



Maschinenlehrgang im Odenwaldkreis

Diese Lehrunterlage wurde vom Feuerwehrverband des Odenwaldkreises als Ergänzung zu den schon erhaltenen Ausbildungsunterlagen vom Grundlehrgang, als auch zu den Unterlagen des Maschinenlehrganges erstellt.

Weitere Lehrunterlagen sind:

FwDV 2 Feuerwehr Grundlehrgang Schott / Ritter
Lernunterlage Fahrzeugkunde der HLFS

Zusammengestellt von:

Feuerwehrverband des Odenwaldkreises
Kreisausbilder Maschinisten

Lützelbach, im Januar 2011



Inhaltsangabe

1.	Der Motor	Seite 3
1.1.	Der Viertakt Ottomotor	Seite 4
1.2.	Der Zweitaktmotor	Seite 5
1.3.	Der Dieselmotor	Seite 6
2.	Einspritzpumpe und Einspritzdüse	Seite 6
3.	Die Schmierung	Seite 7
4.	Motorkühlsysteme	Seite 7
4.1	Luftkühlung	Seite 7
4.2	Wasserkühlung	Seite 7
5.	Die Zündung	Seite 8
6.	genormte Feuerlöschkreiselpumpen	Seite 9
7.	verschiedene Tragkraftspritzen	Seite 10
8.	Leistungsdiagramme / Garantiepunkte	Seite 11
9.	Entlüftungseinrichtungen	Seite 12
10.	Feuerwehrfahrzeuge im Straßenverkehr	Seite 13
11.	tragbare Stromerzeuger	Seite 14
12.	Löschwasserförderung	Seite 17
13.	Checkliste für den Maschinisten	Seite 20
14.	Schnittbild einer Feuerlöschkreiselpumpe	Seite 21
15.	Fehlerbehebung während des Einsatzes	Seite 22
16.	Betrieb der Feuerlöschkreiselpumpe	Seite 23



1. Der Motor

Allgemein

Energie aus Brennstoff - Brennstoffe sind Energiespeicher. Bei der Verbrennung wird diese gespeicherte Energie in Form von Wärme frei. Um diese Verbrennungswärme in mechanische Energie umzuwandeln, benötigen wir den Motor (Wärmekraftmaschine).

Arbeitsverfahren der Verbrennungsmotoren

Die Verbrennungskraftmaschinen für flüssige Brennstoffe gliedern sich in zwei große Gruppen.

- a) Ottomotoren
- b) Dieselmotoren

Otto- und Dieselmotoren besitzen den gleichen Aufbau. Sie haben einen Zylinder, darin einen Kolben und eine von diesem zu einer Kurbel führende Verbindungsstange die man allgemein Pleuelstange nennt. Die Kurbelwelle ist in einem Gehäuse, dem Kurbelgehäuse, gelagert, auf oder an dem Zylinder sitzen. Das Hin und Her des Kolbens im Zylinder, also die geradlinige Bewegung des Kolbens, wird durch die Pleuelstange und die Kurbel in eine drehende Bewegung verwandelt. Es wird ein Drehmoment erzeugt, das zum Antrieb dient.

Dabei prägen wir uns gleich zwei Grundbegriffe ein:

Die Strecke, die der Kolben im Zylinder von oben nach unten und umgekehrt zurücklegt, bezeichnet man als **Hub** und die Enden dieser Strecke als **Totpunkt** (oberer und unterer Totpunkt).

Der Ottomotor unterscheidet sich grundsätzlich vom Dieselmotor nur dadurch, dass der Kolben durch ein Ventil oder einen Schlitz im Zylinder ein brennbares Gemisch aus Luft und Kraftstoff ansaugt, dieses bei geschlossenen Ventilen oder Schlitzen verdichtet und dann mittels eines elektrischen Funkens entzündet.

Beim Dieselmotor saugt der Kolben in gleicher Weise nur Luft an. Diese wird aber wesentlich höher verdichtet, wobei die Luft sich so hoch erhitzt, dass der Kraftstoff, der nun durch die Düse mittels einer Hochdruckpumpe eingespritzt wird, sich sofort entzündet.

Wir haben hier demnach als wesentliches Merkmal einen Selbstzünder gegenüber der Fremdzündung im Ottomotor. Von jeder dieser beiden Motorarten gibt es nun noch zwei Systeme, nämlich den Zweitakter und den Viertakter.



1.2 Der Zweitaktmotor

Die Vorteile des Zweitakters:

Ein einfacher Aufbau im Vergleich zum Viertakter durch Wegfall der Ventilsteuerung. Außerdem besitzt der Zweitaktmotor eine einfache Schmierung die keine zusätzlichen Teile erfordert.

Arbeitsweise des Zweitakt-Motors :

1. Takt : Ansaugen und Verdichten

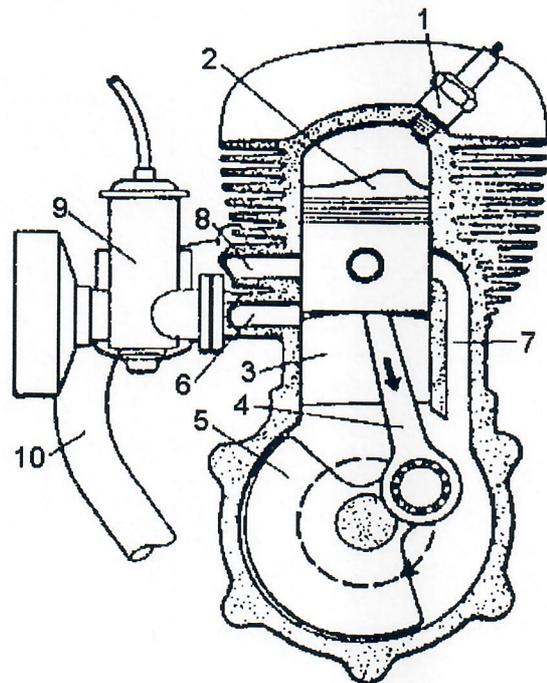
Der aufwärts gehende Kolben erzeugt im Kurbelgehäuse einen negativen Überdruck und gibt den Einlassschlitz frei. Durch ihn strömt aus dem angeschlossenen Vergaser das Kraftstoff-Luftgemisch in das Kurbelgehäuse.

2. Takt : Arbeiten und Ausstoßen

Unmittelbar vor Erreichen des oberen Totpunktes wird das verdichtete Gemisch durch den Funken einer Zündkerze entzündet und der Kolben nach unten getrieben. Dadurch verschließt er den Einlassschlitz und öffnet den Auslassschlitz durch den die verbrannten Gase entweichen. Gleichzeitig verdichtet der Kolben das ins Kurbelgehäuse geströmte Frischgas welches durch den inzwischen freigegebenen Überströmkanal in den Verbrennungsraum des Zylinders gelangt. Der jetzt umkehrende Kolben schließt zuerst den Überströmkanal, dann den Auspuffschlitz und verdichtet nun das übergeströmte frische Gemisch und die Takte beginnen von vorne.

Schnitt durch einen Zweitakt-Motor

1. Zündkerze
2. Nasenkolben
3. Zylinder
4. Pleuelstange
5. Kurbelwelle
6. Ansaugkanal
7. Überströmkanal
8. Auspuffkanal
9. Vergaser
10. Auspuff





Die Arbeitsweise des Zweitakt-Motors

Da beim Zweitaktverfahren das frische Kraftstoff-Luftgemisch und die verbrannten Abgase nicht zwangsläufig wechseln, und für diesen Vorgang nur sehr wenig Zeit während der Freigabe der Überströmkanäle durch den Kolben zur Verfügung steht, muss bei Zweitakt-Motoren danach gestrebt werden, das frische Gemisch bei seiner Strömung durch den Zylinder so zu lenken, dass die Abgase des vorhergehenden Arbeitsvorganges rasch, restlos und mit wenig Frischgasverlust ausgespült werden.

1.3 Der Dieselmotor

Der Dieselmotor unterscheidet sich vom Ottomotor wie folgt:

Beim Ottomotor wird die Gemischbildung schon vor dem Zylinder, beim Dieselmotor erst im Zylinder bewirkt. Der Dieselmotor hat kein Vergaser und keine Zündkerzen. Es wird reine Luft angesaugt. Im Dieselmotor werden nur schwer siedende Kraftstoffe verwendet. Beim Dieselmotor erfolgt die Gemischbildung im Arbeitszylinder am Ende der Verdichtung. Der Brennstoff wird in die, durch die Kompression, hoch erhitzte Luft (500-700°C) fein zerstäubt in den Verbrennungsraum eingebracht und zündet durch örtliche Selbstzündung. Zündung, Verbrennung und Gemischbildung erfolgen hier nebeneinander. Im Ottomotor wird das Verdichtete durch den Funken der Zündkerze gezündet, im Dieselmotor die verdichtete Luft das Gemisch.

Verdichtungsdruck = 30 - 45 bar

Verbrennungsdruck = 60 - 80 bar

2. Einspritzpumpe und Einspritzdüsen

Die Einspritzpumpe ist eine Kolbenpumpe. Für jeden Zylinder des Motors ist ein Pumpenelement erforderlich. Die Einspritzpumpe hat die Aufgabe, den Kraftstoff unter hohem Druck (80 - 300 bar) in die Verbrennungsräume der einzelnen Motorenzylinder einzuspritzen. Die Einspritzpumpe ändert sich, wenn man die Pumpenkolben in ihren Zylindern dreht.

Die Einspritzdüsen sind meist im Zylinderkopf eingebaut. Sie haben die Aufgabe, den Brennstoff, der unter hohem Druck von der Einspritzpumpe her ankommt, in den Verbrennungsraum zu spritzen.



3. Die Schmierung

Die Schmierung bewirkt eine Verminderung der Reibung von Metall an Metall, Kühlung der Gleitstellen des Zylinders und des Kolbens. Feinabdichtung des Zylinderraumes durch den Ölfilm.

Folgend Teile des Motors müssen geschmiert werden:

Die Kolbenbahnen in den Zylindern, die Kolbenbolzen, Pleuellager, Hauptlager der Kurbelwelle, weiteres beim Viertaktmotoren die Lager der Nockenwelle und die komplette Ventilsteuerung.

Zur Schmierung des Motors werden durchweg Mineralöle (Erdöle) verwendet. Sie müssen frei von Säuren, Wasser und mechanischen Verunreinigungen sein. Die Schmierfähigkeit des Öles wird durch mechanische Verunreinigungen, Schlamm- und Oxidbildung, Alterung (Oxidierung) und durch Verdünnung des Öles durch Kraftstoff oder Wasser herabgesetzt.

Die wichtigsten Schmiersysteme sind die **Druckumlaufschmierung** für den Viertaktmotor und die **Mischschmierung** (Gemischschmierung = Kraftstoff + Schmieröl) für den Zweitaktmotor.

4. Motorkühlsysteme

Verbrennungsmotore müssen durch Kühlsysteme vor dem Überhitzen geschützt werden, es würden sonst sehr hohe Instandsetzungskosten (Zylinderkopfdichtung durchgebrannt, Kolbenfresser-Motorschaden usw.) entstehen.

4.1 Luftkühlung

Die Luftkühlung wird heute bei kleineren Verbrennungsmotoren (2 + 4-Takt) oft verwendet (früher: VW-Käfer/TS-Industriemotor, LKW-Magirus Deutz KHD). Ein Gebläse führt die Luft über den Leit- und Gebläsekasten auf die Kühlrippen der einzelnen Zylinder bzw. den Motorblock.

4.2 Wasserkühlung

Die Wasserkühlung ist ein geschlossenes System mit Kühlmittel (Frostschutz bis -35°C) und Wasser. Das System ist über einen Kühler; Thermostat gesteuert. Oft ist zusätzlich vor dem Kühler ein elektronisch gesteuerter Lüfter verbaut, der ein Überhitzen des Kühlmittels und damit Schäden am Verbrennungsmotor verhindert.

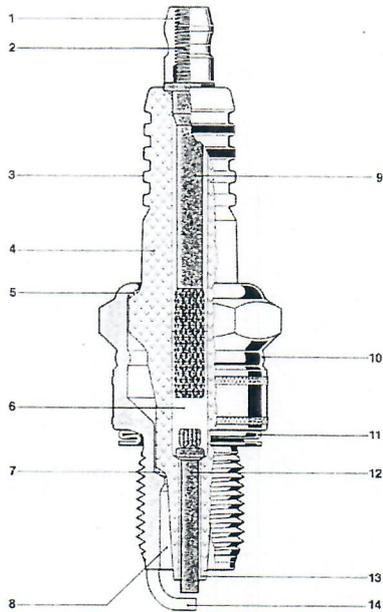
Mischungen aus Wasser und Frostschutz (Ethylenglykol) können den Siedepunkt der Flüssigkeit bis auf 140°C erhöhen. Der Frostschutz ist Schutzmittel gegen Kesselsteinbildung, Kalkablagerung und Korrosion. Er ist Antischaumbildner und verhindert ebenfalls Kavitationszerstörungen von Zylinderblock und Wasserpumpe.



5. Die Zündung

Für die Zündung des Kraftstoff Luftgemisches wird bei allen Verbrennungsmotoren fremd gezündet. Man unterscheidet bei den Zündanlagen zwischen der Batteriezündung und der Magnetzündung.

Aufbau einer Zündkerze



- 1 Anschlussmutter
- 2 Anschlussgewinde
- 3 Kriechstrombarriere
- 4 Isolator (Al_2O_3)
- 5 Bördelring
- 6 elektrisch leitende Glasschmelze
- 7 innerer Dichtring
- 8 Atmungsraum
- 9 Anschlussbolzen
- 10 Strauch- und Warmschrumpfzone
- 11 unverlierbarer äußerer Dichtring
- 12 Mittelelektrode
- 13 Isolatorfußspitze
- 14 Masseelektrode



6. genormte Feuerlöschkreiselpumpen

Klassifizierung nach DIN EN 1028-1

FPN Normaldruckpumpen

FPH Hochdruckpumpe

Kurzbezeichnung	Nennförderdruck P_N bar	Nennförderstrom Q_N l/min	Schließdruck P_{a0} bar
Feuerlöschkreiselpumpen mit Nennförderdrücken von 6bar			
FPN 6 – 500 ^{*)}	6	500	6 – 11
Feuerlöschkreiselpumpen mit Nennförderdrücken von 10 bar			
FPN 10 – 750 ^{*)}	10	750	10 - 17
FPN 10 – 1000	10	1000	10 - 17
FPN 10 – 1500 ^{*)}	10	1500	10 - 17
FPN 10 – 2000 ^{*)}	10	2000	10 - 17
FPN 10 – 3000	10	2000	10 - 17
FPN 10 – 4000	10	2000	10 - 17
FPN 10 – 5000	10	2000	10 - 17
FPN 10 – 6000	10	6000	10 - 17
Feuerlöschkreiselpumpen mit Nennförderdrücken von 15 bar			
FPN 15 – 1000	15	1000	15 – 20
FPN 15 – 2000	15	2000	15 – 20
FPN 15 – 3000	15	3000	15 – 20
FPN 15 – 1000	15	1000	15 – 20
FPN 15 – 2000	15	2000	15 – 20
Feuerlöschkreiselpumpen mit Nennförderdrücken von 40 bar			
FPH 40 – 250 ^{*)}	40	250	40 – 54,5

^{*)} vornehmlich in Feuerwehrfahrzeugen zu verwenden

Feuerlöschkreiselpumpen nach DIN 14420-2:1989-04 (Norm inzwischen zurückgezogen)

		FP					LP
		2/5	4/5	8/8	16/8	24/8	24/3
geod. Nennsaughöhe	m	1,5	1,5	3	3	3	3
Nennförderstrom l/min ⁻¹	bei n_N	200	400	800	1600	2400	2400
Nennförderdruck bar		5	5	8	8	8	3
Förderstrom l/min ⁻¹	bei max. 1,2 n_N	100	200	400	800	1200	---
Förderdruck bar		6	6	12	12	12	---
geod. Saughöhe	m	6	6	7,5	7,5	7,5	7,5
Förderstrom l/min ⁻¹		100	200	400	800	1200	800
Förderdruck bar		5	5	8	8	8	3
Schließdruck bei max. 1,4 n_N	bar	6-8	6-8	14-16	14-16	14-16	5-8
Prüfdruck (bei stillstehender Pumpe)	bar	8	8	16	16	16	12
Prüfdruck (bei laufender Pumpe)	bar	12	12	24	24	24	15
Nennwirkungsgrad in %	min.	40	40	50	55	55	50

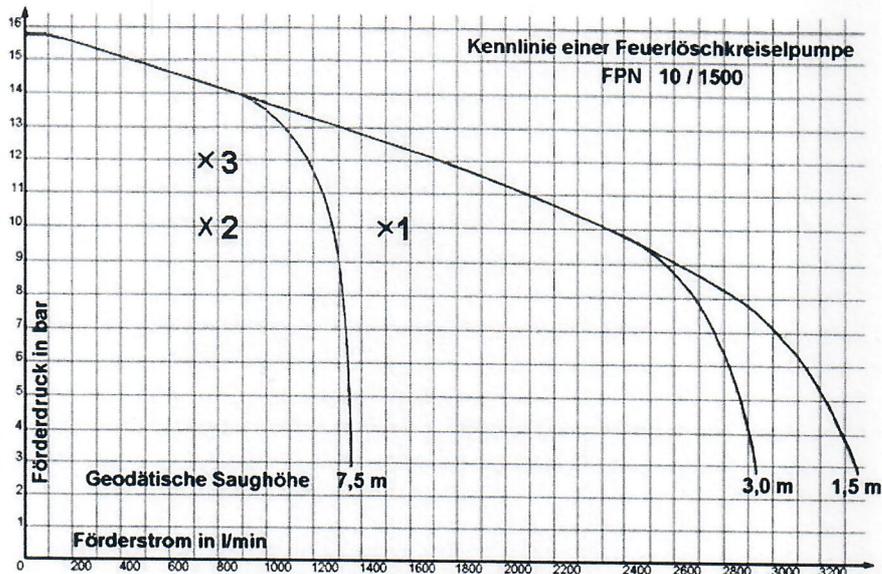


7. verschiedene Tragkraftspritzen

<i>Hersteller</i>	<i>Rosenbauer</i>	<i>Magirus</i>	<i>Hale-GFT</i>	<i>Ziegler</i>
Motor :	BMW	Fiat	Nissan	Hirth
kW/min ⁻¹	34/6000	32/5000	37,5/4750	36/5000
Hubraum	800 cm ³	1000 cm ³	1000 cm ³	625 cm ³
Arbeitsweise	4 - Takt	4 - Takt	4 - Takt	2 Takt
Kühlung	Luft	Wasser	Wasser	Luft
Zylinder	2	4	4	2
Zündung	Magnet	elektronische	Magnet	Magnet
Pumpe :	Rosenbauer	Magirus	Hale	Ziegler
Typ	FP 8/8	FP 8/8	FP 8/8	FP 8/8
Nenn Drehzahl	4600	3200	4200	4400
Pumpenstufe	1	2	1	1
Nennleistung	800 l/min	800 l/min	800 l/min	800 l/min
Höchstleistung	1600 l/min	1100 l/min	1300 l/min	1620 l/min
Entlüftungseinr.	Doppelkolben	Primatic	Doppelkolben	Trokomat
Gewicht	151 kg	187 kg	186 kg	140 kg



8. Leistungsdiagramme / Garantiepunkte



1 = Garantiepunkt 1

2 = Garantiepunkt 2

3 = Garantiepunkt 3

Garantiepunkte der Feuerlöschkreiselpumpe nach DIN EN 1028-1:2002-11

Unter Garantiepunkten versteht man festgeschriebene Leistungsanforderungen die eine Feuerlöschkreiselpumpe mindestens erbringen muss. Die Norm legt drei Garantiepunkte für die Kreiselpumpen fest:

Garantiepunkt 1

Bei $H_{S_{geoN}}$ von 3 m muss mindestens der Nennförderdruck und der Nennförderstrom bei Nenndrehzahl $\pm 5\%$ erreicht werden

Garantiepunkt 2

Bei $H_{S_{geo}}$ 7,5 m und Nennförderdruck p_N muss mindestens 0,5-facher Nennförderstrom Q_N erreicht werden

Garantiepunkt 3

Bei $H_{S_{geo}}$ 3 m und 1,2-fachem Nennförderdruck p_N muss mindesten 0,5-facher Nennförderstrom Q_N , erreicht werden. Drehzahl $<$ Höchstdrehzahl



9. Entlüftungseinrichtungen

Da Feuerlöschkreiselpumpen nicht selbst entlüften können, müssen mit der Kreiselpumpe verbundene Entlüftungseinrichtungen die Feuerlöschkreiselpumpe sowie die Saugleitung entlüften.

Entlüftungseinrichtungen müssen leicht zu handhaben, sicher in der Wirkung und verschleissfest sein.

Entlüftungseinrichtungen werden in zwei Gruppen unterteilt:

- mechanisch arbeitende Entlüftungseinrichtungen (Verdrängerpumpen)**
- strömungstechnische Entlüftungseinrichtungen**

Mechanisch arbeitende Entlüftungseinrichtungen sind:

- Kolbenentlüftungspumpe**
- Flüssigkeitsringentlüftungspumpe**
- Trockenringentlüftungspumpe**
- Doppelkolbenentlüftungspumpe**
- Primatic**
- Trokomat**
- Vakumatic**

Strömungstechnische Entlüftungseinrichtungen sind:

- Frischlufthgasstrahler**
- 1-stufiger Gasstrahler**
- 2-stufiger Gasstrahler**

Der wichtigste Unterschied bei den Entlüftungseinrichtungen liegt für den Maschinisten in deren Benutzung.

mechanisch arbeitende Entlüftungseinrichtungen werden mit **höchstens 1/4 Gas** betrieben.

strömungstechnische Entlüftungseinrichtungen werden mit **Vollgas** betrieben.



10. Feuerwehrfahrzeuge im Straßenverkehr

Um die Einsatzstellen der Feuerwehren ohne verkehrsbedingte Verzögerungen erreichen zu können wurden vom Gesetzgeber zwei Gesetze geschaffen:

§ 35 Straßenverkehrsordnung (StVO)

- (1) Von den Vorschriften **dieser Verordnung** sind die Bundeswehr, der Bundesgrenzschutz, **die Feuerwehr**, der Katastrophenschutz, die Polizei und der Zolldienst **befreit, soweit** das zur Erfüllung **hoheitlicher Aufgaben dringend geboten ist.**

Damit ist die Feuerwehr nur von den Vorschriften der Straßenverkehrsordnung befreit, aber beispielsweise nicht von denen des Straßenverkehrsgesetzes oder des Strafgesetzbuches.

Es ist zu beachten, dass der § 35 StVO nicht von der im § 1 StVO genannten Grundregeln des Schädigungs- und Gefährdungsverbotes befreit.

Hier muss noch einmal betont werden, dass der Maschinist allein für das Feuerwehrfahrzeug im Straßenverkehr verantwortlich ist, im eigenen Interesse ist aus Sicherheitsgründen eine Fahrerschulung auf Standortebene zu empfehlen!

Nach § 38 StVO wird der Feuerwehr auch das sogenannte **Wegerecht** eingeräumt. Hierzu ist blaues Blinklicht zusammen mit dem Einsatzhorn zu verwenden. Hierbei sollte jedoch beachtet werden, dass andere Verkehrsteilnehmer durch andere Einflüsse nicht immer in der Lage sind, die Warnanlagen der Einsatzfahrzeuge wahrnehmen zu können.

Blinkende Aufsetzer nur für Ärzte

Gelbe blinkende Dachaufsetzer dürfen in Deutschland nach StVZO nur von Ärzten im kassenärztlichen Notfalldienst verwendet werden und müssen im Fahrzeugschein eingetragen sein.

Oberlandesgericht Groß Gerau AZ.2 Ws(B) 421/91 OWiG

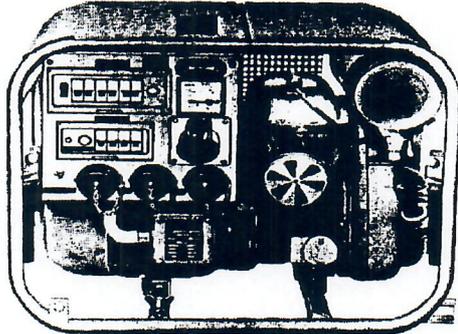
- Alarmgrund : Fehllalarm. Sirene der Nachbarwehr
Tatbestand : Überholen im Überholverbot mit privatem PKW
Urteil : 40 Mark Geldbuße
Begründung : Anfahrt zum Gerätehaus nur Vorbereitung der Feuerwehr-Tätigkeit. Keine Sonderrechte für Privatfahrzeuge bei Anfahrt zum Gerätehaus.



11. tragbare Stromerzeuger nach DIN 14685

Stromerzeuger werden bei der Feuerwehr für den netzunabhängigen Betrieb von elektrischen Geräten verwendet. Sie dürfen nicht zur Einspeisung in bestehende feste Stromnetze (wie z. B. eine Hausinstallation) benutzt werden.

In Stromerzeuger wird als Schutzmaßnahme die Schutztrennung in Verbindung mit dem Potential-Ausgleichleiter nach DIN VDE 0100-728:1990-03 Abschnitt 4.2.4.2.2 verwendet.



Stromerzeuger (hier BOSCH) mit
einer Leistung von 5 kVA

- Nennspannung : 400 / 230 V (Dreh-/Wechselstrom)
Frequenz : 50 Hz
Leistungsfaktor : $\cos S = 0,8$
Schutzart : IP 44
Funkentstörgrad : "N"
Schaltkasten mit : - Lastanzeige
- Instrumentenbeleuchtung
- Schutzleiterprüfeinrichtung
- Steckdose für Drehstrom
- 3 Steckdosen für Wechselstrom

Jeder tragbare Stromerzeuger muss mit einem Kraftstofftank ausgerüstet sein welcher ein Betrieb unter Nennlast für **mindestens 1,5 Stunden** erlaubt.

Achtung: Stromerzeuger dürfen während des Betriebs nicht betankt werden.

Die Schutzleiterprüfung am Stromerzeuger und an allen möglichen angeschlossenen spannungsführenden Geräten muss **vor jedem Gebrauch** geprüft werden. Da bei einem Einsatz dies jedoch nur selten von der Zeit her möglich ist, kann man diese Überprüfung auch nach jedem Gebrauch durchführen, was gleichbedeutend ist wie vor jedem Gebrauch.

Merke : Stromerzeuger brauchen nur während des Betriebs von Geräten beim vorhanden sein von explosionsgefährlichen Atmosphären geerdet zu werden, um eine Statische Aufladung zu verhindern.

Info : Bei jeder Stromentnahme aus dem festen Netz (Hausinstallation) muss immer ein Fehlerstromschutzschalter verwendet werden.

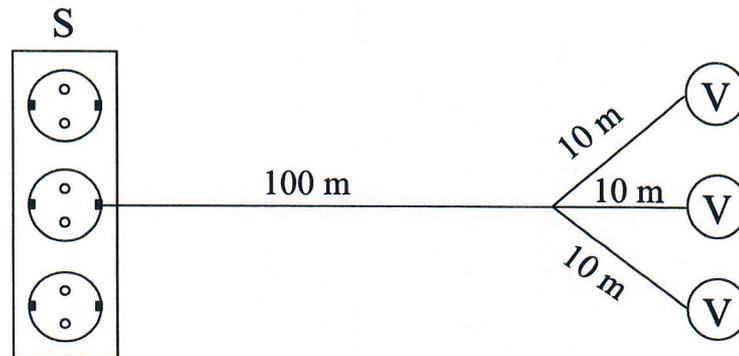


Leitungslängen am Stromerzeuger

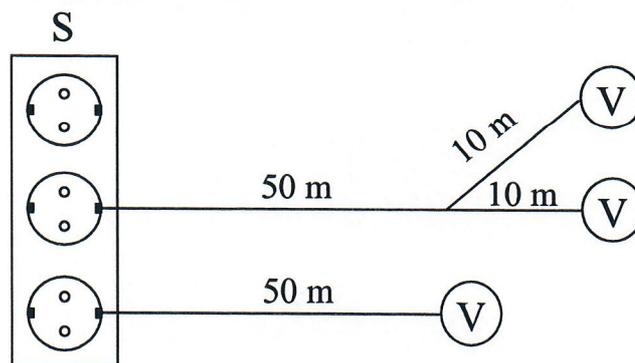
An einen Stromerzeuger dürfen elektrische Leitungen nur mit bestimmten Leitungslängen angeschlossen werden. Die Anschlussleitungen der Verbraucher können hierbei vernachlässigt werden, sofern die einzelnen Anschlussleitungen nicht länger als 10 Meter sind.

Es dürfen grundsätzlich nur Leitungsroller verwendet werden, deren Leitungsquerschnitt $2,5 \text{ mm}^2$ beträgt.

Beispiele für die Länge einzelner Leitungen : S = Stromerzeuger V = Verbraucher

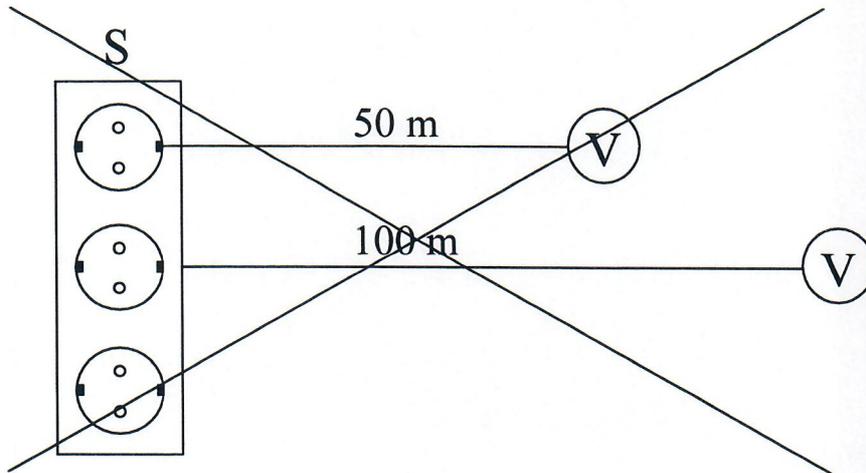


Zulässig: Zwischen Stromerzeuger und Verbraucher liegen maximal 100 Meter Leitungslänge.
Die Geräteanschlussleitungen von maximal 10 Meter Länge können vernachlässigt werden.



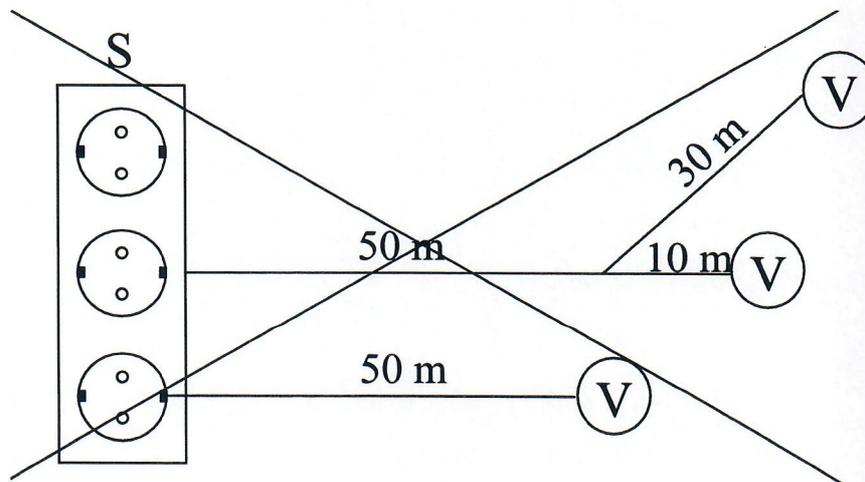


Aber Achtung



Unzulässig:

Zwischen zwei Verbrauchern liegt eine Leitungslänge von mehr als 100 Meter



Unzulässig: Zwischen Stromerzeuger und Verbraucher liegen zwar 100 Meter Leitungslänge. Durch die Anschlussleitung des Verbrauchers von 30 Meter (größer als 10 Meter) wird die zulässige Leitungslänge aber überschritten.



12. Löschwasserförderung

Förderstrecke	E_{ges}	[m]
Teilstrecke	$E_{\text{Teilstrecke}}$	[m]
Brandstellenstrecke	$E_{\text{Brandstelle}}$	[m]

Förderstrom	Q	[l/min]
-------------	-----	---------

Pumpenausgangsdruck	p_a	[bar]
Strahlrohrdruck	p_{Str}	[bar]
Pumpeneingangsdruck	p_e	[bar]
verfügbarer Druck	p_v	[bar]

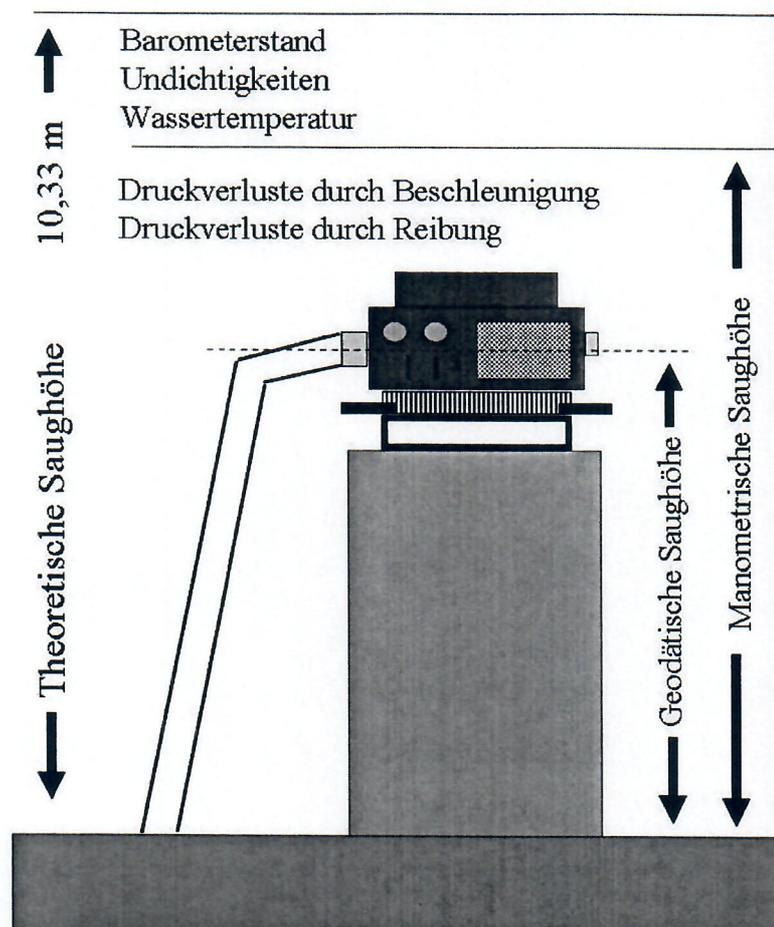
Druckverlust durch Reibung	p_R	[bar]
Druckverlust durch Höhenzunahme	$- p_{\text{geo}}$	[bar]
Druckgewinn durch Höhenabnahme	$+ p_{\text{geo}}$	[bar]

Druckverlust durch Reibung bei verschiedenen Förderströmen

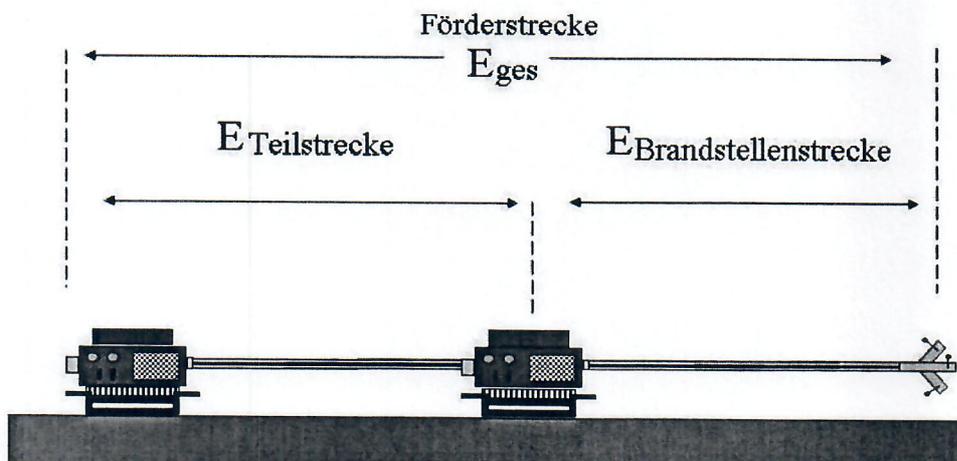
$Q = 200 \text{ l/min}$	$p_R = 0,1 \text{ bar / 100 m (B-Schlauch)}$
$Q = 400 \text{ l/min}$	$p_R = 0,3 \text{ bar / 100 m (B-Schlauch)}$
$Q = 600 \text{ l/min}$	$p_R = 0,6 \text{ bar / 100 m (B-Schlauch)}$
$Q = 800 \text{ l/min}$	$p_R = 1,0 \text{ bar / 100 m (B-Schlauch)}$
$Q = 1200 \text{ l/min}$	$p_R = 2,0 \text{ bar / 100 m (B-Schlauch)}$
$Q = 1600 \text{ l/min}$	$p_R = 4,0 \text{ bar / 100 m (B-Schlauch)}$



Übersicht zum Saugvorgang

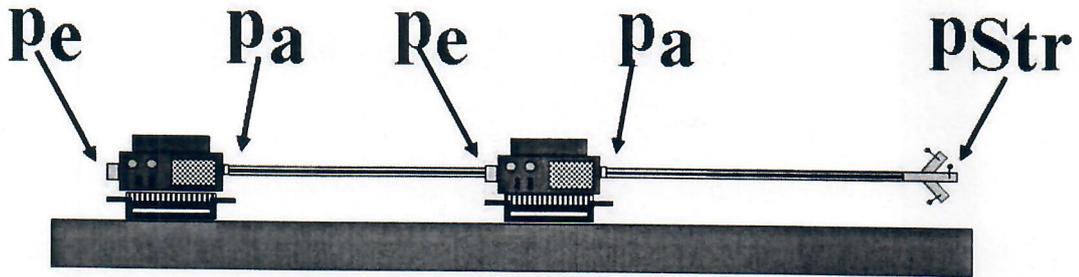


Strecken bei der Löschwasserförderung



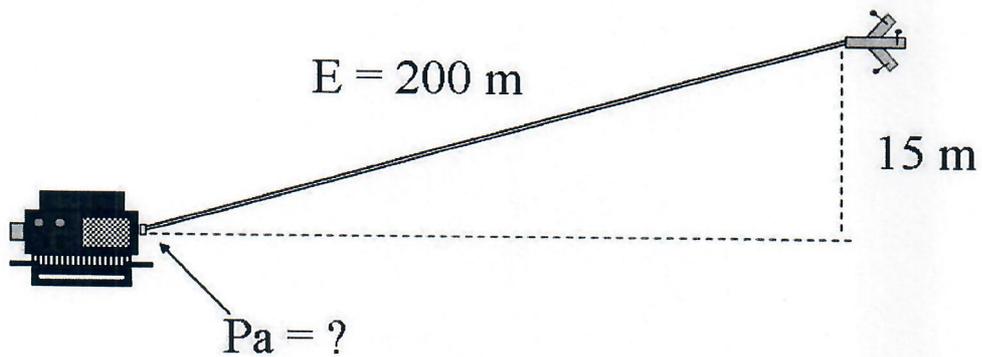


Drücke der Löschwasserförderung

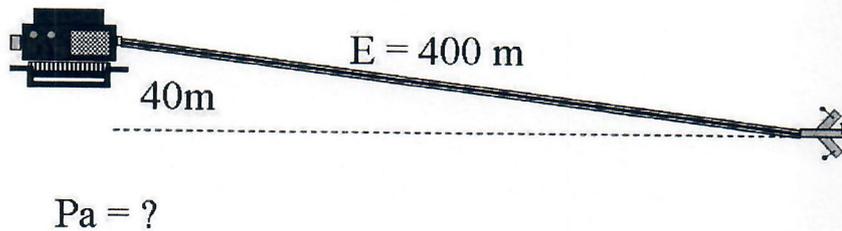


Beispielaufgaben zur Löschwasserförderung

2 C Rohre ohne Mundstück $\rightarrow Q = \underline{\hspace{2cm}}$ l/min



1 B Rohr ohne Mundstück
2 C Rohre ohne Mundstück $\rightarrow Q = \underline{\hspace{2cm}}$ l/min





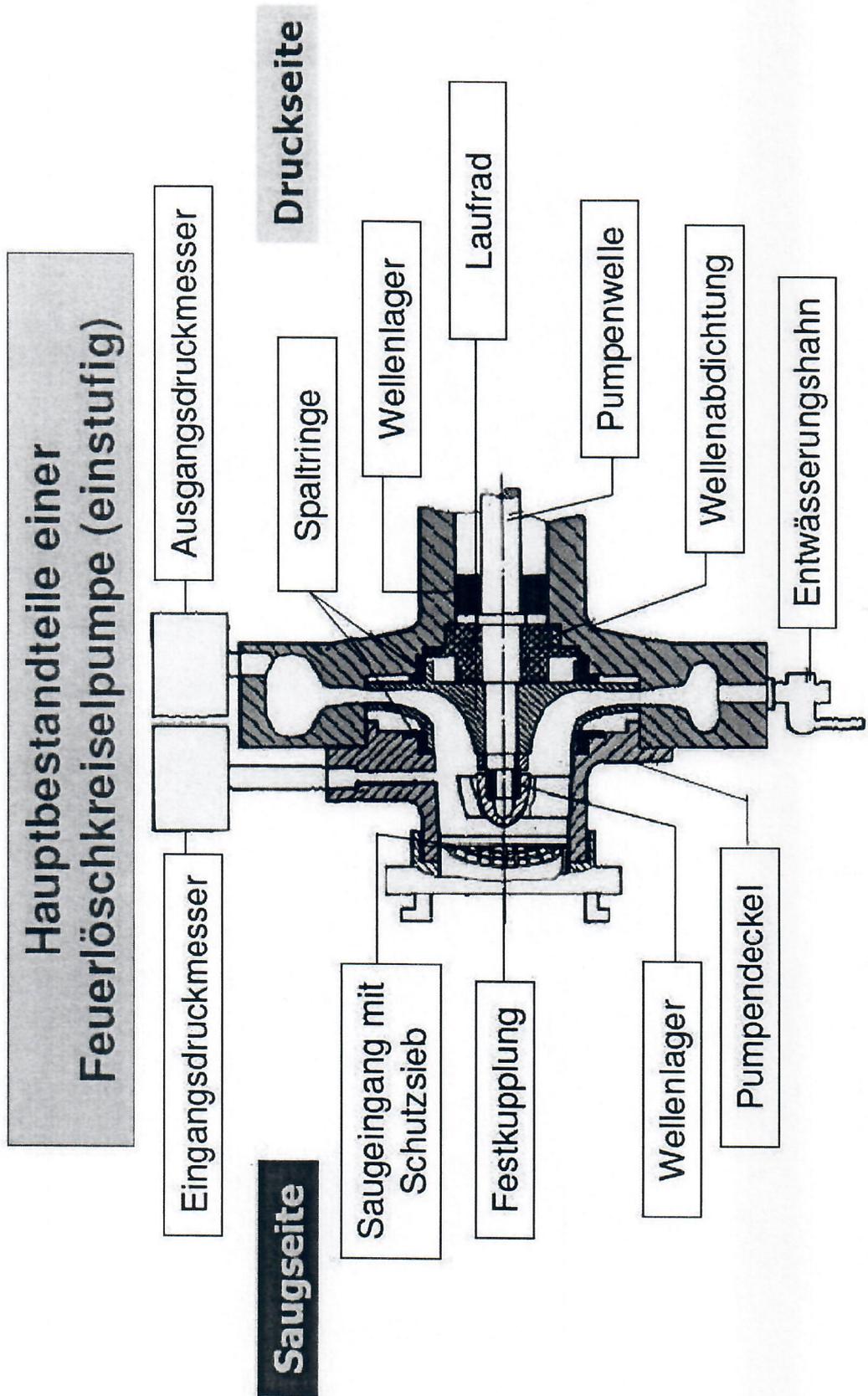
13. Checkliste für den Maschinisten

Fahrzeug : _____

Halbjahr : _____

	Monat					
Batterie Fahrzeug						
Batterie Pumpe						
Ölstand Motor						
nachgefüllte Menge						
Ölstand Getriebe						
nachgefüllte Menge						
Ölstand Pumpe						
nachgefüllte Menge						
Kraftstoff Fahrzeug						
Kraftstoff Pumpe						
Keilriemen Fahrzeug						
Keilriemen Pumpe						
Abschmieren						
Wasser und Frostschutz (Kühler)						
Reifendruck						
Kupplung						
Lenkung						
Bremsanlage						
Lichtkontrolle (Standlicht,...)						
Arbeitsstellen Scheinwerfer						
Blinker und Warnblinker						
Hupe, Sondersignalanlage						
Rundumkennleuchten						
Scheibenwischer						
Scheibenwaschanlage						
Funkgeräte						
Warndreieck						
Handlampen und Warnlampen						
Winkerkellen						
Verbandskasten						
Dachbeladung						
Probefahrt						
Fahrtenbuch						
...						

14. Schnittbild einer Feuerlöschkreiselpumpe





15. Fehlerbehebung während des Einsatzes

Störung	mögliche Ursache	Lösung
Anlasser bringt den Motor beim Starten nicht zum drehen	Steine, Sandmond zwischen Laufrad und Leitapparat	Einlagerungen, wenn sichtbar, entfernen
Anlasser bringt den Motor nicht zum Starten	Batterie zu schwach, leer	Handstarter verwenden (20% Restspannung der Batterie notwendig) Batterie mit Ladekabel unterstützen (Fremdstart)
Wassersäule reißt dauernd ab, obwohl Pumpe und Saugleitung dicht sind	Saugkorb liegt nicht tief genug im Wasser, so dass Luft mit angesaugt wird	Durch zusätzliche Saugschläuche den Saugkorb tiefer (mindestens 30 cm) ins Wasser bringen
Ausgangs- und Eingangsdruck fällt plötzlich auf 0 bar ab	Luft ist schlagartig in den Saugschläuchen eingedrungen	Entsprechenden Saugschlauch austauschen
Druckmanometer zeigt keinen Unterdruck an	Pumpe nicht eingekuppelt Entwässerungshahn ist offen Pumpe oder Saugleitung ist undicht	Pumpe einkuppeln Entwässerungshahn schließen Saugleitung auf Undichtigkeit prüfen ggf. Niederschraubventile schließen
Pumpe fördert kein Wasser, obwohl Unterdruck auf dem Messgerät angezeigt wird	Sieb im Saugkorb oder im Saugeingang der Pumpe verstopft Rückschlagventil im Saugkorb sitzt fest Saugkorb verstopft	Saugsieb reinigen Ventil durch vorsichtige Schläge lösen
Ausgangsdruck steigt und Eingangsdruck (Unterdruck) fällt	Strahlrohre wurden an der Einsatzstelle abgeschaltet	Die Gaseinstellung so korrigieren, dass der Ausgangsdruck wieder passt
Ausgangsdruck fällt und Eingangsdruck (Unterdruck) steigt	Es wurden mehr Strahlrohre oder ein Verteiler geöffnet	Die Gaseinstellung so korrigieren, dass der Ausgangsdruck wieder passt
Pumpe fördert weniger Wasser bei steigendem Unterdruck	Saugkorb oder Sieb im Saugeingang der Pumpe verdreht Saughöhe wurde durch Absinken des Wasserspiegels zu groß	Saugkorb und Sieb reinigen und eventuell Saugschutzkorb anbringen Saugleitung verlängern (max. Saughöhe beachten)
Wasserlieferung ist unregelmäßig und hört auf	Saugleitung liegt über einer Erhöhung, Mauer oder Brückengeländer, an der erhöhten Stelle bildet sich ein Luftsack.	Saugleitung ohne Erhöhung verlegen



16. Betrieb der Feuerlöschkreiselpumpe

1. Inbetriebnahme der Feuerlöschkreiselpumpe eines Löschfahrzeuges

- a. Fahrzeugmotor anlassen (Leerlauf)
- b. Abnehmen der Blindkupplungen an den Druckabgängen
- c. Alle Druckabgänge und Ablasshähne schließen
- d. Nebenantrieb einschalten
 - vom Fahrerraum unter Betätigung der Kupplung
 - vom Bedienstand aus

1.1 Bei Wasserentnahme aus offenem Gewässer

- a. Saugleitung ankuppeln
- b. Wenn erforderlich Entlüftungseinrichtung einschalten
- c. Wasserförderung bei Kommando „Wasser marsch“ aufnehmen

1.2 Bei Wasserentnahme aus dem Hydrant oder Einspeisung von anderen Pumpen

- a. Sammelstück A-2B am Saugengang ankuppeln
- b. B-Druckleitung(en) vom Hydrant oder anderen Pumpen am Sammelstück anschließen
- c. Wasserförderung bei Kommando „Wasser marsch“ aufnehmen

1.3 Bei Wasserentnahme aus dem Löschwasserbehälter

- a. Förderstromleiteinrichtung auf Tankbetrieb einstellen
- b. Wasserförderung bei Kommando „Wasser marsch“ aufnehmen

2. Inbetriebnahme der Feuerlöschkreiselpumpe einer Tragkraftspritze

- a. Abnehmen der Blindkupplungen an den Druckabgängen
- b. Alle Druckabgänge und Ablasshähne schließen
- c. Motor anlassen (Leerlauf)
- d. Kraftübertragung zwischen Motor und Pumpe herstellen (Einkuppeln)

2.1 Bei Wasserentnahme aus offenem Gewässer

- a. Saugleitung ankuppeln
- b. Wenn erforderlich Entlüftungseinrichtung einschalten
- c. Wasserförderung bei Kommando „Wasser marsch“ aufnehmen

2.2 Bei Wasserentnahme aus dem Hydrant oder Einspeisung von anderen Pumpen

- a. Sammelstück A-2B am Saugengang ankuppeln
- b. B-Druckleitung(en) vom Hydrant oder anderen Pumpen am Sammelstück anschließen
- c. Wasserförderung bei Kommando „Wasser marsch“ aufnehmen

Ablesetafel für Pumpenabstände bei Reihenschaltung

Tabellenwerte gelten nur bei verfügbarem Druck

Reibungsverlust je 100 m B-Schlauch (p _R) in bar		Förderstrom (Q) in l/min								
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,4	2
0	400	500	600	700	800	900	1000	1000	1200	1200
0,5	160	120	80	60	40	40	20	20	20	0,5
1	320	240	160	120	100	80	60	60	40	1
1,5	500	360	240	180	140	120	100	100	60	1,5
2	660	500	320	240	200	160	140	100	100	2
2,5	820	620	400	300	240	200	160	160	120	2,5
3	1000	740	500	360	300	240	200	200	140	3
3,5	1160	860	580	420	340	280	240	240	160	3,5
4	1320	1000	660	500	400	320	280	280	200	4
4,5	1500	1120	740	560	440	360	320	320	220	4,5
5	1660	1240	820	620	500	400	340	340	240	5
5,5	1820	1360	900	680	540	440	380	380	260	5,5
6	2000	1500	1000	740	600	500	420	420	300	6
6,5	2160	1620	1080	800	640	540	460	460	320	6,5
7	2320	1740	1160	860	700	580	500	500	340	7
7,5	2500	1860	1240	920	740	620	520	520	360	7,5
8	2660	2000	1320	1000	800	660	560	560	400	8
8,5	2820	2120	1400	1060	840	700	600	600	420	8,5
9	3000	2240	1500	1120	900	740	640	640	440	9
9,5	3160	2360	1580	1180	940	780	660	660	460	9,5
10	3320	2500	1660	1240	1000	820	700	700	500	10
10,5	3500	2620	1740	1300	1040	860	740	740	520	10,5
11	3660	2740	1820	1360	1100	900	780	780	540	11

Schlauchstrecke (E) in m = 100 · $\frac{p_v}{p_R}$ für B-Schlauch

Wasserdurchfluss von Strahlrohrmundstücken (nach DIN 14200)

Wasserdurchfluss Q l/min	Innendurchmesser d mm											
	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
1	54	66	95	130	170	215	265	310	380	445	520	595
1,5	66	81	115	160	205	260	325	390	465	545	635	730
2	76	93	135	185	240	305	375	450	540	630	735	840
2,5	85	105	150	205	270	340	420	505	600	705	820	940
3	93	115	165	225	295	370	460	555	660	775	900	1030
3,5	100	125	180	240	315	400	495	600	710	835	970	1110
4	105	130	190	260	340	430	530	640	760	895	1040	1190
4,5	115	140	200	275	360	454	560	680	810	950	1100	1260
5	120	150	215	290	380	480	590	715	850	1000	1160	1330
5,5	125	155	225	305	395	500	620	750	895	1050	1220	1400
6	130	160	235	315	415	525	650	785	935	1090	1270	1460
6,5	135	170	245	330	430	545	675	815	970	1140	1320	1520
7	140	175	250	345	450	565	700	845	1010	1180	1370	1570
7,5	145	180	260	355	465	585	725	875	1040	1220	1420	1630
8	150	185	270	365	480	605	750	905	1080	1260	1470	1680
8,5	155	195	280	380	495	625	770	939	1110	1300	1510	1730
9	160	200	285	390	510	640	795	960	1140	1340	1550	1780
9,5	165	205	295	400	520	660	815	985	1170	1380	1600	1830
10	170	210	300	410	535	670	835	1010	1200	1410	1640	1880

Beispiel: 1 Mundstück 12 mm Ø bei 5 bar Druck liefert 210 l/min.

Welches sind die **wichtigsten Werte** für Wasserlieferung aus Strahlrohren?

Für den **praktischen Betrieb** merken wir uns:

Bei einem Strahlrohrdruck p_{Str} von 5 bar liefert

- 1 C-Strahlrohr mit Mundstück ungefähr 100 l/min
- 1 C-Strahlrohr ohne Mundstück ungefähr 200 l/min
- 1 B-Strahlrohr mit Mundstück ungefähr 400 l/min
- 1 B-Strahlrohr ohne Mundstück ungefähr 800 l/min