden. Wenn beide Generatoren arbeiten, herrscht an beiden Klemmen D+ etwa die gleiche Spannung, und die Schaltungspule des Relais ist stromlos. Arbeitet nur ein Generator, so reicht die Spannungsdifferenz zwischen beiden Generatoren aus um den Strom in der Schaltungspule des Relais fließen zu lassen, der ausreicht um die Verbindung zwischen den Klemmen Nr. 44 beider Angleichspulen zu trennen.

Transistor-Regler

Die Kontakte von Kontaktreglern sind infolge der Funkenbildung einem dauernden Verschleiß unterworfen. Durch diesen Verschleiß verändern sich Luftspalte und Federweg, und in der Folge die Einstellung der Regler. Ebenso sind der Lebensdauer dieser Regler gewisse Grenzen gesetzt, die im wesentlichen durch den Verschleiß der

Kontakte bedingt sind. Bei großen Maschinen für hohe Leistung sind die genannten Schwierigkeiten entsprechend höher, weil hier größere Erregerströme erforderlich sind und mit dem Erregermagnetismus auch die Öffnungsinduktion größer ist. Die Regelung derartiger Maschinen hat so viele Schwierigkeiten bereitet, daß sie nur mit Zweifeldreglern, oder Mehrkontaktreglern beherrscht werden konnten. Transistor-Regler sind darum besonders auch bei Drehstrom-Generatoren erwünscht, weil deren Erregerströme etwa doppelt so hoch sind wie die der ihnen entsprechenden Kollektor-Generatoren. In diesen Fällen ist der Leistungstransistor als elektronischer Schalter besonders geeignet, weil er größere Ströme ohne Öffnungsfunken unterbrechen kann und auch keinem mechanischen Verschleiß unterliegt.

Bei Reglern werden die Transistoren, die in anderen Funktionen Schwingungsvorgänge steuern oder verstärken, als elektronische Schalter verwendet. Die Schalterfunktion der Transistoren in Reglern beruht darauf, daß vom Emitter (E) zu Kollektor (C) nur dann Strom fließt, wenn zwischen Emitter und Basis (B) ein ausreichendes Spannungsgefälle herrscht. Man kann somit wie bei einem Schaltrelais, durch einen Steuerstromkreis zwischen Emitter und Basis von geringem Strom, einen größeren Strom über Emitter zum Kollektor schalten.

Bei Reglern werden die Transistoren, die in anderen Funktionen Schwingungsvorgänge steuern oder verstärken, als elektronische Schalter verwendet. Die Schalterfunktion der Transistoren in Reglern beruht darauf, daß vom Emitter (E) zu Kollektor (C) nur dann Strom fließt, wenn zwischen Emitter und Basis (B) ein ausreichendes Spannungsgefälle herrscht. Man kann somit wie bei einem Schaltrelais, durch einen Steuerstromkreis zwischen Emitter und Basis von geringem Strom, einen größeren Strom über Emitter zum Kollektor schalten.

Kontaktgesteuerte Transistor-Regler

Wenn nur der Kontaktverschleiß beherrscht werden soll, so kann ein in den Steuerstromkreis des Transistors geschalteter Kontaktregler als Sollwertgeber dienen. Damit bleibt die einfache Einstellmöglichkeit der Kontaktregler, durch die Veränderung der Vorspannung der Rückzugfeder erhalten.

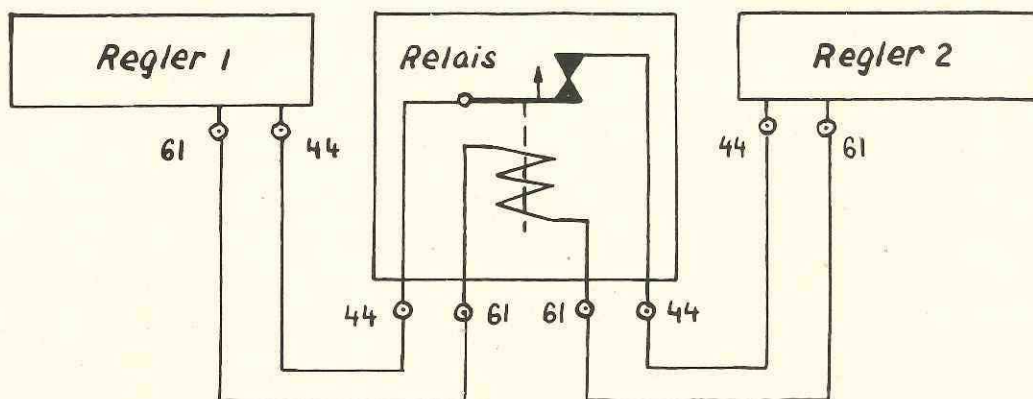
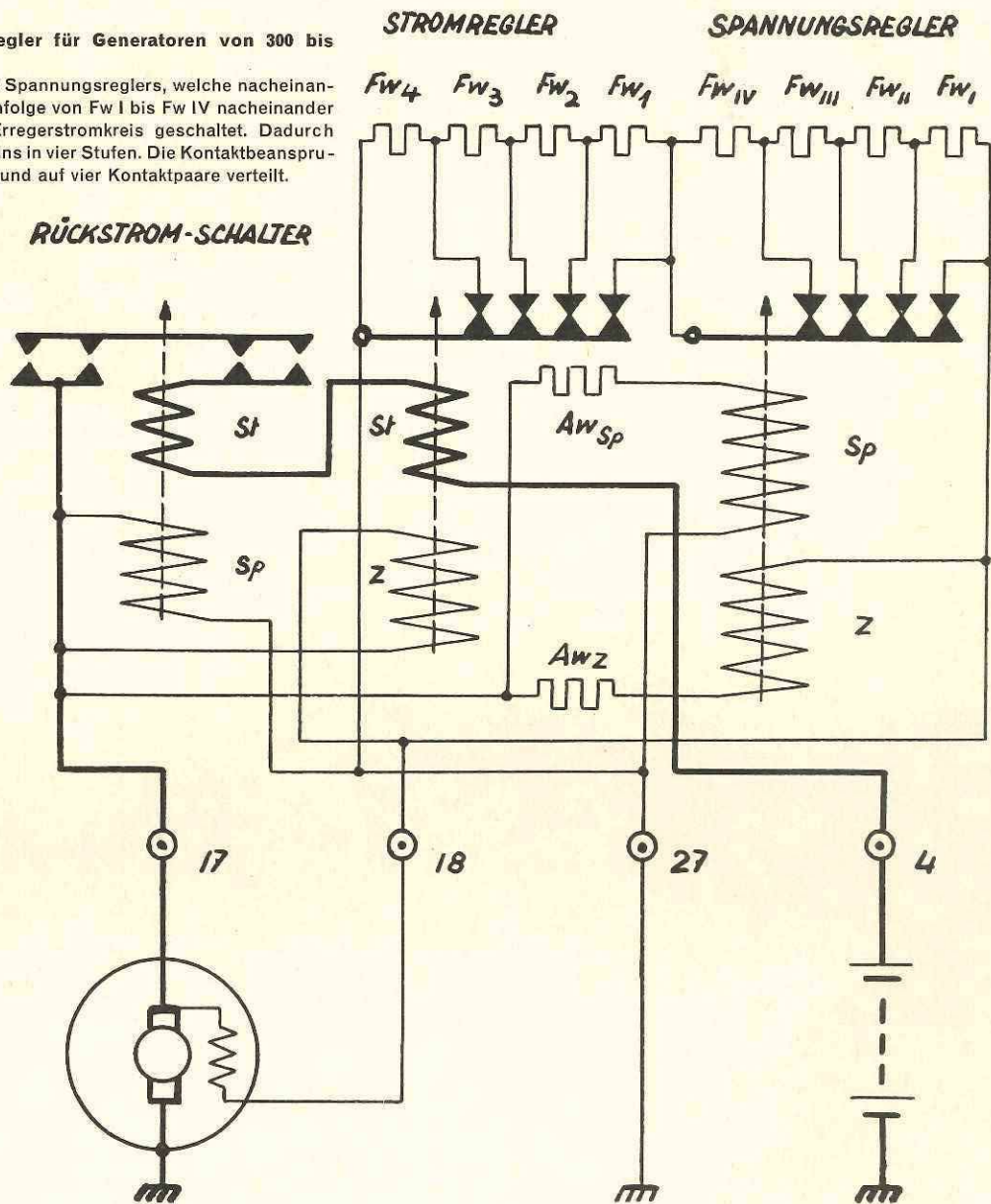


Bild 71 Um zu vermeiden, daß beim Ausfallen des einen Generators der diesem parallel geschaltete zweite Generator auch nicht

arbeitet, ist in die Verbindungsleitung 44 zwischen beiden Angleichspulen ein Relais geschaltet, welches dann diese Verbindung trennt.

Bild 72 Scintilla 4-Kontaktregler für Generatoren von 300 bis 1400 W.

Durch die vier Kontaktpaare des Spannungsreglers, welche nacheinander regeln, werden in der Reihenfolge von Fw I bis Fw IV nacheinander die Regelwiderstände in den Erregerstromkreis geschaltet. Dadurch erfolgt eine Abstufung des Regels in vier Stufen. Die Kontaktbeanspruchung wird dadurch vermindert und auf vier Kontaktpaare verteilt.



Wenn die Generatorspannung den eingestellten Regelwert überschreitet, so trennen die Reglerkontakte den Steuerstromkreis des Transistors. Dadurch sperrt der Transistor und unterbricht den Erregerstrom. Durch den nun abfallenden Erregermagnetismus sinkt auch die Generatorspannung bis die Kontakte wieder schließen. Dann wird der Transistor wieder leitend und schaltet den Erregerstrom wieder ein. Der erneute Spannungsanstieg verursacht wieder ein Trennen der Kontakte und dieses Regelspiel wiederholt sich in rascher Folge.

Weil bei der Unterbrechung des Erregerstromes durch den Transistor das Kontaktfeuer und der dadurch bedingte Verschleiß entfällt, ist ein Regelwiderstand nicht

erforderlich. Dies gibt die Möglichkeit, über den gesamten Drehzahlbereich der Generatoren mit einem Kontaktpaar zu regeln. Die Folge ist eine größere Gleichmäßigkeit der Spannung bei allen Drehzahlen.

Andererseits muß der Empfindlichkeit der Transistoren gegen zu hohe Spannungen und zu große Ströme durch besondere Schutzmaßnahmen entsprochen werden. So würden die Transistoren auch durch die in den Erregerwicklungen erzeugte Selbstinduktionsspannung gefährdet. Da hier Dämpfungswiderstände nicht ausreichen, um die Spannungsspitzen herabzusetzen, werden parallel zur Erregerwicklung meist Sperrdioden geschaltet. Diese Sperrdioden sind so geschaltet, daß sie zwar einen

Regelung der Generatoren

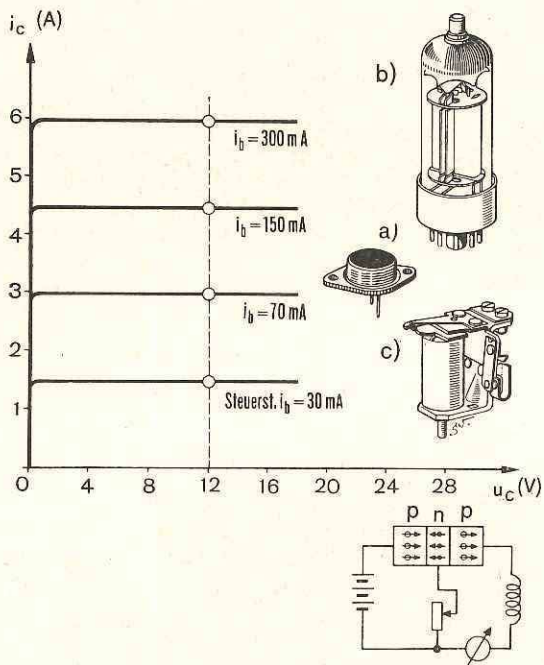


Bild 73 Der Transistor (a) vereinigt die vorteilhaften Eigenschaften der Röhre (b) und des Relais (c); er kann als Verstärker für kontinuierlich regelbare Vorgänge und als Schalter für Impulssteuerung verwendet werden und dadurch Kontaktelemente ersetzen.

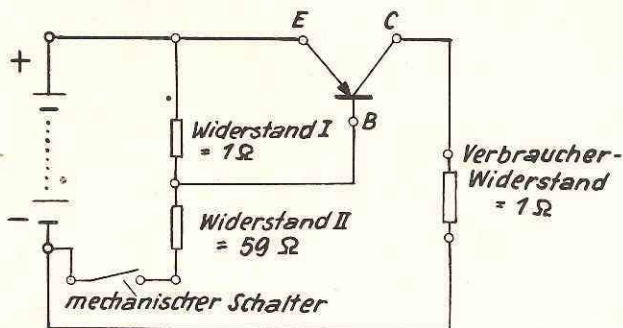


Bild 74 Beispiel eines durch einen Transistor geschalteten Stromkreises.

Ein Transistor als elektronischer Schalter (vereinfacht dargestellt) Wenn der mechanische Schalter eingeschaltet wird so fließt elektrischer Strom durch die beiden in Reihe geschalteten Widerstände I und II im Steuerstromkreis.

$$J = \frac{U}{R} = \frac{12 \text{ V}}{60} = 0,2 \text{ A.}$$

Die beiden Widerstände verbrauchen dabei die elektrische Spannung, welche dem Strom und ihrem Widerstand entsprechen, und wirken als Spannungsteiler. Der Widerstand I verbraucht dabei 0,2 V ($U = J \times R = 0,2 \text{ A} \times 1 \text{ Ohm} = 0,2 \text{ V}$).

Es herrscht somit bei geschlossenem Schalter zwischen Basis und Emittter eine Steuerspannung von 0,2 V, welche nun den Verbraucherstrom von 12 A

$$J = \frac{U}{R} = \frac{12 \text{ V}}{1 \text{ Ohm}} = 12 \text{ A.}$$

über Kollektor, Basis und Emittter einschaltet.

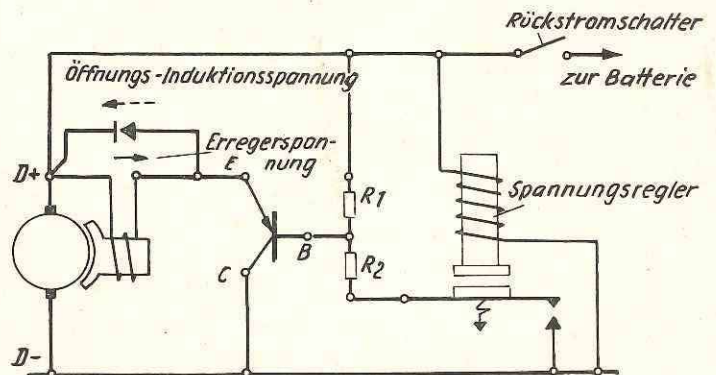


Bild 75 Vereinfachtes Schaltbild eines durch Kontakte gesteuerten Transistorreglers.

Bei geschlossenen Reglerkontakten fließt der Steuerstrom von D+ über die Widerstände R1 und R2 und die geschlossenen Reglerkontakte zu D-. Der vom Widerstand R1 bewirkte Spannungsabfall liegt an Emittter (E) und Basis (B) des Regeltransistors an. Es bewirkt, daß dieser zwischen Emittter (E) und Kollektor (C) leitend wird. Es fließt nun Erregerstrom von D+ über E und C des Transistors. Bei geöffneten Kontakten entfällt der an E und C wirksame Spannungsabfall im Widerstand R1 und der Transistor sperrt. Die der Erregerwicklung parallele Sperrdiode sperrt wenn die Erregerspannung an ihr anliegt. Für die Öffnungsinduktionsspannung der Erregerwicklung ist sie aber in Durchgangsrichtung geschaltet und schließt diese kurz. Dadurch soll der Transistor vor den Induktionsspannungsspitzen der Erregerwicklungen geschützt werden.

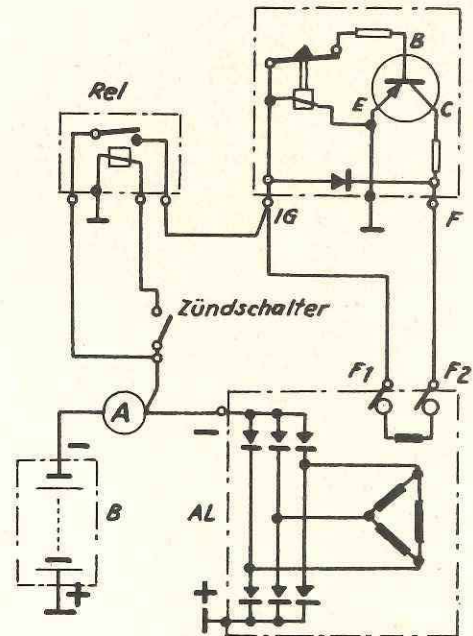


Bild 76 Schaltbild eines Lucas-Alternators mit einem durch ein Kontaktpaar gesteuerten Transistor-Spannungsregler.

zum Erregerstrom parallelen Strom sperren, aber den entgegengesetzten Öffnungsinduktionsstrom fließen lassen. Dadurch wird dann die Öffnungsinduktionsspannung der Erregerwicklungen kurzgeschlossen.

Durch Zenerdioden gesteuerter Transistor-Regler

Durch die Verwendung von Zenerdioden als Sollwertgeber ist es möglich, Transistor-Regler ohne bewegliche Teile und damit ohne mechanischen Verschleiß zu bauen. Zenerdioden sind Silizium-Dioden, die in Sperrichtung

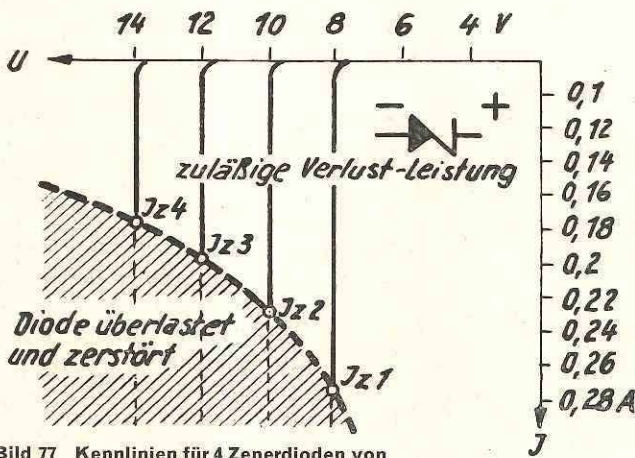
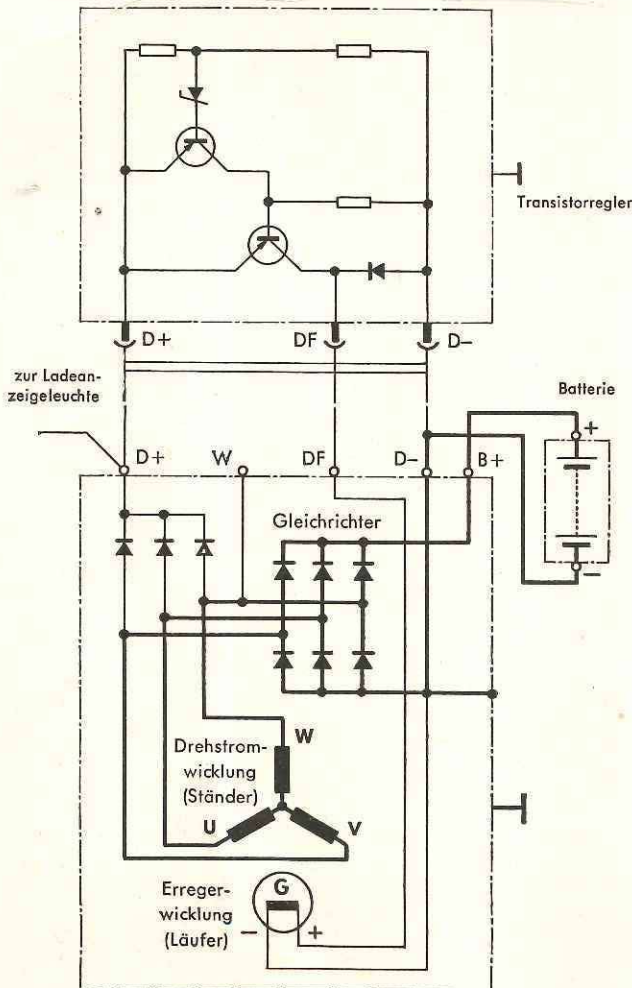


Bild 77 Kennlinien für 4 Zenerdioden von verschiedener Durchbruchsspannung.

beim Überschreiten einer durch ihre Dotierung festlegbaren Spannung, fast schlagartig leitend werden. Sie sind konstruktiv so ausgelegt, daß sie beim Überschreiten dieser Durchbruchspannung noch nicht überlastet und dadurch zerstört werden.

Obwohl das Prinzip der durch Zenerdioden gesteuerten Transistor-Regler bei allen Systemen gleich ist, unterscheiden sich die einzelnen Regler stark in der Schaltung und auch durch die verwendeten Bauteile. Einer der ein-

Bild 78 Schaltbild des Bosch-Drehstromgenerators K 1 mit Volltransistorregler T 1.



fachsten, in der Funktion erklärbar Transistor-Regler ist der Bosch T1-Regler für Drehstrom-Generatoren.

Bei diesem Regler kann von D+ über Emitter und Basis und den mit D+ verbundenen Widerstand des Steuerstromkreises, der Steuerstrom fließen, der den Erregerfeld-Transistor auch über Emitter und Kollektor leitend macht. Es fließt somit, bevor die Regelung einsetzt, der Erregerstrom von D+ über den Erreger-Transistor und DF durch die Erregerwicklung zu D-. Der Steuertransistor zwischen D+ und dem Widerstand im Steuerstromkreis des Erregertransistors sperrt, solange zwischen D+ und seiner Basis keine Spannung anliegt. Die Basis dieser Diode ist über eine Zenerdiode mit der Verbindungsstelle zweier in Reihe zwischen D+ und D- des Generators geschalteten Widerstände verbunden. Die beiden Widerstände wirken als Spannungssteiler. Mit zunehmender Spannung zwischen D+ und D- nimmt auch die Spannung zwischen D+ und dem Anschluß der Zenerdiode zu. Wird hier die Durchbruchspannung der Zenerdiode erreicht, so kann der Strom über Emitter und Basis des Steuertransistors fließen, der den Durchgang zwischen Emitter und Kollektor herstellt. Der nun leitende Steuertransistor verbindet Kollektor und Basis des Erregertransistors, und dieser sperrt den Erregerstrom, weil nun sein Steuerstrom entfällt. Die Folge ist ein Abfallen des Erregermagnetismus und Minderung der Spannung zwischen D+ und Zenerdiode. Da die Zenerdiode nun wieder sperrt, wird die Erregerdiode wieder leitend, und der Regelvorgang wiederholt sich, weil die Generatorspannung wieder ansteigt. Auch beim Bosch-Volltransistor-Regler ist parallel zur Erregerwicklung eine Sperrdiode geschaltet, die die Transistoren vor den schädlichen Spannungsspitzen der Selbstinduktion schützt. Es sind aber im Transistor-Regler weitere Bau-

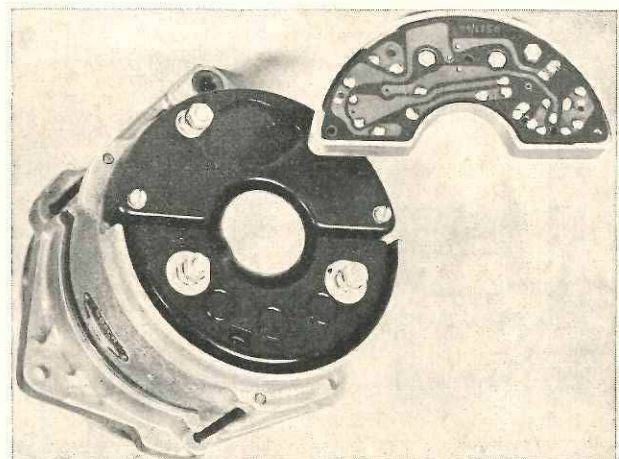


Bild 79 Drehstrom-Generator von Bosch mit eingebautem Transistor-Regler. Typ K 1 für Personenwagen.

Regelung der Generatoren

teile und Schaltungen, durch welche dessen korrekte Funktion erreicht wird.

Da die Transistorregler gegenüber Kontaktreglern kleiner, leichter und unempfindlicher gegen Erschütterungen sind, können sie auch mit dem Generator zu einem Bauteil vereint werden.



Bild 80 Lucas-Volltransistor-Regler für Drehstromgeneratoren.

Beim Lucas-Volltransistorregler 4TR fließt bei eingeschaltetem Zündschalter ein Steuerstrom von Plus (+) über den Widerstand 1, und Basis und Emitter des Erregertransistors T2. Dieser wird dadurch leitend für den Erregerstrom von «F» über C, B und E dieses Transistors zu Minus (-). Parallel zu Steuerstrom und Erregerstrom fließt ein Strom von Plus über die Widerstände R3, R2 und R4 zu Minus. Mit einem Schleifer am Widerstand R2 ist eine Zenerdiode ZD verbunden, die eine Sperrspannung von 10V hat. Der zweite Anschluß der Zenerdiode ist mit der Basis des Steuertransistors T1 verbunden, dessen Kollektor C ebenfalls an den Widerstand R1 angeschlossen ist. Bei Regelspannung des Generators wird die Durchbruchspannung der Zenerdiode erreicht, und zwischen C und B des Steuertransistors T1 liegt die Spannung, die diesen leitend macht. Dadurch wird nun der Strom vom Steuerwiderstand R1 über den Steuertransistor T1 nach Minus geleitet. Damit entfällt der Steuerstrom über B und E des Erregertransistors und dieser unterbricht den Erregerstrom. Damit sinkt die Generatorspannung bis die Zenerdiode wieder sperrt und dadurch die Erregerdiode wieder leitet. Damit der Erregerstrom rasch unterbrochen wird, um dadurch den Erregertransistor thermisch zu entlasten, ist noch eine besondere Einrichtung im Regler vorgesehen, die die Schaltvorgänge beschleunigt. Die beim Unterbrechen in der Erregerwicklung induzierte Spannung lädt über den Widerstand R5 den Kondensator C1 auf. Dessen mit der Zenerdiode verbundene Belag wird dadurch negativ elektrisch. Als Folge steigt die Spannung an der Basis des Steuertransistors schneller an, wodurch die Unterbrechung des Erregertransistors beschleunigt wird. Beim

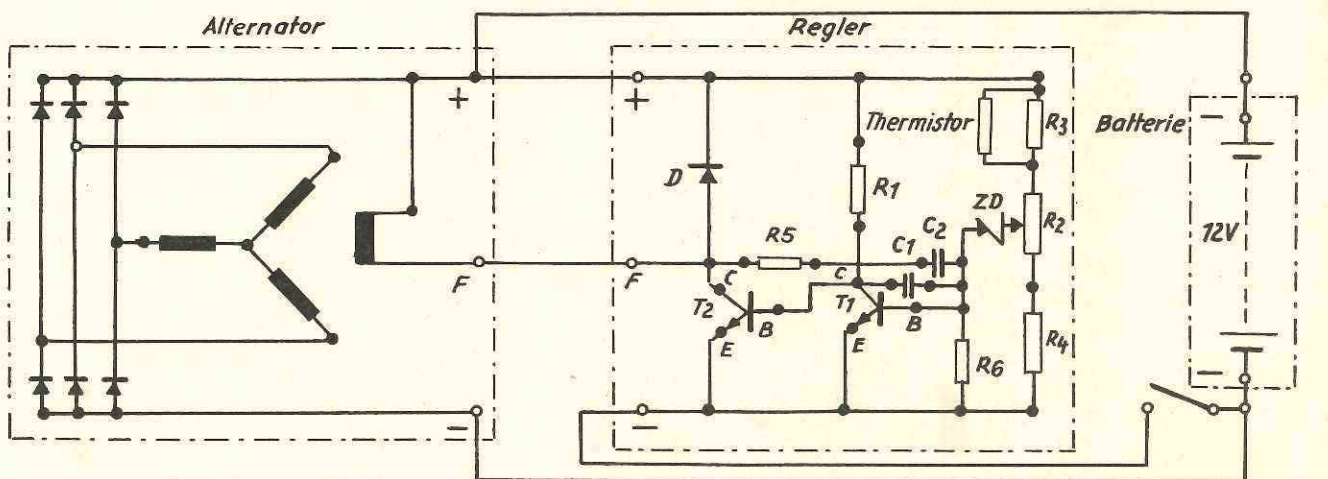


Bild 81 Funktionsgerechtes Schaltbild des Lucas-Volltransistor-Reglers 4TR für Alternatoren.

Hilfskontakt zum Zündschalter

Schließen des Erregertransistors wird der Kondensator C1 ebenso rasch entladen und dadurch auch der Erregerstrom korrekter eingeschaltet.

Der mit Thermistor bezeichnete Widerstand, der dem Widerstand R3 parallel geschaltet ist, ist ein Kaltleiter (PTC-Leiter), der seinen Widerstand bei höherer Temperatur erhöht. Durch den Thermistor wird die Eigenschaft der Zenerdiode bei höheren Temperaturen ihre Durchbruchspannung zu vermindern, ausgeglichen. Dadurch kann die Temperaturveränderung der Regelspannung in gewünschten Bahnen gelenkt werden.

Verstellbarkeit des Widerstandes R2 ermöglicht die Regelspannung durch eine Einstellschraube von der Reglerückseite aus einzustellen.

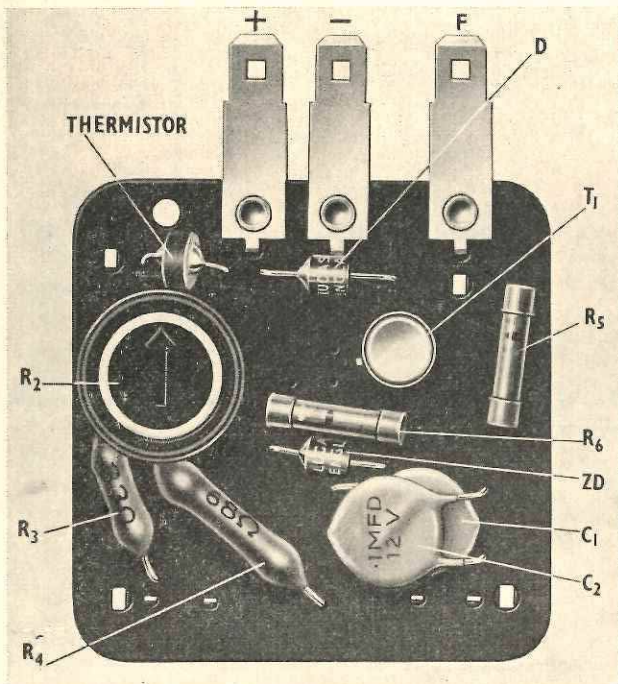


Bild 82 Die Bauteile im Innern eines Lucas TR4 Volltransistor-Reglers.

Die Sperrdiode (D) vermindert die Öffnungsinduktionsspannung auf das für die Transistoren unschädliche Maß und der Kondensator C1 dient der Rundfunkentstörung.

Wie aus der Funktionsbeschreibung des Lucas TR4-Transistorreglers erkennbar ist, sind bei derartigen Reglern viele Bauteile und Schaltungen erforderlich, um die vorgesehene Reglerfunktion voll zu beherrschen. Dies wiederum ergibt die Tatsache, daß sich Funktionsbeschreibungen und Prüfanweisungen für die einzelnen Reglertypen stark unterscheiden können.

Die Stromregelung

Bei einem großen Teil der Drehstrom-Generatoren ist die Spannungsregelung ausreichend, weil diese bei geregelter Spannung ihren Höchststrom selbsttätig begrenzen.

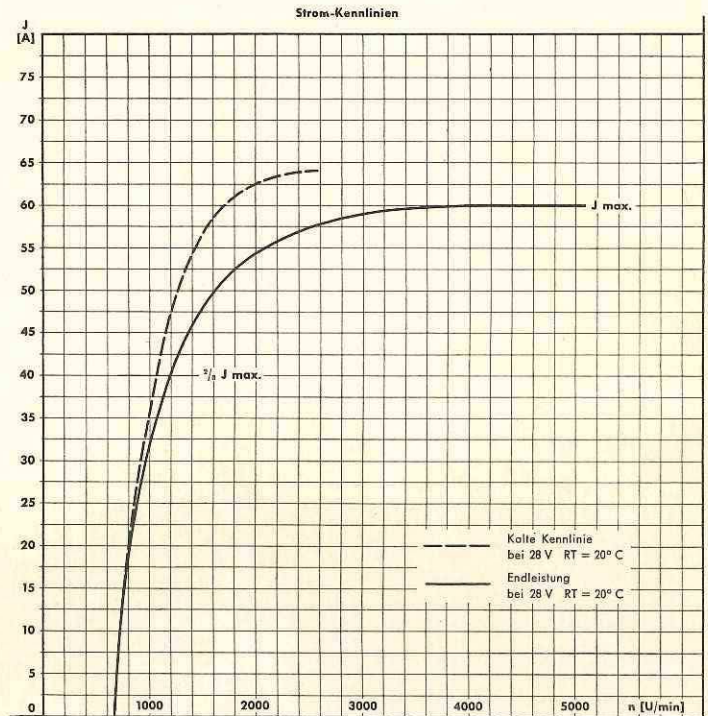


Bild 83 Die Stromerzeugung des Bosch-Drehstromgenerators T 1 28 V 60 A.

Bei allen anderen Generatoren ist aber die reine Spannungsregelung nicht ausreichend. Denn hierbei würde bei konstanter Generatorspannung der Erzeugerstrom um so höher, je mehr die Batterie belastet und entladen würde. Mit zunehmendem Strom würde die in der gleichen Wirkung erzeugte Wärme quadratisch ansteigen. Größerem Strome müßte durch größeren Drahtquerschnitt der Wicklungen und besserer Kühlung entsprochen werden. Diesem sind aber durch die Baugröße und den Preis der Generatoren Grenzen gesetzt. Darum muß der erzeugte Strom soweit begrenzt werden, damit die Generatoren nicht so heiß werden können, daß sie zerstört werden.

Knickkennlinien-Regler

Die wirksamste Art der Stromregelung zusätzlich zur Spannungsregelung ist es, wenn man einen besonderen Regler vorsieht, der vom Erzeugerstrom des Generators geregelt wird.

Regelung der Generatoren

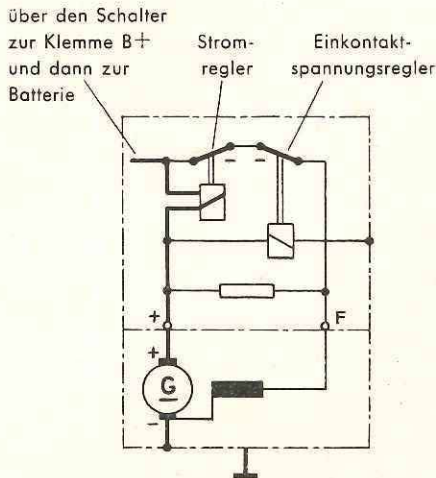


Bild 84 Prinzip-Schaltbild eines Knickkennlinien-Reglers.

Der Spannungsregler regelt dabei unabhängig vom Strom in der beschriebenen Weise. Denn der vom Generator zur Batterie und zu den Verbrauchern durch die Stromspule des Stromreglers fließende Strom erzeugt noch nicht genügend Magnetismus, um den Regleranker anzuziehen. Hat dieser Strom den Höchstwert erreicht, den er nicht überschreiten soll, so reicht die magnetische Kraft aus, um den Regleranker anzuziehen und die im Erregerstromkreis geschalteten Kontakte zu trennen. Die Folge ist, daß der Erregerstrom unterbrochen wird und der Erregermagnetismus abbaut. Darum sinkt die Generatorspannung unter die Regelspannung des Spannungsreglers. Durch die geringere Spannung des Generators vermindert sich der Ladestrom und damit die durch diesen am Stromregler bewirkte magnetische Kraft. Darum werden nun die Kontakte wieder geschlossen und der gleiche Regelvorgang wiederholt sich. Bei arbeitendem Stromregler wird die Generatorspannung unter den

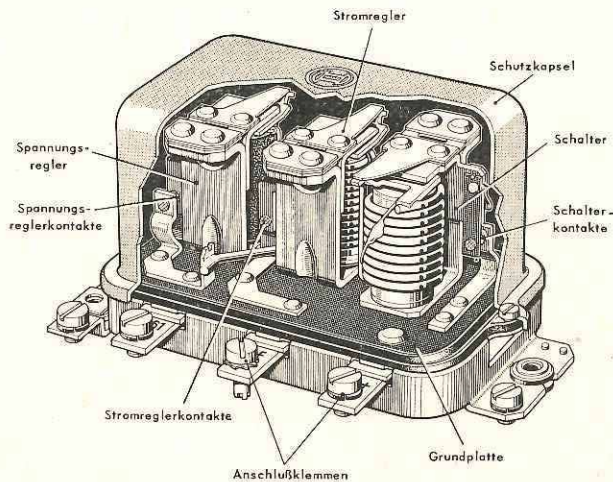


Bild 85 Bosch-Knickregler RS/UA.

Regelwert des Spannungsreglers herabgesetzt, so daß dieser nicht mehr regelt. Denn der Stromregler setzt nun seinerseits die Generatorspannung soweit herab, daß die Spannungsdifferenz zwischen Generator und Batterie bzw. Verbraucher immer unter dem Wert bleibt, der erforderlich wäre, um den eingestellten Höchststrom zu überschreiten. Darum kann auch dieser Höchstwert nicht überschritten werden, solange der Regler einwandfrei arbeitet, und der Generator wird dadurch vor unzulässiger Erwärmung geschützt.

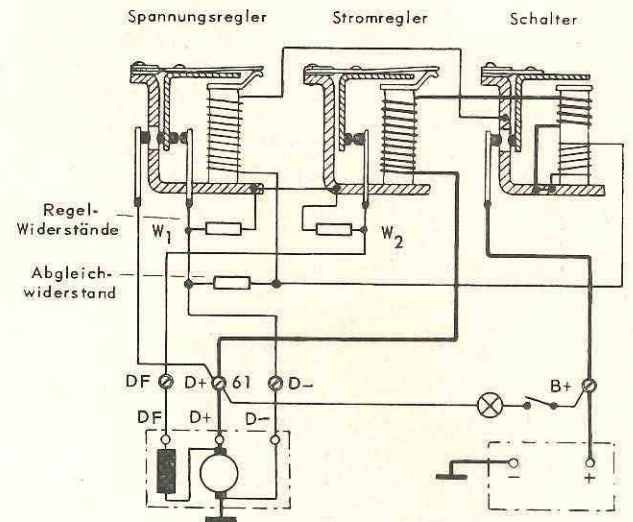


Bild 86 Aufbaugerechte Darstellung der Schaltung eines Bosch-UA-Reglerschalters.

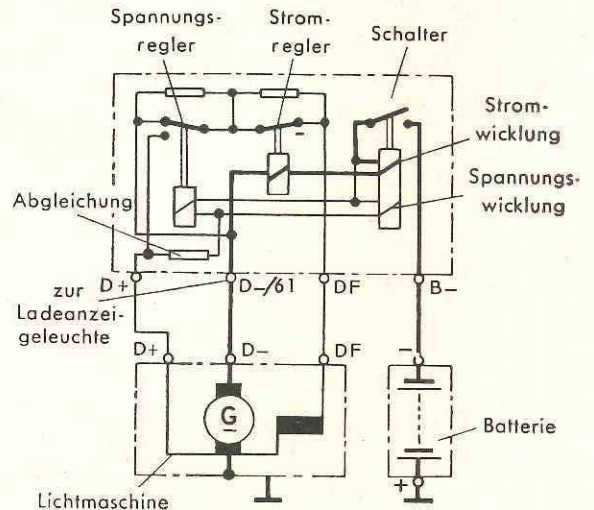


Bild 87 Schaltbild des Bosch RS/UA-Knickreglers.

Bei Regelung der Generatoren mit einem derartigen Regler regeln die Spannungsregler bis zum Höchststrom auf gleicher Spannung. Wird der Höchststrom überschritten, so regelt der Stromregler und die Spannung

fällt mit zunehmendem Strom steil ab. Wenn man dieses stromabhängige Spannungsverhalten in einer Kennlinie aufzeichnet, so hat diese einen ausgeprägten Knick. Darum nennt man die Spannungsregelung dieser Art auch «Spannungsregelung mit geknickter Kennlinie» oder auch kurz «Knickregelung».

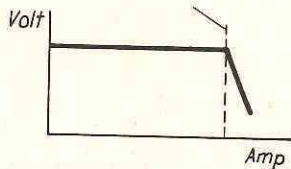


Bild 88 Kennlinie eines Knickreglers (Bosch-Bild)

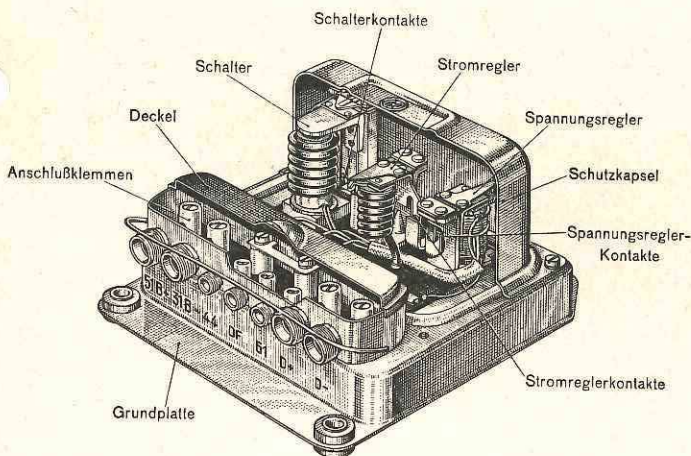


Bild 89 Bosch WA-Regler für Generatoren von großer Leistung.

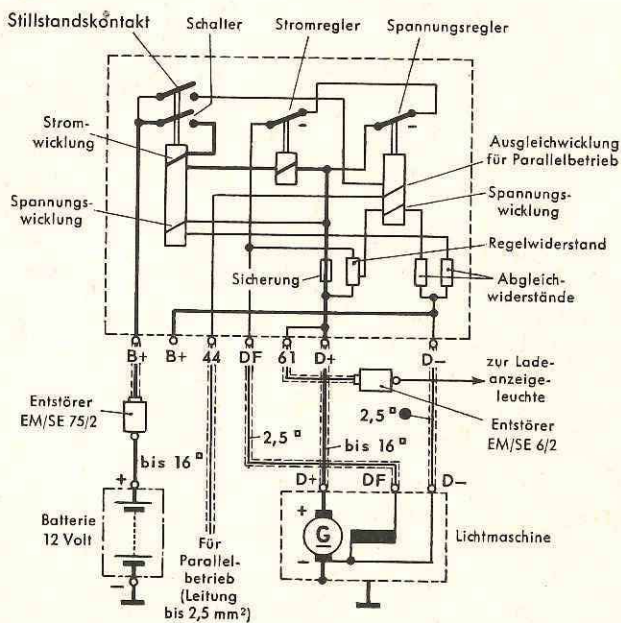


Bild 90 Schaltbild eines Generators mit Bosch-WA-Reglerschalter.

Der Vorteil dieser Knickregelung ist nicht nur, daß der Generator sicher vor Überlastung geschützt ist, sondern die Tatsache, daß die Spannung bis zum Höchststrom konstant bleibt, bewirkt auch, daß bei zunehmender Belastung oder Entladung der Batterie, vom Generator zunehmend Strom erzeugt wird. Darum ist es auch die Regelung, die die Generatorleistung am besten ausnutzt, ohne den Generator zu überlasten.

Transistorregler als Knickregler

Anstelle von Kontaktreglern kann man auch Spannung und Strom in Art der Knickregler, mit Transistorreglern regeln. Dies ist besonders bei Drehstrom-Generatoren größerer Leistung zweckmäßig, deren Erregerstrom meist doppelt so hoch ist wie der der ihnen entsprechenden Kollektormaschinen. Hierzu als Funktionsbeispiel Aufbau und Arbeitsweise des Bosch-Volltransistorreglers EA.

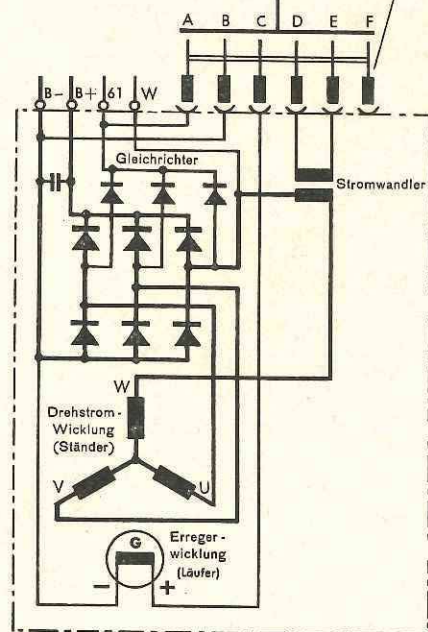
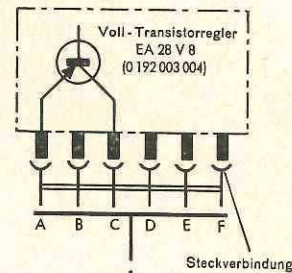


Bild 91 Schaltung des Bosch-Drehstromgenerators T 2 mit Transistor-Regler EA.

Stromregelung

Die stromabhängige Regelung wird wirksam, wenn ein vorgesehener Höchstwert des Belastungsstromes überschritten wird. In eine Phase des Drehstrom-Generators ist ein Stromwandler geschaltet, der sekundärseitig mit dem Potentiometer P1 und dem Widerstand R2 in Reihe geschaltet ist. Die über diese Reihenschaltung liegende Spannung steigt mit dem Belastungsstrom an. Beim Überschreiten des vorgegebenen Höchstwertes des Belastungsstromes werden die Zenerdioden D1 und damit der Steuertransistor T4 stromleitend. Dadurch erhält die Basis des Verbundtransistors T1/T2 durch den Kondensator C1, der auf den Spannungsabfall der Diode D2 und des Widerstandes R7 aufgeladen ist, eine positive Sperrspannung. Der Verbundtransistor T1/T2 wird nichtleitend und unterbricht den Erregerstrom. Der Vorgang wiederholt sich wie bei der Spannungsregelung. Durch den vorgespannten stromabhängigen Regelvorgang gibt es eine ausgesprochene Knickkennlinie.

Schutz bei Feldmasseschluß

Der Überstromschutz für den Erregerstromkreis schützt den Haupttransistor T1 vor Zerstörung bei Feldmasseschlüssen (z. B. in der Leitung). Wird ein bestimmter Erregerstrom überschritten, so erhält der Transistor T3 von dem Widerstand R1 über den Widerstand R5 Steuer-spannung. Durch die Wirkung der RC-Rückkopplung C3/R6 wird der Erregerstrom vom Haupttransistor T1 und Transistor T3 im Ein-Aus-Verfahren unterbrochen.

Regler mit geneigter Kennlinie

Die Wirkung der Knickregler erfordert ein besonderes Stromregler-Element, das naturgemäß einen höheren

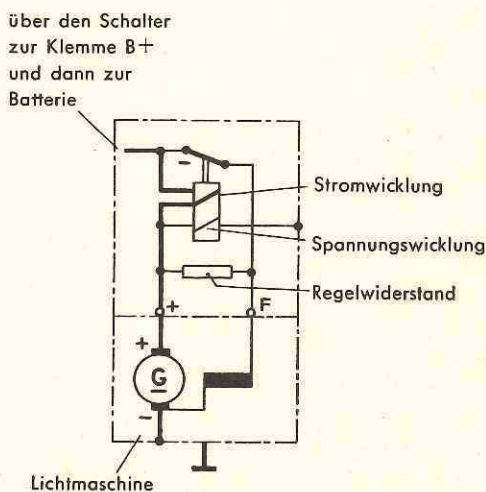


Bild 93 Prinzip-Schaltbild eines an Plus der Erregerwicklung regelnden Einkontaktreglers (mit geneigter Kennlinie regelnd).

Preis erfordert als ein reiner Spannungsregler. Um ein besonderes Stromregler-Element zu ersparen, ist bei preisgünstigeren Reglern auf dem Spulenkern des Spannungsreglers eine weitere Stromspule angeordnet.

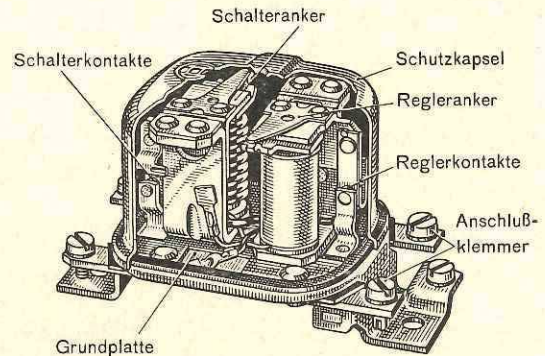


Bild 94 Der Bosch-TB-Regler ist ein Zweielementregler zur Regelung mit geneigter Kennlinie.

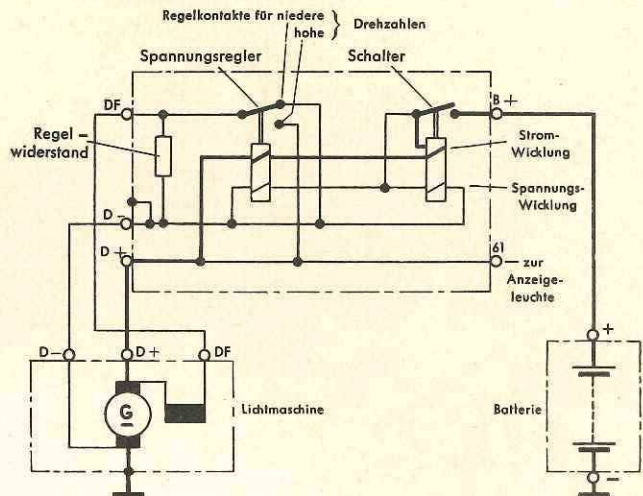


Bild 95 Schaltbild eines Bosch-TB-Reglers für geneigte Kennlinie.

Diese Stromspule wird vom Ladestrom dem Strom in der Spannungsspule richtungsgleich durchflossen. Dadurch wird ein Stromspulenstrom, ein Magnetfeld, erzeugt, das den Spannungsspulenmagnetismus verstärkt. Dies bewirkt, daß nun eine geringere Generatorspannung erforderlich ist, um die Spannungsregelung einzuleiten. Weil der Stromspulenmagnetismus bei zunehmendem Ladestrom größer wird, vermindert sich die Regelspannung in gleicher Weise wie der Ladestrom größer wird. Darum wird die Art der Regelung oft auch «nachgiebige Spannungsregelung» genannt. Meist werden diese Regler aber als «Spannungsregler mit geneigter Kennlinie» bezeichnet. Denn wenn man das stromabhängige Spannungsverhalten dieser Regler als Kennlinie darstellt, so ist dies eine geneigte gerade Linie.

Regelung der Generatoren

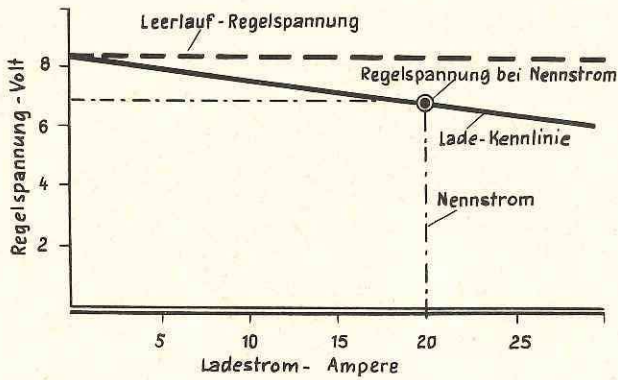


Bild 96 Spannungsverhalten eines spannungsregulierenden Generators 6 V, 120 W, mit geneigter Lade-Kennlinie.

Die Wirkung dieser Regler ist darauf begründet, daß bei zu hohem Strome die Regelspannung so stark herabgesetzt wird, damit das Spannungsgefälle zur Batterie so gering wird, daß diese nicht mehr so gut geladen wird, daß der Anlasser arbeitet.

Damit der Schutz wirksam wird, dürfen keine Batterien von zu großer Kapazität verwendet werden. Weil diese tiefer entladen noch zum Anlassen des Motors ausreichen würden und dadurch ein zu hoher Strom auf längere Zeit fließen könnte. Aus diesem Grunde darf auch zur eingebauten Batterie keine zweite parallel geschaltet werden. Die Hersteller von Regler und Generatoren geben jeweils an, welche Batteriekapazität höchstzulässig ist.

Die Leistung des Reglers wird dadurch bemessen, daß man mehr oder weniger Stromspulenwindungen auf dem Spulenkern des Spannungsreglers anordnet. Bei größerer Windungszahl der Stromspule wird die Spannungs-

spule bei gleichem Strom mehr unterstützt und dadurch die Regelspannung stärker herabgesetzt. Somit ist bei Reglern für geringere Leistung der Kennlinie stärker geneigt.

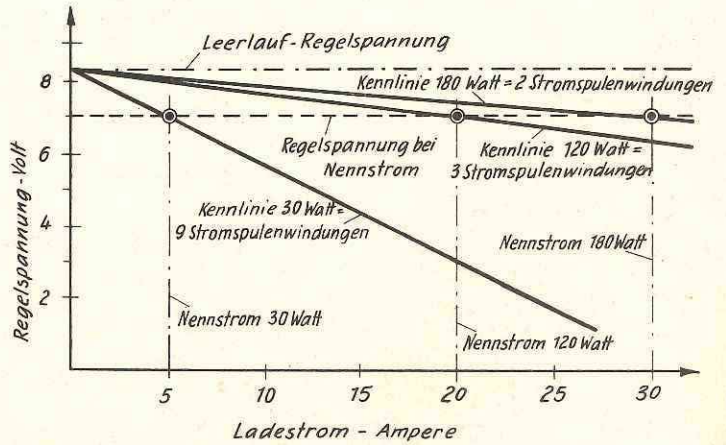


Bild 98

Nachteilig ist bei mit geneigter Kennlinie regelndem Regler nicht nur die Tatsache, daß der Generator bei besonderen Voraussetzungen überlastet werden kann. Schwerer wiegt die Eigenschaft, daß die Regelspannung schon herabgesetzt wird, bevor der Generator durch zu hohen Strom gefährdet wird. Die Folge ist, daß die Ladeleistung des Generators nicht voll ausgenutzt wird, und es dadurch längere Zeit dauert, bis die entladene Batterie wieder geladen ist.

Ebenso wird die Regelspannung bei Nachtfahrt und eingeschalteten Verbrauchern bereits vor zu hohem Strom herabgesetzt und damit Netz- und Ladespannung ver-

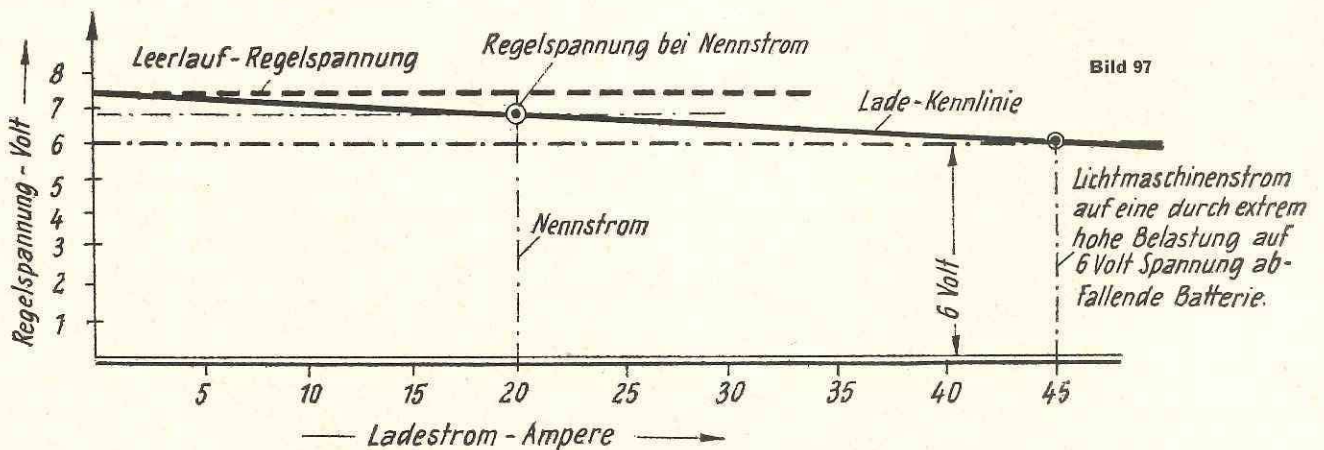


Bild 97

Verhalten einer spannungsregulierenden Lichtmaschine 6 Volt, 120 Watt mit geneigter Lade-Kennlinie, beim Anschluss an eine durch grossen Stromverbrauch entladene Batterie.

mindert, weil der von den eingeschalteten Verbrauchern verbrauchte Strom vom Generator erzeugt und die Spannungsspule des Reglers durchfließen muß.

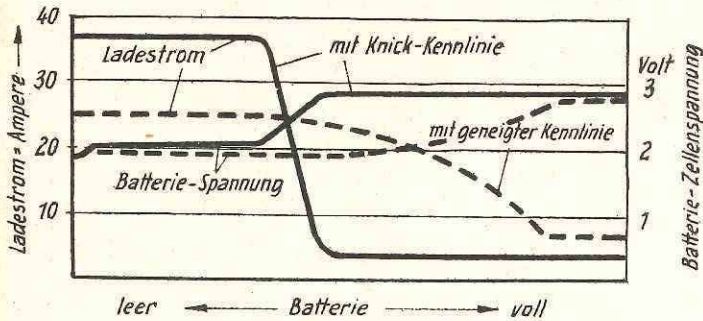


Bild 99 Das Ladeverhalten der spannungsregelnden Generatoren

Bosch Variodenregler

Um mit einfacheren Mitteln eine dem Knickregler ähnliche Reglercharakteristik zu erreichen, wird von der Firma Bosch die Eigenart der Halbleiterdioden genutzt, auch in Durchgangsrichtung erst nach Überschreiten einer bestimmten Spannung leitend zu werden.

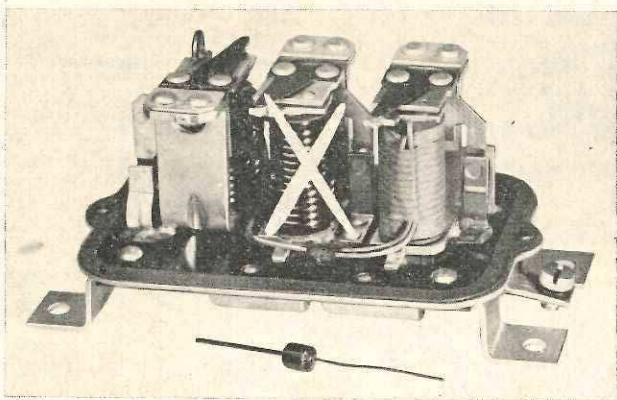


Bild 100 Durch die Variode (unten) soll das besondere Stromregler-System der Knickregler ersetzt werden.

Für Halbleiterelemente dieser Art, die zur Regelung der Generatoren verwendet werden, wurde der Fa. Bosch der Name «Variode» als Warenzeichen registriert und geschützt.

Der Varioden-Regler ist ein Einfeld-Zweielement-Zweikontaktregler, der nach einer besonderen Kennlinie regelt und die Ähnlichkeit mit der Knickkennlinie hat.

Spannungsregler und Selbstschalter haben je ein getrenntes Magnetsystem, ähnlich dem des T-Reglers. Die Besonderheiten beim Varioden-Regler sind, daß auf dem Magnetkern des Spannungsreglers anstelle der Stromwicklung eine Steuerwicklung angebracht ist, und daß

Varioden - Kennlinie

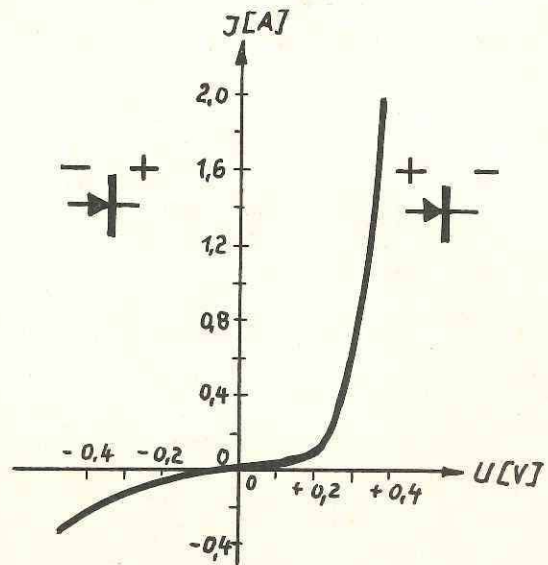


Bild 101 Varioden-Kennlinie.

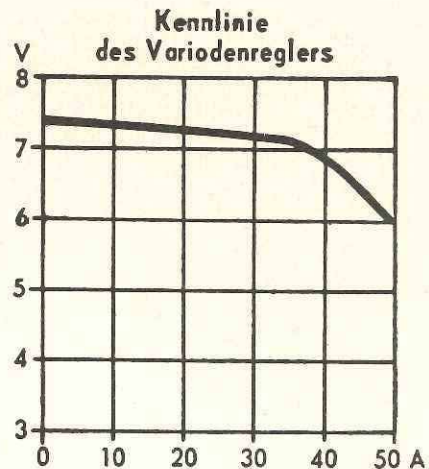


Bild 102

diese an einem Ende mit der sogenannten Variode, am anderen Ende mit dem Schalterkontakt verbunden ist. Die Variode ist ein von Bosch entwickeltes und hergestelltes Halbleiter-Bauelement mit einem sogenannten pn-Übergang (p = positiv, n = negativ) und mit spannungsabhängigem Widerstand. Sie hat die Eigenschaft, daß sie beim Anlegen einer geringeren Spannung in Durchlaßrichtung nur einen sehr geringen Strom durchläßt; erst bei einer gewissen Spannung steigt der Strom sehr stark an. Diese Eigenschaft der Variode wird zur Erzielung einer annähernden Knickkennlinie des Variodenreglers genutzt. Die Variode liegt wie der Regelwiderstand geschützt an der Unterseite des Reglers.

Regelung der Generatoren

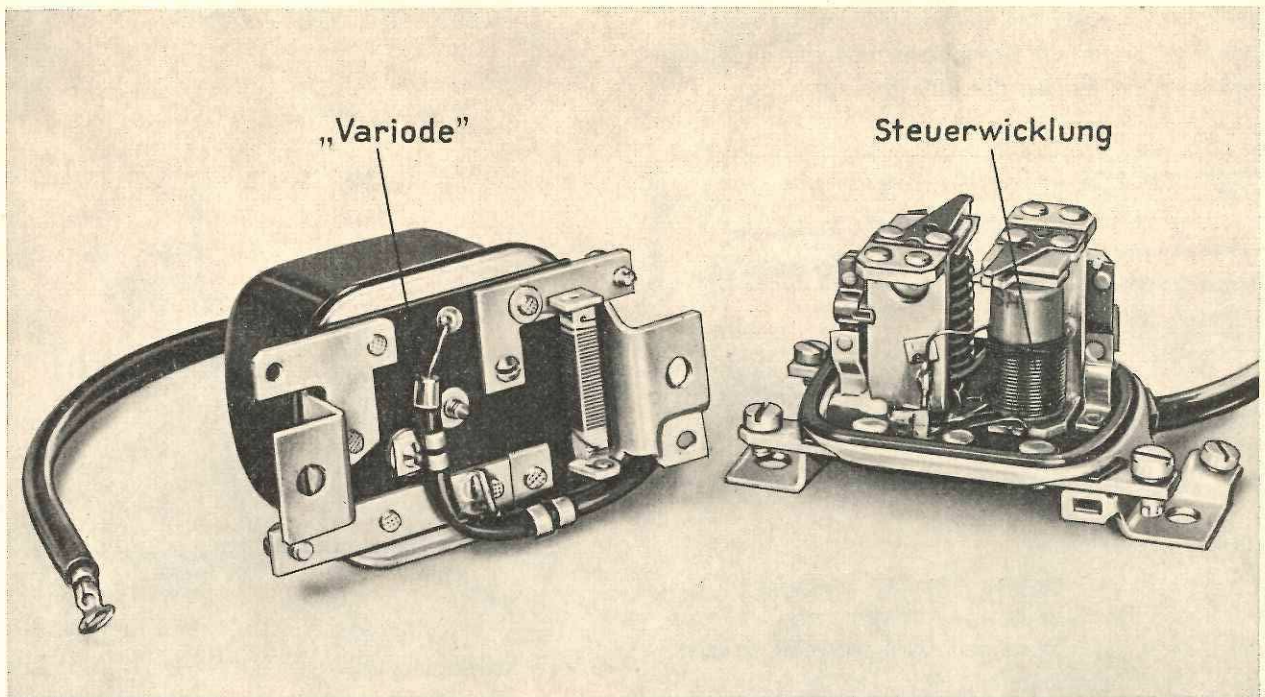


Bild 103 Ansicht eines Bosch-Variodenreglers.

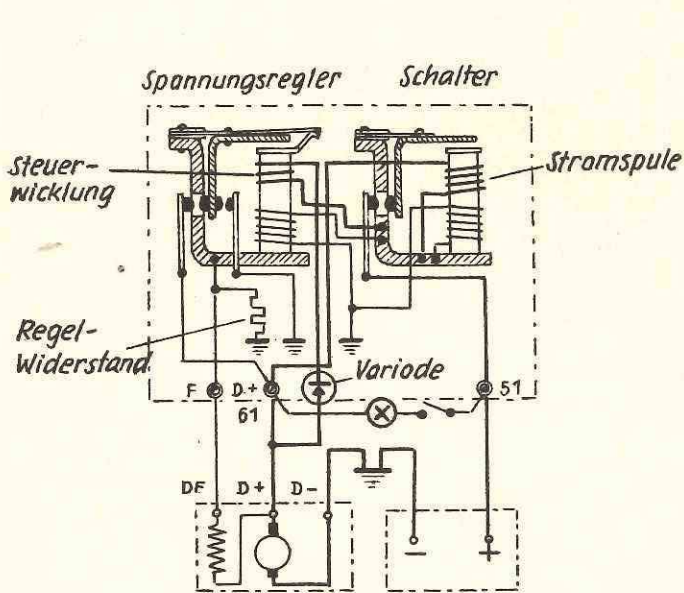


Bild 104 Aufbaugerechte Schaltung des Bosch-Variodenreglers.

Parallel zur Hauptstromleitung liegt (von D+ über die Schalterstromwicklung zum Schalterkontakt) eine schwächere Leitung, die über die Variode zur Steuerwicklung am Reglerelement führt und den infolge des Widerstands in der Hauptstromleitung auftretenden Spannungsabfall abgreift. Der Widerstand der Hauptleitung ist für die Funktion des Variodenreglers wichtig. Sie ist auf die Variode abgestimmt.

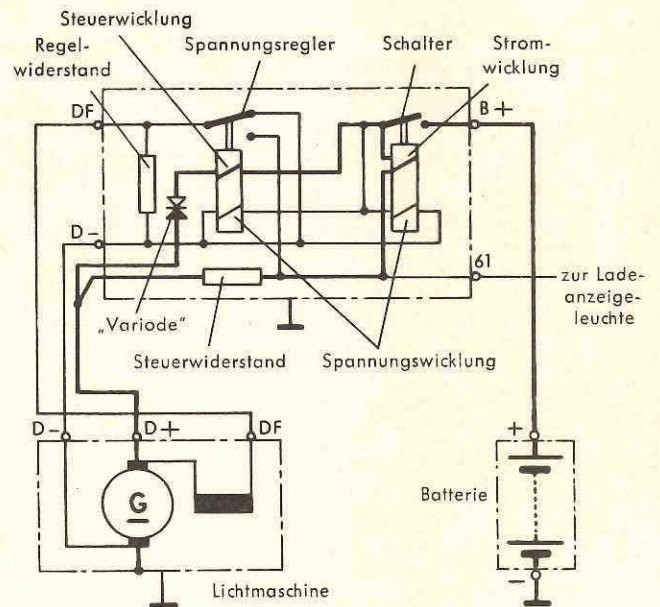


Bild 105 Schaltbild eines Bosch-Variodenreglers.

Bei geringer Generator-Belastung, also geringerem Strom, ist der Spannungsabfall in der Leitung von Generator zur Batterie klein. Dementsprechend läßt die Variode nur einen sehr geringen Strom durch (leicht geneigter Abschnitt der Kennlinie); erst ab einem gewissen Spannungsabfall (der einer bestimmten Generator-Belastung entspricht) steigt der Strom in der Steuerwicklung sehr stark an. Der Widerstand in der Haupt-

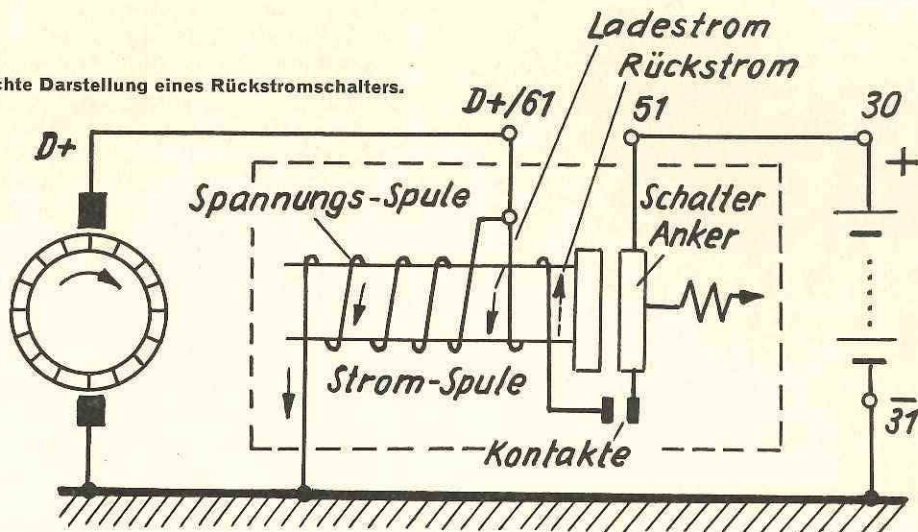
stromleitung ist so bemessen, daß beim zulässigen Höchststrom die Variode voll öffnet. Deshalb darf diese Hauptstromleitung nicht verändert oder gegen eine andere ausgetauscht werden. Die dabei entstehende magnetische Kraft in der Steuerwicklung bewirkt eine rasche Herabsetzung der Generatorspannung, wodurch die Maschine, ähnlich wie durch Knickregler, vor Überlastung geschützt wird.

Rückstromschalter

Rückstromschalter – auch Selbstschalter genannt – sollen die Verbindung zwischen Generator und Batterie herstellen, wenn die Generatorspannung genügend groß geworden ist, um einen Ladestrom zu erzeugen. Sie sollen diese Verbindung wieder trennen, wenn die Generatorspannung unter die Batteriespannung absinkt. Denn dann würde Strom von der Batterie zum Generator flie-

spannung, bei der die Generatorspannung über der Batteriespannung liegt, erreicht ist. Damit ist der Generator mit der Batterie und dem Netz verbunden. Der nunmehr durch die Stromspule fließende Strom sorgt zusätzlich dafür, daß die Schalterkontakte fest geschlossen bleiben. Die Schalterstromspule bewirkt das Öffnen der Kontakte, wenn bei sinkender Drehzahl die Generatorspannung niedriger als die Batteriespannung wird. Der in diesem Falle auftretende Rückstrom von der Batterie zum Generator fließt in entgegengesetzter Richtung um den Spulenkern wie der Strom in der Spannungsspule. Er schwächt das Magnetfeld der Spannungsspule des Schalters, so daß der Anker losgelassen wird und die Schalterkontakte öffnen. Wegen dieser Wirkung wird der Selbstschalter auch als Rückstromschalter bezeichnet. Die Rückstromschalter sind meist mit den Spannungsreglern als «Reglerschalter» zu einem Gerät zusammengebaut.

Bild 106 Aufbaugerechte Darstellung eines Rückstromschalters.



ßen. Dadurch würde die Batterie entladen und bei abgestelltem Motor der Generator durch zu hohen Rückstrom zerstört werden.

Wie beim elektrischen System eines Spannungsreglers für geneigte Kennlinie, ist auf dem Spulenkern des Rückstromschalters sowohl eine Spannungsspule als auch eine Stromspule aufgewickelt. Im Gegensatz zum genannten Spannungsreglersystem werden aber bei vom Spulenkern weggezogenen Schalteranker die zwischen Generator-Plus und Batterie-Plus geschalteten Kontakte getrennt. Die zwischen Plus und Minus des Generators geschaltete Spannungsspule bewirkt das Schließen der Kontakte, wenn die Einschalt Drehzahl bzw. die Einschalt-

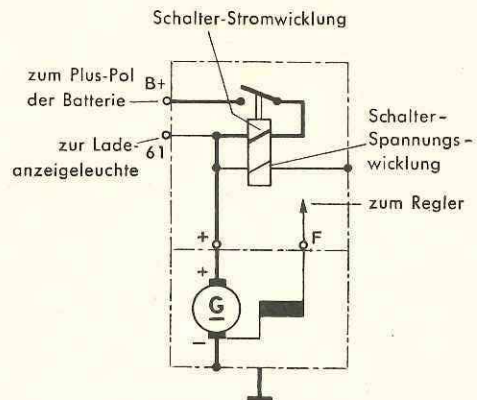


Bild 107 Schaltbild eines Rückstromschalters

Regelung der Generatoren

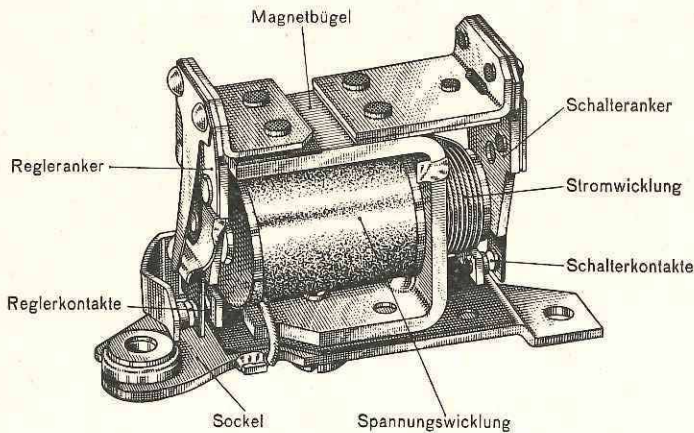


Bild 108 Beim Bosch-Z-Reglerschalter haben Regler und Rückstromschalter das gleiche Spulensystem. Dadurch ist größtmögliche Preisgünstigkeit bei geringstmöglichem Gewicht erreichbar.

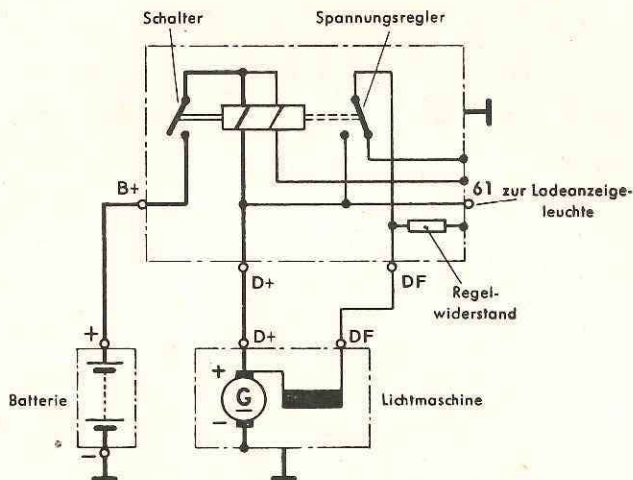


Bild 109 Schaltbild des Bosch-Reglerschalters Type Z.

Rückstromschalter haben den Nachteil, daß Rückstrom bis zu 12 Ampère erforderlich ist, bevor die Schalterkontakte öffnen. Somit kann bei ungünstigen Standleerlauf-Drehzahlen die Batterie über den Generator entladen werden. Noch ungünstiger erweist sich ein unrunder Lauf des Motors bei diesen Drehzahlen. Denn dabei können die Kontakte im Intervall der Drehzahlveränderungen dauernd geöffnet und geschlossen werden. Der beim Öffnen der Kontakte induzierte Funken kann das Kontaktmaterial erwärmen, und die beiden Kontakte verschweißen. Diese Gefahr besteht insbesondere bei Dieselmotoren nach längerer Laufzeit. Darum ist bei hierfür entwickelten Reglern eine Schmelzsicherung zwischen Plus-Generator und Plus-Batterie vorgesehen, die dann beim Abstellen des Motors abschmilzt und den Generator vor zu hohem Rückstrom schützt.

Schaltdioden

Anstelle der Rückstromschalter kann man auch entsprechend entwickelte und gekühlte Halbleiterdioden verwenden, die den Rückstrom mit Sicherheit verhindern.

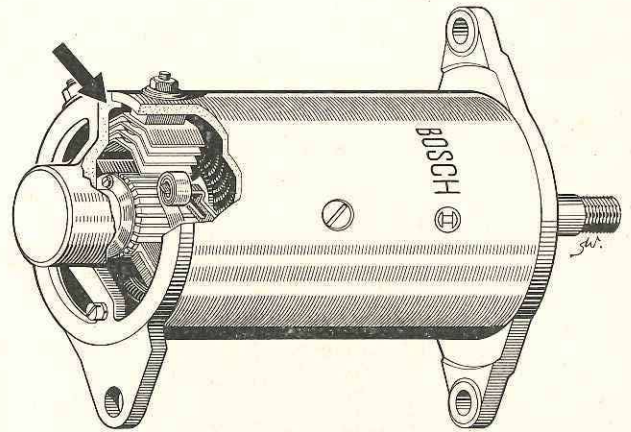


Bild 110 Bosch-Schaltdiode in Lichtmaschine

Der in Generatoranlagen übliche elektromagnetische Rückstromschalter kann durch eine Halbleiter-Leistungsdiode ersetzt werden. Die Schaltdiode (Pfeil) ist so angeordnet, daß sie bei Ladebetrieb in Durchgangsrichtung beansprucht wird. Sie setzt dem Ladestrom also keinen Widerstand entgegen, sie sperrt jedoch grundsätzlich den Rückstrom der Batterie zur Lichtmaschine.

In vielen Fällen ist der Einbau dieser Schaltdiode in die Lichtmaschine vorteilhaft, denn hier wird der Kühlluftstrom der Lichtmaschine zur Kühlung der Diode ausgenutzt.

Aus dem gleichen Grunde sind bei Drehstrom-Generatoren keine Rückstromschalter erforderlich. Denn deren Siliziumgleichrichter sind für den Rückstrom sperrend.

Dritter Teil

Ladekontroll-Einrichtungen

Wenn der Generator versagt, so ist der Betrieb der Motorfahrzeuge nur noch so langemöglich, wie die Ladereserve der Batterie ausreicht. Diese kann aber insbesondere bei nächtlicher Fahrt in ein bis zwei Stunden erschöpft sein. Um die Gefahr des Liegenbleibens auf der Straße zu vermindern, ist darum in Fahrzeugen eine Kontrolleinrichtung für die Generatoren vorgesehen. Dies sind meist Kontrolleuchten im Blickfeld des Fahrzeugsführers. Aber in der letzten Zeit gewinnen auch Voltmeter an Bedeutung, während Ampèremeter nur noch selten vorkommen.

Ladekontrolllampen

Ladekontrolllampen können direkt vom Generator, aber auch durch besondere Steuerorgane gesteuert werden. Die erstgenannte Art ist bei den meisten deutschen, und die zweitgenannte meist bei USA-Motorwagen üblich.

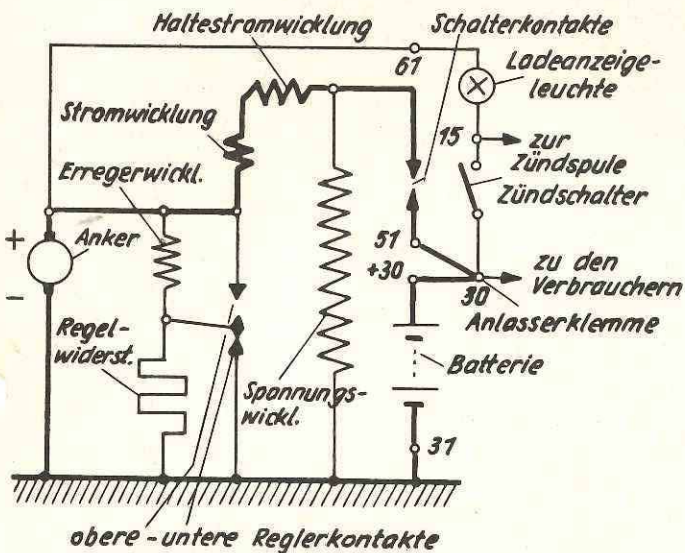


Bild 111 Schaltung einer Lichtmaschine mit Spannungsregler und Rückstromschalter mit Ladeanzeigeleuchte.

Direkt gesteuerte Ladekontrollleuchten sind zwischen den Zündschalter (Klemme 15) und Plus des Generators (Klemme 61) geschaltet. Bei eingeschalteter Zündung und stehendem Motor sind die Wicklungen des Generators für die Kontrolleuchte die Verbindung mit der Masse. Damit ist der Stromkreis geschlossen und die Ladekontrollleuchte glüht auf. Wenn der Motor in Betrieb genommen wird, so erzeugt der Generator Spannung,

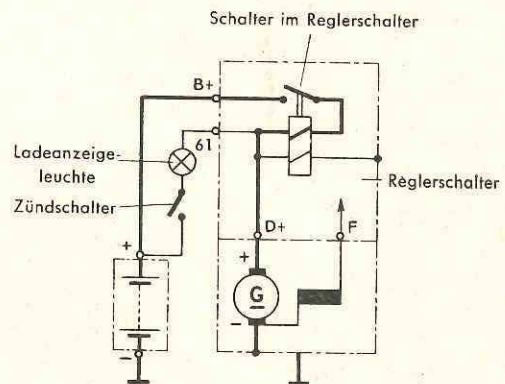


Bild 112 Bosch-Schaltbild eines Rückstromschalters mit Zündschalter und Ladeanzeigeleuchte.

die anfangs mit der Drehzahl zunimmt. Nun herrscht an den Klemmen der Ladekontrollleuchte nur noch die Spannungsdifferenz zwischen Plus des Generators und Plus der Batterie. Wenn diese Differenz auf etwa 10% der Nennspannung abgefallen ist, so verlöscht die Glühlampe. Darum kann die Ladeanzeigeleuchte verlöscht sein, bevor der Rückstromschalter schließt. Ebenso ist die Ladeanzeigelampe aus, wenn der Rückstromschalter geschlossen, und kein Ladestrom oder sogar ein Rückstrom fließt. Bei verlöschter Ladeanzeigeleuchte kann somit ein Ladestrom fließen, braucht es aber nicht unbedingt. Die Ladeanzeige zeigt aber mit Sicherheit an, daß sich der Generator erregt hat und Spannung erzeugt. Die Ladekontrollleuchte ist eine einfache, ausreichende und optisch auffällige Anzeige für das völlige Versagen des Generators. Aber etwas über die Höhe des Ladestromes aussagen kann und soll sie nicht.

Die beschriebene Schaltung hat den Vorteil, auch schlechten Kontakt zwischen Plus-Generator und Plus-Batterie anzuzeigen. Denn bei höherem Übergangswiderstand als normal ist auch der Spannungsabfall in dieser Leitung größer. Dieser Spannungsabfall ergibt eine Spannungsdifferenz zwischen Plus-Generator und Plus-Batterie. Die Folge ist, daß beim Erhöhen der Drehzahl anfangs die Ladekontrolle verlöscht und bei höherer Drehzahl wieder geringfügig aufglüht. Dies Aufglühen wird beim Einschalten größerer Verbraucher heller, weil nun vom Generator mehr Strom erzeugt wird, der seinerseits in der Ladeleitung auch mehr Spannungsabfall verursacht.

Bei Bosch-Drehstrom-Generatoren, die besondere Erregerdioden haben, ist die Ladekontrollleuchte mit Plus dieser Dioden und damit mit Plus der Erregerwicklungen verbunden. Dadurch leuchtet die Ladekontrollleuchte auch dann auf, wenn Fehler in Dioden oder Erzeuger-

Ladekontrollrichtungen

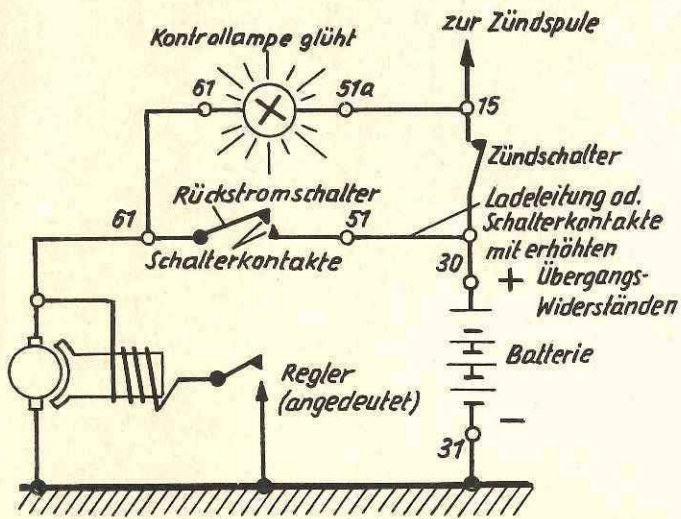


Bild 113 Die Schaltung der Ladekontrolllampe so dargestellt, daß das Aufglühen der Ladekontrolllampe erklärlich ist.

wicklungen vorliegen, obwohl der Generator arbeitet. Denn dann herrscht zwischen B+ am Generator und Batterie und D+/61 am Generator eine Spannungsdifferenz, die je nach Fehler bei anderen Drehzahlen auftritt, bzw. geringer oder größer wird.

Leichtes Glimmen über den gesamten Drehzahlbereich kann durch Unterbrechung einer Minusdiode verursacht sein.

Etwas stärkeres Glühen über den gesamten Drehzahlbereich kann durch Unterbrechung einer Plusdiode verursacht sein.

Noch helleres Glimmen bei allen Drehzahlen weist auf Unterbrechung einer Erregerdiode oder Kurzschluß einer Minusdiode hin.

Indirekt gesteuerte Ladekontrolllampen werden durch ein Relais geschaltet. Bei Drehstrom-Generatoren ist dies Relais meist zwischen den Sammelschluß aller Erzeugerwicklungen und die Masse oder den Zündschalter geschaltet.

Wenn zwischen Verzweigungspunkt und Masse die Spannung genügend hoch ist, so schaltet das Relais die Ladeanzeigeleuchte ein. Während bei USA-Generatoren das Relais meist durch Magnetismus gesteuert wird, verwendet die Fa. FIAT für diesen Zweck Hitzdraht-Schalter die in ähnlicher Weise wirksam werden.

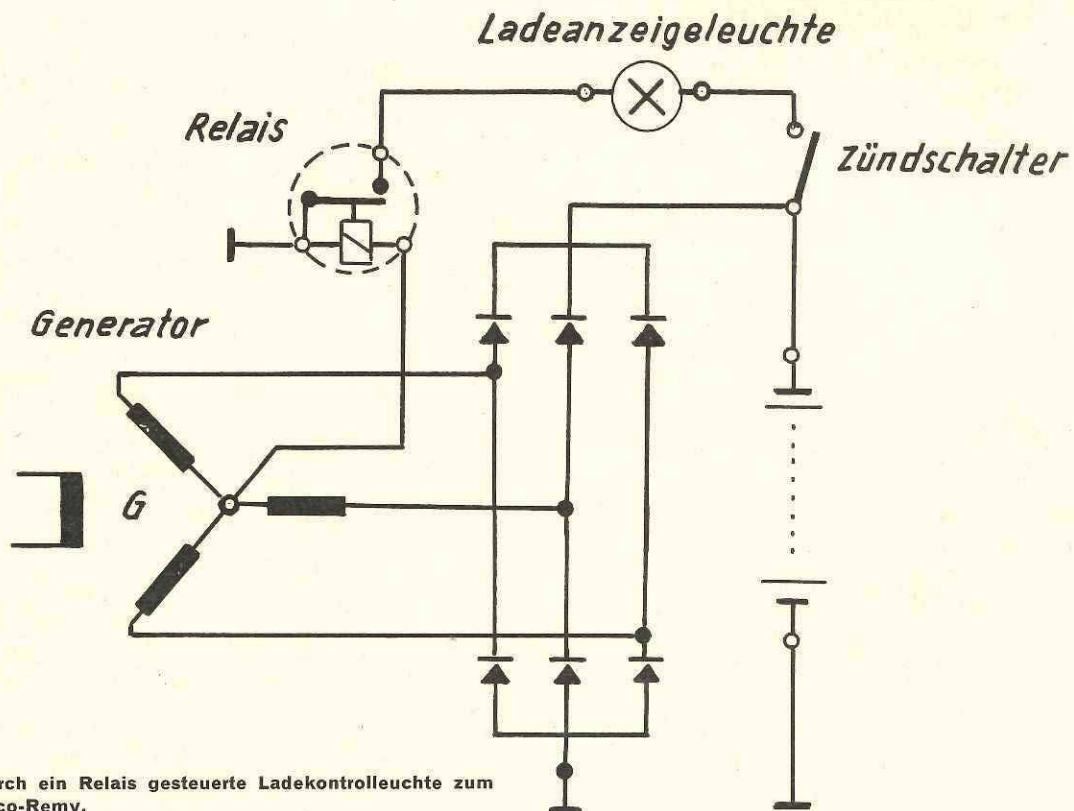


Bild 114 Durch ein Relais gesteuerte Ladekontrollleuchte zum Beispiel Delco-Remy.

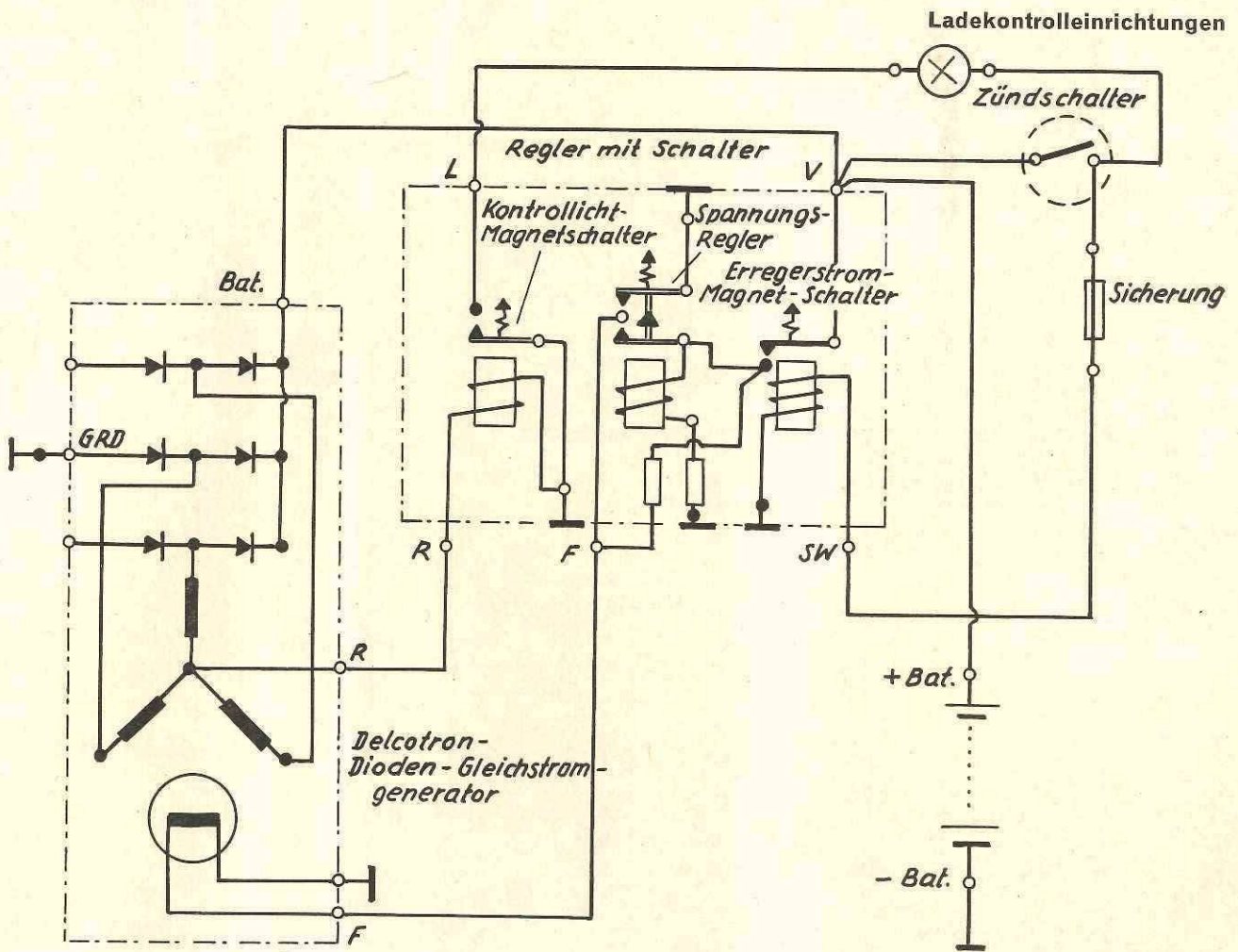


Bild 115 Schaltung einer Delcotron-Alternatoranlage mit Ladekontrolllampen-Magnetschalter, Erregerstrom-Magnetschalter und Zweikontakt-Spannungsregler.

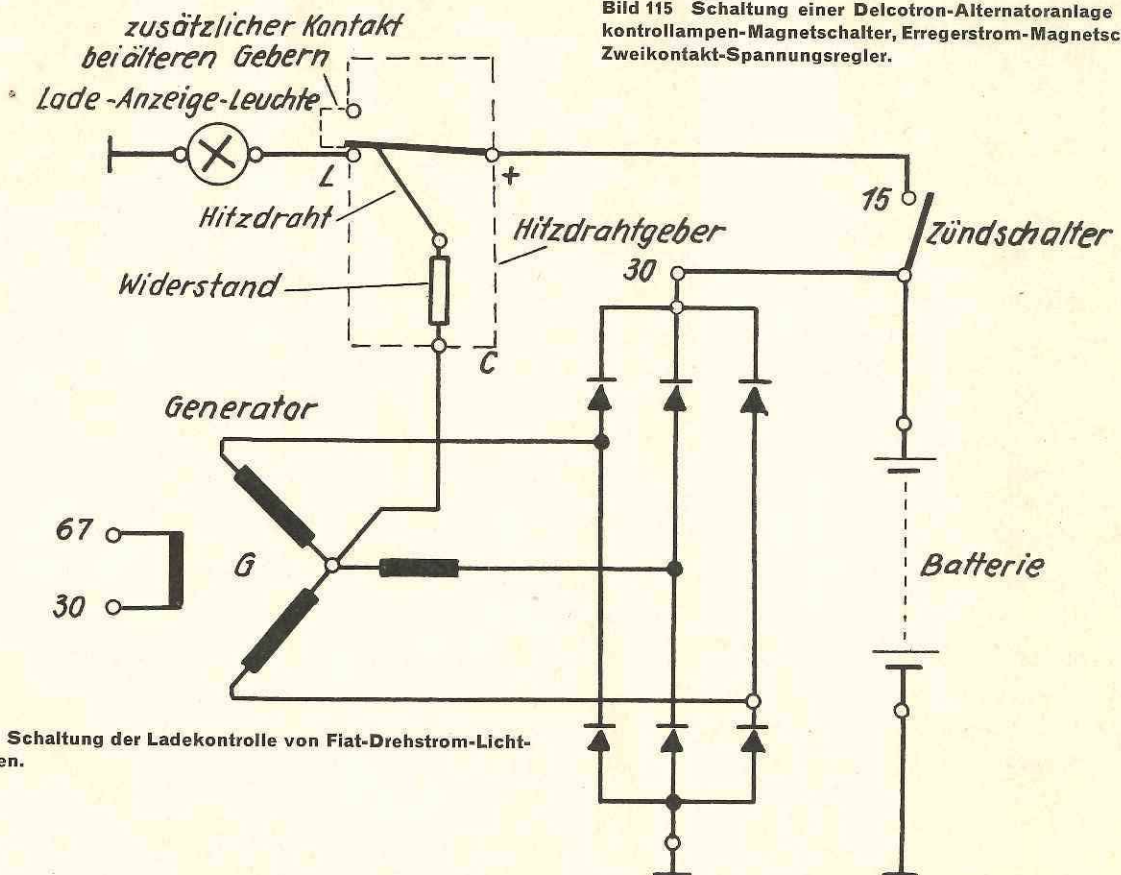


Bild 116 Schaltung der Ladekontrolle von Fiat-Drehstrom-Lichtmaschinen.

Ladekontrolleinrichtungen

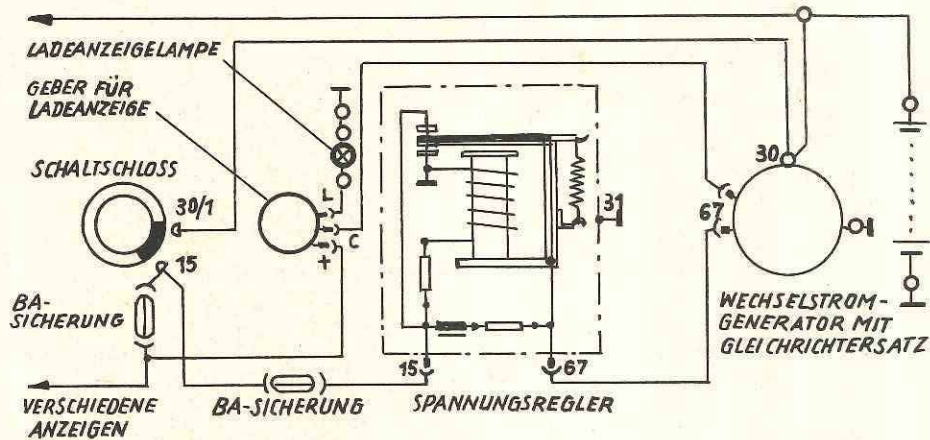
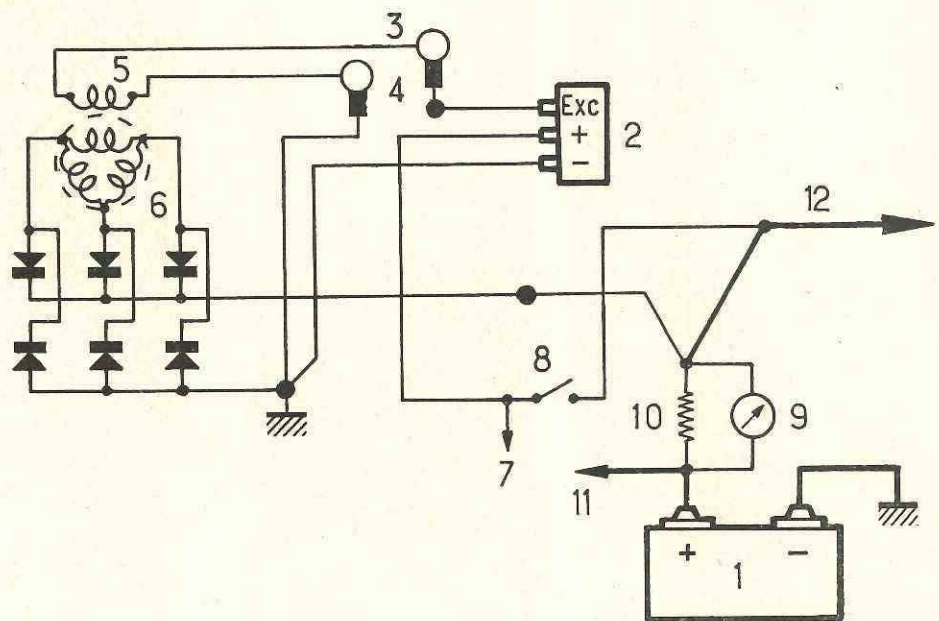


Bild 117 Schaltbild einer Fiat-Drehstromgeneratoranlage mit Ladeanzeigelampe die durch einen besonderen Hitzdrahtgeber gesteuert wird.

Bild 118 Schaltbild einer SEV-Motorola-Generatoranlage für Vergaser-Motoren mit Ladeampèremeter.

- 1 Batterie
- 2 Elektronischer Regler
- 3 Schleifringe
- 4 Kohlebürsten
- 5 Rotorwicklung
- 6 Statorwicklung
- 7 Leitung zur Zündspule
- 8 Zündkontakt
- 9 Strommesser (Ampèremeter)
- 10 Parallelwiderstand zum Strommesser (Shunt)
- 11 Leitung zum Anlasser
- 12 Leitung zu den Verbrauchern



Ampèremeter als Ladekontrolle

Ein in die Generatorleitung geschaltetes Ampèremeter scheint bei oberflächlicher Betrachtung als bestmögliche Ladekontrolle. Die Tatsache aber, daß spannungsregelnde Generatoren bei geladener Batterie nur einen geringfügigen Reststrom erzeugen, bewirkt, daß diese Geräte im Regelfalle nur wenig Strom anzeigen. Denn bei intakt elektrischer Anlage sollte die Batterie nach wenigen Kilometern Fahrt ohne Verbraucher geladen sein. Dadurch wird nur kurz nach dem Anlassen und bei Fahrt mit eingeschaltetem Verbraucher erkennbarer Ladestrom angezeigt.

Darum wird von den wenigen Firmen, die Ampèremeter einbauen, dies zwischen Batterie und elektrischer Anlage geschaltet. Dieserart sollte man das Ampèremeter auch schalten, wenn es später eingebaut werden soll.

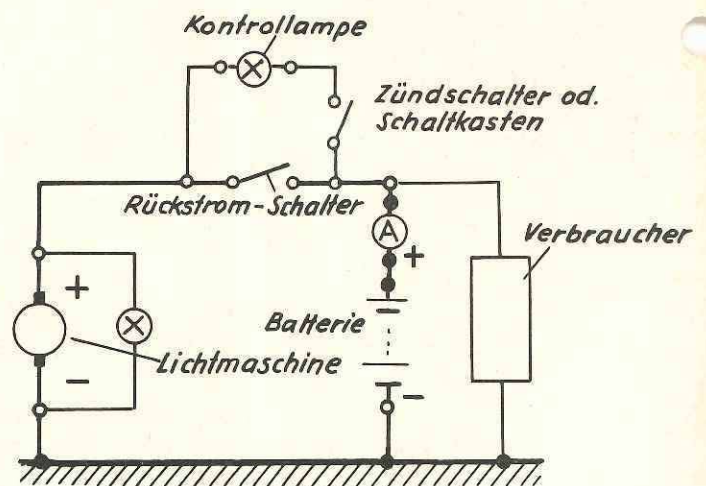


Bild 119 Schaltbild einer Generatoranlage mit Lade-Anzeigelampe und zusätzlichem Lade-Ampèremeter.

Auch hier wird das Ampèremeter normalerweise wenig Strom anzeigen. Es zeigt nun aber, daß kein Strom aus der Batterie entnommen wird. Denn wenn mehr Strom verbraucht wird, als der Generator erzeugt, so wird der Batterie Strom entnommen, was durch entgegengesetzten Ausschlag des Ampèremeters – also auf Entladen – angezeigt wird. Dadurch ist es möglich, Motordrehzahl und Verbraucher so aufeinander abzustimmen, daß auf die Dauer nicht entladen wird. Bei nicht intakter Generatoranlage ist dies nicht möglich, und damit ist ein Hinweis auf einen Fehler gegeben.

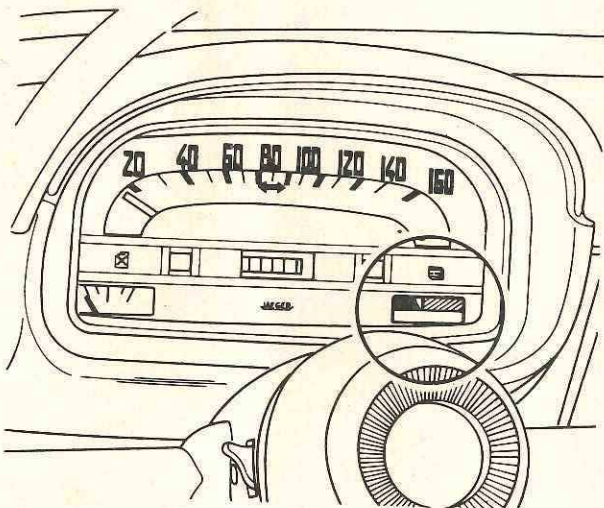
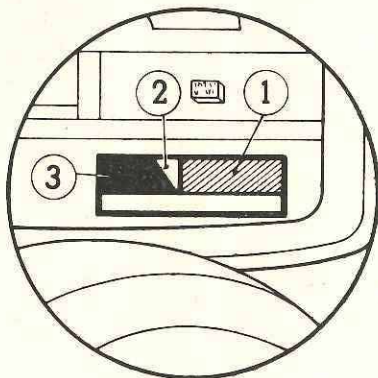


Bild 120 Ladekontrolle für Renault-Fahrzeuge

Die Ladekontrolle geschieht über ein thermisches Voltmeter mit Bimetallfeder. Der Zeiger benötigt ungefähr 1 min, um sich zu stabilisieren.

- In der grünen Zone (1) wird die Batterie aufgeladen.
- In der orangefarbenen Zone (2) besteht ein Ausgleich.
- In der roten Zone (3) wird die Batterie entladen.



Hinweis

Wenn der Zeiger bei vielen eingeschalteten Stromabnehmern im Leerlauf kurz in die rote Zone ausschlägt, ist dem keine Bedeutung beizumessen. Verbleibt der Zeiger jedoch in der roten Zone, liegt eine Störung des Ladestromkreises vor.

Die Tatsache, daß das Ampèremeter in den Ladestromkreis geschaltet wird, verursacht eine Erhöhung dessen Widerstandes. Dies ist aber für die Anlage nachteilig, weil dadurch der Ladestrom bei gleicher Regelspannung vermindert wird. Darum sucht man diese Erhöhung des Widerstandes möglichst zu vermeiden.

Voltmeter als Ladekontrolle

Voltmeter werden zunehmend als Ladeanzeigegerät eingebaut, weil es in den letzten Jahren möglich wurde, genau anzeigende Instrumente so robust zu bauen, daß sie die Erschütterungen beim Betrieb von Fahrzeugen ohne Störung aushalten.

Insbesondere wird diese Art der Ladeanzeige in Frankreich verwendet, die Firmen Renault und Citroën verwenden thermische Voltmeter mit Bimetallfedern.

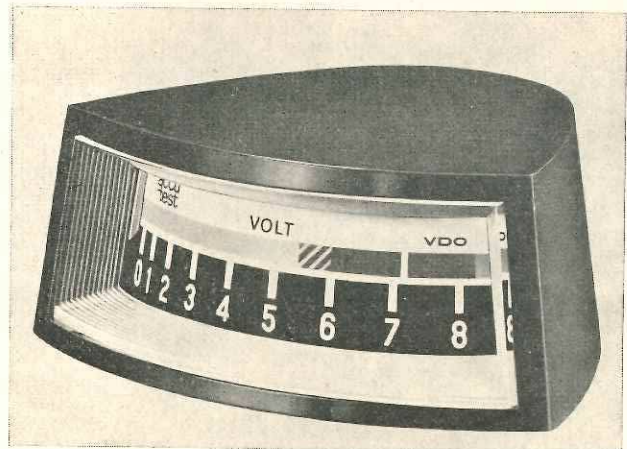


Bild 121 VDO-accutest-Kontrollgerät für Batterie und Lichtmaschine.

Dagegen hat das entsprechende VDO-Gerät «accutest», das in der Hauptsache zum nachträglichen Einbau bestimmt ist, ein Drehmagnet-Meßwerk mit Zapfenlagerung und magnetischer Rückstellung. Es besitzt keinerlei Stromzuführungsfedern zum beweglichen System und ist robust aufgebaut, um den harten Beanspruchungen im Fahrzeugbetrieb standzuhalten. Ein geschlossener Kunststoffkörper umgibt den Drehmagnet und trägt die Meßwicklung in einer ausgesparten Kammer. Die Stromaufnahme beträgt nur wenige Milliampère. Eine äußere Abschirmung aus hochpermeablem Werkstoff schützt gegen Einwirkung äußerer Fremdfelder. Durch eine zweckmäßige Skalengestaltung ist eine gute Ablesbarkeit und deutliche Markierung der Batteriezustände gegeben.

Ladekontrolleinrichtungen

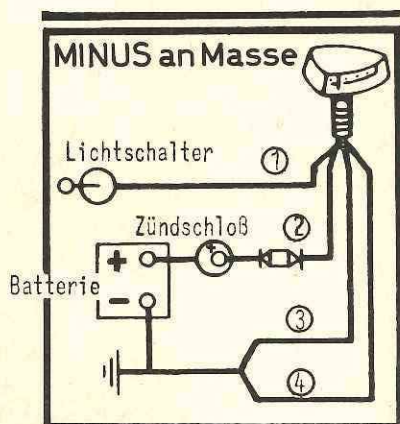


Bild 122 Schaltbild des «accutest» Ladeanzeige-Voltmeters

Ladekontrollvoltmeter werden meist zwischen die Zündspulenklemme (Nr. 15) des Zündschalters und die Masse des Fahrzeuges geschaltet.

Die Anzeige der genannten Instrumente beruht auf dem Spannungsverhalten der Batterien. Denn deren Ruhespannung ist bei entladenem Zustand nur wenig geringer als im geladenen. Bei Belastung – also beim Einschalten von Verbrauchern – fällt die Spannung der entladenen Batterie beim Laden stärker an als die der geladenen. Andererseits nimmt auch die Spannung der geladenen Batterie beim Laden stärker zu als die der entladenen.

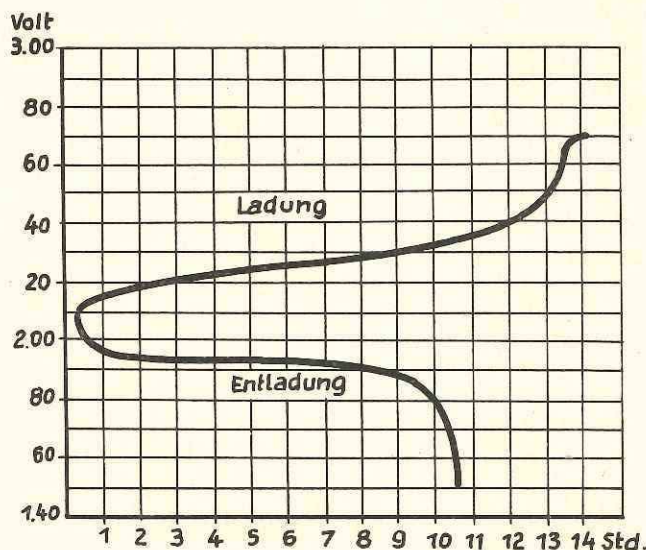


Bild 123 Zellenspannung einer Starterbatterie beim Laden und Entladen.

Dies Verhalten der Batterie ist nicht nur zur Beurteilung des Ladeverhaltens von Generatoren nutzbar, sondern es ist auch der Zustand der Batterien und in gewissem Maße der elektrischen Anlage daraus ableitbar. Dies wiederum erfordert technische Überlegungen. Um die Ablesung zu vereinfachen, werden die Voltmeter meist mit verschieden gefärbten Skalensektoren versehen und dazu Erklärungen gegeben. Als Beispiel dazu die entsprechende Ablesung am VDO-accutest.

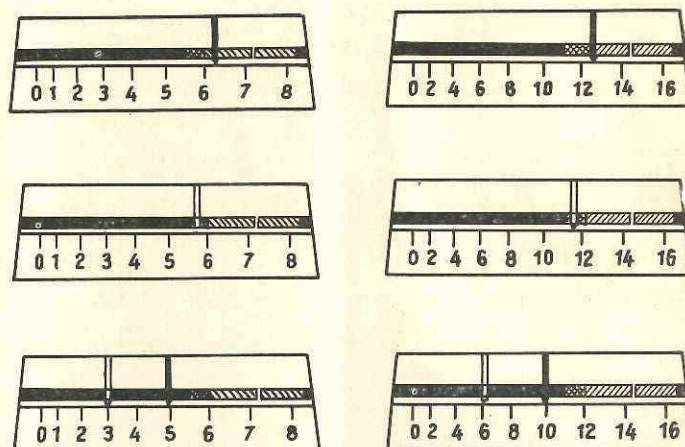


Bild 124 Anzeige des VDO-Accutest bei stehendem Motor.

Bei stehendem Motor (Zündung eingeschaltet)

Zeiger im grünen Feld:

(über 6 V bei 6-V-Anlagen sowie über 12 V bei 12-V-Anlagen)

Zustand der Batterie einwandfrei.

Zeiger im grün/rot schraffierten Feld:

(zwischen 5,5 und 6 V, bzw. 11 und 12 V.)

Besonders bei Kälte (und kaltem Motor) weitere volle Funktionsfähigkeit der Batterie fraglich. Deshalb bald aufladen lassen. (Andere Ursachen können aber auch verschmutzte oder oxidierte Anschlußklemmen sein.)

Zeiger im roten Feld (unter 5,5 bzw. 11 V)

Sehr schwache bzw. leere Batterie. Batterie aufladen und die Zellen prüfen lassen.

Fällt der Zeiger nach Stillsetzen des Motors sehr schnell wieder in das rote Feld zurück, so ist eine Störung im

Bordnetz. Die Leistung des Generators ist nicht ausreichend, der Regler kann defekt sein, die Anschlußklemmen sind lose oder oxydiert, die Batterie ist altersschwach oder es sind unzulässig viele Verbraucher angeschlossen.

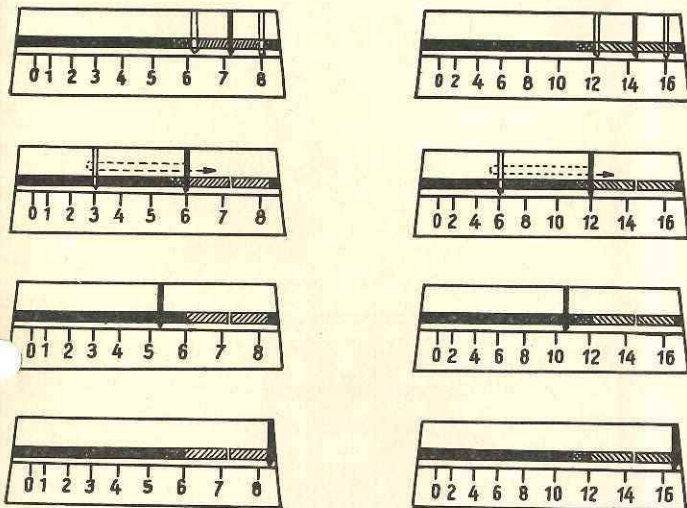


Bild 125 Anzeige des VDO-Accutest bei laufendem Motor.

Bei laufendem Motor (im mittleren Drehzahlbereich).

Voraussetzung: accutest zeigt bei stehendem Motor einwandfreie Funktion der Batterie.

Zeiger im grünen Feld (über 6V bzw. über 12V):

Normaler Fahrbetrieb. Einwandfreier Zustand der Batterie.

Zeiger beim Anlassen kurzzeitig im roten Feld; danach wieder langsam ansteigend im grünen Feld:

Batteriefunktion normal. Nachladen jedoch erforderlich, wenn der Zeiger unter die halbe Betriebsspannung abfällt bzw. nach dem Anlassen nicht mehr in das grüne Feld ansteigt.

Zeiger während des Motorlaufens ständig im linken, roten Bereich (weniger als 5,5 bzw. 11V):

Defektursache außerhalb der Batterie, z. B. defekter Regler, defekter Generator. Bei gerissenem Keilriemen am Generator leuchtet außerdem die Kontrollleuchte im Armaturenbrett auf.

Zeiger im rechten, roten Bereich (mehr als 8,2V bzw. 16,4V):

Zu hohe Spannung vorhanden. Ursache: falsch eingestellter Regler. (Schaden schnellstens beheben)

Vierter Teil

Wartung, Pflege und überprüfen der Generator-Anlagen

Wartung

Generatoren sind im Regelfalle so eingebaut, daß sie durch Ventilatoren oder Fahrwind zusätzlich gekühlt werden. Darum sollte man diese und auch ihre Regler nicht durch nachträgliche Einbauten von der Kühlung abschirmen. Dies gilt insbesondere für mit Halbleiterelementen ausgerüstete Geräte, weil diese besonders temperaturempfindlich sind. Zur allgemeinen Fahrzeugpflege sollte es gehören, daß man Klemmen und Kabelanschlüsse an Generator und Regler auf festen Sitz und guten Kontakt prüft.

Während des Betriebes sollten Generatoren und Regler vor Schmutz, Öl, Kraftstoff und Wasser geschützt werden. Sie sollten beim Reinigen der Motoren mit Dampfstrahl- oder ähnlichen Geräten – abgedeckt werden. Denn beim Reinigen in dieser Art besteht die Gefahr, daß die Schmiermittel aus den Lagern ausgewaschen werden.

Schmierung

Generatoren sind meist mit Kugellagern (Schulter- oder Radiaxlagern) ausgestattet; diese brauchen nicht besonders geschmiert werden, da das darin enthaltene Spezialfett jeweils bis zur Grundüberholung ausreicht. Anlässlich der Hauptüberholung des Motors wird auch der Generator auseinandergenommen. Das alte Kugellagerfett wird dann mit Benzin vollständig ausgewaschen und neues Spezialfett eingefüllt, und zwar, abgesehen von Sonderfällen, in Schulterlager das Bosch-Heißlagerfett Ft1v4 und in Radiaxlager das Bosch-Sonderkugellagerfett Ft1v26.

Einige Generatoren haben auf der Kollektorseite ein Gleitlager mit Ölschmierstelle. Bei der ersten Inbetriebnahme eines Fahrzeuges mit einem solchen Generator ist unbedingt darauf zu achten, daß die Schmierstelle mit Öl gefüllt ist. Ist dies nicht der Fall, so ist am besten mit Bosch-Spezialöl 01 1v13 oder aushilfsweise mit dem im Motor vorhandenen Öl aufzufüllen. Während des Betriebes muß das Gleitlager jeweils nach etwa 7000 km nachgeschmiert werden.

Antrieb

Die Generatoren werden meist mit Keilriemen angetrieben. Diese verlieren durch Verschleiß und Dehnung mit

Überprüfen der Generatoranlagen

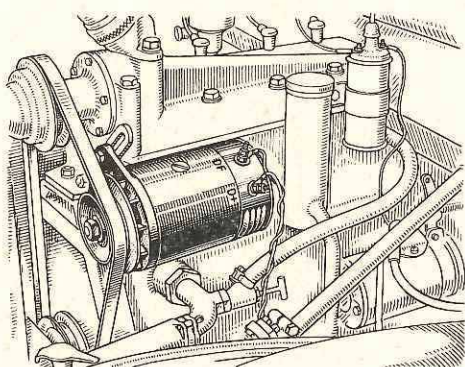


Bild 126 Bosch-Kollektorgenerator eingebaut.

der Zeit ihre Spannung. Die Folge ist, daß dann nicht mehr das Drehmoment übertragen wird, daß der Generator benötigt wird, um ausreichende Leistung zu erzeugen. Darum muß der Keilriemen von Zeit zu Zeit kontrolliert und nachgespannt werden. Dies gilt besonders dann, wenn die Ladeleistung nachgelassen hat, und bevor man anderweitig prüft oder testet.

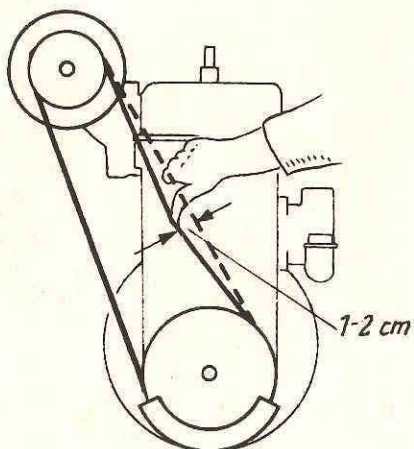


Bild 127 Das Prüfen der Keilriemenspannung

Wartung des Generators

Bei Arbeiten am elektrischen Teil des eingebauten Generators besteht die Gefahr von Kurzschlüssen. Es ist deshalb dringend zu empfehlen, vor derartigen Arbeiten die Masseleitung an der Batterie zu lösen.

Kohlebürsten

Die Kohlebürsten sind nach je 30000 bis 40000 km Fahrstrecke oder 500 Betriebsstunden auf einwandfreien Zustand zu untersuchen, sofern die Betriebsverhältnisse (Staub, Schmutz) nicht eine Nachprüfung in kürzeren Zeitabständen notwendig machen. In den meisten Fällen wird man dabei den Generator ausbauen müssen, weil man nicht an alle Kohlebürsten herankommen kann.

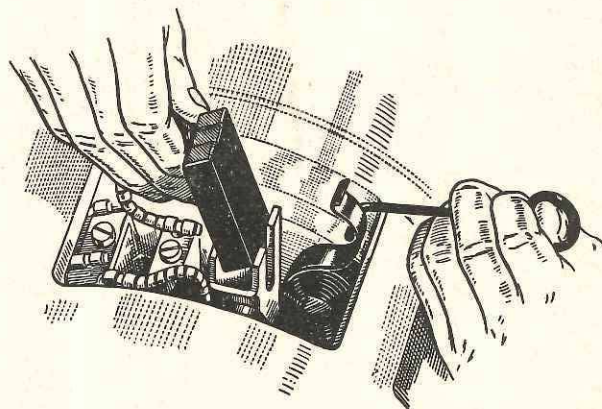


Bild 128 Nachprüfen der Kohlebürsten

Nach Abnahme des Verschlußbandes bzw. der Verschlußkapsel wird zweckmäßigerweise mit einem Haken die Feder, die die Kohlebürsten auf den Kollektor drückt, angehoben (dabei Feder nicht zur Seite biegen und nicht mehr als notwendig anheben); dann wird geprüft, ob sich die Kohlebürsten in ihre Führung im Bürstenhalter leicht bewegen lassen.

Die Kohlebürsten und Bürstenhalter müssen frei von Staub, Öl und Fett sein. Sind diese Teile verschmutzt oder klemmen sie und liegen die Kohlebürsten deshalb nicht mehr mit dem richtigen Druck auf dem Kollektor auf, so sind sie mit einem sauberen, benzinfuchten Tuch (nicht Putzwolle, da diese sehr leicht fasert) zu reinigen und gut zu trocknen.

Blanke Schleiffläche der Kohlebürste nicht mit Schmirgelpapier, Messer oder Feile bearbeiten. Bürstenhalter 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 muß sie ausgewechselt werden. Es dürfen nur Original-Ersatz-Kohlebürsten verwendet werden, da man nur dann die Gewähr hat, daß die Kohlebürsten ausreichende Lebensdauer, richtigen Widerstandswert und richtige Abmessungen haben. Beim Einsetzen der Kohlebürsten ist darauf zu achten, daß die Feder nicht auf die Bürste schlägt.

Bei der Grundüberholung des Motors empfiehlt es sich, die Kohlebürsten auf jeden Fall zu erneuern. Bei jedem Auswechseln der Kohlebürsten sollte der Kollektor überdreht werden.

Kollektor

Der Zustand der Kollektoroberfläche ist für das richtige Arbeiten des Generators sehr wichtig. Die Oberfläche des Kollektors soll gleichmäßig glatt sein und grauschwarz aussehen; ferner muß sie frei von Staub, Öl und

Fett sein. Der Kollektor muß außerdem genau rund laufen, andernfalls werden die Kohlebürsten durch das Schlagen des Kollektors abgestoßen und feuern, so daß eine einwandfreie Stromversorgung dann nicht mehr gewährleistet ist. Der höchstzulässige Schlag ist durch eine auf Schleifkohle tastende Meßuhr zu messen, und soll nur einige Hundertstel-Millimeter betragen.

Verschmutzte Kollektoren sind mit einem sauberen, benzinfuchten Tuch zu reinigen, und dann gut zu trocknen. Durch Abnutzung riefig und unrund gewordene Kollektoren müssen in einer dazu eingerichteten Werkstatt überdreht werden. Unter keinen Umständen darf der Kollektor mit Schmirgelpapier oder einer Feile bearbeitet werden.

An Reglern und Reglerschalter sollten außer der Kontrolle der Kabelanschlüsse und der Masseverbindung keine Wartungsarbeiten vorgenommen werden, wenn es der Hersteller nicht ausdrücklich vorschreibt oder zuläßt. Denn im Regelfalle erlischt bei Änderungen der Reglereinstellung oder anderen Eingriffen durch nicht durch den Hersteller autorisierte Werkstätten oder Personen die Garantie.

Überprüfen und Testen von Generatoren

Die üblichen in Kraftwagen eingebauten Kontrolleinrichtungen zeigen meist nur an, daß die Generatoren arbeiten. Sie machen aber keinerlei Aussage darüber, ob die Regelspannung oder Ladeleistung ausreichend, zu groß oder zu gering ist. Eine Ausnahme ist hier das eingebaute Ladevoltmeter, wenn dessen Wirksamkeit und die Anleitungen beachtet werden.

Beim allgemeinen Überprüfen der Anlage kann der Lade- und Allgemeinzustand der Batterie über die Generatoranlage Auskunft geben. Das Bestimmen des Ladezustandes geschieht am einfachsten durch das Messen der Säuredichte mittels Hebesäuremessers.

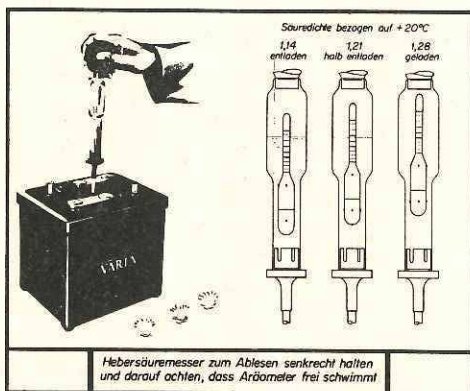


Bild 129 Feststellen des Ladezustandes einer Batterie durch Messen der Säuredichte.

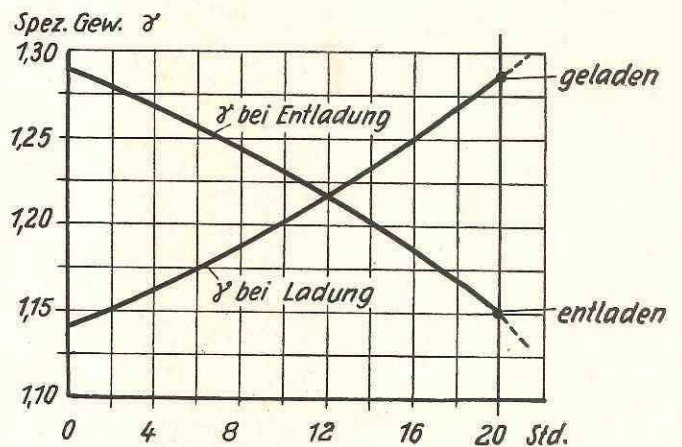


Bild 130 Verhalten der Säuredichte beim Laden und Entladen einer Batterie.

Durch die Säuredichte ist der Ladezustand der Batterie wie folgt bestimmbar:

Säuredichte	Ladezustand
1,28	voll
1,25	75 %
1,22	50 %
1,19	25 %
1,13	entladen

Bei einer Säuredichte über 1,24 ist die Batterie ausreichend geladen und es ist daraus zu folgern, daß der Generator ausreichende Leistung erzeugt. Dies gilt insbesondere, wenn die Messung im Winter erfolgt.

Säurefeuchte Batteriedeckel, korrodierte Batterieklemmen und großer Verbrauch von Wasser bei einer Säuredichte über 1,25 verweisen auf zu hohe Regelspannung des Spannungsreglers.

Bei Säuredichten unter 1,24 reicht die Ladeleistung des Generators nicht aus. Dies kann sowohl durch Regler oder Generator, aber auch durch zu geringe Keilriemenspannung oder schlechten elektrischen Kontakt verursacht sein. In beiden Fällen sollte man weitere Messungen vornehmen.

Als Einfachst-Test kann man das drehzahlabhängige Spannungsverhalten in der elektrischen Anlage heranziehen. Dazu ist nur ein Drehzahlmesser und ein Voltmeter erforderlich. Als Beispiel sei der Prüfvorgang mit **SUN-Geräten** erklärt:

1. Prüfschalter auf 8 Volt bei 6-Volt-Anlagen oder auf 16 Volt bei 12-Volt-Anlagen.
2. Volt-Tester VIT anschließen.
3. Den SUN-Drehzahlmesser, Modell TDT, anschließen (das rote Kabel an die Primärklemme des Verteilers, das schwarze Kabel an Masse).

Überprüfen der Generatoranlagen

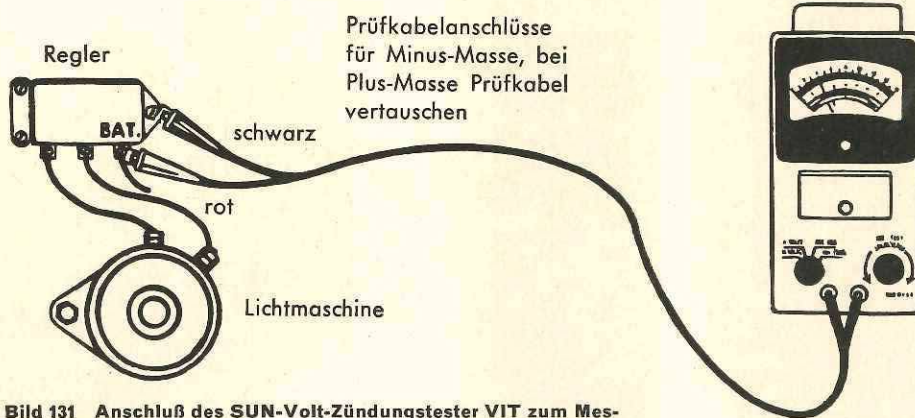


Bild 131 Anschluß des SUN-Volt-Zündungstester VIT zum Messen der Regelspannung.

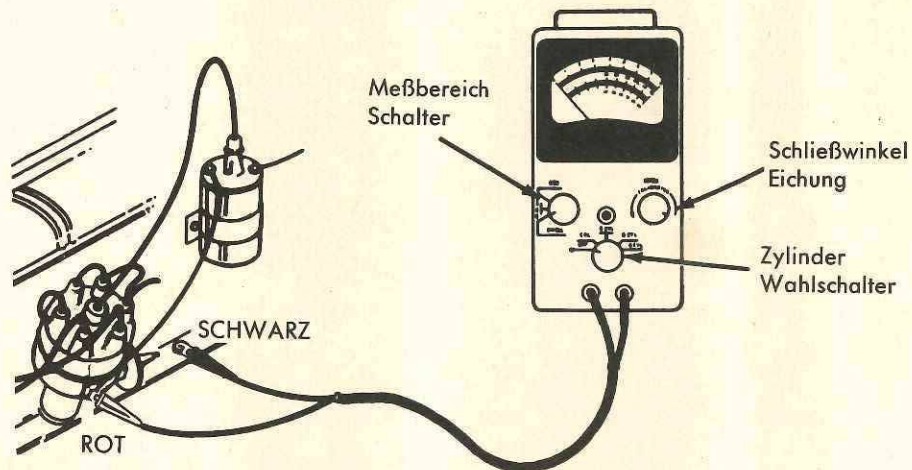


Bild 132 Anschluß des SUN-Drehzahlmessers TDT für Minus an Masse. Bei Plus an der Masse muß das rote Kabel an Masse und das schwarze am Unterbrecher angeschlossen werden.

4. Den Motor anlassen und die Motordrehzahl auf 1500 U/min erhöhen. Alle Stromverbraucher einschalten (Scheinwerfer, Defroster, Scheibenwischer usw.)
5. Beobachten Sie die am Voltmeter angezeigte Spannung.

Bei dieser Belastung des Generators sollen folgende Prüfwerte erreicht werden:

- 6-Volt-Regler mit nachgiebiger Spannungsregelung
6,4 bis 6,8 Volt
- 6-Volt-Regler mit Strombegrenzung (Knickregler)
6,9 bis 7,3 Volt
- 12-Volt-Regler mit nachgiebiger Spannungsregelung
12,4 bis 13,0 Volt
- 12-Volt-Regler mit Strombegrenzung (Knickregelung)
13,5 bis 14,5 Volt

Liegen die gemessenen Spannungswerte nicht innerhalb dieser Grenzen, dann müssen Regler und Generator genauer geprüft werden.

Bei als gut befundenem Regler kann zum Feststellen der Ladeleistung ein Ampèremeter zwischen eine Batterieklemme und Batteriekabel geschaltet werden. Wenn alle Dauerverbraucher eingeschaltet sind, muß bei etwa 1500 U/min des Motors noch ein geringer Strom zur Batterie fließen. Da die Ampèremeter im Regelfalle nicht für den hohen Anlasserstrom ausgelegt sind, würden sie beim Anlassen zerstört. Darum müßte erst der Motor angelassen und dann die Batteriekabel an der Batterie gelöst werden. Darum darf diese Prüfung bei Drehstrom-Generatoren, oder sonstigen mit Dioden bzw. Transistoren bestückten Ladeanlagen nicht vorgenommen werden, wenn bei laufendem Motor die Verbindung zur Batterie unterbrochen werden muß.

Durch einen Batterie-Poladapter ist es möglich, bei laufender Maschine die direkte Verbindung zur Batterie zu unterbrechen, ohne daß Regler und Generator gefährdet werden. Das Ampèremeter wird dazu an zwei Klemmen angeschlossen, denen ein Messerschalter parallel geschaltet ist.

Überprüfen der Generatoranlagen

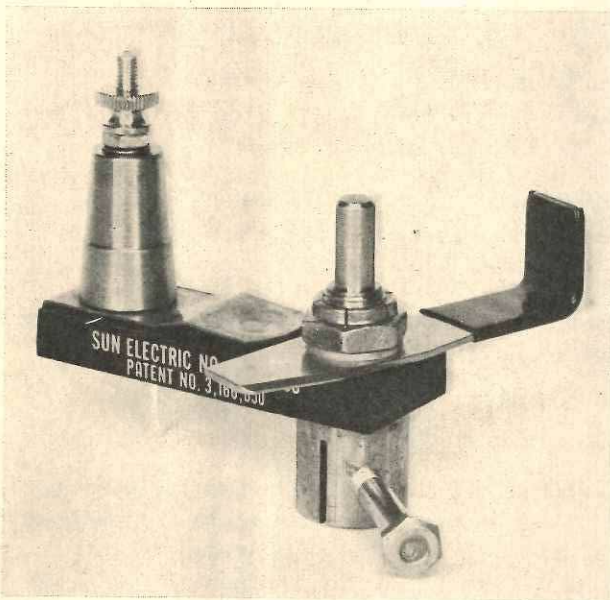


Bild 133 Sun-Batteriepoladapter.

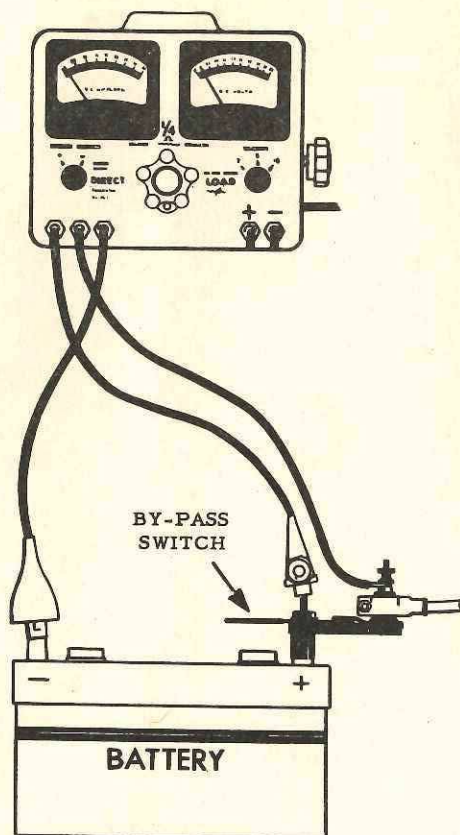


Bild 133a Anschluß des Batteriepoladapters.

Der Messerschalter am Gerät sorgt dafür, daß beim Anlassen der Anlasserstrom nicht durch das zwischengeschaltete Ampèremeter fließt, sondern direkt über das Anlasserhauptstromkabel geführt wird.

Nachdem der Motor angesprungen ist, wird der Messerschalter geöffnet und der Ladestrom fließt durch das Ampèremeter. Auf diese Weise ist der Ladestromkreis niemals unterbrochen, und so können sämtliche Messungen an Gleich- und Wechselstrommaschinen nach Werkvorschrift durchgeführt werden. Dieses Zusatzgerät ist unentbehrlich für jedermann, der ohne Risiko Messungen an Wechselstromgeneratoren durchführen will.

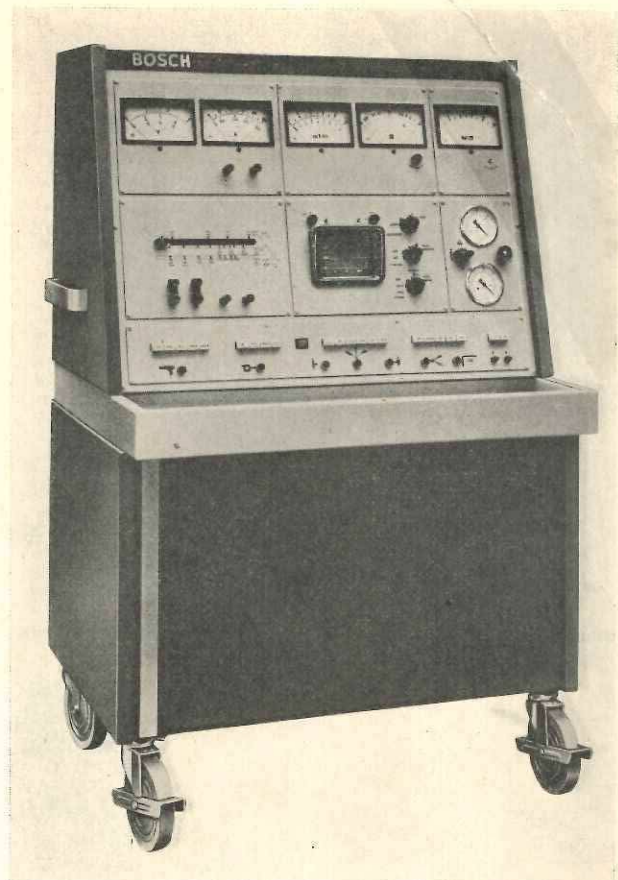


Bild 134 Großes Testerkabinett von Bosch. Links oben Volt- und Ampèremeter, darunter Belastungswiderstand zum Testen von Generatoren und Reglerschaltern.

Zum Prüfen eingebauter Generatoren werden von den einzelnen Herstellern von Generatoren und Kraftfahrzeugen besondere Test- und Prüfanweisungen gegeben. Diese sind dann häufig auf eine besondere Generator- oder Reglerart bezogen. Diese Prüfsysteme können oft nicht bei anderen Geräten angewendet werden, ohne diese zu gefährden. **Die Testvorschrift für den SUN-VAT-Tester ist eine universell anwendbare.**

Überprüfen der Generatoranlagen

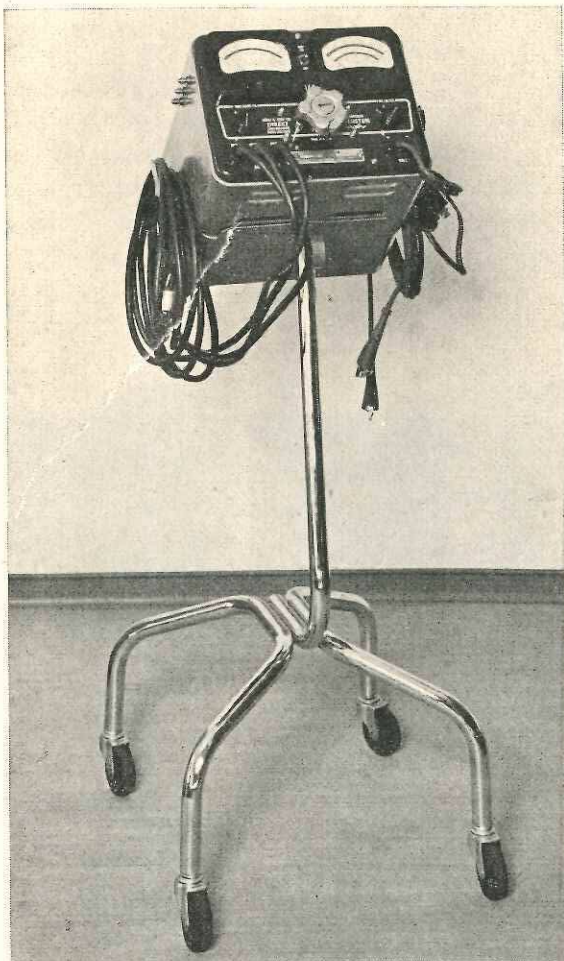


Bild 135 SUN-VAT Lichtmaschinentester auf fahrbarem Ständer

Testen einer Ladeanlage mit SUN-Tester VAT

1. Polaritätsschalter (Ground Polarity)

Links unter dem Ampèremeter, mit den beiden Stellungen + und —.

Bei Batterie Masse minus, Schalter auf —.

Bei Batterie Masse plus, Schalter auf +.

2. Voltmeter-Meßbereichschalter (Voltage)

Rechts unter dem Voltmeter, zur Einstellung des gewünschten Meßbereiches.

3. Prüf-Stufenschalter (Direkt - ¼ Ohm - Load)

Drehgriff in der Mitte der Frontplatte mit 3 Schaltstufen:

Nach links: Ladestrom, Regler-Einschaltspannung, Rückstrom, Widerstände im Landekreis.

Nach oben: Regler-Leerlaufspannung.

Nach rechts: Regelspannung unter Last, Stromregler.

4. Feld-Regulierwiderstand (Generator Field Control)

Drehgriff an der rechten Seitenwand des Gehäuses, stufenlos regulierbar zwischen den beiden Endstellungen «Aus» (Open) und «Voller Feldstrom» (Direct).

Dieser Widerstand reguliert den Feldstrom des Generators zur Messung sämtlicher Prüfwerte und ermöglicht die Prüfung über den gesamten Regelbereich bei konstanter Drehzahl.

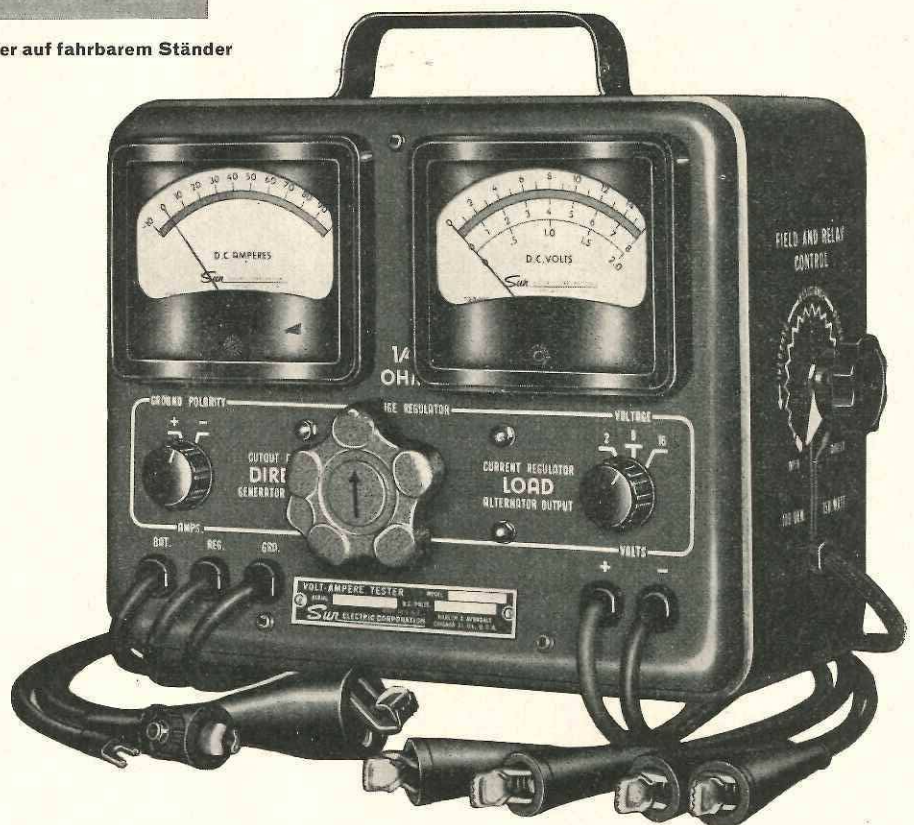


Bild 136 Sun-Generator-Tester VAT

Anschlußkabel:

1. Für das Ampèremeter (AMPS):

In der linken unteren Ecke der Frontplatte befindet sich eine Kombination von 3 Kabeln (Bat. Reg. Grd.). Diese werden zum Test folgendermaßen angeschlossen:

«BAT.» (mit Schraubklemme):

an das Kabel vom Regler zur Batterie, nachdem dieses vom Regler getrennt worden ist.

«REG» (mit offenem Kabelschuh):

an die Reglerklemme «B» (amerikanisch)
«A» (englisch)
«51» (deutsch)
«Bat.» (französisch)
«30» (italienisch)

«GRD» (mit Federklemme):

an die Fahrzeugmasse.

Für das Voltmeter (Volts):

2 Kabel in der rechten unteren Ecke der Frontplatte. Der Anschluß erfolgt bei jeder Messung unter Berücksichtigung der Polarität:

rot ... + schwarz ... —

Für den Feld-Regulierwiderstand (Generator Field Control).

Ein zweiadriges Kabel an der rechten Seitenwand. Der Anschluß wird jeweils nach Vorschrift der Bedienungsanleitung durchgeführt.

Der Test:

Sobald sich Mängel im Ladestromkreis zeigen, muß ein vollständiger Test des gesamten Ladekreises durchgeführt werden, denn nur dann ist die Garantie gegeben, daß die Ursache eines Schadens gefunden wird und somit der Fehler auch endgültig behoben werden kann.

Ein vollständiger Test des Ladestromkreises setzt sich aus folgenden Einzeltests zusammen:

A. Ladestrom der Lichtmaschine – Generator-Test.

Dieser Test zeigt, ob die Lichtmaschine voll erregt – d. h. als Generator ohne Regelung arbeitend – ihren Nennstrom abgibt. Das ist jener Strom, den die voll erregte Lichtmaschine bei der Nenndrehzahl abgibt.

Wird dieser Prüfwert nicht erreicht, müssen Sie die Lichtmaschine ausbauen und zur weiteren Prüfung auf den Lichtmaschinenprüfstand bringen.

B. Schaltpunkte des Stromschalters – Schalter-Test.

Bei diesem Test wird das spannungsbedingte Einschalten

(Einschaltspannung) und das strombedingte Ausschalten (Rückstrom) des Stromschalters überprüft. Werden die vorgeschriebenen Prüfwerte für Einschaltspannung und Rückstrom nicht erreicht, so ist der Reglerschalter zur weiteren Überprüfung auszubauen und auf den Prüfstand zu bringen.

C. Widerstände im Ladekreis – Widerstands-Test

Widerstände im Stromkreis verursachen Spannungsabfälle, die trotz einwandfreien Zustandes des Generators und des Reglers eine Aufladung der Batterie und ausreichende Versorgung der Lichtanlage verhindern. Diese Widerstände treten an schlechten Klemmverbindungen und unterdimensionierten oder schadhaften Kabelverbindungen auf.

Zeigt dieser Test unzulässig hohe Widerstände, so müssen Sie den Schaden beheben.

D. Funktion des Spannreglers – Leerlauf-Test

Die höchste vom Regler noch zugelassene Spannung zeigt sich bei unbelastetem (leerlaufendem) Generator. Daher die Bezeichnung «Leerlauf-Test». Im Fahrbetrieb wird dieser Zustand praktisch bei vollgeladener Batterie erreicht. Die hier gemessene Spannung muß innerhalb der vorgeschriebenen Toleranz liegen.

Ist das nicht der Fall, müssen Sie den Reglerschalter ausbauen und zur weiteren Prüfung und Einstellung auf den Generatorenprüfstand bringen.

E. Funktion des Stromreglers – Belastungs-Test

Mit diesem Test wird der Einsatzpunkt des Stromreglers überprüft. Nur dann, wenn der Stromregler den Maximalstrom – übereinstimmend mit den Prüfwerten – exakt begrenzt, ist die Lichtmaschine vor Überlastung geschützt. Bei einem zu niedrig eingestellten Stromregler wird andererseits die Batterie nicht mehr ausreichend geladen.

Stimmt der Meßwert mit dem Sollwert nicht überein, müssen Sie den Reglerschalter ausbauen und auf dem Generatorenprüfstand überprüfen bzw. einregulieren. Beachten Sie bitte, daß:

1. Die Prüfwerte nur für Betriebstemperatur von Generator und Regler gelten;
2. viele Fehler in Generator und Regler sich erst nach Überschreitung einer bestimmten Temperatur zeigen. Das bedeutet:

Ein zuverlässiges Testergebnis erzielen Sie nur an der betriebswarmen Anlage.

Überprüfen der Generatoranlagen

Folgendes müssen Sie vor dem Anschluß des Testgerätes wissen und berücksichtigen:

1. Es sind zwei grundsätzliche Möglichkeiten der Polarität der Batterie gegen Masse gegeben: Batterie «Masse minus» und Batterie «Masse plus». Das bedeutet für den Anschluß der Ampèremeter-Kabel keinen Unterschied, da der Polaritätsumschalter (Ground Polarity) diesen Umstand berücksichtigt. Beim Anschluß der Voltmeter-Kabel ist aber die Polarität zu berücksichtigen.

Beachten Sie bitte, daß alle Schaltungsbeispiele dieser Bedienungsanleitung für Batterie «Masse minus» gegeben sind.

2. Zur Regelung des Feldstromes und damit der Spannung des Generators gibt es ebenfalls zwei grundsätzliche Möglichkeiten für die **Polarität des Reglerschalters**:

- Die Feldwicklung ist im Generator mit der isolierten Kohlebürste verbunden und über den Reglerschalter an Masse gelegt. Man spricht dann von «minuseitiger Regelung» (bei Batterie «Masse minus») bzw. allgemein von «Feld extern an Masse», international als Ausführung «A» bezeichnet.
- Die Feldwicklung ist im Inneren des Generators an Masse gelegt und über den Reglerschalter mit der isolierten Bürste verbunden. Man spricht von «plusseitiger Regelung» (bei Batterie «Masse minus») bzw. allgemein von «Feld intern an Masse», international als Ausführung «B» bezeichnet.

Beachten Sie aber, daß zwischen der Polarität der Batterie gegen Masse und der Polarität des Reglerschalters gegen Masse kein unmittelbarer Zusammenhang besteht.

Der Anschluß des Testers

Die beiden Möglichkeiten a) «Feld extern an Masse» und b) «Feld intern an Masse» wirken sich nur auf den Anschluß des Feld-Regulierwiderstandes aus.

Abb. 137 zeigt den Kabelanschluß für a) «Feld extern an Masse», Abb. 138 für b) «Feld intern an Masse». Da das Schaltungsbeispiel für Batterie «Masse minus» angegeben ist, kann man ebenso für a) «minuseitige Regelung und für b) «plusseitige Regelung» setzen.

Sämtliche nachfolgenden Abbildungen dieser Bedienungsanleitung zeigen Batterie «Masse minus».

Die beiden Abbildungen unterscheiden sich nur dadurch, daß die eine Klemme des zweiadrigen Kabels des Feld-Regulierwiderstandes im Fall a) an die Masse und im Fall b) an die Ladeleitung des Generators zum Regler geklemmt ist. Die zweite Klemme liegt in allen Fällen am ausgeführten Feldkabel des Generators. Eine Polarität ist bei diesem zweiadrigen Kabel nicht zu beachten.

1. Stellung der Schalter

- Den Polaritätsschalter entsprechend der Polarität der Batterie gegen Masse stellen. Zum Beispiel auf «—» bei Batterie «Masse minus».
- Der Prüf-Stufenschalter steht nach links auf «DIRECT».
- Den Voltmeter-Meßbereichschalter stellen Sie auf «16» für 12-Volt-Anlagen
«8» für 6-Volt-Anlagen.
- Den Feld-Regulierwiderstand bis zum Anschlag nach vorne auf «OPEN» drehen.

2. Ampèremeter-Kabel

- Lösen Sie das Batteriekabel von der Batterieklemme des Reglers.
- Stecken Sie den offenen Kabelschuh des Testerkabels «REG.» an die Batterieklemme des Reglers und schrauben Sie ihn fest.
- Klemmen Sie das Testerkabel «BAT.» mit der Schraubenklemme an den Kabelschuh des vom Regler abgenommenen Batteriekabels. Sind mehrere Kabel an

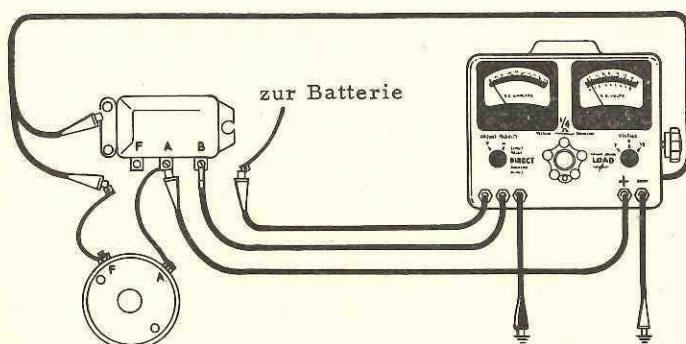


Bild 137 Schaltung der SUN-VAT-Taster bei masseseitiger Regelung (Feld extern an Masse)

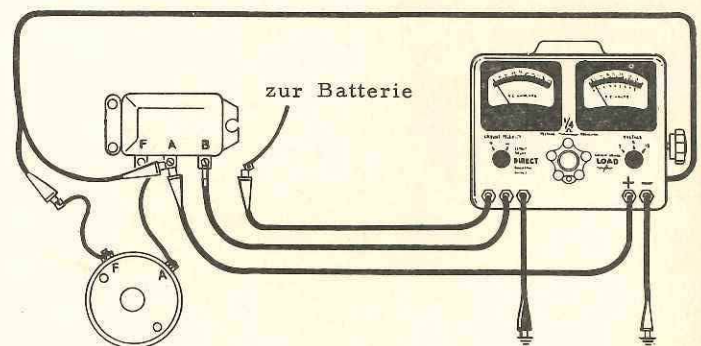


Bild 138 Schaltung der SUN-VAT-Taster bei Regelung an der isolierten Seite des Erregfeldes (Feld intern an Masse)

diese Reglerklemme angeschlossen, so sind alle abzuklemmen und mit der Schraubklemme zusammenzufassen.

- d) Klemmen Sie das Testerkabel «GRD» mit der Federklemme an Masse.

3. Voltmeter-Kabel

Unter Berücksichtigung der Batteriepolarität klemmen Sie je ein Kabel an Masse und an die Reglerklemme für die Ladeleitung der Lichtmaschine. Diese Klemme ist am Regler wie folgt bezeichnet:

«A», «Arm» oder «Gen»	(amerikanisch)
«D»	(englisch)
«D», «D+», «D+/61» oder «61»	(deutsch)

4. Kabel des Feld-Regulierwiderstandes

Bei Lichtmaschine mit «minuseitiger Regelung» laut Abb. 137:

- Lösen Sie den Feldanschluß am Regler (Klemme «F»).
- Klemmen Sie ein Testerkabel an das Feldkabel des Generators.
- Klemmen Sie das andere Testerkabel an Masse.

Bei Generatoren mit «plusseitiger Regelung» lt. Abb. 138:

- und b) wie oben.
- Klemmen Sie das andere Testerkabel an die Reglerklemme für die Ladeleitung des Generators.

Beispiel eines vollständigen Tests:

Die Reihenfolge von A–E ist einzuhalten, da dadurch nicht nur eine lückenlose Überprüfung, sondern auch die rationelle Testmethode gewährleistet ist.

Die Testkabel sind bereits lt. Seite 60 und 61 angeschlossen. Die Schalter befinden sich in der dort beschriebenen Stellung.

A. Der Generatortest

- Starten Sie den Motor und fixieren Sie die Drehzahl auf 1500 U/min, falls nicht in den Prüfwerten eine andere Drehzahl vorgeschrieben ist.
- Drehen Sie den Feld-Regulierwiderstand ganz nach hinten auf die Stellung «DIRECT».
- Lesen Sie am Ampèremeter den «Ladestrom» ab. Dieser muß mindestens dem geforderten Nenn-Ladestrom entsprechen, kann aber höher sein.
- Drehen Sie den Feld-Regulierwiderstand wieder ganz nach vorne auf «OPEN».

B. Der Schaltertest

- Drehen Sie nun den Feld-Regulierwiderstand langsam nach hinten (in Richtung «DIRECT») und beobachten Sie dabei gleichzeitig das Ampèremeter und

das Voltmeter. Die Voltmeteranzeige steigt stetig. Das Ampèremeter steht auf Null, bis es kurz nach rechts ausschlägt.

- Halten Sie den Spannungswert fest, der unmittelbar vor dem Ausschlag des Ampèremeters angezeigt worden ist. Das ist die «Einschaltspannung».
- Drehen Sie den Feld-Regulierwiderstand weiter, bis das Ampèremeter zwischen 5 und 10 Ampère Ladung anzeigt.
- Nun drehen Sie den Feld-Regulierwiderstand langsam wieder zurück in Richtung «OPEN». Dabei geht der Ladestrom allmählich auf Null und von dort weiter nach links auf Entladung.
- Der größte Ampèremeterausschlag nach links (Entladestrom), bevor der Zeiger auf Null zurückspringt, ist der «Rückstrom».

C. Der Widerstandstest

- Schalten Sie den Voltmeter-Schalter auf die Stellung «2».
- Drehen Sie den Feld-Regulierwiderstand nach hinten (in Richtung «DIRECT»), bis das Ampèremeter genau 20 Ampère anzeigt.
- Klemmen Sie ein Voltmeter-Kabel an die Ladeklemme (isolierte Kohlebürste) der Lichtmaschine und das andere Voltmeter-Kabel an die isolierte Batterie-Klemme. Ob das Pluskabel (rot) dabei an die Lichtmaschine oder an die Batterie kommt, hängt von der Masse-Polarität des Ladekreises ab. Beachten Sie daher die Polarität der Batterie gegen Masse.

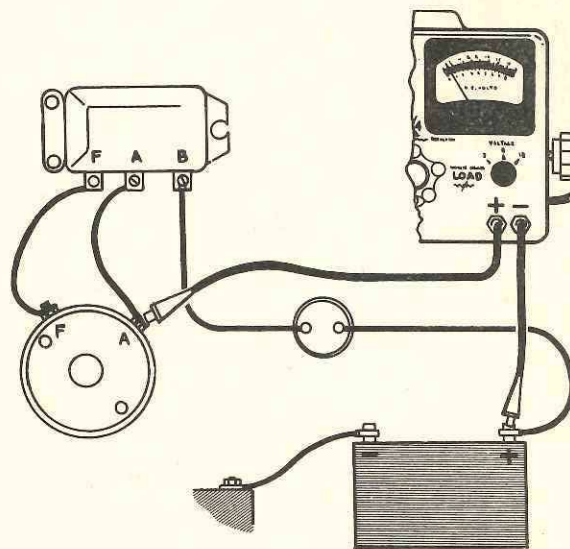


Bild 139 Richtiger Anschluß der Voltmeter-Kabel für Batterie «Masse minus».

Überprüfen der Generatoranlagen

Die Abbildung 139 zeigt den richtigen Anschluß der Voltmeter-Kabel für Batterie «Masse minus».

- Lesen Sie am Voltmeter den Spannungsabfall ab, der durch den Widerstand der Kabel bzw. durch Übergangswiderstände an den Verbindungsstellen verursacht wird. Sie messen bei diesem Anschluß des Voltmeters die Summe aller Widerstände im isolierten Teil des Ladekreises und diese dürfen 1,0 Volt bei 12 Volt-Anlagen- und 0,6 bei 6-Volt-Anlagen nicht übersteigen.

Sind Prüfwerte vorhanden, die einen anderen zulässigen Wert angeben, so ist dieser verbindlich.

- Abermals unter Berücksichtigung der Polarität klemmen Sie ein Voltmeter-Kabel an die Messeklemme der Batterie und das andere an einen blanken Teil der Lichtmaschine.

Den richtigen Anschluß für Batterie «Masse minus» zeigt Bild 140.

- Lesen Sie am Voltmeter den Spannungsabfall ab, der durch Widerstände in den Masseverbindungen zwischen Batterie und Lichtmaschine verursacht wird. Zulässig ist ein Spannungsabfall bis 0,1 Volt. Vorhandene Prüfwerte sind verbindlich.

D. Der Leerlauftest:

- Klemmen Sie das zweiadrige Kabel des Feld-Regulierwiderstandes an die Feldklemme des Reglers und der Lichtmaschine, wie in Bild 137 bzw. 138 gezeigt.

- Klemmen Sie ein Voltmeter-Kabel an die Reglerklemme für den Batterieanschluß und das andere an Masse.

Das Bild 142 zeigt den Anschluß für Batterie «Masse minus».

- Stellen Sie den Voltmeter-Umschalter auf: «16» für 12-Volt-Anlagen
«8» für 6-Volt-Anlagen

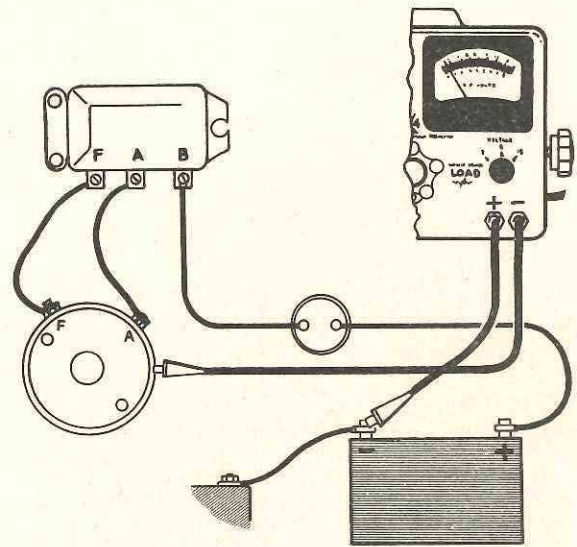
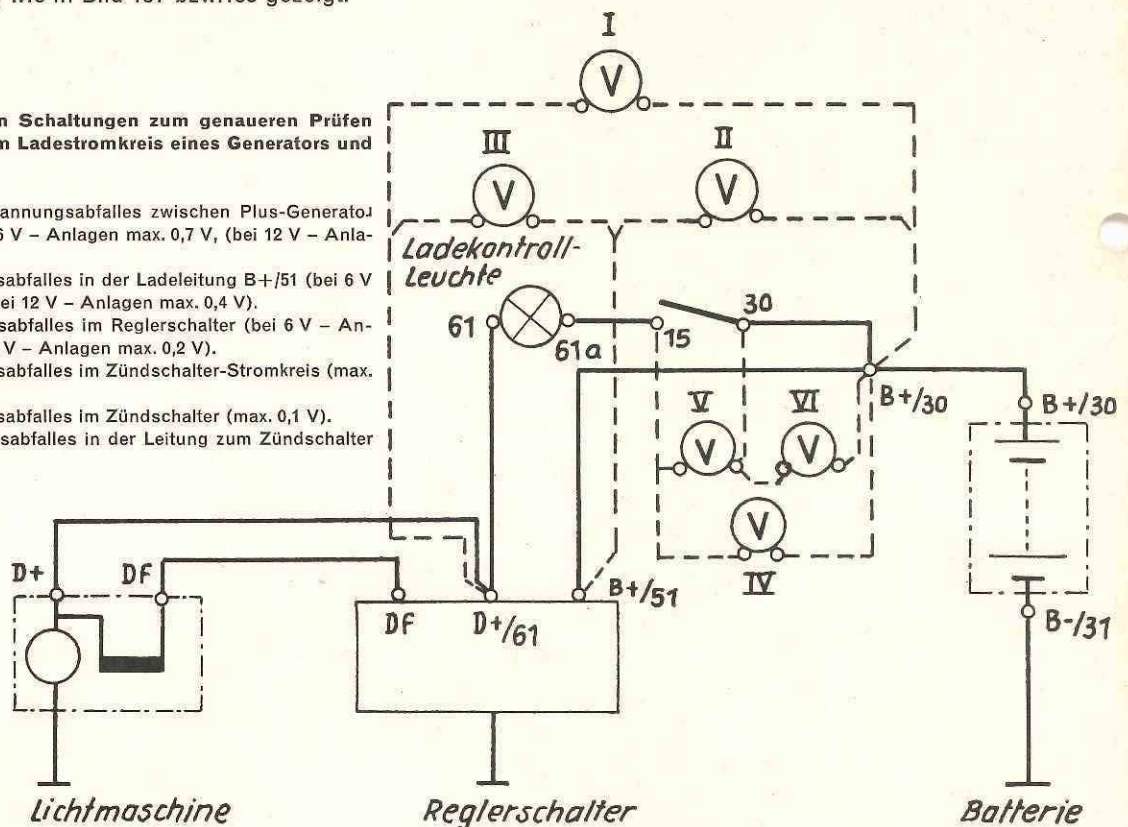


Bild 140 Richtigter Anschluß für Batterie «Masse minus».

Bild 141 Die prinzipiellen Schaltungen zum genaueren Prüfen des Spannungsabfalles im Ladestromkreis eines Generators und am Zündschalter.

- Messen des Gesamtspannungsabfalles zwischen Plus-Generator und Plus-Batterie (bei 6 V - Anlagen max. 0,7 V, (bei 12 V - Anlagen max. 0,8 V).
- Messen des Spannungsabfalles in der Ladeleitung B+/51 (bei 6 V - Anlagen max. 0,2 V, bei 12 V - Anlagen max. 0,4 V).
- Messen des Spannungsabfalles im Reglerschalter (bei 6 V - Anlagen max. 0,2 V, bei 12 V - Anlagen max. 0,2 V).
- Messen des Spannungsabfalles im Zündschalter-Stromkreis (max. 0,2 V).
- Messen des Spannungsabfalles im Zündschalter (max. 0,1 V).
- Messen des Spannungsabfalles in der Leitung zum Zündschalter (max. 0,1 V).



- Stellen Sie den Prüf-Stufenschalter auf $\frac{1}{4}$ Ohm.
Nun ist ein Unterschied in der Prüfmethode für Einkontakt- und Zweikontakt-Regler zu beachten.

Bei Einkontakt-Reglern:

- Unter Beibehaltung der Motordrehzahl von 1500 U/min stellen Sie zuerst den Feld-Regulierwiderstand nach vorne (auf «OPEN») und drehen ihn dann voll nach hinten (auf «DIRECT»). Damit werden für das Spannungsrelais die gleichen elektromagnetischen Verhältnisse hergestellt wie bei Drehzahlerhöhung.

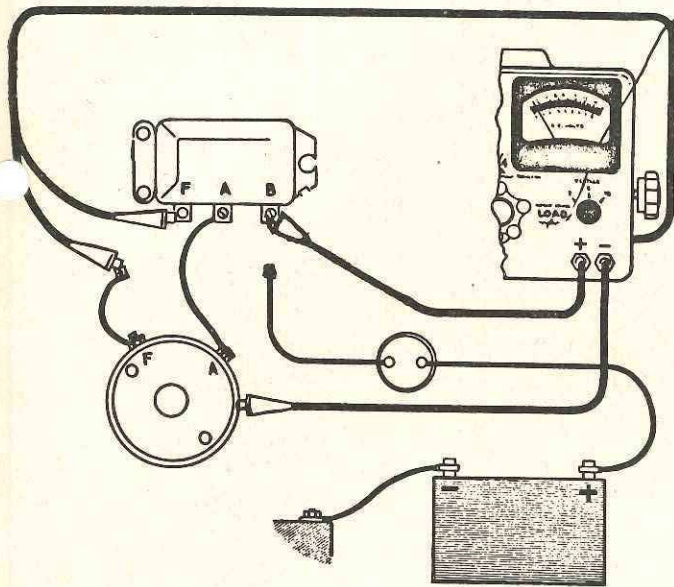


Bild 142 Anschluß für Batterie «Masse minus».

- Die am Voltmeter angezeigte Spannung darf die vorgeschriebene Leerlaufspannung keinesfalls überschreiten.

Bei Zweikontakt-Reglern:

- Wie beim Einkontakt-Regler bei 1500 U/min den Feld-Regulierwiderstand von «OPEN» auf «DIRECT» stellen und anschließend die Motordrehzahl auf 2200 U/min steigern.
- Die am Voltmeter angezeigte Spannung darf die vorgeschriebene Leerlaufspannung nicht übersteigen.

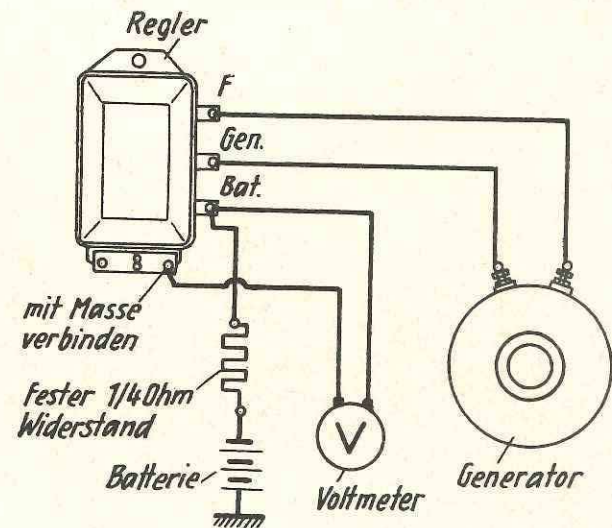


Bild 143 Beim Reglertest ohne Belastung bleibt ein Widerstand von $\frac{1}{4}$ Ohm zwischen Regler und Batterie geschaltet. Dadurch werden empfindliche Regler und Generatoren vor zu hohen Induktionsspannungen geschützt, wie es für USA-Geräte vorgeschrieben ist.

Durch den Tester angezeigte Fehlmöglichkeiten

Anzeige

Möglichkeiten

Generatortest

Der Ladestrom wächst stetig mit der Drehung des Feld-Regulierwiderstandes nach hinten (Direct), erreicht aber seinen Höchstwert bereits vor der hinteren Anschlagstellung (Direct):

Der Ladestrom ist geringer als in den Prüfwerten angegeben, obwohl der Feld-Regulierwiderstand auf «Direct» steht:

Der Keilriemen rutscht durch.

Schadhafter Anker,
Windungsschluß oder Masseschluß der Feldspulen,
verschmutzter Kollektor,
schlechter Kontakt der Kohlebürsten,
schlechte Kabelverbindung der Anker- oder Feld-Anschlüsse,
verbrannte Schalterkontakte.

Überprüfen der Generatoranalgen

Anzeige

(Fortsetzung)

Möglichkeiten

Kein Ladestrom, obwohl der Feld-Regulierwiderstand auf «Direct» steht:

Schadhafter Anker,
Unterbrechung in der Feldspule,
Unterbrechung in den Kabelverbindungen von Anker
oder Feldspulen,
Schalterkontakte schließen nicht.

Schaltestest

Schalter schließt nicht:

Unterbrechung im Relais,
Kontakte stark verbrannt,
Federspannung und Ankerluftspalt des Relais unzu-
lässig groß.

Einschaltspannung zu hoch:

Federspannung, Ankerluftspalt oder Kontaktabstand zu
groß.

Einschaltspannung zu niedrig:

Federspannung, Ankerluftspalt oder Kontaktabstand zu
gering.

Rückstrom zu gering:

Federspannung zu groß oder Kontaktabstand falsch
justiert.

*Leitung mit zwei Federklemmen welche an Stelle des fehlenden
Reglers die Verbindung zur Erregerwicklung herstellt.*

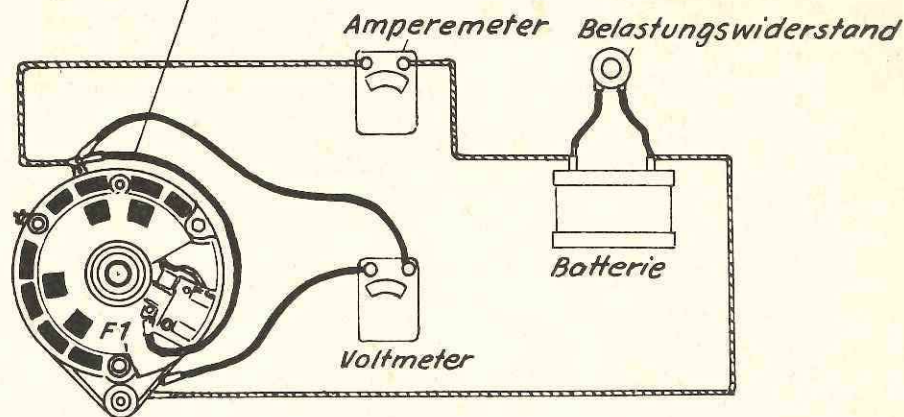


Bild 144 Schaltvorschrift zum Prüfen des Delcotron-Alternators der Firma Delco-Remy.

Beim Belastungstest wird die Erregerwicklung direkt zwischen Plus und Minus des Generators geschaltet. Dann wird die Batterie mittels eines Widerstandes belastet, wie es auch den USA-Testvorschriften entspricht.

Der Belastungstest:

1. Motordrehzahl auf 1500 U/min, den Feld-Regulierwiderstand nach hinten (auf «DIRECT») drehen.
2. Drehen Sie den Prüf-Stufenschalter zur Belastung nach rechts (auf «LOAD»), bis das Amperemeter den höchsten erreichbaren Stromwert anzeigt.

Dieser Wert zeigt die Strombegrenzung durch den Einsatz des Stromreglers an und darf nicht über dem vorgeschriebenen Wert liegen.

Damit ist der komplette Test des Ladestromkreises durchgeführt. Drehen Sie den Prüf-Stufenschalter nach links auf «DIRECT», regulieren Sie die Motordrehzahl auf Leerlaufdrehzahl, stellen Sie den Motor ab, entfernen Sie die Testerkabel und stellen Sie die ursprünglichen direkten Regleranschlüsse wieder her.

Beim Belastungstest angezeigte Fehlermöglichkeiten

Anzeige

Möglichkeiten

Widerstandstest

Der Spannungsabfall übersteigt den zulässigen Wert:

Schadhafte Verbindung von: Lichtmaschine zum Regler, Regler zum Ampèremeter oder Starter-Magnetschalter, Starter-Magnetschalter zur Batterie.

a) im isolierten Teil des Ladekreises:
(tasten Sie die einzelnen Abschnitte des Ladekreises systematisch mit dem Voltmeter ab, siehe Bild 141)

Lockere oder korrodierte Anschlußklemmen an: Lichtmaschine, Regler, Ampèremeter oder Starter-Magnetschalter.

b) in den Masseverbindungen:

Batterieklemme locker oder korrodiert, Anschluß des Motor-Massekabels locker oder korrodiert, schlechter Kontakt zwischen Lichtmaschinengehäuse und Motor.

Leerlaufstest

Leerlaufspannung zu hoch:

Federspannung oder Ankerluftspalt der Spannungsspule zu groß.

Leerlaufspannung zu niedrig:

Federspannung oder Ankerluftspalt der Spannungsspule zu klein.

Leerlaufspannung pendelt oder ist unstabil:

Verbrannte oder oxydierte Reglerkontakte, falsch justierter Ankerluftspalt, Regelwiderstand an der Unterseite der Reglergrundplatte ist schadhaft.

Belastungstest

Maximalstrom zu hoch:

Federspannung oder Ankerluftspalt der Stromspule zu groß.

Maximalstrom zu niedrig:

Federspannung oder Ankerluftspalt der Stromspule zu klein.

Maximalstrom pendelt oder ist unstabil:

Verbrannte oder oxydierte Reglerkontakte, falsch justierter Ankerluftspalt, Regelwiderstand an der Unterseite der Reglergrundplatte ist schadhaft.

Überprüfen der Generatoranlagen

Prüfen von Drehstromgeneratoren mit SUN-Oszillographen

Arbeitet die Wechselstromlichtmaschine nicht einwandfrei, so kann mit dem Oszillographen festgestellt werden, ob der Fehler an den Gleichrichterdioden zu suchen ist. Weil sich bei den verschiedenen Fabrikaten völlig unterschiedliche Oszillographenbilder für ein und denselben Fehler ergeben, beruht die genaue Diagnose auf großer Erfahrung, die erst nach einiger Zeit gesammelt werden kann. Für die Entscheidung gut oder nicht gut, genügen die hier abgedruckten Bilder der bekanntesten Marken.

Anschlüsse:

Rote Klemme des Primärmeßkabels an B +. Schwarze Klemme des Primärmeßkabels an D —. Motordrehzahl 1000 U/min.

Sämtliche Stromverbraucher einschalten. Primärmeßbereichschalter im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag drehen. Es erscheint dann auf dem Bildschirm eine Wellenlinie. Die einzelnen Kuppen dieser Wellenlinie sollten vollkommen gleichförmig sein. Die Höhe dieser Kuppen ist dabei nicht wichtig. In manchen Fällen wird die Wellenlinie durch kleine Schwingungsbilder unterbrochen, ähnlich wie beim Schwingungsbild «Unterbrecherkontakte schließen». Diese Schwingungsbilder werden in der Tat durch die Zündanlage hervorgerufen und haben nichts zu bedeuten.

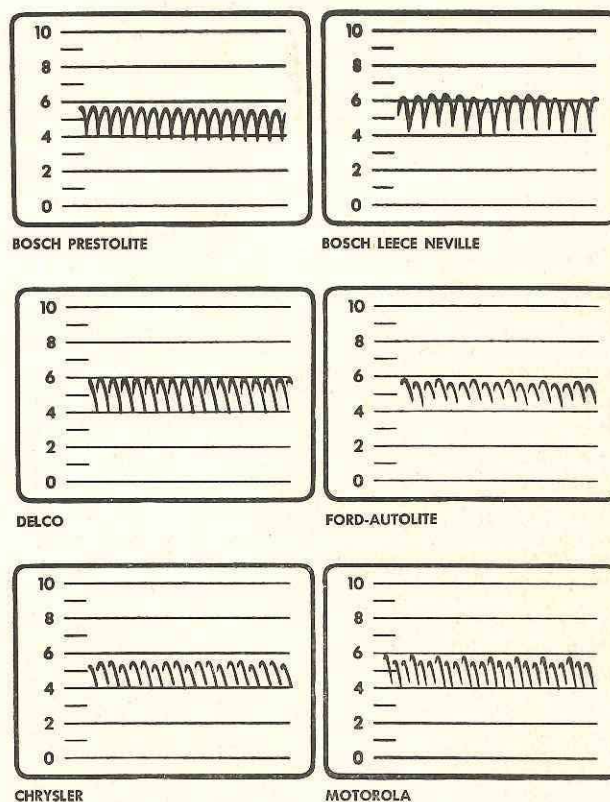


Bild 145 Oszillogramme von intakten Wechselstrom-Generatoren.

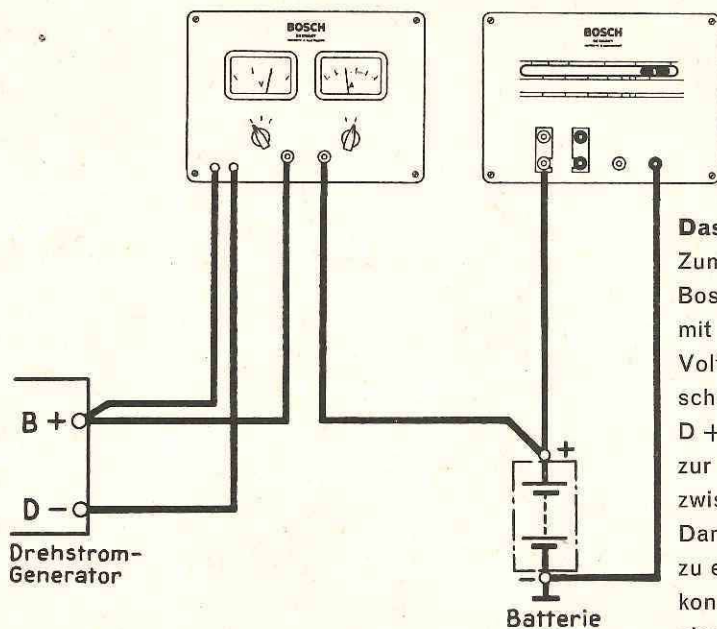


Bild 146 Anschluß der Bosch-Testgeräte EFAW 107 zum Testen von Drehstromgeneratoren.

Das Testen von Bosch-Drehstromgeneratoren

Zum Testen von Bosch-Drehstromgeneratoren mittels Bosch-Volt-Ampère-Tester EFAW 102 in Verbindung mit dem Belastungswiderstande EFAW 107, wird das Voltmeter zwischen B + und D — am Generator geschaltet. Das Ampèremeter wird zwischen die Klemme D + am Generator und die dort abgeklemmte Leitung zur Batterie geschaltet, und der Belastungswiderstand zwischen Plus und Minus der Batterie.

Danach ist der Motor anzulassen und seine Drehzahl so zu erhöhen, daß der Generator mit 4000 U/min dreht. Bei konstanter Drehzahl wird der Belastungswiderstand auf einen Tabellenwert eingestellt. Die nun gemessene Spannung muß innerhalb der in der gleichen Tabelle gegebenen Grenzen liegen.

Instandsetzen von Generatoren

Obwohl die Prüfvorgänge von Generatoren und Reglern im Grundsatz die gleichen Schaltungen erfordern, so sind infolge der konstruktiven Eigenarten für jeden Prüfstand besondere Anweisungen erforderlich, die auch je nach Bauart von Generator und Regler noch voneinander abweichen können. Hier sollen die Prüfanweisung für Generatoren und Regler mit Siegel-Prüfständen gegeben werden, weil diese nicht auf ein spezielles Fabrikat ausgelegt sind.

Prüfung der Generatoren ohne Regler

1. Nehmen Sie das Staubband, wenn eines vorhanden, von der Lichtmaschine ab, damit die Kohlebürsten während der Prüfung nicht sichtbar sind.
2. Legen Sie die Lichtmaschine so auf die Stützrollen auf, daß sie satt aufliegt, und klemmen Sie die Lichtmaschine mit der Druckspindel des Spannarmes fest.

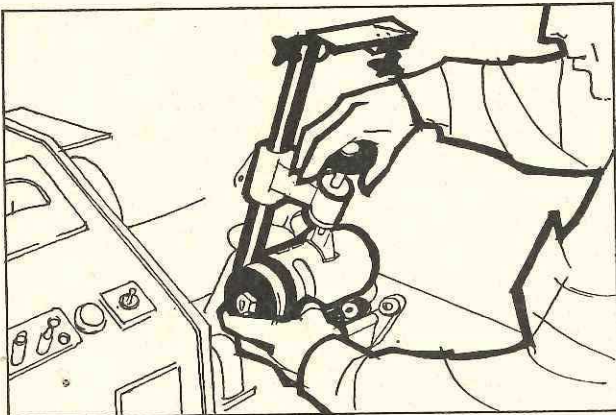


Bild 180 Das Aufspannen eines Kollektor-Generators auf den Siegel-Lichtmaschinenprüfstand.

3. Legen Sie die passenden Riemen über die Riemenscheibe der Lichtmaschine und die Riemenscheibe des Antriebmotors.

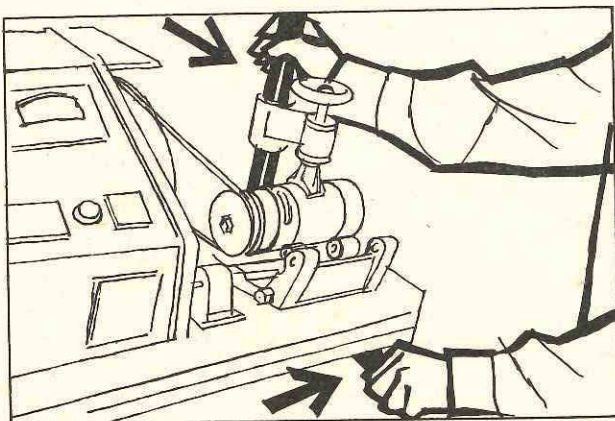


Bild 181 Spannen der Keilriemen.

4. Um den Riemen zu spannen, ziehen Sie die Wippe nach vorne und klemmen sie in dieser Lage fest.
5. Verbinden Sie mit einem schwarzen Prüfkabel 10² die Masse der Aufspannwippe mit der Schnellklemme —. Verbinden Sie den Anschluß D+ der Lichtmaschine mit der Schnellklemme +. Diese Schaltung gilt für Lichtmaschinen mit Minus an Masse. Bei Lichtmaschinen mit Plus an Masse, verbinden Sie die Masse der Aufspannwippe mit einem roten Prüfkabel mit der Schnellklemme + und den Anschluß D— der Lichtmaschine mit dem schwarzen Prüfkabel mit der Schnellklemme —. (Der Feldanschluß wird noch nicht durchgeführt!)

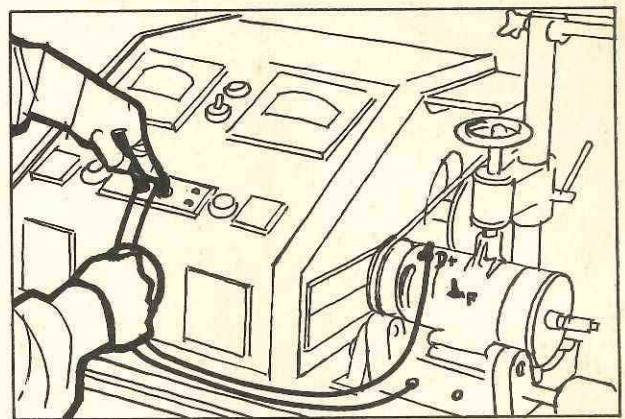


Bild 182 Anschluß des Voltmeters zum Prüfen der Polarität.

6. Schalten Sie den Spannungsumschalter auf 6 Volt für 6 Volt-Lichtmaschinen und auf 12 Volt für 12 Volt-Lichtmaschinen.
7. Stellen Sie den Prüfschalter auf Pos. B und lösen Sie den Sicherungsautomat (6) aus. (Drücken auf den roten Knopf.)
8. Schalten Sie den Motor ein und erhöhen Sie die Drehzahl auf ca. 1000 U/min. Das Voltmeter muß eine geringe Spannung anzeigen (remanenter Magnetismus des Feldes). Reduzieren Sie die Drehzahl wieder auf 0.
9. Nun muß die Regelung der Lichtmaschine ermittelt werden, das heißt, ob diese plus- oder minusseitig (US-Norm B oder A) geregelt ist. Dazu schließen Sie ein Kabel an den Feldanschluß der Lichtmaschine und an die Masse der Wippe. Eine — geregelte Lichtmaschine wird bei Drehzahlerhöhung das Voltmeter bis zum Skalenende zum Anschlag bringen. Ist dies nicht der Fall, so handelt es sich um eine + geregelte

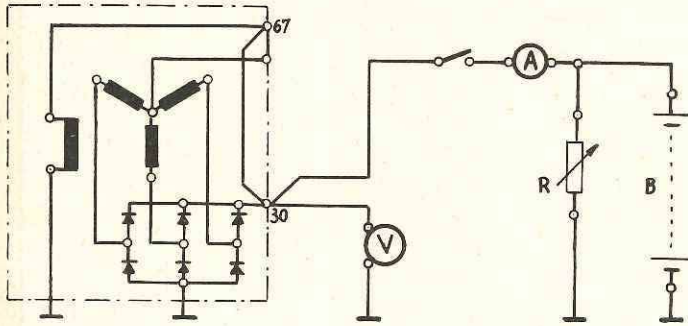


Bild 176 Schaltvorschrift zum Prüfen eines Fiat-Drehstromgenerators auf seine Leistungscharakteristik auf einem Prüfstand.

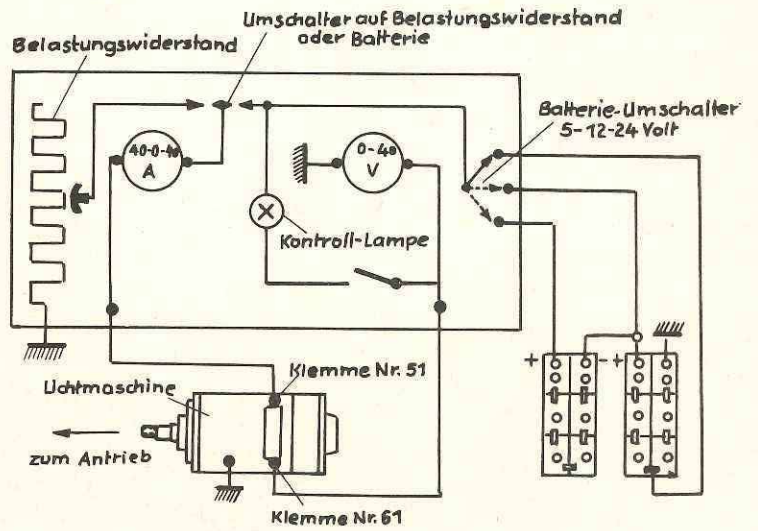


Bild 177 Prinzip-Schaltung zum Prüfen von Lichtmaschinen.

Zur Messung der Selbsterregung und der Regelspannung bleibt der Umschalter in der Mittelstellung, so daß nur das Voltmeter zwischen Klemme 61 (D+) und Masse geschaltet ist.

Zur Messung der Einschaltspannung und des Rückstromes ist der Umschalter nach rechts zu schalten. Damit wird zwischen die Klemme 51 (B+) und die Batterie das Ampèremeter geschaltet.

Zur Messung der Regelspannung bei Belastung ist der Umschalter nach links zu schalten. Dann ist zwischen die Klemme 51 und die Masse das Ampèremeter und der Belastungswiderstand geschaltet. Zum Teil muß auch der Widerstand parallel zur Batterie geschaltet werden.

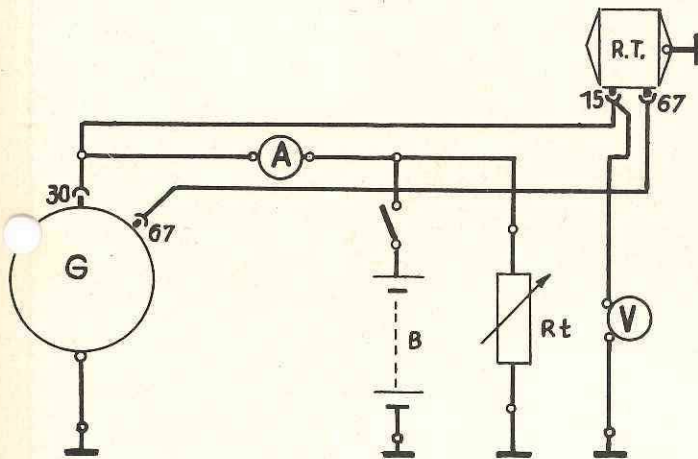


Bild 178 Schaltvorschrift zum Prüfen einer Fiat-Drehstromgeneratorenlage zur Prüfstandkontrolle des Spannungsreglers RT.

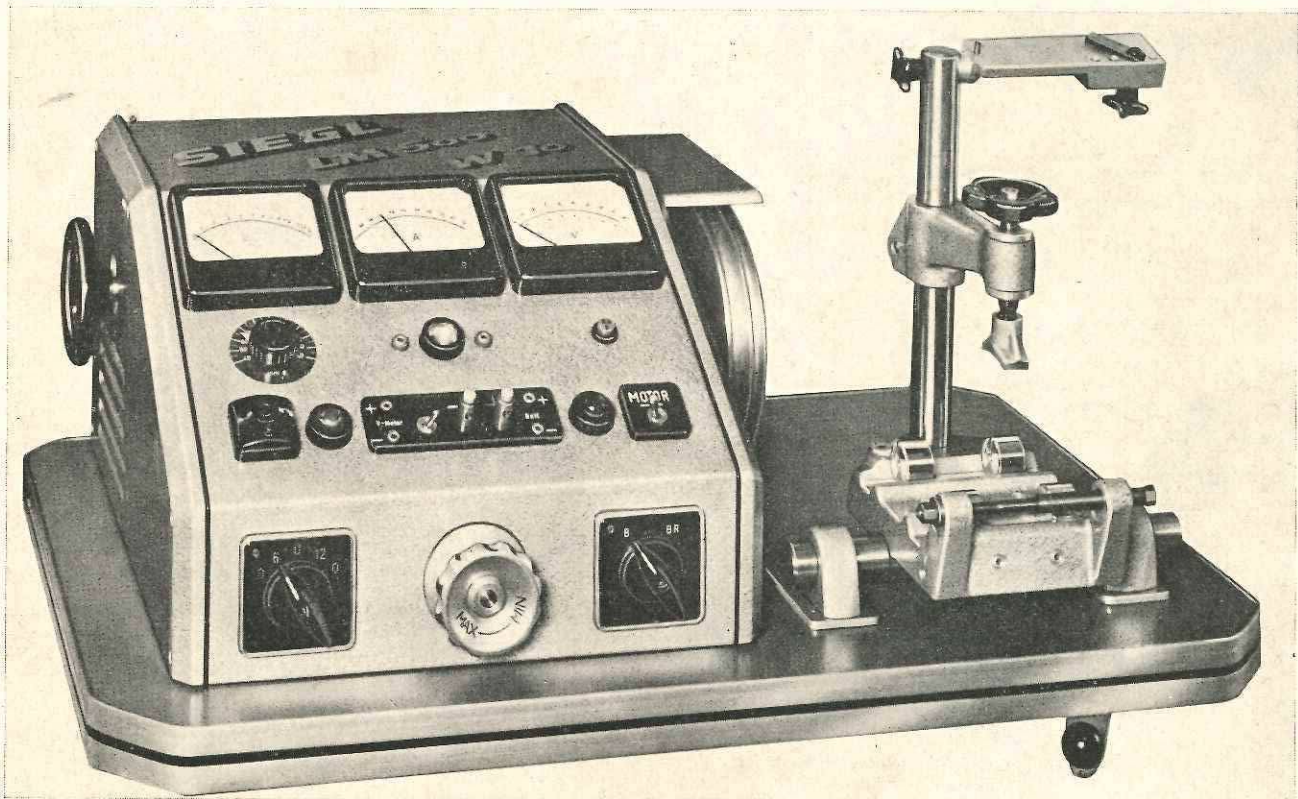


Bild 179 Siegl-Generatorenprüfstand LM 500 W 10.

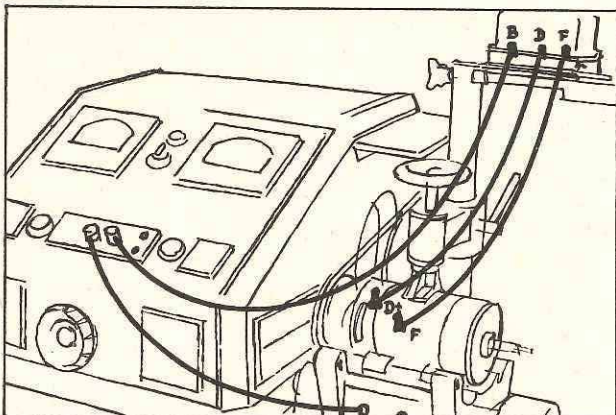


Bild 186 Anschluß von Reglerschalter und Lichtmaschine zum Prüfen von Generator und Regler.

23. Lesen Sie die Maximalspannung am Voltmeter ab und vergleichen Sie mit dem vorgeschriebenen Prüfwert.
24. Reduzieren Sie die Drehzahl bis auf 0.
25. Schalten Sie den Sicherungsautomaten ein. (Drücken auf den schwarzen Knopf). Der Prüfschalter bleibt in Stellung B.
26. Erhöhen Sie die Drehzahl, bis der Amperemeter eine Ladung (Zeigerausschlag rechts) von ca. 10 A anzeigt, und reduzieren Sie dann langsam die Drehzahl. Lesen Sie den maximalen Rückstrom (Zeigerausschlag nach links) ab und vergleichen Sie mit dem vorgeschriebenen Prüfwert.
Beim langsamen Erhöhen der Drehzahl muß das Amperemeter mit einem Zeigerausschlag nach **rechts** beginnen (Ladung). Zeigt der Zeiger erst einen kleinen Ausschlag nach **links** (Entlastung) und geht der Zeiger erst bei weiterer Drehzahlerhöhung auf 0 und dann weiter nach rechts, so müssen Sie die Einschaltspannung messen, ebenso wenn der Zeiger den Ausschlag nach rechts ruckartig beginnt. (Siehe Kapitel «Messung der Einschaltspannung».)
27. Reduzieren Sie die Drehzahl auf 0.
28. Stellen Sie den Prüfschalter auf Pos. BR. Sicherungsautomat auslösen!
29. Erhöhen Sie die Drehzahl bis zur Maximaldrehzahl und halten Sie dabei die Spannung durch Belastung mit dem Kohlebelastungswiderstand auf der Nennspannung.
Lesen Sie den Maximalstrom ab und vergleichen Sie diesen Wert mit dem vorgeschriebenen Prüfwert.
30. Motor abschalten – Prüfvorgang beendet.

C. Prüfung von Alternatoren ohne Regler

1. Der Alternator muß wie im Kraftfahrzeug befestigt werden. Die Aufspannwippe ist so ausgebildet, daß dies mit Hilfe der Konusschraube, Konushülse und Konusmutter immer möglich ist.

Stützen Sie den Alternator, indem Sie eine Stützrolle rückwärts unter den **vorderen** Gehäuseflansch legen und spannen Sie den Alternator mit der Druckspindel leicht nieder. Die Druckspindel darf nur am **vorderen** Gehäuseflansch angesetzt werden.

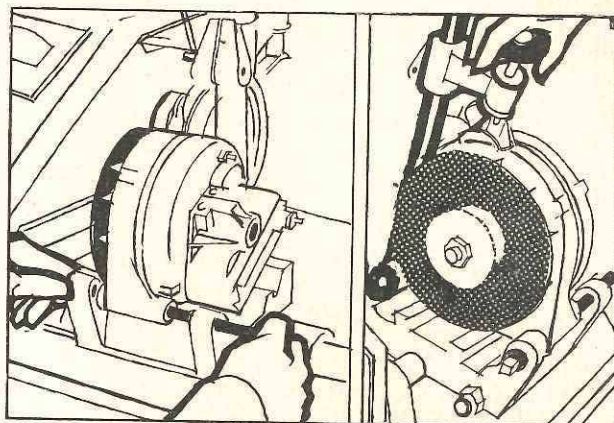


Bild 187 Drehstrom-Generatoren dürfen zum Prüfen meist nicht mit Druckspindeln auf Prismen eingespannt werden, weil sich dann das Weicheisengehäuse verziehen könnte. Darum werden diese Maschinen in ihrem Lagerflansch angeschraubt, und auch die Druckspindel darf nur auf den Lagerflansch gespannt werden.

2. Legen Sie den passenden Riemen über die Riemenscheibe der Lichtmaschine und die Riemenscheibe des Antriebsmotors.
3. Um den Riemen zu spannen, ziehen Sie die Wippe nach vorne und klemmen sie in dieser Lage fest.
4. Justieren Sie den Drehzahlmesser.
5. Schalten Sie den Spannungsumschalter auf die **Nennspannung** des Alternators und den Prüfschalter auf Stellung B. Kontrollieren Sie, ob der Sicherungsautomat eingeschaltet ist (schwarzen Knopf drücken).
6. Als Masseverbindung legen Sie für Alternatoren mit minus an Masse ein schwarzes Prüfkabel (10²) von der Massesteckbüchse der Aufspannvorrichtung zur Schnellklemme minus. Für Alternatoren mit plus an Masse ein rotes Prüfkabel zur Schnellklemme plus.

Lichtmaschine. In diesem Fall ist das Kabel vom Feldanschluß der Lichtmaschine statt an Masse an die Klemme D der Lichtmaschine anzuschließen.

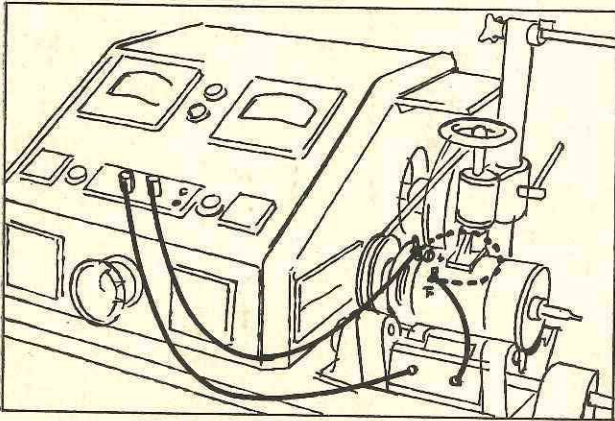


Bild 183 Feststellen der Regelseite der Lichtmaschine

10. Reduzieren Sie die Drehzahl, bis die Spannung der Nennspannung entspricht. (6 Volt-Lichtmaschine auf 6 Volt reduzieren.)
11. Schalten Sie den Prüfschalter auf Position BR.
12. Erhöhen Sie die Drehzahl bis zur Maximaldrehzahl und halten Sie dabei die Spannung durch Belastung mit dem Belastungswiderstand immer auf der Nennspannung.

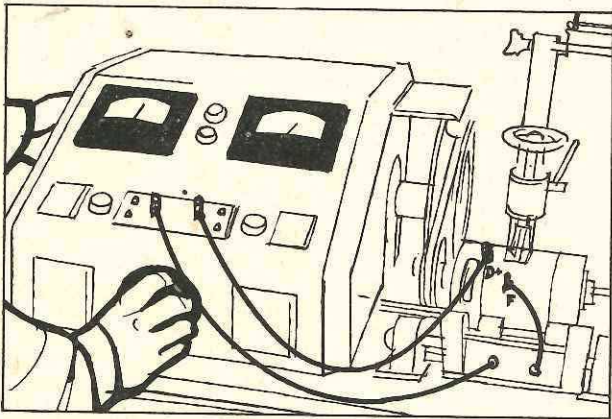


Bild 184 Prüfen des Maximalstromes der Lichtmaschine ohne Regler.

13. Lesen Sie den Maximalstrom ab, wobei Sie gleichzeitig die Bürsten auf unzulässiges Bürstenfeuer kontrollieren.
14. Rechnen Sie aus $\text{Volt} \times \text{Ampere}$ die abgegebene Leistung in Watt aus (der im Zubehör enthaltene

Wattindikator erleichtert Ihnen diese Arbeit), und vergleichen Sie die ausgerechnete Leistung mit der Leistungsangabe der Lichtmaschine, bzw. den vorgeschriebenen Prüferten.

Bei Lichtmaschinen mit Nennleistung bis 300 Watt soll die Maximalleistung der Maschine um 50% höher als der auf der Lichtmaschine angegebene Wert sein, bei Lichtmaschinen über 300 Watt genügen 30% Leistungsreserve.

15. Achten Sie bei den gesamten Prüfvorgängen auf Geräusche der Lichtmaschine.
16. Reduzieren Sie die Drehzahl der Lichtmaschine auf 0 und schalten Sie den Motor ab,.

Prüfung der Generatoren mit Regler

17. Spannen Sie den Regler auf den Reglerhalter.

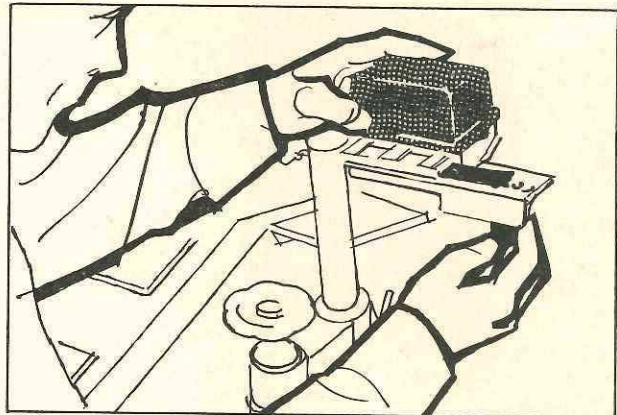


Bild 185 Befestigen des Reglerschalters auf dem Reglerhalter des Prüfstandes.

18. Das Kabel von der Lichtmaschine Klemme D+ zur Schnellklemme + müssen Sie entfernen.
19. Verbinden Sie mit einem Prüfkabel (10²) die Klemme D+ der Lichtmaschine mit der dazugehörigen Klemme des Reglers (D+).
20. Verbinden Sie mit einem Prüfkabel die Klemme B des Reglers mit der Schnellklemme +.
21. Verbinden Sie den Feldanschluß der Lichtmaschine mit dem Feldanschluß des Reglers.
22. Schalten Sie den Prüfschalter auf Pos. B und erhöhen Sie nach Einschalten des Antriebsmotors die Drehzahl bis zur maximalen Lichtmaschinendrehzahl.

Instandsetzen von Generatoren

2. Stecken Sie zwei Meßkabel in die Steckerbüchsen **Diode**, schließen Sie die beiden Kabel kurz und lesen Sie den fließenden Strom am A-Meter ab.
3. Trennen Sie die beiden Meßkabel wieder und schalten Sie die Diode nacheinander in beiden Durchgangsrichtungen in den Stromkreis. In einer Richtung darf kein Strom fließen, in der anderen Richtung muß ein Strom fließen, der aber bis zu 15% kleiner sein darf.

Fließt in beiden Richtungen Strom, so zeigt dies einen **Diodenkurzschluß** an. **Fließt in beiden Richtungen kein Strom**, so zeigt dies eine **Diodenunterbrechung** an. **Ist der fließende Strom um mehr als 15% vermindert** (veränderte Kennlinie), so ist die Diode nicht mehr verwendungsfähig.

Neu eingebaute Dioden müssen einer Vollastprüfung unterzogen werden!

Dazu muß der Alternator mit der Maximalleistung bei kleinstmöglicher Drehzahl 5-10 Minuten lang belastet werden. Danach Prüfung nach Punkt 12.

Drehzahlmessung

Da die Drehzahl vom Antriebsmotor abgenommen wird, muß der Drehzahlmesser auf die verschiedenen Durchmesser der Lichtmaschinenriemenscheiben eingestellt werden.

1. Messen Sie den Riemen-Außendurchmesser auf der Lichtmaschinenriemenscheibe.
2. Stellen Sie den Zeiger des Drehknopfes auf den gemessenen Riemen-Außendurchmesser ein.

Nachdem der Riemen-Außendurchmesser gemessen und am Drehknopf eingestellt wurde, zeigt das Drehzahl-

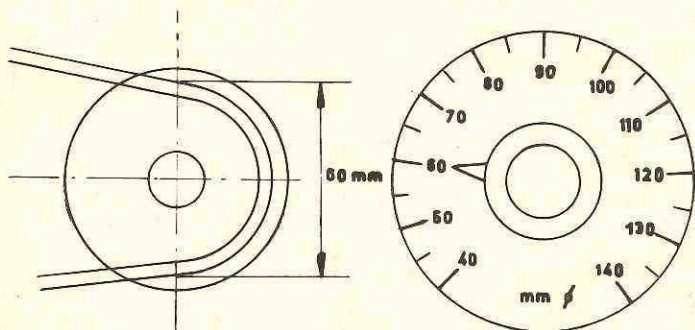


Bild 188 Weil der Drehzahlgeber vom Antriebsmotor gesteuert wird, muß vor dem Messen der Drehzahl ein Drehknopfschalter auf den Riemenscheibendurchmesser des Generators eingestellt werden.

instrument über den gesamten Skalenbereich die jeweilige Drehzahl der Lichtmaschine genau an.

Messung von Spannungsabfällen

Für die Messung von Spannungsabfällen sind die beiden Steckbüchsen mit Umschalter (8) vorgesehen. Stecken Sie zwei Meßkabel in die Steckbüchsen Plus und Minus und schalten Sie den Umschalter so, daß der Hebel zu diesen Steckbüchsen weist. Mit den beiden Meßkabeln können Sie nun alle Spannungsabfälle usw. messen. Wenn Sie während der Messung auf die 3,6-Volt-Taste (4) drücken, wird das Voltmeter auf 3,6 Volt Endausschlag umgeschaltet und ermöglicht auf der Skala 0-36 eine genaue Ablesung.

Messung der Einschaltspannung

Die Lichtmaschine bleibt angeschlossen wie bei der Rückstrommessung, den Prüfschalter stellen Sie auf Pos. BR.

Stellen Sie vor dem Einschalten des Motors den Belastungswiderstand durch Rechtsdrehen auf eine mittlere Belastung ein.

Schalten Sie das Voltmeter auf «Messung von Spannungsabfällen» wie oben beschrieben und schließen Sie die Meßkabel an die Masse der Aufspannwippe und an die Klemme D+ der Lichtmaschine.

Erhöhen Sie die Drehzahl nach Einschalten des Motors langsam. Das Voltmeter wird die langsam ansteigende Spannung an den Kohlebürsten der Lichtmaschine anzeigen. Im Moment des Einschaltens des Ladeschalters (Rückstromschalter) wird die Spannung ruckartig absinken. **Die maximal gemessene Spannung vor dem ruckartigen Absinken ist die Einschaltspannung.** Diese muß dem vorgeschriebenen Prüfwert entsprechen.

Messung von Isolationsfehlern

1. Spannungsschalter auf «12» schalten (Sicherungsautomat muß eingeschaltet sein und Kontrollleuchte (7) muß leuchten).
2. Zwei Meßkabel in die Steckbüchsen **Diode** einstecken.
3. Beide Meßkabel an das Prüfobjekt legen. (z. B. Meßkabel am Kollektor und Welle eines Lichtmaschinenankers legen.)

Das A-Meter darf keinen Strom anzeigen.

Jeder Zeigerausschlag zeigt einen Isolationsfehler an.

7. Erster Prüfschritt

Bei Alternatoren mit minus an Masse legen Sie ein rotes Prüfkabel von der Schnellklemme plus zum Alternatoranschluß B+.

Bei Alternatoren mit plus an Masse legen Sie ein schwarzes Prüfkabel von der Schnellklemme minus zum Alternatoranschluß P —.

Das A-Meter darf keinen Strom anzeigen!

8. Zweiter Prüfschritt

Bei Alternatoren mit minus an Masse legen Sie ein rotes Messkabel (1,5²) vom Alternatoranschluß F zur Schnellklemme plus.

Bei Alternatoren mit plus an Masse legen Sie ein schwarzes Messkabel vom Alternatorenanschluß F zur Schnellklemme minus.

Das A-Meter muß nun den Feldstrom anzeigen!

(Bei einzelnen Alternatoren ist es jedoch notwendig, noch ein Meßkabel von der zweiten Schleifkohle zur Alternatormasse zu legen.)

9. Dritter Prüfschritt

Drehen Sie die Alternatorriemenscheibe von Hand aus (am Riemen ziehen).

Der Feldstrom am A-Meter muß nun konstant bleiben.

10. Schalten Sie den Prüfschalter auf die Stellung BR.

11. Drehen Sie das Handrad zur Drehzahlregulierung um zirka 90° in Drehrichtung und schalten Sie den Antriebsmotor ein.

12. Vierter Prüfschritt

Erhöhen Sie die Belastung mit dem Drehzahlhandrad und dem Handrad des Belastungswiderstandes bei Nennspannung so lange, bis das A-Meter den Nennstrom anzeigt.

Die dabei abgelesene Drehzahl muß unter der oberen Drehzahlgrenze der Nennleistung liegen!

13. Fünfter Prüfschritt

Erhöhen Sie die Drehzahl bis der Alternator seinen Maximalstrom bei der Spannung abgibt, die im Prüfwert unter Leerlaufspannung angegeben ist.

14. Drehen Sie das Drehzahlhandrad bis zur Nullstellung zurück (Kerbe oben) und schalten Sie den Motor ab.

15. Schalten Sie den Spannungsumschalter auf Null. Der Prüfschalter bleibt in Stellung BR und das Handrad des Belastungswiderstandes muß ganz nach links gedreht sein.

Achtung: Bei Alternatoren mit eigenen Erregerdioden (z. B. **Bosch K1**) wird der vierte und fünfte Prüfschritt (Punkt 12 und 13) zuerst mit Felderregung durch Batteriestrom (Feldanschluß verbunden mit Schnellklemme) vorgenommen und dann mit Eigenerregung (Feldanschluß verbunden mit Erregerdiodenanschluß). Werden bei Eigenerregung die bei Batteriestromerregung gemessenen Werte nicht erreicht, so sind eine oder mehrere Erregerdioden schadhaft.

D. Prüfung von Alternatoren mit Regler

16. Nehmen Sie das Feldstromkabel von dem Alternatoranschluß F zur Schnellklemme ab und schließen Sie dafür den Regler genau wie im Kraftfahrzeug an. Bei einigen Alternatortypen muß noch die Kontrollampe angeschlossen werden. Anschluß wie im Kraftfahrzeug.

17. Schalten Sie den Spannungsumschalter wieder auf die Nennspannung des Alternators.

18. Drehen Sie das Handrad zur Drehzahlregulierung um zirka 90° in Drehrichtung und schalten Sie den Antriebsmotor ein.

19. Sechster Prüfschritt

Erhöhen Sie die Drehzahl bis zum Anschlag des Drehzahlhandrades und beobachten Sie dabei das Voltmeter.

Der angezeigte Maximalwert ist die «Spannung ohne Belastung» (Leerlaufspannung).

20. Siebenter Prüfschritt

Belasten Sie den Alternator durch Rechtsdrehen des Handrades des Belastungswiderstandes bis das A-Meter wieder maximalen Strom anzeigt, der nach Punkt 13 gemessen wurde.

21. Achten Sie bei allen vorstehenden Prüfschritten auf abnormale Lagergeräusche.

22. Drehen Sie das Handrad bis zur Nullstellung (Kerbe oben) zurück und schalten Sie den Antriebsmotor ab.

23. Schalten Sie den Spannungsumschalter auf Null und den Prüfschalter auf B.

E. Prüfung von Dioden

1. Stellen Sie den Spannungsumschalter auf die Nennspannung der Dioden.

Reparaturanleitung für Lichtmaschinen und Regler
(Gleichstromanlagen)

90% der Lichtmaschinenschäden sind mechanischer Art und können von einem guten Mechaniker – wenn er über die geeigneten Prüfgeräte verfügt – repariert werden.

Diese 90% umfassen:

- a) Lagerschäden
- b) Verbrannten oder abgenützten Kollektor
- c) Verklemmte oder abgenutzte Kohlebürsten
- d) Schadhafte Regler

a) und b) sind mechanische Reparaturarbeiten, c) und d) sind Austauscharbeiten.

Für diese 90% der Lichtmaschinenschäden finden Sie anschließend eine Reparaturanleitung.

Beobachtung

Fehler

Reparatur

zu 8.

Kein Ausschlag am Voltmeter

Voltmeter des Prüfstandes abgeschaltet

Voltmeterumschalter (8) so schalten, daß Hebel zu den Schnellklemmen weist

Fabrikneue Lichtmaschinen, kein permanenter Magnetismus vorhanden

Lichtmaschine polarisieren: d. h. ein paar Sekunden als Motor laufen lassen

Kohlebürsten zu kurz oder zu wenig Auflagedruck

Neue Kohlebürsten verwenden oder Federspannung erhöhen

Anker defekt

Anker austauschen

zu 9.

Lichtmaschine kann durch Feldstrom nicht erregt werden

Unterbrechungen im Feldstromkreis oder Kurzschluß im Feldkreis

Feldanschlüsse und Verbindungen kontrollieren, eventuell Feldspulen austauschen

zu 11.-14.

Maximalstrom wird nicht erreicht bei starkem Bürstenfeuer gleichmäßig über den ganzen Kollektor

Kohlebürsten zu kurz, zu wenig Federspannung, Kollektor stark abgenutzt

Kohlebürsten erneuern oder Federspannung erhöhen, Kollektor überdrehen

Feldspulen haben Windungsschluß

Feldspulen austauschen.

Maximalstrom wird nicht erreicht bei starkem, aber unregelmäßig über den Kollektor verteilten Bürstenfeuer

Kollektor unrund

Kollektor überdrehen

Anker hat Windungsschluß

Anker austauschen

zu 15.

Abnormale Lagergeräusche

Schlechte Lager

Lager auswechseln

zu 23.

Leerlaufspannung zu hoch

Federspannung am Spannungsrelais zu groß

Federspannung verringern

Leerlaufspannung zu niedrig

Federspannung am Spannungsrelais zu klein

Federspannung erhöhen

Wenn nicht einwandfrei justiert werden kann, Regler austauschen.

Instandsetzen von Generatoren

Beobachtung	Fehler	Reparatur
zu 26. Rückstrom zu groß	Federspannung am Rückstromrelais zu gering	Federspannung erhöhen
Einschaltspannung zu niedrig, Rückstrom in Ordnung	Luftspalt zwischen Relaiskern und Ankerplatte zu klein	Luftspalt vergrößern
Einschaltspannung zu niedrig, Rückstrom zu groß	Federspannung am Rückstromrelais zu gering	Federspannung erhöhen

Wenn nicht einwandfrei justiert werden kann, Regler austauschen.

zu 29. Maximalstrom bei Zweielementreglern zu gering	Leerlaufspannung zu niedrig eingestellt	Leerlaufspannung innerhalb der zulässigen Toleranz erhöhen
Maximalstrom bei Zweielementreglern zu hoch	Leerlaufspannung zu hoch eingestellt	Leerlaufspannung innerhalb der zulässigen Toleranz verkleinern
Maximalstrom bei Dreielementreglern zu gering	Federspannung am Stromrelais zu gering	Federspannung am Stromrelais erhöhen
Maximalstrom bei Dreielementreglern zu hoch	Federspannung am Stromrelais zu groß	Federspannung am Stromrelais vermindern

Wenn nicht einwandfrei justiert werden kann, Regler austauschen.

Reparaturanleitung (Wechselstromanlagen)

90% der Alternatorschäden können von einem guten Mechaniker – wenn er über das geeignete Prüfgerät verfügt – repariert werden.

Diese 90% umfassen:

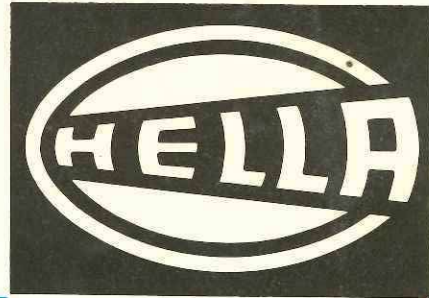
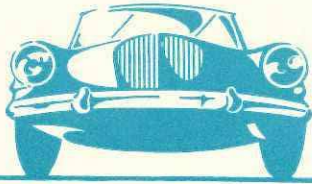
- a) Lagerschäden
- b) Schadhafte Dioden
- c) Abgenützte Schleifringe
- d) Verklemmte oder abgenützte Kohlebürsten
- e) Schadhafte Regler

Für diese 90% der Alternatorschäden finden Sie anschließend eine Reparaturanleitung.

zu 7. Zeigerausschlag am A-Meter nach links	Diodenkurzschluß (Rückstrom)	Dioden einzeln prüfen und schadhafte Diode austauschen
Sicherungsautomat löst aus	Diodenkurzschluß (Rückstrom)	Dioden einzeln prüfen und schadhafte Dioden austauschen
	Isolationsfehler im Anschluß B	Isolationsfehler lokalisieren und beheben

Instandsetzen von Generatoren

Beobachtung	Fehler	Reparatur
zu 8. Kein Ausschlag am A-Meter	Unterbrechung im Erregerstromkreis	Stromdurchgang über Schleifkohlen und Schleifringe, sowie durch Erregerwicklung prüfen und schadhafte Teile erneuern
Zu hoher Strom am A-Meter	Windungsschluß in der Erregerwicklung	Erregerwicklung erneuern
Sicherungsautomat löst aus	Kurzschluß in der Erregerwicklung Isolationsfehler im Anschluß F	Isolationsfehler lokalisieren und beheben
zu 9. Zeiger des A-Meters pendelt	Schleifringe unrund oder verbrannt Kohlebürsten klemmen oder sind abgenutzt	Schleifringe überdrehen und polieren Kohlebürstenführungen kontrollieren und Schleifkohlen eventuell austauschen
zu 12 Abgelesene Drehzahl um mindestens 15% höher als vorgeschriebener Wert Vorgeschriebene Leistung kann überhaupt nicht erreicht werden	Diodenunterbrechung Diodenkurzschluß	Dioden einzeln prüfen und schadhafte Diode austauschen Dioden einzeln prüfen und schadhafte Diode austauschen
zu 16. Kontrolllampe leuchtet nicht	Kontrolllampe defekt Regler defekt	Neue Glühlampe einsetzen Regler austauschen
zu 19. Maximalspannung hat nicht den vorgeschriebenen Wert	Regler dejustiert Regler schadhaft	Regler justieren Regler austauschen
zu 20. Maximalstrom zu gering	Regler schadhaft	Regler austauschen
zu 21. Abnormale Lagergeräusche	Lager schadhaft	Lager austauschen



WB/09-0122 C 9.66

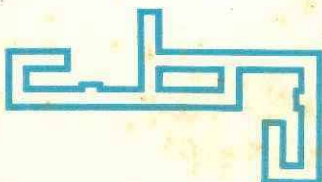
IN
MILLIONEN
 Auto Union BMW Citroen Daf Daimler Benz Ford Glas NSU Opel Porsche Saab Volvo VW
 usw

**FAHRZEUGEN
 BEWÄHRT**



Lieferprogramm:

- Blinkgeber
- Glühlampen
- Hörner + Fanfaren
- Installationsmaterial
- Leuchten
- Schalter + Relais
- Scheinwerfer



ELEKTRISCHE FAHRZEUGTEILE + PRÜFTECHNIK

wälchli + bollier zürich