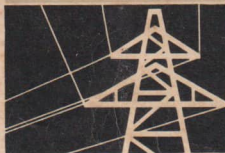
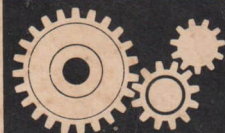


**UNTERRICHTSTAG
IN DER
SOZIALISTISCHEN
PRODUKTION**

ACHTE KLASSE

INDUSTRIELLE GEBIETE



UNTERRICHTSTAG IN DER SOZIALISTISCHEN PRODUKTION

Grundlehrgang Maschinenkunde I Elektrotechnik

*Ein Lehr- und Arbeitsbuch für Schüler der 8. Klasse
der Schulen industrieller Gebiete*



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN
1961

Vom Ministerium für Volksbildung der Deutschen Demokratischen Republik als Lehr- und Arbeitsbuch für die zehnklassige allgemeinbildende polytechnische Oberschule bestätigt

Das Manuskript wurde gestaltet von:

Anneliese Brendel, Maschinenelemente; Hans-Joachim Pogoda, Kraftfahrzeug; Helmut Janke, Elektrotechnik; Reinhold Drachsel, Prüfen

An der Illustration wirkten mit:

Richard Dabers, Fritz Hampel, Karl Liedtke, Heinrich Piatek, Robert Specht, Erwin Wagner, Erich Wenzel

Redaktionsschluß: 10. Januar 1961

Umschlag: Werner Fahr

ES 11 J · Bestell-Nr. 06805-1 · Lizenz Nr. 203 · 1000/61 (E)

Satz: Graphische Werkstätten, Leipzig III/18/97

Druck: VEB Messe- und Musikaliendruck, Leipzig (III/18/157)

MASCHINENKUNDE I

<i>Verschrauben und Verstiften</i>		8
Einiges über lösbare Verbindungen durch Schrauben		8
Wirkungsweise der Schraubenverbindungen		9
Schrauben, Muttern und Werkzeuge für Schraubenverbindungen		10
Arbeitstechniken		11
Einiges über Schraubensicherungen		12
Verfahren, die das Herstellen von Schraubenverbindungen beschleunigen		13
Wirkungsweise und Arten der Stifte		14
Arbeitstechniken		15
<i>Herstellen von Nietverbindungen</i>		16
Einiges über unlösbare Verbindungen		16
Wirkungsweise und Arten der Nietverbindungen		17
Ausführungsarten von Nietungen		18
Arbeitstechniken		19
Verfahren, die das Nieten beschleunigen		21
Verfahren, die das Nieten ablösen		22
Arbeitsordnung, Arbeitsschutz		23
<i>Verbinden durch Keile und Paßfedern</i>		24
Einiges über Mitnehmerelemente		24
Keilarten und Arbeitstechniken		26
Federarten und Arbeitstechniken		28
Profilwellen und Profilnaben		30
Arbeitsordnung, Arbeitsschutz		31
<i>Arbeiten an Achsen, Wellen, Lagern</i>		32
Die Hauptmechanismen einer Maschine		32
Aufgaben und Arten der Wellen		33
Aufgaben und Arten der Lager		33
Gebäuchliche Gleitlager		34
Arbeiten an Gleitlagern		35
Gebäuchliche Wälzlager		36
Arbeiten an Wälzlagern		37
Plaste als Lagerwerkstoffe		38
Schmierung der Lager		38
Arbeitsordnung, Arbeitsschutz		39

Arbeiten an Riementrieben, Zahnradgetrieben und Kupplungen

Einiges über Riemen und Riemenscheiben	42
Einiges über Zahnräder	43
Arbeiten an Zahnradgetrieben	44
Einiges über Kupplungen	46
Arbeitsordnung, Arbeitsschutz	47

Arbeiten an Bedienelementen, an Rohren und Rohrverbindungen, an Absperrmitteln

Bedienelemente an Maschinen, Apparaten und Geräten	49
Einige Ausführungsformen der Bedienelemente	49
Rohre und Rohrverbindungen	50
Arbeitstechniken	51
Absperrmittel	52
Kennfarben für Rohre	54
Arbeitsordnung, Arbeitsschutz	54
Zusammenfassende Übersicht über die Maschinenelemente	55

Arbeiten an Fahrwerken und Aufbauten

Unterscheidungsmerkmale für Kraftfahrzeuge	56
Aufbauten eines Kraftfahrzeuges	56
Teile des Fahrwerkes	57
Teile des Triebwerkes	62
Elektrische Anlage	63
Hinweise für die Arbeit in Kraftfahrzeugwerkstätten	63

Arbeiten an Brennkraftkolbenmaschinen

Anwendung der Brennkraftkolbenmaschine	64
Arten und Einteilung	65
Hauptteile der Brennkraftkolbenmaschinen und Arbeiten	66
Werkzeuge für die Instandsetzung	70
Arbeitsordnung, Arbeitsschutz	71

ELEKTROTECHNIK

Arbeiten und Werkzeuge

Erzeugung und Transport der Elektroenergie	74
Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Elektroenergie	74
Nutzung der Elektroenergie im Betrieb	75

Arbeiten des Elektrikers	75
Werkzeuge, Prüfgeräte und Hilfsmittel, mit denen die Elektriker arbeiten	76
Arbeitsschutz	81



<i>Sicherheitsbestimmungen</i>	82
--------------------------------------	----

Bestimmungen für den Schutz des Menschen	82
Absicherung elektrischer Leitungen	84
Wichtige Schutzmaßnahmen	85



<i>Weichlöten</i>	89
-------------------------	----

Übersicht über leitende Verbindungen	89
Wesen und Arten des Lötens	90
Die gebräuchlichsten Werkzeuge, Geräte und Hilfsmittel für das Weichlöten	91
Arbeitstechniken	93
Besondere Lötverfahren	95
Verfahren, die das Löten ersetzen	96
Arbeitsordnung, Arbeitsschutz	97



<i>Isolierstoffe und Isolierstoffarbeiten</i>	98
---	----

Von der Isolation	98
Isolieren in der Elektrotechnik	99
Plaste und deren Bearbeitung	100
Bearbeitung von Schichtpreßstoffen	100
Isolierstoffe der Elektrotechnik	102
Abisolieren	103
Anschließen eines Netzsteckers an eine Leitungsschnur	104
Arbeitsordnung, Arbeitsschutz	105



<i>Elektroinstallationen</i>	106
------------------------------------	-----

Installationsmaterial	106
Arbeiten und Arbeitstechniken beim Verlegen von Leitungen	110
Lampenschaltungen	116
Eine moderne Installationsmethode	118
Arbeitsordnung, Arbeitsschutz	119



<i>Prüfen</i>	120
---------------------	-----

Erläuterung einiger Begriffe	120
Teile und Kennzeichen der Meßgeräte	121
Die wichtigsten Prüfverfahren	122

Elektrische Messung nichtelektrischer Größen	125
Einige Regeln für das Prüfen an elektrischen Anlagen	126
Messen mit dem Vielfachmeßgerät	126



<i>Arbeiten an elektrischen Maschinen und Geräten</i>	128
Arbeiten an Motoren	128
Arbeiten an Schaltern	131
Auswechseln einer Heizspirale	132
Auswechseln von Fassungsadern	132
Auswechseln eines Tisclampenschalters	132
Störungssuche	133
Arbeitsordnung, Arbeitsschutz	133
Einiges über Steuern und Regeln	134
Industrielles Fernsehen	135

MASCHINENKUNDE I





Einiges über lösbare Verbindungen durch Schrauben

Maschinen- und Geräteteile, die bei Reparaturen oder auch während des Betriebes voneinander gelöst werden müssen, werden häufig durch Schrauben miteinander verbunden. Die Vielgestalt der vorkommenden Verbindungen führte zur Entwicklung einer großen Anzahl von Schrauben und Muttern. Um das Konstruieren, die Montage, die Reparatur und vieles andere zu vereinfachen, wurden sämtliche Schrauben und Muttern genormt. In Norm-Blättern findet der Konstrukteur Angaben über Gewinde, Länge, Kopfform und Werkstoff der Bolzen und Muttern, so daß er die zweckmäßigen Arten auswählen kann.

Beispiele für die Belastung von Schraubenverbindungen

Die Befestigungsschraube (Bild 1) preßt die zu verbindenden Teile aufeinander. Die Flächenpressung ist so groß, daß sie die Teile davor bewahrt, seitlich gegeneinander verschoben zu werden. Nur wenn die Reibungskraft, die Folge der Flächenpressung, überwunden wird, hat der Bolzen eine Scherbeanspruchung aufzunehmen. Die verbundenen Teile wirken dann wie die Scherbacken einer Profilschere. (Siehe hierzu Thema „Scheren“, Grundlehrgang Metallbearbeitung!)

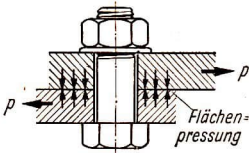


Bild 1
Befestigungsschraube

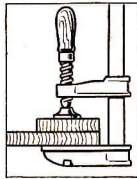
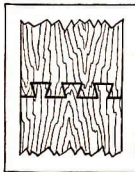


Bild 2
Tragschraube



Die Gewindeprofile des Außen- und des Innengewindes greifen genau ineinander und verhindern dadurch, daß die Schraube bei Betriebslast aus der Bohrung herausgezogen wird.

Für den Konstrukteur ist es wichtig, zu wissen, wie eine Schraubenverbindung belastet wird. Daraus ergibt sich unter anderem die Berechnung.

Aufgabe: 1. Laß dir DIN-Blätter für Schraubennormung zeigen!

Wirkungsweise der Schraubenverbindungen

An Pionierbrücken werden Bolzen mit Querkeil als kraftschlüssige Verbindungselemente verwendet. Der Querkeil wird in einen Schlitz des Bolzens getrieben und preßt die zu verbindenden Teile aufeinander (Bild 3). Beim Herstellen einer Schraubenverbindung erfüllt die Mutter den gleichen Zweck wie der Querkeil. Sie preßt die zu verbindenden Teile aufeinander (Bild 4).

Der Keil und die schiefe Ebene sind einfache kraftübersetzende Vorrichtungen, ebenso der Hebel. Beim Verschrauben verstärkt man die Kraftübersetzung der schiefen Ebene im Gewinde durch die Hebelwirkung des Schraubenschlüssels. Folglich wird beim Anziehen einer Schraube die Handkraft des Arbeitenden zweifach übersetzt (Hebel und schiefe Ebene). Diese Übersetzung macht es möglich, die für die Verbindung notwendigen Kräfte selbst bei größten Maschinenteilen von Hand aufzubringen. Durch die Länge der Schraubenschlüssel ist die Hebelwirkung entsprechend der Dicke des Bolzens bemessen. Bei zu langem Schraubenschlüssel kann es geschehen, daß die Kraftübersetzung zu groß wird und der Bolzen reißt.

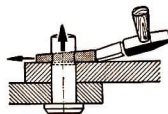


Bild 3
Befestigungsbolzen
mit Querkeil



Bild 4
Schiefe Ebene
am Schraubenbolzen



$d \triangleq$ Durchmesser
 $s \triangleq$ Schlüsselweite
 $l \triangleq$ Hebellänge

Bild 5
Benennungen

Durchmesser d (mm)	Schlüsselweite s (mm)	Hebellänge l (mm)

Aufgaben: 2. Besuche, wenn möglich, das Konstruktionsbüro deines Betriebes und besprich mit einem Konstrukteur folgende Fragen:

- Wie hoch kann ein Schraubenbolzen M 10 belastet werden?
 - Was versteht man unter dem Sicherheitsfaktor einer Verbindung?
 - Welche Bedeutung hat die Normung der Schrauben und Muttern für die Produktion?
- Miß einige Schrauben sowie die dazugehörigen Werkzeuge und ergänze die obenstehende Übersicht!
 - Welche Gefahr besteht, wenn eine Schraubenverbindung übermäßig fest angezogen wird?

Arbeitstechniken

Herstellen der Verbindung

Es ist wichtig, sich vor der Montage zu vergewissern, ob die vorhandenen Schrauben passen. Gewinde sowie Länge und Durchmesser des Bolzens sind zu prüfen.

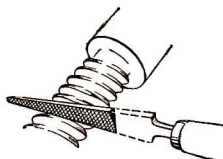


Bild 9
Nachfeilen des Gewindes

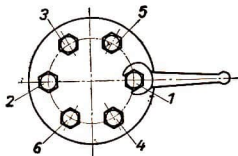


Bild 10
Reihenfolge beim Anziehen

Lösen der Verbindung

Eingerostete Schrauben werden vor dem Lösen mit Öl, Petroleum oder Graphitlösung bestrichen. Leichte Hammerschläge auf den Schraubenkopf oder seitlich gegen die Mutter lockern die Gewindegänge und erleichtern das Lösen.

Beim Auseinandernehmen von Maschinen und Geräten werden Schrauben und Muttern nach Baugruppen geordnet abgelegt. Das erspart beim Zusammenbau langes Suchen.

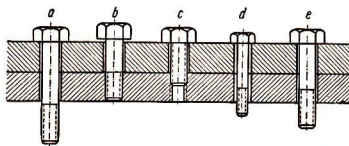


Bild 8

Beschädigte Gewinde muß man nachschneiden oder, wenn keine Schneideisen zur Hand, nachfeilen. Etwas Öl erleichtert das Einschrauben und schützt die Gewindegänge vor dem Festfressen und dem Einrosten.

Nachgearbeitete Schrauben dürfen nur für untergeordnete Zwecke verwendet werden.

Beim Anziehen der Mutter auf einer Durchsteckschraube ist der Bolzenkopf mit einem zweiten Schlüssel festzuhalten. Sonst dreht sich der Bolzen mit, und es kann nicht kontrolliert werden, wie fest die Mutter angezogen wurde. An schwer zugänglichen Stellen muß ein Helfer den Bolzenkopf halten.

Durch mehrere Schrauben hergestellte Verbindungen werden erst geheftet, indem man alle Schrauben von Hand einsetzt, und dann mit dem passenden Werkzeug gleichmäßig angezogen.

- Aufgaben:**
8. Beurteile die in Bild 8 gezeigten Schrauben!
 9. Frage deinen Betreuer, wann für Schrauben oder Muttern Unterlegscheiben verwendet werden!
 10. Was geschieht, wenn die Schrauben des Kesselverschlusses (Bild 10) nicht in der genannten Reihenfolge angezogen werden?

Einiges über Schraubensicherungen

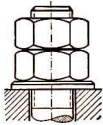


Bild 12 Gegenmutter



Die Muttern werden gegeneinandergeschraubt, die Gewindeflanken liegen fest aneinander. Die entstehende Reibung verhindert das selbstständige Lösen. Beim Aufschrauben der Gegenmutter wird die erste Mutter mit einem Schlüssel gehalten und die Gegenmutter mit einem zweiten Schlüssel festgezogen. Es ist darauf zu achten, daß sich die Spannung des Bolzens nicht verringert.



Bild 13 Kronenmutter mit Splint

Vorschriftsmäßige Schraubensicherungen gewährleisten die Betriebssicherheit der Maschine.

Der Schraubenbolzen erhält eine Bohrung. Der Splint wird eingezogen und hält die Kronenmutter an den Zacken fest. Die Spreizung der Enden verhindert das Herausfallen des Splintes. Bei der Auswahl des Splintes ist auf den Durchmesser und auf die Länge zu achten; ein zu langer Splint wird auf die richtige Länge geschnitten. Die Enden werden auseinandergebogen, an die Mutter angelegt oder (noch besser) in den nächsten Schlitz der Kronenmutter eingebogen.



Bild 14 Federring



Einen Federring passenden Durchmessers setzt man auf den Bolzen; die Mutter wird aufgeschraubt und festgezogen. Es ist darauf zu achten, daß der Ring die richtige Spannung besitzt.

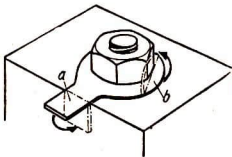
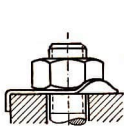


Bild 15 Sicherungsblech

Sicherungsbleche gibt es in mehreren Ausführungen. Das abgebildete wird unter die Mutter gelegt und diese aufgeschraubt. Der Lappen a wird gegen das Werkstück abgewinkelt (im Bild nach unten) und die Mutter angezogen. Dann wird der Lappen b gegen die Mutter gebogen (im Bild nach oben).

- Aufgaben: 11. Wann müssen Schraubenverbindungen besonders gesichert werden?
12. Beschreibe die Wirkungsweise eines Federrings!

Verfahren, die das Herstellen von Schraubenverbindungen beschleunigen

Das Anziehen der zahlreichen Schraubenverbindungen, die zu einem Erzeugnis gehören, erfordert in der Montage viel Zeit. Die Arbeit am Fließband kann durch entsprechende Werkzeuge beschleunigt werden.

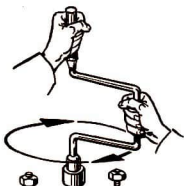


Bild 16
Leier

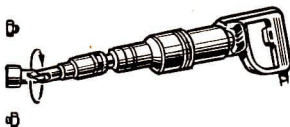


Bild 17
Elektroschrauber

Arbeitsordnung, Arbeitsschutz

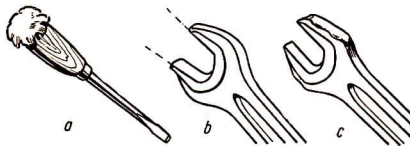


Bild 18

Hinweise für den Arbeitsschutz

Verwende nur passende Werkzeuge!

Zu weite Schlüssel, zu große oder zu kleine Schraubenzieher rutschen ab und führen zu Verletzungen.

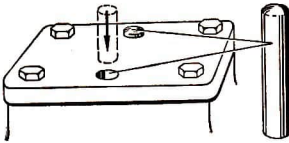
Arbeite nur mit der Kraft der Hände und Arme! Hänge dich niemals mit dem ganzen Körpergewicht an den Schraubenschlüssel und lege dich nie mit dem Körper auf den Schraubenzieher!

Stecke den Schraubenzieher nicht in die Taschen der Arbeitskleidung; er verletzt dich beim Bücken.

Sei vorsichtig bei der Arbeit mit Öl (Rutschgefahr) und Petroleum (Brandgefahr)!

- Aufgaben:**
13. Laß dir erklären, wie an einem Elektrohandschrauber die Anzugskraft je nach Schraubendurchmesser eingestellt wird!
 14. Beurteile die in Bild 18 gezeigten Werkzeuge!
 15. Notiere die Unfallgefahren, auf die dich dein Betreuer besonders hingewiesen hat!
 16. Schreibe die neu erlernten Fachausdrücke auf!

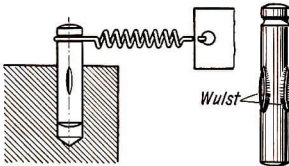
Wirkungsweise und Arten der Stifte



Im Maschinenbau werden häufig Teile durch Stifte lösbar miteinander verbunden. Die Verbindung kommt zustande, indem man die Stifte in vorbereitete Bohrungen schlägt. Stifte pressen mit ihren Umfangsflächen gegen die Lochwand und bleiben dadurch fest in der Bohrung stecken.

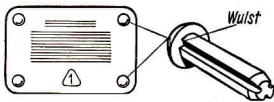
Die Stifte in Bild 19 garantieren, daß die Teile beim Zusammenbau immer wieder in die gleiche Lage gebracht werden.

Bild 19
Paßstift



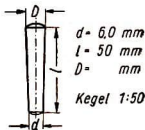
Der Stift in Bild 20 hält eine Zugfeder, an der ein anderes Maschinenteil aufgehängt ist. Diese Art der Befestigung ist sehr vorteilhaft, weil sie wenig Arbeit erfordert und leicht herzustellen ist; denn Bohrungen für Kerbstifte brauchen nicht aufgerieben zu werden.

Bild 20
Haltestift



Das Verbindungselement in Bild 21 wird zum Befestigen von Schildern (Typenschildern, Leistungsschildern), Scharnieren, Rohrschellen usw. benutzt. Die Kerbwulste (siehe Bild 20 und 21) geben den Teilen nach dem Eintreiben einen guten Halt in der Bohrung.

Bild 21
Befestigung eines Schildes



Neben den gezeigten Arten gibt es noch eine Vielzahl mannigfaltig geformter Stifte. Sie werden zu vielerlei Zwecken benutzt. Durch die Entwicklung neuer Formen wird der Anwendungsbereich ständig größer.

Bild 22
Kegelstift

Aufgaben: 17. Trage in die Bilder 19 bis 21 die Benennungen ein!

18. Errechne für den Kegelstift in Bild 22 den Durchmesser D !

Arbeitstechniken

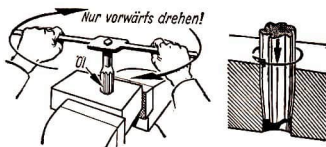


Bild 23 Arbeit mit der Handreibahle

Für Kegelstifte wird das Loch stufenweise vorgebohrt und danach mit einer *Kegelreibahle* aufgerieben. Der erste Bohrer entspricht dem Stiftdurchmesser d (siehe Bild 22); dann wird mit stärkeren Bohrern aufgebohrt. Dabei muß die Bohrtiefe genau beachtet werden.

Man darf niemals versuchen, einen Stift mit roher Gewalt einzutreiben. Ist das Stiftloch zu eng, muß es weiter aufgerieben werden, sonst entstehen Spannungen, die das Werkstück sprengen können. Die Folgen sind häufig erst beim Betrieb der Maschine festzustellen.

Stifte werden mit dem Hammer eingetrieben. Der Hammer muß sicher in Richtung der Längsachse des Stiftes aufsetzen. Einseitige Schläge verkanten den Stift und beschädigen die Bohrungen. Anfangs schlägt man nur leicht und führt den Stift mit der Hand.

Stiftlochbohrungen für Zylinderstifte und für Kegelstifte werden *aufgerieben*. Reiben ist ein Verfahren zur Bearbeitung von Bohrlochwandungen. Gebohrte Löcher haben die Bearbeitungsgüte „geschruppt“ (∇), geriebene Löcher die Güte „geschlichtet“ ($\nabla\nabla$). Gerieben wird von Hand mit Handreibahlen oder in Maschinen mit Maschinenreibahlen.

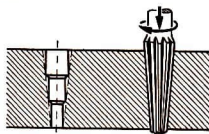


Bild 24
Reiben kegler Bohrungen

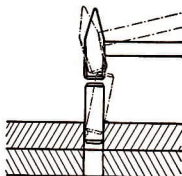


Bild 25
Eintreiben eines Zylinderstiftes

Arbeitsordnung, Arbeitsschutz

Reibahlen sind Werkzeuge für Feinbearbeitung. Schütze sie vor Schlägen und vor dem Herunterfallen! Bewahre Reibahlen getrennt von anderen Werkzeugen auf!

Vorsicht beim Führen des Stiftes mit der Hand (Schlagverletzungen)!

Beim Austreiben Vorsicht vor abfliegenden Stiften!

Aufgaben: 19. Warum müssen die Bohrungen für Zylinder- und für Kegelstifte aufgerieben werden und die für Kerkstifte und Kerknägel nicht?

20. Schreibe die neu erlernten Fachausdrücke auf!

Herstellen von Nietverbindungen

Einiges über unlösbare Verbindungen

Teile eines Erzeugnisses, die im allgemeinen nicht mehr voneinander gelöst zu werden brauchen, werden unlösbar miteinander verbunden. Wir kennen mehrere Verfahren. Sie unterscheiden sich durch die Art und Weise, in der sie die Teile zusammenhalten.

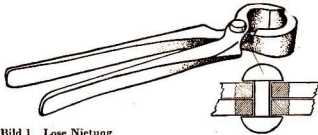


Bild 1 Lose Nietung

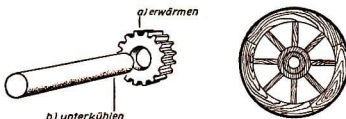


Bild 2 Preßpassung

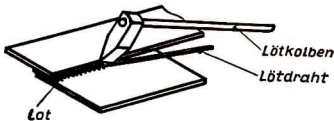


Bild 3 Weichlöten

Dehnpreßpassung (b)

Die Welle wird unterkühlt, sie zieht sich zusammen. Das Zahnrad wird über die Welle geschoben. Beim Erwärmen auf Raumtemperatur *dehnt* sich die Welle und *preßt* die Bohrung des Zahnrades.

Stoffschlüssige Verbindung

Die Verbindung wird durch die Zusammenhangskraft (Kohäsion) oder Anhangskraft (Adhäsion) der Stoffe bewirkt. In dem Beispiel ist das *Lot* das Verbindungselement.

Formschlüssige Verbindung

Das Verbindungselement – in unserem Beispiel ein Niet – hält die Teile durch seine Form zusammen. Auftretende Kräfte werden vom Verbindungselement selbst aufgenommen.

Kraftschlüssige Verbindung

Die Verbindung wird durch *Kräfte* bewirkt. In unserem Beispiel soll ein Zahnrad durch Preßspannung unlösbar mit einer Welle verbunden werden. Das ist auf zweierlei Weise möglich:

Schrumpfpreßpassung (a)

Das Zahnrad wird erwärmt, es dehnt sich aus. Die Welle wird in die Bohrung eingeführt. Beim Abkühlen *schrumpft* das Zahnrad zusammen und *preßt* die Welle.

Aufgabe: 1. Formuliere Merksätze über den Unterschied zwischen lösbaren und unlösbaren Verbindungen!

Wirkungsweise und Arten der Nietverbindungen

Beim Nieten nutzt der Mensch die Tatsache aus, daß einige Werkstoffe in gewissen Grenzen unter Druck verformbar sind. Der Niet wird beim Nietvorgang so verformt, daß er nicht mehr aus der Bohrung herausgezogen werden kann.

Zu Bild 4:

- 1 Verbindungselemente vor dem Verbinden
- 2 Hergestellte Verbindung
- 3 Verbindungselemente nach dem Lösen

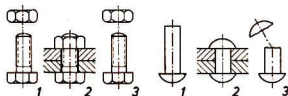


Bild 4
Schraubenverbindung

Nietverbindung

Bei der Kraftnietung in Bild 5 pressen die Niete die zu verbindenden Teile aufeinander. Die entstehende *Flächenpressung* ist so groß, daß sie die Lage der Teile gegen Verschieben sichert. (Vergleiche Thema „Verschrauben und Verstiften“, Bild 1!)

Besonders groß ist die Flächenpressung bei Warmnietungen. Der auf Hellrotglut erwärmte Nietschaft schrumpft nach dem Schlagen des Schließkopfes und preßt die Teile aufeinander.

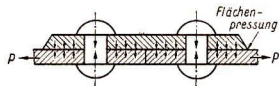


Bild 5
Kraftnietung

Einteilung der Nietverbindungen

Die Beanspruchung einer Nietung richtet sich nach dem Anwendungsbereich. Es können folgende Bereiche unterschieden werden.



Bild 6

- a) Dichte Kraftnietverbindung: hoch beansprucht, muß *dicht* und *fest* sein.
- b) Kraftnietverbindung: hoch beansprucht, muß *fest* sein.
- c) Dichte Nietverbindung: gering beansprucht, muß *dicht* sein.
- d) Heftnietverbindung: gering beansprucht, Teile sind nur *geheftet*.

- Aufgaben:**
2. Welches physikalische Gesetz wird beim Herstellen von Preßpassungen (siehe Bild 2) ausgenutzt?
 3. Erläutere, was durch die Gegenüberstellung Schraubenverbindung – Nietverbindung in Bild 4 gesagt werden soll!
 4. Was haben die Warmnietung und die Preßpassung gemeinsam?
 5. Nenne Anwendungsbeispiele für die in der Übersicht genannten vier Nietverbindungen!

Ausführungsarten von Nietungen

Lage der verbundenen Teile



Bild 7
Überlappnietung



Bild 8
Laschennietung

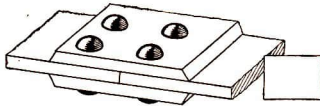


Bild 9
Doppellaschennietung

Anordnung der Niete

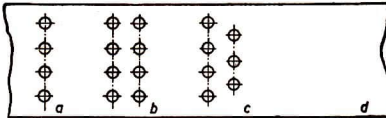


Bild 10

Beanspruchung der Niete



Bild 11
a) Einschnittige Verbindung

b) zweischnittige Verbindung

Die zu verbindenden Bleche liegen übereinander, sie *überlappen*. Die Niete stehen in einer Reihe oder in mehreren Reihen nebeneinander.

Die Teile A und B stoßen stumpf gegeneinander und werden von der Lasche C zusammengehalten. Jedes Teil ist durch mindestens eine Nietreihe mit der Lasche verbunden.

Die Teile stoßen stumpf gegeneinander und werden von zwei Laschen beidseitig gehalten. Jedes Teil ist durch mindestens eine Nietreihe mit den Laschen verbunden.

- a) Einreihige Nietung
- b) Zweireihige Kettennietung
- c) Zweireihige Zickzacknietung

Sobald starke Kräfte die Teile A und B in Pfeilrichtung bewegen, wird der Niet auf *Abscherung* beansprucht.

Die Teile A und B wirken wie Scherbacken einer Profilschere.

- Aufgaben:**
6. Trage in die Felder neben Bild 7, 8 und 9 ein, wievielschnittig die gezeigten Verbindungen sind!
 7. Deute in Bild 10 neben d eine dreireihige Zickzacknietung an!
 8. Erläutere, warum die Nietung Bild 11b als zweischnittige Verbindung bezeichnet wird!

Arbeitstechniken

Anreißen und Körnen

Die Maße für das Anreißen der Bohrungen werden von der technischen Zeichnung auf das Werkstück übertragen.



Zusammenspannen der Teile und Bohren

Wenn möglich, werden die Teile vor dem Bohren fest aufeinander gespannt und dann gemeinsam gebohrt. So wird verhindert, daß die Teile sich gegeneinander verschieben und dadurch Differenzen im Abstand der Bohrungen entstehen, die das Einziehen der Niete erschweren oder unmöglich machen.



Ansenken und Entgraten

Die Bohrungen für Senkniete werden gleichmäßig tief gesenkt, die Bohrungen für Halbrundniete leicht entgratet.



Sichern der Lage der Teile

Stehen mehrere Niete nebeneinander, so muß vor Beginn des Nietens die Lage der Teile durch Schrauben gesichert werden.



Ausführen der Nietung

Der Niet wird in vier Arbeitsgängen geschlossen. Wichtig ist, daß der Kopf möglichst schnell, durch nur wenige Schläge also, umgeformt wird. Langes Schlagen verfestigt den Werkstoff des Nietes und macht ihn spröde und rissig. Vom gewissenhaften Einhalten und Ausführen der Arbeitsgänge hängt die Festigkeit der Verbindung ab.

Errechnen der Nietabstände

Eine Winkelschiene von 300 mm Länge soll mit 15 Nieten je 3 mm Durchmesser an eine gleich lange Blechtafel genietet werden. Endabstand der Niete je 10 mm.

Wie groß ist der Abstand von Niet zu Niet?

-
- Aufgaben:
9. Welcher Fehler kann entstehen, wenn du die Teile vor dem Nieten nicht gegen Verschieben sicherst?
 10. Errechne den in der Aufgabe gesuchten Nietabstand!
 11. Wiederhole an Hand des Lehrbuchthemas „Nieten“ aus dem Grundlehrgang Metallbearbeitung, was du über die Arbeitsgänge beim Nieten gelernt hast!

Arbeitstechniken

Versuch: Spanne ein etwa 100 mm langes und 1 mm dickes Stück Bandstahl kurz in den Schraubstock ein! Biege es einmal hin und her! Spanne es aus! Hämmere ein Ende des Bandstahles einige Zeit mit einem Niethammer auf dem Amboß! Spanne das gehämmerte Ende in den Schraubstock ein und wiederhole die Biegungen!



Bild 12 Biegen



Hämmern



Biegen

Was stellst du fest?

Vergleiche das Ergebnis des Versuches mit dem, was über das Stauchen des Nietes gesagt wurde!

Welche Schlußfolgerung ergibt sich?

Warmnieten

Stahlniete über 8 mm Durchmesser sollen warm geschlagen werden. Der Niet wird bis zur Hellrotglut erwärmt. Als Wärmequelle wird häufig die Wärmewirkung des elektrischen Stromes genutzt. Ein starker elektrischer Strom geringer Spannung fließt durch den Niet hindurch und erwärmt ihn in kurzer Zeit. Der Strom kann der Größe des Nietes entsprechend eingestellt werden.

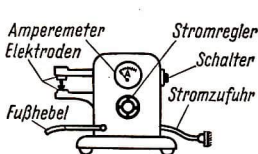


Bild 13 Prinzip eines elektrischen Nietwärmers



Prüfen der Nietung

Nach dem Nieten muß die Verbindung geprüft werden. Durch leichte Hammerschläge auf Schließ- oder Setzkopf stellt der Facharbeiter fest, ob der Niet die zu verbindenden

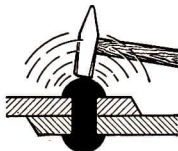
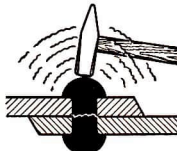


Bild 14 Voller Klang, Nietung gut



Niet schellt, weil gerissen

Teile genügend zusammenpreßt. Gibt der Niet einen vollen Klang, ist die Verbindung einwandfrei.

Schellt der Niet oder wackelt er sogar, muß die Nietung wiederholt werden, nachdem der unzulängliche Niet entfernt wurde.

Aufgaben: 12. Schreibe über das Ergebnis des Versuches (Bild 12) einen Bericht!

13. Warum soll beim Warmnieten der Nietschaft am meisten erwärmt werden?

Lösen der Verbindung

Der Niet, das Verbindungselement, wird beim Lösen der Verbindung zerstört. Bei Halbrundkopfnieten kleineren Durchmessers wird ein Kopf abgefeilt, bei größerem Durchmesser mit einem Flachmeißel abgeschlagen.

Beachte! Der Meißel ist so zu führen, daß das Werkstück nicht beschädigt wird, falls es wieder verwendet werden soll! Abfliegende Köpfe bedeuten Unfallgefahr, es ist ein Schutzgitter zu benutzen!

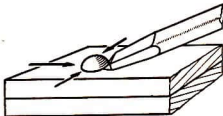
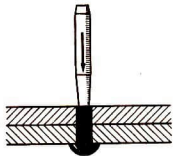


Bild 15
Kopf abmeißeln



Mit Durchschlag austreiben

Senkniete werden mit einem Spiralbohrer ausgebohrt, dessen Spitzenwinkel dem Senkwinkel des Nietes entspricht. Sofern die Teile noch verwendet werden sollen, ist zu beachten, daß die Senkung nicht verdorben wird. Werden sie nicht mehr verwendet, genügt es, wenn man den Niet insgesamt ausbohrt.

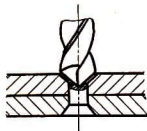


Bild 16
Ausbohren eines Senknietkopfes

Verfahren, die das Nieten beschleunigen

Preßlufthammer und Nietmaschine wurden schon im Grundlehrgang Metallbearbeitung behandelt. Für den Flugzeugbau, in dem heute noch fast alle Teile genietet werden, wurde ein Spezialniet entwickelt. Dieser eignet sich vornehmlich für Nietstellen, die nur von einer Seite aus zugänglich sind, bei denen also nicht entsprechend gegengehalten werden kann.



Bild 17
Wirkungsprinzip des Explosivnietes

- Aufgaben:**
14. Warum werden Nietverbindungen nur in einzelnen Fällen wieder gelöst?
 15. Laß dir von deinem Betreuer die Wirkungsweise und den Anwendungsbereich des Explosivnietes näher erklären!
 16. Welcher Werkstoff wird im Flugzeugbau zumeist verarbeitet? Woraus bestehen die verwendeten Niete?
 17. Warum hat sich das Schweißen im Flugzeugbau noch nicht durchgesetzt? Sprich darüber mit deinem Betreuer!
 18. Schätzt einmal gemeinsam, wieviel Niete wohl für ein Verkehrsflugzeug vom Typ IL 14 P verarbeitet werden!

Verfahren, die das Nieten ablösen

Nieten ist ein altes Verfahren, das seine Vor- und Nachteile hat, wie jedes andere Verfahren auch. *Die Vorteile sind:* hohe Festigkeit, einfache Herstellung, leichtes Prüfen, einfache Festigkeitsberechnung; *zu den Nachteilen zählen:* lange Vorarbeiten, Schwächung der Teile durch die Bohrungen, erhebliche Gewichtszunahme der Teile, unebene Oberfläche infolge der Laschen und der Nietköpfe.

Das Schweißen hat auf vielen Anwendungsgebieten dem Niet den Platz streitig gemacht, so vor allem im Maschinenbau, im Schiffsbau und in steigendem Maße auch im Stahlbau. Nachteilig an Schweißkonstruktionen ist, daß sie schwerer zu berechnen sind als Nietkonstruktionen, schwerer zu prüfen und daß beim Schweißen eine – oft unerwünschte – Erwärmung der Teile auftritt.

Durch Schweißen wird eine stoffschlüssige Verbindung hergestellt. Die zu verbindenden Teile werden direkt oder unter Zusatz artgleichen Werkstoffes ineinander verschmolzen. Die zum Schmelzen notwendige Temperatur wird im allgemeinen auf folgende Weise erreicht:

Gasschmelzschweißen

Ein Brenngas (zum Beispiel Aethin) mit Sauerstoff verbrennt als Stichflamme mit $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $3000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Unter Einwirkung dieser Flamme schmelzen die Stoßkanten der Werkstücke und fließen ineinander. Meist wird ein Zusatzwerkstoff, der Schweißdraht, mit eingeschmolzen.

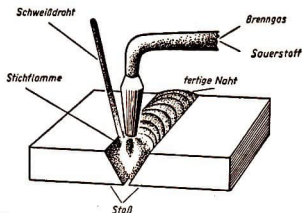


Bild 18
Gasschmelzschweißen (schematisch)

Lichtbogenschweißen

Das Werkstück wird meist mit dem Pluspol der Schweißstromquelle verbunden. Der Minuspol wird an einen Metallstab, die Elektrode, gelegt. Berührt der Schweißer das Werkstück kurz mit der Elektrode und hebt sie sofort wieder einige Millimeter ab, so entsteht zwischen Elektrode und Werkstück ein Lichtbogen. Dieser erzeugt eine Temperatur von etwa $4000\text{ }^{\circ}\text{C}$, unter deren Einfluß die Elektrode und die Stoßkanten der Werkstücke ineinanderschmelzen.

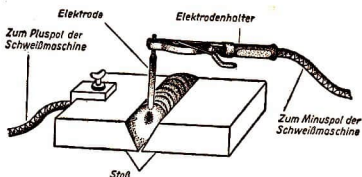


Bild 19
Lichtbogenschweißen (schematisch)

Aufgabe: 19. Frage deinen Betreuer, welches Brenngas meist verwendet und wie es erzeugt wird!

Widerstandsschweißen

Bei diesem Verfahren wird die Widerstandswärme ausgenutzt, die entsteht, wenn der elektrische Strom einen Leiter durchfließt. Die Erwärmung ist abhängig von der Stärke des fließenden Stromes und vom Widerstand des Leiters, beim Schweißen also des Schweißgutes.

Wirkungsweise der Punktschweißmaschine

Die zu verbindenden Teile werden zwischen die *Elektroden* der Maschine gelegt. Durch Betätigen eines Fußhebels (bei größeren Maschinen hydraulisch) wird die bewegliche obere Elektrode auf die Bleche gedrückt und gleichzeitig ein Wechselstrom von niedriger Spannung und großer Stärke eingeschaltet. Durch den großen Übergangswiderstand werden die Bleche an den gegenseitigen Berührungsflächen mehr erwärmt als an den anderen Durchfußstellen. Wenn sie erweichen, werden sie durch den Druck der Elektroden zusammengeschweißt. Es handelt sich um eine Preßschweißung. Nach dem gleichen Prinzip arbeitet auch die Rollennahtschweißmaschine.

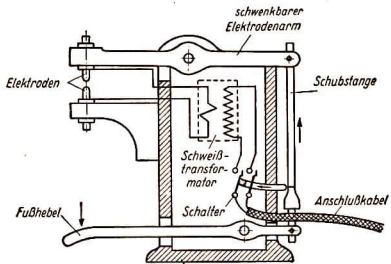


Bild 20
Schema einer Punktschweißmaschine

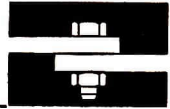
Für viele Erzeugnisse ist die Metallklebetechnik von großer Bedeutung. Unsere Chemiker haben Metallkleber entwickelt, die sich auf vielen Gebieten gut bewähren.

Arbeitsordnung, Arbeitsschutz

1. Arbeite nur mit einwandfreiem Werkzeug!
Hammer fest am Stil, Nieteziehler und Kopfmacher ohne Grat.
2. Beachte bei den Vorarbeiten (Bohren und Senken) die Regeln für das Bohren!
3. Stelle beim Abschlagen von Nietköpfen ein Schutzgitter auf!
4. Schütze beim Schweißen deine Augen durch Schutzbrille oder Schutzschild!
5. Halte dich an einem Schweißplatz nur in Begleitung deines Betreuers auf!

- Aufgaben:**
20. Bitte deinen Betreuer, dich einmal das Schweißen durch ein Schutzglas beobachten zu lassen, und schildere, was du gesehen hast!
 21. Laß dir von deinem Betreuer und deinem Physiklehrer das Widerstandsschweißen näher erklären!
 22. Wiederhole die Hinweise für die Unfallverhütung aus dem Thema „Nieten“ im Grundlehrgang Metallbearbeitung!
 23. Schreibe die Unfallgefahren auf, die dir von deinem Betreuer für die spezielle Arbeit genannt wurden!

Verbinden durch Keile und Paßfedern



Einiges über Mitnehmer Elemente

Viele Maschinenteile führen Bewegungen aus, hin- und hergehende Bewegungen, Drehbewegungen, Pendelbewegungen und ähnliche. Häufig muß ein Maschinenteil seine Bewegung einem anderen Maschinenteil mitteilen; es muß das andere Teil *mitnehmen*.

So treibt ein Elektromotor eine Welle, auf der Zahnräder befestigt sind. Die Welle dreht sich, und die aufgepaßten Zahnräder sollen sich mitdrehen. Sie müssen also entsprechend mit der Welle verbunden werden. Die betreffende Verbindung kann *lösbar* oder *unlösbar* sein.

Als Beispiel für eine unlösbare Verbindung dieser Art sei auf die Schrumpf- und Dehn-Preßpassungen verwiesen, die im Thema „Herstellen von Nietverbindungen“ (Bild 2) erwähnt werden. In den meisten Fällen wählt man aber lösbare Verbindungen, weil bewegte Teile einem stärkeren Verschleiß unterliegen und darum häufig ausgetauscht werden müssen.

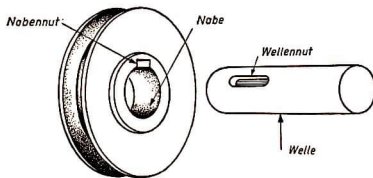


Bild 1
Benennungen

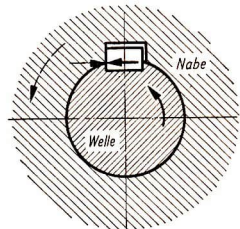


Bild 2
Beanspruchung der
Mitnehmerverbindung

Die erforderliche lösbare Verbindung kann auf zweierlei Weise zustande kommen:

- durch Kraftschluß,
- durch Formschluß.

Welche der beiden Arten gewählt wird, hängt unter anderem von den Kräften ab, die übertragen werden sollen. Der Konstrukteur muß die Größe der Kräfte, die Art ihrer Wirkung (gleichmäßig oder stoßweise) und die Richtung berücksichtigen.

Aufgabe: 1. Besuche, wenn möglich, das Konstruktionsbüro; laß dir erklären, wann der Konstrukteur Keil- und wann er Federverbindungen wählt!

Wirkungsweise einer Keilverbindung

Durch Keile werden *kraftschlüssige* Verbindungen hergestellt. Wenn durch zu hohe Belastung der Kraftschluß überwunden wird, wirkt der Keil außerdem noch *formschlüssig*.

Der Keil spannt Nabe und Welle gegeneinander. Die *Flächenpressung* zwischen Welle und Nabenbohrung ist so groß, daß sie die zu übertragenden Kräfte aufnimmt.

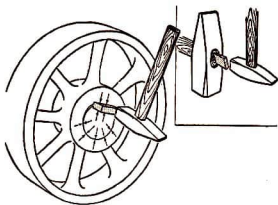


Bild 3
Prinzip des Verbindungskeiles

Wirkungsweise der Paßfeder

Durch Paßfedern werden *formschlüssige* Verbindungen hergestellt. Die zu übertragenden Kräfte dürfen nur so groß sein, wie die Paßfeder in ihrem Längsschnitt belastet werden darf.

Die Paßfeder greift zum Teil in die Welle und zum Teil in die Nabe ein. Dieses Ineinandergreifen der Form stellt die Mitnehmerverbindung her.

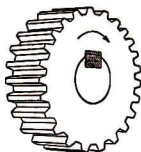


Bild 4
Prinzip der Paßfeder

Verbundene Teile	Verbindungselement
Welle und Kurbel	Paßfeder und Schraube

Aufgaben: 2. Erläutere, welche Ähnlichkeit zwischen dem Befestigungskeil in Bild 3 und dem Hammerkeil besteht!

3. Trage in obige Übersicht ein, was du bei der Arbeit erfahren hast!

Keilarten und Arbeitstechniken

Alle Keile haben ein Gemeinsames, den *Anzug*. So wird der *Quotient* aus *Keilhöhendifferenz* und *Länge des Keiles* genannt. Die Größe des Anzuges ist genormt, sie beträgt 1:100.

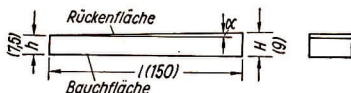


Bild 5
Bezeichnungen und Abmessungen am Keil

$$\begin{aligned}\frac{H-h}{l} &= \frac{9-7,5}{150} \\ &= \frac{1,5}{150} \\ \frac{H-h}{l} &= \frac{1}{100} \quad \text{oder} \quad 1:100\end{aligned}$$

Die Forderungen der Praxis führten zur Entwicklung verschiedener Keilarten, von denen hier einige genannt werden sollen. Alle diese Keile sind genormt. Sie werden als Verbindungselemente in besonderen Betrieben hergestellt. Nur bei Reparaturarbeiten, wenn kein passender Ersatz zur Hand ist, müssen Keile zurechtgefeilt werden.

Treibkeile

Treibkeile werden in eine vorbereitete Aussparung (Nut) zwischen Welle und Nabe getrieben.

Bild 6
Nasenkeil



Der *Nasenkeil*, eine Art der Treibkeile, kann von der gleichen Seite ein- und ausgetrieben werden. Die Nase nimmt die Hammerschläge auf. Nach wiederholtem Eintreiben auftretende Verformungen sind abzufeilen.

Die hervorstehende Nase des Keiles birgt erhöhte Unfallgefahr. Nasenkeile dürfen darum nur dort verarbeitet werden, wo die umlaufenden Teile verkleidet sind, so daß niemand gefährdet wird.

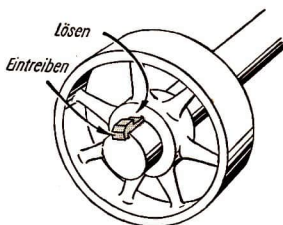


Bild 7
Nasenkeilverbindung

- Aufgaben:**
4. Miß mit der Schieblehre einige Keile nach und prüfe durch Berechnung des Anzuges, ob der genormte Wert 1:100 eingehalten wurde!
 5. Laß dir einen Nasenkeil geben und fertige davon eine normgerechte technische Zeichnung!
 6. Warum muß die Nabennut unter einer Speiche des Rades ausgearbeitet werden?

Der Nutenkeil hat keine Nase. Er wird mit Hilfe eines Treibers aus Kupfer oder Aluminium eingetrieben. Direkte Hammerschläge können Welle und Keil beschädigen. Ausgetrieben wird der Nutenkeil von der entgegengesetzten Seite.

Bild 8
Nutenkeil



Nasenkeile und Nutenkeile erfordern eine Wellennut, die länger ist als die Nabe.

Einlegekeile

Einlegekeile werden in eine Nut eingelegt, die nur so lang ist wie der Keil. Beim Montieren wird der Drehkörper mit der Nabe auf die Welle aufgetrieben (Bild 10). Im Vergleich zu Nasenkeilen oder Nutenkeilen wird die Welle weniger geschwächt.

Besonders günstig sind in dieser Beziehung Hohlkeile und Flachkeile. Sie können aber nur ein geringes Drehmoment übertragen.

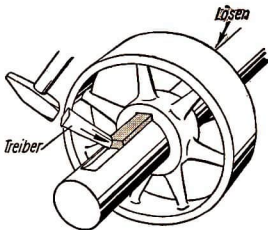


Bild 9
Verbinden durch Nutenkeil

Feilen und Einpassen eines Keiles

1. Der Keil wird auf die entsprechende Länge und Breite gefeilt und in die Nut eingepaßt. Mit Hilfe des Lichtspaltverfahrens prüft man die Parallelität der Seitenflächen (Bild 11).
2. Bauch- und Rückenflächen werden gefeilt (Anzug 1:100). Die Rückenfläche wird mit Kreide bestrichen und der Keil eingetrieben. Nach dem Lösen ist zu erkennen, welche Stellen tragen (Bild 12) und nachgefeilt oder geschabt werden müssen, bis die gesamte Fläche trägt (Bild 13).

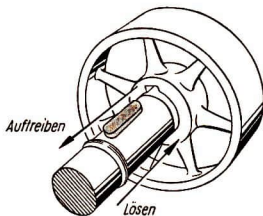
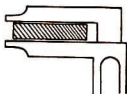


Bild 10
Verbinden durch Einlegekeil

Bild 11



Nachschaben

Bild 12



Bild 13



- Aufgaben:**
7. Laß dir Hohlkeile und Flachkeile zeigen!
 8. Welcher Schaden kann entstehen, wenn Keile mit roher Gewalt übermäßig fest eingetrieben werden?
 9. Wie werden die Keilnuten in Nabe und Welle hergestellt?
 10. Schreibe einen Bericht darüber, wie du einen Keil mit Hilfe von Kreide oder Tusche eingepaßt hast!

Federarten und Arbeitstechniken

Federn haben keinen Anzug. Bauch- und Rückenflächen sind zueinander parallel. Federn werden häufig zum Verbinden von Zahnrädern mit Wellen verwendet.

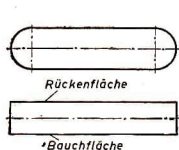


Bild 14
Benennungen an einer Feder

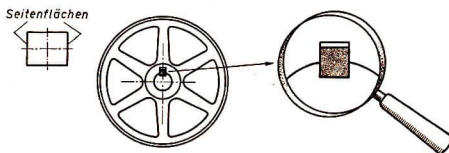


Bild 15
Richtiger Sitz der Feder

Paßfedern

Paßfedern werden in eine Nut eingelegt, die genau so breit ist wie die Feder. Da die Paßfeder nur Drehmomente überträgt, hält sie das aufgesetzte Maschinenteil axial (in Richtung der Längsachse) nicht fest. Manche Teile werden darum durch Stellringe, Stifte oder ähnliches axial gesichert.

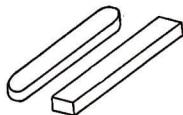


Bild 16
Rundstirnige und geradstirnige Paßfeder



Bild 17
Welle mit Zahnrad und gelöstem Stellring

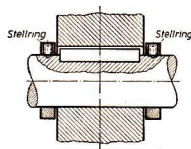


Bild 18
Technische Darstellung der Verbindung

Gleitfedern

Beim Schalten mancher Getriebe werden die Zahnräder hin- und hergeschoben, bis sie in der gewünschten Stellung stehen. Es wird eine Mitnehmerverbindung benötigt, die ein axiales Verschieben der Teile zuläßt und trotzdem in jeder Stellung mitnimmt. Die *Gleitfeder* erfüllt diese Forderung.

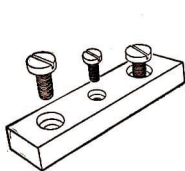


Bild 19
Gleitfeder

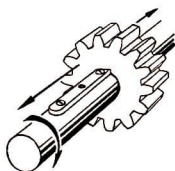


Bild 20
Ansicht einer Verbindung

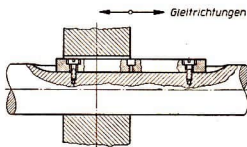


Bild 21
Technische Darstellung

Scheibenfedern

Eine besondere Art sind die Scheibenfedern. Sie haben gegenüber den anderen Arten den Nachteil, daß die zu ihrer Aufnahme erforderlichen Nuten die Welle stark schwächen.

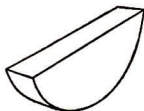


Bild 22
Scheibenfeder

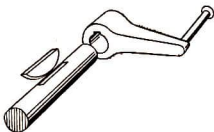


Bild 23
Handkurbel, von
Welle gelöst

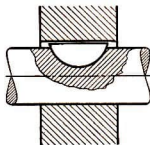


Bild 24
Technische Darstellung
im Schnitt

Montieren und Prüfen von Federverbindungen

Wichtig ist, daß zwischen den Seitenflächen der Feder und den Seitenflächen der Naben- und der Wellennut kein Zwischenraum besteht. Darum werden Federn in die Nut eingepaßt.

Gleitfedern werden in der Wellennut festgeschraubt. Dabei ist darauf zu achten, daß die Schrauben gut versenkt sind und nicht überstehen. Sie hindern sonst das aufgesetzte Teil, hin- und herzugleiten.

Der Gleitsitz des aufgesetzten Teiles muß geprüft werden. Das Teil muß sich über die gesamte Gleitfederlänge gleichmäßig leicht schieben lassen.

In den Produktionsbetrieben für Maschinen, Apparate und Geräte werden genormte Federn verarbeitet. Nur bei Reparaturarbeiten, wenn kein passender Ersatz zur Hand ist, müssen zuweilen Federn einzeln gefertigt und eingepaßt werden.

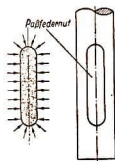


Bild 25
Paßfläche einer Feder

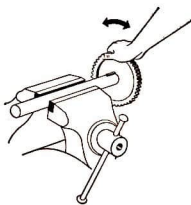


Bild 26
Prüfen des Seitenspieles

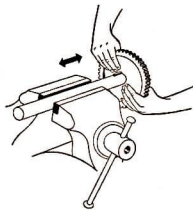
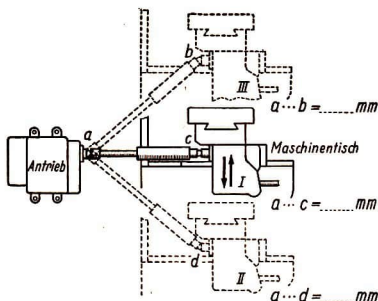


Bild 27
Prüfen des Gleitsitzes

- Aufgaben:**
11. Warum werden Gleitfedern durch Schrauben in der Nut festgehalten?
 12. Laß dir eine Scheibenfeder geben und fertige davon eine normgerechte technische Zeichnung!
 13. Warum dürfen zu breite Paßfedern nicht einfach mit starkem Druck in die Welle eingepreßt werden?

Profilwellen und Profilnaben



Von der Gleitfeder wurde gesagt, daß sie eine axiale Verschiebung der Teile gegeneinander zuläßt, eine Verschiebung in Richtung der Längsachse. An verschiedenen Maschinen werden Wellen gebraucht, die große Kräfte übertragen und dabei außerdem ihre Länge verändern können.

Bild 28
Prinzip einer
längsveränderlichen Welle

Sehr häufig wird in längsveränderlichen Wellen die sogenannte Keilwelle verwandt. Sie trägt ihren Namen zu Unrecht; denn ihre „Keile“ haben keinen Anzug, sind also nur Federn. Früher bezeichnete man aber Federn als „Keile ohne Anzug“, und daher stammt diese Bezeichnung.

Die längsveränderliche Welle besteht aus zwei Teilen, dem Innenteil und dem Außenteil. Die Profile greifen ineinander und stellen eine formschlüssige Verbindung her. Auch während des Betriebes können die Teile auseinandergezogen und zusammengeschoben werden.

Anwendungsbeispiele:

Zapfwelle an Landmaschinen

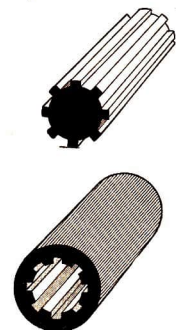


Bild 29
Welle mit Außenprofil
Welle mit Innenprofil



Bild 30
Welle und Nabe mit K-Profil

Für Preßverbindungen, bei denen die Teile ineinander gepreßt werden, und für Spielpassungen wird auch das K-Profil verwendet. Es trägt seinen Namen nach der Firma Krause & Co., Wien.

Arbeitsordnung, Arbeitsschutz

Fehlerhafte Verbindungen und Verbindungselemente

Keile und Paßfedern als Verbindungselemente, die häufig in Getrieben und anderen bewegten Mechanismen verwendet werden, sind mit großer Sorgfalt zu montieren. Reparaturarbeiten, die auch als Folge nicht fachgerechter Arbeit auftreten können, bringen Stillstandszeiten, Arbeitsausfall, unnötige Kosten, Ärger und Verdruß.

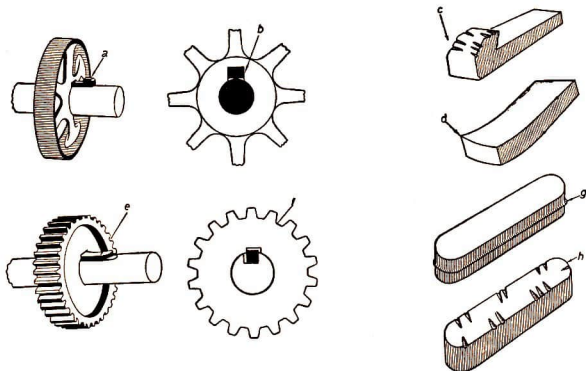


Bild 31

Hinweise zur Unfallverhütung

1. Vorsicht beim Besichtigen von Keil- oder Federverbindungen an Getrieben!
2. Schutzvorrichtungen nur abnehmen, wenn der Betreuer die Maschine gegen ungewolltes Anlaufen gesichert hat!
3. Werkzeuge so ablegen, daß sie nicht in die Mechanismen geraten können!
4. Vorstehende Keile und Federn an umlaufenden Teilen fangen leicht die Kleidung. Sie müssen überdeckt sein.

- Aufgaben:**
14. Nenne Anwendungsbeispiele für längsveränderliche Wellen!
 15. Miß in Bild 28 die Länge der Wellen in den Stellungen I, II und III! Trage das Ergebnis ein!
 16. Beurteile die in Bild 31 gezeigten fehlerhaften Verbindungen und Verbindungselemente!
 17. Schreibe die Hinweise auf, die dir dein Betreuer zur Unfallverhütung bei dieser Arbeit gegeben hat!
 18. Schreibe die bei diesem Thema neu erlernten Fachausdrücke auf!



Die Hauptmechanismen einer Maschine

An fast allen Maschinen können drei Mechanismen unterschieden werden:
Antriebsmaschine, Übertragungsmechanismus, Arbeitsmechanismus.

An alten Maschinen waren diese Mechanismen häufig voneinander getrennt. Die Antriebsmaschine, meist eine Dampfmaschine oder ein Wasserrad, befand sich in einem besonderen Raum neben oder auch unter der Werkstatt.

Die Übertragungsmechanismen übertrugen die von der Antriebsmaschine gelieferte Bewegungsenergie auf die Arbeitsmaschinen. Lange *Transmissionswellen* hingen an der Decke oder an den Wänden der Produktionsräume und drehten sich unausgesetzt. Durch Treibriemen war jede Maschine mit der Transmissionswelle verbunden. Kreuz und quer durchschnitten diese die Werkstatträume. Sie klatschten und surrten ohrenbetäubend und waren eine ständige Unfallgefahr; denn wegen der großen Entfernungen zwischen den Wellen waren die Riemen sehr lang, so daß sich Schutzvorrichtungen nur schwer anbringen ließen. Außerdem beachteten die Unternehmer den Arbeitsschutz nur wenig.

In den Gewerkschaften kämpften die Arbeiter für wirksame Arbeitsschutzmaßnahmen und für die Versorgung der Arbeiter, die infolge unzureichenden Arbeitsschutzes ihre Gesundheit eingebüßt hatten.

Die meisten heute verwendeten Maschinen besitzen *Eigenantrieb*. Motoren und Übertragungsmechanismen sind eingebaut. Die Übertragungsmechanismen wurden vielschichtiger und komplizierter. Moderne Maschinen führen vielfältige Arbeits- und Nebenbewegungen aus, zum Teil selbsttätig nach einem festgesetzten Programm. Unter den vielen Maschinenelementen, die zu den Übertragungsmechanismen gehören, sind folgende am häufigsten: Achsen, Wellen, Lager, Zahnräder, Kupplungen, Riemenscheiben, Riemen, Kurbeln und Pleuel.

Diese Maschinenelemente sind weitgehend *genormt* und häufig auch schon *standardisiert*. Normung und Standardisierung erleichtern es, zu konstruieren, zu montieren, zu warten, zu pflegen und instand zu setzen. Eine besondere Art der Vereinfachung ist das *Baukastenprinzip*, nach dem bereits viele Maschinen konstruiert werden.

-
- Aufgaben:**
1. Betrachte einige Maschinen und grenze die drei Hauptmechanismen voneinander ab!
 2. Welche Vorteile hat der Einzelantrieb gegenüber dem Gruppenantrieb (Transmission)?
 3. Nenne Maschinen, Geräte oder Apparate, die nach dem Baukastenprinzip gestaltet wurden!
 4. Welcher Unterschied besteht zwischen Normung und Standardisierung?

Aufgaben und Arten der Wellen

Alle Arten von Wellen haben ein Gemeinsames: Sie leiten ein Drehmoment weiter und werden auf *Verdrehung* (Torsion) beansprucht. Diese Art der Beanspruchung ist vergleichbar mit der eines Wäschestückes, das beim Wringen mit beiden Händen gepackt und zusammengedreht wird.

Für die speziellen Zwecke gibt es eine Vielzahl unterschiedlich großer und unterschiedlich geformter Wellen: Gelenkwellen, längsveränderliche Wellen, biegsame Wellen, Nockenwellen, Kurbelwellen und andere.

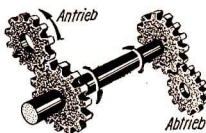


Bild 1
Beanspruchung einer Welle



Aufgaben und Arten der Lager

Lager haben die Aufgabe, sich drehende Maschinenteile zu stützen und zu führen. Zwei Arten von Lagern sind im Maschinenbau gebräuchlich: *Gleitlager* und *Wälzlager*.

Gleitlager

In einem Gleitlager *gleiten* ruhende und sich drehende Teile aufeinander. Durch die Auswahl entsprechender *Lagerwerkstoffe*, durch zweckmäßige *Oberflächenbearbeitung* und durch ausreichende *Schmierung* wird der Gleitwiderstand (gleitende Reibung) auf ein geringes Maß herabgesetzt.

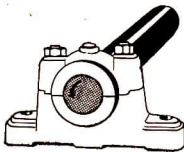
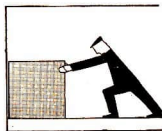


Bild 2
Prinzip eines Gleitlagers (Gleitwiderstand)

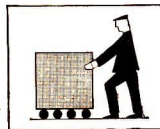


Wälzlager

In Wälzlagern sind ruhende und sich drehende Teile durch *Wälzkörper* voneinander getrennt. Lauf- und Wälzkörper bestehen aus gehärtetem Stahl und haben feinstbearbeitete Oberflächen. Der Rollwiderstand (rollende Reibung) ist geringer als der Gleitwiderstand.



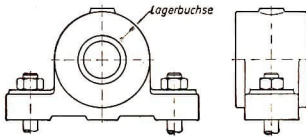
Bild 3
Prinzip eines Wälzlagers (Rollwiderstand)



- Aufgaben:**
5. Frage, was man unter Querlagern und was man unter Längslagern versteht!
 6. Stelle Vorteile und Nachteile der Gleitlager und der Wälzlager in einer Tabelle zusammen!

Gebräuchliche Lager

Ungeteilte Lager



Sie bestehen aus einem Stück. Der Zapfen gleitet entweder direkt in der Bohrung des Lagers oder in einer eingepreßten Lagerbuchse aus Lagerwerkstoff.

Bild 4
Augenlager mit eingepreßter Lagerbuchse

Geteilte Lager

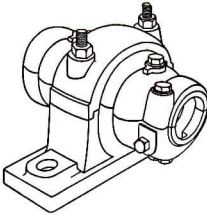


Bild 5
Deckellager mit Lagerschalen

Die meisten geteilten Lager bestehen aus dem Lagergehäuse (Lagerfuß und Lagerdeckel) und den Lagerschalen. Geteilte Lager sind leichter einzubauen und einzupassen als ungeteilte. Die Lagerdeckel können abgehoben und die gleitenden Teile herausgenommen werden, so daß man die Laufflächen leicht untersuchen kann.

Lagerbuchsen, Lagerschalen

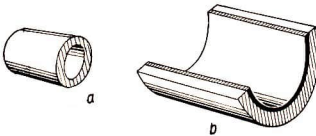


Bild 6 Lagerbuchse

Lagerschale

Sie werden aus Lagerwerkstoff hergestellt (gegossen, gewalzt, gebogen, gedreht). Der Lagerwerkstoff ist weicher als der Zapfen; er paßt sich dem Zapfen während des Einlaufens der Maschine gut an, schützt ihn vor Verschleiß und bietet gute Laufeigenschaften.

Einige gebräuchliche Lagerwerkstoffe

Grauguß;

Weißmetalle (Legierungen aus Kupfer, Zinn, Blei, Antimon);

Bronze (Legierungen aus Kupfer und Zinn);

Sintereisen (pulverisierte Eisenabfälle, unter Zusatz von Blei, Kupfer, Zinn, Zink, Graphit, Antimon und Aluminium mit hohem Druck bei großer Hitze gepreßt);

Plaste (Kohle, Kalk, Phenol).

Aufgaben: 7. Laß dir, von deinem Betreuer die abgebildeten Lager erklären!

8. Frage, was man unter den „Laufeigenschaften“ eines Lagerwerkstoffes versteht!

Arbeiten an Gleitlagern

Zusammenbau

Beim Zusammenbau muß darauf geachtet werden, daß Lager und Welle genau *fluchten* und nicht verkantet sind. In verkanteten Lagern wird der Zapfen überbelastet und kann reißen oder im Lager festfressen.



Bild 7
Fehlerhaft montierte Welle (übertriebene Darstellung)

Lager werden heute auf Spezialmaschinen mit großer Genauigkeit hergestellt. In manchen Fällen werden noch die vorgedrehten Lagerschalen oder -buchsen mit dem Schaber nachgearbeitet. Bewegt man den Zapfen im Lager einige Male hin und her, so entstehen auf dem Lagermetall blanke Stellen. Der Facharbeiter erkennt daran, wo er den Schaber anzusetzen hat.

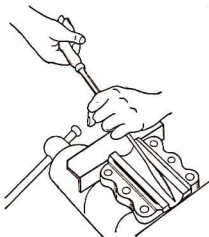
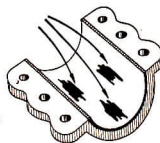


Bild 8
Schaben eines Lagers mit dem Löffelschaber



Tragbild

Vor dem endgültigen Verschrauben des Lagers werden die Lauffläche und der Zapfen von Spänen und anderen Unreinheiten gründlich gesäubert. Derartige Fremdkörper erhöhen die Reibung und führen dazu, daß das Lager vorzeitig verschleißt.

Instandsetzung

Gleitlager sind Verschleißteile und müssen in bestimmten Abständen erneuert werden. Lager mit Lagerschalen und Lagerbuchsen sind vorteilhaft, weil ein abgenutztes Lager nicht vollständig ausgewechselt zu werden braucht. Mit dem Schraubenschlüssel oder dem Schraubenzieher wird der Lagerdeckel gelöst, so daß man die Lauffläche des Lagers untersuchen kann. Abgenutzte Lagerschalen werden neu ausgegossen, abgenutzte Lagerbuchsen durch neue ersetzt.

- Aufgaben:**
9. Beurteile die montierte Welle in Bild 7! Erläutere die entstehenden Folgen!
 10. Laß dir erklären, wie du die Schrauben eines Lagerdeckels fachgerecht anziehen mußt!
 11. Frage, welchen Einfluß die während des Laufes im Lager entstehende Erwärmung auf das Spiel zwischen Zapfen und Lager hat!

Gebräuchliche Wälzlager

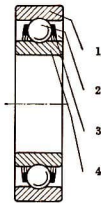
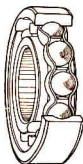


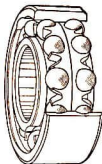
Bild 9
Teile eines Wälzlagers

Wälzlager vieler Ausführungen und Größen werden in Wälzlagerfabriken hergestellt. Sie sind genormt, so daß der Konstrukteur beim Entwerfen einer Maschine aus einem Katalog die geeigneten Typen von Wälzlagern auswählen kann. Bei Reparaturen können Wälzlager jederzeit ausgetauscht werden. Darin besteht ein großer Vorteil.

- 1 2
3 4



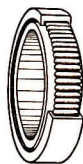
a



b



c



d



e

Bild 10a bis e
Wälzlagerarten

Wälzlager sind empfindlich gegen Schmutz. Sie müssen darum durch besondere Dichtungen abgedichtet werden. Die Dichtungen verhindern außerdem das Austreten des Schmiermittels.

- Aufgaben:** 12. Benenne die Teile des Wälzlagers in Bild 9!
13. Benenne die Wälzlager in Bild 10!
14. Warum tragen die Wälzlager ihre besonderen Namen (Tonnenlager usw.)?
15. Laß dir von deinem Betreuer zeigen, wie an Wälzlagern die Dichtungen ausgeführt sind!

Arbeiten an Wälzlager

Einbau

Wälzlager werden ohne Nacharbeit eingebaut. Paßarbeiten sind an den gehärteten Teilen der Lager nicht mehr möglich. Achse, Welle, Nabe und Gehäuse müssen paßgerecht vorbereitet sein, damit das Lager gefügt werden kann.

Wälzlager werden in das Gehäuse eingedrückt oder auf den Zapfen aufgedrückt. Dabei darf nur angemessene Kraft aufgewandt werden, weil zu kräftiges Pressen die Laufringe des Lagers verformt und dadurch die Laufeigenschaften verschlechtert.

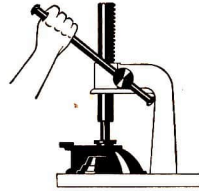


Bild 11
Eindrücken eines Wälzlagers

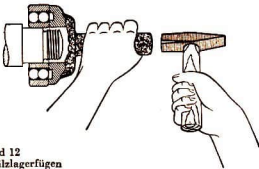


Bild 12
Wälzlagerfügen
auf die Welle

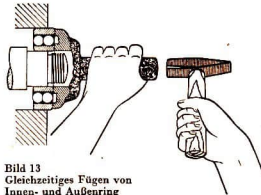


Bild 13
Gleichzeitiges Fügen von
Innen- und Außenring

Instandsetzung

Bei Reparaturarbeiten werden Wälzlager mit Waschbenzin ausgewaschen und nach dem Trocknen wieder gefettet. Ausgebaute Lager, die wieder verwendet werden sollen, werden in Waschbenzin gelegt und von verhärtetem Öl und Fett befreit. (Achtung, Feuergefahr!) Nach dem Auswaschen müssen sie gut trocknen, weil sie sonst kein Schmiermittel annehmen. Auf keinen Fall dürfen Chemikalien verwendet werden, wie zum Beispiel das Reinigungsmittel P3. Diese Mittel greifen die feinstbearbeiteten Laufflächen und Wälzkörper an und zerstören das Lager.

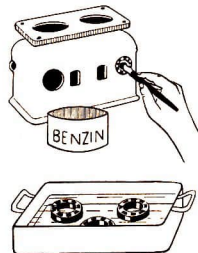


Bild 14
Reinigen von Wälzlagern

- Aufgaben:
16. Laß dir von deinem Betreuer erläutern, was geschieht, wenn Wälzlager mit roher Gewalt ein- bzw. aufgedrückt werden!
 17. Frage, wie man prüft, ob ein Wälzlager richtig gefügt wurde! Beschreibe den Vorgang!
 18. Laß dir erläutern, warum verhärtetes Fett für die Wälzlager eine Gefahr ist!

Plaste als Lagerwerkstoffe

Bei Konstruktion und Herstellung von Gleitlagern ist es wichtig, die richtigen Lagerwerkstoffe auszuwählen und anzuwenden. In neuerer Zeit haben sich sogar bei hohen Lagerdrücken Lagerbuchsen und Lagerschalen aus Plasten bewährt. Es ist den Chemikern gelungen, Plaste zu entwickeln, die den metallischen Lagerwerkstoffen in vielem nicht nur ebenbürtig, sondern auch überlegen sind. Besonders geeignet sind Schichtpreßstoffe.

Ein Nachteil der Plastlager ist, daß sie die beim Lauf im Lager entstehende Wärme schlecht ableiten und unter dem Einfluß des Schmiermittels quellen, also das Lagerpiel zwischen Zapfen und Lager verändern.

Schmierung der Lager

Lager müssen stets geschmiert sein. Diese Forderung kann auf verschiedene Weise erfüllt werden. So wie die Maschinen, wurden auch die Schmiersysteme entwickelt und vervollkommen, mit dem Ziel, stets eine ausreichende Schmierung zu garantieren. Gebräuchliche Schmiermittel sind Öl und Fett. Sie müssen frei von Verunreinigungen, frei von Säuren, entsprechend dick- bzw. dünnflüssig sein.

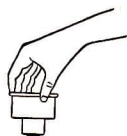
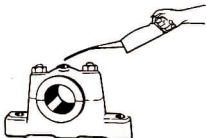


Bild 15
Staufferbüchse



Tropföler

Bild 16
Schmieren mit der Ölkanne



Schmierung von Hand

Sie ist bei anspruchswenigen Lagern an Maschinen mit geringen Drehzahlen der Wellen gebräuchlich. Nach Bedarf oder nach besonderem Schmierplan werden alle Schmierstellen einzeln mit Schmiermitteln versorgt.

(Unfallgefahr beim Schmieren an laufender Maschine!)

Mechanisierte Schmierung

Durch Drehen an der Kurbel des Verteilers wird Öl in die Leitungen gedrückt und zu den Schmierstellen geführt. Diese bequeme und sichere Art der Schmierung ist auch bei laufender Maschine möglich.

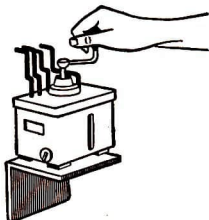


Bild 17
Zentralschmierung für Handbetrieb

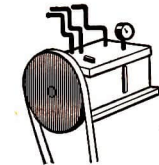


Bild 18
Automatische Zentralschmierung

Automatische Schmierung

Sie wird durch die Maschine selbst betätigt. Der ständige Umlauf des Öles durch alle Lagerstellen gewährleistet eine hohe Betriebssicherheit.

Arbeitsordnung, Arbeitsschutz

Regeln für die Arbeit

1. Benutze passendes Werkzeug!
2. Lege ausgebaute Teile in Kästen ab!
3. Wenn du mehrere Lager auseinandernimmst, zeichne die Teile, damit du sie nicht verwechselst!



Bild 19
Ordentlich abgelegte
Teile

4. Blanke Teile schütze vor Feuchtigkeit (Rost), fette sie leicht ein; Lagerzapfen umwickle mit Ölpapier, wenn sie längere Zeit abgelegt werden sollen!
5. Schütze Lagerstellen vor Beschädigungen durch Stoß und Schlag! Feinstbearbeitete Lagerzapfen werden beim Transport mit Holz oder Pappe umkleidet.
6. Schütze Wälzlager vor Verunreinigungen; lege sie sorgfältig ab!



Bild 20

Hinweise zur Unfallverhütung

1. Untersuche Maschinen (Lager, Getriebe usw.) nur, wenn dein Betreuer dabei ist oder wenn er dich besonders beauftragt hat!
 2. Sichere bei der Arbeit die Teile, damit sie nicht herunterfallen!
 3. Vorsicht beim Umgang mit Schmiermitteln! Manche Haut verträgt Öl und Fett nicht. Wische vergossenes Öl sofort auf und streue Sägespäne!
4. Beachte bei der Arbeit mit Waschbenzin oder Petroleum die Brandschutzvorschriften!

- Aufgaben:**
19. Frage, ob auch in deinem Betrieb schon Versuche mit Lagern aus Plasten unternommen wurden!
 20. Beschreibe das Schmiersystem der Maschine, an der du arbeitest! Warum wurde dieses System gewählt?
 21. Warum darfst du die Teile mehrerer Lager, die wieder verwendet werden sollen, nicht miteinander verwechseln?
 22. Warum ist bereits eine kleine Roststelle auf der Lauffläche eine Gefahr für das Wälzlager?
 23. Schreibe die Hinweise auf, die dir dein Betreuer zum Arbeitsschutz gegeben hat!
 24. Schreibe die neu erlernten Fachausdrücke auf!



Benennung	Arten	Anwendung
Riementriebe Offener Flachriementrieb		Überträgt Kräfte zwischen parallel liegenden Wellen; elastische Übertragung; Riemenschlupf als Nachteil
Keilriementrieb		Meist mehrere nebeneinander angeordnet; überträgt elastisch große Kräfte; kaum Riemenschlupf
Kettentrieb Rollenkette		Überträgt Kräfte schlupffrei zwischen parallel liegenden Wellen; besonders an Landmaschinen häufig zu finden, da verhältnismäßig kräftig und anspruchslos
Zahnräder Stirnräder		Übertragen Kräfte zwischen parallel liegenden Wellen; verändern die Drehrichtung
Kegelräder		Übertragen Kräfte zwischen nicht parallel liegenden Wellen; lenken die Drehrichtung um; sind verhältnismäßig kostspielig in der Herstellung
Schraubtrieb		
Schneckentrieb		Verringert stark die Drehzahl des Schneckenrades gegenüber der Schnecke; bringt auf Grund der Schnecke (schiefe Ebene) großen Kraftgewinn

Zahnstangentrieb		Wandelt eine geradlinige Bewegung in eine Drehbewegung und umgekehrt
Kupplungen Nichtschaltbare		Stellen lösbare Verbindung zwischen zwei Wellen her
Schaltbare		Ermöglichen ein Unterbrechen und Wiederherstellen des Kraftflusses innerhalb eines Mechanismus; legen Teile still, während andere weiterlaufen

Riemen- und Zahnradübersetzungen

Wenn treibende und getriebene Riemenscheibe unterschiedliche Durchmesser haben, so erhöht oder verringert sich die Drehzahl der getriebenen Scheibe. Ebenso ist es mit der Drehzahl der Zahnräder.

d_1 (in mm) n_1 (je min)	d_2 n_2	Übersetzungsverhältnis $n_1 : n_2 = d_2 : d_1$	i
		$250 : 250 = 300 : 300$	$1 : 1$
		$: 400 = : 280$	$1 : 2,5$
		$900 : = 150 : 100$	
z_1 n_1	z_2 n_2	Übersetzungsverhältnis $n_1 : n_2 = z_2 : z_1$	i
		$1000 : = 34 : 34$	
		$: 900 = 28 : 84$	
		$1200 : = : 31$	$4 : 1$

Aufgabe: 1. Errechne die fehlenden Werte und trage sie in die Übersicht ein!

Einiges über Riemen und Riemenscheiben

Treibriemen wurden früher aus dickem Leder gefertigt. Da Leder nur in begrenzten Längen und vor allem in begrenzter Menge zur Verfügung steht, wurden Treibriemen aus Gummi oder Decelith entwickelt, in die Textil- oder Dederonfasern eingearbeitet sind.

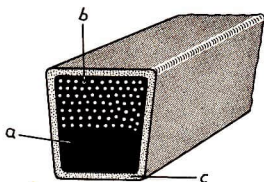


Bild 1
Aufbau eines Keilriemens:
a) Gummi, b) Längsfäden, c) Gewebe

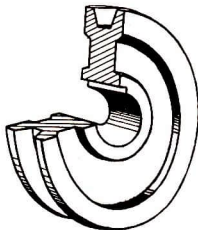


Bild 2
Keilriemenscheibe (einrillig)

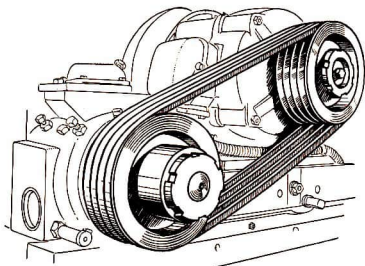


Bild 3
Riementrieb mit vier Keilriemen

An modernen Maschinen finden wir, sofern Riementriebe verwendet werden, am häufigsten *Keilriemen*. Ihr großer Vorteil ist:

Sie ziehen sich bei wachsender Belastung in die Keilnut der Riemenscheibe hinein und rutschen kaum (wenig Riemenschlupf); sie können von der Riemenscheibe nicht abgleiten, weil sie in einer Nut laufen; je nach der zu übertragenden Kraft können mehrere Keilriemen nebeneinander liegen.

-
- Aufgaben:**
2. Aus welchen Werkstoffen werden Riemenscheiben gefertigt?
 3. Laß dir zeigen, wie Flachriemen verbunden werden!
 4. Welche Ähnlichkeit besteht zwischen Riementrieben und Förderbändern?
 5. Laß dir erklären, was man unter einem gekreuzten Riementrieb versteht!

Einiges über Zahnräder

Zwei Räder mit glattem Umfang können nur so viel Kraft übertragen, wie die Reibung zwischen den Umfangsflächen zuläßt. Werden die Umfangsflächen aufgeraut, so erhöht sich die Reibung, und es kann eine größere Kraft übertragen werden. Die Verbindung zwischen den Rädern ist *kraftschlüssig* (infolge der Reibungskraft).

Die Kraftübertragung durch Reibräder finden wir am Fahrraddynamo, an Fahrradhilfsmotoren, beim Spulrädchen an Nähmaschinen, in Reibspindelpressen und bei stufenlos regelbaren Getrieben.

Die ineinandergreifenden Zähne der Zahnräder stellen eine *formschlüssige* Verbindung her. Ein Rutschen (Schlupf) wie bei Riementrieben oder Reibrädern ist unmöglich, weil die Zähne zwangsläufig ineinandergreifen.

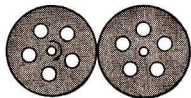


Bild 4
Reibräder

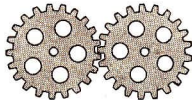


Bild 5
Stirnräder

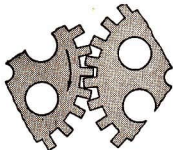


Bild 6
Ebene Flächen
wälzen nicht



Gewölbte Flächen
wälzen aufeinander ab

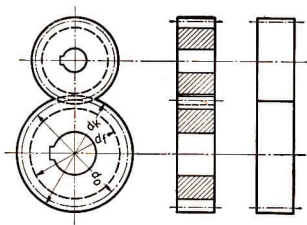


Bild 7
Technische Darstellung von Stirnrädern

Damit sich beim Lauf eines Getriebes die Zähne gut aneinander abwälzen, wurde ihnen von den Konstrukteuren eine besondere Form gegeben.

Abmessung und Form der Zähne sind genormt, das heißt für bestimmte Zwecke festgelegt. Daraus ergeben sich große Vorteile.

In technischen Zeichnungen werden die einzelnen Zähne nicht gezeichnet, sondern nur durch Kopfkreis, Teilkreis und Fußkreis angedeutet.

d_k = Kopfkreis $\varnothing$ —————

d_0 = Teilkreis $\varnothing$ - - - - -

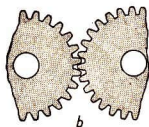
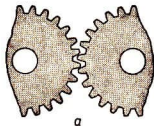
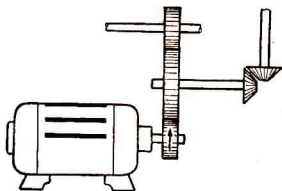
d_f = Fußkreis $\varnothing$ - - - - -

- Aufgaben:**
6. Untersuche bei einigen Zahnrädern die Zahnprofile (Wechselräder einer Drehmaschine, einer Drillmaschine usw.)!
 7. Lege die Räder flach auf die Werkbank und drehe sie langsam, damit du das Abwälzen der Zähne gut beobachten kannst!
 8. Sprich mit deinem Betreuer darüber, worin die Vorteile der Normung von Zahnrädern bestehen!

Arbeiten an Zahnradgetrieben

Getriebe sind Verschleißteile. Je nach Stärke der Beanspruchung müssen sie in bestimmten Abständen instand gesetzt oder ausgetauscht werden. Wer an Getrieben arbeitet, muß mit der Arbeitsweise des Getriebes vertraut sein.

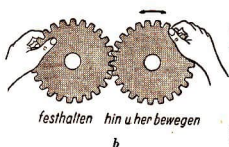
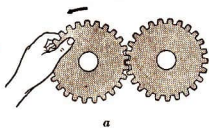
Bild 8
Elektromotor mit Getriebe (schematisch)



Beim Zusammenbau von Getrieben muß darauf geachtet werden, daß die Zähne der Räder richtig *kämmen*. Davon hängt ab, ob ein Getriebe ruhig und sicher arbeitet, ob es sich vorzeitig abnutzt oder ob die betreffende Maschine jederzeit einsatzbereit ist. Ein schadhafes Zahnrad beschädigt die kämmenden Räder, und so überträgt sich der Fehler auf das gesamte Getriebe.

Genaueres Prüfen der Zahnräder – besonders der Zähne–fachgerechte Montage und ausreichende Einlaufzeit sichern die Funktion eines Getriebes.

Bild 9 a, b
Fehlerhaftes Kämmen



Prüfen

Die Räder müssen sich leicht und gleichmäßig drehen lassen. Sie dürfen nicht knirschen oder kratzen. Zwei gegeneinander bewegte Räder dürfen nur geringes Flankenspiel haben.

Bei Reparaturarbeiten an Zahnradern wird der Zustand der Zähne geprüft. Ist ein Zahnrad beschädigt, so muß untersucht werden, welche Ursache dafür bestehen kann.

Bild 10 a, b
Einfaches Prüfen des Laufes

Aufgaben: 9. Im Zahnrad auf der Motorwelle (Bild 8) deutet ein Pfeil die Drehrichtung an. Zeige durch Pfeile die Drehrichtung der anderen Zahnräder!

10. Beurteile die in Bild 9 a, b gezeigten fehlerhaft kämmenden Zahnräder!

Schmierung von Getrieben

Damit Reibung und Verschleiß auf ein Mindestmaß herabgesetzt werden, müssen Getriebe gut geschmiert sein. Je nach Art des Getriebes ist auch die Art der Schmierung unterschiedlich. Besonders zuverlässig und einfach ist die Schmierung durch Ölbad.

Zur Kontrolle des Ölstandes dient ein Schauglas. Es trägt Markierungen, die den tiefsten und den höchstzulässigen Ölstand anzeigen.

Manche Getriebe haben einen Prüfstab, der in das Ölbad hineinragt. Er kann herausgezogen werden. Zwei Einkerbungen zeigen an, ob der Ölstand innerhalb der zulässigen Grenzen liegt.

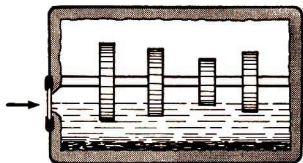


Bild 11
Ölbadsmierung und Schauglas (schematisch)

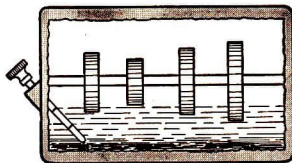


Bild 12
Ölbadsmierung und Ölprüfstab (schematisch)

Werkstoff für Zahnräder

Zur Herstellung von Zahnrädern können alle im Maschinenbau üblichen Werkstoffe, wie Metalle, Holz oder Plaste, verwendet werden. Aus welchem Werkstoff das erforderliche Zahnrad gefertigt wird, richtet sich:

- nach den *Kräften*, die zu übertragen sind,
- nach dem *Laufgeräusch*, das auftreten darf,
- nach der *Drehzahl* und
- nach den Ansprüchen an die *Schmierung*.

-
- Aufgaben:**
11. Schreibe über eine der Arbeiten, die du an Getrieben ausgeführt hast, einen Bericht!
 12. Sprich mit deinem Betreuer darüber, welche Folgen zu niedriger oder zu hoher Ölstand hat!
 13. Frage, warum das Altöl gesammelt wird und was damit geschieht!
 14. Sprich mit deinem Betreuer darüber, warum manche Getriebe einlaufen müssen!
 15. Nenne den Werkstoff einiger Zahnräder, die du vorfindest! Sprich mit deinem Betreuer darüber, warum dieser Werkstoff gewählt wurde!
 16. Frage vor allem nach Zahnrädern aus Plasten, deren Vorteilen, Nachteilen und deren Zukunft!

Einiges über Kupplungen

Nichtsichtbare Kupplungen

- Durch sie werden zwei Wellen fest miteinander verbunden. Sie können nur gelöst werden, wenn die Kupplung zerlegt wird.

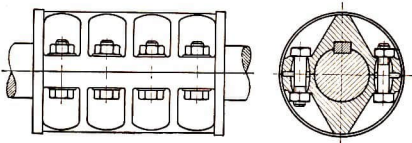


Bild 13
Schalenkupplung

Schaltbare Kupplungen

Einige Maschinen haben schaltbare Kupplungen. Die durch eine schaltbare Kupplung hergestellte Verbindung kann *formschlüssig* oder *kraftschlüssig* sein.

Formschlüssige Kupplungen dürfen nur im Stillstand oder im Auslauf der Maschine geschaltet werden.

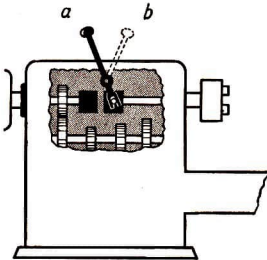


Bild 14
Schaltbare Kupplung in einer
Drehmaschine (schematisch)
a) ausgekuppelt b) eingekuppelt

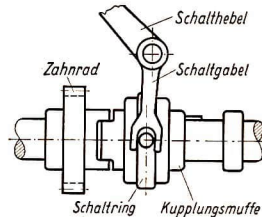


Bild 15
Prinzip einer formschlüssigen Kupplung
mit Schaltmechanismus

Eine besondere, heute oft verwendete Art ist die elektromagnetische Kupplung. Sie nutzt die magnetische Wirkung des elektrischen Stromes aus und eignet sich besonders für Maschinen, die fernbedient werden.

- Aufgaben:
17. Wo hast du die Begriffe „formschlüssig“ und „kraftschlüssig“ bereits kennengelernt?
 18. Laß dir von deinem Betreuer erklären, wann kraftschlüssige und wann formschlüssige Kupplungen verwendet werden!
 19. Warum eignen sich elektromagnetische Kupplungen besonders für die Automatisierung?

Arbeitsordnung, Arbeitsschutz

Wodurch wird Unfällen vorgebeugt?

Riementriebe und Zahnradgetriebe sind Unfallquellen. Sie müssen so gebaut werden, daß niemand von Riemen oder Zahnrädern gefaßt werden kann. Verkleidungen und Schutzgitter bewahren den Menschen vor Schaden. Damit niemand die Verkleidungen abnehmen und dann die Maschine in Betrieb setzen kann, sind besondere Vorrichtungen entwickelt worden. Sie schalten die Maschine ab, sobald eine Schutzmaßnahme unwirksam gemacht wird. Nur der Betriebsschlosser, der die Maschinen untersucht und instand setzt, kann sie trotz entfernter Verkleidung einschalten.

Beispiel einer Schutzmaßnahme:

Die Verkleidung eines Getriebes ruht auf einem Schalter. Sobald sie abgenommen wird, unterbricht der Schalter den Stromkreis und legt den Antriebsmotor still.

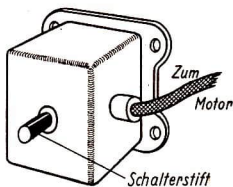


Bild 16
Sicherungsschalter (schematisch)

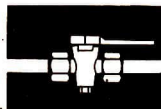
Hinweise für die Arbeit und zur Unfallverhütung

1. Getriebe sind das Herzstück der Maschinen. Sie müssen so behandelt, gewartet und gepflegt werden, daß sie jederzeit arbeitsfähig sind.
2. Beim Auseinandernehmen von Getrieben sind die Teile durch Meißelhiebe, Körnerschläge oder Schlagzahlen zu kennzeichnen, wenn beim Zusammenbau ihre ursprüngliche Lage wieder zu erkennen sein soll.
3. Bei der Arbeit mit Öl Vorsicht! Verschüttetes Öl ist zu entfernen, dann sind Sägespäne zu streuen!
4. Bei Ölwechsel darauf achten, daß nicht verschiedene Ölsorten vermischt werden!
5. Reparaturarbeiten nicht an laufenden Getrieben ausführen; während der Arbeit gegen ungewolltes Anlaufen sichern; Motor abschalten, nicht nur auskuppeln!
6. Werkzeuge und Montageteile (Schrauben, Muttern usw.) so ablegen, daß sie nicht in das Getriebe fallen können!

Aufgaben: 20. An welchen Maschinen findest du Schutzmaßnahmen wie oben beschrieben?

21. Nenne Wartungs- und Pflegearbeiten, die an Getrieben ausgeführt werden müssen!

22. Schreibe die bei diesem Thema neu erlernten Fachausdrücke auf!



Bedienelemente an Maschinen, Apparaten und Geräten

Der Mensch erleichtert sich die Arbeit, indem er Maschinen einsetzt. Diese muß er bedienen. Antrieb, Übersetzungsgetriebe und Vorschubgetriebe muß er schalten, Spannvorrichtungen betätigen. Dazu sind Bedienelemente nötig.

Bedienelemente müssen so gestaltet sein, daß sie griffsicher sind, das heißt, daß die Hand nicht fehlgreifen oder abrutschen kann. Um das zu erreichen, sind eine Reihe

zweckmäßiger Schalthebel, Handgriffe, Knöpfe usw. entwickelt worden. Sie kommen an vielen Maschinen in gleicher oder ähnlicher Form vor.

Alle Bedienelemente sind genormt, so daß sie in großen Mengen hergestellt und bei der Konstruktion von Maschinen, Apparaten und Geräten aus den Normblättern ausgewählt werden können.

An vollautomatischen Maschinen sind Elemente für die Handbedienung kaum noch bzw. überhaupt nicht mehr zu finden. An ihre Stelle sind elektrische Einrichtungen getreten, die nach einem bestimmten Programm die Maschinen steuern. Die Aufgaben der Handräder, Handkurbeln und Hebel übernehmen elektrische Schaltelemente.

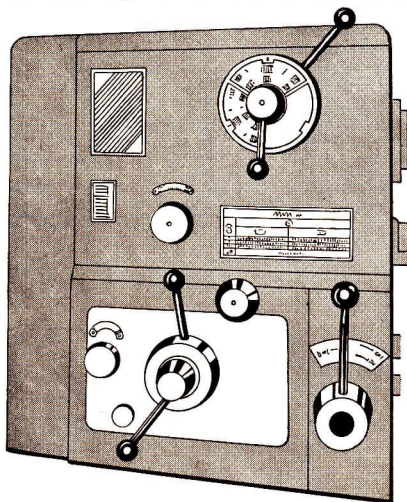


Bild 1
Bedienelemente am Spindelstock einer Drehmaschine

- Aufgaben:**
1. Stelle fest, nach welchen Gesichtspunkten die Bedienelemente geformt wurden!
 2. Wie muß die Oberfläche des Griffstückes beschaffen sein?
 3. Welchen Einfluß hat die handgerechte und griffsichere Form der Bedienelemente auf das unfallfreie Arbeiten?

Einige Ausführungsformen der Bedienelemente

Griffe für Stell- und Spannbewegungen

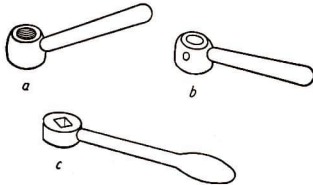


Bild 2
a), b) Kugelgriffe c) Keulengriff

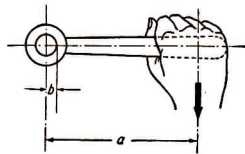


Bild 3
Wirkungsweise eines Kugelgriffes

Handkurbeln

Bewegungsgewindespindeln werden häufig mit Handkurbeln gedreht. Handkurbeln haben feste oder drehbare Ballengriffe.

Es ist darauf zu achten, daß nur Handkurbeln mit passendem Vierkant verwendet werden, sonst entsteht Unfallgefahr durch Abrutschen. Außerdem kann die Spindel verdorben werden, eventuell auch das Werkstück.

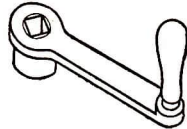


Bild 4
Handkurbel mit Ballengriff

Handräder

An Ventilen finden wir Handräder als Bedienelemente. Sie sind entweder mit vollem Kranz oder mit Wellenkranz ausgeführt. Handräder mit Wellenkranz können einhändig gut gedreht werden, solche mit vollem (rundem) Kranz beidhändig.

Handräder werden aus Metall gegossen. Heute finden wir häufig auch solche aus Plasten.

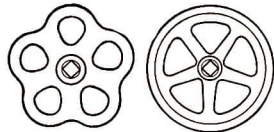


Bild 5
Handrad mit Wellenkranz Handrad mit vollem Kranz

- Aufgaben:**
4. Welches physikalische Gesetz liegt der Wirkungsweise dieser Bedienelemente zugrunde?
 5. Wonach richtet sich die Länge der Knebel?
 6. Welche Folgen können zu lange Knebel haben?
 7. Erkläre die Bezeichnung „Ballengriff“!
 8. Welchen Vorteil bieten Handräder aus Plasten an Dampf- oder Heißwasserventilen?

Rohre und Rohrverbindungen

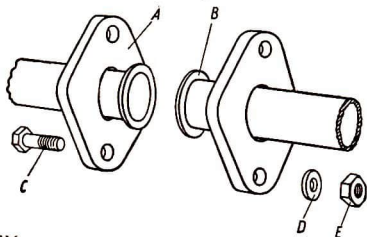


Bild 6

Flanschverbindung für Stahlrohre

A = Zweilochflansch, B = umgebördeltes Rohrende
C = Sechskantschraube, D = Unterlegscheibe
E = Sechskantmutter

Bild 7

Anschlußstutzen mit Überwurfmutter

A = Anschlußstutzen
B = aufgelötete Muffe
C = Dichtung
D = Überwurfmutter

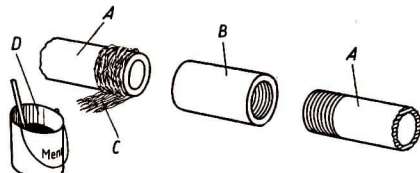
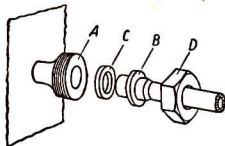


Bild 8

Muffenverbindung

A = Rohrenden mit Außenfeingewinde (Rohrgewinde)
B = Muffe mit Innenfeingewinde
C = Hanf
D = Meinnige (Rostschutzfarbe)

Rohre werden aus Walzwerken oder Gießereien als Halbzeuge geliefert. Sie müssen bei der Verarbeitung auf Länge geschnitten und zu der vorgesehenen Leitung zusammengesetzt werden.

Als Werkstoff für Rohre finden wir: Stahl, Grauguß, Kupfer, Messing, Blei, Aluminium und in ständig steigendem Maße Plaste.

Rohrverbindungen müssen so konstruiert sein, daß sie dicht sind und leicht zu montieren. Vielfach werden die Rohre und auch die Bedienelemente der Absperrmittel durch Farben gekennzeichnet, damit man leicht erkennt, welches Fördergut sie führen.

So weit möglich, werden Stahlrohre durch Schweißen verbunden. Beim Verlegen von Rohren aus Plasten kann ebenfalls geschweißt oder mit Klebemitteln gearbeitet werden. Die Metallklebetechnik wird in Zukunft auch im Rohrleitungsbau zu neuen Verbindungsarten führen.

- Aufgaben:**
9. Welche Vorteile und welche Nachteile haben Plastrohre gegenüber Metallrohren?
 10. Sprich mit deinem Betreuer darüber, wann lösbare und wann unlösbare Rohrverbindungen hergestellt werden!
 11. Welche anderen Rohrverbindungsarten außer den abgebildeten hast du kennengelernt?

Arbeitstechniken

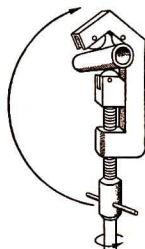
Das Verlegen von Rohren ist eine vielseitige Arbeit, die hohes fachliches Können erfordert. Je nachdem, welches Fördergut die Rohre führen sollen, werden sie von Installateuren für Gas, Wasser oder auch Kanalisation verlegt. Eine besondere Arbeit ist die des Heizungsmonteurs.

Vielfältige Rohrleitungen finden wir in unseren Chemiebetrieben. Sie bestehen häufig aus säurefesten oder säuregeschützten Spezialrohren und erfordern beim Verlegen besondere Fachkenntnisse.

Trennen von Rohren

Rohre mit der Säge auf die gewünschte Länge zu schneiden ist langwierig und ergibt Schnitte, die Nacharbeit erfordern. Mit dem Rohrabschneider werden die Rohre zweckmäßig getrennt. Eine Rolle kerbt das Rohr, bis die Wandung durchbrochen ist.

Bild 9
Rohrabschneider

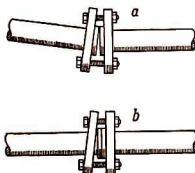


Verbinden von Rohren

Beim Verbinden von Rohren ist darauf zu achten, daß die aneinanderstoßenden Rohrenden vollkommen anliegen und nicht verkantet sind.

Flanschverbindungen mit mehreren Schrauben müssen gleichmäßig angezogen werden. Einseitig angezogene Flansche sind undicht. (Vergleiche hierzu Thema „Verschrauben und Verstiften“, Bild 10.)

Bild 10
Fehlerhafte Flanschverbindungen



Isolieren von Rohren

Heizungsrohre müssen isoliert werden, damit sie nicht zu viel Wärme abgeben. Sie werden zu diesem Zwecke mit schlechten Wärmeleitern umwickelt und mit Kieselgips verputzt.

Bild 11
Umwickeln und Verputzen eines Rohres



Aufgaben: 12. Beschreibe die Wirkungsweise des Rohrabschneiders!

13. Beurteile die in Bild 10 gezeigten fehlerhaften Flanschverbindungen!

14. Wo findest du isolierte Rohre? Welcher Isolierstoff wird häufig verwendet?

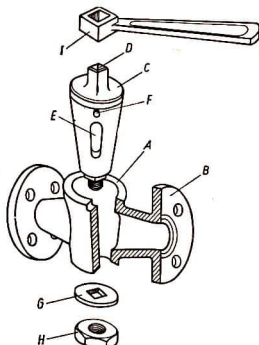
15. Welche große Rohrleitung wird während unseres Siebenjahresplanes gebaut?

Absperrmittel

Hähne

Sie dienen zum schnellen Öffnen und Schließen von Rohrleitungen, sind besonders geeignet für Rohre mit geringer lichter Weite und brauchen wenig Platz. Hähne bestehen aus dem Gehäuse und dem Hahnkükens.

Bild 12
Durchgangshahn
mit Flanschen



Einschleifen eines Hahnkükens

Die Kegelfläche des Hahnkükens wird eingeschleift, damit sie gut dicht hält, sonst kann das Fördergut (Flüssigkeiten oder Gase) austreten. Beim Einschleifen ist darauf zu achten, daß oberhalb und unterhalb der Durchlaßöffnung ein geschlossener Ring trägt. Als Schleifpaste dient ein Gemisch von feinem Schmirgelpulver und Öl.

Arbeitsablauf:

Das Hahnkükens wird gesäubert und unter leichtem Andrücken einige Male im Gehäuse hin- und hergedreht. Die tragenden Flächen erscheinen als blanke Stellen (Tragbild). Diese werden dünn mit Schleifpaste bestrichen. Das Hahnkükens wird abermals unter leichtem Druck im Gehäuse hin- und hergedreht, Gehäuse und Hahnkükens werden danach von der Schleifpaste gesäubert.

Die Arbeitsgänge werden wiederholt, bis das gewünschte Tragbild erscheint.

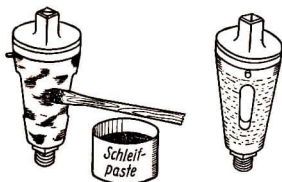


Bild 13
vor dem Einschleifen Tragbild
nach dem Einschleifen

- Aufgaben:**
16. Benenne die Teile in Bild 12 und 15!
 17. Beschreibe die Wirkungsweise des Durchgangshahnes!
 18. Woran erkennst du, ob der Hahn geöffnet oder geschlossen ist?
 19. Warum ist es wichtig, daß eine möglichst große Fläche des Hahnkükens am Gehäuse anliegt?
 20. Warum sind Hähne zum Regulieren der Durchflußmenge schlecht geeignet?
 21. Warum ist die Bezeichnung „Wasserhahn“ falsch, obwohl sie überall gebraucht wird?

Ventile

Ventile dienen zum Regulieren des Durchfließens (Flüssigkeit) bzw. Durchströmens (Gas) und zum Absperren von Rohrleitungen.

Das gezeigte Kugelventil läßt das Fördergut nur in der Pfeilrichtung fließen. Es verschließt den Rückweg. Ventile, die diese Aufgabe erfüllen, werden auch Rückschlagventile genannt.

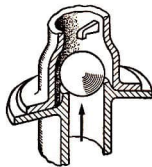
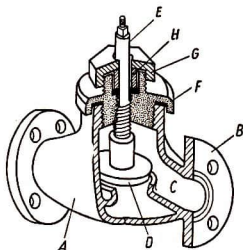


Bild 14
Kugelventil (Rückschlagventil)

Nacharbeiten des Ventilsitzes



Durch Ablagerungen (zum Beispiel Wasserstein) oder durch Korrosionserscheinungen können Abspermittel undicht werden. Die Sitzflächen des Ventilkügels bzw. der Kugeln sind dann bei Instandsetzungen nachzuarbeiten. Dazu dienen besondere Fräser, die auf das Ventil aufgesetzt und (häufig von Hand) gedreht werden.

Bild 15
Durchgangsventil (vereinfachte Darstellung)

Einlegen einer Stopfbuchspackung

Arbeitsablauf:

Die Überwurfmutter wird gelöst und der Stopfbuchsenring herausgenommen. Die Reste der alten Packung werden entfernt.

Die Stopfbuchspackung wird gleichmäßig dick um die Spindel herum eingelegt. Nachdem die Überwurfmutter aufgesetzt und mäßig angezogen ist, wird die Spindel mehrmals hin- und hergedreht. Danach zieht man die Überwurfmutter noch etwas fester.

Wenn nach einiger Zeit die Stopfbuchse undicht ist und das Fördergut austritt, ist die Überwurfmutter mit einem passenden Werkzeug anzuziehen.

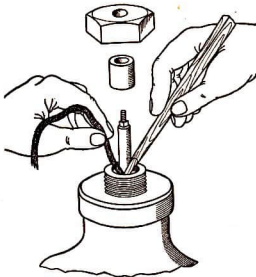


Bild 16
Stopfen der Packung

Aufgabe: 22. Wo findest du Rückschlagventile?

Kennfarben für Rohre nach DIN 2403

Die Farben, mit denen die Rohrleitungen gekennzeichnet werden, sind genormt. Dadurch wird verhütet, daß Verwechslungen zu Unfällen führen können.

Kennzeichnung	Farbe	Wofür verwendet?	Kennzeichnung	Farbe	Wofür verwendet?
	grün	Trinkwasser		blau rot blau	Preßluft
	grün schwarz grün schwarz grün	Schmutzwasser		gelb rot gelb	Stadtgas
	rot weiß rot	Heißdampf		lila	Lauge
	orange	Säure		braun rot braun	Benzin
				schwarz	Teer

Die in der Übersicht gezeigten Farben umfassen nur einen Teil der genormten Kennzeichnung. Sie sollen lediglich einen Einblick in die Art der Farbzusammenstellungen bieten.

Arbeitsordnung, Arbeitsschutz

1. Führe nur Arbeiten aus, die dir von deinem Betreuer zugewiesen werden!
2. Arbeite niemals an Rohrverbindungen, Hähnen oder Ventilen, die zu in Betrieb befindlichen Leitungen gehören!



Bild 17
Warnschild

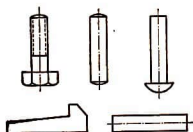
3. Leitungen, an denen gearbeitet wird, sind durch Warnschilder zu kennzeichnen.
4. Betätige niemals Ventile oder Hähne, deren Aufgabe du nicht kennst!

Aufgaben: 23. Ergänze mit Farbstift die obige Übersicht!

24. Welchen Vorteil für die Farbkennzeichnung besitzen Rohre und Absperrmittel aus Plasten?

25. Schreibe die bei diesem Thema neu erlernten Fachausdrücke auf!

Zusammenfassende Übersicht über die Maschinenelemente

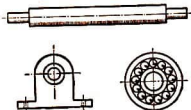


**Verbindungs-
elemente**

.....

.....

.....

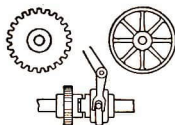


**Elemente der
drehenden
Bewegung**

.....

.....

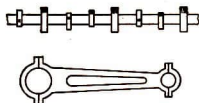
.....



.....

.....

.....

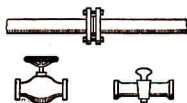


**Elemente zur
Bewegungs-
umwandlung**

.....

.....

.....

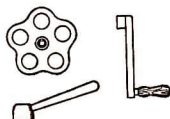


**Elemente zur
Leitung von
Flüssigkeiten
und Gasen,
Absperrmittel**

.....

.....

.....



Bedienelemente

.....

.....

.....

Aufgabe: 26. Trage die Namen der abgebildeten Elemente ein!



Unterscheidungsmerkmale für Kraftfahrzeuge

Kraftfahrzeuge werden unterschieden:

Nach dem Verwendungszweck



Nach der Antriebsart

Kraftfahrzeuge können angetrieben werden durch:

Brennkraft-Kolbenmaschinen, Elektromotoren, Dampfmaschinen, Gasturbinen und Drehkolben-Motoren (letztere befinden sich noch in der Entwicklung).

Aufbauten eines Kraftfahrzeuges



Bild 1
Aufbauten des LKW „Garant“

Die Aufbauten werden entsprechend dem Verwendungszweck gestaltet und auf den Rahmen des Kraftfahrzeuges gesetzt (abnehmbare Aufbauten). Besonders vielgestaltig sind sie bei Lastkraftwagen.

Auch im PKW-Bau werden verschiedenartige Aufbauten für die gleichen Fahrgestelle konstruiert (Wartburg).

Der PKW „Trabant“ hat einen selbsttragenden Aufbau (rahmenlose Bauart), bei dem die verstärkten Teile des Aufbaus gleichzeitig die Aufgabe des Rahmens übernehmen.



Bild 2
Selbsttragendes Stahlblech-Aufbaugerippe mit Bodenrahmen des Kleinwagens „Trabant“

Aufgabe: 1. Nenne zu den vier Kraftfahrzeugarten (Übersicht) einige bekannte Typen!

Teile des Fahrwerkes

Auf das unten abgebildete Fahrgestell des LKW „Garant“ können verschiedene Aufbauten aufgesetzt werden, so auch die in Bild 1 dargestellten. Darin besteht ein Vorteil der Bauart mit Rahmen. Die rahmenlose Bauart (siehe Bild 2) bietet diesen Vorteil nicht, gestattet bei der Fertigung aber eine produktivere Technologie, und die Fahrzeuge haben ein geringeres Gewicht.

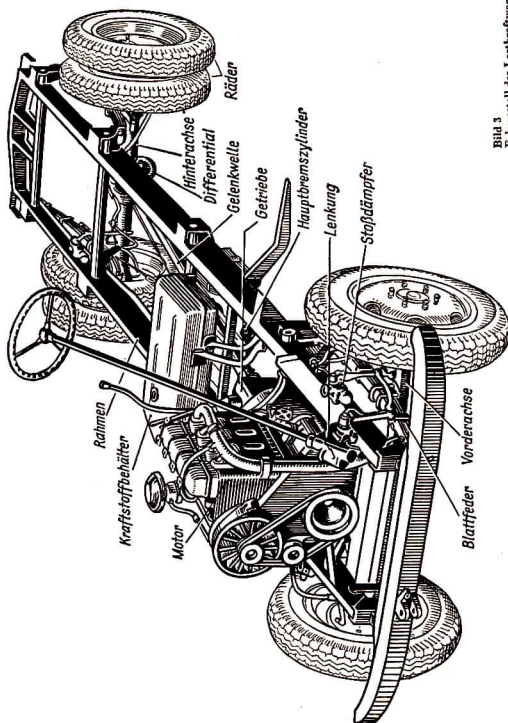


Bild 3
Fahrgestell des Lastkraftwagens „Garant“

Kraftfahrzeugrahmen

Der Kraftfahrzeugrahmen bildet das Rückgrat des Kraftfahrzeugs und muß daher hohe Festigkeit besitzen, die durch entsprechende Werkstoffe und Querschnittsformen sowie durch die Rahmenkonstruktion erreicht wird.

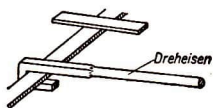


Bild 4
Richten von Rahmenteilen mit dem Dreheisen

Verbogene Rahmen sind möglichst kalt zu richten, weil die erwärmten Stellen an Festigkeit verlieren.

Federung

Die Federung soll die abgefederten Massen des Fahrzeugs vor Erschütterungen durch Fahrbahnunebenheiten schützen und damit dem Fahrzeug eine gute *Straßenlage* verleihen. Als Federelemente werden verwendet: Stahl als Blattfeder, Schraubenfeder, Drehstab; Gummi (jedoch nicht für Zugbeanspruchungen); Luft in Gummi-Gewebebläsen.

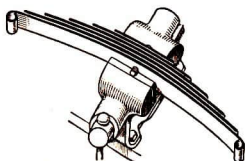


Bild 5
Eingespannte Blattfeder

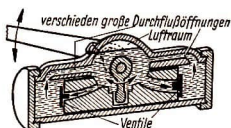
Schraubenfedern und Drehstäbe sind – abgesehen vom Rostschutz – wartungsfrei, Blattfedern jedoch müssen sorgfältig gewartet werden.

Beim Auseinanderbauen von Blattfedern ist die Feder vor dem Lösen des Herzholzens fest in den Schraubstock einzuspannen, damit die Federlagen nicht auseinanderspringen können. Die sorgfältig entrosteten Federblätter werden vor dem Zusammenbauen mit graphitiertem Fett bestrichen.

Stoßdämpfer



Bild 6
Teleskopstoßdämpfer



Stoßdämpfer sollen das Nachschwingen vermindern, so daß die Federung schnell wieder zur Ruhe kommt. Flüssigkeitsstoßdämpfer werden als Teleskopstoßdämpfer oder als Hebelstoßdämpfer gebaut.

Bild 7
Schema eines Zweiweg-Hebelstoßdämpfers

Hebelstoßdämpfer werden in bestimmten Abständen überprüft. Dabei wird Stoßdämpferöl nachgefüllt.

Radaufhängung

Während bei Lastkraftwagen bevorzugt Starrachsen verwendet werden, sind bei PKW häufig die Räder einzeln aufgehängt und können unabhängig voneinander federn.



Bild 8
Starrachse

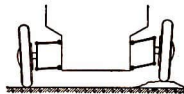


Bild 9
Einzelradaufhängung

Die Vorspur an Vorderrädern

Bei Kraftfahrzeugen mit starren Vorderachsen ist deutlich zu erkennen, daß die Vorderräder schräg geneigt zur Vorderachse stehen, das heißt, die Räder stehen oben weiter auseinander als unten auf der Fahrbahn. Diese notwendige konstruktive Maßnahme hat gleichzeitig zur Folge, daß die oben nach außen geneigten Räder in zwei weiten Halbkreisen von der Fahrbahn ablaufen wollen. Sie ziehen nach außen und flattern. Die Wirkung der schräggestellten Räder kann man beim Spiel mit einem Reifen beobachten. Steht er senkrecht zur Fahrbahn, läuft er geradeaus, wird er geneigt, so beschreibt er, je nach der Größe der Neigung, einen mehr oder weniger großen Kreis.

Indem man die Räder in Fahrtrichtung vorn enger zusammenstellt (Vorspur), erzielt man während der Fahrt wieder eine annähernd gerade Laufrichtung.

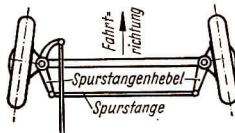


Bild 10
Vorspur

Prüfen des Lagerspiels

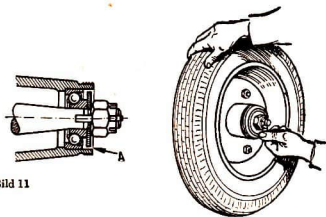


Bild 11

Zur richtigen Einstellung des Lagerspiels wird bei aufgebocktem Fahrzeug mit der einen Hand das Rad quer zur Drehrichtung hin- und herbewegt.

Mit dem Daumen der anderen Hand prüft man das Lagerspiel zwischen Druckscheibe und Radnabe (A).

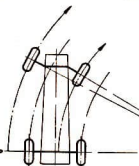
- Aufgaben:**
2. Skizziere Rahmenformen, die du im Betrieb gesehen hast; sprich mit deinem Betreuer darüber, warum diese Formen gewählt wurden!
 3. Warum muß im Stoßdämpfer nach dem Einfüllen von Öl ein Luftraum bleiben?
 4. Miß an einigen Fahrzeugen die Vorspur!
 5. Sprich mit deinem Betreuer über die Folgen einer falsch eingestellten Vorspur!

Lenkung

Mit Hilfe der Lenkung kann die Fahrtrichtung bestimmt und verändert werden. Kraftfahrzeuge haben Achsschenkellenkung, das heißt, die Räder werden um die an den Enden der Achse schwenkbar gelagerten Achsschenkel eingeschlagen. Kraftfahrzeuganhänger und einige Sonderfahrzeuge haben Drehschemellenkung, bei der die Achse im Mittelpunkt schwenkbar gelagert ist.



Bild 12
Drehschemellenkung



Achsschenkellenkung

Lenktrapez

Das Lenktrapez wird aus der Achse, den beiden Spurstangenhebeln und der Spurstange gebildet (siehe Bild 10). Durch das Lenktrapez wird erreicht, daß bei Kurvenfahrt das kurveninnere Rad stärker einschlägt als das kurvenäußere. Dadurch rollen beide Räder um einen gemeinsamen Mittelpunkt und radieren nicht.

Instandsetzen der Lenkung

Merke: Die Betriebssicherheit eines Kraftfahrzeuges hängt in hohem Maße vom einwandfreien Zustand der Lenkvorrichtung ab. Lenkvorrichtungen dürfen daher nach Beschädigungen weder warm gerichtet noch geschweißt werden. Die verbogenen oder beschädigten Teile sind durch neue zu ersetzen. Alle Schraubverbindungen müssen durch Kronenmuttern mit Splint oder durch Sicherungsbleche gesichert sein.

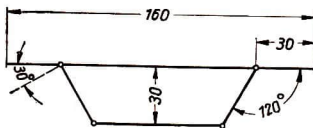


Bild 13
Lenktrapez

- Aufgaben:**
6. Warum wird in der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung für die Lenkung festgelegt, daß gebrauchte Splinte und Sicherungsbleche nicht verwendet werden dürfen?
 7. Das Lenktrapez ist nach den angegebenen Maßen zu zeichnen (ohne Bemäßung) und die Stellung der Achsschenkel und des Lenktrapezes bei einem Einschlag des linken Rades um 30° gestrichelt einzuzichnen!
 8. Stelle fest, worin sich bei verschiedenen Fahrzeugtypen Räder und Bereifung unterscheiden!

Räder und Bereifung

Kraftfahrzeugräder werden im Fahrbetrieb belastet durch das Fahrzeuggewicht, durch Fahrbahnebenheiten, durch Schub- und Bremskräfte, durch Seitenkräfte beim Kurvenfahren und durch Fliehkräfte am umlaufenden Rad. Sie sollen bei hoher Festigkeit möglichst leicht sein.



Bild 14
Aufbau eines
Fahrzeugluftreifens

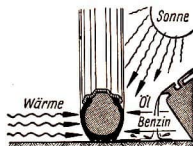


Bild 15
Schädliche Einflüsse
auf den Reifen

Umgang mit Reifen

Merke: Fahrzeugreifen bestehen aus wertvollen und teuren Rohstoffen (Buna und Kautschuk). Ihre lange Lebensdauer ist nur gewährleistet bei:

1. richtiger und sachgemäßer Montage und Demontage,
2. richtigem Luftdruck (wenn der Luftdruck um 40% geringer ist, beträgt die Laufleistung nur noch 25%),
3. Schutz vor Sonnenstrahlen und übermäßiger Erwärmung,
4. Schutz vor Benzin, Öl und Fett.

Bremsen

Kraftfahrzeuge sind mit Reibungsbremsen ausgerüstet. Die Übertragung der Bremskräfte durch Flüssigkeit erhöht den Wirkungsgrad der Bremsanlage und vereinfacht die Wirkungsweise, weil viele Gelenke und Gleitstellen entfallen.

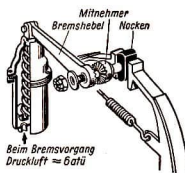
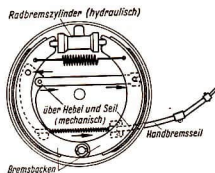


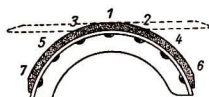
Bild 16
a) Schematische Darstellung
einer Bremsbetätigung
durch Druckluft



b) Hydraulische und mechanische
Bremsbetätigung an einer
Hinterradbremse

Beim Überholen der Bremsanlage werden meist neue Beläge mit Spezialnieten aufgenietet.

Bild 17
Reihenfolge beim
Aufnieten eines Bremsbelages



- Aufgaben:**
9. Beschreibe die sachgemäße Montage oder Demontage eines Reifens!
 10. Welche physikalischen Gesetze werden bei der hydraulischen Bremsanlage ausgenutzt?
 11. Warum wird in der hydraulischen Bremsanlage die Bremswirkung durch eingedrungene Luftbläschen stark vermindert oder sogar aufgehoben?
 12. Beschreibe das Belegen einer Bremsbacke!

Teile des Triebwerkes

- 1 2
 3 4
 5

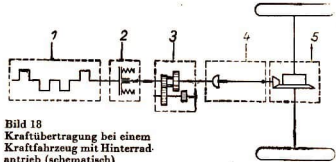


Bild 18
Kraftübertragung bei einem Kraftfahrzeug mit Hinterrad-antrieb (schematisch)

Kupplung

Kraftfahrzeuge sind mit schaltbaren Kupplungen versehen. Mit deren Hilfe kann der Kraftfluß zwischen Motor und Wechselgetriebe jederzeit unterbrochen und sanft und elastisch wiederhergestellt werden.

Die Kupplungsscheibe darf keinen Schlag haben, da sonst beim Auskuppeln der geringe Weg der Kupplungsandrückplatte nicht ausreicht, die Verbindung zwischen Motor und Getriebe zu trennen. Man prüft sie deshalb vor dem Einbauen auf einwandfreien Rundlauf.

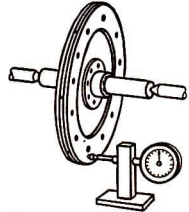


Bild 19
Prüfen der Kupplungsscheibe auf Schlag

Wechselgetriebe

Das Wechselgetriebe ermöglicht bei gleicher Kurbelwellendrehzahl verschiedene Fahrzeuggeschwindigkeiten und bei gleicher Kurbelwellendrehrichtung auch das Rückwärtsfahren.

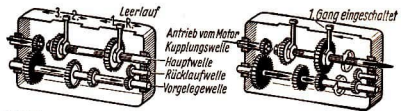


Bild 20
Schaltstellungen bei einem Wechselgetriebe

Gelenkwelle

Die Gelenkwelle überträgt Kräfte zwischen Baugruppen (Getriebe—Antriebsachse), die ihre Lage zueinander ändern (siehe auch Seite 30).

Ausgleichsgetriebe

Bei Kurvenfahrt legt das äußere Rad einen weiteren Weg zurück als das innere. Das Ausgleichsgetriebe gestattet dieses und treibt trotzdem beide Räder an. Bestünde die Antriebswelle aus einem Stück und wären beide Räder fest mit ihr verbunden, müßten die Reifen bei Kurvenfahrt radieren.

Aufgabe: 13. Benenne die einzelnen Teile der Kraftübertragung und deute durch Pfeile den Richtungsverlauf der Antriebskraft an (Bild 18)!

Elektrische Anlage

Die elektrische Anlage wird als Einleiteranlage ausgeführt, das heißt, daß für die Rückleitung des Stromes die Metallteile (Masse) des Fahrzeugs verwendet werden. An den Stellen, an denen ein Verbraucher keine gute Verbindung zur Masse bekommen kann, wird ein besonderes Massekabel gelegt.

Die Batterie versorgt die elektrische Anlage mit Strom, wenn der Motor steht. Bei laufendem Motor liefert die Lichtmaschine den Strom für die Verbraucher und lädt die Batterie. Die Lichtmaschine ist ein Gleichstromgenerator. Sie wird vom Motor angetrieben. Damit trotz unterschiedlicher Drehzahl die Spannung gleich bleibt, ist die Lichtmaschine mit einem elektrischen Reglerschalter ausgestattet. Außerdem besitzt sie einen Rückstromschalter, der verhindert, daß bei stehendem Motor Strom vom Sammler zur Lichtmaschine fließt.

Auswechseln von Sicherungen

Die einzelnen Stromkreise der elektrischen Anlage sind durch Sicherungen geschützt. Diese werden in Sicherungskästen als übersichtliche Gruppen zusammengefaßt. Fällt ein elektrisches Gerät aus, so wird kontrolliert, ob die Sicherung für den betreffenden Stromkreis noch in Ordnung ist. Defekte Sicherungen werden ausgewechselt. Schmilzt die neue Sicherung wieder durch, so muß der Schaden in der Leitung oder im Gerät gesucht werden.

Häufig sind gelockerte Kabelverbindungen Ursache für Ausfälle in der elektrischen Anlage.

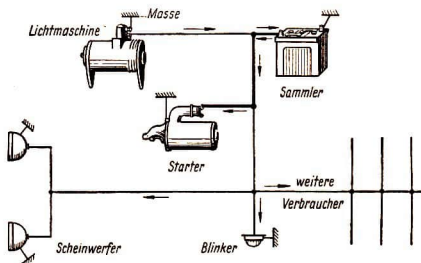


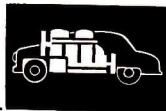
Bild 21
Übersicht: Elektrische Anlage (vereinfacht)

Hinweise für die Arbeit in Kraftfahrzeugwerkstätten

1. Motoren nur dann in Werkstatträumen laufen lassen, wenn die entstehenden Auspuffgase durch Rohre oder Schläuche ins Freie geleitet werden können!
2. Arbeite nur unter sachgemäß aufgebockten und gesicherten Fahrzeugen!
3. Verwende wegen der Brandgefahr nur Handlampen mit entsprechendem Sicherungsglas!
4. Viele Benzine sind verbleit. Eine direkte Berührung ist daher zu vermeiden!

Aufgaben: 14. Worauf muß man beim Überprüfen einer Kupplungsscheibe achten?

15. Ergänze die Übersicht (Bild 21) durch weitere Verbraucher!



Anwendung der Brennkraft-Kolbenmaschine

Brennkraft-Kolbenmaschinen werden nicht nur als Antriebsquellen für Kraftfahrzeuge benutzt. Sie treiben Flugzeuge und Dieselloks an, sind in Schiffsriesen eingebaut, aber auch in kleinen Flugmodellen.

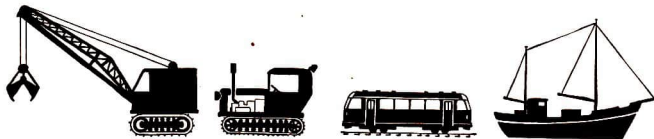


Bild 1

Die Größe des Anwendungsbereichs der Brennkraft-Kolbenmaschinen sei an zwei Beispielen gezeigt:

1. Der Selbstzünder-Kleinstmotor Aktivist vom VEB Carl Zeiss Jena für den Antrieb von Fesselflug-, Autorenn- und Schiffsmodellen leistet bei $n = 17\,000 \text{ min}^{-1}$ seiner kleinen Kurbelwelle 0,34 PS und hat ein Eigengewicht von 130 p.
2. Der Siebenzylinder-Schiffsdieselmotor K 7 Z 70/120 des Dieselmotorenwerkes Rostock leistet 5400 PS bei $n = 115 \text{ min}^{-1}$ der Kurbelwelle. Sein Gewicht beträgt 300 Mp. Das entspricht ungefähr dem Gewicht von 300 Wartburg-Limousinen.

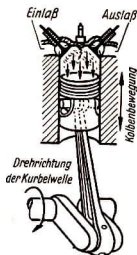


Bild 2
Arbeitsprinzip

Prinzip der Brennkraft-Kolbenmaschine

Allen Brennkraft-Kolbenmaschinen gemeinsam ist ein gasdicht abgeschlossener Zylinder, in dem ein über Kolbenbolzen und Pleuel mit der Kurbelwelle verbundener Kolben auf und ab gleitet.

Brennkraft-Kolbenmaschinen sind einfach wirkende Wärmekraftmaschinen. Die Wärme entsteht durch die Verbrennung geeigneter Kraftstoffe im Zylinder. Der damit verbundene Druckanstieg treibt den Kolben zum unteren Totpunkt. Dabei wird über das Pleuel die Kurbelwelle gedreht.

Aufgabe: 1. Nenne Beispiele für die Verwendung von Brennkraft-Kolbenmaschinen als Antriebsquelle!

Arten und Einteilung der Brennkraft-Kolbenmaschinen

Wir unterscheiden nach folgenden Gesichtspunkten:

Arbeitsverfahren

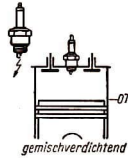


Bild 3
Ottoverfahren

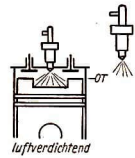


Bild 4
Dieselvefahren

Arbeitsweise

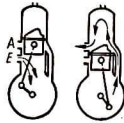


Bild 5
Zweitaktverfahren



Bild 6
Viertaktverfahren

Weitere Unterscheidungsmerkmale für Brennkraft-Kolbenmaschinen sind:

1. Anzahl der Zylinder,
2. Anordnung der Zylinder,
3. Art der Kühlung,
4. Art der Ventilanordnung,
5. Art der Schmierung.



Bild 7
Bewegte Teile am
Zweitaktmotor

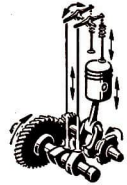


Bild 8
Bewegte Teile am
Viertaktmotor

Die Konstrukteure streben nach höheren Leistungen der Motore bei gleichem Hubraum, kleinem Gewicht und geringem Platzbedarf. Man hat unter anderem durch die Erhöhung der Motordrehzahl die Leistungsdaten wesentlich verbessern können. Brennkraft-Kolbenmaschinen haben aber einen Nachteil: Durch die hin- und hergehenden Massen müssen an den beiden Totpunkten die Massenkräfte ähnlich wie bei einer Hohlmaschine abgebremst und in entgegengesetzter Richtung wieder beschleunigt werden. Man versucht deshalb, die Massenkräfte so gering wie möglich zu halten (Kolben aus Leichtmetall).

Aufgabe: 2. Vergleiche die Zahl der bewegten Hauptteile des Zweitaktmotors und des Viertaktmotors miteinander! Leite daraus Schlußfolgerungen über die Herstellungskosten sowie über den Umfang der anfallenden Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten ab!

Hauptteile der Brennkraft-Kolbenmaschinen und Arbeiten

Ausbauen von Fahrzeugmotoren

Zum Ausbauen werden meist Flaschenzüge, Portalkräne usw. benötigt. Seile und Ketten sind vorher sorgfältig zu prüfen. Sie sind so am Motor anzulegen, daß sie nicht abrutschen können und auch nicht den Motor beschädigen.

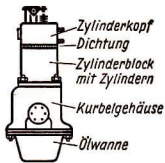
Kurbelgehäuse und Zylinder

Das Kurbelgehäuse ist das Fundament des Motors. Es nimmt die Triebwerksteile, die Zylinder, den Steuerungsantrieb (beim Viertaktverfahren) und die Hilfsapparate (z. B. Ölpumpe, Wasserpumpe bzw. Gebläse, Lichtmaschine, Starter usw.) auf.

Merke: Das Kurbelgehäuse des Viertaktmotors ist belüftet, damit die entstehenden Öldämpfe abgeleitet werden; das Kurbelgehäuse des Zweitaktmotors ist gasdicht abgeschlossen.

Im Zylinder findet die Verbrennung statt, wodurch der Kolben bewegt wird (vgl. Bild 2). Die Kolbenringe dichten den Zylinderraum gegen das Kurbelgehäuse ab.

Die überschüssige Verbrennungswärme wird vom Zylinder über die Kühlrippen an die vorbeiströmende Luft abgegeben (Luftkühlung) oder an das Kühlwasser im Kühlwassermantel (Wasserkühlung). Zwischen dem Zylinder und dem abnehmbaren Zylinderkopf befindet sich eine Zylinderkopfdichtung.



Kurbeltrieb

Der Kolbenbolzen übernimmt die gelenkige Verbindung zwischen Kolben und Pleuel. Die Kolbenbolzen sind oberflächengehärtet und werden gegen seitliches Wandern durch Seeger-Ringe, Runddrahtsicherungen oder Leichtmetallpiloten gesichert.

Bild 9
Vereinfachte Darstellung
eines Motorblocks

Das Pleuel ist mit seinem Pleuefuß auf dem Kurbelzapfen der Kurbelwelle gelagert. Der Pleuefuß ist meist als geteiltes Gleitlager ausgeführt. Die Lagerschalen werden heute mit zinnarmen Bleilagermetallen oder mit Bleibronze (bei Dieselmotoren) ausgegossen (Spritz-, Schleuder- oder Preßguß).

Die Kurbelwelle nimmt die vom Pleuel übertragene Kolbenkraft auf und überträgt sie am Schwungrad als drehende Bewegung auf die Kupplung. Die Kurbelwelle ist im Kurbelgehäuse gelagert und entsprechend der Zylinderzahl gekröpft.

-
- Aufgaben:**
3. Welche Aufgabe hat der Kurbeltrieb (Kolben, Kolbenbolzen, Pleuel, Kurbelwelle mit Schwungrad)?
 4. Welche nachteiligen Folgen können eintreten, wenn bei der Montage vergessen wurde, die Kolbenbolzensicherung einzusetzen?
 5. Überlege, welche wirtschaftlichen Vorteile die Bauweise mit auswechselbaren Lagerschalen bringt!
 6. Warum strebt man die Verwendung zinnarmer Lagermetalle an?

Arbeiten an Zylindern, Kurbelgehäusen und Kurbeltrieben



Bild 10
Reihenfolge beim Anziehen
der Schrauben am Zylinderkopf

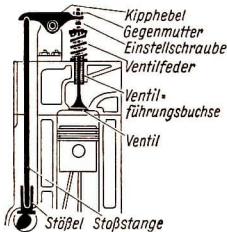
Zylinderköpfe werden mit weichen Drahtbürsten und Hartholzspachteln von anhaftender Ölkohle gereinigt; denn Ölkohle ist ein schlechter Wärmeleiter. Sie kann Anlaß für Glühzündungen im Motor sein.

Damit der meist schwimmend gelagerte Kolbenbolzen im betriebswarmen Motor nicht klappert, muß er im kalten Kolben festsitzen. Für die Montage wird der Kolben auf einer Heizplatte (Vorsicht vor Überhitzung!)

oder in einem Ölbad erwärmt. Dann wird der Kolbenbolzen mit leichtem Handballendruck eingepreßt.

Die Ölkäle der Kurbelwelle müssen sehr sorgfältig gesäubert werden, damit das Schmiersystem nicht verstopft wird und Späne oder Schleifstaub vom Schmieröl nicht an die Lagerstellen gespült werden und diese beschädigen.

Die Zähne des Schwungradzahnkranzes müssen sauber und gratfrei sein, damit das Ritzel des Anlassers einspielen kann.



Steuerungsorgane

Die Steuerungsorgane bestehen aus den Ventilen, der Nockenwelle und den Übertragungsorganen.

Sie steuern den Gaswechsellvorgang im Zylinder und werden nur bei Viertaktmotoren benötigt. Bei Zweitaktmotoren sind die Bauteile des Kurbeltriebs meist die einzigen bewegten Teile (ausgenommen Drehschieber).

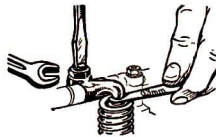


Bild 11
Steuerungsanordnung für
hängende Ventile

Bild 12 Einstellen des Ventilspieles

entsprechender Wärmeausdehnung bei betriebswarmem Motor noch einwandfrei schließen.

Beim Einbau der Nockenwellen ist auf die richtige Stellung der Nockenwelle zur Kurbelwelle zu achten.

Der Ventilsitz wird gefräst, der Dichtkegel des Ventiltellers wird geschliffen. Mit feiner Schleifpaste werden Sitz und Kegel bestrichen und unter ständigem Drehen eingeschliffen. Abschließend wird gereinigt und auf Dichtheit geprüft.

Nach dem Einbau muß das Ventilspiel eingestellt werden, damit die Ventile auch nach

- Aufgaben:**
7. Begründe, warum es notwendig ist, die Befestigungsschrauben des Zylinderkopfes in der vorgeschriebenen Reihenfolge anzuziehen (siehe Bild 10)!
 8. Welche Aufgabe haben die Ventile?

Kraftstoffversorgungsanlage

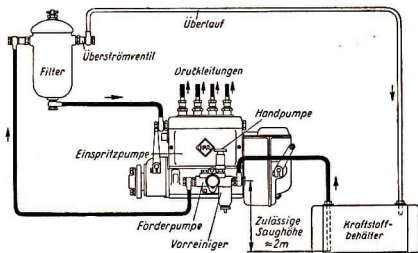


Bild 13
Weg des Kraftstoffes beim Dieselmotor

Bei den meisten Fahrzeugmotoren wird der Kraftstoff vom Kraftstoffbehälter durch eine Förderpumpe zum Vergaser (bzw. zur Einspritzpumpe) gepumpt (Pumpenförderung). Bei Krafträdern und bei vielen Stationärmotoren läuft der Kraftstoff durch sein natürliches Gefälle vom höherliegenden Kraftstoffbehälter zum Vergaser (Zulauf-förderung).

Einspritzanlagen von Dieselmotoren müssen nach der Reparatur entlüftet werden.

Achtung! In leeren oder nur wenig gefüllten Kraftstoffbehältern befindet sich ein hochexplosives Kraftstoff-Luft-Gemisch. Es kann durch einen einzigen Funken zur Explosion gelangen.

Schmierung

Aufgabe der Schmierung:

1. Schmierung (Verminderung der Reibung und des Verschleißes),
2. Kühlung (Aufnahme von Reibungs- und Verbrennungswärme),
3. Feinabdichtung (gegen Gasdurchtritt zwischen Kolben und Zylinderwandung),
4. Abführen der Staub- und Abriehteilchen.

Viertaktmotoren haben meist ein Druckumlaufschmiersystem oder Frischölschmierung, während Zweitaktmotoren durch das Gemisch geschmiert werden.

Aufgaben zu Seite 67:

9. Zeichne in Bild 11 den Kraftverlauf von der Nockenwelle bis zum Ventilkopf ein!
10. Frage deinen Betreuer, warum die Ölkohle nicht mit Schabern, Meißeln und anderen scharfkantigen Gegenständen entfernt werden darf!
11. Warum läßt sich der Kolbenbolzen erst nach dem Erwärmen des Kolbens leicht in die Kolbenaugen einsetzen?
12. Laß dir erklären, welche Systeme zur Steuerung der Ventile es gibt!

Die elektrische Anlage des Motors

Zündvorrichtung

Ottomotoren benötigen eine Zündanlage zur Erzeugung der Zündspannung von etwa 15 000 V und zu deren Verteilung an die Zündkerzen. Es gibt die Magnetzündung, die unabhängig von einer fremden Stromquelle arbeitet, und die Batteriezündung.

Vor dem Anlassen von Dieselmotoren muß bei vielen Typen der Verbrennungsraum vorgewärmt werden. Das kann mit Zündpapier (Lunten) oder mit Glühkerzen geschehen, die durch den Strom einer Batterie zum Glühen gebracht werden.

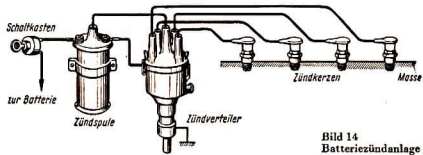


Bild 14
Batteriezündanlage

Von Zeit zu Zeit muß der Elektrodenabstand an den Zündkerzen nachgestellt werden. Er beträgt für Fahrzeuge mit Magnetzündung 0,4 mm und für Fahrzeuge mit Batteriezündung 0,5 mm bis 0,6 mm. Der Abstand wird mit einer Draht- oder einer Fühllehre kontrolliert. Durch leichte Schläge mit dem Schraubenzieherheft kann man die Masselektrode dichter an die Mittelelektrode heranbiegen.

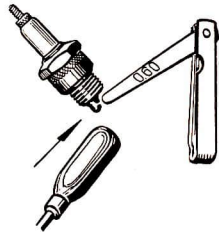


Bild 15
Einstellen des Elektrodenabstandes

Anlaßvorrichtung

Brennkraft-Kolbenmaschinen können nicht wie Dampfmaschinen mit eigener Kraft anlaufen. Sie müssen angelassen werden. Während kleinere Stationärmotoren und Kraftradmotoren von Hand oder mit dem Kickstarter angeworfen werden, sind größere Motoren mit Anlaßvorrichtungen versehen. Kraftfahrzeugmotoren werden durch elektrische Anlasser angeworfen, während man zum Anlassen und Umsteuern von Schiffsdieselmotoren Preßluft nimmt.

Die Erzeugung der elektrischen Energie besorgt ein vom Motor angetriebener Gleichstromgenerator – die Lichtmaschine. Diese elektrische Energie wird im Sammler gespeichert und von diesem im Bedarfsfall wieder entnommen.

Aufgaben: 13. Sieh dir den Kerzenfuß (Kerzengesicht) einer Zündkerze an! Laß dir von deinem Betreuer erklären, welche Rückschlüsse auf den Zustand des Motors, auf die Vergasereinstellung usw. aus dem Kerzengesicht gezogen werden können!

14. Laß dir die Wirkungsweise der Zündzeitpunktverstellung durch Fliehkraftregler bzw. durch Unterdruckversteller zeigen! Fertige vom Fliehkraftregler eine Skizze an!

Werkzeuge für die Instandsetzung

Übersicht über die hauptsächlich verwendeten Werkzeuge

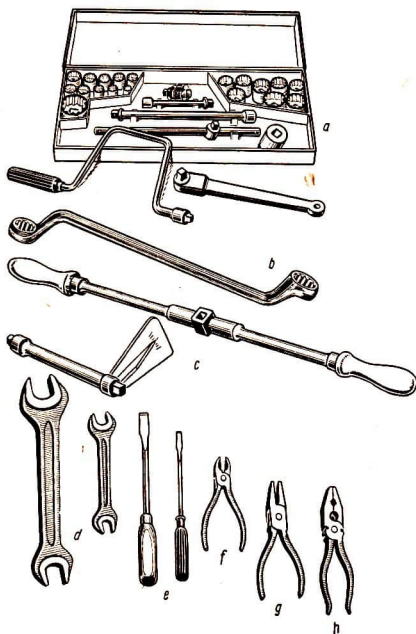


Bild 16

a) Nußkasten mit Nüssen, Gelenk, Verlängerungen, Knebel, Leier und Knarre, b) gekröpfter Ringschlüssel, c) Drehmomentschlüssel, d) Maulschlüssel, e) Schraubenzieher, f) Seitenschneider, g) Flachzange, h) Kombizange

Bei der Instandsetzung von Kraftfahrzeugen und Brennkraft-Kolbenmaschinen genügt es nicht, nur die Funktion der Teile zu kennen und zu wissen, wie sie zusammengebaut sind, man muß auch die Handhabung der Werkzeuge kennen und beherrschen. Die Konstrukteure versuchen, die einzelnen Teile so zu gestalten und anzuordnen, daß für die Nutzlast des Fahrzeuges möglichst viel Raum bleibt. Manche Teile müssen auf Grund ihrer Funktion besondere Formen erhalten. Dabei ist es nicht immer möglich, die Schrauben und anderen Verbindungselemente ganz freiliegend anzuordnen. Der Monteur muß deshalb häufig viel Erfahrung und Fingerfertigkeit aufbringen und die richtigen Werkzeuge verwenden, um die Teile fügen oder lösen zu können. Durch den Einsatz der richtigen und einwandfreien Werkzeuge können Zeit und Material gespart und kann die Arbeitsproduktivität erhöht werden.

Aufgabe: 15. Fertige nach dem folgenden Muster eine Tabelle an für die Anwendung der verschiedenen Werkzeuge, wie Maulschlüssel, Ringschlüssel, Steckschlüssel, Kombizange, Seitenschneider, Flachzange, Schraubenzieher und Schlosserhammer!

Werkzeug	Wofür angewendet?

Arbeitstechniken

Der Maulschlüssel muß stets voll auf den Schraubenkopf aufgesetzt werden. Es dürfen nur passende Schlüssel verwendet werden. Die Maulschlüsselweite muß also mit der Schlüsselweite des Sechskants oder Vierkantes übereinstimmen.

Mit Ringschlüsseln können größere Kräfte übertragen werden. Infolge der geschlossenen Ringform kann sich der Schlüssel nicht aufziehen.

Mit Steckschlüsseln lassen sich Schrauben sehr schnell anziehen und lösen (Leier). Unzugängliche Schrauben können manchmal nur mit einem Steckschlüssel gelöst werden.

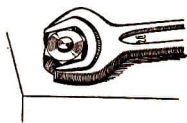


Bild 17a
Richtig aufgesetzter
Maulschlüssel



Bild 17b
Maulschlüssel nicht voll
aufgesetzt und verkantet

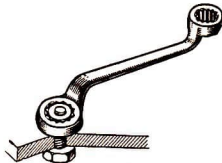


Bild 18a
Gerade aufgesetzter Ringschlüssel

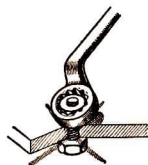


Bild 18b
Ringschlüssel verkantet

Die Klingenbreite des Schraubenziehers muß entsprechend dem Durchmesser des Schraubenkopfes gewählt werden. Die Klinge darf nicht wie ein Meißel angeschliffen sein, sondern muß an der Spitze parallel laufen.

Die Werkzeuge bestehen aus hochwertigen Werkstoffen. Denke daran, daß nur durch gute Pflege und richtige Anwendung der Werkzeuge wertvolles Volkseigentum erhalten bleibt!

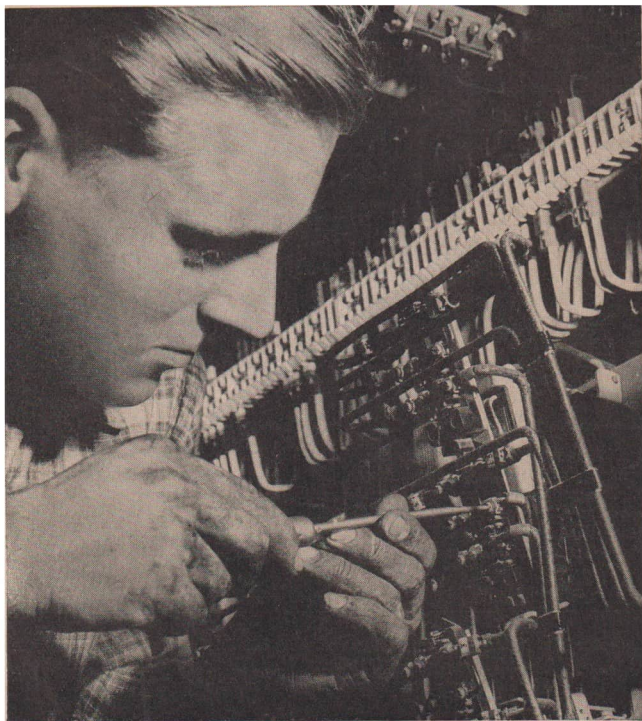
Arbeitsordnung, Arbeitsschutz

1. Nie ohne Auftrag und Aufsicht in ein Kraftfahrzeug setzen!
2. Ordentliches Werkzeug und eng anliegende Arbeitsschutzbekleidung sichern ein unfallfreies Arbeiten.
3. Bei Arbeiten an laufenden Motoren genügenden Abstand von umlaufenden Teilen, besonders vom Lüfterflügel, halten!
4. Vor Beginn der Arbeit über den Standort des nächsten Feuerlöschers informieren!
5. Bei Kraftstoffbränden nur mit Feuerlöschern, Sand oder aufgeworfenen Decken löschen! Auf keinen Fall Wasser verwenden!
6. Denke immer daran, daß die Sorgfalt deiner Arbeit häufig über die Einsatzbereitschaft des reparierten Motors mit entscheidet!

Aufgaben: 16. Welche Folgen entstehen, wenn der Schraubenschlüssel zum Lösen eines Bolzens nur mit den Spitzen angesetzt wird?

17. Welche Folgen entstehen bei verkanteten Ring- oder Steckschlüsseln?

ELEKTROTECHNIK





Erzeugung und Transport der Elektroenergie

Die Elektroenergie wird aus anderen Energiearten durch Umwandlung gewonnen. In Wärmekraftwerken wird Wärmeenergie und in Wasserkraftwerken wird die kinetische Energie des Wassers in Elektroenergie verwandelt. Große Kraftwerke entstehen dort, wo genügend Energie in Form von Kohle oder fließendem Wasser vorhanden ist. Die Elektroenergie wird über Leitungen zum Verbraucher transportiert. Hochspannungsleitungen übertragen große Energiemengen über weite Entfernungen mit geringen Verlusten.

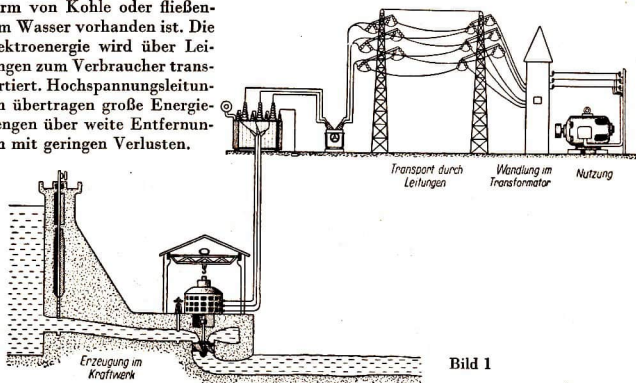


Bild 1

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Elektroenergie

Die allseitige Elektrifizierung der Volkswirtschaft ist eine Voraussetzung für den erfolgreichen Aufbau des Sozialismus. Schon seit Jahrzehnten gibt es elektrisches Licht und werden Maschinen mit Elektromotoren angetrieben. In unserem Zeitalter wird die Elektroenergie jedoch weitaus vielseitiger genutzt. In jedem Betrieb und in jedem Haushalt werden die Wirkungen des elektrischen Stromes in irgendeiner Weise sinnvoll angewendet. Besonders die chemische Industrie hat einen großen Bedarf, der

Aufgabe: 1. Lies aufmerksam Zeitungen und Zeitschriften und ergänze deine Aufzeichnungen durch Abbildungen und Artikel über die Anwendung der Elektroenergie und Neuerer Methoden auf diesem Gebiet!

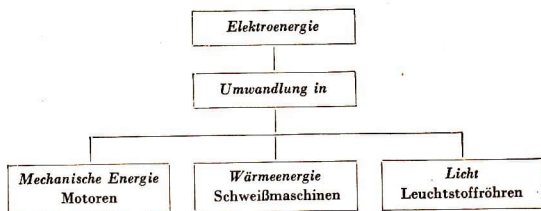
sich auf Grund des Chemieprogrammes noch erhöhen wird. Zur Zeit benötigt das Elektrochemische Kombinat Bitterfeld innerhalb 24 Stunden so viel elektrische Energie wie die Stadt Halle während einer Woche.

Die Elektrifizierung unserer Eisenbahnstrecken schreitet voran. Elektrolokomotiven fahren schneller, billiger und geräuscharmer als andere Triebfahrzeuge, und es entsteht kein Rauch. Eine Elektrolok benötigt etwa ebensoviel Elektroenergie wie 100 bis 200 Elektromotoren, die zum Antrieb von normalen Werkzeugmaschinen verwendet werden. Ständig steigt auch der Bedarf der Elektroenergie im Haushalt (Heiz- und Kochgeräte, Staubsauger, Kühlschränke, Waschmaschinen).

Um den ständig steigenden Energieverbrauch zu befriedigen, werden große Kraftwerke benötigt. Im Bezirk Cottbus entstehen zur Zeit zwei Großkraftwerke (Lübbenau und Vetschau), die bis 1965 eine Gesamtleistung von 2300 MW haben werden.

Nutzung der Elektroenergie im Betrieb (Energieumwandlung)

In den Erzeugungsanlagen wird die Elektroenergie aus anderen Energiearten gewonnen. Bei ihrer Nutzung finden ebenfalls Energieumwandlungen statt. Die Übersicht enthält dafür einige Beispiele.



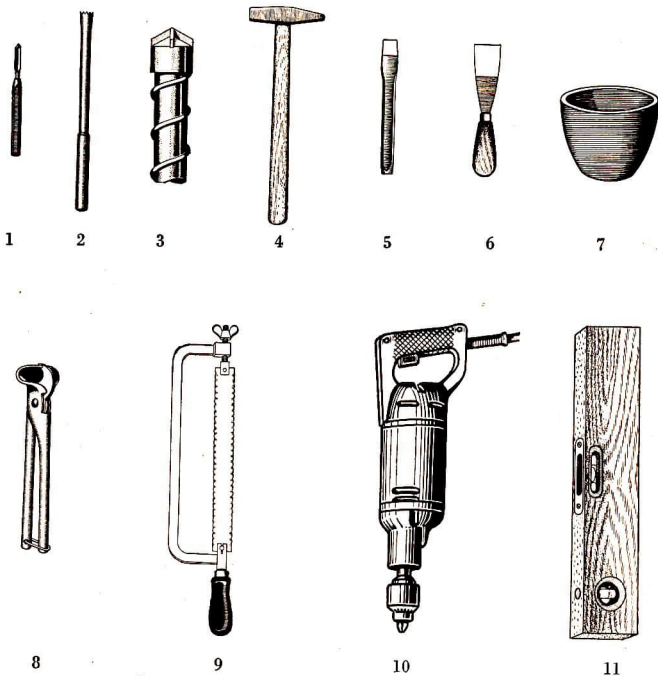
In Nachrichtenanlagen wird die Elektroenergie zur Weiterleitung von Nachrichten benutzt. So werden die Schallwellen im Mikrophon in elektrische Schwingungen umgewandelt, diese dann durch Leitungen übertragen und im Fernhörer wieder in Schallwellen verwandelt. Es findet also auch hier eine Energieumwandlung statt.

Arbeiten des Elektrikers

Ein Elektriker muß, je nachdem, woran er tätig ist, auch Arbeiten anderer Berufe ausführen können, zum Beispiel *Schlosserarbeiten* bei der Instandsetzung eines Elektromotors, *Mechanikerarbeiten* beim Instandsetzen von Schaltern, *Maurerarbeiten* beim Verlegen von Leitungen in Gebäuden, *Erdarbeiten* beim Setzen von Leitungsmasten.

Vielfältige direkte Elektrikerarbeiten führt der Reparatur-Elektriker aus. Er muß darum sehr vielseitig sein.

Werkzeuge, Prüfgeräte und Hilfsmittel, mit denen die Elektriker arbeiten



- Aufgaben:**
2. In welchen Geräten und Maschinen deines Betriebes wird die Wärmewirkung des elektrischen Stromes genutzt?
 3. Welche Arbeiten an der elektrischen Beleuchtung kennst du?
 4. Welche Wirkungen des elektrischen Stromes werden in deinem Betrieb außer den bereits genannten genutzt?
 5. Welche Nachrichtengeräte besitzt dein Betrieb?
 6. Welche Arbeiten führen die Elektriker deines Betriebes aus?



12



13



14



15



16



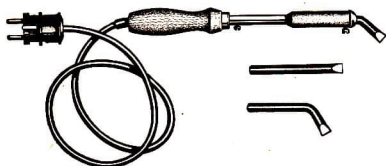
17



18



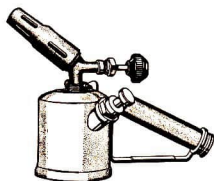
19



20



21



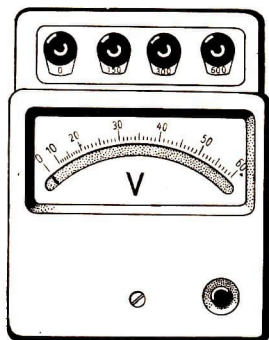
22



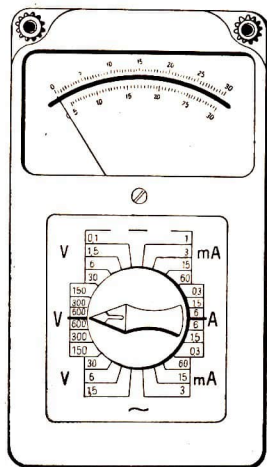
23



24

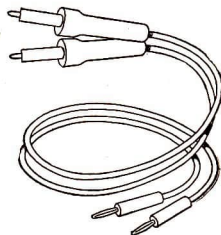


25

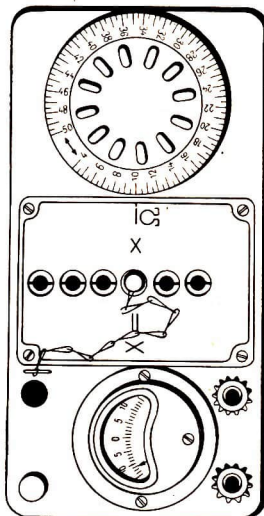


28

26



27

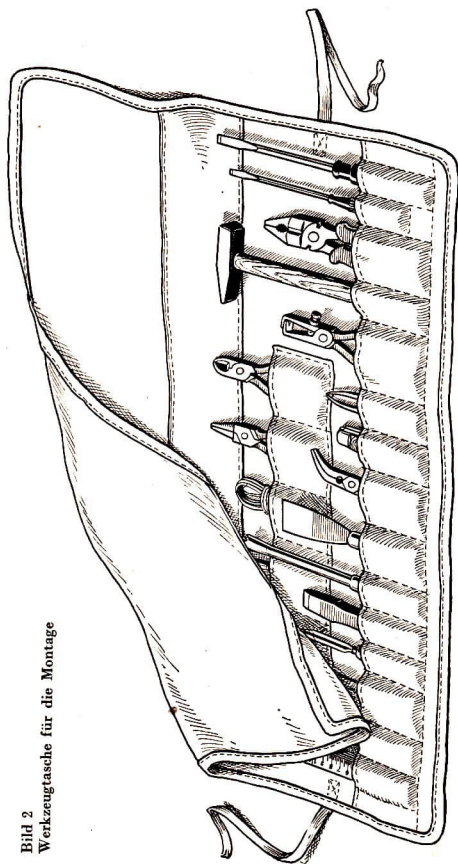


Aufgabe: 7. Erkundige dich nach den Namen der abgebildeten Werkzeuge, Meßgeräte und Hilfsmittel! Trage die Namen in die Tabelle ein!

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.

15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.

Bild 2
Werkzeugtasche für die Montage



Arbeitsschutz

Die Arbeitskraft ist das wertvollste Gut des Menschen. Sie muß vor Schädigungen aller Art bewahrt werden. Dabei hat der Arbeitsschutz eine große Bedeutung.

Der Elektriker muß bei seiner Arbeit viele Unfallgefahren beachten und ihnen vorbeugen:

1. Gefahren, die durch den Umgang mit Werkzeugen und Hilfsmitteln entstehen.
2. Gefahren, die durch die Wirkungen des elektrischen Stromes hervorgerufen werden.

Damit den Gefahren durch den elektrischen Strom vorgebeugt wird, hat der Verband Deutscher Elektrotechniker besondere Vorschriften (VDE) erlassen, nach denen sich jeder Hersteller und Benutzer elektrischer Anlagen und Geräte richten muß. Da diese Vorschriften sehr wichtig sind, werden einige wesentliche Punkte in einem besonderen Thema behandelt.

Zu den Gefahren beim Umgang mit Werkzeugen und Hilfsmitteln gehören alle Unfallgefahren, die bereits im Grundlehrgang Metallbearbeitung behandelt wurden. An dieser Stelle werden einige Hinweise wiederholt und solche gegeben, die der Elektriker besonders zu beachten hat:

1. Der Hammer muß fest auf dem Stiel sitzen.
2. Spitze Werkzeuge und solche mit offener Schneide (Messer) werden nicht offen in der Tasche getragen.
3. Träger, Balken, Schränke und Öfen sind kein Ersatz für Leitern.
4. Leitern müssen gegen Abgleiten gesichert sein.
5. Der Ort unter einem Arbeitenden (Gerüst, Mast, Leiter) ist kein Aufenthaltsort.
6. Beim Anziehen von Schrauben an kleinen Teilen ist darauf zu achten, daß der evtl. abrutschende Schraubenzieher nicht die Hand verletzen kann. Die Form der Schraubenzieherklinge muß der verwendeten Schraube angepaßt sein.
7. Beim Abmanteln von Leitungen darf mit dem Messer nicht gegen die Hand gearbeitet werden. Nötigenfalls ist die Leitung auf eine Unterlage zu legen.

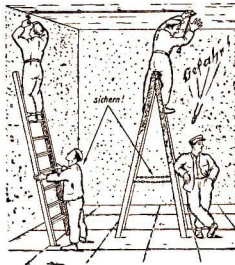


Bild 3

- Aufgaben:**
8. Welche Möglichkeiten gibt es, Leitern gegen Abgleiten zu sichern?
 9. Warum ist der Ort unter einem Arbeitenden kein Aufenthaltsort?
 10. Wiederhole, was du über die Unfallgefahren bei der Metallbearbeitung gelernt hast!



Bestimmungen für den Schutz des Menschen

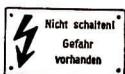
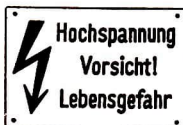


Bild 1

Warnungsschilder weisen auf Gefahren hin; der Blitzpfeil macht auf die erhöhte Gefahr aufmerksam



Bild 2

Abgeschaltete Anlagen werden am Schalter durch ein Warnungsschild gekennzeichnet, das die Unterschrift des Verantwortlichen trägt

Wer elektrische Anlagen, Geräte und Maschinen baut oder wartet, muß sich nach diesen Vorschriften richten. Dadurch wird ein hohes Maß an Sicherheit gewährleistet. Im Laufe des Grundlehrganges werden einige wichtige Bestimmungen erläutert.

Merke für deine Arbeit an elektrischen Anlagen:

1. Berühre niemals Anlagen, deren Aufbau und Funktion du nicht kennst!
2. Arbeite nur unter Aufsicht und Anleitung durch qualifizierte Facharbeiter!
3. Trenne vor Beginn der Arbeit das Gerät vom Netz! Nimm die Sicherungen heraus! Setze keine Anlage in Betrieb, bevor sie überprüft ist!
4. Du gefährdest durch Leichtfertigkeit nicht nur dich, sondern auch deine Kameraden und das Volkseigentum!

Der menschliche Körper leitet den elektrischen Strom und wird durch ihn geschädigt. Bereits schwache Ströme können den Tod herbeiführen. Deshalb muß das Berühren spannungsführender Teile unter allen Umständen vermieden werden. Ausgenommen sind Spannungen unter 42 V, da sie nur einen sehr geringen und deshalb ungefährlichen Strom durch den menschlichen Körper zur Folge haben.

Elektrische Anlagen und Betriebsmittel müssen so ausgeführt werden, daß durch die elektrische Energie weder Sachschaden entstehen kann noch Menschenleben gefährdet werden.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat das VDE (Vorschriftenwerk Deutscher Elektrotechniker) herausgegeben. Es beruht auf jahrzehntelanger Erfahrung und auf wissenschaftlichen Erkenntnissen. In ihm ist festgelegt, wie elektrische Anlagen und deren Teile beschaffen sein müssen.

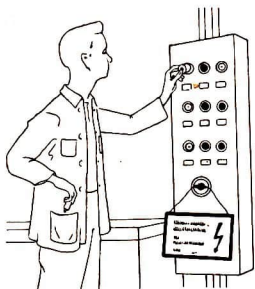


Bild 3

Arbeite niemals an Anlagen, die unter Spannung stehen! Nimm die Schmelzsicherung oder den Sicherungsautomaten mit an den Arbeitsplatz. Du verhinderst dadurch, daß Unbefugte die Sicherungen wieder einschrauben.

Findest du die Sicherung einer Anlage herausgeschraubt oder ist die Stromzufuhr durch den Sicherungsautomaten unterbrochen, darfst du die Sicherung nicht leichtfertig wieder einschrauben oder den Automaten schließen. Du könntest dadurch andere gefährden.

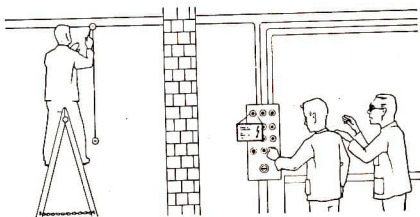


Bild 4

Merke: Betätige niemals unaufgefordert Schalter in Starkstromanlagen!

Sobald du an elektrischen Einrichtungen Störungen feststellst, verständige deinen Betreuer! Störungen sind an folgenden Erscheinungen zu erkennen:

- unzulässige Erwärmung von Leitern oder Geräten,
- Brandgeruch (besonders von Gummi),
- Funkenbildung an Verbindungsstellen,
- wiederholtes Ansprechen der Sicherungen.

Aufgaben: 1. Nenne Geräte und Anlagen, an denen du Warnungsschilder vorgefunden hast!

2. Welche Störungen an elektrischen Anlagen hast du bereits kennengelernt?

Absicherung elektrischer Leitungen

Die Wärmewirkung des elektrischen Stromes wird in elektrischen Heizgeräten ausgenutzt. Elektrische Leitungen werden durch den Strom ebenfalls erwärmt. Hier ist die Wärmewirkung jedoch unerwünscht, weil durch sie die Isolation zerstört wird und Brände hervorgerufen werden können. Deshalb werden Sicherungen in die Leitung gebaut, die die Anlage bei Gefahr abschalten.

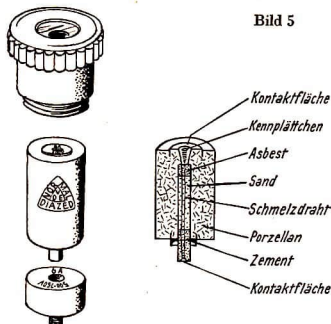


Bild 5

Der Schmelzeinsatz einer Schmelzsicherung enthält einen Schmelzdraht, der schmilzt, sobald eine bestimmte Stromstärke überschritten wird.

Sicherungen schalten die Anlage ab:

- bei Überbelastung,
- bei Kurzschluß.

Dein Betreuer kann dir diese Begriffe durch Beispiele erklären.

Die zulässige Stromstärke, die in einer Leitung auftreten darf, richtet sich nach dem Leiterquerschnitt und dem Leitermaterial. Die folgende Übersicht ist ein Auszug aus dem VDE 0100. Sie gilt für in Rohren verlegte isolierte Leitungsdrähte.

Merke: Sicherungen dürfen nicht geflickt werden. Paßeinsätze darf nur der Fachmann auswechseln.

Eine Wohnungsinstallation für 220 V ist mit 10 A abgesichert. Folgende Geräte werden angeschlossen:

5 Glühlampen je 60 W	= 300 W
1 Heizofen	= 1500 W
1 Tauchsieder	= 1000 W
1 Fernsehgerät	= 200 W
1 Kochplatte	= 1200 W
Gesamt	W

Nennquerschnitt		Nennstrom der Stromsicherung in A
Cu mm ²	Al mm ²	
1,5	2,5	10
2,5	4	15
4	6	20
6	10	25
10	16	35
16	25	50
25	35	60

$$P = U \cdot I$$

$$I = \frac{P}{U} \quad I = \frac{\quad}{\quad} = \quad A$$

Aufgaben: 3. Warum darf man Sicherungen nicht flicken?

4. Löse die obenstehende Aufgabe und trage das Ergebnis ein!

5. Welche Folgen hat die oben geschilderte Belastung der Wohnungsinstallation?

Paß- und Schmelzeinsatz für eine Stromstärke sind aufeinander abgestimmt. Paß- und Schmelzeinsätze für verschiedene Stromstärken haben unterschiedliche Abmessungen, damit sie nicht verwechselt werden können. So paßt zum Beispiel ein Schmelzeinsatz für 10 A nicht in einen Paßeinsatz für 6 A.

Leitungsschutzsicherungen werden an Stellen angebracht, an denen sich der Querschnitt der Leitung zum Betriebsmittel hin verjüngt. Dabei gibt es Ausnahmen, die dir ein Fachmann erklären kann.

Ein Sicherungsautomat schaltet die Anlage bei Auftreten einer unzulässig hohen Stromstärke selbsttätig ab. Nach der Beseitigung der Störung wird er durch einen Druck auf einen Knopf wieder eingeschaltet. Das Auswechseln des Schmelzeinsatzes entfällt.

Zum Überlastungsschutz für Motoren dient der Motorschutzschalter.

Bild 6
Sicherungsautomat

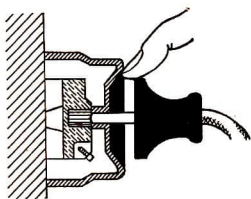


Wichtige Schutzmaßnahmen

Berührungsschutz

Steht ein Mensch auf leitendem Fußboden und berührt er Teile, die gegen Erde Spannung führen, fließt ein Strom durch seinen Körper zur Erde. Das kann schwere gesundheitliche Schäden oder sogar den Tod zur Folge haben.

Eine elektrische Anlage muß so ausgeführt sein, daß sie einen Schutz gegen zufällige Berührung spannungsführender Teile bietet. Alle nichtisolierten Teile müssen durch Abdeckung, Schutzgitter und dergleichen geschützt sein. Die Abdeckungen dürfen nur mit Werkzeugen lösbar sein.



Die Stifte eines Netzsteckers dürfen erst Kontakt mit den spannungsführenden Buchsen der Steckdose bekommen, wenn die Berührung der Steckerstifte mit dem Finger nicht mehr möglich ist. Ein einpoliges Stecken des Steckers ist infolge der Form und der Maße der Steckvorrichtung unmöglich.

Bild 7 Berührungsschutz an einer Steckvorrichtung

- Aufgaben:**
6. Was ist ein Kurzschluß?
 7. Warum dürfen Paßeinsätze nur durch einen Fachmann ausgewechselt werden?
 8. Warum werden Leitungssicherungen an Stellen gesetzt, an denen sich der Leitungsquerschnitt verjüngt?
 9. Erkundige dich, welche Vorteile ein Motorschutzschalter gegenüber einer Schmelzsicherung hat!

Isolierung

Metallene Gehäuse elektrischer Maschinen und Geräte können durch einen Fehler Schluß mit einem spannungsführenden Teil bekommen, dadurch selbst Spannung gegen Erde annehmen und Menschen gefährden. Diese Gefahr ist nicht vorhanden, wenn Gehäuse und andere leitfähige Teile der Anlage mit Isolierstoff umkleidet sind oder selbst aus Isolierstoff bestehen. Diese Art der Isolierung ist eine wirkungsvolle Schutzmaßnahme und wird vielfach angewendet.

Erdung und Nullung

Sind die Gehäuse der Maschinen und Geräte nicht isoliert, müssen andere Schutzmaßnahmen angewendet werden, zum Beispiel die Erdung oder die Nullung.

Durch einen Isolationsschaden kann ein Gehäuseschluß (leitende Verbindung eines spannungsführenden Teils mit dem Gehäuse) entstehen. Berührt der Mensch das Gehäuse, fließt der Strom über seinen Körper zur Erde. Das kann ernste Folgen haben. Der Gefahr ist vorgebeugt, wenn das Gehäuse gut leitend mit der Erde verbunden, also geerdet wird. Tritt ein Gehäuseschluß auf, so fließt ein starker Strom vom Netz über das Gehäuse zur Erde, und die Sicherung schaltet die Anlage ab.

Zur Erdung kann das Wasserleitungsnetz dienen. Dabei müssen Wasserleitungszähler und nichtleitende Rohre (Plastrohre) gut leitend überbrückt werden.

In Drehstromnetzen mit geerdetem Mittelpunktsteiter (Nulleiter) wird der Mittelpunktsteiter leitend mit dem Gehäuse verbunden. Es wird genullt. Bei Gehäuseschluß fließt der Strom über den geerdeten Mittelpunktsteiter zur Erde, und die Sicherung schaltet die Anlage ab.

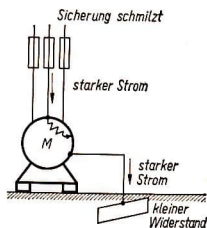


Bild 8
Weg des Stromes zur Erde bei Gehäuseschluß

Zur Erdung oder Nullung von ortsveränderlichen Geräten dienen *Schutzkontaktsteckdosen* und *Schutzkontaktstecker*. Beim Herstellen der Verbindung berühren sich erst die Schutzkontakte, ehe die Spannungskontakte geschlossen werden.

Aufgabe: 10. Wodurch wird bei einem Netzstecker die Berührung spannungsführender Teile unmöglich?

Die bewegliche Anschlußleitung hat drei Adern. Die rote Ader wird als Schutzleitung verwendet.

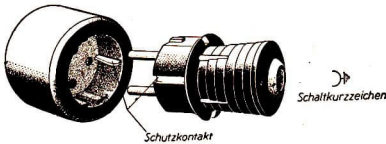


Bild 9
Schukosteckdose und Schukostecker

Merke: Schutzmaßnahmen dürfen nicht unwirksam gemacht werden. Zwischenstecker ohne Schutzleitung sind bei Schukoschnüren verboten.
An zweiadrige Leitungsschnüre darf kein Schukostecker angeschlossen werden.

Kleinspannung

Spannungen bis 42 V sind unter normalen Bedingungen für den Menschen ungefährlich, da sie nur einen sehr geringen Strom durch den menschlichen Körper verursachen können.

Viele elektrische Taschenlampen arbeiten mit einer Spannung von 4,5 V. Elektrische Klingelanlagen werden mit Spannungen bis zu 8 V betrieben. Für Spielzeuge (Modell-eisenbahnen usw.) dürfen nur Spannungen bis zu 24 V verwendet werden. Kleinspannungsführende unisolierte Teile benötigen keinen Schutz gegen zufällige Berührung. Die Spannung wird einem Transformator oder Umformer entnommen. Sie durch Vorwiderstände herabzusetzen ist verboten.

Elektrowerkzeuge und Leuchten dürfen in Kesseln, Behältern und Rohrleitungen zum Schutz vor unzulässig hoher Berührungsspannung nur mit Spannungen bis zu 42 V betrieben werden. Die Kleinspannung ist einem vorschriftsmäßigen Schutztransformator zu entnehmen, der außerhalb der genannten Anlagen aufzustellen ist.

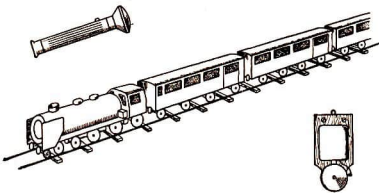
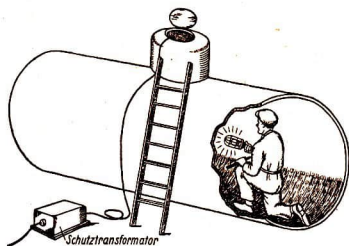


Bild 10
Mit Kleinspannungen betriebene
Geräte

- Aufgaben:** 11. Warum verlangen die Vorschriften, daß in Räumen mit leitenden Fußböden Schutzkontaktsteckdosen zu setzen sind?
12. Wo wird in deinem Betrieb mit Kleinspannung gearbeitet?

Bild 11
Handleuchte mit Kleinspannung aus
Schutztransformator



Regeln für das Verhalten bei Unfällen

Wie mußt du dich verhalten, wenn einem anderen ein Unfall durch elektrischen Strom zustoßt?

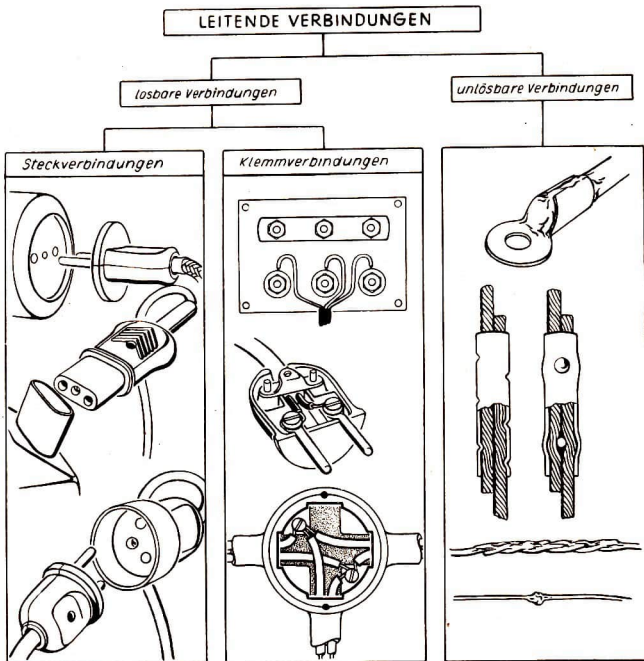
1. Schalte sofort den Strom ab!
2. Berühre den Verunglückten nicht mit bloßen Händen, solange der Strom nicht abgeschaltet ist! Löse ihn dann nur mit trockenen Brettern oder ähnlichen nicht leitenden Gegenständen vom Netz!
3. Beginne sofort mit Wiederbelebungsversuchen (wie bei Ertrunkenen)! Schicke zur Sanitätsstelle oder zum Arzt! Erst nach dem Eintreffen des Arztes oder des Gesundheitshelfers darfst du die künstliche Atmung unterbrechen.

Was mußt du tun, wenn du selbst einen elektrischen Schlag erhalten hast?

Teile es deinem Betreuer oder Lehrer mit. Arbeite nicht weiter an der Anlage, bevor die Ursache des Unfalls abgestellt ist, auch dann nicht, wenn der Schlag ohne Folgen für dich war.

Merke: Erste Unfallhilfe durch Laien, auch durch Gesundheitshelfer, ist kein Ersatz für ärztliche Hilfe, sondern nur Notbehelf, bis der Arzt eingreift.

Aufgabe: 13. Informiere dich, wo die Sanitätsstelle deines Betriebes ist, und präge dir die Telefonnummer ein!



- Aufgaben:**
1. Wo findest du in deinem Betrieb Kraftsteckvorrichtungen?
 2. Erkundige dich, wie Niet- und Kerbverbindungen bei Freileitungen hergestellt werden!

In elektrischen Anlagen werden viele gut leitende Verbindungen benötigt. Der Übergangswiderstand an der Verbindungsstelle muß sehr gering sein. Das wird durch einen entsprechenden Kontaktdruck und durch genügend große Berührungsflächen der zu verbindenden Leiter erreicht. Aus der Übersicht sind die Arten der leitenden Verbindungen zu ersehen.

Steckvorrichtungen dienen zum Anschluß ortsveränderlicher elektrischer Geräte. Sie gestatten es jedem Laien, eine leitende Verbindung herzustellen und wieder zu lösen.

Klemmverbindungen sind hauptsächlich Schraubenverbindungen. Sie lassen sich in der Regel nur mit Werkzeugen herstellen und wieder lösen.

Viele unlösbare Verbindungen werden durch Löten und Schweißen hergestellt. Dadurch wird ein geringer Übergangswiderstand an der Verbindungsstelle gewährleistet.

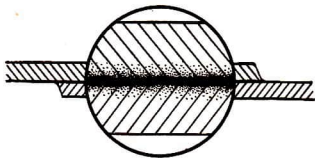
Wesen und Arten des Lötens

Elektriker und auch andere Facharbeiter – Klempner, Installateure, Mechaniker usw. – haben häufig noch Lötarbeiten von Hand auszuführen. Das erfordert einige Handfertigkeiten, die beherrscht werden müssen, wenn die Verbindung einwandfrei werden soll.

In unseren Produktionsbetrieben ist das Löten bei Serienfertigung häufig mechanisiert worden. Besondere Verfahren, wie das Tauchlöten oder das Widerstandslöten, beschleunigen die Produktion und sichern genaueste und billigste Ausführung. Sie sparen außerdem wertvolle menschliche Arbeitskraft.

Die einzelnen Lötverfahren unterscheiden sich in der Ausführung. Das Prinzip aber ist bei allen Lötungen gleich. Das Lot dringt in die feinen Zwischenräume zwischen den Kristallen des Werkstückes ein (Kapillarwirkung, Adhäsion) und schafft dadurch eine stoffschlüssige Verbindung. Diese kann nur wieder gelöst werden, wenn das Lot zum Schmelzen gebracht oder zerstört wird.

Bild 1
Kapillarwirkung einer Lötverbindung



Arten von Lötungen

Je nach Lot, mechanischer Festigkeit und Löttemperatur unterscheidet man:

1. Weichlöten mit Zinnlot (Weichlot), Löttemperatur: $185^{\circ}\text{C} \dots 257^{\circ}\text{C}$;
2. Hartlöten mit Messing- oder Silberlot (Hartlot), Löttemperatur: $620^{\circ}\text{C} \dots 1020^{\circ}\text{C}$.

Aufgabe: 3. Informiere dich, welche Metalle lötlbar sind, und fertige eine Übersicht an!

Anwendungsbereich

Weichgelötet wird, wenn die Verbindung keine hohe Festigkeit zu haben und keiner hohen Temperatur zu widerstehen braucht. Hartlötten ergibt eine höhere Festigkeit und ist temperaturbeständiger; die Lötstellen können auch durch Hämmern und Biegen weiterbearbeitet werden.

Voraussetzung für eine gute Lötung ist, daß das Lot bei einer geringeren Temperatur fließt als der Werkstoff des Werkstückes. Nicht alle Metalle sind ohne weiteres lötbar. Bei der Herstellung elektrischer Maschinen und Geräte müssen häufig leitende Verbindungen hergestellt werden, die nur geringe mechanische Festigkeit zu haben brauchen. Das Weichlöten, eine leicht herzustellende unlösbare Verbindung, wird dabei häufig angewandt.

Die gebräuchlichsten Werkzeuge, Geräte und Hilfsmittel für das Weichlöten

Wärmequellen zur Erzeugung der Löttemperatur

Die Wärmequelle muß ausreichen, um die Lötstelle des Werkstückes bis über die Schmelztemperatur des Lotes zu erwärmen.

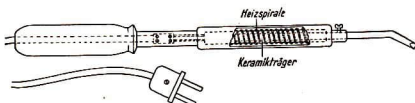


Bild 2
Schematische Darstellung eines elektrisch geheizten Lötkolbens

Viele Lötungen werden mit dem LötKolben ausgeführt. Einen einfachen LötKolben, der über der Flamme erwärmt wird, zeigt Bild 6. Der Elektriker arbeitet meist mit einem elektrisch geheizten LötKolben.

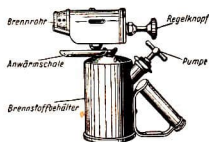


Bild 3 Lötlampe

Elektrische LötKolben werden für verschiedene Leistungen gebaut.

Es ist wichtig, für jede Arbeit den entsprechenden Kolben auszuwählen. Ist die Leistung zu groß, so überhitzt der Kolben. Die beim Lötten in das Werkstück abfließende Wärmemenge ist viel kleiner als die in der Heizspirale entstehende. Es wird unnütz viel Elektroenergie verbraucht. Ein zu kleiner Kolben gibt nicht genügend Wärme ab, so daß das Lot nicht ausreichend fließen kann.

Die Lötlampe benutzt der Fachmann zum Erwärmen großer Lötstellen und zum Erwärmen von Kolben ohne eigene Wärmequelle. LötLampen werden mit flüssigen Brennstoffen geheizt.

- Aufgaben:**
4. Frage einen Facharbeiter nach Anwendungsbeispielen für das Weichlöten und das Hartlöten!
 5. Nenne Beispiele für die Ausnutzung der Wärmewirkung des elektrischen Stromes!
 6. Welche Brennstoffe werden für eine LötLampe verwendet?

Werkzeuge und Hilfsmittel zum Vorbereiten der Lötstellen

Damit das Lot gut in die feinen Zwischenräume zwischen den Kristallen des Werkstoffes eindringen kann, d. h. eine gute stoffschlüssige Verbindung eingeht, muß die Lötstelle frei von Oxyden (Rost, Grünspan usw.), Farbe und anderen Unreinheiten sein. Der Facharbeiter spricht vom *Blankmachen* der Lötstelle.

Das Messer dient zum Blankmachen von Drähten, Litzen und ähnlichem. Mit der Drahtbürste werden Rost und andere grobe Unreinheiten entfernt. Geringere Unreinheiten beseitigt man mit Schmirgelleinen.

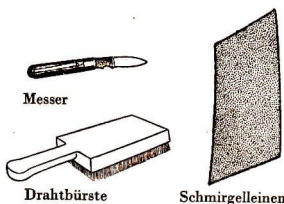


Bild 4

Flußmittel

Die metallisch reinen Lötstellen oxydieren durch die Einwirkung der Luft, besonders aber nach dem Erwärmen mit Kolben oder Flamme. Die dünne Oxydschicht hat zur Folge, daß das Lot vom Werkstück nicht aufgenommen wird, d. h. nicht in die Zwischenräume zwischen den Kristallen eindringen kann, weil diese von Oxyd verschlossen werden. Um diese Erscheinung zu verhindern bzw. einzuschränken, werden die Lötstellen vor dem Löten mit Flußmitteln behandelt. Diese Mittel verhindern die Entstehung einer Oxydschicht oder zerstören die vorhandene.

Gebräuchliche Flußmittel

Art	Verwendung
Salzsäure (verdünnt)	Nur für Zinkblech und verzinkte Bleche, nicht für Elektroanlagen
Lötwasser (Chlorzinklösung)	Für fast alle Lötarbeiten brauchbar; für unkontrollierbare Lötungen nicht zu empfehlen, da die Werkstücke meist oxydieren; nicht für Elektroanlagen
Lötfett (fast säurefrei)	Für fast alle Arbeiten, nicht in der Rundfunktechnik
Kolophonium (säurefrei)	Nur für Messing und Kupfer, nur geringe oxydlösende Wirkung; besonders für Elektroanlagen

Lote

Der Schmelzpunkt des jeweils verwendeten Lotes muß mindestens 20 bis 30 Grad tiefer liegen als der Schmelzpunkt der Lötstücke. Zinnlote bestehen aus einer Blei-Zinn-Legierung. Die Anteile sind unterschiedlich, je nach der gewünschten Schmelztemperatur und dem Verwendungszweck.

- Aufgaben:
7. Welche Werkzeuge außer den abgebildeten werden noch zum Blankmachen verwendet?
 8. Warum dürfen in der Elektrotechnik nur säurefreie Flußmittel verwendet werden?
 9. Wie wird Lötwasser hergestellt?

Zinnlote (Weichlote), Auszug aus DIN 1707 (4,52)

Benennung	Kurzzeichen	Zusammensetzung		Oberer Schmelzpunkt °C	Verwendung
		Sn%	Pb%		
Zinnlot 25	LSn 25	25	75	257	Flammenlötlung
Zinnlot 40	LSn 40	40	60	223	Messingblech, Weißblech
Zinnlot 60	LSn 60	60	40	185	leicht schmelzende Metallgegenstände, feine Lötungen in der Elektroindustrie
Zinnlot 90	LSn 90	90	10	219	Eß- und Kochgeschirre

Sn = Stannum = Zinn; Pb = Plumbum = Blei

Arbeitstechniken

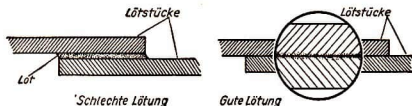
Blankmachen der Lötstelle

Die Lötstelle wird mit den in Bild 4 dargestellten Werkzeugen gereinigt. Rost und Farbreste sind gründlich zu entfernen. Blanke Lötstellen werden nicht mit den Händen berührt. Der Handschweiß fördert die Oxydation. Das ist besonders beim Verzinnen und beim Löten elektrischer Leitungen zu beachten.

Einspannen und Halten der Lötstücke

Das Lot darf nur als dünne Schicht zwischen den Lötstücken liegen, da sonst die Festigkeit der Verbindung vermindert wird. Die Werkstücke müssen also fest aufeinander gepreßt werden. Die zu verbindenden Teile dürfen sich während des Lötens nicht gegeneinander verschieben. Zum Zusammenpressen werden häufig Holzklötze benutzt, da diese die Wärme schlecht leiten.

Bild 5



Erwärmen des Kolbens und der Lötstücke

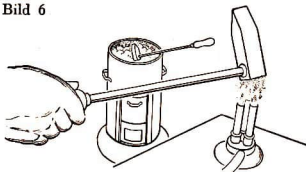
Lötkolben werden durch die Flamme eines Bunsenbrenners oder einer Lötlampe erwärmt. Diese Verfahren werden angewendet, wenn kein Netzanschluß für einen elektrischen Lötkolben zur Verfügung steht. Es ist darauf zu achten, daß die Flamme nicht gegen die Kolbenbahn oder die Kolbenspitze gerichtet ist. Lötkolben dürfen nicht über 600 °C erwärmt werden, weil sonst die Kolbenspitzen verzundern. Verzunderte Spitzen müssen befeilt werden.

Klempner und Installateure arbeiten meist mit Stangenlot, in der Rundfunktechnik wird vielfach Lötendraht verwendet.

Viele Lötdrähte sind hohl und mit Kolophonium gefüllt. Kolophonium ist ein säurefreies Flußmittel. Säurehaltige Flußmittel dürfen für Lötungen in der Elektrotechnik nicht verwendet werden.

Der LötKolben gibt die Wärme an die Lötstücke und das Lot ab. Bei der Erwärmung von Lötstellen an großen Werkstücken ist zu beachten, daß die Wärme von der Lötstelle in das übrige Werkstück abfließt. Der zu verwendende LötKolben muß deshalb einen großen Wärmeverrat besitzen.

Bild 6



Die LötLampe wird verwendet, wenn die Wärmemenge des Kolbens nicht ausreicht oder die Lötnaht mit einem Mal zufließen muß. Das Lot darf nicht durch die Flamme, sondern muß durch die Hitze des Werkstückes schmelzen.

Verzinnen des Kolbens

Lötarbeiten werden erleichtert, wenn die Kolbenbahn vorher verzinkt wird.

Arbeitsgänge:

1. Stark verunreinigte oder verbrannte Kolbenbahnen mit Schaber oder Feile reinigen.
2. Oxydschicht durch Reiben auf dem Salmiakstein oder, bei Lötungen in der Elektrotechnik, auf Kolophonium beseitigen.
3. Kolbenbahn mit Lot bestreichen.

Verzinnen der Lötstücke

Die Festigkeit einer Lötverbindung wird erhöht, wenn die Lötstücke an der Verbindungsstelle vor dem Löten verzinkt werden.

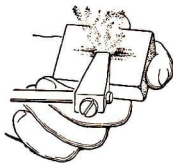


Bild 7
Reinigen des
LötKolbens



Bild 8
Verzinnen des
LötKolbens

Arbeitsgänge:

1. Lötstelle blankmachen.
2. Flußmittel auftragen.
3. Einen Tropfen Lötzinn an den verzinten Kolben geben.
4. Lötstelle mit dem Kolben erwärmen.
5. Lötzinn auf die Lötstelle übertragen, indem der Kolben leicht über die Lötstelle gezogen wird.

Aufgaben: 10. Was bedeutet auf einer Stange Zinnlot die Bezeichnung LSn 50?

11. Warum soll möglichst zinnarmes Lot verwendet werden?

12. Warum wird der Kolben beim Erwärmen durch eine Flamme so gehalten, wie du es auf Bild 6 siehst?

Herstellen der Lötverbindung

Sind die Teile gut verzinnt, läßt sich eine gute Lötverbindung verhältnismäßig leicht herstellen.

Arbeitsgänge:

1. Teile paßgerecht zusammenfügen.
2. Lötstelle mit dem Kolben erwärmen, bis die Schmelztemperatur des Lotes erreicht ist.
3. Erforderliches Lot zugeben (entfällt, wenn das am Kolben haftende Lot genügt).

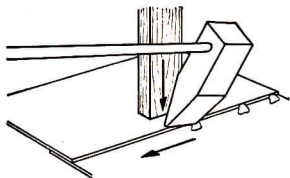


Bild 9
Heften einer Lötnaht

Besondere Lötverfahren

Für besondere Zwecke sind Verfahren entwickelt worden, die das Löten vereinfachen.

Tauchlöten

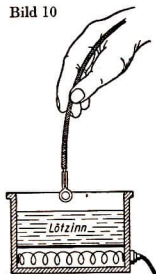
Die vorbereiteten Teile werden zusammengefügt und in ein Zinnbad getaucht. Durch die Temperatur des Lotes wird die Lötstelle genügend hoch erwärmt, damit das Lot in die Kapillaren eindringt.

Mit diesem Verfahren können viele Lötstellen zugleich hergestellt werden. Es wird in der modernen Fertigung, zum Beispiel bei der Herstellung von Bauteilen für Nachrichtengeräte, verwendet.

Arbeitsbeispiel

Das Ende eines versilberten Leiters wird abisoliert, blank gemacht und mit Flußmittel bestrichen. Der Kabelschuh wird vorbereitet, aufgesteckt und durch Eintauchen in das Zinnbad aufgelötet. Es ist darauf zu achten, daß die Lötstelle so lange im Zinnbad verbleibt, bis sie die Schmelztemperatur des Lotes erreicht hat.

Bild 10



Widerstandslöten

Fließt durch zwei stumpf zusammenstoßende Leiter ein elektrischer Strom, wird die Stoßstelle stärker erwärmt als die übrigen Leiterteile. Diese Tatsache wird technisch genutzt.

Lötpistole

Die Lötpistole wird häufig bei Reparaturen verwendet. Eine Lötsschleife aus Kupferdraht übernimmt die Funktion der Lötspatenspitze. Wird der Abzug der Lötpistole gezogen, so fließt ein starker Strom durch die Lötsschleife und erwärmt sie.

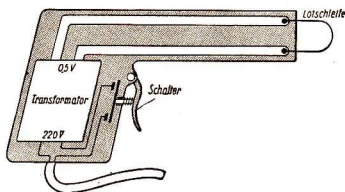


Bild 11

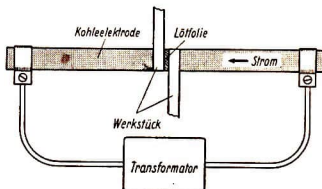


Bild 12

Verfahren, die das Löten ersetzen

Zinn und Blei sind Metalle, von denen uns nur beschränkte Mengen zur Verfügung stehen. Deshalb müssen wir mit Lot sparsam umgehen.

Sind Teile aus gleichen Metallen miteinander zu verbinden, kann das Löten durch das Schweißen ersetzt werden. In der Elektrotechnik werden zum Beispiel Kupferdrähte verschweißt und Kabelschuhe auf Aluminiumdrähte aufgeschweißt. Diese Verfahren sind kein Ersatz, sondern gewährleisten eine festere Verbindung als das Löten (vgl. Maschinenkunde, Thema „Nietverbindungen“).

Wird keine leitende Verbindung verlangt, können Metalle und Kunststoffe geklebt werden. Unsere Chemiker haben Klebstoffe entwickelt, die eine große Festigkeit der Verbindung gewährleisten.

-
- Aufgaben:**
13. Warum werden elektrische LötKolben für verschiedene Leistungen hergestellt?
 14. Wo wird in deinem Betrieb die Lötlampe verwendet?
 15. Warum darf in der Elektrotechnik nicht mit Lötwasser gelötet werden? Frage deinen Betreuer!
 16. Warum muß das Werkstück bis über die Schmelztemperatur des Lotes erhitzt werden?
 17. Wie werden in deinem Betrieb Kabelschuhe aufgelötet?
 18. Welche Vorteile haben die oben angeführten Lötverfahren gegenüber der Kolben- und Flammenlötung?
 19. Erkläre das Widerstandslöten nach Bild 11!
 20. Warum wird in der Lötpistole nur die Lötschleife stark erwärmt? Sprich mit dem Physiklehrer!

Arbeitsordnung, Arbeitsschutz

Voraussetzung für den Erfolg der Arbeit ist eine gute Arbeitsordnung:

1. Der Arbeitsplatz muß für die durchzuführende Lötarbeit groß genug sein.
2. Die Arbeitsplatzbeleuchtung muß ausreichend sein; Zwielicht ist zu vermeiden.
3. Eine zweckentsprechende Sitzgelegenheit erleichtert die Arbeit.
4. Werkzeuge, Geräte und Hilfsmittel werden zurechtgelegt, bevor mit der Lötarbeit begonnen wird.
5. Der Arbeitsplatz ist keine Ablage für Werkstücke, an denen nicht gearbeitet wird.
6. Die Nennspannung des Lötkolbens wird mit der Netzspannung verglichen.
7. Zum Andrücken der Teile werden Hilfsmittel benutzt, die die Wärme schlecht leiten (z. B. Holz).
8. Zinnreste werden gesammelt.

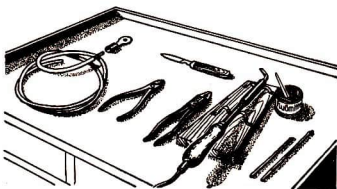
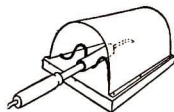


Bild 13
Arbeitsplatzordnung

Bild 14
Lötkolbenablage



Regeln zur Unfallverhütung beim Löten

1. Lötkolben fall- und brandsicher ablegen!
2. Nach der Arbeit Hände gut von Rückständen des Flußmittels reinigen! Das gilt besonders bei Verwendung säurehaltiger Flußmittel.
3. Nur Lötkolben verwenden, die der VDE-Vorschrift entsprechen!
4. Kleine Lötstücke nicht mit der Hand halten. Die Wärme fließt im Werkstück und erwärmt auch das Ende, an dem du hältst.
5. Lötlampe oder Bunsenbrenner so stellen, daß ihre Flammen nicht unbeabsichtigt erreicht werden können!

- Aufgaben:**
21. Warum werden Zinnreste gesammelt?
 22. Warum muß der elektrische Lötkolben den VDE-Vorschriften entsprechen? Sprich mit deinem Betreuer!
 23. Vergleiche die Lötkolbenablagen in Bild 13 und 14 miteinander!



Von der Isolation

Die Grundmauern der Häuser werden durch einen Anstrich gegen Feuchtigkeit und andere chemische Einflüsse geschützt. Eine waagrecht in das Mauerwerk eingefügte Schicht Dachpappe verhindert, daß die Feuchtigkeit infolge der Kapillarwirkung emporsteigt. *Die Dachpappe isoliert die Feuchtigkeit.*

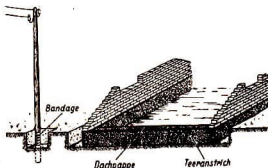


Bild 1

Masten für elektrische Leitungen werden am unteren Ende mit einer Bandage umwickelt, die den Mast gegen chemische Einflüsse aus dem Erdreich schützt. *Die Bandage isoliert den Mast gegen chemische Einflüsse.*

In den Zimmern eines Hauses ist es im Winter wärmer und im Sommer kühler als im Freien. *Die Mauern isolieren die Wärme.*

Der Straßenlärm ist in geschlossenen Zimmern nicht oder zumindest nur mit verminderter Lautstärke hörbar. *Häuserwände isolieren den Schall.* Unsere Chemiker haben neue schallschluckende Stoffe entwickelt, die gleichzeitig die Wärme isolieren. Dadurch wurde es möglich, dünne Wände und Betonfußböden mit guten Isolations-eigenschaften zu bauen.

Die Drähte der elektrischen Freileitungen sind auf Isolatoren befestigt. Dadurch wird verhindert, daß der elektrische Strom über den Mast (zum Beispiel bei Regen) zur Erde fließen kann.

Der elektrische Strom muß den ihm vorgeschriebenen Weg einhalten. Man versperrt ihm die unerlaubten Wege, indem man die stromführenden Teile von den anderen isoliert.

Isolieren heißt Abdichten, Dämmen, Sperren

Stoffe, die zum Isolieren dienen, heißen Isolierstoffe. Im folgenden wollen wir den Begriff Isolierstoffe einschränken. Wir befassen uns mit den Isolierstoffen der Elektrotechnik. Das sind Stoffe, die den elektrischen Strom sehr schlecht leiten, sogenannte Nichtleiter. Sie sind in der Elektrotechnik genauso wichtig wie die Leiter.

-
- Aufgaben:**
1. Nenne weitere Beispiele für die Feuchtigkeits-, Wärme- und Schallisolation!
 2. Wodurch isolierst du deine Körperwärme?
 3. Welche Leiter und Nichtleiter des elektrischen Stromes kennst du schon?

Isolieren in der Elektrotechnik

Wird eine elektrische Spannung an einen geschlossenen elektrischen Stromkreis gelegt, fließt ein elektrischer Strom.

Erläuterung zu Bild 2: Der Strom fließt von der Steckdose (Spannungsquelle) über Zuleitung und Schalter zur Glühlampe und von dort über die Rückleitung wieder zur Steckdose.

Hin- und Rückleitung sind gegeneinander und gegen benachbarte Teile isoliert. Eine Berührung spannungsführender Teile darf nicht möglich sein.

Der menschliche Körper leitet den elektrischen Strom. Bei fahrlässigem

Bild 2

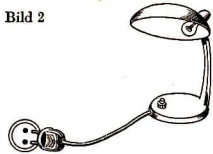
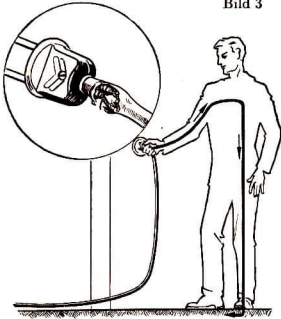


Bild 3



oder ungewolltem Berühren einer Anlage oder bei schadhafter Isolation fließt der Strom durch den Körper zur Erde. Dadurch können schwere gesundheitliche Schäden entstehen; es kann sogar der Tod eintreten.

Fließt der Strom innerhalb einer Anlage infolge schadhafter oder ungenügender Isolation andere Wege als die gewünschten, so kann die Anlage zerstört werden. Es entsteht dadurch wirtschaftlicher Schaden durch Produktionsausfall, Brand und häufig auch Schaden für Menschen, die an der Anlage arbeiten.

Merke!

1. Elektrische Anlagen und Geräte müssen so gebaut und isoliert sein, daß kein spannungsführendes Teil unbeabsichtigt berührt werden kann.
2. Spannungsführende Teile müssen untereinander und gegen benachbarte Teile so isoliert sein, daß der Strom nur den vorgeschriebenen Weg fließt.
3. Der Isolationszustand elektrischer Anlagen muß den geltenden Vorschriften entsprechen.

Aufgaben: 4. *Wodurch sind die spannungsführenden Drähte der Freileitungen gegeneinander isoliert?*

5. *Sprich mit dem Bevollmächtigten für Arbeitsschutz und dem Brandschutzbevollmächtigten darüber, in welchem Maße Schaden durch schadhafte Isolation an elektrischen Anlagen entstehen kann!*

Plaste und deren Bearbeitung

Plaste sind auf synthetischem Wege hergestellte Werkstoffe. Sie stellen keinen Ersatz dar, sondern haben vielfach bessere Eigenschaften als natürliche Werkstoffe.

Beispiele: Schaltergehäuse aus Plasten wirken zugleich isolierend. Getriebe mit Zahnradern aus Plasten laufen geräuscharm. Dederongewebe sind verschleißfester als andere Gewebe.

Wir unterscheiden *Duroplaste* und *Thermoplaste*. Duroplaste werden durch Erhitzen gehärtet und sind danach nicht mehr zu erweichen. Thermoplaste sind nicht härtbar. Sie sind jederzeit durch Erwärmen zu erweichen.

Fertigteile, Halbfabrikate

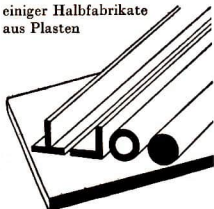
Durch moderne Fertigungstechnik werden viele Isolierteile in ihrer endgültigen Form maschinell hergestellt. Für Reparaturzwecke und Einzelanfertigungen werden Halbfabrikate (Platten, Profilmaterial usw.) geliefert, die der Facharbeiter weiter verarbeitet.

Wir unterscheiden demnach:

Teile, die ohne wesentliche Nacharbeit verarbeitet werden,

Halbzeuge, die durch die Arbeit des Facharbeiters ihre endgültige Form erhalten.

Bild 4 Handelsformen einiger Halbfabrikate aus Plasten



Als Halbfabrikate gelieferte Plaste werden durch spanabhebende (Feilen, Sägen, Bohren, Drehen usw.) und durch spanlose Formgebung (Biegen usw.) bearbeitet. Duroplaste (gehärtete Kunststoffe) stellen an die Werkzeuge die gleichen Anforderungen wie spröde Metalle (Grauguß, Rotguß, Gußbronze usw.). Danach richten sich die Winkel an den Werkzeugen.

Thermoplaste sind meist weicher als Duroplaste. Sie werden mit Werkzeugen bearbeitet, die für weiche Metalle (Blei, Kupfer, Aluminium usw.) geeignet sind. Thermoplaste sind in warmem Zustand spanlos zu verformen.

Bearbeitung von Schichtpreßstoffen

Schichtpreßstoffe werden mit der Hand oder mit der Maschinensäge zugeschnitten. Dabei eignet sich ein Sägeblatt, wie es für Leichtmetalle verwendet wird. Die Schnittflächen werden durch Feilen geglättet. Damit die Späne gut abgeführt werden, benutzt man einhiebigfe Feilen.

Die in der Metallbearbeitung verwendeten Spiralbohrer können auch zur Bearbeitung der Plaste benutzt werden. Besser ist es jedoch, einen speziell für den betreffenden Werkstoff geschaffenen Bohrer zu verwenden. Der Spiralbohrer zum Bohren von Schichtpreßstoffen hat einen Spitzenwinkel von 90° und einen Drallsteigungswinkel von 15° . Durch polierte Nute werden die Späne leichter abgeführt.

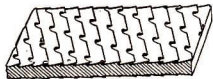


Bild 5
Einhiebigfe Feile mit Spanbrechern

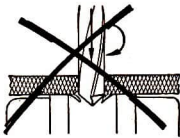


Bild 6
Ohne Unterlage gebohrter
Schichtpreßstoff reißt aus

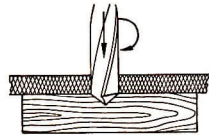


Bild 7
Schichtpreßstoff auf Holz-
unterlage

Beim Durchbohren von Schichtpreßstoffen platzen oft die Kanten der Bohrung an der Austrittsstelle des Bohrers ab. Das läßt sich vermeiden, wenn der Schichtpreßstoff beim Bohren auf eine ebene Holzunterlage gespannt wird.

Bei der Bearbeitung von Plasten darf nicht mit Öl oder Wasser geschmiert oder gekühlt werden, weil dadurch der Werkstoff aufquillt. Zum Schmieren sind Bienenwachs und Talg geeignet.

Bild 8 zeigt eine Schalttafel aus Schichtpreßstoff. Bei ihrer Herstellung wird angerissen, gesägt, gefeilt, gebohrt und Gewinde geschnitten.

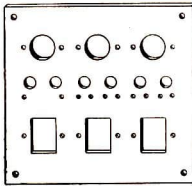


Bild 8

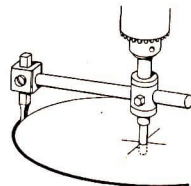


Bild 9
Ausreißer

Die großen runden Öffnungen für die Meßinstrumente werden vorteilhaft mit einem Ausreißer ausgeschnitten. Dabei muß nur verhältnismäßig wenig Material zerspannt werden. Zur Führung des Werkzeuges wird eine Bohrung vorgebohrt. Der Ausreißer wird in die Bohrmaschine gespannt. Das Messer schneidet die Öffnung kreisrund aus.

Durch das rotierende Messer besteht erhöhte Unfallgefahr. Sie wird durch eine Schutzvorrichtung beseitigt. Bei der Bearbeitung von Plasten sind die Unfallverhütungsmaßnahmen zu beachten, die auch für die Metallbearbeitung gelten.

-
- Aufgaben:**
6. Erkundige dich nach Handelsnamen für Duroplaste und Thermoplaste! Sieh dir diese Plaste an!
 7. Welche Teile werden in deinem Betrieb aus Schichtpreßstoffplatten hergestellt?
 8. Woraus bestehen Schichtpreßstoffplatten? Frage deinen Betreuer!

Isolierstoffe der Elektrotechnik

Die Verwendung der Isolierstoffe richtet sich nach deren Eigenschaften. So wird zum Beispiel für Heizgeräte ein hitzebeständiger und für bewegliche Leitungen ein elastischer Isolierstoff benötigt. Plaste haben als Isolierstoffe große Bedeutung erlangt, weil man sie mit den verlangten Eigenschaften herstellen kann.

Benennung	Grundstoffe	Handelsform	Verwendung
Keramische Stoffe (Porzellan)	Kaolin, Feldspat, Quarz	Fertige Teile, Nacharbeit nur begrenzt möglich	Freileitungsisolatoren; Füße für Großtransformatoren, Sendemasten usw.; Kondensatoren; Sicherungskörper usw.
Glas	Quarzsand, Soda, Pottasche	Fertige Teile, Nacharbeit nur begrenzt möglich; Glaswolle	Isolatoren, Kolben für Glühlampen und Elektronenröhren (Rundfunk- und Fernsehrohren) usw.
Glimmer	In der Natur vorkommendes Mineral	Mikanit; mit Bindemittel zu Platten gepreßt, Nacharbeit möglich	Für hitzebeständige elektrische Isolation (Plättchen)
Gummi	Kohle und Kalk (Buna)	Fertige Teile und Halbfabrikate, wie Platten, Schläuche usw., Nacharbeit möglich	Für bewegliche (flexible) Leitungen; Feuchtraumisolation; Griffelemente aus Hartgummi
Papier	Holz (Zellulose)	Halbfabrikate (Papierrollen, Bogen, Platten), Hartpapierplatten; leichte Nacharbeit	Zwischenlagen bei Spulenwicklungen, Transformatoren usw., Umhüllungen für Kabel
Kunstharz (Phenolharz); Duroplaste	Kohle, Kalk	Preßteile aus Hartpreßstoff, geringe Paßarbeiten möglich	Gehäuse für Rundfunkempfänger, Meßgeräte, Lampen usw., Schalter- und Steckergehäuse usw.
Thermoplaste		Halbfabrikate (Platten, Stangen, Rohre usw.) für die Weiterbearbeitung	Schutzrohre für Anlagen; Feuchtraumisolation; Umhüllung von Drähten
Schichtpreßstoffe		Geschichtet mit Papier, Textilstoffen als Halbfabrikate für die Weiterbearbeitung	Für Teile mit hoher Festigkeit, Schalttafeln, Klemmbretter, Verteilertafeln



Bild 10 Teile mit Isolierstoffen



Bild 11 Geräteschnur

Abisolieren

Fertigteile sind durch moderne Produktionsverfahren weit billiger herzustellen als durch Handarbeit. Deshalb stellt der Elektriker Isolierstoffteile nur bei Reparaturen selbst her. Dagegen muß er bei der Installation von Geräten und Anlagen viele Leitungen *abisolieren*.

Abisolieren eines isolierten Leiters

Es wird eine Abisolierzange verwendet, die dem Leiterquerschnitt entspricht. Die linke Hand umfaßt den Leiter. Mit der Abisolierzange wird die Isolation eingekerbt und heruntergezogen.

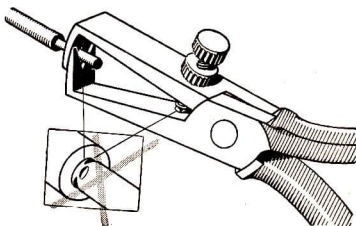


Bild 12

Anschlag so einstellen, daß der Leiter nicht gekerbt wird

Abmanteln und Abisolieren eines Gummimantels (NMH)

Die genormte Bezeichnung für diese Leitung ist Normen-Mittlere-Handgeräteleitung (NMH). Ihr Aufbau ist Bild 14 zu entnehmen.

Arbeitsgänge:

1. Abmessen des abzumantelnden Stückes.
2. Einkerbigen des Gummimantels am Umfang mit dem Montagemesser. (Dabei umfaßt die linke Hand die Leitung.)
3. Einkerbigen in Längsrichtung. (Leitung dabei auf eine Unterlage legen!)
4. Abziehen des Mantels mit der Kombizange.
5. Abisolieren der Adern mit Messer oder Abisolierzange. (Messer schräg ansetzen, damit der blanke Leiter nicht beschädigt wird!)

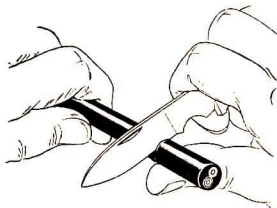


Bild 13

Einkerbigen des Gummimantels



Bild 14

Abgemantelte und abisolierte Leitung

- Aufgaben:
9. Erkundige dich nach den Teilen auf Bild 10 und benenne sie!
 10. Welche Isolierstoffe findest du an der Geräteschnur?
 11. Nenne weitere Anwendungsbeispiele für Teile aus Plasten!

Anschließen eines Netzsteckers an eine Leitungsschnur

Man verwendet zum Anschließen kleiner Geräte (Plättisen, Lampen usw.) leichte Gummischlauchleitungen oder textilumspinnene Leitungsschnüre.

Bild 15 zeigt den Aufbau einer textilumspinnenen Leitungsschnur. Die Leiter sind mit einem Baumwollfaden umwickelt und einer Gummiisolation umpreßt. Unter der Umflechtung befindet sich der Füllstoff, durch den die Leitung die runde Form erhält.

Aufgabe: Eine Leitungsschnur mit Umflechtung aus Textil soll an einen Netzstecker angeschlossen werden.



Bild 15



Bild 16

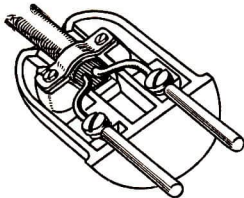


Bild 17

Arbeitsgänge:

1. Aufschrauben des Netzsteckers.
2. Abmessen, wie lang die Leitung abzuisolieren ist.
3. Zurückschieben der Umflechtung um das erforderliche Stück.
4. Umwickeln des Endes der Umflechtung mit Zwirn.
5. Abschneiden des überflüssigen Füllstoffes mit Messer, Schere oder Seitenschneider.
6. Abisolieren der Adern.
7. Verzinnen der Adern.
8. Biegen der Ösen mit der Rundzange.
9. Anklemmen der Ösen an die Steckertifte.
10. Lösen der Zugentlastungsschelle.
11. Festklemmen der Leitungsschnur mit der Zugentlastungsschelle.
12. Zuschrauben des Netzsteckers.

Bei Reparaturen wird an Stelle des Zwiern vielfach Isolierband verwendet. Die normale Breite wird halbiert, so daß etwa 5 mm breite Streifen entstehen. Damit werden das Ende der Umflechtung und von dort aus die einzelnen Adern umwickelt. Die abzuisolierenden Enden der Adern bleiben frei.

Aufgaben: 12. Isoliere einen isolierten Leiter ab!

- a) mit dem Messer,
- b) mit der Abisolierzange!

13. Wo werden in deinem Betrieb Handgeräteleitungen verwendet?

14. Führe die oben beschriebene Arbeit selbst aus! Bei Unklarheiten frage deinen Betreuer!

15. Warum werden die abisolierten Enden der Adern verzinkt?

Arbeitsordnung, Arbeitsschutz

1. Die zur Durchführung der Arbeit erforderlichen Arbeitsgänge werden vor Arbeitsbeginn festgelegt.
2. Material, Werkzeuge, Geräte und Hilfsmittel werden bereitgestellt.
3. Für die Montage wird ein Werkzeugkasten verwendet, in dem das Werkzeug übersichtlich aufbewahrt ist.
4. Es ist darauf zu achten, daß während der Arbeit die Werkzeuge nicht durcheinandergebracht werden!

Sind mehrere gleiche Teile herzustellen, kann es vorteilhaft sein, gleiche Arbeitsgänge an allen Teilen hintereinander auszuführen. So werden zum Beispiel an einem Kunststoffteil zunächst alle Bohrungen eines Durchmessers und danach alle Bohrungen des anderen Durchmessers gebohrt. Sind mehrere Geräteschnüre herzustellen, können alle Enden der Leitungsschnüre nacheinander zum Verzinnen vorbereitet und dann gemeinsam verzinnt werden.

Merke: Durch richtige Arbeitsordnung und gute Arbeitsorganisation kann die Leistung gesteigert werden, ohne daß sich der Arbeiter körperlich mehr anstrengen muß.

Hinweise für die Unfallverhütung

1. Arbeite nur an Anlagen, die nicht unter Spannung stehen! Bevor du beginnst, überzeuge sich, ob die Anlage tatsächlich spannungslos ist!
2. Geh beim Abisolieren mit dem Messer vorsichtig um! Nicht gegen die Hand arbeiten!
3. Setze Anlagen, an denen du gearbeitet hast, erst in Betrieb, nachdem sie vom Betreuer überprüft wurden!
4. Achte auf die ordnungsgemäße Beschaffenheit der Werkzeuge!
5. Beachte beim Arbeiten mit Sägen, an der Bohrmaschine, beim Löten und Verzinnen die Anweisungen zur Unfallverhütung, die im Grundlehrgang Metallbearbeitung gegeben wurden!

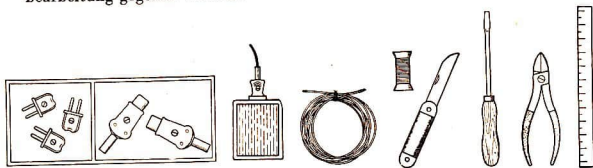


Bild 18

Arbeitsplatz zum Anfertigen von Geräteschnüren (vereinfacht)

- Aufgaben:**
16. Aus welchem Werkstoff besteht ein Netzstecker?
 17. Erkundige dich in deinem Betrieb nach Beispielen, wie die Arbeiter ihre Leistungen durch Verbessern der Arbeitsorganisation gesteigert haben!
 18. Welche Unfallschutzmaßnahmen mußt du beim Einbinden eines Netzsteckers beachten?



Hauptaufgabe der Elektroinstallateure und Elektromonteure ist es, elektrische Leitungen zu verlegen. Beim Herstellen und Verlegen von Leitungen müssen die geltenden Vorschriften beachtet werden, damit keine Unfälle entstehen können. Der Fachmann ist in der Lage, die Leitungen entsprechend auszuwählen und vorschriftsmäßig zu verlegen.

Installationsmaterial



Bild 1a
Unter-Putz-Abzweigdose



Bild 1b
Abzweigdose für
Feuchtraum



Bild 2a
Unter-Putz-Schalter



Bild 2b
Gekapselter Schalter

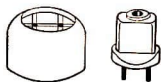


Bild 3a

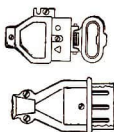


Bild 3b

Abzweigdosens und Abzweigkästen

In allen Elektroinstallationen müssen Leitungsabzweigungen hergestellt werden. Dazu dienen in Lichtanlagen Abzweigdosens. Für sehr viele oder starke Adern (z. B. in Drehstromanlagen) werden Abzweigkästen verwendet.

Schalter

Schalter sollen elektrische Anlagen, Maschinen und Geräte ein- und ausschalten. Sie sind, ihrem Verwendungszweck entsprechend, unterschiedlich aufgebaut. Lichtschalter werden als Dreh- und Kippschalter hergestellt.

Steckvorrichtungen

Steckvorrichtungen dienen zum Anschluß ortsveränderlicher Betriebsmittel. Sie bestehen aus Stecker und Steckdose. Steckvorrichtungen in Drehstromanlagen werden dreipolig ausgeführt und haben außerdem Schutzkontakte.

- Aufgaben:**
1. Wo sind in deinem Betrieb Stahlpanzerrohre verlegt worden? Warum?
 2. Erkundige dich, wie die Rohre miteinander verbunden werden!
 3. Was ist Gummirohr?
 4. Wozu wird Gummirohr verwendet?
 5. Wodurch unterscheiden sich Auf-Putz-Abzweigdosens von Unter-Putz-Abzweigdosens?

Bild 4

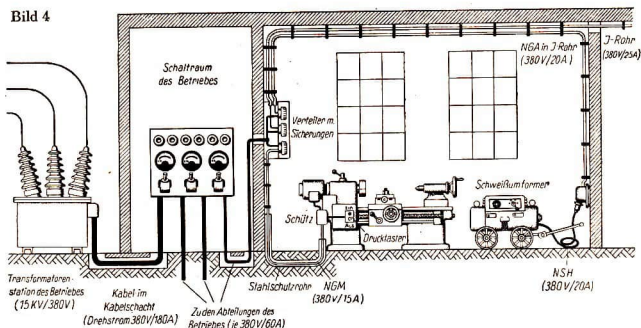


Bild	Kurz-bez.	Bezeichnung	Aufbau	Verwendung
a) 	NGM			
b) 	NGA	Normen-Gummi-aderleitung	Kupfer- oder Aluminiumleiter, Baumwollband, Gummiisolierung, Baumwollumflechtung	
c) 	NSH	Normen-Schwere-Handgeräte-leitung		zum ortsver-änderlichen An-schluß größerer Motoren
	NLH			für ortsveränderliche kleine elektrische Handgeräte

- Aufgaben:**
6. Sieh dir Schalter in Drehstromanlagen an! Stelle fest, wie sie betätigt werden!
 7. Erkundige dich, wie Abzweigdosen, Schalter und Steckdosen für Installationen in feuchten Räumen beschaffen sein müssen!
 8. Welche Maschinen deines Betriebes werden über Steckvorrichtungen an das Netz angeschlossen?
 9. Vervollständige die Übersicht!
 10. Vergleiche die Übersicht mit der Abbildung!

Bild 5

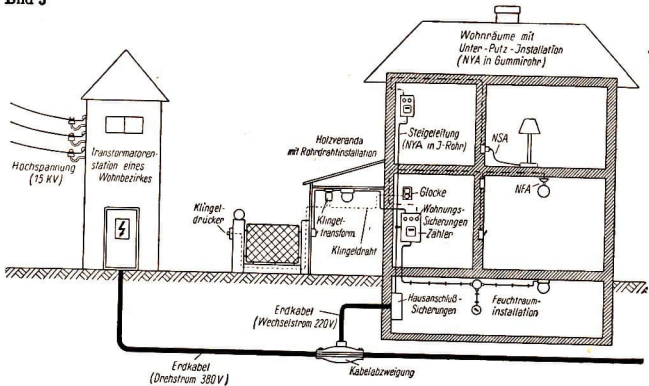


Bild	Kurz-bez.	Bezeichnung	Aufbau	Verwendung
	NYA	Normen-Kunststoff-aderleitung	Kupfer- oder Aluminiumleiter, Kunststoff-isolation	in Isolierrohr in trockenen Räumen
d) 	NRA	Normen-Rohrdraht-aderleitung	Isolierter Leiter, Papier, Blechmantel	in trockenen Räumen auf Putz
	NFA	Normen-Fassungsader		in Beleuchtungskörpern
e) 	NSA	Normen-Schnur-Gummiader		

Aufgaben: 11. Vervollständige die Übersicht!
12. Vergleiche die Übersicht mit der Abbildung!

Bild 6

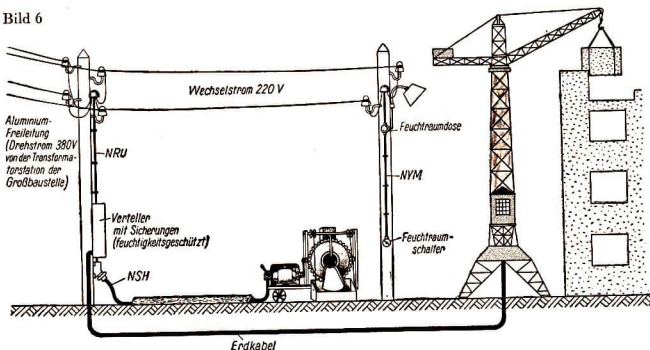


Bild	Kurz-bez.	Bezeichnung	Aufbau	Verwendung
	NYM	Normen-Kunststoff-mantelleitung	isolierte Leiter, Kunststoff-mantel	in feuchten Räumen und im Freien
f) 	NRU	Normen-Rohrdrat-aderleitung, umhüllt	isolierte Leiter, Bitumenfüllung, Blechmantel, Juteumhüllung	
g) 	NKBA	Normen-Kabel mit Bandbewehrung und Außenumhüllung	isolierte Leiter, Blei- oder Aluminium-mantel, Umhüllung, Stahlband, äußere Umhüllung	Verlegung im Erdreich
h) 		Stegleitung (Impuleitung)		Verlegung auf dem Mauerwerk vor dem Verputzen

- Aufgaben: 13. Vervollständige die Übersicht!
 14. Vergleiche die Übersicht mit der Abbildung!

Arbeiten und Arbeitstechniken beim Verlegen von Leitungen

Erdarbeiten

Beim Bau von Freileitungen sind Masten zu setzen. Die Mastlöcher werden gegraben oder gebohrt. Erdkabel verlegt man in Kabelgräben. Durch die Kabellegemaschine wird diese Arbeit mechanisiert.

Die Maschine legt die Kabel in die gewünschte Tiefe, ohne daß Gräben ausgehoben werden müssen. Sie wird vorläufig von der Deutschen Post zum Verlegen von Fernsprechkabeln über weite Strecken verwendet. Täglich werden etwa 6 km verlegt, dabei sind 12 Arbeitskräfte nötig. Ohne diese Maschine würden für dieselbe Strecke etwa 600 Arbeitskräfte gebraucht.

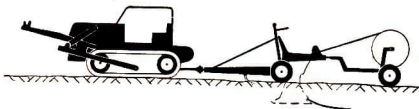


Bild 7
Kabel-Legemaschine bei der Arbeit (schematisch)

Mauerarbeiten

Bei der Herstellung von Elektroinstallationen wird gestemmt, gegipst und zementiert. Gips darf nur in trockenen Räumen verwendet werden. In feuchten Räumen und im Freien wird mit Zement gearbeitet.

Für Unter-Putz-Leitungen wurden die Kanäle vor dem Verputzen in das Mauerwerk eingestemmt. Diese schwere und zeitraubende körperliche Arbeit wurde durch Maschinen erleichtert oder durch neue Installationsverfahren überflüssig.

Dübel dienen zur Befestigung von Leitungen, Dosen und Schaltern. Sie müssen fest in der Wand sitzen.

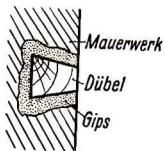


Bild 8
Richtig geformter und
eingesetzter Dübel

Arbeitsgänge beim Dübelsetzen

1. Dübel zuschneiden;
2. Dübelloch anzeichnen;
3. Dübelloch stemmen;
4. Gips ansetzen
(Gefäß mit Wasser; Gips
hineinschütten, bis er
breiig wird; wenig um-
rühren);
5. Dübelloch mit einem Pin-
sel anfeuchten;
6. Dübelloch mit Gips
füllen;
7. Dübel eindrücken, dann
mit dem Hammer leicht
einschlagen;
8. Rest des Loches mit Gips
füllen und mit dem Spach-
tel glattstreichen;
9. nach kurzer Zeit Ober-
fläche mit feuchtem Pin-
sel glätten.

- Aufgaben:
15. Frage deinen Betreuer, welche Maschinen das Stemmen erleichtern!
 16. Welche Bauelemente werden eingegipst oder einzementiert?
 17. Warum ist der Dübel in Bild 13 zweckmäßig geformt?
 18. Warum wird im Freien mit Zement gearbeitet?

Anzeichnen des Leitungsweges

Die am Anfang dieses Themas genannten Leitungsarten werden nach verschiedenen Methoden verlegt. Einige Arbeitstechniken, die beim Verlegen aller Leitungen immer wieder auftreten, sollst du kennenlernen. Auf dem Putz verlegte Leitungen müssen gerade verlaufen. Deshalb wird der Leitungsweg durch Schnurenschläge angezeichnet.

Die Schnur wird durch ein Stück Papier gezogen, auf dem sich Farbe, Ruß oder Gips befindet.

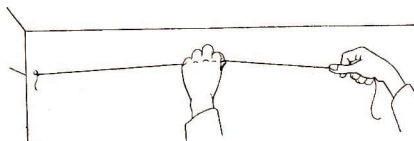


Bild 9
Schnurenschlag

Die Abbildung zeigt, wie ein Schnurenschlag ausgeführt wird.

Setzen von Dosen und Schaltern

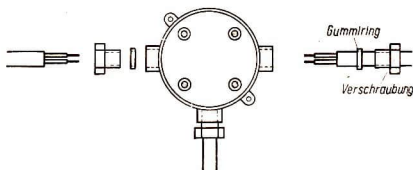


Bild 10
Abzweigdose für
Feuchtraumleitung

In das Mauerwerk werden Holz- oder Stahldübel gesetzt und Dosen und Schalter aufgeschraubt.

Feuchtraumdosen und Schalter auf Beton oder Stahl werden neuerdings auch geklebt. Abzweigdosen für Feuchtraumleitungen haben Verschraubungen, die zum Abdichten der Leitungseinführungen dienen. In feuchten Räumen werden die Köpfe der Befestigungsschrauben vor dem Fertigstellen der Installation mit Dichtungskitt verkittet, damit sie nicht rosten und später wieder leicht zu lösen sind.

In Unter-Putz-Installationen werden die Dosen für Leitungsabzweigungen, Schalter und Steckdosen vor dem Verputzen in die Wand eingelassen und festgekipst. Die Dose muß um Putzstärke aus dem Mauerwerk hervorragen.

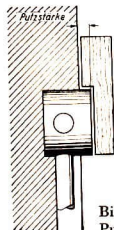


Bild 11
Putzschablone

- Aufgaben:**
19. Warum wird die Schlagschnur durch Farbe, Ruß oder Gips gezogen?
 20. Wie führt du einen senkrechten Schnurenschlag aus?
 21. Laß dir einen Stahldübel zeigen! Frage, wie er in der Wand befestigt wird!
 22. Warum wird vor dem Einziehen starker Holzschrauben vorgebohrt?

Abmessen und Absetzen von Leitungen

Die Länge der Leitungsenden zwischen den Klemmdosen wird mit dem Gliedmaßstab abgemessen. Bei Rohrdrahten und Mantelleitungen müssen zum Klemmen in den Dosen je 8 cm zugeschlagen werden.

Absetzen eines Rohrdrahtes

Mit einem Montagemesser wird der Blechmantel, angefangen bei der Naht, eingekerbt. Mit einem Seitenschneider entfernt man den Blechmantel durch Heben und Öffnen der Naht. (Ebenso verfährt man bei gefalzttem Isolierrohr, dessen Blechmantel 3 mm von den Enden entfernt wird.)

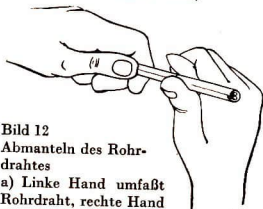
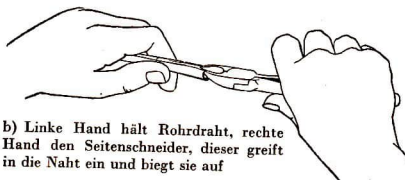


Bild 12

Abmanteln des Rohrdrahtes

a) Linke Hand umfaßt Rohrdraht, rechte Hand führt das Messer



b) Linke Hand hält Rohrdraht, rechte Hand den Seitenschneider, dieser greift in die Naht ein und biegt sie auf

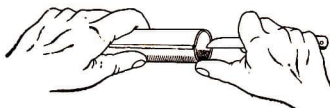


Bild 13

Linke Hand umfaßt Rohr, rechte Hand führt Messer

Rohrdraht hat Papier oder Bitumen als Isolier- und Füllstoff. Am Blechmantel sollen 3 mm bis 5 mm stehenbleiben. Damit das besser gelingt, wird das Papier am Ende des Blechmantels etwa 4 mm breit mit einem Faden oder mit einem schmalen Streifen Isolierband umwickelt. Anschließend wird das nicht umwickelte Papier mit dem Messer entfernt.

Zuschneiden eines Falzrohres

Dünne Falzrohre werden mit dem Messer auf Länge geschnitten. Für starke Falzrohre wird die Säge benutzt. Der an der Schnittstelle entstehende Grat muß mit dem Messer entfernt werden, damit sich der Draht später ungehindert einziehen läßt.

Am Rohrende werden etwa 3 mm des Blechmantels entfernt. Das Blech wird mit Messer oder Säge eingekerbt und mit der Kombinationszange gelöst.

- Aufgaben:
23. Du mißt zwischen zwei Feuchtraumdosen eine Leitungslänge von 2,45 m. Wie lang muß die Mantelleitung abgeschnitten werden?
 24. Warum entfernt man bei Rohrdraht das Papier nicht bis an den Blechmantel?
 25. Wie wird NGM abgemantelt?

Biegen und Befestigen der Leitungen

Rohrdrähte und Isolierrohre (Falzrohr) werden mit einer Biegezange gebogen. Die Naht liegt dabei möglichst seitlich. Niemals wird auf der Naht gebogen.

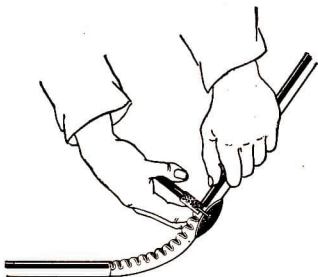


Bild 14
Biegen eines Rohrdrahtes

Auf dem Putz verlegte Isolierrohre und Rohrdrähte werden mit Schellen angeschraubt oder mit Blitzschellen angenagelt.

Bügelschellen dienen zum Befestigen stärkeerer Rohre. Für mehrere nebeneinanderlaufende Rohre werden Mehrfachschellen benutzt.

In feuchten Räumen werden kabelähnliche Leitungen verlegt. Dazu zählen z. B. NGM, NRU. Sie werden auf Abstandsschellen befestigt.

Die Schellen können wie Feuchtraumdosen an Betonwände auch geklebt werden. Die kabelähnlichen Leitungen werden erst verlegt, wenn alle Schellen befestigt sind.

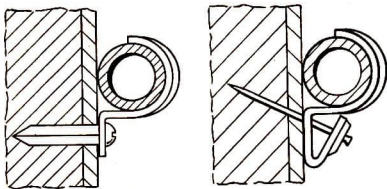


Bild 15
So muß eine Schelle das Rohr halten

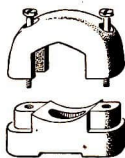


Bild 16
Isolierstoffabstandsschelle

- Aufgaben:**
26. Warum dürfen Falzrohre nicht auf der Naht gebogen werden?
 27. Laß dir Bügel- und Mehrfachschellen zeigen! Skizziere sie!
 28. Warum kann man auf Putz keine Teile kleben?
 29. Erkundige dich, wie Gummirohre und Stegleitungen in Neubauten befestigt werden!

Einziehen des Drahtes in Unter-Putz-Installation

In Unter-Putz-Leitungen wird der Draht erst nach dem Verputzen in das Rohr (Gummirohr) eingezogen. Dazu benutzt man ein Stahlband, das durch das Rohr geschoben wird. Die Drähte (NYA oder NGA) werden an das Stahlband gebunden. Ein Arbeiter zieht das Stahlband (links im Bild) und ein zweiter führt die Drähte.

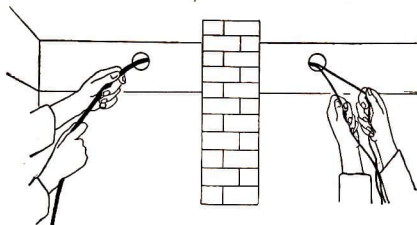


Bild 17
Einziehen der Leitungsdrähte
in das eingeputzte Rohr

Klemmarbeiten

Sind alle Leitungen verlegt und in Unter-Putz-Installationen die Drähte eingezogen, werden die Dosen verklemmt, die Schalter und Steckdosen montiert.

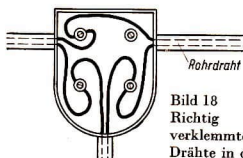


Bild 18
Richtig
verklemmte
Drähte in der
Abzweigdose

Die isolierten Adern werden mit dem Seitenschneider auf Länge geschnitten und mit dem Messer oder der Abisolierzange abisoliert.

Die Drähte werden in den Abzweigdosen so verbunden, daß die gewünschte Schaltung entsteht. Für sehr viele oder sehr starke Adern (z. B. in Drehstromanlagen) werden Abzweigkästen verwendet. Sie sind wegen der stärkeren Leiterquerschnitte größer als die Abzweigdosen in Lichtanlagen.

Biegen einer Öse

Für die Güte eines Kontaktes ist vor allem der Druck wichtig, den die Leiter aufeinander ausüben. Klemmschrauben sind daher stets fest anzuziehen, aber nicht so fest, daß der Draht unter der Klemme abgequetscht wird.

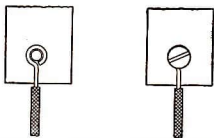


Bild 19
Klemmen einer Drahtöse

Aufgaben: 30. Biege einige Ösen an Abfallenden! Vergleiche miteinander, wer die beste Öse gebogen hat!

31. Warum muß die Drahtöse so aufgesetzt werden, wie Bild 19 es zeigt?

Auswechseln von Schaltern und Steckdosen

Anschließen eines Unter-Putz-Schalters

Zum Verklemmen von Dosen braucht man Fachkenntnisse, Übung und Erfahrung. Dagegen läßt sich ein Schalter relativ einfach anbringen oder auswechseln.

Auf-Putz-Schalter werden mit Holzschrauben befestigt. Unter-Putz-Schalter haben zwei Befestigungsklauen aus Stahlblech, die sich durch Schrauben lösen und spreizen lassen. Die Anschlußenden der Drähte sollen in der Schalterdose etwa 8 cm lang sein.

Arbeitsgänge

1. Lösen des Schalterknebels und Abnehmen des Deckels;
2. Einführen des Schalters in die Schalterdose;
3. Spreizen der Befestigungsklauen durch Anziehen der Schrauben;
4. Abisolieren der Leitungen (NGA oder NYA);
5. Biegen der Ösen;
6. Anklemmen der Ösen;
7. Aufsetzen des Schalterdeckels und Aufschrauben des Knebels.

Steckdosen werden ähnlich befestigt.

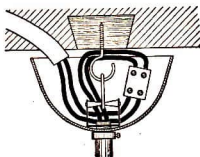


Bild 20

Aufhängen und Anschließen einer Pendelleuchte

Viele Beleuchtungskörper werden mit einem Deckenhaken an der Decke befestigt. Dieser wird in die Holzdecke oder in einen Holzdübel eingeschraubt. Dabei darf nicht zu stark vorgebohrt werden, damit der Deckenhaken fest angezogen werden kann.

In Neubauten mit Betondecken werden beim Betonieren der Decke lange durch die Decke hindurchreichende Deckenhaken eingesetzt.

Arbeitsgänge

1. Lösen der Deckenkappe (Baldachin) vom Pendelrohr;
2. Abisolieren der NGA- oder NYA-Drähte und der Fassungsadern;
3. Aufhängen der Leuchte am Deckenhaken;
4. Verbinden der Leiter mit der Lüsterklemme (Lüster, auch Kronleuchter);
5. Hochschieben und Festschrauben der Deckenkappe;
6. Einschrauben der Glühlampe und Funktionsprüfung;
7. Aufsetzen der Glaskugel.

Aufgaben: 32. Warum werden die Leiter in Dosen nicht auf kürzestem Wege zu den Klemmen geführt?

33. Warum muß ein Deckenhaken gut festsitzen?

34. Schreibe einen Bericht darüber, wie du eine Pendelleuchte fachgerecht aufgehängt und angeschlossen hast!

Lampenschaltungen

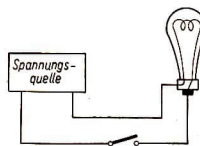


Bild 21
Prinzip der Ausschaltung

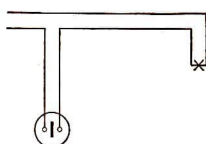


Bild 22
Ausschaltung

Ausschaltung

Die Ausschaltung wird in Räumen verlegt, wo von nur einer Stelle eine Leuchte aus- und eingeschaltet werden soll. Sie stellt einen einfachen Stromkreis dar, der durch einen Schalter geschlossen und unterbrochen wird.

Bild 23
Prinzip der Serienschaltung

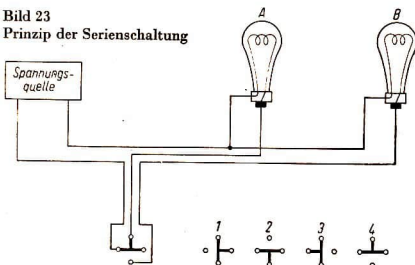


Bild 24
Serienschaltung

Serienschaltung

Schalterstellung	Welche Lampe leuchtet?
1	Aus
2	
3	
4	

Die Serienschaltung wird zum Beispiel für einen Kronleuchter verwendet, bei dem die Lampen zwei Gruppen bilden.

Wird der Schalter einmal betätigt, dreht sich die Brücke im Schalter um eine Vierteldrehung.

Merke: Die Serienschaltung bietet die Möglichkeit, Energie zu sparen.

- Aufgaben:**
35. Wo findest du in deiner Wohnung die Ausschaltung?
 36. Trage in die Übersicht ein, welche Lampen bei den verschiedenen Schalterstellungen der Serienschaltung leuchten!
 37. Wo findest du im Schulhaus die Serienschaltung?

Wechselschaltung

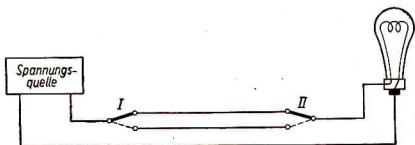


Bild 25
Prinzip der Wechselschaltung

Wo eine Leuchte von zwei Stellen geschaltet werden soll (zum Beispiel Korridor), findet man die Wechselschaltung. Der Mittelpunktsteiter (Null) geht direkt zur Leuchte. Der Außenleiter (Phase) geht zur Brücke des einen Schalters. Der zweite Kontakt der Leuchte ist mit der Brücke des anderen Schalters verbunden.

Die beiden Leitungen, die von einem zum anderen Schalter gehen, nennt man Korrespondierende.

(Korrespondieren heißt miteinander Verbindung halten, schriftlich Gedanken austauschen. Hier tauschen die beiden Leitungen ihre Funktion als Leiter, sie verbinden abwechselnd Schalter und Lampe miteinander.)

Die Wechselschaltung kann durch Einfügen weiterer Schalter (Kreuzschalter) in die Korrespondierenden zur Kreuzschaltung erweitert werden. Diese ist in Treppenhäusern zu finden, in denen die Beleuchtung von mehr als drei Stellen aus- und eingeschaltet werden muß.

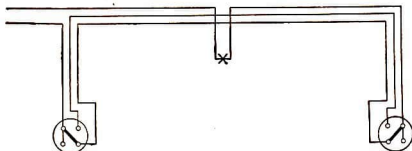


Bild 26
Wechselschaltung

Schalter- stellung	Lampe	Schalter- stellung
	An	

Defekte Lichtschalter werden ausgewechselt, selten repariert. Die Reparatur ist oft teurer als die Neuherstellung.

Beim Auswechseln eines Wechselschalters ist die Lage der Klemmen zu beachten. Die Klemme zur Brücke ist meist mit P bezeichnet.

- Aufgaben:** 38. Beschreibe die Funktion der Wechselschaltung nach Bild 25!
39. Vervollständige die Übersicht neben Bild 26!

Eine moderne Installationsmethode

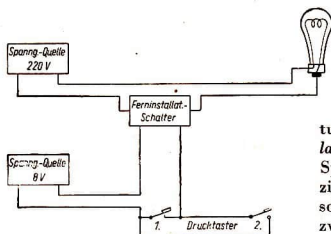
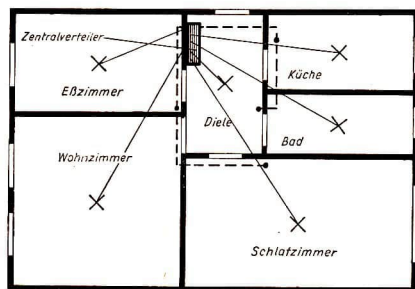


Bild 27
Schwachstromgesteuerte Lampen-
schaltung

Etwas Neuartiges sind die Lampenschaltungen mit *schwachstromgesteuerten Installations-Fernschaltern*. Im Schalter ist eine Spule. Durch einen Schwachstromimpuls zieht sie einen Eisenkern in sich hinein und schaltet den Schalter ein. Durch einen zweiten Impuls wird der Schalter wieder ausgeschaltet. Eine Leuchte oder eine Lampengruppe kann von mehreren Stellen geschaltet werden.

Diese Lampenschaltung wird in Neubauten verlegt. Im Korridor befindet sich ein Zentralverteiler mit den Installations-Fernschaltern für alle Räume. Die Leitungen (NGM) werden auf dem Fußboden der darüberliegenden Wohnung verlegt und später durch den Fußbodenbelag (Holzbeton) abgedeckt. Vom Zentralverteiler aus führen die Schalterleitungen (Klingeldraht) auf dem Mauerwerk (im Putz) zu den Drucktastern (Klingeldrucker).



Die Steckdosenleitungen verlegt man auf dem Fußboden der zu installierenden Wohnung.

Werden viele gleiche Wohnungen (Typenwohnungen) installiert, können die Leitungen in der Werkstatt in Serienfertigung auf Länge geschnitten, abgemantelt und abisoliert werden.

Bild 28
Installationsplan (vereinfacht)

- Aufgaben:**
40. Welche Vorteile hat die Lampenschaltung mit Installations-Fernschaltern gegenüber der Wechselschaltung?
 41. Überlege, welche Vorteile sich aus der modernen Installationsmethode ergeben!

Arbeitsordnung, Arbeitsschutz

Bevor der Elektriker mit der Installation einer Anlage beginnt, verschafft er sich an Hand der Bauzeichnung oder durch Besichtigung des Objektes einen Überblick. Das gilt auch für die Installation eines einzigen Raumes.

Arbeitsablauf

1. Auswahl des Materials entsprechend dem Verwendungszweck (Unter-Putz-, Auf-Putz- oder Feuchtrauminstallation usw.);
2. Festlegen der Leitungsführung;
3. Ausmessen der Leitung;
4. Zusammenstellen des benötigten Materials in einer Liste.

Beispiel für eine Materialaufstellung:

Falzrohr 11 mm Ø	12,5 m	Holzschrauben 3 × 10 mm	4 Stück
Klemmdosen a. P.	3 Stück	Deckenhaken	1 Stück
Ausschalter a. P.	1 Stück	Lüsterklemmen	1 Stück
Steckdosen a. P.	2 Stück	Schellen und Stahlnägel	40 Stück
NYA	21 m	Endhüllen	1 Stück
Holzschrauben 4 × 15 mm	6 Stück	Holzdübelleiste und Gips	

Zur Aufbewahrung und zum Transport des Werkzeuges für größere Montagearbeiten benutzt der Elektroinstallateur einen Werkzeugkasten. Vor Arbeitsbeginn wird alles nach Arbeiten geordnet bereitgelegt.



Bild 29

Werkzeug und Material für die Gummirohrverlegung

Hinweise zur Unfallverhütung

1. Arbeite niemals an Anlagen, die unter Spannung stehen! Sicherungen herausdrehen, mit an den Arbeitsplatz nehmen; Warnschilder aufhängen!
2. Installierte Anlagen erst unter Spannung setzen, wenn sie vom Fachmann überprüft sind!
3. Spitze Werkzeuge (offenes Messer, Schraubenzieher, Reißnadel, Nagelbohrer usw.) nicht in der Tasche des Arbeitsanzuges tragen!
4. Leitern gegen Abgleiten sichern, beim Stemmen Schutzbrille tragen!

Aufgaben: 42. Fertige eine Materialaufstellung für eine Installationsarbeit an, bei der du mitgeholfen hast!

43. Wie werden Leitern gegen Abgleiten gesichert?

44. Warum sollst du beim Stemmen eine Schutzbrille tragen?



Erläuterung einiger Begriffe

Prüfen heißt feststellen, ob der Prüfling die von ihm geforderten Eigenschaften besitzt. Dazu sind oft viele und verschiedene Teilprüfungen erforderlich, die man auch in der Elektrotechnik in die zwei Hauptgruppen *maßliches Prüfen* und *nichtmaßliches Prüfen* einteilen kann:

Maßliches Prüfen

In dieser Hauptgruppe gibt es mehrere Untergruppen, von denen die Untergruppe *Messen* am häufigsten vorkommt. *Messen* heißt feststellen, wie oft die Einheit einer Größe in der zu messenden Größe enthalten ist. Dabei wird ein *Meßwert* ermittelt.

Nichtmaßliches Prüfen

Den Begriff „Nichtmaßliches Prüfen“ verwendet man in der Praxis kaum. Man sagt dafür häufig nur „Prüfen“. Durch die hierzu gehörenden Verfahren wird festgestellt, ob im Prüfling eine elektrische Größe oder ein bestimmter elektrischer Zustand vorhanden ist. Dabei wird *kein Meßwert* ermittelt.

Meß- und Prüfgeräte nennt man die Hilfsmittel zum Prüfen, *Meßplatz* heißt ein Arbeitsplatz, der mit Meßgeräten für mehrere Messungen ausgestattet ist. *Prüffeld* heißt eine große Meßeinrichtung, an der viele Messungen gleichzeitig oder unmittelbar hintereinander vorgenommen werden können.

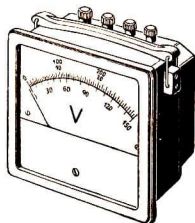


Bild 1
Tragbarer Spannungsmesser

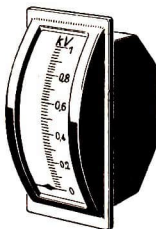


Bild 2
Spannungsmesser
(Profilmeßgerät)

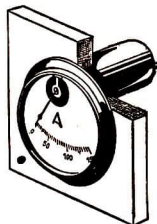


Bild 3
Strommesser (Schalttafel-Einbaumeßgerät)

Aufgabe: 1. Nenne aus deinem Betrieb Beispiele für *maßliches* und *nichtmaßliches Prüfen* in der Elektrotechnik!

Teile und Kennzeichen der Meßgeräte

Die Hauptteile der Meßgeräte sind: das *Meßwerk*, das *Skalenblatt*, das *Gehäuse*.

Das Gehäuse bewahrt das Meßwerk vor Staub, Nässe und anderen schädlichen Einflüssen. Es gibt dem ganzen Meßgerät ein schönes Aussehen. Aber das Gehäuse hat auch einen Nachteil. Man kann einem Meßgerät nämlich nicht ansehen, welcher Art das darin befindliche Meßwerk ist. Darum benutzt man die in Bild 4 gezeigten Kennzeichen. Sie werden mit auf das Skalenblatt gedruckt und geben so sichtbar Auskunft über alles, was man von einem Meßgerät unbedingt wissen muß.

Die Skala ist die auf dem Skalenblatt befindliche Folge von Strichen, unter oder über denen gewöhnlich Zahlen stehen. Ist der Abstand zwischen zwei nebeneinanderliegenden Strichen an allen Stellen der Skala gleich groß, nennt man die Skala *linear* geteilt. Sind die Abstände an verschiedenen Stellen verschieden groß, nennt man die Teilung *nichtlinear*. Strom- und Spannungsmesser für Gleichstrom haben lineare Skalenteilung, häufig auch die Leistungsmesser für Gleich- und Wechselstrom.

Die am Ende der Skala stehende Maßzahl gibt den Meßbereich des Gerätes an. Stehen dort mehrere Zahlen, so hat das Gerät mehrere Bereiche. Der Spannungsmesser, Bild 1, hat die Meßbereiche 30 V, 150 V und 300 V. *Vorsicht* bei sehr hohen Meßbereichen! Sie gelten meistens nur bei Verwendung eines Zusatzgerätes.

Auch Meßgeräte müssen den Sicherheitsbestimmungen entsprechen. Die Vorschriften verlangen, daß die Isolation der spannungsführenden Teile einer Prüfspannung standhält, die gleich einem Mehrfachen der höchsten Betriebsspannung ist. Das Kennzeichen für die Größe der Prüfspannung befindet sich ebenfalls auf dem Skalenblatt.

Als Anschlüsse für die Meßleitungen findet man bei Einbaumeßgeräten Klemmschrauben oder Lötösen. Tragbare Meßgeräte sind mit Apparatklemmen versehen, in die man zugleich einen Bananenstecker stecken und einen Draht oder Kabelschuh klemmen kann.

A Strom- messer		Drehspul- meßwerk	— Gleichstrom		senkrechte Gebrauchslage
V Spannungs- messer		Dreheisen- meßwerk	~ Wechselstrom		waagerechte Gebrauchslage
W Leistungs- messer		Elektro- dynamisches Meßwerk	⋈ Allstrom		schräge Gebrauchslage



Prüfspannung in kV

Bild 4 Kennzeichen für Meßgeräte

Aufgaben: 2. Sieh dir das Skalenblatt eines Meßgerätes an und erkläre die Zeichen, die sich darauf befinden!

3. Frage deinen Mathematik-Lehrer, woher die Ausdrücke „lineare“ und „nichtlineare“ Skalenteilung kommen!

Die wichtigsten Prüfverfahren

Spannungsmessung

In der Schaltung, Bild 5, soll die Spannung, die an dem Widerstand R liegt, gemessen werden, das heißt also die Spannung zwischen den Punkten a und b . Also muß man auch den Spannungsmesser an diese beiden Punkte anschließen (Bild 6), und die volle Spannung liegt am Meßgerät. Durch das Meßgerät fließt infolgedessen ein Strom, der umso stärker, je kleiner der innere Widerstand des Meßgerätes ist. Große Stromstärke durch das Meßgerät kann aber leicht zu einem falschen Meßergebnis führen. Darum werden Spannungsmesser so konstruiert, daß sie einen sehr hohen Innenwiderstand erhalten. Man erreicht das durch Vorwiderstände zum Meßwerk (Bild 7).

Merke: Das Spannungsmessgerät wird immer mit den zwei Punkten verbunden, zwischen denen die Spannung gemessen werden soll. Die Maßeinheit der Elektrischen Spannung ist 1 V (1 Volt).

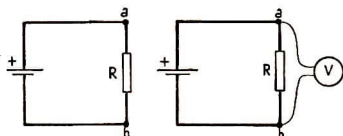


Bild 5

Bild 6



Bild 7

Bild 5
Stromkreis mit
Widerstand R

Bild 6
Richtiger Anschluß
des Spannungsmessers

Bild 7
Spannungsmesser
mit Vorwiderstand

Stromstärkemessung

In der Schaltung (Bild 8) soll die Stärke des Stromes, der den Widerstand R durchfließt, gemessen werden, das heißt also, die Stromstärke, die an jeder Stelle des Stromkreises vorhanden ist. Dann muß man auch das Stromstärkemeßgerät in diesen Stromkreis einfügen (Bild 9), und die volle Stromstärke durchfließt das Meßgerät. Wenn der innere Widerstand des Meßgerätes zu groß ist, führt das wieder zu falschen Meßergebnissen. Stromstärkemeßgeräte sollen also einen recht kleinen Innenwiderstand haben. Man erreicht das durch Nebenwiderstände zum Meßwerk (Bild 10).

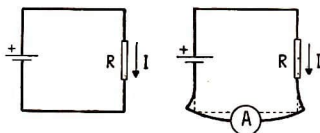


Bild 8

Bild 9

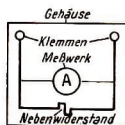


Bild 10

Bild 8
Stromkreis mit
Widerstand R

Bild 9
Richtiges Einfügen des
Stromstärkemeßgeräts in den
aufgetrennten Stromkreis

Bild 10
Stromstärkemesser
mit Nebenwiderstand

Merke: Das Stromstärkemeßgerät wird immer mit den freien Enden des aufgetrennten Stromkreises verbunden, in welchem die Stromstärke gemessen werden soll. Die Maßeinheit der Elektrischen Stromstärke ist 1 A (1 Ampere).

Leistungsmessung

Die von einem Betriebsmittel (Lampe, Heizgerät, Motor) aufgenommene Leistung kann man bestimmen, indem man zweierlei mißt: die Spannung, die an dem Betriebsmittel liegt, und die Stärke des Stromes, der durch das Betriebsmittel hindurchfließt.

Die *Leistung* ist dann gleich dem *Produkt aus Spannung und Stromstärke*:

$$P = U \cdot I \quad \text{Maßeinheit: 1 W (1 Watt)}$$

Dieses Verfahren ist aber umständlich, weil man immer erst rechnen muß. Es hat außerdem den Nachteil, daß die Meßfehler meistens größer sind als bei direkter Leistungsmessung.

Die direkte Leistungsmessung geschieht mit einem Leistungsmeßgerät. Das ist ein Meßgerät mit einem *elektrodynamischen Meßwerk*. Es hat vier Anschlüsse. Zwei Anschlüsse führen zum *Strompfad*, die zwei anderen zum *Spannungspfad* (Pfad = Weg). Der Strompfad wird wie ein Stromstärkemesser, der Spannungspfad wie ein Spannungsmesser geschaltet (Bild 11).

Das Besondere an diesem Meßgerät ist die Tatsache, daß das Gerät auch nur Stromstärke und Spannung mißt, aber die Leistung anzeigt. Es ist also ein „rechnendes“ Meßgerät.

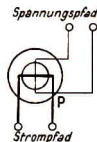


Bild 11
Schaltzeichen
für Leistungsmesser

Widerstandsmessung

Die Größe von Widerständen kann man ebenfalls durch Messen der Stromstärke und der Spannung mit nachfolgender Rechnung bestimmen.

Nach dem Ohmschen Gesetz ist:

$$R = \frac{U}{I} \quad \text{Maßeinheit: 1 } \Omega \text{ (1 Ohm)}$$

Auch dieses Verfahren ist umständlich und ungenau. Man benutzt es daher nur dann, wenn andere Geräte nicht greifbar sind.

In der Praxis, wo es häufig nicht auf große Genauigkeit ankommt, nimmt man gern Widerstandsmeßgeräte mit direkter Anzeige (sogenannte Ohmmeter). Das sind einfache Stromstärkemeßgeräte mit eingebauter Batterie, die in Ohm geeicht sind, oder kleine Meßbrücken (Bild 12).

Für genaue Widerstandsmessungen gibt es hochwertige Meßbrücken.



Bild 12 Meßbrücke

- Aufgaben:**
4. Zeichne eine Schaltung, nach der man gleichzeitig Stromstärke und Spannung für den Widerstand R messen kann. Sprich mit deinem Betreuer darüber, welche Möglichkeiten es gibt und wodurch sie sich voneinander unterscheiden!
 5. Unter welcher Voraussetzung kann man Stromstärkemeßgeräte als Leistungs- oder Widerstandsmesser gebrauchen?

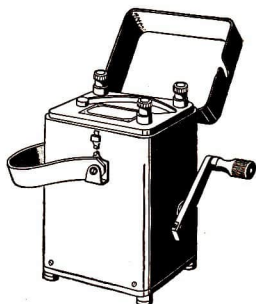


Bild 13 Kurbelinduktor

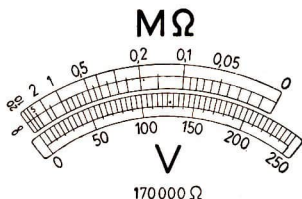


Bild 14 Skala eines Kurbelinduktors

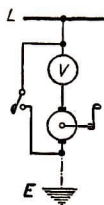


Bild 15
Innere Schaltung
eines
Kurbelinduktors

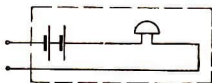


Bild 16 Durchgangsprüfer
mit Wecker

Isolationsmessung

Ideale Nichtleiter oder Isolatoren gibt es nicht. Die technischen Isolierstoffe haben einen äußerst hohen Widerstand und lassen daher bei Betriebsspannung nur einen sehr geringen Strom fließen. Zur Grobmessung des Isolationswiderstandes auf dem Bau und dem Montageplatz wird häufig ein Kurbelinduktor (Bild 13) benutzt.

Der Kurbelinduktor ist ein von Hand angetriebener Generator (Dynamo), der schon bei geringer Drehzahl (n etwa 100 bis 150 1/min) Spannungen von 200 bis 250 V erzeugt.

Mit dem Kurbelinduktor befindet sich im gleichen Gehäuse ein Spannungsmeßgerät. Die Skala des Gerätes ist in Volt (V) und in Megaohm ($1 \text{ M}\Omega = 1000000 \Omega$) geeicht (vgl. „Widerstandsmessung“).

Messen des Isolationswiderstandes gegen Erde:

Der zu prüfende Anlagenteil wird von der Stromzuführung getrennt. Alle Betriebsmittel werden eingeschaltet. Eine Klemme des Kurbelinduktors wird mit einem Punkt der Leitung und die andere Klemme mit der Erde (Wasserleitung) verbunden.

Bei gedrückter Taste wird dann die Kurbel so schnell gedreht, daß der Zeiger des Meßgerätes auf 220 V oder 0 $\text{M}\Omega$ steht. Unter gleichmäßigem Weiterdrehen läßt man die Taste los und liest den angezeigten Widerstand direkt in $\text{M}\Omega$ ab.

Durchgangsprüfung

Der in Bild 16 dargestellte Durchgangsprüfer kann auch Batterie und Glühlampe enthalten. Werden seine Anschlußklemmen durch eine Leitung miteinander verbunden, leuchtet die Lampe.

Enthält eine Mehrfachleitung mehrere gleichfarbige Adern, kann man mit dem Durchgangsprüfer den Anfang und das Ende jeder Ader ermitteln. Leuchtet die Lampe auf, wenn der Durchgangsprüfer an zwei verschiedene Adern angeschlossen ist, so haben diese Adern gegeneinander Schluß, oder sie sind am anderen Ende durch ein Betriebsmittel miteinander verbunden.

Aufgaben: 6. Miß den Isolationswiderstand zwischen zwei Adern einer noch nicht verlegten Mantelleitung (20 m bis 30 m)!

7. Stelle mit einem Durchgangsprüfer Anfang und Ende der Adern einer Geräteschnur fest!

Elektrische Messung nichtelektrischer Größen

Die elektrischen Meßverfahren haben so viele Vorteile, daß man sie auch gern beim Messen nichtelektrischer Größen verwendet. Solche Größen sind:

Drehzahl, Geschwindigkeit,
Temperatur,
Druck,
Mengen von Flüssigkeiten und andere.

Wie man solche nichtelektrischen Größen elektrisch messen kann, soll an zwei einfachen Beispielen gezeigt und erklärt werden.

Drehzahlmessung

Die Spannung eines Generators ist von der Drehzahl abhängig, was man sehr schön am Fahrraddynamo beobachten kann.

Der *Tachodynamo* (Bild 17) ist mit der Welle, deren Drehzahl gemessen werden soll, gekuppelt. Der Zeigerausschlag des angeschlossenen Meßgerätes hängt von der Spannung und damit von der Drehzahl ab. Das Meßgerät kann weit von der Meßstelle entfernt sein.

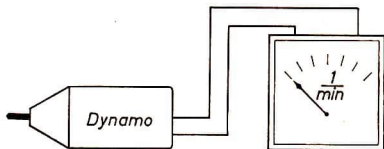


Bild 17
Drehzahlmesser

Temperaturmessung

Es gibt *Thermoelemente*. Das sind Elemente, die Wärmeenergie direkt in elektrische Energie umwandeln können. Für die Energiewirtschaft haben sie keinen Nutzen. Die Gründe dafür werden im Physikunterricht gegeben. In der Meßtechnik dagegen werden sie viel gebraucht, z. B. bei der Temperaturmessung.

Die Spannung eines Thermoelements hängt von der Temperatur ab. Man kann also auch hier wieder an das Thermoelement ein Spannungsmeßgerät, welches in Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$) geeicht ist, anschließen und an einem entfernten Ort aufstellen oder in eine Schalttafel einbauen.

Thermoelemente sind sehr klein. Daher kann man sie auch an Stellen verwenden, an denen man mit dem Thermometer nicht messen könnte, weil auch die kleinsten Thermometer noch viel zu groß dafür sind. Das Prinzip des Fernthermometers ist in Bild 18 zu sehen.

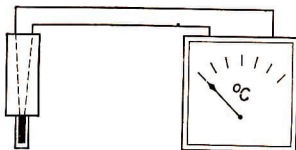


Bild 18
Fernthermometer

- Aufgaben:**
8. Nenne die Vorteile elektrischer Meßverfahren beim Messen nichtelektrischer Größen!
 9. Erkundige dich bei einem Fachmann, wie man beim Kraftwagen den Kraftstoffverbrauch elektrisch mißt! Zeichne die verwendete Schaltung!

Einige Regeln für das Prüfen an elektrischen Anlagen

Messungen an elektrischen Einrichtungen sind immer mit Gefahr für denjenigen verbunden, der die Messungen ausführt. Das gilt auch für Niederspannungsanlagen, in denen große Stromstärken auftreten. Aber auch die Meßgeräte sind gefährdet, wenn sie falsch behandelt werden. Darum ist grundsätzlich zu beachten:

1. Führe Messungen nur unter Anleitung durch einen Fachmann aus!
2. Lege vor der Messung fest, was gemessen werden soll!
3. Wähle das passende Meßgerät! (Betriebsmessungen werden mit robusten Geräten durchgeführt. Für Feinmessungen können Laborgeräte hoher Güteklasse verwendet werden.)
4. Achte stets darauf, daß das Meßgerät für den entsprechenden Meßbereich eingestellt ist!
5. Lege das Gerät nur an Anlagen, bei denen die Stromzufuhr unterbrochen ist!

Schalte die Anlage erst ein, wenn sie vom

6. Betreuer überprüft ist!

7. Schalte die Anlage aus, bevor du den Meßbereich wechselst!

8. Schütze die Geräte vor Stoß, Schlag und Herunterfallen!

9. Benutze nur einwandfreie Prüfschnüre!

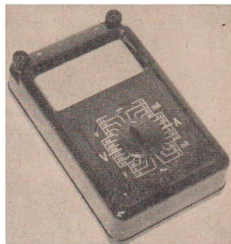


Bild 19 Vielfachmeßgerät

Messen mit dem Vielfachmeßgerät

Das Vielfachmeßgerät oder „Multizet“ (Bild 19) ist ein kombinierter Stromstärke- und Spannungsmesser mit Drehspulmeßwerk und eingebautem Gleichrichter.

Das Multizet I vom VEB Meßgerätewerk Karl-Marx-Stadt hat 26 Meßbereiche. Der gewünschte Bereich wird mit einem Bereichswahlschalter eingestellt. In Zweifelsfällen, d. h. wenn man vorher nicht genau weiß, wie groß die zu messende Spannung oder Stromstärke sein wird, soll man den Meßbereich einstellen, der dem höchsten zu erwartenden Meßwert entspricht. Das gilt besonders für Messungen bei Wechselstrom oder Wechselspannung. Das Meßwerk kann eine kurzzeitige Überlastung vertragen. Dagegen ist der Gleichrichter wesentlich empfindlicher. Besonders schlimm ist es, wenn er nur einen geringen Schaden erlitten hat. Dann schlägt der Zeiger des Gerätes zwar noch aus, stellt sich aber nicht auf den richtigen Meßwert ein. Falsche Meßergebnisse sind die Folge. Unter ungünstigen Umständen – Messungen bei der Gütekontrolle in der Produktion – kann daraus großer wirtschaftlicher Schaden entstehen.



Bild 20

Richtiges Ablesen:

Zeiger und Spiegelbild liegen übereinander



Bild 21

Fehlerhaftes Ablesen:

Zeiger und Spiegelbild liegen nebeneinander

Das Skalenblatt hat einen kreisbogenförmigen Ausschnitt. Dahinter liegt ein Spiegel. Dieser verhütet zusammen mit dem Zeiger, der die Form eines Messers hat und daher auch „Messerzeiger“ heißt, Ablesefehler.

Wenn man nämlich so auf die Skala sieht, daß sich Bild und Spiegelbild des Zeigers decken, dann ist die Blickrichtung zur Skala senkrecht und der abgelesene Wert ist richtig (Bild 20).

Die Skala ist zweimal in je 30 Skalenteile geteilt. Eine Teilung ist *linear* und mit schwarzen Ziffern versehen. Sie gilt für Gleichstrom und Gleichspannung. Die andere, *nichtlineare*, mit roten Ziffern gilt für Wechselstrom und Wechselspannung.

Für die Bereiche 30 V und 300 V sowie 3 mA und 0,3 A macht das Ablesen des angezeigten Meßwertes nicht mehr Schwierigkeiten als bei anderen Meßgeräten. Wenn aber andere Bereiche eingestellt sind, muß man den abgelesenen Wert noch umrechnen. Das ist zwar nicht sehr schwer, erfordert aber doch etwas Übung, so daß man anfänglich dabei leicht Fehler macht. Darum ist es besser, wenn man sich den angezeigten und richtig abgelesenen Wert in Skalenteilen notiert, dazu den Meßbereich, und dann erst umrechnet. Das kann man nach der in der Mathematik behandelten Dreisatzrechnung tun.

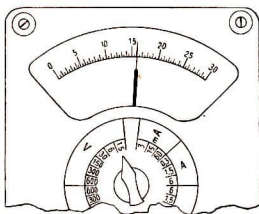


Bild 22

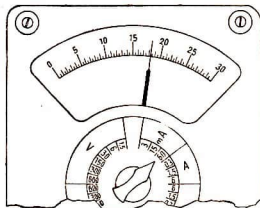


Bild 23

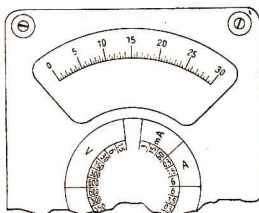


Bild 24

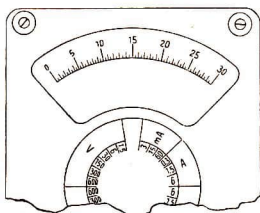


Bild 25

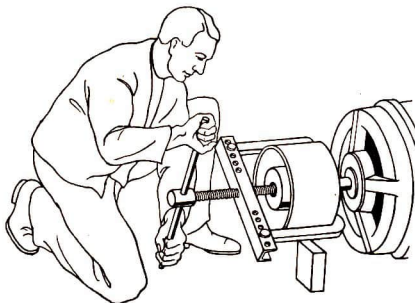
- Aufgaben:**
10. Berechne die angezeigten Meßwerte aus den Bildern 22 und 23!
 11. Zeichne in die Bilder 24 und 25 die Meßwerte 1,23 A Gleichstrom und 5,4 V Gleichspannung ein!
 12. Warum darf man das Gerät auf keinen Fall bei eingeschaltetem Strommeßbereich direkt an eine Spannungsquelle anschließen?



Arbeiten an Motoren

Arbeiten an Elementen der mechanischen Funktion

Elektromotoren brauchen im Gegensatz zu anderen Maschinen wenig Pflege. In gewissen Zeitabständen werden sie gereinigt und geschmiert.



Riemenscheibe, Kupp-
lung oder Zahnrad werden
mit dem Scheibenabzieher
von der Motorwelle gezogen.

Elektromotoren haben
Gleit- oder Wälzlager. Die
Lager befinden sich meist
im Lagerschild. Sehr große
Maschinen sind mit Steh-
lagern ausgestattet.

Bild 1
Abziehen einer
Riemenscheibe

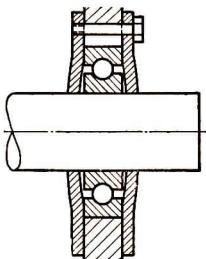


Bild 2 Schnitt durch ein
eingebautes Wälzlager

Die Schrauben werden gelöst, und die äußere Ab-
deckplatte wird entfernt. Nachdem die beiden Lager-
schilder abgeschraubt sind, kann der Anker oder Läufer
herausgezogen werden. Mit Preßluft wird der Staub aus
der Wicklung geblasen oder mit einem Staubsauger
herausgesaugt.

Sind die Wälzlager noch einwandfrei, können sie auf
der Welle verbleiben. Sie werden mit Benzin ausge-
waschen. Dazu benutzt man einen Pinsel. Die Lager
werden neu gefettet, indem man mit dem Finger Vaseline
(Kugellagerfett) zwischen die Wälzkörper streicht.
Staufferfett darf nicht verwendet werden!

Nach dem Zusammenbau des Motors werden Riemen-
scheibe, Kuppung oder Zahnrad mit dem Holzhammer
auf die Welle getrieben.

- Aufgabe:
1. Welche Gefahr besteht, wenn die Wicklung des Motors verstaubt ist?
 2. Warum wird eine Riemenscheibe mit einem Holzhammer auf die Welle getrieben?

Auswechseln von Kohlebürsten

Gleichstrommotoren und Universalmotoren für Gleich- und Wechselstrom erhalten den Strom durch Kohlebürsten über einen Stromwender (Kollektor) zugeführt. Die Bürsten schleifen sich ab und müssen ausgewechselt werden.

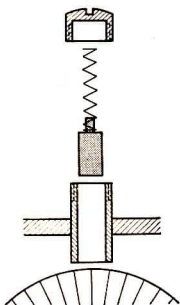


Bild 3
Bürstenhalter
(Durchführungshalter),
Bürste und Schraubkappe
eines Universalmotors

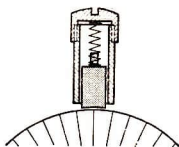


Bild 4
Eingesetzte Bürste

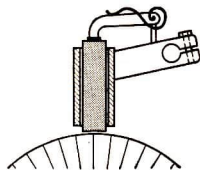


Bild 5
Bürstenhalter
mit Druckfinger

Bei einem kleinen Universalmotor wird die isolierstoffumpreßte Schraubkappe mit dem Schraubenzieher entfernt und die abgenutzte Bürste mit der Feder herausgezogen. Hat man die neuen Bürsten in den Bürstenhalter gesteckt und die Kappe aufgeschraubt, kann der Motor in Betrieb gesetzt werden.

Beim Auswechseln der in der Abbildung dargestellten Bürste ist zunächst der Kabelschuh mit einem Schraubenschlüssel zu lösen. Dann wird der Druckfinger hochgeklappt und die Bürste herausgezogen. Die neue Bürste hat zunächst eine ebene Auflagefläche. Damit sie möglichst großflächig den Kollektor berührt, wird sie eingeschleift.

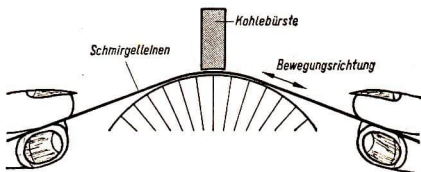


Bild 6
Einschleifen einer Kohlebürste

Arbeiten am Kollektor

Der Kollektor muß blank und rund sein. Zum Abschmirlgeln wird ein Klotz, der an der Arbeitsfläche mit einem Schmirgelleinen bespannt ist, benutzt.

Vorsicht! Motor mit der Hand durchdrehen!

Ist der Kollektor unrund, wird er auf der Drehmaschine überdreht.

Zwischen den Kollektorlamellen befindet sich eine Glimmerisolation. Sie soll nicht bis zur Lauffläche gehen und wird deshalb ausgekratzt oder ausgesägt.

Vorsicht! Nur den Glimmer aussägen! Nicht die Lauffläche zerkratzen!

Zum Abschluß wird der Kollektor mit einer hauchdünnen Schicht Kollektorfett überstrichen.

Prüfen der Wicklungen eines Drehstrommotors auf Schluß

Sprechen die Sicherung oder der Motorschutzschalter eines Motors an, ohne daß der Motor überlastet wurde, kann die Wicklung Schluß haben.

Es wird zwischen Körper- und Wicklungsschluß unterschieden.

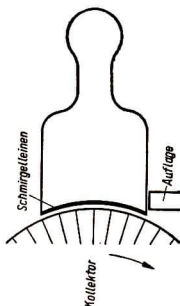


Bild 7 Schmirgelschliffklotz



Bild 8 Aussägen eines Kollektors

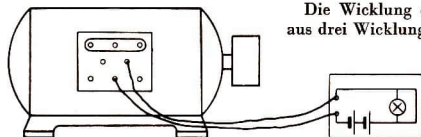


Bild 9 Prüfen eines Motors auf Körperschluß

Prüfen auf Körperschluß

Bei einem Drehstrommotor werden die drei Außenleiter und der Mittelpunktleiter abgeklemmt. Ein Durchgangsprüfer wird mit seinen Anschlußleitungen an eine Klemme des Motors und an das Motorgehäuse gelegt. Leuchtet die Lampe auf, hat die Wicklung Körperschluß.

Prüfen auf Wicklungsschluß

Die Wicklung eines Drehstrommotors besteht aus drei Wicklungssträngen, deren Enden an drei nebeneinander angeordneten Klemmen liegen. Werden die Brücken am Klemmbrett entfernt, dürfen die Wicklungsstränge keine leitende Verbindung miteinander haben.

- Aufgaben:**
3. Wie wird ein Drehstrommotor auf Wicklungsschluß geprüft?
 4. Warum wird der Glimmer aus dem Kollektor gesägt?

Arbeiten an Schaltern

An Schaltern wird der Stromkreis nach Bedarf geschlossen oder unterbrochen. Die Kontakte der Schalter müssen, wenn eingeschaltet ist, fest aneinanderliegen. Beim Ausschalten müssen sich die Kontakte schnell öffnen.

Viele Schalter werden mechanisch betätigt.

Eine besondere Art Schalter ist das sogenannte *Schütz*. Es enthält eine Spule; fließt Strom durch diese, wird ein Magnetfeld aufgebaut, das den Schalter einschaltet. Das Schütz kann von verschiedenen Stellen aus durch Drucktaster aus- und eingeschaltet werden. Der starke Motorstrom fließt über die Kontakte des Schützschalters, während über die Drucktaste nur ein schwacher Steuerstrom fließt.

Aus Schützen muß das Öl ausgetauscht werden, sobald es verunreinigt ist. Dazu löst man den Behälter, nimmt ihn vom Schalter nach unten weg und wartet, bis das Öl abgetropft ist. Der Behälter wird entleert, die Kontakte werden gereinigt; dann wird frisches Öl bis zum Eichstrich aufgefüllt und der Behälter wieder montiert.

Viele Kontakte lassen sich abschrauben und durch neue ersetzen. Einige Kontakte sind mit Splint und Feder befestigt (Bild 12). Die Feder sorgt für einen gleichbleibenden Kontaktdruck. Es ist darauf zu achten, daß sie beim Auswechseln nicht verlorengeht.

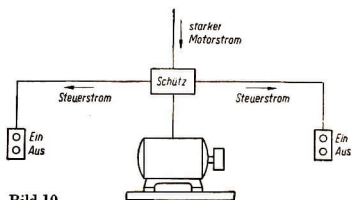


Bild 10
Ölschütz mit Druckknopf

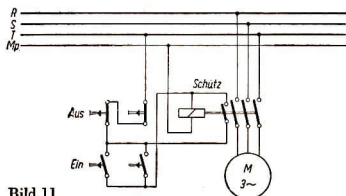


Bild 11
Schützschiene

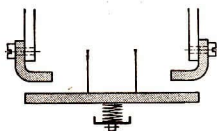


Bild 12
Kontakte eines Schützes

- Aufgaben:**
5. Welche Folgen können eintreten, wenn die Kontakte eines Schalters ungenügend fest schließen?
 6. Warum müssen sich die Kontakte eines Schalters beim Ausschalten schnell öffnen?

Auswechseln einer Heizspirale

Viele elektrische Heizgeräte haben eine Heizspirale (besser Heizwendel). Ist diese durchgebrannt, muß sie ausgetauscht werden. Dabei bereitet das Ausziehen der Spirale auf die richtige Länge oft Schwierigkeiten. Die erforderliche Länge der Heizspirale wird mit einem Faden abgemessen, den man in den für die Spirale vorgesehenen Kanal legt und zuschneidet. Der Faden wird danach ausgestreckt hingelegt und die Spirale auf die Länge des Fadens ausgezogen.

Die Heizspirale wird in den Kanal gelegt und an beiden Enden sorgfältig verklemt. Der Zusammenbau des Gerätes muß so erfolgen, daß nach dem Zusammenbau keine spannungsführenden Teile des Gerätes mehr berührt werden können.

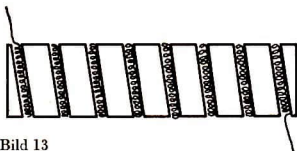


Bild 13
Heizspirale

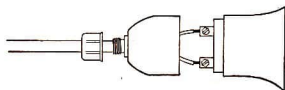


Bild 14
Lampenfassung

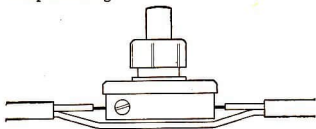


Bild 15
Druckschalter

Auswechseln von Fassungsadern

Die zerstörte Isolation der Fassungsadern eines Beleuchtungskörpers führt zu Kurzschluß. Die Fassungsadern werden ausgetauscht.

Arbeitsgänge beim Auswechseln der Fassungsadern:

1. Aufschrauben der Fassung.
2. Herausziehen des Fassungsteines mit den Fassungsadern.
3. Zurechtschneiden der neuen Fassungsadern.
4. Abisolieren der neuen Fassungsadern.
5. Einziehen der Fassungsadern.
6. Ankleben des Fassungsteines.
7. Zusammenschrauben der Fassung.

Auswechseln eines Tisclampenschalters

Tisch- und Stehlampen werden mit kleinen Druckschaltern geschaltet. Versagen diese Schalter, müssen sie ausgetauscht werden.

Die den Schalter verdeckende Abdeckplatte wird abgeschraubt, der Schalter durch Abschrauben der Überwurfmutter gelöst, und die Leitungsenden werden abgeklemmt. Die Montage des neuen Schalters erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

Störungssuche an einer Arbeitsplatzleuchte

Mögliche Ursache	Ursache feststellen	Beseitigung
Glühlampe durchgebrannt	Sichtprüfung; Einschrauben der Lampe in anderen Beleuchtungskörper	Neue Glühlampe einschrauben
Glühlampe hat keinen Kontakt	Spannungsprüfer vorsichtig an die Kontakte in der Fassung legen	Kontakte zurechtbiegen
Keine Spannung an der Steckdose	Mit Spannungsprüfer Steckdose prüfen	Stromkreis zur Steckdose untersuchen
Stecker und Steckdose haben keinen Kontakt	Bewegen des Steckers in der Steckdose; Nachsehen, ob Steckerstifte Schmorstellen haben; Überprüfen der Steckdosenbuchsen	Auswechseln des Netzsteckers; Auswechseln der Steckdose
Lampenschalter defekt	Bestätigen des Schalters; Überbrücken des Schalters	Auswechseln des Schalters
Eine Klemmstelle im Stecker, am Schalter oder in der Fassung hat sich gelöst	Aufschrauben der Teile und Nachsehen	Anklemmen der Ader
Leitungsschnur hat eine Unterbrechung (selten)	Prüfen der Leitungsschnur mit dem Durchgangsprüfer	Auswechseln der Leitung

Arbeitsordnung, Arbeitsschutz

Vor Beginn einer Arbeit werden die Arbeitsgänge festgelegt und die entsprechenden Werkzeuge ausgewählt. Ordnungsmäßige Werkzeuge erleichtern und beschleunigen die Arbeit. Der Arbeitsplatz muß für die auszuführende Arbeit groß genug und gut beleuchtet sein.

Hinweise zur Unfallverhütung

1. Arbeite nur an Geräten und Maschinen, die nicht unter Spannung stehen!
2. Instand gesetzte Geräte nur unter Spannung setzen, nachdem sie vom Betreuer überprüft wurden.
3. Benutze zum Durchgangsprüfen Kleinspannungen!
4. Instand gesetzte Geräte müssen voll funktionsfähig sein und den VDE-Vorschriften entsprechen.
5. Beachte bei Arbeiten an mechanischen Teilen die im Grundlehrgang Metallbearbeitung gegebenen Hinweise für die Unfallverhütung!

- Aufgaben:**
7. Welche Folgen hätte das Verkürzen einer Heizspirale?
 8. Welche Ursachen können vorliegen, wenn eine Steckdose keine Spannung hat?
 9. Schreibe die Arbeitsgänge einer Arbeit auf, die du ausgeführt hast!

Einiges über Steuern und Regeln

Ein Schütz wird durch einen Impuls (kurzzeitiges Öffnen oder Schließen des Steuerstromkreises) ein- und ausgeschaltet. Der Impuls kann von Hand, von einer Meßeinrichtung oder einer anderen zweckentsprechenden Vorrichtung an der Maschine (z. B. Anschläge, Nocken, Programmwalzen) gegeben werden. Dadurch wird es möglich, Vorgänge zu automatisieren.

Beispiel für Steuervorgänge

In Betrieben und modernen Wohnhäusern findest du Aufzüge, die mit einem Druck auf einen entsprechenden Drucktaster in Bewegung gesetzt werden. Wählt man den für das 5. Stockwerk zutreffenden Taster, setzt sich der Aufzug in Bewegung und hält in dem gewählten Stockwerk selbsttätig an. An den Türen befinden sich Kontakte. Sie verhindern, daß der Aufzug bei geöffneten Türen in Betrieb gesetzt werden kann.

Auf Werkzeugmaschinen werden Werkstücke selbsttätig bearbeitet. Die Motoren, die die Werkstücke und Werkzeuge bewegen, werden nach einem festgelegten Programm aus- und eingeschaltet.

In beiden Beispielen handelt es sich um eine automatische Steuerung.

Merke: Durch Steuern läuft eine festgelegte Reihe von Schalt- und Arbeitsgängen programmgemäß ab.

Beispiel für Regelvorgänge

An Fabrikschornsteinen und auf den Dachböden von Gebäuden befinden sich oft Wasserbehälter, die der Versorgung der Betriebe oder Gebäude dienen. Eine Pumpe füllt den Behälter, der durch die Wasserleitung entleert wird. Der Wasserstand im Kessel soll möglichst gleichbleiben. Ist der Wasserspiegel gesunken, könnte man mit der Hand den Motor einschalten und, wenn der Wasserspiegel seinen normalen Stand erreicht hat, wieder ausschalten.

Die abgebildete Anlage arbeitet automatisch. Der Schwimmer schwimmt stets auf dem Wasser. Er sinkt und steigt mit dem Wasserspiegel. Ein Seil verbindet über die Rollen den Schwimmer mit einem Gewicht. Das Seil führt durch eine Öse des Schalterhebels. Über und unter dem Schalterhebel ist je ein Anschlag an das Seil geklemmt. Senkt sich der Schwimmer und steigt das Gewicht, wird durch den unteren Anschlag der Schalter eingeschaltet. Der Wasserstand im Kessel wird geregelt.

In vielen Öfen und in Kühlschränken muß eine bestimmte Temperatur eingehalten werden.

-
- Aufgaben:**
10. Welche Vorteile ergeben sich aus der Automatisierung von Steuer- und Regelvorgängen?
 11. Welche Vorgänge sind in deinem Betrieb bereits automatisiert?
 12. Erkläre, wie der Pumpenmotor (Bild 16) wieder ausgeschaltet wird!

Verschiedene Metalle dehnen sich bei Erwärmung verschieden weit aus. Auf diesem physikalischen Gesetz beruht der *Bimetallregler*. Zwei Streifen aus verschiedenen Metallen sind zusammengewalzt. Bei Erwärmung krümmt sich der Streifen. Überschreitet die Temperatur in einem Heizgerät (z. B. Heizkissen, Bügeleisen) einen bestimmten Wert, unterbricht der Bimetallregler den Stromkreis und schließt ihn bei einem unteren Temperaturgrenzwert wieder.

Merke: Durch Regeln wird ein bestimmter Wert einer Größe, die sich ohne Regelung unerwünscht verändern würde, in bestimmten Grenzen gehalten.

Steuerungs- und Regelungsvorgänge können von Hand oder automatisch bewirkt werden.

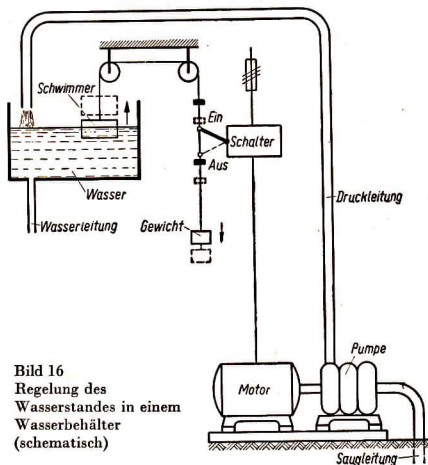


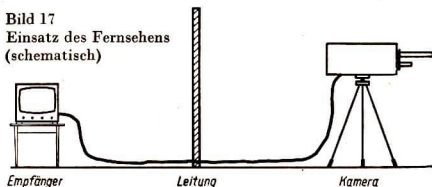
Bild 16
Regelung des
Wasserstandes in einem
Wasserbehälter
(schematisch)

Industrielles Fernsehen

Das industrielle Fernsehen ist eines der neuesten Verfahren zur Überwachung der Arbeit von Maschinen an schwer zugänglichen Stellen.

Eine kleine Fernsehkamera wird aufgestellt. Sie beobachtet die zu überwachenden Vorgänge, und der Mensch kann auf dem Bildschirm verfolgen, was ihm sonst nicht sichtbar wäre. Durch sinnvolle Steuersysteme kann die Kamera sogar geschwenkt, gehoben, gesenkt und sonst nach Wunsch bewegt werden.

Bild 17
Einsatz des Fernsehens
(schematisch)



Das industrielle Fernsehen wird zur Überwachung des Rangierbetriebes auf der Eisenbahn eingesetzt.

Auch Verkehrsknotenpunkte können durch dieses Verfahren aus der Ferne beobachtet werden.

Aufgabe: 13. Diskutiert miteinander, welche Möglichkeiten sich aus der Automatisierung und aus der Anwendung des industriellen Fernsehens ergeben!