



Pumpverhütungsregelung für Turbokompressoren auf Basis Siemens Simatic S7-1200/-1500



Stabil und effizient regeln



„Ein Turbokompressor pumpst“,

wenn der Betriebspunkt des Verdichters durch eine verringerte Fördermenge oder durch erhöhten Enddruck aus dem stabilen Bereich des Kennfeldes gedrückt wird. Das Pumpen ist gekennzeichnet durch zyklisches Fördern und Rückströmen des komprimierten Mediums und wird von hohen Vibrationen, Druckstößen und schnellem Temperaturanstieg im Verdichter begleitet. Bei anhaltendem Pumpen kann es bereits nach kurzer Zeit zu massiven Schäden am Kompressor kommen.

Besonders gefährdet sind Axialverdichter und Radialverdichter mit offenen Laufrädern. Der Ausfall der Förderung kann fatale Auswirkungen auch auf den nachgeschalteten Prozess haben.

Keine Steuerung kann die Charakteristik des Kompressors verändern – aber: mit den Funktionen der kmo-Pumpverhütungsregelung können Sie den nutzbaren Bereich des Verdichter-Kennfeldes maximieren.



Mehr Effizienz

durch optimale Ausnutzung des Verdichterkennfeldes bietet die Pumpverhütungsregelung von **kmo turbo**.

Nutzen für den Betreiber

- Weltweit verfügbare, industriebewährte Standard-Komponenten von Siemens
- Größtmöglicher Regelbereich: Unsicherheiten eines theoretischen Kennfeldes werden durch die Messung der Pumpgrenze bei der Inbetriebnahme eliminiert, Sonderfunktionen erhöhen die Regelgüte
- Einzigartige Funktionen für die Störungsanalyse
- Hochauflösende Aufzeichnung der relevanten Signale
- Webbasierte Benutzeroberfläche: Parametrierung und Diagnose sind ohne Software-Installation und mit jedem netzwerkfähigen Gerät (PC, Tablet, Smartphone) möglich
- Einfache Integration in übergeordnete Steuerungen/Leitsysteme über Profibus, Modbus-TCP etc.

Pumpverhütung UND Pumpschutz?

Die Pumpverhütungsregelung dient zum Aufrechterhalten eines stabilen Betriebes. Bei Annäherung an die Pumpgrenze wird die Fördermenge des Verdichters durch geregeltes Öffnen eines Entlastungsventils auf dem minimal möglichen Wert gehalten. Wenn diese Regelung nicht oder zu spät in Eingriff kommt, pumpt der Kompressor. Erst dadurch wird der Pumpschutz aktiviert. Seine Aufgabe ist es dann durch geeignete Steuerungseingriffe Schäden, die durch anhaltendes Pumpen entstehen, zu verhindern.

Eine Pumpverhütungsregelung ist abhängig von mehreren Messsignalen. Aufgrund der Störungsanfälligkeit dieser Signale stellt eine Pumpverhütungsregelung alleine noch keinen umfassenden Schutz dar. Undichte Impulsleitungen oder Impulsleitungen, in denen sich Flüssigkeit angesammelt hat, wie auch ein Nullpunkt- oder Messbereichs-Drift rufen häufig Messfehler hervor. Die Pumpgrenze wird in der Regel beeinflusst durch Temperatur, Molgewicht, Drehzahl, aber auch durch Beläge und Verschleiß der Beschaufelung. Nicht alle diese Einflüsse können von einer Pumpverhütungsregelung erkannt und ausgeregelt werden. Für eine optimale Absicherung des Kompressors sorgt eine übergeordnete Pumpschutzsteuerung (Rückströmsicherung).

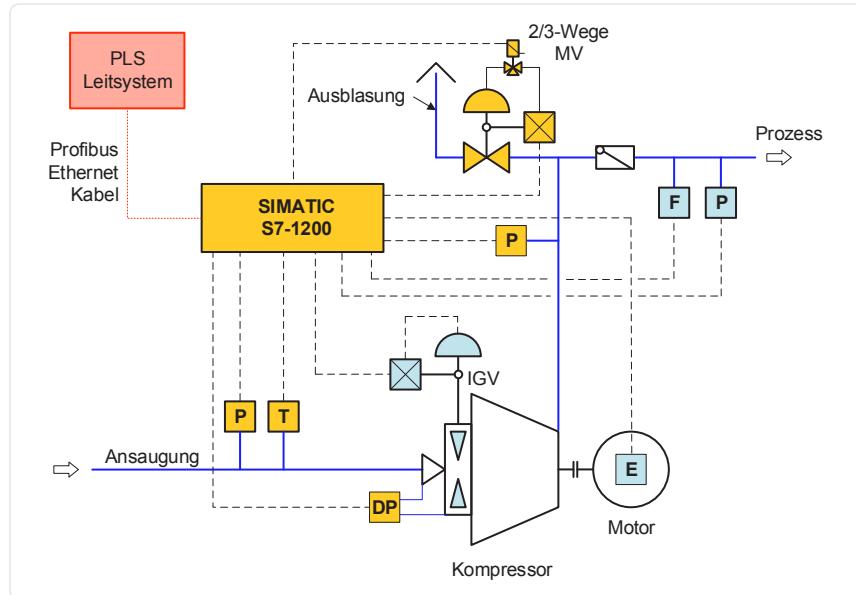
Perfektes Zusammenspiel

Pumpverhütung UND Prozessregelung?

Der Prozessregler (Netzdruck, Fördermenge) wirkt auf die Mengenverstellung (z. B. Leitgitter), der Pumpverhütungsregler auf das Aus- bzw. Umlasventil. Wegen der gegenseitigen Beeinflussung müssen die beiden Regler kommunizieren; es hat sich bewährt, die Prozessregelung in den Pumpverhütungsregler zu integrieren. Das Eingreifen der Pumpverhütungsregelung bedeutet, dass die Mengenverstellung die MIN-Position erreicht hat und ein weiteres Reduzieren unterbunden werden muss.

Besonderheit der kmo-Prozessregelung:

- Wahlweise Regelung von Netzdruck oder Fördermenge bei stoßfreier Umschaltung
- Externe Bedienung des Prozessreglers, z. B. über das Leitsystem
- Primäre Wirkung auf das Leitgitter, im Split Range auch auf die Ausblasung
- Integrierter Motorstrom- und Netzdruck-Begrenzungsregler



Schema eines Turbokompressors mit Pumpverhütungsregelung, Pumpschutzsteuerung und Prozessregler (Variante 6)

Praxisgerecht, durchdacht, stimmig

Die von den Kompressor-Herstellern bereitgestellten Kennfelder zeigen den Enddruck über dem Massenstrom. Es ist gängige Praxis, das Kennfeld regelungstechnisch abzubilden. So gesehen ist eine Pumpverhütungsregelung ein Druckregler mit geführtem Sollwert (Massenstrom). Stellorgan ist ein Aus- bzw. Umlasventil. Eine Massenstrommessung ist aufwändig und störanfällig; sie benötigt drei Transmitter und einen genormten Wirkdruckgeber, der zwangsläufig einen zusätzlichen Druckverlust verursacht.

Anstatt ein berechnetes Kennfeld zu Grunde zu legen, empfiehlt **kmo turbo**, die Pumpgrenze bei der Inbetriebnahme empirisch zu ermitteln. Bei empirisch ermittelter Pumpgrenze reicht es aus, dem Regler anstelle des Massenstroms ein gemessenes Volumenstrom-Signal (dp-Signal) aufzuschalten. Bei den meisten Kompressoren hat die Ansaugleitung einen größeren Durchmesser als der Ansaugflansch des Kompressors. Der Druckabfall über den als Konus ausgebildeten Übergang ist ein ideales Volumenstrom-Signal.

Die Pumpverhütungsregelung kann um eine Pumpschutzsteuerung und einen Prozessregler erweitert werden. Die Kombination mit der Pumpschutzsteuerung kann auch konform mit der API670 ausgeführt werden (Variante 5 oder 7).

Variante	Pumpverhütung	Pumpschutz	Prozessregler	API670
1	✓			
2		✓		
3	✓		✓	
4	✓	✓		
5	✓	✓		✓
6	✓	✓	✓	
7	✓	✓	✓	✓

Für besondere Anforderungen (z. B. variables Molgewicht) können spezifische Regelalgorithmen realisiert werden.

Wertvolle Sonderfunktionen

Die kmo-Pumpverhütungsregelung bietet zahlreiche Sonderfunktionen für einen stabilen und störungsfreien Betrieb bei maximalem Regelbereich:

- **TN-Reduzierung:**

Verbesserung der Regeldynamik, indem mit größer werden der Regelabweichung der Regler immer schneller wird

- **Totzeitminimierung:**

Verbesserung der Regeldynamik, indem die bei pneumatischen Antrieben konzeptionsbedingte Totzeit bis Öffnungsbeginn durch Steuerungseingriff weitestgehend eliminiert wird

- **Funktionsüberwachung PVV:**

Vergleich Stellsignal mit Rückmeldesignal des Pumpverhütungsventils

- **Umschaltung Regelparameter:**

Regelparameter können stoßfrei umgeschaltet werden

- **Anpassung der Regelkennlinie:**

Anpassung an veränderte Randbedingungen

- **Externe Sollwert-Druck-Begrenzung:**

Häufig genutzte Funktion in der Startphase des Prozesses

- **Aufzeichnung der Leistung:**

Erweiterung der Datenaufzeichnung

- **Pumpschutz-Steuerung:**

Pumpverhütung und Pumpschutz in API670-Ausführung

- **Prozessregelung:**

Aktivierung und Parametrierung einer integrierten Prozessregelung

Vielfältige Anwendung

Die kmo-Pumpverhütung kann für jeden Turbokompressor, Axialverdichter sowie Radialverdichter, verschiedenste Prozessgase, Wasserdampf etc. eingesetzt werden.

kmo-Steuerungen sind weltweit erfolgreich im Einsatz. Kunden sind sowohl Maschinen-Hersteller als auch Anlagenbetreiber.



Kompetent und bewährt

kmo turbo bündelt jahrzehntelange Erfahrung in allen Belangen rund um Turbokompressoren und bietet professionelle Unterstützung für einen störungsfreien, stabilen Betrieb:

- Pumpverhütungsregelung
- Pumpschutzsteuerung
- Turbokompressor-Audit

- Schwingungsdiagnose und Diagnosesysteme
- Schwingungsmessung/-überwachung
- Druckluft-Verbundsteuerung
- Troubleshooting
- Betriebsoptimierung
- Inbetriebnahme
- Retrofit

Parametrierung

Über die webbasierte Benutzeroberfläche kann die Steuerung intuitiv konfiguriert und parametriert werden. Sowohl die aktuellen wie auch die gespeicherten Signalverläufe können visualisiert werden. Sämtliche Bildschirm-Ansichten können als PDF gespeichert werden. Die Sonderfunktionen können individuell aktiviert werden. Es werden nur die Parameter der aktiven Funktionen eingeblendet.

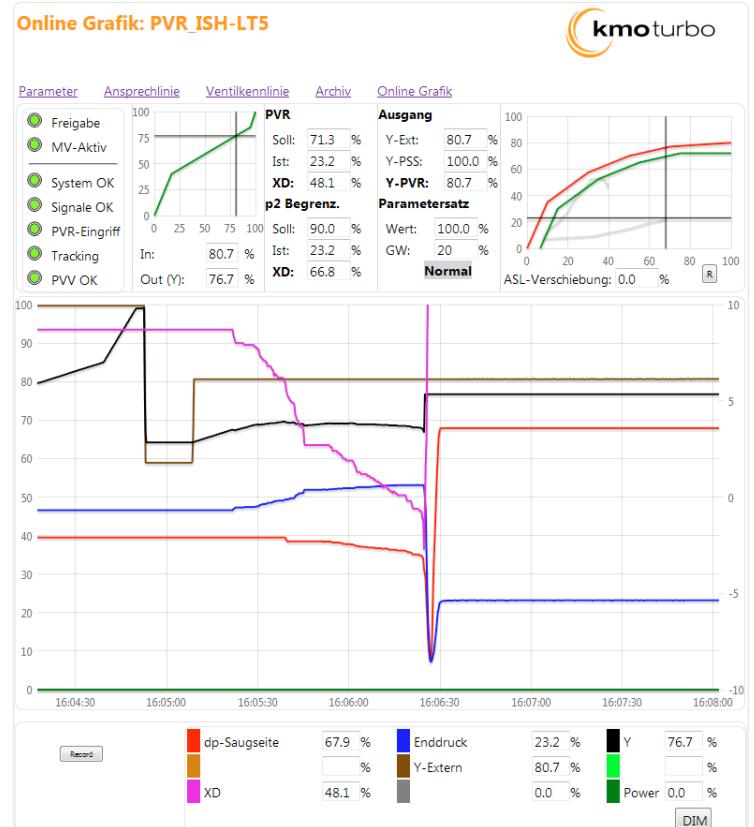
PVR_ISH-LT5

Parameter Ansprechlinie Ventilkennlinie Archiv Online Grafik

Parameter

Messstelle	Tag	DIM	Messbereich von	Messbereich bis	Drahtbruch	Alarm aktiv	Messwert Max	Kanal
V dp-Saugseite	F4711	mbar	0.0	200.0	-3%	<input checked="" type="checkbox"/>	95 %	TR1
p1 Saundruck	P4712	bar	0.0	2.0	-3%	<input checked="" type="checkbox"/>	95 %	Konstant
p2 Enddruck	P4713	bar	0.0	10.0	-3%	<input checked="" type="checkbox"/>	95 %	TR3
Y Y-extern	H4714	%	0.0	100.0	-3%	<input checked="" type="checkbox"/>	105 %	TR4
Rampe Y-Extern	60	sec						
kp	1							
Kennfeld: DV Skala MAX	10							
Reduzierung um von XD	50	%						
-1	%							
bis XD								
-6	%							
Totzeitminimierung PVV								
Bei XD	-2	%						
Stellsignal zu PVV	90							
Funktionsüberwachung PVV								
Messstelle	Tag	DIM	MB von	MB bis	Drahtbr.	Alarm aktiv	Ber.-Überschr.	
			0.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	0 %	
Überwachungszeit	5	sek.						
Abweichung								
Umschaltung Regelparameter								
Messstelle	Tag	DIM	MB von	MB bis	Drahtbr.	Alarm aktiv	Ber.-Überschr.	
Fördermenge	F 4715	Nm ³ /h	0.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	0 %	
Schaltpunkt	20	%						
kp Aus-/Umlasbetrieb	1							
Hysterese								
Tn Aus-/Umlasbetrieb								
2	%							
20	sek.							
Temperaturkompensation								
Messstelle	Tag	DIM	MB von	MB bis	Drahtbr.	Alarm aktiv	Ber.-Überschr.	
T-Ansaugung	T 4716	°C	0.0	100.0	%	<input checked="" type="checkbox"/>	95 %	
Temperatur	12	%						
Änderung DV	10	%						
Änderung Temperatur								
10	%							
Externer Sollwert Druckbegrenzung								
Messstelle	Tag	DIM	MB von	MB bis	Drahtbr.	Alarm aktiv	Ber.-Überschr.	
W-Druckbergr.	P 4717	bar	0.0	3.0	%	<input checked="" type="checkbox"/>	95 %	
-5								
Aufzeichnen der Leistung								
Messstelle	Tag	DIM	MB von	MB bis	Drahtbr.	Alarm aktiv	Ber.-Überschr.	
Power	E4715	kW	0.0	3.0	%	<input checked="" type="checkbox"/>	110 %	
-3								
Pumpschutz Steuerung								
IP	192 . 168 . 5 . 210							
Prozessregelung								
Datum und Uhrzeit PC	01.12.2017 13:10:12							
Datum und Uhrzeit SPS	01.12.2017 13:10:13							
stellen								
2017-11-29-19:50:43 kmo turbo_KM								
schreiben								
lesen								

Online-Darstellung



Praktisches Hilfsmittel für Inbetriebnahme und Störungsanalyse; alle aktuellen Signale werden sowohl numerisch wie auch als Trend über mehrere Minuten angezeigt. Die Pumpgrenze und die Ansprechlinie werden in einer separaten Maske parametriert und sind rechts oben dargestellt. Das Fadenkreuz zeigt den aktuellen Betriebspunkt. Die Anpassung der Ventilkennlinie wird in einer separaten Maske parametriert und ist in der Online-Grafik links oben dargestellt.

*Mehr Transparenz
geht nicht*

Parameter Ansprechlinie Ventilkennlinie Archiv Online Grafik

Werte 2,0 sek ▾ vor Pumpstoß speichern

Datum	Menge	p1	p2	DV	XD-p2	XD-PVR	Mov	Leistung	YExt.	Y	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
2017-08-31 10:18:21	73.5	41.1	87.5	77.3	7.5	-5.3	0.0	28.7	100.0	0.0	TREND
2017-08-31 10:32:06	79.9	41.1	87.5	77.3	7.5	-5.3	0.0	28.6	100.0	8.0	TREND
2017-09-04 08:57:20	71.9	52.7	87.5	65.5	7.5	6.5	0.0	0.0	30.2	30.0	TREND
2017-09-04 09:02:39	53.4	60.8	87.5	59.0	7.5	6.6	0.0	0.0	22.3	22.2	TREND
2017-09-04 09:09:07	42.3	60.8	87.5	59.0	7.5	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	TREND
2017-09-04 13:26:51	63.0	0.0	48.6	48.6	46.4	20.4	0.0	0.0	0.0	0.0	TREND
2017-09-04 13:29:04	84.4	0.0	83.0	83.0	12.0	-11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	TREND
2017-10-05 17:51:10	9.6	0.0	31.9	31.9	63.1	-5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	TREND
2017-10-20 09:53:55	36.3	0.0	39.9	39.9	55.1	14.9	0.0	0.0	43.8	0.0	TREND
2017-10-20 09:59:03	48.6	0.0	43.9	43.9	51.1	20.0	0.0	0.0	43.8	0.0	TREND
2017-10-20 10:24:12	48.5	0.0	49.4	49.4	45.6	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	TREND
2017-11-21 16:30:30	47.7	0.0	61.1	61.1	33.9	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	TREND
2017-11-24 09:38:09	45.1	0.0	52.4	52.4	42.6	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	TREND
2017-11-27 09:03:21	45.1	0.0	52.5	52.5	42.5	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	TREND
2017-11-27 09:11:18	46.5	0.0	46.5	46.5	48.5	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	TREND
2017-11-27 09:18:17	46.5	46.5	0.5	-12.1	94.5	69.0	4.8	0.0	0.0	0.0	TREND

lesen schreiben löschen DIM

Den gesamten Prozess im Blick

Integriert in den Pumpverhütungsregler ist ein Diagnosespeicher. Aktiviert durch den kmo-Pumpschutz oder über einen externen Kontakt wird eine Datenspeicherung (typisch: 200 sec Vor- und 200 sec Nachgeschichte) angestoßen. Die aktuellen Werte zum Trigger-Zeitpunkt werden in einer Tabelle festgehalten, Vor- und Nachgeschichte werden grafisch dargestellt. Es werden bis zu 50 Ereignisse gespeichert.

Die abrufbaren Aufzeichnungen machen es einfach, die Ursache des Pumpens zu erkennen. Die Grafik der archivierten Events ermöglicht eine detaillierte Auswertung durch Zoomen, mittels Cursor und Export nach Excel.

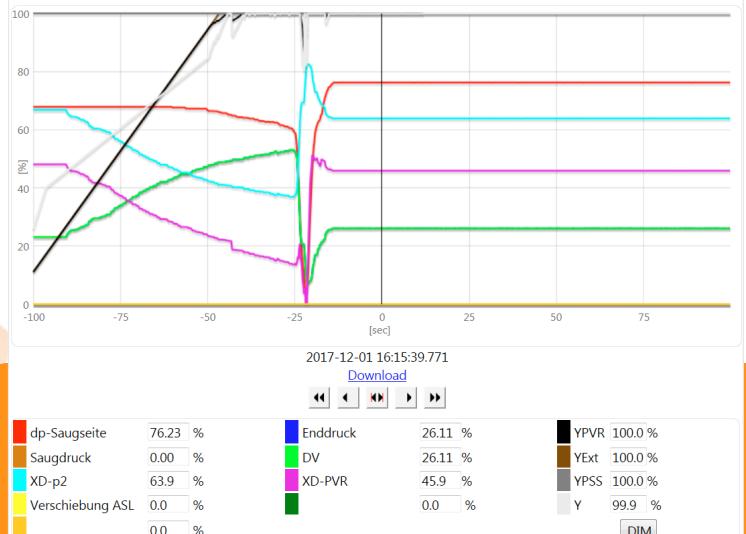


Turbokompressor-Audit

Erfahrungsgemäß bieten die Einstellungen bei der Inbetriebnahme eines Turbokompressors keine Garantie auf Dauer für einen sicheren, stabilen und effizienten Betrieb. Im Laufe der Zeit können sich Randbedingungen ändern, z. B. durch verschmutzte Kühler, Drift von Messwerten, Verschleiß oder Versagen einzelner Komponenten etc. **kmo turbo** bietet eine Auditierung der Turbokompressoren an, bei der alle relevanten Messwerte des Kompressors aufgezeichnet werden, anhand derer ein aktuelles Verdichter-Kennfeld erstellt wird. Für eine notwendige Ertüchtigung und sinnvolle Optimierung werden konkrete Handlungsempfehlungen gegeben.

Archiv Trend

kmo turbo



Kompressoren sollten mit zwei unabhängigen Systemen ausgestattet sein: einer Pumpverhütungsregelung und einer mehrstufigen Pumpschutzsteuerung, die bei Bedarf zuverlässig eingreift. So schützen Sie Ihren Kompressor und Ihren Prozess.

Ihr erfahrener Partner für einen störungsfreien, stabilen Betrieb:

kmo turbo GmbH

Friedrichstr. 59, 88045 Friedrichshafen

info@kmo-turbo.de, Telefon: +49 7541 95289-0

www.kmo-turbo.de | www.kmo-vibro.de | www.druckluft-management.info

Karl Morgenbesser

Turbokompressor-Experte

karl.morgenbesser@kmo-turbo.de

Telefon: +49 7541 95289-10

Kai Mayfarth

Automation & Controls

kai.mayfarth@kmo-turbo.de

Telefon: +49 7541 95289-14