



Veranstaltung: Maschinist

Ausbildungseinheit: Feuerlöschkreiselpumpen

Thema:

Ausgabe: 03/2021

Zuständig: Abteilung 2

Bearbeitet von: Hans Kemper

Inhalt

1	Einleitung.....	3
2	Feuerlöschkreiselpumpen mit Entlüftungseinrichtung.....	3
2.1	Grundsätzliche Arbeitsweise der Feuerlöschkreiselpumpen.....	4
2.2	Normung der Feuerlöschkreiselpumpen.....	5
2.3	Begriffe	5
3	Feuerlöschkreiselpumpen gemäß DIN 14420	6
4	Feuerlöschkreiselpumpen gemäß DIN EN 1028-1.....	7
4.1	Bezeichnung und Klassifizierung der Feuerlöschkreiselpumpen	7
4.2	Leistungswerte der Feuerlöschkreiselpumpen	8
4.3	Zuordnung der Feuerlöschkreiselpumpen	10
4.4	Allgemeine Anforderungen an Feuerlöschkreiselpumpen.....	11
4.5	Bestandteile der Feuerlöschkreiselpumpen.....	11
4.5.1	Pumpenaggregat	12
4.5.2	Entlüftungseinrichtungen	13
4.5.3	Absperreinrichtungen mit Anschlusskupplungen	17
4.5.4	Messgeräte	19
4.5.5	Bedienungselemente	20
4.5.6	Sicherheitseinrichtungen	21
4.5.7	Zusatzeinrichtungen	21
4.5.8	Bedienungsanleitungen	21
5	Betreiben der Feuerlöschkreiselpumpen	21
5.1	Grundsätzliche Hinweise.....	21
5.2	Auftreten von Kavitation	23
5.3	Einsatzende	25
6	Regelmäßige Prüfung der Feuerlöschkreiselpumpen	25
6.1	Trockensaugprüfung	25
6.2	Druckprüfungen	26
7	Betriebsstörungen	27
8	Winterbetrieb	27
9	Instandhaltung der Feuerlöschkreiselpumpen	27
10	Quellennachweis.....	28
11	Literaturnachweis	28

1 Einleitung

Zu den wesentlichen Einsatzaufgaben der Maschinisten gehört die fachgerechte Bedienung der Feuerlöschkreiselpumpen. Dazu ist es erforderlich, dass sie die erforderlichen technischen Grundlagen über den Aufbau und die Funktion der Feuerlöschkreiselpumpen erklären können und mit deren wesentlichen Merkmalen vertraut sind. Dabei steht für die Maschinisten die selbstständige und fachlich richtige Bedienung bei der In- und Außerbetriebnahme, die Beurteilung des technisch einwandfreien Zustandes und die Beseitigung von gegebenenfalls im Einsatzverlauf auftretender Betriebsstörungen im Vordergrund.

Die aktuell genormten Feuerlöschkreiselpumpen werden grundsätzlich in Feuerlöschkreiselpumpen mit Entlüftungseinrichtung (Normaldruck - und Hochdruckpumpen) und in Feuerlöschkreiselpumpen ohne Entlüftungseinrichtung (Schwimpumpen, Tauchpumpen, Verstärkerpumpen) unterteilt. Die Klassifizierung dieser Feuerlöschkreiselpumpen sowie die allgemeinen Anforderungen und die Sicherheitsanforderungen werden in entsprechenden DIN-EN-Normen beschrieben und geregelt.

2 Feuerlöschkreiselpumpen mit Entlüftungseinrichtung

Feuerlöschkreiselpumpen mit Entlüftungseinrichtung werden fest in Löschfahrzeuge oder in Tragkraftspritzen eingebaut und vorwiegend zur Förderung von Löschwasser verwendet. Sie müssen in der Lage sein eine ausreichende Wassermenge unter ausreichendem Druck von einer Wasserentnahmestelle zu einer Abgabestelle (Brandstelle, ...) zu fördern. Dazu wird das Wasser in den Feuerlöschkreiselpumpen ständig unter Druck gesetzt um die Druckverluste durch Reibung in den Schlauchleitungen und Armaturen und die Druckverluste für die Überwindung von Höhenunterschieden auszugleichen und den für die Durchführung einer Brandbekämpfung erforderlichen Strahlrohrdruck zu erzeugen.

Feuerlöschkreiselpumpen mit Entlüftungseinrichtung werden über Nebenabtriebe des Getriebes und über Gelenkwellen von Fahrzeugmotoren oder von eigenständigen Verbrennungsmotoren angetrieben. Sie sind für den festen Einbau als Fahrzeugeinbaupumpen in den aktuell genormten Löschfahrzeugen, das heißt, als Vorbaupumpen oder Fronteinbaupumpen (nur bei den nicht mehr genormten Löschgruppenfahrzeugen LF 8 und LF 16-TS), als Mitteneinbaupumpen im Fahrgestell eines Löschfahrzeuges (in Sonderfällen) oder für den festen Einbau in Tragkraftspritzen geeignet.



Abbildung 1:
Feuerlöschkreiselpumpe als Fahrzeugeinbaupumpe



Abbildung 2:
Feuerlöschkreiselpumpe als Tragkraftspritze

2.1 Grundsätzliche Arbeitsweise der Feuerlöschkreiselpumpen

Mit Feuerlöschkreiselpumpen wird Wasser durch Strömungsbewegungen in den Pumpen gefördert. Der erforderliche Förderdruck wird dabei von einer Druckstufe (Laufrad, Leitrad) aufgebracht und den Druckabgängen zugeleitet. Die Leistung der Feuerlöschkreiselpumpen ist abhängig von der Größe und Form des Laufrades und des Leitrades und von der Drehzahl der Pumpenwelle und somit des Laufrades. Die Kraftübertragung erfolgt von Fahrzeugmotoren oder Antriebsmotoren unmittelbar oder über einen Nebenantrieb auf die Pumpenwelle, auf der das Laufrad (einstufige Pumpen) befestigt ist beziehungsweise die Laufräder (mehrstufige Pumpen) befestigt sind.

Feuerlöschkreiselpumpen können nur Wasser fördern, wenn ihnen auch ständig Wasser zugeführt wird und sie können nur so viel Wasser fördern, wie ihnen zufließt. Das Wasser kann über eine Saugleitung, durch den Zufluss aus einem Hydranten oder aus einem Löschwasserbehälter im Fahrzeug, durch die Einspeisung bei einer Reihenschaltung mehrerer Feuerlöschkreiselpumpen (Wasserförderung über lange Strecken) zugeführt werden.

Das derart zugeführte Wasser fließt mittig dem sich mit hoher Drehzahl drehenden Laufrad der Feuerlöschkreiselpumpen zu. Es wird im Laufrad umgelenkt, von den gekrümmten Schaufeln des Laufrades erfasst, mit zunehmender Geschwindigkeit durch die nach außen größer werdenden Laufradkanäle weitergeleitet und infolge der raschen Drehung des Laufrades durch die Zentrifugalkraft zum äußeren Rand des Laufrades geschleudert. Durch die stetige Vergrößerung der Laufradkanäle wird ein Teil der Bewegungsenergie des Wassers bereits in Druckenergie umgewandelt.

Das mit hoher Bewegungsenergie und gewisser Druckenergie aus den Laufradkanälen austretende Wasser wird in dem angrenzenden feststehenden Leitrad (auch Leitapparat genannt), dessen Kanalquerschnitte sich ebenfalls stetig vergrößern, aufgefangen. Durch das Abbremsen der Fließgeschwindigkeit des Wassers wird weiter Bewegungsenergie in Druckenergie umgewandelt. Aus dem Leitrad strömt das Wasser in den Druckkanal des Pumpengehäuses. Am Druckkanal befinden sich dann die Druckausgänge mit den Absperrrichtungen, an denen das Wasser aus den Feuerlöschkreiselpumpen entnommen und den angekuppelten Druckschläuchen zugeführt werden kann.

Bei zweistufigen Feuerlöschkreiselpumpen strömt das Wasser zunächst vom ersten Laufrad in das erste Leitrad und von dort durch ein dicht dahinter liegendes zweites Laufrad in ein weiteres Leitrad und erst dann weiter in den Druckkanal und zu den Druckausgängen. Dadurch wird der Druck jeweils weiter erhöht und die Fließgeschwindigkeiten in den Feuerlöschkreiselpumpen und somit auch die Kavitationsgefahr verringert.

2.2 Normung der Feuerlöschkreiselpumpen

Im November 2002 wurden die beiden deutschen Normen DIN 14420-1 „Feuerwehrrpumpen - Allgemeine Anforderungen, Prüfung“ und DIN 14420-2 „Feuerwehrrpumpen - Feuerlösch- und Lenz-Kreiselpumpen“ zurückgezogen und durch die europäischen Normen DIN EN 1028-1 „Feuerlöschpumpen - Feuerlöschkreiselpumpen mit Entlüftungseinrichtung - Teil 1: Klassifizierung - Allgemeine und Sicherheitsanforderungen“ und DIN EN 1028-2 „Feuerlöschpumpen - Feuerlöschkreiselpumpen mit Entlüftungseinrichtung - Teil 2: Feststellung der Übereinstimmung mit den allgemeinen und Sicherheitsanforderungen“ ersetzt.

Nachfolgend werden sowohl die Feuerlöschkreiselpumpen gemäß der zurückgezogenen Normen DIN 14420-1 und DIN 14420-2 als auch die Feuerlöschkreiselpumpen gemäß der derzeit aktuellen Normen DIN EN 1028-1 und DIN EN 1028-2 behandelt. Dabei ist zu beachten, dass die Ausführungen der jeweiligen Feuerlöschkreiselpumpen gemäß der zurückgezogenen und der aktuellen Normen grundsätzlich vergleichbar sind.

2.3 Begriffe

In der DIN EN 1028-1 sind verschiedene Begriffe im Zusammenhang mit der Funktion der Feuerlöschkreiselpumpen festgelegt und näher erläutert:

- **Förderstrom Q** - die von den Feuerlöschkreiselpumpen geförderte Wassermenge je Zeiteinheit, angegeben in Liter pro Minute.
- **Nennförderstrom Q_N** - der festgelegte Förderstrom Q bei Nennförderdruck p_N , Nenn-drehzahl n_N und geodätischer Nennsaughöhe $H_{S_{\text{geoN}}}$, angegeben in Liter pro Minute.
- **Eingangsdruck p_e** - der Druck unmittelbar am Eingangsquerschnitt (Saugeingang) der Feuerlöschkreiselpumpen, angezeigt als positiver oder negativer manometrischer Druck durch das Eingangsdruckmessgerät, angegeben in Bar.
- **Ausgangsdruck p_a** - der Druck unmittelbar am Austrittsquerschnitt (B-Druckausgang) der Feuerlöschkreiselpumpen, angezeigt als manometrischer Druck durch das Ausgangsdruckmessgerät, angegeben in Bar.
- **Förderdruck p** - der Unterschied zwischen dem Ausgangsdruck p_a und dem Eingangsdruck p_e , angegeben in Bar, errechnet durch $p = p_a - p_e$
- **Nennförderdruck p_N** - der festgelegte Förderdruck p für den Nennförderstrom Q_N , angegeben in Bar, zum Beispiel bei einer Feuerlöschkreiselpumpe FPN 10-1000 = 10 Bar.
- **Grenzdruck $p_{a \text{ lim}}$** - der bei Betrieb der Feuerlöschkreiselpumpen maximal zulässige Ausgangsdruck p_a , angegeben in Bar.
- **Schließdruck p_{a0}** - der Ausgangsdruck p_a bei einem Förderstrom Q von 0 Liter pro Minute, das heißt, bei geschlossenen Druckanschlüssen, bei geodätischer Nennsaughöhe $H_{S_{\text{geoN}}}$ und bei Höchstdrehzahl n_0 der Feuerlöschkreiselpumpen, angegeben in Bar.

- **statischer Prüfdruck p_{ps}** - der Druck, mit dem bei stillstehenden Feuerlöschkreiselpumpen die Eingangsseite der Pumpe auf Dichtigkeit geprüft wird, angegeben in Bar.
- **dynamischer Prüfdruck p_{pd}** - der Druck, mit dem bei laufenden Feuerlöschkreiselpumpen die mit Druck beaufschlagten Bauteile der Pumpen auf Dichtigkeit geprüft werden, angegeben in Bar.
- **Drehzahl n** - die vom Antriebsmotor auf die Pumpenwelle beziehungsweise das Laufrad jeweils übertragene Anzahl von Umdrehungen, gemessen in Umdrehungen pro Minute.
- **Nenn Drehzahl n_N** - die Drehzahl der Pumpenwelle beziehungsweise des Laufrades bei Nennförderleistung, gemessen in Umdrehungen pro Minute.
- **Ansaugdrehzahl n_s** - die vom Hersteller für das Entlüften der Feuerlöschkreiselpumpen bevorzugte Drehzahl des Laufrades, gemessen in Umdrehungen pro Minute.
- **Höchstdrehzahl n_0** - die vom Hersteller der Feuerlöschkreiselpumpen angegebene maximale Drehzahl der Pumpenwelle beziehungsweise des Laufrades, gemessen in Umdrehungen pro Minute.
- **geodätische Saughöhe $H_{S_{geo}}$** - die Höhendifferenz zwischen der Eintrittsmitte des ersten Laufrades) und dem saugseitigen Wassersiegel, bei einem Luftdruck von 1.013 Millibar und einer Wassertemperatur von plus 4 Grad Celsius, gemessen in Meter.
- **geodätische Nennsaughöhe $H_{S_{geoN}}$** - die für den Nennförderstrom Q_N festgelegte Höhendifferenz zwischen der Eintrittsmitte des ersten Laufrades und dem saugseitigen Wasserspiegel, bei einem Luftdruck von 1.013 Millibar und einer Wassertemperatur von plus 4 Grad Celsius, gemessen in Meter.
- **Entlüftungszeit t** - die erforderliche Zeit, um die Feuerlöschkreiselpumpen einschließlich der angeschlossenen Saugleitung zu entlüften und das Wasser mit Druck bis zu den Druckausgängen zu fördern, gemessen in Sekunden.

3 Feuerlöschkreiselpumpen gemäß DIN 14420

Feuerwehrrpumpen gemäß DIN14420 sind für Einsatzaufgaben der Feuerwehr besonders gestaltete Pumpen zur Förderung von Flüssigkeiten. In diesen beiden Normen wurde unter anderem zwischen Feuerlöschkreiselpumpen, die vorwiegend zur Förderung von Löschwasser dienen und zum Einbau in Löschfahrzeugen und Tragkraftspritzen geeignet waren und Lenzkreiselpumpen unterschieden, die aufgrund ihrer konstruktiven Gestaltung (Pumpengehäuse, Laufrad, Leitapparat) zur Förderung von Wasser für den Lenzeinsatz (= große Wassermengen bei niedrigem Förderdruck) dienen und für den Einbau in Tragkraftspritzen geeignet waren.

Die Kurzbezeichnung für Feuerlöschkreiselpumpen beziehungsweise Lenzkreiselpumpen setzt sich aus dem Begriff FP beziehungsweise LP, dem Wert für den Nennförderstrom Q_N (geteilt durch 100) und - getrennt durch einen Schrägstrich - dem Wert für den Nennförderdruck p_N zusammen. Die Bezeichnung wird durch die Benennung und durch die Nummer der Norm ergänzt. Hierzu das folgende Beispiel für eine Feuerlöschkreiselpumpe mit einem Nennförderstrom von 1.600 Liter pro Minute und einem Nennförderdruck von 8 Bar:

Feuerlösch-Kreiselpumpe DIN 14420 - FP 16/8

Die Feuerlösch- und Lenzkreiselpumpen wurden in unterschiedlichen Leistungsklassen hergestellt und in Abhängigkeit vom Nennförderstrom Q_N und Nennförderdruck p_N in unterschiedliche Typen eingeteilt. Die jeweiligen Leistungswerte waren die Mindestanforderungen, die an diese Feuerwehropumpen gestellt wurden. Gemäß DIN 14420-2 wurde zwischen Feuerlöschkreiselpumpen FP 2/5, FP 4/5, FP 8/8, FP 16/8, FP 24/8 und FP 32/8 sowie Lenzkreiselpumpen LP 24/3 unterschieden.

	FP 8/8	FP 16/8	FP 24/8	LP 24.3
Garantiepunkt 1				
geodätische Saughöhe $H_{S\ geo}$ [m]	3,00	3,00	3,00	3,00
Nennförderstrom Q_N [l/min]	800	1.600	2.400	2.400
Nennförderdruck p_N [bar]	8	8	8	3
Garantiepunkt 2				
geodätische Saughöhe $H_{S\ geo}$ [m]	3,00	3,00	3,00	---
Förderstrom Q [l/min]	400	800	1.200	---
Nennförderdruck p_N [bar]	12	12	12	---
Garantiepunkt 3				
geodätische Saughöhe $H_{S\ geo}$ [m]	7,50	7,50	7,50	7,50
Förderstrom Q [l/min]	400	800	1.200	800
Nennförderdruck p_N [bar]	8	8	8	3
Schließdruck				
Schließdruck p_{a0} [bar] ¹⁾	14 bis 16	14 bis 16	14 bis 16	5 bis 8
¹⁾ bei einer maximal 1,4fachen Nenndrehzahl n_N				

Tabelle 1: Leistungswerte bestimmter Feuerlösch- und Lenzkreiselpumpen gemäß DIN 14420-2

4 Feuerlöschkreiselpumpen gemäß DIN EN 1028-1

Feuerlöschkreiselpumpen gemäß DIN EN 1028-1 sind für den Einsatz bei der Feuerwehr besonders konstruierte Strömungsmaschinen zur Förderung von Wasser. Sie werden einzeln ohne Antrieb und Kupplungen hergestellt und sind für den festen Einbau in Löschfahrzeugen oder in Tragkraftspritzen geeignet.

4.1 Bezeichnung und Klassifizierung der Feuerlöschkreiselpumpen

Die Kurzbezeichnung für Feuerlöschkreiselpumpen gemäß DIN EN 1028-1 setzt sich aus dem Begriff FPN (**F**ire **P**ump **N**ormal Pressure = Feuerlöschpumpe Normaldruck), dem Wert für den Nennförderdruck p_N und - getrennt durch einen Bindestrich - und dem Wert für den Nennförderstrom Q_N zusammen. Die Bezeichnung wird durch die Benennung und durch die Nummer der Norm ergänzt.

Hierzu das folgende Beispiel für eine Feuerlöschkreiselpumpe mit einem Nennförderdruck von 10 Bar und einem Nennförderstrom von 2.000 Liter pro Minute:

Feuerlöschkreiselpumpe EN 1028-1 - FPN 10-2000

Die Feuerlöschkreiselpumpen gemäß DIN EN 1028-1 werden in unterschiedlichen Leistungsklassen hergestellt und in Abhängigkeit vom Nennförderdruck p_N und Nennförderstrom Q_N klassifiziert. Die aufgeführten Nennförderdrücke und Nennförderströme müssen bei einer geodätische Nennsaughöhe von 3 Meter erreicht werden

Diese Feuerlöschkreiselpumpen werden als ein- beziehungsweise zweistufige Normaldruckpumpen (FPN) gefertigt. Für besondere Anwendungsbereiche der Feuerwehr werden auch mehrstufige Hochdruckpumpen (FPH) mit einem Nenndruck von 40 Bar gefertigt.

Kurzbezeichnung	Nennförderdruck p_N [bar]	Nennförderstrom Q_N [L/min]	Schließdruck p_{a0} [bar]
FPN 6-500	6	500	6 - 11
FPN 10-750	10	750	10 - 17
FPN 10-1000	10	1.000	10 - 17
FPN 10-1500	10	1.500	10 - 17
FPN 10-2000	10	2.000	10 - 17
FPN 15-1000	15	1.000	15 - 20
FPH 40-250	40	250	40 - 54,5

Tabelle 2: Klassifizierung bestimmter Feuerlöschkreiselpumpen gemäß DIN EN 1028-1

4.2 Leistungswerte der Feuerlöschkreiselpumpen

Für Feuerlöschkreiselpumpen gemäß DIN EN 1028-1 werden bestimmte Leistungswerte vorausgesetzt und im Rahmen von Typprüfungen, Abnahmeprüfungen oder regelmäßige Prüfungen ermittelt. Diese Leistungswerte müssen in Abhängigkeit von der Konstruktion der Feuerlöschkreiselpumpen und deren Antriebsmotoren als sogenannte Garantiepunkte mindestens erbracht werden.

Garantiepunkt 1: Bei einer geodätischen Nennsaughöhe $H_{S_{geoN}}$ von 3,00 Meter muss mindestens der Nennförderdruck p_N und der Nennförderstrom Q_N bei Nenndrehzahl n_N (± 5 Prozent) erreicht werden.

Garantiepunkt 2: Bei einer geodätischen Saughöhe $H_{S_{geo}}$ von 7,50 Meter und dem Nennförderdruck p_N muss mindestens der halbe Nennförderstrom Q_N erreicht werden.

Garantiepunkt 3: Bei einer geodätischen Saughöhe $H_{S_{geo}}$ von 3,00 Meter, dem 1,2fachen Nennförderdruck p_N und einer Drehzahl kleiner der Höchstdrehzahl n_0 muss mindestens der halbe Nennförderstrom Q_N erreicht werden.

Bei der Überprüfung der Leistung der Feuerlöschkreiselpumpen müssen die in der Norm genannten Garantiepunkte mindestens erreicht werden. In der Regel erreichen die Feuerlöschkreiselpumpen aber Werte, die weit oberhalb dieser Garantiepunkte liegen.

	FPN				FPH
	10-750	10-1000	10-1500	10-2000	40-250
Garantiepunkt 1					
geodätische Nennsaughöhe $H_{S_{geoN}}$ [m]	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Nennförderdruck p_N [bar]	10	10	10	10	40
Nennförderstrom Q_N [l/min]	750	1.000	1.500	2.000	250
Garantiepunkt 2					
geodätische Saughöhe $H_{S_{geo}}$ [m]	7,50	7,50	7,50	7,50	---
Nennförderdruck p_N [bar]	10	10	10	10	---
Förderstrom Q [l/min]	375	500	750	1.000	---
Garantiepunkt 3					
geodätische Saughöhe $H_{S_{geo}}$ [m]	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Förderdruck p [bar]	12	12	12	12	48
Förderstrom Q [l/min]	375	500	750	1.000	125
Prüfdrücke					
Schließdruck p_{a0} [bar]	10 - 17	10 - 17	10 - 17	10 - 17	40 - 54,5
statischer Prüfdruck [bar]	15	15	15	15	20
dynamischer Prüfdruck [bar]	22,5	22,5	22,5	22,5	60

Tabelle 3: Leistungswerte bestimmter Feuerlöschkreiselpumpen gemäß DIN EN 1028-1

Auf Pumpenprüfständen werden die tatsächlichen Werte für die Förderströme und die Förderdrücke der zu beurteilenden Feuerlöschkreiselpumpen ermittelt und in einem Diagramm als sogenannte Pumpenkennlinien dargestellt. Die Feuerlöschkreiselpumpen fördern dabei verschiedene Fördermengen, zu der sich bestimmte Förderdrücke ergeben, so dass die unterschiedlichen Messwerte in einem Diagramm zu einer Linie verbunden werden können. Jeder auf und unterhalb der Kurven liegende Wert kann von den Pumpen erreicht werden.

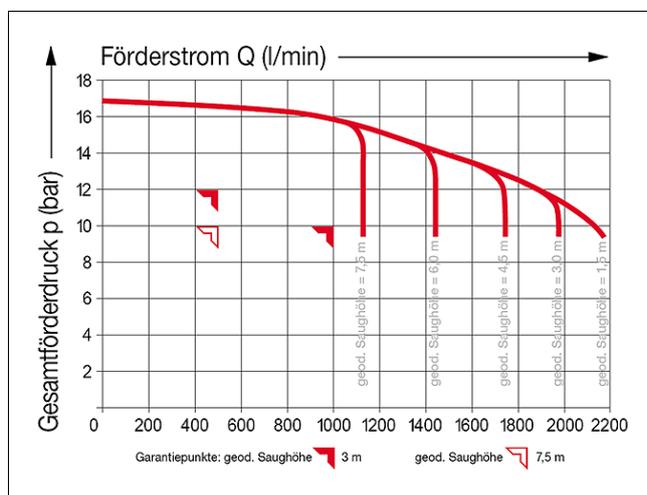


Abbildung 3:

Beispiel der Pumpenkennlinie einer FPN 10-1000

4.3 Zuordnung der Feuerlöschkreiselpumpen

In Löschfahrzeugen werden vom Fahrzeugmotor angetriebene Feuerlöschkreiselpumpen FPN als Fahrzeugeinbaupumpen fest eingebaut beziehungsweise als Tragkraftspritzen PFPN mitgeführt. Dabei gilt die folgende Zuordnung:

Art der Tragkraftspritze / Pumpe	Typ des Löschfahrzeuges
PFPN 10-1000 <ul style="list-style-type: none"> ein A-Sauganschluss zwei B-Druckabgänge 	Kleinlöschfahrzeug KLF
	Tragkraftspritzenfahrzeug TSF
	Tragkraftspritzenfahrzeug TSF-W
FPN 10-1000 <ul style="list-style-type: none"> ein A-Sauganschluss mindestens zwei B-Druckabgänge 	Mittleres Löschfahrzeug MLF
	Löschgruppenfahrzeug LF 10
	Hilfeleistungs-Löschgruppenfahrzeug HLF 10
	Tanklöschfahrzeug TLF 2000
FPN 10-2000 <ul style="list-style-type: none"> ein A-Sauganschluss mindestens vier B-Druckabgänge 	Staffellöschfahrzeug StLF 20
	Löschgruppenfahrzeug LF 20
	Hilfeleistungs-Löschgruppenfahrzeug HLF 20
	Löschgruppenfahrzeug LF 10 KatS
	Löschgruppenfahrzeug LF 20 KatS
	Tanklöschfahrzeug TLF 3000
Tanklöschfahrzeug TLF 4000	

Tabelle 4: Zuordnung der Pumpen zu den Löschfahrzeugen

In einem Tragkraftspritzenfahrzeug TSF ist als löschtechnische Einrichtung eine zur Beladung gehörende Tragkraftspritze PFPN 10-1000 eingeschoben und gelagert, die aus dem Fahrzeug entnommen und abgesetzt vom Fahrzeug betrieben werden kann.

In einem Kleinlöschfahrzeug KLF beziehungsweise einem Tragkraftspritzenfahrzeug TSF-W wird im Heck des Kofferaufbaus eine zur Beladung gehörende Tragkraftspritze PFPN 10-1000 so eingeschoben und gelagert, dass sie über ihren A-Sauganschluss an den Löschwasserbehälter angekuppelt werden kann. Diese Verbindung ist mit einem von Hand zu bedienende Umschaltorgan Saugbetrieb/Tankbetrieb ausgestattet. Der Betrieb der Tragkraftspritze ist auf ihrer Lagerung möglich, ohne dass die Tragkraftspritze aus dem Fahrzeug entnommen werden muss. Darüber hinaus ist die Unterbringung der Tragkraftspritze so gestaltet, dass sie auch einfach und schnell vom Löschwasserbehälter abgekuppelt, aus dem Fahrzeug entnommen und somit auch abgesetzt vom Fahrzeug betrieben werden kann.

In den übrigen Löschfahrzeugen werden vom Fahrzeugmotor angetriebene Feuerlöschkreiselpumpen FPN 10-1000 beziehungsweise FPN 10-2000 als Fahrzeugeinbaupumpen eingebaut. Diese Feuerlöschkreiselpumpen sind mit einem A-Sauganschluss, mindestens zwei beziehungsweise vier absperrbaren B-Druckabgängen und einem von Hand zu bedienende Umschaltorgan Saugbetrieb/Tankbetrieb ausgestattet.

4.4 Allgemeine Anforderungen an Feuerlöschkreiselpumpen

Die für den Bau der Feuerlöschkreiselpumpen verwendeten Werkstoffe, vor allem die Teile der Pumpen, die mit den zu fördernden Flüssigkeiten in Verbindung kommen, müssen korrosionsbeständig sein.

Die Feuerlöschkreiselpumpen müssen auf einem Fabrikschild aus Metall oder einer dauerhaften Kennzeichnung auf dem Pumpengehäuse gekennzeichnet sein. Schmierstellen (meist gelb) und Entleerungseinrichtungen (meist blau) müssen farblich gekennzeichnet sein.



Abbildung 4:

Fabrikschild einer Feuerlöschkreiselpumpe

Die einwandfreie Funktion der Einrichtungen der Feuerlöschkreiselpumpen muss bei Wassertemperaturen zwischen 0 Grad Celsius und plus 60 Grad Celsius sowie bei Umgebungstemperaturen zwischen minus 15 Grad Celsius und plus 40 Grad Celsius sichergestellt sein.

Feuerlöschkreiselpumpen müssen weiterhin den in der DIN EN 1028-1 festgelegten sicherheitstechnischen Anforderungen entsprechen. In den Bedienungsanleitungen der Hersteller der Feuerlöschkreiselpumpen müssen Sicherheitshinweise und Warnhinweise für den Betrieb und die Instandhaltung der Pumpen aufgeführt sein.

4.5 Bestandteile der Feuerlöschkreiselpumpen

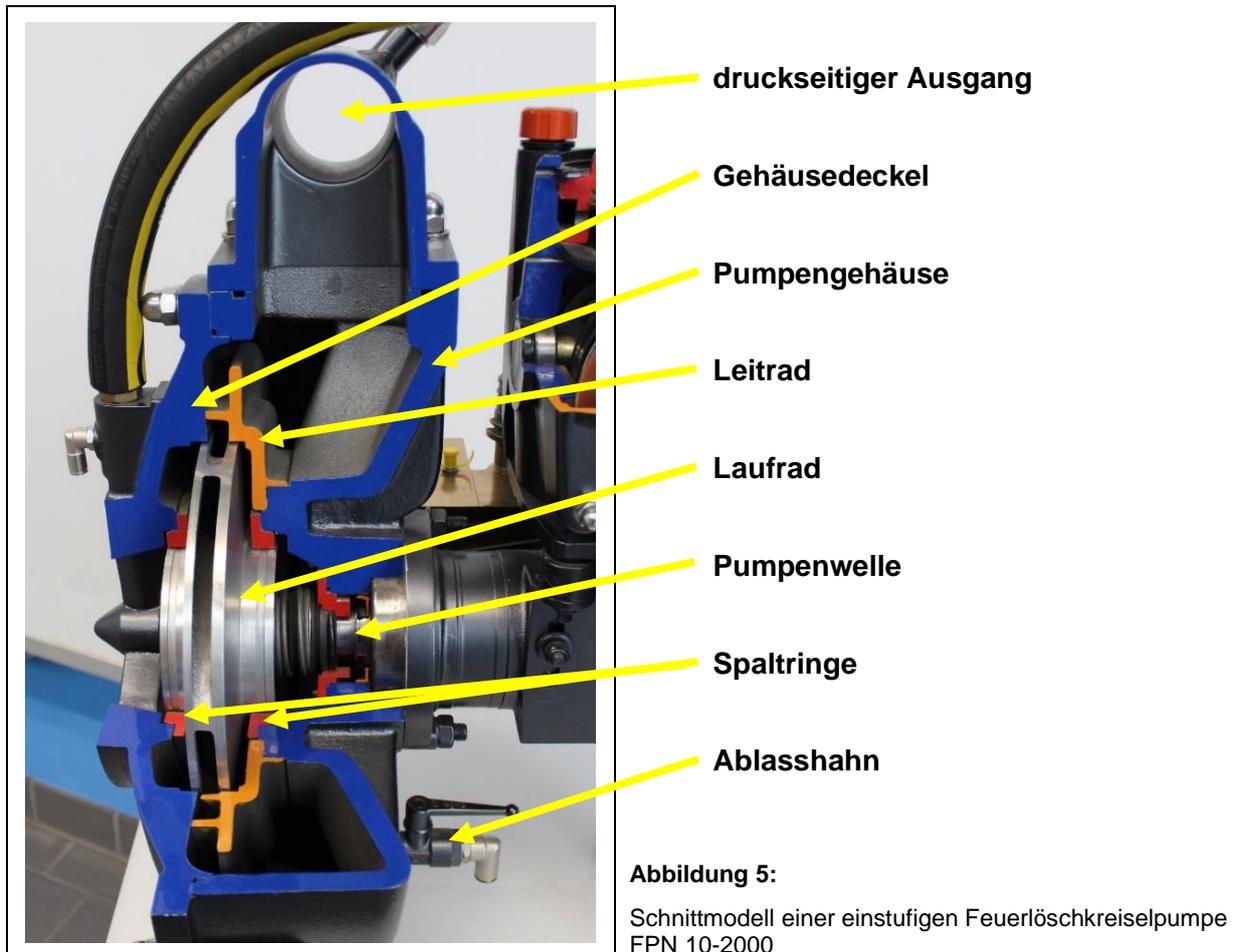
Feuerlöschkreiselpumpen gemäß DIN EN 1028-1 bestehen unabhängig von ihrer Leistungsstufe und dem Fabrikat im Wesentlichen aus

- einem Pumpenaggregat,
- einer Entlüftungseinrichtung,
- den Abspereinrichtungen mit Anschlusskupplungen für Saug- und Druckleitungen,
- den Rohrleitungen zwischen Pumpe, Abspereinrichtungen und Anschlusskupplungen,
- den Sieben und Schmutzfängern,
- den Messgeräten,
- den Bedienungselemente,
- den Sicherheitseinrichtungen und
- den Zusatzeinrichtungen (sofern vorhanden).

Feuerlöschkreiselpumpen

4.5.1 Pumpenaggregat

Das Pumpenaggregat der (einstufigen) Feuerlöschkreiselpumpen besteht im Wesentlichen aus einem Pumpengehäuse mit Gehäusedeckel, einer Pumpenwelle, einem Laufrad und einem Leitrad.



Das **Pumpengehäuse** wird aus einem ringförmigen Hohlkörper mit **druckseitigen Ausgängen** gebildet. Es umschließt das **Laufrad** und das feststehende **Leitrad** (auch Leitapparat genannt). Das Leitrad kann mit dem Pumpengehäuse verschraubt oder eingegossen sein oder eine spiralförmige Erweiterung des Pumpengehäuses (Spiralgehäuse) bilden. An der tiefsten Stelle des Pumpengehäuses ist ein von Hand zu betätigender **Ablasshahn** eingebaut, der zum Entwässern der Feuerlöschkreiselpumpe nach ihrem Gebrauch dient. Das Pumpengehäuse wird zur Saugseite hin mit einem **Gehäusedeckel** abgeschlossen. An diesem befindet sich das saugseitige Stützlager für die Pumpenwelle, der Saugeingang mit der saugseitigen Anschlusskupplung und ein Schutzsieb, das ein Eindringen von Schmutzteilen und Fremdkörpern in das Pumpengehäuse verhindern soll.

Die **Pumpenwelle** dient der Kraftübertragung vom Antriebsmotor auf das Laufrad der Feuerlöschkreiselpumpe, das mittels Nut und Feder mit der Pumpenwelle verbunden ist. Als luft- und wasserdichter Abschluss der Pumpenwelle nach außen werden Wellenabdichtungen (Gleitringdichtungen, Radialdichtringe oder Stopfbuchsendichtungen) und als Abdichtung zwischen Saug- und Druckseite innerhalb der Feuerlöschkreiselpumpen **Spaltringe** eingesetzt. Die Spaltringe begrenzen den inneren Wasserkreislauf in dem Spalt zwischen Laufrad und Leitrad und erhöhen damit den Wirkungsgrad der Feuerlöschkreiselpumpen.

Die Druckstufe einer Feuerlöschkreiselpumpe besteht aus dem Laufrad und dem Leitrad. Je nach Anzahl der Druckstufen wird zwischen einstufigen und zweistufigen Feuerlöschkreiselpumpen unterschieden. Durch das zur Saugseite hin in der Mitte offene **Laufrad** tritt das Wasser in das Laufrad ein. Von dort gehen sich vergrößernde Kanäle zum äußeren Rand des Laufrades. Die Anordnung der Kanäle bewirkt, dass durch die Zentrifugalkraft dem Wasser Geschwindigkeitsenergie zugeführt wird, die im **Leitrad** in Druckenergie umgewandelt wird. Die Form und die Größe des Laufrades und des Leitrades bestimmen den Förderstrom, den Förderdruck und den Wirkungsgrad der Feuerlöschkreiselpumpen.

4.5.2 Entlüftungseinrichtungen

Feuerlöschkreiselpumpen können aufgrund ihrer Bauart selbst kein Wasser ansaugen. Deshalb werden entsprechende Entlüftungseinrichtungen benötigt, die Luft aus den Pumpengehäusen der Feuerlöschkreiselpumpen und den angekuppelten Saugschläuchen saugen. Durch den auf die Wasseroberfläche einwirkenden äußeren Luftdruck wird dann das Wasser durch die Saugschläuche in die Pumpengehäuse der Feuerlöschkreiselpumpen hochgedrückt und von dort weiterbefördert.

Nachfolgend werden die Entlüftungseinrichtungen beschrieben, die für die aktuell angebotenen Feuerlöschkreiselpumpen verwendet werden.

■ Membran-Entlüftungspumpe

Eine Membran-Entlüftungspumpe ist eine automatisch arbeitende Entlüftungseinrichtung, die aus zwei unabhängig voneinander arbeitenden Membranpumpen-Einheiten besteht, die während des Entlüftungsvorganges in Funktion sind und während der Wasserförderung stillstehen. Im Saugbetrieb wird das automatische Abschalten und das eventuelle Wiedereinschalten dieser Entlüftungseinrichtung direkt vom Pumpendruck gesteuert.

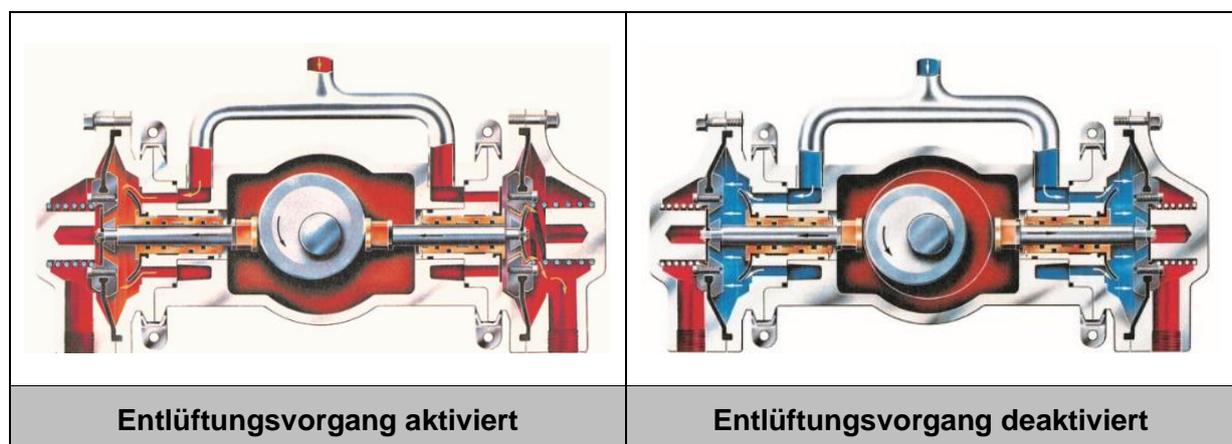


Abbildung 6: Schnittdarstellung der Membran-Entlüftungspumpe

Eine Membran-Entlüftungspumpe besteht aus einem Gehäuse, einer Antriebswelle (Verlängerung der Pumpenwelle) mit Exzenter, aus zwei Kolbenstangen mit Membranen und Auslassventilen sowie Druckfedern und ist auf der Ansaugseite über eine Entlüftungsleitung mit Einlassventilen direkt mit der Druckseite der Feuerlöschkreiselpumpe verbunden.

Der Exzenter in der Entlüftungspumpe wird direkt von der Pumpenwelle der Feuerlöschkreiselpumpe angetrieben und drückt beim Ansaugen die jeweilige Kolbenstange mit Membran gegen die Kraft der Druckfeder nach außen. Durch den dabei entstehenden Unterdruck öffnet sich das entsprechende Einlassventil und Luft strömt über die Entlüftungsleitung aus dem Pumpenraum der Feuerlöschkreiselpumpe und den angeschlossenen Saugschläuchen in den Arbeitsraum der Entlüftungspumpe. Beim Ausstoßhub wird die jeweilige Kolbenstange mit Membran durch die Druckfeder zwangsweise wieder auf der Exzenterfläche zurückbewegt. Dabei wird die Luft im Arbeitsraum verdichtet, wodurch sich das Einlassventil wieder schließt und sich gleichzeitig das entsprechende Auslassventil öffnet. Dadurch strömt die angesaugte Luft über Bohrungen in der Membran und den Ausstoßkanal ins Freie. Diese Vorgänge wiederholen sich bei jeder Umdrehung des Exzenters und erzeugen so in der Feuerlöschkreiselpumpe und den angeschlossenen Saugschläuchen einen Unterdruck.

Sobald die Saugschläuche und die Feuerlöschkreiselpumpe mit Wasser aufgefüllt sind und sich ein Druck von etwa 2 Bar aufgebaut hat, strömt Wasser über die Entlüftungsleitung in die Entlüftungspumpe ein und drückt die Membranen mit den Auslassventilen gegen die Gehäusedeckel. Dadurch werden die Bohrungen in den Membranen geschlossen und gleichzeitig die Kolbenstangen vom Exzenter angehoben. Der Exzenter kann so die Kolbenstangen nicht mehr bewegen, so dass diese während der Wasserförderung stillstehen. Sinkt der Druck in der Feuerlöschkreiselpumpe wieder unter 2 Bar, zum Beispiel durch das Abreißen der Wassersäule während der Wasserförderung, bewegen die Druckfedern die Kolbenstangen wieder gegen den Exzenter und der Entlüftungsvorgang beginnt erneut.

Bei Feuerlöschkreiselpumpen in Löschfahrzeugen mit Löschwasserbehälter ist in der Entlüftungsleitung zwischen der Feuerlöschkreiselpumpe und der Entlüftungspumpe ein Absperrventil (Kugelhahn) eingebaut, das beim Ein- und Ausschalten der Pumpe die Entlüftungsleitung automatisch öffnet beziehungsweise absperrt. Dieses Ventil verhindert, dass Wasser aus dem Löschmittelbehälter über die Entlüftungspumpe ausläuft, wenn die Feuerlöschkreiselpumpe während des Tankbetriebs vorübergehend außer Betrieb genommen wird.

■ Trockenkolben-Entlüftungspumpe

Eine Trockenkolben-Entlüftungspumpe ist eine automatisch arbeitende Entlüftungseinrichtung, die aus zwei unabhängig voneinander arbeitenden Kurzhub-Trockenkolbeneinheiten besteht, die während des Entlüftungsvorganges in Funktion sind und während der Wasserförderung stillstehen. Im Saugbetrieb wird das automatische Abschalten und eventuelle Wiedereinschalten dieser Entlüftungseinrichtung direkt vom Pumpendruck gesteuert.

Eine Trockenkolben-Entlüftungspumpe besteht aus einem Gehäuse, einer Antriebswelle (Verlängerung der Pumpenwelle) mit Exzenter, aus zwei Kolben mit Kolbenstangen und Auslassventilen, sowie den Druckfedern und ist auf der Ansaugseite über eine Entlüftungsleitung mit Einlassventilen direkt mit der Druckseite der Feuerlöschkreiselpumpe verbunden.

Die Kolben mit den Kolbenstangen werden von der jeweiligen Druckfeder gegen den Exzenter der Antriebswelle gedrückt und bewegen sich beim Betrieb der Feuerlöschkreiselpumpe durch den rotierenden Exzenter abwechselnd nach außen. Durch den dabei entstehenden Unterdruck öffnet sich das entsprechende Einlassventil und Luft strömt über die Entlüftungsleitung aus dem Pumpenraum der Feuerlöschkreiselpumpe und den angeschlossenen Saugschläuchen in den Arbeitsraum der Entlüftungspumpe.

Feuerlöschkreiselpumpen

Beim Ausstoßhub wird der jeweilige Kolben mit Kolbenstange durch die Druckfeder zwangsweise wieder auf der Exzenterfläche zurückbewegt. Durch die nach innen gerichtete Kolbenbewegung wird die Luft im Arbeitsraum verdichtet, wodurch sich das Einlassventil wieder schließt und sich gleichzeitig das entsprechende Auslassventil öffnet.

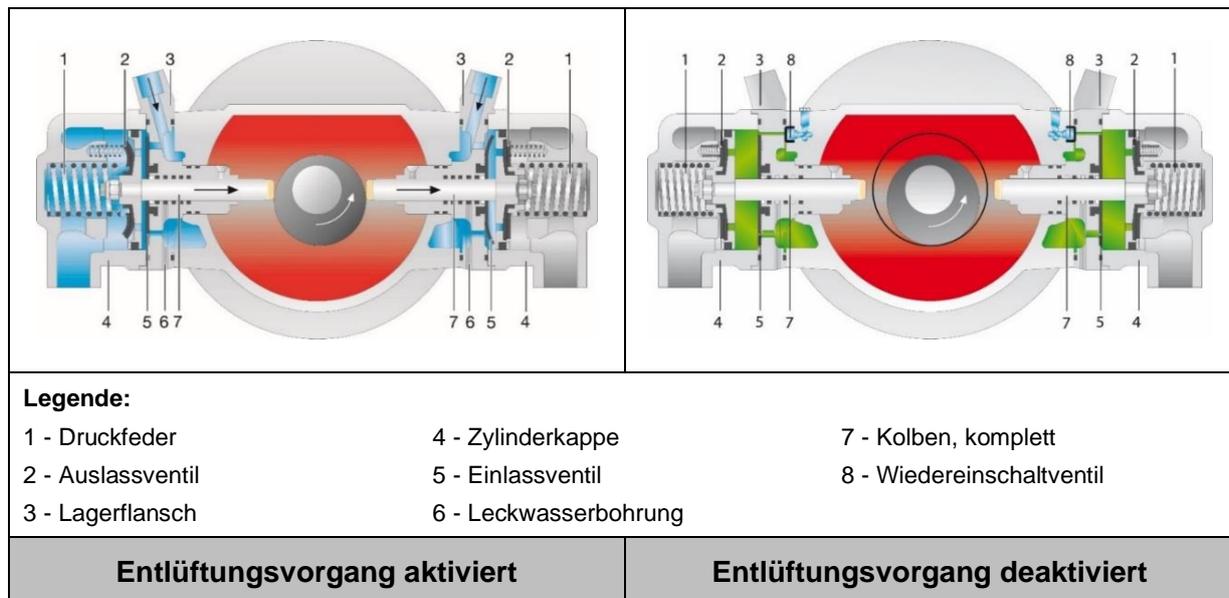


Abbildung 7: Schnittdarstellung der Trockenkolben-Entlüftungspumpe

Dadurch strömt die angesaugte Luft über die Bohrungen in den Kolben und den Ausstoßkanal ins Freie. Diese Vorgänge wiederholen sich bei jeder Umdrehung des Exzenter, bis die Feuerlöschkreiselpumpe und die angeschlossenen Saugschläuche entlüftet sind.

Sobald die Saugschläuche und die Feuerlöschkreiselpumpe mit Wasser aufgefüllt sind und sich ein Druck von etwa 2 Bar aufgebaut hat, strömt Wasser über die Entlüftungsleitung in die Entlüftungspumpe ein und drückt die Kolben mit den Auslassventilen gegen den Gehäusedeckel (der anstehende Druck ist stärker als die Druckfeder). Dadurch werden die Bohrungen in den Kolben geschlossen und gleichzeitig die Kolbenstangen vom Exzenter angehoben. Der Exzenter kann so die Kolbenstangen nicht mehr bewegen, so dass diese während der Wasserförderung stillstehen. Sinkt der Druck in der Feuerlöschkreiselpumpe wieder unter 2 Bar, zum Beispiel durch das Abreißen der Wassersäule während der Wasserförderung, bewegen die Druckfedern die Kolben mit Kolbenstangen wieder gegen den Exzenter und der Entlüftungsvorgang beginnt automatisch erneut.

Bei Feuerlöschkreiselpumpen in Löschfahrzeugen mit Löschwasserbehälter ist in der Entlüftungsleitung zwischen der Feuerlöschkreiselpumpe und der Entlüftungspumpe eine pneumatisch betätigte Absperrvorrichtung (Kugelhahn) eingebaut, die beim Ein- und Ausschalten der Pumpe die Entlüftungsleitung automatisch öffnet beziehungsweise absperrt. Diese Vorrichtung verhindert, dass Wasser aus dem Löschmittelbehälter über die Entlüftungspumpe ausläuft, wenn die Feuerlöschkreiselpumpe während des Tankbetriebs vorübergehend außer Betrieb genommen wird. Bei Ausfall der pneumatischen Pumpenschaltung kann die Absperrvorrichtung über einen Handhebel manuell bedient werden.

■ Doppelkolben-Entlüftungspumpe

Eine Doppelkolben-Entlüftungspumpe ist eine Entlüftungseinrichtung mit einer Doppelkolbenereinheit, die während des Entlüftungsvorganges in Funktion ist und während der Wasserförderung stillsteht. Der Antrieb dieser auf der Rückseite der Feuerlöschkreiselpumpe abgesetzt montierten Entlüftungspumpe erfolgt mit manueller oder mit druckgesteuerter automatischer Zu- und Abschaltung von der Pumpenwelle aus über einen Keilriemen auf die Antriebswelle der Entlüftungspumpe.

Eine Doppelkolben-Entlüftungspumpe besteht aus einem Gehäuse, einer Antriebswelle mit Exzenter, aus dem mit einem Gleitstein verbundenen Doppelkolben sowie den Ein- und Auslassventilen und ist auf der Ansaugseite über eine Entlüftungsleitung direkt mit dem Saugeingang der Feuerlöschkreiselpumpe verbunden. Ein Be- und Entlüftungsventil hält die Entlüftungsleitung geschlossen, außer die Entlüftungspumpe arbeitet.

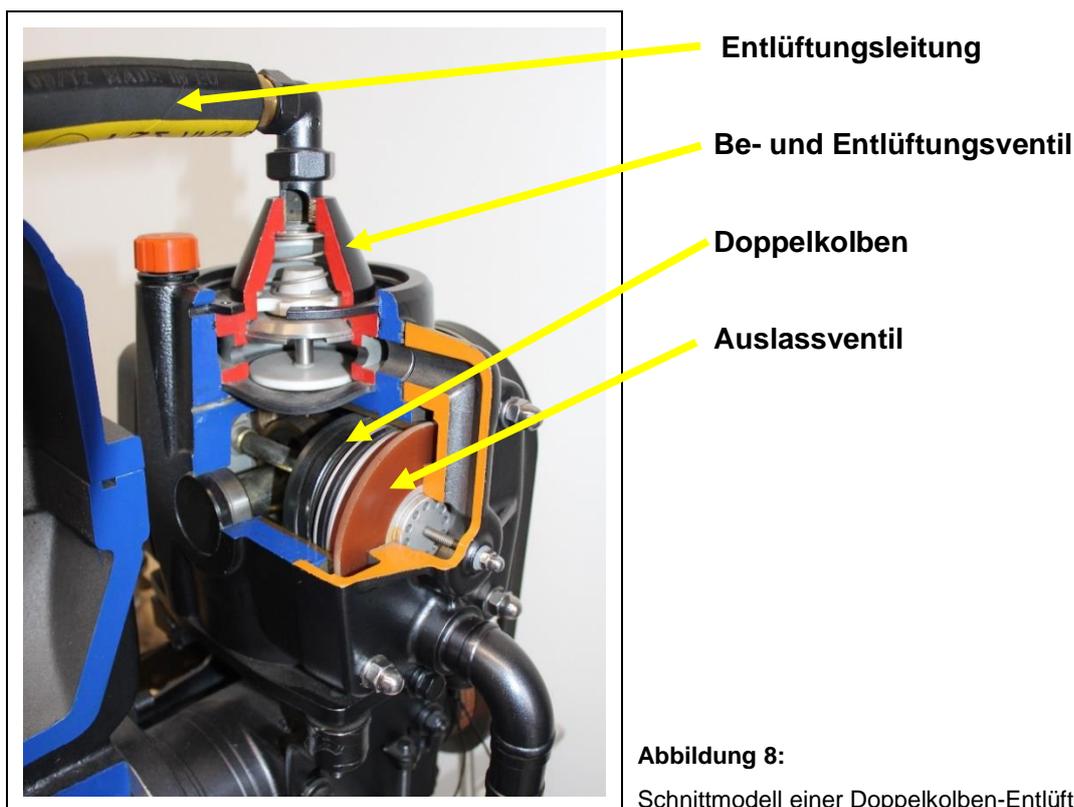


Abbildung 8:

Schnittmodell einer Doppelkolben-Entlüftungspumpe

Wird der Antrieb dieser Entlüftungspumpe eingeschaltet wird dadurch die Antriebswelle der Entlüftungspumpe in eine Drehbewegung und der Doppelkolben über den Gleitstein durch den Exzenter der Antriebswelle in eine hin- und hergehende Bewegung versetzt. Durch den nach innen gehenden Kolben wird dabei ein Unterdruck erzeugt, das Einlassventil öffnet und Luft strömt über die Entlüftungsleitung aus der Feuerlöschkreiselpumpe in den Arbeitsraum der Entlüftungspumpe.

Gleichzeitig wird durch den nach außen gehenden Kolben die Luft im Arbeitsraum verdichtet, wodurch sich das Einlassventil wieder schließt und sich gleichzeitig das entsprechende Auslassventil öffnet. Dadurch strömt die angesaugte Luft über den Ausstoßkanal ins Freie. Diese Vorgänge wiederholen sich bei jeder Umdrehung des Exzenters, bis die Feuerlöschkreiselpumpe und die angeschlossenen Saugschläuche entlüftet sind.

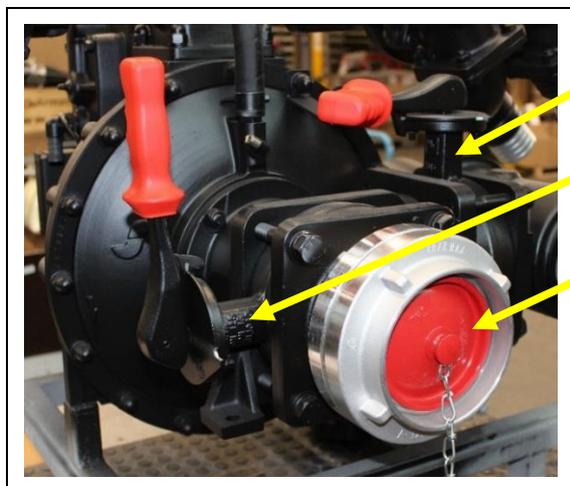
Sobald die Feuerlöschkreiselpumpe einen Druck von etwa 2 Bar aufgebaut hat, wird der Antrieb der Entlüftungspumpe abgeschaltet und die Antriebswelle der Entlüftungspumpe steht still. Sinkt der Druck in der Feuerlöschkreiselpumpe wieder unter 2 Bar, wird die Entlüftungspumpe eingeschaltet und der Entlüftungsvorgang wird erneut gestartet.

4.5.3 Absperreinrichtungen mit Anschlusskupplungen

Die DIN EN 1028-1 gilt für Feuerlöschkreiselpumpen mit Entlüftungseinrichtung, die einzeln ohne Antrieb, ohne Umschaltorgan, ohne Absperreinrichtungen und ohne Anschlusskupplungen gefertigt und geliefert werden. Die Ausführung der Umschaltorgane, Absperreinrichtungen und Anschlusskupplungen ist gemäß dieser Norm zu vereinbaren.

■ Umschaltorgane Saugbetrieb/Tankbetrieb

Bei Löschfahrzeugen mit festeingebauten Löschwasserbehältern kann das zu fördernde Wasser über ein Umschaltorgan Saugbetrieb/Tankbetrieb unmittelbar an den Sauganschlüssen der Feuerlöschkreiselpumpen zugeführt werden.



Absperrklappe-Tanksaugleitung

Absperrklappe-Saugeingang

Festkupplung A (mit Blindkupplung)

Abbildung 9:

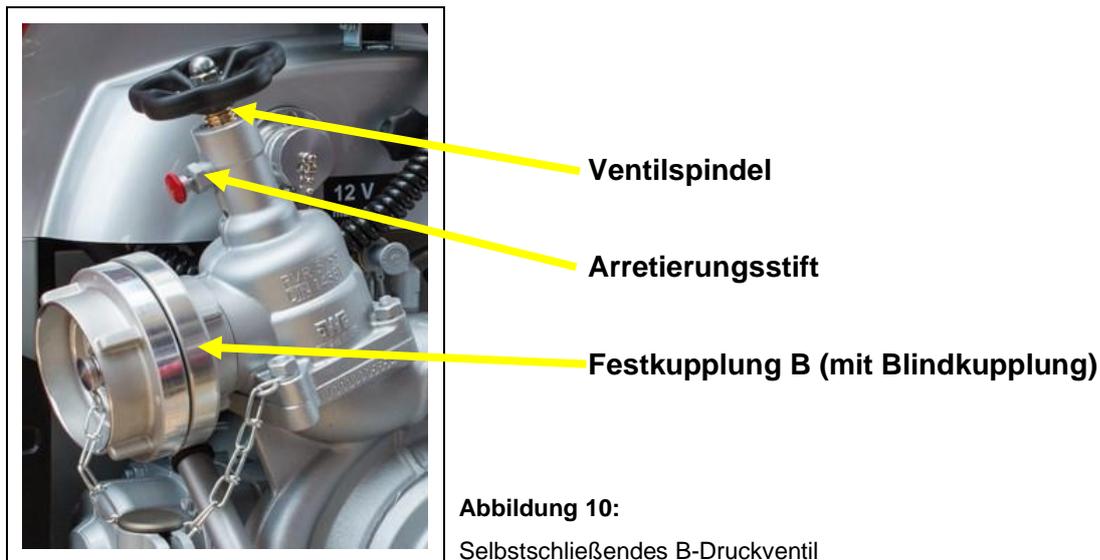
Umschaltorgan Saugbetrieb/Tankbetrieb

Über diese von Hand zu bedienende Umschaltorgane, zum Beispiel über eine Tankumschaltklappe mit Absperrspindel und Handrad, ein Tankumschalhahn mit Handhebel (Drei-Wege-Kugelhahn) oder jeweils eine Absperrklappe-Tanksaugleitung und eine Absperrklappe-Saugeingang, kann das zu fördernde Wasser wahlweise über die Sauganschlüsse mit Festkupplungen A (Saugbetrieb, Hydrantenbetrieb, Pumpenreihenschaltung) oder direkt von den festeingebauten Löschwasserbehältern der Löschfahrzeuge (Tankbetrieb) in die Feuerlöschkreiselpumpen eingespeist werden.

■ Absperreinrichtungen für Druckanschlüsse

Feuerlöschkreiselpumpen sind mit selbstschließenden Absperreinrichtungen an den druckseitigen Ausgängen ausgestattet. Diese von Hand zu betätigenden B-Druckventile dienen der Unterbrechung des Förderstroms nach Beendigung der Wasserförderung und dem automatischen Verschließen der Druckanschlüsse vor Beginn eines Entlüftungsvorganges.

Sie bestehen jeweils aus einem Ventilgehäuse, einer Ventilspindel mit Handrad, einem federbelasteten Ventilteller mit Dichtung, einem federbelastetem Arretierungsstift und sind mit einer Festkupplung B mit Blindkupplung B ausgestattet.



Ist die Ventilspindel bis zum Anschlag eingedreht, presst sie den angebrachten Ventilteller auf den Ventilsitz, das Ventil ist verschlossen. Wird die Ventilspindel mit dem Handrad bis zum Einrasten des Arretierungsstiftes herausgedreht, drückt eine Druckfeder den Ventilteller weiterhin auf den Ventilsitz, das Ventil bleibt weiterhin geschlossen. In dieser Stellung kann ein Saugvorgang vorgenommen werden. Der dann von der Feuerlöschkreiselpumpe geförderte Wasserstrom hebt den Ventilteller gegen den Federdruck vom Ventilsitz ab und öffnet das B-Druckventil. Bleibt der Wasserstrom aus - zum Beispiel durch Abreißen der Wassersäule - wird der Ventilteller durch die Federkraft wieder auf den Ventilsitz gedrückt und das B-Druckventil somit verschlossen (Wirkung als Rückschlagventil).

Erst wenn der federbelastete Arretierungsstift gezogen wird, kann die Ventilspindel noch zwei bis drei Gewindegänge weiter herausgedreht werden, so dass der Ventilteller vom Ventilsitz gehoben und die selbstschließende Funktion aufgehoben wird. Dies kann zum Beispiel notwendig werden, wenn eine Feuerlöschkreiselpumpe mit angeschlossener Saugleitung bei ausgefallenen Entlüftungseinrichtung über den Druckanschluss mit Wasser gefüllt werden muss oder wenn die abgehende Druckleitung nach Beendigung des Einsatzes über die Feuerlöschkreiselpumpe entwässert werden muss.

Die zu einer Einrichtung zur schnellen Wasserabgabe beziehungsweise einer Schnellangriffseinrichtung (Wasser) und zu einer Fülleinrichtung des Löschwasserbehälters führenden Druckleitungen sind in der Regel mit Absperrhähnen mit Hebelbedienung (Kugelhähne) ausgestattet. Diese ermöglichen durch eine Hebelverstellung um jeweils 45 Grad kurze Öffnungs- und Schließzeiten. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass ein schlagartiges Öffnen oder Schließen zu starken Druckstößen in den angeschlossenen Leitungen führt.

■ Anschlusskupplungen für Saug- und Druckschläuche

Feuerlöschkreiselpumpen mit einem Nennförderstrom bis 2.000 Liter pro Minute sind saugseitig mit einer Festkupplung A mit eingestecktem Schutzsieb ausgestattet, die bei Nichtbenutzung der Feuerlöschkreiselpumpe mit einer Blindkupplung verschlossen ist.

Feuerlöschkreiselpumpen

Druckseitig sind sie mit Festkupplungen B ausgestattet, die bei Nichtbenutzung der Feuerlöschkreiselpumpe mit Blindkupplungen verschlossen sind. Feuerlöschkreiselpumpen FPN 10-1000 sind mit mindestens zwei absperrbare B-Druckabgänge und Feuerlöschkreiselpumpen FPN 10-2000 mit mindestens vier absperrbare B-Druckabgänge ausgestattet.

4.5.4 Messgeräte

Zur Überwachung der Funktionen während des Betriebes sind bestimmte Messgeräte im Bereich des Bedienfeldes der Feuerlöschkreiselpumpen eingebaut. Darüber hinaus können bei Bedarf weitere Messgeräte auf Wunsch des Bestellers vorgesehen werden oder vom Hersteller grundsätzlich eingebaut sein.

■ Druckmessgeräte

Druckmessgeräte zeigen den Eingangsdruck beziehungsweise Ausgangsdruck der Feuerlöschkreiselpumpen als Überdruck - bezogen auf den atmosphärischen Luftdruck der Umgebung - an. Die Anzeige 0 Bar entspricht dabei dem jeweiligen atmosphärischen Luftdruck.



Abbildung 11:

Eingangs- und Ausgangsdruckmessgerät

Eingangsdrukmessgeräte verfügen über zwei Skalenbereiche. Der rote Skalenbereich zeigt den Eingangsdruck beim Saugvorgang als negativen Wert von 0 bis minus 1 Bar an. Der schwarze Skalenbereich zeigt den Eingangsdruck als positiven Wert von 0 bis 25 Bar an, wenn das Wasser den Feuerlöschkreiselpumpen von einem Hydranten oder einer anderen Feuerwehrrpumpe mit Druck zugeführt wird. Ausgangsdrukmessgeräte mit schwarzem Skalenbereich zeigen den von den Feuerlöschkreiselpumpen erzeugten Ausgangsdruk, mit dem das geförderte Wasser die Pumpen verlässt, als positiven Wert bis 25 Bar an.

Darüber hinaus können Druckmessgeräte zur Anzeige des Fülldrucks beim Befüllen der Löschmittelbehälter eingebaut sein. Um zu vermeiden, dass die Löschmittelbehälter beim Befüllen mit einem zu hohen Druck beaufschlagt werden, werden seitens der Hersteller der Löschfahrzeuge bestimmte maximale Fülldrücke vorgegeben.

■ Drehzahlmesser

Feuerlöschkreiselpumpen können für die Kontrolle der Drehzahl der Pumpenwelle mit einem Drehzahlmesser ausgerüstet werden, mit dem die entsprechenden Drehzahlen beim Betrieb der Feuerlöschkreiselpumpen, bei der Entlüftung im Saugbetrieb, der Überprüfung der Garantiepunkte oder bei der Schließdruckprüfung abgelesen werden können.

■ Betriebsstundenzähler

Feuerlöschkreiselpumpen können für die Kontrolle der Betriebsstunden der Pumpen mit einem Betriebsstundenzähler ausgerüstet werden. Die Zählung der Betriebsstunden ist für den jeweils laufenden Betrieb der Feuerlöschkreiselpumpen selbst nicht erforderlich. Sie hat lediglich für die Einhaltung von regelmäßigen Wartungsfristen eine Bedeutung.

4.5.5 Bedienungselemente

Alle mechanisch, pneumatisch, elektrisch oder elektronisch zu betätigenden Bedienungselemente der Feuerlöschkreiselpumpen, zum Beispiel Schalter, Taster, Kugelhähne, Umschaltorgane, B-Druckventile und ähnlich, sowie sonstige Stellteile müssen sowohl leicht erreichbar als auch ohne übermäßigen Kraftaufwand zu betätigen sein.



Abbildung 12:

Beispiel für das Bedienfeld einer in einem Löschfahrzeug fest eingebauten Feuerlöschkreiselpumpe FPN 10-2000

Die Start- und Stoppeinrichtungen der Feuerlöschkreiselpumpen müssen jederzeit deutlich zu erkennen sein. Gegebenenfalls sind Maßnahmen zu treffen, zum Beispiel durch Anbringen besonderer Kennzeichnungen, um Bedienfehler durch Verwechslungen zu vermeiden.

Betätigungseinrichtungen und äußere Anschlüsse von Feuerlöschkreiselpumpen, zum Beispiel Blindkupplungen, müssen farblich gekennzeichnet sein. Dadurch soll die Bedienung der Feuerlöschkreiselpumpen erleichtert werden. Folgende Farben sind dazu vorgesehen:

- rot oder farblos - für Wassereingänge
- grün oder farblos - für Wasserausgänge (Normaldruck bis 20 Bar)
- violett - für Wasserausgänge (Normaldruck über 20 Bar)
- blau - für Entwässerungen und Auslässe zur Druckentlastung
- gelb - für Ein- und Ausgänge für Schaum, Schaummittel oder Druckluftschaum
- orange oder rot - für Funktionshebel
- schwefelgelb - für Schmierstellen

4.5.6 Sicherheitseinrichtungen

Feuerlöschkreiselpumpen können mit bestimmten Sicherheitseinrichtungen ausgerüstet werden, zum Beispiel mit einer Drehzahlbegrenzung, die die Überschreitung der Höchstdrehzahl verhindert oder mit einem mechanischen Überhitzungsschutz, der das Überschreiten der zulässigen Temperatur des Wassers in der Feuerlöschkreiselpumpe verhindert.

4.5.7 Zusatzeinrichtungen

Feuerlöschkreiselpumpen können mit Zusatzausrüstungen ausgestattet werden, die die Einsatzmöglichkeiten der Feuerlöschkreiselpumpen erweitern und gleichzeitig zu einer Entlastung der Maschinisten beitragen können. Zu diesen Zusatzeinrichtungen gehören zum Beispiel automatische Pumpendruckregelungen, automatische Wasserzuführungs-Regulierungen oder Schaummittel-Zumischanlagen.

4.5.8 Bedienungsanleitungen

Durch den Hersteller einer Feuerlöschkreiselpumpe muss bei der Lieferung eines Löschfahrzeuges mit eingebauter Pumpe oder einer Tragkraftspritze eine Bedienungsanleitung bereitgestellt werden, einschließlich einer witterungsbeständigen Zusammenfassung im Bereich des Bedienstandes.

5 Betreiben der Feuerlöschkreiselpumpen

Für das sichere und bestimmungsgemäße Betreiben der Feuerlöschkreiselpumpen ist es erforderlich, dass geschulte und regelmäßig unterwiesene Maschinisten zur Verfügung stehen, die mit der Bedienung der jeweiligen Feuerlöschkreiselpumpen vertraut sind.

5.1 Grundsätzliche Hinweise

Die nachfolgend beschriebenen grundsätzlichen Hinweise für das Betreiben von Feuerlöschkreiselpumpen können je nach Bedienungsanleitung der Hersteller der Pumpen in bestimmten Punkten abweichen. Entscheidend und verbindlich sind jedoch immer die jeweiligen Vorgaben in den Bedienungsanleitungen.

Inbetriebnahme einer Feuerlöschkreiselpumpe:

- Feststellbremse des Löschfahrzeuges betätigen
- Fahrzeugmotor im Leerlauf weiterlaufen lassen
- Blindkupplungen vom A-Sauganschluss und von den B-Druckanschlüssen abnehmen
- Absperreinrichtungen (B-Druckventile) der B-Druckanschlüsse schließen
- Ablasshahn zur Entwässerung unter dem A-Sauganschluss schließen
- erforderliche Schlauchleitungen anschließen
- Feuerlöschkreiselpumpe über den Nebenantrieb einschalten

In der DGUV Vorschrift 49 „Unfallverhütungsvorschrift - Feuerwehren“ wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass Verbrennungsmotoren so zu betreiben sind, dass Feuerwehrangehörige durch die Abgase der Motoren nicht gefährdet werden. Durch die Verwendung von Abgasschläuchen sind die Motorabgase deshalb so abzuleiten, dass keine Einsatzkräfte oder Personen gefährdet werden.

In dieser Unfallverhütungsvorschrift wird weiterhin darauf hingewiesen, dass aufgrund der von Verbrennungsmotoren erzeugten Geräusche üblicherweise die Benutzung von geeignetem Gehörschutz notwendig ist. Hierzu werden Kapselgehörschützer verwendet, die die Ohren der Feuerwehrangehörigen vollständig umschließen oder mindestens Gehörschutzstöpsel in Form von konischen Polyurethan-Schaumstöpseln.

Betriebsart Tankbetrieb:

- Umschaltorgan Saugbetrieb/Tankbetrieb auf „Tankbetrieb“ stellen
- abgehende Schlauchleitung/-en am jeweiligen B-Druckanschluss anschließen
- Feuerlöschkreiselpumpe - wie zuvor beschrieben - in Betrieb nehmen
- vorgesehene Absperreinrichtung (B-Druckventil, Kugelhahn) langsam öffnen
- Ausgangsdruck mit der Einstellvorrichtung für die Motordrehzahl einregeln, dabei ruckartiges Gas geben vermeiden

(Wenn nicht anders befohlen, einen Ausgangsdruck von etwa 6 Bar einregeln.)

- Füllstand des Löschwasserbehälters fortlaufend kontrollieren

Betriebsart Hydrantenbetrieb (oder Reihenschaltung):

- Umschaltorgan Saugbetrieb/Tankbetrieb auf „Saugbetrieb“ stellen
- ankommende Schlauchleitung/-en mit einem Sammelstück am A-Sauganschluss anschließen
- abgehende Schlauchleitung/-en am jeweiligen B-Druckanschluss anschließen
- Feuerlöschkreiselpumpe - wie zuvor beschrieben - in Betrieb nehmen
- wenn ankommendes Wasser in die Feuerlöschkreiselpumpe einströmt, vorgesehene Absperreinrichtung (B-Druckventil) langsam öffnen
- Ausgangsdruck mit der Einstellvorrichtung für die Motordrehzahl einregeln, dabei ruckartiges Gas geben vermeiden

(Wenn nicht anders befohlen, einen Ausgangsdruck von etwa 6 Bar einregeln.)

Für den wirksamen Einsatz im Saugbetrieb sind die Löschfahrzeuge mit den Saugstutzen der Feuerlöschkreiselpumpen so nah wie möglich an die vorgesehenen Wasserentnahmestellen heranzufahren und sicher abzustellen. Dabei sollte auch eine möglichst geringe Saughöhe angestrebt werden. Bei der Wasserentnahme aus offenen Gewässern ist darauf zu achten, dass die Saugleitungen möglichst kurzgehalten und geradlinig verlegt werden sowie möglichst tief und entgegen des Fließrichtung des Gewässers liegen.

Betriebsart Saugbetrieb:

- Umschaltorgan Saugbetrieb/Tankbetrieb auf „Saugbetrieb“ stellen
- Saugleitung am A-Sauganschluss anschließen
- abgehende Schlauchleitung/-en am jeweiligen B-Druckanschluss anschließen
- Feuerlöschkreiselpumpe - wie zuvor beschrieben - in Betrieb nehmen
- Drehzahl für den Ansaugvorgang mit der Einstellvorrichtung für die Motordrehzahl einstellen und Ansaugvorgang starten
- Saugleitung und Feuerlöschkreiselpumpe entlüften
- nach Beenden des Ansaugvorgangs und nach Druckaufbau in der Pumpe Absperreinrichtung (B-Druckventil) langsam öffnen
- Ausgangsdruck mit der Einstellvorrichtung für die Motordrehzahl einregeln, dabei ruckartiges Gas geben vermeiden
(Wenn nicht anders befohlen, einen Ausgangsdruck von etwa 6 Bar einregeln.)

Der Maschinist verbleibt während des Betriebes im Bereich des Bedienfeldes der Feuerlöschkreiselpumpe, beobachtet laufend das Eingangs- und Ausgangsdruckmessgerät sowie die Anzeigen, Warn- und Kontrollleuchten und überwacht den bestimmungsgemäßen Betrieb der Feuerlöschkreiselpumpe. Dabei achtet er insbesondere darauf, dass die Feuerlöschkreiselpumpe bei fehlendem Wasserdurchfluss nicht mit erhöhter Drehzahl betrieben wird (Temperaturanstieg im Pumpengehäuse verhindern) und bei freiem Auslauf nicht mit zu hoher Drehzahl betrieben wird (Kavitation vermeiden).

Außerbetriebnahme einer Feuerlöschkreiselpumpe:

- Leerlaufdrehzahl mit der Einstellvorrichtung für die Motordrehzahl einstellen
- Feuerlöschkreiselpumpe über den Nebenantrieb ausschalten
- Absperreinrichtung (B-Druckventil) am jeweiligen B-Druckanschluss schließen
- saug- und druckseitige Schlauchleitungen abkuppeln
- Ablasshahn zur Entwässerung unter dem Sauganschluss öffnen, Feuerlöschkreiselpumpe vollständig entwässern, Ablasshahn geöffnet lassen
- Absperreinrichtungen (B-Druckventile) der B-Druckanschlüsse etwas öffnen
- Blindkupplungen am A-Sauganschluss und den B-Druckanschlüssen anbringen
- **Hinweis:** Nach jedem Einsatz eine Trockensaugprüfung durchführen

5.2 Auftreten von Kavitation

Wasser verdampft zunächst bei einem äußeren Druck von 1,013 Bar und einer Temperatur von 100 Grad Celsius. Bei einem höheren Druck ist die Verdampfungstemperatur höher, bei einem geringeren Druck wesentlich niedriger. So verdampft Wasser bei einem Druck von etwa 0,02 Bar bereits bei 20 Grad Celsius.

Kavitation (lateinisch cavitare = aushöhlen) ist die unvermittelte Bildung und das Zusammenbrechen von dampfgefüllten Hohlräumen (Dampfblasen) in schnell strömenden Flüssigkeiten, bei denen der Druck in der Flüssigkeit so weit herabgesetzt ist, dass er den Dampfdruck der strömenden Flüssigkeit unterschreitet. Übersteigt der Druck in der Flüssigkeit wieder den Dampfdruck, brechen die Dampfblasen schlagartig in sich zusammen (Implosion). Dabei können punktuell sehr hohe Drücke entstehen, die zu einer Oberflächenbeschädigung an Maschinenteilen und Anlagen führen.

Entsteht im Saugraum vor dem Laufrad einer Feuerlöschkreiselpumpe ein hoher Unterdruck, zum Beispiel aufgrund einer sehr hohen geodätischen Saughöhe oder weil mehr Wasser abgegeben als am Pumpeneingang zugeführt wird, können im Wasser Dampfblasen entstehen, die mit dem Förderstrom durch die Kanäle des Laufrades in das Leitrad fließen. Die dort erfolgende Druckerhöhung (= hoher Unterdruck nimmt ab) hat zur Folge, dass die Dampfblasen schlagartig zusammenfallen und die Oberflächen durch die hohen mechanischen Beanspruchungen an mikroskopisch kleinen Stellen beschädigt wird. Wenn eine Feuerlöschkreiselpumpe sehr oft und über längere Zeit einer derartigen Kavitation ausgesetzt wird, entstehen an den betroffenen Stellen, zum Beispiel am Ausgang der Laufradkanäle oder am Eingang des Leitrades, erhebliche Beschädigungen, die wie Korrosionsfraß aussehen.

Beim Saugbetrieb von Feuerlöschkreiselpumpen kann Kavitation vor allem beim Erzeugen zu großer Förderströme (viele angeschlossene Strahlrohre), bei zu hohen geodätischen Saughöhen oder auch verstopftem Saugkorb entstehen, oder bei freiem Auslauf des geförderten Wassers (Lenzbetrieb oder auch geplatzter Druckschlauch), bei dem mehr Wasser abgegeben wird als der Luftdruck in die Pumpen nachdrücken kann. Beim Hydrantenbetrieb von Feuerlöschkreiselpumpen, bei dem das zu fördernde Wasser den Pumpen über Druckleitungen zugeführt wird, ist die Gefahr der Entstehung von Kavitation nicht gegeben, da sich bei einer zu hohen Wasserabgabe und abnehmendem Eingangsdruck die Druckleitungen „zusammenklappen“ und eine weitere Wasserförderung zum Erliegen kommt.

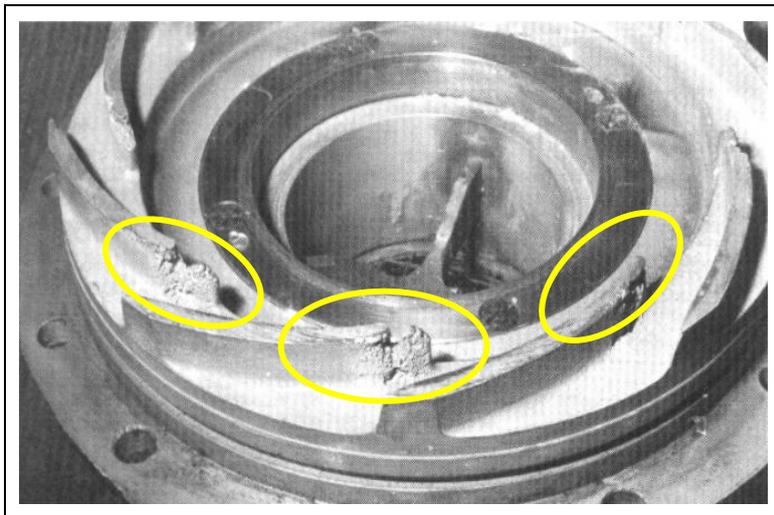


Abbildung 13:

Schäden durch Kavitation an einem Leitrad

Wird vom Maschinisten eine Kavitation erkannt - vor allem durch das Auftreten von unüblichen prasselnden oder kreischenden Geräuschen in den Feuerlöschkreiselpumpen - ist die Drehzahl der Feuerlöschkreiselpumpen und somit auch der Förderstrom sofort zu verringern. Darüber hinaus kann durch Verringerung des Ausgangsquerschnittes an den Druckausgängen ein entsprechender Gegendruck geschaffen werden, zum Beispiel das langsame Schließen der Absperreinrichtungen (B-Druckventile).

5.3 Einsatzende

Nach dem Einsatz sind Feuerlöschkreiselpumpen erforderlichenfalls von außen zu säubern und Sichtprüfungen auf äußerlich erkennbare Beschädigungen und Mängel an den Feuerlöschkreiselpumpen durchzuführen. Wurde mit den Feuerlöschkreiselpumpen verschmutztes Wasser gefördert, zum Beispiel aus offenen Gewässern, sind die Pumpen und alle verwendeten Armaturen vor der Außerbetriebnahme nochmals mit sauberem Wasser (aus Hydranten) gründlich durchzuspülen.

6 Regelmäßige Prüfung der Feuerlöschkreiselpumpen

Feuerlöschkreiselpumpen müssen in regelmäßigen Zeitabständen und bei Bedarf geprüft werden, um ihre Funktionssicherheit und ständige Einsatzbereitschaft zu gewährleisten. Nach Reparaturen, Wartungsarbeiten oder längeren Einsätzen sollten stets neben den allgemeinen Sicht- und Funktionsprüfungen auch Trockensaugprüfungen, Druckprüfungen und/oder Leistungsprüfungen gemäß DIN EN 1028-2 durchgeführt werden.

6.1 Trockensaugprüfung

Eine Trockensaugprüfung wird zur Ermittlung von Störungen, die eventuell durch den Betrieb von Feuerlöschkreiselpumpen eingetreten sind, zur Kontrolle der Dichtheit des Pumpenaggregates und zur Funktionsprüfung der Entlüftungseinrichtung durchgeführt. Diese Prüfung erfolgt regelmäßig, nach jeder Inbetriebnahme von Feuerlöschkreiselpumpen und nach Reparaturen beziehungsweise Wartungsarbeiten an Feuerlöschkreiselpumpen. Die Trockensaugprüfung wird dabei ohne Nutzung einer Wasserentnahme und ohne Anschluss von Schläuchen („trocken“) durchgeführt.

Trockensaugprüfung

- Feuerlöschkreiselpumpe gründlich entwässern
- Blindkupplungen von den B-Druckanschlüssen abnehmen
- Absperreinrichtungen (B-Druckventile, Kugelhähne) und Ablasshahn schließen
- A-Sauganschluss mit Blindkupplung verschließen
- Feuerlöschkreiselpumpe gemäß Bedienungsanleitung in Betrieb nehmen
- Entlüftungseinrichtung in Betrieb nehmen
- Druck am Eingangsdruckmessgerät ablesen
- innerhalb von 30 Sekunden muss ein Druck von mindestens minus 0,8 Bar erzeugt werden
- Entlüftungseinrichtung ausschalten
- Antriebsmotor abstellen
- Druck am Eingangsdruckmessgerät nach 60 Sekunden erneut ablesen
- der erreichte Druck darf innerhalb der 60 Sekunden nicht mehr als 0,1 Bar abnehmen

6.2 Druckprüfungen

Werden die Prüfbedingungen einer Trockensaugprüfung nicht erreicht oder bestehen Zweifel an der Dichtigkeit von Feuerlöschkreiselpumpen, wird eine Druckprüfung bei stillstehenden (statischer Prüfdruck) und laufenden Pumpen (dynamischer Prüfdruck) durchgeführt, um undichte Stellen am Pumpenaggregat zu finden.

Druckprüfung mit statischem Prüfdruck

- Blindkupplungen von den B-Druckanschlüssen abnehmen
- Absperreinrichtungen (B-Druckventile, Kugelhähne) und Ablasshahn schließen
- Wasser mit Druck über eine zweite Pumpe in den A-Sauganschluss leiten
- Absperreinrichtungen kurz öffnen, damit Luftpolster entweicht
- stillstehende Feuerlöschkreiselpumpe mit 1,5fachen Nennförderdruck beaufschlagen
- Druck für die Dauer von 5 Minuten gleichbleibend halten
- undichte Stellen ermitteln

Druckprüfung mit dynamischem Prüfdruck

- Blindkupplungen von den B-Druckanschlüssen abnehmen
- Absperreinrichtungen (B-Druckventile, Kugelhähne) und Ablasshahn schließen
- Wasser mit Druck über eine zweite Pumpe in den A-Sauganschluss leiten
- laufende Feuerlöschkreiselpumpe mit jeweiligen dynamischen Prüfdruck beaufschlagen
- Absperreinrichtungen kurz öffnen, damit Luftpolster entweicht
- Druck für die Dauer von 1 Minute gleichbleibend halten
- undichte Stellen ermitteln

Die Schließdruckprüfung wird zur Überprüfung des maximalen Ausgangsdrucks, der mit den Feuerlöschkreiselpumpen erreicht wird, bei geschlossenen Druckausgängen durchgeführt.

Schließdruckprüfung

- Feuerlöschkreiselpumpe gemäß Bedienungsanleitung in Betrieb setzen
- Feuerlöschkreiselpumpe durch kurze Wasserförderung vollkommen mit Wasser füllen
- Absperreinrichtungen (B-Druckventile, Kugelhähne) und Ablasshahn schließen
- Antriebsmotor kurzzeitig auf Höchstdrehzahl bringen
- erreichten Druck am Ausgangsdruckmessgerät ablesen
- Schließdruck muss je nach Feuerlöschkreiselpumpe zwischen 6 und 54,5 Bar liegen

7 Betriebsstörungen

Störungen beim Betrieb von Feuerlöschkreiselpumpen sind häufig darauf zurückzuführen, dass die Feuerlöschkreiselpumpen nicht richtig bedient werden. Aber auch technische Defekte oder äußere Umstände (ungünstige Wasserentnahmestelle, mangelnde Wartung, ...) können Betriebsstörungen verursachen. In den Bedienungsanleitungen der Feuerlöschkreiselpumpen werden bestimmte und häufig vorkommende Betriebsstörungen beschrieben und Hinweise zu deren Ursachen und Beseitigung gegeben.

Während des Betriebes von Feuerlöschkreiselpumpen kann die Suche der möglichen Ursache von Betriebsstörungen und die Beseitigung einfacher Betriebsstörungen von den Maschinisten vorgenommen werden. Ist dies nicht ohne weiteres möglich, muss die Suche und Beseitigung der Störungen durch ausgebildetes Fachpersonal (Gerätewart, ...), Fachwerkstätten oder durch den Kundendienst des Herstellers vorgenommen werden.

8 Winterbetrieb

Müssen Feuerlöschkreiselpumpen bei starkem Frost betrieben werden und tritt dabei eine Unterbrechung in der Wasserförderung ein, ist es zweckmäßig den Wasserfluss in den Feuerlöschkreiselpumpen und in den angeschlossenen Schläuchen und Armaturen zunächst aufrecht zu erhalten. Muss die Wasserförderung beendet werden, sind die Feuerlöschkreiselpumpen und die angeschlossenen Schläuche und Armaturen sofort vollständig zu entwässern. Bei bestehender Frostgefahr in nicht ausreichend beheizten Unterstellräumen sind Feuerlöschkreiselpumpen gemäß den Vorgaben der Bedienungsanleitungen der Hersteller sorgfältig zu entwässern und frostsicher herzurichten.

9 Instandhaltung der Feuerlöschkreiselpumpen

Eine systematische Instandhaltung und regelmäßig wiederkehrenden Prüfungen gewährleisten die ständige Einsatzbereitschaft und die bestmögliche Funktion von Feuerlöschkreiselpumpen. Dabei sind die Vorgaben aus den Bedienungsanleitungen der Hersteller der Feuerlöschkreiselpumpen und der Löschfahrzeuge genau zu beachten. Diese enthalten hierzu genaue Beschreibungen über die einzuhaltenden Fristen sowie über die Art und den Umfang der durchzuführenden Instandhaltungsmaßnahmen.

Gemäß dem DGUV Grundsatz 305-002 „Prüfgrundsätze für Ausrüstung und Geräte der Feuerwehr“ wird zur Sicherstellung der Funktionssicherheit empfohlen die Feuerlöschkreiselpumpen nach einer Benutzung und halbjährlich einer Sicht- und Funktionsprüfung durch unterwiesene Personen zu unterziehen. Darüber hinaus sollte alle 12 Monate eine Belastungsprüfung der Feuerlöschkreiselpumpen erfolgen.

Mit der Instandhaltung von Feuerlöschkreiselpumpen dürfen nur geschulte Personen betraut werden, die über die notwendige Qualifikation und die speziellen Fachkenntnisse verfügen und die die Betriebsanleitung sowie die einschlägigen Sicherheitsvorschriften gelesen und auch verstanden haben. Zu diesem Personenkreis gehören die Gerätewarte der Feuerwehr. Feuerwehrangehörige mit einer Ausbildung zum Maschinisten können bei der Wartung und Instandhaltung - entsprechend den örtlichen Vorgaben - unterstützend tätig werden.

10 Quellennachweis

COMPOINT GmbH & Co. KG, Forchheim

- Abbildung 2

Gemeinschaft Feuerwehrfachhandel Deutschland - gfd® GmbH, Ludwigsfelde

- Abbildung 11

Magirus GmbH, Ulm

- Abbildung 6

Hans Kemper, Geseke

- Abbildungen 1, 4, 5, 8, 9, 10 und 12

Albert Ziegler GmbH, Giengen

- Abbildungen 3 und 7

Hessische Landesfeuerwehrschule

- Abbildung 13

11 Literaturnachweis

DGUV Vorschrift 49 „Unfallverhütungsvorschrift Feuerwehren“, Ausgabe: Juni 2018, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V., Berlin

DGUV Grundsatz 305-002 „Prüfgrundsätze für Ausrüstung und Geräte der Feuerwehr“, Ausgabe: September 2013, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V., Berlin

DIN 14420 „Feuerlöschpumpen - Feuerlöschkreiselpumpen - Anforderungen an die saug- und druckseitige Bestückung, Prüfung nach Einbau im Feuerwehrfahrzeug“, Ausgabe: September 2002, Beuth Verlag GmbH, Berlin

DIN 14381 „Feuerwehrwesen - B-Druckventil PN 16 - Selbstschließend“, Ausgabe: April 2017, Beuth Verlag GmbH, Berlin

DIN EN 1028-1 „Feuerlöschpumpen - Feuerlöschkreiselpumpen mit Entlüftungseinrichtung - Teil 1: Klassifizierung - Allgemeine und Sicherheitsanforderungen“, Ausgabe: September 2008, Beuth Verlag GmbH, Berlin

DIN EN 1028-2 „Feuerlöschpumpen - Feuerlöschkreiselpumpen mit Entlüftungseinrichtung - Teil 2: Feststellung der Übereinstimmung mit den allgemeinen und Sicherheitsanforderungen“, Ausgabe: Juni 2008, Beuth Verlag GmbH, Berlin

DIN EN 14710-1 „Feuerlöschpumpen - Feuerlöschkreiselpumpen ohne Entlüftungseinrichtung - Teil 1: Klassifizierung, allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen“, Ausgabe: Juni 2009, Beuth Verlag GmbH, Berlin

SCHOTT, L., RITTER, M.: „Aktuelles Grundwissen für den Dienst in der Feuerwehr“, Ausgabe: 2016, Wenzel-Verlag, Marburg