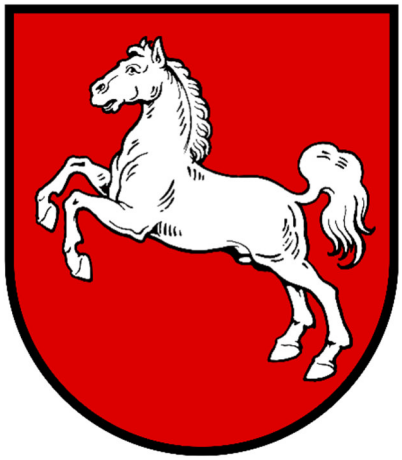
Niedersächsisches Landesamt
für Brand- und Katastrophenschutz

NLBK



Lehrgang Maschinisten

Hinweise:

- Alle Rechte vorbehalten.
- Im Interesse der leichteren Lesbarkeit wird auf geschlechterspezifische Formulierungen verzichtet.
- Nachdruck, auch auszugsweise, für gewerbliche Zwecke verboten.
- Bitte nutzen Sie diese Lernunterlage als Informationsquelle, zur Prüfungsvorbereitung und zur Vorbereitung auf weiterführende Lehrgänge.
- Es wird empfohlen, sie zu weiterführenden Lehrgängen mitzubringen.

Stand: 2026

Inhalt

1 Aufgaben des Maschinisten 5

1.1 Allgemeines 5
1.2 Aufgaben und Zuständigkeiten bei Einsatzfahrten 5
1.3 Aufgaben und Zuständigkeiten an Einsatzstellen 5
1.4 Aufgaben und Zuständigkeiten nach dem Einsatz 6
1.5 Sonstige Zuständigkeiten 6

2 Rechtsgrundlagen 6

2.1 Straßenverkehrsordnung Geltungsbereich und Grundsätze 6
2.2 Unfallverhütungsvorschriften 9

3 Löschfahrzeuge 10

3.1 Anforderungen an Feuerwehrfahrzeuge 10
3.2 Feuerwehrfahrzeug-Gruppen nach DIN EN 1846-1 13

4 Feuerlöschkreiselpumpen 17

4.1 Prinzip einer Feuerlöschkreiselpumpe 17
4.2 Einteilung der Feuerlöschkreiselpumpen 17
4.3 Aufbau und Funktion 19
4.4 Pumpenprüfungen 25
4.5 Saugvorgang 27
4.6 Störungen 33

5 Motorenkunde 35

5.1 Ottomotor 35
5.2 Dieselmotor 35
5.3 Elektromotoren 35

6 Wasserförderung 36

6.1 Allgemeines 36
6.2 Trinkwasserschutz 38
6.3 Löschwasserförderung an der Brandstelle (Strahlrohrstrecke) 42
6.4 Löschwasserförderung in der Förderstrecke 44
6.5 Wasserförderung über lange Wege 45
6.6 Einspeisung in die Drehleiter 46

7 Kraftbetriebene und sonstige Geräte 48

7.1 Tragkraftspritzen 48
7.2 Stromerzeuger 50
7.3 Motorsägen 53
7.4 Trennschleifmaschinen 54
7.5 Tauchmotorpumpen 55
7.6 Wasserstrahlpumpen 56
7.7 Turbotauchpumpe 56
7.8 Lüftungsgeräte 57

Abbildungsverzeichnis **58**

Tabellenverzeichnis **58**

Wasserlieferungstabelle aus Strahlrohrmundstücken nach DIN 14 200 ..... **60**

- **Tabellen** **61**

1 Aufgaben des Maschinisten

1.1 Allgemeines

Der Maschinist bedient die Pumpe sowie Sondergeräte und ist Fahrer des Fahrzeuges. Der Einheitsführer ist gegenüber dem Maschinisten weisungsberechtigt

1.2 Aufgaben und Zuständigkeiten bei Einsatzfahrten

- Überprüfung / Herstellung der Fahrbereitschaft vor Fahrtantritt
- Ausrücken auf Kommando
- Beachtung des Grundsatzes *„Sicherheit geht vor Schnelligkeit“*
- Einhaltung der Regelungen der StVO und StVZO [1)]
- Fahrweise an die Witterungs- und Verkehrsverhältnisse anpassen
- Auf das Verhalten der anderen Verkehrsteilnehmer achten
- Beachtung der eigenen Leistungsgrenzen und des Fahrverhaltens des
- jeweiligen Einsatzfahrzeuges
- Beachtung von Weisungen der Einheitsführerin/ des Einheitsführers

[1)] s. 2.1 Straßenverkehrsordnung!

1.3 Aufgaben und Zuständigkeiten an Einsatzstellen

- Aufstellung des Einsatzfahrzeuges nach Weisung bzw. nach Lage und Zugänglichkeit der Wasserentnahmestellen
- Einschalten von Fahrlicht, Warnblinkanlage und blauem Blinklicht zur Absicherung der Einsatzstelle
- Bedienung der:
    - Einsatzfahrzeuge
    - Motoren
    - kraftbetriebenen Geräte
    - Pumpen
    - Aggregate
- Unterstützung bei der Entnahme von Geräten (z. B. die komplette Steckleiter vom Fahrzeugdach)
- Unterstützung der einzelnen Trupps (z. B. Saugkorb und Leinen an der Wasserentnahmestelle bereitlegen) gemäß Einsatz- und Ausbildungsanleitung

1.4 Aufgaben und Zuständigkeiten nach dem Einsatz

- Überprüfung der Vollständigkeit des Gerätes
- Herstellung der Fahrbereitschaft und Meldung an den Einheitsführer
- Wiederherstellung der Einsatzbereitschaft des Fahrzeuges und des Geräts am Standort (Betankung, Reinigung, Auffüllen von Löschmittelbehältern, Austausch von verschmutzten Schläuchen, Austausch von Motorsägeketten etc.).

1.5 Sonstige Zuständigkeiten

- regelmäßige Durchführung von Bewegungs- und Probefahrten [1)]
- Führung des Fahrtenbuches
- unverzügliche Meldung von Mängeln und Schäden am Fahrzeug oder an Geräten
- Beseitigung kleinerer Mängel oder Schäden – soweit möglich [1)]
- Überprüfung der Feuerlöschkreiselpumpen und Führung des Prüfbuches [1)]
- Funktionsprüfung der kraftbetriebenen Geräte [1)]
- Befolgung der Dienstanweisungen im Aufgabenbereich des Maschinisten

[1)] soweit nicht der Gerätewart zuständig ist! (Dienstanweisungen beachten!)

2 Rechtsgrundlagen

2.1 Straßenverkehrsordnung Geltungsbereich und Grundsätze

Sorgfaltspflicht

Die Vorschriften der StVO sind grundsätzlich von allen Verkehrsteilnehmern zu beachten!

Da im Einsatzfall häufig höchste Eile zur Abwehr von Gefahren geboten ist, werden Behörden der Gefahrenabwehr [2)] bestimmte Sonderrechte eingeräumt.
Bei deren Inanspruchnahme darf die allgemeine Sorgfaltspflicht nach § 1 StVO jedoch nie in unverhältnismäßiger Art und Weise missachtet werden.
Fahrer von Sonderrechtsfahrzeugen haben eine gesteigerte Sorgfaltspflicht.
Die Pflicht zur Rücksichtnahme auf das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer wächst mit der Größenordnung der Abweichung von allgemeinen Verkehrsvorschriften!

[2)] Hierzu zählen: Bundeswehr, Bundespolizei, Feuerwehr, Katastrophenschutz, Polizei und Zoll.

Fahrerlaubnis und Verkehrstüchtigkeit

Auch bei Einsätzen ist es Voraussetzung, dass der Fahrer die erforderliche Fahrerlaubnis besitzt.
Fahren ohne Fahrerlaubnis ist eine Straftat.
Im Bereich der Feuerwehren in Niedersachsen gelten die zusätzlichen Regelungen der

„Verordnung über die Erteilung von Fahrberechtigungen an ehrenamtlich tätige Angehörige der Freiwilligen Feuerwehren, der anerkannten Rettungsdienste, des Technischen Hilfswerks sowie sonstiger Einheiten und Einrichtungen des Katastrophenschutzes (Fahrberechtigungsverordnung - FahrBVO)“
Die Fahrberechtigung bezieht sich auf die Gewichtsklassen 4,75t bzw. 7,5 t zGM. Nach Erwerb der Fahrberechtigung darf ein Feuerwehrmitglied entsprechende Fahrzeuge im Einsatzfall und zu Übungsdiensten führen. Die Fahrberechtigung gilt nicht für Tätigkeiten außerhalb der gesetzlich festgelegten Aufgaben der Feuerwehr.

Zudem muss das Feuerwehrmitglied Verkehrstüchtig sein. Das bedeutet, dass das Feuerwehrmitglied nicht unter Einfluss von Rauschmitteln, Alkohol oder Medikamenten steht. Zu bedenken ist, dass auch Erkrankungen zur Einschränkung der Verkehrstüchtigkeit führen kann.

Sonder- und „Wegerechte“

Die Feuerwehr kann zur Erfüllung ihrer Aufgaben **unter bestimmten Voraussetzungen** (§ 35 StVO) **Sonderrechte** in Anspruch nehmen.
Sonderrechte beinhalten u. a. die Möglichkeit:

- die zulässige Höchstgeschwindigkeit zu überschreiten,
- Vorfahrtsregelungen zu missachten,
- Lichtzeichen zu missachten,
- die vorgeschriebene Fahrtrichtung zu missachten,
- Überholverbote und sonstige Ge- und Verbote zu missachten.

Voraussetzungen für die Inanspruchnahme der Sonderrechte:

- Erfüllung hoheitlicher Aufgaben (Brandbekämpfung und Hilfeleistung im gesetzlichen Rahmen)
- Durchführung ernstfallmäßiger Alarmübungen
- Gebührende Berücksichtigung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung
- Vorliegen besonderer Dringlichkeit (wenn höchste Eile zur Abwehr von Gefahren erforderlich ist)

„Wegerecht“ (nach § 38 StVO) beinhaltet das Recht
andere Verkehrsteilnehmer dazu aufzufordern, Sonderrechtsfahrzeugen die freie Durchfahrt zu ermöglichen, indem sie sofort freie Bahn schaffen.

Voraussetzungen für die Inanspruchnahme der „Wegerechte“:

- blaues Blinklicht **und** Einsatzhorn
- wenn höchste Eile geboten ist, um Menschenleben zu retten oder schwere gesundheitliche Schäden abzuwenden

Geschlossene Verbände (Kolonnenfahrten)

Bei Fahrten in einem geschlossenen Verband gemäß § 27 StVO, z. B. der Kreisfeuerwehrbereitschaft, ist folgendes zu beachten:

- der geschlossene Verband gilt als ein Verkehrsteilnehmer
- der geschlossene Verband muss für andere Verkehrsteilnehmer als solcher deutlich erkennbar sein durch:
    - einheitliche Kennzeichnung (z. B. Flaggen, Einschalten des Fahrlichtes an allen Fahrzeugen, Einschalten der Rundumkennleuchten und / oder Warnblinkanlagen am ersten und letzten Fahrzeug)
    - gleiche Fahrzeugart (z. B. Feuerwehrfahrzeuge)
    - gleichbleibende, mäßige (Marsch-) Geschwindigkeit
    - gleichmäßigen Abstand (innerörtlich ca. 25 m, Land- und Bundesstraßen ca. 50 m, Bundesautobahnen und Kraftfahrstraßen ca. 100 m)
- Weisungen des Einheitsführers beachten!

Verhalten bei Unfällen mit Feuerwehrfahrzeugen

Bei einem Verkehrsunfall mit einem Feuerwehrfahrzeug sind neben den Vorschriften der StVO, das StGB (Verkehrsunfallflucht?) die Unfallmerkblätter für Dienstfahrzeuge der Gemeinde und die Weisungen des Einheitsführers zu beachten! Im Allgemeinen gelten folgende Verhaltensregeln:

- Unverzüglich anhalten!
- Unfallstelle absichern!
- Hilfe leisten!
- Zeugen feststellen!
- Beweissicherung / Unfalldokumentation durchführen!
- Polizei hinzuziehen!

Bei Alarmfahrten muss der Einheitsführer nach dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit (Unfallfolgen? Einsatzanlass?) darüber entscheiden, wie zu verfahren ist. Ggf. wird die Einsatzfahrt (z.B. bei geringfügigen Unfallschäden und dringendem Einsatzanlass) fortgesetzt.

2.2 Unfallverhütungsvorschriften

Im Zuständigkeitsbereich des Maschinisten sind nachfolgend genannte Unfallverhütungsvorschriften besonders zu beachten:

a) UVV - Grundsätze der Prävention
- § 15 Allgemeine Unterstützungspflichten und Verhalten
- § 16 Besondere Unterstützungspflicht
- § 17 Benutzung von Einrichtungen, Arbeitsmitteln und Arbeitsstoffen
- § 18 Zutritts- und Aufenthaltsverbote
- § 30 Benutzung der persönlichen Schutzausrüstung

b) UVV - Feuerwehren
- § 5 Feuerwehrfahrzeuge und –anhänger
- § 7 Kraftbetriebene Aggregate
- § 16 Instandhaltung
- § 17 Verhalten im Feuerwehrdienst
- § 20 Betrieb von Verbrennungsmotoren
- § 29 Gefährdung durch elektrischen Strom
- § 31 Regelmäßige Prüfungen

c) UVV - Fahrzeuge
- § 35 Fahrzeugführer (hier der Maschinist als Fahrer des Fahrzeugs)
- § 36 Zustandskontrolle, Mängel an Fahrzeugen

d) und sonstige Vorschriften

3 Löschfahrzeuge

3.1 Anforderungen an Feuerwehrfahrzeuge

Allgemeine Anforderungen / Begriffsbestimmungen:

Feuerwehrfahrzeuge sind besonders gestaltete Fahrzeuge zur Aufnahme:

- einer Besatzung
- einer feuerwehrtechnischen Beladung
- von Lösch- und sonstigen Einsatzmitteln

Zulässige Massen

Die im jeweiligen Fahrzeugschein (neu Zulassungsbescheinigung Teil I) (die Angaben im Fahrzeugschein müssen mit denen des Fahrzeugbriefs (neu Zulassungsbescheinigung Teil II) übereinstimmen!) angegebene zulässige Gesamtmasse darf nicht überschritten werden, weder durch zusätzliche Ausrüstung noch durch zusätzliche Besatzung (die zulässige Besatzung ist im Fahrzeugschein / Zulassungsbescheinigung Teil I festgelegt). Es ist außerdem die Grundlage für die erforderliche Fahrerlaubnisklasse.

Leermasse

Ist die Masse des Fahrzeuges, einschließlich des Fahrers (75 kg) und sämtlicher für den Betrieb notwendiger Betriebsmittel, einschließlich Kraftstoff, sowie sämtlicher fest angebauter Ausrüstungen, jedoch werden Ersatzrad und Löschmittel ausgenommen.

Gesamtmasse (GM)

Ist die Leermasse zuzüglich Masse der weiteren Mannschaft, für die das Fahrzeug ausgelegt ist, und der Masse von Feuerlöschmitteln und weiteren zu befördernden Einsatzausrüstungen (für jedes Mannschaftsmitglied und dessen Ausrüstung wird mit einer Masse von 90 kg und zusätzlich für die Ausrüstung des Fahrers wird mit 15 kg gerechnet).

Charakteristische Masse

Ist die Masse des einsatzbereiten Fahrzeugs, das den Mindestanforderungen der typspezifischen Norm entspricht, wobei die charakteristische Masse die zulässige Gesamtmasse des verwendeten Fahrgestells nicht übersteigt. Das bedeutet z.B., dass beim TLF 20/40-SL eine GM von 18.000 kg nicht überschritten werden darf, aber auch keinesfalls bis zur Obergrenze ausgereizt werden muss. Der angegebene Wert der charakteristischen Masse von 16.500 kg aus der Norm ist dabei keine Restriktion, sondern ein Hinweis an die Anwender und Hersteller zur erwiesenermaßen machbaren Darstellbarkeit des genormten TLF 20/40-SL mit einer Gesamtmasse von 18.000 kg. Der Anwender hat somit eine Massenreserve von 1.500 kg, sofern das verwendete Fahrgestell dies zulässt.

Zulässige Gesamtmasse (zGM)

Ist die höchste zulässige Gesamtmasse, die vom Hersteller des Fahrgestells angegeben wird.

Beispiel: LF 20:

	Leermasse (lt. Fahrzeugschein / Zulassungsbescheinigung Teil I)	z.B. 8.150 kg
+	feuerwehrtechnische Beladung	ca. 1.815 kg
+	Löschmittel (z.B. 2.000 l Wasser)	ca. 2.000 kg
+	9 Mann Besatzung (9 x 90 kg abzüglich 75 kg für den Fahrer)	735 kg
=	rechnerisches Gesamtmasse	ca. 12.700 kg

Höchstmasse nach Norm:	15.000 kg
zulässige Gesamtmasse (lt. Fahrzeugschein):	14.000 kg

Massereserve für vorhandenen Leerraum: 14.000 kg – 12.700 kg = 1300 kg

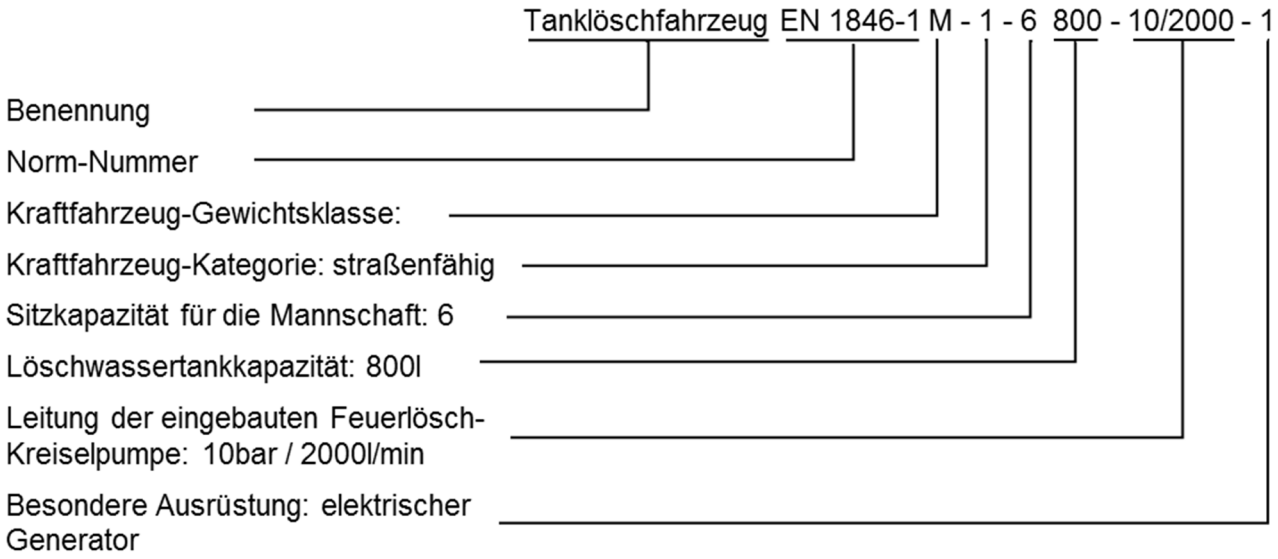
Technische Anforderungen (Auszug)

- Verwendung handelsüblicher Fahrgestelle
- Je nach Gewichtsklasse müssen festgelegte Anforderungen bezüglich Mindestgeschwindigkeit und Mindestbeschleunigungswerte erfüllt sein.
- Ausreichend groß bemessener und leicht zugänglicher Kraftstoffbehälter (Fahrbereich mindestens 300 km oder 4 Std. Betriebsdauer für vom Fahrzeugmotor angetriebene Einrichtungen)

Kraftfahrzeug-Bezeichnungen nach DIN EN 1846-1

Die nachfolgend verwendeten Bezeichnungen wurden geschaffen, um ein einheitliches Bezeichnungssystem von Feuerwehrfahrzeugen in Europa festzulegen. Jedem Feuerwehrfahrzeug werden Hauptmerkmale durch eine Reihenfolge von Zahlen und Buchstaben zugeordnet, die für die Ausschreibungen innerhalb Europas angewendet werden können.
Alle Kraftfahrzeuge müssen durch sechs besondere Merkmale bezeichnet sein, basierend auf der Kraftfahrzeuggruppe, der sie zugeordnet sind.

Beispiel für die Bezeichnung eines Tanklöschfahrzeuges nach DIN 1846-1 mit der Kraftfahrzeug-Gewichtsklasse mittel (M), der Kraftfahrzeug-Kategorie 1: straßenfähig, einer Sitzplatzkapazität für die Mannschaft von 6 Personen, einer Löschwassertankkapazität von 800 l, einer Leistung der eingebauten Feuerlöschpumpe von 10 bar/2.000 l/min und einem elektrischen Generator (1):


Tanklöschfahrzeug EN 1846-1 M - 1 - 6 800 - 10/2000 - 1
Benennung
Norm-Nummer
Kraftfahrzeug-Gewichtsklasse:
Kraftfahrzeug-Kategorie: straßenfähig
Sitzkapazität für die Mannschaft: 6
Löschwassertankkapazität: 800l
Leitung der eingebauten Feuerlösch-Kreiselpumpe: 10bar / 2000l/min
Besondere Ausrüstung: elektrischer Generator

3.2 Feuerwehrfahrzeug-Gruppen nach DIN EN 1846-1

Feuerlöschfahrzeuge

Löschgruppenfahrzeug: Ein Löschfahrzeug mit einer vom Fahrzeugmotor angetriebenen Feuerlöschkreiselpumpe und einer feuerwehrtechnischen Beladung. Es kann zusätzlich mit einer Tragkraftspritze ausgerüstet sein.

Die Besatzung besteht aus einer Gruppe.

LF 10	DIN 14530-5
HLF 10	DIN 14530-26
LF 20	DIN 14530-11
HLF 20	DIN 14530-27
LF 20 KatS	DIN 14530-8

Mittleres Löschfahrzeug (MLF): Ein Löschfahrzeug mit einer vom Fahrzeugmotor angetriebenen Feuerlöschkreiselpumpe und einer feuer-wehrtechnischen Beladung für eine Gruppe. Es kann zusätzlich mit einer Tragkraftspritze PFPN 10-1000 ausgerüstet sein. Die Besatzung besteht aus einer Staffel.

MLF	DIN 14530-25

Tragkraftspritzenfahrzeug: Ein Löschfahrzeug mit einer feuerwehrtechnischen Beladung für eine Gruppe mit einer Tragkraftspritze PFPN 10-1000.

TSF	DIN 14530-16
TSF-W	DIN 14530-17

Kleinlöschfahrzeug: Das Kleinlöschfahrzeug dient vornehmlich zur Bekämpfung von Kleinbränden.

Die Besatzung besteht aus einer Staffel.

KLF	DIN 14530-24

Tanklöschfahrzeug: Ein Löschfahrzeug mit einer vom Fahrzeugmotor angetriebenen Feuerlöschkreiselpumpe und/oder anderen löschtechnischen Einrichtungen, einer feuerwehrtechnischen Beladung und fest eingebauten Löschmittelbehältern.

Die Besatzung besteht aus einem Trupp.

TLF 2000	DIN 14530-18
TLF 3000	DIN 14530-22
TLF 4000	DIN 14530-21

Sonderlöschfahrzeuge

Ein Feuerwehrfahrzeug mit für die Brandbekämpfung spezieller Ausrüstung mit und ohne speziellem Löschmittel.

TroTLF	(Trockentanklöschfahrzeug)
TroLF	(Trockenlöschfahrzeug)
FLF	(Flugfeldlöschfahrzeug)

Hubrettungsfahrzeuge

Automatikdrehleiter: Ein Hubrettungsfahrzeug mit einem ausschiebbaren Ausleger in Form einer Leiter, mit oder ohne Korb, bei dem der Hubrettungssatz auf einem selbstfahrenden Fahrgestell befestigt ist.

Die Besatzung besteht aus einem Trupp oder min. Führer/-in und Maschinisten/-in.

DLA (K)	12/9	DIN EN 14043
DLA	12/9	DIN EN 14043
DLA (K)	18/12	DIN EN 14043
DLA	18/12	DIN EN 14043
DLA (K)	23/12	DIN EN 14043
DLA	23/12	DIN EN 14043

Neben den Automatikdrehleitern gibt es auch **Halbautomatikdrehleitern (DLS)**. Diese Drehleitern können jedoch nur eine Bewegung (Hubrettungssatz drehen, heben/senken oder aus-/einfahren) zurzeit ausführen.

Hubarbeitsbühne: Ein Hubrettungsfahrzeug mit einer ausschiebbaren Konstruktion mit Korb, aus einer oder mehreren starren oder teleskopierbaren, gelenk- oder scherenartigen Mechanismen oder in Kombination mit Auslegern und/oder Leitern.

HAB	DIN EN 1777

Drehleiter mit Handantrieb

Ein Feuerwehrfahrzeug (**kein** Hubrettungsfahrzeug), das vorrangig zum Retten von Menschen aus Notlagen dient. Es findet ferner auch für technische Hilfeleistungen und zur Brandbekämpfung Verwendung.

Die Besatzung besteht aus einem Trupp.

DL 16-4	DIN 14702

Rüst- und Gerätewagen

Rüstwagen: Ein Feuerwehrfahrzeug mit Allradantrieb, das zur technischen Hilfeleistung eingesetzt wird. Fest eingebaut und vom Fahrzeugmotor angetrieben ist eine Zugeinrichtung mit maschinellem Antrieb und ein Stromerzeuger. Der Rüstwagen hat eine feuerwehrtechnische Beladung und einen eingebauten oder angebauten Lichtmast.

Die Besatzung besteht aus einem Trupp oder min. Führer/-in und Maschinisten/-in.

RW	DIN 14555-3
VRW	*Vorausrüstwagen*

Gerätewagen: Ein Feuerwehrfahrzeug, das zum Bereitstellen von Geräten für technische Hilfeleistungen eingesetzt wird.

Die Besatzung besteht aus einem Trupp.

GW-Li	*Gerätewagen Licht*
GW-W	*Gerätewagen Wasserrettung*
GW-A	*Gerätewagen Atemschutz*

Krankenkraftwagen der Feuerwehr

Krankenkraftwagen der Feuerwehr: Ein Kraftfahrzeug das von Feuerwehrpersonal betrieben wird und für die Versorgung und den Transport von Patienten konstruiert ist. Es darf auch andere Einrichtungen für den speziellen Gebrauch durch die Feuerwehr einschließen.

Ihre Besatzung besteht aus dem Personal im Rettungsdienst und gegebenenfalls dem Notarzt.

KTW	DIN EN 1789 Typ A1 / A2
Notfallkrankenwagen	DIN EN 1789 Typ B
RTW	DIN EN 1789 Typ C
NEF	DIN 75079

Großraum-Krankentransportwagen

Gerätefahrzeuge Gefahrgut

Gerätefahrzeug Gefahrgut: Ein Feuerwehrfahrzeug mit einer Ausrüstung zur Begrenzung von Schäden für die Umwelt, z. B. bei:

- Gefahr einer Umweltverschmutzung;
- Chemischer Gefahr;
- Gefahr durch radioaktive Stoffe;
- Biologischer Gefahr;
- Bergung

GW–G	DIN 14555-12
GW-Dekon	*Gerätewagen Dekontamination*
GW-Mess	*Gerätewagen Messtechnik*

Einsatzleitfahrzeuge

Einsatzleitfahrzeug: Ein Feuerwehrfahrzeug, ausgestattet mit Kommunikationsmittel und anderer Ausrüstung zur Führung taktischer Einheiten.

KdoW	DIN 14507-5
ELW 1	DIN 14507-2
ELW 2	DIN 14507-3

Mannschaftstransportfahrzeuge

Mannschaftstransportfahrzeug: Geeignet zur Beförderung von Feuerwehrpersonal und dessen persönlicher Ausrüstung.

MTF	Mannschafts-transportfahrzeug

Nachschubfahrzeuge

Nachschubfahrzeug: Ein Feuerwehrfahrzeug zur Beförderung von Ausrüstung, Löschmitteln und sonstigen Gütern zur Versorgung einer eingesetzten Einheit.

GW-L1	DIN 14555-21
GW-L2	DIN 14555-22
MZF	*Mehrzweckfahrzeug*
SW - KatS	BBK-Pflichtenheft

Sonstige spezielle Kraftfahrzeuge

Feuerwehrkran: Ein Kranfahrzeug mit zusätzlicher feuerwehrtechnischer Ausstattung. Er dient zum Bewegen schwerer Lasten beim Retten von Menschen und bei technischer Hilfeleistung.

Die Besatzung besteht aus mindestens einem Trupp.

FwK

Feuerwehrboot: Ein Wasserfahrzeug der Feuerwehr. Es dient zu Rettungseinsätzen, zur Brandbekämpfung und zu technischen Hilfeleistungen auf oder an Gewässern.

RTB 1	DIN 14961
RTB 2	DIN 14961
MZB	DIN 14961

Ambulanzboot

Wechselladerfahrzeug: für den Transport von Abrollbehältern, bestehend aus einem Fahrgestell mit Fahrerhaus zur Aufnahme einer Besatzung und einer fest auf dem Fahrgestell montierten Wechsellader-Einrichtung, die zum Transport des jeweiligen Abrollbehälters dient.

WLF DIN 14505

Abrollbehälter für z. B.
- Atemschutz
- Einsatzleitung
- Dekontamination
- Gefahrgut
- Gewässerschutz
- Tank
- Löschmittel
- Öl
- Rüstmaterial
- Schaummittel
- Schläuche

Niedersächsisches Landesamt für Brand und Katastrophenschutz
NLBK

4 Feuerlöschkreiselpumpen

Die Feuerlöschkreiselpumpe dient vorwiegend zur Förderung von Löschwasser. Sie ist geeignet für den Einbau in Tragkraftspritzen und Löschfahrzeugen.

4.1 Prinzip einer Feuerlöschkreiselpumpe

In der Feuerlöschkreiselpumpe befindet sich ein Laufrad, welches durch den Motor angetrieben wird und dem Wasser Bewegungsenergie zuführt. Vereinfacht gesagt, wird das Wasser durch die Zentrifugalkraft nach Außen geschleudert, wo es durch ein Gehäuse aufgefangen und weitergeleitet wird.

Dieses Prinzip haben viele schon unbewusst angewendet, nämlich in dem Moment in dem man einen Eimer Wasser um sich selbst herum geschleudert hat. In diesem Fall wurde das Wasser durch die Zentrifugalkraft gegen den Eimerboden gedrückt und ist nicht aus dem Eimer herausgelaufen. Aus demselben Prinzip steigt beim Umrühren eines Getränks dieses an der Glaswand nach oben und in der Mitte entsteht ein Tal.

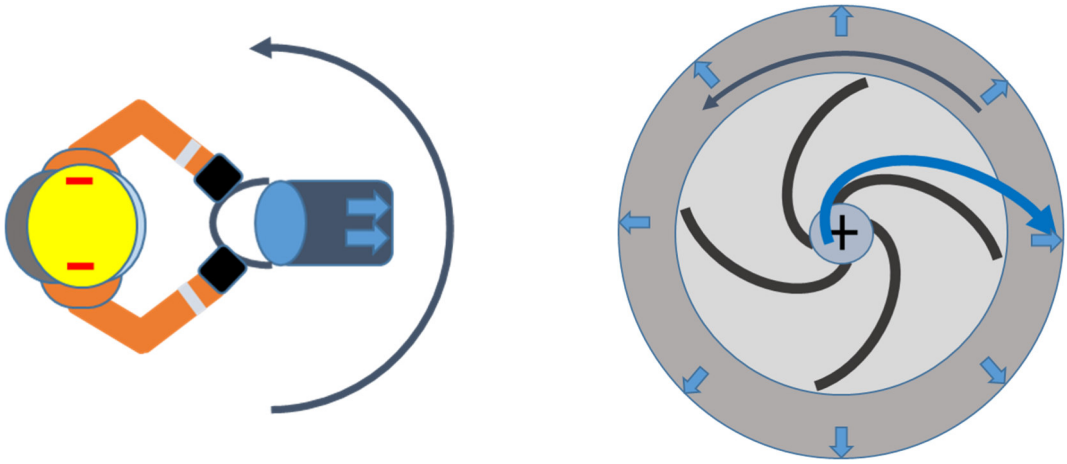


Abbildung 1: Prinzip der Druckerzeugung in einer Kreiselpumpe

Um das Prinzip der Pumpe zu vervollständigen, müsste noch zusätzlich ein Loch in den Boden des Eimers gebohrt werden. Dann könnte man erkennen, dass die Druckenergie die am Boden des Eimers erzeugt wird wieder in Bewegungsenergie umgewandelt werden kann.

4.2 Einteilung der Feuerlöschkreiselpumpen

Feuerlöschkreiselpumpen nach DIN 14 420 (alte Norm)

Die Feuerlöschkreiselpumpen (FP) werden nach DIN 14 420 in den folgenden Größen bei der Feuerwehr eingesetzt:

FP	2/5	FP	4/5	FP	8/8
FP	16/8	FP	24/8	FP	32/8

Für den Lenzbetrieb gibt es die Lenzkreiselpumpe (LP):

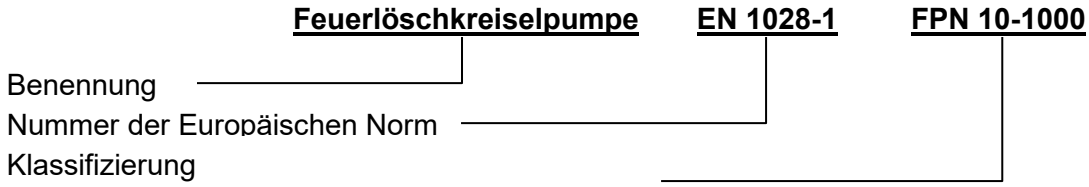
LP 24/3

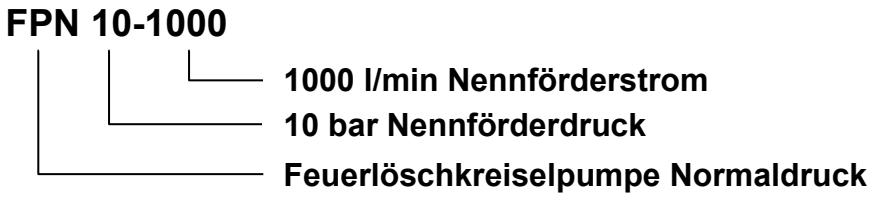
Feuerlöschkreiselpumpen nach EN 1028-1 (neue Norm)

Die Europäische Norm EN 1028-1 hat den Status einer Deutschen Norm und enthält insgesamt 12 verschiedene Pumpentypen mit unterschiedlichen Nennförderdrücken und Nennförderströmen, davon eine Hochdruckpumpe mit einem Nennförderdruck von 40 bar.

Feuerlöschkreiselpumpen, die dieser Europäischen Norm entsprechen, müssen wie im folgenden Beispiel gekennzeichnet werden:

Bezeichnung einer Feuerlöschkreiselpumpe nach EN 1028-1 mit einem Nennförderdruck von 10 bar, einem Nennförderstrom von 1.000 l/min und 3 m geodätischer Saughöhe.





Feuerlöschkreiselpumpen werden unterteilt in:

1. Normaldruckpumpen

FPN = Ein- oder mehrstufige Feuerlöschkreiselpumpen für Betriebsdrücke bis 20 bar

2. Hochdruckpumpen

FPH = Feuerlöschkreiselpumpen bis 54,5 bar

Gängige Feuerlöschkreiselpumpen bei der Feuerwehr nach EN 1028-1

Kurzbezeichnung	**Nennförderdruck bar**	**Nennförderstrom l/min**
FPN 10 – 1000	10	1000
FPN 10 – 2000	10	2000

Vergleich DIN 14420 / DIN EN 1028

Den bisherigen Pumpentypen nach DIN 14420 werden folgende neue Typen nach DIN EN 1028 zugeordnet:

Tabelle 1 Leistungsvergleich DIN 14420/ DIN EN 1028

DIN 14420 (alt)	**DIN EN 1028-1 (neu)**
FP 8/8	FPN 10-1000
FP 16/8	FPN 10-1500
FP 24/8	FPN 10-2000

4.3 Aufbau und Funktion

Bestandteile einer Feuerlöschkreiselpumpe

- Pumpengehäuse mit Entwässerungshahn
- Pumpendeckel mit Festkupplung und Sieb
- Druckstufen (1-stufig oder 2-stufig)
    - Laufrad
    - Leitapparat
- Spaltring
- Laufradwelle (Pumpenwelle)
- Laufradwellenlager
- Laufradwellenabdichtung
- Absperreinrichtung
- Druckmessgeräte

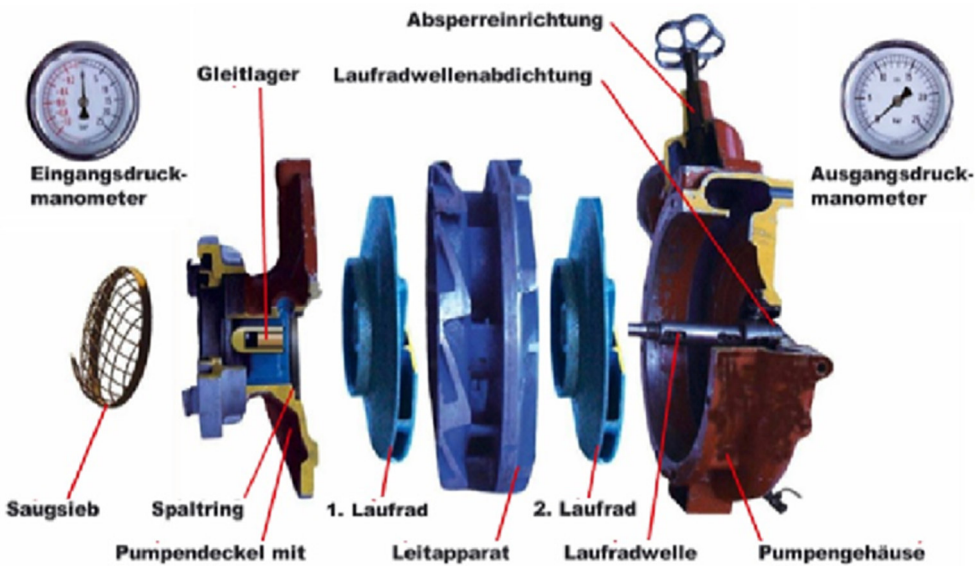


Abbildung 2 Pumpenbauteile

Der **Pumpendeckel**, verschließt das Pumpengehäuse und nimmt das Gleitlager für die Pumpenwelle auf. Außerdem ist an dem Pumpendeckel eine **Festkupplung** montiert an der der Pumpe das Wasser zugeführt wird. Zum Schutz der Pumpe wird im Saugeingang ein **Saugsieb** montiert welches die Pumpe vor Fremdkörpern schützt.

Die **Druckstufe** enthält das **Laufrad** welches dem Wasser die Bewegungsenergie zuführt und einen Leitapparat. Der **Leitapparat** lenkt das von dem Laufrad abströmende Wasser um und bremst es zum Teil auch ab.

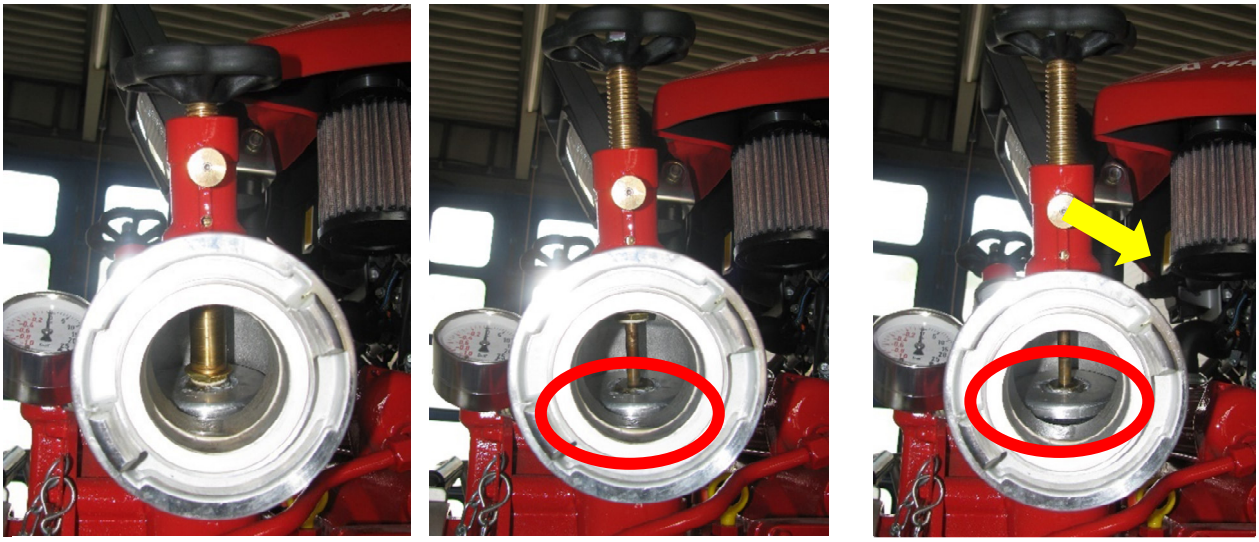


Abbildung 3: Absperreinrichtung (Funktion des federbelasteten Niederschraubventils)

Die **Spaltringe** dienen als Abdichtung zwischen der Druck und der Saugseite .bzw. der Rückseite des Laufrades. Was bedeutet, dass bei einem Verschleiß der Spaltringe das Wasser zum Teil direkt von der Druck zur Saugseite zurück fließen kann. Dadurch erreicht die Pumpe nicht mehr Ihre volle Leistung. Ob die Spaltringe defekt sind kann der Gerätewart durch die sogenannte Schließdruckprüfung überprüfen.

Das **Pumpengehäuse** nimmt das Laufradwellenlager und die Wellendichtung auf und umschließt die Druckstufe. Das Gehäuse ist als sogenanntes Spiralgehäuse (Schneckenförmig) geformt, um das aus der Druckstufe ausströmende Wasser zu sammeln und zu den Abgängen zu leiten. Die Gehäuseform dient auch dazu, das Wasser welches aus der Druckstufe mit hoher Geschwindigkeit ausströmt zu verlangsamen und damit die Bewegungsenergie in Druck umzuwandeln..

Die **Laufradwellenabdichtung** dient dazu, das Pumpengehäuse an der Laufradwelle abzudichten.
Sie kann in verschiedenen Varianten ausgeführt sein. (Stopfbuchse, Gleitringdichtung, Radialdichtring)

Der **Entwässerungshahn** dient zum Entleeren der Pumpe nach dem Betrieb

Der **Belüftungshahn** dient dazu, beim Entwässern das Nachströmen von Luft in das Pumpengehäuse zu ermöglichen. Somit kann kein Unterdruck entstehen der das Entwässern verzögert.

Als **Absperreinrichtung** sind an der Pumpe für die Druckabgänge zum Verteiler **federbelastete Niederschraubventile** verbaut. Diese öffnen sich nur, wenn der Maschinist die Spindel am Handrad (nicht Fingerrad) aufgedreht hat und bei Wasserabnahme das Wasser den Ventilteller gegen die Federkraft anhebt. Um eventuell die Pumpe von außen zu befüllen zu können, kann die Spindel über den sogenannten Federsperrbolzen entriegelt werden um den Ventilteller einige Millimeter anzuheben. An den anderen Abgängen wie z.B. Tankfüllleitungen oder an der Einrichtung zur schnellen Wasserabgabe eines Löschfahrzeuges sind auch andere Absperreinrichtungen vorzufinden.

An der Pumpe sind zwei **Druckmessgeräte** verbaut. Eines auf der Saugseite und eines auf der Druckseite. Diese dienen dem Maschinisten zur Überprüfung, ob er genügend Druck für den Trupp am Strahlrohr bereitstellt und bei richtiger Deutung der Anzeige zur Fehlersuche bei der Wasserförderung. Das Saugseitige Druckmessgerät verfügt über einen negativen Bereich für den Unterdruck (rote Skala) und einen positiven Bereich für die Wasserzuführung mit Druck (schwarze Skala)



Abbildung 4 Eingangsdruckmessgerät



Abbildung 5 Ausgangsdruckmessgerät

Entlüftungseinrichtungen

Feuerlöschkreiselpumpen sind bedingt durch ihre Bauart nicht in der Lage, einen ausreichenden Unterdruck auf der Saugseite zu erzeugen. Hierfür werden extra Entlüftungseinrichtungen verwendet. Als Entlüftungseinrichtungen bei Feuerlöschkreiselpumpen werden folgende Typen verwendet:

- Handkolben-Entlüftungspumpe (nur bei FP 2/5 und FP 4/5)
- Flüssigkeitsring-Entlüftungspumpe
- Auspuff-Ejektor (Gasstrahler)
- Kolben-Entlüftungspumpen
- Membran-Entlüftungspumpen

Handkolben Entlüftungspumpe

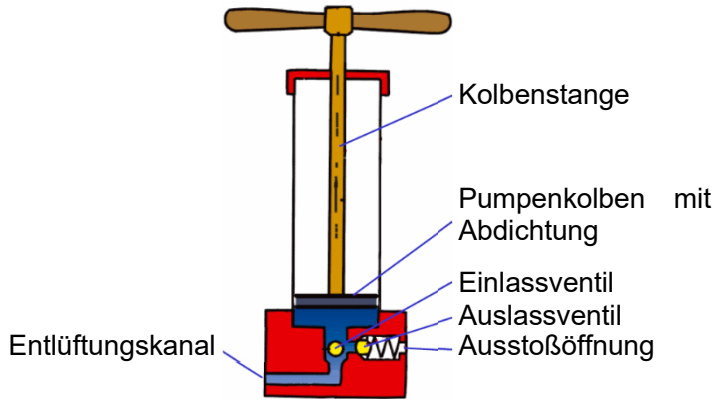


Abbildung 6 Handkolben-Entlüftungspumpe

Flüssigkeitsring Entlüftungspumpe

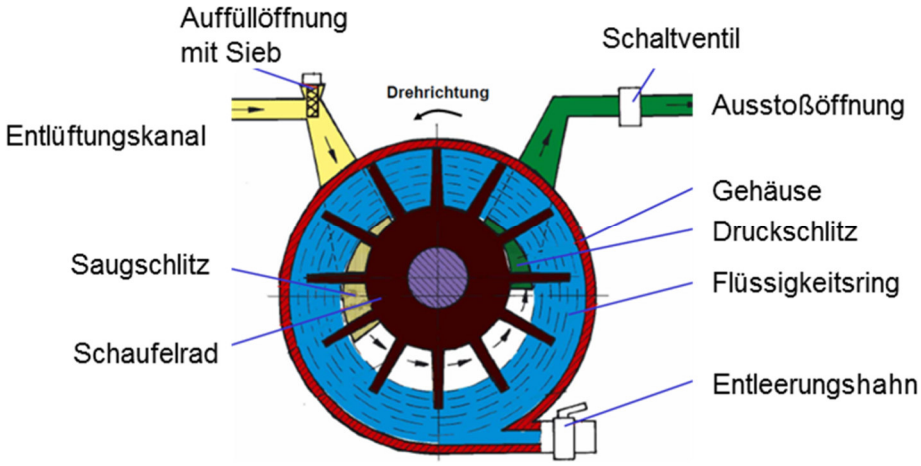


Abbildung 7 Flüssigkeitsringentlüftungspumpe

Niedersächsisches Landesamt für Brand und Katastrophenschutz
NLBK

Auspuff-Ejektor (Gasstrahler)

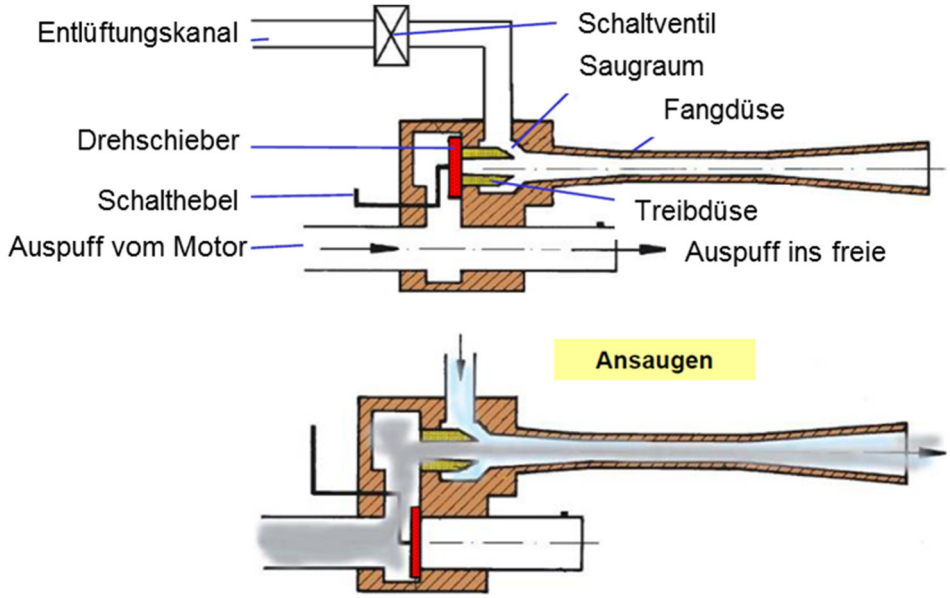


Abbildung 8 Prinzip Auspuffejektor-Entlüftungseinrichtung

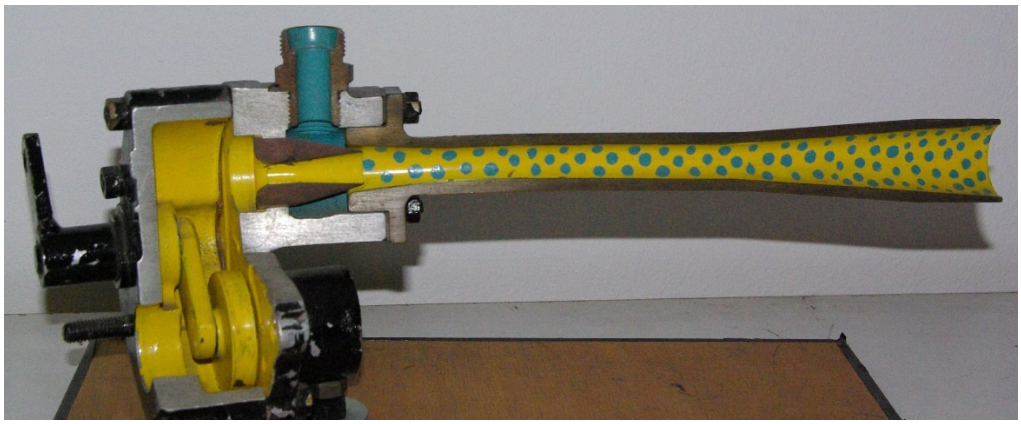
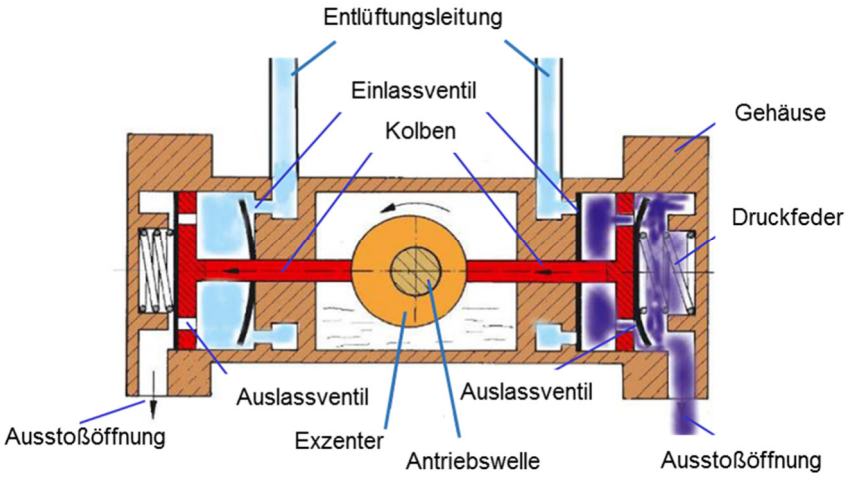


Abbildung 9 Schnittmodell Auspuffejektor

Kolbenentlüftungspumpen



Membranentlüftungspumpen

Abbildung 10 Kolbenentlüftungspumpe

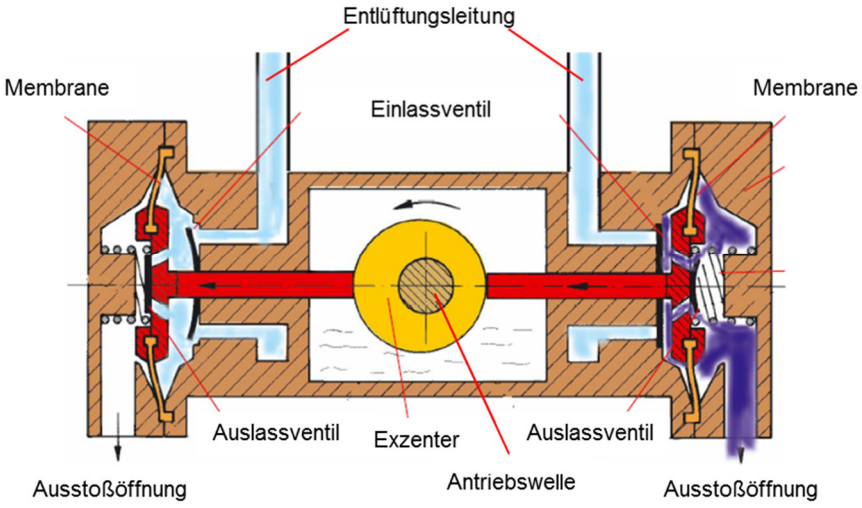


Abbildung 11 Membranentlüftungspumpe

Hinweis:
Wenn die Entlüftungseinrichtung einer FP ausfällt, kann die Entlüftung (von Hand) erfolgen:

- Saugleitung mit Wasser füllen und am Saugstutzen der FP ankuppeln (Rückschlagklappe am Saugkorb muss schließen).
- Fülltrichter bzw. Stützkrümmer(tatsächlich nur bei Tragkraftspritzen möglich) an einem Druckstutzen ankuppeln
- Niederschraubventil nach Ziehen des Arretierungsstiftes bis zum Anschlag öffnen
- Pumpe mit Wasser füllen.

Bei Fahrzeugen mit Wassertank, können die Saugleitung und die Pumpe über den Tank gefüllt werden.

Niedersächsisches Landesamt
für Brand und Katastrophenschutz
NLBK

4.4 Pumpenprüfungen

Die Feuerlöschkreiselpumpen werden regelmäßig durch den Gerätewart geprüft, um ihre Funktionssicherheit zu gewährleisten. (Siehe hierzu auch GUV-G 9102 – Prüfgrundsätze für Ausrüstung und Geräte der Feuerwehr)
Zusätzlich zu den Prüfungen die der Gerätewart durchführt, soll der Maschinist nach jeder Nutzung der Pumpe eine Trockensaugprüfung durchführen.

Trockensaugprüfung

Die Trockensaugprüfung wird zur Kontrolle der Dichtheit bei Unterdruck und zur Funktionsüberprüfung der Entlüftungseinrichtung durchgeführt.
Diese Prüfung ist in folgenden Abständen durchzuführen (soweit es vom Hersteller keine anderen Vorgaben gibt):

- Mindestens ¼-jährlich
- Nach jeder Nutzung
- Nach Reparaturen bzw. Wartungsarbeiten an der FP

Hinweise zur Durchführung der Trockensaugprüfung:

– Kreiselpumpe in Betrieb setzen und der Betriebsanleitung entsprechend Gas geben,
– B-Blindkupplungen abnehmen,
– Pumpe entwässern,
– Sämtliche Niederschraubventile, Kugelhähne und Ablasshähne schließen,
– Sauganschluss mit Blindkupplung verschließen,
– Entlüftungseinrichtung betätigen und Eingangsdruckmessgerät beobachten,
– **Innerhalb von 30 Sekunden muss ein Unterdruck von mindestens 0,8 bar erzeugt werden,**
– Entlüftungseinrichtung ausschalten, Gashebel auf Leerlauf stellen und Motor abstellen
– **Eingangsdruckmessgerät beobachten; Unterdruck darf innerhalb einer Minute höchstens um 0,1 bar abfallen.**

Druckprüfung (durch den Gerätewart)

Wenn die Prüfbedingungen der Trockensaugprobe nicht erfüllt werden, kann der Gerätewart eine Druckprüfung durchführen, um die undichte Stelle zu finden.

Hinweise zur Durchführung der Druckprüfung

– sämtliche Niederschraubventile, Kugelhähne und Ablasshähne schließen,
– Sammelstück anschließen,
– Wasser mit Druck in den Saugstutzen leiten, nicht über 6 bar Druck (von einem Hydranten oder einer 2. Pumpe)
– Niederschraubventile kurz öffnen, damit das Luftpolster entweicht,
– Pumpe beobachten, ob Wasser austritt.

Leistungsprüfung

Die Leistungsprüfung muss jährlich durchgeführt werden. Sie dient zur Kontrolle der Garantiepunkte. Die Prüfung erfolgt in der Regel an einer FTZ, da für diese Prüfung Prüfbrunnen oder ein Pumpenprüfstand benötigt wird.

Tabelle 2 Garantiepunkte DIN 14420

Garantiepunkte der FP 8/8, FP 16/8, FP 32/8			
	Förderstrom in l/min	Förderdruck in bar	$H_{S\ geo}$ [3)]
1	Nennförderstrom	8	3 m
2	½ Nennförderstrom	12	3 m
3	½ Nennförderstrom	8	7,5 m

3) Hs_{geo}= geodätische Saughöhe

Hinweise zur Durchführung der Leistungsprüfung:

- Pumpe so aufstellen, dass die Nennsaughöhe (Hs_{geoN}) ca. 3m beträgt
- Pumpe einsatzbereit machen
- Strahlrohre entsprechend der benötigten Förderstroms an die Pumpe, möglichst direkt anschließen – Siehe hierzu Tabelle: „Wasserlieferungstabelle aus Strahlrohrmundstücken nach DIN 14 200“ – Kapitel 10 in dieser Unterlage.
- Inbetriebnahme der Pumpe
- Drehzahl des betriebswarmen Motors erhöhen
- Kontrollieren ob der geforderte Ausgangsdruck erreicht wir

Beispiel:

Leistungswerte nach DIN EN 1028 und DIN 14420 im Vergleich

Tabelle 3 Vergleich Garantiepunkte

	Garantiepunkte					
	1		**2**		**3**	
	FP	**FPN**	**FP**	**FPN**	**FP**	**FPN**
	8/8	**10-1000**	**8/8**	**10-1000**	**8/8**	**10-1000**
Geodätische Saughöhe H_{Sgeo} [m]	**3**		**3**		**7,5**	
Förderstrom Q_N [min^{-1}]	**800**	**1.000**	**> 400**	**> 500**	**> 400**	**> 500**
Förderdruck [bar]	**8**	**10**	**12**	**12**	**8**	**10**

Schließdruckprüfung

Die Schließdruckprüfung wird jährlich durchgeführt. Sie dient zur Kontrolle des max. Ausgangsdrucks bei geschlossenem Druckausgang. Die Prüfung wird im Saugbetrieb mit einer geodätischen Nennsaughöhe von 3m durchgeführt Die Durchführung geschieht durch den Gerätewart bzw. die Mitarbeiter der FTZ

Hinweise zur Durchführung der Schließdruckprüfung:

- Blindkupplungen abnehmen,
- sämtliche Niederschraubventile, Kugelhähne und Ablasshähne schließen,
- Kreiselpumpe in Betrieb setzen und der Betriebsanleitung entsprechend Gas geben,
- Entlüftungseinrichtung betätigen,
- Niederschraubventile leicht öffnen,
- Wasser aus den Niederschraubventilen ausströmen lassen (Pumpe muss
- vollkommen mit Wasser gefüllt sein),
- Drehzahl zurücknehmen,
- Niederschraubventile schließen,
- Motor kurzzeitig auf Höchstdrehzahl bringen.

Der Schließdruck muss bei Feuerlöschkreiselpumpen mit **Nennförderdrücken von 10 bar** (z.B. FPN 10-1000) **zwischen 10 bar und max. 17 bar** liegen. Eine Überschreitung des Grenzdruckes von 17 bar darf nicht möglich sein.
Bei Feuerlöschkreiselpumpen mit **Nennförderdrücken von 8 bar** (z.B. FP 8/8) muss der **Schließdruck zwischen 14 bar und 16 bar** liegen.

Achtung: Bei längeren Laufzeiten erwärmt sich das Wasser in der Pumpe sehr schnell!

4.5 Saugvorgang

Lufthülle

Die Erdkugel ist von einer Lufthülle (Atmosphäre) umgeben. Sie ist viele Kilometer hoch und wird zum Erdmittelpunkt hin angezogen. Sie übt somit einen Druck auf die Erdoberfläche aus, hat also ein „Gewicht". In Meereshöhe lastet bei normalem Luftdruck auf jedem cm² der Erdoberfläche (NN)eine Luftsäule mit einem Gewicht von 1,033 kg = Gewicht einer Wassersäule (bei + 4° C) mit 1 cm² Grundfläche und 10,33 m Höhe.

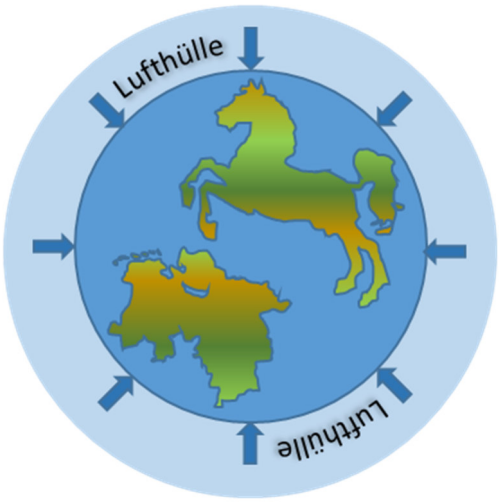


Abbildung 12 Lufthülle

Entlüften

„Saugen" ist nichts anderes als das Luftleermachen („Entlüften") eines Hohlkörpers (z. B. der Saugleitung). Innerhalb und außerhalb der Saugleitung herrscht der Luftdruck der Umgebung, es besteht Gleichgewicht. Durch Entlüften der Saugleitung verringert sich der Luftdruck (Luftgewicht) in der Saugleitung, das Gleichgewicht wird gestört. Der außerhalb der Saugleitung auf die Wasseroberfläche wirkende Luftdruck pflanzt sich im Wasser nach allen Richtungen gleichmäßig fort (also auch nach oben!). Er drückt nun das Wasser in der Saugleitung hoch, bis das Gleichgewicht zwischen „innen" und „außen" wieder hergestellt ist. Daher ist der „**Saug**vorgang" in Wirklichkeit ein **Druck**vorgang.

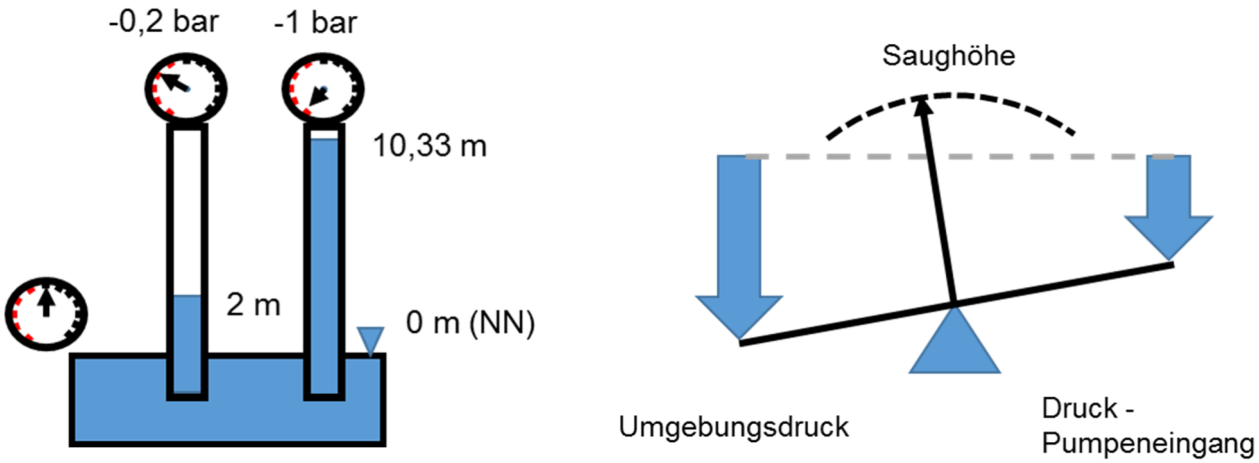


Abbildung 13 Abhängigkeit Druck und Saughöhe

Theoretische Saughöhe

Bei völliger Entlüftung der Saugleitung würde die Wassersäule auf Meereshöhe bei einem Luftdruck von 1013 hPa und bei + 4° C Wassertemperatur in einer Saugleitung 10,33 m hochgedrückt (theoretische Saughöhe). Die theoretische Saughöhe ändert sich,

- **wetterbedingt** bei fallendem (Saughöhenabnahme) oder steigendem (Saughöhenzunahme) Luftdruck, (Tiefdruck- und Hochdruckgebiete)
- **bei zunehmender Höhenlage** (Saughöhenabnahme) über Meereshöhe, da dadurch die Luftsäule niedriger und damit der Luftdruck geringer wird und
- **bei steigender Wassertemperatur** (Saughöhenabnahme), durch zunehmende Wasserdampfbildung. Da die Verdampfungstemperatur des Wassers wiederum vom Luftdruck bzw. von der Höhenlage abhängig ist (auf dem Torfhaus siedet Wasser „früher" als in Loy), bildet sich in der Saugleitung mehr Wasserdampf mit größerer Höhenlage, niedrigerem Luftdruck und größerer Wassertemperatur. Wasserdampfgegendruck = Bremswirkung = Saughöhenverlust.

Saughöhenverluste

Die jeweils wetterbedingt sowie durch Höhenlage und Wassertemperatur bestimmte theoretische Saughöhe ist in der Praxis wegen folgender Verluste nicht erreichbar:

- **Beschleunigungsverlust** – das Wasser muss aus dem Ruhezustand in Bewegung versetzt werden (Umsetzen von Druck in Bewegung, die dazu nötige Energie „liefert" der Luftdruck der Umgebung).
- **Unvollkommene Entlüftung** – Wirkungsgrad der Entlüftungseinrichtung und Undichtigkeiten (z. B. Saugleitung), meist erst bei fortschreitender Entlüftung bemerkbar, lassen vollkommene Luftleere in der Regel nicht zu.
- **Bewegungswiderstände** – Strömungswiderstände im Saugkorb, bei Verengungen und an Krümmungen der Saugleitung, sowie Reibungswiderstand der Innenwandung der Saugleitung verursachen weitere Verluste.

Deshalb: Saugleitung so kurz und gerade als möglich!

Praktische Saughöhe

Die Saughöhenverluste betragen rund 15 % der jeweiligen theoretischen Saughöhe. Höchste praktische Saughöhe in Meereshöhe bei einem Luftdruck von 1013 hPa und bei + 4° C Wassertemperatur: 10,33 m - 1,55 m (= 15 % Verluste) = 8,78 m.

Für überschlägige Rechnungen gilt:
Ortsbarometerstand in hPa : 100 = theoretische Saughöhe in m.

Beispiel: **Ortsbarometerstand 970 hPa, Wassertemperatur 20° C**

theoretische Saughöhe bei + 4° C:	970 : 100 = 9,70 m
Abnahme bei + 20° C	- 0,24 m
verbleibende theoretische Saughöhe:	= 9,46 m
davon 15 % Verluste:	- 1,42 m
praktische Saughöhe:	= **8,04 m**

Geodätische Saughöhe

Geodätische Saughöhe = senkrechter Abstand zwischen Wasseroberfläche und Mitte Pumpenwelle.

Manometrische Saughöhe

Wird vom Eingangsdruck-Messer auf roter Skala (0 bis -1 bar) angezeigt. Beim Fördervorgang in der Regel größer als geodätische Saughöhe, da sie auch die Saughöhenverluste anzeigt. Stellt sich bei ruhender Wassersäule auf geodätische Saughöhe ein.
Im Pumpenbetrieb können sich folgende Änderungen der manometrischen Saughöhe zeigen:

Manometrische Saughöhe steigt, Ausgangsdruck fällt leicht:

- Saugkorb verstopft
- Rückschlagorgan im Saugkorb verschließt den Durchfluss
- Sieb im Sauganschluss der Pumpe verstopft
- Innengummierung in Saugleitung lose, klappt zusammen



Abbildung 14 Manometer bei verlegtem Saugkorb

Niedersächsisches Landesamt
für Brand und Katastrophenschutz
NLBK

Manometrische Saughöhe steigt, Ausgangsdruck fällt stark:
Förderstrom hat zugenommen, weil

- Schlauch in der Förderstrecke geplatzt ist
- Wasserentnahme in der Strahlrohrstrecke gestiegen ist
- das Druckbegrenzungsventil angesprochen hat und Wasser abgibt



Abbildung 15 Manometer bei Erhöhung der Wasserabgabe

Manometrische Saughöhe fällt, Zeiger flattert:
Pumpe „zieht" Luft, weil

- Saugdichtringe in der Saugleitung oder im Sauganschluss undicht sind
- Saugkorb nicht tief genug im Wasser eingetaucht (mindestens 30 cm!) ist
- Luftpolster in der Saugleitung ist (Saugleitung überhöht verlegt – Bogen der Saugleitung höher als der Sauganschluss).

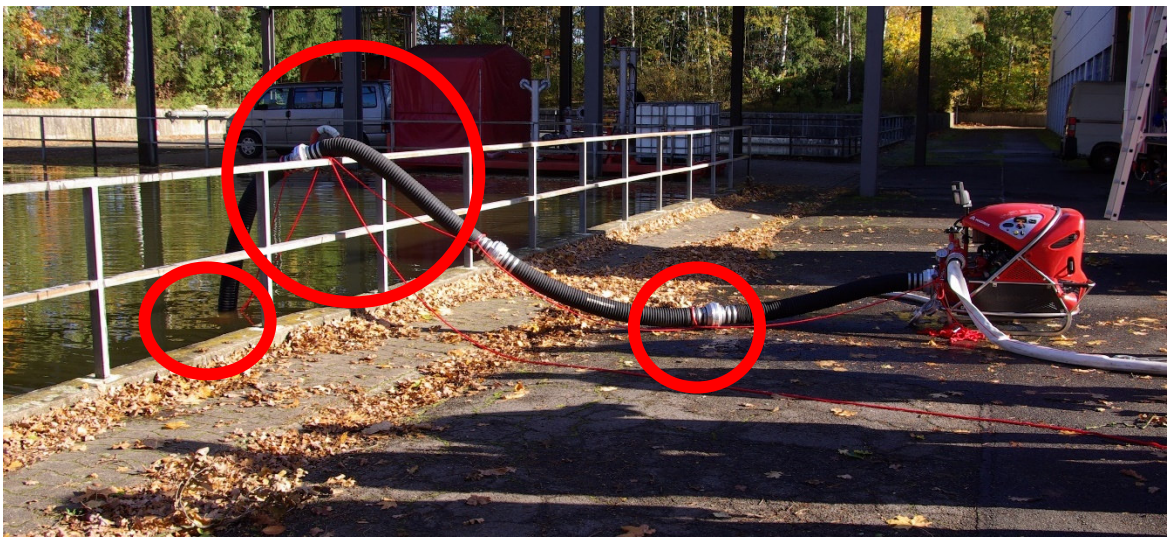


Abbildung 16 Möglichkeiten für das Ansaugen von Luft



Abbildung 17 Manometer beim Ansaugen von Luft

4.6 Störungen

Kavitation

Kavitation ist die Bildung von Dampfblasen in Flüssigkeiten bei niedrigem Druck.

Entstehung der Kavitation:
Wenn eine Feuerlöschkreiselpumpe mehr Wasser fördern soll als überhaupt zufließen kann, dann entsteht vor dem Laufrad im Pumpengehäuse ein übermäßig hoher Unterdruck (Hohlsog). Hierbei kommt es zur Dampfblasenbildung. Sobald die Dampfblasen im Laufrad weiter wandern und in Richtung Druckseite der Pumpe kommen kondensiert der Wasserdampf wieder. Bei deren Kondensation entstehen sehr hohe Drücke und Temperaturen. Dies führt zu Schäden an Laufrädern und Leitapparat der Pumpe. Als Vorstellung kann man sich die Ausdehnung des Wasserdampfes bei einem Schornsteinbrand vorstellen, nur dass es hier umgekehrt verläuft.

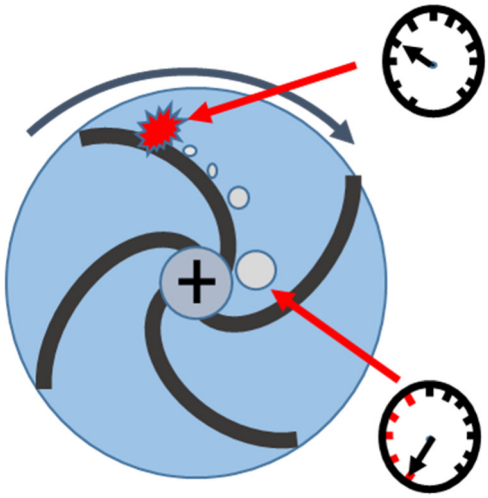


Abbildung 18 Pumpenprinzip

Erkennung der Kavitation:
- Auftreten unüblicher Pumpengeräusche
- Unterdruck steigt stark an
- Ausgangsdruck sinkt stark ab
- Starke Abweichung zwischen manometrischer und geodätischer Saughöhe



Abbildung 20 Manometer bei Kavitation



Abbildung 19 Kavitationsschäden

Maßnahmen zur Vermeidung von Kavitation:
- Saughöhen über 7,50 m vermeiden
- Nicht mit freiem Auslauf arbeiten
- Drehzahl der Feuerlöschkreiselpumpe und Fördermenge reduzieren
- Verschmutzung im Saugbereich beseitigen
  Saugschläuche und -korb auf freien Durchfluss kontrollieren

Wassererwärmung in der Feuerlöschkreiselpumpe

Entstehung:
Feuerlöschkreiselpumpe in Betrieb, aber keine Wasserabgabe.

Achtung Verbrühungsgefahr!

Gegenmaßnahmen:
Für ausreichende Wasserabgabe sorgen ggf. Tankkreislauf durchführen

Je nach Hersteller kann bei PFPN und TS die Motorkühlung mit Hilfe eines Wärmetauschers über das geförderte Wasser im Pumpengehäuse erfolgen. Somit kann es bei längeren Laufzeiten ohne Wasserabgabe zu einer starken Erwärmung des Motorkühlwassers kommen.

5 Motorenkunde

5.1 Ottomotor

Ottomotor, 4-Takt

Dieser Motortyp wird bei den meisten Tragkraftspritzen verwendet. Als Kraftstoffart benötigt dieser Motor Ottokraftstoff – nach Herstellerangabe. Beim Befüllen mit Kraft- und Schmierstoffen sind die Herstellerhinweise zu beachten.

Ottomotor, 2-Takt

Dieser Motortyp wird bei den meisten kraftbetriebenen Geräten und bei einigen Tragkraftspritzen verwendet. Als Kraftstoffart benötigt dieser Motor ein Gemisch aus Benzin und 2-Takt Öl, hinsichtlich des Mischungsverhältnisses (1:50 oder 1:25) sind die Herstellerhinweise zu beachten. Je nach Hersteller kann der Motor über eine sogenannte Frischölschmierung verfügen. In diesem Fall verfügt der Motor über einen Kraftstofftank und einen Mischölbehälter. Die Mischung erfolgt in diesem Fall automatisch.

5.2 Dieselmotor

Dieser Motortyp wird bei den meisten Feuerwehrfahrzeugen verwendet. Als Kraftstoffart benötigt dieser Motor Dieselkraftstoff. Hinsichtlich der zu verwendenden Schmierstoffe sind die Herstellerhinweise zu beachten.

5.3 Elektromotoren

Dieser Motortyp wird bei zahlreichen Arbeitsgeräten verwendet. Im Einsatz sind die Anschlusswerte zu beachten!

6 Wasserförderung

6.1 Allgemeines

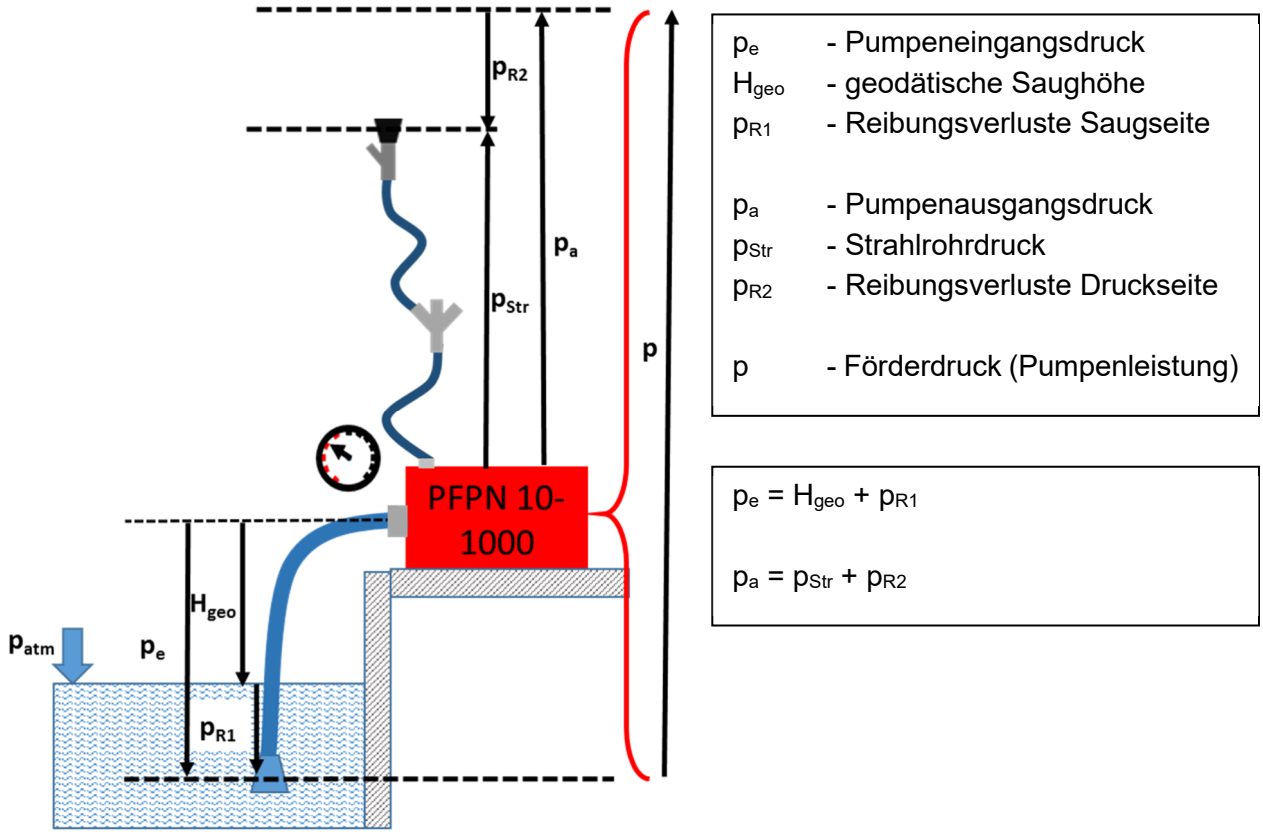
Bei der Löschwasserentnahme wird unterschieden zwischen

- Wasserzuführung zur FP mit Druck und
- die Wasserzuführung zur FP ohne Druck

Das Ziel bei jeder Art der Wasserförderung ist, dass den Trupps ausreichend Druck am Strahlrohr bereitgestellt wird. Dies ist wichtig, damit die Funktion der Strahlrohre und somit die Sicherheit der Trupps gewährleistet wird. Daher sollten sich die Maschinisten zur Vorbereitung auf kommende Einsätze mit den Armaturen in der Ortsfeuerwehr vertraut machen. Besonders im Bereich der Hohlstrahlrohre sollte darauf geachtet werden mit welchem Betriebsdruck diese betrieben werden sollen.

Wasserzuführung ohne Druck

Bei Nutzung von Wasserentnahmestellen der unabhängigen Löschwasserversorgung (offene Gewässer, Löschwasserbrunnen, unterirdische Löschwasserbehälter etc.) und bei „offenen Schaltreihen“ (siehe 6.3) arbeiten Feuerlöschkreiselpumpen im *Saugbetrieb*
(Anzeige des Eingangsdruckmessers im roten Bereich; Negativ-Werte = Unterdruck).



p_e	- Pumpeneingangsdruck
H_{geo}	- geodätische Saughöhe
p_{R1}	- Reibungsverluste Saugseite
p_a	- Pumpenausgangsdruck
p_{Str}	- Strahlrohrdruck
p_{R2}	- Reibungsverluste Druckseite
p	- Förderdruck (Pumpenleistung)

$p_e = H_{geo} + p_{R1}$

$p_a = p_{Str} + p_{R2}$

Abbildung 21 Drücke bei Wasserzuführung ohne Druck

Niedersächsisches Landesamt
für Brand und Katastrophenschutz
NLBK

Neben der Bedienung der Pumpe, muss der Maschinist zusätzlich den Saugkorb, die Leinen und ggf. den Schutzkorb für den Wassertrupp bereitstellen. Beim Anschlagen der Halteleine sollte auf einen ausreichenden Festpunkt geachtet werden. Dies ist zum Beispiel zu beachten, falls eine TS an einem Gewässer mit starker Strömung eingesetzt wird.

Wasserzuführung mit Druck

Bei der Wasserentnahme aus der zentralen Wasserversorgung (Hydranten-Betrieb) bzw. *innerhalb* einer Förderstrecke („geschlossene Schaltreihe“ – siehe 6.3) wird das Wasser einer Feuerlöschkreiselpumpe über das Sammelstück unter Druck zugeführt
(Anzeige des Eingangsdruckmessers im schwarzen Bereich; Positiv-Werte = Überdruck).

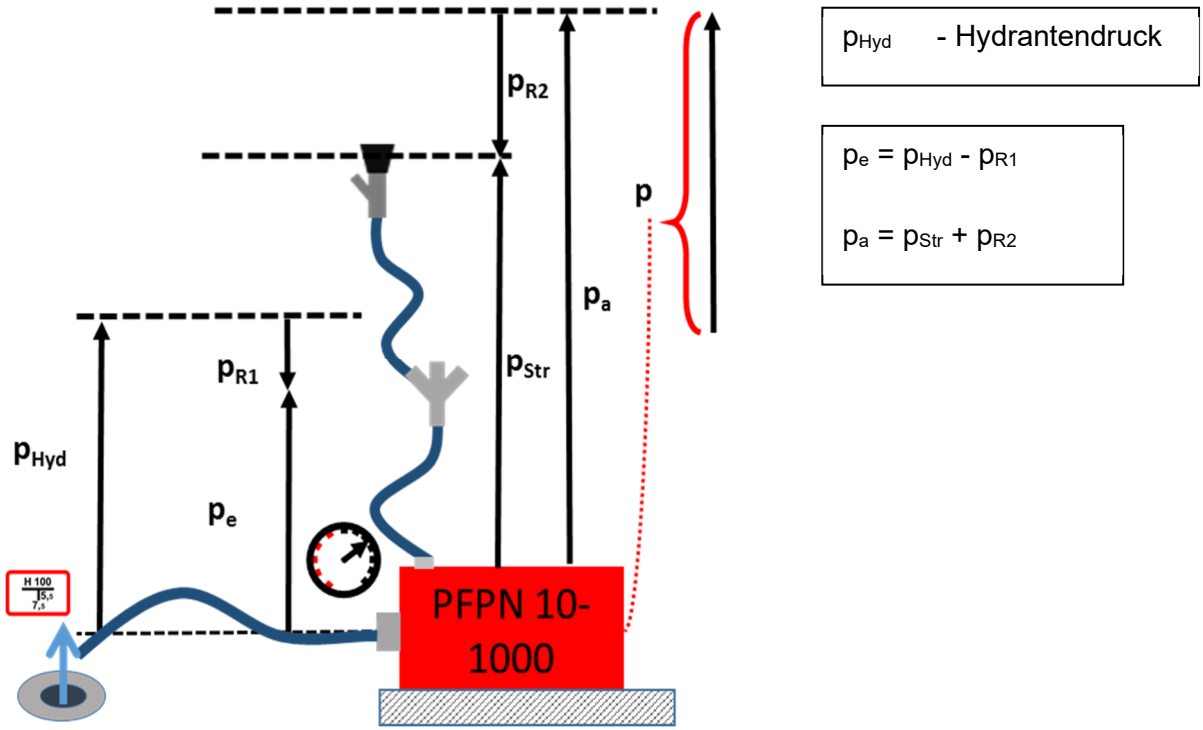


Abbildung 22 Drücke bei Wasserzuführung mit Druck

Es ist deutlich zu erkennen, dass der Förderdruck der Pumpe bei der Wasserzuführung mit Druck deutlich geringer ist. Das bedeutet aber auch, dass der Pumpenausgangsdruck den die Pumpe erreichen kann in diesem Fall deutlich höher ist als bei der Wasserzuführung ohne Druck.

Vorsicht: Bei der Wasserzuführung mit Druck, z.B. bei einer Wasserförderung über eine lange Wegstrecke kann der Ausgangsdruck an den Pumpen weit über die 17 bar Schließdruck ansteigen, wenn kein Wasser mehr abgenommen wird. (die Pumpenausgangsdrücke addieren sich auf)) Daher werden bei der lange Wegstrecke Druckbegrenzungsventile eingesetzt.

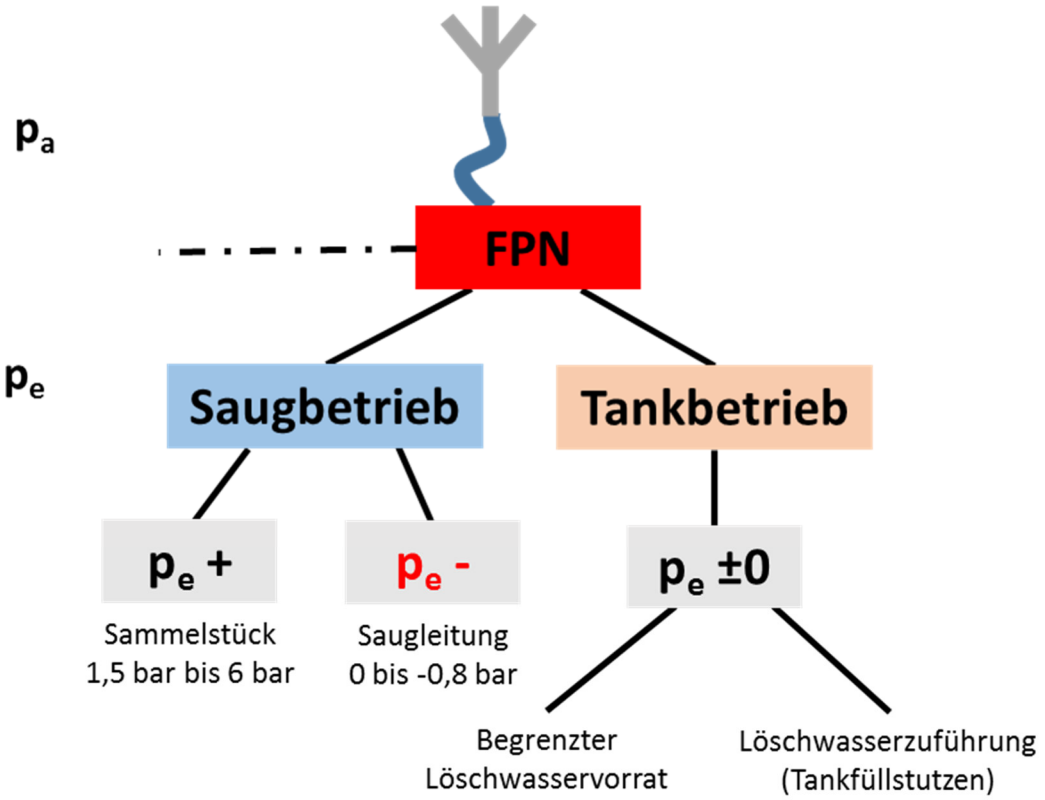


Abbildung 23 Übersicht der Wasserzuführung

6.2 Trinkwasserschutz

In den Fällen in denen Löschwasser über Hydranten aus dem Trinkwassernetz entnommen wird, muss man den Trinkwasserschutz beachten. Die Qualität des Trinkwassers wird über die Trinkwasserverordnung geregelt. In dieser Verordnung ist klar geregelt, dass Trinkwasseranlagen strickt von Anlagen getrennt werden müssen, in denen sich Wasser befindet welches nicht für den menschlichen Gebrauch bestimmt ist.

§ 17 TrinkwV 2001 (Anforderungen an Anlagen für die Gewinnung, Aufbereitung oder Verteilung von Trinkwasser)
Wasserversorgungsanlagen, aus denen Trinkwasser abgegeben wird, dürfen nicht ohne eine den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechende Sicherungseinrichtung mit Wasser führenden Teilen, in denen sich Wasser befindet oder fortgeleitet wird, das nicht für den menschlichen Gebrauch im Sinne des § 3 Nummer 1 bestimmt ist, verbunden werden.

Um eine Vermischung von Löschwasser und Trinkwasser zu verhindern müssen daher Sicherungseinrichtungen verwendet werden.

Dafür ist die DIN EN 1717 *Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen* zu beachten.
Grundsätzlich wird in der DIN EN 1717 die Wasserqualität in 5 Kategorien eingestuft, nach denen sich die erforderlichen Schutzmaßnahmen richten.

Tabelle 4 Übersicht der Trinkwasserkategorien

Kategorie 1	Keine Gefährdung für die Gesundheit Wasser für den menschlichen Gebrauch
Kategorie 2	Keine Gefährdung für die Gesundheit Flüssigkeit die für den menschlichen Gebrauch geeignet ist einschließlich Wasser aus einer Trinkwasserinstallation welches Veränderungen in Geschmack, Geruch, Farbe oder Temperatur aufweist
Kategorie 3	Flüssigkeit die eine Gesundheitsgefährdung durch die Anwesenheit einer oder mehrerer giftiger/ besonders giftiger Stoffe
Kategorie 4	Flüssigkeit die eine Gesundheitsgefährdung durch die Anwesenheit einer oder mehrerer giftiger/ besonders giftiger Stoffe (auch radioaktive, mutagene oder karzinogene Stoffe)
Kategorie 5	Flüssigkeit, die eine Gesundheitsgefährdung für Menschen durch mikrobielle und viruelle Erreger darstellt.

Für den Bereich der Feuerwehr ist Löschwasser, welches aus dem Hydranten entnommen und durch Armaturen und Schläuche der Feuerwehr geleitet wird, in Kategorie 4 eingeordnet und stellt schon eine Gesundheitsgefährdung für Menschen dar.
Löschwasser aus offenen Gewässern ist in die Kategorie 5 eingeteilt.

Als Sicherungseinrichtung für Flüssigkeiten der Kategorie 4 ist nach DIN EN 1717 ein sogenannter Systemtrenner B-FW nach DIN-Norm 14346 einzusetzen. Dieser muss so nahe wie möglich an der Wasserentnahmestelle im Trinkwassernetz angebracht werden. Die vor der Normung des Systemtrenners genutzte Übergangslösung mit zwei Rückflussverhinderern zum Trinkwasserschutz darf nur noch zeitlich begrenzt genutzt werden. Lösungsansätze können bis zur flächendeckenden Einführung des Systemtrenners auch in Zusammenarbeit mit dem örtlichen Wasserversorger abgestimmt werden. In den folgenden Abbildungen sind Beispiele graphisch dargestellt.

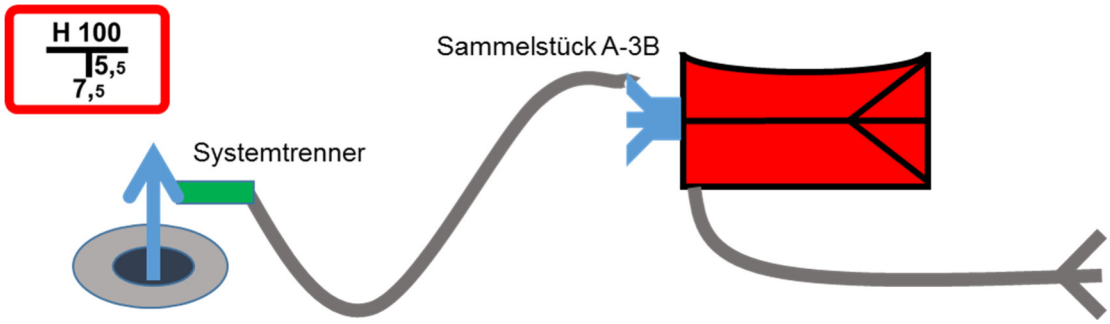


Abbildung 24 Trinkwasserschutz mit Systemtrenner

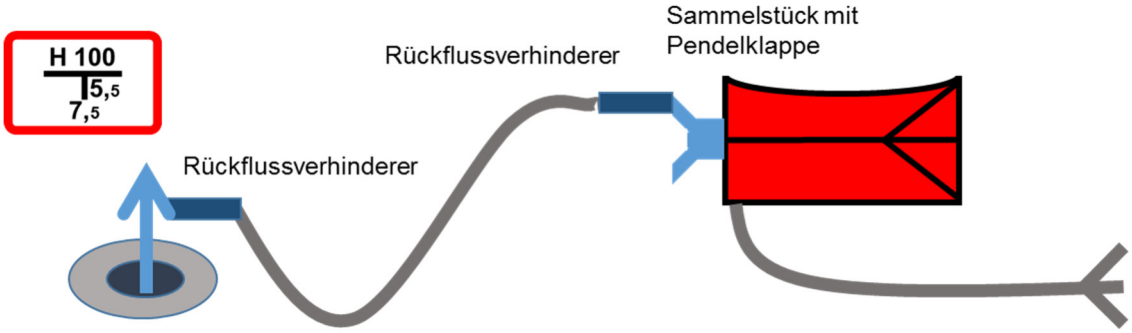


Abbildung 25 Aufbau mit zwei Rückflussverhinderern und Sammelstück mit Pendelklappe (Übergangslösung)

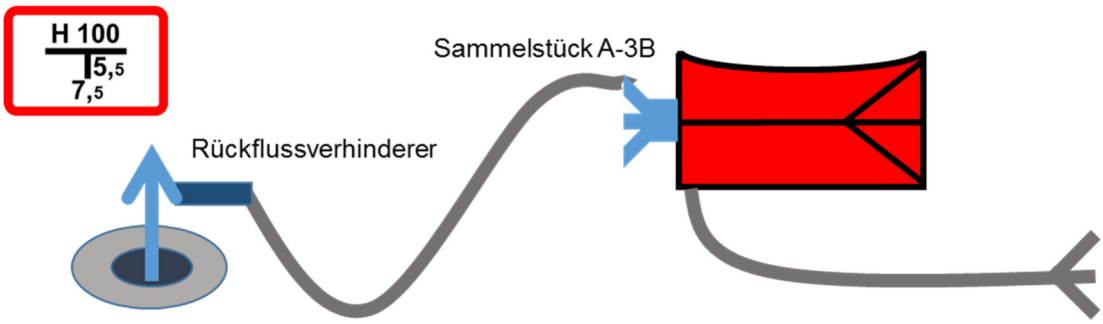


Abbildung 26 Aufbau mit Rückflussverhinderer und Sammlestück mit fedebelasteten Einzelklappen (Übergangslösung)

Niedersächsisches Landesamt
für Brand und Katastrophenschutz
NLBK

Bei Flüssigkeiten der Kategorie 5 ist die Trennung von Trinkwassersystemen und dem Löschwasser nur über einen sogenannten freien Auslauf möglich.

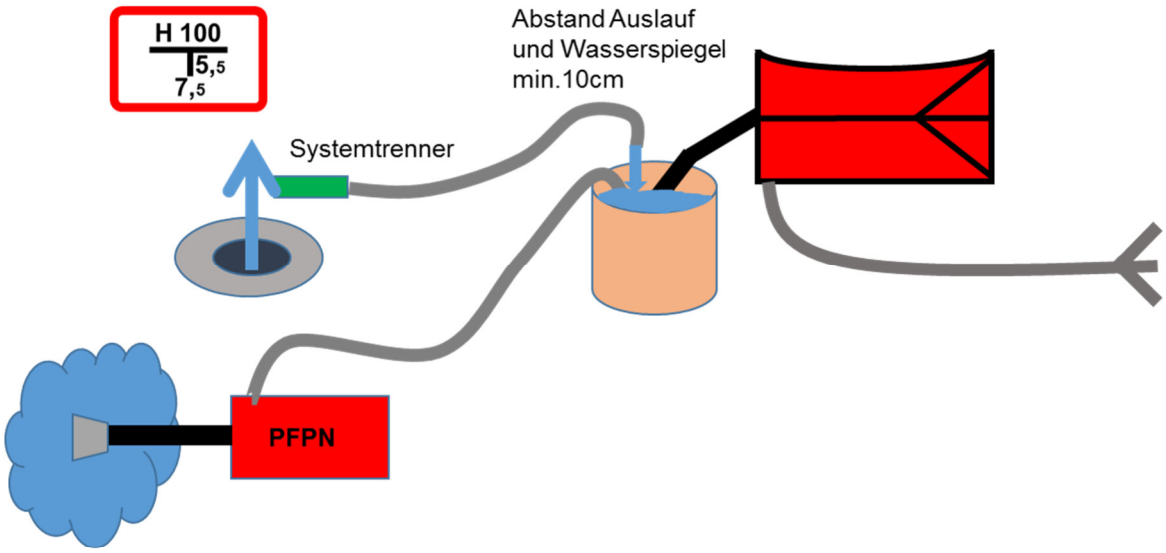


Abbildung 28 Aufbau bei gleichzeitiger Nutzung von offenem Gewässer und Wasser aus dem Trinkwassernetz

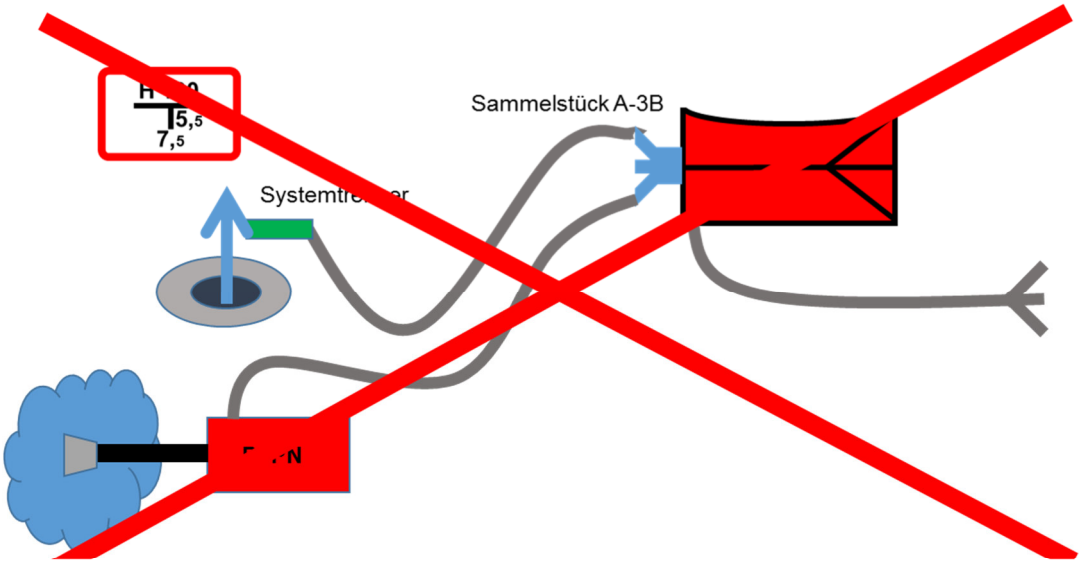


Abbildung 27 Aufbau einer nicht zulässigen Wasserversorgung

Um dem Trinkwasserschutz gerecht zu werden, muss der Maschinist folgendes beachten:

- Ventile und Kugelhähne nicht schlagartig sondern langsam schließen um Druckstöße zu vermeiden
- Wenn vorhanden ein Sammelstück 3B-A verwenden
- Darauf achten, dass niemals Wasser aus offenem Gewässer und aus dem Trinkwassernetz auf einem Sammelstück zugeführt werden
- Falls der Löschwassertank mit Wasser aus einem offenen Gewässer befüllt wurde, ist dieses als Kategorie 5 anzusehen. (Befüllen über Hydranten in diesen Fällen nur, wenn ein freier Auslauf vorhanden ist.

- Ansonsten ist beim Befüllen des Tanks ein Systemtrenner bzw. sind zwei Rückflussverhinderer einzusetzen.
- Nach der Wasserentnahme aus offenem Gewässer, sind die Armaturen und der Fahrzeugtank zu spülen
- Pumpeneingangsdruck nicht kleiner als 1,5 bar, damit ein Rückfließen in das Trinkwassernetz vermieden wird. (Außerdem bleibt die Wasserversorgung der Anwohner gewährleistet).

6.3 Löschwasserförderung an der Brandstelle (Strahlrohrstrecke)

Wird bei der Löschwasserförderung nur eine FP eingesetzt, kann der notwendige Ausgangsdruck wie folgt ermittelt werden:

1. Ermittlung der benötigten Fördermenge anhand der eingesetzten Strahlrohre bei einem Strahlrohrdruck von 4 bar bei Mehrzweckstrahlrohren gemäß Wasserlieferungstabelle *(siehe Anlage Punkt 10 - Wasserlieferungstabelle)*.
2. Ermittlung des Druckverlustes durch Reibung anhand der Druckverlusttabelle in Abhängigkeit von der Fördermenge und dem Schlauchdurchmesser.
3. Ermittlung des Druckverlustes bzw. Druckgewinn durch Höhenunterschiede (10 m Steigung entsprechen 1 bar Druckverlust; 10 m Gefälle entsprechen 1 bar Druckgewinn).
4. Zur Vereinfachung wird ein Verteilerdruck von 5 bar angenommen. (Mehrzweckstrahlrohr) Die Druckverluste in den Angriffsleitungen werden vernachlässigt.

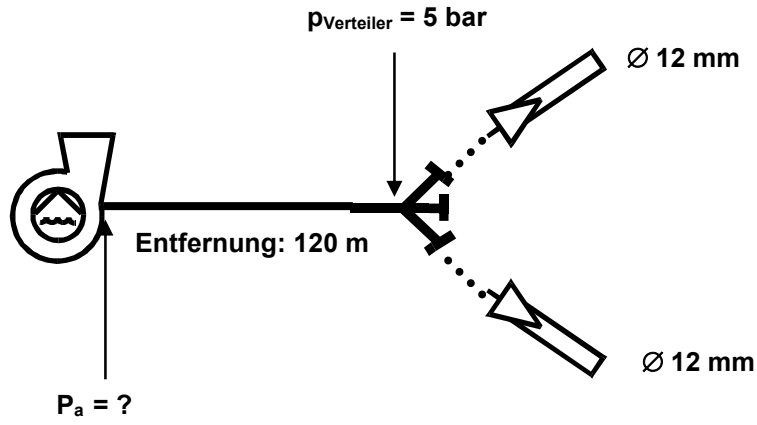
Die Ausgangsdrücke sind abhängig von:

- den Betriebsdrücken der eingesetzten Strahlrohre
- den Druckverlusten durch Reibung in den Schläuchen
- den Druckverlusten durch zusätzlich eingebaute wasserführende Armaturen – wie z. B. Zumischer
- und den zu überwindenden Höhenunterschieden

Hierzu folgende Bespiele für die Wasserabgabe ohne Höhenunterschiede. Ausgangsdruck (in der Praxis gemessen) an der Pumpe:

- bei einem CM-Strahlrohr (Betriebsdruck 4 bar) mit Mundstück: 5 bar
- bei einem Hohlstrahlrohr (Betriebsdruck 6 bar – eingestellter Förderstrom 350 liter pro Minute) mit drei C-42-Schläuchen: 9 bar
- bei einem Mittelschaumrohr M 2 (Betriebsdruck 5 bar) mit C-52-Schläuchen: 9 bar
- bei einem kleinen Hydroschild (Betriebsdruck 5 bar – Wasserlieferung 800 Liter pro Minute) mit drei C-52-Schläuchen: 11 bar
- bei einem Hohlstrahlrohr (Betriebsdruck 6 bar – eingestellter Förderstrom 150 Liter pro Minute) mit DN-25-Formstabilen Schnellangriffsschlauch): 15bar

Beispiel: Berechnung einer Strahlrohrstrecke



Druck-höhe in bar	Mundstückdurchmesser d in mm												
	4	6	8	9	10	12	14	16	18	20	21	22	24
	Wasserdurchfluss Q in l/min												
1	10	24	42	53	65	94	130	165	210	260	289	315	375
1,5	13	29	51	65	80	15	155	205	260	320	354	385	460
2	15	33	59	74	92	35	180	235	300	370	409	445	530
2,5	17	37	66	83	105	50	200	265	335	415	457	500	595
3	18	41	72	91	115	65	220	290	365	455	501	550	650
3,5	20	44	78	98	120	75	240	315	395	490	541	590	705
4	21	47	84	105	130	190	255	335	425	525	580	630	755
4,5	22	50	89	112	140	200	270	355	450	555	614	670	800
5	23	53	93	118	145	210	285	375	475	585	647	705	840
5,5	25	55	98	123	155	220	300	390	495	615	678	740	880
6	26	58	100	129	160	230	315	410	520	640	709	775	920

Förderstrom für ein Strahlrohr (12mm 4 bar Strahlrohrdruck): 190l/min ≈ 200l/min
Gesamter Förderstrom : Q= 2 x 200l/min= 400 l/min

Druckverluste in **bar** für **je 100 m** Schlauchlänge (ermittelt nach Tabelle 2 in DIN 14 811 Blatt 1) abgerundet für den praktischen Gebrauch			
Wasser-menge in l/min.	B	C 52	C 42
100		0,2	0,6
200	0,1	0,6	2,3
300	0,2	1,2	5
400	0,3	2	8,8
500	0,5	3,3	13,8
600	0,7	4,8	20
700	0,9	6,5	
800	1,1	8,5	

Bei einem Durchfluß von 400 l/min ergibt sich auf 100m länge bei einem B-Schlauch ein Druckverlust von 0,3 bar

Somit kann der Druckverlust in der Förderstrecke wie folgt berechnet werden:

p_R = 0,3 bar / 100 m * 120 m = 0,36 bar

Der Pumpenausgangsdruck ergibt sich aus dem Druck am Verteiler und dem Druckverlust
Pumpenausgangsdruck: **p_a = 5 bar + 0,36 bar = 5,36 bar ≈ 5,5 bar**

6.4 Löschwasserförderung in der Förderstrecke

Innerhalb einer Förderstrecke werden mehrere FP hintereinander geschaltet. Hierbei werden zwei Arten unterschieden:

- **Geschlossene** Schaltreihe
- **Offene** Schaltreihe

Die Pumpenabstände ergeben sich aus dem Ausgangsdruck der FP, den Druckverlusten in der Förderstrecke und dem erforderlichen Mindesteingangsdruck der nächsten FP. Die Druckverluste in Förderstrecken entstehen durch:

- **Reibung** in Schläuchen und Armaturen in Abhängigkeit vom Löschwasserförderstrom und vom Schlauchdurchmesser (s. Anlage Punkt 11 - Tabellen)
- und durch **Höhenunterschiede** im Gelände.
-

Geschlossene Schaltreihe

In einer geschlossenen Schaltreihe wird den Verstärkerpumpen und der Brandstellenpumpe das Wasser unter einem **Mindesteingangsdruck von 1,5 bar** über das Sammelstück zugeführt. Der **Pumpenausgangsdruck** aller Feuerlöschkreiselpumpen - mit Ausnahme der Brandstellenpumpe(!) - muss bei **konstant 8 bar** gehalten werden!

Offene Schaltreihe

In einer offenen Schaltreihe werden vor jeder Verstärkerpumpe und vor der Brandstellenpumpe Pufferbehälter, z.B. Faltbehälter, aufgestellt, die als Zwischenspeicher dienen. Auch die Löschwasserbehälter von Löschfahrzeugen können hierfür verwendet werden. Das Wasser wird der Pumpe im Saugbetrieb ***(Saugleitungen z.B. bei Faltbehältern)*** oder im Druckbetrieb direkt aus dem ***Löschwasserbehälter des Löschfahrzeuges*** zugeführt. Die Zubringerleitung der Förderstrecke wird hierbei direkt an die Festkupplung des Löschwasserbehälters angekuppelt.
Hierbei ist der Trinkwasserschutz zu beachten!

Besonderheiten

- Bei geschlossenen Schaltreihen und bei offenen Schaltreihen mit Löschwasserbehälter als Pufferbehälter sind zur Vermeidung von Druckstößen am Pumpeneingang bzw. Löschwasserbehälter ***Druckbegrenzungsventile (Regeleinstellung 2,5 bar)*** jeweils 1 Länge (besser 5 m-B-Schlauch!) vor dem Verteiler bzw. dem Fahrzeug einzubauen.
- Je 100 m Förderstreckenlänge ist ein B-Rollschlauch als Schlauchreserve bereitzulegen.
- Die Maschinisten sollten in Funkverbindung zum Einheitsführer stehen.
- Die Kraftstoffversorgung ist sicherzustellen (Tankfüllung rechtzeitig prüfen und ggf. nachtanken, Reserve-Kanister bereitstellen!)
- Werkzeug und Ersatzteile für kleinere Reparaturen (z.B. Zündkerzenwechsel) sollten, insbesondere bei länger dauernden Einsätzen, am Standort der Pumpe bereitgehalten werden.

6.5 Wasserförderung über lange Wege

Vorbereitung eines Einsatzplanes zur Wasserförderung über lange Wege

Im Regelfall kennt die örtlich zuständige Feuerwehr ihre Objekte und Bereiche, für die im Brandfall der Aufbau einer Wasserförderung über lange Wege erforderlich ist. Es ist deshalb eine Notwendigkeit für die betroffenen Feuerwehren, eine entsprechende Vorausplanung durchzuführen, deren Ergebnis dann als Einsatzplan zur Verfügung steht

Ermitteln der Pumpenabstände in der Ebene

Das Verfahren zur Ermittlung der Pumpenabstände kann für den ebenen Verlauf der Wasserförderung wesentlich vereinfacht werden. Der zur Verfügung stehende Druck von 6,5 bar dient in der Ebene nur zur Überwindung der Reibungsverluste. Je nach Förderstrom ergeben sich dann für gummierte B-Schläuche Pumpenabstände nach folgender Tabelle:

Tabelle 5 Abhängigkeit Förderstrom zu Pumpenabstand

Förderstrom	400 l/min	800 l/min	1200 l/min	1600 l/min
Pumpenabstand	2150 m	600 m	260 m	150 m

Förderströme über 800 l/min sollten auf 2 B-Leitungen verteilt werden.

Ermitteln der Pumpenabstände mit Höhendifferenz

Es gibt die Möglichkeit die Abstände der Pumpen in Förderstrecken mit Höhendifferenzen zu berechnen. So muss man je 10m Höhenzunahme 1 bar Druckverlust und je 10m Gefälle 1 bar Druckgewinn einrechnen. Zusätzlich befindet sich im Anhang Schaubild, mit dem man die Abstände der Pumpen bestimmen kann. Wie es angewendet wird, soll in folgendem Beispiel gezeigt werden:

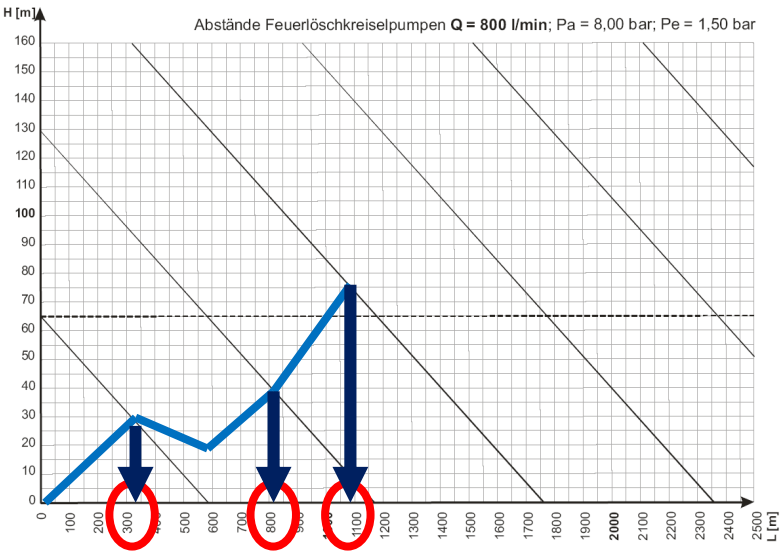


Abbildung 29 Bestimmung von Pumpenstandorten

Die Schlauchlänge wird an der X-Achse eingetragen.

Der Höhenunterschied wird an der Y-Achse eingetragen.

Somit kann man durch Abschreiten der Förderstrecke und dem Eintragen des Höhenunterschiedes, den man überwindet, die Pumpenstandorte bestimmen

Die Diagonalen stellen die Jeweilige Feuerlöschkreiselpumpe dar.

Hochfahren der Förderstrecke

Die Förderstrecke muss durch geringe Ausgangsdrücke gefüllt werden, um schädliche Druck-Rückstöße zu vermeiden

Betrieb der Förderstrecke

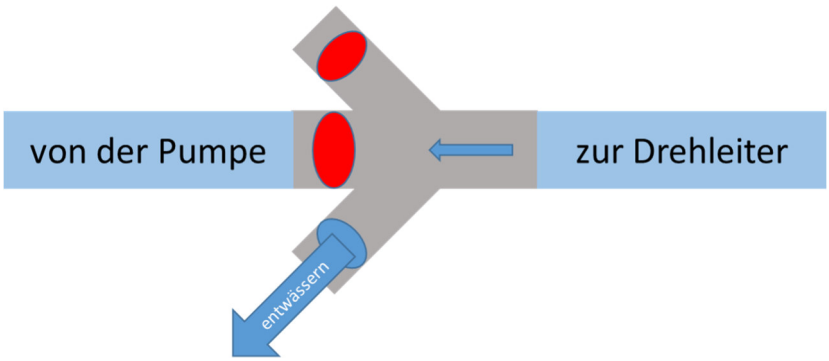
Die Löschwasserförderung sollte nicht unterbrochen werden, da ein wieder aufnehmen der Wasserförderung sehr zeitintensiv ist. Sinnvoller ist es das Löschwasser z. B. durch einen freien Druckabgang weiter fließen zu lassen

6.6 Einspeisung in die Drehleiter

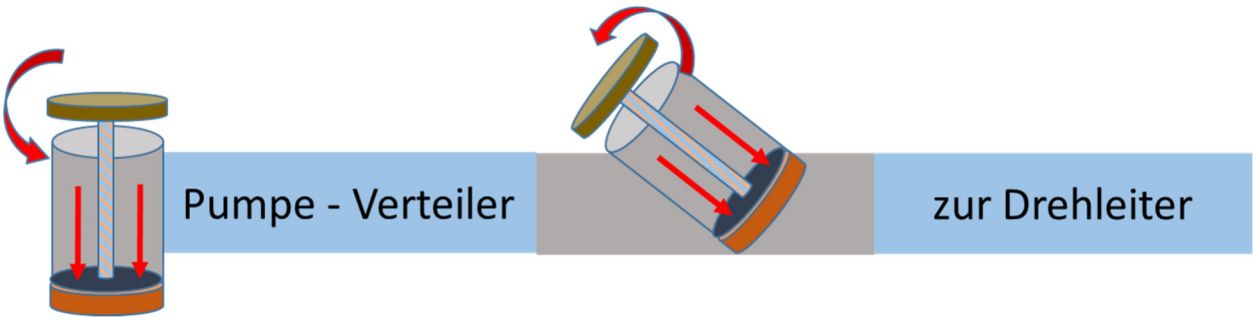
Bei der Einspeisung in eine Drehleiter sind einige Grundregeln zu beachten.

- **Jede Drehleiter** erhält eine Wasserversorgung über eine **eigene Feuerlöschkreiselpumpe**. Dies kann über eine FPN oder eine PFPN erfolgen. Die Pumpe muss natürlich die für jeweilige Wasserabgabeleistung geeignet sein.
- Eine weitere Versorgung von Strahlrohren von eingesetzten Trupps sollte nicht erfolgen, da bei der Drehleitereinspeisung ein **in der Regel ein Ausgangsdruck von 10-12 bar** an der Pumpe erforderlich ist. (Haltekräfte an den Strahlrohren und die Flexibilität der Schläuche würden die Trupps einschränken.
- Zudem sollte ein unmittelbarer Kontakt zwischen Strahlrohr- bzw. Wenderohrführer und dem Maschinisten bestehen.
- Unmittelbar vor dem Leiterpark (35m B-Schlauch) sollte ein Verteiler eingebaut werden.
    - Von Vorteil ist hier ein Kugelhahnverteiler oder alternativ eine Schlauchabsperrung mit Kugelhahn
    - Verteiler mit Niederschraubventil

Bei der Einbauweise des Verteilers mit Niederschraubventil, gibt es die Variante in und entgegengesetzt der Fließrichtung des Verteilers.
Bei der Variante mit entgegen der Fließrichtung verbautem Verteiler, soll bei ,,Wasser Halt“ am Verteiler ein einfaches Entwässern der B-Leitung zum Wasserwerfer erleichtern.(über C-Abgang)

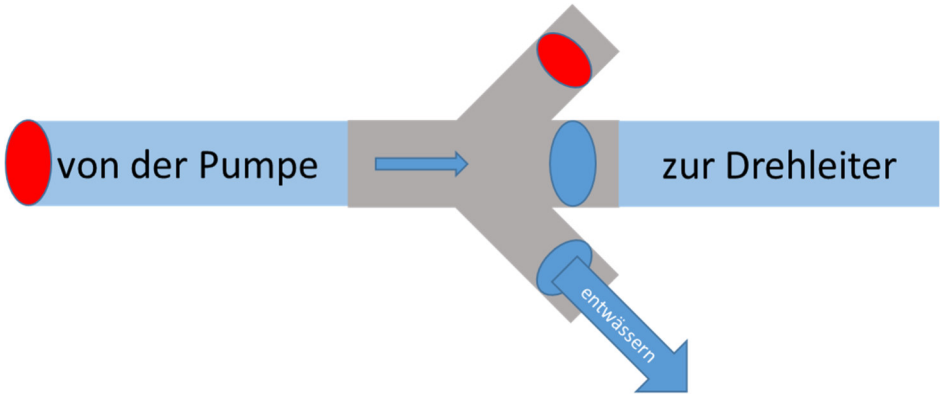


Durch diese Einbauweise, entgegen der Flussrichtung kann es zu Problemen kommen. Falls bei der Einstellung der Wasserabgabe der Verteiler geschlossen wird und der Maschinist vorher den Druck noch nicht abgesenkt hat, wird der Ventilteller durch diesen Druck auf den Ventilsitz gedrückt. Dadurch benötigt man eine erhöhte Kraft um das Ventil wieder zu öffnen. Den Druck kann man auch nicht das Federbelastete Niederschraubventil an der Pumpe ablassen, da dieses ebenfalls mit dem hohen Druck auf den Ventilsitz gepresst wird. (Rückschlagventil) Bei dem Versuch die Niederschraubventile am Verteiler, bzw. an der Pumpe zu öffnen kann es zum Abreißen des Ventiltellers von der Spindel kommen.



Bei einem Durchmesser des Ventiltellers und einem Ausgangsdruck von den oben genannten 12 bar, lässt sich errechnen, dass auf den Ventilteller ein Gewicht von ca.460 kg lastet. Gegen dieses Gewicht muss das Ventil geöffnet werden.

Um diese Fehler zu vermeiden, kann der Verteiler in Fließrichtung eingebaut werden. In diesem Fall wird zum Entwässern das federbelastete Niederschraubventil an der Pumpe geschlossen und am Verteiler ein C-Abgang aufgedreht.



7 Kraftbetriebene und sonstige Geräte

7.1 Tragkraftspritzen

Tragkraftspritzen sind für die Brandbekämpfung gestaltete, durch Verbrennungskraft-maschinen angetriebene Feuerlöschkreiselpumpen. Sie werden zu ihrer Verwendungsstelle getragen

Tragkraftspritzen nach DIN 14 410 (alte Norm)

Tabelle 6 Gewichte von Tragkraftspritzen

Typ	Gewicht
TS 2/5	40 kg
TS 4/5	75 kg
TS 8/8	190 kg
TS 24/3 [5)]	190 kg



Abbildung 30 PFPN

Tragkraftspritzen nach DIN EN 14 466 (neue Norm)

Tabelle 7 Gewichte von PFPN

Typ	Gewicht
PFPN 6-500	max. 96 kg
PFPN 10-1000	max. 200 kg

Die Tragkraftspritze PFPN 6-500 ist der nunmehr kleinste genormte Tragkraftspritzentyp. Die Tragkraftspritze PFPN 10-1000 ersetzt die TS 8/8.

Anforderungen an Tragkraftspritzen nach DIN 14 410

- TS 2/5 und TS 4/5: Kraftstoffvorrat für 1 Stunde Laufzeit
- TS 8/8 und TS 24/3: Kraftstoffvorrat für 2 Stunden Laufzeit
- Tragkraftspritzen müssen mit einem Traggestell, bestehend aus Kufen und Traggriffen, ausgestattet sein. Die Traggriffe müssen so gestaltet sein, dass Tragkraftspritzen TS 2/5 und TS 4/5 von 2 FM (SB) und TS 8/8 und TS 24/3 von 6 FM (SB) getragen werden können.
- Tragkraftspritzen TS 8/8 und TS 24/3 müssen von einer Seite zu bedienen sein. Darüber hinaus müssen Tragkraftspritzen mit einem Betriebsstundenzähler und einem Scheinwerfer ausgestattet sein.

Anforderungen an Tragkraftspritzen nach DIN EN 14 466 (neue Norm)

- Kraftstoffvorrat für mind. 1 Stunde Laufzeit bei Nennförderstrom.

- Bei Tragkraftspritzen mit einem Gewicht bis 100 kg müssen Tragepunkte für mind. 2 Personen und bei Tragkraftspritzen mit einem Gewicht bis 200 kg für mind. 4 Personen vorgesehen sein.
- eine Beleuchtungseinrichtung für den Betrieb bei Dunkelheit muss vorhanden sein (z.B. Scheinwerfer).
- Alle Bedienelemente müssen von einer Stelle aus zu betätigen sein.
- Die Entlüftungszeit darf je Entlüftungsvorgang max. 30 Sekunden betragen

Bedienung der Tragkraftspritze

Bei der Bedienung der Tragkraftspritze sind nachfolgend genannte Tätigkeiten der Reihe nach auszuführen:

1. Kraftstoffvorrat überprüfen und ggf. auffüllen
2. Alle Blindkupplungen abnehmen
3. Druckventile schließen
4. Entleerungshähne schließen
5. Pumpe Auskuppeln
6. Motor nach Herstellerangaben starten
7. Einkuppeln
8. Entlüftungsvorgang durchführen

- Nachdem der Entlüftungsvorgang beendet ist, sollte die Gasregulierung so erfolgen, dass der Druck stets über dem Einschaltdruck der Entlüftungseinrichtung liegt! Der einzustellende Pumpenausgangsdruck ist abhängig von den Druckverlusten, den Strahlrohrdrücken und den Mindesteingangsdrücken bei Löschwasserförderstrecken.

Bei ***„Wasser halt“*** Gashebel in Leerlaufstellung bringen und Druckventil schließen. Pumpe auskuppeln!
Bei ***„Wasser marsch“*** wieder einkuppeln, etwas Gas geben und Druckventil öffnen. Anschließend den jeweils erforderlichen Pumpenausgangsdruck mit dem Gashebel einregulieren.
Wird der betriebswarme Motor der TS abgestellt und soll anschließend wieder gestartet werden, ist die Bedienungsanleitung des Herstellers zu beachten.
Sollte ein Motor mit Vergaser zu viel Kraftstoff bekommen haben („abgesoffen“), ist der Gashebel auf Vollgasstellung zu bringen und der Motor so lange zu starten, bis er wieder anspringt.

7.2 Stromerzeuger

Arten von Stromerzeugern

Bei der Feuerwehr sind im Einsatz:

- **Tragbare** Stromerzeuger
- **Festeingebaute** Stromerzeuger

Tragbare Stromerzeuger werden in der Regel auf folgenden Feuerwehrfahrzeugen mitgeführt:

- Löschgruppenfahrzeuge
- Rüstwagen
- Gerätewagen
- Drehleitern

Fest eingebaut sind Stromerzeuger in der Regel im Rüstwagen.

Leistung der Stromerzeuger

Die Leistung der bei der Feuerwehr verwendeten Stromerzeuger wird als Scheinleistung in Kilovoltampere ***(kVA)*** angegeben und beträgt bei

- **tragbaren Stromerzeugern :**
  - ≤2 kVA (mit Inverter) DIN 14685-3
  - <5 kVA DIN 14685-2
  - ≥5 kVA DIN 14685-1

- **festeingebauten Stromerzeugern:** ≥ 22 kVA (RW)

Entscheidend für die maximal zulässige Anschlussleistung elektrisch betriebener Einsatzmittel **ist** jedoch die **Wirkleistung (P).** Diese ergibt sich aus dem Produkt aus **Scheinleistung (S)** und **Leistungsfaktor (cos φ).** (Dieser kann auf dem Typenschild abgelesen werden).

Beispiel:

Scheinleistung	**x**	**Leistungsfaktor**	**=**	**Wirkleistung**
S	x	cos φ	=	P
5 kVA	**x**	**0,8**	**=**	**4 kW**

Dies bedeutet, dass der Stromerzeuger z.B. mit 4 Scheinwerfern (Wirkverbraucher) mit je 1.000 W belastet werden kann.

Aufbau der Stromerzeuger

Die wesentlichen Bestandteile des Stromerzeugers sind:

- Verbrennungsmotor
- Generator
- Bedienfeld

Das Bedienfeld für einen Stromerzeuger nach DIN 14685-1 besteht mindestens aus:

- ein Steckdose für Drehstrom (400 V)
- 3 Steckdosen für Wechselstrom (230 V)
- Sicherungsautomaten für Drehstrom
- Sicherungsautomaten für Wechselstrom
- Isolationswächter mit optischer und akustischer Meldeeinrichtung und Quittiertaste
- Lastanzeige
- Betriebsstundenzähler

Es sind nach Normfolgende Gewichtsvorgaben für Stromerzeuger gestellt.

  - ≤ 2 kVA (max.25 kg)
  - ≤ 3 kVA (max. 55 kg)
  - < 8 kVA (max. 116 kg)
  - ≥ 8 kVA (max. 150 kg)

- Instrumentenbeleuchtung



Abbildung 32 Bedienfeld ältere Bauart



Abbildung 31 Bedienfeld (Stand 2017)

Wichtig:
Die Verbraucher dürfen erst dann am Stromerzeuger angeschlossen werden bzw. bereits angeschlossene Verbraucher erst dann eingeschaltet werden, wenn der Motor des Stromerzeugers läuft.

Betriebshinweise:

- Auf besondere Hinweise in den Betriebsanleitungen der Herstellerfirmen achten!
- Stromerzeuger fest und waagerecht aufstellen, da das Gerät zum „Wandern“ neigt!
- Motordrehzahl nicht manuell verändern! (3000 min-1, 50 Hz)
- Generator vor Überlastung schützen! Anschlusswerte der einzelnen Verbraucher dürfen die Leistung des Stromerzeugers nicht überschreiten!
- Bei längerer Außerbetriebnahme Vergaser leerlaufen lassen (nur bei Zweitaktmotor)! Hierzu den Kraftstoffhahn schließen und warten bis der Motor selbständig stehen bleibt.
- Bei kurzzeitiger Außerbetriebnahme Kurzschlussknopf bis zum Stillstand des Motors drücken!
- Der Stromerzeuger ist nicht explosionsgeschützt! Daher nicht in der Gefahrenzone betreiben!
- Es dürfen an einem Stromerzeuger insgesamt höchstens 100 m Kabel mit einem Leitungsquerschnitt von 2,5 mm² angeschlossen werden. Nur beim Einhalten dieser festge legten Leitungslängen ist bei Schäden an den Verbrauchern auch das sichere Auslösen der Schutzeinrichtung gewährleistet!
- Stromerzeuger der Feuerwehr **niemals** Erden! Die Klemme mit dem Erdungssymbol am Stromerzeuger dient dazu, bei einem Gefahrguteinsatz einen Potentialausgleich mit den eingesetzten Geräten herzustellen.
- Die Sicherungsautomaten am Bedienfeld des Stromerzeugers dürfen **NICHT** …zum Ein- und Ausschalten der elektrischen Verbraucher verwendet werden.



Abbildung 33 Hinweis Ex-Schutz Stromerzeuger

Sicherheitsbestimmungen

Der Benutzer von elektrischen Betriebsmitteln muss auch beim Einsatz fehlerhafter Geräte vor zu hoher Berührungsspannung geschützt werden.
Die Schutzmaßnahme bei Stromerzeugern der Feuerwehr ist die „Schutztrennung mit Potentialausgleich“. Bei dieser Schutzmaßnahme gegen gefährlichen Fehlerstrom entfällt die Erdung. Da der Neutralleiter (N) des Generators nicht mit der Erde in Verbindung steht, kann durch das Berühren eines fehlerhaften Geräts kein Stromkreis über die Erde zum Generator geschlossen werden. D.h. man bekommt beim Berühren eines defekten Geräts, z.B. bei einem Körperschluss, keinen elektrischen Schlag. Jedoch müssen für diesen Fall alle angeschlossenen Verbraucher mit dem Potentialausgleichsleiter (PE), dem sog. Schutzleiter, verbunden sein.

Grundlage des o.g. Schutzsystems ist es, dass die metallischen Gehäuse aller elektrischen Verbraucher mit dem Gehäuse des Stromerzeugers über einen Potentialausgleichsleiter verbunden werden.

Die Schutzmaßnahme „Schutztrennung mit Potentialausgleich“ hat bei einem Fehler keine Abschaltung zur Folge. Erst ein zweiter Fehler, der außerdem in einem anderen Leiter auftreten muss, bewirkt eine Abschaltung.

**Merke: Wird der Potentialausgleichsleiter unterbrochen,
kann akute Lebensgefahr entstehen.**

Daher unterliegt auch der Stromerzeuger der jährlichen Überprüfung für ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel, welche durch eine Elektrofachkraft bzw. einer unterwiesene Person durchgeführt wird. ***Bei älteren Geräten kann eine Vorrichtung (Prüfkabel) vorhanden sein, mit welchem man denn Schutzleiter prüfen kann. Dies ist durchzuführen, wenn es in der Betriebsanleitung gefordert wird.***

Nach dem Einsatz sind der Stromerzeuger und die elektrischen Geräte einer Sichtprüfung auf Beschädigungen zu überprüfen.
Des Weiteren muss der Stromerzeuger betankt werden.

7.3 Motorsägen

Motorsägen dienen hauptsächlich zur schnellen Beseitigung von Bäumen, Balken, Bohlen und ähnlichen Hindernissen bei Feuerwehreinsätzen. Sie werden entweder durch 2-Takt-Otto-Motoren oder Elektromotoren angetrieben.

Motorsägen gehören bei folgenden Fahrzeugen zur Standardbeladung:
- LF 10, HLF 10; LF 20; HLF 20, LF 20 KatS
- TLF 4000,
- RW
- DLA(K) 23-12; DLA(K) 18-12; DLA(K) 16-9

Im Rahmen der *Zusatzbeladung* können Motorsägen auch auf anderen Fahrzeugen vorhanden sein.

Sicherheitshinweise

- Voraussetzung für die Bedienung der Motorsäge ist die persönliche körperliche und fachliche Eignung (Mindestalter 18 Jahre, keine Schwerhörigkeit, ausführliche Einweisung, jährliche Belehrung).
- Arbeiten mit Motorsägen dürfen nur von den speziell ausgebildeten Feuerwehr-angehörigen durchgeführt werden (Module A, gemäß GUV)

Somit liegt das Augenmerk des Maschinisten darauf, dass nach dem Einsatz die Schutzausrüstung überprüft wird. Zudem sollte der Motorsägenführer die Motorsäge wieder Einsatzbereit machen.

7.4 Trennschleifmaschinen

Arten der Trennschleifmaschinen

Bei der Feuerwehr werden Trennschleifmaschinen mit elektrischem Antrieb und Trennschleifmaschinen mit Verbrennungsmotor verwendet.

Funktion der Trennschleifmaschinen

Trennschleifmaschinen sind elektrisch oder durch Verbrennungsmotoren angetriebene Schleifmaschinen mit hohen Umdrehungsgeschwindigkeiten der Trennscheibe. Sie werden zum Trennen von Werkstoffen (Stein, Beton, Metalle etc.) eingesetzt.

Bedienungs- und Einsatzhinweise

- Voraussetzung für die Bedienung von Trennschleifmaschinen ist die persönliche körperliche und fachliche Eignung und das Tragen der persönlichen Schutzausrüstung.
- Betriebsanleitungen der Hersteller beachten!
- Nur für das zu trennende Material geeignete und für das Gerät zugelassene Trennscheiben (Abmessungen, zulässige Umfangsgeschwindigkeit bzw. Drehzahl) benutzen. Kontrolle vor jedem Einsatz des Gerätes!
- Abnutzungsgrad der Trennscheiben vor und nach jedem Einsatz überprüfen und ggf. Trennscheibe wechseln!
- Einschlägige Sicherheitsbestimmungen (UVV, FwDV 1 Grundtätigkeiten – Lösch- und Hilfeleistungseinsatz) beachten!
- Handschutz an der Trennschleifmaschine nie entfernen!

Schutzausrüstung

- Persönliche Schutzausrüstung, Helm mit Gesichtsschutz (Klappvisier) und Augenschutz (Schutzbrille)

7.5 Tauchmotorpumpen

Allgemeines

Tauchmotorpumpen sind elektrisch betriebene Pumpen. Sie dienen zum Entleeren von mit Wasser gefluteten Bereichen, z.B. Schächten, Kellern.

Tauchmotorpumpen dürfen nur entsprechend ihrem Verwendungszweck eingesetzt werden, hierzu sind besonders die Bedienungsanleitung des Herstellers und die Unfallverhütungsvorschriften zu beachten.

Tauchmotorpumpen als Beladung auf Feuerwehrfahrzeugen

Tauchmotorpumpen gehören bei folgenden Fahrzeugen zur Standardbeladung:

- LF 20, HLF 20, LF 20 KatS

Im Rahmen der *Zusatzbeladung* können Tauchmotorpumpen auch auf anderen Fahrzeugen vorhanden sein.

Tauchmotorpumpen, Typenübersicht

Tabelle 8 Übersicht Tauchmotorpumpen

	Typ		
	TP 4/1	**TP 8/1**	**TP 15/1**
Nennförderstrom Q [l/min]	400	800	1500
Nennförderdruck P [bar]	1	1	1
Nenntauchtiefe [mm]	500	600	600
Korndurchlass im Schutzkorb [mm]	8	10	15
Anschlussspannung [V]	230	400	400
Aufnahmeleistung P [kW]	1,8	3,5	5,8
Pumpenausgang	Festkupplung DIN 14308-B	Festkupplung DIN 14308-B	Festkupplung DIN 14309-A
Gewicht mit Anschlussleitung [kg]	25	40	50

7.6 Wasserstrahlpumpen

Wirkungsweise der Wasserstrahlpumpe

Die Pumpe benötigt zum Betrieb einen Treibwasserstrom. Die Pumpe wird durch einen C-Schlauch mit Treibwasser gespeist. Das Treibwasser muss mit einem Mindestdruck von 3 bar aus einer Feuerlöschkreiselpumpe (Regelfall!) oder einem Hydranten (Ausnahmefall!) eingespeist werden. Der aus der Treibdüse mit hoher Geschwindigkeit austretende Wasserstrahl erzeugt in der Fangdüse einen Unterdruck, durch den das Förderwasser aus dem Saugraum mitgerissen und zusammen mit dem Treibwasser durch den B-Schlauch ins Freie gedrückt wird. ***Der unmittelbare Anschluss einer Wasserstrahlpumpe an einen Hydranten (= Trinkwasserleitung) ist aus Gründen des Trinkwasserschutzes (Hygienevorschrift!) verboten***

7.7 Turbotauchpumpe

Wirkungsweise der Turbotauchpumpe

Die Turbotauchpumpe ist eine Kreiselpumpe. Sie wird durch eine Wasserturbine angetrieben, hierbei sind Schmutzwasserstrom (QP) und Treibwasserstrom (QT) voneinander getrennt. Das Treibwasser kann sowohl aus einem Hydranten, als auch von einer Feuerlöschkreiselpumpe kommen. Hierbei ist es von Vorteil, wenn der Treibwasserstrom bei Löschfahrzeugen mit Löschwasserbehältern im Kreislauf gepumpt wird. Hierbei ist jedoch die Erwärmung des Löschwassers im Löschwassertank vor allem bei kleineren Tanks und hohen Außentemperaturen zu beachten.

7.8 Lüftungsgeräte

Allgemeines

Die Entrauchung von Einsatzstellen gehört zu den grundlegenden Aufgaben der Feuerwehr bei der Bewältigung von Schadensereignissen, sowohl bei Brandeinsätzen wie auch bei technischen Hilfeleistungen.

Arten der Lüftungsgeräte

Bei den Lüftungsgeräten werden zwei Arten unterschieden:

- Geräte zum Be- und Entlüften
- Drucklüfter

Die zur Verfügung stehenden Geräte unterscheiden sich durch das Funktionsprinzip (erfolgt die Entrauchung durch Erzeugung von Unterdruck bzw. Überdruck), durch die Leistung (also dem Luftvolumenstrom) und der Antriebsart (Elektromotor, Wasserturbine, Verbrennungsmotor).

Belüftungsgeräte gehören bei folgenden Fahrzeugen zur *Standardbeladung nach Norm*:

- LF10, HLF10, LF 20, HLF 20

Im Rahmen der *Zusatzbeladung* können Belüftungsgeräte auch auf anderen Fahrzeugen vorhanden sein.

Funktionsüberprüfung Lüftungsgeräte

Bei elektrisch betriebenen Geräte sollte bei der Wiederherstellung der Einsatzbereitschaft folgendes überprüft werden:

- Beschädigungen an dem Propellerblättern durch angesaugte Kleinteile
- Beschädigungen an der Anschlussleitung
- Starke Verschmutzung
- Sonstige Schäden an Gehäuse oder Schutzgitter
- Probelauf

Bei Geräten die mit einem Ottomotor betrieben werden:

- Beschädigungen an dem Propellerblättern durch angesaugte Kleinteile
- Starke Verschmutzung
- Sonstige Schäden an Gehäuse oder Schutzgitter
- Tankfüllstand
- Probelauf
- Keilriemen (wenn vorhanden)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prinzip der Druckerzeugung in einer Kreiselpumpe 17
Abbildung 2 Pumpenbauteile 19
Abbildung 3: Funktion des federbelasteten Niederschraubventils 20
Abbildung 4 Eingangsdruckmessgerät 21
Abbildung 5 Ausgangsdruckmessgerät 21
Abbildung 6 Handkolben-Entlüftungspumpe 22
Abbildung 7 Flüssigkeitsringentlüftungspumpe 22
Abbildung 8 Prinzip Auspuffejektor-Entlüftungseinrichtung 23
Abbildung 9 Schnittmodell Auspuffejektor 23
Abbildung 10 Kolbenentlüftungspumpe 24
Abbildung 11 Membranentlüftungspumpe 24
Abbildung 12 Lufthülle 27
Abbildung 13 Abhängigkeit Druck und Saughöhe 28
Abbildung 14 Manometer bei verlegtem Saugkorb 30
Abbildung 15 Manometer bei Erhöhung der Wasserabgabe 31
Abbildung 16 Möglichkeiten für das Ansaugen von Luft 32
Abbildung 17 Manometer beim Ansaugen von Luft 32
Abbildung 18 Pumpenprinzip 33
Abbildung 19 Kavitationsschäden 33
Abbildung 20 Manometer bei Kavitation 33
Abbildung 21 Drücke bei Wasserzuführung ohne Druck 36
Abbildung 22 Drücke bei Wasserzuführung mit Druck 37
Abbildung 23 Übersicht der Wasserzuführung 38
Abbildung 24 Trinkwasserschutz mit Systemtrenner 40
Abbildung 25 Aufbau mit zwei Rückflussverhinderern und Sammelstück mit Pendelklappe (Übergangslösung) 40
Abbildung 26 Aufbau mit Rückflussverhinderer und Sammlestück mit fedebelasteten Einzelklappen (Übergangslösung) 40
Abbildung 27 Aufbau einer nicht zulässigen Wasserversorgung 41
Abbildung 28 Aufbau bei gleichzeitiger Nutzung von offenem Gewässer und Wasser aus dem Trinkwassernetz 41
Abbildung 29 Bestimmung von Pumpenstandorten 45
Abbildung 30 PFPN 48
Abbildung 31 Bedienfeld (Stand 2017) 51
Abbildung 32 Bedienfeld ältere Bauart 51
Abbildung 33 Hinweis Ex-Schutz Stromerzeuger 52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Leistungsvergleich DIN 14420/ DIN EN 1028 18
Tabelle 2 Garantiepunkte DIN 14420 26
Tabelle 3 Vergleich Garantiepunkte 26

Tabelle 4 Übersicht der Trinkwasserkategorien 39
Tabelle 5 Abhängigkeit Förderstrom zu Pumpenabstand 45
Tabelle 6 Gewichte von Tragkraftspritzen 48
Tabelle 7 Gewichte von PFPN 48
Tabelle 8 Übersicht Tauchmotorpumpen 55

Wasserlieferungstabelle aus Strahlrohrmundstücken nach DIN 14 200

CM-Strahlrohr nach DIN 14 365: mit Mundstück = **9** mm Durchmesser; ohne Mundstück = **12** mm Durchmesser

BM-Strahlrohr nach DIN 14 365: mit Mundstück = **16** mm Durchmesser ohne Mundstück = **22** mm Durchmesser

Druck-höhe in bar	**Mundstückdurchmesser d in mm**																				
	4	**6**	**8**	**9**	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**	**21**	**22**	**24**	**26**	**28**	**30**	**32**	**34**	**36**	**38**	**40**
	Wasserdurchfluss Q in l/min																				
1	10	24	42	53	65	94	130	165	210	260	289	315	375	440	510	590	670	755	840	945	1050
1,5	13	29	51	65	80	115	155	205	260	320	354	385	460	540	630	720	820	925	1040	1150	1280
2	15	33	59	74	92	135	180	235	300	370	409	445	530	625	725	830	945	1070	1200	1330	1480
2,5	17	37	66	83	105	150	200	265	335	415	457	500	595	700	810	930	1060	1190	1340	1490	1650
3	18	41	72	91	115	165	220	290	365	455	501	550	650	765	885	1020	1160	1310	1470	1630	1810
3,5	20	44	78	98	120	175	240	315	395	490	541	590	705	825	960	1100	1250	1410	1580	1760	1960
4	21	47	84	**105**	130	**190**	255	**335**	425	525	580	**630**	755	885	1020	1180	1340	1510	1690	1890	2090
4,5	22	50	89	112	140	200	270	355	450	555	614	670	800	935	1090	1250	1420	1600	1800	2000	2220
5	23	53	93	**118**	145	**210**	285	**375**	475	585	647	**705**	840	985	1140	1310	1500	1690	1890	2110	2340
5,5	25	55	98	123	155	220	300	390	495	615	678	740	880	1040	1200	1380	1570	1770	1980	2210	2450
6	26	58	100	129	160	230	315	410	520	640	709	775	920	1080	1250	1440	1640	1850	2070	2310	2560
6,5	27	60	105	134	165	240	325	425	540	665	738	805	960	1130	1310	1500	1700	1920	2160	2400	2660
7	28	62	110	139	175	250	340	440	560	690	765	835	995	1170	1350	1550	1770	2000	2240	2500	2760
7,5	29	64	115	144	180	260	350	460	580	715	793	865	1030	1210	1400	1610	1830	2070	2320	2580	2860
8	30	66	120	149	185	265	360	475	600	740	818	895	1060	1250	1450	1660	1890	2140	2390	2670	2960
8,5	30	69	120	154	190	275	375	490	615	760	844	920	1100	1290	1490	1710	1950	2200	2470	2750	3050
9	31	71	125	158	195	280	385	500	635	785	868	950	1130	1320	1540	1760	2010	2260	2540	2830	3150
9,5	32	72	130	162	200	290	395	515	650	805	892	975	1160	1360	1580	1810	2060	2330	2610	2910	3200
10	33	74	135	167	205	295	405	530	670	825	915	1000	1190	1400	1620	1860	2110	2390	2680	2980	3300
11	35	78	140	175	215	310	425	555	700	865	960	1050	1250	1460	1700	1950	2220	2500	2810	3150	3450
12	36	81	145	183	225	325	445	580	735	905	1003	1090	1300	1530	1770	2040	2320	2620	2930	3250	3600
13	38	85	150		235	340	460	605	765	940	1043	1140	1360	1590	1850	2120	2410	2720	3050	3400	3750
14	39	88	155		245	350	480	625	790	960	1083	1180	1410	1650	1920	2200	2500	2820	3150	3550	3900
15	40	91	160		255	365	495	650	820	1010	1121	1220	1460	1710	1980	2280	2590	2920	3300	3650	4050
16	42	94	165		260	375	510	670	845	1040	1158	1260	1500	1770	2050	2350	2670	3000	3400	3750	4200

Niedersächsisches Landesamt
für Brand und Katastrophenschutz
NLBK

▪ Tabellen

Druckverluste

in **bar** für **je 100 m** Schlauchlänge (ermittelt nach Tabelle 2 in DIN 14 811 Blatt 1) abgerundet für den praktischen Gebrauch

Wasser-menge in l/min.	B	C 52	C 42
100		0,2	0,6
200	0,1	0,6	2,3
300	0,2	1,2	5
400	0,3	2	8,8
500	0,5	3,3	13,8
600	0,7	4,8	20
700	0,9	6,5	
800	1,1	8,5	
900	1,4	10,9	
1000	1,7	13,5	
1100	2,1	16,5	
1200	2,5	20	
1300	3		
1400	3,5		
1500	4		
1600	4,5		
1800	5,7		
2000	7		
2200	8,4		
2400	10		

Bei 300 m Schlauchlänge z. B. würde der Druckverlust das Dreifache betragen

Wurfweiten und Wurfhöhen

mit Schaumrohren in Meter

l/min	Normale Schaumrohre **bei 5 bar**		Weitwurfrohre **bei 5 bar**	
	Weite	Höhe	Weite	Höhe
200	13	9	18	10
400	17	11	22	14
800	21	12	30	20

Wurfweiten und Wurfhöhen

des Wasserstrahls in Metern

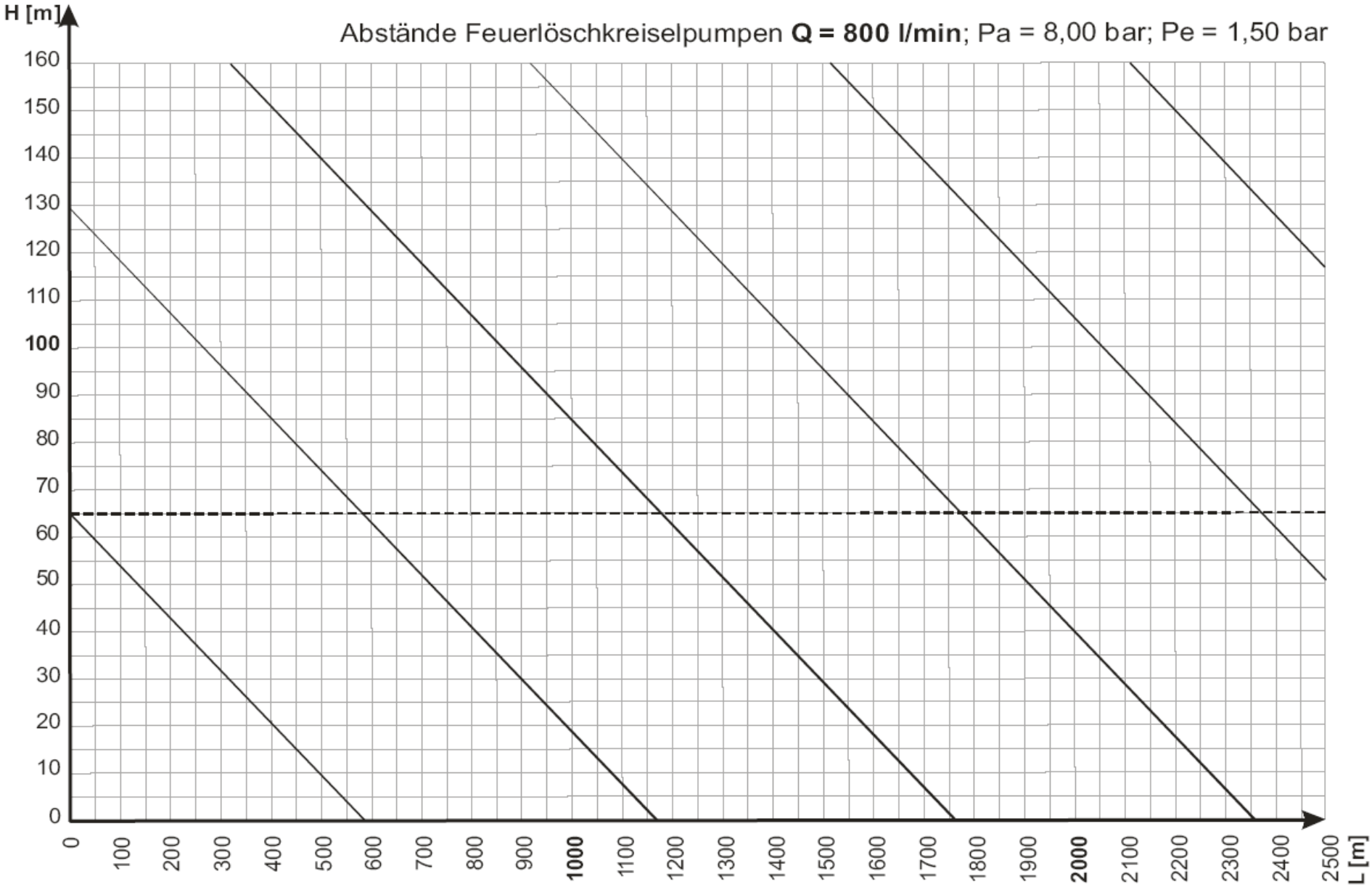
Mundstückdurch-messer in mm	Strahlrohrdruck **4 bar**		Strahlrohrdruck **5 bar**	
	Weite	Höhe	Weite	Höhe
8	18	13	22	17
9	**20**	**15**	**24**	**18**
12	**24**	**18**	**27**	**20**
16	**28**	**21**	**30**	**22**
18	30	23	32	24
22	**34**	**26**	**37**	**28**
24	36	28	38	29

Mundstück-Vergleichstabelle

Die Zusammenstellung gibt an, wie viele und welche kleineren Mundstücke an Stelle eines größeren Mundstückes angewandt werden können.

Einem Mundstück von mm l.W.	entsprechen											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Mundstücke von etwa mm lichter Weite											
40	28	23	20	18	**16**	15	14	13		**12**		11
35	25	20	17	15	14	13	**12**		11		10	
32	**22**	18	**16**	14	13	**12**			10			**9**
30	21	17	15	13	**12**	11		10		**9**		
28	20	**16**	14	**12**	11		10		**9**		8	
26	18	15	13	11		10	**9**		8			
24	17	14	**12**		10	**9**		8				
22	15	**12**	11	10	**9**	8						
20	14	11	10	**9**	8							
18	**12**	10	**9**	8								
16	11	**9**	8									
14	10	8										

Niedersächsisches Landesamt für Brand und Katastrophenschutz
NLBK



Niedersächsisches Landesamt
für Brand und Katastrophenschutz
NLBK