



**Intelligentes Einzel- und Mehrpumpenregelsystem mit stufenloser Drehzahlverstellung über Frequenzumrichter, mit SPS SIMATIC<sup>®</sup> S7**

## Einsatzgebiete

- **Industrie:** Prozesskreisläufe, Betriebswasserversorgung, Kühlung, Schmierung und andere verfahrenstechnische Prozesse.
- **Energieversorgung:** Blockheizkraftwerke, Wärmeübergabestationen, Fernwärme.
- **Wasserwirtschaft:** Wassergewinnung, Wasseraufbereitung, Wasserversorgung, Abwasserentsorgung

## Leistungsdaten

- Pumpenanzahl: Standard; 1 bis 4 Stück auch unterschiedlicher Baugröße.  
 Motorleistungen: bis 650 kW  
 Anzahl der Frequenzumrichter: 1 bis 4  
 Netzspannungen: 3 x 400 V ± 10 %  
                           3 x 500 V ± 10 %  
                           3 x 690 V ± 10 %  
 Netzfrequenz: 50 Hz/60 Hz

## Funktionsweise

Das Pumpenregelsystem Hyamaster SPS ist eine Schaltanlage, die speziell für Pumpen mit Drehstrommotoren aller Bauarten und Fabrikate einsetzbar ist. Es besteht aus einer Speicher Programmierbaren Steuerung (SPS) mit Anzeige und Bedieneinheit (Operator Panel; OP) und allen erforderlichen Leistungsteilen wie Hauptschalter, Frequenzumrichter, Schütze, Sicherungen und Steuerspannungstransformator. Alle Teile sind in einem Schaltschrank untergebracht.

Hyamaster SPS zeichnet sich immer wieder durch seine sehr hohe Flexibilität aus. Parametereinstellungen, bei der Inbetriebnahme und während dem Betrieb, erfolgen ohne Programmiergerät direkt über das Anzeigemodul OP7. Die große Auswahl von erprobten und bewährten Funktionen für unterschiedlichste Problemstellungen, die sich oft erst im Betrieb ergeben, werden nur durch Parametereinstellungen aktiviert. Aufwendige, Betriebskritische und damit teure Anpassungen, sind nicht erforderlich.

Der modulare Aufbau der Soft- und Hardware stellt sicher:

- zuverlässige Lösungen für sämtliche Konstellationen hydraulischer Anlagen.
- hohe Verfügbarkeit

- Anpassen an sich verändernde Anlagenbedingungen.
- manueller und automatischer Betrieb über OP7 und über Feldbus

## Hyamaster SPS

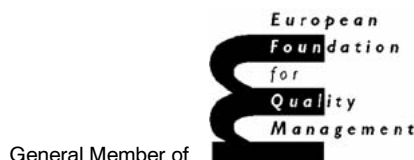
- regelt mit zwei unabhängigen PI-Reglern und optimierten Schaltalgorithmen:
  - Druck
  - Förderstrom
  - Temperatur
  - Differenzdruck
  - Niveau
  - Differenztemperatur
- Zusatzfunktionen wie: Verknüpfung verschiedener Regelgrößen, Schlechtwertauswahl und Redundanzen sind möglich.
- Steuert selbstoptimierend:
  - Pumpen Zu- und Abschaltung
  - Pumpenwechsel
  - Funktionslauf
- Überwacht autom., Prozess wird bestmöglich aufrechterhalten.
  - Kennfeldüberwachung
  - Wassermangel
  - Störungsverhalten
  - Überlast
- Kommuniziert über Feldbus und oder potentialfreie Kontakte
  - Betrieb und Störung, Pumpen und Frequenzumrichter
  - 4 analoge Normsignal-Eingänge
  - Reglerbereitschaft
  - Fernquittierung
  - Sammelstörmeldung, etc.

## Hyamaster SPS

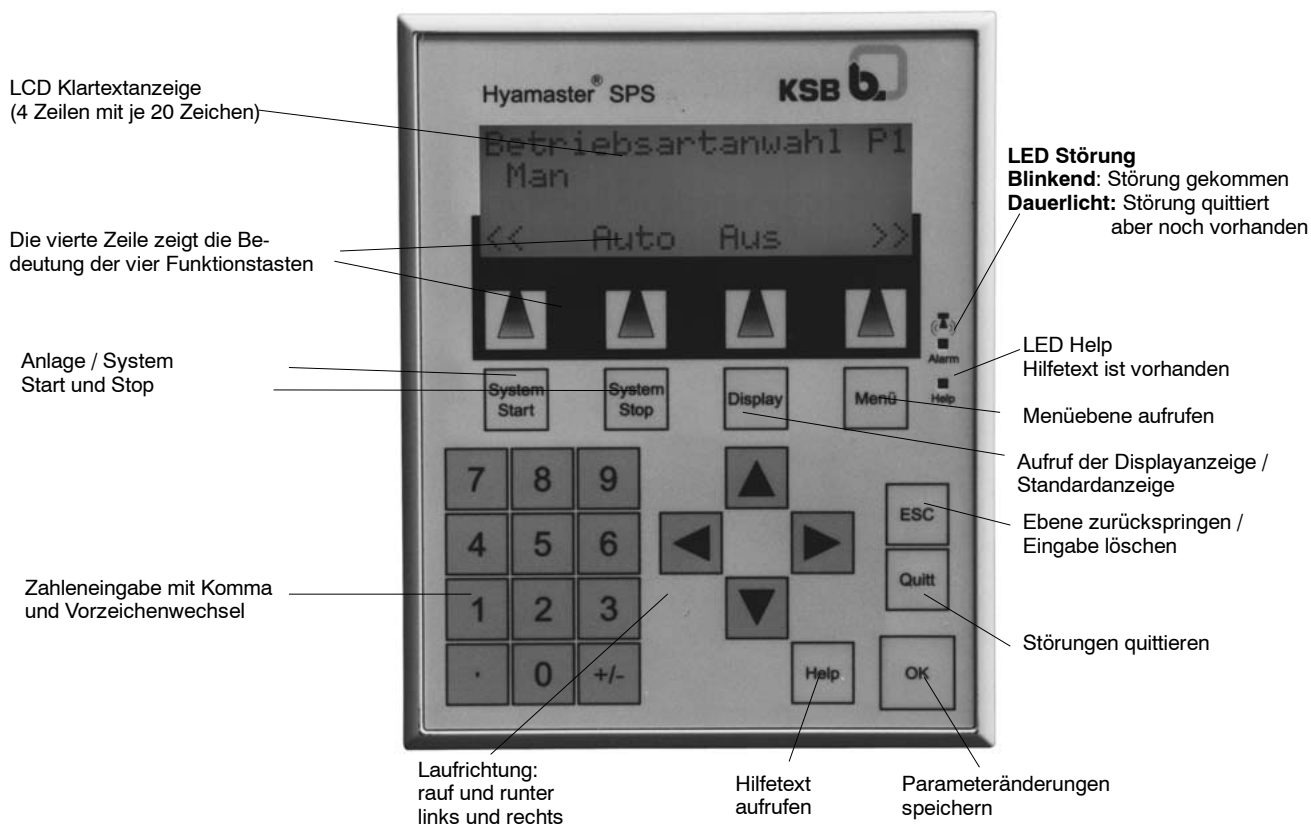
Anzahl Pumpen (1-4) 4 - 300 / 4 FU / A / IP 42  
 Motorleistung x 10  
 1 bis 4 Frequenzumrichter  
 Funkentstörklasse EN 55011 (ohne / A / B)  
 Schutzart IP (00 / 42 / 54)

## Andere Ausführung auf Anfrage

- Motorleistung
- Anzahl Frequenzumrichter
- Spannung
- Anzahl Pumpen
- Zusätzliche Steuerungen von z.B weiteren Hilfspumpen, Armaturen, etc.
- Schutzart
- Kundenspezifikation
- Teleservice



## Anzeigemodul



Die LCD Klartextanzeige des Anzeigemoduls (OP7) zeigt Betriebszustände, Parameter, Hilfetexte und Störungen in verschiedenen Ebenen an. Die erste und letzte Funktionstaste dient hierbei zum Blättern innerhalb der Ebene.

Als Option kann das Anzeigemodul OP7 direkt in einer Warte eingebaut werden. Die Beobachtung und Bedienung des Hyamaster SPS mit manueller und automatischer Fahrweise, mit Betriebs- und Störungsanzeigen sowie der Parametrierung erfolgt dann direkt am OP7. Maximale Leitungslänge ohne RS 485 Reapeter ca. 50 m.

## Anzeigeebenen

Die Klartextanzeige ist in Ebenen aufgebaut.

### Eingangsebene

- Noch anstehende Störungen
- Betriebsmeldungen

### Displayebene

- Betriebsartwahl der Pumpen wie Manuell, Null, Automatik
- Fahrweise der Pumpen wie Aus, Netz, Fu1, Fu2, etc.
- Ist- und Sollwerte Parametersatz 1 und 2
- Drehzahl der Frequenzrichter
- Sollwertauflösung Parametersatz 1 und 2
- Analoge Werte (Istwerte der Analogen Eingänge)
- Werk- und Auftragsnummer
- Softwareversionen
- Uhrzeit und Datum
- Betriebsstundenzähler der Pumpen und Frequenzrichter

### Menüebene

- Pumpenmenü
- Quickmenü
- Störungsmenü
- Betriebsmeldungenmenü
- Parametermenü

### Störungsebene

- Eine aktuell gekommene Störung wird im Klartext angezeigt.

## Schaltschrank Grundausstattung

### Gehäuse und Einbauteile

- Stahlblechgehäuse: Farbe RAL 7032
- Schutzart IP 54 für Innenraumaufstellung, mit Einbauten Schutzart IP 42
- Schaltschrankbelüftung über Filterlüfter
- Hauptschalter abschließbar, von vorn zu betätigen
- Stromverteilung und Absicherung mit Schmelzsicherungen-Lastschütze
- Frequenzumrichter
- Steuertransformator 400/230V AC
- SPS Baugruppen und Anzeigemodul incl. 24V DC Netzteil (max. 100 mA verfügbar, z.B. für Versorgung eines Druck- / Differenzdruckgebers).

### Analoge Eingänge

- 4 Analoge Eingänge 0/4-20 mA; 0/2-10V

### Digitale Eingänge (24 VDC)

- Automatik Ein / Aus
- Überwachung Mediummangel
- Umschalten auf zweiten Parametersatz
- Fernquittierung
- Pumpenwechsel
- Spitzenlastbegrenzung

### Digitale Ausgänge (Relais, max. 230 V AC/1A)

- Sammelstörmeldung (Ruhestromprinzip)
- Sammelbetriebsmeldung

### Hilfsenergie

- für Geber 24 V DC, max. 200 mA

### Sicherheitskonzept für die Gesamtanlage

#### Überwachung der Pumpen und der hydraulischen Anlage

- Überstromüberwachung
- Motorvollschutz durch Kaltleiter oder Bimetallschalter im Automatikbetrieb, Überwachung und Meldung im Handbetrieb
- Trockenlaufschutz

#### Reaktionen bei Störung

- Störumschaltung bei Ausfall des Pumpenaggregats auf Reservepumpe
- Bei Ausfall eines Frequenzumrichters Umschalten der Motoren auf Netzbetrieb oder Ausschalten aller Pumpen oder Umschalten auf zweiten Frequenzumrichter (wenn vorhanden)
- Messsignalüberwachung durch Life-Zero (4-20 mA) oder (2-10 V)  
Bei Messwertausfall erfolgt:  
Meldung, Störkontakt, halten der Pumpendrehzahl oder Abschaltung der Anlage (parametrierbar)

#### Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Stöorzuständen

- Pumpenwechsel zeitlich frei wählbar
- Funktionslauf zeitlich frei wählbar

#### Fahrweisen

Manuelle Fahrweise einzeln je Pumpe im Netz- und Frequenzumrichterbetrieb über Anzeige und Bedieneinheit OP7 Menügeführt oder über Datenbus

Hand Fahrweise einzeln je Pumpe im Netzbetrieb (Frequenzumrichterbetrieb wenn Netzbetrieb nicht vorhanden) elektromechanisch ausgeführt. Als Notfahrweise über Hand-0-Automatik-Schalter in der Schaltschranktür. Arbeitet auch bei Ausfall der SPS. Damit ist eine echte Notversorgung gewährleistet.

## Zusatzausstattung

### Anzeigen und Bedienen (Türeinbauten)

- Betriebsstundenzähler je Pumpe (zusätzlich zum Software Betriebsstundenzähler)
- Amperemeter je Pumpe
- Hand-Drehzahlverstellung über Bedienfeld Frequenzumrichter (zusätzlich zur manuellen Fahrweise über das Anzeigemodul OP7)
- Voltmeter mit Phasenumschalter
- Phasenlampen
- verschließbarer Frontrahmen mit Klarsichtfenster (IP 54)
- Frequenzumrichter Display
- Schieber-/Klappensteuerung je Pumpe
- Steuerung Bypassarmatur
- Hand-Null-Automatikschalter je Pumpe

### Fernübertragung auf Klemmenleisten geführt (ZLT-Meldungen)

- Betrieb und Störung je Pumpe, potentialfrei, max. 230 V, max. 1 A
- Betrieb und Störung je Frequenzumrichter, potentialfrei, max. 230 V, max. 1 A
- Stellungsmeldung des Hand-Null-Automatikschalters je Pumpe, potentialfrei, max. 230 V, max. 1 A
- Reparaturschalter je Pumpe (an der Pumpe)
- Trennverstärker für analoge Ein- und Ausgänge: Istwert 1, Istwert 2, Sollwert extern

### Fernübertragung über Datenbus (DP-Bus)

Meldungen an Warte (senden)

- Betrieb und Störungen je Pumpe und Frequenzumrichter
  - Betriebsarten und Fahrweisen je Pumpe
  - Messsignale, Sollwerte und Drehzahlen
  - übergeordnete Betriebszustände und Störungen
- Anforderungen von Warte (empfangen)
- Pumpen automatisch, manuell am Netz oder am Frequenzumrichter mit Fern Drehzahlvorgabe fahren oder Ausschalten
  - Fernquittierung, System Start-Stop
  - Fern-Messsignale und Fern-Sollwertvorgaben
  - übergeordnete Befehle

### Schaltschrankinneneinbauten

- zweifache Betriebsmittelkennzeichnung
- Beleuchtung und Steckdose mit Abgriff vor Hauptschalter je Schaltfeld
- Blitz- (Überspannungs-)schutz der Einspeisung
- Netzüberwachung: Phasenausfall/-umkehr, Unter-/ Überspannung
- Schaltschrankheizung mit Thermostat
- Adernkennzeichnung mit Klemmennummer
- Zielverdrahtung

### Varianten auf Anfrage

- andere Spannungen
- größere Leistungen
- zusätzliche ZLT-Meldungen
- höhere Schutzarten
- Sanftanlasser
- unterschiedliche Motornennleistungen
- Bauteilspezifikationen
- Zusatzfunktionen

**Planungshinweise**

**Achtung** Spezielle VDE- und EVU-Richtlinien sowie örtliche Vorschriften müssen berücksichtigt werden.

Mess- und Steuerleitung	Querschnitt	Ausführung
Istwertgeber 16 D	3 x 0,75 mm <sup>2</sup>	abgeschirmt
Istwertgeber sonstige	.. x 0,75 mm <sup>2</sup>	abgeschirmt
Kaltleiter (je Motor)	2 x 0,75 mm <sup>2</sup>	abgeschirmt
ZLT Leitungen (24 V DC)	.. x 0,75 mm <sup>2</sup>	abgeschirmt
ZLT Leitungen (230 V AC)	.. x 0,75 mm <sup>2</sup>	
ZLT Leitungen analog (0/2-10V oder 0/4-20mA)	.. x 0,75 mm <sup>2</sup>	abgeschirmt

**Motoranschlussleitungen für Normmotoren 3 ~ 400 V/50 Hz**

 kW	≈ A	Mindestquerschnitt mm <sup>2</sup>	Einschaltart	Auslegung
				Mindestquerschnitte
1,1 - 4	2,6 - 8,5	4 x 1,5	direkt	Beiblatt 1 zu DIN VDE 0100 Teil 430; Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen mit PVC-Isolierung, Verlegeart B 2 für 30 °C Umge- bungstemperatur
5,5 - 7,5	11,5 - 15,5	2 x 4 x 1,5	Y Δ	
11	22,5	2 x 4 x 2,5		
15 - 18,5	30 - 36	2 x 4 x 4		
22	43	2 x 4 x 6		
30	58	2 x 4 x 10		
37 - 45	72 - 85	2 x 4 x 16		
55	104	2 x 4 x 25		
75	142	2 x 4 x 35		
90	169	2 x 4 x 50		
110 -	auf Anfrage			

Zur Einhaltung der EMV- Spezifikationen bezüglich Emission muss das Motorkabel abgeschirmt sein. Der Motor ist separat zu erden.

**Gesamtanschlussleistung**

Gesamtanschlussleistung = Motornennleistung x Anzahl der Motoren (einschließlich evtl. vorhandener Reserveaggregate)

**Verlustwärme**

Die durch Frequenzumrichter erzeugte Verlustwärme wird durch Filterlüfter in den **Schaltanlagenraum** abgegeben. Diese Wärme ist erforderlichenfalls aus dem Raum abzuführen. Sie liegt bei ca. 3 - 5 % der Nennleistung eines Motors.

**Schaltschrankmaße (nur Planungsmaße)**
**Hyamaster SPS mit einem Frequenzumrichter**

 kW	mit 2 Pumpen B H T mm			mit 3 Pumpen B H T mm			mit 4 Pumpen B H T mm		
	1,1 - 4	800	1000	300	800	1000	300	800	1000
5,5 - 7,5	800	1000	300	800	1200	300	800	1200	300
11 - 15	800	1800	400	800	1800	400	1200	1800	400
18,5 - 22	800	1800	400	800	1800	400	1200	1800	400
30 - 45	1200	1800	400	1200	1800	400	1800	2000	500
55 - 75	1800	2000	500	2000	2000	500	auf Anfrage		
90	2000	2000	600	2000	2000	600	auf Anfrage		
110	auf Anfrage			auf Anfrage			auf Anfrage		

Schaltschrankmaße  
Hyamaster SPS  
mit 3 oder 4  
Frequenzumrichter  
auf Anfrage

**Hyamaster SPS mit zwei Frequenzumrichter**

 kW	mit 2 Pumpen B H T mm			mit 3 Pumpen B H T mm			mit 4 Pumpen B H T mm		
	1,1 - 4	800	1200	300	800	1200	300	800	1200
5,5 - 7,5	1200	1800	400	1200	1800	400	1200	1800	400
11 - 15	1200	1800	400	1200	1800	400	auf Anfrage		
18,5 - 22	1600	1800	400	1600	1800	400	auf Anfrage		
30 - 37	1600	1800	400	1800	2000	500	auf Anfrage		
45	1800	2000	500	2000	2000	500	auf Anfrage		
55 - 75	2400	2000	500	2800	2000	500	auf Anfrage		
90	auf Anfrage			auf Anfrage			auf Anfrage		

**Zubehör**
**Drucktransmitter**

	Messbereich (bar)	max. Druck (bar)
Hilfsenergie 24 V DC (aus SPS Netzteil verfügbar)	0 - 1	25
Ausgang analog; 4 - 20 mA; 2-Leiter; max. Bürde 600 Ohm	0 - 2,5	
Umgebungstemperatur -20 °C bis +70 °C	0 - 4	
Druckanschluss über Schneidringverschraubung für 6 mm Rohr	0 - 6	
Mediumstemperatur -20 °C bis +100 °C	0 - 10	
	0 - 16	

**Druck-/Differenzdrucktransmitter**

	Messbereich (bar)	max. Druck (bar)
(Wandmontage)	0 - 1	16
Hilfsenergie 24 V DC (aus SPS Netzteil verfügbar)	0 - 2,5	25
Ausgang analog; 4 - 20 mA; 3-Leiter; max. Bürde 500 Ohm	0 - 4	25
Umgebungstemperatur -10 °C bis +50 °C	0 - 6	25
Druckanschluss über Schneidringverschraubung für 6 mm Rohr	0 - 10	25
Mediumstemperatur max. +70 °C	0 - 16	25

**Förderstromgeber**

	Messbereich max. (m <sup>3</sup> /h)	DN	PN
Messprinzip magnetisch-induktiv (MID):	12	25	30
Kompaktbauweise	24	32	30
Hilfsenergie 230 V AC	36	40	30
Ausgang analog; 0/4 - 20 mA; einstellbar; max. Bürde 750 Ohm	60	50	30
Impulsausgang; einstellbar; 0 - 1000 Impulse/Einheit	120	65	30
Leitfähigkeit der Förderflüssigkeit $\geq 5 \mu\text{ s/cm}$	180	80	30
Flanschanschluss	240	100	16
Umgebungstemperatur -10 °C bis +60 °C	420	125	16
Mediumstemperatur -25 °C bis +130 °C	600	150	16
	1080	200	10
	1800	250	10
Messprinzip Ultraschall:	18	32	40
- Messaufnehmer	30	40	40
Flanschanschluss	45	50	50
Mediumstemperatur -20 °C bis +100 °C	75	65	16
- Messumformer (Wandmontage)	100	80	16
Hilfsenergie 230 V AC	180	100	16
Ausgang analog 0/4 -20 mA; max. Bürde 1000 Ohm	260	125	16
Frequenzausgang 0 - 3,3 kHz	700	150	16
Impulsausgang 0 - 15 Hz	1500	200	16
	2000	250	16

**Strömungswächter**

	Einstellbereich (cm/s)
Messprinzip kalorimetrisch, für Trockenlaufschutz inkl. Auswertung	ca. 3 - 300
- Messaufnehmer	
Fühleranschluss G 1/2 A	
Mediumstemperatur -25 °C bis +80 °C	
- Messumformer (Schaltschrankinneneinbau)	
Hilfsenergie 230 V AC	
Ausgang potentialfrei; ein Wechsler; max. 230 V, max. 1 A	

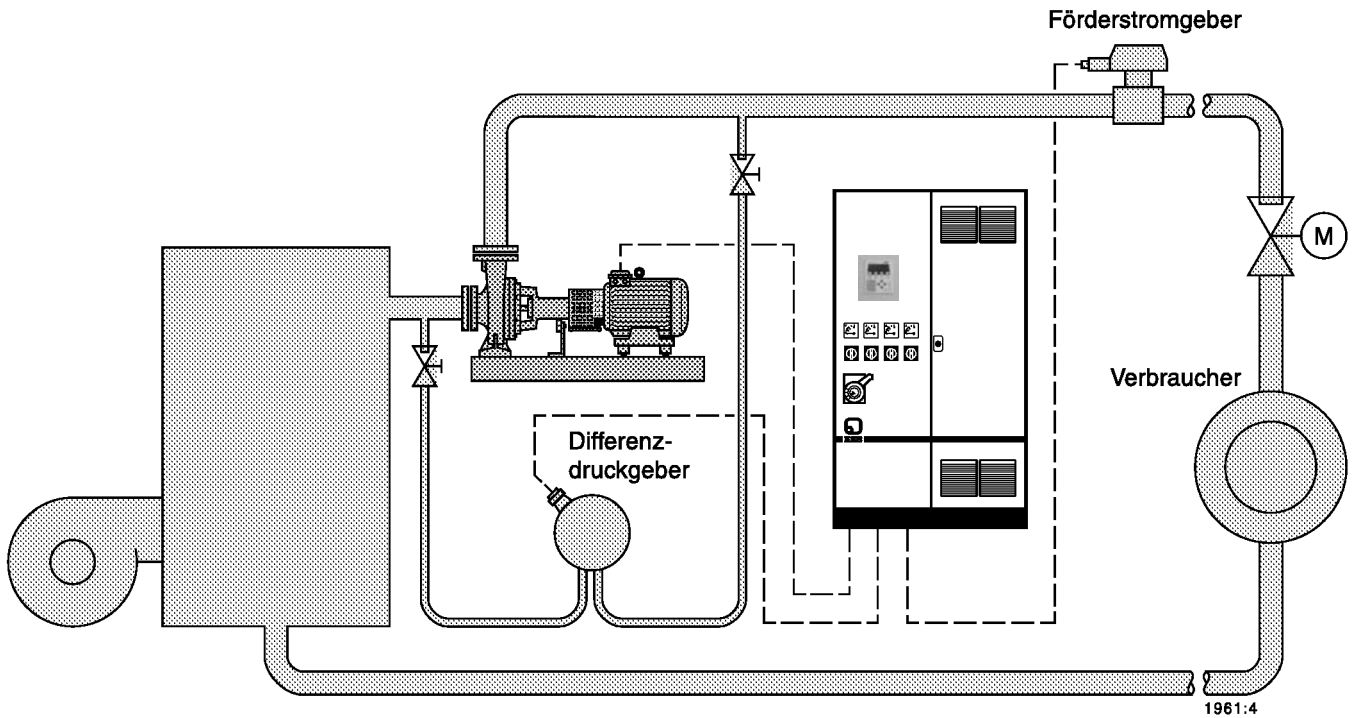
**Zubehör**
**Niveaugeber**

	Messbereich (mm)	
Messprinzip kapazitiv Hilfsenergie 24 V DC (aus Steuer- und Regelgerät verfügbar) Ausgang analog; 4 - 20 mA; 2-Leiter; max. Bürde 600 Ohm Einschraubstutzen G 1 1/2 A Umgebungstemperatur -10 °C bis +60 °C Mediumstemperatur -50 °C bis +100 °C Stabelektrode: St.; vollisoliert	1000 bis 4000 (bei Bestellung gewünschte Stablänge angeben)	
	Messbereich (bar)	
Messprinzip hydrostatisch Hilfsenergie 24 V DC (aus Steuer- und Regelgerät verfügbar) Ausgang analog; 4 - 20 mA; 2-Leiter; max. Bürde 600 Ohm Einschraubstutzen G 1 1/2 A Druckaufnehmer zum vertikalen Einbau Länge Verbindungsrohr von 1 m bis 20 m Umgebungstemperatur -20 °C bis +60 °C Mediumstemperatur -20 °C bis +80 °C	0 - 0,1 bis 0 - 20 (bei Bestellung gewünschten Messbereich und Länge Verbindungsrohr angeben)	

**Temperaturfühler**

	Messbereich (°C)	
Anlegefühler	0 bis +120	
Tauchfühler mit 100 mm Nirostahlfühlertasche Ø 15 R 1/2 A max. Prüfdruck 25 bar	0 bis +120	
Tauchfühler mit Auswertung mit 160 mm Nirostahlschutzrohr Ø 9 PN 16	-20 bis +350	

Beispiel: Wärme-/Fernwärmeversorgung mit DFS-Kennlinie



Regelaufgabe:

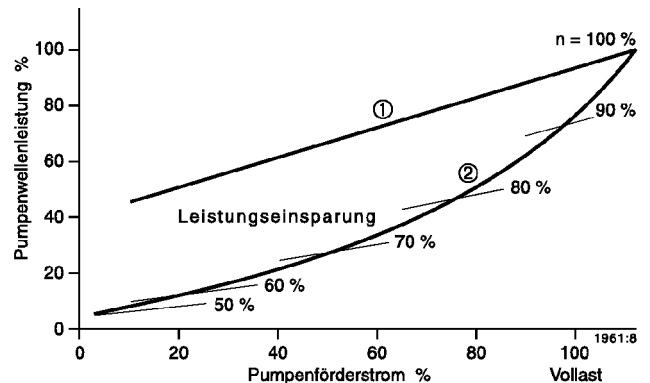
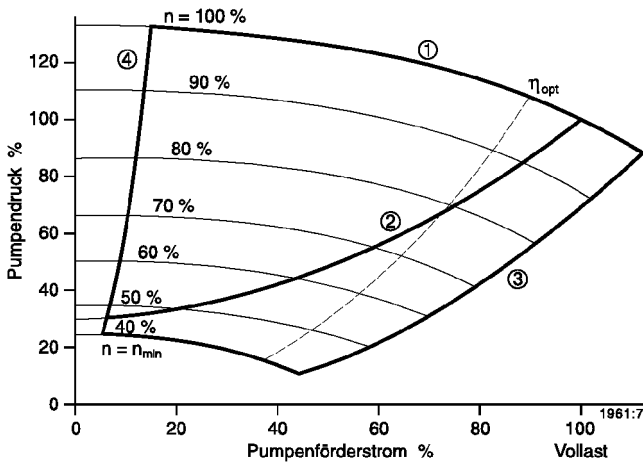
Versorgungsdifferenzdruck an allen Schlechtpunkten, auch bei wechselnden Betriebszuständen und Störeinflüssen einhalten, wobei Messpunkte am Netzende nicht erforderlich sind.

In vielen Wärme-/Fernwärmeversorgungsanlagen ist es schwierig, Schlechtpunkte (Punkte mit teilweise zu geringem Versorgungsdruck) in Rohrnetzen zu erkennen. Die DFS-Kennlinie (Differenzdruckregelung mit Förderstromabhängiger Sollwertnachführung) ermöglicht eine optimierte Regelung ohne Kenntnis der Schlechtpunkte.

Mit den Messwerten Differenzdruck und Förderstrom wird der

strömungsabhängige Einfluss der Rohrreibrungsverluste kompensiert. Vom Schwachlastbetrieb mit niedrigen Förderhöhen bis zum Vollastpunkt mit hoher Förderhöhe fahren die Pumpen gleitend. Die Messwertsignale können in der Pumpstation abgegriffen werden. Eine aufwendige und störanfällige Messwertübertragung von den Schlechtpunkten entfällt.

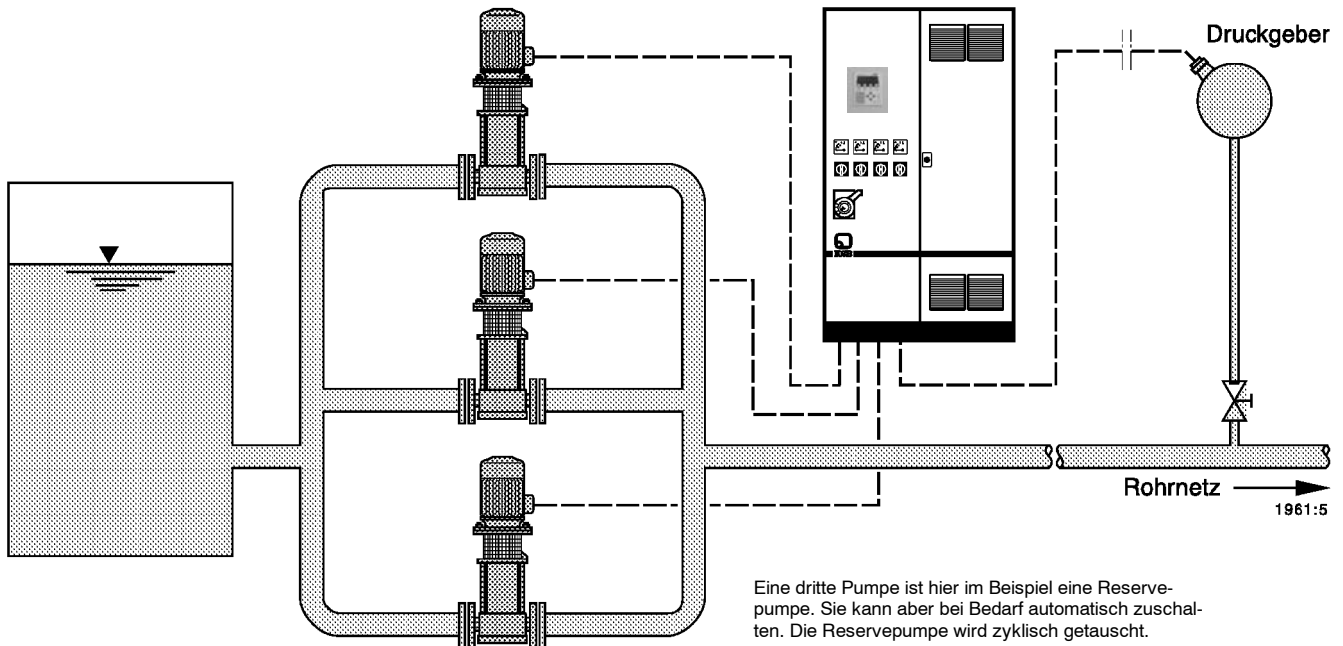
Im späteren Ausbaustand kann das Differenzdrucksignal der Schlechtpunkte über den Bus übermittelt werden. Dann dient die Regelung mit DFS-Kennlinie als Ersatzfahrweise bei Störung der Bus-Kommunikation. Dies erhöht die Betriebssicherheit der Pumpstation erheblich.



- $\eta_{opt}$  Verlauf des optimalen Pumpenwirkungsgrades
- ① Pumpenkennlinie bei starrer Drehzahl ( $n = 100\%$ )
- ② Betriebspunktverlauf einer Pumpe im Regelbetrieb am Frequenzumrichter ( $n = \text{variabel}$ )
- ③ Dauerbetriebsgrenze (max)
- ④ Betriebsgrenze (min)

- ① Leistungskennlinie bei starrer Drehzahl ( $n = 100\%$ )
- ② Leistungsverlauf der Pumpe im Regelbetrieb am Frequenzumrichter ( $n = \text{variabel}$ )

Beispiel: Versorgung mit Spitzenlastbetrieb

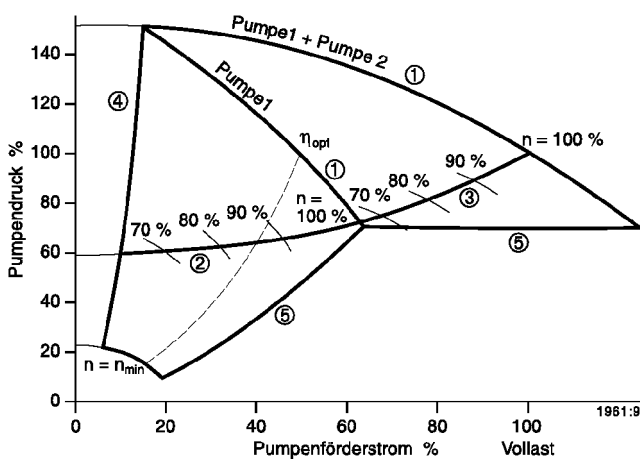


Regelaufgabe:

Druck am Referenzpunkt bei stark unterschiedlichen Abnahmemengen konstant halten.

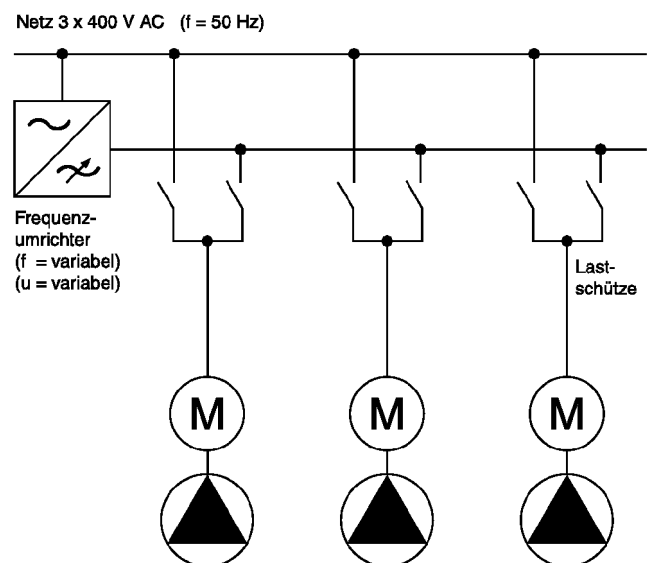
Durch Aufteilung des Gesamtförderstromes auf mehrere Pumpen ergibt sich eine anteilige Reduzierung der Pumpen- und Frequenzumrichterleistung. Die Wirkungsgrade im Teillastbereich sind höher, als beim Einsatz einer Vollastpumpe. Der

Druck wird durch stufenlose Drehzahlverstellung einer Pumpe konstant gehalten. Diese Grundlastpumpe fördert bedarfsabhängig bis zu ihrer maximalen Fördermenge. Bei größeren Abnahmemengen wird eine Spitzenlastpumpe automatisch zugeschaltet. Die Druckregelung erfolgt weiterhin durch die Grundlastpumpe. Druckabweichungen, die bei Zu- und Abschaltung der Spitzenlastpumpen entstehen, haben in der Regel keine prozesstechnischen Auswirkungen.



$\eta_{opt}$  Verlauf des optimalen Pumpenwirkungsgrades

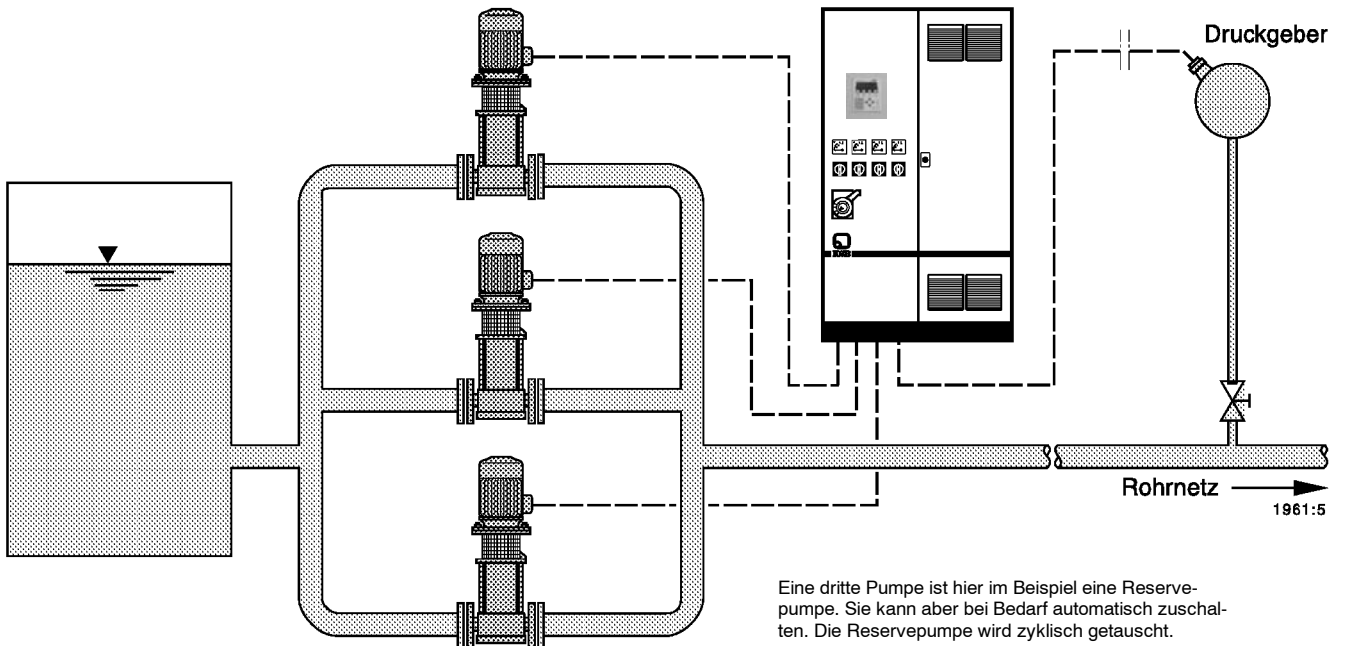
- ① Pumpenkennlinie bei starrer Drehzahl ( $n = 100\%$ )
- ② Betriebspunktverlauf einer Pumpe im Regelbetrieb bei Grundlast am Frequenzumrichter ( $n = \text{variabel}$ )
- ③ Betriebspunktverlauf im Regelbetrieb mit 1 Spitzenlastpumpe am Netz ( $n = 100\%$ ) und 1 Grundlastpumpe am Frequenzumrichter ( $n = \text{variabel}$ )
- ④ Dauerbetriebsgrenze (min)
- ⑤ Betriebsgrenze (max)



Prinzipschaltbild



**Beispiel: Versorgung mit zwei Frequenzumrichtern**



Eine dritte Pumpe ist hier im Beispiel eine Reservepumpe. Sie kann aber bei Bedarf automatisch zuschalten. Die Reservepumpe wird zyklisch getauscht.

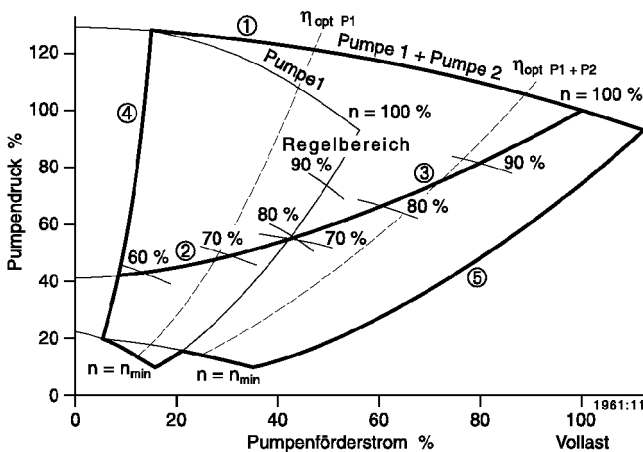
**Regelaufgabe:**

Druck am Referenzpunkt bei wechselnden Betriebszuständen und Störeinflüssen konstant halten.

Bei herkömmlichen Pumpenanlagen entstehen unerwünschte Druckschwankungen, z.B. durch wechselnde Zulaufdrücke, Entnahmemengen und Druckverluste im Versorgungsnetz, die mittels eines Hochbehälters ausgeglichen werden.

In diesem Beispiel übernimmt der Hyamaster SPS die Aufgabe des Hochbehälters, den Versorgungsdruck am Referenzpunkt konstant zu halten. Zwei Pumpenaggregate mit je einem Frequenzumrichter, die sowohl im Einzel- als auch im Parallelbetrieb fahren, decken den gesamten Bedarf von Mindestförderstrom bis Vollast ab. Die Pumpen arbeiten im Bereich des Wirkungsgradoptimums. Der zweite Frequenzumrichter dient gleichzeitig als Reserve.

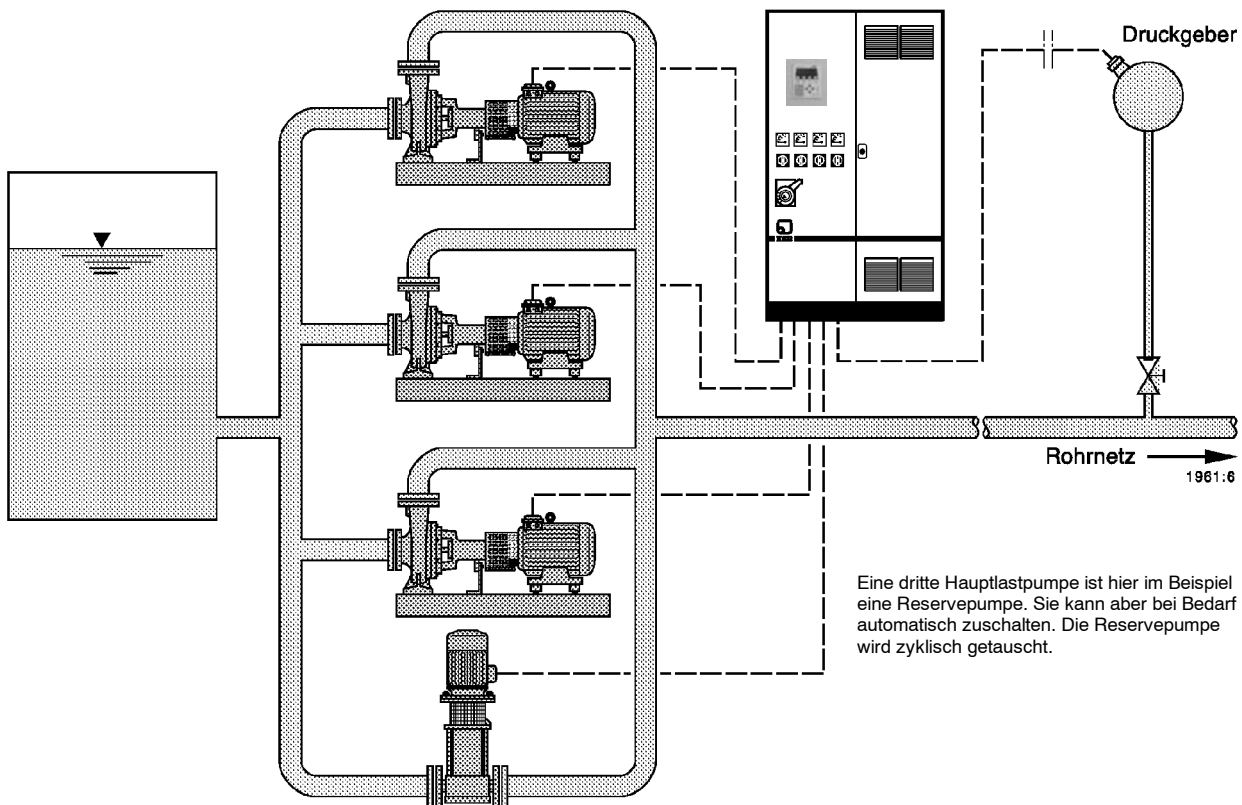
Dann arbeitet die zweite Pumpe als Spitzenlastpumpe im Netzbetrieb. Der Sollwert wird dann entsprechend der Betriebsgrenze (max) einer Pumpe angehoben. Dadurch fahren die Pumpen wieder sicher im zulässigen Regelbereich.



$\eta_{opt}$  Verlauf des optimalen Pumpenwirkungsgrades

- ① Pumpenkennlinie bei starrer Drehzahl ( $n = 100\%$ )
- ② Betriebspunktverlauf einer Pumpe im Regelbetrieb bei Grundlast am Frequenzumrichter ( $n = \text{variabel}$ )
- ③ Betriebspunktverlauf von zwei parallelen Pumpen im Regelbetrieb bei Spitzenlast an 2 Frequenzumrichtern ( $n = \text{variabel}$ )
- ④ Dauerbetriebsgrenze (min)
- ⑤ Betriebsgrenze (max)

### Beispiel: Schwachlast- und Hauptlastpumpen mit 2 Frequenzumrichtern

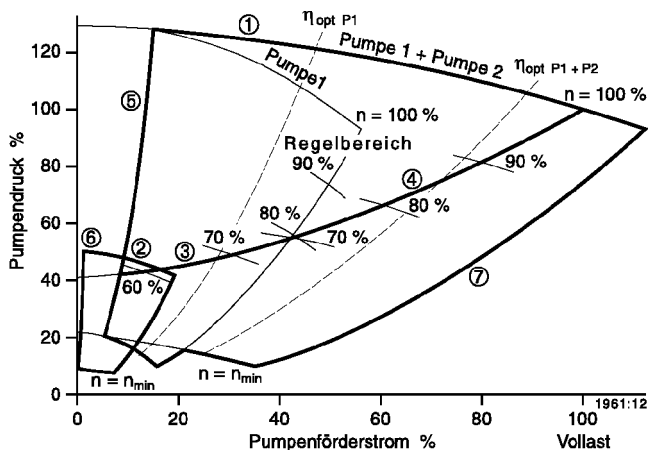


#### Regelaufgabe:

Der Schwachlastbedarf der hydraulischen Anlage soll optimiert werden.

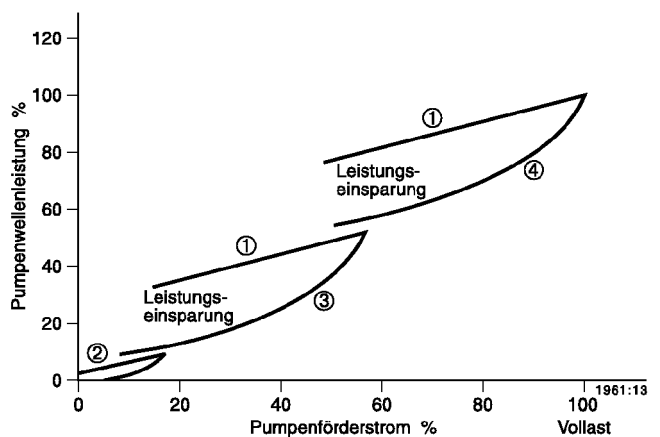
Pumpenregelungen mit Drehzahlverstellung haben auch bei niedrigerer Drehzahl eine Betriebsgrenze min.<sup>⑤</sup>

Diese Fördermengen sind häufig erheblich zu hoch. Um Dauer Schäden an der Pumpe zu vermeiden, darf diese Grenze im Dauerbetriebs nicht unterschritten werden. Im Schwachlastbedarf unterhalb dieser Grenze wird üblicherweise dieser Bereich mit einer hydraulischen Bypassschaltung abgedeckt. Dabei wird die Bypassmenge ungenutzt gefördert. Eine Schwachlastpumpe, die für diesen Fördermengenbereich ausgelegt ist, kann bei optimalem Wirkungsgrad den Regelbereich der Gesamtanlage nach unten hin vergrößern.

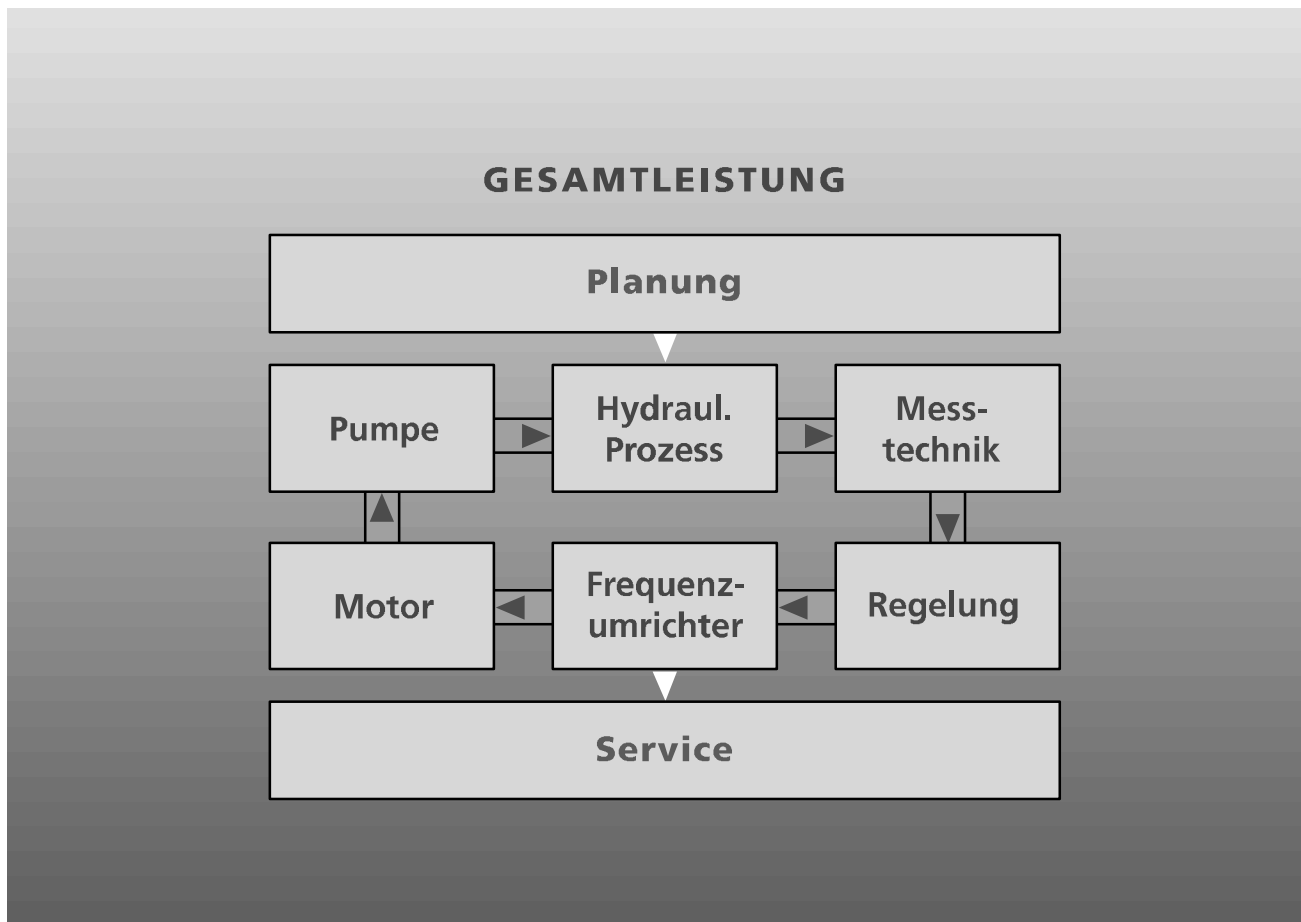


$\eta_{opt}$  Verlauf des optimalen Pumpenwirkungsgrades

- ① Pumpenkennlinie bei starrer Drehzahl (n = 100%)
- ② Pumpenkennlinie der Schwachlastpumpe (n = 100%)
- ③ Betriebspunktverlauf der Hauptlastpumpe im Regelbetrieb bei Grundlast am Frequenzumrichter (n = variabel)
- ④ Betriebspunktverlauf von zwei parallelen Hauptlastpumpen im Regelbetrieb bei Spitzenlast mit 2 Frequenzumrichtern (n = variabel)
- ⑤ Dauerbetriebsgrenze (min) Hauptlastpumpe
- ⑥ Dauerbetriebsgrenze (min) Schwachlastpumpe
- ⑦ Betriebsgrenze (max)



- ① Leistungskennlinie bei starrer Drehzahl (n = 100%)
- ② Leistungskennlinie der Schwachlastpumpe (n = 100%)
- ③ Leistungsverlauf der Pumpe im Regelbetrieb bei Grundlast mit 1 Hauptlastpumpe am Frequenzumrichter (n = variabel)
- ④ Leistungsverlauf der Pumpe im Regelbetrieb bei Spitzenlast mit 2 Hauptlastpumpen parallel an 2 Frequenzumrichtern (n = variabel)



Die Systemplanung von Pumpen, Armaturen und Schaltanlage, die Lieferung, Aufstellung und Inbetriebnahme sowie die Betreuung während des Anlagenbetriebes bietet KSB als komplette Leistung an.

