

10. Ladeanzeige-Vorrichtungen

a. Allgemeines

Zur Überwachung der Lichtmaschinen-Funktion ist praktisch in jedem Motorfahrzeug eine Kontrollvorrichtung eingebaut.

Diese kann bestehen aus:

- einer Ladekontrolllampe
- einem Ampèremeter
- einem Ladekontroll-Voltmeter

b. Ladekontrolllampe (vgl. Figur 70)

Bei Kollektorlichtmaschinen wird die Ladekontrolllampe über den Zündschalter parallel zum Rückstromschalter geschaltet.

Schaltet man im Ruhestand die Zündung (oder den Kontaktschlüssel für die Tagesverbraucher bei Dieselfahrzeugen) ein, fließt ein Strom von der Batterie über den Zündschalter zur Kontrolllampe, über die isolierte Kohlenbürste, die Ankerwicklung der Lichtmaschine und durch die Massen Kohlenbürste zur Batterie-Masse zurück. Die Kontrolllampe liegt an der vollen Batteriespannung und leuchtet hell auf.

Sobald die Lichtmaschine eine Spannung erzeugt, wirkt diese der Batteriespannung entgegen. Mit zunehmender Drehzahl steigt die Spannung der Lichtmaschine, und die Spannungsdifferenz zwischen Lichtmaschine und Batterie wird kleiner. Die Kontrolllampe leuchtet schwächer. Beträgt die Spannungsdifferenz noch 10–15%, verlöscht die Kontrolllampe.

Sie ist also keine Ladeanzeige, sondern zeigt lediglich an, dass die Lichtmaschine Spannung erzeugt.

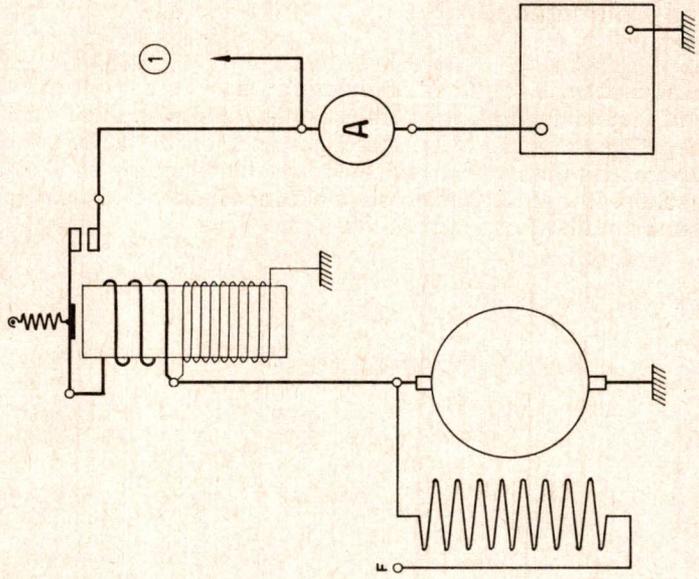
Ein nachträgliches Aufglimmen der Kontrolllampe lässt auf einen zu grossen Spannungsabfall (Spannungsdifferenz) schliessen.

c. Ladekontroll-Ampèremeter (vgl. Figuren 71 und 72)

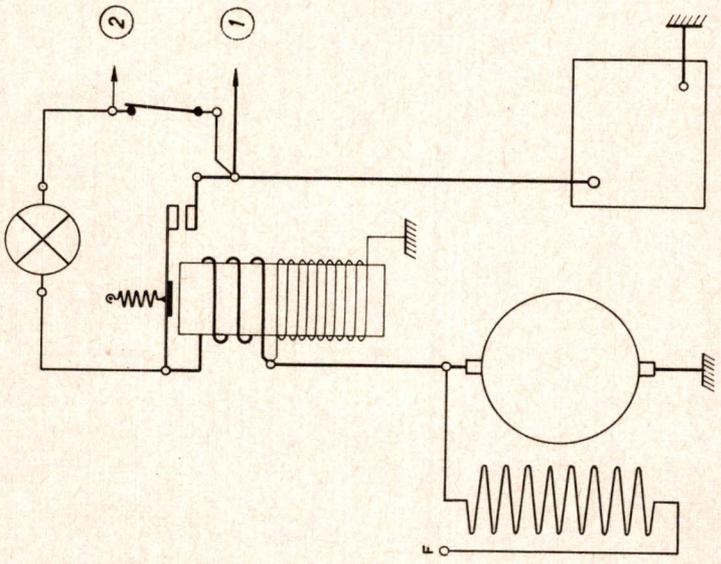
Dieses Ampèremeter wird in den Stromkreis zwischen Batterie und Verbraucher geschaltet. So geschaltet, zeigt das Instrument an, ob der Batterie Strom zugeführt oder entnommen wird (Ausschlag Entladen oder Laden).

Die effektive Stromabgabe der Lichtmaschine wird nicht gemessen.

Bei einigen Anlagen wird ein sogenanntes Anklemm-Ampèremeter verwendet. Diese Instrumente sind auf den Leiter geklemmt. Das um den stromdurchflossenen Leiter entstehende elektromagnetische Feld lenkt den Permanent-Magneten des Messinstrumentes und dessen Zeiger der Stromstärke entsprechend ab.



Figur 71. Ladekontroll-Ampèremeter



Figur 70 Ladekontrolle
1 Anschluss für Verbraucher
2 Anschluss für Zündung

d. Ladekontroll-Voltmeter
(vgl. Figur 73)

Bei diesen Ladekontroll-Instrumenten handelt es sich um thermische Voltmeter (mit Bimetallfedern) oder Drehmagnet-Voltmeter. Ihre Anzeige beruht auf dem Spannungsverhalten (Ladezustand) der Batterie. Um die Ablesung zu vereinfachen, sind sie meist mit verschiedenen farbigen Skalen-sektoren versehen. In der Regel sind sie am Zündschalter-Ausgang (auf Zündspule) und an die Masse geschaltet.

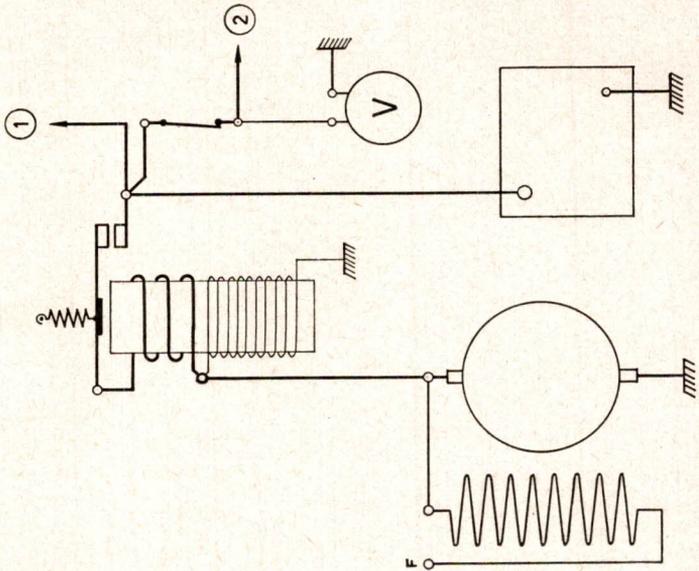
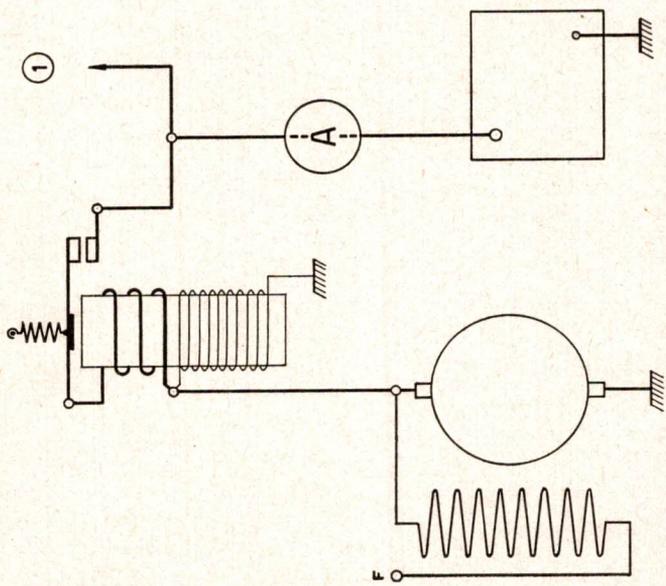


Fig. 73 Thermisches-Voltmeter



Figur 72 Anklemm-Ampèremeter

- 1 Anschluss für Verbraucher
- 2 Anschluss für Zündung



IX. Drehstrom-Lichtmaschine (Alternator)

1. Allgemeines

Bei dieser Lichtmaschine handelt es sich um eine kollektorlose Gleichstrommaschine. Der Alternator findet dank seiner Vorteile zunehmende Verwendung.

Aus nachstehender Vergleichstabelle sind die wichtigsten Unterschiede und Vorteile des Alternators gegenüber der Kollektor-Lichtmaschine ersichtlich.

	<i>Kollektormaschine</i>	<i>Alternator</i>
Arbeitsstrom	aus der Wicklung des rotierenden Ankers	aus der stillstehenden Wicklung (Statorwicklung)
Erregerwicklung	feststehend im Stator	mit Rotor umlaufend
Erregung	selbsterregend durch Restmagnetismus	Fremd- oder Selbsterregung
Gleichrichtung	durch Kollektor	durch Gleichrichterioden
Selbstschalter	Rückstromschalter	Rückstrom durch Dioden gesperrt
Regelung:		
– Spannungsregelung	elektromagnetischer Kontaktregler	Kontaktregler oder Transistorregler
– Höchststromregelung	elektromagnetischer Kontaktregler	durch Charakteristik des Alternators begrenzt
Stromabgabe bei Leerlauf des Motors	sehr geringe oder keine Stromabgabe	ca. 5 bis 20 Ampères je nach Anlage
Höchstdrehzahl	ca. 10 000 U/min	ca. 16 000 U/min
Drehrichtung	gegeben durch Bauart	beliebig (Lüfterrad)
Wartung	aufwendig	gering

2. Aufbau und Wirkungsweise

Die wesentlichen Teile des Alternators sind: Der Stator (Ständer) aus Blechlamellen mit der Dreiphasenwicklung in Stern- oder Dreieckschaltung. Sechs Gleichrichter-Dioden. Das rotierende Erregerfeld mit dem Rotor als Einzel- oder Klauenpol-Ausführung (4–16 polig). Die Erregerwicklung und zwei Schleifringe mit Kohlenbürsten für den Erregerstrom.

Zwei Gehäuseteile (Lagerschilder) mit Kugel- oder Nadellagern und einer Belüftungs-Vorrichtung.

In der Regel sind die im Motorfahrzeug verwendeten Alternatoren fremd-erregt. Beim Einschalten der Zündung fließt ein Strom von der Batterie über die geschlossenen Reglerkontakte über die Schleifringe zur umlaufenden Erregerwicklung und erzeugt im Rotor ein elektromagnetisches Feld.

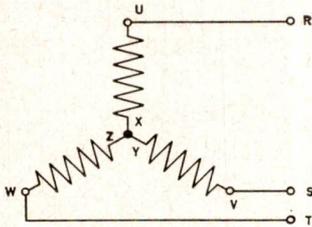
Der Erregerstrom kann auch über ein Feldrelais oder über die Ladekontrollampe (Vor- oder Hilfserrregung) zugeführt werden. Auch spezielle Erregerdioden werden verwendet.

Wird der Alternator nun angetrieben, schneiden die rotierenden Kraftlinien die Windungen der Arbeitswicklungen und induzieren in diesen eine Wechselspannung. Die drei Arbeitswicklungen (3 Phasen) sind im Stern oder Dreieck geschaltet und ihre Ausgänge mit der Brückenschaltung der Dioden verbunden. Der erzeugte Strom wird gleichgerichtet und kann am Ausgang des Alternators als Gleichstrom abgenommen werden. Zur Regelung ist meistens nur ein Spannungsregler (Kontakt- oder Transistorregler) erforderlich. Der Regelvorgang ist gleich wie bei der Kollektor-Lichtmaschine beschrieben.

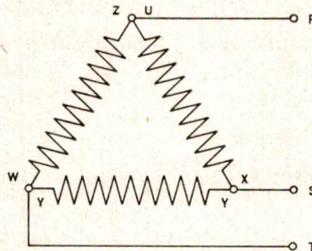
Ein Stromregler (Maximalstrom-Begrenzer) erübrigt sich, da durch die Charakteristik der Maschine, auch bei hoher Drehzahl, ein Überschreiten des Maximalstromes verhindert wird.

Ein Rückstromschalter wird nicht benötigt, da die Dioden ein Zurückfließen des Stromes verhindern.

Ständerwicklungen



Figur 74 Sternschaltung



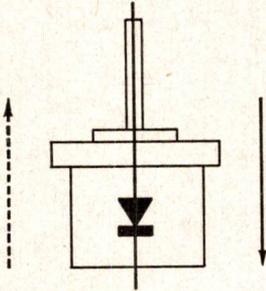
Figur 75 Dreieckschaltung

3. Gleichrichtung und Schaltungen

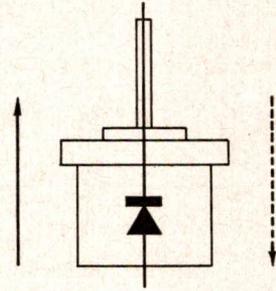
a. Gleichrichter-Dioden

Dioden sind stromrichtungsabhängige Halbleiter, die den Strom in einer Richtung durchlassen und in der andern sperren. Sie wirken in einem Stromkreis wie ein Ventil.

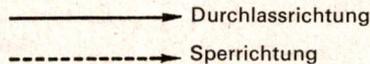
Bei Alternatoren werden hauptsächlich Silizium- und Germaniumdioden verwendet.



Figur 76 **Plusdiode**
(rote Bezeichnung)

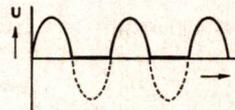
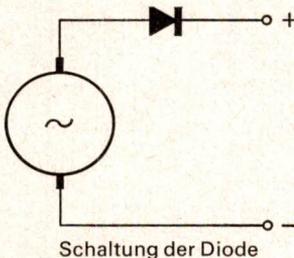


Figur 77 **Minusdiode**
(schwarze Bezeichnung)



b. Einweggleichrichtung

Bei dieser Gleichrichtung wird nur eine Halbwelle des Wechselstromes ausgenutzt. Die zweite Halbwelle wird durch die Diode unterdrückt (gesperrt). Diese Schaltung wird z. B. im Ladeteil bei Schwunglicht-Magnetzündern angewendet.



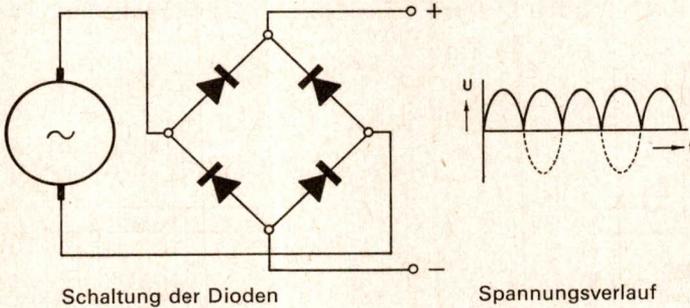
Spannungsverlauf

Figur 78 **Einweggleichrichtung**

H

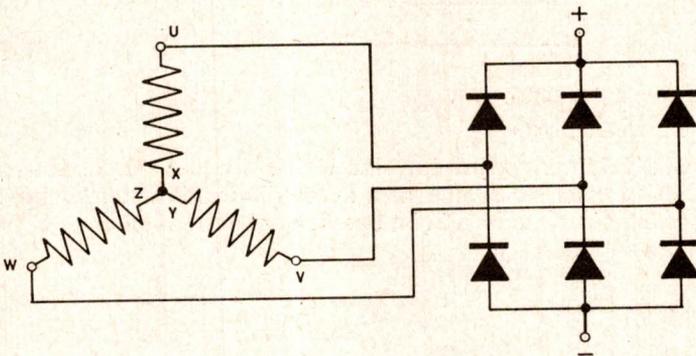
c. Brückengleichrichtung
(Vollweggleichrichtung)

Im Gegensatz zur Einweggleichrichtung werden hier beide Halbwellen des Wechselstromes ausgenutzt. Dadurch wird ein viel gleichmässigerer Gleichstrom erzeugt.

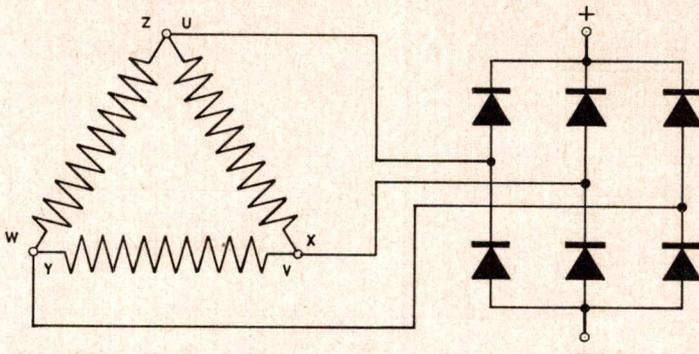


Figur 79 Brückengleichrichtung

d. In Alternatoren angewendete Schaltungen



Figur 80 Sternschaltung mit Brückengleichrichtung



Figur 81 Dreieckschaltung mit Brückengleichrichtung

4. Schutzmassnahmen bei Arbeiten an Fahrzeugen mit Alternatoranlagen

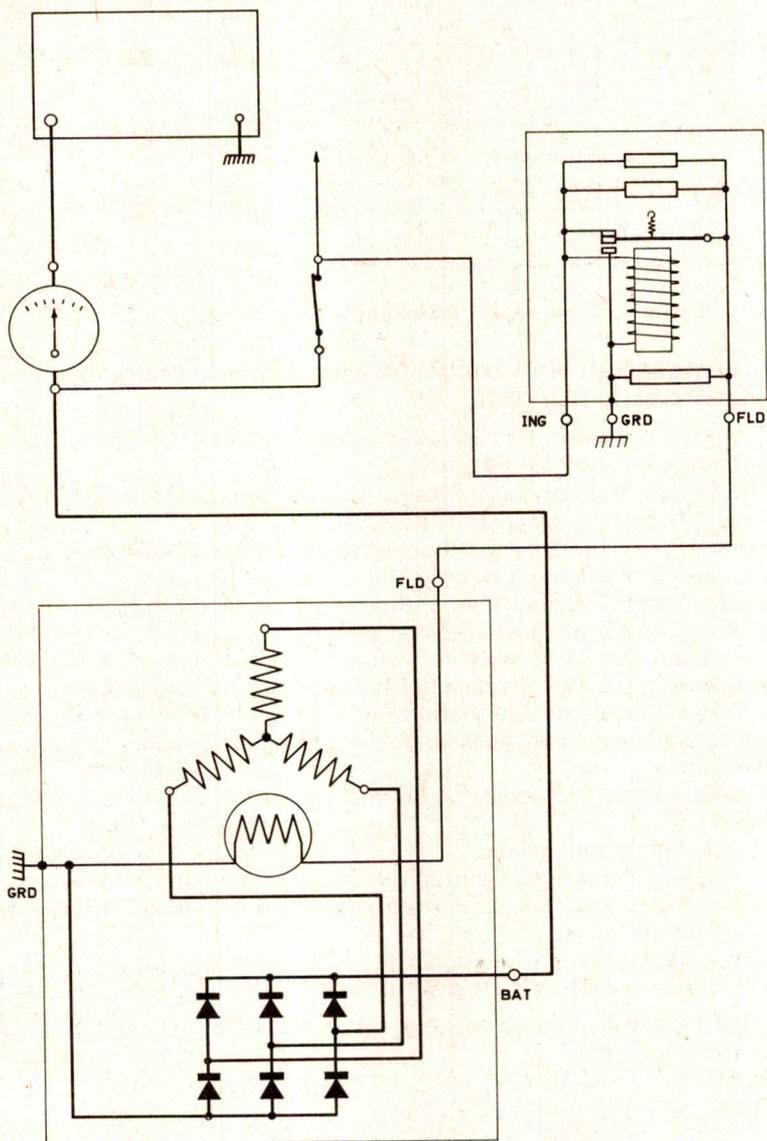
Um Schäden am Alternator (Dioden) und Regler zu verhüten, sind die nachfolgenden Punkte zu beachten:

- Beim Einbau, betreffs Anschliessen der Batterie, auf richtige Polarität achten (Plus oder Minus an Masse).
- Alternator nie ohne angeschlossene Batterie laufen lassen (Verbindung Alternator-Batterie nicht trennen).
- Batterie-Anschlusskabel oder Batterie-Hauptschalter darf nur bei abgestelltem Motor abgeschaltet werden.
- Beim Laden der Batterie im Fahrzeug durch ein Ladegerät (vor allem Schnellader), ist das Massenkabel der Batterie abzuschalten.
- Bei allen Arbeiten am Alternator oder Regler, Batterie abschalten.
- Beim Anschliessen von Alternatoren oder Regler, jeglichen Kurzschluss vermeiden.
- Bei elektrischen Schweissarbeiten am Fahrzeug ist die Batterie abzuschalten.
- Alternator nicht polarisieren.
- Arbeiten und Messungen dürfen nur bei genügenden Kenntnissen des Prüfungsvorganges und der Prüfwerte der entsprechenden Anlage ausgeführt werden.

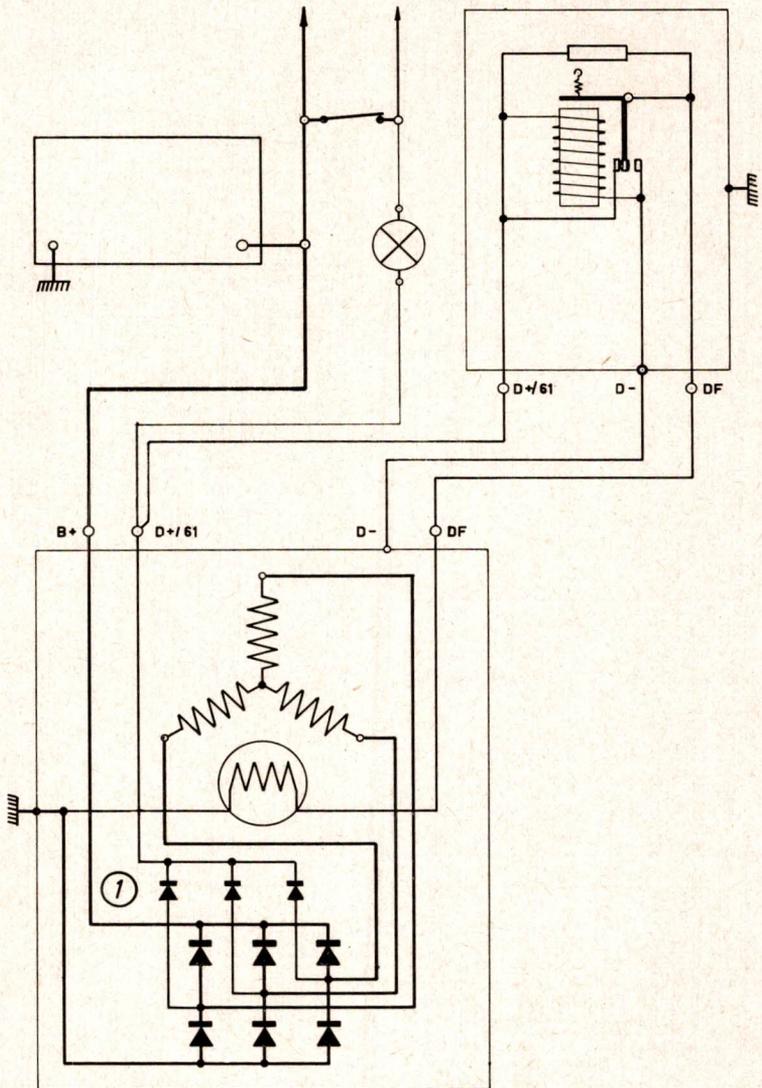
5. Prinzipschemata von Alternatoren

Die nachfolgenden Schemata zeigen die Anwendung der vorstehend erklärten Grundlagen.

- | | |
|--------------|----------|
| a. Chrysler | Figur 82 |
| b. Bosch | Figur 83 |
| c. Delcotron | Figur 84 |
| d. Motorola | Figur 85 |
| e. Lucas | Figur 86 |

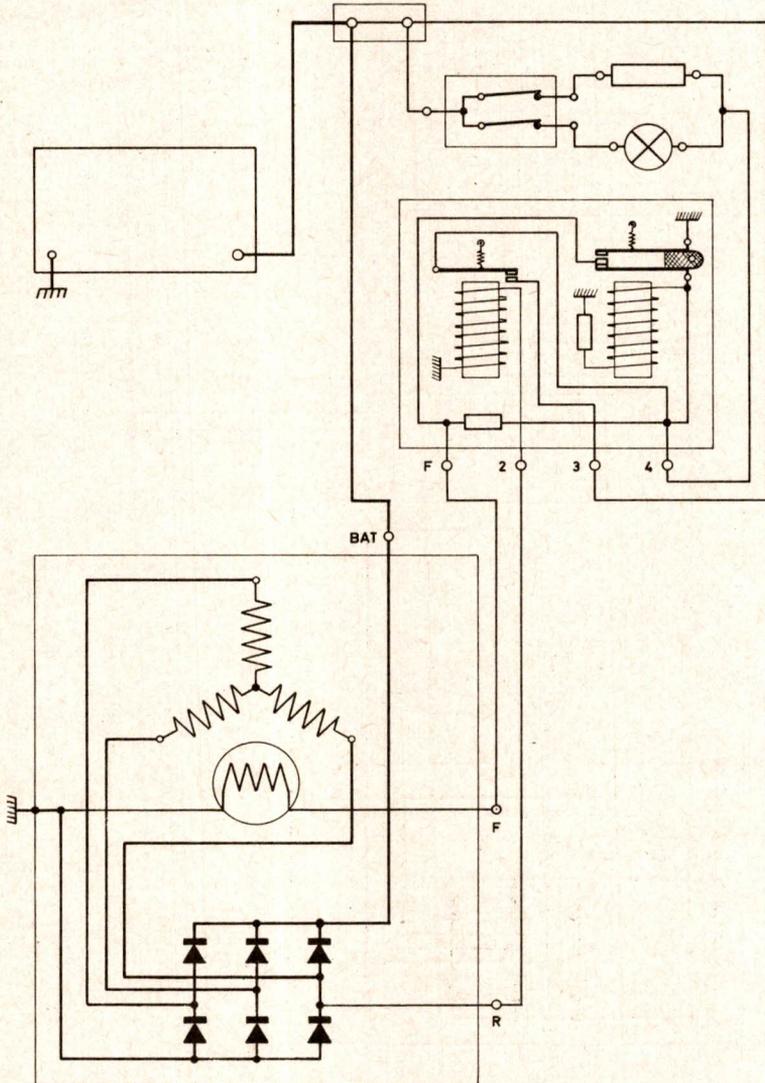


Figur 82 Chrysler-Alternator mit Zweikontakt-Regler und Ampèremeter

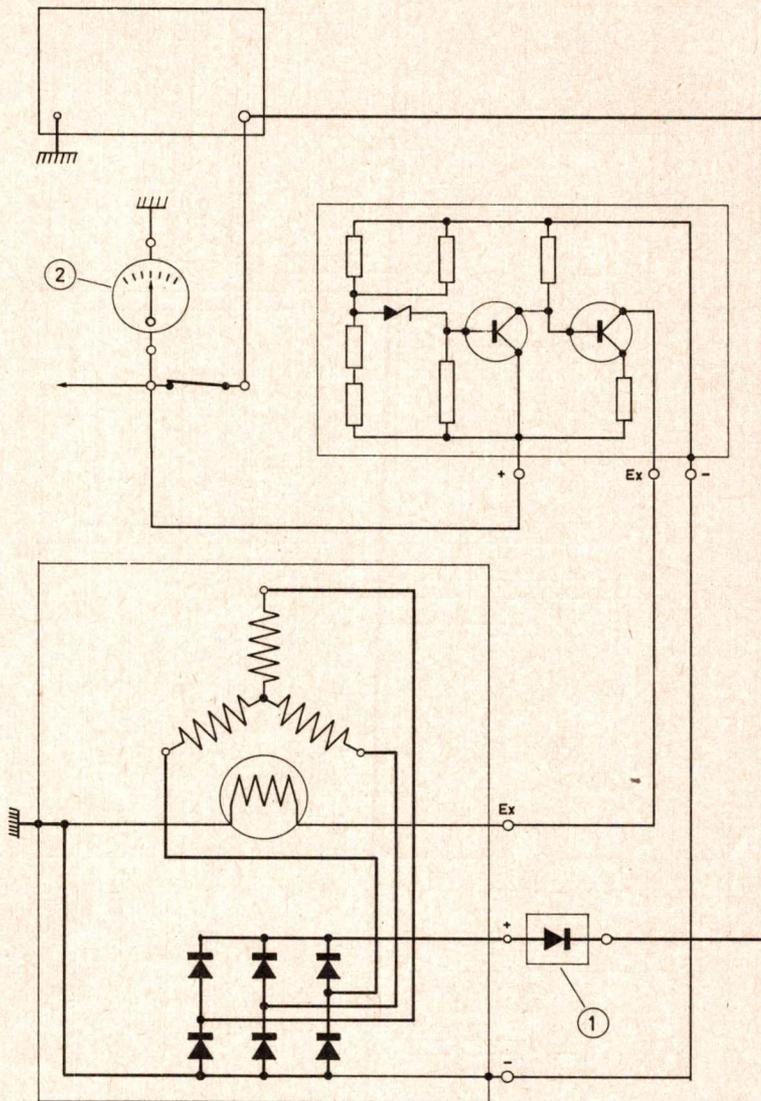


Figur 83 Bosch-Alternator mit Erregerdioden, Zweikontakt-Regler und Ladekontrolllampe

1 Erregerdioden

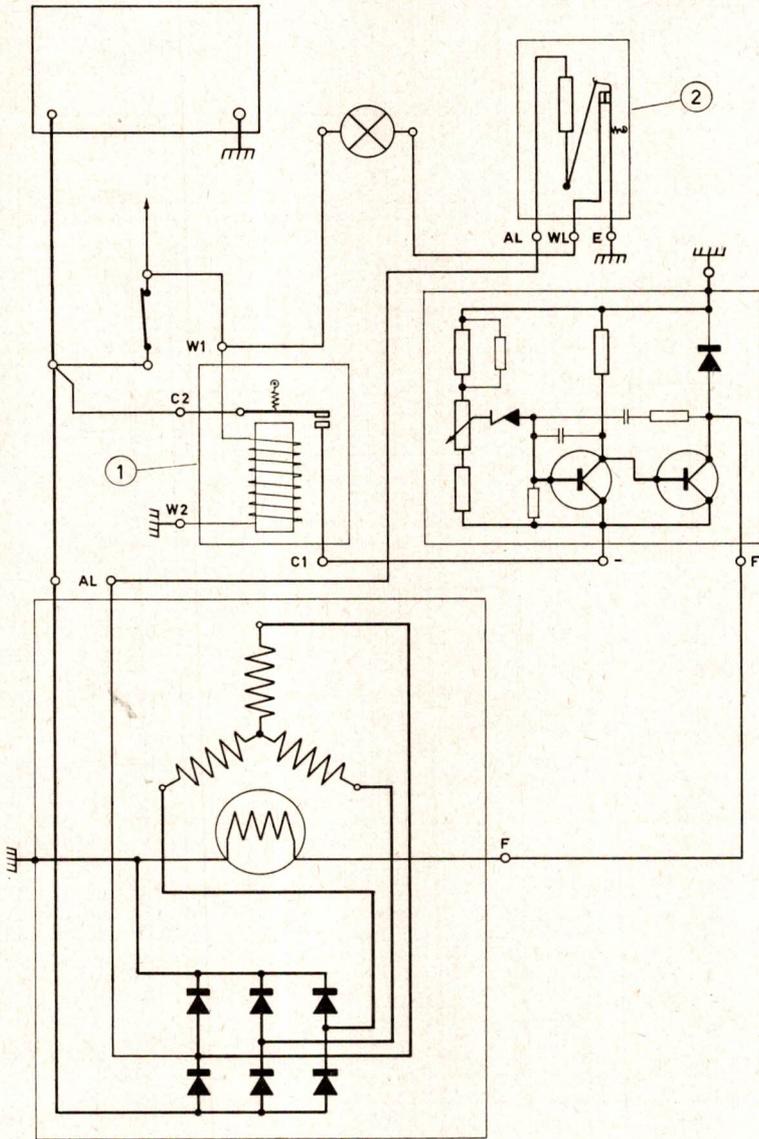


Figur 84 Delcotron-Alternator mit Zweikontakt-Regler, Feldrelais und Ladekontrolllampe



Figur 85 Motorola-Alternator mit Isolier-Diode, Transistor-Regler und thermischen Voltmeter

- 1 Isolier-Diode (Nur bei Ausführung mit Ladekontrolllampe)
- 2 thermisches Voltmeter



Figur 86 Lucas-Alternator mit Transistor-Regler, Feldrelais und Hitzdrahtrelais für Kontrollampe

1 Feldrelais

2 Hitzdrahtrelais

X. Funkentstörung

1. Allgemeines

Im Motorfahrzeug werden durch den Betrieb der elektrischen Anlage elektromagnetische Schwingungen (Störwellen) verschiedenster Frequenz erzeugt. Störwellen entstehen überall da, wo ein Funke überschlägt oder wo ein Stromkreis unterbrochen oder geschlossen wird. Sie breiten sich über das ganze Leitungsnetz aus und werden von den Leitern ausgestrahlt. Je nach ihrer Störenergie, stören sie nicht nur den Radio- und Funkbetrieb, sondern auch den Fernsehempfang, bis auf eine Distanz von über 2000 Meter.

Die Hauptstörquelle im Fahrzeug ist der ganze sekundäre Teil der Zündanlage. Auch der primäre Teil stört durch die Übertragung der sekundären Schwingungen und durch den Schwingkreis Primärspule-Kondensator beträchtlich.

Weitere Störquellen, jedoch in geringerem Masse, sind:

Die Lichtmaschine, Regler- und Rückstromschalter, alle Elektromotoren, Blinkanlagen, elektrische Betriebsstoffanzeiger, Fernthermometer und Drehzahlmesser, so wie alle durch Kontakte gesteuerten Apparate.

Schaltrelais und Schalter verursachen bei guten Kontakten nur einen Öffnungsfunken, der eine Störung verursacht. Schlechter Kontakt bei Anschlüssen und Sicherungen führen zu Funkenbildung und stören entsprechend.

2. Entstörungsarten

Bei der Entstörung der elektrischen Anlage im Motorfahrzeug unterscheidet man zwischen Fern- und Nahentstörung.

a. Fernentstörung

Diese einfache Entstörungsart beschränkt sich auf den Hochspannungsteil der Zündanlage und bezweckt, dass auf eine Distanz von 30 Meter Funk-, Radio- und Fernsehempfang nicht gestört werden.

Alle bundeseigenen Motorfahrzeuge sind auf 30 Meter fernentstört.

b. Nahentstörung

Um bei Fahrzeugen mit Funkanlagen oder in unmittelbarer Nähe von solchen, einen einwandfreien Empfang zu gewährleisten, ist die Nahentstörung (Entstörung auf null Meter) erforderlich. Diese Entstörung erstreckt sich auf die ganze elektrische Anlage.

Bundeseigene Fahrzeuge mit entsprechendem Einsatz sind nahentstört.

3. Entstörmittel und Wirkung

a. Dämpfung durch eingebaute Widerstände:

Durch Einbau von hochohmigen Widerständen in die Hochspannungsleitungen erreicht man eine Dämpfung der hochfrequenten Schwingungen. Um die Ausstrahlung möglichst klein zu halten, müssen die Widerstände möglichst nahe an der Störquelle (Funkenstrecke) liegen. Je nach Grad der Entstörung beträgt der Widerstandswert mindestens 1000 Ohm, soll aber 15000 Ohm pro Zündkreis (Zündspule bis Zündkerze) nicht übersteigen. In der Regel sind die Entstörwiderstände in Zündkerzen, Zündkerzensteckern, Steckern für Verteilerköpfe, Rotoren und im Verteilerkopf (Anschluss für Zündspulen-kabel) eingebaut.

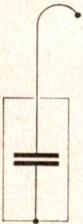
Bei entstörten Zündkabeln (Widerstandskabel) werden keine zusätzlichen Widerstände eingebaut.

b. Kondensatoren und Siebglieder:

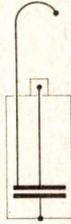
Zur Entstörung im Niederspannungs-Leitungsnetz werden je nach Ent-störanspruch, Parallel-Kondensatoren, Durchführungs-Kondensatoren, Vorbeischleif-Kondensatoren, Entstördrosseln und Siebglieder geeigneter Kapazität verwendet (0,5 bis 3 μF).

Die hochfrequenten Störströme werden durch diese Mittel (Kondensatoren) gedämpft und zum grössten Teil an die Fahrzeugmasse abgeleitet. Eine befriedigende Wirkung dieser Entstörmittel wird nur erreicht, wenn sie möglichst nahe der Störquelle und mit einwandfreier Massenverbindung montiert sind.

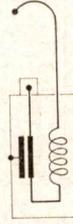
Schaltbilder:



Figur 87
Parallel-Kondensator



Figur 88
Durchführungs-
Kondensator



Figur 89
Siebglied

c. Schirmung durch metallische Ummantelung :

Diese sehr wirksame jedoch aufwendige Entstörungsart wird hauptsächlich bei Fahrzeugen mit empfindlichen Sende- oder Empfangsanlagen angewendet. Durch die vollständige Kapselung (Entstörschläuche aus Metalldrahtgewebe, Metallrohre, Entstörhauben und Entstörkappen) wird verhindert, dass Störwellen nach aussen abgestrahlt werden.

Bei Niederspannungs-Leitungen sind im Übergang von der geschirmten zur ungeschirmten Leitung Siebglieder eingebaut.

Wichtig ist, dass die einzelnen Abschirmteile untereinander gute Verbindung aufweisen.

d. Massenverbindungen :

(Massenbänder)

Metallteile, die sich in der Nähe von starken Störerzeugern befinden, können die Störwellen aufnehmen und wieder abstrahlen. Durch Verbindung dieser Teile mit der Fahrzeugmasse wird die Störenergie abgeleitet.

Massenbänder sollten möglichst kurz sein und einwandfreien Kontakt machen.

4. Entstörmittel bei bundeseigenen Fahrzeugen

Über die in den verschiedenen bundeseigenen Fahrzeugen eingebauten Entstörmittel gibt eine in allen Werkstätten für bundeseigene Fahrzeuge vorhandene «Aufstellung über Funkentstörung der Fahrzeug-Typen» Aufschluss.



XI. Beleuchtung

1. Allgemeines

In der Technischen Verordnung zum SVG sind in Artikel 14 die gesetzlichen Anforderungen für Fernlicht und Abblendlicht festgehalten.

a. Fernlichter

Diese müssen die Fahrbahn auf eine Entfernung von wenigstens 100 m ausreichend beleuchten. Ihr Leuchten muss dem Fahrzeugführer durch gut wahrnehmbares, in seinem Sichtfeld befindliches Kontrolllicht angezeigt werden. Beim Umschalten auf Abblendlicht und umgekehrt darf kein Lichtunterbruch wahrnehmbar sein.

b. Abblendlichter

Diese müssen die Fahrbahn auf 50 m Entfernung ausreichend beleuchten. Sie müssen einen nach oben deutlich begrenzten Lichtfleck aufweisen oder eine deutliche Hell-Dunkel-Grenze, die links der Scheinwerferachse waagrecht verläuft und rechts davon um höchstens 15° ansteigt. Sie werden unter Berücksichtigung der Fahrzeugbelastung so eingestellt, dass der waagrechte Teil der Hell-Dunkel-Grenze in 50 m bzw. dass die obere Begrenzung des Lichtflecks rechts der Scheinwerferachse in 75 m auf die Fahrbahn auftritt.

2. Richtlinien zur Einstellung der Scheinwerfer

Steht kein Scheinwerfer-Einstellgerät zur Verfügung, kann die Einstellung an einer Einstellwand (Mauer, Kontrollwand usw.) vorgenommen werden oder behelfsmässig auf einem horizontalen Strassenstück erfolgen.

Die Einstellung des Fernlichtes wird nur bei Scheinwerfern die ausschliesslich Fernlicht erzeugen, vorgenommen. Bei allen übrigen richtet sie sich nach der Einstellung der Abblendung.

a. Einstellung auf Fahrbahn

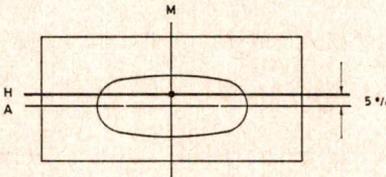
Diese behelfsmässige Einstellung der Abblendung erfolgt auf einem horizontalen Strassenstück bei entsprechender Belastung des Fahrzeuges (siehe Tabelle von Seite 105). Die Hell-Dunkel-Grenze des Abblendlichtes muss auf 50 m und die asymmetrische Seite (rechts der Scheinwerferachse) auf 75 m vor dem Fahrzeug den Boden erreichen.

Bei vollbeladenem Lastwagen beträgt die Distanz 50 m, beim Motorrad 60 m.

3. Fahrzeug-Belastungen und Einstelldistanzen

Fahrzeugkategorie	Fahrzeugbelastung während Einstellung	Distanz der Einstellwand	
		System mit Hell-Dunkel-Grenze	System ohne Hell-Dunkel-Grenze
Personenwagen	1 Person auf den hintern Sitzen	5 m	7,5 m
Personentransportwagen (Car)	unbelastet	5 m	7,5 m
Lastwagen	voll belastet	5 m	7,5 m
	unbelastet	3 m	5 m
Traktoren	mit Einachsanhänger voll belastet	5 m	7,5 m
	alle übrigen	3 m	5 m
Motorräder	1 Person pro Sitz	6 m	9 m

4. Einstellung je nach Scheinwerferart



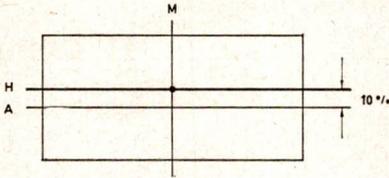
Figur 91 Fernlichter

Die Höheneinstellung erfolgt nur bei Scheinwerfern, die keine Ablendungsvorrichtung eingebaut haben.

Die Mitte des Fernlichtflecks soll bei einer Distanz von 7,5 m 5% unter der Linie H liegen.

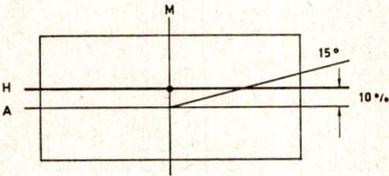
Bei seitlicher Einstellung soll die hellste Zone des Fernlichtes von M aus auf beiden Seiten gleichmässig sein.

Bei Scheinwerfern mit asymmetrischem Ablendlicht, erfolgt keine Fernlicht-Einstellung.



Figur 92 **Symmetrische Abblendlichter**

Die Hell-Dunkel-Grenze muss auf Linie A, d. h. 10% unter Linie H waagrecht verlaufen.



Figur 93 **Asymmetrische Abblendlichter**

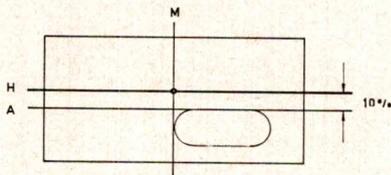
Einstellung der Höhe:

Die Hell-Dunkel-Grenze muss links der Linie M und waagrecht zur Linie A verlaufen.

Seitliche Einstellung:

Der Knickpunkt der Hell-Dunkel-Grenze muss genau auf der Linie M und auf keinen Fall links davon liegen.

Zur Kontrolle des Knickpunktes der Hell-Dunkel-Grenze soll die Einstell-
distanz auf 10 m erhöht werden.



Figur 94 **Abblendlichter Sealed Beam**

Die linke Begrenzung des Lichtflecks muss die Linie M berühren und darf nicht links davon liegen.

Der obere Rand des Lichtflecks (A) muss 10 % unter der Linie H liegen.

5. Auswechseln von Glühlampen

Um jegliche Abdrücke auf dem Glaskolben der Glühlampe zu vermeiden, darf dieser nie mit blossen Fingern berührt werden.

Beim Einsetzen wird die Verpackung der Glühlampe oder ein sauberer Lappen verwendet. Abdrücke von schweissigen oder fettigen Fingern verdampfen bei Erwärmung, und der Niederschlag setzt sich auf dem Spiegel (Reflektor) nieder, wodurch dessen Reflexionsvermögen vermindert wird.

Weiter ist darauf zu achten, dass die Glühlampe richtig in der Fassung eingerastet ist. Bei Glühlampen für Abblendlicht muss nach dem Wechsel der Verlauf der Hell-Dunkel-Grenze kontrolliert werden.

6. Tarnscheinwerfer

a. Aufgabe

Der Tarnscheinwerfer soll im Kriegsfall ein Fahren bei Nacht, ohne vom Gegner erkennbare Lichtstrahlung, ermöglichen. Infolge des Verdunkelungsschildes ist der Strahlaustritt von vorne nicht sichtbar. Zur Kenntlichmachung sind die Tarnscheinwerfer für Motorräder mit einem, diejenigen für Motorwagen mit zwei blau beleuchteten Punkten versehen.

H

b. Montagevorschrift

Der Tarnscheinwerfer wird nach zwei verschiedenen Weisungen montiert. Generell gilt, dass die Unterkante des Verdunkelungsschildes nicht unter 80 cm und nicht über 120 cm Höhe ab Boden zu stehen kommt. Die anzustrebende Idealhöhe liegt zwischen 90 cm und 110 cm. Der Tarnscheinwerfer wird bei allen Fahrzeugen, mit Ausnahme der Motorräder, auf der linken Fahrzeugseite montiert.

– **Montage bei armeeeigenen Motorfahrzeugen :**

Nach spezieller Weisung der DAMP.

– **Montage bei requirierten Motorfahrzeugen :**

Entsprechend der in der Verpackung enthaltenen Vorschriften.

XII. Leitungsnetz

1. Leitungsquerschnitte

Tabelle mit Angaben über die im Motorfahrzeug gebräuchlichsten Leitungsquerschnitte.

<i>Nennquerschnitt</i> in mm ²	<i>Leiterdurchmesser</i> in mm	<i>Widerstand</i> bei 20 °C Ohm/m	<i>Dauerstrom</i> in A	<i>Höchststrom</i> in A
0,5	0,9	0,037	0,5	1,5
0,75	1,2	0,0245	2,5	5
1	1,4	0,0183	3	10
1,5	1,7	0,0125	6	15
2,5	2,2	0,0075	15	25
4	2,8	0,0046	20	40
6	3,4	0,003	25	60
10	4,3	0,002	40	100
16	5,6	0,0011		
25	6,8	0,00078		
35	8,3	0,00052		
50	9,7	0,00038		
70	11,6	0,00027	Anlasserkabel	
95	13,5	0,00020		
120	15,2	0,00015		

2. Berechnung der Leiterquerschnitte

Die Bestimmung des zu verwendenden Leiterquerschnittes richtet sich nach der Belastung, der Leiterlänge und des höchstzulässigen Spannungsabfalles.

Richtwerte für den höchstzulässigen Spannungsabfall (U_v) in den nachfolgenden Leitungsgruppen

Anlagen von	6 Volt	12 Volt
Licht- und Verbraucherleitungen	0,4 V	0,8 V
Ladeleitungen bei Nennleistung der Lichtmaschine	0,15 V	0,3 V
Anlasserleitungen bei Kurzschlußstrom	0,25 V	0,5 V

Berechnungsformeln

Grundformel:
$$A = \frac{\rho \cdot L}{R}$$

Für Lichtmaschinen und Verbraucherleitungen:

$$A = \frac{\rho \cdot L \cdot I}{U_v} \text{ oder } A = \frac{\rho \cdot L \cdot P (N)}{U_v \cdot U}$$

Bei Anlasserleitungen muss zur Berechnung der Kurzschlussstrom eingesetzt werden. Ist dieser nicht bekannt, wird pro PS (P_e) eine Leistung von 3000 Watt eingesetzt.

Formel für Anlasserleitungen:
$$A = \frac{\rho \cdot L \cdot P_e \cdot 3000}{U_v \cdot U}$$

Bedeutung der Kurzzeichen:

- U = Nennspannung in Volt
- U_v = Spannungsabfall (Spannungsverlust) in Volt
- I = Stromstärke in Ampère
- P = Leistung in Watt (N)
- P_e = Nennleistung in PS (N_e)
- A = Leiterquerschnitt in mm^2
- L = Leitungslänge in m
- ρ = spezifischer Widerstand Ohm/m (Rho)

Motorrad

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Motorradtypen	1
II. Motor	2
1. Anordnung von Motor und Kraftübertragung	2
2. Schmierung	3
3. Kurbelgehäuse-Entlüftung	6
4. Hinweise betreffend Zylinder und Zylinderköpfe A 580-I	6
5. Hydraulischer Ventilstößel	8
III. Kraftübertragung	11
1. Bauarten	11
2. Kupplung	11
3. Getriebe	14
4. Kardanantrieb	18
5. Kettenantrieb	20
IV. Fahrgestell	22
1. Rahmen	22
2. Vordergabel mit Federung	22
3. Hinterradfederung	28
4. Räder	30

Motorrad

I. Motorradtypen

Der Bedarf der Armee an Motorrädern wird im Friedensdienst durch armee-eigene, im Aktivdienst zusätzlich durch requirierte Fahrzeuge gedeckt.

- Armee-eigene Motorräder, äussere Merkmale

<i>Armeebezeichnung</i>	<i>Motor</i>	<i>Vordergabel</i>	<i>Hinterradfederung</i>
A 580	Zweizylinder-Boxer	Schwinggabel	Keine
A 580-I	Zweizylinder-Boxer	Teleskopgabel	Parallelfederung
CA 250 A 250	Einzylinder stehend	Teleskopgabel mit hydraulischer Dämpfung	Schwinge mit hydraulisch gedämpftem Federbein

- Requisitions-Motorräder

Die zur Requisition vorgesehenen Motorräder werden nach dem jeweiligen Bedarf der Armee und der im Zivilsektor vorhandenen Marken und Typen bestimmt. Nach Möglichkeit werden nur Fahrzeuge mit Hubvolumen über 250 ccm requiriert.

Ausserdem werden auch eine grössere Zahl von Rollern requiriert.

II. Motor

1. Anordnung von Motor und Kraftübertragung

Innerhalb der üblichen Bauarten, die sich durch Arbeitsverfahren, Zylinderzahl und -anordnung, Steuerung usw. unterscheiden, haben sich Konstruktion und Anordnung eines Motorradmotors auch weitgehend nach der Art der Kraftübertragung zu richten. Man unterscheidet in diesem Zusammenhang zur Hauptsache zwei Konstruktionsarten.

a. Bei Kardanantrieb

Der Motor ist längs eingebaut, das heisst die Kurbelwelle ist parallel zur Längsachse des Fahrzeuges angeordnet. In der Regel ist hier das Schwungrad ausserhalb des Kurbelgehäuses angeordnet und dient zur Aufnahme der Kupplung.

Bei Verwendung von Zweizylindermotoren für Kardanantrieb wird in der Regel ein Boxermotor gewählt. Dieser eignet sich als Querläufer sehr gut und ergibt mit seiner gedrungenen Bauart eine sehr günstige Schwerpunktlage und eine niedrige Bauweise bei genügender Bodenfreiheit.

b. Bei Kettenantrieb

Der Motor ist quer eingebaut, das heisst die Kurbelwelle ist rechtwinklig zur Längsachse des Fahrzeuges angeordnet. Die Schwungmasse ist hier in der Regel, als Teil der Kurbelwelle, im Kurbelgehäuse untergebracht. Die Kupplung wird auf der Kupplungswelle des Getriebes montiert und dreht bereits mit reduzierter Drehzahl.

2. Schmierung

Beim Motorradmotor werden drei Hauptarten von Schmiersystemen angewendet:

- Trockensumpfschmierung
- Druckumlaufschmierung
- Gemischschmierung (bei Zweitaktmotoren)

a. Trockensumpfschmierung

Bei Viertaktmotoren mit im Kurbelgehäuse liegender Schwungmasse ist es schwierig, unterhalb des Kurbelgehäuses eine Ölwanne mit genügend grossem Ölinhalt anzubringen. Hier wird deshalb in der Regel die Trockensumpfschmierung mit separat angeordnetem Ölbehälter angewendet.

Arbeitsweise:

Die Druckpumpe (19) fördert das Öl durch das Überdruckventil (16) in das Pleuellager. Hier wird es ausgeschleudert und sammelt sich wieder im Ölsumpf (13). Die Saugpumpe (20) fördert das Öl durch die Rücklaufleitung (5) in den Ölbehälter zurück. Das Rückschlagventil (18) verhindert bei stillstehendem Motor das Abfließen des Öls in das Kurbelgehäuse.

Vorgehen beim Ölwechsel

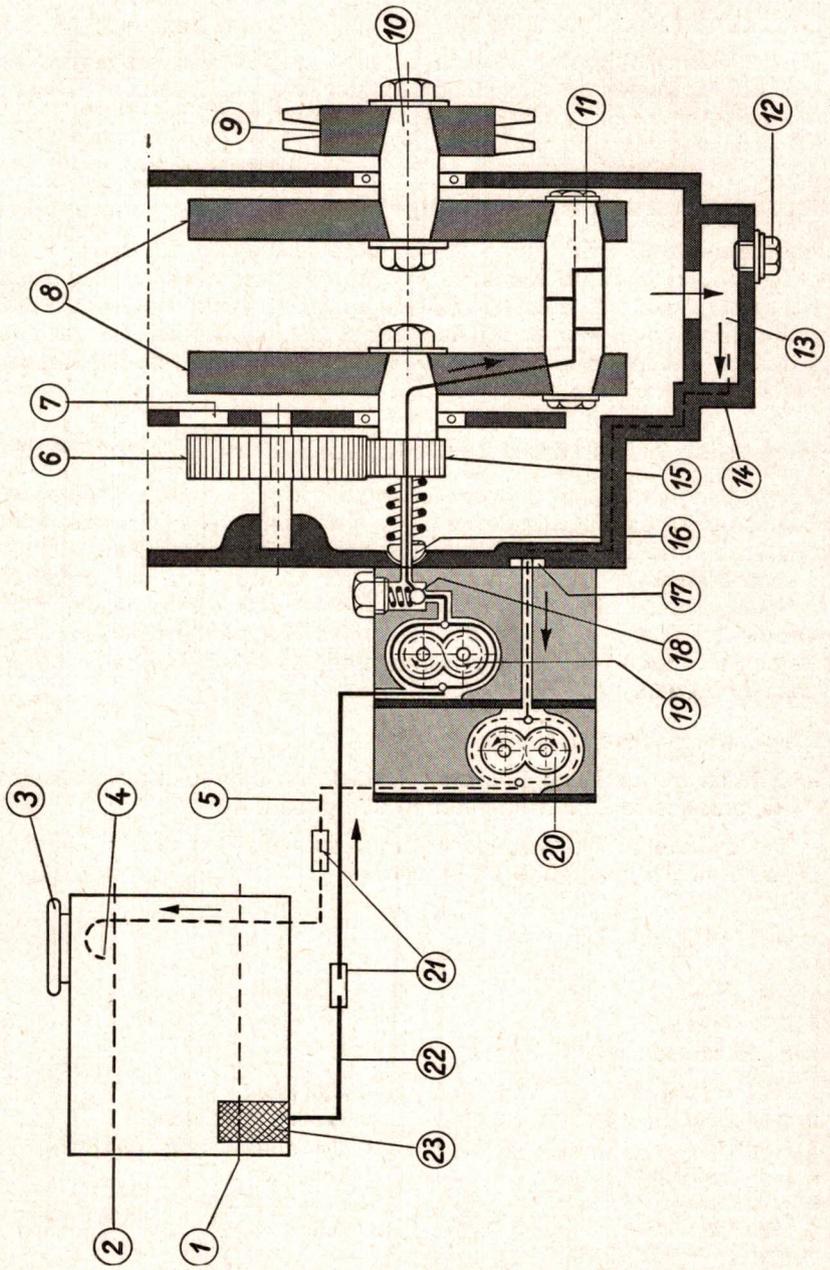
- Öltank entleeren
- Filter (23) ausbauen, reinigen und wieder einbauen
- Neues Öl bis auf vorgeschriebene Höhe (2) einfüllen
- Anschluss der Rücklaufleitung (5) beim Öltank lösen
- Motor in Betrieb setzen und solange laufen lassen, bis an der Rücklaufleitung sauberes Öl austritt
- Motor abstellen und Rücklaufleitung anschliessen
- Ölstand im Öltank kontrollieren, wenn nötig nachfüllen.

Ölstandskontrolle

Diese ist bei Motoren mit Trockensumpfschmierung immer unmittelbar nach dem Abstellen des Motors vorzunehmen.

Legende zu Figur 1

- 1 Ölstand minimal
- 2 Ölstand maximal
- 3 Öleinfüllstutzen
- 4 Ölrücklaufkontrolle
- 5 Rücklaufleitung
- 6 Steuerrad
- 7 Öldurchlass
- 8 Schwungmassen
- 9 Antriebskettenrad (Primärkette)
- 10 Kurbelwelle
- 11 Pleuelzapfen
- 12 Ölablassschraube
- 13 Ölsumpf
- 14 Rücklaufkanal
- 15 Steuerrad
- 16 Überbrückungs- und Überdruckventil
- 17 Gummidichtung
- 18 Rückschlagventil
- 19 Druckpumpe
- 20 Saugpumpe
- 21 Verbindungsschläuche
- 22 Zulaufleitung
- 23 Ölfilter



Figur 1 Trockensumpfschmierung

b. Druckumlaufschmierung

Dieses beim Automotor allgemein bekannte Schmiersystem wird beim Viertakt-Motorradmotor meistens dann angewendet, wenn das Schwungrad ausserhalb des Kurbelgehäuses angeordnet und demzufolge im Kurbelgehäuse selbst genügend Platz für die Ölreserve vorhanden ist.

3. Kurbelgehäuse-Entlüftung

Beim Ein- und Zweizylinder-Viertaktmotor entstehen durch die Kolbenbewegungen im Kurbelgehäuse Druckdifferenzen. Die übliche Art der Entlüftung, wie z. B. beim Vierzylindermotor, ist nicht möglich, weil das Kurbelgehäuse als Pumpe arbeiten würde. Es ist deshalb eine gesteuerte Entlüftung notwendig, wie z. B. beim Motor A 580-I, wo die Steuerung durch die Nockenwelle erfolgt.

4. Hinweise betreffend Zylinder und Zylinderköpfe A 580-I

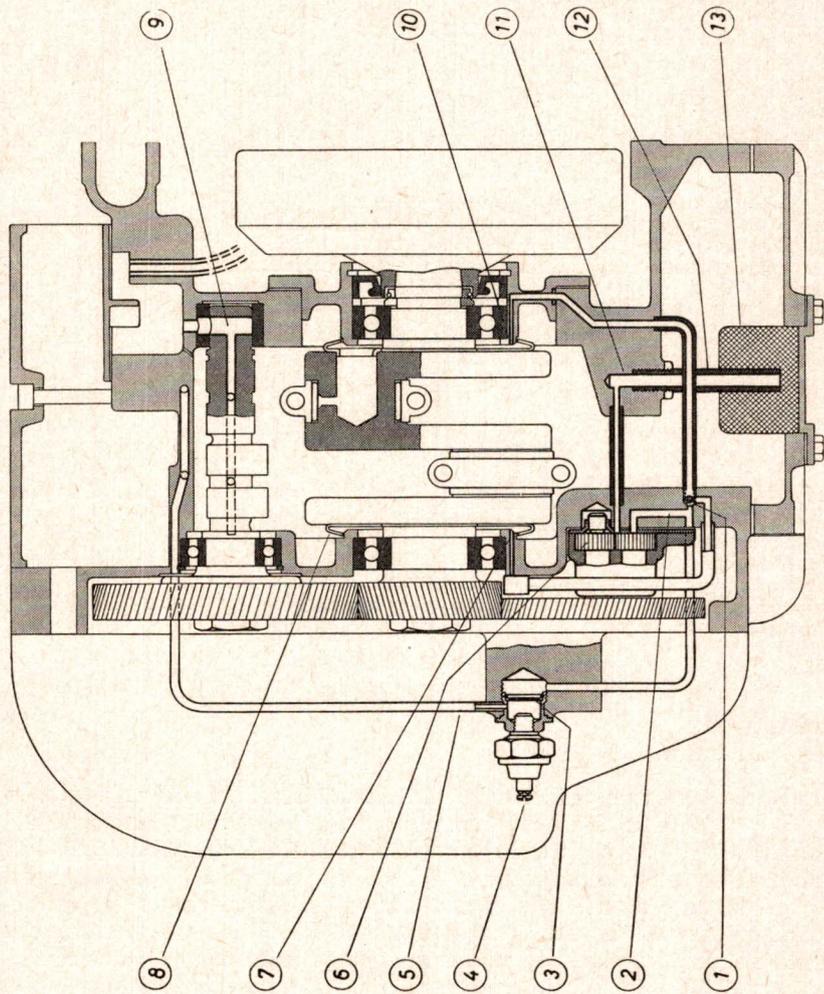
Bei grosser thermischer Beanspruchung des Motors, z. B. bei langfristigem Fahrschulbetrieb im Gelände, kann es vorkommen, dass sich die Schleudergussbüchse im Zylinder löst und verdreht. Dadurch wird der Gaswechsel im Zylinder behindert oder gar unmöglich; der betreffende Zylinder arbeitet nicht mehr. Ebenso können sich die eingeschrumpften Ventilsitze lösen, was sich durch starkes Klappern bemerkbar macht. Beide Störungen können nach Abnehmen des Zylinderkopfes leicht festgestellt werden.

Reparaturvorschriften

- Zylinder mit gelösten Büchsen, Ventilsitzen oder Stehbolzen sind der Reparaturstufe 3 zur Reparatur zu übergeben.
- Der Zylinderkopf darf wegen Deformierungsgefahr nur im kalten Zustand mit 1,8 mkg angezogen werden.

Legende zu Figur 2

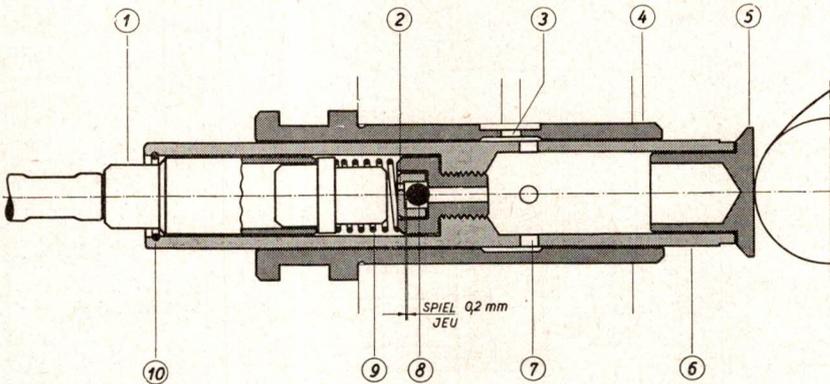
- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| 1 Druckregulierventil | 8 Ölfangblech |
| 2 Druckleitung | 9 Entlüftungsschieber |
| 3 Feinfilter | 10 Ölaustrittsbohrung (kalibriert) |
| 4 Öldruckschalter | 11 Saugleitung |
| 5 Ventilstösselzuleitung | 12 Ansaugstutzen |
| 6 Ölpumpe | 13 Ölfilter |
| 7 Öldüse | |



Figur 2 Motor A 580-I mit Drucklaufschmierung und Kurbelgehäuse-Entlüftung

5. Hydraulischer Ventilstößel

Der hydraulische Stößel hat die Aufgabe, das Ventilspiel aufzuheben. Thermisch bedingte Spielveränderungen sind daher nicht mehr möglich, Nachstararbeiten fallen dahin.



Figur 3 Hydraulischer Ventilstößel A-580-I

- | | |
|------------------------|--------------------|
| 1 Regulierkolben | 6 Stößel |
| 2 Bohrung (kalibriert) | 7 Ölzufuhrkanal |
| 3 Einlasskanal | 8 Rückschlagventil |
| 4 Stößelführung | 9 Druckfeder |
| 5 Druckpflz | 10 Sicherungsring |

a. Arbeitsweise

(Beispiel: Motorrad A-580-I)

Das von der Ölpumpe gelieferte Öl wird dem Stößel bei einem Druck von 8 kg/cm^2 durch den Kanal (3) zugeführt. Es gelangt weiter durch die Ölzufuhrkanäle (7) in den Stößel und über das Rückschlagventil (8) und die exzentrische Bohrung (2) hinter den Regulierkolben (1). Dieser wird dadurch dauernd an den Ventilschaft angepresst und hebt so das Ventilspiel auf. Beim Öffnen des Ventiles entsteht durch den Gegendruck der Ventilfeder ein Druckanstieg hinter dem Regulierkolben (1), das Rückschlagventil (8) wird geschlossen, und die Ölsäule verhindert den Kolben am Zurückweichen. Die Gesamtlänge des Stößels muss den thermisch bedingten Materialdehnungen angepasst werden. Dies geschieht durch Entweichen von Lecköl am Regulierkolben (1) und durch das Nachfließen von Öl über das Rückschlagventil (8).

b. Störungsmöglichkeiten

- Öldruck ungenügend
- Regulierkolben (1) sitzt fest wegen Fressstellen am Stössel (6) oder am Kolben selbst
- Leckölmenge am Regulierkolben (1) zu gross
- Rückschlagventil (8) undicht
- Ventildfedern zu schwach

Der Zustand der Ventildfedern ist für einwandfreie Funktion des Stössels ausschlaggebend. Sind die Federn zu schwach, so wird bei hoher Drehzahl der Gegendruck auf den Regulierkolben (1) zu klein. Dieser wird dadurch bis zum Anschlag am Aussensicherungsring (10) nach vorn gedrückt, und das Ventil kann nicht mehr schliessen. Diese Störung macht sich durch starkes Knallen im Auspuff bemerkbar.

Verschleissgrenze der Ventildfedern

- Innere Feder: Freie Länge 62 mm Druck 11 kg : 41 mm
- Äussere Feder: Freie Länge 53 mm Druck 10 kg : 45 mm

Defekte Stössel sind im Reparaturaustausch zu ersetzen.

c. Einbau

- Der Regulierkolben (1) muss trocken eingebaut werden, damit sich der Stössel selbst entlüften kann.
- Es empfiehlt sich, bei jeder Zylindermontage den Regulierkolben (1) herauszunehmen und trocken wieder einzubauen.
- Der Einlasskanal (3) in der Stösselführung (4) ist beim Einbau nach oben zu richten, da sonst kein Öl in den Stössel gelangen kann.



III. Kraftübertragung

1. Bauarten

Man unterscheidet beim Motorrad grundsätzlich zwei verschiedene Arten der Kraftübertragung. Je nach Wahl der Übertragungsart sind für Konstruktion und Anordnung der Übertragungselemente bestimmte Voraussetzungen gegeben.

Der Kardantrieb hat gegenüber dem Kettenantrieb den Vorteil, dass er wesentlich betriebssicherer ist und praktisch keinen Unterhalt benötigt. Dagegen sind Herstellungs- und Reparaturkosten bedeutend höher als beim Kettenantrieb.

a. Kardantrieb

Beim Kardantrieb wird das Getriebe direkt am Kurbelgehäuse des Motors angeflanscht. Die Kraft wird von der Kurbelwelle direkt über die Kupplung auf das Getriebe übertragen. Kurbelwelle, Kupplung und Getriebe-Hauptwelle oder -Primärwelle sind in derselben Flucht angeordnet und laufen mit gleicher Drehzahl. Vom Getriebe verläuft die Kraft über die Kardanwelle und das Kardan-Winkelgetriebe, bei einem Untersetzungsverhältnis von etwa 4,5 : 1, auf das Hinterrad.

b. Kettenantrieb

Bei Kettenantrieb wird in der Regel das Getriebe hinter dem Motor separat im Rahmen eingebaut. Kurbelwelle und Getriebewellen liegen hier parallel zueinander. Die Kupplung ist auf der Hauptwelle des Getriebes montiert. Die Primärkette überträgt die Kraft von der Kurbelwelle auf den Kupplungskorb, bei einem Untersetzungsverhältnis von etwa 2,5 : 1. Kupplung und Getriebe laufen demnach bereits mit entsprechend reduzierter Drehzahl. Ebenfalls mit einer Untersezung von etwa 2,5 : 1 überträgt die Sekundärkette die Kraft auf das Hinterrad.

2. Kupplung

Bauart und Anordnung der Kupplung richten sich ebenfalls nach der Art der Kraftübertragung.

a. Einscheibenkupplung

(Anwendung in der Regel bei Kardantrieb)

Beim Kardantrieb ist die Kupplung in der Regel im Schwungrad eingebaut. Sie läuft mit der Drehzahl der Kurbelwelle und hat demnach auch nur das Drehmoment des Motors zu übertragen, wozu meistens eine einzelne Mitnehmerscheibe genügt.

b. Lamellenkupplung

(Anwendung in der Regel bei Kettenantrieb)

Beim Kettenantrieb ist die Kupplung auf die Hauptwelle des Getriebes fest aufgezogen. Der Kupplungskorb ist mittels Wälzlagern auf der Kupplungsnahe gelagert und wird beim Einkuppeln über die Mitnehmerscheiben mit dieser verbunden. Der Antrieb des Kupplungskorbes erfolgt durch die Primärkette mit einer Untersetzung von etwa 2,5 : 1. Dadurch wird die Drehzahl der Kupplung gegenüber der Kurbelwelle entsprechend reduziert, das zu übertragende Drehmoment aber im gleichen Verhältnis erhöht. Zur Übertragung dieses grösseren Drehmomentes ist eine Lamellenkupplung notwendig.

c. Betätigung

Die Kupplung wird beim Motorrad durch einen Kabelzug (19) betätigt. Durch den Ausrückhebel (11), das Drucklager (10) und die Druckstange (7) wird die Druckplatte (4) von der Mitnehmerscheibe abgehoben. Die Druckstange (7) wird durch die hohle Getriebehauptwelle geführt. Diese Anordnung ist, mit geringen Abweichungen, bei fast allen Motorradkupplungen anzutreffen.

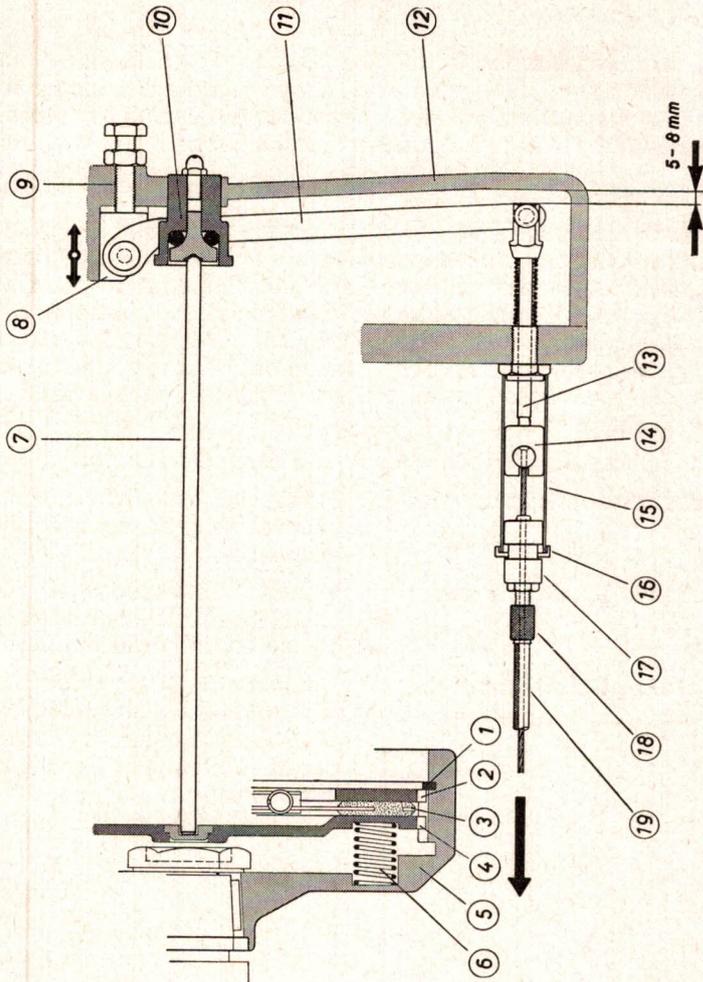
d. Einstellung

Bei allen Betätigungen der gezeigten Bauart ist es wichtig, dass im eingekuppelten Zustand zwischen Drucklager oder Druckpilz (10) und Druckstange (7) ein Spiel von etwa 1,5 mm vorhanden ist. Dieses Spiel entspricht einem toten Gang des Kupplungshebels (am Lenker) von ca. 15 mm und kann meistens mit einer Stellschraube am Ausrückhebel (11) leicht eingestellt werden.

Beim Motorrad A 580 und A 580-I ist die Einstellung etwas schwieriger, weil der verfügbare Weg des Ausrückhebels (11) durch den Gehäusedeckel (12) beschränkt ist. Hier ist für die Grundeinstellung wie folgt vorzugehen:

- Kupplungskabel (19) durch Abnehmen des Halteringes (16) abhängen.
- Einstellschraube (9) so einstellen, dass der Ausrückhebel (11) einen toten Weg von 5–8 mm aufweist, dies kann durch Ziehen an der Zugstange (13) festgestellt werden.
- Kupplungskabel einhängen
- Mit Einstellschraube (18) 15–20 mm toten Weg am Kupplungshebel (an Lenker) einstellen.
- Jede Nachstellung mit der Einstellschraube (9) vornehmen.

Figur 4 Kupplung
A 580-I



- 1 Sicherungsring
- 2 Kupplungsplatte
- 3 Kupplungsmittelnemmerscheibe
- 4 Kupplungsdruckplatte
- 5 Schwungrad
- 6 Kupplungsfeder
- 7 Druckstange
- 8 Hebelhalter
- 9 Einstellschraube
- 10 Drucklager
- 11 Ausrückhebel
- 12 Gehäusedeckel
- 13 Zugstange
- 14 Kabelanschluss
- 15 Distanzrohr
- 16 Haltering
- 17 Kabelführung
- 18 Kabeleinstellschraube
- 19 Kupplungskabel

3. Getriebe

Beim Motorrad werden in der Regel Wechselgetriebe mit Klauen- oder Ziehkeilschaltung verwendet, bei denen die Zahnradpaare immer im Eingriff stehen. Die Bedienung der Schaltung erfolgt meistens mittels Fusschalthebel mit automatischer Rückstellung.

a. Getriebe A 580 und A 580-I (Klauenschaltung)

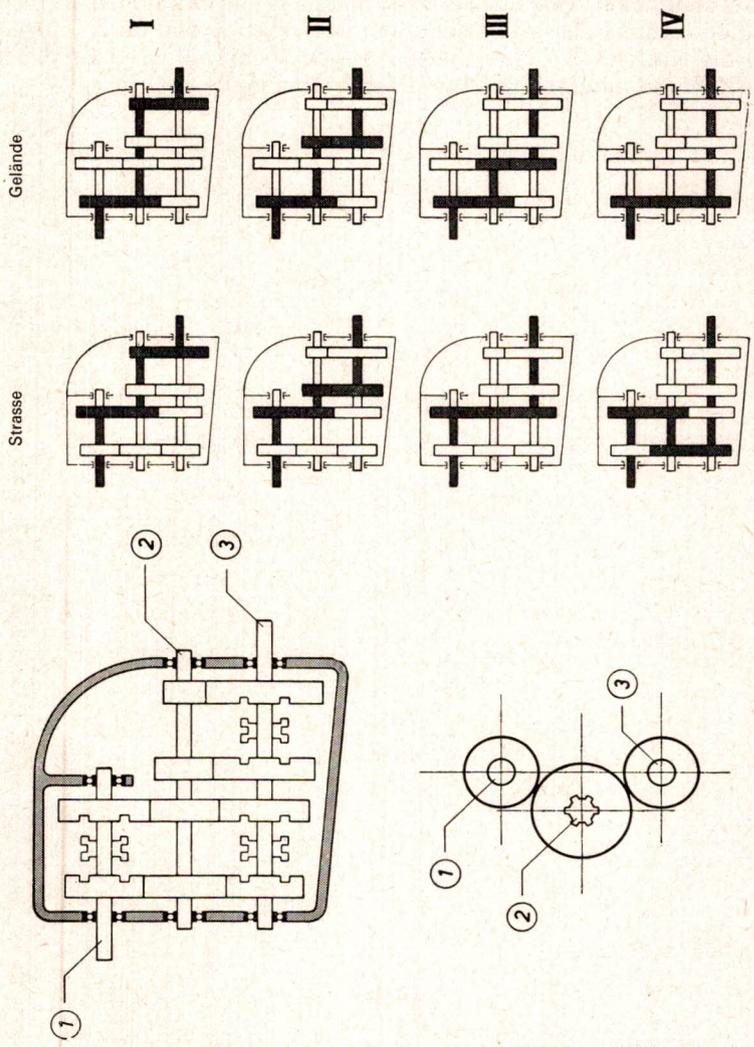
In diesem Getriebe ist eine Vorstufe zur wahlweisen Benützung eines Strassen- oder Geländeganges eingebaut. Die Schaltung der Vorstufe erfolgt mittels Handschalthebel durch Verschiebung der Schaltklaue auf der Primärwelle (1). Die normale Schaltung vom 1. bis zum 4. Gang erfolgt durch den Fusschalthebel mit automatischer Rückstellung über eine Steuerplatte auf zwei Schaltklauen der Hauptwelle (3). Die Schaltgabeln sind auf zwei Achsen geführt, welche in der hinteren Gehäusewand verschraubt sind.

Störungen am Schaltmechanismus und deren Behebung:

- **Gebrochene Rückzugfeder:** Fusschalthebel und rechten Gehäusedeckel abnehmen und Feder auswechseln.
- **Defekte Steuerplatte:** Oberen Gehäusedeckel abnehmen und Steuerplatte samt Schaltsegment ausbauen und reparieren.
- **Defekte Schaltgabeln:** Getriebe ausbauen, hinteren und oberen Getriebedeckel abnehmen, defekte Schaltgabeln durch Ausschrauben der betreffenden Schaltgabelachse auswechseln.

Legende zu Figur 5

- 1 Primärwelle
- 2 Vorgelegewelle
- 3 Hauptwelle



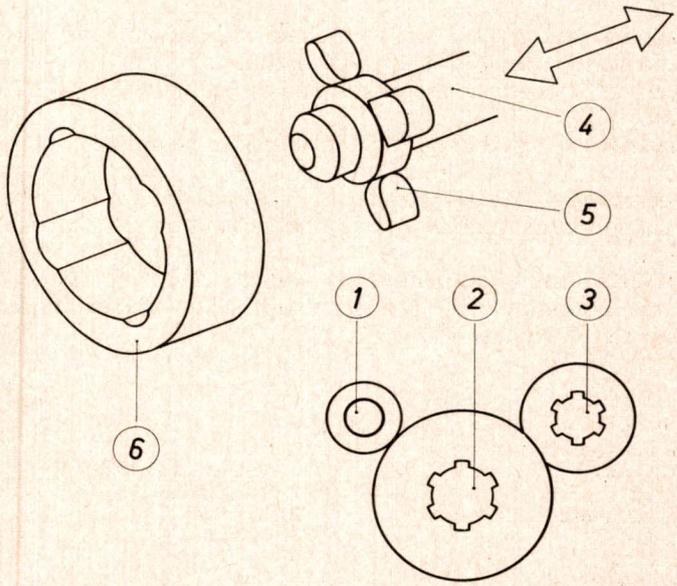
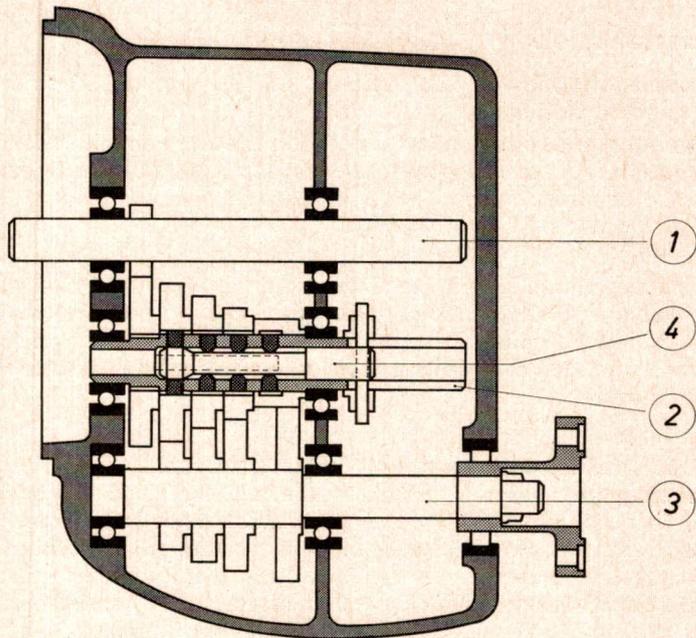
Figur 5 Getriebe A 580-I

b. Getriebe CA 250 und A 250 (Ziehkeilschaltung)

Dieses Getriebe ist mit einer Ziehkeilschaltung ausgerüstet. Die Zahnradpaare der einzelnen Stufen sind dauernd miteinander im Eingriff. Mit dem Fusschalthebel wird über eine Schaltgabel die Ziehkeilwelle (4) in der hohlen Hauptwelle (2) verschoben. Dadurch werden durch den Ziehkeil (4) die Nocken (5) beim CA 250 Kugeln, nach aussen gedrückt und so das Zahnrad mit der Hauptwelle fest verbunden.

Legende zu Figur 6

- 1 Primärwelle
- 2 Hauptwelle, hohl
- 3 Vorgelegewelle
- 4 Ziehkeilwelle
- 5 Nocken
- 6 Zahnradnabe der Zahnräder auf Hauptwelle (2)



Figur 6 Getriebe A 250

4. Kardanantrieb

Die Armeemotorräder A 580, A 580-I, CA 250 und A 250 sind mit Kardanantrieb ausgerüstet.

Das Kardangetriebe selbst darf durch den Motormechaniker der 1. und 2. Reparaturstufe nicht zerlegt werden. Es ist nötigenfalls im Reparaturaustausch zu ersetzen.

a. Kardanantrieb A 580-I

Das Kardangetriebe ist mit dem Drehzapfen (11) und der Steckachse (6) in den beiden Gleitstücken der Hinterradfederung drehbar gelagert, wodurch sich ein zweites Kardangelenke in der Kardanwelle erübrigt. Die Federbewegungen des Hinterrades werden durch die elastische Kupplung (1) aufgenommen.

Einbau:

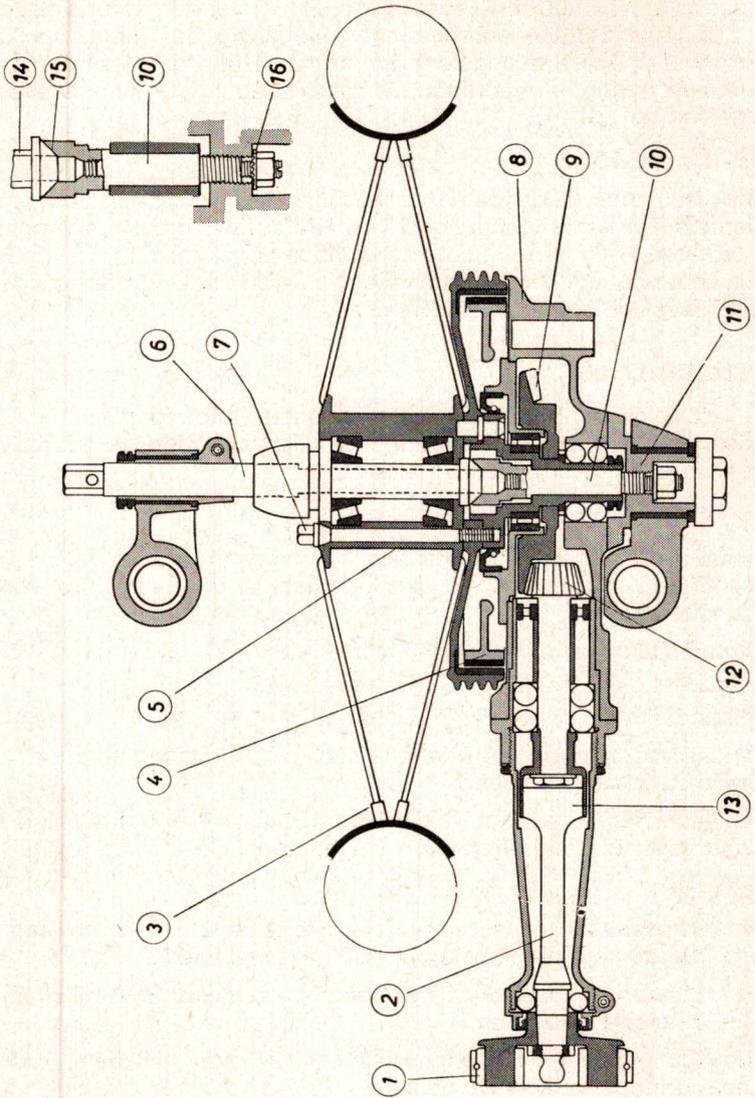
Das Axialspiel des Drehzapfens (11) muss beim Anziehen der Drehzapfenmutter eingestellt werden. Diese ist satt anzuziehen und wieder so weit zu lösen, dass sich der Drehzapfen im Gleitstück noch drehen kann. Hierauf ist die Drehzapfenmutter mit der Klemmschraube gut zu sichern.

Die Achsverlängerung (10) ist bei jeder Neumontage axial so einzustellen, dass bei der Radmontage der Flansch der Radnabe (5) und der Konus (15) der Hohlachse (14) gleichzeitig zum Aufliegen kommen. Dazu ist wie folgt vorzugehen:

- Achsverlängerung (10) bei ausgebautem Rad von der Radseite her ganz in den Drehzapfen (11) einschrauben.
- Rad, ohne Steckachse, montieren und mit den drei Zugbolzen (7) festziehen.
- Achsverlängerung (10) mit Schraubenzieher gegen den Konus (15) der Hohlachse (14) festziehen.
- Arretierscheibe (16) einsetzen und mit Kontermutter kontern.
- Drehzapfenmutter montieren und das Rad mit der Steckachse (6) festziehen.
- Bei jeder weiteren Raddemontage werden nur noch die Steckachse (6) und die Zugbolzen (7) ausgeschraubt. Die Achsverlängerung (10) bleibt fest im Drehzapfen (11).

Legende zu Figur 7

1 Elastische Kupplung	9 Tellerrad
2 Kardanwelle	10 Achsverlängerung
3 Hinterrad	11 Drehzapfen
4 Hinterradbremse	12 Kegelrad
5 Radnabe	13 Gleitstück
6 Steckachse	14 Hohlachse
7 Zugbolzen	15 Konus
8 Abschlussdeckel	16 Arretierscheibe



Figur 7 Kardantrieb mit Rad und Steckachse A 580-I

b. Kardangetriebe CA 250 und A 250

Dieses Kardangetriebe ist fest mit der Hinterradschwinge verschraubt, welche ihrerseits auf den Federbeinen der Hinterradfederung abgestützt ist. Das linke Schwingenrohr dient gleichzeitig als Schutzrohr für die Kardanwelle. Das Kardangelenke ist auf der Höhe des Drehpunktes der Hinterradschwinge angeordnet. Deshalb ist auch hier kein zweites Kardangelenke notwendig.

Aus- und Einbau:

Zum Ausbau des Kardangetriebes wird das Rad demontiert und das linke Federbein am Kardangehäuse gelöst. Hierauf kann das Kardangehäuse am hinteren Flansch des Schwingenrohres abgeflanscht und wieder angeflanscht werden. Die Kardanwelle mit Gelenk und das Schwingenrohr bleiben am Getriebe, bzw. am Rahmen.

5. Kettenantrieb

Eine Anzahl der zur Requisition vorgesehenen Motorräder sind mit Kettenantrieb ausgerüstet. Dieser benötigt, vor allem bei offen laufenden Ketten, einen wesentlich grösseren Unterhalt.

Einstellung

Bei der Einstellung des Durchhanges (1) sind nach Möglichkeit die Fabrikvorschriften zu beachten. Wo solche fehlen, ist die Einstellung wie folgt vorzunehmen:

- Dynamokette (a) etwa 7 mm
- Primärkette (b) etwa 5 mm
- Sekundärkette (c) etwa 10 mm
- Bei teilweise verstreckten Ketten muss der Durchgang an der straffsten Stelle eingestellt werden.
- Bei jeder Nachstellung ist die Kettenlinie zu kontrollieren, d.h. die Zahnräder müssen in derselben Flucht stehen.

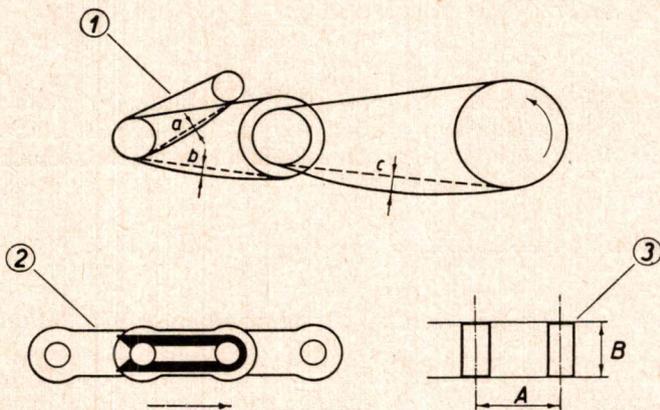
Wartung

- Einkapselte Ketten laufen normalerweise im Ölbad. Betreffend Öltyp und Niveau sind die Fabrikvorschriften zu beachten.
- Offen laufende Ketten sind bei Bedarf zu reinigen und mit graphitierterem Öl wieder einzuölen.
- Die Schliessfeder des Kettenschlosses (2) muss mit dem Rücken in Laufrichtung montiert werden.
- Beim Ersatz der Ketten sind auch die Zahnkränze auf ihren Zustand zu kontrollieren und wenn nötig zu ersetzen.

Abmessungen

Für die Abmessungen einer Kette sind folgende Masse (3) notwendig:

- Achsabstand (A) in Zoll
- Breite der inneren Glieder (B) in Zoll
- Kettenlänge in mm oder Anzahl der Glieder



Figur 8 Ketteneinstellung

- 1 Durchhang der Ketten
- 2 Montage der Schliessfeder
- 3 Kettenabmessungen

IV. Fahrgestell

1. Rahmen

a. Bauarten

- Rohrrahmen aus nahtlosen Stahlrohren, die durch Verlöten in Tempergussmuffen oder durch Verschraubung miteinander verbunden werden.
- Profilrahmen aus Pressstahlteilen, die durch Verschweissen oder Verschraubung miteinander verbunden werden.

b. Reparaturen

Reparaturen und Richtarbeiten an Rohr- oder Profilrahmen dürfen nur durch Fachspezialisten ausgeführt werden. Nötigenfalls sind deformierte oder gebrochene Rahmen oder deren Einzelteile im Reparaturaustausch zu ersetzen.

2. Vordergabel mit Federung

(Vgl. Figur 9)

Bei grösseren Fahrzeugtypen werden vornehmlich folgende Bauarten verwendet:

- Teleskopgabel mit oder ohne hydraulische Dämpfung (I)
- Vorderrad-Langschwinge (II) mit eingebautem Federbein, welches gleichzeitig als hydraulischer Dämpfer wirken kann.

Bei kleineren Fahrzeugen hauptsächlich Vorderrad-Kurzschwingen:

- Schwinghebel hinten drehbar gelagert (III),
- Schwinghebel vorne drehbar gelagert, wobei das Rad gezogen wird (IV).

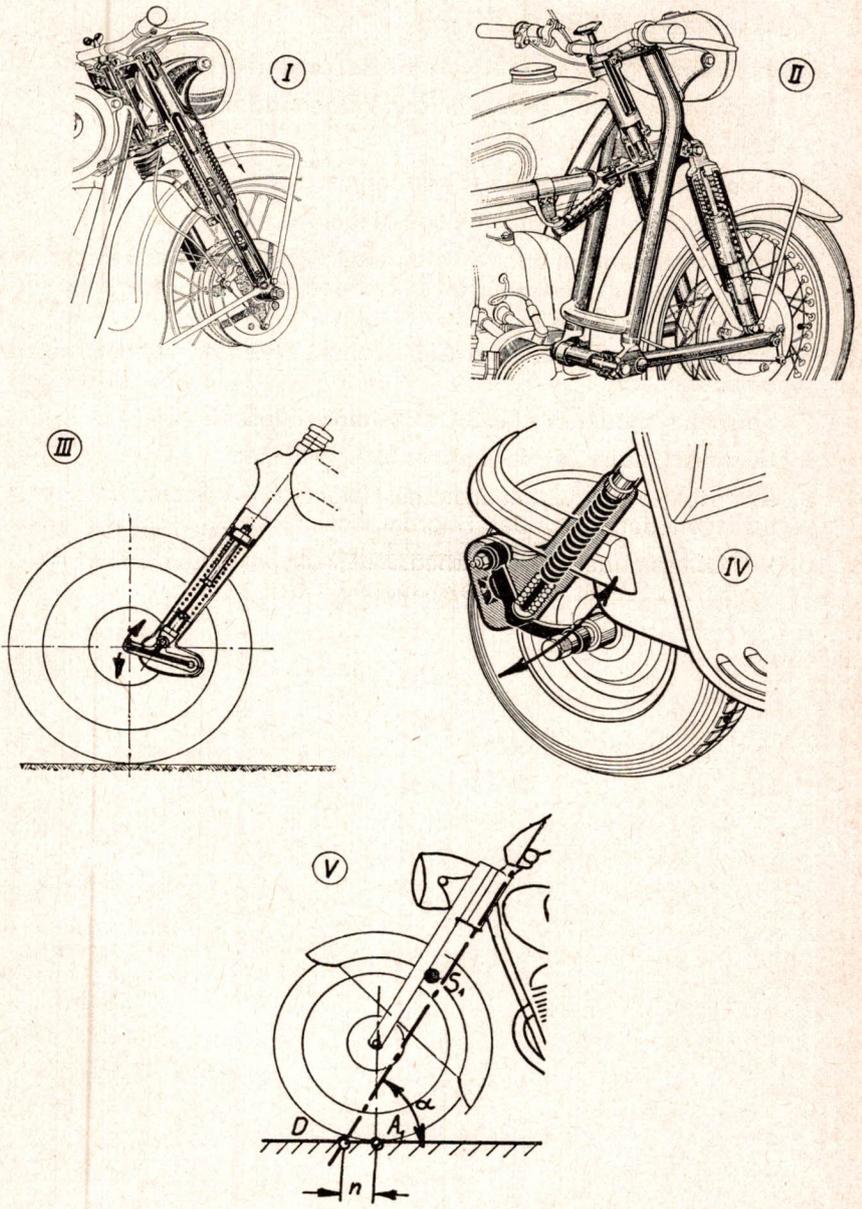
a. Nachlauf

Die Distanz («n» in Figur 9/V) zwischen dem Schnittpunkt der verlängerten Lenkachse mit der Fahrbahn und dem Radauflagepunkt bezeichnet man als Nachlauf. Bei Deformationen von Rahmen oder Vordergabel wird möglicherweise der Nachlauf verändert und dadurch die Lenkeigenschaften des Fahrzeuges ungünstig beeinflusst.

Der Winkel « α » wird mit Lenkachswinkel bezeichnet.

Legende zu Figur 9

- I Teleskopgabel
- II Schwinghebelgabel mit langem Schwinghebel und Federbeinen
- III Kurze, hinten gelagerte Schwinghebel
- IV Kurze, vorne gelagerte Schwinghebel
- V Nachlauf und Lenkachswinkel

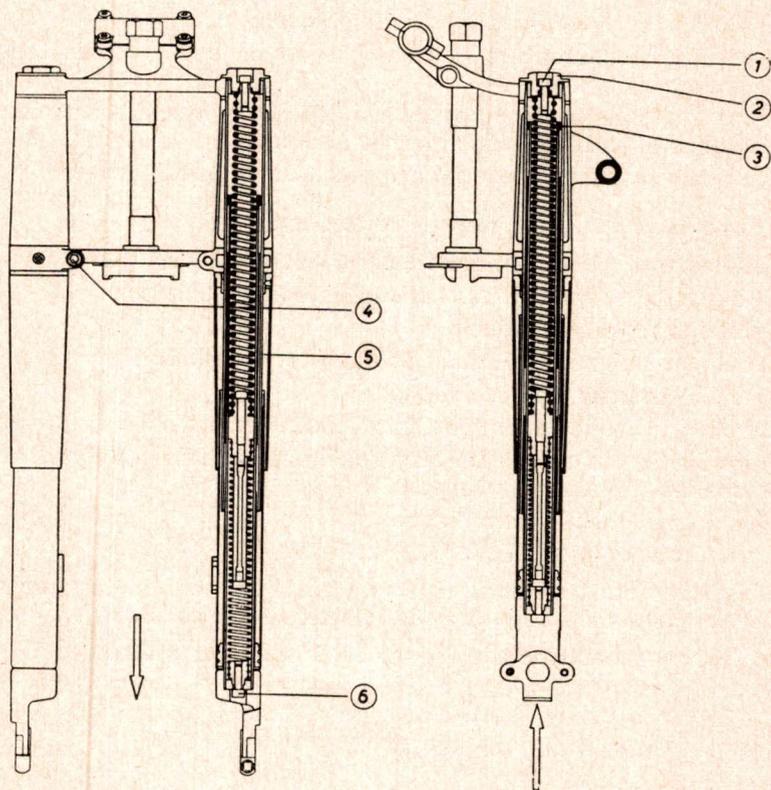


Figur 9 Vordergabel mit Federung

b. Teleskopgabel A 580-I

Beim Ausbau gilt folgende Arbeitsreihenfolge:

- 1) Maschine aufbocken bis sich das Vorderrad frei dreht.
- 2) Vorderrad demontieren
- 3) Innensechskantschraube (1) entfernen.
- 4) Gleitholm (5) nach unten herausziehen.
- 5) Innensechskantschraube (6) entfernen und die Feder herausziehen. Beim Einsetzen der Feder darauf achten, dass das Federende in der Führungsnut (2) liegt.
- 6) Mutter (3) entfernen und Gleitbüchse, Zwischen- und Schutzrohr herausziehen.
- 7) Verschlussmutter (2) ca. 3 Umdrehungen lösen.
- 8) Klemmschraube (4) der unteren Brücke lösen.
- 9) Mit Holz- oder Gummihammer leicht auf Verschlussmutter (2) schlagen, damit sich das Tragrohr löst.
- 10) Verschlussmutter (2) entfernen.
- 11) Tragrohr nach unten herausziehen.



Figur 10 Teleskopgabel A 580-I

- 1 Innensechskantschraube
- 2 Verschlussmutter
- 3 Mutter

- 4 Klemmschraube
- 5 Gleitholm
- 6 Innensechskantschraube

c. Teleskopgabel A 250

Ausbau eines Federbeines (Arbeitsreihenfolge)

- 1) Vorderrad ausbauen.
- 2) Befestigungsschraube zu Schutzblechstrebe auf der betreffenden Seite abschrauben.
- 3) Erkennungstafel entfernen.
- 4) Klemmschraube (1) drei Umgänge lösen
- 5) Schraube (12) an der oberen Gabelbrücke entfernen.
- 6) Konussitz des Tragrohres (9) wie folgt lösen:
 - mit Bleihammer obere Gabelbrücke so nahe wie möglich beim Konus gegenhalten,
 - am Tragrohrende genau passenden Messingdorn aufsetzen und mit kräftigen Hammerschlägen Konus lösen.
- 7) Federbein samt Schutzmantel (10) nach unten herausziehen.

Zerlegen des Federbeines (Arbeitsreihenfolge)

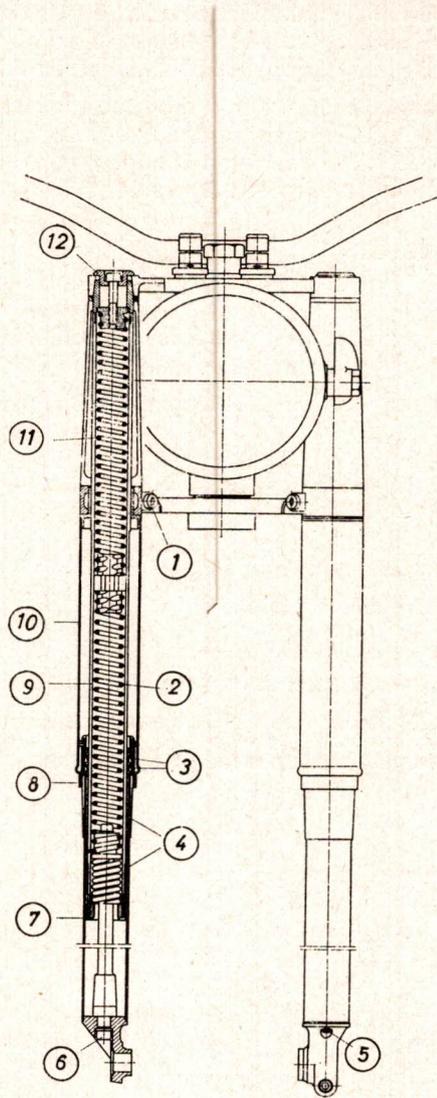
- 1) Schutzmantel (10) nach oben wegschieben.
- 2) Öl durch Ausschrauben der Ablassschraube (5) ablassen
- 3) Schraube (6) ausschrauben
- 4) Federbein am unteren Ende in Schraubstock einspannen
- 5) Verschlussmutter (8) abschrauben
- 6) Tragrohr (9) samt Feder und Gleitbüchsen herausziehen
- 7) Tragrohr (9) am oberen (nicht geschliffenen Ende) im Schraubstock einspannen (Bleibacken verwenden !)
- 8) Verschlussmutter (7) abschrauben
- 9) Gleitbüchsen (4) und Feder (2) ausziehen

Beim Ersetzen der Dichtringe (3) muss beachtet werden, dass die Abstreiflippe nach unten zeigt und dass dieselbe nicht verletzt wird.

Beim Zusammenbau sind alle Teile peinlich sauber zu halten.

Legende zu Figur 11

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 1 Klemmschraube | 7 Verschlussmutter |
| 2 Feder (untere) | 8 Verschlussmutter |
| 3 Dichtringe | 9 Tragrohr |
| 4 Gleitbüchsen | 10 Schutzmantel |
| 5 Ölablassschraube | 11 Feder (obere) |
| 6 Schraube zu Führungsstange | 12 Schraube zu Federhalter |



Figur 11 Teleskopgabel A 250

d. Reparaturen an Vordergabeln

Bei Unfallschäden an Teleskopgabeln sind die beiden Gabelbrücken auf Parallelität und Fluchtung zu kontrollieren und, wenn nötig, nach Lösen der Klemmschraube an der oberen Brücke neu zu fluchten.

Verbogene Gabelteile dürfen durch die Motormechaniker nicht gerichtet werden. Sie sind auf Deformation und Bruch zu kontrollieren und wenn nötig auszuwechseln. Bei grösseren Schäden muss die komplette Vordergabel im Reparaturaustausch ersetzt werden.

3. Hinterradfederung

a. Bauarten

- Starre Hinterradgabel mit geradlinig geführter Teleskopfederung (A 580-1)
- Hinterradschwinge mit eingebautem Federbein, hydraulisch gedämpft (A 250).

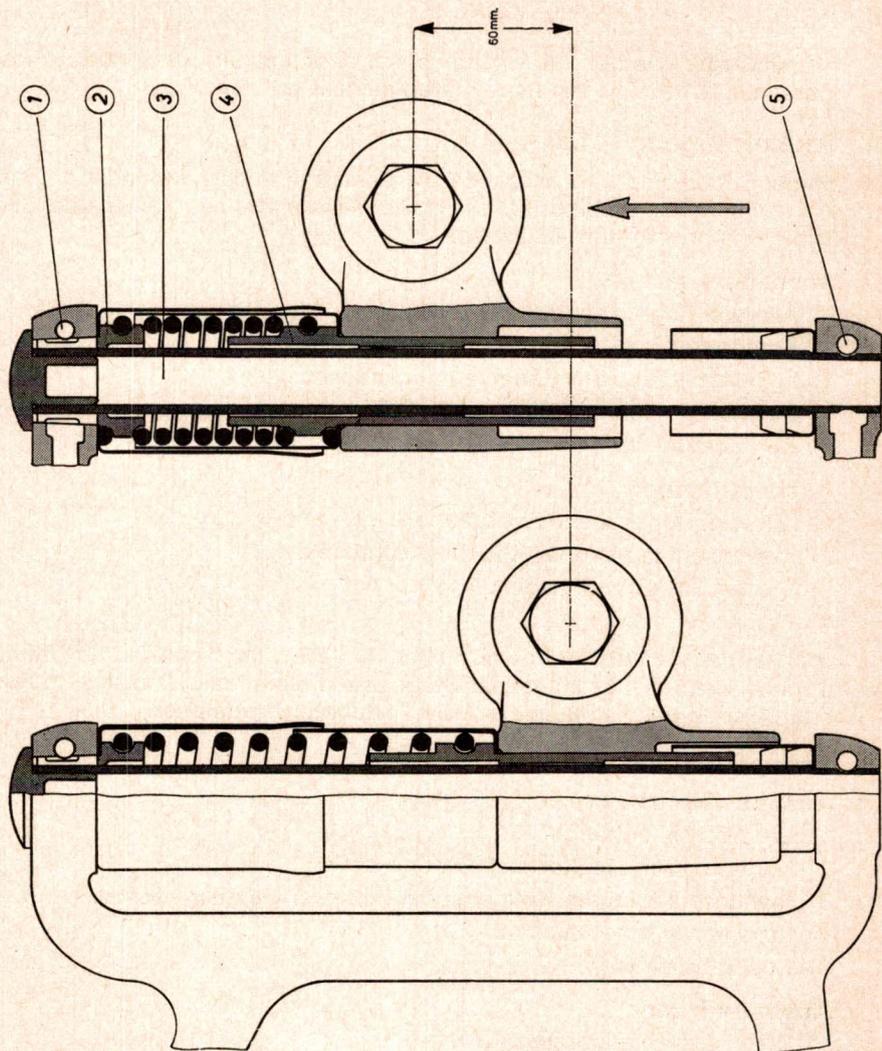
b. Hinterradfederung A 580-1

Ausbau der Federung:

- 1) Hinterrad demontieren.
- 2) Werkzeugkasten demontieren
- 3) Klemmschrauben (1 und 5) ausschrauben.
- 4) Führungsachse (3) nach oben herausziehen.
- 5) Federhalter (2) in der Führung lockern (konischer Sitz)
- 6) Ganzes Federsystem nach hinten herausziehen.

Legende zu Figur 12

- 1 Obere Klemmschraube
- 2 Federhalter
- 3 Führungsachse
- 4 Gleitstück
- 5 Untere Klemmschraube



Figur 12
 Hinterradauf-
 hängung
 A 580-1

4. Räder

Als Radlager werden grösstenteils Kegelrollenlager verwendet. Diese müssen spielfrei und leichtgehend eingestellt werden.

a. Radbefestigung A 580-I

Beide Räder sind mit Steckachsen befestigt und untereinander auswechselbar. Zur Verbindung der Nabe mit der Bremstrommel und dem Mitnehmer dienen drei Zugbolzen.

Ausbau vorne:

- 1) Alle drei Zugbolzen ausschrauben.
- 2) Kontermutter zu Steckachse rechts abnehmen
- 3) Klemmschraube am Gabelholm links lösen.
- 4) Steckachse herausziehen
- 5) Rad abnehmen.

Ausbau hinten:

- 1) Alle drei Zugbolzen ausschrauben.
- 2) Klemmschraube an Gleitbüchse rechts lösen.
- 3) Steckachse ausschrauben.
- 4) Rad abnehmen.

Die Radbefestigung erfolgt hier ebenfalls mit Steckachsen. Als Bremstrommel dient die Radnabe, der Bremsschild bleibt beim Ausbau am Rad. Zum Antrieb der Radnabe dient ein verzahnter Mitnehmer.

b. Radbefestigung A 250

Ausbau vorne:

- 1) Bremskabel abhängen
- 2) Kontermutter der Steckachse abnehmen.
- 3) Klemmschraube am Holmenende links drei Umgänge lösen.
- 4) Steckachse herausziehen.
- 5) Rad abnehmen.

Ausbau hinten:

- 1) Bremsstange abhängen.
- 2) Klemmschraube am Gabelende rechts drei Umgänge lösen.
- 3) Steckachse ausschrauben.
- 4) Bremsverankerungsstück rechts abnehmen
- 5) Rad abnehmen.

Beim Einbau der Räder ist darauf zu achten, dass die Bremsschilder an den hierfür vorgesehenen Zapfen wieder richtig verankert sind.

Störungen

Inhaltsverzeichnis

I. Benzinmotor	1
1. Allgemeines	1
2. Motor springt nicht an	1
3. Motor springt an, stellt aber nach kurzer Zeit ab	2
4. Motor setzt aus	2
5. Motor zieht schlecht	2
6. Motor knallt	3
7. Motor raucht stark	3
II. Dieselmotor	4
1. Allgemeines	4
2. Motor springt nicht an	4
3. Motor springt an, stellt aber nach kurzer Zeit ab	5
4. Motor setzt aus	5
5. Motor zieht schlecht	5
6. Motor raucht oder klopft	5
7. Motor lässt sich überdrehen	6

Störungen

I. Benzinmotor

1. Allgemeines

Beim Aufsuchen von Störungen muss sich der Mechaniker eine *systematische Reihenfolge* angewöhnen.

Empfehlenswert ist folgendes Vorgehen:

- Kontrolle, ob Treibstoff im Treibstoffbehälter ist.
- Kontrolle, ob Treibstoff in den Vergaser gelangt, durch Lösen der Zufuhrleitung.
- Kontrolle der Zündanlage, ob Zündfunke vorhanden.
- *Motorkontrolle:*
 - a. Ventilspiel und Ventildfedern
 - b. Kompression der einzelnen Zylinder
 - c. Ölkreislauf und Kühlung

Auf Grund dieser Untersuchungen können folgende Feststellungen gemacht werden:

2. Motor springt nicht an

a. Treibstoffmangel:

Kein Treibstoff im Behälter, Treibstoffhahn geschlossen, Wasser im Treibstoff, Behälter-Entlüftung verstopft, Treibstoffleitungen verstopft oder defekt, Benzinpumpe defekt, Schwimbernadel öffnet nicht, Schwimberniveau nicht richtig eingestellt.

b. Treibstoffüberschuss:

Starter- oder Luftklappe zu lange geschlossen oder verklemmt, Vergaser läuft über, Schwimmer undicht, Schwimbernadel bleibt hängen oder deren Sitz ist undicht, lose Vergaserdüsen.

c. Vergaser:

Vergaserdüsen oder deren Zuleitungskanäle sind verstopft, schlechte Abdichtung (falsche Luft), falsche Drosselklappenstellung, verbogenes oder klemmendes Vergasergestänge.

d. Kein Zündfunke:

Batterie schlecht geladen, Zündschloss defekt, Zuleitung zu Zündverteiler defekt, Unterbrecherkontakte verbrannt oder schlecht eingestellt, Kondensator defekt, Niederschlag im Zündverteiler, defekte Hochspannungskabel oder schlechte Kontakte, verrusste oder nasse Zündkerzen, falsche Elektroden-Abstände.

K

e. Ventile:

Ventilspiel falsch, Ventile und Ventilführungen verharzt, Ventilsitze beschädigt, defekte Ventildfedern.

f. Schlechte Kompression:

Festsitzende Kolbenringe, zu grosses Kolbenspiel, Ventilschäden, defekte Zylinderkopfdichtung usw.

3. Motor springt an, stellt aber nach kurzer Zeit ab

- Motor noch zu kalt (zu armes oder zu fettes Benzin-Luft-Gemisch)
- Treibstoffmangel, siehe unter 2a
- Treibstoffüberschuss, siehe unter 2b
- Zündfunke setzt aus, Wackelkontakte im Primärstromkreis, weiteres siehe unter Ziffer 4.
- Starter- oder Luftklappe sind verklemmt, kann nicht mehr ausgeschaltet werden.
- Vorschaltwiderstand zur Zündspule defekt.

4. Motor setzt aus

Siehe unter 2 a–c und beachte folgendes:

- Vergasereinstellung
- Schlechte oder lose Anschlüsse im Primär- oder Sekundärstromkreis
- Defekte Entstörwiderstände (Kerzenstecker, Kabel, Rotor, Verteilerkopf (Lucas) und Zündkerzen)
- Zustand, Einstellung und Schliessdruck der Unterbrecherkontakte
- Zündspule Windungsschluss oder Isolationsfehler
- Verteilerkopf schmutzig, feucht oder schlägt durch
- Zustand der Zündkerzen, Elektrodenabstand
- Überhitzung des Motors (Blasenbildung in der Treibstoffzufuhr)
- Zündzeitpunkt stimmt nicht
- Zustand und Einstellung der Ventile

5. Motor zieht schlecht

- Gemischverhältnis ungünstig, Vergaser neu einstellen
- Zündzeitpunkteinstellung falsch (zu früh oder zu spät), automatische Zündverstellung funktioniert nicht richtig.

- Schlechte Kompression, siehe unter 2 f
- Motor wird zu heiss, mögliche Ursachen:
Ventilatorriemen, Kühlwasserstand, Kühlelement verstopft, Kühlerjalousie, defekter Thermostat, Wasserpumpe, zu armes oder zu fettes Benzin-Luft-Gemisch, Auspuffleitung und Topf verrusst oder eingedrückt usw.

6. Motor knallt

a. Aus dem Vergaser :

- Motor zu kalt, Treibstoff-Luft-Gemisch noch zu mager
- Vergaser schlecht eingestellt, Treibstoffmangel oder -überschuss
- Benzinpumpe defekt, Wasser im Treibstoff
- Zündzeitpunkt falsch eingestellt, Zündkabel verwechselt, Zündkerzen mit ungeeignetem Wärmewert
- Einlassventile bleiben hängen oder deren Sitze sind undicht

b. Aus dem Auspuff :

- Treibstoff-Luft-Gemisch zu reich oder zu arm, Leerlauf falsch eingestellt
- Zündzeitpunkt falsch eingestellt
- Gemisch-Vorwärme- oder Auspuffsystem durchgebrannt
- Auslassventile bleiben hängen oder deren Sitze sind undicht.

7. Motor raucht stark

a. Aus dem Carter-Entlüftungsrohr

- Zu wenig Öl, ungeeignetes, zu dünnes Öl, Motor überhitzt
- Motorzustand schlecht, übermässiges Kolbenspiel, festsitzende oder schwache Kolbenringe.

b. Aus dem Auspuff

- *Schwarzer Auspuffrauch* :
Treibstoffluftgemisch zu fett, Luftfilter verstopft
- *Blauer Auspuffrauch* :
Zu dünnes Motorenöl, schwache Kolbenringe, ausgeschlagene Ventileführungen bei hängenden Ventilen oder O-Ringe am Ventilschaft fehlend oder defekt.

II. Dieselmotor

1. Allgemeines

Empfehlenswert ist folgendes Vorgehen:

- Kontrolle ob Treibstoff im Behälter ist
- Entlüften von Feinfilter und Einspritzpumpe
- Füllen der Einspritzleitungen
- Einspritzpumpen-Einstellung kontrollieren
- Kontrolle der Starthilfe
- Kontrolle der Einspritzdüsen
- Motorenkontrolle:
 - a. Ventilspiel und Ventildfedern
 - b. Kompression der einzelnen Zylinder
 - c. Ölkreislauf und Kühlung

Auf Grund dieser Untersuchungen können folgende Feststellungen gemacht werden:

2. Motor springt nicht an

a. Treibstoffmangel:

Kein Treibstoff im Behälter. Behälterentlüftung verstopft, Grobfilter im Behälter verstopft, Treibstoffhahn geschlossen, Saugleitungsanschlüsse lose, Saugleitung verstopft oder defekt, Schauglasdichtung defekt, Vorfilter verstopft, Förderpumpe defekt (Ventile gebrochen, falsch montiert oder Kolben angegriffen usw.).

b. Luft- oder Dampfblasen in der Treibstoffanlage:

Saugleitungsanschlüsse lose, Schauglasdichtung defekt, Treibstoffniveau im Behälter zu niedrig, Dampfblasenbildung bei stark erwärmter Einspritzpumpe und schlechtem Treibstoff, neu montierte Leitungen nicht entlüftet.

c. Einspritzpumpeneinstellung falsch:

Einspritzbeginn zu früh oder zu spät, Einspritzpumpenkupplung um 180° verdreht, eventuell Schwungmasse auf Kurbelwelle falsch montiert (Zeichen stimmen nicht!).

d. Starthilfe defekt:

Schlechter Kontakt der Glühkerzen, defekte oder falsch angeschlossene Glühkerzen, kein Anlasstreibstoff, Heizspirale im Ansaugrohr defekt, Überfüllvorrichtung funktioniert nicht.

e. Bedienungsfehler:

Beschleunigungspedal nicht in Vollgasstellung. Starthilfe nicht oder zu wenig lang betätigt. Auspuffbremse noch eingeschaltet oder eventuell deren Gestänge ausgehängt.

f. Schlechte Kompression:

Festsitzende Kolbenringe, zu grosses Kolbenspiel, Ventilschäden, defekte Zylinderkopfdichtung (Wasser!).

g. Montagefehler:

Bei Vakuumregler Regelstange verharzt, Regelklappe falsch eingestellt, Gestänge zu Regelklappe ausgehängt.

h. Witterungseinflüsse:

Schlechte Anlasserleistung infolge entladener (zu kalter) Batterie, Ölverdichtung bei sehr grosser Kälte (über Ölverdünnung mit Petrol, siehe Kapitel Schmierung).

3. Motor springt an, stellt aber nach kurzer Zeit ab

- Treibstoffmangel, siehe 2 a
- Dampfblasen in der Treibstoffanlage, siehe 2 b

4. Motor setzt aus

- Siehe unter 2 a und b und beachte folgendes
- Zustand der Einspritzdüsen
- Überhitzung des Motors und dadurch Dampfblasen

5. Motor zieht schlecht

- Einspritzpumpeneinstellung falsch
- Einspritzpumpen-Elemente verstellt (von Spezialist prüfen lassen)
- Motor mit schlechter Kompression, siehe 2 f
- Auspuffbremse nicht ganz ausgeschaltet
- Bremsen falsch eingestellt
- Kupplung schleift
- Feinfilterelement teilweise verstopft

6. Motor raucht oder klopft

- Einspritzpumpeneinstellung falsch
- Zustand der Einspritzdüsen schlecht
- Ungenügende Kompression, siehe 2 f, bläulicher Rauch
- Motor zu kalt
- Überfüllvorrichtung eingeschaltet, schwarzer Rauch
- Regelstange oder Füllungsanschlagschraube verstellt, schwarzer Rauch
- Luftmangel, Luftfilter verstopft, schwarzer Rauch

K

7. Motor lässt sich überdrehen

- Membrane des Unterdruckreglers defekt, Vakuumleitung defekt oder lose
- Mechanischer Regler blockiert

Notreparaturen

Inhaltsverzeichnis	Seite
I. Allgemeines	1
II. Benzinmotor	2
1. Treibstoffzufuhr und Vergaser	2
2. Motorsteuerung	2
III. Dieselmotor	3
1. Treibstoffzufuhr	3
2. Einspritzpumpe	4
IV. Wasserkühlung	4
V. Elektrische Anlage	5
1. Batterie	5
2. Sicherungen	5
3. Zündschloss	5
4. Anlasser	5
5. Zündverteiler	5
VI. Räder	6
VII. Bremsen	6

Notreparaturen

I. Allgemeines

Notreparaturen sind nur auszuführen, wenn:

- Ersatzteile innert nützlicher Frist nicht beschafft werden können und deshalb eine fachmännische Reparatur nicht möglich ist
- keine Abschleppmöglichkeit für das defekte Fahrzeug besteht oder die Distanz zur entsprechend ausgerüsteten Reparaturstelle zu gross ist.

Bei allen Notreparaturen hat der ausführende Mechaniker den betreffenden Motorfahrer darauf aufmerksam zu machen, dass die Reparatur nur provisorisch ausgeführt wurde und das Fahrzeug dementsprechend vorsichtig und mit reduzierter Geschwindigkeit zu fahren ist. Das Fahrzeug muss bei nächster Gelegenheit fachmännisch repariert werden.

Die nachfolgenden Beispiele sollen dem Mechaniker als Anhaltspunkte dienen, die er seiner Phantasie entsprechend erweitern kann und soll.

II. Benzinmotor

1. Treibstoffzufuhr und Vergaser

a. Treibstoffbehälter undicht:

Einschusslöcher mit Kork oder Holzstücken abdichten. Grössere Risse mit Papier, Erde, Zement, Gips, Kaugummi, rohen Kartoffeln, Brot, usw. abdichten.

b. Treibstoffleitung gebrochen:

Gummischlauch über die Bruchstelle stülpen und mit Draht abbinden. Umwickeln der Bruchstelle mit Stoff-, Leder-, Gummistreifen.

Verkürzen der Leitung, neu aufbördeln und anpassen.

Andere, zur Verfügung stehende Leitung anpassen.

c. Benzinpumpe:

– *Membrane defekt*: Ersetzen durch Leder, Blachenstoff oder anderes wasserdichtes Material.

– *Ventilplättchen verloren oder defekt*: Selbstanfertigung aus Zelluloid (defekte Seitenteile), Hartholz oder einseitig geschliffene Geldstücke.

– *Filterglas defekt*: Ersatz durch Ölbidondeckel, Blechscheiben. Eventuell Filter überbrücken und ausschalten (gut abdichten!).

– *Dichtungen fehlen*: Holz, Schnur, Karton, Leder, Gummi usw. verwenden.

– *Benzinpumpe nicht mehr verwendbar*: Fallbenzin einrichten. Montage eines Treibstoffkanisters über Motor oder Treibstoffbehälter auf Kabinendach.

d. Vergaser:

– *Schwimmer undicht*: Schwimmer in heisses Wasser tauchen. Wenn keine Blasen mehr aufsteigen mit Seife, Wachs, Schiffskitt oder anderen, nicht benzinlöslichen Produkten verstopfen, Löcher mit Holzspan schliessen.

– *Schwimmernadel fehlt*: Ersatz durch grünes Holzstück.

– *Dichtungen fehlen*: siehe «Benzinpumpe».

2. Motorsteuerung

– *Ventilfeder gebrochen*: Bei einmal gebrochener Feder Keil und Federsteller entfernen, Feder ausbauen und mit den Auflageflächen gegeneinander gekehrt wieder einbauen. Die Federstücke mit Draht zusammenbinden!

III. Dieselmotor

1. An Treibstoffzufuhr

a. Treibstoffbehälter undicht:

Einschusslöcher mit Kork oder Holzstücken abdichten. Grössere Risse mit Papier, Erde, Zement, Gips, Kaugummi, rohen Kartoffeln, Brot usw. abdichten.

b. Treibstoffleitung gebrochen:

Gummischlauch über die Bruchstelle stülpen und mit Draht abbinden. Umwickeln der Bruchstelle mit Stoff-, Leder-, Gummistreifen.

Verkürzen der Leitung neu aufbördeln und anpassen.

Andere zur Verfügung stehende Leitung anpassen.

c. Förderpumpe:

Ventile defekt: Ersatz durch Holzteile, einseitig glatt geschliffene Geldstücke.

Filterglas defekt: Ersatz durch Ölbidondeckel, Holz- oder Metallscheiben.

Kolben angefressen, ausgerissene Gewinde: Förderpumpe ausschalten.

Ersatz durch:

– Treibstoffkanister oder -behälter auf Kabinendach montieren. Anschluss direkt an Feinfilter (bei geringer Fallhöhe eventuell Filterelement ausbauen).

– Ein- und Austrittsleitung der Förderpumpe miteinander verbinden und über die Entlüftungsleitung des Treibstoffbehälters mit der Pneufüllvorrichtung Druckluft in den Behälter geben. Gegen Überdruck sichern indem der Behälterdeckel gelöst und mit Draht oder Schnur gesichert wird. Wenn keine Druckluftanlage zur Verfügung, mit einer Handpneumpe Druck erzeugen.

Zu harte Kupferringe: Ausglühen und wieder verwenden.

d. Feinfilter:

Wenn Gehäuse unbrauchbar, Filter überbrücken. Leitung von Förderpumpe direkt an Einspritzpumpe anschliessen.

L

2. Einspritzpumpe

a. Kupplungszwischenstück defekt:

- Platte aus Hartholz, dickem Leder, Stahl oder anderem geeigneten Material sägen und anpassen.
- Holzstück zwischen die beiden Kupplungshälften legen und mit Draht sichern.

b. Membrane des Unterdruckreglers defekt:

- Ersatz durch Leder, Ölpapier oder anderem geeigneten Material.
- Regelstange mechanisch mit Handkabelzug betätigen.
Achtung: Motor nicht überdrehen!

c. Einspritzleitungen:

Keine Notreparatur möglich! Treibstoff ins Freie spritzen lassen oder mit geeignetem Gefäß auffangen. Sofort für Ersatz sorgen.

d. Einspritzdüsen:

Keine Notreparatur möglich. Defekte Einspritzdüse eingebaut lassen, jedoch Einspritzleitung bei der Einspritzpumpe lösen.

IV. Wasserkühlung

1. Ventilatorriemen defekt: Ersatz durch Seil, Gummischlauch usw.

2. Kühler defekt:

an Kühlermantel: einpressen von Kork, Holz, Stoffresten usw.

an Kühlelement: ausfüllen der defekten Stellen mit Lehm, Zement, Gips, geschwellten Kartoffeln, Brot usw. und mit Platten zupressen.

3. Wasserschlauch defekt:

Umwickeln mit Isolierband, Stoff- oder Lederstreifen, Einlegen von Rohr-
stücken in den defekten Schlauch und mit Draht abbinden.

4. Wasserpumpe starker Verlust: Genügende Wasserreserve mitnehmen. (Dies in jedem Fall von Notreparaturen an der Wasserkühlung!)

V. Elektrische Anlage

1. Batterie

a. Unbrauchbar:

Batterie ausbauen und Anschlussklemmen isolieren. Bei spannungsregulierter Lichtmaschine Fahrzeug anstossen und weiterfahren.

b. Batterie entladen, Lichtmaschine gut:

Fahrzeug in mittlerem Gang anstossen oder abschleppen bis die Lichtmaschine genügend Strom abgibt. Beim Motorrad ist der Schalter unten am Scheinwerfer auf Klemme «D» zu stellen.

c. Batterie entladen, Lichtmaschine defekt:

Batterie aus einem Fahrzeug mit gleicher Spannung entnehmen und einbauen. Das Fahrzeug ohne Batterie, wie oben erwähnt, in Betrieb setzen. *Bei Fahrzeugen mit Alternator nie ohne Batterie fahren!*

2. Sicherungen

a. Defekte Schmelzsicherungen:

Mit 2 bis 6 Litzen eines Litzenkabels (aus Sortiment «S») ersetzen.

b. Bei thermischen Bimetallsicherungen:

Kontakte kontrollieren.

3. Zündschloss

Zündschlüssel fehlt

Direkten Stromanschluss zur Zündspule herstellen.

4. Anlasser

a. Verklemmt:

2. oder 3. Gang einschalten und Fahrzeug hin und her bewegen oder eventuell den Anlasser lösen. Wenn kein Erfolg, ist der Anlasser auszubauen.

b. Anlasser defekt und Andrehkurbel fehlt:

Wenn anstossen oder abschleppen nicht möglich, ein Hinterrad aufbocken, grossen Getriebegang einschalten und Rad von Hand oder mit Seil kräftig drehen.

5. Zündverteiler

a. Unterbrecher gebrochen:

Gummistück (Radiergummi) usw. zwischen Unterbrecherhammer und Gehäuse klemmen.

b. Zündverteilerkopf schlägt durch:

Bruchstelle sauber auskratzen oder ausbohren.

L

c. **Zündverteilerkopf unbrauchbar:**

Zündkabel entsprechend der Reihenfolge im Verteilerkopf um den Verteiler herum isoliert befestigen.

d. **Rotor gebrochen:**

Ersatz anfertigen aus Gummistück (Gummischlauch, Pneu, Radiergummi) oder trockenem Holz und einem Draht als Kontaktfeder.

e. **Kondensator defekt:**

Versuchen ohne Kondensator zu fahren, indem der Unterbrecherkontaktabstand auf ein Maximum eingestellt wird. Unter Umständen die Zündkerzen-Elektrodenabstände auf 0,5 mm einstellen.

f. **Zündkabel defekt:**

Ersatz durch Lichtkabel, Kupfer- oder Eisendraht.

VI. Räder

1. **Radmuttern verloren:**

Bei ändern Rädern je eine Mutter wegnehmen und an die Stelle der verlorenen montieren.

2. **Pneu zerrissen:**

Pneu mit Heu, Stroh, Lappen usw. satt ausfüllen und weiterfahren.

3. **Wagenheber defekt:**

Fahrzeug mit Hebeisen hoch heben. Achse unterstellen und defektes Rad untergraben, so dass es entfernt werden kann.
Auffahren auf Holzspalten usw.

Reserverad auf den Boden legen und mit dem defekten Rad auf den Reifen des Reserverades fahren. Achse unterstellen und Luft aus Reserverad entweichen lassen. (Nur wenn Möglichkeit zum Pumpen vorhanden.)

VII. Bremsen

1. **Bremsschlauch defekt:** Schlauch entfernen und Stahlleitung mit Stahlkugel verstopfen oder umbiegen und zuhämmern. Bremswirkung am ändern Rad der Achse eliminieren. *Achtung:* nur Zweiradbremse!

2. **Zu wenig Bremsflüssigkeit:**

Wenn keine Originalflüssigkeit erhältlich ist, Ersatz durch Rizinusöl und Alkohol. Kein Mineralöl auffüllen.

Seilwinde

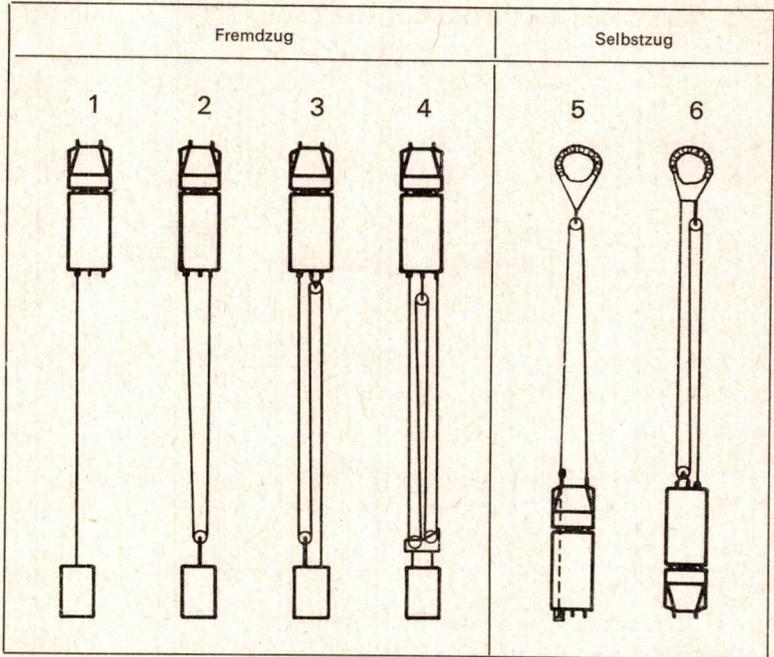
Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Anordnung von Flaschenzügen und Sicherungen	1
2. Seilknoten	4
3. Anleitung zur Arbeit mit Windenfahrzeugen	6
a. Organisation	6
b. Kommandos	6
4. Drahtseile	8
a. Aufbau	8
b. Montagevorschrift	9
c. Behandlungsvorschrift	10
5. Angaben über Seilwinden von Armee-Motorfahrzeugen	11

Seilwinde

1. Anordnungen von Flaschenzügen und Sicherungen



Figur 1 Flaschenzüge

- 1 Direkter Zug
- 2 Flaschenzug mit 2 Angriffspunkten
- 3 Flaschenzug mit 3 Angriffspunkten
- 4 Flaschenzug mit 4 Angriffspunkten
- 5 Flaschenzug mit 2 Angriffspunkten
- 6 Flaschenzug mit 3 Angriffspunkten

$$P = Q$$

$$P = Q/2$$

$$P = Q/3$$

$$P = Q/4$$

$$P = Q/2 \text{ (vorwärts)}$$

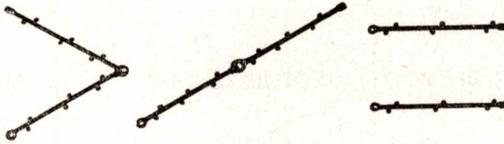
$$P = Q/3 \text{ (rückwärts)}$$

P = Zugkraft

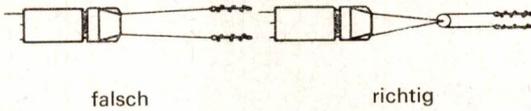
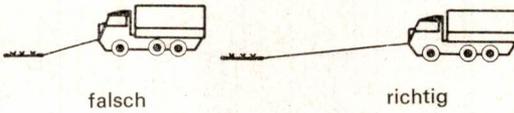
Q = Zuggewicht

Die Last, durch die Anzahl der beim Ziehen kürzer werdenden Seile dividiert, ergibt die Kraft.

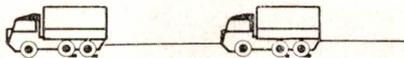
M



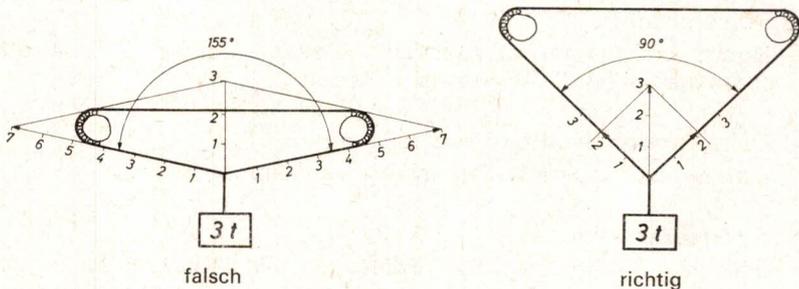
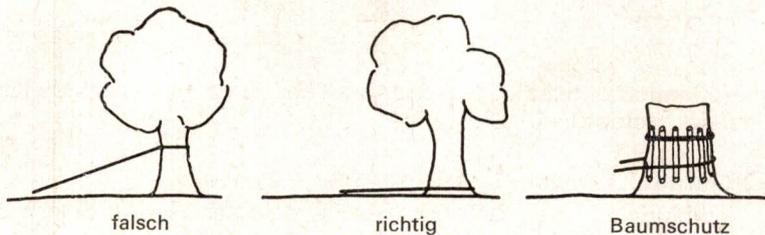
Figur 2 Anordnung der Verankerungsschienen



Figur 3 Verankerung eines Geländelastwagens

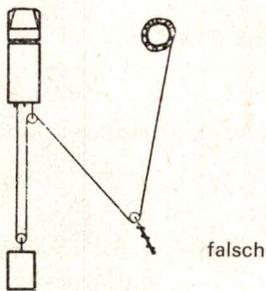


Figur 4 Sicherung mit 2 Geländelastwagen

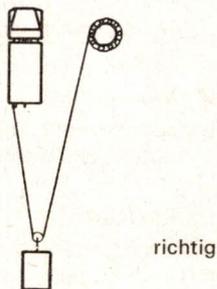


Figur 5 Verankerung an Bäumen

Die eingezeichneten Kräfteparallelogramme veranschaulichen die Belastungen der Seile bei verschiedenen Seilwinkeln. Bei dem Kräftemassstab 1 cm = 1 t kann eine Seilbelastung bei 90° von etwa 2 t und bei 155° eine solche von 7 t abgelesen werden.



$2 \cdot \frac{Q}{2}$ auf Zugwagen



$1 \cdot \frac{Q}{2}$ auf Zugwagen

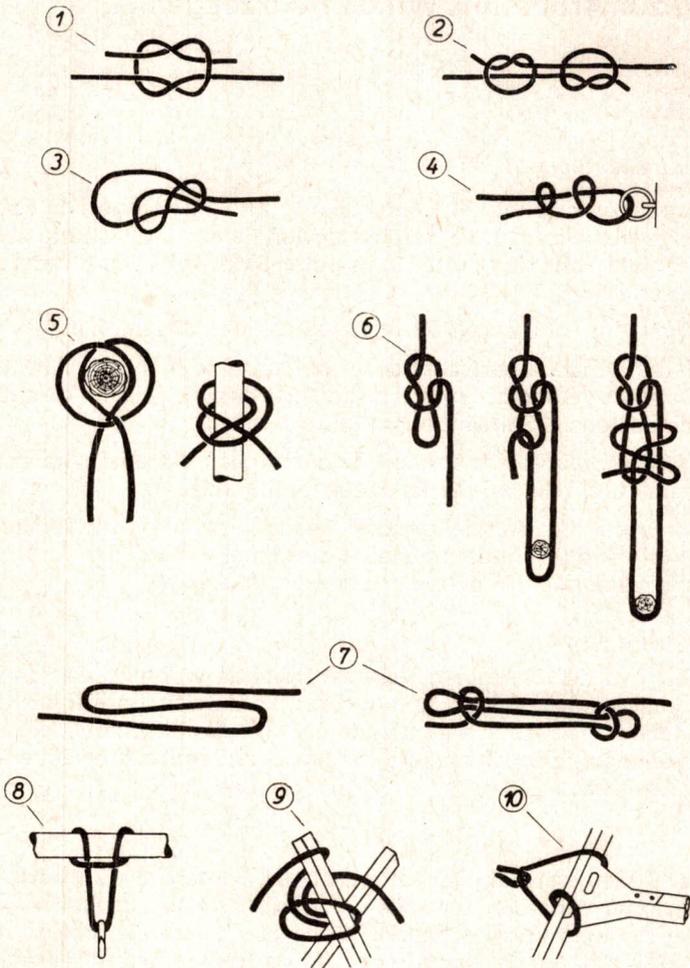
$1 \cdot \frac{Q}{2}$ auf Baum

Figur 6 Praktisches Beispiel

2. Seilknoten

Zum Verbinden und zum Befestigen von Seilen können folgende Knoten verwendet werden:

- ① **Gerader Knoten**
Verbinden zweier Seile, dazwischengelegtes Holzstück erleichtert das Lösen.
- ② **Spirenstich**
Eignet sich ebenfalls zum Verbinden zweier Seile, gut lösbar und speziell bei nassen Seilen zu verwenden.
- ③ **Zulaufender Bindeknoten**
Zum Befestigen von Seilen an Werkstücken.
- ④ **Schifferknoten**
Einfacher Bindeknoten zum Befestigen der Seilenden an Ringen und Pfählen.
- ⑤ **Mastwurf**
Zum Befestigen von Seilen an Pfählen und Stangen. Die Sicherung des Seilendes kann durch einen einfachen Bindeknoten (4) erfolgen.
- ⑥ **Fuhrmannsknoten**
Dieser wird für das Spannen von Seilen verwendet.
- ⑦ **Seilverkürzung**
Diese Seilverkürzung löst sich unter Zug nicht, wird also bei ständig gespannten Seilen verwendet.
- ⑧ **Idealknoten**
Der Idealknoten, auch Durchzug genannt, wird zum Aufhängen von Werkstücken verwendet.
- ⑨ **Seilverbindung**
zum feldmässigen Erstellen von Stützen.
- ⑩ **Seilbefestigung**
beim Abschleppen am Jeep-Stossbalken.



Figur 7 Seilknoten

3. Anleitung zur Arbeit mit Windenfahrzeugen

a. Organisation:

Mannschaft:

1 Mann: *Verantwortlicher Chef*

1 Mann: *Wagenchef*: Leitet die Bereitstellung und Sicherung des Fahrzeuges. Übermittelt die Befehle an den Fahrer. Aufstellung etwa 5 m vom Fahrzeug entfernt, in guter Sichtverbindung mit dem Fahrer.

1 Mann: *Fahrer*: Im Fahrzeug (Führersitz), Blick auf Wagenchef.

1 Mann: *An der Winde*: Überwacht das Windenseil auf richtiges Ab- und Aufrollen. Betätigt und kontrolliert den Seiltrommelantrieb (mindestens 3 Seilwindungen auf Trommel).

1 Mann: *Materialchef*: Verantwortlich für sämtliches Material (Materialdepot) und hilft bei der Fahrzeug-Sicherung.

Übrige *Seilmannschaft*: Ausziehen des Seiles, Spannen des lockeren Seiles beim Auf- und Abwinden. Erstellen und Überwachen der Verankerungen und Umlenkrollen, Stellen der Strassenpolizei usw.

Bereitmeldungen:

Diese werden von den einzelnen Verantwortlichen während des Tages durch horizontal ausgestreckten Arm und nachts durch mündliche Übermittlung gegeben. (Nicht mit Taschenlampe.) Die Bereitschaftsmeldung ist nur auf Verlangen des Chefs zu geben, z. B.: «Verankerung bereit?», «Winde bereit?» usw.

Wichtig:

Während der Arbeit mit der Seilwinde hat der Fahrer im Führersitz zu bleiben. Bei jedem Verlassen desselben ist die Winde auszuschalten und das Fahrzeug mit dem entsprechenden Gang zu sichern. (Auch im Verteilergetriebe!) Vorhandene Sicherungen für die Windenschalthebel sind zu betätigen. Die Klauenkupplungen der Seiltrommelantriebe (bei Fahrzeugen amerikanischer Herkunft) müssen für den Fahrbetrieb ausgeschaltet sein.

b. Kommandos:

Seil ausziehen (ohne Motor): Mit der entsprechenden Vorrichtung (Hebel, Klauenkupplung usw., bei der Seiltrommel) Seiltrommel vom Antrieb loskuppeln. Nach dem Ausziehen des Seiles kontrollieren, ob Seiltrommelantrieb richtig eingekuppelt und die Betätigungshebel gesichert sind.

Seil spannen :

Die Seilmannschaft spannt das lockere Seil kräftig von Hand, um lose Windungen auf der Seiltrommel zu verhindern. Dies gilt sowohl vor dem Auf- wie vor dem Abwinden.

Winde auf! :

Der Fahrer lässt die Winde, je nach Art des Fahrzeuges, im 2. Gang oder mit der langsameren Seilgeschwindigkeit laufen. Schnellere Geschwindigkeiten nur auf besonderen Befehl, z.B. «Winde 3. Gang auf» oder «Winde schnell auf».

Halt! : Alles Halt! :

Dieser Befehl soll wenn möglich mit der Signalpfeife, andernfalls durch das Kommando «Halt» oder durch vereinbartes Handzeichen gegeben werden.

Der Fahrer stellt den Motor mit der Auspuffbremse, Zündschlüssel oder Abstellknopf ab. *Nicht auskuppeln!*

Wichtig :

Erst wenn die Winde stillgesetzt ist, darf ausgekuppelt werden.

– Reihenfolge der Schaltmanipulationen :

- 1) – *Auskuppeln*, Motor laufen lassen.
- 2) Je nach Fahrzeug: – Hauptgetriebe schalten, respektive kontrollieren, ob richtiger Gang oder Neutralstellung eingeschaltet ist.
- 3) Je nach Fahrzeug: – Verteilergetriebe auf Neutral stellen und Winde einschalten, einkuppeln.
 - Seilwinde in Stellung «Winde auf» schalten, einkuppeln.
 - Gewünschte Drehrichtung (Winde auf) einschalten, Seilwindenantrieb einschalten, einkuppeln.
- 4) – Hand oder Fuss sofort an Motorabstellvorrichtung (Auspuffbremshebel, Zündschlüssel, Abstellknopf usw.), Fuss auf Bremspedal (Handbremse angezogen) und Blick auf Wagenchef.
 - Auf das Kommando «Halt» setzt der Fahrer, auf die unter dem Kommando «Halt» genannten Arten, die Winde still und wartet weitere Befehle ab.

Winde ab :

Der Fahrer lässt die Winde im Rückwärtsgang oder auf Stellung «Winde ab» laufen. Schaltmanipulationen und Stillsetzen wie bei «Winde auf».

Windenfahrzeug vor oder zurück :

Befehl für das Vor- oder Rückwärtsfahren des Winden-Fahrzeuges. Verschieben des Fahrzeuges nur bei entlastetem Seil.

– Reihenfolge der Schaltmanipulationen:

- 1) Winde ausschalten
- 2) Auskuppeln und Motor laufen lassen
- 3) Hauptgetriebe schalten, respektive kontrollieren (1. Vorwärts- bzw. Rückwärtsgang)
- 4) Verteilergetriebe schalten bzw. kontrollieren (Geländegang).

4. Drahtseile

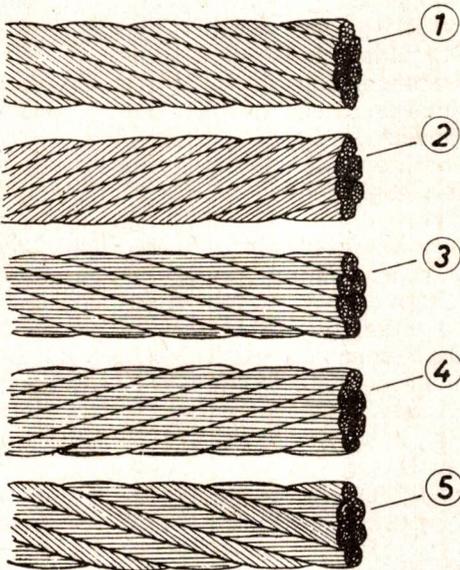
a. Aufbau

Ein Drahtseil besteht aus der Seele (meist Hanf) und den um die Seele geschlagenen Litzen. Die Litzen sind aus einzelnen Drähten von 0,4 bis 1 mm \varnothing zusammengedreht. Nach der Drehrichtung der Drähte und Litzen unterscheidet man die Seile.

Gleichschlagseile: Drähte und Litzen haben gleiche Drehrichtung
 Rechtsgängig (1)
 Linksgängig (2)

Kreuzschlagseile: Drehrichtung der Litzen entgegengesetzt derjenigen der Drähte
 Rechtsgängig (3)
 Linksgängig (4)

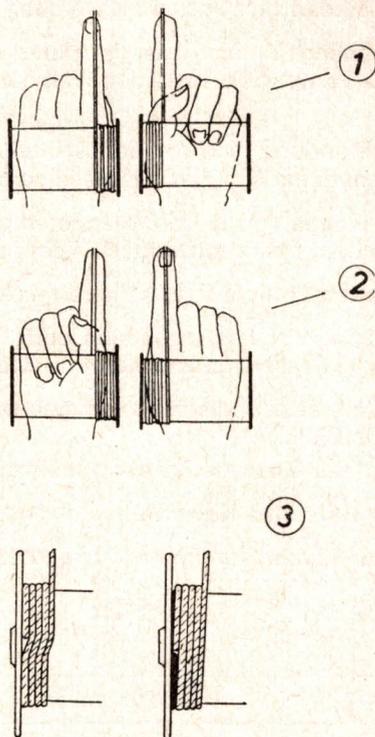
Wechselschlagseile: Die eine Hälfte der Litzen im Gleichschlag, die andere Hälfte im Kreuzschlag. Rechtsgängig (5)



Figur 8 Drahtseile

Gleichschlagseile sind biegsamer als Kreuzschlagseile, sie sind jedoch nicht drallfrei und haben die Tendenz, sich an ihren Enden zu öffnen.

b. Montagevorschrift



Figur 9 Seilmontage

Wird ein neues Drahtseil auf eine Trommel montiert, so ist die Hand-Regel zu beachten. Dadurch wird erreicht, dass die Seilwindungen eng aneinander zu liegen kommen.

Für linksgängige Drahtseile wird die linke Hand (1), für rechtsgängige die rechte Hand (2) mit ausgestrecktem Zeigfinger in der Ablaufrichtung des Drahtseiles auf die Trommel gehalten. Der Daumen weist auf diejenige Seite, wo der Anfang der Wicklung liegt.

Nach Möglichkeit soll beim Seilbeginn ein Keilstück (3) eingelegt werden, so dass beim Aufwinden eine gerade Schraubenlinie entsteht.

Das neue Drahtseil ist zuerst, leicht belastet, zwei- bis dreimal auf- und abzuwickeln, damit sich die einzelnen Drähte gegenseitig ausgleichen können. Dadurch wird eine längere Lebensdauer des Drahtseiles erreicht.

c. Behandlungsvorschrift

- Das Drahtseil darf nicht geknickt werden.
- Beim Umschlingen einer Last ist daher stets ein separates, kurzes Drahtseil zu verwenden. In keinem Fall darf das Windenseil verwendet werden.
- Die zur Verwendung gelangenden Seilrollen müssen genügend grosse Rillen haben, damit sich das Drahtseil darin nicht verklemmt.
- Durch Unterlegen von Holz und anderen geeigneten Materialien muss erreicht werden, dass das Drahtseil nicht auf harter Unterlage scheuert.
- Das Drahtseil darf nicht über scharfe Kanten geführt werden.
- Beim Versorgen der Drahtseile sind durch Aufrollen Rollen zu bilden; desgleichen sind die Drahtseile durch Abrollen auszulegen.
- Das Drahtseil ist periodisch zu reinigen und sorgfältig auf Beschädigungen zu prüfen.
Nachher ist das Drahtseil wieder gut einzufetten.
- **Zulässige Seil- und Kabelbelastungen (Richtwerte)**

Hanfseil von 32 mm Durchmesser: höchstzulässige Belastung 2500 kg

<i>Drahtseile</i>	
<i>Durchmesser</i>	<i>Höchstzulässige Belastung in kg ca.</i>
8	1 800
10	3 000
12	4 700
15	7 300
20	12 400

Achtung:

Seilzustand beachten !

Beschädigte Kabel austauschen, nicht reparieren !

5. Angaben über Seilwinden von Armee-Motorfahrzeugen

Fahrzeug-Märke	Militärische Bezeichnung	Seilwindenart	Seillänge m	Seil Ø mm	max. zulässige Belastung in t	Überlastungssicherung
Dodge	0,75 t 4×4 Dodge	Winde vorne	90	10	2,5	Scherstift
Unimog	1 t 4×4 Unimog	Winde hinten	60	12	2,5	Ratschkupplung
Mowag	1 t 4×4 Mowag	Winde vorne	80	10	2,5	Scherstift
Ford Canada	2 t 4×4 Ford C	Winde unter Brücke	40	16	3,0	Rücklaufbremse
GMC	4 t 6×6 GMC	Winde vorne	90	13	3,5	Scherstift
Diamond T	Kranwagen 4 t 6×6	Kran, 2 Ausleger, je Winde vorne	90 90	12 16	je 3,0 6,8	Scherstift
Ward la France	Kranwagen 10 t 6×6	Kran, 1 Ausleger Winde vorne Winde hinten	30 90 100	12 16 22	10 12 18	Scherstift Scherstift
Saurer/FBW Berna	M und sch. Lastwagen	Spill hinten	30	16	ca. 3,0	mindestens 3 Windungen auf Spill
Saurer Berna FBW	3,5 t 4×4 Saurer 5 t 4×4 Berna 5 t, 4×4 FBW	Winde hinten Winde hinten Winde hinten	60 60 60	16 16 16	alt 5,0 neu 6,0 6,0	Ratschkupplung Ratschkupplung und zu- sätzliche Rücklaufbremse
Saurer	M 4 (1,5 t 4×4)	Winde vorne	60	11	2,5	Scherstift
Saurer	M 4 (2,5 t 4×4)	Winde vorne	60	11	2,5	Ratschkupplung
Saurer	M 6 (2,5 t 6×6)	Winde hinten	66	16	5,0	Ratschkupplung
Saurer	M 8 (3,5 t 8×8)	Winde hinten	75	16	5,0	Ratschkupplung
Saurer Berna	4,5 t 4×4 Berna	Winde hinten	60	16	6,0	Ratschkupplung
Henschel	7 t 6×6 Henschel	Winde hinten	60	16	6,0	Scherstift
Steyer	3 t 4×4 Steyer	Winde hinten	60	16	4,5	Scherstift



Schweissen

Inhaltsverzeichnis	Seite
Allgemeines	1
I. Autogenschweissen	1
1. Wärmequellen	1
2. Behandlung der Druckgasflaschen	2
3. Der Injektorbrenner	5
4. Azetylenentwickler	8
5. Die Azetylen-Sauerstoff-Flamme	11
6. Die autogenen Schweißmethoden	12
II. Löten	13
1. Hartlöten	13
2. Lotschweissen	14
3. Weichlöten	14
III. Lichtbogenschweissen	15
1. Schweißstromquellen	15
2. Schweißplatzeinrichtung	16
3. Der Schweißstrom	17
4. Die Schweißelektroden	17
IV. Schutzgas-Lichtbogen-Schweißverfahren	21
1. Allgemeines	21
2. Die Metall-Inert-Gas-Schweißung (MIG)	22
3. Die Metall-Aktiv-Gas-Schweißung (MAG)	23
4. Die Tungsten-Inert-Gas-Schweißung (TIG)	24
V. Die Reparaturschweißung	25
1. Allgemeines	25
2. Schweißverbindungen und deren Vorbereitung	26
3. Schweißgerechte Verstärkungen	27
4. Schweißspannungen und -deformationen	28
5. Das Schweißen der Metalle	29
VI. Trennverfahren	35
1. Autogen-Schneiden	35
2. Sauerstoff-Lichtbogen-Schneiden	36
VII. Unfallverhütungsmassnahmen bei Wärmearbeiten	37
1. Behälterreparaturen	37
2. Brandverhütung	40

Schweissen

Allgemeines

Da Ersatzteile in «militärischer Sicht» nicht immer innert nützlicher Frist und nur unter erschwerten Umständen erhältlich sind sowie mit einer gesteigerten Defektanfälligkeit gerechnet werden muss, hat die Reparaturschweissung hier ihre besondere Bedeutung. Der folgende Abschnitt soll einen Überblick über die Möglichkeiten der 1. und 2. Reparaturstufe geben, die mit eigenen, oder unter Beiziehung von Mitteln aus der Zivilwirtschaft, ausgeführt werden können.

Bei der Ausführung sämtlicher Schweiss-, Löt- oder anderer Wärmearbeiten sind die Sicherheitsvorschriften der zuständigen Stellen zu beachten. Informationen bei Unklarheiten erteilt jedem Interessenten der Schweizerische Verein für Schweissttechnik in Basel.

I. Autogenschweissen

1. Wärmequellen

Als Wärmequelle dient ein Gasgemisch von Sauerstoff und Azetylen im Verhältnis von ca. 1 : 1.

a. Azetylen

Azetylen wird aus Kalziumkarbid erzeugt. Gebrannter Kalk und Kohle werden geschmolzen, wobei die Verbindung Kalziumkarbid entsteht. Die gefährliche Explosivität von Azetylen-Luftgemischen beginnt schon bei ca. 3 Volumenprozent Azetylengehalt. Da die Luftfeuchtigkeit Karbid bereits langsam zum Vergasen bringt, wird dieses in hermetisch verschlossenen Blechtrommeln verpackt. Die Karbidbehälter nie mit funkenreissenden Werkzeugen öffnen und bei Nichtgebrauch immer gut verschlossen halten. Azetylgas darf aus Sicherheitsgründen nicht über 1,5 atü komprimiert werden. Das spezifische Gewicht von Azetylen beträgt 1,17 und ist somit etwas leichter als Luft.

b. Flaschenazetylen

Auch «Azetylen-Dissous» genannt, was bedeutet, dass das Azetylen in der Flasche in einem Lösungsmittel (Azeton) aufgelöst ist. Durch diese Absorptionsflüssigkeit und einer porösen Masse, welche sich ebenfalls in der Flasche befindet, wird die Gasaufnahme und der zulässige Fülldruck derselben stark erhöht. Das Gasaufnahmevermögen von 1 Liter Flascheninhalt beträgt 150 Gramm Azetylen, der zulässige Fülldruck ist 15 atü.

c. Sauerstoff

Sauerstoff wird aus flüssiger Luft gewonnen und in Stahlflaschen, deren Fülldruck in der Regel 150–200 atü beträgt, abgefüllt. Sein spezifisches Gewicht beträgt 1,43 und ist somit etwas schwerer als Luft. Sauerstoff darf wegen seiner enormen verbrennungsfördernden Wirkung nie an Stelle von Druckluft gebraucht werden, zum Beispiel zum Ausblasen, Abpressen, Anlassen von Motoren oder für eine sogenannte «Luftverbesserung».

2. Behandlung der Druckgasflaschen

- Alle Gasflaschen sind vorsichtig zu behandeln, nie frei stehen zu lassen und immer mit aufgeschraubter Schutzkappe zu transportieren.
- Der Fülldruck bezieht sich auf eine Gastemperatur von +15°C. Temperaturschwankungen haben entsprechende Veränderungen des Flaschendruckes zur Folge, deshalb sind die Flaschen vor Sonnenbestrahlung und anderen Wärmequellen zu schützen. Zu stark erwärmte Azetylen-Dissous-Flaschen lösen im Innern eine Zersetzung des Azetylens aus, wodurch sich die Flasche zusätzlich erhitzt. In diesem Fall ist sofort für intensive Kühlung der Flasche durch Wasser zu sorgen und diese anschliessend stundenlang vollständig im Wasser liegen zu lassen.
- Flaschenventile, Druckreduzierventile und sonstige Armaturen dürfen unter keinen Umständen mit Öl, oder Fett in Berührung kommen.
- Vor dem Anbringen des Druckreduzierventils ist das Flaschenventil durch ganz kurzes Öffnen auszublasen und auf eine einwandfreie Original-Dichtungsscheibe im Anschlussstutzen zu achten. An Flaschen mit 200 atü Fülldruck (dieser ist auf dem Flaschenkopf eingeschlagen) dürfen nur Inhaltsmanometer mit einem Anzeigebereich von 300 atü verwendet werden.

Kennfarben für Druckgasflaschen

Diese sind am oberen Teil der Flasche (Schulter) mittels farbigen Ringen oder durch Färben der ganzen Flasche angebracht. Die Gasart, der Fülldruck und weitere Spezifikationen sind im Flaschenkopf eingeschlagen.

Gasart	Kennfarbe	Spez. Gewicht bei 760 mm Hg 0°C (kg/m ³)	Fülldruck in atü bei 15°C (40-Liter-Flaschen)	Verwendung
Sauerstoff O ₂	blau blau/weiß	1,43	150–200	Autogene Metallbearbeitung Flieger-Medizinal-Sauerstoff, trocken
Azetylen C ₂ H ₂ (Dissous)	orange	1,17	15 Füllung ca. 6 kg	Autogene Metallbearbeitung
Wasserstoff H ₂	rot	0,09	150–200	Schweißen von Blei und Lötarbeiten Arcatom-Schutzgasschweißung Schneiden von Stahl
Pressluft Pr-L	braun	1,29	150–200	Farbspritzen und dergleichen
Argon Ar	braun/grün	1,42	150–200	Schutzgasschweißen (MIG, TIG)
Stickstoff N ₂	hellgrün	1,25	150–200	Schutzfüllung bei Behälterreparaturen Feuerlöcher, Geschützrücklaufbremsen
Kohlensäure CO ₂	schwarz	1,98	ca. 60 Füllung ca. 30 kg	Schutzfüllung für Behälterreparaturen Feuerlöcher
	schwarz mit weißem Punkt (Tauchrohr)			Für Kühlzwecke (kommt als CO ₂ -Schnee aus der Flasche)
	schwarz mit senkrechtem weißem Strich			Für Schweißzwecke (MAG)

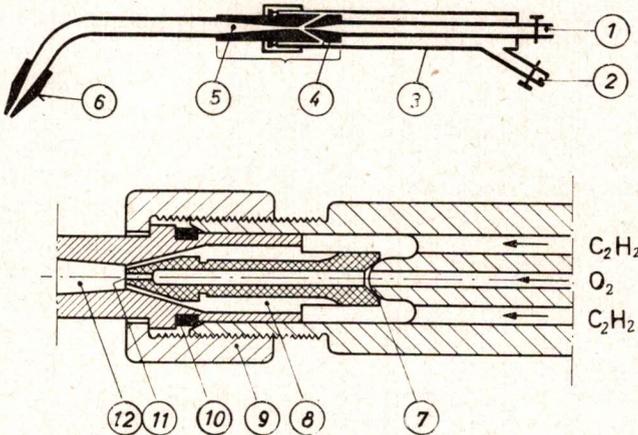
Für die Schutzgasschweißverfahren werden verschiedene Gasmische zwischen Argon, Kohlendioxid und Sauerstoff hergestellt. Diese Flaschen besitzen noch keine genannten Kennfarben und werden nur entsprechend beschriftet.

N

- Azetylen-Dissous-Flaschen, sowie alle Flaschen mit verflüssigten Gasen, sind nur stehend zu lagern oder zu benützen.
- Eingefrorene Flaschenventile dürfen nur mit warmem Wasser oder durch Stehenlassen in einem normaltemperierten Raum aufgetaut werden.
- An Flaschenventilen, sowie an der übrigen Schweissausrüstung, dürfen von der Truppe keine Änderungen vorgenommen werden. Wir beschränken uns nur auf den Original-Ersatzteilaustausch. An beanstandeten Flaschen ist stets eine Etikette mit dem nötigen Hinweis zu befestigen. (Bei Gasverlust sofortige Meldung an die vorgesetzte Stelle.)

3. Der Injektorbrenner

a. Aufbau

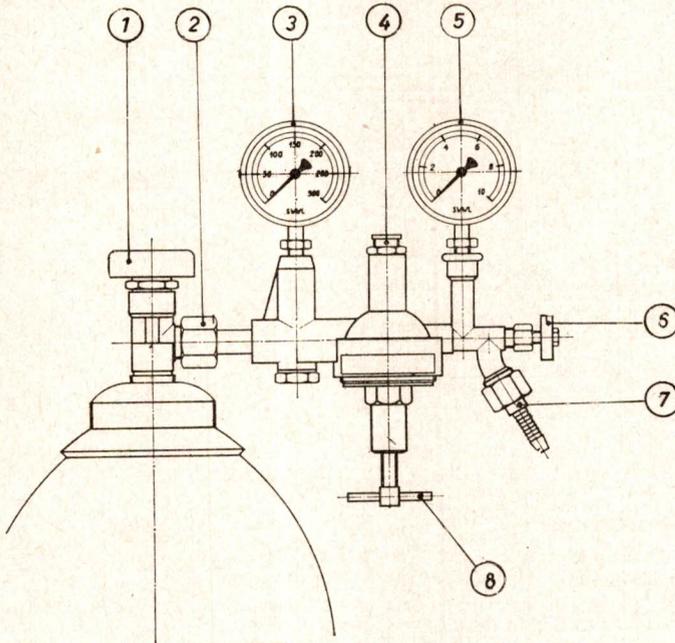


Figur 1 Injektorbrenner

- | | |
|---|--|
| 1 Sauerstoffregulierhahn | 7 Innere Dichtungsfläche vom Brenner-einsatz |
| 2 Azetylenregulierhahn | 8 Azetylenkanal |
| 3 Handgriff | 9 Überwurfmutter |
| 4 Injektor im auswechselbaren Brenner-einsatz | 10 Gummidichtung vom Brenner-einsatz |
| 5 Mischrohr | 11 Sauerstoffmündung der Injektordüse |
| 6 Brennermundstück | 12 Mischrohr |

Der Injektor hat die Aufgabe, so viel Azetylen anzusaugen, dass im Mischrohr das richtige Gasverhältnis entsteht. Der einzustellende Sauerstoffdruck ist in der Regel auf dem Schweißbrenner angegeben; er beträgt je nach der Brennergröße 1 bis 2 atü. Der Azetylendruck soll hierbei 0,5 atü nicht überschreiten. Der Gasverbrauch pro Millimeter zu verschweißender Blechdicke beträgt ca. je 100 Liter in der Stunde. Um verschieden starke Flammeneinstellungen zu erhalten werden die Brenneinsätze, bestehend aus Injektor, Mischrohr und Mundstück, ausgewechselt. Damit die Brenneinsätze einwandfrei funktionieren, sind dieselben mit dem passenden Schlüssel mässig anzuziehen. Vor dem Montieren des Brenneinsatzes ist dieser auf einwandfreien Zustand seiner inneren Dichtfläche und Gummidichtung zu kontrollieren. Bei Nichtbeachtung dieser Vorschriften besteht Unfallgefahr und lästiges Knallen des Brenners.

b. Die Inbetriebnahme der Schweißbrenner



Figur 2 Reduzierventil

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| 1 Flaschenventil | 5 Arbeitsmanometer |
| 2 Anschlussmutter | 6 Absperrschraube |
| 3 Inhaltsmanometer | 7 Schlauchanschluss |
| 4 Sicherheitsventil | 8 Druckregulierschraube |

Inbetriebsetzung :

- Kontrolle, ob die Druckregulierschraube gelockert ist.
- Sorgfältiges Öffnen der Flaschenventile mit beiden Händen, dabei wenn möglich seitlich von der Flasche stehen.
- Mittels Druckregulierschraube den vorgeschriebenen Arbeitsdruck einstellen und anschliessend die Absperrschraube ca. um 1 Umdrehung öffnen.
- Dichtigkeitskontrolle der Flanschen und sämtlicher Anschlüsse vornehmen.
- Zum Anzünden zuerst den Sauerstoffhahn öffnen, dann den Azetylenregulierhahn.

c. Ausserbetriebsetzung

- Azetylenregulierhahn zuerst schliessen und nachfolgend den Sauerstoffhahn.
- Flaschenventile schliessen.
- Inhaltsmanometer, Arbeitsmanometer und die Schläuche einzeln vom Gasdruck entlasten.
- Regulierhahnen und Absperrschrauben schliessen.
- Druckregulierschraube entlasten.

Bei kurzzeitigen Arbeitsunterbrüchen mit dem Schweissbrenner ist derselbe in folgender Reihenfolge abzustellen:

- Azetylenregulierhahn zuerst schliessen und anschliessend den Sauerstoffregulierhahn.
- Absperrschrauben am Reduzierventil schliessen.

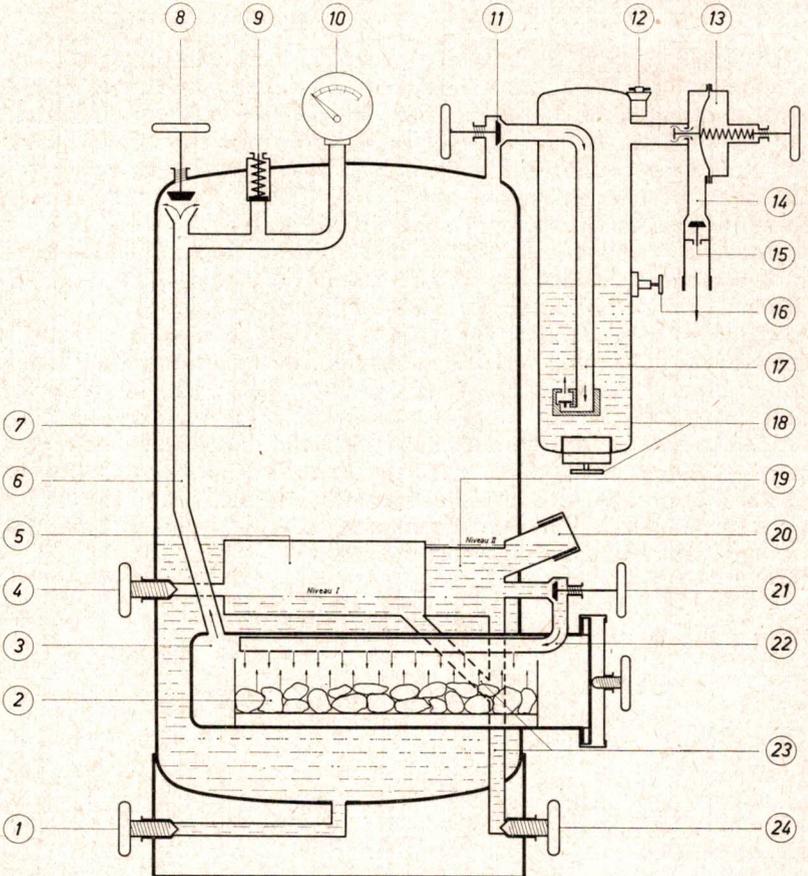
4. Azetylenentwickler

a. Aufbau und Arbeitsweise (Vgl. Figur 3)

Der Schubladenentwickler besitzt einen Verdrängungsraum (5) für das Speisewasser. Um Gas zu entwickeln wird das Ventil (21) geöffnet, wodurch das Speisewasser aus dem Raum (19) über die Leitung (22) zum Karbid gelangt. Das so erzeugte Azetylgas gelangt durch die Leitung (6) bei geöffnetem Absperrhahn (8) in den Gasbehälter (7). Durch das Ansteigen des Druckes im Gasbehälter (7) wird das Speisewasser aus dem Raum (19) über die Leitung (23) in den Verdrängungsraum (5) verdrängt, wodurch die weitere Gasentwicklung automatisch unterbrochen wird. Sobald Azetylgas verbraucht wird und der Druck im Gasbehälter (7) sinkt, dringt das Wasser aus dem Verdrängungsraum (5) in den Raum (19) zurück, und die Gasentwicklung wird fortgesetzt. Das Sicherheitsventil (9) bläst beim Erreichen von mehr als 1,5 atü Gasdruck über einen Schlauch, der ins Freie führen muss, automatisch ab. Bei Nichtgebrauch des Apparates wird der Gasentnahmehahn (11) und das Speisewasser-ventil (21) geschlossen.

b. Inbetriebsetzung

Die Wasservorlage (18) beim Einfülltrichter (12) bis zum Niveaustutzen (16) mit Wasser füllen. (Dies entfällt beim alten Modell mit Trockenfilter.) Die Verschlusskappe des Einfüllstutzens (20) entfernen und den Raum (19) teilweise mit Wasser auffüllen, dabei ist zu beachten, dass das Ventil (21) geschlossen und das Entlüftungsventil (4) vollständig herausgeschraubt ist. Sobald Wasser beim Entlüftungsventil (4) ausfließt und das 1. Niveau erreicht ist, dasselbe wieder schliessen. Dann weiter Wasser einfüllen, bis es beim Einfüllstutzen (20) mit vollem Strahl austritt, und dann das zuviel eingefüllte Wasser wieder ablaufen lassen. Dadurch wird das Kühlwasserniveau (2. Niveau) sicher erreicht. Verschlusskappe des Einfüllstutzens (20) wieder festschrauben. Deckel des Schubladenraumes (3) abnehmen und die Karbidsschublade mit der vorgeschriebenen Karbidmenge von 3 Kilo (Körnung 50/80) auffüllen. Dazu ist die Herstellerplakette am Apparat mit den Spezifikationen zu beachten. Schublade wieder einsetzen und den Verschlussdeckel befestigen. Der Absperrhahn (8) dient zur kurzzeitigen Abschlusssung des Gasraumes (7), damit beim Öffnen des Schubladenraumes z. B. für das Beheben einer Undichtheit kein unnötiges Gas entweichen kann. Vor dem Öffnen des Schubladenraumes ist jedoch das Sicherheitsventil (9) von Hand zu öffnen, um den Überdruck abzulassen. Der Absperrhahn (8) ist sonst immer offen zu lassen. Um die Gasentwicklung einzuleiten ist das Ventil (21) vorerst kurz zu öffnen, dann den Entwicklungsvorgang abwarten (ca. 2 Minuten), erst dann ist der Hahn (21) endgültig zu öffnen. Um mit einem konstanten Druck schweißen zu können, darf das Reduzierventil (13) nicht zu hoch eingestellt werden. Die Neubeschickung mit Karbid und Speisewasser soll gleichzeitig erfolgen.



Figur 3 Der Azetylenentwickler

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1 Ablasshahn für Kühlwasser | 14 Gasentnahmestutzen |
| 2 Karbidschublade | 15 Rückschlagventil |
| 3 Schubladenraum | 16 Niveauschraube |
| 4 Entlüftungsventil (1. Niveau) | 17 Zuleitungsrohr |
| 5 Speisewasserverdrängungsraum | 18 Wasservorlage mit Ablassschraube |
| 6 Gasleitung zum Gasbehälter | 19 Speisewasserraum |
| 7 Gasbehälter | 20 Einfüllstutzen (2. Niveau) |
| 8 Absperrhahn zum Gasraum | 21 Speisewasserventil |
| 9 Sicherheitsventil | 22 Speisewasserleitung |
| 10 Inhaltsmanometer | 23 Verbindungsleitung Speisewasser-
raum/Verdrängungsraum |
| 11 Gasentnahmehahn | 24 Ablasshahn für Speisewasser |
| 12 Einfülltrichter | |
| 13 Reduzierventil | |

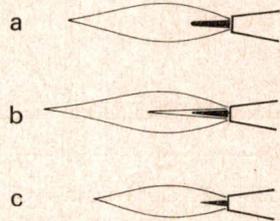
c. Sicherheitsvorschriften

Die Wasservorlage (18) ist täglich bei geschlossenem Absperrhahn (11) auf genügenden Wasserstand zu kontrollieren. Im Betrieb besteht bei Kälte keine Einfriergefahr, da durch den chemischen Vorgang im Entwickler Wärme entsteht. Bei Frostgefahr und Nichtgebrauch des Apparates ist das Kühlwasser, das Speisewasser und die Wasservorlage mittels den hierfür vorgesehenen Ablasshahn (1), (24) und (18) abzulassen. Der Gesamtwasserbedarf beträgt etwa 45 Liter. Die Verwendung von Frostschutzflüssigkeit ist nicht gestattet. Der Transport des Azetylenentwicklers im Werkstattwagen soll in entleertem und geschlossenem Zustand erfolgen, weil sonst durch Erschütterungen desselben eine vermehrte Nachvergasungsgefahr besteht. Das Auffüllen und das Reinigen des Entwicklers muss wegen Explosionsgefahr im Freien durchgeführt werden. Verbrauchtes Karbid ist im Freien abzulagern, da eine Nachvergasung noch längere Zeit möglich ist. Um eine Explosionsgefahr zu vermeiden, müssen die Brenneinsätze einwandfrei dichten und sind deshalb mit dem Schlüssel mässig festzuziehen. Bei Schweißarbeiten ist ein Abstand um die volle Schlauchlänge (ca. 3 Meter) vom Apparat unbedingt einzuhalten. Vor dem Anzünden ist eine genaue Dichtigkeitskontrolle der ganzen Anlage vorzunehmen.

5. Die Azetylen-Sauerstoff-Flamme

Azetylen und Sauerstoff können drei typische Mischungsverhältnisse aufweisen.

- a. **Neutrale Flamme**
Gleichviel Azetylen wie Sauerstoff
- b. **Karburierende Flamme**
Mehr Azetylen als Sauerstoff
- c. **Oxydierende Flamme**
Mehr Sauerstoff als Azetylen



Figur 4 Die Flammenarten

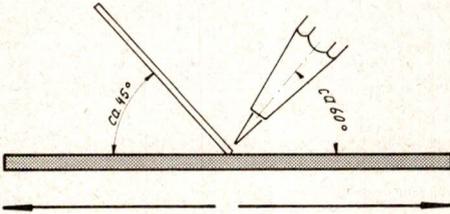
Die neutral eingestellte Schweissflamme weist einen hellen satten Flammenkegel ohne karburierende Vorflamme auf. Sie wird für die meisten Schweiss-, Hartlöt- und Wärmearbeiten an Stahl angewendet. Die neutrale, auch reduzierende Flamme genannt, ist in der Lage, vorhandene Metalloxyde in reines Metall zurückzuverwandeln, also zu reduzieren. Die richtige Flammenkegeldistanz zum Werkstück und eine saubere Schweissflamme sind von grosser Bedeutung. Je nach Brennergrosse beträgt die Flammenkegeldistanz 2–4 mm, wo auch die höchste Temperatur (3200 °C) anzutreffen ist.

Die karburierende Flamme ist durch eine weisse Vorflamme gekennzeichnet, in welcher sich unverbranntes Azetylen (Kohlenstoff) befindet. Wird mit einer solchen Flamme Stahl geschweisst oder auf Rotglut erhitzt, so wird diesem Kohlenstoff zugeführt, wodurch er spröde wird. Diese Flamme weist eine niedrigere Temperatur auf und wird hauptsächlich zum Schweissen von Leichtmetall und härtbarem Stahl sowie zum Einsetzen und zum Leichtmetallhartlöten verwendet.

Die oxydierende Flamme hat einen kürzeren und hellbläulichen Flammenkern und einen kürzeren äusseren Flammenanteil. Sie ist imstande, Stahl zu oxydieren (verbrennen), was natürlich beim Schweissen unerwünscht ist. Diese Flamme wird zum Schneiden von Stahl und zum Schweissen von Kupferlegierungen (Messing, Bronze) verwendet.

Sämtliche Arbeiten mit der Schweissflamme sind mittels speziellen Schutzbrillen auszuführen.

6. Die autogenen Schweissmethoden



Nach-links-Schweissen Nach-rechts-Schweissen

Figur 5 Links- und Rechtsschweißung

a. Die Linksschweißung

Der Schweißstab geht in Richtung der auszuführenden Schweißnaht voran, und die Flamme folgt nach. Die Arbeitsrichtung geht dabei von rechts nach links. (Vorausgesetzt der Brenner werde mit der rechten Hand geführt.) Der Schweißbrenner wird ruhig geführt und der Schweißdraht tropfenweise nach Bedarf zugesetzt.

Anwendung:

- Stahl bis ca. 3 mm Blechdicke
- Auftragschweißungen
- Schweißen von Nichteisenmetallen
- Lotschweißen

b. Die Rechtsschweißung

Die Flamme geht in Richtung der auszuführenden Naht voraus, und der Schweißstab folgt nach. Die Arbeitsrichtung geht von links nach rechts. Der Brenner wird ruhig geführt. Mit dem Schweißdraht wird im Schmelzbad gerührt, um das Bad zu halten und um Verunreinigungen auszuscheiden. Im Grund der Schweißfuge entsteht eine birnenförmige Öffnung, wodurch eine einwandfreie Durchschweißung gewährleistet ist. Die wärmebeeinflusste Zone ist hier schmaler als bei der Linksschweißung.

Für hohe Qualitätsanforderungen wird für Stahl oft die erweiterte Rechtsschweißung vorgeschrieben. Hier erfolgt zusätzlich eine kurzzeitige Brennerbehandlung der Schweißnaht (auf Hellrot) unmittelbar nach dem Schweißen und vor deren Erkalten. Bei längeren Nähten erfolgt die Brennerbehandlung abschnittsweise (im Pilgerschrittverfahren).

Anwendung: Stahl über 3 mm Dicke.

II. Löten

1. Hartlöten

Die zu verbindenden Metallteile werden an der Lötstelle auf Bindetemperatur erhitzt, welche unterhalb des Schmelzpunktes derselben liegt. Das Hartlot wird dabei sehr dünnflüssig und führt durch Benetzen der metallisch sauberen, mit Flussmittel bestrichenen, Lötstelle eine Verbindung herbei.

Der Lötvorgang vollzieht sich durch einen Legierungsprozess (Diffusion), wobei der Lötspalt 1 – 2 Zehntel Millimeter betragen soll. Die Erwärmung soll langsam, gleichmässig und ohne Unterbruch erfolgen. Wird die Bindetemperatur nicht erreicht oder überschritten, so ist die Lötung wertlos.

Allgemeines

Vor Beginn der Lötarbeit ist die entsprechende Gebrauchsanweisung, die sich im Lötsortiment befindet, durchzulesen. Bei der richtigen Auswahl von Zusatzmaterial und fachgemäßem Vorgehen kann die Festigkeit des Grundwerkstoffes erreicht werden.

- Verwechslungen der verschiedenen Lötstäbe und Flussmittel können folgenschwer sein.
- Flussmittelreste sind vollständig zu entfernen, das Lötstück jedoch vorher langsam abkühlen lassen.
- Wie beim Schweißen ist eine Schutzbrille zu tragen. Die sich bildenden Dämpfe sind giftig!

<i>Hartlötstab</i>	<i>Bindetemp.</i>	<i>Flussmittel</i>	<i>Verwendung</i>
Sildo	800°C	Borax	Für allg. Hartlötarbeiten Festigkeit ca. 50 kg/mm ²
Castolin 181	700°C	Cast. 181	Für Stahl- und Kupfer- legierungen Hartmetall- plättchen. Festigkeit ca. 40 kg/mm ²
Castolin 1802	550°C	Cast. 1802	Für feine Hartlötarbeiten. Buntmetalle Festigkeit ca. 30 kg/mm ²
Castolin 190	500°C	Cast. 190	Für Aluminium und seine Legierungen. Festigkeit ca. 15 kg/mm ²

2. Lotschweissen

Der Lötvorgang ist derselbe wie beim Hartlöten. Der Unterschied besteht in der Vorbereitung der Lötteile und in der Art des verwendeten Lötstabes. Das Zusatzmaterial ist zähflüssig, und die Lötteile werden mit grossem Lötspalt, d. h. wie Schweissstücke mittels V- oder X-Naht vorbereitet.

<i>Lotschweisstab</i>	<i>Bindetemp.</i>	<i>Flussmittel</i>	<i>Verwendung</i>
Castolin 185	750°C	Cast. 185 A Für die erste Lage auf Grauguss 185 B	Für feilbare, verschleissfeste Auftragungen auf Stahl, Grauguss und Buntmetall. Verbindungen von Grauguss. HB 180 kg/mm ² . Festigkeit 55 kg/mm ²
Castolin 14	800°C	Cast. 14	Stahl-Graugussverbindungen. HB 200 kg/mm ² . Festigkeit 33 kg/mm ² .
Castolin 1900	550°C	Cast. 1900	Für Verbindungen und Auftragungen von Magnesium. Festigkeit ca. 15 kg/mm ² .

3. Weichlöten

Die Weichlötung kommt hauptsächlich dann zur Anwendung, wenn die Festigkeitsanforderungen gering sind und keine hohe Arbeitstemperatur erwünscht ist (ca. 200–300°C). Als Lote werden vorwiegend Zinn-Blei-Legierungen und als Flussmittel Lötwasser und Lötpasten verwendet. Der kupferne LötKolben muss mit einem Salmiakstein gereinigt und verzinnt werden. Verzinderte LötKolbenspitzen müssen vorher nachgefeilt werden. Die saubere Lötstelle mit Flussmittel bestreichen, verzinnen und dann zusammenlöten. Dabei soll keine wärmeableitende Unterlage verwendet werden. Eine Überhitzung der Lötung führt zu Schwierigkeiten. Flussmittelreste sauber abwaschen.

Lötmetall Zinn/Blei in %:

Dreikantstangen 40/60

Dreikantstangen 70/30

Dreikantstangen 25/75

Dreikantstangen 90/10

Draht 60% Sn/38,2%

Pb/1,8% Cu

Hartblei ca. 7% Antimon

(Rundstangen)

Verwendung:

Allgemeine Lötarbeiten an Stahlblechen, verzinkte Artikel und Buntmetalle

Besonders für neu verzinnete Artikel

Für Flammenlötung (Streichzinn)

Für Nahrungsmittelindustrie

Für feine Lötarbeiten, besonders für elektrische Apparate

Zum Aufschiessen von Polzapfen an Akkumulatoren und ähnlichem.

III. Lichtbogenschweissen

Bei der Handschweissung mit ummantelten Elektroden bringt die Wärme des Lichtbogens die Elektrode und den Grundwerkstoff zum Schmelzen. Die Intensität der Lichtbogenwärme ist ein Vielfaches gegenüber der Azetylen-Sauerstoff-Flamme. Das ergibt für die Lichtbogenschweissung eine relativ grosse Schweissgeschwindigkeit und minimale Wärmezone im Schweissstück. Dieser Vorteil darf jedoch nicht missbraucht werden, indem zu kurze Schweisszeiten angestrebt werden. In diesem Fall wird das Schweissstück nicht mehr genügend durchwärmt, und wegen der zu grossen Abkühlgeschwindigkeit können Haarrisse und Aufhärtungen die Folge sein.

1. Schweissstromquellen

a. Gleichstrom-Schweissumformer:

Diese bestehen aus einem Elektromotor (oder einem vom Stromnetz unabhängigen Benzinmotor) und einem durch diesen angetriebenen Gleichstromgenerator. Der Unterhalt dieser Anlage ist entsprechend aufwendig, da rotierende und andere sich abnützende Teile vorhanden sind (Kohlenbürsten, Kollektor, Lager). Mit Gleichstrom können alle Elektrodentypen verschweisst werden. Beim Anschluss der Schweisskabel ist darauf zu achten, dass die Elektrodenzange an den richtigen Pol gelegt wird. Angaben hierüber befinden sich auf den Elektrodenpaketen.

b. Schweissgleichrichter:

Dieser ist ein Gleichstromschweissapparat. Er besteht aus einem Transformator, dessen Sekundärstrom in einem Selen- oder Siliziumgleichrichter in Gleichstrom gleichgerichtet wird. Ausser dem Kühlluftventilator sind keine rotierenden Teile vorhanden. Daher beschränkt sich der Unterhalt hauptsächlich auf Reinhaltung der Gleichrichterplatten durch periodisches Ausblasen mit trockener Pressluft.

c. Wechselstrom-Schweisstransformator:

Durch diesen wird die Netzspannung auf eine tiefere Spannung und hohe Stromstärke transformiert. Da der Transformator aus stillstehenden Teilen besteht, ist der Unterhalt hauptsächlich auf die Reinhaltung desselben beschränkt. Einige Elektroden für besondere Metalle lassen sich nicht mit Wechselstrom verschweissen.

Angaben hierüber befinden sich auf den Elektrodenpaketen.

d. Daten für den Betrieb der Schweissapparate

Diese sind auf einer Plakette an denselben angebracht. Jeder elektrische Schweissapparat muss gemäss den bestehenden Vorschriften an das Netz angeschlossen und bedient werden.

Belastbarkeit:

Für diese ist die Einschaltdauer (ED) massgebend. Der Nenn-Schweissstrom wird für eine ED von 60% angegeben, das bedeutet, dass der Apparat bei Nennstrom nicht ununterbrochen belastet werden darf. Das heisst innerhalb von 2 Minuten darf nur während 1,2 Minuten (60%) ununterbrochen geschweisst werden, andernfalls würde der Schweissapparat überhitzt und zerstört werden.

Leerspannung:

Diese Spannung tritt in unbelastetem Zustand an den Schweisskabelanschlüssen auf. Da Spannungen bis ca. 100 Volt auftreten, kann der Schweisser bei unsachgemässen Verhalten gefährdet werden.

2. Schweissplatzeinrichtung

In Räumen ist wegen Vergiftungsgefahr für gute Belüftung der Schweisstelle zu sorgen. Der Lichtbogen ist zum Schutz anderer Personen abzuschirmen.

Der Schutzschild ist unbedingt vor dem Zünden nahe vor das Gesicht zu halten, damit dieses und die Augen vollständig vor den Strahlen geschützt sind. Die speziellen Schutzgläser müssen je nach verwendetem Elektrodendurchmesser in dunklerer oder hellerer Tönung gewählt werden.

Zum Schweissen, wie zur Reinigung der Schweissnaht von Schlacke, sind die Augen zusätzlich durch eine helle Schutzbrille zu schützen.

Die Elektrodenzange (Elektrodenhalter) muss stets auf eine isolierte Unterlage abgelegt oder aufgehängt werden und darf wegen Unfallgefahr nie unter den Arm geklemmt werden.

Als Körperschutz dienen Schweisserhandschuhe und Schürze. In trockenem Zustand schützen sie den Schweisser vor dem Stromkreis und vor Sprühfunken oder grosser Wärme. Zwangslagenschweissungen sollen allgemein mit Kopfbedeckung durchgeführt werden. Schweisse nie in feuchtem Zustand. (Schwitzen, Regen, ölgetränkte Kleider.)

Die Schweisskabel sind vor Beschädigung sorgfältig zu schützen. Die Isolation sowie die Anschlussstellen sind periodisch zu kontrollieren.

3. Der Schweißstrom

Dieser richtet sich nach der Art des zu schweißenden Materials und der Elektrode. Einerseits ist eine minimale Stromstärke notwendig um das Zünden und Schweißen zu ermöglichen, andererseits darf die maximale Stromstärke für die betreffende Elektrode nicht überschritten werden, da diese sonst auf der ganzen Länge zum Glühen käme und eine schlechte Schweißqualität zur Folge hätte. Bei der Wahl des Schweißstromes sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Materialstärke, Materialart
- Durchmesser und Typ der Elektrode
- Art der Schweißung (Stoss- oder Kehlnaht)
- Schweißdauer und Temperatur des Werkstückes
- Schweißlage (Normal- oder Zwangslage)

4. Die Schweißelektroden

Die mechanischen Eigenschaften und das Aussehen der Schweißnaht werden durch die Umhüllungsmasse der Elektrode beeinflusst.

a. Aufgaben der Elektrodenumhüllung:

- Die beim Schweißen entstehenden Schlacken und Gase schützen das flüssige Material vor Luftzutritt und gewähren zugleich ein langsames Abkühlen von aussen her.
- Durch chemisch-metallurgische Vorgänge reinigt sie das Schweißbad und führt diesem Legierungszusätze zu.
- Die beim Zünden entstehenden Gase machen den Luftspalt zwischen Elektrode und Werkstück gut elektrisch leitend (Ionisation).
- Beim Schweißen wird der Lichtbogen durch die Kraterbildung am Elektrodenende ruhig geführt.
- Da die Anforderungen an eine Schweißnaht sehr verschieden sein können, gibt es unterschiedliche Elektrodentypen (oxydierend, sauer, rutil und basisch).

b. Lagerung der Elektroden

Die Elektroden sind trocken und gut verschlossen aufzubewahren sowie sorgfältig zu behandeln, damit die spröde Ummantelung keinen Schaden nehmen kann. Basische Elektroden sind besonders feuchtigkeitsempfindlich und führen in feuchtem Zustand zu starkem Spritzen und Porenbildung. Solche Elektroden müssen deshalb vor dem Verschweißen während mindestens 1 Stunde bei 300 °C getrocknet werden.

c. Richtlinien für die Wahl der Schweißelektroden

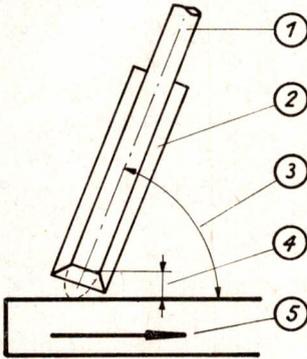
<i>Klasse</i>	<i>Elektrodentyp</i>	<i>Verwendung</i>
<i>EV 1</i>	Oxydierende Umhüllung: Schweissgut sehr dünnflüssig, nicht schmiedbar. Schönes Nahtaussehen.	Für Schlosser- und leichte Blecharbeiten in horizontaler Lage.
<i>EV 2</i>	Saure- und Rutilumhüllung: Schweissgut dünnflüssig, schmiedbar. Schönes Nahtaussehen.	Für Konstruktionen im Maschinen- und Fahrzeugbau mittlerer Festigkeit.
<i>EV 2</i>	Basische Umhüllung: Schweissgut zähflüssig, schmiedbar, grosse Dehnung. Nahtaussehen bombiert.	Für Zwangslagen und Wurzelschweißungen gut beherrschbar. Hohe Riss-sicherheit.
<i>EV 3</i>	Basische Umhüllung	Für Stähle höherer Festigkeit. Bedingt verwendbar für die Grauguss-schweissung.
<i>EA</i>		Für Auftragsschweißungen an Verschleiss-teilen aller Art. Härte bis 500 Brinell.
<i>EAH</i>		Für Auftragsschweißungen die stärkstem Verschleiss ausgesetzt sind wie Baggerzähne, Werkzeug usw. Härte ca. 600 Brinell.
<i>V4A (V2A)</i>		Für rostfreie Stähle.
<i>GG</i>		Für feilenweiche Grauguss-schweissung.
<i>AL</i>		Behelfsmässige Reparaturen an Leichtmetall.
<i>SCH</i>	Oxycuttend	Für das Sauerstoff-Lichtbogen-Schneidverfahren. Praktisch an allen Metallen anwendbar.

Die Elektroden sind mit wenigen Ausnahmen mit Gleichstrom wie mit Wechselstrom verschweisbar. Bei der Gleichstromschweissung werden saure Elektroden in der Regel am Minuspol und basische Elektroden am Pluspol verschweisst. Diesbezüglich sind die Angaben auf den Elektrodenpaketen einzuhalten.

d. Stahl-Elektro-Schweissung

Durchmesser der Elektrode in mm	1,6	2,0	2,5	3,1	3,8	4,6	5,5	6,5	8,0	10,0
Materialdicke in mm	1-2	2-3	3-5	5-8	6-12	6 und mehr	6 und mehr	8 und mehr	8 und mehr	10 und mehr
Stromstärke in Ampère	25-45	50-70	70-85-100	100-135-150	150-180-200	180-220-250	225-275-300	300-375	400-520	500-700
Vorbereitung für einseitige Nahtschweißung Distanzen in mm										
Vorbereitung für beidseitige Nahtschweißung, Distanzen in mm										
Beispiele und mehrlagige Schweißungen Distanzen in mm										
	Auftragung	Eck-Schweißung	Flansch-Schweißung	Druckgefäß-Schweißung	Lagen 2-9 : Ø 4,6-5,5 Lage 1 : Ø 3,8	Lagen 2-5 : Ø 5,5-6,5 Lage 1 : Ø 3,8	Lagen 2-3 : Ø 8,0-10,0 Lage 1 : Ø 3,8			

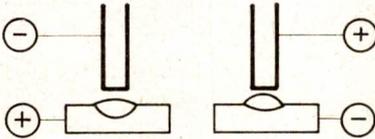
e. Elektrodenhaltung



Figur 6

- 1 Kerndraht = Elektroden \varnothing
- 2 Elektrodenumhüllung
- 3 Elektrodenneigung 60–80°
- 4 Lichtbogenlänge = dem Elektroden \varnothing
- 5 Schweissrichtung

f. Der Einfluss der Polarität



Figur 7

– Minuspol an der Elektrode:

Die negativ geladenen Elektronen treten an der Elektrodenspitze aus und treffen das an den + Pol gelegte Werkstück. Durch dieses Elektronenbombardement erhält das Werkstück eine höhere Temperatur und Einbrandtiefe als bei umgekehrter Polarität.

– Pluspol an der Elektrode:

Bei dieser Schaltung treffen die Elektronen die Elektrodenspitze und verursachen dort die höhere Temperatur. Das bewirkt eine grössere Abschmelzleistung der Elektrode bei geringerem Einbrand im Werkstück. Der Lichtbogen besitzt hier bei bestimmten Metallen ein gutes elektrisches Reinigungsvermögen, indem die das Werkstück verlassenden Elektronen die Oxydschicht aufbrechen. Beim TIG-Schweissverfahren wird z. B. für die Leichtmetallschweissung Wechselstrom verwendet. Damit erreicht man einerseits genügend Einbrand und andererseits eine elektrische Reinigungswirkung. Die Angaben der Elektroden- oder Metall-Lieferanten über Polarität und Stromart sind stets einzuhalten.

IV. Schutzgas-Lichtbogen-Schweissverfahren

1. Allgemeines

Die Elektrode, der Lichtbogen und die Schweissstelle werden von einem besonderen Schutzgas umhüllt und sind so vor atmosphärischen Einflüssen geschützt. Das Schutzgas erfüllt somit den gleichen Zweck wie die Umhüllung der ummantelten Schweisselektroden.

Geeignete Schutzgase sind z. B. Argon, Kohlendioxyd oder Mischgase. Es ist Bedingung, dass das Schutzgas weitgehend ungiftig ist und keine unerwünschten Verbindungen mit anderen Elementen eingeht.

An der Schweissstelle ist auf zugfreie Belüftung sowie auf einen verbesserten Licht- und Strahlenschutz zu achten. Da die meisten Schutzgase schwerer als Luft sind, ist es wegen Erstickungsgefahr (Sauerstoffmangel) zu vermeiden, längere Zeit in Bodennähe (liegend oder kauernd) zu schweissen.

Wie bei der Auswahl der verschiedenen ummantelten Elektrodentypen, müssen auch hier, je nach dem zu schweisenden Material, das Schutzgas, Stromart, Polung und Zusatzmaterial sorgfältig ausgewählt werden.

Als Schweissstrom dient, je nach dem Schweissverfahren, Gleichstrom oder Wechselstrom. Zum Zünden wird die Elektrode der zuvor sauber gereinigten Schweissstelle genähert.

Die Schutzgas-Lichtbogen-Schweissverfahren können mit grossem Erfolg an allen schweisbaren Stählen und Nichteisenmetallen angewendet werden.

2. Die Metall-Inert-Gas-Schweissung (MIG)

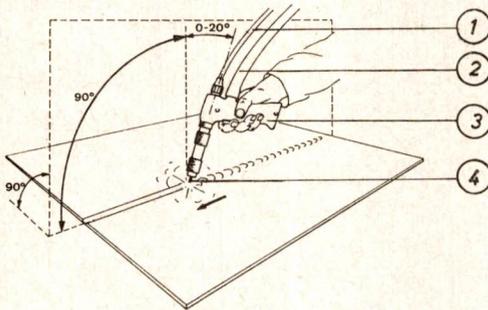
Der Lichtbogen brennt unter Schutzgas zwischen dem Werkstück und einem blanken Metalldraht, der zugleich als Zusatzwerkstoff dient. Der Draht wird von einer Haspel automatisch mittels einstellbarem Vorschub der Schweissstelle gleichmässig zugeführt.

Die Drahtzuführung kann von einer Drahtrolle von 5 kg Gewicht durch einen ca. 3–6 m langen Schlauch zu einer wasser- oder luftgekühlten Schweisspistole befördert werden.

Bei der leichteren Ausführung befindet sich eine 0,5 kg schwere Drahtrolle direkt in der luftgekühlten Schweisspistole, was den Vorteil der grösseren Bewegungsfreiheit hat, weil die Zuleitungskabel auf ca. 17 m verlängert werden können. Wegen der Luftkühlung ist jedoch die Schweissleistung auf ca. 280 A beschränkt. Die schweisbaren Blechdicken betragen 2–15 mm (bedingt bis 50 mm).

Aluminium, Kupfer, Nickel und ihre Legierungen werden mit Gleichstrom (+) und dem inerten (chemisch neutralen) Argon als Schutzgas verarbeitet. Der Gasverbrauch beträgt ca. 12–18 Liter pro Minute.

Besonders wirtschaftlich ist dieses Verfahren für Schweissungen an dickeren Werkstücken und für Kehlnähte. Bei einseitig geschweissten Stossnähten soll die Unterraue (Wurzel) durch eine ausgenutete Unterlage abgefangen werden.



Figur 8 MIG-Schweissung

- 1 Schweissdrahtzuführung
- 2 Schutzgaszuführung
- 3 MIG-Schweisspistole
- 4 Elektrode, zugleich Zusatzmaterial

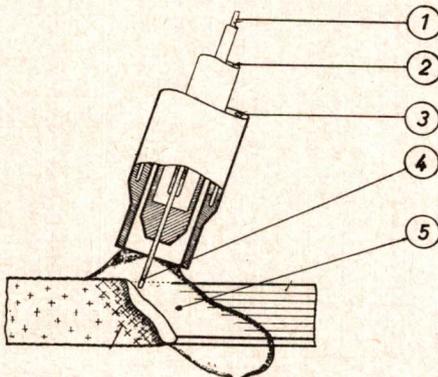
3. Die Metall-Aktiv-Gas-Schweissung (MAG)

Bei diesem Verfahren kommt ein aktives Schutzgas zur Anwendung. Der Unterschied zum MIG-Verfahren besteht lediglich in der Art des verwendeten Schutzgases.

Legierte Stähle werden unter Argon-Kohlendioxid-Sauerstoffgemischen, unlegierte Stähle in der Regel unter Kohlendioxid geschweisst.

Beispiel der Reaktion unter Kohlendioxid:

Die bei den niedrigen Temperaturen beständigen Moleküle des Kohlendioxids zerfallen im Lichtbogen in Kohlenoxyd und Sauerstoff und verbinden sich wieder unter Wärmeentwicklung (exothermisch) an den kälteren Randzonen des Lichtbogens und am Schweißgut. Es erfolgt somit eine zusätzliche Wärmeübertragung aus dem Lichtbogen an das kältere Werkstück, was einen relativ tiefen und gleichmässigen Einbrand zur Folge hat. Der Sauerstoff hinterlässt aber auch unerwünschte Folgen im Schweißbad, indem er Eisenoxyd bildet und den Abbrand an Legierungsbestandteilen fördert. Das bedingt einen speziellen Schweißdraht mit desoxydierenden Bestandteilen und entsprechenden Legierungselementen, die den Verlust wieder ersetzen.



Figur 9 **MAG-Schweissung**

- 1 Schweißdraht von der Drahtrolle
- 2 Schutzgaszuführung
- 3 Eventuelle Kühlwasserzufuhr
- 4 Schweißdraht, zugleich Elektrode
- 5 Schutzgashülle

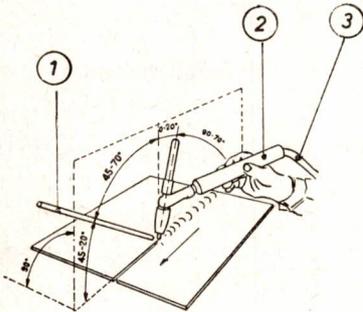
4. Die Tungsten-Inert-Gas-Schweissung (TIG)

Der Lichtbogen brennt unter Schutzgas zwischen einer nichtabschmelzenden Wolframelektrode, die nur zur Stromzuführung dient. Der Zusatzwerkstoff wird stromlos von Hand dem Schweissbad zugeführt.

Leichtmetalle schweisst man mit Wechselstrom und Argon als Schutzgas. Für Stähle, Hartauftragungen, Kupfer und seine Legierungen muss auf Gleichstrom (-) umgestellt werden. Der Gasverbrauch beträgt etwa 4–10 Liter pro Minute.

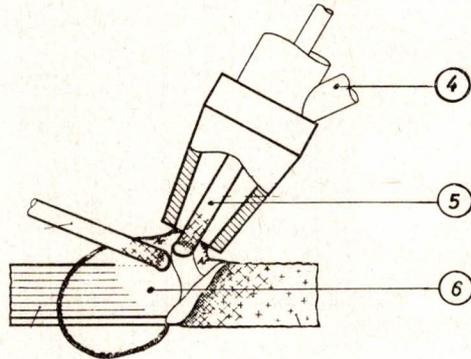
Beim Zünden soll das Schweissstück (besonders bei Leichtmetallen) mit der Wolframelektrode nicht berührt werden, da diese sonst aufgelegt wird und zum weiteren Schweißen erst nachgeschliffen werden muss. Mit Wolframelektroden immer unter Argon-Gasschutz arbeiten und Elektroden auch unter Gasschutz abkühlen lassen, weil die Wolframdämpfe sehr giftig sind. Der Lichtbogen wird mittels Hochfrequenz eingeleitet.

Dieses Verfahren eignet sich besonders für Dünobleche, Stossnähte und Ecknähte an Nichteisenmetallen und hoch legierten Stählen.



Figur 10 TIG-Schweissung

- 1 Schweisstab, von Hand zugeführt
- 2 Halter für Wolframelektrode
- 3 Zuführung für Kühlwasser, Schutzgas und Schweissstrom
- 4 Zuführung für das Schutzgas
- 5 Wolframelektrode
- 6 Schutzgashülle



Figur 11 Schutzgaszufuhr (TIG)

V. Die Reparaturschweissung

1. Allgemeines

Am Fahrzeug unterscheiden wir zwischen betriebsunwichtigen, betriebswichtigen und lebenswichtigen Bestandteilen. Die Verantwortung gegenüber der ausgeführten Schweiss- oder anderen Wärmearbeiten trägt der betreffende Mechaniker.

Betriebsunwichtige Teile:

Dies sind Teile, welche bei Bruch oder sonstigem Versagen den Betrieb des Fahrzeuges nicht beeinträchtigen. Es kann also ohne Gefährdung des Verkehrs vorübergehend weitergefahren werden, ohne dass bei späterer Reparatur Mehrkosten entstehen.

Betriebswichtige Teile:

Beim Versagen eines solchen Teiles ist der weitere Betrieb des Fahrzeuges nicht mehr möglich oder zumindest in Frage gestellt, so dass sich unmittelbar eine Reparatur aufdrängt. Sind die Mittel unzureichend, um die Reparatur fachgerecht ausführen zu können, so ist der zu reparierende Gegenstand an die nächste Reparaturstufe weiterzugeben.

Lebenswichtige Teile:

Bei deren Versagen kann unmittelbar ein Unfall die Folge sein. Solche Teile dürfen nur vom geschulten Schweißer durch das zweckmässigste Schweissverfahren repariert werden.

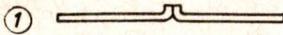
An Fahrzeugen ist allgemein die Leichtbauweise notwendig. Das zwingt den Konstrukteur, die Bestandteile minimal zu dimensionieren sowie zum Teil besondere Materialien und Wärmebehandlungen (Vergütungen) anzuwenden. Daraus geht hervor, dass an gewissen Fahrzeugteilen wie Lenkung, Bremsen, Radaufhängung und dergleichen keine Reparaturschweissungen oder andere Wärmearbeiten vorgenommen werden dürfen.

Notreparaturen nur im Kriegsfall:

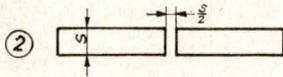
Da Ersatzteile nicht immer innert nützlicher Frist erhältlich sind, kann sich unter Umständen eine Notreparatur aufdrängen. Eine solche kommt jedoch nur in Frage, wenn keine andere Möglichkeit mehr besteht, das Fahrzeug vor Feindeinwirkung in Sicherheit zu bringen. In diesem Fall muss der Fahrer unbedingt mittels einer am Lenkrad festgebundenen Etikette (Mängelliste) orientiert werden, dass eine volle Beanspruchung des Fahrzeuges nicht mehr ohne Gefahr möglich ist. Auf der Etikette muss durch den Mechaniker vermerkt sein: Art der Reparatur, Geschwindigkeitsbeschränkung, Belastungsbeschränkung und ob Personentransport zugelassen ist.

2. Grundsätzliche Schweissverbindungen und deren Vorbereitung

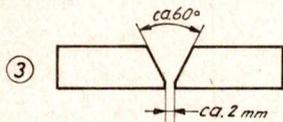
Die sorgfältige Vorbereitung der Schweissstücke ist in hohem Mass mitbestimmend für die Qualität der Schweissung.



(1) *Bördelnaht* bis ca. 1 mm Blechdicke.



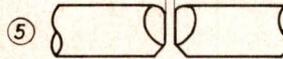
(2) *Stosnaht ohne Abschrägung* bis ca. 4 mm Blechdicke. Der Schweisspalt soll dabei halbe Blechdicke betragen.



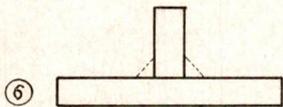
(3) *V-Naht* für Blechstärken ab 4 mm, ca. 30° je Seite angeschrägt. Der Schweisspalt beträgt ca. 2 mm.



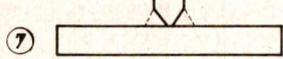
(4) *X-Naht* wird angewendet, wenn das Werkstück zum Schweißen beidseitig zugänglich ist. Man schweisst wechselweise beidseitig in mehreren Lagen.



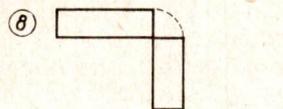
(5) Ist eine Drehbank vorhanden, können Wellen durch einen Zentrierstift vor dem Schweißen fixiert werden.



(6) *Kehlnaht* ohne Abschrägung.



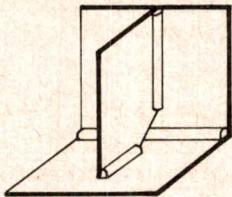
(7) *K-Naht* benötigt weniger Platz als die Kehlnaht.



(8) *Ecknaht* für geringe Beanspruchungen. Stosnähte (V- und X-Naht eingeschlossen) ergeben die besten Festigkeitswerte.

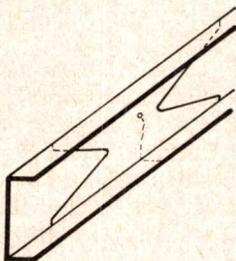
Figur 12

3. Schweißgerechte Verstärkungen



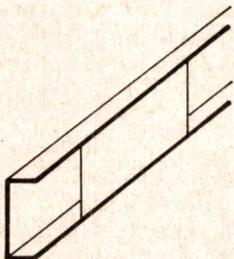
Figur 13

Kreuzende Schweißnähte sind durch entsprechende Vorbereitung der zu schweisenden Stücke zu vermeiden.



Figur 14

Einwandfreie Schweißnähte lassen sich nicht verstärken. Durch eine Verstärkungsplatte erfolgt bei Beanspruchung eine Kraftlinienablenkung, was am Ende der Verstärkung zu Spannungsspitzen führt und dort Risse verursacht. Ist eine einwandfreie Schweißverbindung, zum Beispiel wegen schlechter Zugänglichkeit, nicht möglich, so ist eine «Verstärkung» trotzdem angezeigt. Es ist jedoch darauf zu achten, dass diese elastisch ausgeführt wird, was durch die Formgebung und Dicke der Verstärkungsplatte erreicht wird. Zum Beispiel muss man bei einer Rahmenreparatur das Rissende abbohren, die Schweißnaht vorbereiten und mit dem richtigen Zusatzmaterial schweißen. Die Verstärkungsplattendicke soll weniger als die Hälfte der zu verstärkenden Teile betragen.

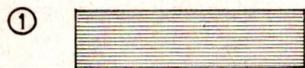


Figur 15

Das Anbringen solcher Platten oder Verstärkungen an offenen Profilen und beanspruchten Stellen ist unstatthaft, weil hier eine grosse Verwindungsbehinderung und damit auch Rissgefahr besteht.

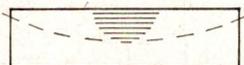
4. Schweissspannungen und -deformation

Die Grösse derselben ist abhängig von der Temperatur, der Wärmeausdehnung und der Schrumpfung des betreffenden Materials.



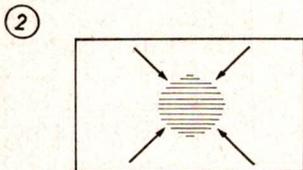
1 Freie Ausdehnung:

Durch gleichmässiges Erwärmen des ganzen Stabes und langsames Abkühlen wird dieser wieder die ursprünglichen Dimensionen annehmen.



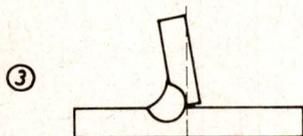
2 Behinderte Ausdehnung:

Wird ein Werkstück nur an einer eng begrenzten Stelle erwärmt, so möchte sich der rotwarmer plastische Teil ausdehnen, wird aber von den umschliessenden kalten Teilen daran gehindert. In der Folge tritt eine Stauchung des rotwarmen Stahles ein, was beim Abkühlen zu einer Deformation und Spannung im Werkstück führt. Diese Erscheinung wird auch nutzbringend zum Richten eines Werkstückes oder Spannen von Blechen benützt.



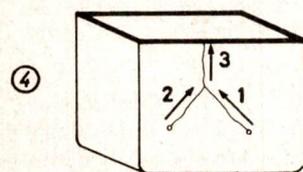
3 Schrumpfung:

Die Ursache besteht in der Volumenverminderung des flüssigen Schmelzgutes beim Abkühlen.



4 Vorgehen:

Bei Werkstücken, die nicht frei schrumpfen oder sich ausdehnen können, ist der Rissgefahr durch Vorwärmen, richtige Schweissfolge und Spannungsfreiglühen zu begegnen. Bei der Elektroschweissung von Grauguss ist eventuell die «Kaltschweissung» anzuwenden.



Figur 16
Gefügeänderungen

Durch den Verlust gewisser Elemente im Schmelzgut sowie durch das Erwärmen und Abkühlen der angrenzenden Zone wird im Kristallaufbau der Metalle eine Veränderung hervorgerufen, welche sich negativ auswirkt. Deshalb kommt der sorgfältigen Auswahl des Zusatzmaterials und der thermischen Behandlung der Schweissung (z. B. langsames Abkühlen) besondere Bedeutung zu.

5. Das Schweißen der Metalle

Unter Schmelzschweißen versteht man die Vereinigung von gleichartigen Materialien in flüssigem Zustand unter Einwirkung von Wärme. Zusatzmaterial, Wärmequelle und die Schweissmethode müssen dem Grundwerkstoff der zu schweisenden Stücke entsprechen. Hierzu sind die Angaben der Herstellerfirmen zu beachten.

a. Schweißen der Stähle

– Gut schweisbarer Stahl:

Dieser lässt sich mit Erfolg schweißen, ohne dass er vor oder nach der Schweissarbeit einer Wärmebehandlung bedarf. Als solcher gilt Stahl bis höchstens 0,22% Kohlenstoffgehalt, wenn er nicht noch wesentliche andere Legierungselemente oder Verunreinigungen aufweist.

– Bedingt schweisbarer Stahl:

An die Schweisbarkeit eines solchen Stahles sind besondere Bedingungen geknüpft, zum Beispiel: Eine bestimmte Schweissfolge, besonderes Zusatzmaterial, Vorwärmen, Nachwärmen oder andere Wärmebehandlungen. Bedingt schweisbare Stähle in diesem Sinne sind: Stahl mit über 0,22% Kohlenstoffgehalt, legierte Stähle oder schlechte Stahlqualitäten. Es kann aber auch ein gut schweisbarer Stahl besondere Massnahmen erfordern, wenn an Schweisskonstruktionen grosse Spannungen zu erwarten sind oder wenn es sich um dickere Bleche handelt.

– Nicht schweisbarer Stahl

Dieser ist infolge seiner chemischen Zusammensetzung (z. B. Federstahl) oder seiner Wärmebehandlung zum Schweißen ungeeignet.

b. Auftragschweißungen

Verschleiss-, korrosions- und hitzebeständige Legierungen werden auf die verschiedensten Werkstücke aufgetragen und so deren Lebensdauer wesentlich heraufgesetzt. Das kann mit der Autogen- wie auch mittels der Lichtbogenschweißung geschehen. Gleiten zum Beispiel zwei Flächen aufeinander, so wird man die Härte der Auftragungen unterschiedlich wählen, und zwar so, dass der günstiger auszubessernde Teil die weichere Auftragung erhält. Zusatzmaterial, Schweissmethode und Wärmebehandlung haben sich nach den Angaben der Herstellfirmen zu richten.

Autogenschweisstäbe

<i>Gasverbindungsschweisstäbe (GV)</i>		
<i>Klasse</i>	<i>Brinellhärte</i>	<i>Verwendung</i>
<i>GV 0</i>		Leichte Schlosserarbeiten an einfachen Stählen
<i>GV 1</i>	110	Stähle von ca. 38 kg/mm ² Zugfestigkeit
<i>GV 2</i>	125	Stähle von ca. 44 kg/mm ² Zugfestigkeit
<i>GV 3</i>	150	Stähle von ca. 52 kg/mm ² Zugfestigkeit

<i>Gasauftragsschweisstäbe (GA)</i>		
<i>Klasse</i>	<i>Brinellhärte</i>	<i>Verwendung</i>
<i>GA 1</i>	200	Auftragsschweissungen an Kohlenstoffstahl
<i>GA 2</i>	300	
<i>GA 3</i>	400	Verschleissfester Stahl

Zum Schweißen oder Auftragen von legierten Stählen, Grauguss, Hartmetall, Zinklegierungen und ähnlichem sind dem Grundmetall entsprechende Zusatzstäbe und Flussmittel zu verwenden.

Der Schweissdrahtdurchmesser soll in der Regel bei Blechen bis zu 7 mm gleich der halben Blechdicke plus 0,5 mm gewählt werden. (Über 7 mm noch halbe Blechdicke.) Die Schweissdrahtenden sind wegen Verletzungsgefahr der Augen abzubiegen.

b. Schweißen von Grauguss

– Die Warmschweissung:

Die zu verschweisenden Teile werden langsam und gleichmässig auf ca. 600°C vorgewärmt, was bei grösseren Stücken nur in besonderen Vorwärmeöfen möglich ist. In diesem Zustand wird die Schweissung mit Graugussstäben und Schweisspulver mittels Schweissbrenner durchgeführt. Auch die Lichtbogenschweissung mit speziellen Elektroden oder Lotschweissung ist hier möglich. Es ist wichtig, dass das geschweisste Stück langsam und gleichmässig abkühlt, was wiederum nur im Vorwärmeofen oder bei kleineren Teilen nur durch sorgfältiges Nachwärmen mit dem Schweissbrenner möglich ist. Die Schweissbarkeit von Grauguss ist unterschiedlich. Wurde dieser längere Zeit Dampf, grosser Hitze und Öl ausgesetzt, so ist eine Schweissverbindung schlechter möglich.

– Die Kaltschweissung

Diese kann nur mittels der Lichtbogenschweissung durchgeführt werden. Als Zusatzmaterial werden Nichteisenmetallelektroden (Nickel) und nur als Notbehelf basische Stahlelektroden (Klasse EV 3) verwendet. Die Stromstärke ist möglichst niedrig zu wählen und die Schweissung öfters zu unterbrechen (nach ca. 2–3 cm). Gleichzeitig ist das Schweissgut zu hämmern.

Regel: Die Erwärmung soll ca. 10 cm von der Schweissstelle entfernt Handwärme nicht übersteigen. Bei der Kaltschweissung muss das Werkstück nicht vorgewärmt werden und ist deshalb, wenn kein Vorwärmeofen zur Verfügung steht, bei grösseren Teilen oft die einzige Möglichkeit einer Reparatur.

c. Das Schweißen der Aluminiumlegierungen

Die für Schweisskonstruktionen gebräuchlichen Aluminium-Werkstoffe sind:

- Reinaluminium (Al-99,5)
- Aluman (Al-Mn)
- Peraluman (Al-Mg und Al-Mg-Mn)

Diese drei Werkstoffe sind naturharte Legierungen, d.h. ihre Festigkeit lässt sich durch eine Wärmebehandlung (Vergütung) nicht erhöhen. Sie werden durch Kaltverformen (z. B. Walzen) verfestigt, verlieren jedoch die höhere Festigkeit wieder bei Erwärmung auf Temperaturen über 200°C. Die mit dem Schweißen in das Werkstück gebrachte Wärme bewirkt, dass links und rechts der Schweissnaht eine weichgeglühte Zone entsteht. Die Festigkeitseinbusse durch das Schweißen kann bis zu 50% betragen.

- Anticorodal (Al-Mg-Si)
- Unidur (Al-Zn-Mg)

Diese beiden Werkstoffe sind aushärtbare Legierungen, d.h. sie können durch eine entsprechende thermische Behandlung im Wärmeofen nach dem Schweißen wieder auf ihre höchste Festigkeit gebracht werden.

d. Autogenschweißen der Aluminiumlegierungen

Aluminium überzieht sich an der Luft im festen und flüssigen Zustand mit einer dünnen, erst über 2000°C schmelzenden Oxydhaut, die das Zusammenfließen der zu schweisenden Teile behindert. Aus diesem Grund ist die Verwendung eines besonderen Flussmittels (Schweisspulvers) notwendig. Das Schweisspulver wird mit sauberem Wasser zu einem dickflüssigen Brei angerührt, womit man auch die Schweissstäbe bestreicht. Nach Gebrauch sind dieselben mit fließendem Wasser abzuwaschen.

Der Schmelzpunkt von Aluminium und seinen Legierungen liegt zwischen 520° und 660°C. Die Wärmeleitfähigkeit ist ca. dreimal grösser als diejenige von Eisen. Deshalb wird ungefähr dieselbe Brennergrösse wie zum Schweiessen von Stahl verwendet. Die Reihenfolge der Heftungen und der Schweissfolge sind wegen der grossen Wärmeausdehnung und den damit verbundenen Spannungen genau einzuhalten.

Die Schweissflamme ist karburierend einzustellen, wobei die weisse Vorflamme etwa dreimal so lang wie der innere Flammenkegel sein soll. Die Flammenkegeldistanz zum Schweissstück ist hier etwas grösser als beim Schweiessen von Stahl. Als Schweissmethode ist die Linksschweissung anzuwenden.

Vorwärmung auf ca. 400°C ist besonders bei grösseren Stücken notwendig. Bei nicht vorgewärmten Teilen wird anfangs oft mit zu starker Schweissflamme gearbeitet, was bei fortschreitender Schweissung zum Nichtbeherrschen des Schweissbades führt.

Reihenfolge der Arbeitsvorgänge:

- Schweisskanten fachgemäss vorbereiten, reinigen und mit Flussmittel bestreichen.
- Vorwärmen der Schweissstelle mit langsamer, kreisförmiger Bewegung des Brenners.
- In der richtigen Reihenfolge heften, richten und schweiessen.
- An der Luft abkühlen lassen und anschliessend Flussmittelreste mit fliessendem Wasser gut abwaschen.

- e. Zusatzmaterial für das Schweißen der Aluminiumlegierungen
Für die Autogenschweißung und das TIG-Schweißen sind es Schweißstäbe und Schweißdrahtrollen für das MIG-Schweißen.

– Zusatzmaterial für die Autogen- und TIG-Schweißungen

Zu schweißende Legierung:

Zusatzmaterial
Kurzzeichen und Form:

Reinaluminium
Aluman

Al  glatt

Raffinal

Raf  gekerbt

Anticorodal
Unbekanntes Material

Ac - 4 Si  glatt

Peraluman – 15 und 30
Anticorodal für anodische
Oxydation

Pe - 30  glatt

Peraluman 40 und 50
Unidur

Pe - 50  gekerbt

Avional

Av  glatt

Silafont – 1 und 4
Hartlöten

12 Si  gekerbt

Für die Autogenschweißung ist das Flussmittel «Lumiweld A» zu verwenden, wenn gute Zugänglichkeit zum Entfernen der Flussmittelreste besteht. Das Flussmittel «Lumiweld N» wird dann verwendet, wenn eine Entfernung der Flussmittelreste nicht gewährleistet ist. Für Hartlötarbeiten mit dem Schweißstab 12 Si ist das Flussmittel «Lumisold» zu verwenden.

– Zusatzmaterial für die MIG-Schweißung

<i>zu schweißende Legierung</i>	<i>Zusatzmaterial (Drahtrollen)</i>	<i>Schweißnahtfestigkeit kg/mm²</i>
Reinaluminium	Al-99,5	7
Aluman	Al-99,5	9
Peraluman	Al-Mg5	20–26
Anticorodal	Al-Si5	13–20 (ohne th. Behandl.) 30 (mit th. Behandl.)
Unidur	Al-Mg5	20 (direkt nach der Schweißung) 28 (nach ca. 30 Tagen)
Peraluman-Guss Übrige Gussstücke	Al-Mg5 Al-Si5	

– Richtwerte für das MIG-Schweißen

<i>Blechstärke mm</i>	<i>Drahtdurchmesser mm</i>	<i>Stromstärke Ampère</i>
2– 3	0,8	ca. 90
4–10	1,2	ca. 150
10–20	1,6	ca. 200
20 und mehr	2,4	ca. 350

Umhüllte Aluminium-Schweisselektroden:

Durch die Elektrodenschweißung ohne Schutzgas können nicht die gleichen Porenfreiheiten und Festigkeiten erzielt werden, wie es die Schutzgasschweißung ermöglicht. Allgemein gilt, dass Schweißungen an lebenswichtigen Bestandteilen oder tragenden Elementen nur durch geübte Schweißer und mit dem hierfür am geeignetsten Schweißverfahren durchgeführt werden sollen.

VI. Trennverfahren

1. Autogen-Schneiden

Auf ca. 1000 °C vorgewärmtes Eisen hat die Eigenschaft, durch die Einwirkung von reinem Sauerstoff zu Eisenoxyd zu verbrennen. Mit dem einfachen Autogen-Schneidebrenner lassen sich nur solche Metalle schneiden, dessen Schmelzpunkt höher liegt als der ihrer Oxyde.

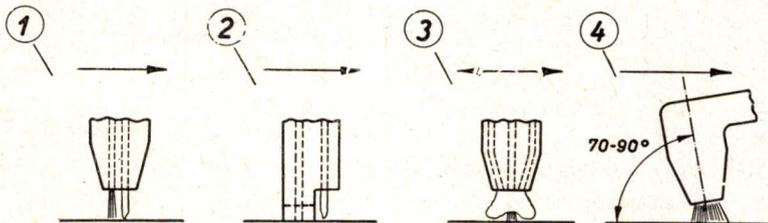
Schneidbar sind Kohlenstoffstähle, Stahlguss und teilweise auch legierte Stähle.

Schneidvorbereitung:

- Vorgesehene Schnittstelle reinigen.
- Die richtige, innere Schneidedüse verwenden (auswechselbar).
- Sauerstoff- und Azetylendruck nach Vorschrift einstellen.
- Richtige Flammenkegeldistanz zum Werkstück einhalten.
- Der richtige Schneidevorschub wird durch den austretenden Schneidstrahl angezeigt. Bei falschem Vorschub biegt der Schneidstrahl nach hinten oder vorne ab. Angeschmolzener Stahl wird schlechter geschnitten als nur vorgewärmter Stahl.

Einstellwerte für Handschneidbrenner.

Blechdicke	Sauerstoff	Azetylen
1– 4 mm	1,5 atü	Je nach Material und Stärke
5– 10 mm	2 atü	
20 mm	3 atü	0,01–0,5 atü
40 mm	5 atü	
80–100 mm	7 atü	



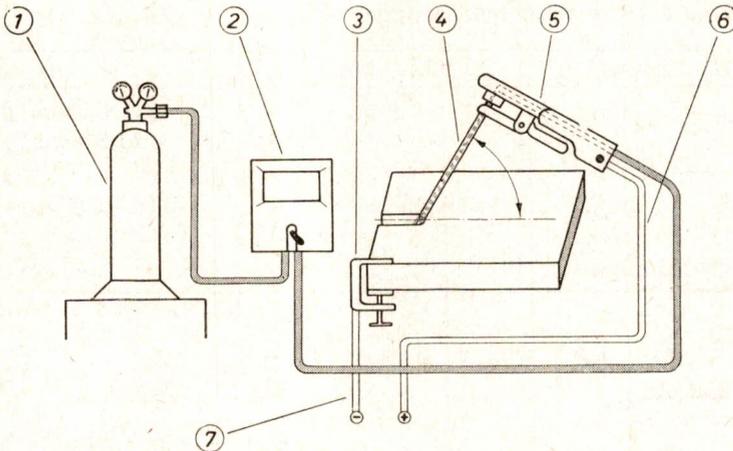
Figur 17 Schneidbrenner

- 1 Heizflamme- und Sauerstoffkanal nebeneinander
- 2 Spezial-Schneidbrenner für dünne Bleche
- 3 Heizflamme ringförmig angeordnet
- 4 Richtige Brennerhaltung

2. Sauerstoff-Lichtbogen-Schneiden

Das Oxyarc-Schneidverfahren beruht auf dem gleichen Prinzip wie das Azetylen-Sauerstoff-Schneiden. Der Sauerstoff wird durch eine separate Leitung der Hohllektrode zugeführt. Der Schneidvorgang vollzieht sich dadurch, indem man einen Lichtbogen zündet und unmittelbar darauf den Sauerstoffstrahl auf die Schnittstelle leitet. Die Schneidelektroden (Oxycuttend) werden nach ihrem Aussen- und Innendurchmesser bezeichnet, zum Beispiel 5.20. Die erste Zahl bedeutet Elektrodendurchmesser in Millimeter, die Zahl hinter dem Punkt bezeichnet den Innendurchmesser in Zehntel Millimetern. Stromstärke, Sauerstoffdruck und Elektrodendurchmesser sind entsprechend der Materialart und seiner Stärke zu wählen. Diesbezüglich ist die Betriebsanleitung im Schweißanhänger zu beachten.

Dieses Verfahren eignet sich zum Schneiden, Ausnuten und Löcherbrennen an allen Stahlsorten, Grauguss und Nichteisenmetallen sowie an schlecht zugänglichen Stellen (Katastropheneinsatz). Wichtig ist die Inventar- und Funktionskontrolle dieser mobilen Anlage, damit sie jederzeit einsatzbereit ist.



Figur 18 Mobile Oxyarc-Schneideanlage

- | | |
|-----------------------------------|-------------------|
| 1 Sauerstoffflasche | 4 Hohllektrode |
| 2 Schutzschild mit Sauerstoffhahn | 5 Elektrodenzange |
| 3 Massenbefestigung | 6 Stromkabel |

VII. Unfallverhütungsmassnahmen bei Wärmearbeiten

Die sich alle Jahre durch Wärmearbeiten wiederholenden Unfälle werden in grosser Mehrzahl durch Unkenntnis oder gedankenloses Vorgehen verursacht. In den vorangehenden Abschnitten wurde bereits auf die häufigsten Unfallgefahren hingewiesen.

1. Behälterreparaturen

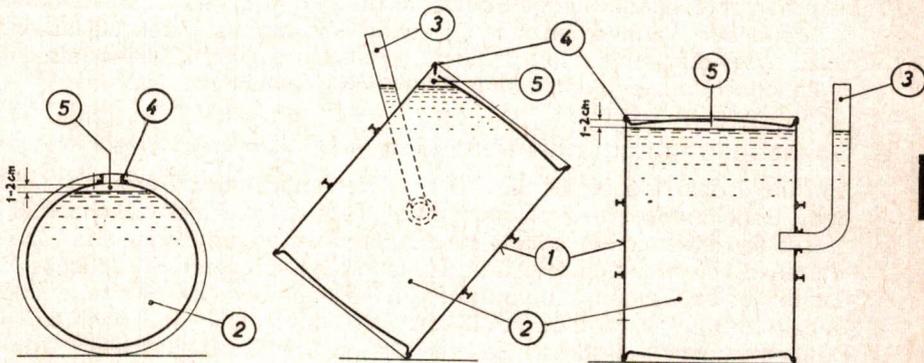
a. Allgemeines

Bei Schweiss-, Löt- oder anderen Wärmearbeiten an Behältern (Fässer, Kannen, Tanks und dergleichen) bilden diese ohne Rücksicht auf ihren vorherigen Inhalt immer eine potentielle schwere Unfallgefahr. Solche Reparaturen dürfen nur bei genügender Einrichtung für die zu treffenden Sicherheitsmassnahmen und entsprechender Fachkenntnis ausgeführt werden.

b. Vorgehen

Vollständiges Leeren des Behälters, anschliessendes Reinigen und nachfolgende Schutzfüllung während der Wärmearbeit sind unerlässlich. Die Schutzfüllung hat den Zweck, die Luft im Behälter zu verdrängen, welche immer einen Bestandteil des explosiven Gemisches darstellt. Die Reinigung der Behälter erfolgt durch mehrmaliges Spülen mit kochendem Wasser, dem zur Neutralisation von Säureresten, Soda oder andere geeignete Mittel beizugeben sind.

c. Schutzfüllung mit Wasser



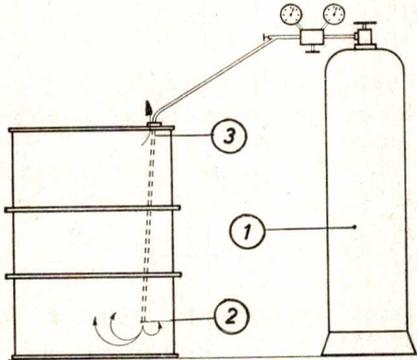
Figur 19

- 1 Behälter
- 2 Wasserfüllung
- 3 Standrohr

- 4 Schweissstelle
- 5 Kleiner freier Raum mit Entlüftungsöffnung

Der Behälter bleibt während der Arbeit dauernd mit sauberem Wasser so gefüllt, dass einzig bei der Wärmestelle ein sehr kleiner Raum von Wasser frei bleibt. Damit die Wasserstandsanzeige am Standrohr kein falsches Bild gibt, muss eine Entlüftungsöffnung vorhanden sein.

d. Schutzfüllung mit Kohlendioxyd aus Flaschen



Figur 20

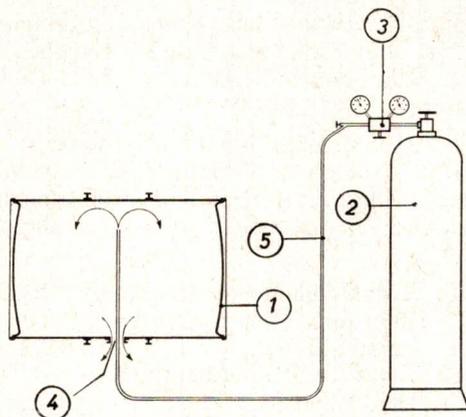
- 1 Kohlendioxydflasche
- 2 Schutzgaseintritt
- 3 Luftaustritt

Bei der Verwendung von Kohlendioxyd darf der Behälter unten keine Öffnungen aufweisen, da dieses schwerer als Luft ist. Die erforderliche Schutzgasmenge wird durch Wägen oder mittels Durchfluss-Messgeräten bestimmt. Ein Kilo Kohlendioxyd ergibt bei atmosphärischem Druck etwa 500 Liter Gas. Vor Beginn der Arbeit ist eine, dem doppelten Behälterinhalt entsprechende Menge Schutzgas durch den Behälter zu leiten und während der Wärmearbeit ständig etwas Gas durchströmen zu lassen. Dazu muss die Kohlendioxyd-Zuleitung im Durchmesser kleiner als die Behälteröffnung sein, damit eine Zirkulation gewährleistet ist.

e. Schutzfüllung mit Kohlendioxyd in Form von Trockeneis

Ein Kilo Trockeneis ergibt ca. 500 Liter Kohlendioxydgas. Vorerst ist eine dem Behältervolumen entsprechende Menge, in Zündholzschachtelgröße zerkleinertes Trockeneis auf den Behälterboden zu legen und abzuwarten, bis dieses aufgelöst ist. Da Kohlendioxyd schwerer als Luft ist, wird das explosive Gasgemisch von unten nach oben aus der oberliegenden Behälteröffnung verdrängt. Vor Beginn der Wärmearbeit ist je nach deren Dauer mindestens nochmals dieselbe Menge Trockeneis einzuwerfen, damit dieses während der Wärmearbeit weiterwirkt. Trockeneis hat eine Temperatur von ca. minus 80°C, weshalb bei dessen Handhabung zum Schutz gegen «Verbrennungen» dicke Handschuhe und zum Zerkleinern Schutzbrillen zu tragen sind.

f. Schutzfüllung mit Stickstoff

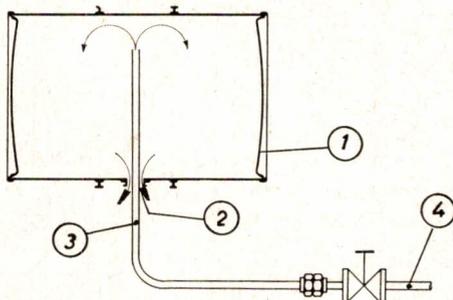


Figur 21

- 1 Behälter
- 2 Stickstoffflasche
- 3 Druckreduzierventil
- 4 Spundloch
- 5 Einblasrohr

Bei der Verwendung von Stickstoff, der leichter als Luft ist, dürfen oben im Behälter keine Öffnungen sein. Die erforderliche Schutzgasmenge lässt sich hier durch den Druckabfall am Inhaltsmanometer feststellen. Der Druckabfall in Atmosphären multipliziert mit dem Flaschenvolumen in Litern ergibt die entnommene Stickstoffmenge. Vor Beginn der Arbeit ist eine dem doppelten Behälterinhalt entsprechende Menge Schutzgas durch den Behälter zu leiten und während der Wärmearbeit ständig etwas Gas durchströmen zu lassen. Dazu muss die Stickstoffzuleitung im Durchmesser kleiner als die Behälteröffnung sein, damit eine Zirkulation gewährleistet ist.

g. Schutzfüllung mit Wasserdampf



Figur 22

- 1 Behälter
- 2 Spundloch
- 3 Einblasrohr
- 4 Zuleitung

Vor der Wärmearbeit lässt man in den zuvor sauber gereinigten Behälter Dampf durchströmen. Ein 200 Liter Fass ist z. B. während ca. 15 Minuten auszudämpfen. Während der nachfolgenden Wärmearbeit ist die Dampffuhr aufrecht zu erhalten und zwar so, dass beim Spundloch ständig leicht Dampf austritt.

2. Brandverhütung

Bei Wärmearbeiten ist strikte darauf zu achten, dass keinerlei Gegenstände in Brand gesetzt werden können. Dem Funkenwurf, dem Abtropfen von flüssigem Metall, der Flammenrichtung und der Wirkung erhitzter Teile ist besondere Beachtung zu schenken.

Unmittelbar bei der Schweiss- oder Wärmestelle hat permanent ein Lösch-eimer mit Wasser oder anderen geeigneten Löschmitteln bereitzustehen. In Garage-Arbeitsgruben wird die Bildung und Ansammlung explosiver Gemische begünstigt. Deshalb sind Wärmearbeiten in oder um Arbeits-gruben zu vermeiden.

Für die Truppenwerkstatt ist für Wärmearbeiten ein geeigneter Ort aus-zusuchen. Sprühfunken können sich in einem Umkreis von 10 Metern und mehr unbemerkt verkriechen und erst Stunden später zu einem Brand führen. Nach der Schweissarbeit ist die Umgebung der Arbeitsstelle noch während mehreren Stunden zu überwachen. Ist eine Überwachung in-folge Dislokation oder ähnliches nicht möglich, ist der Kommandant der Ortsfeuerwehr oder eine andere geeignete Person entsprechend zu orien-tieren.

Explosionen und Brände sind nicht «Höhere Gewalt», denn sie sind vor-aussehbar und damit auch vermeidbar.

Materialkunde

Inhaltsverzeichnis	Seite
I. Eisen und Stahl	1
1. Allgemeines	1
2. Baustahl	1
3. Werkzeugstahl	2
4. Stahlguss	3
5. Hartmetalle	3
6. Warmbehandlung von Stahl	4
7. Erkennen des Stahles	8
II. Gusseisen	10
1. Allgemeines	10
2. Grauguss	10
3. Schleuderguss	10
4. Hartguss	10
5. Sphäroguss	10
6. Temperguss	11
III. Nichteisenmetalle	12
1. Kupfer	12
2. Messing	12
3. Bronze	12
4. Aluminium	12
5. Blei	13
6. Zink	13
7. Zinn	13
8. Druckguss	13
IV. Schutzüberzüge	15
1. Verkupfern	15
2. Verchromen	15
3. Verzinken	15
4. Stannieren	15
5. Eloxieren	16
V. Nichtmetallische Werkstoffe	17
1. Kunststoffe	17
2. Isolierstoffe der Elektrotechnik	18
3. Dichtungs- und Wärmeisolierstoffe	19
VI. Betriebsstoffe	21
VII. Treibstoffe	27
VIII. Schmiermittel	37
IX. Betriebsmittel	44

Materialkunde

I. Eisen und Stahl

Allgemeines

Reines Eisen ist ein Element, ein Metall mit dem chemischen Zeichen Fe. Kohlenstoff ist ebenfalls ein Element, ein Nichtmetall mit dem chemischen Zeichen C.

Stahl ist eine Legierung von Eisen und maximal 1,7% Kohlenstoff.

Eisen mit mehr als 1,7% Kohlenstoff wird als Roh- oder Gusseisen bezeichnet.

Je nach dem Kohlenstoffgehalt unterscheidet man zwischen Bau- (Konstruktionsstahl) und Werkzeugstahl.

1. Baustahl

a. Unlegierte Stähle

Die unlegierten Kohlenstoffstähle unterscheiden sich untereinander durch ihren Kohlenstoffgehalt von 0,1 bis 0,6%. Sie werden nach dem Grad ihrer Reinheit und hinsichtlich des Schwefel- und Phosphorgehaltes in verschiedene Klassen eingeteilt. Für hohe Anforderungen werden Spezialstähle geliefert, welche besonders als Einsatz- und Vergütungsstähle verwendet werden.

b. Legierte Stähle

Kohlenstoff erhöht zwar die Festigkeit des Stahles am meisten, doch wird er dadurch spröde. Durch geeignetes Legieren kann nebst hoher Streckgrenze und Zugfestigkeit auch eine grössere Zähigkeit des Stahles erreicht werden.

Chrom (Cr):

Chrom bewirkt eine wesentliche Steigerung der Härte und Verschleissfestigkeit. Für auf Abnutzung beanspruchte Teile verwendet man daher Chromvergütungs- und Chromeinsatzstähle.

Molybdän (Mo):

Molybdän verbessert die Vergütung und beseitigt die Anlasssprüdigkeit. Mit niederem Kohlenstoffgehalt ist er ferner gut schweisbar. Er wird für Schmiedestücke verwendet.

Nickel (Ni):

Nickel bewirkt eine hohe Zähigkeit. Bis zu einem Kohlenstoffgehalt von 0,3% ist er elastisch und gut schweisssbar.

Mangan (Mn):

Mangan verbessert die Vergütung und erhöht die Streckgrenze. Er ist sehr zäh und besitzt nach der Kalthärtung eine höchste Verschleissfestigkeit und ist nur noch durch Schleifen oder Schmirgeln bearbeitbar. Er wird daher für Teile mit hohem Verschleiss sowie für Schrauben, Wellen und Zahnräder verwendet.

Mangan-Molybdän (Mn Mo):

Mangan-Molybdän verbessert die Warmfestigkeit bei 400 bis 500°C und die Vergütung. Er wird hauptsächlich für Kurbelwellen verwendet.

Mangan-Silizium (Si):

Mangan-Silizium bewirkt nebst guter Zugfestigkeit eine hohe Streckgrenze und eine gute Verschleissfestigkeit. Er wird wegen seiner guten Laufeigenschaft für Getriebezahnräder verwendet. Gehärtete Mn-Si-Stähle verwendet man auch für Autofedern.

Wolfram (W):

Wolfram bewirkt nebst Härtesteigerung auch eine gute Schneidfähigkeit und Verschleissfestigkeit. Er eignet sich wegen seinem hohen Schmelzpunkt besonders gut als Schnelldrehstahl.

2. Werkzeugstahl**a. Unlegierte Stähle**

Beim unlegierten Werkzeugstahl beträgt der Kohlenstoffgehalt 0,4 bis 1,7%. Schlagartig beanspruchte Werkzeuge werden aus Stahl mit niederem Kohlenstoffgehalt, solche mit hoher Schneidhaltigkeit hingegen aus Stahl mit hohem Kohlenstoffgehalt ausgeführt.

b. Legierte Stähle

Durch Legieren lassen sich die Werkzeugstähle erheblich verbessern.

Schnelldrehstähle

sind hochlegierte Stähle, welche sich bis zur Dunkelrotglut erhitzen lassen ohne an Verschleissfestigkeit und Schneidhaltigkeit zu verlieren.

3. Stahlguss

Stahlguss ist in Formen gegossener Stahl, wobei legierte und unlegierte Stähle verwendet werden. Der Kohlenstoffgehalt beträgt 0,1 bis 0,4%, je nach verlangter Festigkeit. Zähigkeit und Dehnung sind etwas geringer als beim geschmiedeten Stahl, die Festigkeit bleibt sich jedoch gleich.

Um die notwendige Kerbzähigkeit und Spannungsfreiheit zu erlangen, muss der Stahlguss nach dem Giessen geglüht werden. Der Stahlguss wird besonders für hochbeanspruchte Teile verwendet.

4. Hartmetalle

Unter Hartmetall versteht man im allgemeinen einen gesinterten Schneidwerkstoff, *der nicht als Stahl bezeichnet werden darf*. Diese Hartmetalle wie: Widia, Titanit, Stellram, Bidurit usw. besitzen alle eine hohe Härte und Verschleissfestigkeit sowie grosse Warmhärte. Infolge dieser hervorragenden Eigenschaften sind sie der bevorzugte Werkstoff für Schneid- und Ziehwerkzeuge.



Figur 1 Härtekurven verschiedener Schneidmetalle

Als Ausgangsmaterial für die Herstellung von Hartmetall dienen Wolfram- und Kobalterze sowie Titandioxyd (Titanweiss) und Titanioberz. Durch Aufbereitung, Reduktion und Verbindung mit Kohlenstoff werden die Erze zu Karbiden umgewandelt. In Kugelmühlen werden die Karbide gemahlen und gemischt. Die dabei erreichten Korngrößen betragen 0,5 bis 8 μ . Das Pulver wird nun in hydraulischen Pressen mit einem Druck von ca. 500 kg/cm² zu Formkörpern gepresst. Anschliessend werden dieselben bei ca. 700°C vorgesintert. Dieses vorgesinterte Hartmetall, das etwa die Festigkeit von Kreide hat, kann nun durch Schleifen, Drehen, Bohren usw. auf die gewünschte Form gebracht werden. Anschliessend erfolgt in den elektrischen Durchgangsofen bei einer Temperatur von 1400–1500°C das Fertigsintern.

5. Warmbehandlung von Stahl

a. Härten

Härten ist eine Erwärmung von Stahl über seine entsprechende Umwandlungstemperatur mit darauffolgender rascher Abkühlung in Pressluft, Öl oder Wasser. Durch die rasche Abkühlung aus dem umgewandelten Zustand, in welchem das Gefüge feiner und dichter ist, bleibt die Struktur erhalten, und der Stahl bleibt hart und dadurch auch verschleissfester und schneidhaltiger. Die Härtetemperatur sowie das Abschreckmittel hängen vom Kohlenstoffgehalt und von den Legierungselementen ab.

Als Richtwerte gelten:

Kohlenstoffstahl	760– 800°C (Wasser)
Legierte Stähle	800– 900°C (Öl)
Schnelldrehstähle	1200–1350°C (Luft)

Die Erwärmung soll langsam, gleichmässig und durchgreifend erfolgen. Ein Erhitzen im Schmiedefeuer soll nur dann vorgenommen werden, wenn es sich um einfache Werkzeuge wie Meissel und Drehstähle handelt. Als Brennstoff soll möglichst Holzkohle oder Koks verwendet werden, Steinkohle muss vorerst gut angebrannt sein, damit der schädliche Schwefel entfernt ist.

b. Anlassen

Damit bezeichnet man eine Erwärmung von Stahl auf Temperaturen von ca. 220 bis 600°C mit darauf folgender Abkühlung. Durch diesen Vorgang werden Härte und Sprödigkeit vermindert, Spannungen beseitigt und Zähigkeit und Dehnung erhöht.

Man wendet zwei Arten von Anlassen an:

– Anlassen von aussen:

Man erwärmt den gehärteten, kalten Stahl und schreckt ihn, nach Erreichen der gewünschten Anlassfarbe, ab.

– Anlassen von innen:

Beim Härten wird das Werkstück nicht vollständig abgeschreckt und so die noch erhaltene Wärme zum Anlassen verwendet.

Vor dem Anlassen muss die Anlass-Stelle blank gereinigt werden, damit die Farben richtig erkannt werden können. Die Werkstücke sind für das Anlassen wenn möglich im Öl abzuschrecken. Bei Schnelldrehstählen beträgt die Anlassatemperatur 550–600°C.

Die verschiedenen Anlassfarben sind:

	<i>Anlassfarben</i>	
200 °C	blassgelb	—
220 °C	strohgelb	Stähle für harte Metalle
240 °C	dunkelgelb	Stähle für weniger harte Metalle
255 °C	gelbbraun	wie Reibahlen, Sägen usw.
265 °C	rotbraun	Bohrer und Stähle für weiche Metalle
275 °C	purpurrot	Meissel für Flusstahl
285 °C	violett	Stein- und Schrottmeissel
295 °C	dunkelblau	Schraubenzieher
310 °C	hellblau	Hämmer, Federn
330 °C	grau	—

c. Vergüten

Das Vergüten ist ein Härten mit darauffolgendem Anlassen. Es wird hauptsächlich bei Konstruktionsstählen angewendet. Durch das Härten in Wasser oder Öl wird besonders die Härte und Festigkeit gesteigert, während die Zähigkeit geringer wird. Die Härtetemperaturen betragen ca. 720–900 °C.

Um die Zähigkeit wieder zu erhöhen, wird das Stück wieder auf 300 bis 650 °C erwärmt und noch einmal abgeschreckt.

Beim Vergüten sind unbedingt die Behandlungsvorschriften der Stahllieferanten einzuhalten.

d. Einsatzhärten

Beim Einsatzhärten oder Zementieren wird kohlenstoffarmem Stahl durch Glühen in kohlenstoffabgebenden Mitteln derselbe zugeführt, so dass die Oberfläche beim nachherigen Abschrecken in Wasser oder Öl hart wird. Als Einsatzmittel dient Lederkohle, Holzkohlenpulver, Bariumkarbonat oder andere kohlenstoffabgebende Substanzen. Die zu härtenden Stellen werden mit einer 20 bis 50 mm dicken Schicht des Zementiermittels umgeben. Die nicht zu härtenden Stellen bestreicht man mit Lehm oder Asbest, oder man verkupfert sie.

Das Werkstück wird in einen eisernen Kasten verpackt und mit Lehm gut abgedichtet. Alsdann glüht man dieselben in einem Ofen bis zu 10 Stunden bei 850 bis 950 °C, wobei die zu härtende Stelle Kohlenstoff aufnimmt.

Bei einer Einsatzdauer von einer Stunde dringt der Kohlenstoff ca. 0,2 mm in das Material ein. Die Einsatztiefe soll 0,5 bis 2 mm stark sein, und ihr Kohlenstoffgehalt beträgt 0,8 bis 1%.

o

Je nach dem verwendeten Einsatzstahl und dem Verwendungszweck der Werkstücke wird unmittelbar aus der Einsatzhitze oder aber erst nach dem Erkalten durch Zufuhr neuer Wärme (bis 800°C) gehärtet und eventuell noch angelassen.

e. Nitrieren

Durch das Nitrieren erreicht man wie beim Einsatzhärten eine glasharte Oberfläche. Man braucht jedoch vergütete Spezialstähle.

Die Nitrierhärtung besteht darin, dass man fertig bearbeitete Werkstücke in Spezialöfen bei einer Temperatur von 500°C der Einwirkung von Stickstoff abgebenden Mitteln, wie Ammoniak, aussetzt und dann langsam erkalten lässt.

Gegenüber der Einsatzhärtung ergibt die Nitrierhärtung eine grössere, bis zu einer Temperatur von 500°C beständige Oberflächenhärtung, welche jedoch nur 0,2 bis 0,4 mm tief ist. Der niederen Temperaturen wegen ist die Gefahr des Verziegens und der Härterisse gering.

f. Abbrennen

Einfache Werkstücke, welche nur an einzelnen Stellen hart sein sollen, werden abgebrannt.

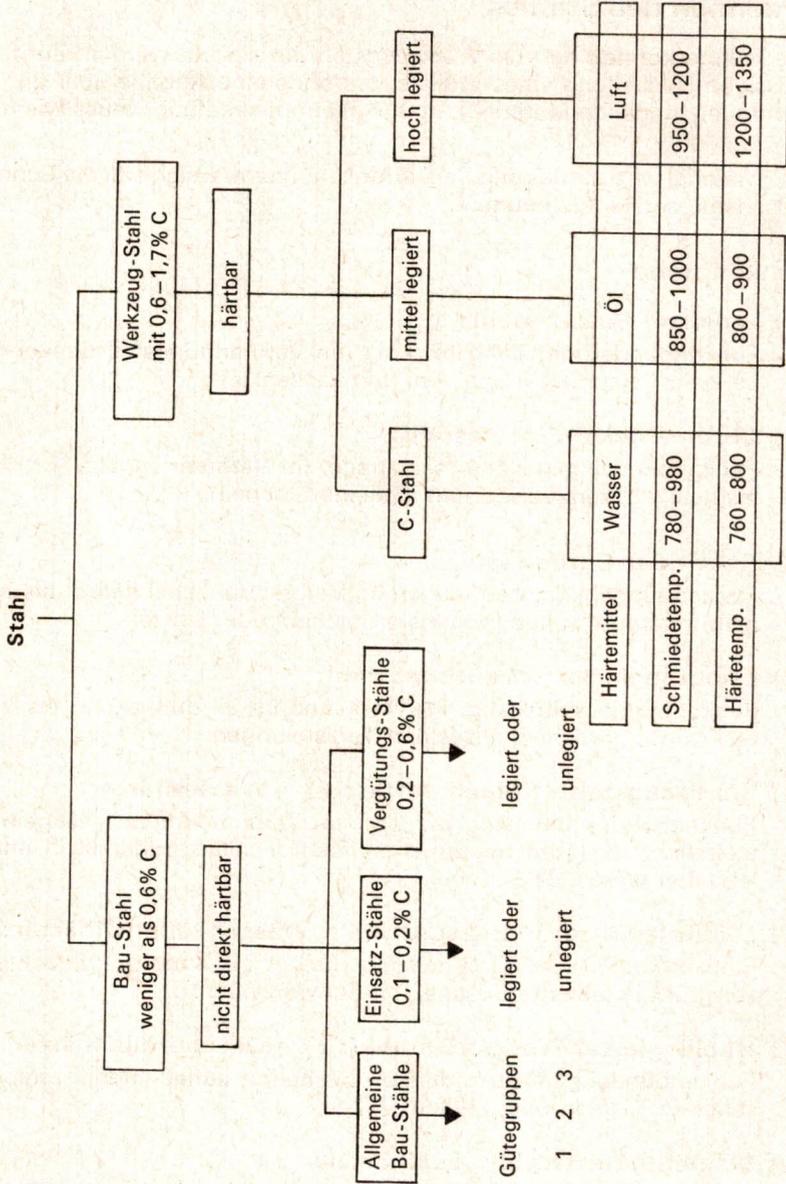
Bei dieser Warmbehandlung erwärmt man das Werkstück im Schmiedefeuer auf 850 bis 900°C. Dann wird die zu härtende Stelle mit einem kohlenstoffabgebenden Pulver bestreut oder in dasselbe eingetaucht und nachher wieder auf 850 bis 900°C erwärmt. Dieser Vorgang wird wiederholt. Beim dritten Male wird das Werkstück nur noch so hoch erwärmt, dass das an ihm haftende Pulver zum Schmelzen kommt und dann im Wasser abgeschreckt. Diese Behandlung geht als Ersatz für das Einsetzen (Notbehelf).

g. Glühen

Glühen ist ein langsames, gleichmässiges und durchgreifendes Erwärmen auf ca. 800°C mit nachfolgend langsamer Abkühlung, wenn möglich in trockener Asche. Dadurch können Edelmetalle sehr gut bearbeitet werden.

Glühfarben

600°C	braunrot
700°C	dunkelrot
800°C	kirschrot
900°C	hellrot
1 000°C	gelb
1 100°C	hellgelb
1 200°C	weissgelb
1 300°C	weiss
ab 1 400°C	schweisshitze



Figur 2 Schematische Einteilung des Stahls

6. Erkennen des Stahles

Werkzeuge können nur aus Werkzeugstahl hergestellt werden. Zur feldmässigen Herstellung eines Werkzeuges ohne eine Angabe über das zur Verfügung stehende Material (Art und Warmbehandlung) muss wie folgt vorgegangen werden.

Das Material wird mittels den Schleiffunkenbildern, welche an der Schmirgelscheibe entstehen, beurteilt.

a. Funkenprobe

(1) Legierter Einsatzstahl:

Funkenbündel mittellang bis lang, im Verbrennungsteil dunkel- bis hellgelb, zersprüht in Stacheln und Lanzen.

(2) Chrom-Nickel-Einsatzstahl:

Funkenbündel mittellang, sehr träge, im Verbrennungsteil kirschrot bis hellgelb, zersprüht selten in kleine Stacheln.

(3) Rostfreier Chromstahl:

Funkenbündel kurz und mager, im Verbrennungsteil hellrot bis hellgelb, zersprüht selten in magere Stacheln oder Lanzen.

(4) Leicht legierter Vergütungsstahl:

Funkenbündel mittellang, im Verbrennungsteil dunkelgelb bis gelb, zersprüht in Stacheln mit feinen Verästelungen.

(5) Werkzeugstahl (Kohlenstoffstahl) = Wasserhärter:

Funkenbündel mittellang bis lang, im Verbrennungsteil hellgelb bis weisslich, zersprüht mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt in immer lebhafter werdende Büschel.

(6) Leicht legierter Werkzeugstahl = Wasser- oder Ölhärter:

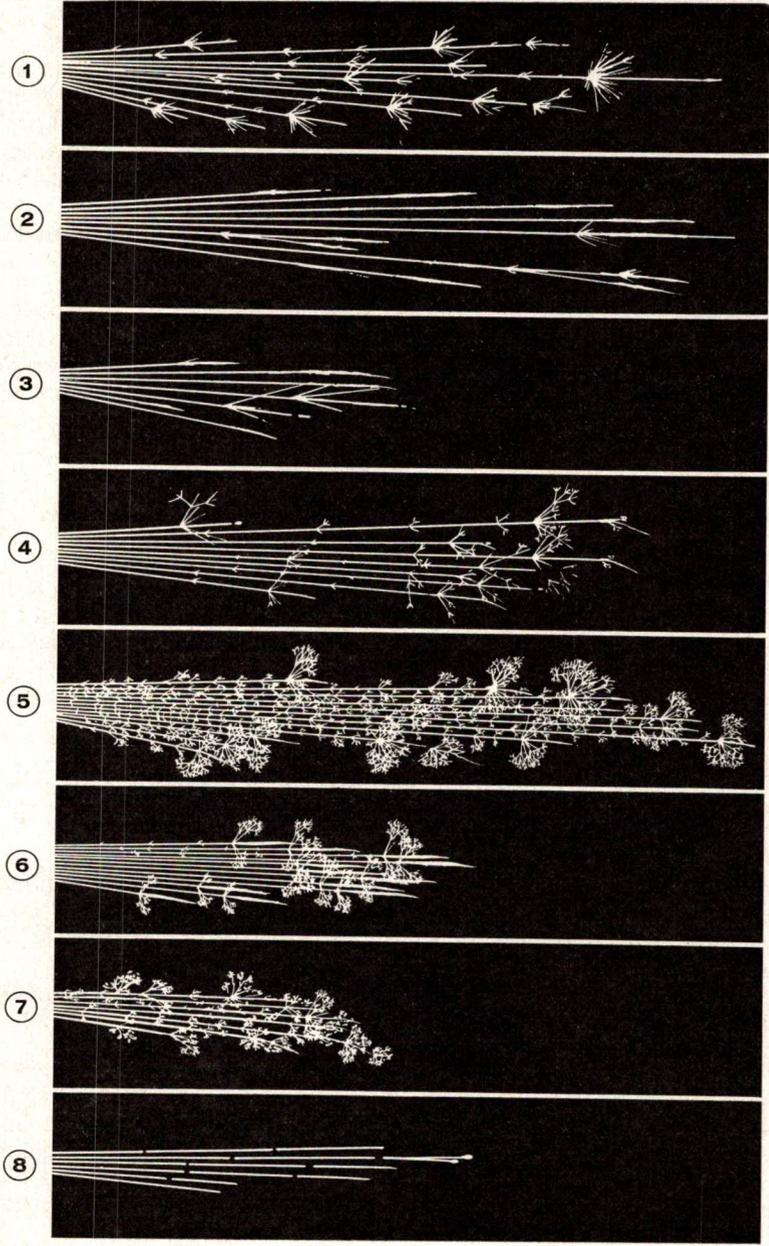
Funkenbündel kurz bis mittellang, hellrot bis rotgelb aufleuchtend, zersprüht in lebhaft Büschel mit Schwänzchen.

(7) Hochlegierter Werkzeugstahl (Cr) = Öl- oder Lufthärter:

Funkenbündel ganz kurz, dunkel- bis hellrot aufleuchtend, zersprüht selten in Tropfen oder Keulen.

(8) Schnellschnittstahl = Lufthärter:

Funkenbündel kurz bis mittellang, gestrichelt, dunkelrot aufleuchtend, zersprüht selten in Tropfen oder Keulen.



Figur 3 Funkenprobe

II. Gusseisen

Unter Gusseisen versteht man Eisen-Kohlenstoff-Legierungen mit mehr als 1,7% C, deren Formgebung durch Vergiessen oder spanabhebende Bearbeitung, nicht aber durch Warm- oder Kaltverformung erfolgt. Die Abscheidungsform und die Menge des als Graphit vorhandenen Kohlenstoffes ist die Grundlage für die Festigkeit. Hochwertiges Gusseisen hat kleine, gleichmässig verteilte Graphitadern in perlitischer Grundmasse, minderwertiges Gusseisen jedoch grobe Graphitadern in ferritischer Grundmasse.

1. Grauguss

Graues Gusseisen, in dem ein grosser Teil des Kohlenstoffes als Graphit ausgeschieden ist. Normalerweise erfolgt nach dem Guss keine weitere Warmbehandlung. Durch Legierung mit Molybdän, Kupfer, Nickel können seine Eigenschaften den gestellten Anforderungen angepasst werden. Zugfestigkeit 10–36 kg/mm².

Anwendung:

Im allgemeinen Maschinenbau, für Motoren, Zylinder und Zylinderbüchsen, für Pumpen, Pressen, Zahnräder usw.

2. Schleuderguss

Graues Gusseisen, in rotierende Formen aus Gusseisen oder Stahl gegossen. Das Schleudern bewirkt eine günstigere Graphitbildung, d. h. es entsteht ein feinkörniges dichtes Gefüge. Da der Kohlenstoff ein kleineres spezifisches Gewicht hat als die Metalle, ergibt sich eine Graphitanreicherung an der Innenfläche der Schleudergusskörper.

Anwendung:

Druck- und Abwasserrohre, im Motorenbau speziell für Zylinderlaufbüchsen.

3. Hartguss

Weisses Gusseisen, in dem sämtlicher Kohlenstoff chemisch gebunden ist (Eisenkarbid). Legierungsmetalle sind Chrom und Nickel. Hartguss ist seiner grossen Härte wegen nur durch Schleifen bearbeitbar.

Anwendung:

Für Brechbacken und Brechwalzen, Panzerplatten für Kugelmöhlen, Mahlscheiben usw.

4. Sphäroguss

Sphäroguss ist auch als *Kugelgraphitguss* oder *duktiler Guss* bekannt. Durch Zusatz einer Nickel-Magnesium-Legierung zum flüssigen Gusseisen wird der Graphit nicht in Blättchen, sondern in Form von Kügelchen ausgeschieden. Diese Kügelchen von einigen Hundertstelmmillimeter Durchmesser unterbrechen die metallische Grundmasse nur wenig, daher die hohe Zugfestigkeit von 40–75 kg/mm². Dehnung bis 10%.

Anwendung :

Im Fahrzeugbau für Getriebe- und Lenkgetriebegehäuse sowie für den allgemeinen Maschinenbau, für Werkzeugmaschinen, Zahnräder und für den Pressenbau.

5. Temperguss**a. Weisser Temperguss**

(europäischer Temperguss) wird hergestellt durch Glühen von weissen Gusseisenteilen in sauerstoffreicher Atmosphäre. Die dabei eintretende Gefügeveränderung und der teilweise vergasende Kohlenstoff lassen das Bruchbild weiss erscheinen.

b. Schwarzguss

oder amerikanischer Temperguss. Der Glühfrischprozess erfolgt in neutraler Atmosphäre. Dabei wird der Kohlenstoff in Form kleiner Knötchen als Temperkohle (Graphit) ausgeschieden. Die Bruchfläche erscheint schwarz.

Die Zugfestigkeit für beide Tempergussarten beträgt 30–48 kg/mm². Dehnung bis 15%.

Anwendung :

Im Automobilbau für Getriebe, Lenkungs- und Achsgehäuse, für Radfelgen, Radsterne, Hebel und Pedale. Im weiteren für Rohrverbindungsstücke, Beschläge, Armaturen und im allgemeinen Maschinenbau.

III. Nichteisenmetalle

1. Kupfer (Cu):

Schmelzpunkt: 1083 °C, Festigkeit: 26 kg/mm², spezifisches Gewicht 8,9. Als Werkstoff wird Kupfer wegen seiner hohen elektrischen Leitfähigkeit, seiner guten Wärmeleitfähigkeit und seiner günstigen chemischen Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit verwendet.

Kupfer kommt als Elektrolytkupfer für elektrische Leitungen und hochwertige Legierungen sowie als Hüttenkupfer in den Handel. Hüttenkupfer ist verunreinigt durch Kupferoxyd (Cu₂O) und eignet sich nicht als elektrischer Leiter.

2. Messing (Ms)

Schmelzpunkt: 900°, Festigkeit: 35–40 kg/mm², spezifisches Gewicht 8,5. Messing ist eine Kupfer-Zinn-Legierung und je nach Zusammensetzung kalt oder warm verformbar. Es wird besonders bei Armaturen und Gussteilen mittlerer Festigkeit verwendet.

Für hochbeanspruchte Teile im Pumpenbau werden Speziallegierungen mit Eisen-, Mangan-, Nickel-, Aluminium- oder Zinnzusätzen verwendet.

3. Bronze (Bz)

Schmelzpunkt: 900°, Festigkeit: 20 kg/mm², spezifisches Gewicht 8,8. Bronzen sind Kupfer-Zinn-Legierungen mit geringen Zusätzen von Blei, Antimon, Eisen oder Zinn. Zinn erhöht die Festigkeit und Verschleißhärte (Rotguss). Aluminium erhöht die Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit, Eisenzusatz erhöht ebenfalls die Festigkeit und ist warm schmiedbar. Durch Nickelzusatz wird eine gute Warmfestigkeit erreicht. Für Lagerbüchsen im Automobilbau wird vielfach eine selbstschmierende Graphitbronze verwendet.

4. Aluminium (Al)

Schmelzpunkt: 650°, Festigkeit: ca. 40 kg/mm², spezifisches Gewicht 2,7. Reines Aluminium wird wegen seiner geringen Zugfestigkeit von 7–8 kg/mm² selten verwendet. Seine besonderen Vorzüge sind das spezifische Gewicht, die hohe Beständigkeit gegen Witterungseinflüsse und viele chemische Stoffe sowie die hohe Wärme- und elektrische Leitfähigkeit. Aluminiumlegierungen werden in Verbindung mit Kupfer, Silizium, Magnesium, Zinn, Nickel, Mangan, Titan und Antimon hergestellt. Sie sind zum Teil härtbar, wodurch die Festigkeit ohne Zähigkeitsverlust wesentlich gesteigert wird.

5. Blei (Pb)

Schmelzpunkt: 327°, Festigkeit: 2 - 3 kg/mm², spezifisches Gewicht 11,34. Wegen seiner hohen chemischen Beständigkeit, seiner Verformbarkeit und guten Bearbeitbarkeit wird Blei, trotz geringer Festigkeit, sehr viel verwendet. Zur Steigerung seiner Festigkeit und Härte wird Blei mit Antimon legiert (Hartblei).

Es wird speziell in der chemischen Industrie für Pumpen, Apparate und Auskleidungen verwendet. Im Automobilbau für Batterien, Dichtungen und Kabelummantelungen (Störschutz). Giftig!

6. Zink (Zn)

Schmelzpunkt: 419°, Festigkeit: 2-2,3 kg/mm², spezifisches Gewicht 7,14. Zink lässt sich sehr gut löten und giessen, jedoch nicht schweissen. Es findet zu Blechen gewalzt und zu Drähten gezogen Verwendung. Es wird auch als galvanisches Element und zum Auskleiden von Überseekisten verwendet. Giftig!

7. Zinn (Sn)

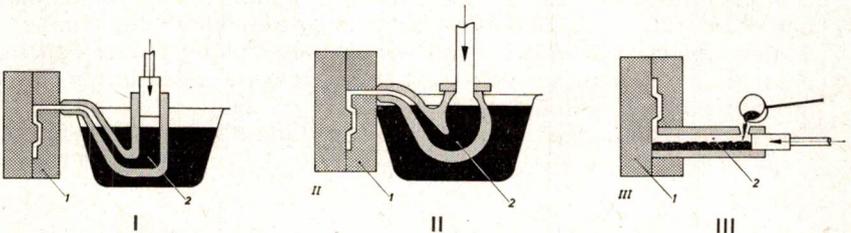
Schmelzpunkt: 232°, Festigkeit: 2-4 kg/mm², spezifisches Gewicht 7,28. Zinn eignet sich wegen seiner geringen Festigkeit weniger als selbständiger Konstruktionsstoff. Es ist gut walz-, giess- und dehnbar und kann kalt bis zu ganz dünnen Blechen bis zu 0,008 mm ausgewalzt werden (Staniolpapier).

Für viele Legierungen wie Bronzen und Lagermetalle (Weissmetall) ist es ein hochwertiger Bestandteil. Es dient auch als Überzugsmetall (Weissblech).

8. Druckguss

a. Druckguss

ist ein Sammelbegriff für Nichteisenmetall-Gussteile, die in genau gearbeiteten Giessformen unter Druck gegossen werden. Das Produkt aus dem Verfahren mit warmer Druckkammer wird als *Spritzguss*, dasjenige aus dem Verfahren mit kalter Druckkammer als *Pressguss* bezeichnet.



Figur 4

I Kolbenpumpengiessmaschine

II Druckluftgiessmaschine

III Kaltkammergiessmaschine

1 Giessform

= Spritzguss

= Pressguss

= Druckguss

2 Druckkammer

o

b. Blei- und Druckgusslegierungen

sind Legierungen aus Blei-Antimon, Blei-Zinn-Antimon, Blei-Zinn-Antimon-Kupfer mit einer Zugfestigkeit von 6–8 kg/mm².

Anwendung:

Für wenig beanspruchte Teile wie Spielzeugwaren, Gewichte, Drucklettern, Armaturen.

c. Zinn-Druckgusslegierungen

sind Legierungen aus Zinn-Antimon-Kupfer-Blei mit einer Zugfestigkeit von 8–11,5 kg/mm².

Anwendung:

Infolge ihres geringen Schwindmasses für Teile höchster Genauigkeit wie z. B. für Präzisionsapparate und physikalische Instrumente.

d. Zink-Druckgusslegierungen

sind Legierungen aus Zink-Aluminium und Zink-Aluminium-Kupfer mit einer Zugfestigkeit von 22–38 kg/mm².

Anwendung:

Speziell in der Automobilindustrie für Vergasergehäuse, Benzinpumpen, Filtergehäuse und Karosseriebeschläge sowie für Türgriffe, Instrumenten- und Uhrengehäuse.

e. Aluminium-Druckgusslegierungen

sind Legierungen aus Aluminium-Silizium, Aluminium-Silizium-Kupfer, Aluminium-Magnesium, teilweise mit Zusätzen von Nickel und Zink. Ihre Zugfestigkeit beträgt je nach Legierung 18–26 kg/mm².

Anwendung:

Die gute elektrische Leitfähigkeit, die geringe chemische Angreifbarkeit und das geringe spezifische Gewicht erschliessen diesen Legierungen ein weites Gebiet. Sie finden weitgehende Verwendung in der Fahrzeugindustrie, im Kleinmaschinen- und Apparatenbau sowie in der Elektroindustrie. Die kupferhaltigen Legierungen verfügen über eine verminderte Korrosionsbeständigkeit, aber eine höhere Härte als Aluminium-Silizium-Legierungen.

IV. Schutzüberzüge (Oberflächenveredlung)

1. Verkupfern

Kupfer gilt als ausgezeichneter Korrosionsschutz und zeichnet sich dadurch aus, dass er für sämtliche Metalle angewandt werden kann. Der Vorgang erfolgt auf galvanischem Weg. Als Anode dient eine Kupferplatte, als Kathode das Werkstück und als Bad je nachdem eine cyankalische oder saure Lösung.

2. Verchromen

Chrom zeichnet sich durch seine Härte, Hitzebeständigkeit (bis 350°C), Polierfähigkeit, Wetterbeständigkeit, chemische Widerstandsfähigkeit, Verschleissfestigkeit und Gleitfähigkeit aus. Seine Benetzungsfähigkeit (Wasser, Öl) ist jedoch schlecht.

Das Verchromen erfolgt auf galvanischem Wege und dient nur als Schutzüberzug. Das Werkstück wird vorher vernickelt oder verkupfert. Das Hartverchromen wird zur Erzielung einer guten Oberflächenhärte oder zur Materialauftragung von Wellen und Lagersitzen verwendet. Der Vorgang erfolgt auf elektrolytischem Wege bei hoher Stromdichte und hoher Badtemperatur.

3. Verzinken

Glanzverzinken oder Pagisieren, Promatisieren und Preflexieren eignet sich für die gebräuchlichsten Metalle. Die etwas unansehnliche Oberfläche des Zinkniederschlages ist ein ausgezeichneter Korrosionsschutz. Um ein ansehnlicheres Aussehen zu erhalten, wird das verzinkte Werkstück in einer Chromsäure-Lösung passiviert. Das an der Oberfläche entstehende Zinkchromat ist hellglänzend.

Der Vorgang vom Verzinken erfolgt auf galvanischem Wege, währenddem die Passivierung in einem Tauchbade vorgenommen wird.

4. Stannieren

Stannieren ist ein hauchdünnes, nicht messbares Auftragen von Zinn auf das Werkstück. Es wird dort, wo eine bessere Benetzbarkeit der Flächen, also eine schnellere und bessere Schmierung erwünscht ist, verwendet: im Kolbenbau.

Der Vorgang erfolgt auf elektrolytischem Wege. Das Werkstück wird zuerst in einem Bad gereinigt und kommt dann in ein auf 80°C erwärmtes Stanadbad (Zinnlösung). Die Eintauchdauer beträgt rund 3 Minuten. Nachher wird das Werkstück nochmals in Wasserbädern gereinigt.

5. Eloxieren

Eloxal heisst: *e*lektrisch *oxydiertes A*uminium. Die elektrisch erzeugte Oxydschicht von einer Dicke von 0,02 mm bildet sich unmittelbar aus dem Aluminium heraus. Es ist kein künstlich aufgetragener Überzug, wie beim galvanischen Materialauftrag, und deshalb mit dem Grundmetall fest verbunden.

Das Eloxieren ist sehr widerstandsfähig gegen mechanische Beanspruchung. Da der Schmelzpunkt über demjenigen des Aluminiums liegt, kommt auch eine Gefährdung durch Wärme nicht in Frage. Die Härte entspricht derjenigen von Korund, was eine grosse Verschleissfestigkeit bedeutet.

Der Vorgang erfolgt auf galvanischem Wege. Die gut entfetteten Aluminiumteile werden in einem Decapierbad aufgerauht, anschliessend in einen Farbstoff getaucht und in einem Polierbad weiterbehandelt.

V. Nichtmetallische Werkstoffe

1. Kunststoffe

Die Vielfalt und die noch nicht abgeschlossene Entwicklung der Kunststoffe erlauben hier nur wenige Beispiele zu erwähnen.

a. Die härtenden Kunststoffe (Duroplaste)

Diese sind in der Wärme nicht wieder erweichbar.

- Die synthetischen Harze wie Phenol-Kresol-Harnstoff usw. werden mit Füllstoffen wie Holzmehl, Textilfasern, Zellulose gemischt und im Press- oder Spritzverfahren verarbeitet. Diese Stoffe finden Verwendung für elektrische Isolierteile, Gehäuse, Zahnräder usw. Nach dem Pressen können diese Teile nur noch spanabhebend bearbeitet werden.
- Polyesterharze ergeben zusammen mit Glasfasern armiert einen Baustoff, der den Stahl auf vielen Gebieten zu ersetzen oder gar zu verdrängen vermag. Der Vorteil dieses Kunststoffes ist das geringe spezifische Gewicht, die Unempfindlichkeit gegen Oxydation, die gute Schalldämpfung und Reparaturmöglichkeit u.a.m. Schadhafte Stellen lassen sich leicht reparieren durch Bestreichen mit dem entsprechenden flüssigen Kunstharz unter Einbetten von Glasfasern.
- Die Metall-Klebertechnik ist mit der Entwicklung der Kunststoffe eng verknüpft. Diese Verbindungsart weist zum Teil wesentliche Vorteile auf, wird aber vorerst nur auf speziellen Gebieten wie dem Flugzeugbau teilweise angewendet.

b. Die nichthärtenden Kunststoffe (Thermoplaste)

Diese sind in der Wärme wieder erweichbar.

Die bekanntesten Vertreter dieser Gruppe sind das Polyvinylchlorid (PVC) und das Polyäthylen. Die hauptsächlichsten Rohstoffe hierzu sind Kohle, Kalk und Erdölzeugnisse. Diese Kunststoffe lassen sich im erwärmten Zustand formen und schweißen. Die Verwendbarkeit ist weitgehend von den zu erwartenden Temperaturen abhängig. Zum Beispiel wird Polyäthylen für Kaltwasserleitungsrohre verwendet, welche beim Einfrieren keinen Schaden mehr nehmen, dank ihrer Dehnfähigkeit. Für Heisswasserleitungen wären diese Stoffe schon weniger geeignet, weil die Grenze der zulässigen Wärmebeanspruchung damit schon erreicht wird.

2. Isolierstoffe der Elektrotechnik

Stoffe, die dem Durchgang des elektrischen Stromes einen sehr hohen Widerstand entgegensetzen, bezeichnet man als Nichtleiter oder Isolatoren. Der Isolationswiderstand nimmt mit zunehmender Feuchtigkeit stark ab, was zu elektrischen Überschlügen führen kann.

Ein Isolierstoff soll folgende Eigenschaften aufweisen :

- hoher spezifischer Widerstand
- grosse Durchschlagsfestigkeit
- gute Alterungsbeständigkeit
- möglichst wenig hygroskopisch (keine Feuchtigkeitsaufnahme)
- wärmebeständig und schwer entflammbar
- den Ansprüchen entsprechend genügende mechanische Festigkeit

Im Automobilbau werden hauptsächlich folgende Isoliermaterialien verwendet:

a. Natürliche Isolierstoffe :

- Glimmer, für Heizwiderstände, Kondensatoren, Kollektorisolationen
- Holz, als sogenanntes Ölholz, z. B. für Nutenkeile von Lichtmaschinen

b. Künstliche Isolierstoffe :

- Papier mit Öl, Lack oder Paraffin imprägniert als Isolation für Wicklungen und Kondensatoren. Mit Kunstharz bestrichen und zu Schichten gepresst als Hartpapier (z. B. Resocel, Dellit usw.).
- Press-Span, papierähnliches Produkt zur Nutenisolation bei Dynamos.
- Vulkanfieber, für Nutenkeile.
- Weichgummi, als Isolation für Drähte und Kabel, für Kabeltüllen, Schutzkappen und zur Herstellung von Isolierband.
- Hartgummi (Ebonit), für Akkumulatorenkästen und -deckel.
- Keramik, Sinterprodukte verschiedener Zusammensetzungen, für Hochspannungs-Isolatoren, z. B. Zündkerzen.
- Glas, für Sicherungen, als Glasseide für Drahtisolationen oder als Separatoren in Blei-Akkumulatoren.
- Schellack, als Isolier- und Imprägnierlack sowie zur Herstellung von Vergussmassen.
- Kolophonium als Vergussmasse.

- Paraffin, zum Imprägnieren von Papier, Holz usw. z. B. bei Papierkondensatoren.
- Kunstharze und Kunstharzpressstoffe. Diese im Abschnitt Kunststoffe beschriebenen Materialien finden eine sehr weitgehende Verwendung in der Elektrizität, z. B. für Schalterknöpfe, Schaltergehäuse, Abdeckplatten, Apparatengehäuse, zur Isolation von Leitungsdrähten und Zündkabeln.
- Kunstharzschichtstoffe, Papier- oder Gewebeklebstoffe werden unter Hitze zu Tafeln oder Profilen gepresst. Dieses hochwertige Isoliermaterial ist ein wichtiger Werkstoff für den Apparatenbau, für Frontplatten und Trennwände.

3. Dichtungs- und Wärmeisolierstoffe

Als Dichtungsmaterialien im Automobilbau finden meistens folgende Materialien Anwendung:

- Papier und Karton für thermisch nicht hoch beanspruchte Teile, z. B. für Vergaser, Getriebe, Achsen usw.
- Baumwolle, als Dichtungsschnur mit Talk und Graphit getränkt für Stopfbüchsen und Wellendichtungen.
- Kork, mit Gewebe und eventuell mit Kunstgummi gebunden als Platten für Dichtungsflächen, die einem gewissen Verzug, jedoch nicht zu großer Wärme unterworfen sind, z. B. für Ventildeckel, Filtergehäuse, Benzinpumpen usw.
- Kunstgummi, in Plattenform für Ventildeckel- und Filterdichtungen, als O- und Simmerringe für Wellendichtungen.
- Filz, für Wellendichtungen und teilweise für Dichtungen an Filtereinbauten.
- Gummi, d. h. vulkanisierter Naturgummi für Dichtungen und Manschetten in Bremssystem (bleibt bei Temperaturen von -20° bis $+80^{\circ}\text{C}$ praktisch unverändert).
- Asbest, gesponnen oder gepresst für hohe Temperatur geeignet.
 - Als Asbestschnüre oder Formkörper für Auspuffanlagen.
 - Zwischen Kupferfolien gepresst für Zylinderkopf- und Sammelrohrdichtungen.
 - Mit weichen Bindemitteln und in Plattenformen für Wasserpumpen, Vergaser- und Deckeldichtungen (Klingerit)
 - Mit härteren Bindemitteln und Drahteinlagen für thermisch hochbeanspruchte Stellen, z. B. für Zylinderköpfe, Auspuff- und Vergaserdichtungen (Klingerit).

o

Zur Wärme und Schallisolierung im Automobilbau werden folgende Materialien verwendet:

- Asbest als Schnüre oder Platten zum Abschirmen und Isolieren von Auspuffsystemen, Benzinleitungen und -pumpen.
- Glasfasern als Einlage in Auspuff- und Ansaugschalldämpfer sowie zur Isolierung von Motorräumen und Karosserien.
- Kunststoffschäum zur Lärmbekämpfung in Karosserien.
- Filzkarton mit Teer imprägniert zur Isolation von Karosserieböden und Spritzwandverschalungen.