

**Die neue Pumpen-Normung führt zu
geänderten Pumpenkennlinien.
Welche Auswirkungen ergeben sich daraus
für den Betrieb „langer Schlauchstrecken“?**

Abschnittsarbeit
von
Jan Tino Demel

Mai/Juni 2007

Aufgabenstellung

Abschnittsarbeit nach der hessischen Verordnung über die Ausbildung und Prüfung für die Laufbahn des gehobenen feuerwehrtechnischen Dienstes (VAPgD-Feu).

Entsprechend der in der oben genannten Verordnung muss im Ausbildungsabschnitt „Technik“ eine Hausarbeit gefertigt werden.

Das Thema der Arbeit lautet:

„Die neue Pumpen-Normung führt zu geänderten Pumpenkennlinien. Welche Auswirkungen ergeben sich daraus für den Betrieb 'langer Schlauchstrecken'?“

Die Hausarbeit ist bis zum 18. Juni 2007 bei Herrn Steckel einzureichen.

Abgabe: 18.06.2007

Danksagung

Herrn Steckel danke ich für die interessante Themenstellung.

Für die Bereitstellung zahlreicher Unterlagen und die gute Unterstützung geht mein Dank an Frau Konny Ziegler-Schildknecht der Firma Ziegler, an Roland Jungmair der Firma Rosenbauer, sowie an Reinhold Bröcker der Firma Parsch.

Die vorliegende Arbeit wurde im Ausbildungsabschnitt „Technik“ bei der Berufsfeuerwehr Würzburg im Mai/Juni 2007 angefertigt.

Zusammenfassung

Über Jahrhunderte hinweg hat sich das Feuerlöschwesen entwickelt. Ein wichtiger Punkt war immer Löschwasser zum Brandherd zu transportieren. Die Entwicklung von leistungsstarken Feuerwehropumpen war so eine Prämisse.

Bei anfänglichen Entwicklungen wurden ausschließlich Kolbenpumpen für die Wasserförderung genutzt. Diese waren selbst ansaugend und mussten nicht aufwendig wie Kreiselpumpen entlüftet werden. Erst nach der Entwicklung zuverlässiger Entlüftungseinrichtungen, hatten Kreiselpumpen ihren Durchbruch bei der Feuerwehr. Mehrere Jahrzehnte war für Feuerlöschkreiselpumpen die DIN 14420 maßgeblich. Mit der europäischen Harmonisierung erschien im Jahr 2002 die europäische Norm – EN 1028, welche neue und auch höhere Leistungsdaten für Feuerlöschkreiselpumpen festlegt.

In der vorliegenden Abschnitsarbeit geht es primär um die Löschwasserförderung über lange Schlauchstrecken unter Berücksichtigung der neuen europäischen Norm für Feuerlöschkreiselpumpen und deren Auswirkung.

Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung.....	II
Danksagung.....	III
Zusammenfassung.....	IV
Inhaltsverzeichnis.....	V
1 Einleitung.....	1
1.1 Geschichte der Feuerwehrpumpen.....	1
1.2 Feuerlöschkreiselpumpen.....	2
2 Feuerlöschkreiselpumpen nach DIN 14420 und EN 1028-1.....	3
2.1 Bezeichnung und Leistungswerte nach DIN 14420.....	3
2.1.1 Feuerlöschkreiselpumpe FP 8/8.....	3
2.1.2 Feuerlöschkreiselpumpe FP 16/8.....	4
2.1.3 Garantiepunkte.....	4
2.2 Bezeichnung und Leistungswerte nach EN 1028-1.....	5
2.2.1 Feuerlöschkreiselpumpe EN 1028-1 – FPN 10 – 750.....	6
2.2.2 Feuerlöschkreiselpumpe EN 1028-1 – FPN 10 – 1000.....	7
2.2.3 Feuerlöschkreiselpumpe EN 1028-1 – FPN 10 – 2000.....	7
2.2.4 Garantiepunkte.....	8
2.3 Vergleich zwischen DIN 14420 und EN 1028.....	9
2.3.1 FP 8/8, FPN 10 – 750 und FPN 10 - 1000.....	9
2.3.2 FP 16/8 und FPN 10 - 2000.....	10
3 Löschwasserförderung über lange Strecken.....	11
3.1 Druckverluste.....	12
3.1.1 Druckverluste Förderstrecke.....	12
3.1.2 Druckverluste Höhenzunahme.....	13
3.2 Förderstrecken.....	13
3.2.1 Förderstrom 800 l/min.....	14
3.2.1.1 Förderung mit FP 8/8.....	14
3.2.1.2 Förderung mit FPN 10 – 1000.....	14
3.2.1.3 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 750 – 2H.....	15
3.2.1.4 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H.....	15
3.2.1.5 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H.....	15
3.2.2 Förderstrom 1000 l/min.....	16
3.2.2.1 Förderung mit FP 8/8.....	16
3.2.2.2 Förderung mit FPN 10 – 1000.....	16
3.2.2.3 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 750 – 2H.....	17
3.2.2.4 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H.....	17
3.2.2.5 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H.....	17
3.2.3 Förderstrom 1200 l/min.....	18
3.2.3.1 Förderung mit FP 8/8.....	18
3.2.3.2 Förderung mit FP 16/8.....	18
3.2.3.3 Förderung mit FPN 10 – 1000.....	19
3.2.3.4 Förderung mit FPN 10 – 2000.....	19
3.2.3.5 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 750 – 2H.....	19
3.2.3.6 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H.....	19
3.2.3.7 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H.....	20
3.2.4 Förderstrom 1600 l/min.....	21
3.2.4.1 Förderung mit FP 16/8.....	21
3.2.4.2 Förderung mit FPN 10 – 1000.....	21
3.2.4.3 Förderung mit FPN 10 – 2000.....	21

3.2.4.4 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 750 – 2H.....	21
3.2.4.5 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H.....	21
3.2.4.6 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H.....	22
3.2.5 Förderstrom 2000 l/min.....	23
3.2.5.1 Förderung mit FP 16/8.....	23
3.2.5.2 Förderung mit FPN 10 – 2000.....	23
3.2.5.3 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H.....	23
3.3 Schlussbetrachtung.....	24
Anhang.....	27
Ziegler FPN 750 – 10 – 2H.....	27
Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H.....	28
Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H	29
Literaturverzeichnis.....	30
Abbildungsverzeichnis.....	31
Tabellenverzeichnis.....	32
Erklärung.....	33

Leistung der Dampfspritzen sprach für sich. So waren Dampfspritzen mit einer Fördermenge bis zu 4000 l/min bei einer Förderhöhe bis zu 150 Meter möglich. Vom ursprünglichen Antrieb mit Kohle wurden diese Spritzen später auch auf Öl umgestellt.

1.2 Feuerlöschkreiselpumpen

Mit der Erfindung des Verbrennungsmotors [W2] wurde der Grundstein für unsere heutigen modernen Feuerweerpumpen gelegt. Auf dem 13. Deutschen Feuerwehrtag in Hannover wurde die erste Benzinmotorspritze vorgestellt. Der Motor trieb dabei weiterhin eine Kolbenpumpe an. Kolbenpumpen hatten den Vorteil, dass diese selbst ansaugend sind. Zu dieser Zeit gab es erhebliche Probleme, die Technik des Ansaugens einer Kreiselpumpe zu beherrschen. Um diese Probleme zu beheben, wurde zunächst versucht, schnell laufende Rundlauf- oder Kapselpumpen zur Entlüftung zu verwenden. Die erzielten Ergebnisse waren jedoch miserabel. Erst betriebssichere Entlüftungssysteme schufen die Möglichkeit ab etwa dem Jahre 1906, dass sich Kreiselpumpen bei den Feuerwehren etablieren konnten. Die erste kleine tragbare Kraftspritze von der Firma Rosenbauer aus dem Jahr 1910, erzielte die vergleichbare Leistung, wie eine von 16 Mann betriebene Handdruckspritze.

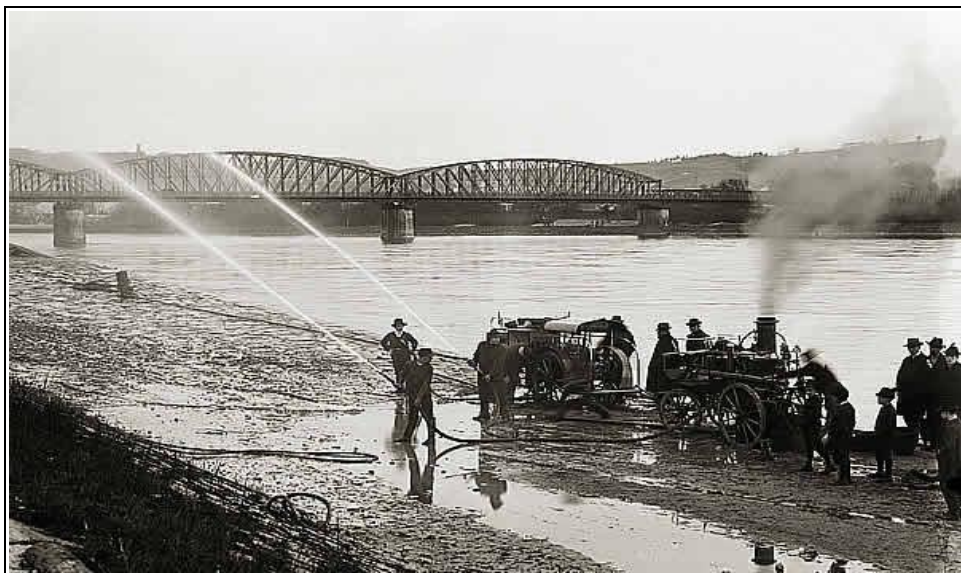


Abbildung 2: 1910 – Vergleichsvorführung Rosenbauer Benzinmotorspritze & Kneitschel Dampfspritze

Feuerlöschkreiselpumpen [W1] werden hauptsächlich von der Feuerwehr verwendet und

dienen vorwiegend zur Förderung von Löschwasser. Es werden tragbare Pumpen, fest am Feuerwehrfahrzeug als Vorbaupumpe, oder im Heck des Fahrzeuges montierte Pumpen unterschieden.

Am 31. Oktober 1925 erschien dazu das erste Regelwerk „Anforderungen an Kleinmotorspritzen und Bedienung für ihre Herstellung“. Dieses stellte als erstes einheitliche Rahmenwerte zum Bau von Kleinmotorspritzen zur Verfügung und legte den Grundstein für die Entwicklung der DIN 14410 „Tragkraftspritzen - Anforderungen, Typ- und Abnahmeprüfung“ beziehungsweise der DIN 14420 „Feuerlösch- und Lenz-Kreiselpumpen - Anforderungen, Prüfung“. Die nationale DIN 14420 wurde im November 2002 durch die europäische Norm EN 1028-1 „Feuerlöschkreiselpumpen mit Entlüftungseinrichtungen Teil 1: Allgemeine und Sicherheitsanforderungen“ abgelöst.

2 Feuerlöschkreiselpumpen nach DIN 14420 und EN 1028-1

Im den nachfolgenden Ausführungen werden nur für die Feuerwehren gebräuchlichsten und verbreitetsten Feuerlöschkreiselpumpen betrachtet. Dabei steht DIN für Deutsches Institut für Normung. Im Volksmund als Deutsche Industrie Norm bezeichnet. EN steht im folgendem für Europäische Norm.

2.1 Bezeichnung und Leistungswerte nach DIN 14420

Nach der DIN 14420 führen Feuerlöschkreiselpumpen das Kurzzeichen FP. Die Norm unterscheidet dabei folgenden Typen: FP 2/5; FP 4/5; FP 8/8; FP 16/8; FP 24/8; FP 32/8.

Als Lenzpumpe mit dem Kurzzeichen LP führt die Norm die Lenzkreiselpumpe LP 24/3 auf.

Die wichtigsten und verbreitetsten Feuerlöschkreiselpumpen sind davon bei der Feuerwehr die FP 8/8 sowie die FP 16/8. Aus der Typenbezeichnung lassen sich die Kenndaten ermitteln.

2.1.1 Feuerlöschkreiselpumpe FP 8/8

Die FP 8/8 ist die noch am meisten verbreitetste Feuerlöschkreiselpumpe. So wurde diese in den Tragkraftspritzen TS 8/8 und in Löschfahrzeugen der 8er Klasse wie LF 8/6 verbaut.

Aus der Typenbezeichnung lässt sich die Nennförderleistung ableiten. Dabei gibt die erste Zahl nach dem Kurzzeichen den Nennförderstrom in l/min an, wobei die Zahl mit 100 zu multiplizieren ist. Die zweite Zahl gibt Nennförderdruck in bar bei einer geodätischen Nennsaughöhe von 3 Meter an.

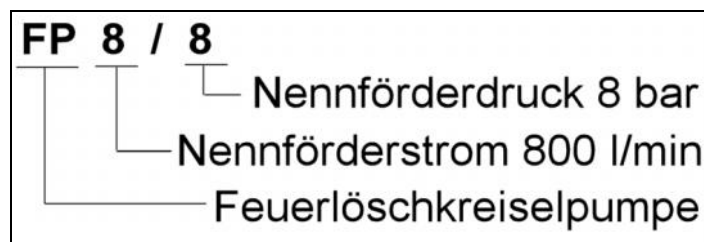


Abbildung 3: Kenndaten FP 8/8

Daraus lässt sich für eine Feuerlöschkreiselpumpe FP 8/8 eine Nennförderleistung von 800 l/min bei einem Nennförderdruck von 8 bar ableiten.

2.1.2 Feuerlöschkreiselpumpe FP 16/8

Die FP 16/8 wurde hauptsächlich als fest eingebaute Pumpe in Löschfahrzeugen der 16er Klasse wie LF 16/12 oder TLF 16/25 verbaut. Die Nennförderleistung lässt sich analog der FP 8/8 ermitteln.

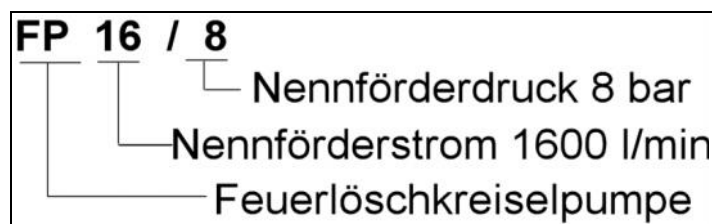


Abbildung 4: Kenndaten FP 16/8

Hieraus lässt sich für eine Feuerlöschkreiselpumpe FP 16/8 eine Nennförderleistung von 1600 l/min bei einem Nennförderdruck von 8 bar ableiten.

2.1.3 Garantiepunkte

In der Norm wurden drei Garantiepunkte definiert. Diese definieren drei Leistungswerte, welche nach Saughöhe und Wasserförderung variieren und eine Pumpe mindestens erfüllen muss. Diese Garantiepunkte müssen jährlich in einer Leistungsprüfung kontrolliert werden.

Garantiepunkte der FP 8/8; FP 16/8						
Garantiepunkt	Förderstrom [l/min]			Druck [bar]	geodätische Saughöhe [m]	Drehzahl [U/min]
	Norm	FP 8/8	FP 16/8			
1	Nennförder- strom	800	1600	8	3	Nenndrehzahl
2	1/2 Nennförder- strom	400	800	12	3	1,2-fache Nenndrehzahl
3	1/2 Nennförder- strom	400	800	8	7,5	Nenndrehzahl

Tabelle 1: Garantiepunkte FP 8/8; FP 16/8

2.2 Bezeichnung und Leistungswerte nach EN 1028-1

Nach der EN 1028-1 werden derzeit 12 Feuerlöschkreiselpumpen mit unterschiedlichen Nennförderdrücken und Nennförderströmen unterschieden. Die Unterteilung erfolgt in Normaldruck- und Hochdruckpumpen mit den jeweiligen Kurzzeichen:

- FPN – Feuerlöschkreiselpumpe Normaldruck (Betriebsdruck bis 20 bar)
englisch: **F**ire **P**ump **N**ormal **P**ressure
- FPH – Feuerlöschkreiselpumpe Hochdruck (Betriebsdruck bis 54,5 bar)
englisch: **F**ire **P**ump **H**igh **P**ressure

Tragbare Pumpen tragen das Kurzzeichen PFPN für "Portable Fire Pump Normal Pressure". Lenzpumpen sind in der Norm nicht mehr vorgesehen.

Als Empfehlung sah das nationale Vorwort als Ersatz für die bisher in Deutschland verwendeten Pumpen nach DIN 14420 folgende Pumpen nach EN 1028-1 vor:

- FPN 10 – 750 als Ersatz für FP 8/8

- FPN 10 – 1500 als Ersatz für FP 16/8
- FPN 10 – 2000 als Ersatz für FP 24/8

Jedoch entschied sich der Normenausschuss „Feuerwehrfahrzeuge“ bei der Überarbeitung der Norm für das LF 8/6 und das LF 16/12 für die jeweils nächst größeren Pumpen. So wurden quasi die FPN 10 – 1000 sowie die FPN 10 – 2000 zu dem neuen Standard bei den Feuerwehren in Deutschland. Eine Übersicht gibt die nachstehende Tabelle.

DIN 14420	EN 1028-1
FP 8/8	FPN 10 - 1000
FP 16/8	FPN 10 - 2000
FP 24/8	FPN 10 - 2000

Tabelle 2: Ersatztypen alte Norm zur neuen Norm

Um die Auswirkung der in der Tabelle gezeigten Aufwertung der Pumpen zu verstehen, werden im folgenden die FPN 10 – 750, sowie die FPN 10 – 1000 und FPN 10 – 2000 betrachtet. Bei der neuen Norm lassen sich die Kenndaten aus der Klassifizierung ermitteln.

2.2.1 Feuerlöschkreiselpumpe EN 1028-1 – FPN 10 – 750

Die FPN 10 – 750 sollte ursprünglich die Nachfolge der verbreitetsten Feuerlöschkreiselpumpe antreten. Die korrekte Bezeichnung besteht aus Benennung, Nummer der europäischen Norm, gefolgt von der Klassifizierung. Hier also „Feuerlöschkreiselpumpe EN 1028-1 – FPN 10 – 750“. Die Klassifizierung ist zugleich die Kurzbezeichnung der Pumpe.

Aus der Kurzbezeichnung lässt sich die Nennförderleistung ableiten. Dabei gibt die erste Zahl nach dem Kurzzeichen den Nennförderdruck in bar an. Die zweite Zahl gibt Nennförderstrom in l/min bei einer geodätischen Nennsaughöhe von 3 m an.

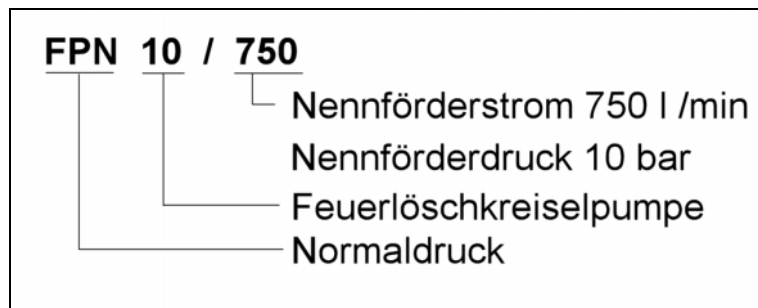


Abbildung 5: Kenndaten FPN 10 - 750

Daraus lässt sich für eine Feuerlöschkreiselpumpe FP 10 - 750 eine Nennförderleistung von 750 l/min bei einem Nennförderdruck von 10 bar ableiten.

2.2.2 Feuerlöschkreiselpumpe EN 1028-1 – FPN 10 – 1000

Die FPN 10 – 1000 wird in naher Zukunft die FP 8/8 ablösen und somit auch die meist verbreitetste Pumpe für die Feuerwehr werden. Derzeit wird sie im LF 10/6 oder alternativ im neuen Staffellöschfahrzeug StLF 10/6 verbaut. Die Nennförderleistung lässt sich analog der FPN 10 – 750 ermitteln.

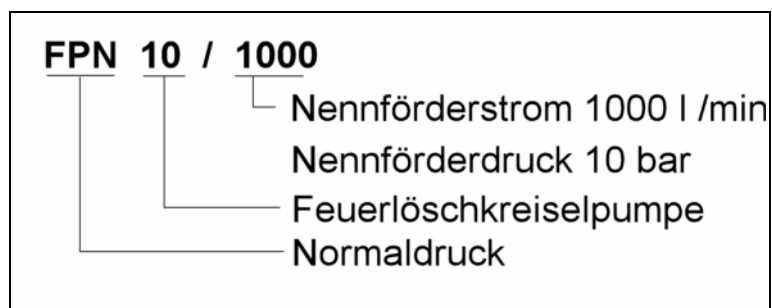


Abbildung 6: Kenndaten FPN 10 - 1000

Bei einer Feuerlöschkreiselpumpe FP 10 – 1000 lässt sich eine Nennförderleistung von 1000 l/min bei einem Nennförderdruck von 10 bar ableiten.

2.2.3 Feuerlöschkreiselpumpe EN 1028-1 – FPN 10 – 2000

Die FPN 10 – 2000 wird hauptsächlich als fest eingebaute Pumpe in neuen Löschfahrzeugen, wie HLF 20/16, verbaut. Die Nennförderleistung lässt sich analog der FPN 10 – 750 ermitteln.

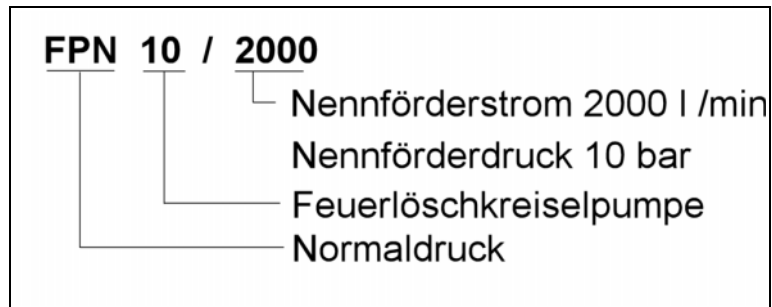


Abbildung 7: Kenndaten FPN 10 - 2000

Hieraus lässt sich für eine Feuerlöschkreiselpumpe FPN 10 – 2000 eine Nennförderleistung von 2000 l/min bei einem Nennförderdruck von 10 bar ableiten.

2.2.4 Garantiepunkte

In der EN 1028 sind ebenfalls drei Garantiepunkte definiert. Diese unterscheiden sich gegenüber der DIN 14420 zunächst in den vertauschten Garantiepunkten zwei und drei.

Garantiepunkte der FPN 750 – 10; FPN 1000 – 10; FPN 2000 – 10						
Garantie- punkt	Förderstrom [l/min]			Druck [bar]	geodätische Saughöhe [m]	Drehzahl [U/min]
	FPN 750 – 10	FPN 1000 – 10	FPN 2000 – 10			
1	750	1000	2000	10	3	Nenn-drehzahl
2	375	500	1000	10	7,5	unabhängig von Drehzahl
3	375	500	1000	12	3	kleiner Höchst- drehzahl

Tabelle 3: Garantiepunkte FPN 750 – 10; FPN 1000 – 10; FPN 2000 – 10

Im weiterem sind die Garantiepunkte nach der EN 1028 wie folgt definiert:

- I. Nennförderdruck und Nennförderstrom bei einer geodätischen Saughöhe von 3 m muss die Nennleistung den abgeleiteten Werten der Kurzbezeichnung entsprechen.
- II. Bei Nennförderdruck und einer geodätischen Saughöhe von 7,5 m muss mindestens der halbe Nennförderstrom erreicht werden.
- III. Bei 1,2-fachen Nennförderdruck und einer geodätischen Saughöhe von 3 m und einer Drehzahl unterhalb der Höchstdrehzahl muss mindestens der halbe Nennförderstrom erreicht werden.

2.3 Vergleich zwischen DIN 14420 und EN 1028

Der Normenausschuss „Feuerwehrfahrzeuge“ wählte für die neuen Fahrzeuggenerationen die jeweils stärkere Pumpe. Dies führt unweigerlich zu einer erhöhten Leistung der Pumpen. Für die Betrachtung der Wasserförderung auf lange Wegstrecken werden die Mindestleistungsdaten nach Norm zu Grunde gelegt. Die tatsächliche Leistung moderner Pumpen liegt weit über diesen. Diese erhöhte Leistung wird unter dem Aspekt der Leistungsreserve betrachtet.

2.3.1 FP 8/8, FPN 10 – 750 und FPN 10 - 1000

Im nachfolgenden Diagramm sind alle Garantiepunkte nach Nummerierung EN 1028 der Feuerlöschkreiselpumpen FP 8/8, FPN 10 – 750 und FPN 10 – 1000 eingetragen.

Schon auf den ersten Blick fällt auf, dass die Punkte der Feuerlöschkreiselpumpen FPN 10 – 750 und der FPN 10 – 1000 oberhalb der Anforderung der FP 8/8 liegen. Lediglich der Garantiepunkt II der FPN 10 – 750 erscheint etwas schlechter gegenüber der FP 8/8. Der Vergleich der Garantiepunkte zeigt deutlich, dass die FPN 10 – 750 ein adäquater Ersatz für die

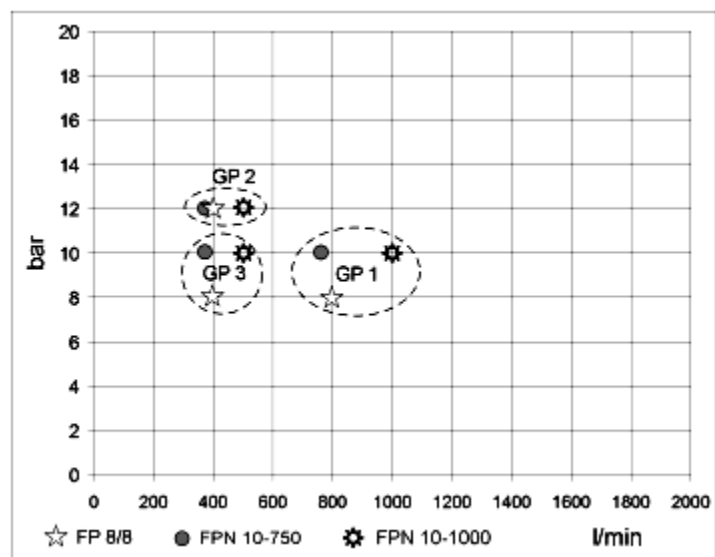


Abbildung 8: Garantiepunkte Vergleich FP 8/8; FPN 10-750; FPN 10-1000

FP 8/8 gewesen wäre und diese auch schon in den Mindestanforderungen bei weitesten übertrifft. Betrachtet man nun noch die Leistungsreserven der Hersteller, zeigt sich deutlich, dass eine FP 10 – 750 deutlich über den Anforderungen der Norm liegen kann. Exemplarisches zeigt das folgende Bild eine Pumpenkennlinie einer FP 10 – 750 der Firma Ziegler.

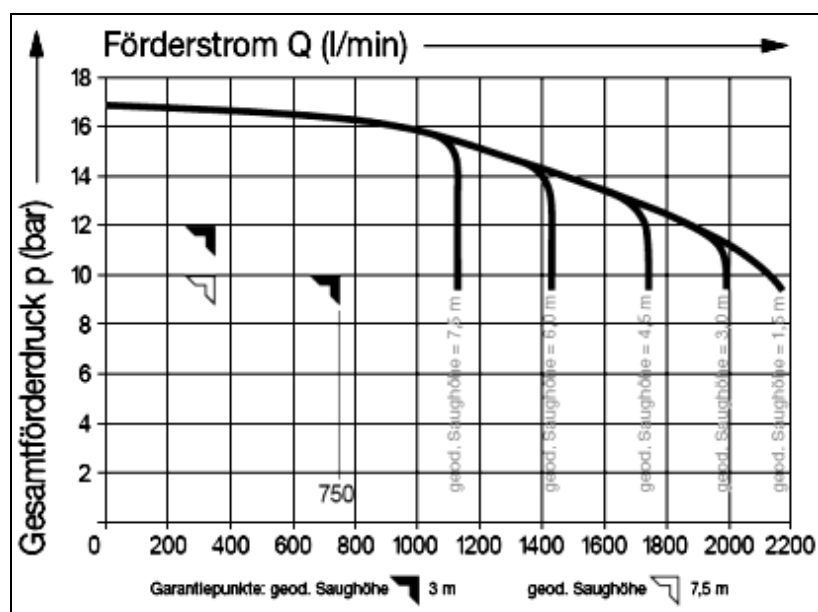


Abbildung 9: Kennlinie Ziegler FPN 10 - 750 - 2 H [Z1]

Laut Herstellerangaben kann diese Feuerlöschkreiselpumpe einen maximalen Förderstrom von 1900 l/min bei 10 bar und einer geodätischen Saughöhe von 3 m liefern. Pumpenhersteller verwenden oft das gleiche Pumpenaggregat für die FPN 10 – 750 und der FPN 10 – 1000, lediglich die Nenndrehzahl wird den normierten Pumpenwerten angepasst.

Von der FP 10 – 1000 ist eine noch deutlichere Leistungssteigerung gegenüber der FP 8/8 zu erwarten, wie die Pumpenkennlinie der Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H im Anhang zeigt. Der Nennförderstrom beträgt bei 10 bar und einer geodätischen Saughöhe von 3 Meter etwa 1100 l/min, somit 100 l/min über der Mindestleitung.

2.3.2 FP 16/8 und FPN 10 - 2000

Das nachfolgendem Diagramm zeigt zum Vergleich alle Garantiepunkte nach Nummerierung EN 1028 der Feuerlöschkreiselpumpen FP 16/8 und FPN 10 – 2000.

Analog zur vorstehenden Betrachtung zeigt sich auch hier eine deutliche Überlegenheit der neuen Pumpengeneration. Die Garantiepunkte der beiden Pumpen liegen weit auseinander. Veranschaulicht wird dies auch die Pumpenkennlinie FPN 10 – 2000 – 1H der Firma Ziegler im Anhang. Die maximale Pumpenleistung ist im Katalog der Firma Ziegler nach

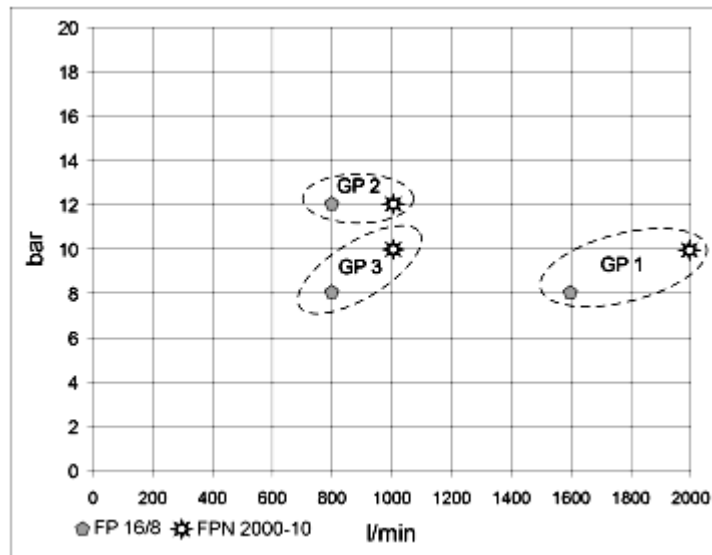


Abbildung 10: Garantiepunkte Vergleich FP 16/8; FPN 10-2000

Prüfstandsleistungen mit einem Förderstrom von 2500 l/min bei 10 bar und einer geodätischen Saughöhe von 3 m angegeben. Diese Leistungsreserven sind auch bei anderen Herstellern anzunehmen.

3 Löschwasserförderung über lange Strecken

Ein wichtige Aufgabe der Feuerwehr ist die Brandbekämpfung. Jedoch gibt es eine Vielzahl von Objekten und Orten, wo es kein gesichertes Löschwasser durch eine zentrale Wasserversorgung oder durch eine unabhängige Löschwasserversorgung gibt. So ist eine wichtige Aufgabe der Feuerwehr, Löschwasser zur Brandstelle transportieren zu können.

Bei der Löschwasserförderung werden in der Förderstrecke mehrere Feuerlöschkreiselpumpen hintereinander geschaltet. Es wird zwischen offener und geschlossener Schaltreihe unterschieden.

Bei der offenen Schaltreihe wird vor jeder Feuerlöschkreiselpumpe der Förderstrecke ein Pufferbehälter aufgebaut, in dem das Wasser der vorigen Pumpe hinein gefördert wird. Die weitere Entnahme erfolgt im Saugbetrieb aus diesen Zwischenspeicher.

Bei der geschlossenen Schaltreihe wird den Feuerlöschkreiselpumpen das Wasser direkt über ein Sammelstück zugeführt. Der mittlere Mindesteingangsdruck sollte dabei 1,5 bar betragen [R1] und der Ausgangsdruck konstant gehalten werden.

Im folgenden wird nur die Förderstrecke zwischen den Pumpen bei einer geschlossenen Schaltreihe betrachtet. Verluste in Armaturen sind laut Auskunft der Firma Ziegler verschwindend gering und werden nicht weiter berücksichtigt.

3.1 Druckverluste

3.1.1 Druckverluste Förderstrecke

Bei der Förderung über lange Strecken machen sich Druckverluste durch Reibung in den Schläuchen bemerkbar. Bei Angriffsleitungen fallen diese nicht ins Gewicht, da sie nur kurze Entfernungen überbrücken. Die Verluste in den Schläuchen sind abhängig vom Förderstrom, dem Schlauchdurchmesser, der Schlauchlänge und der Beschaffenheit der Schlauchleitung.

Der Förderstrom wird durch die maximal abzugebende Wassermenge bestimmt und muss im Vorfeld festgelegt werden. In nachstehender Tabelle sind Faustwerte, für zur Ermittlung des Förderstroms gängiger Strahlrohre, aufgeführt. Der Strahlrohrdruck bei Mehrzweckstrahlrohren beträgt hierbei 5 bar. Bei den anderen Rohren sind die Angaben des Herstellers zu beachten. So arbeiten Hohlstrahlrohre oftmals mit einem Betriebsdruck von 6 bar.

CM-Strahlrohr mit Mundstück	100 l/min
CM-Strahlrohr ohne Mundstück	200 l/min
BM-Strahlrohr mit Mundstück	400 l/min
BM-Strahlrohr ohne Mundstück	800 l/min
Hohlstrahlrohr je nach Bauart	20 l/min ... 1200 l/min
Wenderohr je nach Bauart	1.200 ... 2.000 l/min

Tabelle 4: Förderstrom gängiger Strahlrohre

Ein falsche Dimensionierung der Löschwassermenge im Vorfeld kann zu einem Zusammenbrechen der gesamten Förderstrecke führen. Daher ist für bekannte Objekte eine

Vorausplanung und die Aufnahme in Einsatzpläne zu empfehlen.

Für die Bestimmung der Druckverluste in Schlauchleitungen existieren Schätzwerte, die bei der Berechnung der Schlauchstrecke zu Grunde gelegt werden. Nachfolgende Tabelle zeigt diese für gummierte B-Leitungen nach DIN 14811.

Förderstrom [l/min]	200	250	300	350	400	450	500	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Druckverlust 100 m B-Leitung [bar]	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1,1	1,7	2,3	2,9	3,8	4,7	5,7
Druckverlust 20 m B-Schlauch [bar]	0,02	0,02	0,04	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,22	0,34	0,46	0,58	0,76	0,94	1,14

Tabelle 5: Druckverluste B-Schlauchleitung [Z2]

Moderne Schläuche mit glatter Innenwand, wie zum Beispiel mit Zweischichtgummierung der Firma Parsch, erreichen noch bessere Werte. So erreicht ein Parsch B-Schlauch mit glatter Innenwand einen 30 prozentigen geringeren Druckverlust gegenüber der Norm-Anforderung. Im Feuerwehreinsatz werden in der Regel B-Schläuche verschiedener Fabrikanten verwendet. Der Druckverlust in B-Leitungen wird allgemein wegen der Einfachheit nur mit 1 bar bei einem Förderstrom von 800 l/min berechnet. In den weiteren Ausführungen dieser Arbeit wird sich auf die Schätzwerttabelle bezogen.

3.1.2 Druckverluste Höhenzunahme

Zu den Verlusten in der Schlauchleitung kommen zusätzlich Druckverluste bei einem Geländeanstieg, beziehungsweise Druckgewinne bei einem Geländeabfall. Pro 10 m Geländeanstieg ist mit 1 bar Druckabfall sowie pro 10 m Geländeabfall mit einer Druckzunahme von 1 bar zu rechnen.

3.2 Förderstrecken

Im folgenden Abschnitt werden beispielhaft verschiedene Förderstrecken mit verschiedenen Pumpentypen untersucht. Unterschieden werden die Strecken nur durch den

Förderstrom. Alle Förderstrecken liegen in der Ebene, zumal sich Höhendifferenzen bei allen Pumpen gleich auswirken. Der Mindesteingangsdruck wird mit 1,5 bar angenommen. Bei genau vermessenen Strecken kann dieser in der Praxis um 0,5 bar reduziert oder in schwierigem Gelände um 0,5 bar erhöht werden. Betrachtet werden die Normleistungsdaten nach DIN und EN, sowie im Vergleich zu den aktuellen Feuerlöschkreiselpumpen der Firma Ziegler. Da keine Norm-Kennlinien existieren, werden benötigte Werte aus den genannten Garantiepunkten geschätzt. Weiterhin werden nur typische normierte Pumpen für den jeweiligen Förderstrom betrachtet. Der Unterschied zwischen den größeren Pumpen liegt nur in der Höhe des Förderstroms. Eine FP 8/8 beziehungsweise FPN 1000 – 10 kann das Löschwasser unter gleichen Bedingungen nicht weiter oder höher fördern als eine FP 16/8 oder FPN 2000 – 10. Bei dem Vergleich mit den Feuerlöschkreiselpumpen der Firma Ziegler sollen nur mögliche Leistungsreserven aufgezeigt werden.

3.2.1 Förderstrom 800 l/min

Für die Berechnung der Schlauchstrecken bei diesen Förderstrom wird aus der Druckverlusttabelle 1,1 bar Verlust pro 100 Meter B-Schlauchleitung entnommen.

3.2.1.1 Förderung mit FP 8/8

Bei Nenndrehzahl liefert eine FP 8/8 den genannten Förderstrom bei einem Ausgangsdruck von 8 bar. Um den Mindesteingangsdruck an der folgenden Pumpe zu gewährleisten, stehen maximal 6,5 bar für Reibungsverluste in der Schlauchleitung zwischen den beiden Pumpen zur Verfügung. Somit beträgt der Pumpenabstand maximal 590 Meter. Bei der Verwendung von ganzen B-Schläuchen sind hierfür 29 B-Längen à 20 Metern notwendig, somit eine Strecke von 580 Metern.

3.2.1.2 Förderung mit FPN 10 – 1000

Bei Nenndrehzahl liefert eine FPN 10 – 1000 bei genannten Förderstrom einen geschätzten Förderdruck von 11 bar. Um den Mindesteingangsdruck an der folgenden Pumpe zu gewährleisten, stehen maximal 9,5 bar für Reibungsverluste in der Schlauchleitung zwischen den beiden Pumpen zur Verfügung. Somit beträgt der Pumpenabstand maximal

863 Meter. Bei dem Einsatz von B-Schläuchen sind hierfür 43 B-Längen à 20 Metern notwendig, also eine Strecke von 860 Metern.

3.2.1.3 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 750 – 2H

Betrachtet man die Kennlinie der Ziegler FPN 10 – 750 – 2H fällt auf, dass bei Nenndrehzahl schon annähernd die Leistung der Norm FPN 10 – 1000 erreicht wird. So liegt der Förderdruck bei knapp 11 bar. Der Pumpenabstand beträgt hierbei 840 m, was 42 B-Längen à 20 Meter entsprechen würde.

3.2.1.4 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H

Wie erwartet liegt die Leistung der Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H nach Kennlinie bei Nenndrehzahl noch etwas höher. So erreicht diese 11,5 bar bei einen Förderstrom von 800 l/min. Somit stehen für Reibungsverluste in der Schlauchstrecke 10 bar zur Verfügung. Mit dieser Leistung lässt sich ein Pumpenabstand in der Ebene von 909 Metern realisieren, welches 45 B-Längen à 20 Meter mit einer Strecke von 900 Metern entsprechen würde.

3.2.1.5 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H

Wird die Kennlinie für die Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H abgelesen, fällt auf, dass diese bei Nenndrehzahl im Ausgangsdruck bei 800 l/min Förderstrom unterhalb der Ziegler 10 – 1000 – 2H liegt, jedoch noch deutlich über der EN Mindestforderung mit 11,2 bar liegt. Für Verluste in der Schlauchleitung durch Reibung stehen 9,7 bar zur Verfügung. Daraus ergibt sich ein Pumpenabstand von 882 Meter. Dies entspricht 44 B-Längen à 20 Meter, welche eine Streckenlänge von 880 Metern entspricht.

Bei diesem Vergleich zeigt sich deutlich die Überlegenheit der neuen Pumpengeneration. So liegt der Pumpenabstand bei Förderung über lange Strecken in der Ebene bei einem Nennförderstrom von 800 l/min der FP 8/8 gegenüber der FPN 1000 – 10 nach Norm schon um knapp 50 Prozent höher. Die Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H erreicht sogar eine 55 prozentig längere Wegstrecke gegenüber der FP 8/8. Nachfolgende Tabelle zeigt alle Pumpen für einen Förderstrom von 800 l/min im Vergleich.

<i>Förderstrom 800 l/min</i>	max. Pumpenabstand	max. B-Längen
FP 8/8	590 m	29 = 580 m
FPN 10 – 1000	863 m	43 = 860 m
Ziegler FPN 10 – 750 – 2H	840 m	42 = 840 m
Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H	909 m	45 = 900 m
Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H	882 m	44 = 880 m

Tabelle 6: max. Pumpenabstände bei 800 l/min

Der niedrigere Wert der Kennlinie bei der Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H ist bedingt, dass diese im Gegensatz zur Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H nur als einstufige Feuerlöschkreiselpumpe ausgeführt ist. Bei der Ziegler FPN 10 – 2000 – 2H handelt es sich um eine zweistufige Feuerlöschkreiselpumpe.

3.2.2 Förderstrom 1000 l/min

Bei 1000 l/min Förderstrom wird aus der Druckverlusttabelle 1,7 bar Verlust pro 100 Meter B-Schlauchleitung entnommen. Bei nur 200 l/min Förderstrom mehr, steigt der Druckverlust merklich um 0,7 bar an.

3.2.2.1 Förderung mit FP 8/8

Ohne Drehzahlerhöhung liegt der Ausgangsdruck der FP 8/8 nur noch bei schätzungsweise 7 bar. Diese Annahme wird aus einer alten Kennlinie einer FP 8/8-2H der Firma Ziegler entnommen. Hier bleiben für Verluste im Schlauch 5,5 bar übrig. Dadurch ergibt sich ein maximaler Pumpenabstand von 323 Metern. Dem entsprechen 16 B-Schläuche à 20 Meter Länge mit einer Nutzlänge von 320 Metern.

3.2.2.2 Förderung mit FPN 10 – 1000

Bei Nenndrehzahl liefert eine FPN 10 – 1000 nach Norm den genannten Förderstrom bei einem Ausgangsdruck von 10 bar. Um den Mindesteingangsdruck an der folgenden Förderpumpe zu gewährleisten, stehen maximal 8,5 bar für Reibungsverluste in der

Schlauchleitung zwischen den beiden Pumpen zur Verfügung. Somit beträgt der Pumpenabstand maximal 500 Meter. Hierfür sind 25 B-Längen à 20 Metern notwendig, somit eine Strecke von 500 Metern.

3.2.2.3 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 750 – 2H

Bei Nenndrehzahl liefert diese Pumpe den Förderstrom von 1000 l/min bei 10,2 bar. Für die Schlauchstrecke bleiben maximal 8,7 bar für Verluste übrig. Dies ergibt einen Pumpenabstand von 511 Metern, was 25 B-Längen mit einer Gesamtlänge von 500 Metern entspricht.

3.2.2.4 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H

Die Leistung der Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H bei Nenndrehzahl liegt noch etwas höher als die Norm. So erreicht diese 11 bar bei einem Förderstrom von 1000 l/min. Somit stehen für Reibungsverluste in der Schlauchstrecke 9,5 bar zur Verfügung. Der maximale Pumpenabstand beträgt hierbei 559 Meter. Dies beträgt 540 Meter bei einer Anzahl von 27 B-Schläuchen.

3.2.2.5 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H

Nach Kennlinie liefert die Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H bei Nenndrehzahl 11,2 bar Ausgangsdruck. Für Verluste in der Schlauchleitung durch Reibung stehen 9,7 bar zur Verfügung. Daraus ergibt sich ein Pumpenabstand von 570 Meter. Dies entspricht 28 B-Längen à 20 Meter, welche eine Streckenlänge von 560 Metern entspricht.

Auch bei einem Förderstrom von 1000 l/min zeigen sich die Stärken der neuen EN-Pumpen, welche ungefähr 200 Meter mehr Pumpenstrecke bringen. So liegt auch die FPN 10 – 750 von Ziegler über den Erwartungen der Norm, jedoch zeigt sich schon ein gewisser Abstand gegenüber den größeren Pumpen der EN. Diese Erkenntnis ist auch deutlich an der stärker abfallenden Kennlinie bei höheren Förderströmen ablesbar. Einen Überblick über die betrachteten Kreiselpumpen gibt die nachstehende Tabelle.

<i>Förderstrom 1000 l/min</i>	max. Pumpenabstand	max. B-Längen
FP 8/8	323 m	16 = 320 m
FPN 10 – 1000	500 m	25 = 500 m
Ziegler FPN 10 – 750 – 2H	511 m	25 = 500 m
Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H	559 m	27 = 540 m
Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H	570 m	28 = 560 m

Tabelle 7: max. Pumpenabstände bei 1000 l/min

3.2.3 Förderstrom 1200 l/min

Aus der Druckverlusttabelle ergibt sich ein Druckverlust auf 100 Metern von 2,3 bar. Daher sollte bei Förderströmen über 1000 l/min dieser auf 2 Schlauchleitungen aufgeteilt werden. Somit fließt in jeder Schlauchleitung ein Förderstrom von 500 l/min mit einem Reibungsverlust von 0,5 bar auf 100 Meter. Zwar benötigen wir doppelt soviel B-Schläuche, jedoch verringert sich andererseits die Anzahl der benötigten Pumpen.

3.2.3.1 Förderung mit FP 8/8

Eine Annahme für Leistungsfähigkeit gewinnen wir wieder aus der Kennlinie einer FP 8/8-2H der Firma Ziegler. Bei Nenndrehzahl liefert diese Pumpe 6,6 bar Ausgangsdruck. Hier bleiben für Verluste im Schlauch 5,1 bar verfügbar. Dadurch ergibt sich ein maximaler Pumpenabstand bei einfacher Leitung von 221 Metern und 1020 Metern für eine Doppel-B-Leitung. Mit einer doppelten Leitung erreicht man die fünffache Strecke und spart dabei vier FP 8/8 ein. Hier zeigt sich die deutlich, dass ab einen gewissen Förderstrom eine Doppelleitung wirtschaftlicher ist. Aus dieser Folgerung wird nachstehend nur die Doppelleitung betrachtet. Somit ergibt sich für die FP 8/8 eine Anzahl von 102 doppelt verlegten B-Schläuchen mit einer Gesamtstrecke von 1020 Metern.

3.2.3.2 Förderung mit FP 16/8

Aus einer alten Kennlinie einer FP 16/8-2H der Firma Ziegler gewinnen wir die Annahme,

dass bei Nenndrehzahl diese Pumpe einen Ausgangsdruck von 8,2 bar liefert. Für die Reibungsverluste in der Schlauchleitung bleiben 6,7 bar verfügbar. Bei einer Doppel-B-Leitung kommen wir auf einen maximalen Pumpenabstand von 1340 Metern, was einen Bedarf von 134 B-Schläuchen nötig macht.

3.2.3.3 Förderung mit FPN 10 – 1000

Hier lassen sich nur Werte für die Leistungsfähigkeit bei einem Nennförderstrom von 1200 l/min schätzen. So nehmen wir bei dieser Normpumpe einen Ausgangsdruck von 9,5 bar an und es bleiben 8 bar für die Überwindung der Reibungsverluste übrig. Daraus ergibt sich eine Schlauchstrecke der Länge von 1600 Metern, welche der nötigen Anzahl von 160 B-Schläuchen entspricht.

3.2.3.4 Förderung mit FPN 10 – 2000

Auch bei der FPN 10 – 2000 lassen sich die Werte für die Leistungsfähigkeit bei einem Nennförderstrom von 1200 l/min nur schätzen. So nehmen wir einen verfügbaren Ausgangsdruck von 10,5 bar an. Somit verbleiben 9 bar für die Überwindung der Verluste in der Schlauchleitung. Hieraus ergibt sich eine maximale Schlauchstrecke zwischen den Pumpen von 1800 Metern, welche einer Anzahl von 180 B-Schläuchen entspricht.

3.2.3.5 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 750 – 2H

Betrachtet man die Kennlinie der Ziegler FPN 10 – 750 – 2H fällt auf, dass bei Nenndrehzahl noch ein Druck von 9,6 bar erreicht wird. Der Pumpenabstand beträgt hierbei 1620 Meter, wobei 162 B-Längen à 20 Meter benötigen würden. Es zeigt sich deutlich die Überlegenheit gegenüber Pumpen der 8er Klasse. So lassen sich locker 600 Meter mehr an Strecke überbrücken.

3.2.3.6 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H

Die Leistung der Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H liegt nach Kennlinie bei Nenndrehzahl noch etwas höher. So erreicht diese 10,4 bar bei einem Förderstrom von 1200 l/min. Als Folge stehen für Verluste durch Reibung in der Schlauchstrecke 8,9 bar zur Verfügung. Mit diesem Wert lässt sich ein Pumpenabstand in der Ebene von 1780 Metern realisieren,

wofür 178 B-Längen à 20 Meter benötigt werden.

3.2.3.7 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H

Bei der Kennlinie für die Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H fällt auf, dass diese bei Nenndrehzahl im Ausgangsdruck bei 1200 l/min Förderstrom nur minimal über der Ziegler 10 – 1000 – 2H liegt. Für Verluste in der Schlauchleitung durch Reibung stehen 9,2 bar zur Verfügung. Daraus ergibt sich ein Pumpenabstand von 1940 Metern. Dieser benötigt 194 B-Längen.

Nachstehende Tabelle zeigt einen Überblick der Ergebnisse für den Förderstrom von 1200 l/min. Deutlich abgeschlagen zeigt sich hier die FP 8/8. Für Förderströme dieser Höhe ist zu empfehlen, Aggregate nach neuer Norm oder mindestens eine FP 16/8 einzusetzen. Auch bei höheren Förderströmen sind Pumpen nach der EN 1028 deutlich im Vorsprung. Selbst die zum Vergleich hinzugezogene FPN 10 – 750 der Firma Ziegler erfüllt die Kriterien einer angenommenen Norm FPN 10 – 1000.

<i>Förderstrom 1200 l/min</i>	max. Pumpenabstand	benötigte B-Schläuche für Doppelleitung
FP 8/8	1020 m	102
FP 16/8	1340 m	134
FPN 10 – 1000	1600 m	160
FPN 10 – 2000	1800 m	180
Ziegler FPN 10 – 750 – 2H	1620 m	162
Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H	1780 m	178
Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H	1940 m	194

Tabelle 8: max. Pumpenabstände bei 1200 l/min

3.2.4 Förderstrom 1600 l/min

Bei einem Förderstrom von 1600 l/min ergibt sich ein Druckverlust laut Tabelle von 1,1 bar für eine B-Doppel-Leitung. Die FP 8/8 wird nicht weiter betrachtet, da diese nach Kennlinie einen solch hohen Förderstrom nicht mehr aufbringen kann.

3.2.4.1 Förderung mit FP 16/8

Eine FP 16/8 liefert bei Nenndrehzahl einen Ausgangsdruck von 8 bar. Für die Verluste in der Förderstrecke bleiben somit 6,5 bar verfügbar. Bei einer parallel verlegten B-Leitung erreichen wir einen maximalen Pumpenabstand von 580 Metern, wofür die Anzahl von 58 B-Schläuchen benötigt wird.

3.2.4.2 Förderung mit FPN 10 – 1000

Bei Nenndrehzahl liefert eine FPN 10 – 1000 nach Norm den Förderstrom von 1600 l/min bei einem geschätzten Ausgangsdruck von 7,7 bar. Um den Mindesteingangsdruck an der nächsten Förderpumpe zu gewährleisten, stehen maximal 6,2 bar für Reibungsverluste zwischen den beiden Kreiselpumpen zur Verfügung. Der Pumpenabstand beträgt maximal 560 Meter. Hierzu sind 56 doppeltverlegte B-Längen à 20 Metern notwendig.

3.2.4.3 Förderung mit FPN 10 – 2000

Die Norm FPN 10 – 2000 liefert geschätzt 10,3 bar Ausgangsdruck. Es bleiben 8,8 bar übrig für die Überwindung der Verluste in der Förderleitung. Daraus ergibt sich ein maximaler Pumpenabstand von 800 Metern, welcher bei einer doppelt verlegten Strecke 80 B-Schläuchen entspricht.

3.2.4.4 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 750 – 2H

Bei Nenndrehzahl liefert diese Pumpe den Förderstrom von 1600 l/min bei 8 bar. Damit ergeben sich die selben Ergebnisse, wie bei der Norm FP 16/8. Eine beeindruckende Leistung einer Feuerlöschkreiselpumpe dieser Größe.

3.2.4.5 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H

Die Leistung der Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H bei Nenndrehzahl liegt etwas höher

gegenüber DIN für die FP 16/8. So erreicht diese 8,6 bar bei einen Förderstrom von 1600 l/min. Somit stehen für Reibungsverluste in der Schlauchstrecke 7,1 bar zur Verfügung. Der maximale Pumpenabstand beträgt hierbei 645 Meter. Das ergeben 640 Meter bei einer benötigten Anzahl von 64 B-Schläuchen.

3.2.4.6 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H

Die Feuerlöschkreiselpumpe Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H liefert bei Nenndrehzahl im Ausgangsdruck 11 bar bei einem Förderstrom von 1600 l/min. Für Verluste in der Schlauchstrecke durch Reibung stehen so 9,5 bar zur Verfügung. Daraus ergibt ein Pumpenabstand von 860 Metern. Dafür müssen 86 B-Längen verlegt werden.

Obwohl die Norm FPN 10 – 1000 und die Ziegler FPN 10 – 750 – 2H noch an die alte DIN heran reichen, zeigt sich deutlich an den Kennlinien, dass auch diese am Ende ihrer Leistungsfähigkeit angekommen sind. Ein Betrieb bei diesem Förderstrom ist nicht ausgeschlossen, jedoch als grenzwertig anzusehen. Eine Übersicht aller Ergebnisse gibt die nachstehende Tabelle.

<i>Förderstrom 1600 l/min</i>	max. Pumpenabstand	benötigte B-Schläuche für Doppelleitung
FP 16/8	580 m	58
FPN 10 – 1000	560 m	56
FPN 10 – 2000	800 m	80
Ziegler FPN 10 – 750 – 2H	580 m	58
Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H	640 m	64
Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H	860 m	86

Tabelle 9: max. Pumpenabstände bei 1600 l/min

Klar dominiert die EN Feuerlöschkreiselpumpe FPN 10 – 2000 sowie als Norm oder als Ziegler Version. Mit über 800 Metern Förderstrecke, zeigt diese eine 48-prozentige

Steigerung der Förderstrecke gegenüber einer DIN Feuerlöschkreiselpumpe auf.

3.2.5 Förderstrom 2000 l/min

Abschließend wird der Förderstrom von 2000 l/min betrachtet. Höhere Förderströme erweisen sich auch mit zwei parallel verlegten B-Leitungen als unwirtschaftlich. So ergeben sich schon bei oben genannten Förderstrom in einer Doppelleitung pro 100 Meter ein Verlust von 1,7 bar. Die Feuerlöschkreiselpumpen FPN 10 – 750 und FPN 10 – 1000 als Norm- und Ziegler-Pumpe können nicht mehr berücksichtigt werden. Mit 2000 l/min Förderstrom liegen diese deutlich am Ende ihrer Leistung. Veranschaulicht zeigen dies die Kennlinien für diese Kreiselpumpen im Anhang.

3.2.5.1 Förderung mit FP 16/8

Die FP 16/8 nach Norm liefert bei Nenndrehzahl einen geschätzten Ausgangsdruck von 7,7 bar. Für die Überwindung der Reibungsverluste bleiben somit 6,2 bar verfügbar. Mit einer B-Doppelleitung erreichen wir einen maximalen Pumpenabstand von 360 Metern, wobei 36 B-Schläuchen zur Verfügung stehen müssen.

3.2.5.2 Förderung mit FPN 10 – 2000

Bei Nenndrehzahl fördert eine FPN 10 – 2000 nach Norm den Förderstrom von 2000 l/min bei einem Ausgangsdruck von 10 bar. Es stehen hierbei für die Verluste in der Förderstrecke 8,5 bar zur Verfügung. Hieraus ergibt sich ein maximaler Pumpenabstand von genau 500 Metern. Dies erfordert eine Anzahl von 50 B-Schläuchen.

3.2.5.3 Förderung mit Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H

Wird die Kennlinie der Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H abgelesen, gibt diese bei der Nenndrehzahl und Nennförderstrom einen Ausgangsdruck von 10,7 bar an. Für Reibungsverluste in der Schlauchleitung bleiben 9,2 bar zur Verfügung. Daraus ergibt sich ein Abstand zwischen zwei Förderpumpen von 540 Metern. Zum Aufbau dieser Strecke werden 54 B-Längen benötigt.

Ein solch großer Förderstrom von 2000 l/min erfordert leistungsstarke Pumpen. Eine

Förderung über große Distanzen erfordert einen hohen Aufwand an Schlauchmaterial und genügend Pumpen in diesen Dimensionen. Für diesen Förderstrom zeigt sich auch wieder einmal der Leistungshub der Pumpen nach EN. Einen Überblick gibt die nachstehende Tabelle.

<i>Förderstrom 2000 l/min</i>	max. Pumpenabstand	benötigte B-Schläuche für Doppelleitung
FP 16/8	360 m	36
FPN 10 – 2000	500 m	50
Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H	540 m	54

Tabelle 10: max. Pumpenabstände bei 2000 l/min

So liegt die FPN 10 – 2000 mit knapp 40 Prozent möglicher längerer Wegstrecke vor der FP 16/8, und gestaltet somit diesen hohen Förderstrom etwas wirtschaftlicher. Förderströme größer als 2400 l/min sollten vermieden werden und sind auch bei den neuen Pumpen als grenzwertig einzustufen. Ab einem Förderstrom von 2600 l/min würde die Wasserversorgung zusammenbrechen, wie es auch die Kennlinien im Anhang veranschaulicht zeigen.

3.3 Schlussbetrachtung

Feuerlöschkreiselpumpen nach EN 1028 bieten eine spürbare Leistungssteigerung gegenüber Pumpen nach der veralteten DIN 14420. Diese Zunahme der Leistungsfähigkeit wird durch die Auswahl größerer Pumpentypen durch den Normenausschuss „Feuerwehrfahrzeuge“ zusätzlich gesteigert. Reelle Pumpen liegen nochmals deutlich über der Anforderung der Norm. Somit verbleiben auch bei schlecht kalkulierten langen Förderstrecken in unwegsamem Gelände genügend Reserven, um eine gesicherte Wasserversorgung aufzubauen. Mit diesen Leistungsreserven sollte für die Dimensionierung einer langen Wegstrecke nicht gerechnet werden. Zu einem liegt eine Kennlinie selten vor und zum anderen ist die Dimensionierung einer Förderstrecke mit Pumpen verschiedener Pumpenhersteller fast unmöglich. Daher muss sich bei der Planung

einer Förderstrecke nur auf die nach Norm zu erwarteten Abstände berufen werden. Nachstehende Tabelle gibt einen Überblick, der in dieser Arbeit ermittelten Pumpenabstände in der Ebene.

einfach verlegte B-Leitung				
Förderstrom	FP 8/8	FP 16/8	FPN 10 – 1000	FPN 10 – 2000
800 l/min	580 m	-	860 m	-
1000 l/min	320 m	-	500 m	-
doppelt verlegte B-Leitung				
1200 l/min	1020 m	1340 m	1600 m	1800 m
1600 l/min	-	580 m	560 m	800 m
2000 l/min	-	360 m	-	500 m

Tabelle 11: Pumpenabstand Norm-Pumpen in ganzen B-Längen

Derzeit sind noch eine Vielzahl von Feuerlöschkreiselpumpen der Bauarten FP 8/8 und FP 16/8 vertreten. Mit einer baldigen Ablösung dieser Pumpen ist sicherlich nicht in naher Zukunft zu rechnen.

Um im Mischbetrieb von alten und neuen Pumpen die zur Verfügung stehenden längeren Förderstrecken der neuen Pumpen ausnutzen zu können, muss die lange Förderstrecke vorher genau ausgemessen und in einem Einsatzplan hinterlegt werden. Dabei muss genau festgelegt werden, welche Art von Pumpe an welchem Standort platziert wird. Die Bestimmung des größten möglichen Förderstromes richtet sich nach der schwächsten Pumpe in der Förderstrecke. Weiterhin ist der Ausgangsdruck der jeweiligen Feuerlöschkreiselpumpen festzulegen. Reservepumpen müssen für alte und neue Pumpen bei einem Ausfall einer Pumpe zur Verfügung stehen. Bevorzugte Reservepumpen können Kreiselpumpen nach EN sein, da diese auch als Ersatz für eine DIN-Pumpe verwendet werden können.

Bei nicht vorher ausgemessenen Strecken ist derzeit auf die Leistungssteigerung durch EN-Feuerlöschkreiselpumpen zu verzichten, solange ein Mischbetrieb vorliegt. Es ist bei

Einsätzen ohne Einsatzplan schwer vorhersehbar, wann welche Kreiselpumpe für den Aufbau der Förderstrecke zur Verfügung steht und welche Ersatzpumpen zu erwarten sind. Sicherlich ist es möglich, vorhandene FP 8/8 und FP 16/8 oberhalb der Nenndrehzahl zu betreiben und somit ähnliche Leistung wie eine FPN 10 – 1000 beziehungsweise FPN 10 – 2000 bei Nenndrehzahl zu erreichen. Jedoch würde dies den Kraftstoffverbrauch erheblich erhöhen. Davon abhängig könnte die geforderte Mindestbetriebszeit einer Pumpe wie einer TS 8/8 von zwei Stunden nicht mehr garantiert werden.

Bei einer reinen Förderstrecke mit Feuerlöschkreiselpumpen nach EN 1028 kann die Leistungssteigerung durch die gesteigerte Nennleistung voll ausgenutzt werden. Jedoch nähert sich bei Wasserförderungen mit EN-Pumpen der Nennausgangsdruck dem Gebrauchsprüfdruck von 12 bar bei B-Schläuchen an. Erhöhte Pumpendrucke, somit auch Schlauchdrücke erhöhen den Verschleiß und die Gefahr von Schlauchplatzern. Wie sich dieser erhöhte Ausgangsdruck bei der Förderung auf Schlauchmaterial und Armaturen auswirkt, muss erst noch untersucht werden oder wird sich erst langfristig durch Erfahrungen zeigen.

Anhang

Ziegler FPN 750 – 10 – 2H



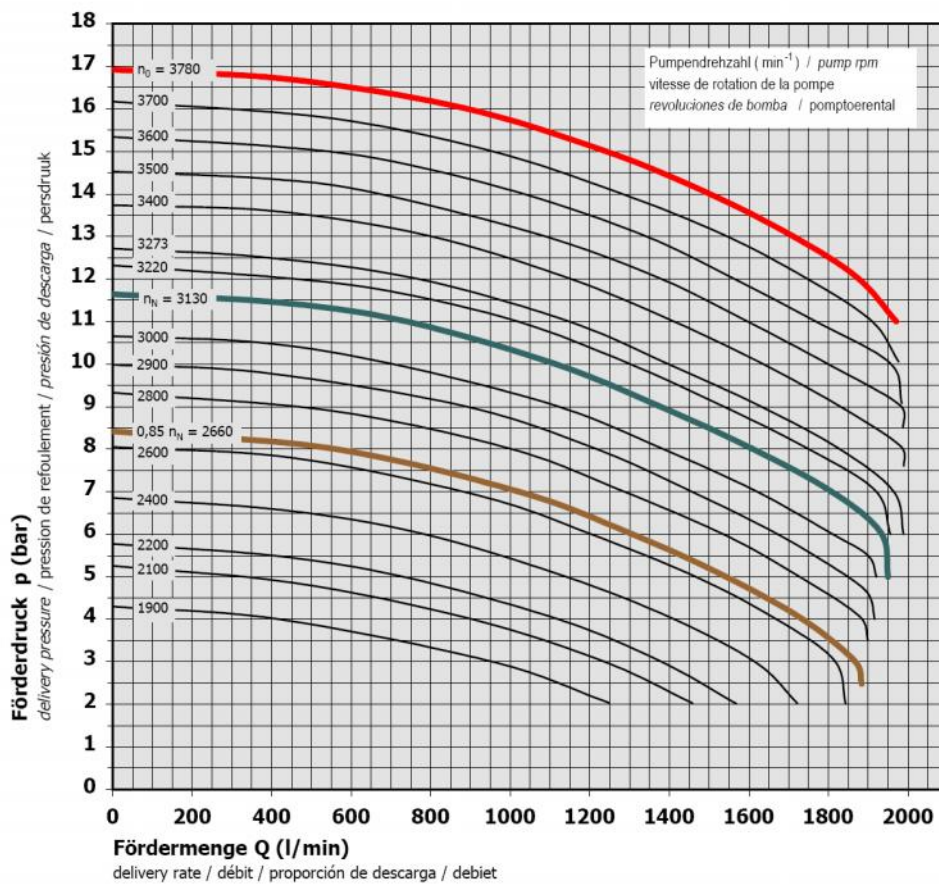
Diagramm-Nr. **206 - 004 . 6005**
 Datum / Date **02.04.2003**
 KE-PK

Kennlinie

Prüfung nach DIN EN 1028-2

characteristic curve / courbe caractéristique / curva característica / pompkarakteristiek

FPN 10-750-2H



Aufnahmedatum / recording date / date d'enregistrement / fecha de registro / registratiedatum (02.12.2002)

Saugleitung (en) / suction line (s) / flexible (s) à l'aspiration / línea (s) de succión / zuigslang (en) (DIN EN 1028-2 Anhang A - DN 100 "A110")

Druckleitung (en) / delivery line (s) / flexible (s) au refoulement / línea (s) de descarga / persslang (en) (2 x "B" 5,0 m)

Geodätische Saughöhe / geodesic suction height / hauteur géodésique d'aspiration / altura geodésica de succión / statische zuighoogte (3,0 m)

Ziegler FPN 10 – 1000 – 2H



Diagramm-Nr. 206 - 004 . 6105

Datum / Date 24.02.2003

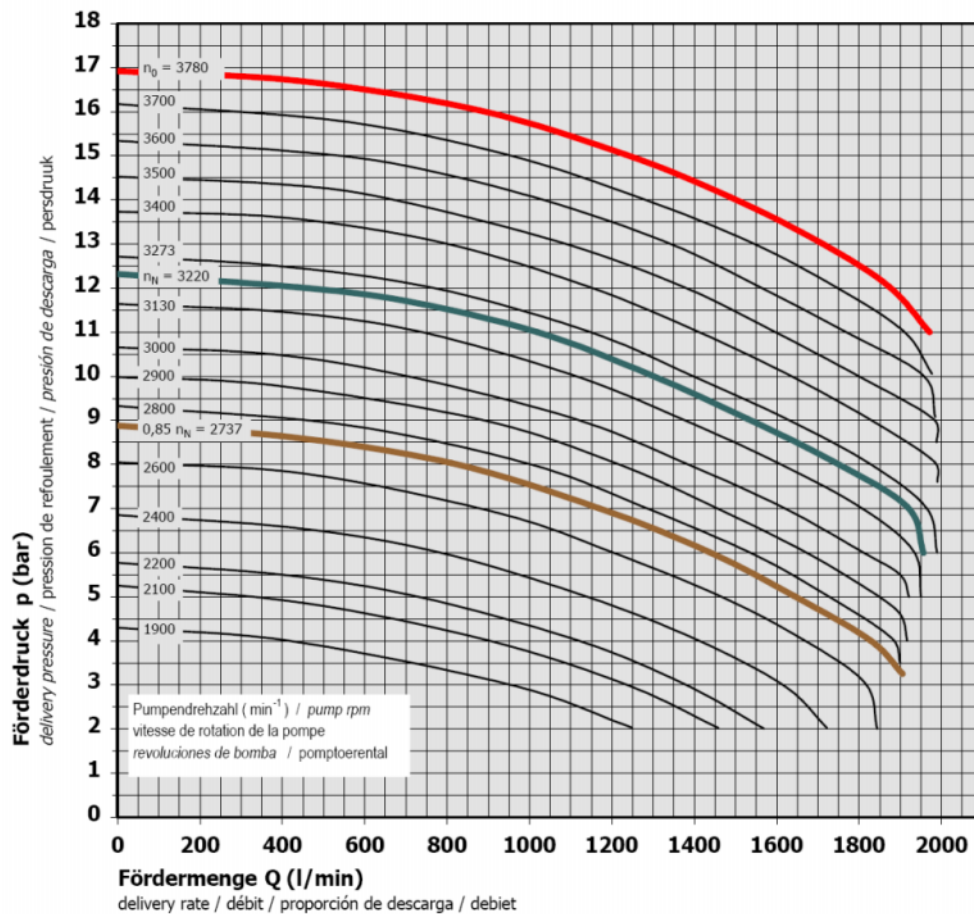
KE-PK

Kennlinie

Prüfung nach DIN EN 1028-2

characteristic curve / courbe caractéristique / curva característica / pompkarakteristiek

FPN 10-1000-2H



Aufnahmedatum / recording date / date d'enregistrement / fecha de registro / registratiedatum (02.12.2002)

Saugleitung (en) / suction line (s) / flexible (s) à l'aspiration / línea (s) de succión / zuigslang (en) (DIN EN 1028-2 Anhang A - DN 100 "A110")

Druckleitung (en) / delivery line (s) / flexible (s) au refoulement / línea (s) de descarga / persslang (en) (2 x "B" 5,0 m)

Geodätische Saughöhe / geodesic suction height / hauteur géodésique d'aspiration / altura geodésica de succión / statische zuighoogte (3,0 m)

Ziegler FPN 10 – 2000 – 1H

Diagramm-Nr. **211 - 004 . 5104**Datum / Date **26.08.2003**

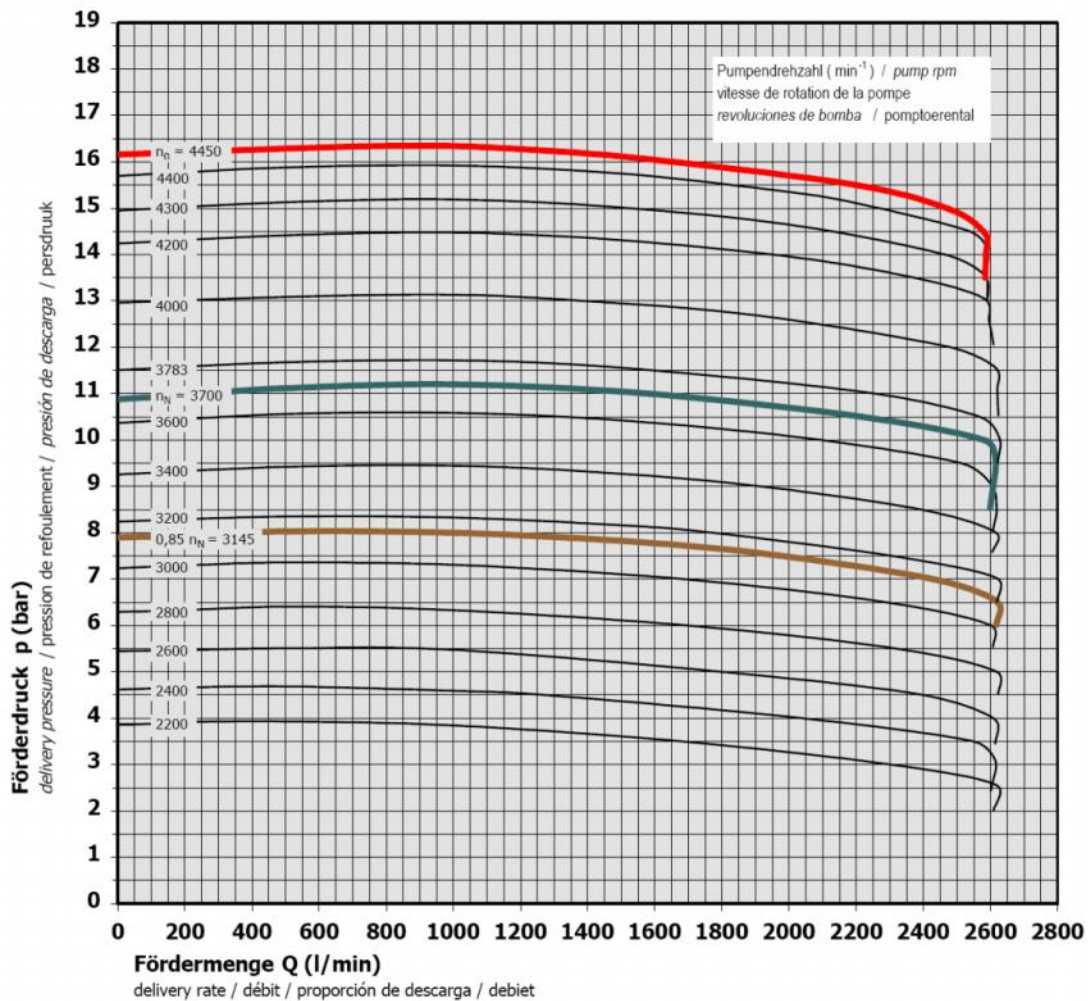
KE-PK

Kennlinie

Prüfung nach DIN EN 1028-2

characteristic curve / courbe caractéristique / curva característica / pompkaracteristiek

FPN 10-2000-1H

Aufnahmedatum / recording date / date d'enregistrement / fecha de registro / registratiedatum (**15./16.08.2002**)Saugleitung (en) / suction line (s) / flexible (s) à l'aspiration / línea (s) de succión / zuigslang (en) (**DIN EN 1028-2 Anhang A - DN 100 "A 110"**)Druckleitung (en) / delivery line (s) / flexible (s) au refoulement / línea (s) de descarga / persslang (en) (**4 x "B" 5,0 m**)Geodätische Saughöhe / geodesic suction height / hauteur géodésique d'aspiration / altura geodésica de succión / statische zuighoogte (**3,0 m**)

Literaturverzeichnis

- [C1] Lehrunterlage für Ausbilder - Lehrgang Maschinisten
Niedersächsische Landesfeuerweherschule Celle
- [D1] DIN 14420
Feuerlösch- und Lenz-Kreiselpumpen - Anforderungen, Prüfung
- [E1] EN 1028-1
Feuerlöschkreiselpumpen mit Entlüftungseinrichtungen
Teil 1: Allgemeine und Sicherheitsanforderungen
- [I1] Lernunterlage 1085: Löschwasserförderung – Ausgabe: 22.01.2007
Walter Platz, IdF Münster
- [M1] Merkblatt für die Feuerwehren Bayerns : 8.2 Feuerlöschkreiselpumpen
Staatliche Feuerweherschule Würzburg
- [M2] Merkblatt für die Feuerwehren Bayerns: 5.3 Wasserförderung über lange
Schlauchstrecken
Staatliche Feuerweherschule Würzburg
- [R1] Löschwasserförderung – Rotes Heft 7 – 13. Auflage
Branddirektor a. D. F. A. Schneider
- [W1] Feuerlöschpumpe – Wikipedia - Stand: 22.Mai 2007
<http://de.wikipedia.org/wiki/Feuerlöschpumpe>
- [W2] Feuerlöschgeräte einst
<http://www.feuerwehrgeschichte.de/loeschgeraete.htm>
- [Z1] Feuerwehropumpen und Tragkraftspritzen – Kapitel 4
Fa. Ziegler
http://www.ziegler.si/pdf/kap04_kompl_dt.pdf
- [Z2] Wasserfördertabelle
Fa. Ziegler

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Hero's Entwurf - 250 v. Chr.....	1
Abbildung 2: 1910 – Vergleichsvorführung Rosenbauer Benzinmotorspritze & Kneitschel Dampfspritze.....	2
Abbildung 3: Kenndaten FP 8/8.....	4
Abbildung 4: Kenndaten FP 16/8.....	4
Abbildung 5: Kenndaten FPN 10 - 750.....	7
Abbildung 6: Kenndaten FPN 10 - 1000.....	7
Abbildung 7: Kenndaten FPN 10 - 2000.....	8
Abbildung 8: Garantiepunkte Vergleich FP 8/8; FPN 10-750; FPN 10-1000.....	9
Abbildung 9: Kennlinie Ziegler FPN 10 - 750 - 2 H [Z1].....	10
Abbildung 10: Garantiepunkte Vergleich FP 16/8; FPN 10-2000.....	11

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Garantiepunkte FP 8/8; FP 16/8.....	5
Tabelle 2: Ersatztypen alte Norm zur neuen Norm.....	6
Tabelle 3: Garantiepunkte FPN 750 – 10; FPN 1000 – 10; FPN 2000 – 10.....	8
Tabelle 4: Förderstrom gängiger Strahlrohre.....	12
Tabelle 5: Druckverluste B-Schlauchleitung [Z2].....	13
Tabelle 6: max. Pumpenabstände bei 800 l/min.....	16
Tabelle 7: max. Pumpenabstände bei 1000 l/min.....	18
Tabelle 8: max. Pumpenabstände bei 1200 l/min.....	20
Tabelle 9: max. Pumpenabstände bei 1600 l/min	22
Tabelle 10: max. Pumpenabstände bei 2000 l/min.....	24
Tabelle 11: Pumpenabstand Norm-Pumpen in ganzen B-Längen.....	25

Erklärung

Hiermit versichere ich, Jan Tino Demel, dass ich diese Arbeit selbständig angefertigt und keine anderen als die genannten Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Behörde vorgelegen.

Würzburg, den 22.05.07