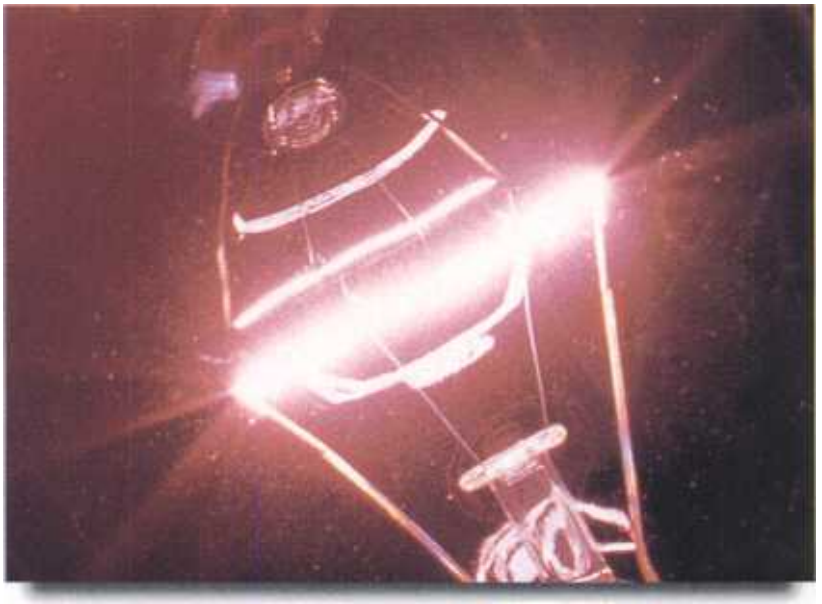
SEAT

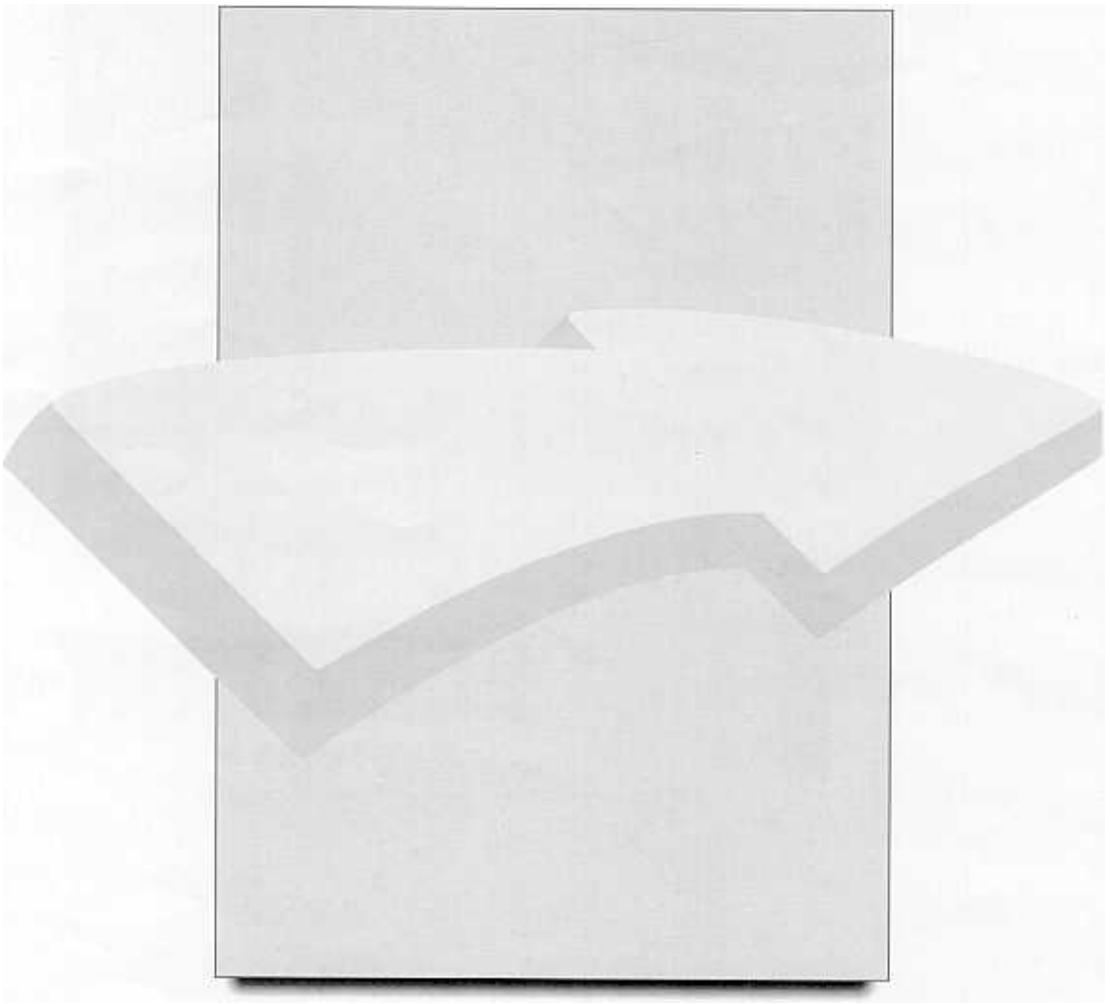
Kundendienst



1 GRUNDLAGEN DER ELEKTRIK

LEHRHEFTE GRUNDWISSEN

FORMACION POSTVENTA



Die komplette oder auszugsweise Wiedergabe dieses Hefts, die Speicherung in elektronischen Medien sowie die Übertragung in irgendeiner Form auf elektronischem, mechanischem, photomechanischem oder einem sonstigen Weg sind ohne die vorherige schriftliche Genehmigung der Inhaber des *copyright* nicht gestattet.

TITEL: Grundlagen der Elektrik (L.G. Nr. 1) - AUTOR: Kundendienstorganisation - SEAT, S.A. Zona Franca, Calle 2 Handelsregister Barcelona. Band 23662, Folio 1, Blatt 56855

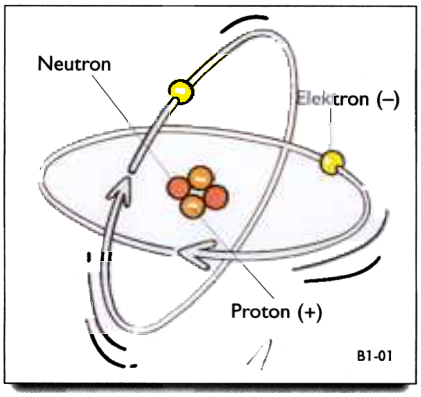
2. Auflage - VERÖFFENTLICHUNGSDATUM: Mai '97 - HINTERLEGUNG DER PFLICHTEXEMPLARE: B. 4509-98
Druckvorbereitung und Druck: TECFOTO, S.L. - Ciutat de Granada, 55 - 08005 Barcelona - Design und Umbruch: WIN&KEN

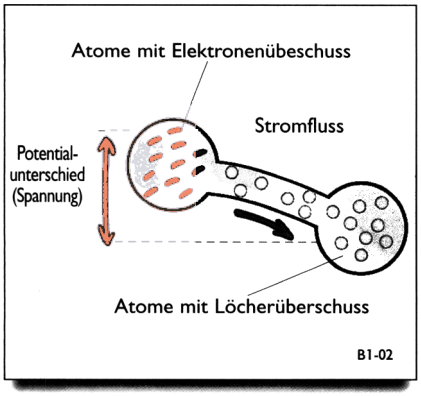
I N H A L T

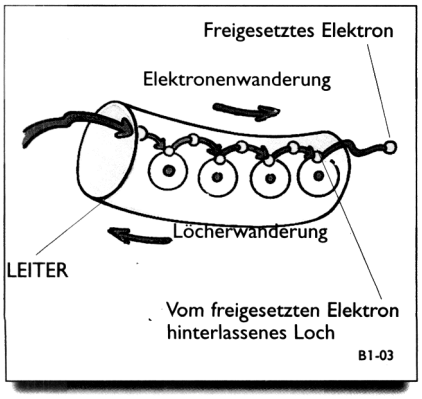
Der Aufbau der Materie: Das Elektron	4-5
Der Elektrische Stromkreis	6
Die Elektrischen Grössen	7
Das Ohmsche Gesetz	8
Die Elektrische Leistung	9
Gleichstrom und Wechselstrom	10
Definition der Wellenformen	11-13
Die Batterie	14-15
Der Elektromagnetismus	16-19
Der Generator	20-21
Reihen- und Parallelschaltung	
Kommunikation Über Wellen	24-27
Elektrische Messungen mit dem Multimeter	28-31
Prüfen Sie ihr Wissen	

"Erscheinungen der Elektrizität waren schon in fernen Zeiten (vor Christi Geburt) bekannt. Das Elektron wurde jedoch erst Ende des 19. Jahrhunderts entdeckt. Aus dieser Zeit stammt auch die Theorie, die wir heute kennen."

DER AUFBAU DER MATERIE: DAS ELEKTRON







Die Elektrizität hat ihren Ursprung in der Bewegung eines kleinen Teilchens, das Elektron genannt wird. Das Elektron ist ein Baustein des Atoms. Das Atom ist der kleinste Teil der Materie. Es besteht aus einem Kern, der andere Teilchen enthält: Protonen (mit positiver elektrischer Ladung) und Neutronen (ohne Ladung). Um den Kern kreisen die Elektronen, die negativ geladen sind. Die Anzahl der Protonen und Elektronen ist gleich, so dass das Atom nach aussen hin elektrisch neutral ist. Ein Atom kann viele Elektronen besitzen, die in der Hülle des Atoms in Umlaufbahnen um den Kern gehalten werden. Bei bestimmten Einflüssen werden die Elektronen aus ihrer Umlaufbahn geworfen. Verlässt ein Elektron sein Atom, dann liegt beim Rest, dem Atomrumpf, ein Defizit an negativer Ladung vor (das Atom verwandelt sich so in ein positives Ion). Wenn ein Elektron seine Umlaufbahn verlässt, entsteht an seiner Stelle ein "Loch", das ein Elektron eines benachbarten Atoms anzieht. Auf diese Weise wird eine Kaskade von benachbarten Atomen entrissenen Elektronen, die die entstehenden Löcher ausfüllen, ausgelöst, und so entsteht ein Elektronenstrom.

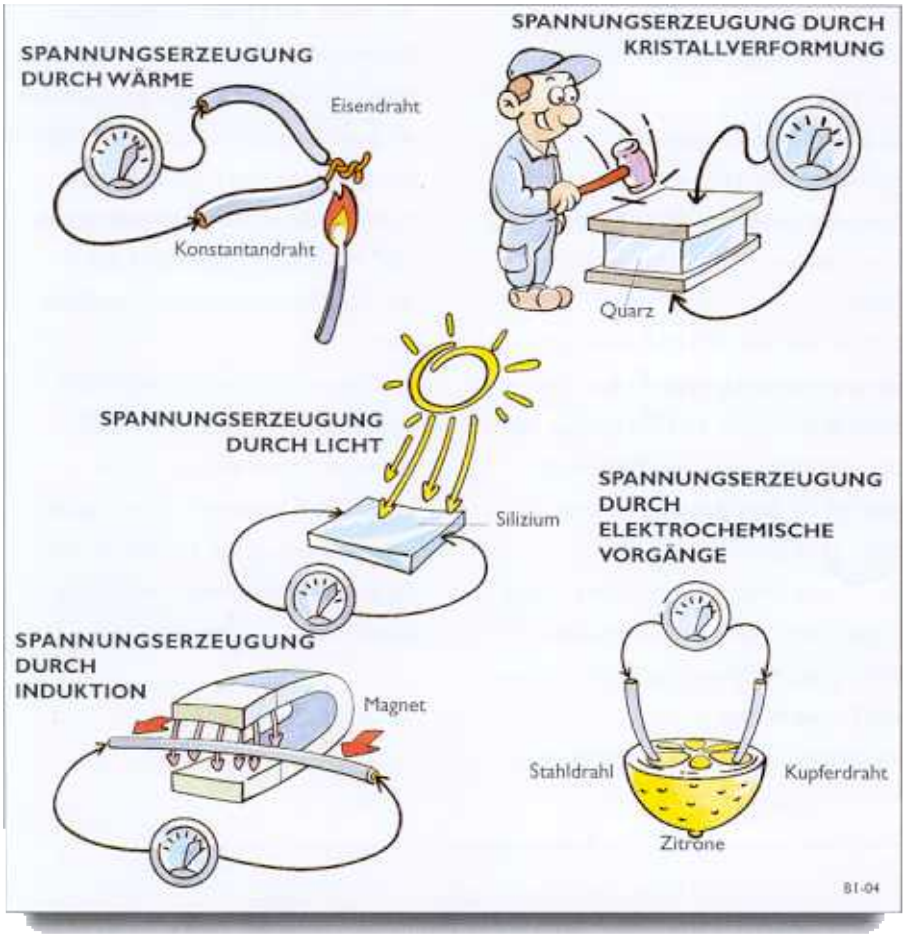
Die Kraft, die die Elektronen zwingt, durch einen Leiter zu strömen, ist von dem Unterschied in der Menge der Elektronen zwischen den Enden dieses Leiters abhängig. Sind an einem Ende viele Elektronen vorhanden und an dem anderen nur sehr wenige, so erscheinen hier Löcher und es entsteht ein Elektronenstrom zu dem Ende, an dem die Löcher sind, um einen ausgeglichenen Zustand herzustellen. Der zwischen den beiden Leiterenden vorhandene Unterschied in der Elektronenkonzentration, der die "Stärke" des Elektronenstroms bestimmt, wird Potentialunterschied oder Spannung genannt. Das bedeutet: je grösser die an den Leiterenden vorhandene Spannung ist, desto grösser ist auch die Zahl der Elektronen, die bereit sind, von einem Ende des Leiters zum anderen zu wandern.

Leiterwerkstoffe und Isolierstoffe

Es gibt Atome, bei denen die Elektronen mit grosser Leichtigkeit ihre Umlaufbahn verlassen und einen elektrischen Strom bewirken, und Atome bei denen das nicht der Fall ist; es gibt Körper, wie z. B. die Metalle (Kupfer, Silber, Eisen usw.), in denen sich die Elektronen ungehemmt bewegen können, und Stoffe, die der Elektronenbewegung einen grossen Widerstand entgegensetzen (Holz, Kunststoffe, Gummi). Die ersteren sind die sogenannten Leiterwerkstoffe, und die anderen die Nichtleiter oder Isolierstoffe. Ausserdem kennt man die Halbleiter, d. h. Elemente, deren elektrische Leitfähigkeit von den Bedingungen des Stromkreises und ihrer chemischen Zusammensetzung abhängen.

Der Ursprung der Elektrizität

Verschiedene Vorgänge können dazu führen, dass Elektronen ihr Atom verlassen und ein Strom entsteht:



ZUR VERTIEFUNG

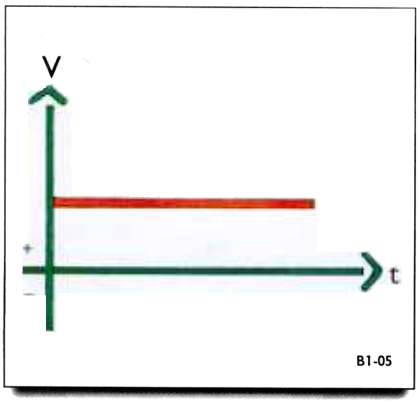
Stromrichtung

Bis vor nicht allzulanger Zeit war man der Auffassung, dass der elektrische Strom von Plus zu Minus fliesst. Das Gegenteil ist der Fall: die Elektronen fliessen vom Minuspol zum Pluspol. Aus Gewohnheit und Bequemlichkeit sagt man jedoch weiter, dass der Strom von Plus zu Minus fliesst. Das kann dann so interpretiert werden, dass die "Löcher" oder die positiven Ladungen in dieser Richtung wandern, während die negativ geladenen Teilchen, die Elektronen, in entgegengesetzter Richtung strömen.

- Spannungserzeugung durch Wärme: Thermoelemente entstehen durch die Verbindung von zwei Metallen mit unterschiedlichem thermoelektrischem Potential; sie erzeugen bei Erwärmung Strom.
- Spannungserzeugung durch Kristallverformung: durch die physikalische Verformung eines Quarzkristalls entsteht Strom an den Enden des Kristalls.
- Spannungserzeugung durch Licht: durch die Einwirkung von Licht auf bestimmte Siliziumverbindungen lösen sich Elektronen, und es entsteht ein Strom.
- Spannungserzeugung durch Induktion: durch Änderung des magnetischen Flusses, der einen Leiter durchsetzt, wird Strom erzeugt; das geschieht z. B. beim Dynamo, Generator, Magnet usw.
- Spannungserzeugung durch elektrochemische Vorgänge: die chemische Reaktion von zwei Verbindungen kann zum Austreten von Elektronen und damit zur Entstehung von Strom führen. Ein Beispiel dafür sind die Batterien und Akkumulatoren.

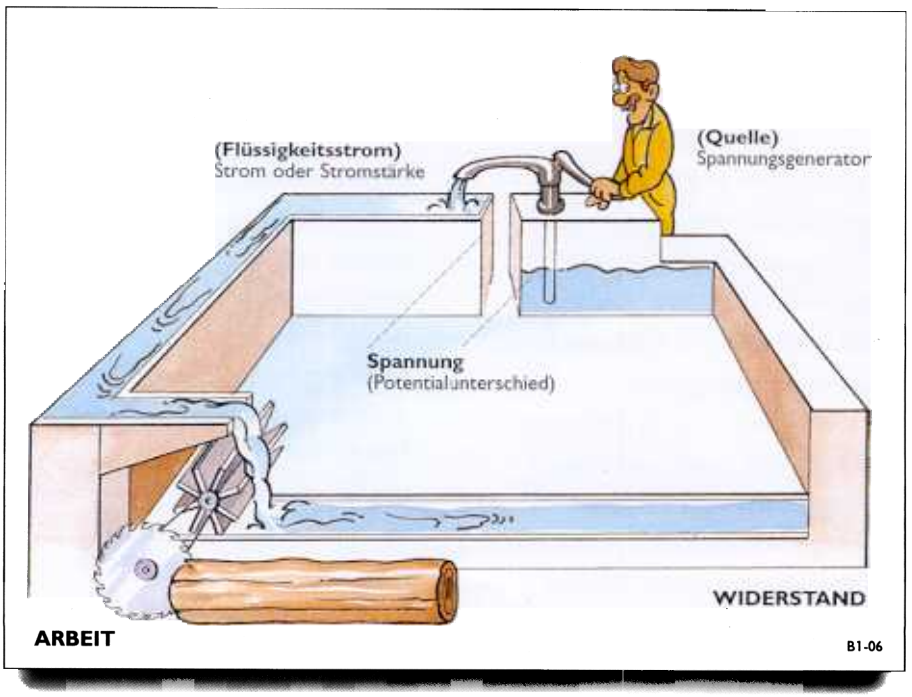
"Damit ein elektrischer Strom fliessen kann, muss ein geschlossener Stromkreis vorhanden sein. Um die Erscheinungen der Elektrizität zu verstehen, muss man an erster Stelle den elektrischen Stromkreis und seine Einheiten kennen."

Der Elektrische Stromkreis



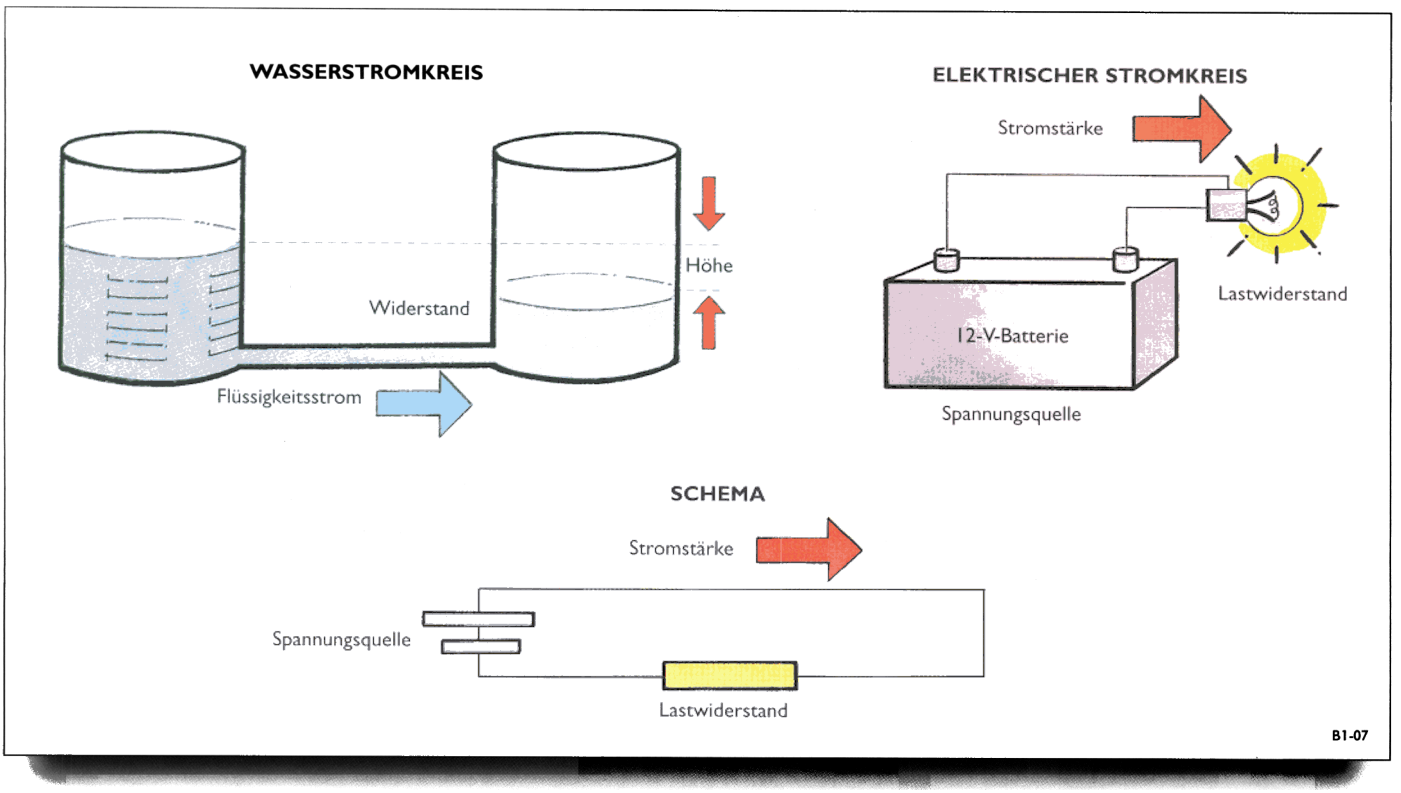
Graphische Darstellung des Gleichstroms.

Der elektrische Stromkreis kann mit einem Wasserstromkreis verglichen werden.
Er ist der Weg, auf dem der Strom (das Wasser) von einem Spannungsgenerator (der Quelle) zu einem Verbraucher oder einer Last fliesst.
Last ist alles, was Energie verbraucht, um arbeiten zu können: die Last des Stromkreises kann eine Glühlampe sein oder ein Motor usw. (im Beispiel der Abb. ist die Säge, die eine Leistung erbringt, die Last).
Der Strom fliesst wie das Wasser durch Kanäle oder Leitungen. Durch die Leitungskabel fliessen die Elektronen zu den Verbrauchern.
Im Wasserstromkreis entsteht durch den durch die Quelle geschaffenen Höhenunterschied ein Druck (Spannung beim elektrischen Stromkreis); dadurch wird ein Flüssigkeitsstrom (Stromstärke) bewegt; Länge und Querschnitt des Kanals bremsen den Flüssigkeitsstrom (der elektrische Widerstand, durch den der Elektronenstrom beeinflusst wird).
Entsprechend hängt im elektrischen Stromkreis der durch einen Leiter fliessende Strom von der an die Leiterenden angelegten Spannung und vom Widerstand des Leiterwerkstoffs ab; je kleiner der Widerstand, desto besser fliesst der Strom.



Wasserstrommodell
Der Strom fliesst wie das Wasser durch Kanäle oder Leitungen; durch die Stromkabel fliessen die Elektronen zu den Verbrauchern.

Die Elektrischen Grössen



Nach diesen Ausführungen können die drei grundlegenden elektrischen Grössen definiert werden: Spannung, Stromstärke und Widerstand.

- **Die elektrische Spannung (U)**
  Als elektrische Spannung wird die potentielle Kraft (Attraktion) bezeichnet, die zwischen zwei Punkten vorhanden ist, die eine unterschiedliche Anzahl an Elektronen aufweisen. An den Polen einer Batterie liegt eine elektrische Spannung vor. Die Masseinheit der elektrischen Spannung ist das Volt.

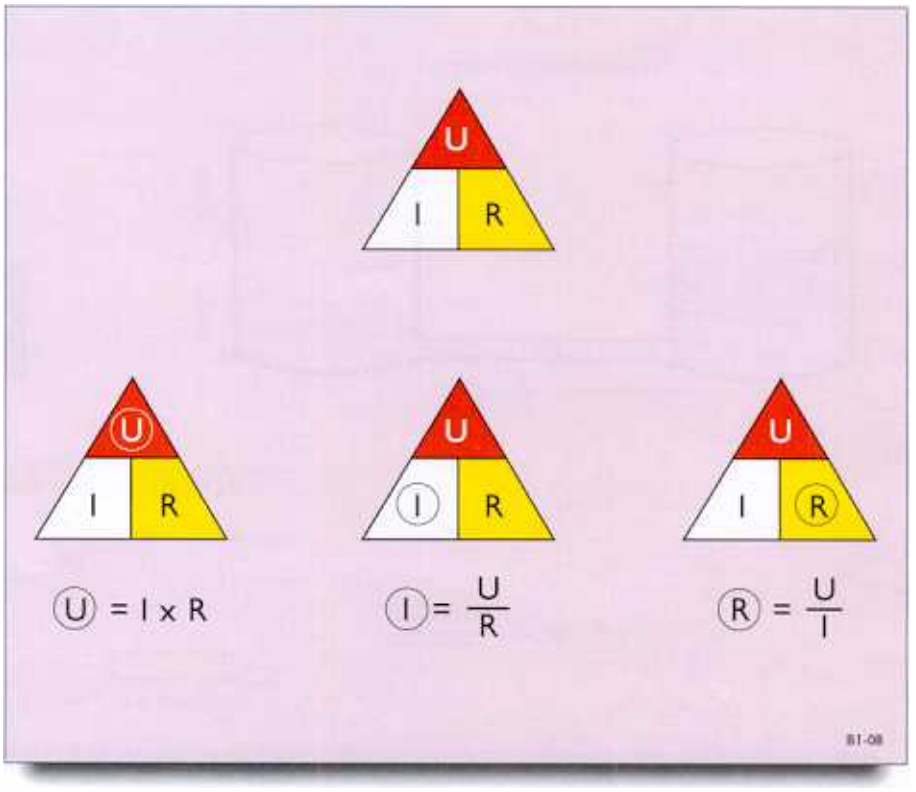
- **Der elektrische Strom (I)**
  Die Elektronenmenge oder die Intensität, mit der die Elektronen pro Zeiteinheit durch einen Leiterquerschnitt fliessen, wenn an den Leiterenden eine Spannung vorliegt, wird elektrischer Strom genannt. Die Masseinheit der elektrischen Stromstärke ist das Ampere.

- **Der elektrische Widerstand (R)**
  Die durch einen Leiter fliessenden Elektronen stossen auf einen gewissen Widerstand, der von der Länge, dem Querschnitt und dem Werkstoff des Leiters abhängt. Je grösser der Querschnitt und je kleiner die Länge, desto besser fliesst der Strom. Die Masseinheit des elektrischen Widerstands ist das Ohm (Ω).

"Alles, was sich bewegt oder fliesst, stösst auf einen gewissen Widerstand. Das ist die Regel, die das Phänomen wiedergibt, das der Mathematiker Georg Simon Ohm 1799 entwickelte. Georg Simon Ohm ist der Vater des Gesetzes, das seinen Namen trägt und durch das die Elektrizität berechenbar wird."

Das Ohmsche Gesetz

Zur Herleitung der Formel zur Berechnung einer der unbekannten Grössen muss man die beiden anderen Grössen gemäss ihrer Position im Dreieck zueinander in Beziehung setzen: Volt werden durch Ampere oder Ohm geteilt; zur Ermittlung der Spannung in V müssen Ohm mit Ampere multipliziert werden.



Die drei elektrischen Masseinheiten (Volt, Ampere und Ohm) stehen in einer Beziehung zueinander, so dass jede Einheit durch die Kombination der beiden anderen definiert werden kann, zum Beispiel:

1 Ampere ist der Strom, der durch einen Leiter mit einem Widerstand von 1 Ohm fliesst, wenn 1 Volt Spannung angelegt wird.

Die mathematische Definitionsgleichung lautet:

$$I = U/R$$
$$(1\ A = 1\ V/1\ \Omega)$$

Anhand dieser Gleichung kann ausgehend von zwei bekannten Werten der jeweils unbekannte Wert berechnet werden.

$$U = I \times R\ (V = A \times \Omega)$$
$$I = U / R\ (A = V : \Omega)$$
$$R = V / I\ (\Omega = V : A)$$

Das Ohmsche Gesetz lässt sich graphisch durch ein Dreieck mit den drei Einheiten Volt, Ampere und Ohm darstellen. Der oben stehende Wert wird durch die unten stehenden Werte geteilt, und die unten stehenden Werte werden multipliziert.

Die Elektrische Leistung

Die Leistung wird als die in einer bestimmten Zeit verbrauchte oder produzierte Energie oder Arbeit definiert. Die Masseinheit für die elektrische Leistung ist das Watt (W). Die Leistung wird durch die angelegte Spannung und die durch einen Stromkreis fliessende Stromstärke definiert: man sagt, dass ein Watt die Energie (Arbeit) ist, die ein Ampere in einem Stromkreis mit 1 Volt Spannung freigibt.
Die Formel dafür lautet:

$$W = U \times I$$

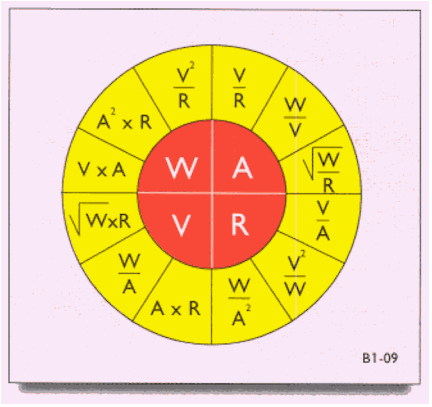
(1 Watt = 1 Volt x 1 Ampere)

Da das Ergebnis dieses mathematischen Ausdrucks eine Gleichung ist (ähnlich wie das Ohmsche Gesetz), kann ein unbekannter Wert abgeleitet werden, wenn zwei Werte bekannt sind. So erhält man drei Formeln zur Berechnung der jeweiligen Unbekannten. Für die Berechnung der unbekannten Grösse setzt man die beiden anderen Grössen gemäss ihrer Position im Dreieck in Beziehung zueinander:

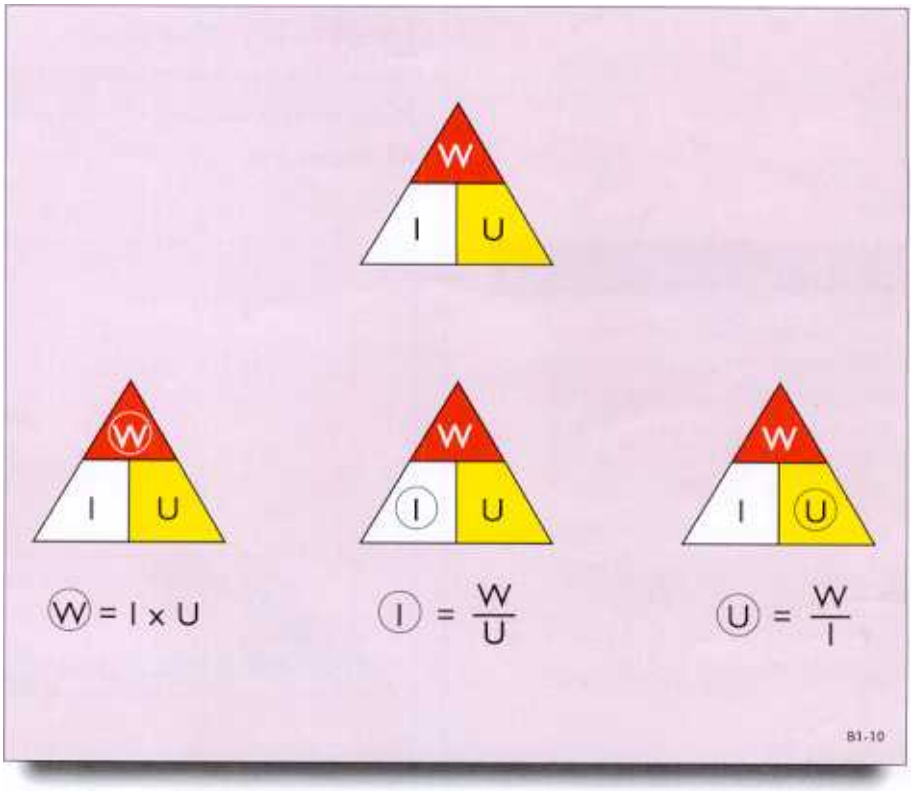
$$W = V \times A$$
$$A = W : V$$
$$V = W : A$$

Die Einheit der elektrischen Leistung, das Watt (W), steht in einem bestimmten Verhältnis zu anderen, in der Automobiltechnik verwendeten Leistungseinheiten, wie z. B. der Pferdestärke (PS):

1 PS entspricht 736 W

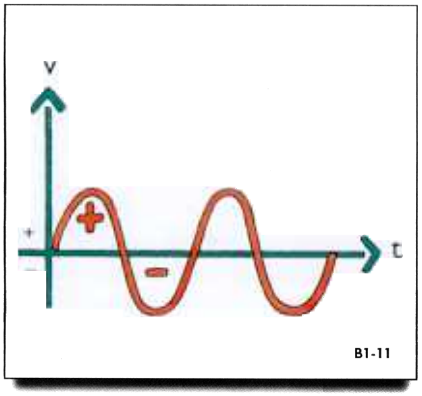


Beziehung zwischen den Einheiten
Da die Gleichung des Ohmschen Gesetzes und die Leistungsformel gemeinsame Einheiten haben, können sie in Beziehung zueinander gesetzt werden, so dass man ein Formelwerk erhält, mit dem man jede Einheit durch die Kombination von zwei anderen Einheiten ermitteln kann. Das nebenstehende "Rad" ist ein komplettes Formelwerk für die elektrischen Einheiten, mit dem man aus zwei bekannten Grössen eine unbekannte Grösse berechnen kann.



"Der elektrische Strom kann sich auf zwei verschiedene Weisen zeigen: als Gleichstrom und als Wechselstrom. Der Unterschied zwischen Gleich- und Wechselstrom liegt in der Stromquelle. Die Wirkungen sind jedoch gleich."

GLEICHSTROM UND WECHSELSTROM



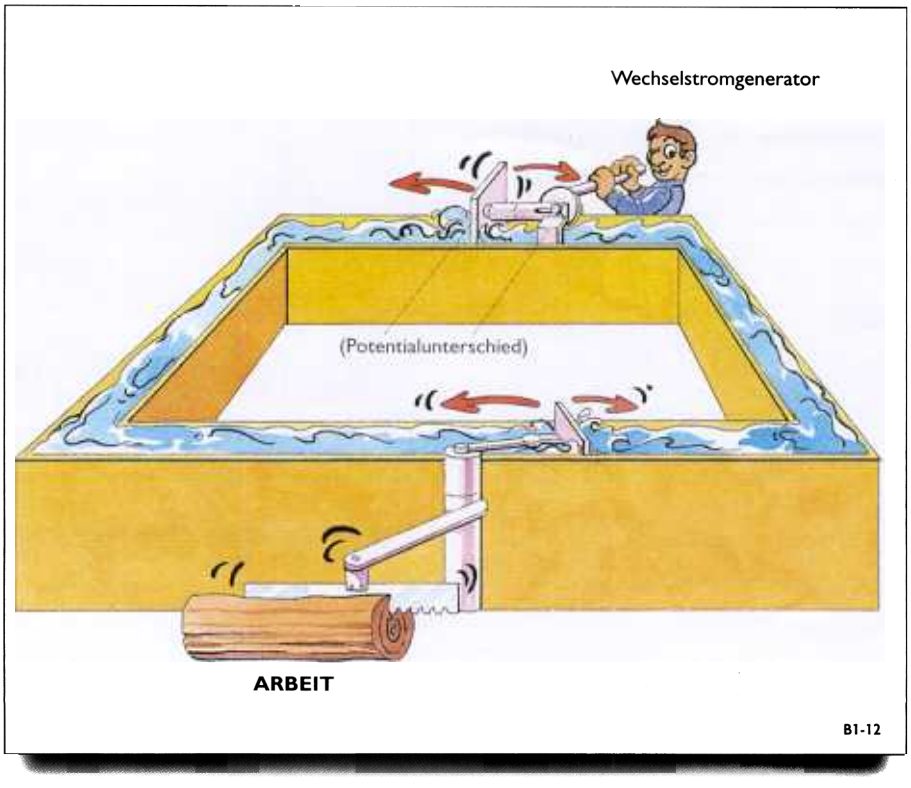
Wechselstrom: lebensnah Vertretung.

Gleichstrom (DC) wird von Generatoren erzeugt, die den Strom immer in einer Richtung liefern. Das ist der Fall beim Dynamo, bei der Photozelle, bei der Batterie usw. Im Fahrzeug wird Gleichstrom verwendet, weil er in der Batterie gespeichert werden kann und so bei Bedarf zur Verfügung steht.
Der Gleichstrom ändert seinen Wert in Abhängigkeit von der Zeit nicht: Auf dem Bildschirm eines Oszilloskopes erscheint er als waagerechte Linie bezogen auf 0 Volt (Masselinie). Der Abstand zwischen Spannungslinie und Masselinie zeigt die Grösse (Amplitude) der Spannung an.

Wechselstrom (AC) kann nicht in Batterien gespeichert werden. Er lässt sich jedoch durch die Generatoren sehr viel einfacher und billiger erzeugen.
Der Wechselstrom ändert periodisch die Poleigenschaft. Die Pole sind abwechselnd Plus und Minus. Die Wellenform wird durch den Generator bestimmt. Es gibt jedoch immer eine 0-Volt-Linie, die die Welle in zwei symmetrische Spitzen teilt. Die Merkmale des Wechselstroms sind die Frequenz (Perioden pro Sekunde) und die Spannung von Spitze zu Spitze; es wird jedoch der Effektivwert der Spannung (RMS Spannung) verwendet.

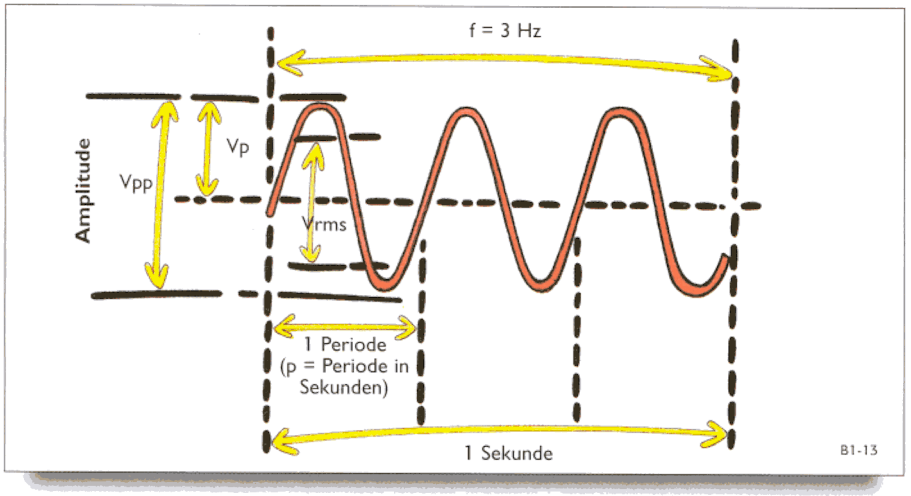
ZUR VERTIEFUNG

Unter dem Effektivwert (RMS) eines Wechselstroms (AC) versteht man den Wert, der die gleiche Wärmeleistung an einem Widerstand bewirkt wie ein ebenso grosser Gleichstrom (DC).



Wasserstrommodell
Die Hin- und Herbewegung erzeugt Wellen im Wasserstromkreis, die zur Erzeugung von Leistung verwendet werden.

Definition der Wellenformen



Merkmale der Sinuswellen:
f = Frequenz, Einheit in Hertz (Hz)
p = Periode, Einheit: Sekunde (s) oder Millisekunde (1 mS = 0,001 s)
Vp = Scheitelspannung
Vpp = Spannung von Scheitelwert zu Scheitelwert
Vrms = Effektivspannung

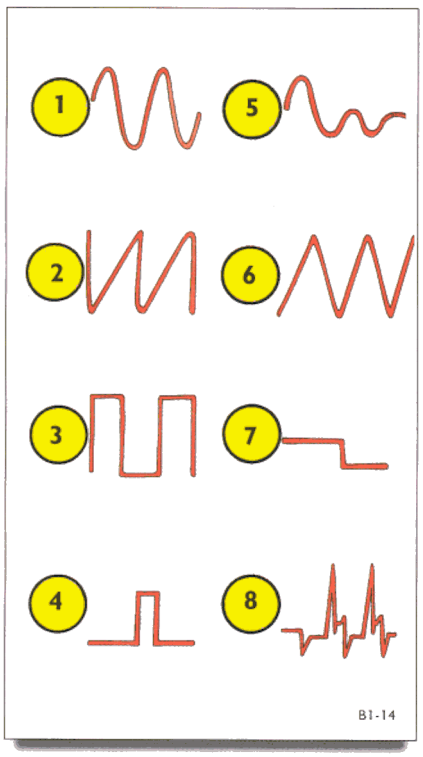
Der Wechselstrom und der Gleichstrom, dieser jedoch bei Impulsänderung, sind dadurch gekennzeichnet, dass sie periodisch ihre Form ändern, verschiedene Kurvenformen haben und sehr schnell oder sehr langsam fliessen können. Es gibt aber eine Reihe von Begriffen, die für beide Stromarten in gleicher Weise gelten und mit denen jede Wellenform definiert werden kann.

- **Wellen:** der Oberbegriff für ein Signal, das sich zeitlich wiederholt, ist die Welle (ähnlich wie die Schall- oder Funkwellen).
- **Periode:** die Periode oder Schwingung ist der Teil der Welle, der sich wiederholt. Die Wellenform ist die graphische Darstellung eines Signals, bei der die Zeit in der Waagerechten und die Spannung in der Senkrechten dargestellt ist.
- **Periodendauer:** die Periodendauer oder Schwingungsdauer ist die Zeit, in der eine einzelne periodische Schwingung abläuft.
- **Frequenz:** die Frequenz wird definiert als die Zahl der Schwingungen oder Periodenzahl pro Zeiteinheit, im allgemeinen pro Sekunde. Die Einheit der Frequenz ist das Hertz (Hz). Ein Hertz entspricht einer Schwingung pro Sekunde (1/s). Es besteht eine Beziehung zwischen der Schwingungsdauer und der Frequenz: die Frequenz (f) ist der Kehrwert der Schwingungsdauer oder Periode (p). Es gilt folgender Ausdruck:

$$f = 1/p \; ; p = 1/f$$

f = Frequenz in Hertz (Hz)
p = Periode in Sekunden

- **Amplitude:** die Amplitude eines Signals ist der momentane Spannungswert (Scheitelwert) oder die Schwingungsweite, d. h. die "Höhe" oder der Abstand der Welle zur Null-Volt-Linie oder beim Wechselstrom der Abstand zwischen dem positiven und dem negativen Scheitelwert.



Häufige Wellenformen

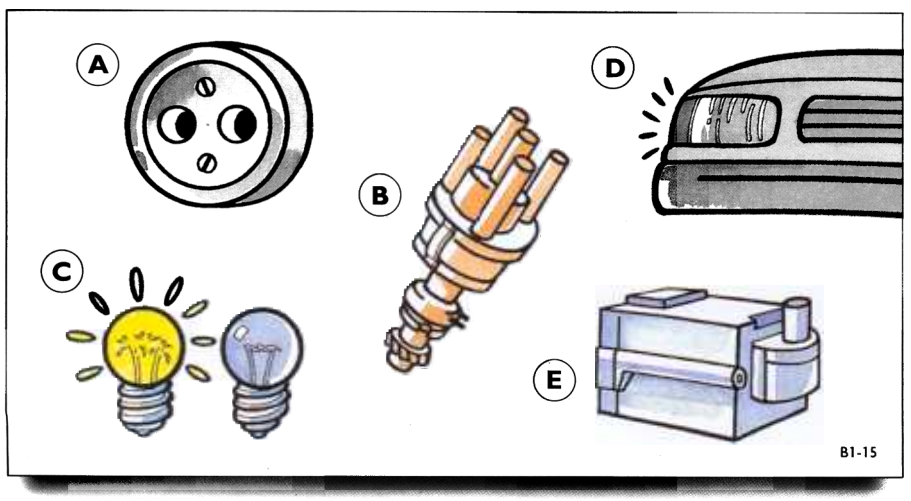
Es gibt verschiedene Wellenformen. Die Definition bezieht sich auf die Form oder das Merkmal einer einzelnen Welle:

1. Sinuswelle
2. Sägezahnwelle
3. Rechteckwelle
4. Impuls
5. Gedämpfte Sinuswelle
6. Dreieckswelle
7. Stufenwelle
8. Komplexe Wellenform

Beispiele für Wellenformen

A. Die Sinuswelle ist die Wellenform der Spannung des Haushaltsstromnetzes mit einer Spannung von 220 V und einer Frequenz von 50 Hz.

B. Die Rechteckwelle ist die Wellenform der Spannung des Hallgebers.



C. Eine stufenförmige Welle entsteht, wenn der Übergang von einem elektrischen Zustand zu einem anderen erkannt wird, z. B. beim Einschalten eines Elements.

D. Ein Impuls wird erzeugt, wenn die momentane Ansteuerung eines Elements erkannt wird, z. B. das Blinken einer Lampe.

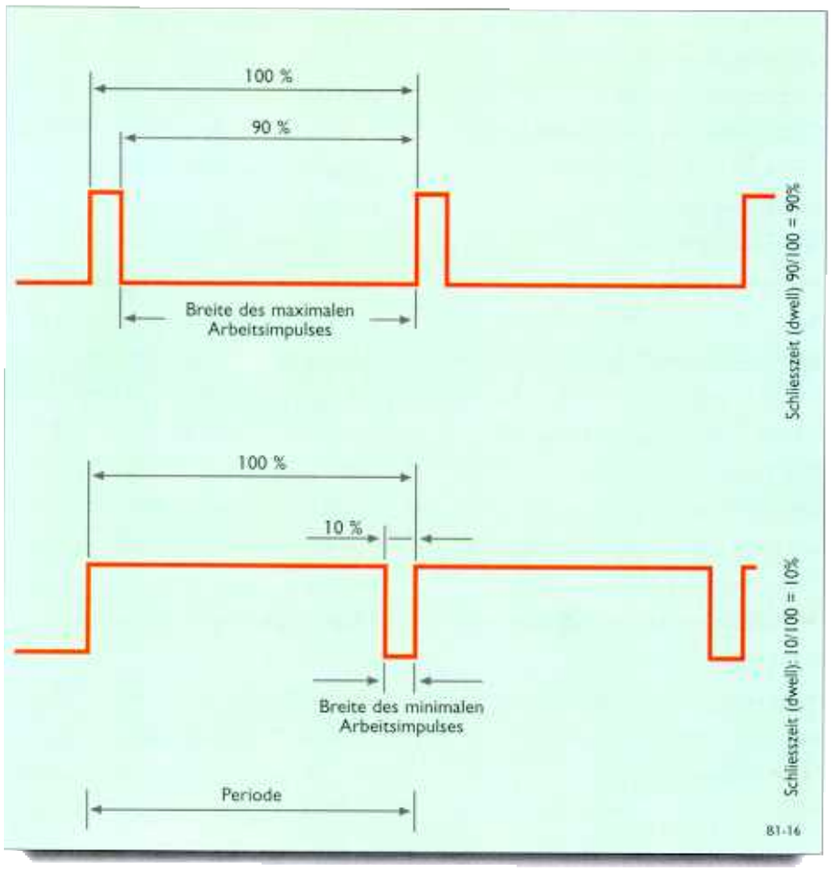
E. Komplexe Wellenformen sind Kombinationen aus verschiedenen Wellenformen (Rechteckwelle, gedämpfte Sinuswelle usw.), z. B. die Zündwellen.

Wellenformen des Stroms: die Impulse

Bisher haben wir zwei Stromarten behandelt, nämlich den Gleichstrom und den Wechselstrom; es gibt jedoch noch eine dritte Stromart, die die Merkmale der beiden übrigen Stromarten in sich vereint, nämlich der pulsierende Gleichstrom oder Mischstrom: die Impulse.

Die elektronischen Steuergeräte zur Regelung von bestimmten Stellgliedern, z. B. Magnetventilen, bei denen die Öffnung und Schliessung genau gesteuert werden muss, arbeiten, indem sie Steuerimpulse erzeugen, die auf das Stellglied einwirken.

Die Steuerung kann auf zwei Weisen erfolgen: durch Abgabe von Gleichstromimpulsen und Änderung der Abgabefrequenz oder Änderung der Impulsbreite bei konstanter Frequenz. In



Die Impulse haben folgende Merkmale: es sind Gleichstromimpulse, denn ihre Richtung ändert sich nicht, sie erfolgen intermittierend (wie die Wellen), sie haben eine bestimmte Länge, und zwischen zwei Impulsen liegt eine Pause (die Periode); nur ein Teil des Impulses ist "aktiv". Das Verhältnis zwischen dem aktiven Teil des Impulses und der Impulsperiode gibt einen genauen Hinweis auf die Impulsenergie. Dieses Verhältnis wird als Arbeitsfaktor oder Schliesszeit (engl. dwell) des Signals bezeichnet.

beiden Fällen wird der Steuerstrom für das Stellglied geregelt.

Die am häufigsten eingesetzte Steuerungsart ist die Regelung über Impulse mit konstanter Frequenz und veränderlicher Impulsbreite. Sie wird als Änderung des Tastverhältnisses des Signals oder auch als Änderung der Schliesszeit (engl. dwell) bezeichnet. Diese Steuerungsart wird bei den Einspritzventilen und auch bei einigen Leerlaufventilen eingesetzt.

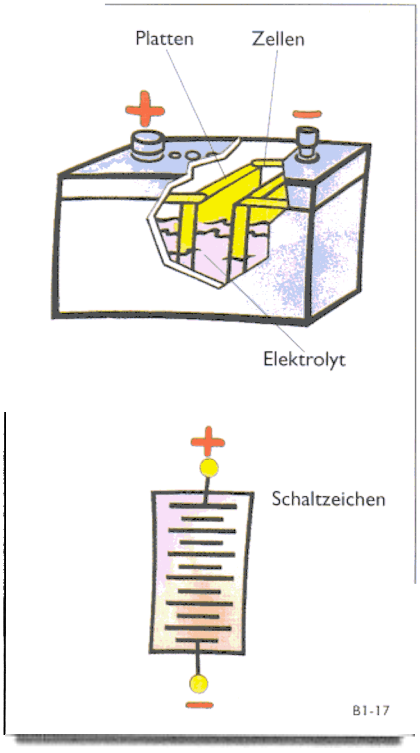
Die Stellglieder erhalten Steuerimpulse mit konstanter Spannung und Frequenz. Dabei wird das Verhältnis zwischen der Impulsbreite bei Masse und bei Höchstspannung (12 V) geändert, d. h. das Verhältnis zwischen dem "arbeitenden" und dem "nicht arbeitenden" Signal. Auf diese Weise erhalten die zu steuernden Vorrichtungen einen perfekt geregelten Strom, und das Steuergerät wird nicht der Gefahr einer übermässigen Energiedissipation ausgesetzt.

ZUR VERTIEFUNG

Die Regelung über das Tastverhältnis wird auch Regelung durch veränderlichen Arbeitszyklus, Änderung des Arbeitsfaktors oder PWM von engl.: Pulse Width Module oder Impulsbreitenmodulation genannt.

"Durch die in ihrem Innern ablaufende chemische Reaktion speichert die Batterie Energie wie ein Behälter, der nach Belieben gefüllt und geleert werden kann. Das ist das Prinzip der Bleibatterie, die von dem französischen Physiker Gaston Planté im Jahre 1859 erfunden wurde."

Die Batterie



Ein häufig eingesetztes Verfahren ist die Stromerzeugung durch elektrochemische Vorgänge: die Bleibatterie ist eine Gleichstromquelle, die auf diesem Prinzip beruht. Sie besteht aus mehreren hintereinandergeschalteten Akkumulatorelementen oder Zellen, die die Akkumulatorbatterie bilden

Die in Form von chemischer Energie gespeicherte Energie kann in elektrische Energie umgewandelt werden. Dieser Prozess findet bei der Entladung statt. Durch Stromzuführung kann die elektrochemische Umwandlung wieder rückgängig gemacht werden, so dass die Batterie wieder geladen werden kann.

Die Batterie besteht aus mehreren, in Reihenschaltung miteinander verbundenen Zellen. Eine 12-V-Batterie hat 6 Zellen. In den Zellen befinden sich die positiven und negativen Bleiplattenblöcke, in denen die Elektronen gespeichert werden. Bei einer vollgeladenen Batterie hat jede Zelle eine Spannung von 2,2 Volt. Eine Batterie mit 12 Volt Nennspannung hat also, wenn sie geladen ist, eine effektive Spannung von 13,2 Volt.

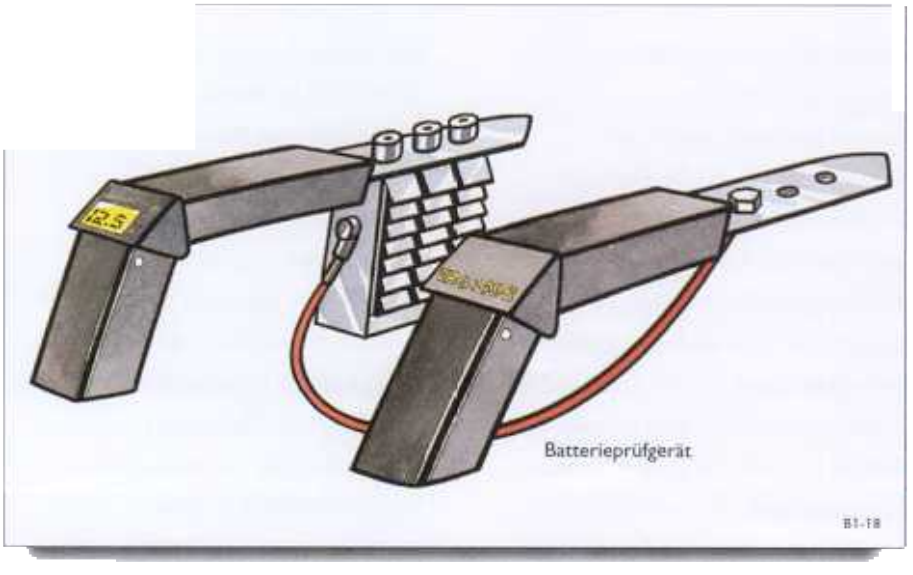
Der Elektrolyt ist eine Mischung aus destilliertem Wasser und Schwefelsäure. Die Bleiplatten in den Zellen sind in die Elektrolytflüssigkeit getaucht. Der Elektrolyt ist die Substanz, die die chemische Reaktion beim Lade- und Entladevorgang bewirkt. Die Elektrolytdichte ändert sich in Abhängigkeit von der Ladung. Durch Messung der Elektrolytdichte kann der Batteriezustand bestimmt werden.

Merkmale der Batterie

Die Kapazität einer Batterie, d. h. die Energiemenge (in Amperestunden), die die Batterie speichern kann, ist von der

Batterieprüfung

Das Aräometer (Dichtemesser) ist eine Vorrichtung zur Bestimmung des Ladezustandes einer Batterie durch Messung der Säuredichte jeder Zelle. "Versiegelte" Batterien können jedoch nur einer Leistungsprüfung mit einem dynamischen Prüfgerät unterzogen werden. Dabei wird die Batterie mit einem starken Strom belastet, und es wird die Spannung zwischen den Polen gemessen. Bei der Prüfung wird die Entladung bei Betätigung des Anlassers mit einem internen Widerstand (Shunt) simuliert. Die Entladespannung informiert ziemlich zuverlässig über den Allgemeinzustand der Batterie.



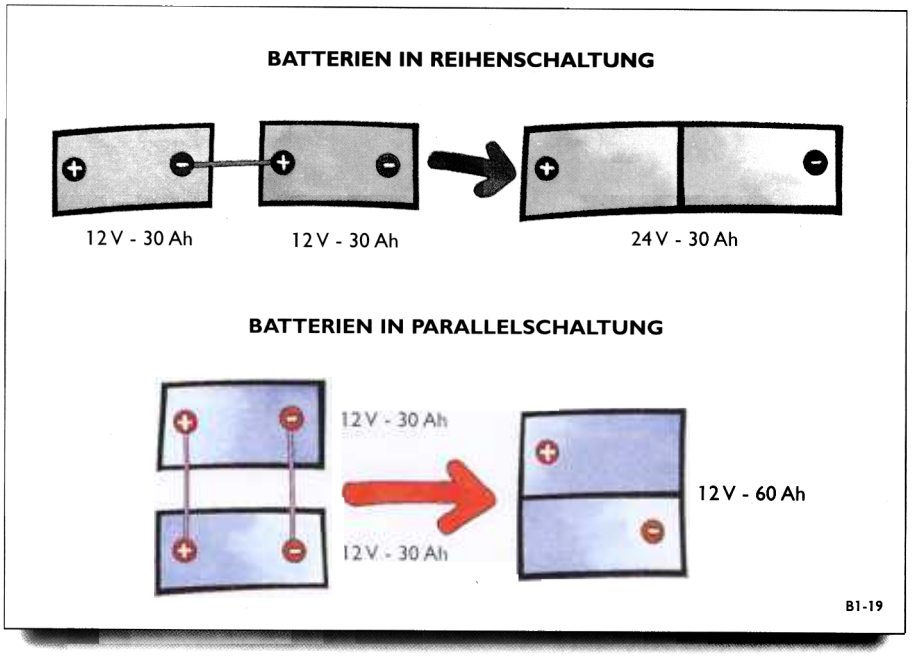
Plattenfläche oder -zahl abhängig. Die Nennspannung ergibt sich aus der Anzahl der in Reihe geschalteten Zellen.
Eine Fahrzeugbatterie wird durch folgende Kennwerte definiert: Nennspannung, Kapazität und Startstromstärke. Diese Kennzeichnung ist normalerweise in folgender Form auf der Batterie angegeben:

12 V - 40 Ah - 200 A

- **Nennspannung:** 6 oder 12 Volt. Für höhere Spannungen werden mehrere Batterien in Reihe geschaltet (z. B. zwei 12-V-Batterien für eine Nennspannung von 24 V).
- **Die Kapazität** einer Batterie wird in Amperestunden (AH) angegeben. Man versteht darunter die Strommenge, die in einer Stunde entnommen werden kann. Zum Beispiel kann eine Batterie mit 40 Ah in 1 Stunde 40 Ampere oder 1 Ampere während 40 Stunden liefern.
- **Unter der Startstromstärke** versteht man den Höchststrom, den eine Batterie momentan zur Betätigung des Anlassers liefern kann, ohne dass die Spannung unter 10,5 Volt sinkt.

Zusammenschaltung von Batterien

Batterien können auf zwei Arten zusammengeschaltet werden, wobei unterschiedliche Nennspannungen und Kapazitäten erreicht werden:



- **Reihenschaltung:** der Pluspol der einen Batterie wird mit dem Minuspol der nächsten verbunden. Dabei erhält man eine Nennspannung, die die Summe der Spannungen der zusammengeschalteten Batterien ausmacht, während die Kapazität die Einzelkapazität einer Batterie ist.
- **Parallelschaltung:** es werden jeweils alle Pluspole und alle Minuspole miteinander verbunden. Die Nennspannung ist dann die Spannung einer Batterie und die Kapazität die Summe der Kapazitäten aller Batterien.

ZUR VERTIEFUNG

Die Nennkapazität K20 nach DIN 72311 ist die Entladekapazität bei 20stündiger Entladung und einem Entladestrom von 1/20 des Zahlenwertes der Kapazität, bis eine Spannung von 10,5 V erreicht wird.

"Zwischen Magnetismus und Elektrizität besteht ein enger Zusammenhang, denn durch den natürlichen oder künstlichen Magnetismus (Elektromagnetismus) kann auf einfache und wirtschaftliche Weise viel Elektrizität gewonnen werden. Der schottische Mathematiker James Clerk Maxwell hat als erster um das Jahr 1870 den Zusammenhang zwischen Elektrizität und Magnetismus erklärt."

Der Elektromagnetismus

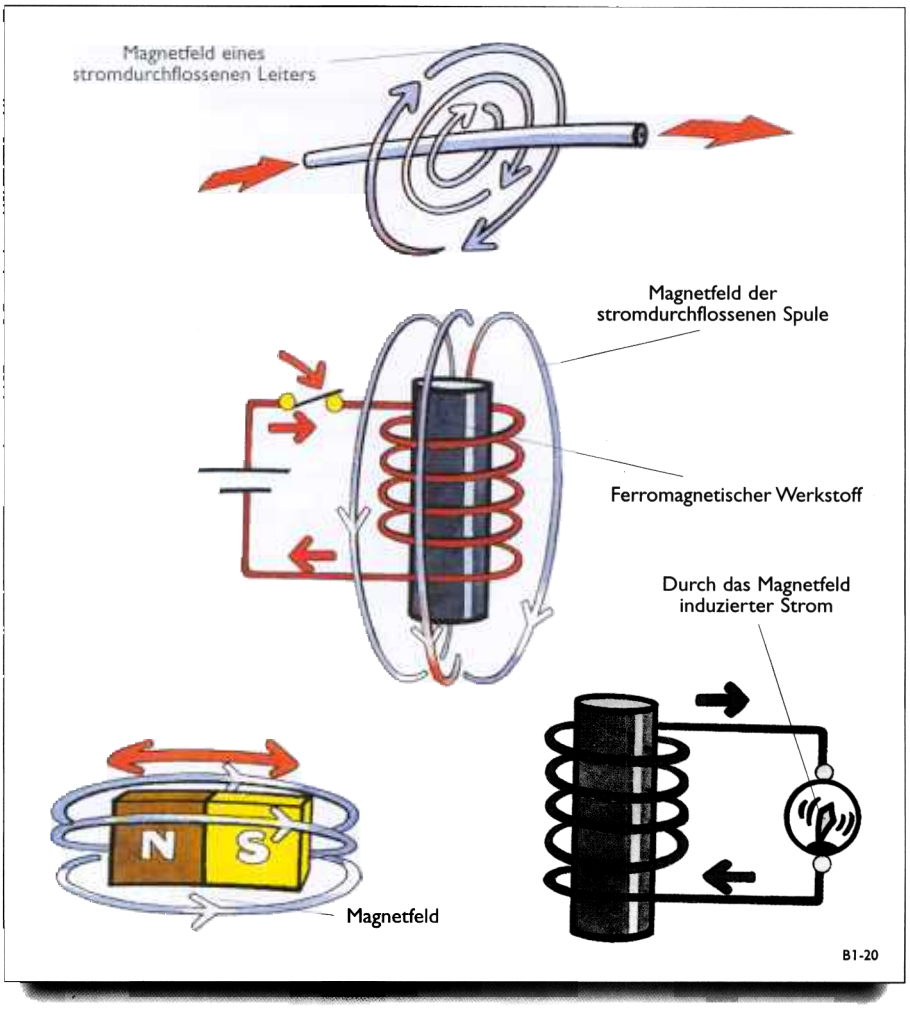
Die magnetische Wirkung des elektrisches Stromes wird Elektromagnetismus genannt. Der Elektromagnetismus hat zahlreiche Anwendungen in der Industrie: Stromerzeuger wie Dynamomaschinen oder Wechselstromgeneratoren, Transformatoren, Relais, Elektromotoren usw.

Der Elektromagnetismus hat folgende Grundlagen: um eine von elektrischem Strom durchflossene Drahtspule bildet sich ein Magnetfeld (ähnlich wie bei einem natürlichen Magneten).

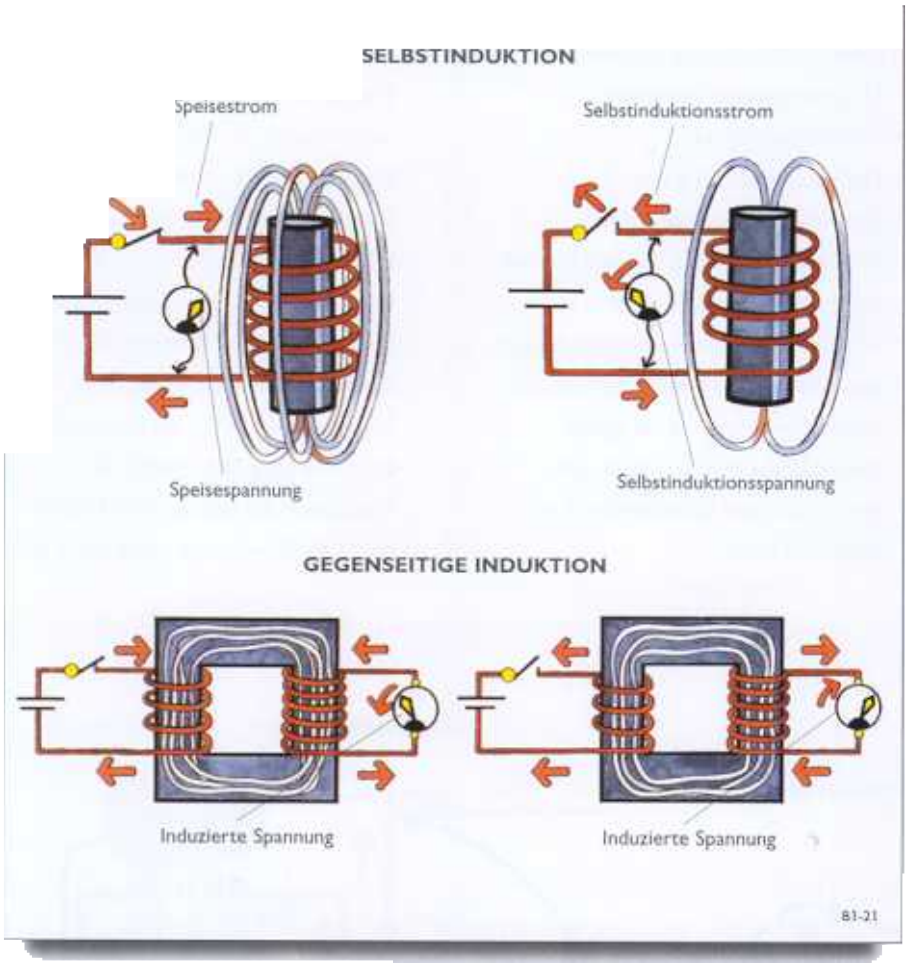
Das von der Spule erzeugte Magnetfeld ist um so stärker, je mehr Windungen die Spule hat und je grösser die Stromstärke ist.

Das Magnetfeld wird grösser und stärker, wenn man in den Spulenhohlraum einen Kern aus Weicheisen oder einem anderen ferromagnetischen Werkstoff einbringt.

Diese Wirkung ist umkehrbar, d. h. wenn eine Spule aus leitendem Draht der



Elektromagnetischen Erscheinungen.



Änderung eines Magnetfeldes unterworfen wird, so kommt es in den Windungen der Wicklung zu einem "Austritt" von Elektronen, und es wird ein elektrischer Strom erzeugt.
Die Erzeugung von Strom in einer Spule, die durch ein Magnetfeld induziert worden ist, ist die Grundlage für die stromerzeugenden Maschinen wie z. B. Wechselstromgeneratoren, Dynamomaschinen oder Transformatoren.

Anwendungen des Elektromagnetismus

- **Stromerzeuger**

  Die Funktion des Wechselstromgenerators, der Dynamomaschine oder des Schwungmagnetzünders beruht auf dem Prinzip des in einer Wicklung bei Änderung eines Magnetfeldes induzierten Stromes.
  Das Magnetfeld kann ein natürliches Magnetfeld sein oder aus Permanentmagneten (z. B. der

ZUR VERTIEFUNG

Selbstinduktion und gegenseitige Induktion

Selbstinduktion

Der in einer auf einem Kern sitzenden Leiterwicklung fliessende Strom baut ein Magnetfeld auf, das bewirkt, dass in den eigenen Windungen ein Strom induziert wird, dessen Polarität dem Strom, der das ursprüngliche Magnetfeld erzeugt, entgegenwirkt. Diese Erscheinung, die den Stromfluss durch die Spule verzögert oder hemmt, nennt man Selbstinduktion. Die Selbstinduktion ist von der Windungszahl, dem Magnetfluss und der momentan fliessenden Stromstärke abhängig. Die Einheit der Induktion (L) ist das Henry (H).
Die Selbstinduktion ist die Eigenschaft eines Stromkreises, die die Stromänderung verhindert. Die Selbstinduktion ist der Gegenpart in der Elektrik zur Trägheit in der Mechanik, die der Erhöhung oder Verminderung der Geschwindigkeit eines Körpers entgegenwirkt.

Gegenseitige Induktion

Fliesst durch eine von zwei nebeneinander angeordneten Wicklungen, die nicht miteinander in Berührung stehen, Strom, so wird in der zweiten Wicklung ein Strom induziert, dessen Wert von der Selbstinduktion der beiden Wicklungen abhängt (L). Das ist die Grundlage für das Funktionsprinzip des Zündtransformators.

Energie einer Spule

Die Energie (E), die von einer Spule oder einem Zündtransformator gespeichert werden kann, wird nach dem folgenden Ausdruck bestimmt:

$$E = 1/2\ L \times I$$

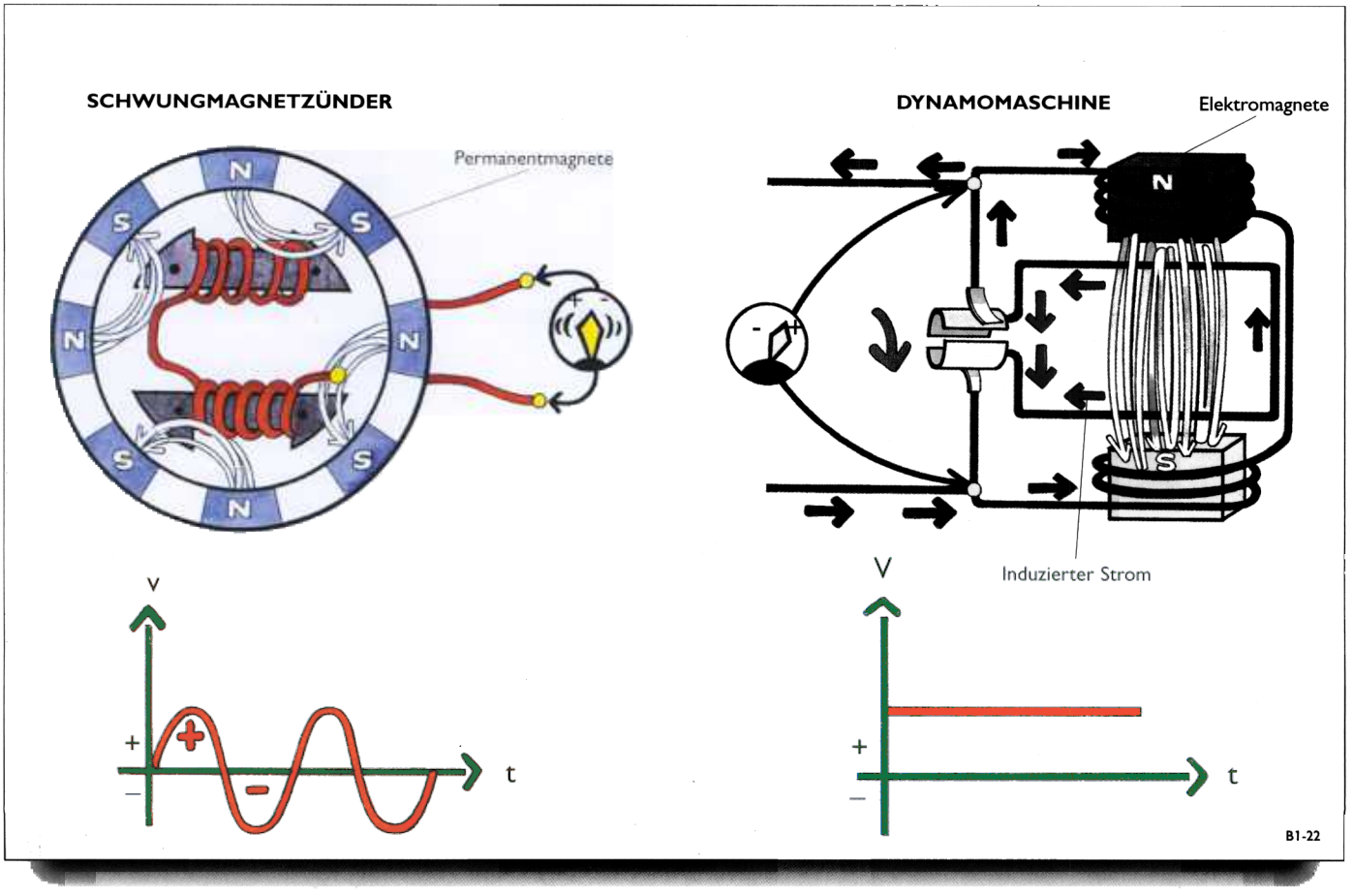
Dabei steht L für die Spuleninduktanz und I für die durch die Spule fliessende Stromstärke.

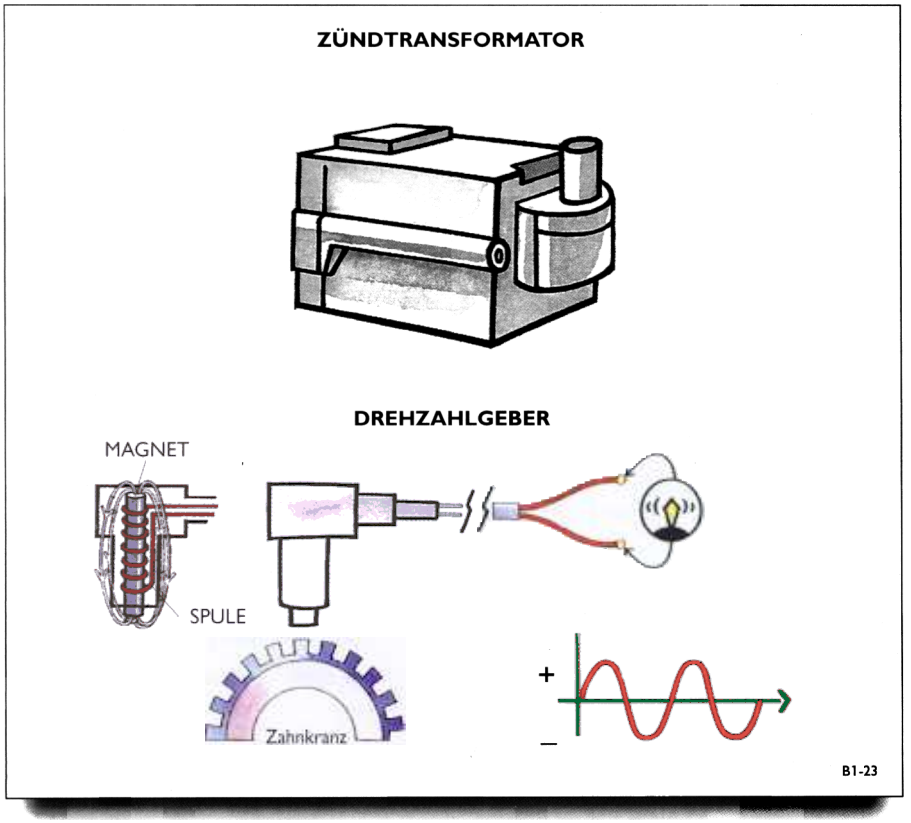
Schwungmagnetzünder beim Motorrad) oder mit Gleichstrom gespeisten Elektromagneten bestehen.

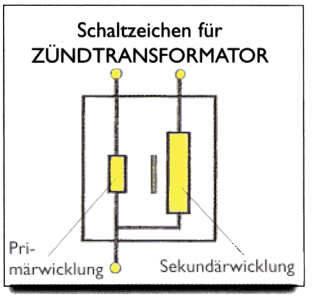
- **Transformatoren**

  Das Funktionsprinzip des Transformators beruht auf dem Phänomen der Selbstinduktion und der gegenseitigen Induktion. Der Transformator besteht aus zwei Spulen oder Wicklungen, der Primär- und der Sekundärwicklung, die auf einem gemeinsamen Kern aus Eisen oder einem sonstigen ferromagnetischen Werkstoff sitzen

Wenn Strom durch die Primärwicklung fliesst, wird im Kern ein Magnetfeld erzeugt. Bei Unterbrechung des Stroms verschwindet das Magnetfeld abrupt. Dadurch wird in der Primärwicklung durch Selbstinduktion eine Spannung (ca. 100 Volt) erzeugt und in der Sekundärwicklung eine Spannung von mehreren tausend Volt induziert. Die in der Sekundärwicklung induzierte Spannung wird durch das Verhältnis zwischen der Windungszahl der Primärwicklung und der Windungszahl der Sekundärwicklung sowie durch die









im Augenblick der Unterbrechung durch die Primärwicklung fliessende Stromstärke bestimmt.
Die Selbstinduktion begrenzt die Ladezeit der Spule, vor allem, wenn die zur Sättigung zur Verfügung stehende Zeit beschränkt ist wie im Falle der Zündtransformatoren, die mit hoher Spannung arbeiten.

- **Drehzahl und Bezugsmarkengeber**

Die Drehzahl- und Winkelreferenzgeber der Kurbelwelle sind induktive Sensoren, deren Aufnehmerelement aus einer Spule besteht, die auf einem Magnet sitzt, welcher durch Induktion Wechselstrom erzeugt.
Wenn sich das Zahnrad dreht, ändert sich der Luftspalt, d. h. der Abstand zwischen dem Geber und dem Zahn des Zahnrades, und diese Änderung des Magnetfeldes bewirkt das Wechselstromsignal.

"Der Generator hat die Aufgabe, die elektrische Energie für den Fahrzeugbetrieb zu erzeugen. Als «Herz» des Bordnetzes versorgt er alle elektrischen Verbraucher an Bord mit Energie und sorgt für die Aufladung der Batterie."

Der Generator

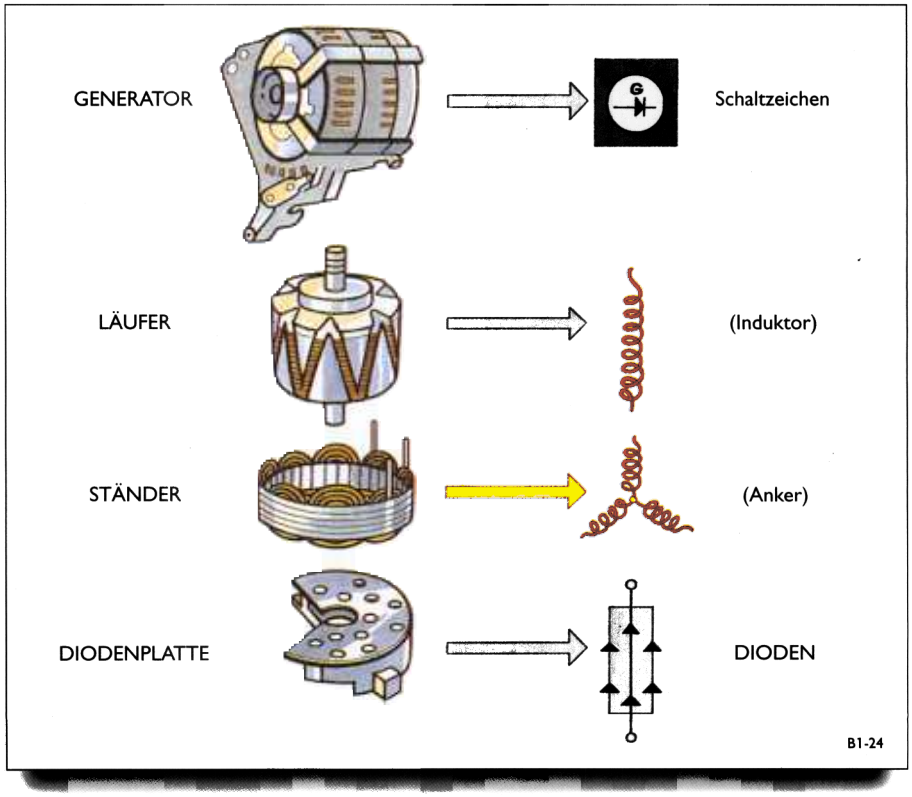
ZUR VERTIEFUNG

Die Induktoreinheit ist am Läufer angeordnet. Sie besteht aus einer Spule, die sich auf der Läuferwelle befindet. Die Enden der Spule sind auf den Schleifringen geführt: ein Schleifring für den Stromeingang und ein Schleifring für den Stromausgang.
In der Ankereinheit wird der Strom erzeugt. Sie befindet sich im Gehäuse und besteht aus Wicklungssträngen, die die Ständerwicklung bilden. Die Ständerwicklungsstränge sind meistens dreiphasig zusammengeschaltet, bei kleinen und mittleren Generatoren in Sternschaltung und bei Hochleistungsgeneratoren in Dreiecksschaltung
Der Gleichrichter besteht aus einer Brücke mit 6 oder 9 Dioden. Auf Grund der Eigenschaft der Dioden, die den Strom nur in einer Richtung durchlassen, wandelt er den Wechselstrom in Gleichstrom um.

Der Generator erzeugt eine hohe Stromstärke. Der erzeugt Strom ist jedoch ein Wechselstrom, der gleichgerichtet werden muss.
Da sich die Generatordrehzahl in Abhängigkeit von der Motordrehzahl ständig ändert, ist eine Regelung erforderlich, die die Generatorspannung unabhängig von Belastung und Drehzahl praktisch konstant hält.
Ein Fahrzeuggenerator besteht im wesentlichen aus drei Einheiten:
1. Die durch die Riemenscheibe angetriebene, rotierende INDUKTOREINHEIT (Läufer), die die Erregerspule enthält. Wenn die Erregerspule von der Batterie über den Regler mit Strom versorgt wird, erzeugt sie ein starkes Magnetfeld.
2. Die ANKEREINHEIT, die sich im feststehenden Teil des Generators befindet. Sie wird auch als Ständer bezeichnet. In den Ankerwicklungen wird der Strom induziert.
3. Die aus der Gleichrichterdiodenplatte bestehende GLEICHRICHTEREINHEIT, die die Aufgabe hat, den Wechselstrom in Gleichstrom umzuwandeln.

Regelung der Belastung

Die Regelung der Batteriebelastung erfolgt über die Steuerung des

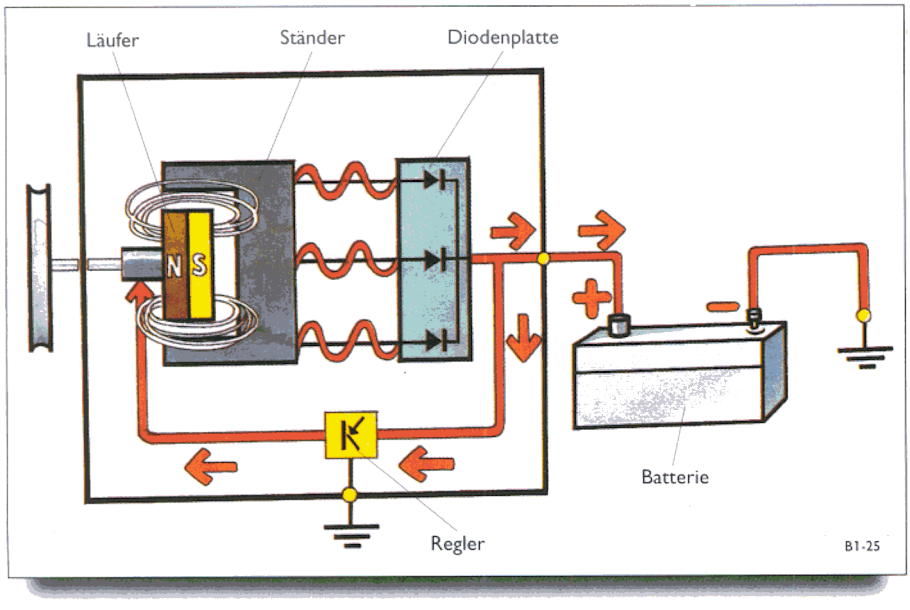


Bauteile und Schaltzeichen.

Stroms, mit dem der Generator erregt wird, d. h. durch Steuerung des Stroms, mit dem die Batterie die Induktionsspulen versorgt.
Die Induktionsspulen erzeugen das Magnetfeld. Sie werden extern über den Regler, der wie ein spannungsempfindlicher, elektronischer Schalter wirkt, mit Strom versorgt.
Ist die vom Generator erzeugte Spannung sehr hoch, so begrenzt der Regler den Erregerstrom, um die Spannungserzeugung des Generators zu reduzieren und die Batterie vor Schädigung durch Überladung zu bewahren.

Wirkungsweise des Reglers

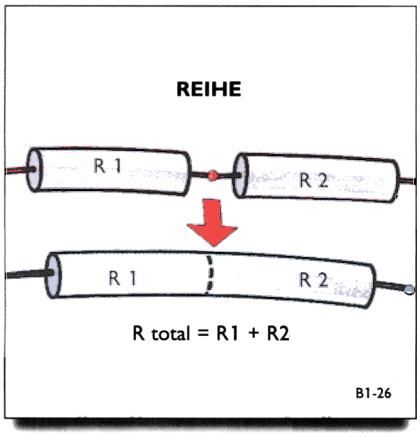
Beim Einschalten der Zündung wird der Batteriestrom über einen internen Reglerkontakt direkt an den Läufer (Erregerspulen) geleitet.
Der Funktionszyklus beginnt, wenn durch die Drehung des Generators die Stromerzeugung in den Ständerwicklungen beginnt, wobei die Stromerzeugung mit zunehmender Drehzahl zunimmt.
Wenn die Regelspannung (zwischen 13,3 und 14,4 V) erreicht ist, wird der Erregerstrom unterbrochen, das Induktorfeld verschwindet schnell, wodurch der Ladestrom umgehend unterbrochen wird.
Der Regelzyklus erfolgt mehrmals pro Sekunde. Der Regler wirkt wie ein Schalter, der den Erregerstromkreis sehr schnell öffnet und schliesst.



Wirkungsweise des Reglers
Der Regler steuert die Stromversorung der Induktionsspulen des Läufers in Abhängigkeit vom Batteriezustand.

"Die an einen elektrischen Stromkreis angeschlossenen Verbraucher wie Lampen, Motoren, Widerstände usw. können in Reihe oder parallel geschaltet sein. Für die Reihen- und Parallelschaltung gelten unterschiedliche Gesetzmässigkeiten."

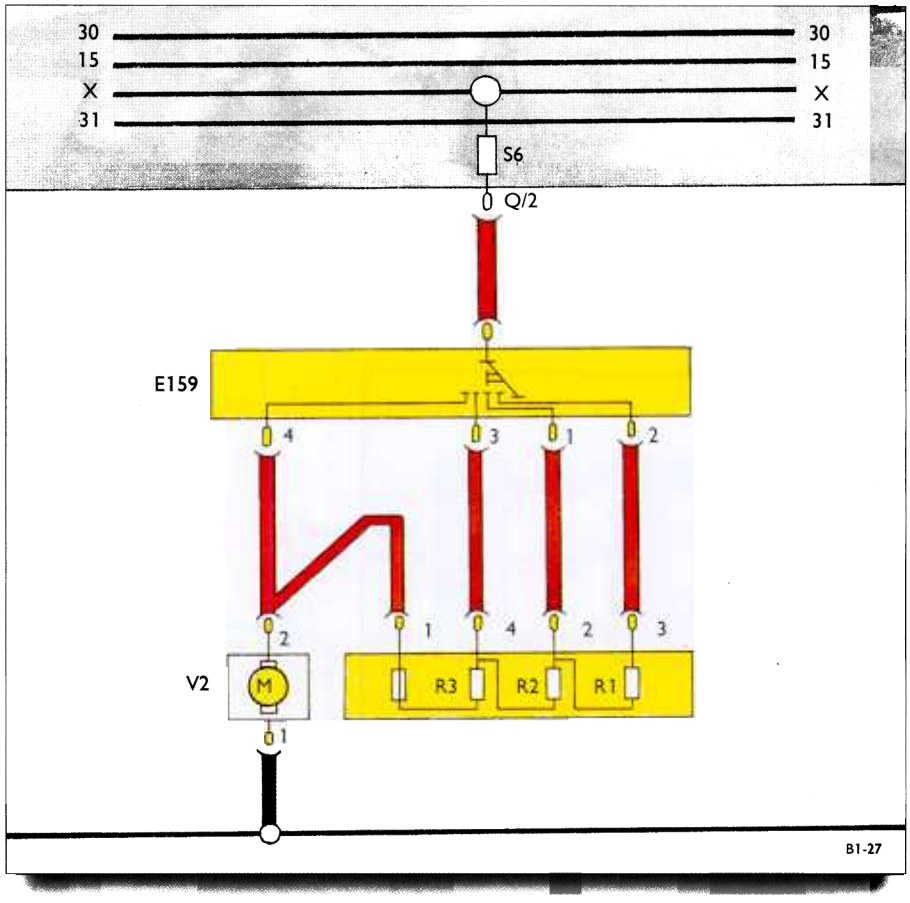
REIHEN- UND PARALLELSCHALTUNG



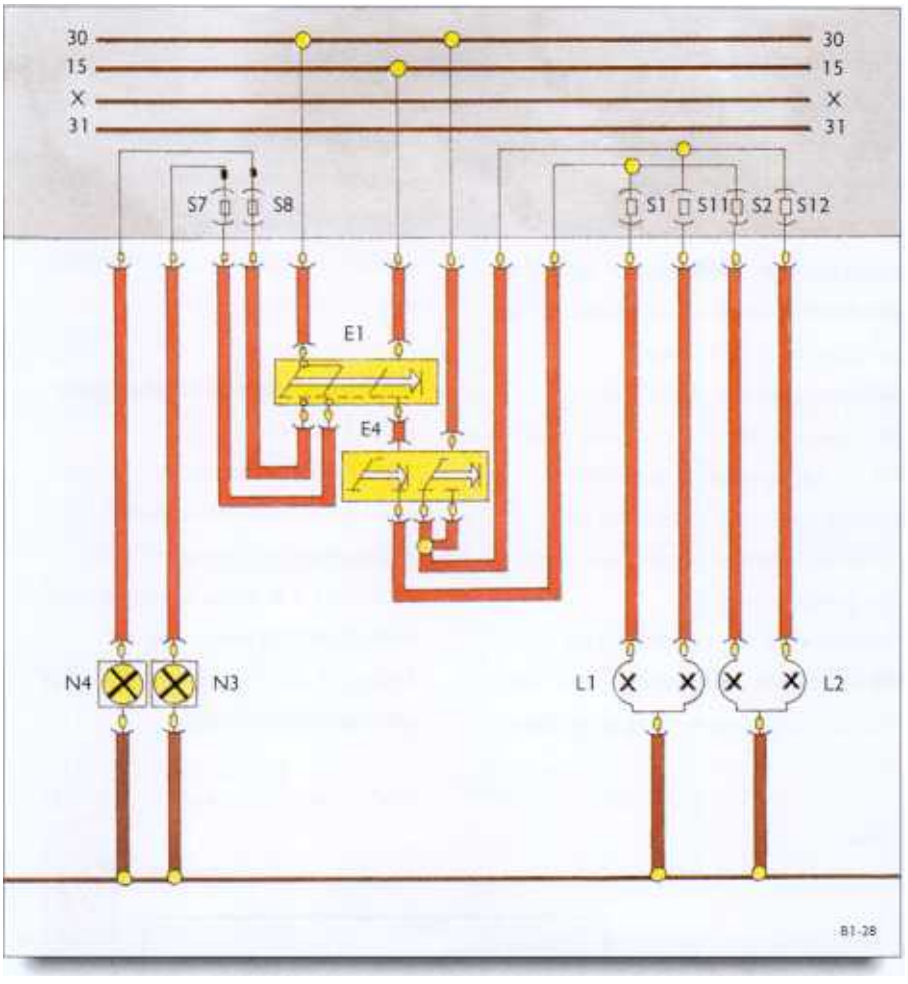
Reihenschaltung

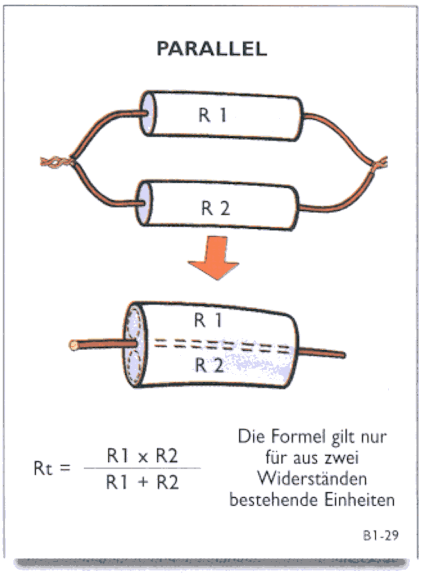
Die Reihenschaltung wird verwendet, wenn der Strom eines Stromkreises geregelt oder begrenzt werden muss. Durch die Zwischenschaltung von einem oder mehreren Widerständen kann der Stromfluss "gebremst" werden, denn bei einem Spannungsabfall wird der den Verbraucher erreichende Strom reduziert.

Die nachstehende Abbildung zeigt einen Stromkreis in Reihenschaltung am Beispiel der Luftgebläsegeschwindigkeitsregelung (4-stufig): Das Gebläse (V2) wird über den Schalter (E159) mit Strom versorgt. In der ersten Stufe (langsame Geschwindigkeit) sind drei Widerstände mit dem Motor in Reihe geschaltet. Bei jeder neuen Schalterstellung reduziert sich die Zahl der zwischengeschalteten Widerstände, und in der Höchstgeschwindigkeitsstufe erfolgt die Stromversorgung des Motors direkt. Auf diese Weise wird über die Steuerung der Stromversorgung die Gebläsegeschwindigkeit geregelt.



Stromlaufplan für Luftgebläse:
V2: *Gebläse.*
E159: *Schalter.*
R1-R2-R3: *Widerstände.*





Stromlaufplan für Fahrzeugbeleuchtung:
E1: *Hauptlichtschalter.*
E4: *Schalter für Scheinwerfer.*
L1-L2: *Scheinwerfer.*
N3-N4: *Schluss- und Standlicht.*

Parallelschaltung

Die Parallelschaltung wird häufiger verwendet, denn sie wird eingesetzt, wenn die komplette Batteriespannung direkt an den Verbraucher angelegt werden soll, wie es bei den meisten Stromkreisen des Bordnetzes der Fall ist: Schweinwerfer, Schluss- und Standlicht, Blinker, Scheibenwischer, Fensterheber usw. Praktisch alle Elemente der elektrischen Anlage eines Fahrzeugs werden parallel geschaltet.

Das nachstehende Beispiel zeigt den Stromlaufplan für Schluss- und Standlicht und Schweinwerfer. Die parallel geschalteten Lampen werden über den Schalter (E1) für Schluss- und Standlicht und den Schalter (E4) für die Scheinwerfer über die Direktleitung (30) von der Batterie mit Strom versorgt.

"Kommunikation ist die Übermittlung von Information zwischen zwei Punkten. Ein Kommunikationsmedium sind die elektromagnetischen Wellen, richtige «Datenautobahnen», auf denen riesige Mengen an Information reisen können."

KOMMUNIKATION DURCH WELLEN

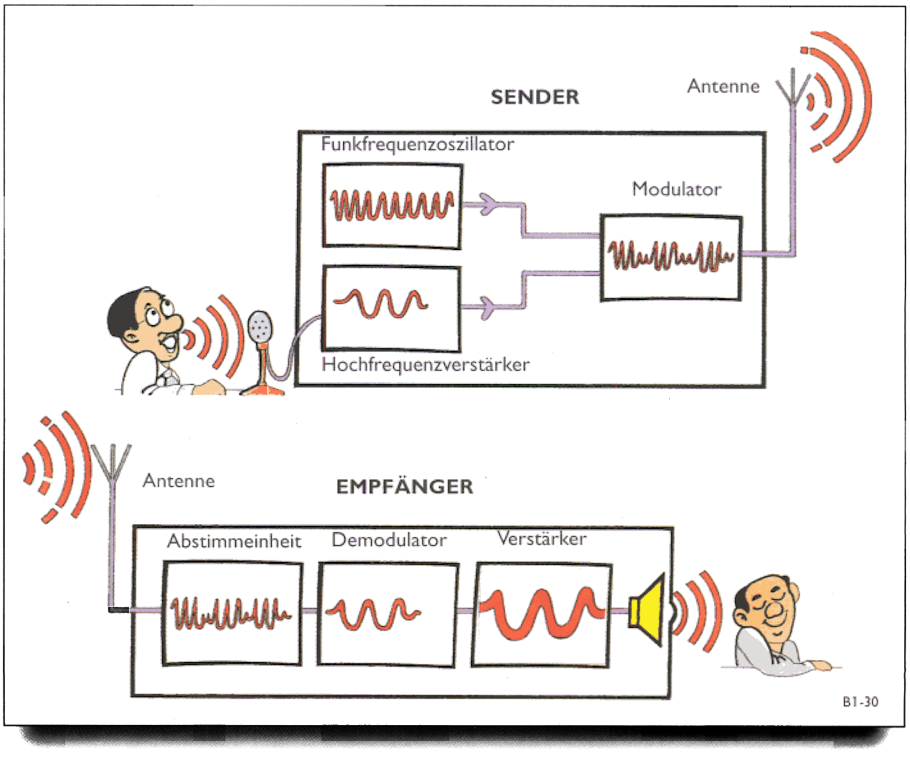
Begriffe aus der Funktechnik

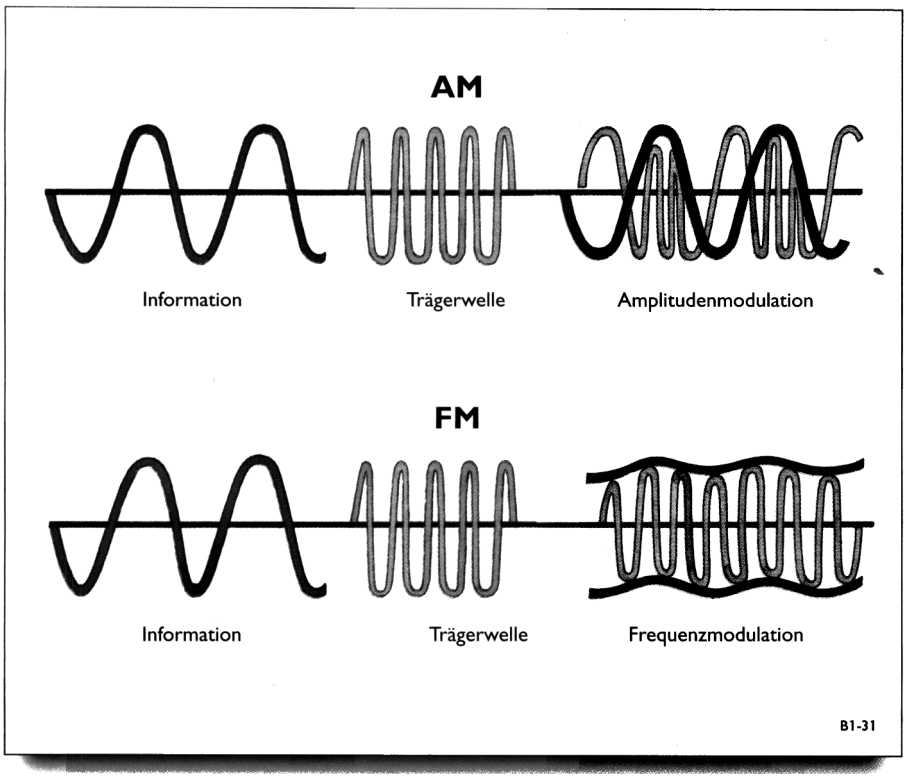
Funktechnik ist die Technik der Nachrichtenübertragung vom Sender zum Empfänger mit Hilfe von Funkwellen.
Die Funkwellen werden durch einen hochfrequenten Wechselstrom, der durch eine Antenne fliesst, erzeugt. Die schnellen Stromänderungen erzeugen elektromagnetische Felder, deren Strahlung zur Energieübertragung dient.
Für die Kommunikation durch Wellen benötigt man einen Sender und eine Antenne, die Wellen in den Raum senden.
Der Sender enthält die Funkfrequenzenergiequelle, und die Information, die übermittelt werden soll, wird auf die Funkwellen aufgeprägt. Die Wellen werden über die Antenne ausgestrahlt.
Der Empfänger, eine weitere Antenne, nimmt die ausgestrahlte Energie auf, verstärkt sie, entzieht ihr die aufgeprägte Information und wandelt sie in eine nutzbare Form um: Musik, Information usw.

Senden und Empfangen per Funktechnik

Die auf der Funktechnik beruhenden Kommunikationssysteme werden zur Nachrichtenübertragung per Funk verwendet, z. B. die Audioanlagen oder auch die Funkfernbedienung zur Betätigung der Zentralverriegelung und der Diebstahlwarnanlage.

Der Radioempfänger empfängt die Funkwellen und wandelt sie in hörbaren Ton um. Ausserdem dient er zum Empfang des gewünschten Senders. Ein Radioempfänger besteht aus folgenden Teilen:
***Antenne:** sie empfängt die verschiedenen Trägerwellen aus der Luft.*
***Abstimmkreis:** er wählt die Frequenz, mit der der gewünschte Sender sendet, und den Wellenbereich (AM oder FM).*
***Verstärker:** er verstärkt und filtert das mit der Trägerwelle übermittelte Signal, so dass das Signal in guter Qualität hörbar wird.*





Informationsübertragung per AM oder FM.

Audioanlagen

Der Sender erzeugt den Hochfrequenzstrom, die sogenannte Trägerwelle, die von der Antenne aufgenommen wird. Die der Trägerwelle aufgeprägte Information kann auf zwei Arten "reisen": per AM oder FM.

Der AM-Modus (Amplitudenmodulation), der seit den Anfängen der Funktechnik mit Erfolg eingesetzt wird, wird zur Modulation der Amplitude der Trägerwelle verwendet. Die der Trägerwelle aufgeprägte Information "reist" durch Modulation der Amplitude der Trägerwelle.

Der grösste Nachteil bei AM ist die Empfindlichkeit gegenüber statischen Entladungen in der Atmosphäre und die damit verbundene Interferenz, die beträchtliche Geräusche im Empfänger verursacht.

Bei der neueren FM-Übertragung (Frequenzmodulation) wird die Frequenz der Trägerwelle moduliert. Dadurch kann die Interferenz reduziert und die Empfangsqualität erhöht werden. Allerdings ist die Reichweite geringer als bei AM.

Funkfernbedienung

Der Sender erzeugt eine Trägerwelle und strahlt sie in die Luft aus. Der Code und die Information überlagern in Frequenzform zusammen mit dem zu übermittelnden Befehl die Frequenz der Trägerwelle.

ZUR VERTIEFUNG

Der Begriff Wellenlänge wird bei Wellen, die durch die Luft übertragen werden, verwendet, z. B. bei den Funk oder Femsehwellen sowie bei Wellen, die eine hohe Frequenz haben. Sie lassen sich dann leichter über die Länge definieren, nämlich den Abstand (im allgemeinen in Metem), den eine komplette Wellenschwingung im Raum zurücklegt. Zum Beispiel: eine Wellengälnge von 1 Meter bedeutet, dass die Welle zwischen zwei Wellenkämmen 1 Meter im Raum zurücklegt. Das gibt Ausfschluss über die Geschwindigkeit oder Frequenz der Welle. Je grösser die Frequenz, desto geringer die Wellenfange.

Der Empfänger empfängt diesen Code und vergleicht ihn mit dem in seinem Programm enthaltenen Code. Ist der Code korrekt, so wird die gewünschte Funktion aktiviert (Ein- oder Ausschalten der Schliessung). Der Empfänger und der Sender ändern bei jeder Ansteuerung ihren Codierwert nach einem festgelegten Programm. Dadurch wird Missbrauch verhindert, da auch ein mit einer geeigneten Ausrüstung entschlüsselter Code unbrauchbar ist, weil als nächster ein ganz anderer Code gesendet wird.

Senden und Empfangen per Infrarotstrahlen

Die Infrarotstrahlung ist eine Form der elektromagnetischen Energie. Physikalisch ist sie von der gleichen Art wie die sichtbare Strahlung (das Licht), doch hat sie eine andere Wechselwirkung mit der Materie.

Die Wellenlänge liegt im Bereich des elektromagnetischen Spektrums nach dem sichtbaren roten Licht (zwischen 750 nm und 1000 nm). Sie reicht bis in den Bereich der Mikrowellen.

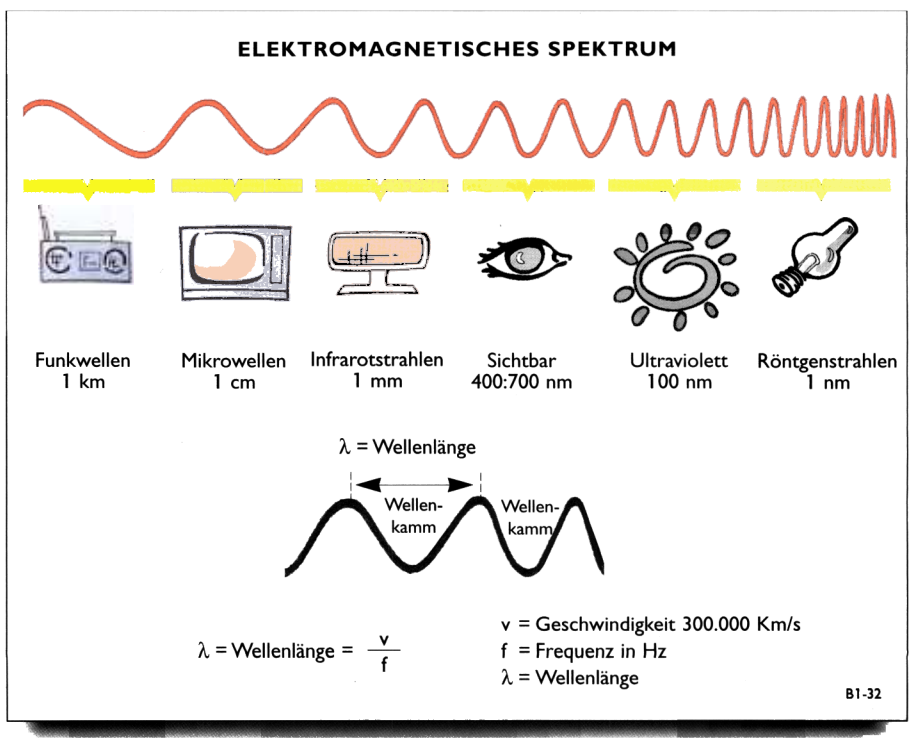
Infrarotstrahlung

Alle Körper strahlen Infrarotstrahlen aus, und zwar vor allem heisse Stellen (Flammen, Öfen usw.). Infrarotstrahlen können mit speziellen Infrarotkameras erkannt werden.

Eine Glühlampe sendet Lichtstrahlen und auch Infrarotstrahlen, die für das

Elektromagnetisches Spektrum

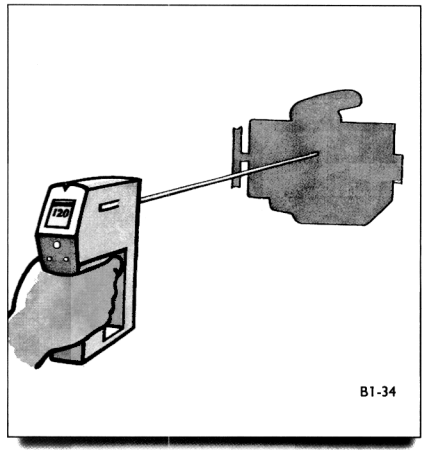
Alle Köper senden eine Strahlung aus, und die Art der Strahlung, die sie aussenden, hängt von der Energie ab, die der Körper besitzt: die Sonne sendet mit einer anderen Energie als z. B. eine Lampe, obwohl die Art der Energie die gleiche ist. Das Licht ist ebenso eine elektromagnetische Welle wie die Funkwellen. Alle unterschiedlichen Wellen sind in einem Spektrum gruppiert, das die gesamte Strahlung vom sichtbaren Licht bis zum unsichtbaren Licht, Infrarotstrahlen, UV-Strahlen oder so energiereiche und gefährliche Strahlen wie die Gammastrahlen, die Röntgenstrahlen oder die Mikrowellen umfasst. Die Kommunkations- und Navigationssysteme oder das Fernsehen arbeiten mit Frequenzen zwischen 300 MHz und 3000 MHz oder, ausgedrückt in Wellenlänge, von 1 m bis 0,1 m.



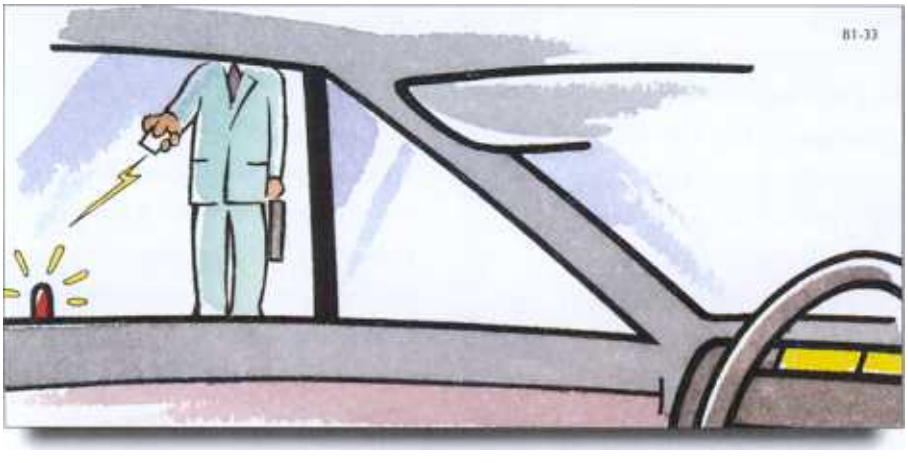
menschliche Auge unsichtbar sind. Infrarotstrahlen werden zur Temperaturmessung (durch Ausstrahlung oder Absorption von Strahlen) eingesetzt, zur Messung von Entfernungen oder zum Photographieren von Körpern (Thermographie) über die von ihnen abgegebene Wärme.

Infrarotfernbedienung

Für die ferngesteuerte Aussendung von Infrarotstrahlen werden spezielle Gallium-Arsenid-LED-Dioden verwendet, die bei Stromdurchfluss eine Strahlung im infraroten Spektrum (unsichtbar) von 900 nm Wellenlänge produzieren, die frequenzmoduliert werden kann.
Das ist das Funktionsprinzip der Infrarotfernbedienung, die für die Zentralverriegelung oder zur Aktivierung von Diebstahlwarnanlagen verwendet wird.
Der Sender sendet ein Infrarotstrahlenbündel mit einer bestimmten Frequenz, der eine Frequenz (der Code) überlagert wird, die die Trägerwelle moduliert. Der Empfänger erkennt das Strahlenbündel, entzieht der Trägerwelle die überlagerte Frequenz (Decodierung) und vergleicht sie mit der gespeicherten Frequenz. Bei Übereinstimmung der Frequenzen betätigt er die Öffnung oder Schliessung. Eine Fernbedienung kann verschiedene Codes senden.



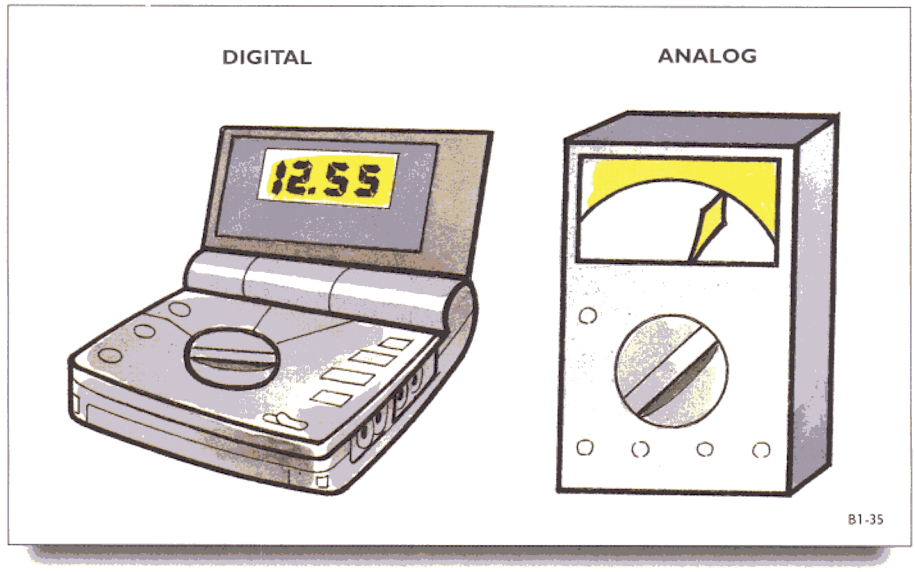
Infrarotstrahlen werden zur Fernmessung von Temperaturen eingesetzt.



Infrarotstrahlen werden zur Übermittlung eines unsichtbaren Codes an einen Empfänger eingesetzt, damit dieser eine Vorrichtung betätigt.

"Zur Messung der elektrischen Einheiten werden verschiedene Messgeräte benötigt: das Amperemeter zur Messung der Stromstärke, das Voltmeter zur Spannungsmessung und das Ohmmeter zur Messung von Widerständen. Es gibt ein Messgerät, das Multimeter, das die verschiedenen Messfunktionen in sich vereint."

Elektrische Messungen mit dem Multimeter



Analoge und digitale Multimeter

Es gibt zwei Arten von Multimetern: die klassischen Multimeter mit Skalenanzeige (Analoganzeige) und die Multimeter mit Ziffernanzeige (Digitalanzeige). Bei der Ziffernanzeige erscheint der Messwert in Ziffern in einem Anzeigefenster. Dezimalwerte werden mit einem Punkt angegeben.

Analoggeräte zeigen die gemessene Spannung im Verhältnis zu ihrem Wert oder "analog" an. Ein Beispiel dafür ist ein Zeigermultimeter, bei dem der Zeigerausschlag im Verhältnis zur gemessenen Grösse steht.

Digitalgeräte nehmen regelmässig Muster von der gemessenen Grösse und wandeln sie in Binärzahlen (1 und 0) um, die abgestufte Spannungswerte darstellen können. Anschliessend werden die Binärzahlen in Ziffern "übersetzt", die in einem Anzeigefenster erscheinen und die gemessene Grösse anzeigen.

Bei den Analogmultimetern muss der Messwert nach dem Zeigerausschlag geschätzt werden. Der Anwender muss über eine gewisse Erfahrung im Gebrauch eines analogen Multimeters verfügen, sonst kann er sich beim Ablesen leicht verschätzen.

Beim digitalen Multimeter ist die Gefahr, dass man einen falschen Messwert abliest, geringer, denn der Wert wird in Ziffern angezeigt und durch den Blickwinkel oder die Skalengenauigkeit nicht beeinflusst.

Mit einigen Multimetern kann man zusätzliche Prüfungen von elektronischen Bauteilen vornehmen, z. B. Diodenprüfungen, Prüfung der Kapazität von Kondensatoren oder des "Betafaktors" von Transistoren.

Die für die Fahrzeugreparatur bestimmten Multimeter sind für weitere spezielle Funktionen ausgelegt: Drehzahlanzeige, Schliesswinkelmessung, Messung der Einspritzzeit usw.

Messungen mit dem Multimeter

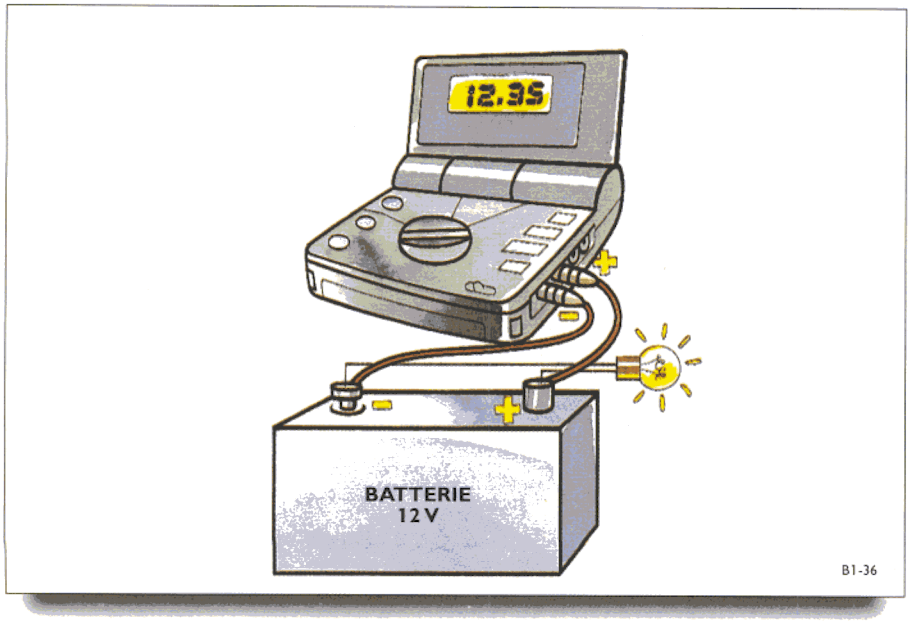
Mit dem digitalen Multimeter können die elektrischen Grössen eines Stromkreises leicht gemessen werden. Für die jeweilige Messung ist jedoch ein bestimmter Anschluss an den Stromkreis erforderlich.

Messen der elektrischen Spannung (Volt)

Da die Spannung dem Höhenunterschied der Behälter entspricht (s. Wasserstrommodell), muss an den Enden (Klemmen), zwischen denen der Potentialunterschied vorliegt, gemessen werden.
Zur Messung der Spannung (Volt), die eine Lampe erhält, wird das Multimeter parallel zur Spannungsquelle, der Batterie, bzw. parallel zum Verbraucher, der die Spannung erhält, d. h. den Enden der Lampe, geschaltet.

Messen der elektrischen Stromstärke (Ampere)

Die Strommenge, die durch einen Leiter fliesst, wird in Ampere angegeben. Die entsprechende Grösse im Wasserstrommodell ist der Flüssigkeitsstrom.
Zur Messung des elektrischen Stroms (der Ampere) wird das Multimeter in Reihe geschaltet, so dass der den Stromkreis

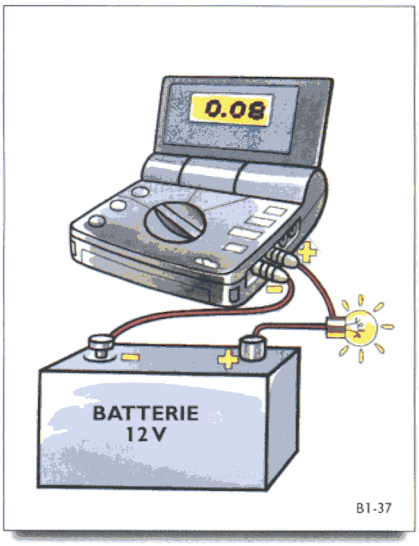


Anschluss zur Spannungsmessung.

ZUR VERTIEFUNG

Auflösung und Stellenzahl

Die Auflösung gibt die maximale Stellenzahl des Multimeters an: je grösser die Stellenzahl, desto genauer der abzulesende Messwert. Will man z. B. mit einem Multimeter mit zweistelliger Anzeige die Spannung einer 12-V-Batterie messen, so kann man nur einen zweistelligen Wert ablesen, d. h. man erhält nur eine ganze Zahl ohne Dezimalstellen. Bei einem Multimeter mit dreistelliger Anzeige kann man schon eine Dezimalstelle ablesen, z. B. 12,5 V.
Die Auflösung eines Multimeters wird durch die Stellenzahl und die gewählte Skala bestimmt. Ein für Messungen am Fahrzeug geeignetes Multimeter muss eine Anzeige mit mindestens 3 1/2 Stellen haben.

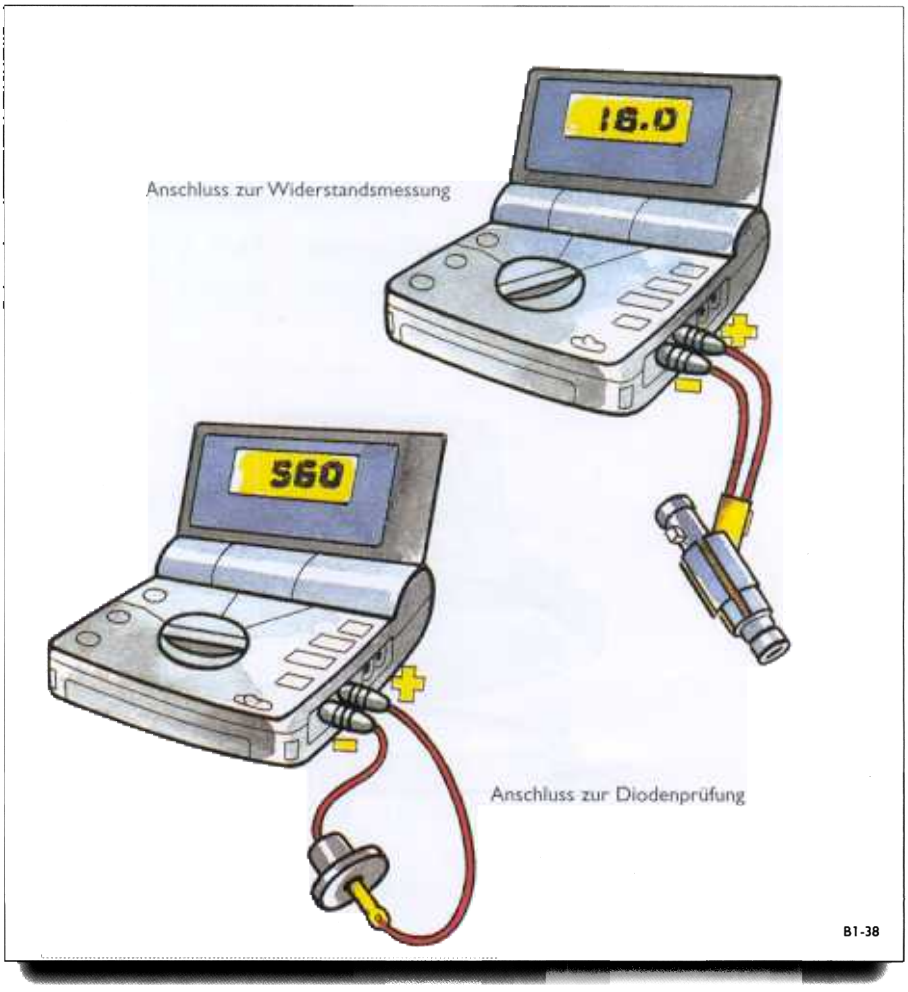


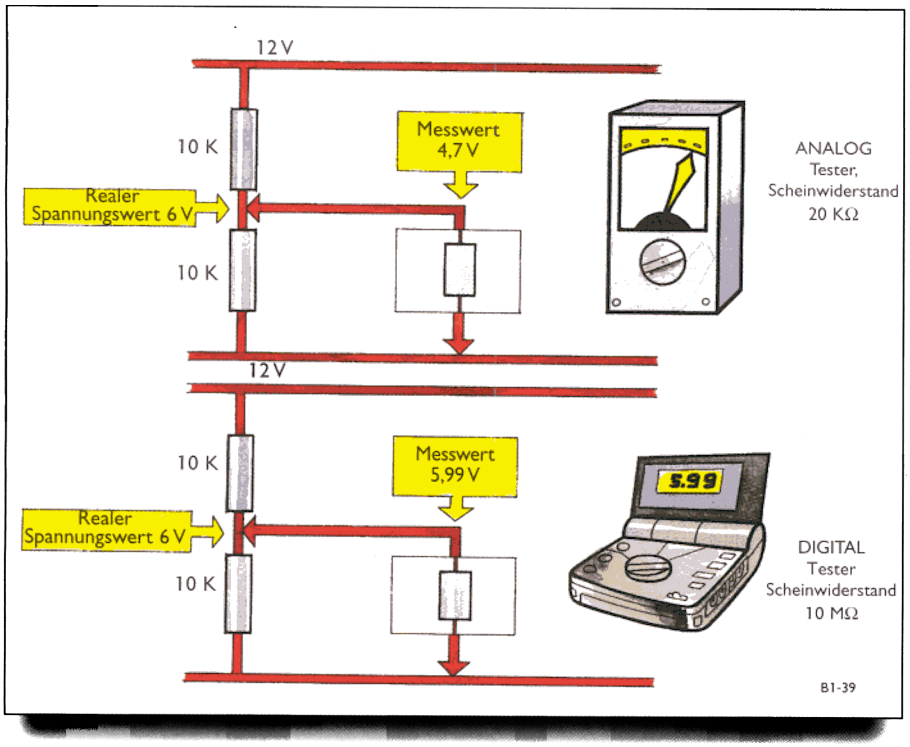
Achtung!
Versucht man, mit einem versehentlich auf Strommessung (Ampere) eingestellten Multimeter elektrische Spannungen (Volt) zu messen, so entsteht ein Kurzschluss, weil der gesamte Strom der Stromquelle durch das Multimeter fliesst. Mit etwas Glück brennt die Sicherung durch; sonst könnte das Multimeter ernsthaft beschädigt werden.

durchfliessende Strom auch durch das Messgerät fliesst.

Widerstandsmessung (Ohm)

Bei der Widerstandsmessung muss lediglich der Widerstandswert am Bauteil unabhängig von einem Stromkreis gemessen werden. Andernfalls könnte das Multimeter den Widerstand des restlichen Stromkreises messen, und man erhielte einen falschen Wert. Es ist auch darauf zu achten, dass an der zu messenden Stelle oder dem betreffenden Bauteil keine Spannung anliegt, weil das Multimeter sonst beschädigt werden könnte.
Ein Analogmultimeter (mit kleinem Scheinwiderstand, knapp 20 Kohm pro Volt) verbraucht eine gewisse Strommenge, um die Nadel zum Ausschlag zu bringen. Wenn die durch den zu messenden Stromkreis fliessende Strommenge sehr gering ist, besteht





ZUR VERTIEFUNG

Scheinwiderstand (Impedanz) und Auflösung

Ein digitales Multimeter ist genauer als ein analoges, weil es einen grösseren Eingangsscheinwiderstand (internen Widerstand) und eine bessere Auflösung besitzt.

Alle Messgeräte verbrauchen bei der Messung einen Teil der Energie des gemessenen Stromkreises.

Unter Scheinwiderstand versteht man den internen Widerstand, den ein Messgerät dem Durchfluss des gemessenen Stroms entgegensetzt; je grösser der Scheinwiderstand eines Gerätes ist, desto weniger Strom des geprüften Stromkreises verbraucht es, und desto genauer ist der angezeigte Messwert.

Je grösser also der Scheinwiderstand eines Multimeters ist, desto genauer ist der angezeigte Messwert, weil das Multimeter kaum Strom des Stromkreises verbraucht.

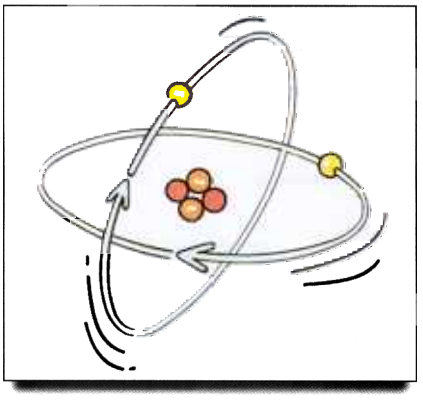
die Wahrscheinlichkeit, dass das Multimeter einen Teil dieses Stroms verbraucht, so dass ein Wert angezeigt wird, der unter dem realen Wert liegt. Nehmen wir an, dass die Spannung an den Enden eines Widerstands mit parallel geschaltetem Multimeter gemessen wird. Ist der Scheinwiderstand des Gerätes sehr niedrig, so ist auch der Gesamtwiderstand des gemessenen Stromkreises gering (weil zwei parallelgeschaltete Widerstände vorliegen), und der durch die beiden Widerstände bewirkte Spannungsabfall steht in keinem Verhältnis zu dem durch den Anfangswiderstand des Stromkreises bewirkten Spannungsabfall.

Ist jedoch der Scheinwiderstand des Multimeters sehr gross (mehrere Megaohm im Falle eines digitalen Multimeters), so ist der Stromverbrauch des Multimeters bei der Messung unwesentlich und der Messwert liegt näher beim realen Wert.

Prüfen Sie ihr Wissen

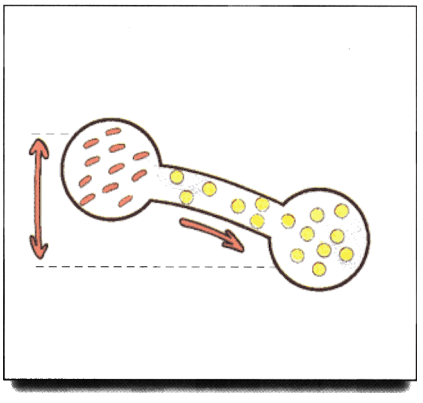
Beantworten Sie die nachstehenden Fragen. So können Sie selbst feststellen, wie weit Sie den Inhalt dieses Lehrhefts verstanden haben.

Einige Fragen sind Testfragen, bei denen nur eine der angegebenen Antworten richtig ist. Bei anderen Fragen muss die richtige Antwort durch Berechnungen ermittelt werden.



1. Der negativ geladene Baustein des Atoms heisst:

- ☐ **A.** PROTON.
- ☐ **B.** NEUTRON.
- ☐ **C.** ELEKTRON.



2. Wenn ein Atom mehr Elektronen als Protonen besitzt, so ist es...

- ☐ **A.** NEGATIV GELADEN.
- ☐ **B.** POSITIV GELADEN.

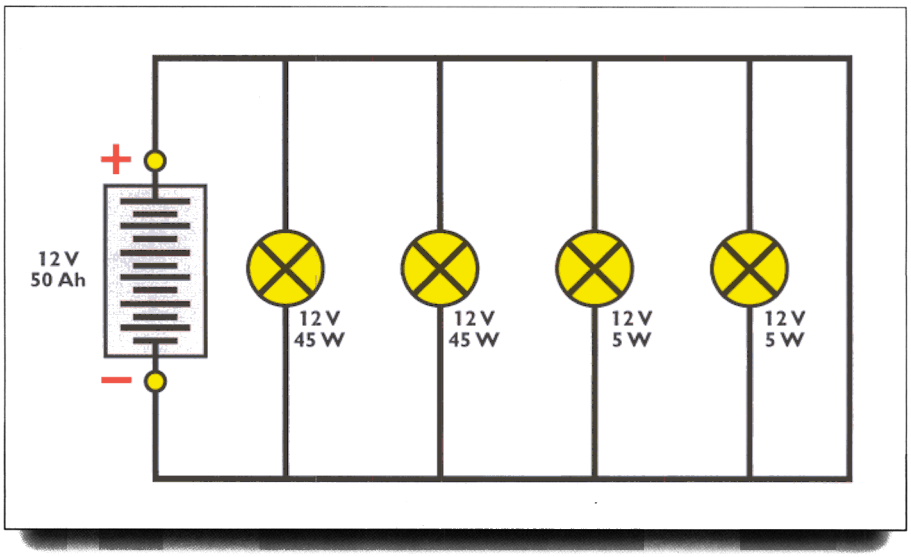
3. Damit ein elektrischer Strom durch einen Leiter fliesst, muss an dessen Enden vorliegen:

- ☐ **A.** SPANNUNG.
- ☐ **B.** WIDERSTAND.
- ☐ **C.** STROMSTÄRKE.

4. Die Masseinheit des elektrischen Stroms ist das:

- ☐ **A.** VOLT.
- ☐ **B.** AMPERE.
- ☐ **C.** OHM.

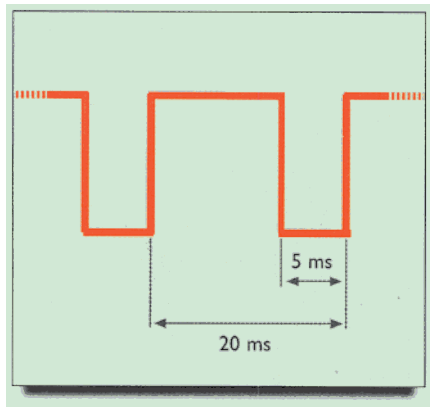
5. Berechnen Sie die Reichweite einer 50-Ah-Batterie, die das Abblendlicht (12 V-45 W) und das Schlusslicht (12 V-5 W) versorgt. Wie lange wird die Batterie Strom liefern? (Reichweite ist das Verhältnis zwischen Gesamtkapazität in Stunden und Verbrauch in Stunden.)



- ☐ **A.** 6 Stunden.
- ☐ **B.** 9 Stunden.
- ☐ **C.** 5 Stunden.

6. Unter dem Effektivwert einer Spannung oder dem RMS-Wert versteht man...

- ☐ **A.** Die mittlere Spannung des Wechselstroms gemessen von Scheitelwert zu Scheitelwert.
- ☐ **B.** Einen bei Wechsel- und Gleichstrom gleichen und gleichwertigen Spannungswert.
- ☐ **C.** Die maximale an einen Widerstand angelegte Spannung, damit ein Watt verbraucht wird.



7. **Welche Impulsfrequenz erhält das Leerlaufstellglied bei einer Periodendauer von 10 mS (0,01 S)?**

   ☐ **A.** 100 Hz.

   ☐ **B.** 50 Hz.

   ☐ **C.** 1000 Hz.

8. **Welches Tastverhältnis (Schliesszeit) gilt für ein Magnetventil, wenn die Impulsdauer 20 mS und die Ansteuerungszeit 5 mS beträgt?**

   ☐ **A.** 15 %.

   ☐ **B.** 5 %.

   ☐ **C.** 25 %.

9. **Wie müssen zwei Batterien zusammengeschaltet werden, damit die Kapazität verdoppelt wird und die gleiche Spannung zur Verfügung steht?**

   ☐ **A.** IN REIHE.

   ☐ **B.** PARALLEL.

10. **Um das von einer Spule erzeugte Magnetfeld zur vergrössern und zu verstärken:**

    ☐ **A.** Vergrössert man den Windungsdurchmesser.

    ☐ **B.** Legt man einen hochfrequenten Wechselstrom an.

    ☐ **C.** Bringt man die Windungen auf einem Kern aus Weicheisen auf.

11. Die in der Sekundärwicklung eines Zündtransformators induzierte Spannung ist im wesentlichen abhängig:

☐ **A.** Vom Verhältnis zwischen der Windungszahl der Primärwicklung und der Windungszahl der Sekundärwicklung.

☐ **B.** Von der Stromstärke, die zum Zeitpunkt der Unterbrechung durch die Primärwicklung fliesst.

☐ **C.** Beide Antworten sind richtig.

12. Bei einem Generator werden die Induktionsspulen über den Regler versorgt, der wie ein elektronischer, stromstärkenempfindlicher Schalter funktioniert.

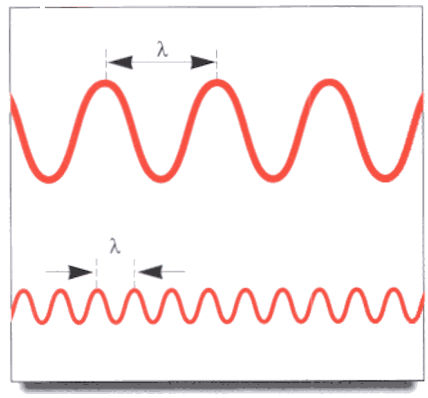
☐ **A.** RICHTIG.

☐ **B.** FALSCH.

13. Eine Welle mit einer Wellenlänge von 1 mm hat eine höhere Frequenz als eine Welle mit einer Wellenlänge von 1 cm.

☐ **A.** RICHTIG

☐ **B.** FALSCH.



LÖSUNGEN:

1: C - 2: A - 3: A - 4: B - 5: A - 6: B - 7: A - 8: C - 9: B - 10: C - 11: C - 12: B - 13: A

UMWELT-
PAPIER

SEAT

KUNDENDIENST
Kundendienstorganisation

Technischer Stand 03.96. Technische Änderungen auf Grund der ständigen Weiterentwicklung und Verbesserung des Produkts vorbehalten.
Das Heft ist nur für den internen Gebrauch der SEAT Vertriebsorganisation bestimmt.
ZSA 03807979001 ALE01CB MAI '97 90-01