

7 Fortleitung von Löschwasser

Nach der Entnahme von Löschwasser aus dem Löschwasserbehälter eines Löschfahrzeuges, aus einem Hydranten oder aus sonstigen Wasservorräten wird das Löschwasser über die einzelnen Abschnitte der Förderstecke bis zur Einsatzstelle befördert.



Abbildung 41:
Fortleitung von Löschwasser mit einer Tragkraftspritze (Quelle: Michael Ehresmann, Feuerwehrforum Wiesbaden112.de)

Für die Fortleitung von Löschwasser wird eine Förderstecke in geschlossener oder offener Schaltreihe aufgebaut, die aus Schlauchleitungen (üblicherweise B-Druckschläuche), Armaturen und Feuerlöschkreiselpumpen besteht. Die Feuerlöschkreiselpumpen erzeugen den für die Fortleitung des Löschwassers erforderlichen Druck, der benötigt wird, um Druckverluste durch Reibung in den Schlauchleitungen auszugleichen, Höhenunterschiede im Verlauf der Förderstecke zu überwinden, innerhalb der Förderstecke Druck an Pumpeneingängen bereitzustellen und am Ende der Förderstecke einen ausreichenden Strahlrohrdruck zu erzeugen.

7.1 Förderstrom

Mit den Feuerlöschkreiselpumpen wird eine bestimmte festgelegte Löschwassermenge als Förderstrom durch die Schlauchleitungen gefördert. Der Förderstrom (Q) ist die Löschwassermenge (angegeben in Liter), die innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit (angegeben in Minute) durch eine Schlauchleitung gefördert wird. Er kann nicht abgelesen werden, sondern ergibt sich aus der Anzahl und Größe der tatsächlich eingesetzten Strahlrohre und dem jeweiligen Volumenstrom dieser Strahlrohre (*siehe Tabelle 1*). Der Förderstrom wird bei der Entnahme von Löschwasser aus dem Rohrnetz der öffentlichen Trinkwasserversorgung durch die Wasserlieferung des Hydranten und bei der Entnahme von Löschwasser aus sonstigen Wasservorräten durch die Saughöhe begrenzt. Er wird durch die Veränderung des Volumenstroms der Strahlrohre erhöht, nur unwesentlich durch die Erhöhung des Strahlrohrdruckes. Werden an Mehrzweckstrahlrohren die Mundstücke abgenommen, an Hohlstrahlrohren höhere Durchflussmengen eingestellt, zusätzliche Strahlrohre vorgenommen oder ein C-Rohr durch ein B-Rohr ersetzt, vergrößert sich der Förderstrom entsprechend.

Der Nennförderstrom (Q_N) ist der festgelegte Förderstrom, den eine genormte Feuerlöschkreiselpumpe bei Nennförderdruck, bei Nenndrehzahl und bei einer geodätischer Nennsaughöhe von 3,00 Meter aufbringen muss, zum Beispiel bei einer Feuerlöschkreiselpumpe FPN 10-1000 gleich 1000 Liter pro Minute (*siehe Tabelle 4*).

7.2 Eingangsdruck

Der Eingangsdruck (p_e) ist der Druck unmittelbar am Saugeingang der Feuerlöschkreiselpumpe, angezeigt als manometrischer Druck durch das Eingangsdruckmessgerät. Der rote Skalenbereich zeigt den Eingangsdruck im Saugbetrieb als negativen Wert (Anzeigebereich: 0 bis minus 1,0 Bar) an, der schwarze Skalenbereich den Eingangsdruck bei der Wasserzuführung über Druckschläuche als positiven Wert (Anzeigebereich: 0 bis 25 Bar) an.

Wird das Löschwasser einer Feuerlöschkreiselpumpe über Schlauchleitungen aus einem Hydranten oder von einer anderen Feuerlöschkreiselpumpe zugeführt, sollte der Eingangsdruck mindestens 1,5 Bar betragen. Käme das Löschwasser nahezu drucklos an der Feuerlöschkreiselpumpe an, würde der äußere Luftdruck die ankommende Schlauchleitung gegebenenfalls zusammendrücken und der Wasserfluss käme somit zum Stillstand.



Abbildung 42: Eingangs- und Ausgangsdruckmessgerät (Quelle: Gemeinschaft Feuerwehrfachhandel Deutschland – gfd® GmbH, Ludwigsfelde)

7.3 Ausgangsdruck

Der Ausgangsdruck (p_a) ist der Druck unmittelbar an den B-Druckausgängen einer Feuerlöschkreiselpumpe, angezeigt als manometrischer Druck durch das Ausgangsdruckmessgerät (Anzeigebereich 0 bis 25 Bar). Es ist der Druck, mit dem das Löschwasser die Feuerlöschkreiselpumpe verlässt und der für die Weiterförderung des Wassers genutzt wird. Der Ausgangsdruck muss immer so groß sein, dass alle danach auftretenden Druckverluste durch Reibung oder Höhenzunahme überwunden werden und ein entsprechender Eingangsdruck an der nächsten Feuerlöschkreiselpumpe beziehungsweise ein ausreichender Strahlrohrdruck erzeugt wird.

Fortleitung von Löschwasser

Bei der Förderung von Löschwasser über eine lange Förderstrecke kann der Ausgangsdruck 10 bar betragen. Dies entspricht dem Nennförderdruck der Feuerlöschkreiselpumpen gemäß DIN EN 1028 (*siehe Tabelle 3*). Bekommt eine Feuerlöschkreiselpumpe das Löschwasser mit einem bestimmten Eingangsdruck (p_e) zugeführt, kann dieser Eingangsdruck dem Förderdruck (p) zugerechnet werden. Das Wasser verlässt die Feuerlöschkreiselpumpe dann mit einem entsprechenden Ausgangsdruck (p_a). Beispiel:

Feuerlöschkreiselpumpe	FPN 10-1000
Eingangsdruck an der Pumpe	$p_e = 2 \text{ bar}$
Förderdruck der Pumpe	$p = 10 \text{ bar}$
Ausgangsdruck (p_a)	$p_e + p = p_a$
	2 bar + 10 bar = 12 bar

7.4 Förderdruck

Der Förderdruck (p) ist der errechnete Druck, der durch die Leistungsfähigkeit der Feuerlöschkreiselpumpe erzeugt wird, erkennbar am Unterschied zwischen dem angezeigten Ausgangsdruck und Eingangsdruck. Die Größe des Förderdrucks ist abhängig vom Betriebszustand der Feuerlöschkreiselpumpe. So kann eine Feuerlöschkreiselpumpe FPN 10-1000 einen Förderstrom von 1000 Liter pro Minute mit einem Förderdruck von bis zu 10 Bar weiterfördern. Bekommt eine Feuerlöschkreiselpumpe das Löschwasser unter einem bestimmten Eingangsdruck (p_e) zugeführt, kann zusammen mit dem angezeigten Ausgangsdruck (p_a) der jeweils vorliegende Förderdruck (p) berechnet werden. Dazu folgendes Beispiel:

Feuerlöschkreiselpumpe	FPN 10-1000
Eingangsdruck an der Pumpe	$p_e = 2 \text{ bar}$
Ausgangsdruck der Pumpe	$p_a = 10 \text{ bar}$
Förderdruck (p)	$p_a - p_e = p$
	10 bar – 2 bar = 8 bar

Der Nennförderdruck (p_N) ist der festgelegte Förderdruck, den eine Feuerlöschkreiselpumpe bei einer bestimmten Nenndrehzahl und einer festgelegten geodätischer Saughöhe für den Nennförderstrom aufbringen muss. Bei einer Feuerlöschkreiselpumpe FPN 10-1000 beträgt der Nennförderdruck zum Beispiel 10 Bar (siehe Tabelle 3).

7.5 Druckverlust durch Reibung

Der Druckverlust durch Reibung (p_R) entsteht durch die innere Reibung im Löschwasser und durch die Reibung des Löschwassers an der Schlauchinnenwandung, wenn das Löschwasser eine Schlauchleitung durchströmt. Der Druckverlust durch Reibung ist abhängig vom Durchmesser der Schläuche, der Länge der Schlauchleitung und dem jeweiligen Förderstrom.

- **Durchmesser der Schläuche:** Je kleiner der Durchmesser ist, umso größer ist bei gleichem Förderstrom der Druckverlust durch Reibung. Dazu folgende Beispiele, bezogen auf eine Schlauchlänge von 100 Meter:

Tabelle 8: Druckverlust in Abhängigkeit vom Durchmesser der Schläuche

Durchmesser der Schläuche		Förderstrom (Q)	Druckverlust (p_R)
B 75	75 mm	600 L/min	0,6 bar
C 52	52 mm	600 L/min	4,8 bar
C 42	42 mm	600 L/min	20,0 bar

- **Länge der Schlauchleitung:** Je größer die Länge einer Schlauchleitung ist, umso größer ist bei gleichem Förderstrom der Druckverlust durch Reibung. Dabei gilt die Regel: Doppelte Länge der Schlauchleitung = doppelter Druckverlust durch Reibung.
- **Förderstrom:** Je mehr Löschwasser durch eine Schlauchleitung gefördert wird, umso größer ist der Druckverlust durch Reibung. Dabei gilt die überschlägige Regel: Doppelter Förderstrom = vierfacher Druckverlust durch Reibung. Dazu folgende Beispiele, bezogen auf eine Schlauchlänge von jeweils 100 Meter:

Fortleitung von Löschwasser

Tabelle 9: Druckverlust in Abhängigkeit vom Förderstrom

Förderstrom (Q)	Druckschlauch B 75	Druckschlauch C 52	Druckschlauch C 42
400 L/min	0,3 bar	2,0 bar	8,8 bar
500 L/min	0,5 bar	3,3 bar	13,8 bar
600 L/min	0,7 bar	4,8 bar	20,0 bar
700 L/min	0,9 bar	6,5 bar	
800 L/min	1,1 bar ¹⁾	8,5 bar	
1000 L/min	1,7 bar	13,5 bar	
1200 L/min	2,5 bar	20,0 bar	
1600 L/min	4,5 bar		

1) Für die Berechnung von Förderstrecken wird vereinfacht 1,0 Bar verwendet.

Je größer also der Förderstrom in einer bestimmten Schlauchleitung ist, umso größer ist der Druckverlust durch Reibung. Dazu die folgenden Beispiele:

Verwendete Druckschläuche	30 × B 75, Länge je 20 m
Länge der Schlauchleitung	$E = 600 \text{ m}$
Förderstrom	$Q = 600 \text{ L/min}$
Druckverlust durch Reibung	$p_R = 0,7 \text{ Bar} / 100 \text{ m}$
Druckverlust durch Reibung ($p_{R \text{ gesamt}}$)	$p_R \times E : 100 = p_{R \text{ gesamt}}$ $0,7 \text{ bar} \times 600 \text{ m} : 100 \text{ m} = \mathbf{4,2 \text{ bar}}$

Verwendete Druckschläuche	30 × B 75, Länge je 20 m
Länge der Schlauchleitung	$E = 600 \text{ m}$
Förderstrom	$Q = 1200 \text{ L/min}$
Druckverlust durch Reibung	$p_R = 2,5 \text{ Bar} / 100 \text{ m}$
Druckverlust durch Reibung ($p_{R \text{ gesamt}}$)	$p_R \times E : 100 = p_{R \text{ gesamt}}$ $2,5 \text{ bar} \times 600 \text{ m} : 100 \text{ m} = \mathbf{15 \text{ bar}}$

Um den Druckverlust durch Reibung bei großen Förderströmen zu verringern, besteht die Möglichkeit, statt einfacher Schlauchleitungen jeweils doppelte Schlauchleitungen parallel zu verlegen und den Förderstrom somit aufzuteilen. Diese doppelten Schlauchleitungen werden über Sammelstücke an den Feuerlöschkreislumpen zusammengeführt und angeschlossen. Während der Druckverlust durch Reibung bei einem Förderstrom von beispielsweise 1200 Liter pro Minute in einer B-Schlauchleitung insgesamt 2,5 Bar je 100 Meter Schlauchleitung beträgt, wird der Förderstrom beim Verlegen einer doppelten B-Schlauchleitung auf je 600 Liter pro Minute aufgeteilt. Der Druckverlust durch Reibung beträgt dann je 100 Meter Schlauchleitung nur noch 0,7 bar.

7.6 Druckverlust/-gewinn durch Höhenunterschiede

Der Druckverlust beziehungsweise der Druckgewinn durch Höhenunterschiede (p_{geo}) innerhalb einer Förderstrecke, ist der Druck, der zur Überwindung von Höhenunterschieden (H_{geo}) im Gelände oder in Gebäuden (Löschwasseranlagen) entsteht. Er beträgt je 10 Meter Höhenunterschied 1 Bar. Bei einer Höhenzunahme (einer Steigung), bei der das Löschwasser hochgedrückt werden muss, ergibt sich ein Druckverlust, bei einer Höhenabnahme (einem Gefälle), bei der das Fließen des Löschwassers zusätzlich unterstützt wird, ergibt sich ein Druckgewinn. Da die Höhenunterschiede in Meter angegeben werden, müssen sie für die Berechnungen einer Förderstrecke zunächst in Druckangaben umgewandelt werden. Dies erfolgt vereinfacht mit der Gleichung: $p_{\text{geo}} = H_{\text{geo}} \times 1 \text{ bar} : 10 \text{ m}$.

7.7 Strahlrohrdruck

Der Strahlrohrdruck (p_{str}) ist der Druck, der an den Strahlrohren anstehen muss, um einen löschwirksamen Wasserstrahl mit entsprechender Wurfweite und Eindringvermögen zu erzeugen. Bei den Berechnungen für die Löschwasserförderung wird dieser Druck für alle Strahlrohrgrößen bei der Verwendung von Mehrzweckstrahlrohren auf 5 Bar und bei der Verwendung von Hohlstrahlrohren auf 6 Bar festgelegt.