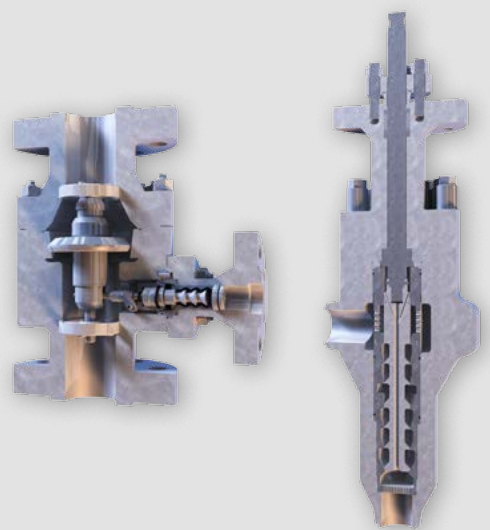


SCHROEDAHL

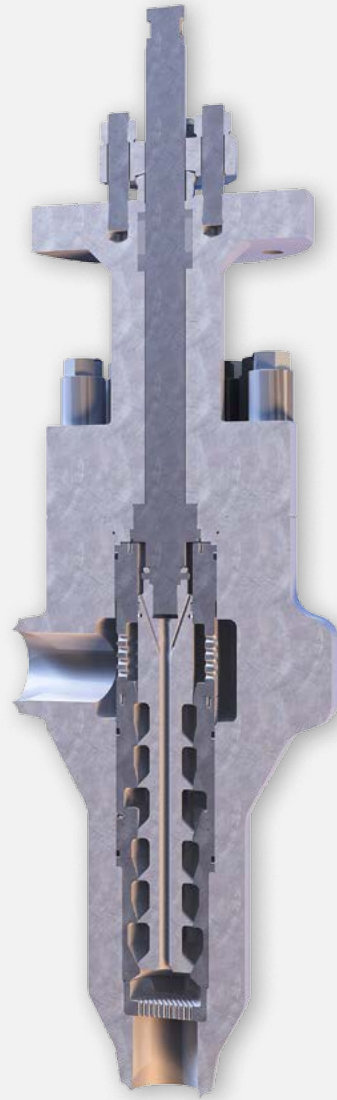
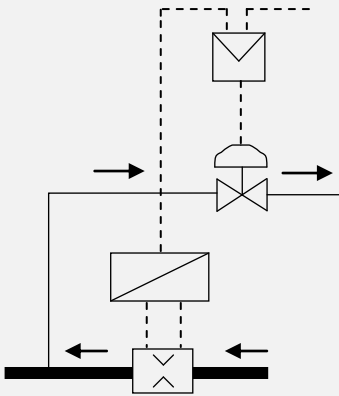
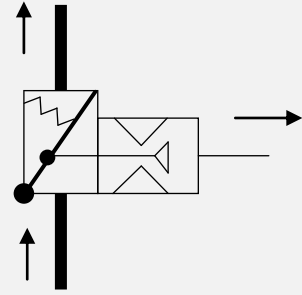
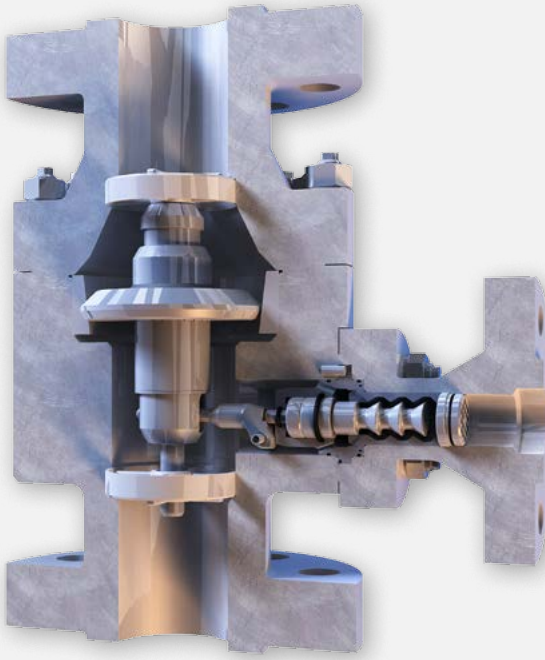
A subsidiary of **CIRCOR** International Inc.

Technische Richtlinie Pumpenschutz



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Welche Systeme stehen zur Verfügung, um jederzeit die Mindestdurchflussmenge der Pumpe zu gewährleisten?	2
1.1.1 Kontinuierlich arbeitendes Bypass-System	2
1.1.2 Geregeltes Bypass-System	3
1.1.3 Freilaufückschlagventil	4
2. Anwendung des Freilaufückschlagventils - Einzelheiten	5
2.1 Allgemeine Empfehlung zum FRV	5
2.2 Empfehlungen zum Einbau des FRV	6
2.3 Schroedhal Ventil-Typen	7
2.4 Die Funktionsweise des FRV / Kennlinie	8
2.5 Betrieb des FRV und Pumpenkennlinie	9
2.6 Anwendung des FRV mit Geschwindigkeit betriebenen Pumpen	10
2.7 Technische Richtlinie für FRV	11
2.8 FRV Datenblatt für Kommunikation und Angebotseinholung	12
2.9 Signalaustausch am System zur Regelung des Mindestdurchflusses	13
3.0 Schematische Anordnung für Regelventillösung mit Venturi-Düse am Pumpenausstritt und kontrollierte Pumpengeschwindigkeit	14
Notizen	15



Einleitung

Aufgrund von erforderlichen Kostenreduzierung, höheren Systemeffektivität und Risikomanagement Anforderungen, ist ein zuverlässiges System zur Gewährleistung der Mindestdurchflussmenge einer Pumpe ein erstrangiges Erfordernis, insbesondere für Hochdruckanwendungen.

Neben dem Schutz der Pump vor Überhitzung verbessert ein ausgereiftes, den Betrieb regulierendes, geregeltes Mindestmengen-System den stabilen Betrieb der kompletten Anlage. Die Anlage selbst ist üblicherweise ein geschlossener Regelkreis und hat deshalb eine Ansaug- und Rückführungsleitung vom und zurück zum Tank.

Viel Beachtung wird dem für die Ventile zu verwendenden Material geschenkt, um Korrosion und Erosion unter Bedingungen hoher Geschwindigkeit, oder dem Einsatz für spezielle Medien, zu minimieren.

Wichtiger Hinweis

Im Allgemeinen, aber speziell für Hochdruckanwendungen, sollten alle Ausrüstungen, einschließlich der Ventile, die folgenden Anforderungen erfüllen:

Zuverlässiger Betrieb

Produktionsstopps sind sehr kostspielig und es macht sich bezahlt, eher höhere Erstinvestitionen zu akzeptieren als sich für die billigste Lösung zu entscheiden (billig kann sehr teuer sein!).

Einfache Instandhaltung, gute Wartungsfreundlichkeit

Obwohl zum Plattformpersonal hoch qualifizierte Techniker gehören, sollte die Ausrüstung wartungsfrei sein oder wenig Wartung seitens der Plattformingenieure erfordern. Zeit ist knapp, und Zeit kostet Geld, speziell auf Plattformen.

Lange Lebensdauer der Ventile und ihrer Innenteile

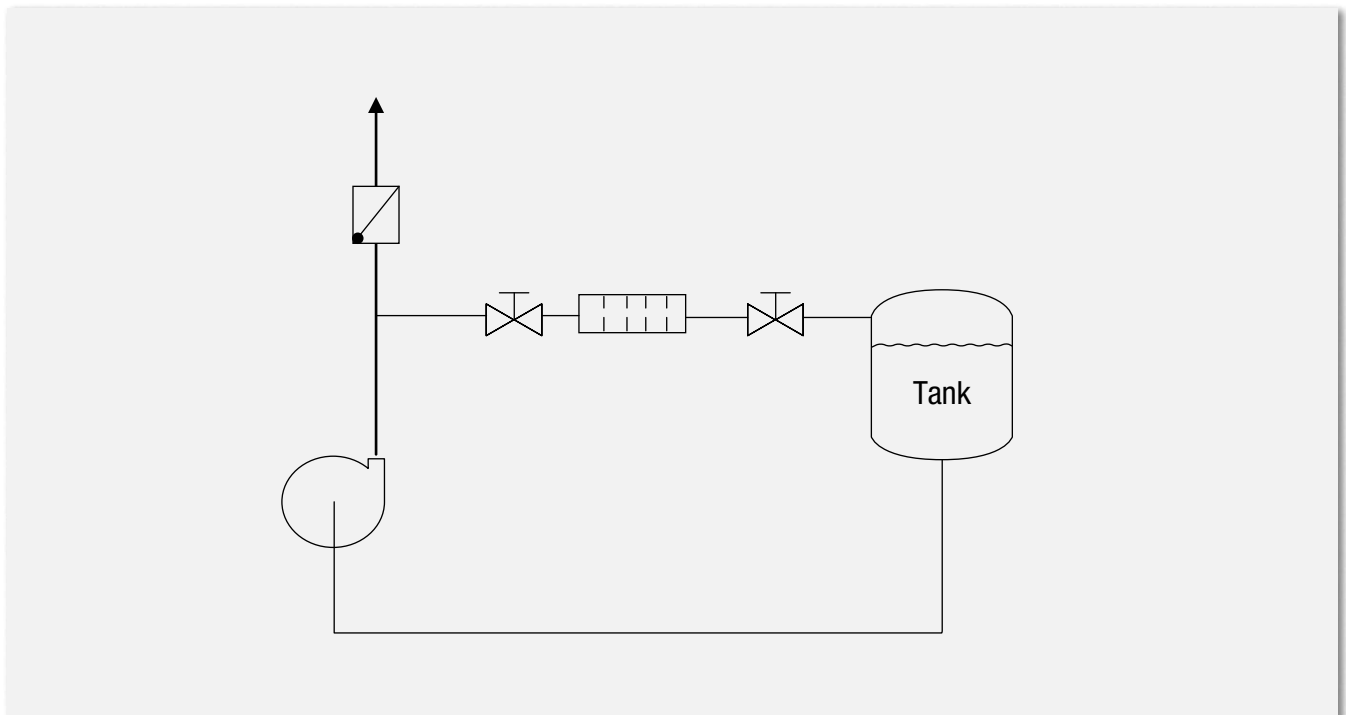
Um Produktionsverluste oder unnötige Verdoppelung von Regelsystemen zu verhindern. Wiederum ein Kostenfaktor!.

1.1 Welche Systeme stehen zur Verfügung, um jederzeit die Mindestdurchflussmenge der Pumpe zu gewährleisten?

1.1.1 Kontinuierlich arbeitendes Bypass-System

Diese Systeme leiten den Förderstrom kontinuierlich um, was als Minimum erforderlich ist, um eine Überhitzung der Hochdruckeinspritzpumpen zu verhindern. Der Mindestdurchfluss beträgt ca. 30 % des normalen Durchflusses. Der Druck, bei dem das Wasser eingespritzt wird, führt zu einem gewaltigen Energieverlust.

Des Weiteren ist die auszuwählende Pumpe größer von den Abmessungen her, ebenso wie die installierte Leistung des Antriebs (130 %).



Des Weiteren ist ein Druckminderungssystem vorzusehen, dessen Lochblenden der Kavitation und dem Verschleiß unterliegen.

Ein zusätzliches Absperrventil (bzw. Rückschlagventil) wird benötigt!

Achten Sie auf Kosteneinsparung bei Hochdruckanwendung!

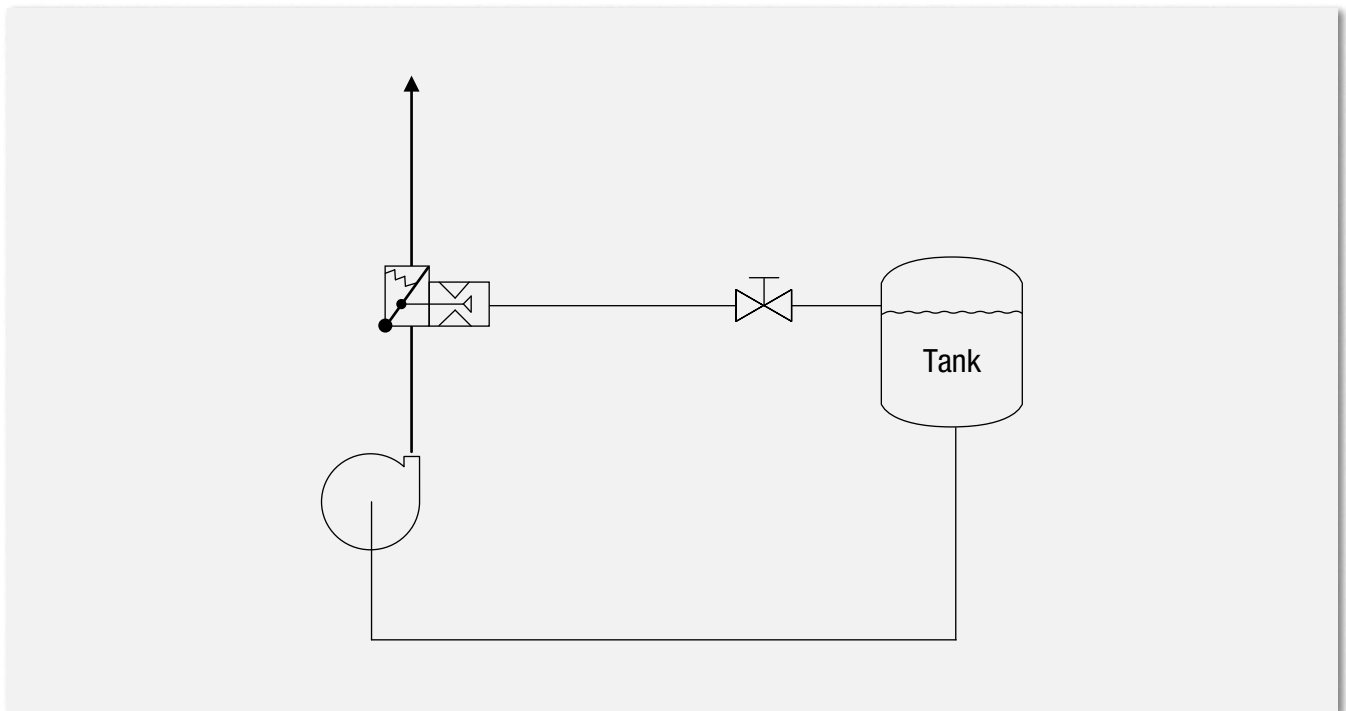
In einem typischen Hochdruckeinspritzsystem mit einem normalen Durchfluss von $625 \text{ m}^3/\text{h}$ (pro Pumpe), beträgt die erforderliche Mindestmenge mindestens $125 \text{ m}^3/\text{h}$ (gewöhnlich $150\text{-}200 \text{ m}^3/\text{h}$). Bei einer Pumpenförderhöhe von 2150 m wäre die zusätzliche Leistungsaufnahme der größeren Pumpen 950 kW pro Stunde.

Im Dauerbetrieb (sagen wir 300 Tagen pro Jahr) und Energiekosten von $3 \text{ \$/Cent}$ pro kWh , würden die zusätzlichen Energiekosten im Bereich von $\$ 200.000$ liegen.

Dieses System ist daher sehr kostspielig und schlechte technische Praxis.

1.1.3 Freilaufückschlagventil

Das Freilaufückschlagventil, das von Schroedahl seit fast 50 Jahren hergestellt und vermarktet wird, kombiniert die 4 Funktionen, wie zuvor skizziert, in einfacher Einheit (siehe unten).



Das SCHROEDAHL FRV zeichnet sich aus durch:

- 1. Mengenerfassung mit modulierenden Funktion**
- 2. Kegel**
- 3. Freilaufstutzen**
- 4. Druckminderung der Mindestmenge ohne Kavitation**

Was zu den folgenden Vorteilen gegenüber konventionellen Systemen führt:

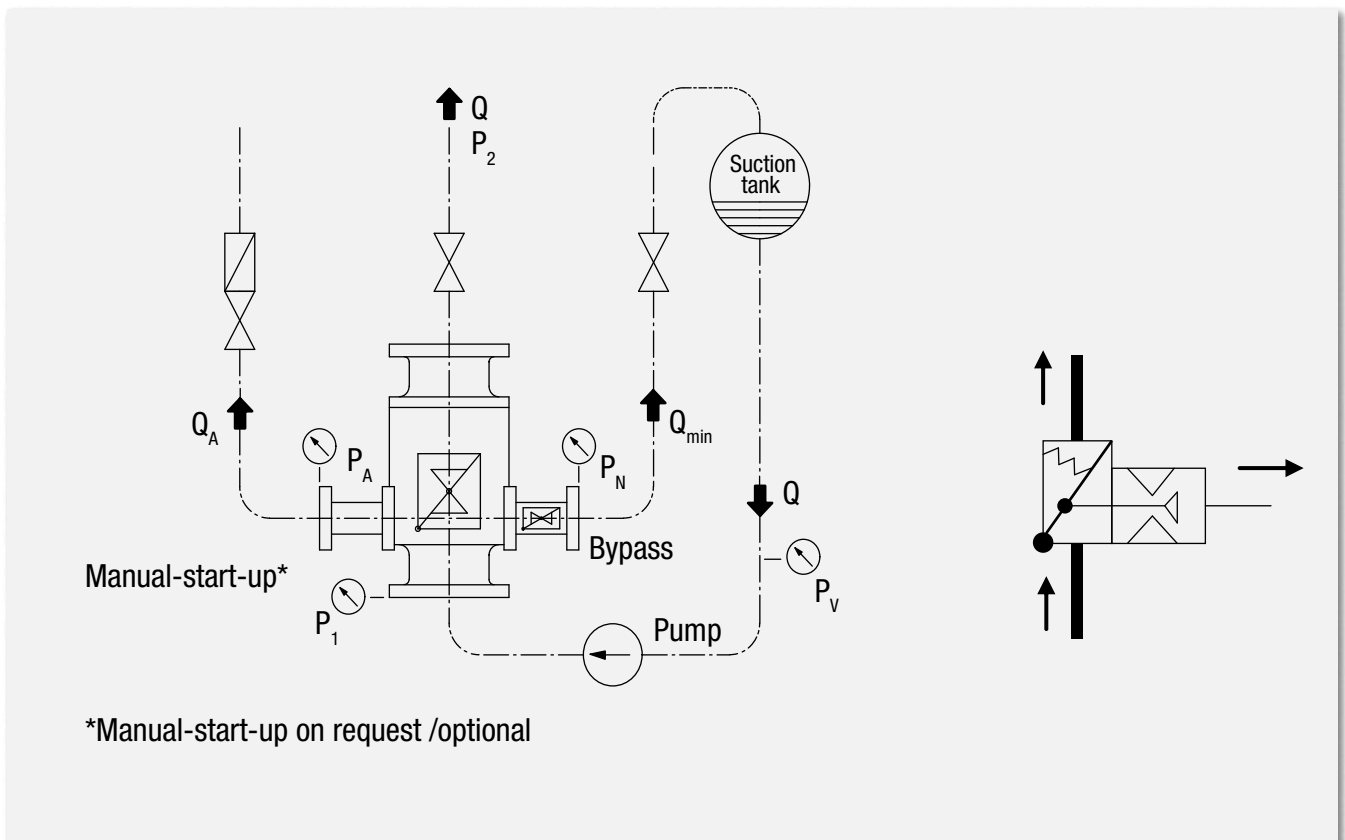
Nur eine Einheit ohne Hilfsenergie, welche direkt auf den Pumpenausstritt montiert werden kann. Keine Fremdenergie erforderlich. Zuverlässiger, direkter Betrieb mit geringer Hysterese. Keine spezielle Wartung erforderlich; die Einheit ist selbst schmierend (Pumpenflüssigkeit).

Schlussfolgerung

Die Ventile von SCHROEDAHL sind zuverlässige Ventile, die eine Mindestmenge durch die Pumpe gewährleisten. Es gibt viele Vorteile gegenüber anderen Systemen, und die Erstkosten sind gering (ca. 60 – 70 % eines konventionellen Systems). Die Ventile basieren auf dem neuesten Stand der Technik und auf fast 50-jähriger Erfahrung, seit das Ventil von Herrn Odendahl von der Firma SCHROEDAHL erfunden wurde.

Anwendung des Freilaufückschlagventils - Einzelheiten

2.1 Allgemeine Empfehlung zum FRV



Erläuterung

Das Freilaufückschlagventil (FRV) schützt Kreiselpumpen vor Überhitzung und Kavitationsprobleme durch die automatische Aufrechterhaltung einer Mindestmenge, wenn sich der Durchfluss im niedrigen Lastbereich befindet. Die Anwendung selbst ist in der Regel ein geschlossener Kreislauf und besteht aus einer Saug- und Rückführungsleitung von und zum Tank. Typischerweise wird das FRV direkt am Druckstutzen der Pumpe montiert.

Das Ventil besteht aus einem hochwertigen Rückschlagventil in der Hauptleitung (siehe Symbol oben rechts) und einer speziellen Steuerungsvorrichtung für die Rückführung der Mindestmenge (Bypass-Regelsystem). Die allgemeine Ventilfunktion hängt mit der Prozess-Durchflussmenge zusammen - alle SCHROEDAHL FRV sind durchflussmengenabhängig.

Vereinfachte Funktionsklärung: eine zunehmende Prozessmenge reduziert die Bypassmenge automatisch. Bei einer bestimmten Prozessmenge (das Ventil Schwellpunkt) wird die Bypass-Leitung geschlossen.

2.1 Allgemeine Empfehlung zum FRV

FRV - Beschreibung der Ventil-Funktionen und Optionen

Das FRV besteht aus einem hochwertigen Rückschlagventil in der Hauptleitung und einer speziellen Steuerungsvorrichtung für die Rückführung der Mindestmenge (Bypass-Regelsystem). Die allgemeine Ventilfunktion hängt mit der Prozess-Durchflussmenge zusammen - **alle SCHROEDAHL FRV sind durchflussmengenabhängig**.

Vereinfachte Funktionserklärung: eine zunehmende Prozessmenge reduziert die Bypassmenge automatisch (Steuerungsvorrichtung). Bei einer bestimmten Prozessmenge (das Ventil Schaltpunkt) wird die Bypass-Leitung geschlossen.

Definition:

Q100 - (m³/h, US GPM) Nenndurchfluß (für FRV Ventilausführung)

QM - (m³/h, US GPM) Pumpen Mindestmenge (für FRV Rückschlag Ausführung)

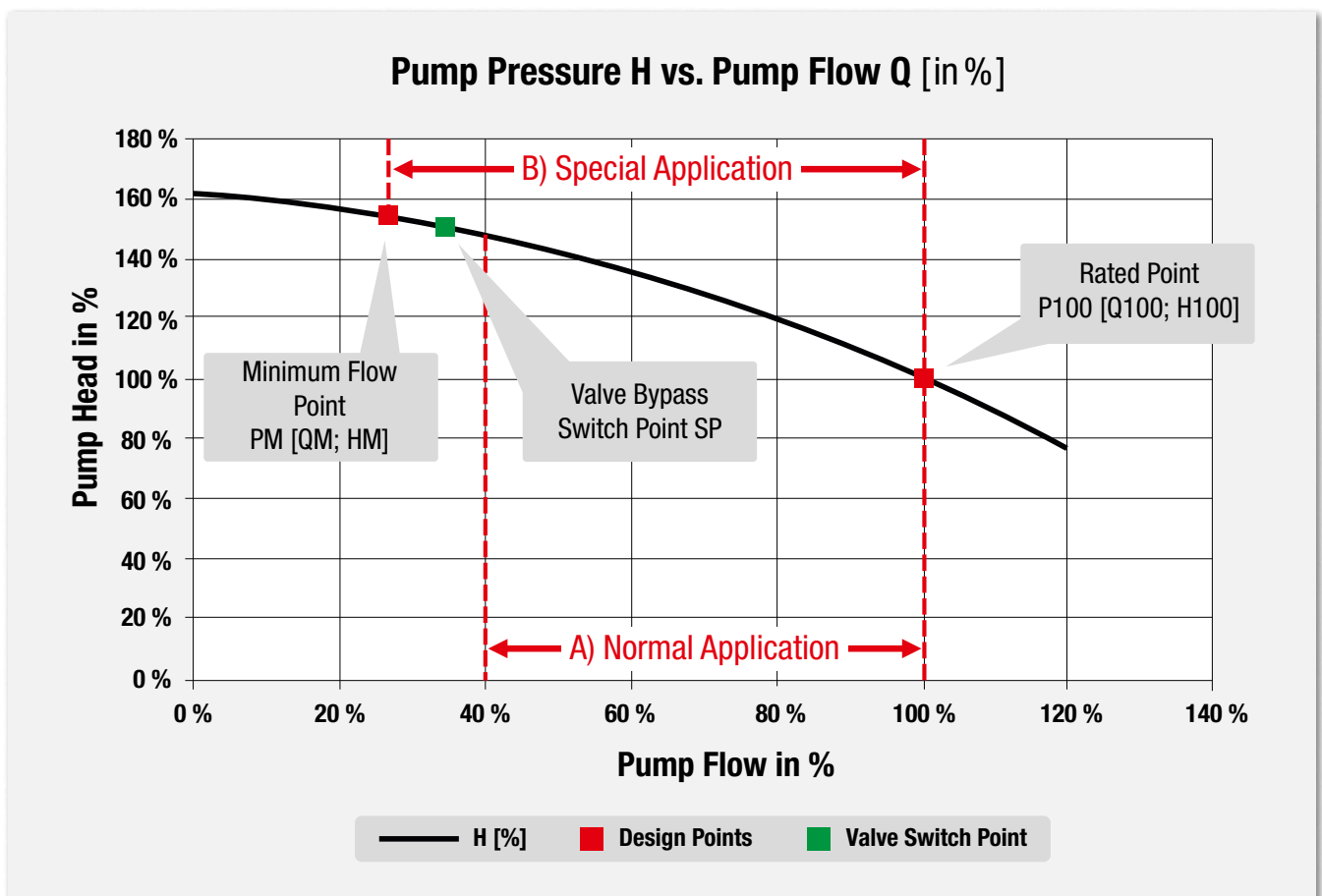
HM - (m, feed) Pumpen Differenzdruck bei Mindestdurchfluss

Pv - (bar g, psi g) Pumpen Mindestdurchfluss

Pn - (bar g, psi g) Bypass Gegendruck (am Bypass Range des FRV)

Festlegung, ob Normalbetrieb oder Sonderbetrieb und des Bypassgedrucks

Die Betriebsdaten der Pumpe stellen die grundsätzlichen Auslegungsdaten für das automatische Pumpenschutzventil dar und beeinflussen somit die Auslegung des Ventils. Auch das Verhältnis zwischen dem Nenndurchfluss bei Normalbetrieb und dem Mindestdurchfluss ist wichtig. Unter normalen Betriebsbedingungen liegt die Mindestdurchflussmenge der Pumpe nicht höher als 30% des spezifizierten Mindestdurchflusses.



Die folgende beispielhafte Pumpenkurve veranschaulicht die Funktionsweise des FRV bei minimalem Durchfluss und bei Nenndurchfluss. Beachten Sie, dass bei Mindestdurchfluss, der FRV-Bypass vollständig geöffnet ist und bei Nenndurchfluss der gesamte Pumpenfluss an das System geleitet wird.

Eine optimale Ventilauslegung ist nur dann möglich, wenn die Betriebsdaten vollständig angegeben werden. Entsprechend muss auch der Pumpenschutz in NORMAL und SPEZIAL aufgeteilt werden.

A) Von Normalbetrieb spricht man, wenn der Verfahrensfluss **nicht weniger als 40%** (abgesehen von kurzen Anfahrphasen) des Nenndurchflusses beträgt.

B) Von Sonderbetrieb spricht man, wenn der Systemflussbereich zwischen **0% und 100%** festgelegt wird. Wenn darüber hinaus auch der Pumpendruck höher als 120 bar / 1740 psi ist, wird ein Gegendruckventil (BPV) benötigt, da eine einfache Öffnung einen **Gegendruck Pn, der mindestens 4 bar / 58 psi** höher ist, als der Sättigungsdruck (Richtwert, Ventilbereich liegt zwischen 4 und 10 bar / 58 bis 145 psi).

Hinweis:

A) Unterscheidung zwischen Normal- und Sonderbetrieb:

Normalbetrieb: Eine Anwendung wird als **Normal (A)** eingestuft, wenn keine Angaben zum Betriebsbereich vorliegen.

Sonderbetrieb: Bei **Sonderanwendungen (B)** (>120 bar / >1740 psi) sind Angaben zu statischem und dynamischem Bypassgegendruck Pn (stat./dyn.) sowie eine Prüfung bezüglich korrekter Auslegung der Bypassleitungen, einschließlich Beachtung eines Temperaturanstiegs des Mediums bei Mindestdurchfluss.

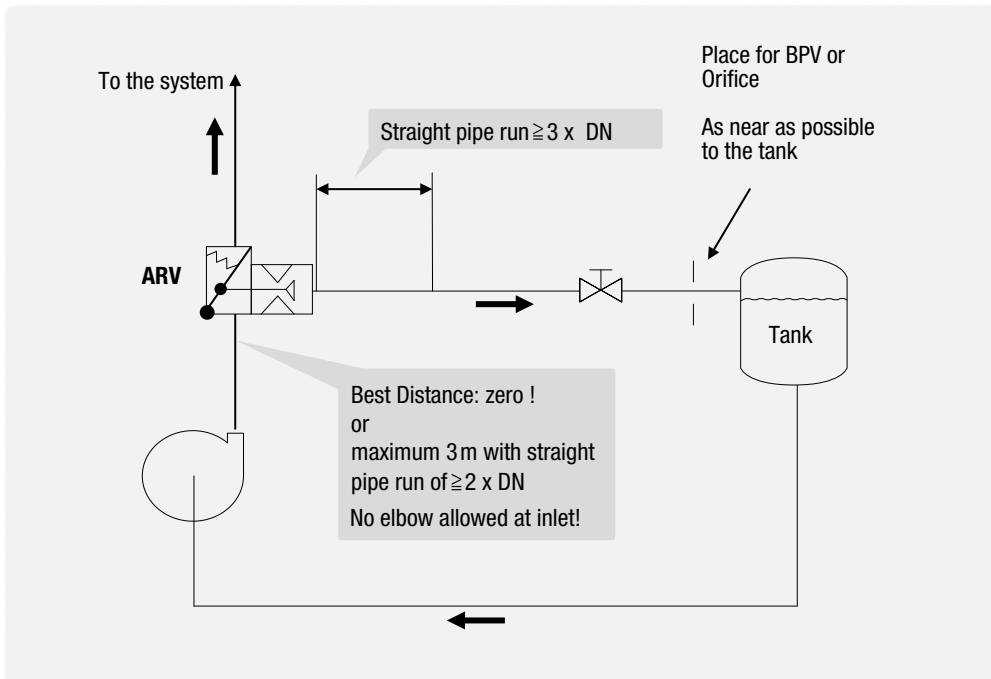
B) Hochdruckanwendungen

Bei Anwendungen mit ≥ 120 bar / >1740 psi Differenzdruck, wird ein Gegendruckventil (BPV) empfohlen. Das BPV sollte direkt vor den Tankeinlauf eingebaut werden, um den Druck in der Rücklaufleitung (Pn) auf einem Mindestwert von 4 bar / 58 psi höher als der Differenzdruck (ungefähre thermodynamische Sicherheitsgrenze, bis maximal 10 bar / 145 psi möglich und durch SCHROEDAHL bestätigt) zu halten.

Mindesttemperaturanstieg

Aufgrund von thermodynamischen Gesetzen steigt die Temperatur des Mediums innerhalb der Pumpe (siehe I. J. Karassik) und im FRV-Bypasssystem bei Druckerhöhung und -senkung sowie durch Reibungsverluste an. Bei typisch niedrigem Wirkungsgrad der Pumpe, der bei Mindestdurchfluss vorherrscht, **steigt die Temperatur zwischen 10 °C und 20 °C** (bei HD-Speisewasseranwendungen). Bitte beachten Sie dies für den Bereich des Rücklaufsystems bis zum Einlauf der Entgasungsanlage / des Speisewassertanks (Ausdampfen und Flussunterbrechungen).

2.2 Empfehlungen zum Einbau des FRV



Hinweis:

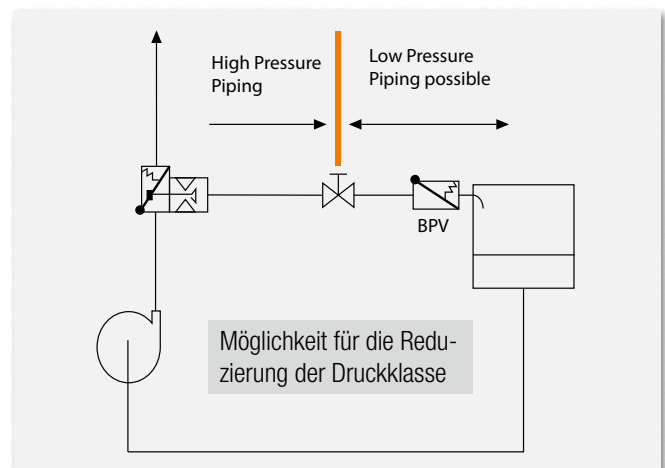
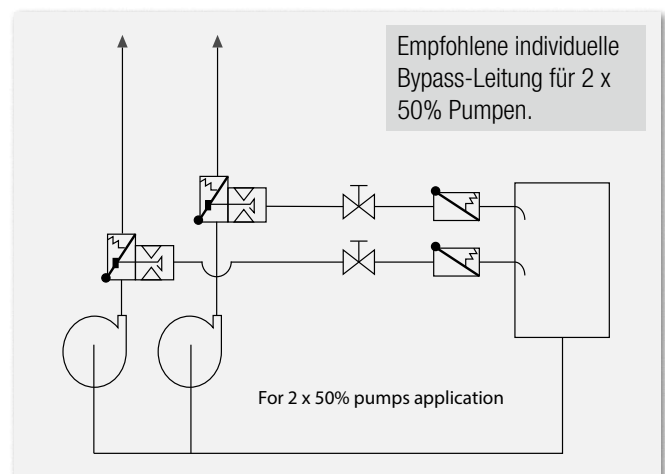
Vertikaler Einbau direkt am Druckstutzen der Pumpe ist am besten!

Back Pressure Valve Information

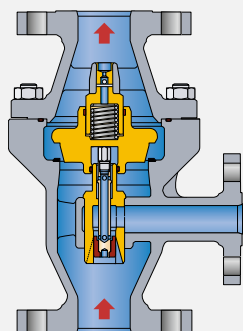
Wenn ein Nachdruckventil (BPV) oder eine Vorrichtung zum Schutz vor Ausdampfung gewünscht wird, sollte es so nah wie möglich zum Behälter installiert werden, und das stromabwärts dahinter angeordnete Rohr sollte vorzugsweise 1 Stufe größer sein - aufgrund des Ausdampfens!

Installationsbedingungen

- Vertikale Installation bevorzugt, horizontale auf Wunsch.
- Bevorzugte Installation **direkt auf dem Druckstutzen der Pumpe**. Sonst, wenn möglich, nicht weiter stromabwärts als ca. 3 Meter hinter der Pumpe (hängt von Anwendung ab).
- Der empfohlene **gerade Rohrleitungsstrang am Eintritt** sollte dann mindestens 2 x DN sein (kein Rohrbogen am Eintritt).
- Hinter dem Freilaufstutzen sollte ein gerader Rohrleitungsstrang von 3 x DN sein (kein Rohrbogen).
- Die Standard-**Filtermaschenweite sollte 0,3 bis 0,5 mm** sein (Ansaugseite der Pumpe). Für die Inbetriebnahme empfehlen wir, eine geringere Maschenweite zu verwenden (z.B. 0,1 mm).
- Wir empfehlen eine Prüfung des Ventils nach Inbetriebnahme

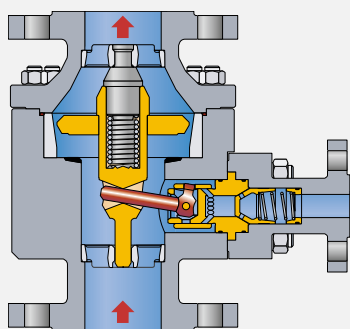


2.3 SCHROEDAHL Ventil-Typen



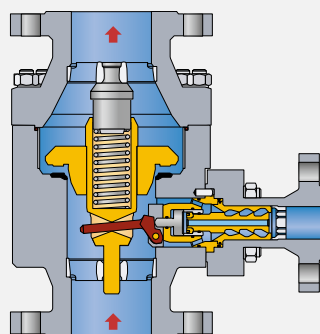
SUL Typ

- Max. Class 300 / PN 64
- Gussgehäuse
- Wirtschaftliche und effiziente Konstruktion



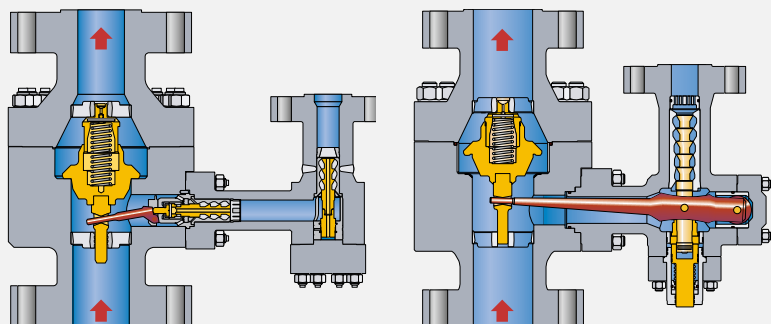
TDL Typ

- Max. Class 300 / PN 64
- Geschmiedetes Gehäuse
- Rückschlag-Funktion in der Bypassleitung
- Venturi Ring Ausführung



TDM Typ

- Max. Class 1500/2500 / PN 250/400
- Geschmiedetes Gehäuse
- Hochdruck reduzierendes Bypass-System für Druckreduzierung bis 5 bar
- Rückschlagfunktion im Bypass



MRK/MRM Typ

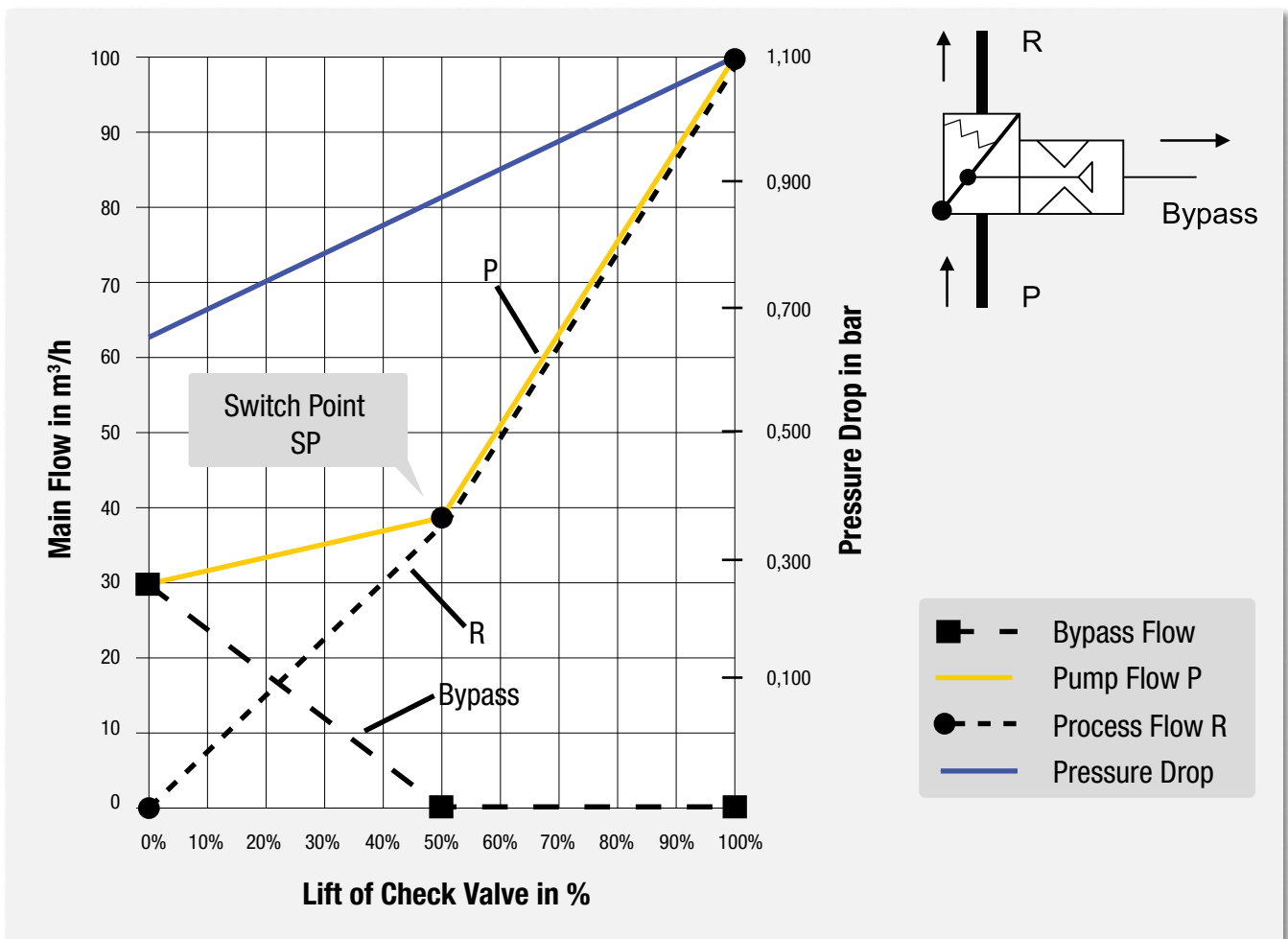
- Max. Class 4500 / PN 640
- Geschmiedetes Gehäuse
- Hochdruck reduzierendes Bypass-System für Druckreduzierung bis 500 bar

2.4. Die Funktionsweise des FRV / Kennlinie

Modulierende Bypass-Funktion

Alle SCHROEDAHL-Ventile arbeiten modulierend, sie haben keine Ein / Aus- Funktion. Mit der modulierenden Funktion können Lastfälle zwischen einem Prozessdurchfluss von Null und der minimalen Förderleistung der Pumpe ohne Energieverlust bewältigt werden.

Bei einem Prozessdurchfluss von Null ist die Bypassleitung vollständig offen. Die Pumpe arbeitet mit dem spezifizierten Mindestdurchfluss. Wenn man den Prozessdurchfluss erhöht, nimmt die Durchflussmenge in der Bypassleitung entsprechend ab.



Die oben dargestellte Flusskurve zeigt die Ventilfunktion während des Durchflussminderungsprozesses (Abfahren).

Kurvenbeispiel mit Entwurfsbedingungen:

$Q_{100\%} = 100 \text{ m}^3/\text{h}$
 $Q_{\text{min}} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$

Ventilschaltpunkt (SP)

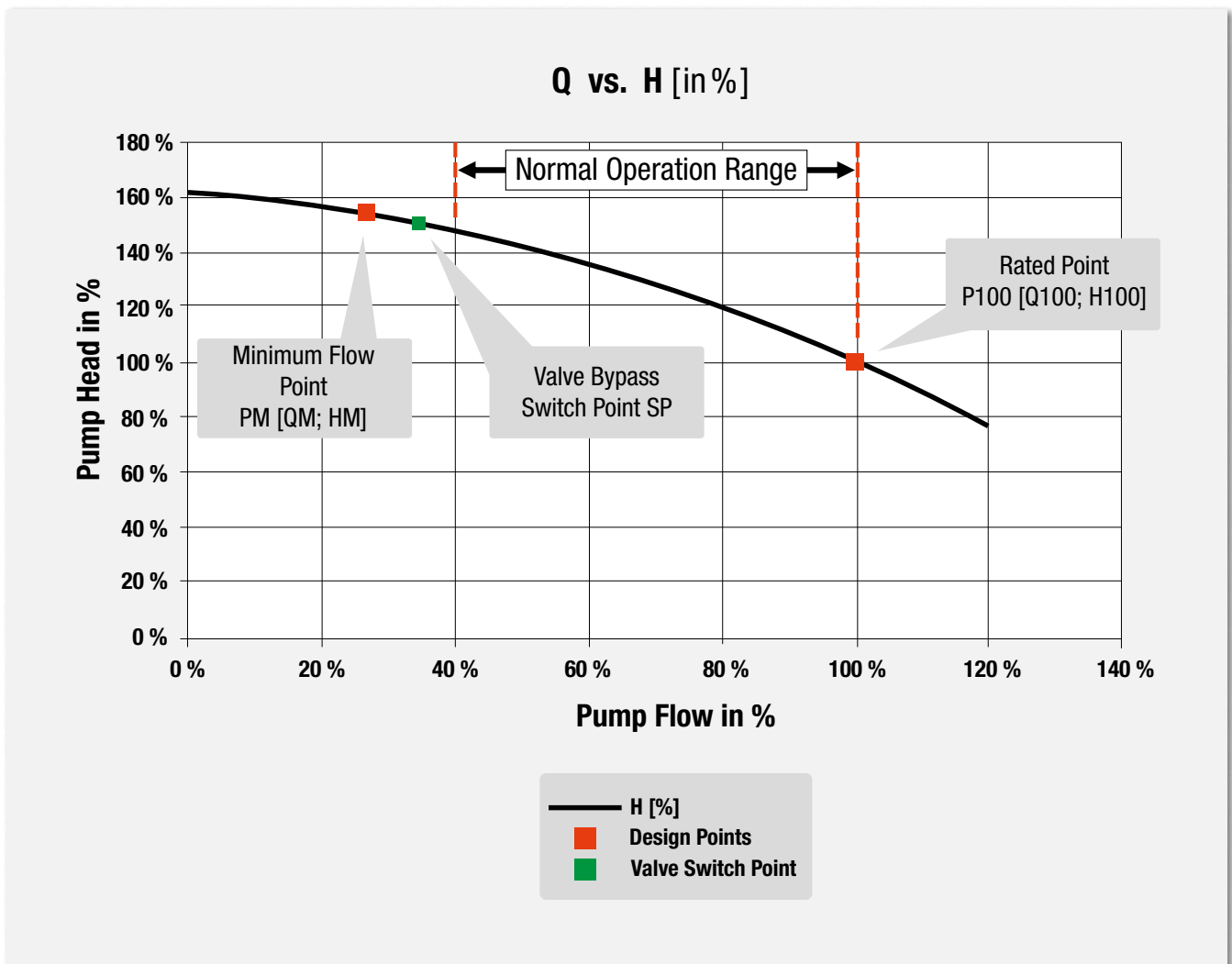
Um gute Betriebsbedingungen zu erreichen sollte der Durchfluss in der Bypassleitung nicht mehr als ca. 30% des Nenndurchflusses der Pumpe betragen und der Ventilschaltpunkt sollte ca. 25% höher als der spezifizierte Mindestdurchfluss liegen:

$$SP \sim Q_m \times 1,25$$

Dieser sehr niedrige Schaltpunkt ist einer der Vorteile der SCHROEDAHL – Ventile!

2.5 Betrieb des FRV und Pumpenkennlinie

Bitte beachten Sie die folgende Haupt-Pumpenkennlinie, um die Eigenschaften eines FRVs zu verstehen im Bezug auf eine typischen Pumpenkennlinie (Druckhöhe zu Pumpenmenge).



Definition:

Auf der Kennlinie wird der Normalbetriebspunkt (Nennpunkt) als 100%-Lastfall dargestellt, dabei ist $H = 100\%$ bei $Q = 100\%$

Erläuterung

Der Durchfluss in der Bypassleitung wird reduziert, wenn der Prozessdurchfluss erhöht wird. Deshalb verringert sich der Durchfluss in der Bypassleitung vom Mindestdurchflusspunkt auf den Schaltpunkt. Am Schaltpunkt des FRV beträgt der Durchfluss in der Bypassleitung Null.

Gewöhnlich wird die Anlage oberhalb des Ventilschaltpunktes betrieben.

Betriebsbereich des Pumpenschutzes

Hochdruckanwendungen, die bei einem Prozessfluss von 0 % bis 100 % stattfinden, erfordern detaillierte Bemessung und Auslegung und müssen vor der Auftragsbearbeitung bestätigt werden (siehe Abschnitt 2.1).

2.6. Anwendung des FRV mit Geschwindigkeit betriebenen Pumpen

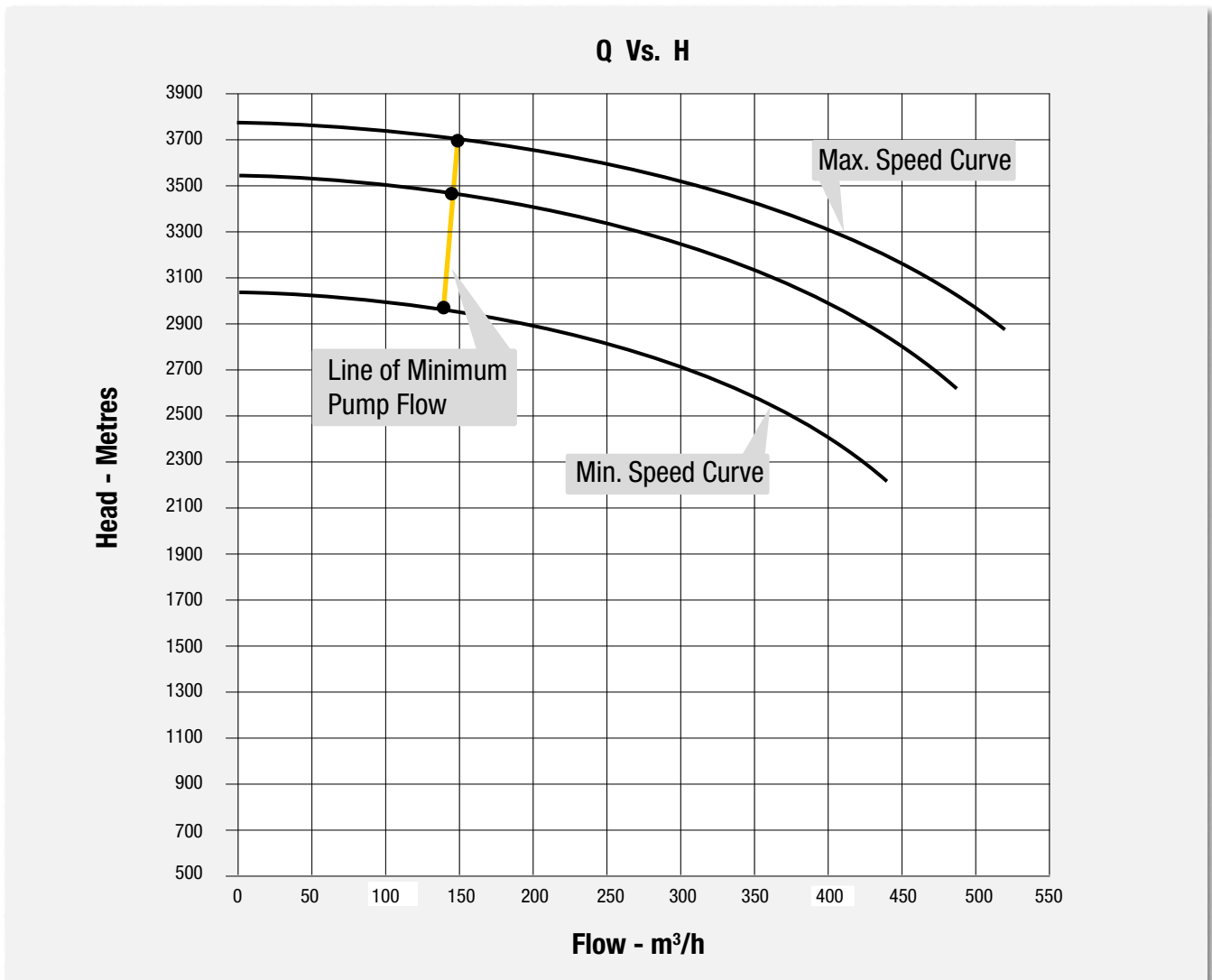


Abbildung: Typische Kurve einer mit Geschwindigkeit betriebenen Pumpe

Das FRV reagiert empfindlich auf den Durchfluss.

Da die Funktionsweise des FRV nur auf die Prozessdurchflussmenge bezogen ist, wird das Ventil kein Problem haben, wenn es bei niedrigeren Pumpgeschwindigkeiten / niedrigeren Pumpendrücken funktionieren muss. Das verschafft der FRV-Lösung einen sehr großen Vorteil gegenüber der Verwendung eines Regelventils.

Ventilberechnung

Für die Ventilkonstruktion berechnen / beziehen wir ein alle vorgegebenen Geschwindigkeiten mit den Mindestdurchflusspunkten und werden sicherstellen, dass alle verschiedenen Betriebspunkte abgedeckt werden (Szenario des schlimmsten Falls). Der FRV-Pumpenschutz wird einen ausreichend großen Funktionsbereich haben.

Das FRV kann mit Geschwindigkeit betriebene Pumpen ganz einfach bedienen!

Hinweis:

Informieren Sie bitte auch über die Lastdaten, wenn eine Boosterpumpe mit konstanter Geschwindigkeit installiert wird.

2.7 Technische Richtlinie für FRV

Werkstoffe

- Standard-Temperaturbereich von -196 °C bis 260 °C (Niederdruck bis zu 400°C)
- Standard-Dichtungsmaterial ist EPDM, NBR, FKM, FFKM
- SUL-Ventil nur in Gehäusewerkstoffen CS und SS erhältlich (Gussgehäuse)
- TD-, MRM- und MRK Ventile: CS, SS, LT, Duplex, Super Duplex
Spezielles Material auf Wunsch!

Differenzdruck bei Nenndurchfluss:

Der Differenzdruck bei Nenndurchfluss (basierend auf normalen mittleren Geschwindigkeiten von 4 bis 5 m/s):

- **SUL ca. 0,3 bar**
- **TDL ca. 0,4 bar**
- **TDM ca. 1,0 bar** (Richtwerte, abhängig von Lastbedingungen)

Installationsbedingungen

- **Vertikal bevorzugt**, horizontal auf Wunsch.
- Die bevorzugte **Installation ist direkt auf dem Druckstutzen der Pumpe**, sonst, wenn möglich, nicht weiter stromabwärts als ca. 3 Meter hinter der Pumpe (hängt von Anwendung ab).
- Die Standard-**Filtermaschenweite sollte 0,3 bis 0,5 mm** sein (Ansaugseite der Pumpe). Für die Inbetriebnahme empfehlen wir eine geringere Maschenweite.

Prüfungen, Tests und Zertifikate

- Standardzertifikate nach EN 10204 / 3.1 und 97/23/EG (PED für CE-Kennzeichnung für Europa).
- Leckage:
Rückschlagkegel: FCI 70.2 Klasse IV (alle Ventile)
- Bypass: FCI 70.2 Klasse IV (nur TDM- / MRM-Ventile); TDL und SUL sind nicht dicht abschließend (Niederdruckanwendung).
- Bezeugte Inspektion durch Kunden oder Inspektion durch Dritte.
- Zerstörungsfreie Prüfungen auf Wunsch für TD- und MRM- Serien (nicht für SUL-Typ).
- Bypass Kv-Wert Prüfzeugnis, auf Anfrage.
- Fließkurve für TDM- und MRM-Serien, auf Anfrage.

2.8 FRV Datenblatt für Kommunikation und Angebotseinholung

Freilaufückschlagventil Technische Daten

Kunde:			TAG Nr.:			
Kundennr.:			Menge:			
Projekt:						
Systembeschreibung						
Ventil Eintritt	DN		PN		Flange Norm (DIN EN/ASME; ..):	
Ventil Austritt	DN				Einbau: (vertikal = Standard)	
Freilauf	DN				Anstrich: (Stand./Spez.)	
Anfahrstutzen (falls benötigt)	DN					

Zeugnisse: (z.B. EN 10204 / 3.1,...)

Spezifikation / Besondere Anforderungen / Anforderungen für zerstörungsfreie Prüfungen:

Kohlenstoffstahl, Edelstahl, Duplex, andere:

Gehäusewerkstoffe

Medium:

S.G.: in kg/dm³, t/m³

Betriebstemperatur: °C

Auslegungstemperatur: °C

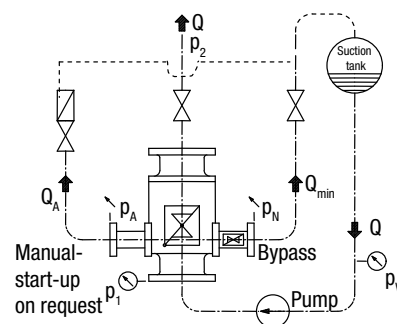
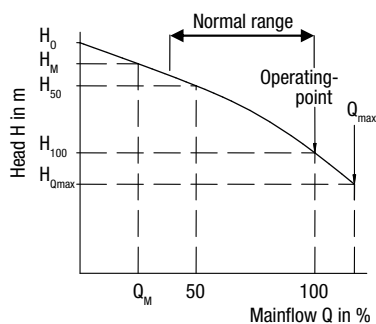
Auslegungsdruck: Bar g

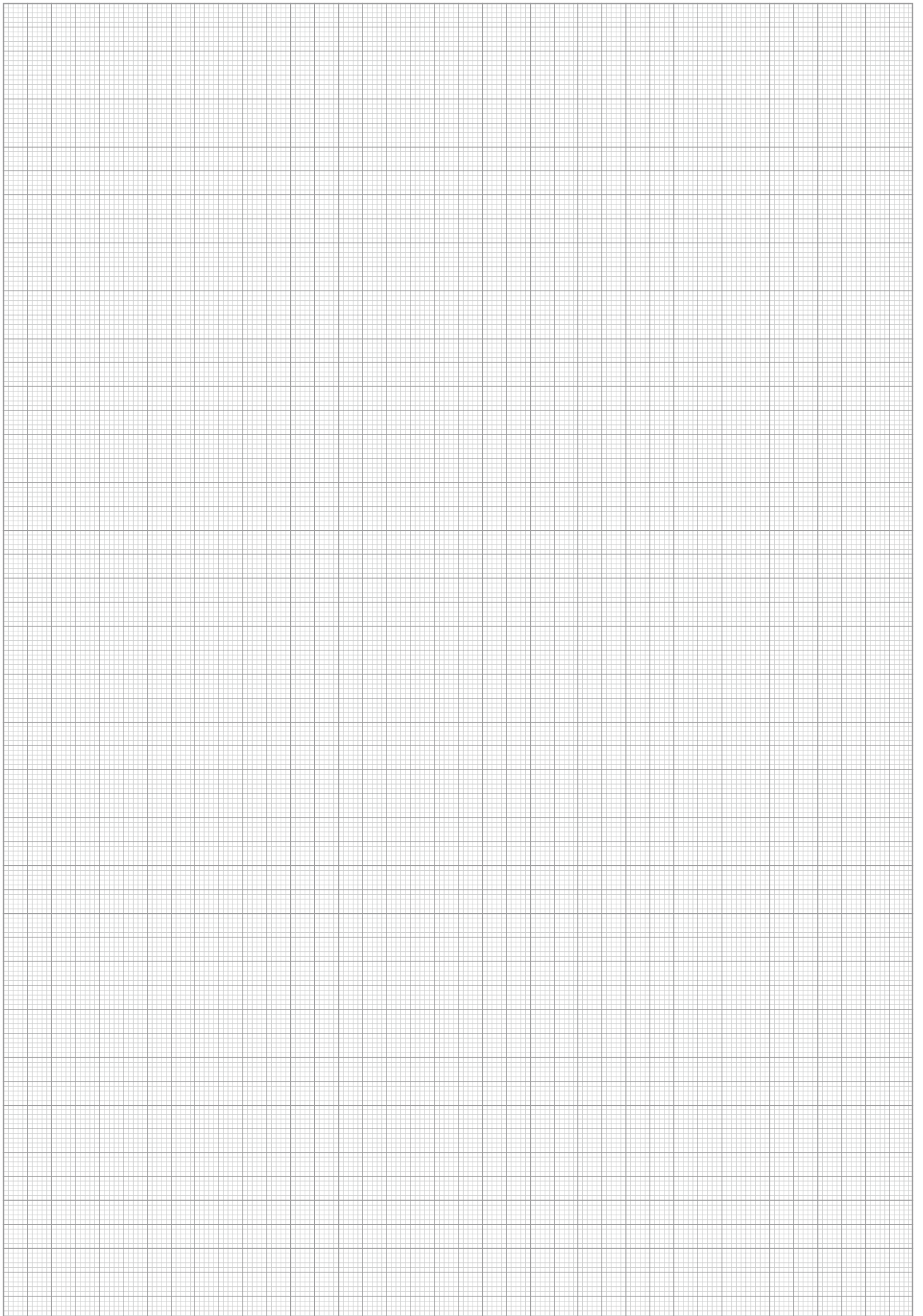
Vordruck p_V : Bar g

Gegendruck p_N : Bar g

Gegendruck p_A : Bar g

$Q_{100} =$	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	m ³ /h	$H_{100} =$	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	m
$Q_{max} =$	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	m ³ /h	$H_0 =$	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	m
$Q_M =$	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	m ³ /h	$H_M =$	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	m
$Q_A =$	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	m ³ /h	$H_A =$	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	m







SCHROEDAHL

A subsidiary of  CIRCOR International Inc.

SCHROEDAHL GmbH

Alte Schönenbacher Str. 4
51580 Reichshof-Mittelagger
GERMANY

Telefon +49 2265 9927-0
Fax +49 2265 9927-927

www.schroedahl.com
schroedahl@circor.com