

Inhaltsverzeichnis

1 Sicherheit und Vorsichtsmaßnahmen	3
Sicherheitshinweise	3
Vermeiden des unerwarteten Anlaufs	3
2 Einführung	5
Allgemeine Beschreibung	6
3 Unterstützte Konfiguration	11
Einführung	11
Konfiguration von Pumpen mit konstanter Drehzahl	13
Master-Folgeantrieb-Konfiguration	14
Konfiguration mit unterschiedlichen Pumpen	14
Konfiguration von Pumpen unterschiedlicher Größe	16
Konfiguration mit unterschiedlichen Pumpen mit Pumpenwechsel	17
Softstarter	19
4 Systemkonfiguration	21
Einführung	21
Einstellung der Kaskadenparameter	21
Zusätzliche Konfiguration für mehrere Frequenzumrichter	22
PID-Regelung	22
Zuschalten/Abschalten von Pumpen mit variabler Drehzahl abhängig von der Frequenzumrichter-Drehzahl	23
Zuschalten und Abschalten von Pumpen mit konstanter Drehzahl abhängig vom Druck-Istwert	24
5 Kaskadenregler – Funktionen	25
Pumpenstatus und -regelung	25
Manuelle Pumpenregelung	25
Laufzeitausgleich	26
Pumpenlauf für nicht genutzte Pumpen	26
Gesamtbetriebsstunden	27
Führungspumpenwechsel	27
Zuschalten / Abschalten in Konfigurationen mit unterschiedlichen Pumpen	27
Zuschalt- /Abschaltübersteuerung	28
Minstdrehzahl für Abschaltung	28
Betrieb nur mit konstanter Drehzahl	28
6 Programmieren	29
Erweiterter Kaskadenregler – Parameter	29
Kaskadenregleroption, 27-**	29
Regelung und Zustand, 27-0*	29

Konfiguration, 27-1*	30
Bandbreiteneinstellungen, 27-2*	31
Zuschaltdrehzahl, 27-3*	34
Zuschalteinstell., 27-4*	35
Wechseleinstell., 27-5*	37
Anschlüsse, 27-7*	38
Anzeigen, 27-9*	39
Kaskadenregleroption 27-**	41
8 Anhang A - Anwendungshinweis Master/Folgeantrieb	43
Master/Folgeantrieb-Betrieb	43
Index	46

1 Sicherheit und Vorsichtsmaßnahmen

1

1.1.1 Warnung vor Hochspannung



Der Frequenzumrichter und die MCO 101-Optionskarte stehen bei Netzanschluss unter lebensgefährlicher Spannung. Unsachgemäße Installation des Motors oder des Frequenzumrichters kann eine Beschädigung der Geräte sowie schwere oder sogar tödliche Verletzungen zur Folge haben. Halten Sie daher unbedingt die Anweisungen in diesem Handbuch sowie die lokalen und nationalen Sicherheitsvorschriften ein.

1.1.2 Sicherheitshinweise



Vor Verwendung von Funktionen, die die Personensicherheit direkt oder indirekt beeinflussen (z. B. **Sicherer Stopp** oder andere Funktionen, die den Motor zum Anhalten zwingen oder versuchen, ihn in Betrieb zu halten), muss eine gründliche **Risikoanalyse** und eine **Systemprüfung** durchgeführt werden. Die Systemprüfungen **müssen** die Prüfung von Fehlermodi im Hinblick auf Steuersignale (analoge und digitale Signale und serielle Kommunikation) einschließen.

- Stellen Sie sicher, dass der Frequenzumrichter korrekt geerdet ist.
- Die Stecker für die Motor- und Netzversorgung dürfen nicht entfernt werden, während der Frequenzumrichter an die Netzversorgung angeschlossen ist.
- Schützen Sie Benutzer gegen Versorgungsspannung.
- Schützen Sie den Motor gegen Überlastung gemäß nationalen und lokalen Vorschriften.
- Der Erdableitstrom liegt höher als 3,5 mA.
- Die [OFF]-Taste ist kein Sicherheitsschalter. Sie trennt den Frequenzumrichter nicht vom Netz.




1.1.3 Vermeiden des unerwarteten Anlaufs

Während der Frequenzumrichter an die Netzversorgung angeschlossen ist, kann der Motor über digitale Befehle, Busbefehle, Sollwerte oder über die LCP-Bedieneinheit gestartet/gestoppt werden.

- Trennen Sie den Frequenzumrichter sowie die MCO 101-Optionskarte vom Netz, wenn ein unerwarteter Anlauf aus Gründen des Personenschutzes verhindert werden soll.
- Um einen unerwarteten Anlauf zu vermeiden, betätigen Sie stets die [OFF]-Taste, bevor Sie Parameter ändern.

1.1.4 Software-Version

Erweiterter Kaskadenregler für
VLT AQUA Drive FC 200
 Produkthandbuch
 Software-Version: 1.24

Dieses Produkthandbuch ist für alle Kaskadenregloptionen (erweitert) mit Software-Version 1.24 bestimmt.

1



ACHTUNG!

MCO 101 wird in der Software ab Version 1.05, MCO 102 ab Version 1.24 unterstützt.

Beim Lesen dieser Betriebsanleitung werden Sie auf verschiedene Symbole stoßen, bei denen besondere Aufmerksamkeit geboten ist.

Es handelt sich um folgende Symbole:



Kennzeichnet eine allgemeine Warnung.



ACHTUNG!

Kennzeichnet einen wichtigen Hinweis.



Kennzeichnet eine Warnung vor Hochspannung.

1.1.5 Vorsicht



Die Zwischenkreiskondensatoren des Frequenzumrichters bleiben auch nach Abschalten der Netzversorgung eine gewisse Zeit geladen. Zum Schutz vor elektrischem Schlag ist der Frequenzumrichter vor allen Wartungsarbeiten vom Netz zu trennen. Vor Ausführung von Wartungs- oder Reparaturarbeiten am Frequenzumrichter ist mindestens so lange wie nachstehend angegeben zu warten.

Nennspannung	Min. Wartezeit			
	4 Min.	15 Min.	20 Min.	30 Min.
200 - 240 V	0,25 - 3,7 kW	5,5 - 45 kW		
380 - 480 V	0,37 - 7,5 kW	11 - 90 kW	110 - 250 kW	315 - 1000 kW
525 - 600 V	0,75 kW - 7,5 kW	11 - 90 kW		
525 - 690 V			45 - 400 kW	450 - 1200 kW

Achtung! Auch wenn die Betriebs-LEDs nicht mehr leuchten, kann eine gefährlich hohe Spannung im Zwischenkreis vorhanden sein.

2 Einführung

2

2.1.1 Einführung zu MCO 101 und MCO 102

MCO 101 und 102 sind Erweiterungsoptionen, mit denen die Anzahl unterstützter Pumpen und die Funktionalität des integrierten Kaskadenreglers im VLT® AQUA Drive erweitert werden.

Der erweiterte Kaskadenregler kann in zwei unterschiedlichen Betriebsarten eingesetzt werden.

Er kann entweder mit den erweiterten Funktionen eingesetzt werden, die von Parametergruppe 27-** bestimmt werden, oder er kann dazu dienen, die Anzahl verfügbarer Relais für den einfachen Kaskadenregler zu erweitern, der von Parametergruppe 25-** gesteuert wird.

Wenn eine der Kaskadenregloptionen installiert ist, wird nur Gruppe 27 angezeigt. Wenn die Option die Relais des integrierten Kaskadenreglers, programmiert über Parametergruppe 25, erweitern soll, kann der einfache Kaskadenregler in Par. 27-10 aktiviert werden. Anschließend wird Gruppe 25 wieder im Hauptmenü angezeigt. Wird 27-10 auf Einfachen Kaskadenregler programmiert, stehen nur die einfachen Kaskadenfunktionen zur Verfügung, allerdings erweitert um 3 Relais auf insgesamt 5 Relais.

Bei Verwendung von Gruppe 27-** Erweiterter Kaskadenregler können Anlagen mit Pumpenwechsel mit 2 Relais pro Pumpe eingerichtet werden, sodass externes Zubehör entfällt.

Mit MCO 101 können insgesamt 5 Relais in Kaskade mit MCO 102 verwendet werden. Insgesamt können 8 Pumpen geregelt werden.

ACHTUNG!

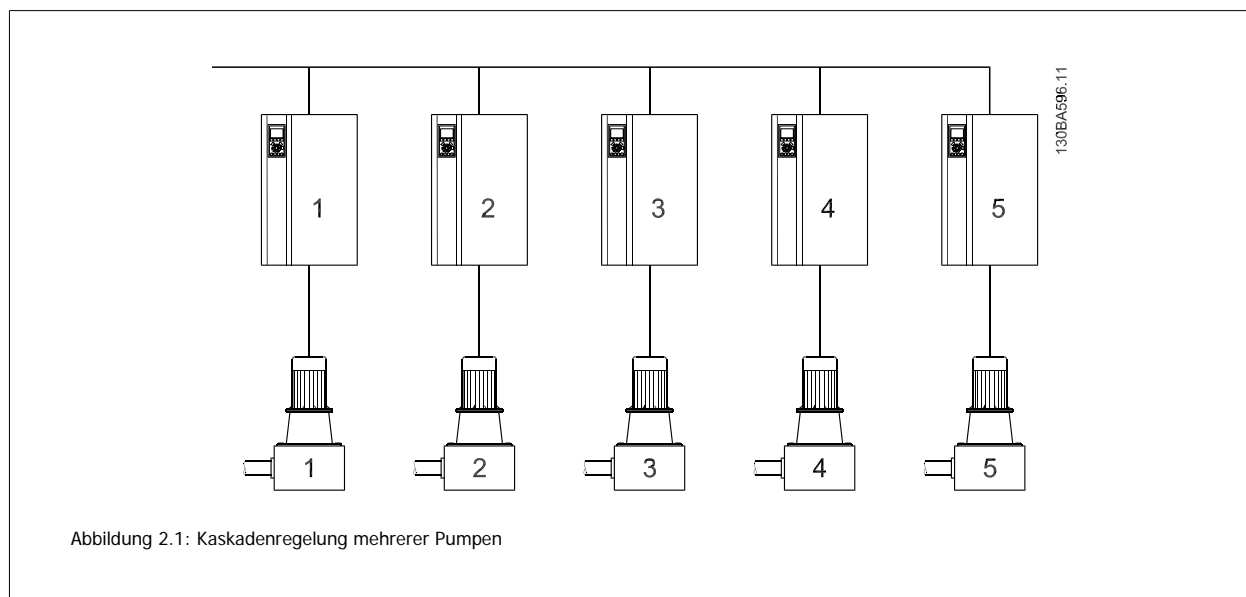
Bei installierter Relaisoption MCO 102 kann Relaisoption MCB 105 die Relaiszahl auf 13 erhöhen.

2.1.2 Erweiterter Kaskadenregler MCO 101 und Erweiterter Kaskadenregler MCO 102

Kaskadenregelung ist ein allgemein übliches Regelungssystem, das zur energieeffizienten Regelung von parallelen Pumpen oder Lüftern herangezogen wird.

Mit der Kaskadenregloption können mehrere parallel konfigurierte Pumpen wie eine einzige größere Pumpe geregelt werden.

Mit Kaskadenreglern werden zwecks Regelung des gewünschten Durchflusses oder Drucks einzelne Pumpen nach Bedarf automatisch zugeschaltet und abgeschaltet. Außerdem wird die Drehzahl der an einen VLT AQUA angeschlossenen Pumpen geregelt, um so eine konstante Ausgangsleistung zu erzielen.



Bei den Kaskadenreglern handelt es sich um optionale Hardware- und Softwarekomponenten für den VLT AQUA. Der erweiterte Kaskadenregler ist eine Optionskarte mit drei Relais, die in Optionssteckplatz B des Frequenzumrichters installiert wird. Nach der Installation der Optionskarten können die für den Betrieb des Kaskadenreglers erforderlichen Parameter auf der Bedieneinheit in Parametergruppe 27-** abgerufen werden. Der erweiterte Kaskadenregler verfügt im Vergleich zum einfachen Kaskadenregler über eine erweiterte Funktionalität. Mit der Optionskarte kann der einfache Kaskadenregler um drei Relais erweitert werden, bei der erweiterten Kaskadenreglerkarte 2 sogar um 8 Relais.

Der Kaskadenregler wurde grundsätzlich für den Einsatz mit Pumpenanwendungen entwickelt, und der Fokus dieses Dokuments liegt auch auf diesem Anwendungsbereich. Die Kaskadenregler eignen sich jedoch für alle Anwendungen, die mehrere parallel konfigurierte Motoren erfordern.

2.1.3 Allgemeine Beschreibung

Die Software für den Kaskadenregler läuft auf dem VLT AQUA, auf dem die Kaskadenregleroptionskarte installiert ist. Dieser Frequenzumrichter wird als Master bezeichnet. Er regelt einen Satz von Pumpen, die jeweils von einem Frequenzumrichter geregelt werden oder direkt über ein Schütz oder einen Softstarter an die Netzversorgung angeschlossen sind.

Zusätzliche Frequenzumrichter im System werden als Folgeantrieb bezeichnet. Bei diesen Frequenzumrichtern ist die Installation der Optionskarte für den Kaskadenregler nicht erforderlich. Sie werden mit Drehzahlsteuerung betrieben und erhalten ihren Drehzahlsollwert vom Master. Die an diese Frequenzumrichter angeschlossenen Pumpen werden als Pumpen mit variabler Drehzahl bezeichnet.

Weitere über ein Schütz oder einen Softstarter an die Netzversorgung angeschlossene Pumpen werden als Pumpen mit konstanter Drehzahl bezeichnet.

Jede Pumpe, ob mit variabler oder konstanter Drehzahl, wird über ein Relais im Master geregelt. Der Frequenzumrichter mit der Optionskarte für den Kaskadenregler verfügt über fünf Relais zur Pumpenregelung. Zwei (2) Standardrelais im Frequenzumrichter und drei zusätzliche Relais auf der Optionskarte MCO 101 oder 8 Relais und 7 Digitaleingänge auf der Optionskarte MCO 102.

Der Unterschied zwischen MCO 101 und MCO 102 besteht hauptsächlich in der Zahl optionaler Relais, die für den Frequenzumrichter zur Verfügung gestellt werden. Wenn MCO 102 installiert ist, kann die Relaisoptionskarte MCB 105 im B-Steckplatz eingebaut werden.

Der Kaskadenregler kann eine Kombination aus Pumpen mit variabler und konstanter Drehzahl regeln. Mögliche Konfigurationen werden im nächsten Abschnitt detailliert beschrieben. Der Einfachheit halber werden in diesem Handbuch zur Beschreibung der variablen Ausgangsleistungen des Pumpensatzes, der vom Kaskadenregler geregelt wird, die Begriffe „Druck“ und „Durchfluss“ verwendet.

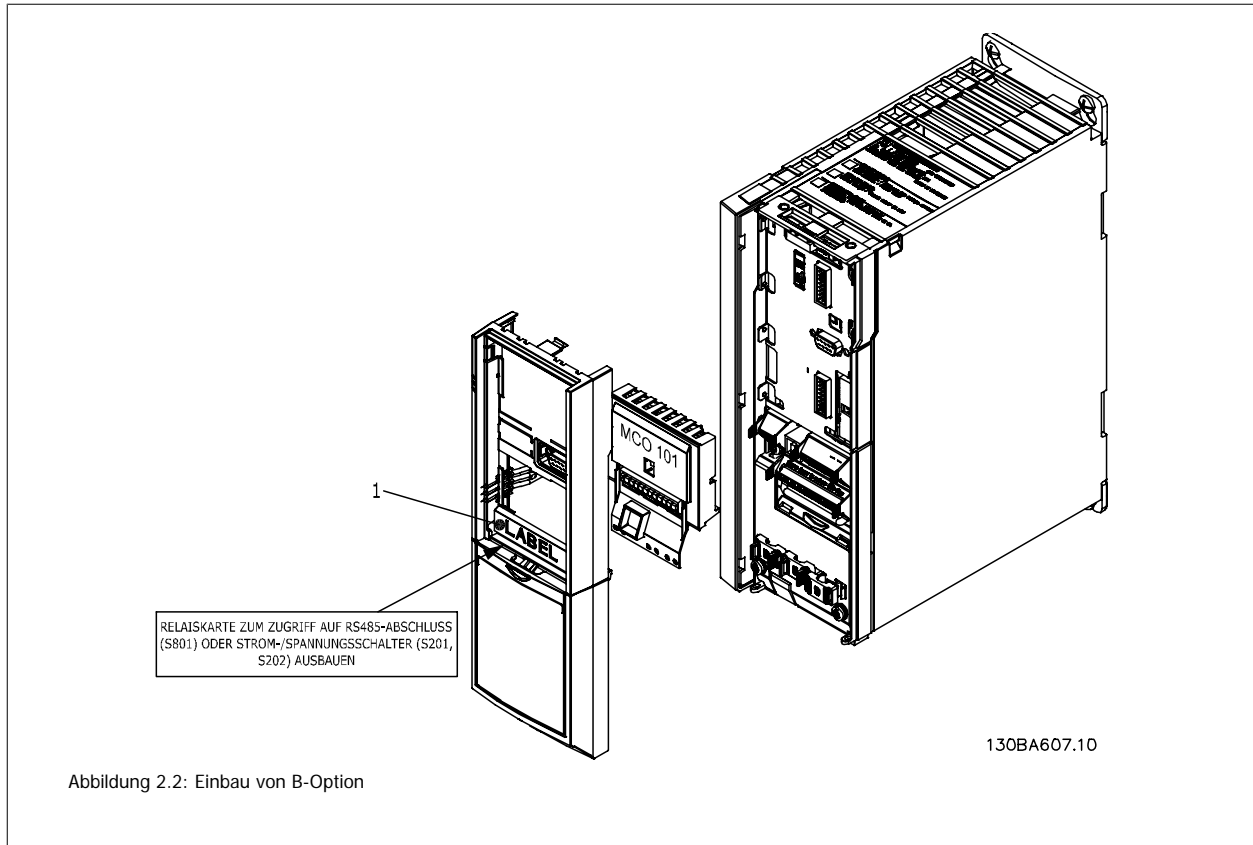
2.1.4 Erweiterte Kaskadenregelung MCO 101

Die Option MCO 101 umfasst 3 Wechsler und kann in Optionssteckplatz B montiert werden.

Elektrische Daten:

Max. Klemmenleistung (AC)	240 V AC 2 A
Max. Klemmenleistung (DC)	24 V DC 1 A
Min. Klemmenleistung (DC)	5 V 10 mA
Max. Taktfrequenz bei Nennlast/min. Last	6 min ⁻¹ /20 s ⁻¹

2



Warnung - Doppelte Stromversorgung



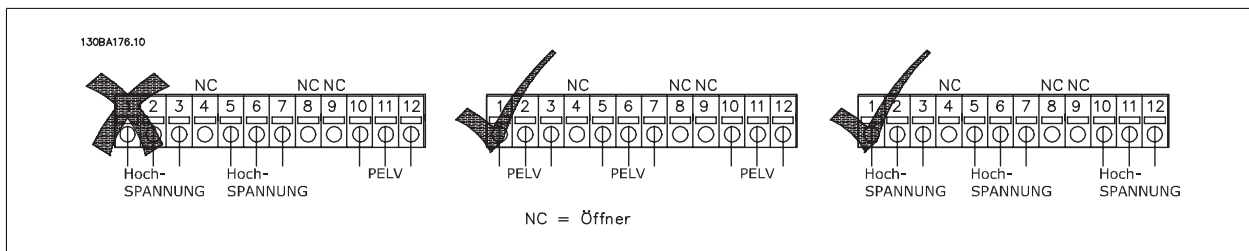
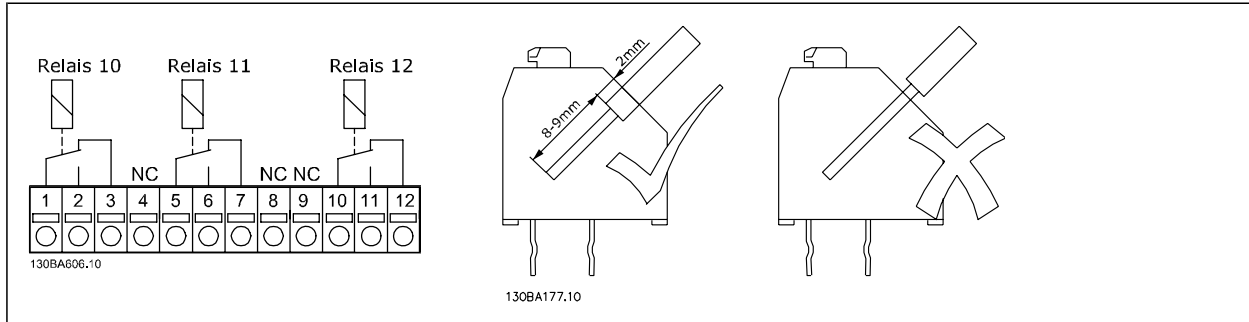
ACHTUNG!

Der Aufkleber MUSS wie gezeigt an der oberen Frontabdeckung angebracht werden (UL-Zulassung).

Installation der Option MCO 101:

- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter muss unterbrochen werden.
- Die Energiezufuhr zu den spannungsführenden Teilen der Relaisklemmen muss unterbrochen werden.
- LCP-Bedieneinheit, Klemmenabdeckung und Gestell vom FC 202 entfernen.
- Option MCB 101 in Optionssteckplatz B stecken.
- Die Steuerkabel anschließen und die Kabel über die beigefügten Kabellaschen am Gehäuse befestigen.
- Verschiedene Systeme dürfen nicht kombiniert werden.
- Das verlängerte Gestell und die Klemmenabdeckung anbringen.
- Die LCP-Bedieneinheit wieder aufstecken.
- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter wieder herstellen.

Verdrahtung der Klemmen



Niederspannungs- und PELV-Systeme dürfen nicht miteinander kombiniert werden.

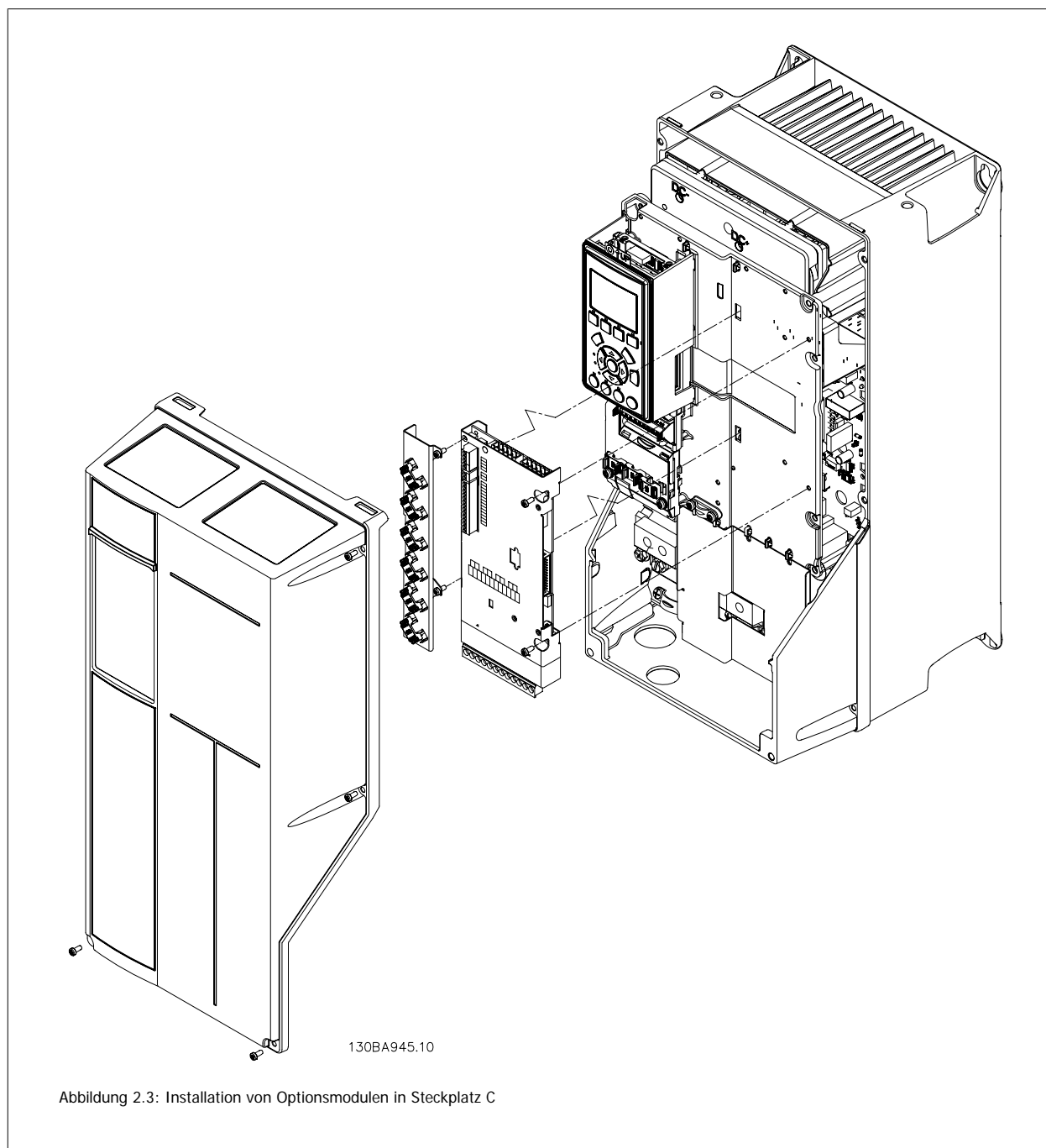
2.1.5 Erweiterte Kaskadenregelung MCO 102

Die Option MCO 102 unterstützt maximal 8 Pumpen und kann die Führungspumpe mit 2 Frequenzumrichterrelais pro Pumpe wechseln. Dies vermeidet externe Zusatzschalter und senkt die Installationskosten.

Wenn MCO 102 (C-Option) verwendet wird, kann die Relaiszahl durch Ergänzung von MCB 105 (B-Option) auf insgesamt 13 erhöht werden.

Elektrische Daten:

Max. Klemmenleistung (AC)	240 V AC 2 A
Max. Klemmenleistung (DC)	24 V DC 1 A
Min. Klemmenleistung (DC)	5 V 10 mA
Max. Taktfrequenz bei Nennlast/min. Last	6 min ⁻¹ /20 s ⁻¹

**ACHTUNG!**

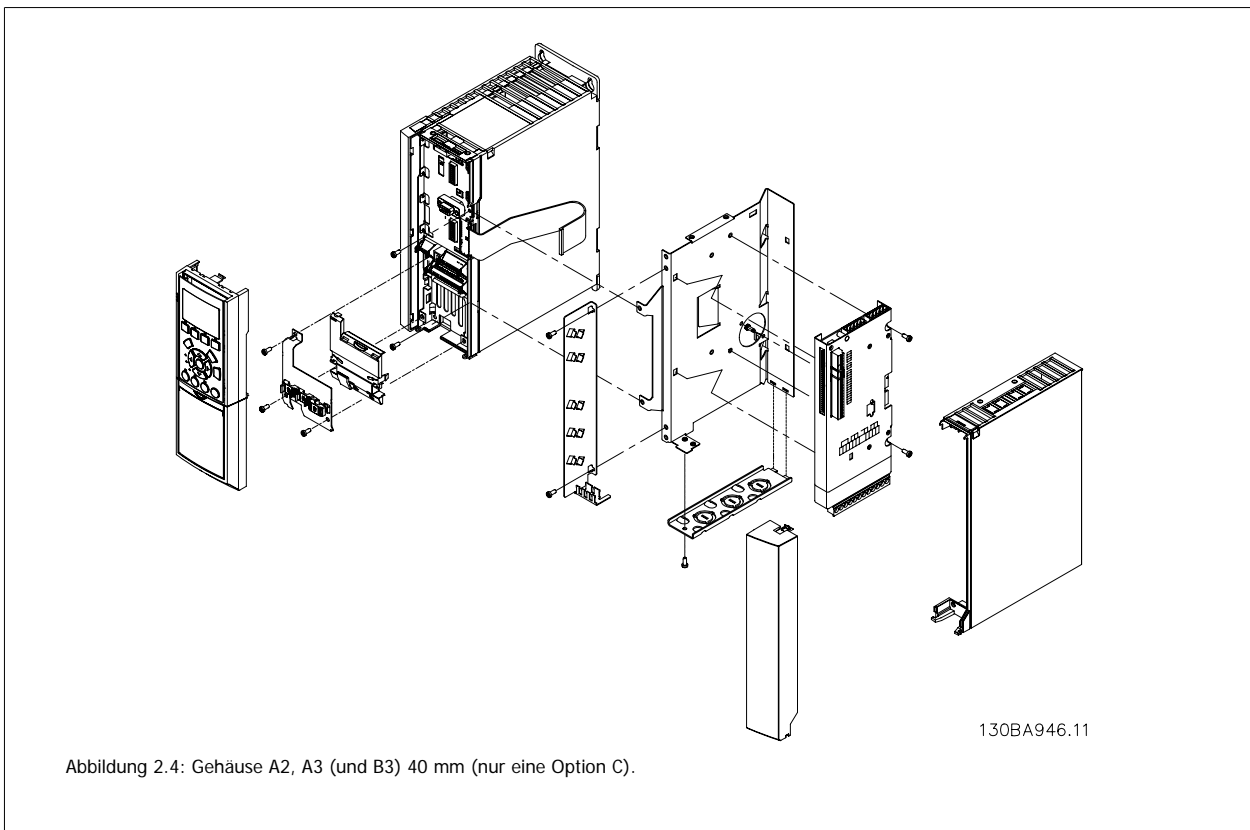
Vor Beginn die Stromversorgung zum Frequenzumrichter unterbrechen! Die Optionskarte darf unter keinen Umständen während des laufenden Betriebs in den Frequenzumrichter eingebaut werden.

2

Installation der Option MCO 102:

- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter unterbrechen.
- Die Energiezufuhr zu den spannungsführenden Teilen der Relaisklemmen muss unterbrochen werden.
- LCP-Bedieneinheit, Klemmenabdeckung und Gestell vom FC 202 entfernen.
- Option MCB 102 in Optionssteckplatz B stecken.
- Die Steuerkabel anschließen und die Kabel über die beigefügten Kabellaschen am Gehäuse befestigen.
- Verschiedene Systeme dürfen nicht kombiniert werden.
- Das verlängerte Gestell und die Klemmenabdeckung anbringen.
- Die LCP-Bedieneinheit wieder aufstecken.
- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter wieder herstellen.

Die Optionskarte für erweiterten Kaskadenregler MCO 102 ist ausschließlich für den Einsatz im Optionssteckplatz C1 vorgesehen. Die Montageposition für C1-Optionen ist in der nachstehenden Zeichnung dargestellt.



Verdrahtung der Klemmen:

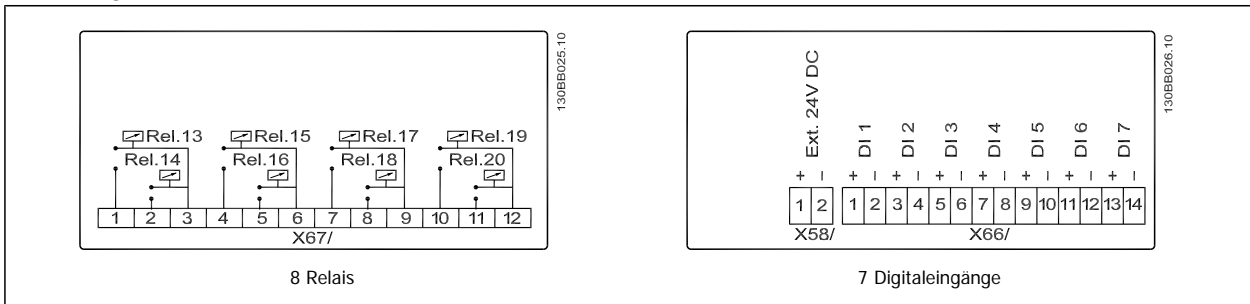


Tabelle 2.1: Klemmenanschlüsse für erweiterten Kaskadenregler MCO 102

3 Unterstützte Konfiguration

3.1.1 Einführung

Die beiden erweiterten Kaskadenregler unterstützen mehrere verschiedene Pumpen- und Frequenzumrichter-Konfigurationen. Alle Konfigurationen müssen mindestens eine Pumpe mit variabler Drehzahl beinhalten, die durch einen VLT AQUA mit installierter Optionskarte für die erweiterten Kaskadenregler geregelt wird. Sie unterstützen zwischen 1 bis 8 zusätzliche Pumpen, die jeweils entweder an einen Danfoss-Frequenzumrichter mit Master/Folgeantrieb oder über ein Schütz oder einen Softstarter für ein Direkteinschaltssystem an die Netzversorgung angeschlossen sind.

Bei der Einrichtung des Systems muss eine Hardware-Konfiguration erstellt werden, die dem Master mitteilt, wie viele Pumpen und Frequenzumrichter angeschlossen sind. Die notwendige Hardware wird in den folgenden Beispielen für Hardware-Konfigurationen erklärt.

3

Im Folgenden werden die Funktionen und die Verwendung der erweiterten Kaskade in Parametergruppe 27 beschrieben:

3.1.2 Erweiterung des einfachen Kaskadenreglers

Verwendung der erweiterten Kaskadenregleroption MCO 101 als Erweiterung des einfachen Kaskadenreglers, der im Frequenzumrichter integriert ist

In Anwendungen, die bereits vom integrierten Kaskadenregler in Gruppe 25** geregelt werden, kann mit der Optionskarte die Anzahl von Relais für die Kaskadenregelung erweitert werden. Dies ist z. B. notwendig, wenn eine neue Pumpe im System ergänzt wird. Sie kann ebenfalls verwendet werden, falls die Führungspumpe in Anlagen mit mehr als 2 Frequenzumrichtern gewechselt werden soll, da dies die Begrenzung für den einfachen Kaskadenregler ohne installierte Option MCO 101 ist.

Installieren Sie die Option in Steckplatz B und aktivieren Sie den einfachen Kaskadenregler in Par. 27-10. Zu Einstellungen für die Parametergruppe 25 siehe bitte das AQUA Programmierungshandbuch.

Beispiel: Schaltplan für benötigtes externes Zubehör bei Anlagen mit wechselnder Führungspumpe unter 4 Pumpen, mit Verwendung des einfachen Kaskadenreglers und von MCO 101 als Relaiserweiterung.

3

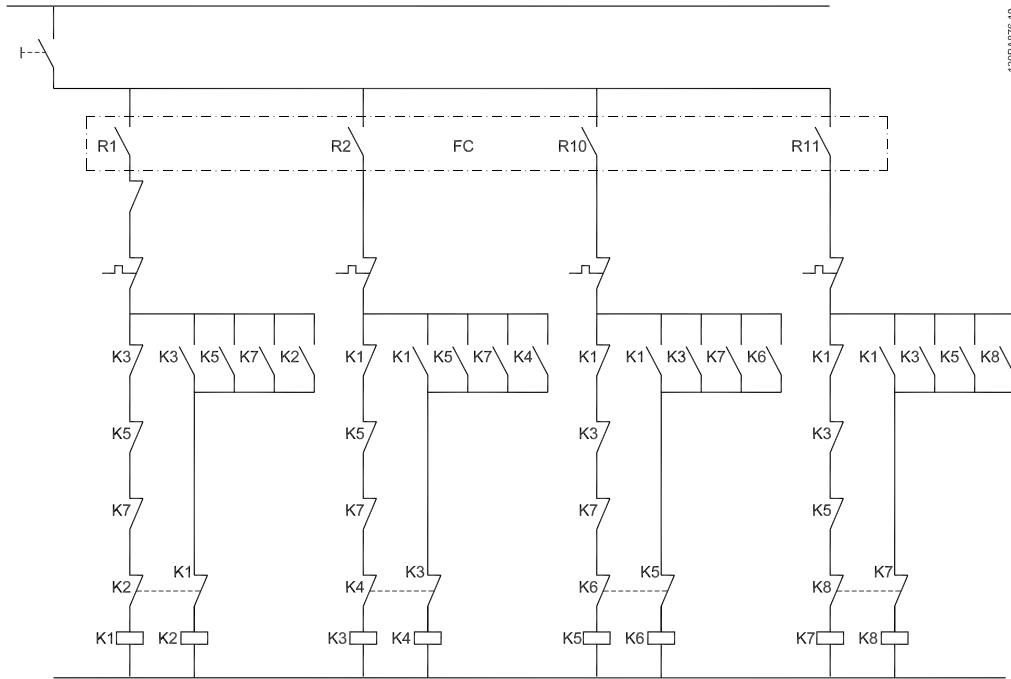


Abbildung 3.1: Steuerschaltkreis bei wechselnder Führungspumpe (4 Pumpen)

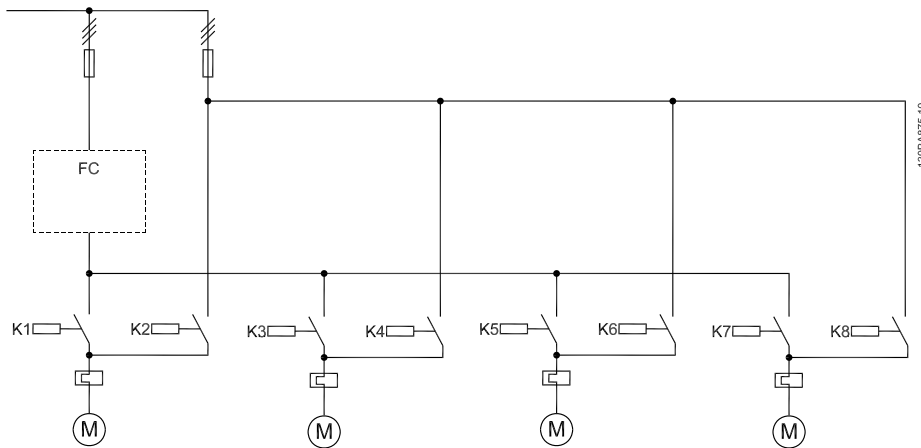
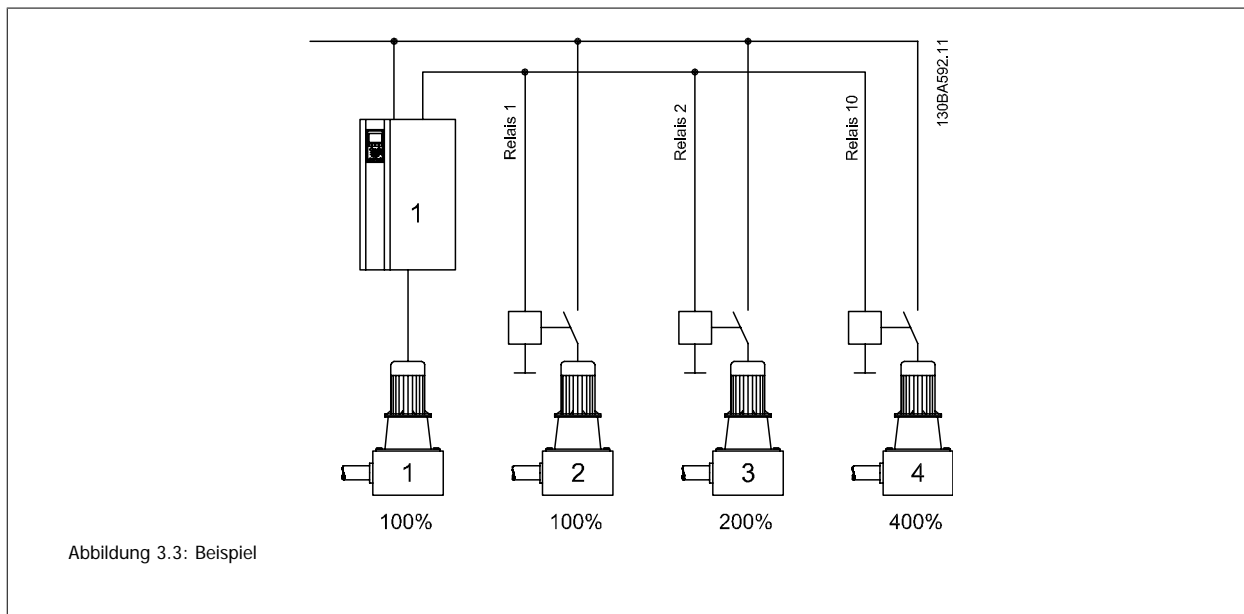


Abbildung 3.2: Netzschaltkreis bei wechselnder Führungspumpe (4 Pumpen)

3.1.3 Konfiguration von Pumpen mit konstanter Drehzahl

In dieser Konfiguration regelt ein einzelner Frequenzumrichter eine Pumpe mit variabler Drehzahl sowie bis zu sieben Pumpen mit konstanter Drehzahl. Die Pumpen mit konstanter Drehzahl werden nach Bedarf direkt über Schütze zugeschaltet oder abgeschaltet. Die einzelne, an den Frequenzumrichter angeschlossene Pumpe sorgt für die zwischen den jeweiligen Stufen erforderliche Feinregelung.

Die direkt eingeschalteten Pumpen werden je nach Istwert zu- oder abgeschaltet.



Die für diese Konfiguration erforderlichen Relaiseinstellungen in Parametergruppe 27-7* „Anschlüsse“ lauten wie folgt:

- 27-70 RELAIS 1 → [73] Pumpe 2 an Netz
- 27-71 RELAIS 2 → [74] Pumpe 3 an Netz
- 27-72 RELAIS 10 → [75] Pumpe 4 an Netz
- 27-73 RELAIS 11 → [0] Standardrelais
- 27-74 RELAIS 12 → [0] Standardrelais

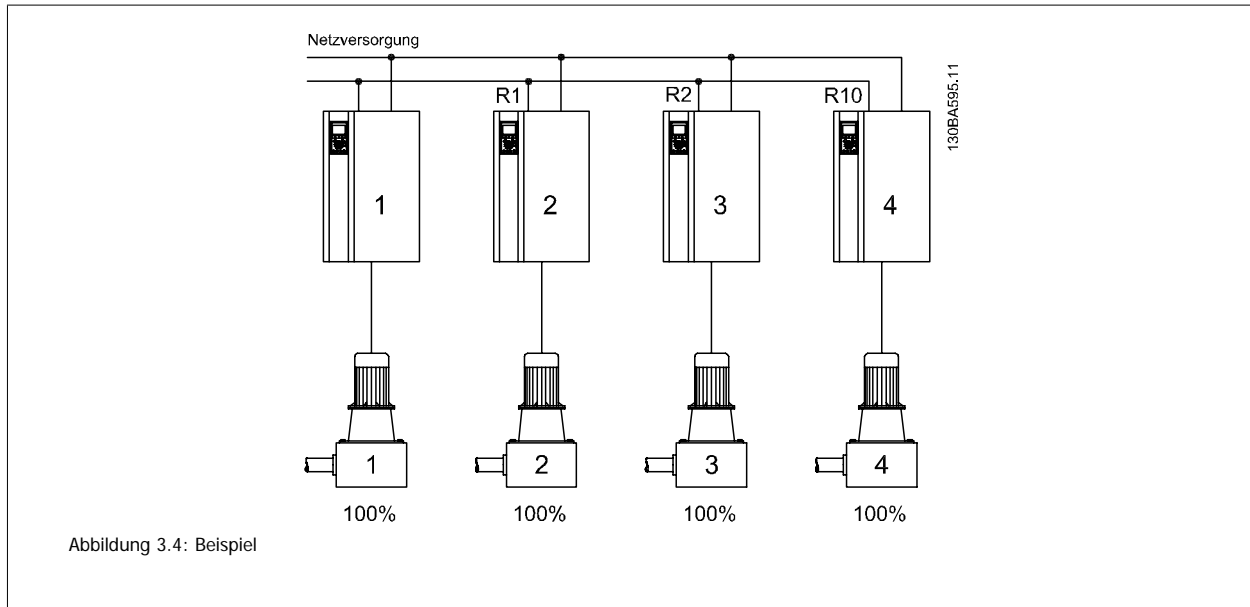
Die Konfiguration von Pumpen mit konstanter Drehzahl ist eine kostengünstige Methode zur Regelung von bis zu sechs Pumpen. Die Ausgangsleistung wird durch Regelung der Anzahl laufender Pumpen sowie der Drehzahl der einzelnen Pumpe mit variabler Drehzahl geregelt. Während des Übergangs zwischen Zuschalten und Abschalten von Pumpen kommt es jedoch zu höheren Druckschwankungen, und diese Konfiguration ist möglicherweise weniger energiesparend als die Master-Folgeantrieb-Konfigurationen.

3.1.4 Master-Folgeantrieb-Konfiguration

In dieser Konfiguration wird jede Pumpe von einem Frequenzumrichter geregelt. Alle Pumpen und Frequenzumrichter müssen gleicher Größe sein. Das Zuschalten und Abschalten von Pumpen erfolgt gemäß der Drehzahl der Frequenzumrichter. Der konstante Druck wird vom Master über PID-Regler geregelt. Die Drehzahl ist bei allen laufenden Pumpen mit erweiterter Regelung identisch. Es können bis zu 6 Pumpen geregelt werden (bei erweiterter Regelung 2 bis zu 8 Pumpen).

3

Im Master/Folgeantrieb-Modus unterstützt MCO 101 bis zu 6 Pumpen, MCO 102 bis zu 8 Pumpen. Nähere Informationen entnehmen Sie bitte dem Abschnitt *Anwendung von Master/Folgeantrieb-Betrieb für FC 200* (Anhang A).



Die für diese Konfiguration erforderlichen Relaisinstellungen in Parametergruppe 27-7* „Anschlüsse“ lauten wie folgt:

- 27-70 RELAIS 1 → [1] Frequenzumrichter 2 Ein
- 27-71 RELAIS 2 → [2] Frequenzumrichter 3 Ein
- 27-72 RELAIS 10 → [3] Frequenzumrichter 4 Ein
- 27-73 RELAIS 11 → [0] Standardrelais
- 27-74 RELAIS 12 → [0] Standardrelais

Die Master-Folgeantrieb-Konfiguration ermöglicht einen leichten Übergang von einer Stufe zur nächsten sowie einen optimalen energiesparenden Betrieb. Für die meisten Anlagen ist dies dank der Energieeinsparungen die kostengünstigste Konfiguration.

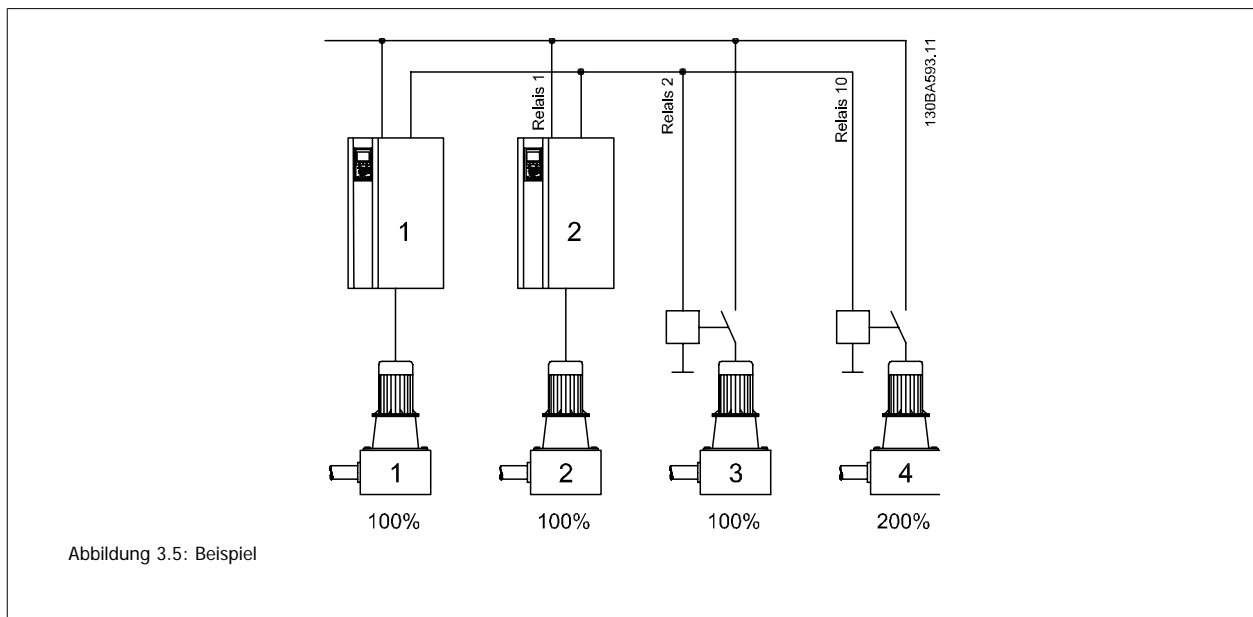
Das System gleicht automatisch die Laufzeit aller Pumpen abhängig von der Pumpenpriorität, die in Par. 27-16 eingestellt worden ist, aus. Das Master/Folgeantrieb-System bietet ein gewisses Maß an Redundanz. Wenn der Master abschaltet, steuert er weiterhin die Folgeantriebe.

Die externe 24 V DC-Stromversorgung MCB-107 kann ergänzt werden, um das Redundanzniveau zu erhöhen.

Es hält außerdem den Verschleiß von Pumpen und Motoren auf einem Minimum. Die Relais, die auf [0] Std. Relais eingestellt sind, können als Universalrelais verwendet werden, geregelt durch Parameter in Gruppe 5-4*.

3.1.5 Konfiguration mit unterschiedlichen Pumpen

Die Konfiguration mit unterschiedlichen Pumpen unterstützt eine Kombination aus an Frequenzumrichter angeschlossenen Pumpen mit konstanter Drehzahl und zusätzlichen Pumpen mit konstanter Drehzahl. In dieser Konfiguration müssen die Pumpen mit variabler Drehzahl und die Frequenzumrichter über die gleiche Leistung verfügen. Die Pumpen mit konstanter Drehzahl können über unterschiedliche Leistungen verfügen. Die Pumpen mit variabler Drehzahl werden gemäß der Drehzahl des Frequenzumrichters zuerst zu- oder abgeschaltet. Die Pumpen mit konstanter Drehzahl werden gemäß dem Istwertdruck zuletzt zu- oder abgeschaltet.



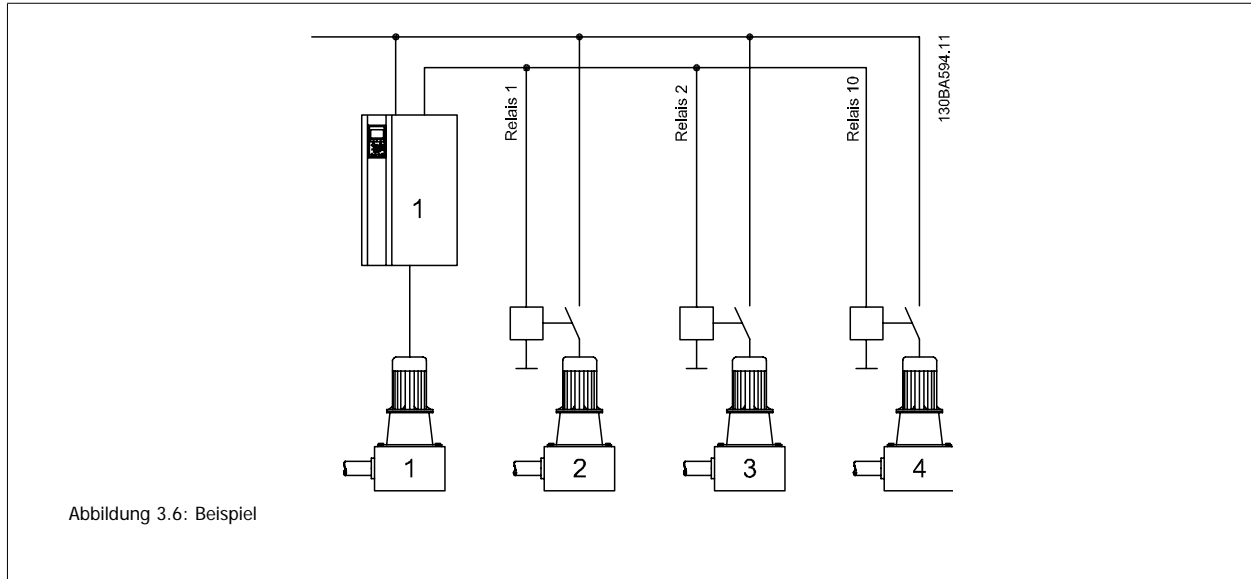
Die für diese Konfiguration erforderlichen Relaiseinstellungen in Parametergruppe 27-7* „Anschlüsse“ lauten wie folgt:

- 27-70 RELAIS 1 → [1] Frequenzrichter 2 Ein
- 27-71 RELAIS 2 → [74] Pumpe 3 an Netz
- 27-72 RELAIS 10 → [75] Pumpe 4 an Netz
- 27-73 RELAIS 11 → [0] Standardrelais
- 27-74 RELAIS 12 → [0] Standardrelais

Diese Konfiguration kombiniert Vorteile der Master/Folgeantrieb-Konfiguration mit anfänglichen Kosteneinsparungen der Konfiguration mit konstanter Drehzahl. Die Konfiguration ist sinnvoll, wenn die zusätzliche Kapazität der Pumpen mit konstanter Drehzahl nur selten erforderlich ist.

3.1.6 Konfiguration von Pumpen unterschiedlicher Größe

Mit der Konfiguration von Pumpen unterschiedlicher Größe kann eine begrenzte Anzahl von unterschiedlich großen Pumpen mit konstanter Drehzahl konfiguriert werden. So wird mit einer minimalen Anzahl an Pumpen eine maximale Ausgangsleistung erzielt.



Die für diese Konfiguration erforderlichen Relaiseinstellungen in Parametergruppe 27-7* „Anschlüsse“ lauten wie folgt:

- 27-70 RELAIS 1 → [73] Pumpe 2 an Netz
- 27-71 RELAIS 2 → [74] Pumpe 3 an Netz
- 27-72 RELAIS 10 → [75] Pumpe 4 an Netz
- 27-73 RELAIS 11 → [0] Standardrelais
- 27-74 RELAIS 12 → [0] Standardrelais

Nicht alle Konfigurationen von Pumpen unterschiedlicher Größe sind zulässig. Zulässige Konfigurationen müssen das Zuschalten von Pumpen in Schritten von 100 % der maximalen Durchflussleistung der Pumpe mit variabler Drehzahl des Master unterstützen. Dies ist notwendig, da die Pumpe mit variabler Drehzahl in der Lage sein muss, die Ausgangsleistung zwischen den Pumpen mit konstanter Drehzahl zu regeln.

Zulässige Konfigurationen

100 % wird definiert als der maximale Durchfluss, der von der an den Master angeschlossenen Pumpe erzeugt wird. Die Pumpen mit konstanter Drehzahl müssen über ein Vielfaches dieser Durchflussleistung verfügen.

Variable Drehzahl	Konstante Drehzahl
100%	100% + 200%
100%	100% + 200% + 200%
100%	100% + 100% + 300%
100%	100% + 100% + 300% + 300%
100%	100% + 200% + 400%
100% + 100%	200%
100% + 100%	200% + 200%

(Es sind auch andere zulässige Konfigurationen möglich.)

Unzulässige Konfigurationen

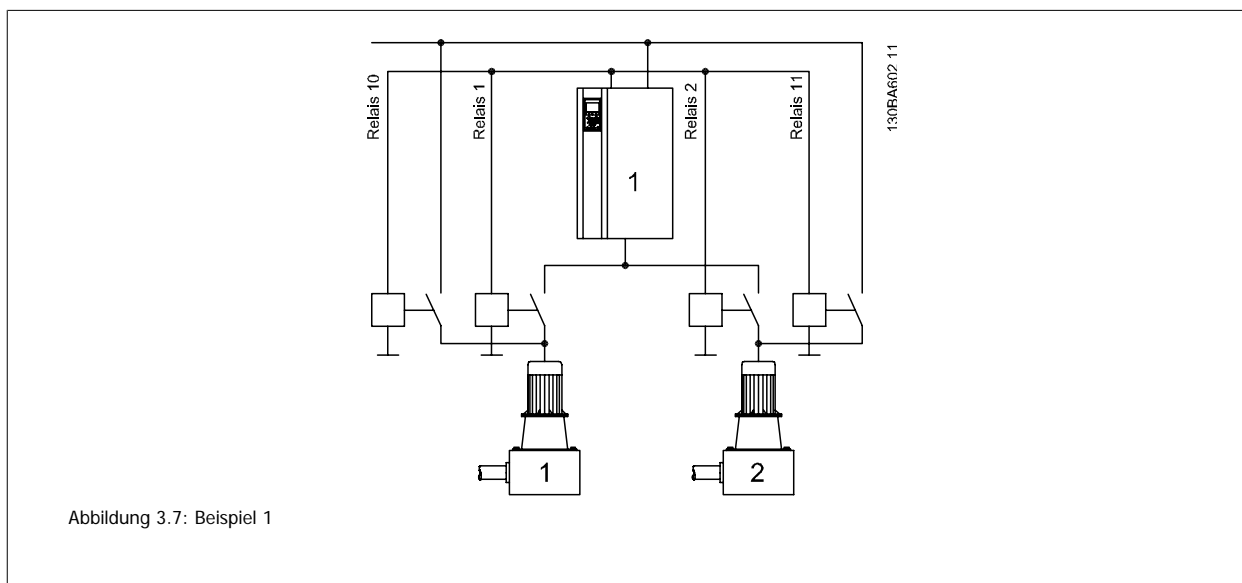
Der Betrieb mit unzulässiger Konfiguration ist zwar möglich, es werden jedoch nicht alle Pumpen zugeschaltet. So ist im Falle eines Pumpenausfalls oder einer Pumpenverriegelung in dieser Konfiguration immer noch ein eingeschränkter Betrieb möglich.

Variable Drehzahl	Konstante Drehzahl	
100%	200%	(keine Regelung zwischen 100 % und 200 %)
100%	100% + 300%	(keine Regelung zwischen 200 % und 300 %)
100%	100% + 200% + 600%	(keine Regelung zwischen 400 % und 600 %)

3.1.7 Konfiguration mit unterschiedlichen Pumpen mit Pumpenwechsel

In dieser Konfiguration kann der Frequenzumrichter zwischen zwei Pumpen wechseln und zusätzlich weitere Pumpen mit konstanter Drehzahl regeln. Der Kaskadenregler versucht, die Pumpenlaufzeiten gemäß den Einstellungen in Parameter 27-16 Laufzeitausgleich auszugleichen.

3



Bei den beiden Pumpen kann es sich um Pumpen mit variabler oder konstanter Drehzahl mit gleichen Betriebsstunden handeln.

Die für diese Konfiguration erforderlichen Relaiseinstellungen in Parametergruppe 27-7* „Anschlüsse“ lauten wie folgt:

- 27-70 RELAIS 1 → [8] Pumpe 1 an Frequenzumrichter 1
- 27-71 RELAIS 2 → [16] Pumpe 2 an Frequenzumrichter 1
- 27-72 RELAIS 10 → [72] Pumpe 1 an Netz
- 27-73 RELAIS 11 → [73] Pumpe 2 an Netz
- 27-74 RELAIS 12 → [0] Standardrelais

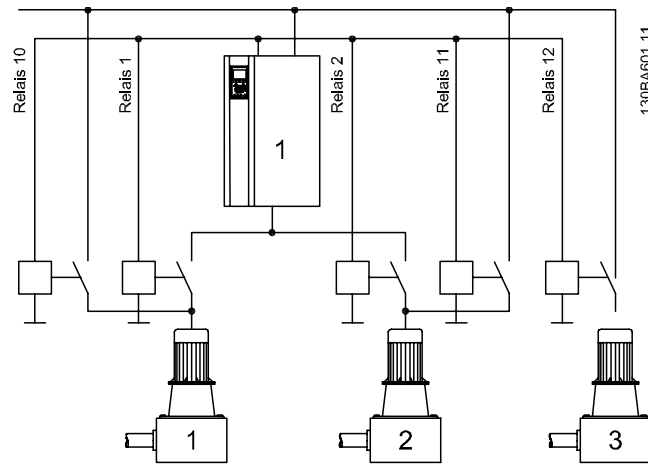


Abbildung 3.8: Beispiel 2

Bei den ersten beiden Pumpen kann es sich um Pumpen mit variabler oder konstanter Drehzahl bei gleichen Betriebsstunden zwischen allen drei Pumpen handeln, sofern der Systembedarf generell mehr als eine Pumpe erfordert.

Die für diese Konfiguration erforderlichen Relaisstellungen in Parametergruppe 27-7* „Anschlüsse“ lauten wie folgt:

- 27-70 RELAIS 1 → [8] Pumpe 1 an Frequenzumrichter 1
- 27-71 RELAIS 2 → →[16] Pumpe 2 an Frequenzumrichter 1
- 27-72 RELAIS 10 → [72] Pumpe 1 an Netz
- 27-73 RELAIS 11 → [73] Pumpe 2 an Netz
- 27-74 RELAIS 12 → [74] Pumpe 3 an Netz

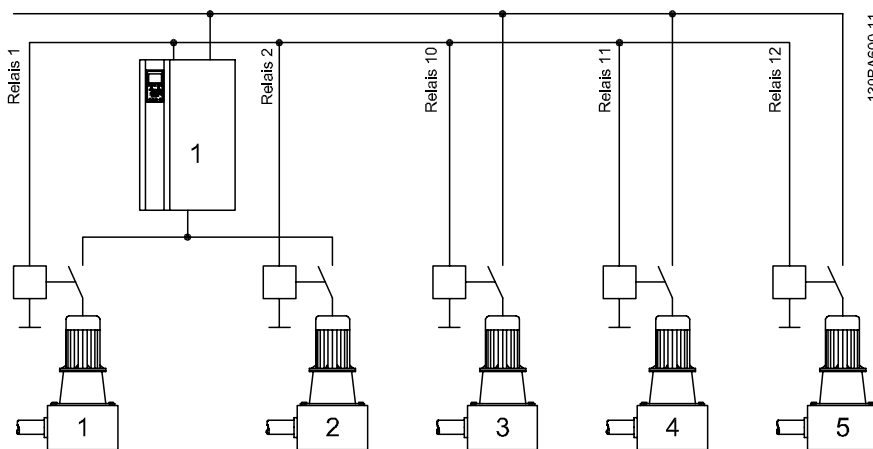


Abbildung 3.9: Beispiel 3

Die Betriebsstunden werden auf die ersten beiden Pumpen zu je 50 % verteilt. Die Pumpen mit konstanter Drehzahl werden nach Bedarf zu- oder abgeschaltet. Zwischen ihnen findet ein Laufzeitausgleich statt.

Die für diese Konfiguration erforderlichen Relaisstellungen in Parametergruppe 27-7* „Anschlüsse“ lauten wie folgt:

- 27-70 RELAIS 1 → [8] Pumpe 1 an Frequenzumrichter 1
- 27-71 RELAIS 2 → [16] Pumpe 2 an Frequenzumrichter 1
- 27-72 RELAIS 10 → [74] Pumpe 3 an Netz
- 27-73 RELAIS 11 → [75] Pumpe 4 an Netz
- 27-74 RELAIS 12 → [76] Pumpe 5 an Netz

3.1.8 Softstarter

Softstarter können in jeder Konfiguration von Pumpen mit konstanter Drehzahl anstelle von Schützen verwendet werden. Wenn Softstarter verwendet werden, müssen diese für ALLE Pumpen mit konstanter Drehzahl verwendet werden. Eine Kombination von Softstartern und Schützen führt dazu, dass der Ausgangsdruck während des Übergangs zwischen Zuschalten und Abschalten nicht mehr geregelt werden kann. Bei der Verwendung von Softstartern wird zwischen dem Zuschaltsignal und dem eigentlichen Zuschalten eine Verzögerung eingebaut. Diese Verzögerung ist aufgrund der durch den Softstarter bedingten Rampenzeit der Pumpe mit konstanter Drehzahl erforderlich.

4

4 Systemkonfiguration

4.1.1 Einführung

Die erweiterten Kaskadenregler können mithilfe der meisten Standardparameter schnell konfiguriert werden. Zunächst muss jedoch die Konfiguration der Frequenzumrichter und Pumpen im System sowie die gewünschte Regelung der Ausgangsleistung beschrieben werden.

4.1.2 Einstellung der Kaskadenparameter

Mit den Parametergruppen 27-1* „Konfiguration“ und 27-7* „Anschlüsse“ wird die Hardware-Konfiguration der Installation definiert. Zur Konfiguration des Kaskadenreglers werden zunächst den Parametern in der Parametergruppe 27-1* „Konfiguration“ Werte zugeordnet.

4

Parameter-Nr.	Beschreibung
27-10	Der erweiterte Kaskadenregler kann mithilfe des Kaskadenreglers aktiviert oder deaktiviert werden. Generell arbeitet der Kaskadenregler mit einer Kombination aus Pumpen mit konstanter und variabler Drehzahl. Wenn jede Pumpe über einen Frequenzumrichter geregelt wird, kann mithilfe der Master-Folgeantrieb-Konfiguration die Anzahl der für die Systemeinrichtung erforderlichen Parameter reduziert werden.
27-11	Anzahl Frequenzumrichter
27-12	Anzahl Pumpen (standardmäßig gleich Anzahl Frequenzumrichter)
27-14	Pumpkapazität (Geräteparameter) – Wenn alle Pumpen über die gleiche Kapazität verfügen, werden die Standardwerte übernommen. Zum Einstellen: Pumpe auswählen, OK drücken und die Kapazität einstellen.
27-16	Laufzeitausgleich (Geräteparameter) – Wenn das System die Laufzeiten der einzelnen Pumpen ausgleichen soll, die Standardwerte übernehmen.
27-17	Motorstarter – Muss für alle Pumpen mit konstanter Drehzahl gleich sein.
27-18	Laufzeit für nicht genutzte Pumpen – Abhängig von der Pumpenkapazität.

Dann werden die Relais zum Ein- und Abschalten der Pumpen definiert. Die Parametergruppe 27-7* „Anschlüsse“ enthält eine Liste der verfügbaren Relais:

- Jedem Folgeantrieb im System muss ein Relais zugewiesen werden, um den Frequenzumrichter nach Bedarf zu aktivieren/deaktivieren.
- Jeder Pumpe mit konstanter Drehzahl muss ein Relais zugewiesen werden, um das Schütz zu regeln oder den Softstarter zum Ein-/Ausschalten der Pumpe zu aktivieren.
- Wenn ein einzelner Frequenzumrichter zwischen zwei Pumpen wechseln soll, müssen zusätzliche Relais zugewiesen werden.

Nicht genutzten Relais können in Parametergruppe 5-4* Relais andere Funktionen zugewiesen werden.

4.1.3 Zusätzliche Konfiguration für mehrere Frequenzumrichter

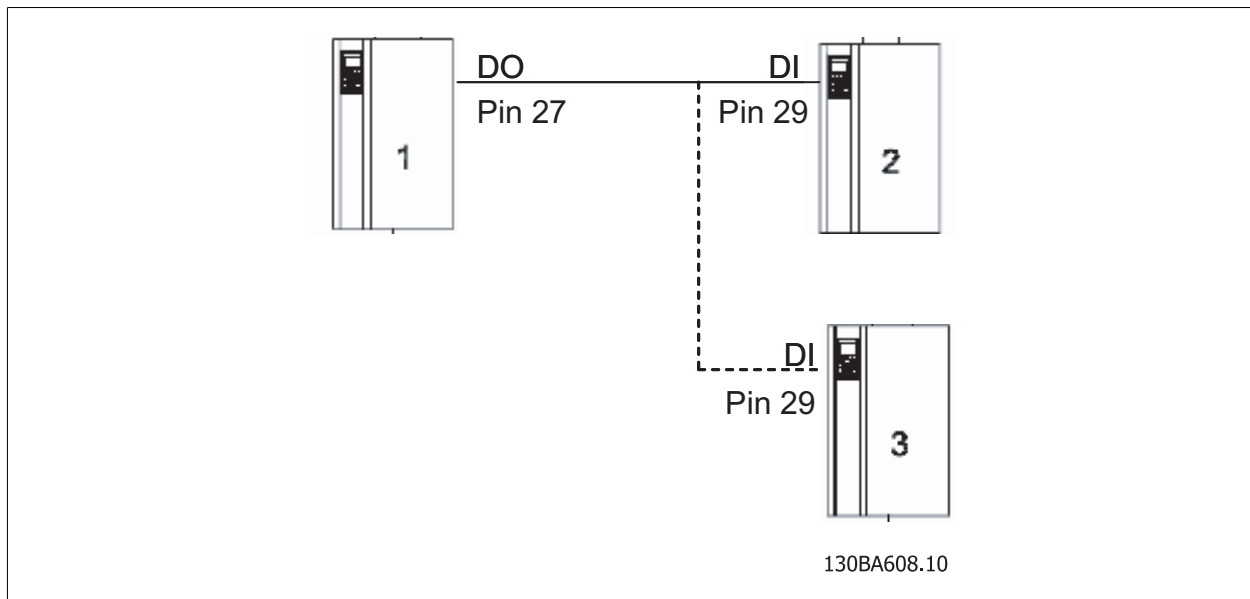
Wenn der Kaskadenregler mit mehreren Frequenzumrichtern arbeitet, muss der Master dem Folgeantrieb die Betriebsgeschwindigkeit vorgeben. Diese Information wird durch ein digitales Signal zwischen den Frequenzumrichtern übermittelt.

Der Master gibt die erforderliche Frequenz für alle Frequenzumrichter über einen Digitalausgang aus. Alle Frequenzumrichter laufen immer mit der gleichen Drehzahl. Par. 5-01 steht auf [Ausgang], Par. 5-30 auf [Pulsausgang] und Par. 5-60 auf [Kaskadensollwert].

Die Folgeantriebe dann auf Drehzahlsteuerung setzen und Digitaleingang als Drehzahlsollwert verwenden. Dazu muss Par. 1-00 Regelverfahren auf [0] Drehzahlsteuerung und Par. 3-15 auf [7] Pulseingang 29 sowie Par. 5-13 auf [32] Pulseingang eingestellt werden.

3-41 Rampenzeit Auf und 3-42 Rampenzeit Ab müssen für den Master und alle Folgeantriebe im System identisch sein.

Die Rampenzeiten müssen so schnell eingestellt werden, dass der PID-Regler die Regelung des Systems aufrechterhalten kann.



4.1.4 PID-Regelung

Der Master ist der Hauptregler des Systems. Er überwacht den Ausgangsdruck, regelt die Drehzahl der Frequenzumrichter und fügt nach Bedarf Stufen hinzu oder entfernt sie. Dazu muss der Master mit Prozessregelung betrieben werden und über einen an den Analogeingang des Frequenzumrichters angeschlossenen Istwertgeber verfügen.

Der PID-Regler des Master muss gemäß den Anlagenanforderungen konfiguriert werden. Die Konfiguration der PID-Parameter wird im *Programmierhandbuch VLT AQUA Drive* beschrieben und im vorliegenden Handbuch nicht weiter erläutert. Siehe dazu auch der Anwendungshinweis Master/Folgeantrieb-Betrieb in diesem Handbuch.

4.1.5 Zuschalten/Abschalten von Pumpen mit variabler Drehzahl abhängig von der Frequenzumrichter-Drehzahl

In der Master-Folgeantrieb-Konfiguration und bei Kombinationen aus Pumpen mit konstanter und variabler Drehzahl werden die Pumpen mit variabler Drehzahl abhängig von der Drehzahl der Frequenzumrichter zugeschaltet oder abgeschaltet.

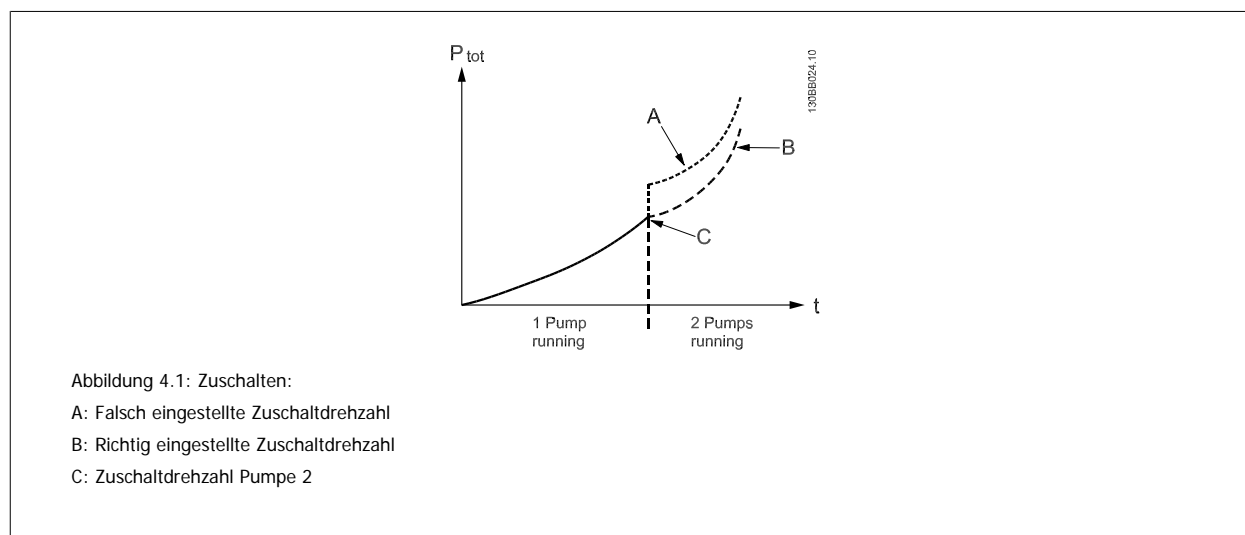
Die Zuschaltung der Pumpen erfolgt, wenn die Drehzahl der Frequenzumrichter den in Parameter 27-31 (27-32) Zuschaltdrehzahl (Zuschaltfrequenz) eingestellten Wert erreicht hat. Bei dieser Drehzahl wird der Systemdruck noch aufrechterhalten, die Pumpen arbeiten jedoch außerhalb des optimalen Wirkungsgrads. Durch das Zuschalten einer zusätzlichen Pumpe wird die Drehzahl der laufenden Pumpen reduziert und eine bessere Energieersparnis erzielt.

Abschaltung der Pumpen erfolgt, wenn die Drehzahl der Frequenzumrichter den in Parameter 27-33 (27-34) Abschaltdrehzahl (Abschaltfrequenz) eingestellten Wert unterschreitet. Bei dieser Drehzahl wird der Systemdruck noch aufrechterhalten, die Pumpen arbeiten jedoch unterhalb des optimalen Wirkungsgrads. Durch das Abschalten einer Pumpe wird die Drehzahl der Frequenzumrichter erhöht und eine bessere Energieersparnis erzielt.

Die Parameter 27-31 (27-32) Zuschaltdrehzahl (Zuschaltfrequenz) und 27-33 (27-34) Abschaltdrehzahl (Abschaltfrequenz) sind installationsabhängig. Bei diesen Parametern handelt es sich um Geräteparameter mit einem Satz an Einträgen für jede Pumpenstufe.

Die Zu- und Abschaltdrehzahl kann automatisch während der Automatisierung abgestimmt oder manuell eingestellt werden. Wenn automatische Anpassung aktiviert ist, beginnt das System den Betrieb mit den Werkseinstellungen oder den Voreinstellungen des Benutzers in Par. 27-31 (27-32) und 27-33 (27-34), bevor die automatische Anpassung erfolgt.

Hierbei geht es darum, Zu- und Abschaltdrehzahlen zu finden, bei denen das System am energieeffizientesten ist. Siehe Abbildung unten.



Wenn das System in Betrieb gesetzt wird, überwacht es den tatsächlichen Energieverbrauch und nimmt bei jedem Zu- oder Abschalten eine Feineinstellung vor.

Diese Funktion stellt im Verlauf der Zeit die energieeffizienteste Betriebsweise unter Berücksichtigung von Verschleiß im Pumpensystem sicher.

Danfoss bietet auf seiner Website kostenlos das Softwareprogramm MUSEC (Multiple Unit Staging Efficiency Calculator) an. Nach Eingabe der Pumpen- und Systemdaten berechnet MUSEC die optimalen Einstellungen für die Parameter Stage on Speed und Stage off Speed.

4.1.6 Zuschalten und Abschalten von Pumpen mit konstanter Drehzahl abhängig vom Druck-Istwert

Pumpen mit fester Drehzahl werden nach einem Druckabfall im System zugeschaltet und nach einem Druckanstieg im System abgeschaltet.

Da Pumpen nicht in schneller Abfolge ein- und ausgeschaltet werden sollen, muss Folgendes definiert werden: ein angemessener Systemdruckbereich sowie ein Zeitraum, in dem der Druck außerhalb dieses Bereichs liegen darf, ohne dass Pumpen zu- oder abgeschaltet werden. Diese Werte werden in den Parametern 27-20 „Normaler Betriebsbereich“ 27-23 „Zuschaltverzögerung“ und 27-24 „Abschaltverzögerung“ eingestellt.

Diese Parameter sind installationsabhängig und gemäß den Systemanforderungen einzustellen.

4

Automatische Zuschalt-/Abschaltschwelle

Die Drehzahl der Pumpe mit variabler Drehzahl zum Zeitpunkt des Zu- oder Abschaltens wird durch die Zuschaltsschwelle bzw. Abschaltsschwelle definiert. Diese Einstellungen können benutzt werden, um minimales Über- oder Untersteuern des Drucks beim Zu- oder Abschalten sicherzustellen.

Im Vergleich zur einfachen, im Frequenzumrichter integrierten Kaskade können diese Einstellungen bei den erweiterten Kaskadenoptionen MCO101 und MCO102 automatisch angepasst werden.

Bei aktivierter automatischer Anpassung der Zuschalt- und Abschaltsschwelle überwacht diese den Istwert zum Zeitpunkt des Zu- oder Abschaltens und stellt die Einstellungen bei jedem Zuschalten fein ein, damit das System unter Berücksichtigung von Verschleiß an den Pumpen optimiert bleibt.

Neue Parameterbeschreibungen:

Nummer	Name im Display	Bereich	Werkseinstellung
27-30	Autom. Anpassung d. Zuschaltdrehzahlen	{Deaktiviert [0], Aktiviert [1]}	Aktiviert [1]
27-40	Autom. Anpassung d. Zuschalteinstell.	{Deaktiviert [0], Aktiviert [1]}	Aktiviert [1]

5 Kaskadenregler – Funktionen

5.1.1 Einführung

Der Kaskadenregler kann nach der Konfiguration mit dem Parameter 27-10 „Kaskadenregler“ aktiviert oder deaktiviert werden. Um den Kaskadenregler zu starten, muss der Master wie ein normaler Frequenzumrichter über die LCP-Bedieneinheit oder über Feldbus-Kommunikation gestartet werden. Der Master regelt dann den Systemdruck durch Anpassen der Drehzahl des Frequenzumrichters und bedarfsabhängiges Zu- und Abschalten von Pumpen.

Der Kaskadenregler verfügt über zwei Stopp-Funktionen. Eine Funktion dient zum schnellen Anhalten des Systems. Mit der anderen Funktion werden die Pumpen der Reihe nach abgeschaltet, sodass ein Systemstopp unter kontrollierten Druckbedingungen möglich ist. Beim VLT AQUA mit der Funktion „Sicherer Stopp“ schaltet Klemme 37 alle Relais aus und setzt den Master in Freilauf. Wenn einer der Digitaleingänge auf [8] „Start“ gesetzt wird und die entsprechende Klemme zur Start- und Stopp-Regelung des Frequenzumrichters verwendet wird, werden durch Einstellen der Klemme auf 0 Volt alle Relais ausgeschaltet und der Master in Freilauf gesetzt. Mit der OFF-Taste auf der LCP-Bedieneinheit werden alle laufenden Pumpen nacheinander abgeschaltet.

5.2.1 Pumpenstatus und -regelung

In der Parametergruppe 27-0* können der Zustand des Kaskadenreglers geprüft und einzelne Pumpen geregelt werden. In dieser Parametergruppe kann eine einzelne Pumpe ausgewählt werden, um den aktuellen Zustand, die aktuellen Betriebsstunden sowie die Gesamtbetriebsstunden anzuzeigen. Außerdem kann eine einzelne Pumpe zu Wartungszwecken manuell geregelt werden.

Aufbau der Parametergruppe:

	Pumpe 1	Pumpe 2	Pumpe 3	Pumpe ...
27-01 Zustand	Drehzahl geregelt	Bereit	Offline-off	
27-02 Regelung	Ohne Funktion	Ohne Funktion	Ohne Funktion	
27-03 Aktuelle Std.	650	667	400	
27-04 Gesamtstunden	52673	29345	30102	

Auf der LCP Bedieneinheit Parametergruppe 27-0* auswählen.

Mit der linken und rechten Pfeiltaste die Pumpe auswählen.

Mit der oberen und unteren Pfeiltaste den Parameter auswählen.

5.2.2 Manuelle Pumpenregelung

Mit dem erweiterten Kaskadenregler kann jede Pumpe im System vollständig geregelt werden. Mit Parameter 27-02 werden Pumpen über das jeweilige Relais individuell geregelt. Eine Pumpe kann unabhängig vom erweiterten Kaskadenregler ein- oder ausgeschaltet oder dazu veranlasst werden, die Funktion der Führungspumpe zu wechseln.

Dieser Parameter unterscheidet sich von anderen wertbezogenen Parametern, da durch die Auswahl einer dieser Optionen die Aktion ausgeführt und der Parameter auf seinen Standardwert zurückgesetzt wird.

Auswahlmöglichkeiten:

- Kein Betrieb (Werkseinstellung)
- Online – Der erweiterte Kaskadenregler kann auf die Pumpe zugreifen.
- Alternate On – Die ausgewählte Pumpe wird als Führungspumpe verwendet.
- Offline-Off – Die Pumpe wird abgeschaltet und kann nicht durch den Kaskadenregler geregelt werden.
- Offline-On – Die Pumpe wird eingeschaltet und kann nicht durch den Kaskadenregler geregelt werden.
- Offline-Spin – Es wird ein Pumpenlauf eingeleitet.

Bei einer „Offline“-Auswahl steht die Pumpe dem Kaskadenregler so lange nicht zur Verfügung, bis auf „Online“ gewechselt wird.

Wenn eine Pumpe durch Parameter 27-02 offline geschaltet wird, versucht der Kaskadenregler, die nicht verfügbare Pumpe auszugleichen.

- Wenn für eine laufende Pumpe „Offline-Off“ gewählt wird, wird zum Ausgleich der niedrigeren Ausgangsleistung eine andere Pumpe zugeschaltet.
- Wenn für eine inaktive Pumpe „Offline-On“ gewählt wird, wird zum Ausgleich der überschüssigen Ausgangsleistung eine andere Pumpe abgeschaltet.

5.2.3 Laufzeitausgleich

Der erweiterte Kaskadenregler gleicht die Laufzeiten zwischen den verfügbaren Pumpen aus. In Parameter 27-16 kann jeder Pumpe im System eine Ausgleichspriorität zugewiesen werden.

Es gibt drei Prioritätsstufen:

- Ausgleichspriorität 1
- Ausgleichspriorität 2
- Ersatzpumpe

Der Kaskadenregler wählt eine Pumpe zum Zu- oder Abschalten basierend auf der maximalen Pumpenkapazität (Parameter 27-14), Parameter 27-03 Current Runtime Hours und Parameter 27-16 Runtime Balancing aus.

Bei der Auswahl der zuzuschaltenden Pumpe versucht der Kaskadenregler zunächst, die aktuellen Betriebsstunden aller in Parameter 27-16 mit „Ausgleichspriorität 1“ gekennzeichneten Pumpen auszugleichen.

Wenn alle Pumpen mit Priorität 1 in Betrieb sind, versucht der Kaskadenregler, die Pumpen mit „Ausgleichspriorität 2“ auszugleichen.

Wenn alle Pumpen mit Priorität 1 und 2 in Betrieb sind, wählt der Kaskadenregler eine mit „Ersatzpumpe“ gekennzeichnete Pumpe aus.

Der Abschaltvorgang verläuft in umgekehrter Reihenfolge. Zunächst werden die Ersatzpumpen, dann die Pumpen mit Priorität 2 und dann die Pumpen mit Priorität 1 abgeschaltet. Auf jeder Prioritätsstufe wird zunächst die Pumpe mit den meisten aktuellen Betriebsstunden abgeschaltet.

Eine Ausnahme bilden Konfigurationen mit unterschiedlichen Pumpen und mehreren Frequenzumrichtern. Pumpen mit variabler Drehzahl werden in diesem Fall vor Pumpen mit konstanter Drehzahl zugeschaltet.

Außerdem werden Pumpen mit variabler Drehzahl vor Pumpen mit konstanter Drehzahl abgeschaltet. In Parameter 27-19 werden die aktuellen Betriebsstunden für alle Pumpen zurückgesetzt und der Ausgleichsvorgang neu gestartet. Die Gesamtbetriebszeit der Pumpen in Parameter 27-04 Total Lifetime Hours wird von diesem Parameter nicht beeinflusst. Die Gesamtbetriebsstunden haben keinen Einfluss auf den Laufzeitausgleich.

5.2.4 Pumpenlauf für nicht genutzte Pumpen

In einigen Installationen werden nicht alle Pumpen benötigt oder regelmäßig eingesetzt. In diesem Fall versucht der Kaskadenregler zunächst, die Betriebsstunden durch Pumpenwechsel auszugleichen. Wenn dabei allerdings eine Pumpe für 72 Stunden nicht genutzt wird, führt der Kaskadenregler für diese Pumpe einen Pumpenlauf durch.

Diese Funktion soll sicherstellen, dass keine Pumpe über einen längeren Zeitraum inaktiv bleibt. Die Laufzeit wird in Parameter 27-18 eingestellt. Die Laufzeit ist so einzustellen, dass die Pumpe in einem guten Betriebszustand bleibt, gleichzeitig aber kein zu hoher Systemdruck aufgebaut wird. Durch Setzen von Parameter 27-18 auf Null wird diese Funktion deaktiviert.

Der erweiterte Kaskadenregler kompensiert den durch einen Pumpenlauf erzeugten zusätzlichen Druck nicht. Es empfiehlt sich, die Laufzeit möglichst kurz einzustellen, um Überdruckschäden zu vermeiden.

5.2.5 Gesamtbetriebsstunden

Der erweiterte Kaskadenregler überprüft zu Wartungszwecken die Gesamtbetriebsstunden aller geregelten Pumpen.

Parameter 27-04 Pump Total Lifetime Hours zeigt die aktuellen Betriebsstunden aller Pumpen an. Dieser Parameter wird für jede laufende Pumpe aktualisiert und stündlich in einem permanenten Speicher gesichert.

Dem Parameter kann ein Startwert zugewiesen werden, um die Betriebsstunden der Pumpe vor Anschluss an das System zu berücksichtigen.

Der Kaskadenregler zählt die Gesamtbetriebsstunden nur, wenn er aktiviert ist und die Pumpe regelt.

5.2.6 Führungspumpenwechsel

In einer Konfiguration mit mehreren Frequenzumrichtern wird die letzte aktive Pumpe mit variabler Drehzahl als Führungspumpe definiert.

In einer Konfiguration mit nur einem Frequenzumrichter wird die an den Frequenzumrichter angeschlossene Pumpe als Führungspumpe definiert. Mithilfe von durch die Relais des Master geregelte Schütze können weitere Pumpen an den Frequenzumrichter angeschlossen werden.

Durch normales Zu- und Abschalten wechselt der Kaskadenregler die Führungspumpe, um die Betriebsstunden auszugleichen. Ein Führungspumpenwechsel wird außerdem beim Systemstart oder beim Verlassen des Energiesparmodus durchgeführt.

Wenn die Systemanforderung die Maximalkapazität der Führungspumpe jedoch für einen langen Zeitraum unterschreitet, ohne in den Energiesparmodus zu wechseln, wird die Führungspumpe nicht gewechselt. In diesem Fall kann der Führungspumpenwechsel durch Parameter 27-52 Time Interval oder durch Parameter 27-54 Time of Delay veranlasst werden.

5.2.7 Zuschalten / Abschalten in Konfigurationen mit unterschiedlichen Pumpen

Die Entscheidung über das Zu- oder Abschalten von Pumpen wird durch zwei Faktoren bestimmt. Der erste Faktor ist die Drehzahl der Frequenzumrichter. Der zweite Faktor ist der Istwert-Druck außerhalb des normalen Betriebsbereichs. In einer Konfiguration mit unterschiedlichen Pumpen (variable und konstante Drehzahl) werden beide Faktoren berücksichtigt.

Im folgenden Beispiel wird der Istwert als Druck bezeichnet.

Zuschalten:

Wenn der Master einen Startbefehl erhält, wird eine Pumpe mit variabler Drehzahl ausgewählt und über einen verfügbaren Frequenzumrichter gestartet.

Bei fallendem Systemdruck wird die Drehzahl des Frequenzumrichters erhöht, um den größeren Durchflussbedarf zu erfüllen. Wenn der Frequenzumrichter während dem Aufrechterhalten des Drucks die in Parameter 27-31 Zuschaltdrehzahl eingestellte Drehzahl für den in Parameter 27-23 Zuschaltverzögerung eingestellten Zeitraum überschreitet, wird die nächste Pumpe mit variabler Drehzahl zugeschaltet. Dieser Vorgang wird für alle Pumpen mit variabler Drehzahl wiederholt.

Wenn der Systemdruck auch durch alle mit maximaler Last laufenden Pumpen mit variabler Drehzahl nicht aufrecht erhalten werden kann, beginnt der Kaskadenregler mit dem Zuschalten von Pumpen mit konstanter Drehzahl. Eine Pumpe mit konstanter Drehzahl wird zugeschaltet, wenn der Druck den in Parameter 27-20 Normaler Betriebsbereich eingestellten Sollwert (%) für den in Parameter 27-23 Zuschaltverzögerung eingestellten Zeitraum unterschreitet. Dieser Vorgang wird für alle Pumpen mit konstanter Drehzahl wiederholt.

Abschalten:

Wenn der Systemdruck steigt, wird die Drehzahl der Frequenzumrichter reduziert, um einen niedrigeren Durchfluss zu erzielen. Wenn der Frequenzumrichter während des Aufrechterhaltens des Drucks die in Parameter 27-33 Abschaltdrehzahl eingestellte Drehzahl für den in Parameter 27-24 Abschaltverzögerung eingestellten Zeitraum unterschreitet, wird eine Pumpe mit variabler Drehzahl abgeschaltet. Dieser Vorgang wird, mit Ausnahme der letzten Pumpe, für alle Pumpen mit variabler Drehzahl wiederholt.

Wenn der Systemdruck bei einem aktiven Frequenzumrichter mit Mindestdrehzahl weiterhin zu hoch ist, beginnt der Kaskadenregler mit dem Abschalten von Pumpen mit konstanter Drehzahl. Eine Pumpe mit konstanter Drehzahl wird abgeschaltet, wenn der Druck den in Parameter 27-20 Normaler Betriebsbereich eingestellten Sollwert (%) für den in Parameter 27-24 Abschaltverzögerung eingestellten Zeitraum überschreitet. Dieser Vorgang wird für

alle Pumpen mit konstanter Drehzahl wiederholt. So bleibt nur eine Pumpe mit variabler Drehzahl in Betrieb. Wenn der Systembedarf weiterhin sinkt, wechselt das System in den Energiesparmodus.

5.2.8 Zuschalt- /Abschaltübersteuerung

Die meisten typischen Anwendungen können mit den normalen Zuschalt- und Abschaltvorgängen problemlos betrieben werden. In manchen Situationen ist jedoch eine schnelle Reaktion auf einen veränderten Istwertdruck im System erforderlich. Für diesen Fall verfügt der Kaskadenregler über eine Funktion zum sofortigen Zuschalten und Abschalten von Pumpen, um auf einen stark veränderten Systembedarf zu reagieren.

Zuschalten:

Wenn der Systemdruck stärker als der in Parameter 27-21 Schaltgrenze fällt, schaltet der Kaskadenregler umgehend eine Pumpe zu, um einen größeren Durchfluss zu erzielen.

5

Wenn der Systemdruck den in Parameter 27-21 Schaltgrenze eingestellten Wert für den in Parameter 27-25 Schaltverzögerung eingestellten Zeitraum unterschreitet, schaltet der Kaskadenregler die nächste Pumpe zu. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis alle Pumpen eingeschaltet sind oder der Systemdruck die Schaltgrenze unterschreitet.

Abschalten:

Wenn der Systemdruck den in Parameter 27-21 Schaltgrenze eingestellten Wert rapide überschreitet, schaltet der Kaskadenregler zum Verringern des Drucks umgehend eine Pumpe ab.

Wenn der Systemdruck den in Parameter 27-21 Schaltgrenze eingestellten Wert für den in Parameter 27-25 Schaltverzögerung eingestellten Zeitraum überschreitet, schaltet der Kaskadenregler eine weitere Pumpe ab. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis nur noch die Führungspumpe in Betrieb ist oder sich der Druck stabilisiert.

Parameter 27-21 Schaltgrenze wird in % des maximalen Sollwerts eingestellt. Er definiert einen Punkt oberhalb und unterhalb des System-Sollwerts, an dem eine Zuschalt-/Abschaltübersteuerung ausgeführt wird.

5.2.9 Mindestdrehzahl für Abschaltung

Um den Energieverbrauch zu reduzieren, schaltet der Kaskadenregler eine Pumpe ab, wenn die Führungspumpe mit der in Parameter 27-27 Min Speed Destage Delay eingestellten Mindestdrehzahl läuft.

5.2.10 Betrieb nur mit konstanter Drehzahl

Die Funktion „Betrieb nur mit konstanter Drehzahl“ führt den Betrieb von kritischen Systemen für den Ausnahmefall fort, dass der Kaskadenregler auf keine der verfügbaren Pumpen mit variabler Drehzahl zugreifen kann. In diesem Fall versucht der Kaskadenregler durch Ein- und Ausschalten von Pumpen mit konstanter Drehzahl den Systemdruck aufrechtzuerhalten.

Zuschalten:

Wenn keine Pumpe mit variabler Drehzahl zur Verfügung steht und der Systemdruck den in Par. 27-22 Betriebsbereich nur Festsdrehzahl eingestellten Wert für den in Par. 27-23 Zuschaltverzögerung eingestellten Zeitraum unterschreitet, wird eine Pumpe mit konstanter Drehzahl eingeschaltet. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis alle Pumpen eingeschaltet sind.

Abschalten:

Wenn keine Pumpe mit variabler Drehzahl zur Verfügung steht und der Systemdruck den in Par. 27-22 Betriebsbereich nur Festsdrehzahl eingestellten Wert für den in Par. 27-24 Abschaltverzögerung eingestellten Zeitraum überschreitet, wird eine Pumpe mit konstanter Drehzahl ausgeschaltet. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis alle Pumpen ausgeschaltet sind.

6 Programmieren

6.1 Erweiterter Kaskadenregler – Parameter

Achtung: Dieser Parameter kann nicht bei laufendem Motor geändert werden.

6.1.1 Kaskadenregleroption, 27-**

Parametergruppe Kaskadenregleroption

6.1.2 Regelung und Zustand, 27-0*

Mit den Regelungs- und Zustandsparametern werden die Pumpen überwacht und manuell geregelt.

Mit den Pfeiltasten nach rechts [◀] und nach links [▶] die Pumpe wählen.

Mit den Pfeiltasten nach oben [▲] und nach unten [▼] eine Einstellung ändern.

27-01 Pumpenzustand

Option:	Funktion:
	Der Pumpenzustand ist ein Anzeigeparameter, der den Zustand aller Pumpen im System anzeigt. Mögliche Einstellungen sind:
[0] Bereit	Die Pumpe kann durch den Kaskadenregler geregelt werden.
[1] Drehzahlgeregelt	Die Pumpe wird durch den Kaskadenregler geregelt, ist an einen Frequenzumrichter angeschlossen und in Betrieb.
[2] Netz	Die Pumpe wird durch den Kaskadenregler geregelt, ist an die Netzversorgung angeschlossen und in Betrieb.
[3] Offline-Aus	Die Pumpe kann nicht durch den Kaskadenregler geregelt werden und ist ausgeschaltet.
[4] Offline-Netz	Die Pumpe kann nicht durch den Kaskadenregler geregelt werden, ist an die Netzversorgung angeschlossen und in Betrieb.
[5] Offline-Drehzahlgeregelt	Die Pumpe kann nicht durch den Kaskadenregler geregelt werden, ist an die Netzversorgung angeschlossen und in Betrieb.
[6] Offline-Fehler	Die Pumpe kann nicht durch den Kaskadenregler geregelt werden, ist an die Netzversorgung angeschlossen und in Betrieb.
[7] Offline-Hand	Die Pumpe kann nicht durch den Kaskadenregler geregelt werden, ist an die Netzversorgung angeschlossen und in Betrieb.
[8] Offline-Ext. Verriegelung	Die Pumpe wurde extern verriegelt und ist ausgeschaltet.
[9] Dreht	Der Kaskadenregler führt einen Pumpenlauf durch.
[10] Kein Relaisanschluss	Die Pumpe ist nicht direkt mit einem Frequenzumrichter verbunden, und der Pumpe wurde kein Relais zugewiesen.

27-02 Manuelle Pumpenregelung

Option:	Funktion:
	Bei der manuellen Pumpenregelung handelt es sich um einen Befehlsparameter, der das manuelle Regeln einzelner Pumpen ermöglicht. Durch Auswählen einer Option wird der Befehl ausgeführt und der Parameter danach wieder auf [0] Ohne Funktion gesetzt. Mögliche Optionen sind:
[0] * Kein Betrieb	Es wird kein Befehl ausgeführt.
[1] Online	Der Kaskadenregler kann auf die Pumpe zugreifen.
[2] Wechsel Ein	Die ausgewählte Pumpe wird als Führungspumpe verwendet.

[3]	Offline-Aus	Die Pumpe wird abgeschaltet und kann nicht durch den Kaskadenregler geregelt werden.
[4]	Offline-Ein	Die Pumpe wird eingeschaltet und kann nicht durch den Kaskadenregler geregelt werden.
[5]	Offline-Drehen	Es wird ein Pumpenlauf eingeleitet.

27-03 Aktuelle Betriebsstunden

Option:

Einheiten: h

Funktion:

Hierbei handelt es sich um einen Anzeigeparameter, der die Gesamtbetriebsstunden jeder Pumpe seit dem letzten Zurücksetzen anzeigt. Anhand dieser Werte werden die Betriebsstunden zwischen den Pumpen ausgeglichen. Die Werte können mit Parameter 27-91 wieder auf 0 gesetzt werden.

27-04 Gesamtbetriebsstunden Pumpe

Range:

0* [0 - 2147483647]

Funktion:

Hierbei handelt es sich um die Gesamtbetriebsstunden der angeschlossenen Pumpen. Dieser Parameter kann zu Wartungszwecken auf einen beliebigen Wert gesetzt werden.

6

6.1.3 Konfiguration, 27-1*

Diese Parametergruppe dient zum Konfigurieren der Kaskadenregleroption.

27-10 Kaskadenregler

Option:

Deaktiviert

Master/Folgeantrieb

Unterschiedliche Pumpen

Einfacher Kaskadenregler

Funktion:

In diesem Parameter wird die Betriebsart eingestellt. Mögliche Optionen sind:

Schaltet die Kaskadenregleroption aus.

Nur Einsatz von an Frequenzumrichter angeschlossenen Pumpen mit variabler Drehzahl. Durch diese Auswahl wird die Systemeinrichtung vereinfacht.

Einsatz von Pumpen mit variabler und konstanter Drehzahl.

Schaltet die Kaskadenregleroption aus und wechselt zurück zum einfachen Kaskadenbetrieb (nähere Informationen siehe Parametergruppe 25-** im *Programmierungshandbuch VLT AQUA Drive*). Mit den zusätzlichen Relais auf der Optionskarte kann der einfache Kaskadenregler um drei Relais erweitert werden. Es stehen nur die einfachen Kaskadenreglerfunktionen zur Verfügung.

27-11 Anzahl Frequenzumrichter

Range:

1* [1 - 8]

Funktion:

Anzahl der durch den Kaskadenregler zu regelnden Frequenzumrichter.

MCO 101: 1-6

MCO 102: 1-8

27-12 Anzahl der Pumpen

Range:

0* [0 - Anzahl Frequenzumrichter]

Funktion:

Die Anzahl der durch den Kaskadenregler zu regelnden Pumpen.

MCO 101: 0-6

MCO 102: 0-8

27-14 Pumpenkapazität

Range:

100%* [0 %(Aus) - 800 %]

Funktion:

In diesem Parameter wird die Kapazität der einzelnen Pumpen im System in Bezug auf die erste Pumpe eingestellt. Bei diesem Parameter handelt es sich um einen Geräteparameter. Es ist nur ein Eintrag pro Pumpe zulässig. Die Kapazität der ersten Pumpe wird immer als 100 % betrachtet.

27-16 Laufzeitausgleich

Option:
Funktion:

In diesem Parameter wird den Pumpen die Priorität zum Ausgleich der Betriebsstunden zugewiesen. Die Pumpe mit der höchsten Priorität wird vor den Pumpen mit niedrigerer Priorität in Betrieb genommen. Wenn alle Pumpen als Ersatzpumpe eingestellt sind, werden sie in normaler Reihenfolge

(ohne Priorität) zu- und abgeschaltet. Dies bedeutet, dass sie in der Reihenfolge 1-2-3 zugeschaltet und in der Reihenfolge 3-2-1 abgeschaltet werden.

Mögliche Optionen sind:

[0] *	Ausgleichspriorität 1	Zuerst eingeschaltet, zuletzt ausgeschaltet.
[1]	Ausgleichspriorität 2	Eingeschaltet, wenn keine Pumpen mit Priorität 1 verfügbar sind. Ausgeschaltet, bevor Pumpen mit Priorität 1 ausgeschaltet werden.
[2]	Ersatzpumpe	Zuletzt eingeschaltet, zuerst ausgeschaltet.

27-17 Motorstarter

Option:

Funktion:

Wählt die Netzart für die Starter der Pumpen mit konstanter Drehzahl. Alle Pumpen mit konstanter Drehzahl müssen die gleiche Konfiguration haben. Mögliche Optionen sind:

Keiner (Schütze)
Softstarter
Stern-Dreieck-Starter

27-18 Laufzeit für nicht genutzte Pumpen

Range:

Funktion:

1,0 s* [0,0 s - 99,0 s]

In diesem Parameter wird die Laufzeit für nicht genutzte Pumpen eingestellt. Wenn eine Pumpe mit konstanter Drehzahl 72 Stunden lang nicht in Betrieb war, wird sie für diese Zeit eingeschaltet. Dadurch sollen Schäden aufgrund von zu langem Pumpenstillstand vermieden werden. Durch Einstellen des Parameters auf 0 wird diese Funktion deaktiviert. Warnung – Wenn die Laufzeit in diesem Parameter zu lang eingestellt wird, können in einigen Systemen Überdrücke entstehen.

27-19 Akt. Laufstunden rücksetzen

Option:

Funktion:

Mit diesem Parameter werden alle aktuellen Betriebsstunden auf 0 zurückgesetzt. Anhand dieser Zeit wird der Laufzeitausgleich vorgenommen.

[0] *	Kein Reset
[1]	Reset

6.1.4 Bandbreiteneinstellungen, 27-2*

Parameter zum Konfigurieren des Reglerverhaltens.

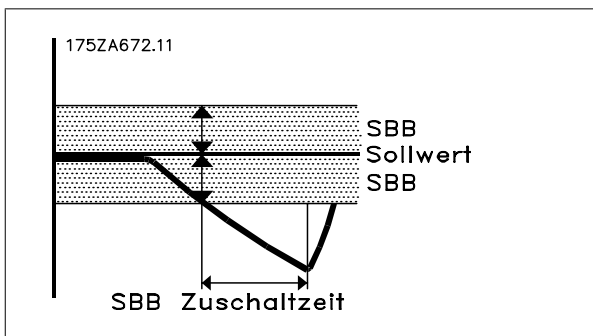
27-20 Normaler Betriebsbereich

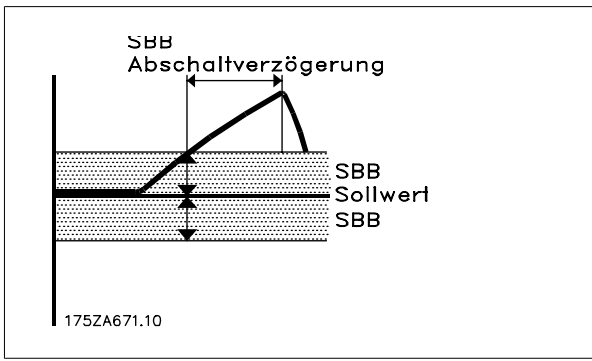
Range:

Funktion:

10%* [1 % – Par. 27-21]

Der normale Betriebsbereich bezeichnet die erlaubte Abweichung vom Sollwert, bevor eine Pumpe zu- oder abgeschaltet werden kann. Das System muss sich für den in Par. 27-23 Zuschalten oder Par. 27-24 Abschalten eingestellten Zeitraum außerhalb dieses Bereichs befinden, damit in den Kaskadenbetrieb gewechselt wird. „Normal“ bedeutet, dass das System mit mindestens einer verfügbaren Pumpe mit variabler Drehzahl arbeitet. Dieser Wert wird als % des max. Sollwerts eingegeben (weitere Informationen siehe Par. 21-12 im *Programmierungshandbuch VLT AQUA*).





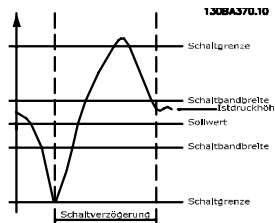
27-21 Schaltgrenze

Range:

100 % [Par. 27-20 - 100 %]
(Deaktiviert)*

Funktion:

Dieser Parameter bezeichnet die erlaubte Abweichung vom Sollwert, bevor eine Pumpe direkt zu- oder abgeschaltet wird. Der normale Betriebsbereich enthält eine Verzögerung, durch die die Systemreaktion auf Transienten begrenzt wird. Dadurch kann das System nicht schnell genug auf große Anforderungsänderungen reagieren. Mit Parameter 27-21 reagiert der Frequenzumrichter unverzüglich. Der Wert wird in % des maximalen Sollwerts (Par. 21-12) eingegeben. Durch Einstellen des Parameters auf 100 % wird dieser Vorgang deaktiviert.



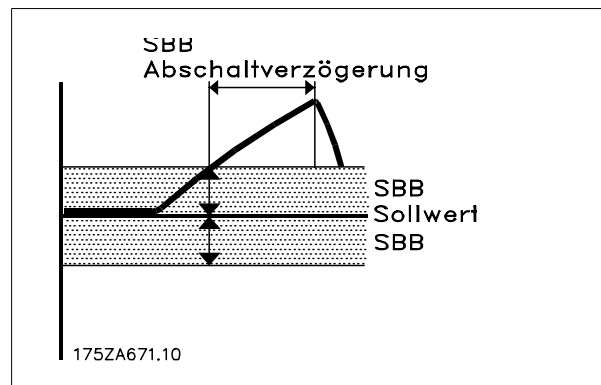
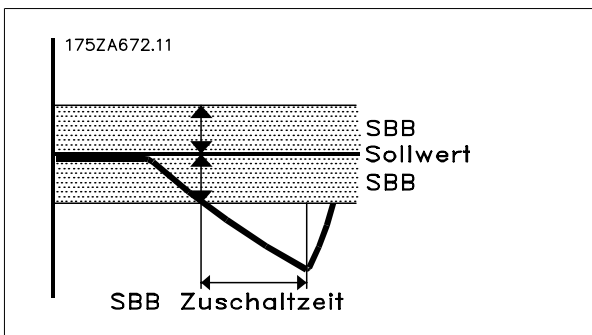
27-22 Betriebsbereich nur Festdrehzahl

Range:

Par. 27-20* [Par. 27-20 – Par. 27-21]

Funktion:

Dieser Parameter bezeichnet die erlaubte Abweichung vom Sollwert, bevor eine Pumpe zu- oder abgeschaltet werden kann (wenn keine betriebsbereiten Pumpen mit variabler Drehzahl zur Verfügung stehen). Das System muss sich für den in Par. 27-23 Zuschaltverzögerung oder Par. 27-24 Abschaltverzögerung eingestellten Zeitraum außerhalb dieses Bereichs befinden, damit in den Kaskadenbetrieb gewechselt wird. Der Wert wird in % des maximalen Sollwerts eingegeben. Wenn keine betriebsbereiten Pumpen mit variabler Drehzahl zur Verfügung stehen, versucht das System, die Regelung mit den verbleibenden Pumpen mit konstanter Drehzahl aufrechtzuerhalten.



27-23 Zuschaltverzögerung

Range:

15 s* [0 - 3000 s]

Funktion:

Dieser Parameter bezeichnet die Zeit, die der System-Istwert unterhalb des normalen Betriebsbereichs liegen muss, bevor eine Pumpe zugeschaltet werden kann. Wenn das System mit mindestens einer verfügbaren Pumpe mit variabler Drehzahl arbeitet, wird der Wert aus Par. 27-20 Normaler Betriebsbereich verwendet. Wenn keine Pumpen mit variabler Drehzahl zur Verfügung stehen, wird der Wert aus Par. 27-22 Betriebsbereich nur Festdrehzahl verwendet.

27-24 Abschaltverzögerung

Range:

15 s* [0 - 3000 s]

Funktion:

Die Abschaltverzögerung bezeichnet die Zeit, die der System-Istwert über dem Betriebsbereich liegen muss, bevor eine Pumpe abgeschaltet werden kann. Wenn das System mit mindestens einer verfügbaren Pumpe mit variabler Drehzahl arbeitet, wird der Wert aus Par. 27-20 Normaler Betriebsbereich verwendet. Wenn keine Pumpen mit variabler Drehzahl zur Verfügung stehen, wird der Wert aus Par. 27-22 Betriebsbereich nur Festdrehzahl verwendet.

27-25 Schaltverzögerung

Range:

10 s* [0 - 300 s]

Funktion:

In diesem Parameter wird die Mindestzeit eingestellt, die nach einem Zu- oder Abschalten vergehen muss, bevor aufgrund einer Überschreitung des in Parameter 27-21 Schaltgrenze eingestellten Werts ein weiteres Zu- oder Abschalten ausgeführt werden kann. Dadurch wird nach dem Ein- oder Ausschalten einer Pumpe eine Systemstabilisierung sichergestellt. Wenn die Verzögerung zu kurz eingestellt ist, führen die durch das Ein- oder Ausschalten einer Pumpe verursachten Transienten möglicherweise dazu, dass System fälschlicherweise eine weitere Pumpe zu- oder abschaltet.

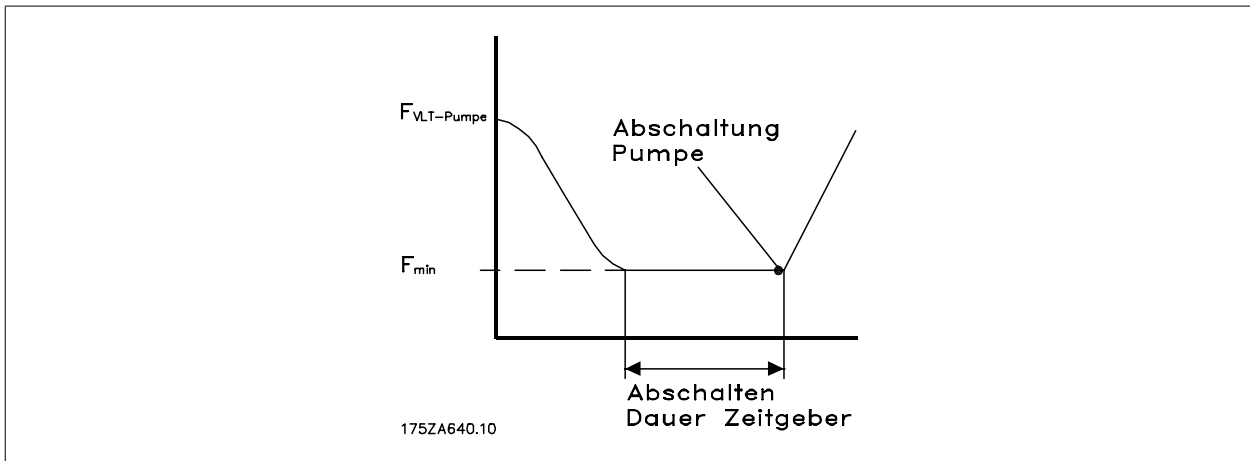
27-27 Abschaltfunktionszeit

Range:

15 s* [0 - 300 s]

Funktion:

Dieser Parameter gibt die Zeit an, die die Führungspumpe bei maximaler Drehzahl laufen muss (der System-Istwert liegt noch im normalen Betriebsbereich), bevor zu Energiesparzwecken eine Pumpe abgeschaltet wird. Wenn die Pumpen mit variabler Drehzahl bei minimaler Drehzahl laufen und der Istwert noch im normalen Betriebsbereich liegt, können durch Abschalten einer Pumpe Energieeinsparungen erzielt werden. In diesem Fall wird die Regelfähigkeit des Systems trotz Abschalten einer Pumpe aufrechterhalten. Die Effizienz der noch laufenden Pumpen wird erhöht.



6.1.5 Zuschaltdrehzahl, 27-3*

Parameter zum Konfigurieren der Reaktion der Master/Folgeantrieb-Regelung

6.1.6 Autom. Anpassung d. Zuschaltdrehzahlen, 27-30 (in zukünftigen Versionen mit aufnehmen!)

27-30 Autom. Anpassung d. Zuschaltdrehzahlen

Option:

[0] Deaktiviert

[1] * Aktiviert

Funktion:

Wenn die Zuschaltung aktiviert ist, werden Ein- und Ausschaltdrehzahlen im Betrieb laufend automatisch angepasst. Die Einstellungen werden optimiert, um eine hohe Leistung und einen niedrigen Energieverbrauch zu gewährleisten. Ist die Funktion deaktiviert, können die Drehzahlen manuell eingestellt werden.

6

27-31 Zuschaltdrehzahl (UPM)

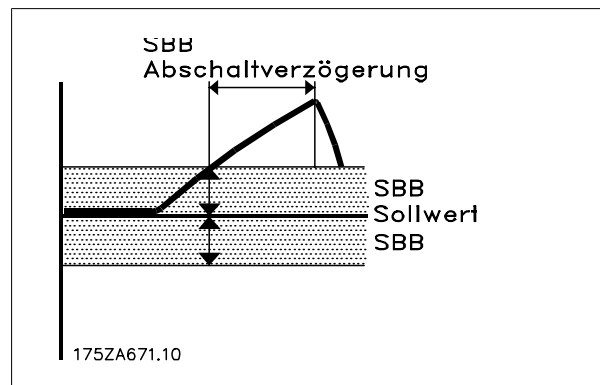
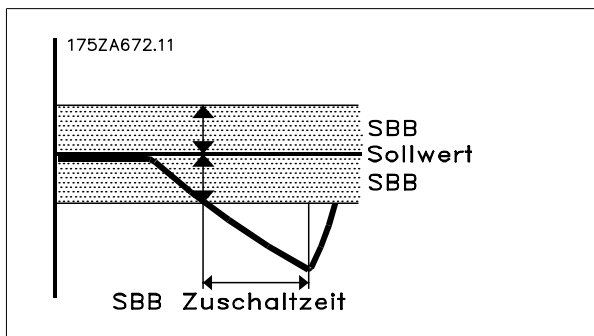
Range:

Par. 4-13* [Par. 4-11 – Par. 4-13]

Funktion:

Bei Auswahl von UPM zu verwenden.

Wenn die Führungspumpe für den in Par. 27-23 Zuschaltverzögerung eingestellten Zeitraum über der Zuschaltfrequenz arbeitet, wird, sofern verfügbar, eine Pumpe mit variabler Drehzahl zugeschaltet.



27-32 Zuschaltfrequenz (Hz)

Range:

Par. 4-14* [Par. 4-12 – Par. 4-14]

Funktion:

Bei Auswahl von Hz zu verwenden.

Wenn die Führungspumpe für den in Par. 27-23 Zuschaltverzögerung eingestellten Zeitraum über der Zuschaltfrequenz arbeitet, wird, sofern verfügbar, eine Pumpe mit variabler Drehzahl zugeschaltet.

27-33 Abschaltdrehzahl (UPM)

Range:

Par. 4-11* [Par. 4-11 – Par. 4-13]

Funktion:

Wenn die Führungspumpe für den in Par. 27-24 Abschaltverzögerung eingestellten Zeitraum unter der Abschaltdrehzahl arbeitet und mehrere Pumpen mit variabler Drehzahl in Betrieb sind, wird eine Pumpe mit variabler Drehzahl abgeschaltet.

27-34 Abschaltfrequenz (Hz)

Range:

Par. 4-12* [Par. 4-12 – Par. 4-14]

Funktion:

Wenn die Führungspumpe für den in Par. 27-24 Abschaltverzögerung eingestellten Zeitraum unter der Abschaltfrequenz arbeitet und mehrere Pumpen mit variabler Drehzahl in Betrieb sind, wird eine Pumpe mit variabler Drehzahl abgeschaltet.

6.1.7 Zuschalteinstell., 27-4*

Parameter zum Konfigurieren von Zuschaltübergängen.

6.1.8 Autom. Anpassung d. Zuschalteinstell., 27-40

27-40 Autom. Anpassung d. Zuschalteinstell.

Option:

Funktion:

Wenn diese Funktion aktiviert ist, wird die Zuschaltswelle im Betrieb automatisch angepasst. Die Einstellungen werden optimiert, um beim Zu- und Abschalten ein Über- und Untersteuern des Drucks zu vermeiden. Ist die Funktion deaktiviert, können die Schwellen manuell eingestellt werden.

[0] Deaktiviert

Zuschalt- oder Abschaltswelle.

[1] * Aktiviert

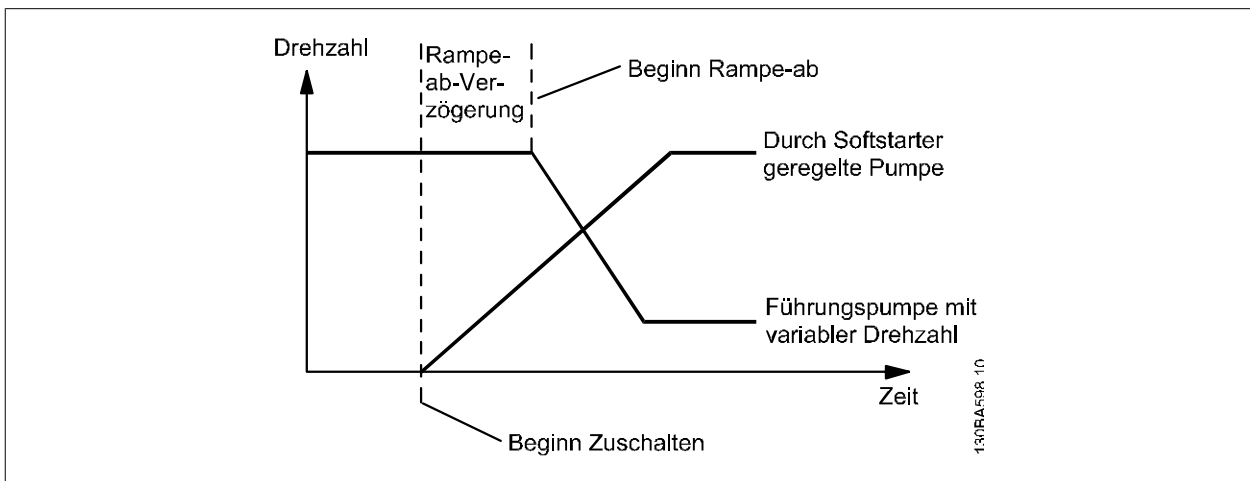
27-41 Rampe-ab-Verzögerung

Range:

10 s* [0 s – 120 s]

Funktion:

In diesem Parameter wird die Verzögerung zwischen dem Einschalten einer durch Softstarter geregelten Pumpe und der Leistungsreduzierung der durch den Frequenzumrichter geregelten Pumpe eingestellt. Dieser Parameter wird ausschließlich für durch Softstarter geregelte Pumpen verwendet.



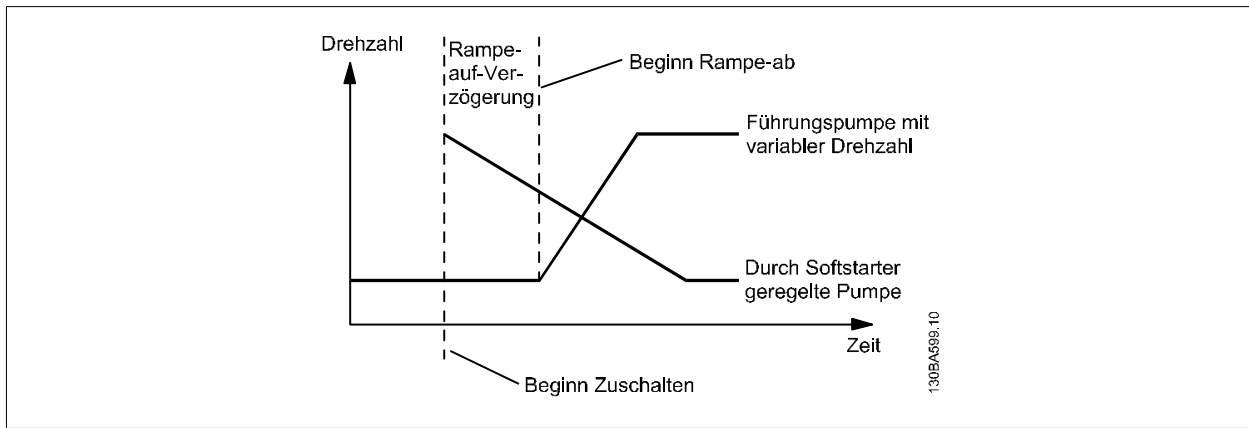
27-42 Rampe-auf-Verzögerung

Range:

2 s* [0 s – 12 s]

Funktion:

Rampe-auf-Verzögerung legt die Verzögerung zwischen dem Abschalten einer durch einen Softstarter geregelten Pumpe und der Leistungserhöhung der durch den Frequenzumrichter geregelten Pumpe fest. Dieser Parameter wird ausschließlich für durch Softstarter geregelte Pumpen verwendet.



27-43 Zuschaltsschwelle

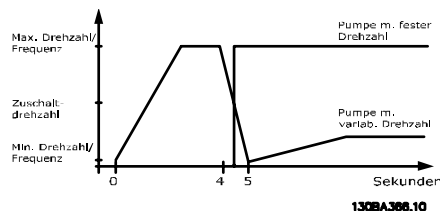
Range:

90%* [1% – 100%]

Funktion:

Die Zuschaltsschwelle bezeichnet die Drehzahl der Zuschaltrampe, bei der es sich empfiehlt, die Pumpe mit konstanter Drehzahl zuzuschalten. Die Drehzahl wird in Prozent [%] der maximalen Pumpendrehzahl angegeben.

Wenn autom. Anpassung der Zuschalteeinstellungen in Par. 27-40 aktiviert ist, wird Par. 27-43 ausgeblendet. Der tatsächliche Wert kann abgelesen werden, wenn Par. 27-40 deaktiviert ist. Wenn Par. 27-40 deaktiviert ist, kann die Zuschaltsschwelle in Par. 27-43 manuell geändert werden und der neue Wert wird dann verwendet, wenn Par. 27-40 erneut aktiviert wird.



27-44 Abschaltsschwelle

Range:

50%* [1% – 100%]

Funktion:

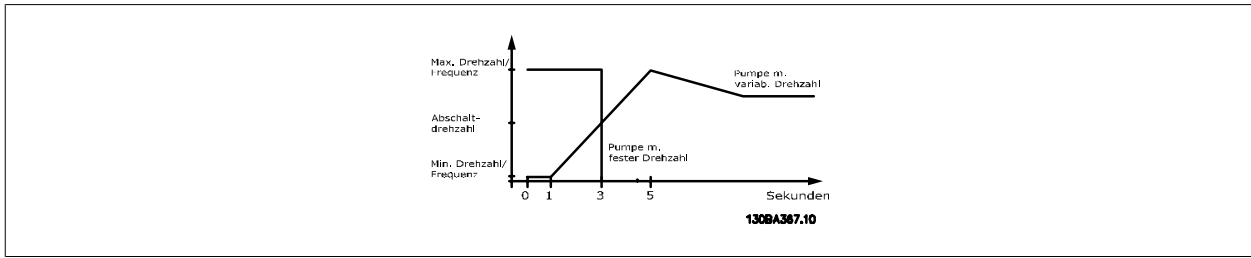
Die Abschaltsschwelle bezeichnet die Drehzahl der Zuschaltrampe, bei der es sich empfiehlt, die Pumpe mit konstanter Drehzahl zuzuschalten. Die Drehzahl wird in Prozent [%] der maximalen Pumpendrehzahl angegeben.

Wenn autom. Anpassung der Zuschalteeinstellungen in Par. 27-40 aktiviert ist, wird Par. 27-44 ausgeblendet. Der tatsächliche Wert kann abgelesen werden, wenn Par. 27-40 deaktiviert ist. Wenn Par. 27-40 deaktiviert ist, kann die Abschaltsschwelle in Par. 27-44 manuell geändert werden und der neue Wert wird dann benutzt, wenn Par. 27-40 erneut aktiviert wird.

Wenn 27-30 auf Aktiviert [1] eingestellt ist, werden 27-31, 27-32, 27-33 und 27-34 stets mit neuen, automatisch berechneten Werten aktualisiert. Wenn 27-31, 27-32, 27-33 und 27-34 von der Bus-einstellung geändert werden, werden die neuen Werte verwendet, jedoch weiterhin automatisch angepasst (geändert).

Wenn 27-40 auf Aktiviert [1] eingestellt ist, werden 27-41, 27-42, 27-43 und 27-44 stets mit neuen, automatisch berechneten Werten aktualisiert. Wenn 27-41, 27-42, 27-43 und 27-44 von der Bus-einstellung geändert werden, werden die neuen Werte verwendet, jedoch weiterhin automatisch angepasst (geändert).

Werte werden neu berechnet und die Parameter aktualisiert, sobald Pumpen zugeschaltet werden.



27-45 Zuschaltdrehzahl (UPM)

Option:

Einheiten: UPM

Funktion:

Bei der Zuschaltdrehzahl handelt es sich um einen Anzeigeparameter, der die tatsächliche Zuschaltdrehzahl basierend auf der Zuschaltsschwelle anzeigt.

27-46 Zuschaltfrequenz [Hz]

Option:

Einheiten: Hz

Funktion:

Bei der Zuschaltdrehzahl handelt es sich um einen Anzeigeparameter, der die tatsächliche Zuschaltdrehzahl basierend auf der Zuschaltsschwelle anzeigt.

27-47 Abschalt-drehzahl (UPM)

Option:

Einheiten: UPM

Funktion:

Bei der Abschalt-drehzahl handelt es sich um einen Anzeigeparameter, der die tatsächliche Abschalt-drehzahl basierend auf der Abschaltsschwelle anzeigt.

27-48 Abschaltfrequenz [Hz]

Option:

Einheiten: UPM

Funktion:

Abschalt-drehzahl ist ein Anzeigeparameter, der die tatsächliche Abschalt-drehzahl basierend auf der Abschaltsschwelle anzeigt.

6.1.9 Wechseleinstell., 27-5*

Parameter zum Festlegen von Bedingungen für den Wechsel der Führungspumpe.

27-51 Wechselereignis

Option:

- [0] * Aus
- [1] Bei Zuschalten

Funktion:

Dieser Parameter ermöglicht einen Wechsel beim Abschalten.

27-52 Wechselzeitintervall

Range:

0 (Deakti- [0 (Deaktiviert) – 10000 m viert])*

Funktion:

Das Wechselzeitintervall ist die benutzerdefinierte Zeit zwischen Wechseln. Durch Einstellung 0 wird dieser Parameter deaktiviert. Parameter 27-53 gibt die bis zum nächsten Wechsel verbleibende Zeit an.

27-53 Wechselzeitintervallgeber

Option:

Einheiten: min.

Funktion:

Wechselzeitintervallgeber ist ein Anzeigeparameter, der die verbleibende Zeit vor einem intervallbedingten Wechsel anzeigt. Das Zeitintervall wird in Parameter 27-52 eingestellt.

27-54 Wechsel zu Tageszeit

Option:

Funktion:

Dieser Parameter ermöglicht das Einstellen einer genauen Tageszeit für den Pumpenwechsel. Die Zeit wird in Parameter 27-55 eingestellt. Zur Nutzung dieses Parameters muss die Echtzeituhr eingestellt sein.

[0] * Deaktiviert

[1] Tageszeit

27-55 Wechselzeit / Festwechselzeit

Range:

1:00* [00:00 - 23:59]

Funktion:

Wechselzeit / Festwechselzeit bezeichnet die Tageszeit für den Pumpenwechsel. Dieser Parameter ist nur verfügbar, wenn Parameter 27-54 auf Tageszeit gesetzt ist.

27-56 Wechsel bei Last <

Range:

0 % (Aus)* [0 % (Aus) – 100 %]

Funktion:

Bei Aktivierung des Parameters Wechsel bei Last < muss die Führungspumpe unterhalb dieser Kapazität laufen, damit ein zeitbasierter Wechsel möglich ist. Diese Funktion stellt sicher, dass ein Wechsel nur stattfindet, wenn die Pumpe unter einer Drehzahl läuft, bei der eine Betriebsunterbrechung den Prozess nicht beeinträchtigt. Dadurch werden durch Wechsel bedingte Systemstörungen reduziert. Der Wert wird als % der Kapazität von Pumpe 1 eingegeben. Durch Einstellen dieses Parameters auf 0 % wird dieser Vorgang deaktiviert.

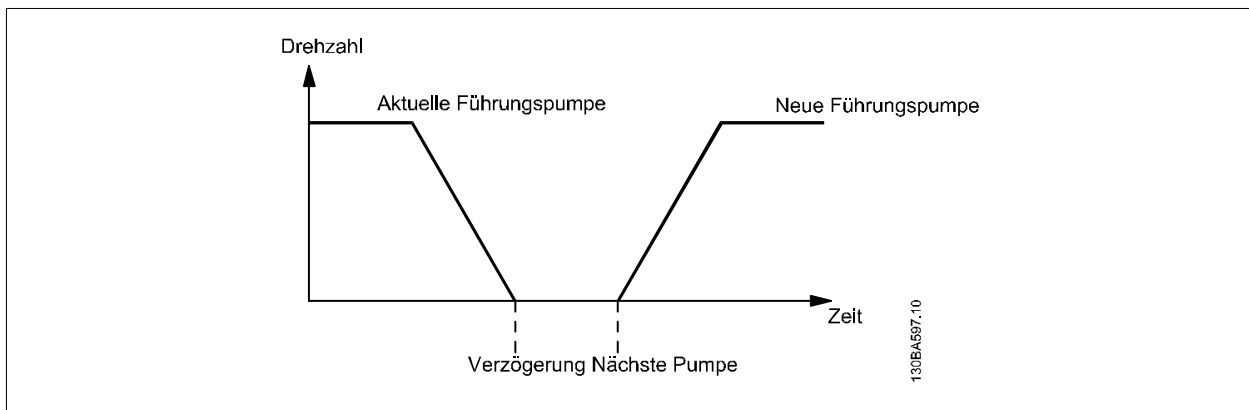
27-58 Verzögerung Nächste Pumpe

Range:

0,1 s* [0,1 s - 5 s]

Funktion:

Verzögerung Nächste Pumpe bezeichnet beim Führungspumpenwechsel die Verzögerung zwischen dem Anhalten der aktuellen Führungspumpe und dem Starten der nächsten Führungspumpe. Dadurch können die beiden Schütze umschalten, während beide Pumpen inaktiv sind.



6.1.10 Anschlüsse, 27-7*

Parameter zum Konfigurieren von Relaisanschlüssen

27-70 Relais

Option:

Standardrelais

Funktion:

Par. 27-70 ist ein Arrayparameter, der zur Einstellung der Funktion der Optionsrelais dient. Je nach installierter Option werden nur die verfügbaren Relais angezeigt. Wenn der erweiterte Kaskadenregler 1 installiert ist, wird Relais 10-12 angezeigt. Wenn der erweiterte Kaskadenregler 2 installiert ist, wird Relais 13-20 angezeigt. Bei Installation beider Optionen werden alle Relais angezeigt. Zur Einstellung der Funktion jedes Relais wählen Sie das jeweilige Relais und dann die Funktion. Wenn die Funktionsoption Standardrelais gewählt wird, kann das Relais als Universalrelais benutzt werden und die gewünschte Funktion kann dann in Parametergruppe 5-4* eingestellt werden.

[0] FU X aktiv.

Aktiviert Folgeantrieb X.

Pumpe K an FU N

Verbindet Pumpe K mit FU N.

Pumpe K an Netz

Verbindet Pumpe K mit dem Netz.

ACHTUNG!
 Wenn MCO 102 installiert ist, steht ggf. auch Relaisoption MCB 105 für die Kaskadenregelung zur Verfügung.

6.1.11 Anzeigen, 27-9*

Kaskadenregleroption – Anzeigeparameter

27-91 Kaskadensollwert

Kaskadensollwert ist ein Anzeigeparameter, der den Sollwertausgang für Follower anzeigt. Dieser Sollwert steht auch dann zur Verfügung, wenn der Master angehalten wurde. Er gibt die Drehzahl an, mit der der Frequenzumrichter läuft bzw. laufen würde. Er wird in Prozent von *Max Frequenz* (P4-13 [UPM] oder P4-14 [Hz]) skaliert.

Einheiten: %

27-92 Current % of Total Capacity

Dieser Parameter ist ein Anzeigeparameter, der den Systembetrieb in % der Gesamtkapazität des Systems anzeigt. 100 % bedeutet, dass alle Pumpen mit maximaler Drehzahl laufen.

Einheiten: %

27-93 Cascade Option Status

Option:

Funktion:

Hierbei handelt es sich um einen Anzeigeparameter, der den Zustand des Kaskadensystems anzeigt.

[0] *	Deaktiviert	Die Kaskadenoption wird nicht verwendet.
	Deaktiviert	Die Kaskadenoption ist deaktiviert.
	Motor dreht	Die Kaskadenoption läuft normal.
	Betrieb bei FDBB	Die Kaskadenoption läuft im Festdrehzahlmodus. Es sind keine Pumpen mit variabler Drehzahl verfügbar.
	Festdrz. (JOG)	Das System läuft mit der in P3-11 eingestellten Festdrehzahl JOG.
	Mit Drehzahlsteuerung	Das System arbeitet mit Drehzahlsteuerung.
	Gespeichert	Das System wird im aktuellen Zustand gespeichert. Es werden keine Änderungen vorgenommen.
	Notfallbetrieb	Das System wird durch Motorfreilauf, Sicherheitsverriegelung, Abschaltblockierung oder Sicherer Stopp angehalten.
	Alarm	Das System läuft mit einer Alarmbedingung.
	Zuschalten	Ein Zuschaltvorgang wird durchgeführt.
	Abschalten	Ein Abschaltvorgang wird durchgeführt.
	Wechsel	Ein Wechsel wird durchgeführt.
	Keine Führungspumpe eingestellt	Es wurde keine Führungspumpe ausgewählt.

7.1.1 Kaskadenregleroption 27-**

Par. No. #	Parameter description	Default value	4-set-up	FC 302 only	Change during operation	Conversion index	Type
27-0* Control & Status							
27-01	Pump Status	[0] Ready	All set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-02	Manual Pump Control	[0] No Operation	2 set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-03	Current Runtime Hours	0 h	All set-ups		TRUE	74	Ujnt32
27-04	Pump Total Lifetime Hours	0 h	All set-ups		TRUE	74	Ujnt32
27-1* Configuration							
27-10	Cascade Controller	[0] Disabled	2 set-ups		FALSE	-	Ujnt8
27-11	Number Of Drives	1 N/A	2 set-ups		FALSE	0	Ujnt8
27-12	Number Of Pumps	ExpressionLimit	2 set-ups		FALSE	0	Ujnt8
27-14	Pump Capacity	100 %	2 set-ups		FALSE	0	Ujnt16
27-16	Runtime Balancing	[0] Balanced Priority 1	2 set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-17	Motor Starters	[0] Direct Online	2 set-ups		FALSE	-	Ujnt8
27-18	Spin Time for Unused Pumps	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	Ujnt16
27-19	Reset Current Runtime Hours	[0] Kein Reset	All set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-2* Bandwidth Settings							
27-20	Normal Operating Range	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	Ujnt8
27-21	Override Limit	100 %	All set-ups		TRUE	0	Ujnt8
27-22	Fixed Speed Only Operating Range	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	Ujnt8
27-23	Staging Delay	15 s	All set-ups		TRUE	0	Ujnt16
27-24	Destaging Delay	15 s	All set-ups		TRUE	0	Ujnt16
27-25	Override Hold Time	10 s	All set-ups		TRUE	0	Ujnt16
27-27	Min Speed Destage Delay	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	Ujnt16
27-3* Staging Speed							
27-30	Autom. Anpassung d. Zuschaltrehzahlen	[1] Aktiviert	All set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-31	Stage On Speed [RPM]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	67	Ujnt16
27-32	Stage On Speed [Hz]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	-1	Ujnt16
27-33	Stage Off Speed [RPM]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	67	Ujnt16
27-34	Stage Off Speed [Hz]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	-1	Ujnt16
27-4* Staging Settings							
27-40	Zuschaltstellungen f. Auto-Anpassung	[0] Deaktiviert	All set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-41	Ramp Down Delay	10.0 s	All set-ups		TRUE	-1	Ujnt16
27-42	Ramp Up Delay	2.0 s	All set-ups		TRUE	-1	Ujnt16
27-43	Staging Threshold	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	Ujnt8
27-44	Destaging Threshold	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	Ujnt8
27-45	Staging Speed [RPM]	0 RPM	All set-ups		TRUE	67	Ujnt16
27-46	Staging Speed [Hz]	0.0 Hz	All set-ups		TRUE	-1	Ujnt16
27-47	Destaging Speed [RPM]	0 RPM	All set-ups		TRUE	67	Ujnt16
27-48	Destaging Speed [Hz]	0.0 Hz	All set-ups		TRUE	-1	Ujnt16
27-5* Alternate Settings							
27-50	Automatic Alternation	[0] Deaktiviert	All set-ups		FALSE	-	Ujnt8
27-51	Alternation Event	null	All set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-52	Alternation Time Interval	0 min	All set-ups		TRUE	70	Ujnt16
27-53	Alternation Timer Value	0 min	All set-ups		TRUE	70	Ujnt16
27-54	Alternation At Time of Day	[0] Deaktiviert	All set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-55	Alternation Predefined Time	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	WoDate
27-56	Alternate Capacity is <	0 %	All set-ups		TRUE	0	Ujnt8
27-58	Run Next Pump Delay	0.1 s	All set-ups		TRUE	-1	Ujnt16

Par. No. #	Parameter description	Default value	4-set-up	FC 302 only	Change during operation	Conversion index	Type
27-6* Digitaleingänge							
27-60	Klemme X66/1 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion	All set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-61	Klemme X66/3 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion	All set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-62	Klemme X66/5 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion	All set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-63	Klemme X66/7 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion	All set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-64	Klemme X66/9 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion	All set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-65	Klemme X66/11 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion	All set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-66	Klemme X66/13 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion	All set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-7* Connections							
27-70	Relay	[0] Standard Relay	2 set-ups		FALSE	-	Ujnt8
27-9* Readouts							
27-91	Cascade Reference	0.0 %	All set-ups		TRUE	-1	Int16
27-92	% Of Total Capacity	0 %	All set-ups		TRUE	0	Ujnt16
27-93	Cascade Option Status	[0] Disabled	All set-ups		TRUE	-	Ujnt8
27-94	Cascade System Status	0 N/A	All set-ups		TRUE	0	VisStr[25]

8 Anhang A - Anwendungshinweis Master/Folgeantrieb

8.1.1 Master/Folgeantrieb-Betrieb

Anwendungsbeschreibung

Das Beispielsystem verfügt über 4 Pumpen gleicher Größe zur Wasserverteilung. Jede Pumpe ist an einen Danfoss VLT® AQUA Drive angeschlossen. Als Istwert dient ein Druckgeber mit einem Analogausgangsformat von 4-20 mA, der an einen der Frequenzumrichter, den „Master“, angeschlossen ist. Der Master ist zusätzlich mit der Danfoss VLT® Optionskarte MCB-101 für erweiterten Kaskadenregler ausgestattet. Ziel der Anwendung ist ein konstanter Druck im gesamten System.

Der Einsatz eines Systems mit Master-/Folgeantrieb anstelle des normalen Standard-Kaskadenreglerbetriebs kann aus folgenden Gründen sinnvoll sein:

- In alten und schwachen Rohrsystemen, in denen Druckstöße schnell zu Undichtigkeiten führen können, stellt die hohe Leistungsfähigkeit des Master-/Folgeantriebsystems einen wichtigen Vorteil dar.
- In Wassersystemen mit konstantem Druck können die Pumpen mit der Master-/Folgeantriebskonfiguration möglichst energiesparend betrieben werden.
- In Systemen mit hohen Durchflussschwankungen wird durch die schnelle Reaktionsfähigkeit des Master-/Folgeantriebssystems schnell ein konstanter Druck erzeugt und sicher aufrechterhalten.
- Sehr einfache Installation – kein weiteres Zubehör erforderlich. Die Frequenzumrichter sind mit Gehäuse nach Schutzart IP55 und IP66 erhältlich (keine Schaltschranke erforderlich, nur Sicherungen).

Zu beachten

Im Vergleich zur herkömmlichen Kaskadenregelung wird die Anzahl der laufenden Pumpen anhand der Drehzahl und nicht anhand des Istwerts geregelt. Für einen möglichst energiesparenden Betrieb muss die Zuschalt- und Abschaltfrequenz gemäß dem System korrekt eingestellt werden. Das Prinzip wird in Abb. 1 genauer erläutert.

Die Zuschalt- und Abschaltfrequenz wird für jede Stufe benutzerdefiniert festgelegt. Die richtige Drehzahl ist abhängig von der jeweiligen Anwendung und dem System. Ab der VLT® AQUA -Software-Version 1.1 stellt der Frequenzumrichter die Drehzahl automatisch ein. Die richtige Einstellung kann auch mit der Danfoss PC-Software MUSEC ermittelt werden. Diese steht auf unsere Website www.danfoss.com zum Download bereit.

Die in Tabelle 1.1 angegebenen Einstellungen können in den meisten Anwendungen als Starteinstellungen verwendet werden.

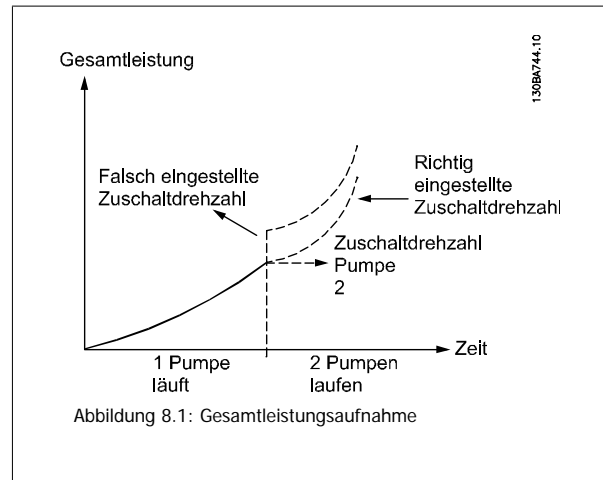
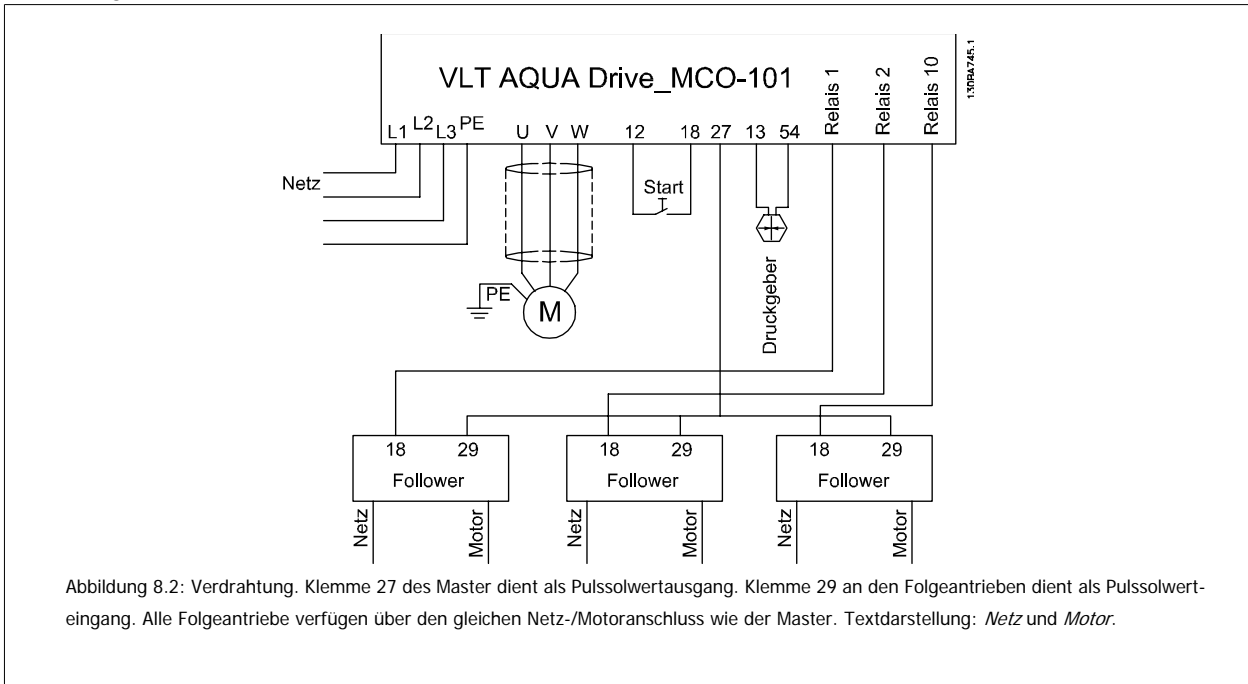


Abbildung 8.1: Gesamtleistungsaufnahme

	Zuschaltfrequenz [Hz] (Par. 27-31)	Abschaltfrequenz [Hz] (Par. 27-33)
Stufe 1	40	Min. Drehzahl
Stufe 2	42	36
Stufe 3	45	38
Stufe 4	47	40

Tabelle 8.1: Beispiel für Zuschalt- und Abschaltfrequenz

Verdrahtung



8

ACHTUNG!

Im Beispiel wird davon ausgegangen, dass der Druckgeber, der als Istwertgeber verwendet wird, einen Bereich von 0-10 bar hat.

Parametereinstellungen:

Displayeinstellungen - Master:		
Displayzeile 1.1	0-20	Sollwert [1601]
Displayzeile 1.2	0-21	Istwert [1652]
Displayzeile 1.3	0-22	Motorstrom [1614]
Displayzeile 2	0-23	Frequenz [1613]
Displayzeile 3	0-24	Kaskadensollwert [2791]

Displayeinstellungen - Folgeantriebe:		
Displayzeile 1.1	0-20	Externer Sollwert [1650]
Displayzeile 3	0-24	Frequenz [1613]



ACHTUNG!

Bitte beachten: Das Analogeingangsformat wird mit Schalter S201 unter der LCP Bedieneinheit eingestellt.

Grundeinstellungen für Master und Folgeantriebe:

Parameter:	
Umschaltung zwischen Einheit Hz und UPM	0-02
Motornennleistung	1-20/Par. 1-21 (kW/PS)
Motornennspannung	1-22
Motorstrom	1-24
Motorenndrehzahl	1-25
Motordrehrichtungsprüfung	1-28
Autom. Motoranpassung aktivieren	1-29

Rampenzeit Auf	3-41	(5 s*, größenabhängig) Muss bei Master und Folgeantrieb identisch sein!
Rampenzeit Ab	3-42	(5 s*, größenabhängig) Muss bei Master und Folgeantrieb identisch sein!
Min. Frequenz [Hz]	4-12	(30 Hz)
Max. Frequenz [Hz]	4-14	(50 Hz) Muss bei Master und Folgeantrieb identisch sein!

Mastereinstellungen

1. In den Funktionssätzen unter „Quick-Menü“ können Sie mit den PID-Prozesseinstellungen die Istwerteinstellungen und den PID-Regler anpassen.
2. Masterkonfiguration in Par. 27-** einstellen

Master/Folgeantrieb aktivieren	27-10	
Anzahl Frequenzumrichter einstellen	27-11	
Zuschaltdrehzahl gemäß Tabelle 1 einstellen	27-3*	
Konfiguration Relais 1	27-70	FU 2 aktiv.
Konfiguration Relais 2	27-70	FU 3 aktiv.
Konfiguration Relais 10	27-70	FU 4 aktiv.
Minimaler Sollwert	3-02	0 [bar]
Max. Sollwert	3-03	10 [bar]
Klemme 27 Funktion	5-01	Ausgang [1]
Klemme 27 Digitalausgang	5-30	Pulsausgang [55]
Klemme 27 Pulsausgang	5-60	Kaskadensollwert [116]
Ausgang 27 Max. Frequenz	5-62	5000 [Hz]

Folgeantriebseinstellungen		
Variabler Sollwert 1 einstellen	3-15	Pulseingang 29 [7]
Klemme 29 Digitaleingang einstellen	5-13	Pulseingang [32]
Klemme 29 Min. Frequenz einstellen	5-50	0 [Hz]
Klemme 29 Max. Frequenz einstellen	5-51	5000 [Hz]

Betrieb

Bei Inbetriebnahme des Systems führt der Master automatisch einen Laufzeitausgleich aller laufenden Folgeantriebe durch. Die erforderliche Anzahl der Pumpen hängt vom Bedarf ab. In Par. 27-16 ist eine dreistufige Priorisierung der Pumpen möglich (Priorität 1, Priorität 2 und Ersatzpumpe). Pumpen mit Priorität 2 werden nur zugeschaltet, wenn keine Pumpe mit Priorität 1 verfügbar ist.

Zur Optimierung des Energieverbrauchs ist möglicherweise eine Feineinstellung der *Zuschalt-/Abschaltdrehzahl* erforderlich.



Index

A

Abschaltdrehzahl (upm), 27-33	34
Abschaltdrehzahl (upm), 27-47	37
Abschalten	28
Abschaltfrequenz (hz), 27-34	34
[Abschaltfrequenz Hz]	43
Abschaltfunktionszeit, 27-27	33
Abschaltschwelle, 27-44	36
Abschaltung	23
Abschaltverzögerung, 27-24	33
Akt. Laufstunden Rücksetzen, 27-19	31
Aktuelle Betriebsstunden, 27-03	30
Allgemeine Beschreibung	6
Analogausgangsformat Von 4-20 Ma	43
Analogeingang	44
Anzahl Der Pumpen, 27-12	30
Anzahl Frequenzumrichter	21
Anzahl Frequenzumrichter, 27-11	30
Autom. Anpassung D. Zuschaltdrehzahlen, 27-30 (in Zukünftigen Versionen Mit Aufzunehmen!)	34
Autom. Anpassung D. Zuschalteinstell., 27-40	35

B

Bandbreiteneinstellungen, 27-2*	31
Betriebsbereich Nur Festdrehzahl, 27-22	32
Betriebsstunden	27

D

Displayeinstellungen - Folgeantriebe	44
Displayeinstellungen - Master	44
Drehzahl Und Nicht Anhand Des Istwerts	43
Drehzahlsteuerung	6
Druckgeber	44
Druckschwankungen	13

E

Einem Frequenzumrichter	27
Einfache Installation	43
Einfachen Kaskadenregler	6
Einführung	11
Einführung Zu Mco 101 Und Mco 102	5
Einstellung Der Kaskadenparameter	21
Energiesparenden Betrieb	43
Erdableitstrom	3
Erweiterter Kaskadenregler Mco 101 Und Erweiterter Kaskadenregler Mco 102	5
Erweiterung Des Einfachen Kaskadenreglers	11

F

Folgeantrieb	6, 22
Folgeantriebseinstellungen	45
Frequenzumrichter-konfigurationen	11
Führungspumpe	27, 28

G

Gesamtbetriebsstunden Pumpe, 27-04	30
Grundeinstellungen	45

I

Ip55 Und Ip66	43
Istwertdruck	14
Istwert-druck	27

Istwertgeber	22, 44
K	
Kaskadenregler – Funktionen	25
Kaskadenregler, 27-10	30
Kaskadenregleroption	5, 41
Kaskadenregleroption, 27-**	29
Kaskadenregleroptionskarte	6
Klemme 27	44
Klemme 29	44
Kombination Aus Pumpen	21
Konfiguration Mit Unterschiedlichen Pumpen	14, 17
Konfiguration Von Pumpen Mit Konstanter Drehzahl	13
Konfiguration Von Pumpen Unterschiedlicher Größe	16
Konfiguration, 27-1*	30
Konstanter Drehzahl	28
Konstanter Druck	43
Kritischen Systemen	28
L	
Laufzeit	26, 31
Laufzeit Für Nicht Genutzte Pumpen	21
Laufzeitausgleich	17, 21, 26
Laufzeitausgleich, 27-16	30
M	
Manuelle Pumpenregelung	25
Manuelle Pumpenregelung, 27-02	29
Master	6, 22, 43
Master/folgeantrieb-betrieb	43
Mastereinstellungen	45
Master-folgeantrieb-konfiguration	14
Mehreren Frequenzumrichtern	27
Motorstarter, 27-17	31
Multiple Unit Staging Efficiency Calculator	23
Musec	23, 43
N	
Normaler Betriebsbereich, 27-20	31
O	
Optimierung Des Energieverbrauchs	45
P	
Parametereinstellungen	44
Pid-regelung	22
Pid-regler	22
Priorisierung Der Pumpen	45
Pumpen Mit Konstanter Drehzahl	6
Pumpen Mit Variabler Drehzahl	6
Pumpenkapazität, 27-14	30
Pumpenlauf	26
Pumpenzustand, 27-01	29
Pumpkapazität	21
R	
Rampe-ab-verzögerung, 27-41	35
Rampe-auf-verzögerung, 27-42	35
Regelung Und Zustand, 27-0*	29
Relais, 27-70	38

S

Schalter S201	44
Schaltgrenze	28, 32
Schaltgrenze, 27-21	32
Schaltverzögerung, 27-25	33
Schwachen Rohrsystemen	43
Softstarter	19
Software-version	3, 43
Systemkonfiguration	21

U

Unterstützte Konfiguration	11
----------------------------	----

V

Verdrahtung	44
Vlt® Optionskarte Mcb-101 Für Erweiterten Kaskadenregler	43

W

Wassersystemen Mit Konstantem Druck	43
-------------------------------------	----

Z

Zusätzliche Konfiguration Für Mehrere Frequenzumrichter	22
Zuschalt- /abschaltübersteuerung	28
Zuschalt- Und Abschalt Drehzahl	43
Zuschaltdrehzahl (upm), 27-31	34
Zuschaltdrehzahl (upm), 27-45	37
Zuschaltdrehzahl, 27-3*	34
Zuschalteinstell., 27-4*	35
Zuschalten	28
Zuschalten / Abschalten	27
Zuschalten Und Abschalten	14
Zuschalten Und Abschalten Von Pumpen Mit Konstanter Drehzahl Abhängig Vom Druck-istwert	24
Zuschalten/abschalten Von Pumpen Mit Variabler Drehzahl Abhängig Von Der Frequenzumrichter-drehzahl	23
Zuschaltfrequenz (hz), 27-32	34
Zuschaltfrequenz (hz), 27-46	37
[Zuschaltfrequenz Hz]	43
Zuschaltsschwelle, 27-43	36
Zuschaltung	23
Zuschaltverzögerung, 27-23	32