

Rexroth HydraulicDrive

HDx-20
Pumpenregelung

Zusatzinformation
RD 30237-Z/10.2020

Ausgabe 02



Titel	Rexroth HydraulicDrive HDx-20 Pumpenregelung
Art der Dokumentation	Zusatzinformation
Dokumentations-Type	DOK-HYDRV*-HD*-20VRS**-AP05-DE-P
Interner Ablagevermerk	RS-90b2b737d44d8148c0a80286505a3d6f-2-de-DE-7
Zweck der Dokumentation	Diese Dokumentation beschreibt alle funktionellen Eigenschaften der HydraulicDrive-Firmware in der Variante HDx-20.
Schutzvermerk	© Bosch Rexroth AG 2017 Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.
Verbindlichkeit	Die angegebenen Daten dienen allein der Produktbeschreibung und sind nicht als zugesicherte Eigenschaften im Rechtssinne zu verstehen. Änderungen im Inhalt der Dokumentation und Liefermöglichkeiten der Produkte sind vorbehalten.
Herausgeber	Bosch Rexroth AG Zum Eisengießer 1 ■ D-97816 Lohr a. Main Telefon +49 (0) 93 52/40 30 20 http://www.boschrexroth.com/ E-Mail: my.support@boschrexroth.com

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Konfiguration Sensoren.....	1
1.1 Konfiguration Drucksensoren.....	1
1.2 Konfiguration Schwenkwinkelsensoren.....	1
2 Auswahl Reglerstruktur.....	3
2.1 Reglerstruktur.....	3
2.2 Funktionsweise / Regleroptimierung Schwenkwinkelregler.....	3
2.3 Funktionsweise / Regleroptimierung Parallelstruktur.....	4
2.4 Funktionsweise / Regleroptimierung Kaskadenstruktur.....	9
3 Drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung im HydraulicDrive.....	15
3.1 Drehzahlvariabler Betrieb.....	15
3.2 Aktivierung der Zusatzfunktion drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung (VT-HPC).....	15
3.3 Update der Zusatzfunktion drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung (SY(H)DFED).....	16
3.4 Basisparameter laden für Zusatzfunktion drehzahlvariabler Betrieb.....	18
3.5 Funktionsbeschreibung Realtime-Betrieb.....	18
3.6 Drehzahlvariablen Betrieb steuern.....	19
3.7 Beteiligte Parameter der Drehzahlberechnung.....	22
3.7.1 Allgemeines.....	22
3.7.2 Parameter des Motors.....	22
3.7.3 Parameter der Drehzahlberechnung.....	26
3.7.4 Parameter der Pumpe.....	30
3.7.5 Adaption Druckregler (Parallelstruktur).....	31
3.7.6 Reserve zum Beschleunigen des Motors bei geringer Drehzahl - Kippschutz.....	33
4 Beschreibung der Sonderfunktionen.....	35
4.1 Drehmomentgrenze.....	35
4.2 Backup/Restore bei Pumpenregelung.....	37
4.3 Kalibrierung Pumpenregler.....	37
Index.....	39

1 Konfiguration Sensoren

1.1 Konfiguration Drucksensoren

Für den Betrieb des Pumpenreglers können verschiedene Drucksensoren konfiguriert werden. Grundsätzlich wird hierbei der Betrieb im offenen und im geschlossenen Kreis unterschieden:

Betrieb im offenem Kreis

- P-0-2940, Druck-Istwert 1
- P-0-2941, Druck-Istwert 2 (optional)

Betrieb im geschlossenem Kreis

- S-0-0803, Druckistwert A (Druck an Anschluss A der Pumpe)
- S-0-0804, Druckistwert B (Druck an Anschluss B der Pumpe)

Für die Erfassung des Druckistwerts können die Drucksensoren an den verschiedenen Analogeingängen angeschlossen werden. Alternativ kann der Druckistwert auch über Bus übertragen werden. Bei einer Übertragung über Bus muss allerdings beachtet werden, dass die Druckistwerte mindestens alle 2 ms aktualisiert werden. Außerdem kann bei einem Busausfall kein Notbetrieb mit Druckregelung gefahren werden, da keine gültigen Druckistwerte vorhanden sind. Sollte ein Notbetrieb (z. B. Umschaltung auf interne Sollwerte) benötigt werden, dann müssen die Drucksensoren über einen analogen Eingang angeschlossen werden.

Filterzeit für Analogeingang:

Für jeden analogen Eingang gibt es eine Filterzeitkonstante, um den Eingangswert mit einem PT1 Filter zu filtern. In den Werkseinstellungen ist dieser Filter deaktiviert (Filterzeit = 0 ms). Dieser Filter kann verwendet werden, um Störung auf dem Signal herauszufiltern. Hierzu kann bei stehendem Motor der Druckistwert aufgezeichnet werden. Sollte die Störung bei stehendem Motor schon größer als ca. 1 bar ausfallen, dann empfiehlt es sich, den Filter zu aktivieren. Die übliche Filterzeit liegt dabei bei 1 - 2 ms, da größere Filterzeiten einen negativen Einfluss auf die Druckregelung haben.

1.2 Konfiguration Schwenkwinkelsensoren

Für die Auswahl des Schwenkwinkelsensors gibt es eine vorgegebene Liste. Der Signalbereich ist dabei für den jeweiligen Sensortyp fest voreingestellt. Sollte ein Sensor verwendet werden, der nicht in der Liste enthalten ist, so kann mit der manuellen Auswahl (P-0-2948 = 0) ein anderer Signalbereich eingestellt werden. Zu Filterung des Schwenkwinkelsignals gibt es jeweils einen Filter für den Schwenkwinkel-Istwert (P-0-2949.0.8) und einen Filter für die Ableitung des Schwenkwinkel-Istwerts (P-0-2961). Die Filter werden benötigt, wenn die Störungen auf dem Signal für den Schwenkwinkel-Istwert zu groß werden. Sollten bei stehendem Motor (Regelung nicht aktiv) die Störungen auf dem Schwenkwinkel-Istwert größer als 1 % sein, dann kann der P-0-2949.0.8 auf einen höheren Wert eingestellt werden. Die üblichen Wertebereiche für die Filterzeit ergeben sich wie folgt:

- P-0-2949.0.8, Filterzeit Schwenkwinkel-Istwert: 0 ms ... 4 ms
- P-0-2961, Filterzeit Ableitung Schwenkwinkel-Istwert: 3 ms ... 10 ms.

Bei größeren Pumpen können tendenziell auch höhere Filterzeiten verwendet werden.

2 Auswahl Reglerstruktur

2.1 Reglerstruktur

Für die Pumpenregelung können zwei Reglerstrukturen (Parallelstruktur/Kaskadenstruktur) verwendet werden. Grundsätzlich kann mit beiden Reglerstrukturen eine ablösende Druck-/Schwenkwinkelregelung gefahren werden. Die Parallelstruktur bietet Vorteile bei kleinen Totvolumina und dynamischen Übergängen von Druck- in Schwenkwinkelregelung. Die Parallelstruktur wurde bisher bei den SYDFEx-Systemen verwendet. Die Kaskadenstruktur bietet Vorteile bei größeren Totvolumina bzw. wird bei geschlossenem Kreis verwendet. Die Kaskadenstruktur wurde bisher von der VPCD verwendet. Während des Betriebs kann zwischen beiden Reglerstrukturen umgeschaltet werden. Dazu muss im "P-0-2950, Pumpenregler Steuerwort" das Bit 15 entsprechend gesetzt werden.



Bei vielen Applikationen wird im laufenden Betrieb zwischen einem großen Totvolumen (Normalbetrieb) und einem kleineren Totvolumen (Betrieb nur mit Pumpensteuerblock) umgeschaltet. In diesem Fall hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, mit dem Signal für das Absperrventil am Pumpensteuerblock auch die Reglerstruktur umzuschalten. Das Bit für die Umschaltung der Reglerstruktur kann auf einen digitalen Eingang oder in das Feldbussteuerwort gelegt werden.

2.2 Funktionsweise / Regleroptimierung Schwenkwinkelregler

Der Schwenkwinkelregler ist sowohl in der Parallelstruktur als auch in der Kaskadenstruktur gleich aufgebaut. Der Schwenkwinkelregler besteht aus einem PD-Regler.

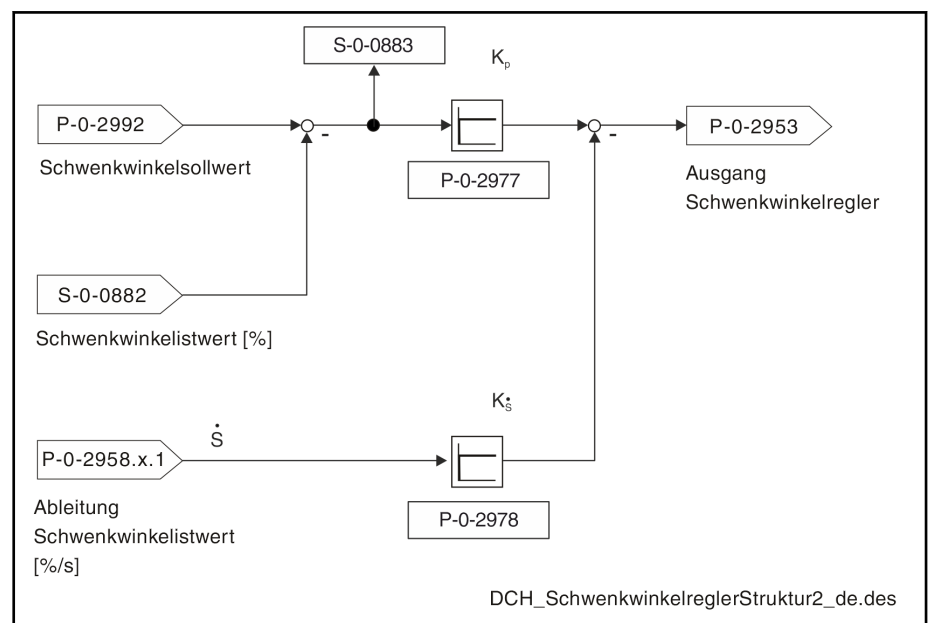


Abb. 2-1: Schwenkwinkelregler Struktur

Für die meisten Anwendungen ist keine Anpassung des Schwenkwinkelreglers nötig. Für die Schaltschrankanwendung des Pumpenreglers (VT-HPC) wird hier eine geringere P-Verstärkung benötigt als bei den OBE-Systemen (SY(H)DFEF und HS5E). Aus diesem Grund wird die VT-HPC mit einer Werkseinstellung von 4 für den "P-0-2977, Schwenkwinkelregler P-

Verstärkung", die OBE-Systeme werden mit einer Werkseinstellung von 8 für P-0-2977 ausgeliefert. Zur Verbesserung des dynamischen Verhaltens kann bei größeren Pumpen die P-Verstärkung noch etwas erhöht und mit dem "P-0-2978, Schwenkwinkelregler Zeitkonstante D-Anteil" können Überschwingen in Schwenkwinkelregelung reduziert werden.

Übliche Wertebereiche

- P-0-2977, Schwenkwinkelregler P-Verstärkung = 4 ... 12
- P-0-2978, Schwenkwinkelregler Zeitkonstante D-Anteil = 0 ... 0,200

2.3 Funktionsweise / Regleroptimierung Parallelstruktur

In der Parallelstruktur werden der Ausgang des Schwenkwinkelreglers und der Ausgang des Druckreglers miteinander verglichen. Der jeweils gültige Wert wird dann als Ventilsollwert an die Stellgrößenanpassung übergeben.

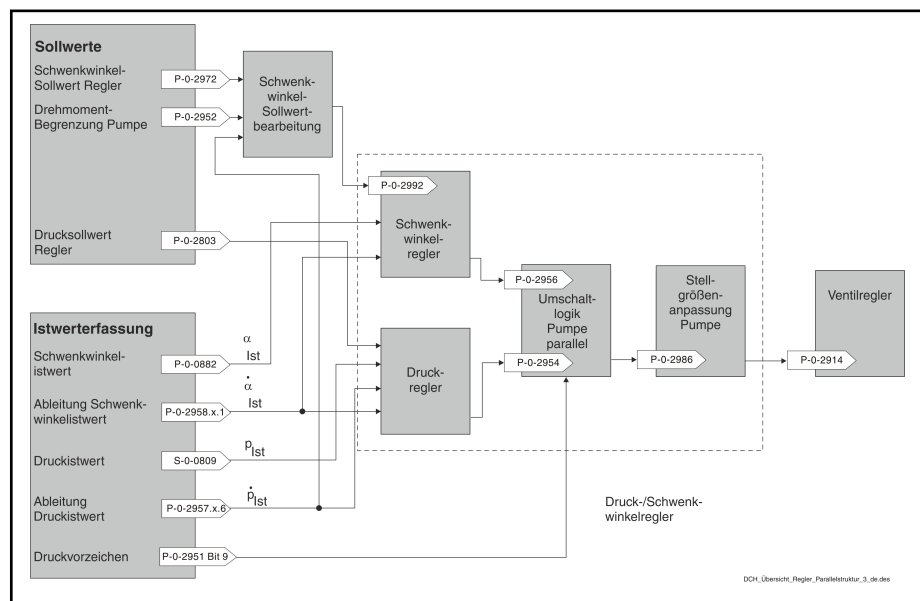


Abb. 2-2: Übersicht Regler Parallelstruktur

Der Druckregler in der Parallelstruktur hat dabei folgenden Aufbau:

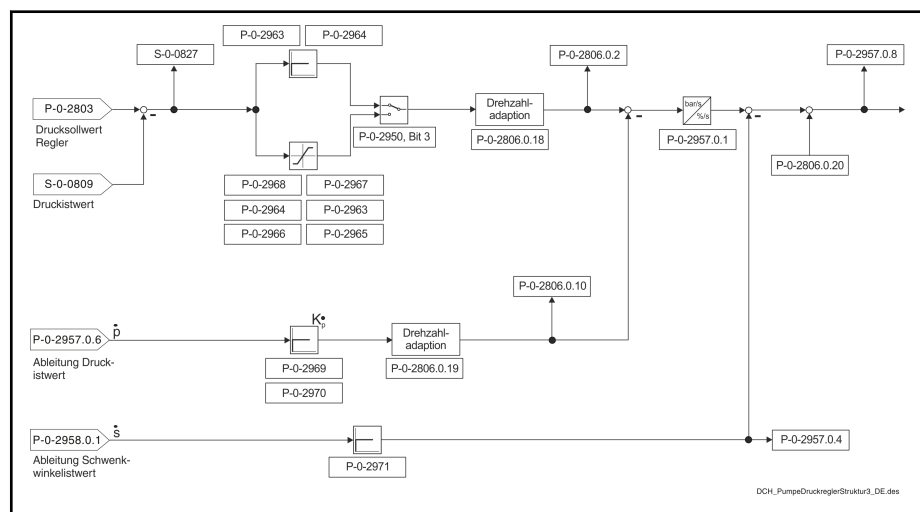


Abb. 2-3: Pumpe Druckregler Parallelstruktur

Der Druckregler in der Parallelstruktur besteht aus einem PD-Regler mit einer zusätzlichen Rückführung der Ableitung des Schwenkwinkel-Istwerts. Für

den P-Anteil und den D-Anteil gibt es jeweils zwei Parameter, die bei positiver oder negativer Eingangsgröße verwendet werden. Im P-Anteil besteht zusätzlich die Möglichkeit, eine geknickte Kennlinie zu aktivieren und damit ab einer bestimmten Regelabweichung einen anderen Verstärkungswert für den P-Anteil zu verwenden.

Die geknickte Kennlinie wird z. B. benötigt, wenn ein Hydraulikspeicher in dem System verbaut ist. Der Hydraulikspeicher führt zu einer größeren Dämpfung, wenn er geladen ist. Für diesen Bereich kann es sinnvoll sein, eine zweite P-Verstärkung für den Druckregler zu verwenden. Innerhalb des Druckreglers wird über eine Drucknormierung von der Einheit [bar] in die Einheit [%] umgerechnet. Diese Drucknormierung (P-0-2957.0.1) ergibt sich aus der Normierung der Vorgängersysteme. Die SYDFEx-Systeme sind dabei auf 315 bar, die HS5-Systeme auf 350 bar normiert. Die Drucknormierung ist bei Auslieferung voreingestellt und wird im Normalfall nicht geändert.

Grundsätzlich muss der Druckregler auf das vorhandene Totvolumen angepasst werden. Hierzu sind in der folgenden Tabelle Vorschlagswerte enthalten. Die Vorschlagswerte gelten für Systeme mit OBE (SY(H)DFED, SY(H)DFEF und HS5E). Für die HS5 mit externer Elektronik liegen die Verstärkungen v.a. bei kleinen Totvolumina deutlich niedriger (P-Verstärkung muss bei der HS5 teilweise auf die Hälfte reduziert werden).

Reglerparameter	Universal (Default-einstellung)	0 L	1 L	2,5 L	5 L	7,5 L	10 L
Druckregler P-Verstärkung 1 positiv (P-0-2963)	2,8	2,8	4,3	4,3	4,7	5	4,3
Druckregler P-Verstärkung 1 negativ (P-0-2964)	2,8	2,8	4,3	4,3	4,7	5	4,3
Druckregler Zeitkonstante D-Anteil positiv (P-0-2969)	0,19 s	0,04 s	0,2 s	0,2 s	0,41 s	0,44 s	0,45 s
Druckregler Zeitkonstante D-Anteil negativ (P-0-2970)	0,23 s	0,04 s	0,2 s	0,2 s	0,41 s	0,44 s	0,45 s
Druckregler Zeitkonstante Schwenkwinkel-Rückführung (P-0-2971)	0,07 s	0,04 s	0,07 s	0,07 s	0,075 s	0,05 s	0,06 s
Torzeit Ableitung Druckistwert 1 (P-0-2960)	22,5 ms	13,5 ms	13,5 ms	22,5 ms	22,5 ms	22,5 ms	22,5 ms

Tab. 2-1: *Einstellwerte für Regelparameter OBE bei unterschiedlichen Ölvolumina*

Auswahl Reglerstruktur

Reglerparameter	12,5 L	15 L	20 L	25 L	30 L	40 L
Druckregler P-Verstärkung 1 positiv (P-0-2963)	4,4	4,4	3,8	3,6	3,6	3,5
Druckregler P-Verstärkung 1 negativ (P-0-2964)	4,4	4,4	3,8	3,6	3,6	3,5
Druckregler Zeitkonstante D-Anteil positiv (P-0-2969)	0,52 s	0,535 s	0,59 s	0,68 s	0,7 s	0,72 s
Druckregler Zeitkonstante D-Anteil negativ (P-0-2970)	0,52 s	0,535 s	0,59 s	0,68 s	0,7 s	0,72 s
Druckregler Zeitkonstante Schwenkwinkel-Rückführung (P-0-2971)	0,07 s	0,07 s	0,07 s	0,07 s	0,07 s	0,07 s
Torzeit Ableitung Druck-Istwert 1 (P-0-2960)	22,5 ms	22,5 ms	22,5 ms	22,5 ms	22,5 ms	22,5 ms

Tab. 2-2: *Einstellwerte für Reglerparameter bei unterschiedlichen Ölvolumina*

Der Bewertungsfaktor für die Rückführung der Ableitung des Schwenkwinkel-Istwerts ist dabei abhängig von der Pumpennenngröße. Bei kleineren Pumpen ($< \text{Nenngröße } 45 \text{ cm}^3$) liegen die üblichen Werte für "P-0-2971, Druckregler Zeitkonstante Schwenkwinkel-Rückführung" bei 0,03 s bis 0,04 s. Für größere Pumpen werden üblicherweise Werte von 0,04 s bis 0,09 s verwendet.

Druckregler PD-Verstärkung einstellen

Die PD-Verstärkung entspricht der Summierung des P-Anteils und des D-Anteils, wie in der Abbildung Druckregler Parallelstruktur ersichtlich. Die Werte der einzustellenden PD-Parameter ("P-0-2963, Druckregler P-Verstärkung 1 positiv", "P-0-2964, Druckregler P-Verstärkung 1 negativ", "P-0-2969, Druckregler Parallel Faktor D-Anteil positiv", "P-0-2970, Druckregler Parallel Faktor D-Anteil negativ") variieren je nach Anwendungsfall. Im Allgemeinen gilt, dass eine Vergrößerung der Werte zu einer schneller reagierenden Regelung führt. Übermäßig große Werte führen jedoch zu instabilem Verhalten, da der rückgeführte Istwert sich immer ändert und diese Änderung dann zu stark verstärkt wird (Oszillation). Der optimale Wert der gesamten Regelverstärkung stellt einen Kompromiss zwischen Einschwingverhalten und Stabilität dar.

Im Folgenden werden Hinweise zur Einstellung der einzelnen Parameter gegeben:

Beispiel 1:

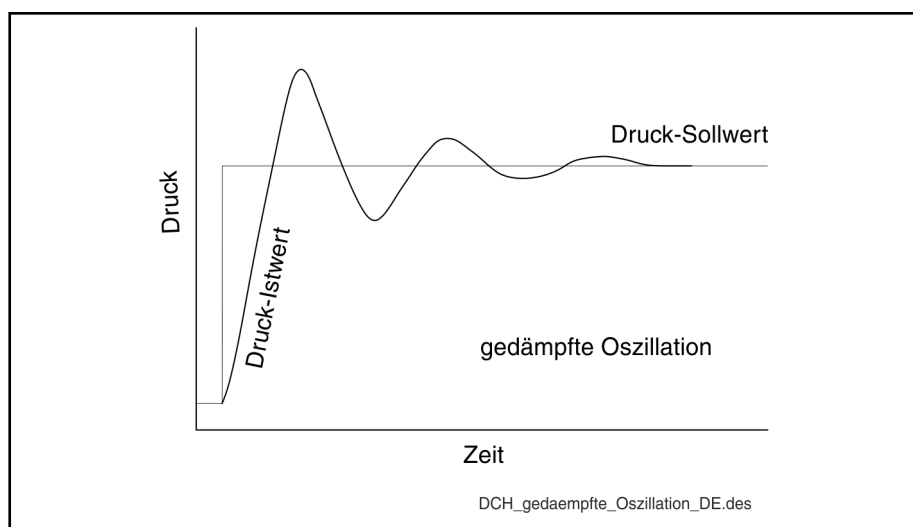


Abb. 2-4: Gedämpfte Oszillation

Schritt	Verhalten / Ergebnis	Maßnahme
1	Überschwingen (gedämpfte Oszillation)	D-Anteil erhöhen (P-0-2969 bzw. P-0-2970)
2	Druckistwert schwingt immer noch über	P-Verstärkung verringern (P-0-2963 bzw. P-0-2964)

Tab. 2-3: Maßnahmen bei Überschwingen

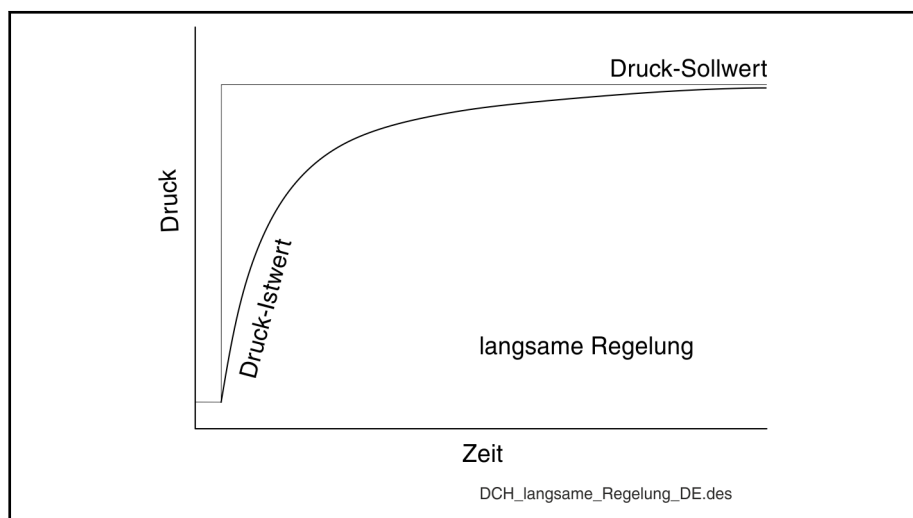
Beispiel 2:

Abb. 2-5: Langsame Regelung

Schritt	Verhalten / Ergebnis	Maßnahme
1	Langsame Reaktion	P-Verstärkung erhöhen (P-0-2963 bzw. P-0-2964)
2	Reaktion noch immer langsam	D-Anteil verringern (P-0-2969 bzw. P-0-2970)

Tab. 2-4: Maßnahmen bei langsamer Reaktion

Beispiel 3:

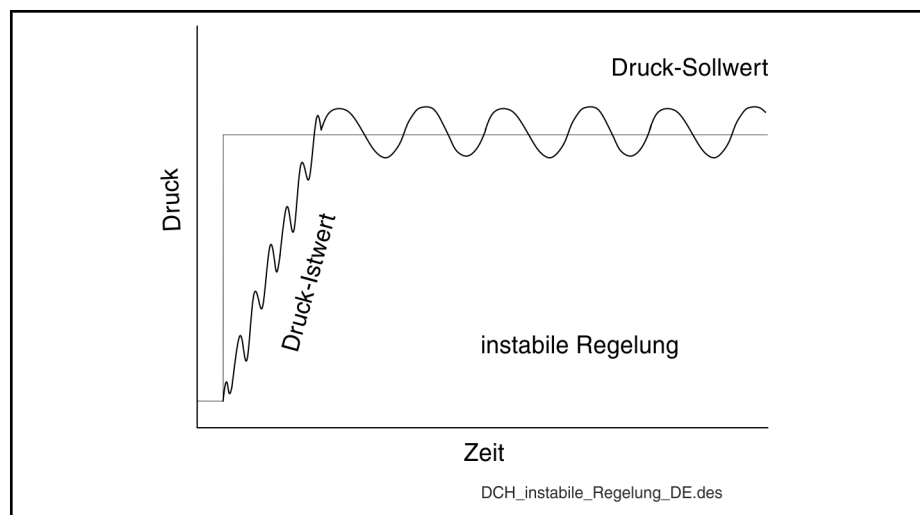


Abb. 2-6: Instabile Regelung

Schritt	Verhalten / Ergebnis	Maßnahme
1	Schnelle, aber instabile Reaktion	P-Verstärkung verringern (P-0-2963 bzw. P-0-2964)
2		D-Anteil verringern (P-0-2969 bzw. P-0-2970)

Tab. 2-5: Maßnahmen bei instabiler Reaktion

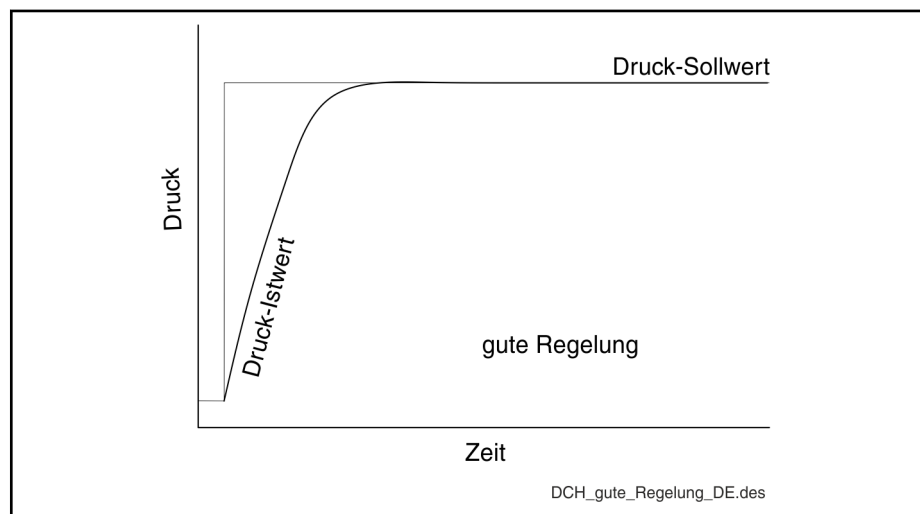
Beispiel 4:

Abb. 2-7: Gute Regelung

Bei gutem Regelverhalten sind keine Maßnahmen erforderlich.

Drehzahlvariabler Betrieb

Während des drehzahlvariablen Betriebs muss die Verstärkung im P- und im D-Anteil angepasst werden, damit die Reglerdynamik gleich ausfällt. Hierzu gibt es die Adaptionfaktoren "P-0-2806.0.18, Druckregler Adaption P-Anteil" und "P-0-2806.0.19, Druckregler Adaption D-Anteil". Diese Adaptionfaktoren können im drehzahlvariablen Betrieb zyklisch beschrieben werden, um die Reglerverstärkung entsprechend anzupassen. Für den Betrieb mit konstanter Drehzahl sind diese Faktoren mit dem Wert 1,0 vorkonfiguriert (weitere Information siehe Kapitel [Adaption Druckregler im drehzahlvariablen Betrieb](#))

Übliche Wertebereiche

- P-0-2963, Druckregler P-Verstärkung 1 positiv = 2 ... 6 s⁻¹

- P-0-2964, Druckregler P-Verstärkung 1 negativ = 2 ... 6 s⁻¹
- P-0-2969, Druckregler Parallel Faktor D-Anteil positiv = 0,15 ... 0,5
- P-0-2970, Druckregler Parallel Faktor D-Anteil negativ = 0,2 ... 0,5
- P-0-2971, Druckregler Zeitkonstante Schwenkwinkel-Rückführung = 0,03 ... 0,09 s

2.4 Funktionsweise / Regleroptimierung Kaskadenstruktur

In der Kaskadenstruktur wird der Ausgang des Druckreglers mit dem Ausgang der Schwenkwinkel-Sollwertbearbeitung verglichen. Der jeweils gültige Wert wird als Sollwert dem Schwenkwinkelregler übergeben.

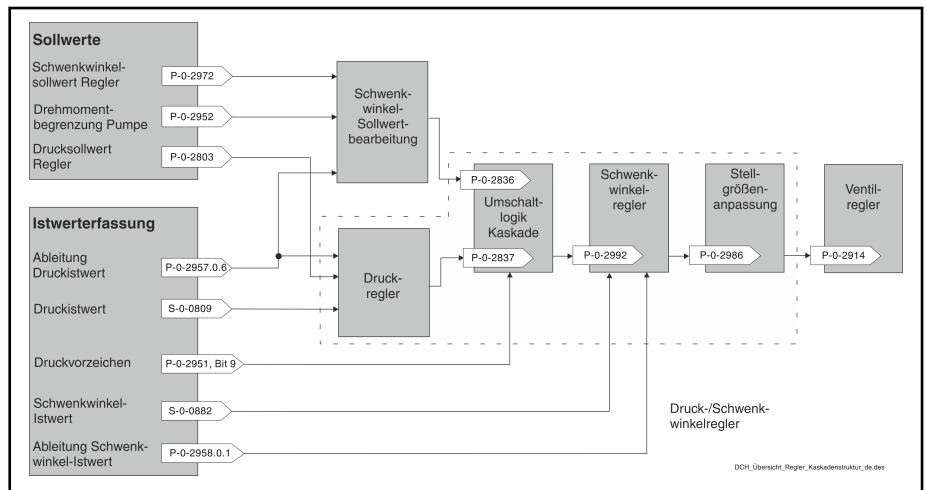


Abb. 2-8: Übersicht Regler Kaskadenstruktur

Der Druckregler in der Kaskadenstruktur hat folgenden Aufbau:

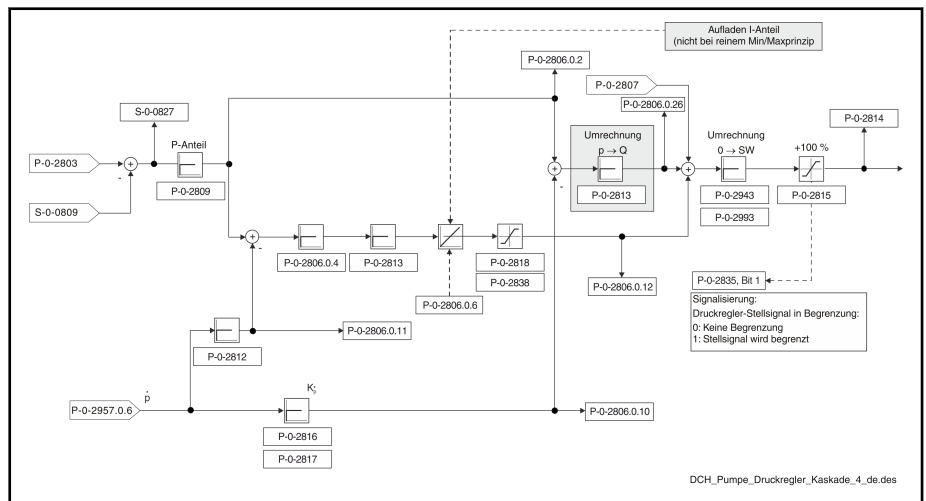


Abb. 2-9: Pumpe Druckregler Kaskade

Der Druckregler in der Kaskadenstruktur besteht aus einem PID-Regler. Zusätzlich gibt es noch eine Rückführung der Ableitung des Druckistwerts auf den Integrator. Diese Rückführung kann Überschwinger, die durch ein "Volllaufen" des Integrators entstehen, zusätzlich reduzieren. Dazu muss ein entsprechender Wert in "P-0-2812, Druckregler Ableitung Druckistwert Rückführung Integrator" eingetragen werden. Der Druckregler in Kaskadenstruktur muss ebenfalls auf das aktuelle Totvolumen eingestellt werden. Hierzu gibt es den Parameter "P-0-2813, Druckregler Totvolumen". In diesen Parameter muss das aktuelle Totvolumen eingetragen werden. Eine Vergröße-

rung des Totvolumens führt ähnlich wie eine Erhöhung der P-Verstärkung "P-0-2809, Druckregler Kaskade P-Verstärkung" zu einer höheren Gesamtverstärkung des Druckreglers. Um Störgrößen während der Druckregelung auszugleichen, wird in diesem Druckregler ein Integrator verwendet. Die Integrationszeit "P-0-2806.0.4, Druckregler Integrationszeit" sollte dabei in etwa der Schwenkzeit der Pumpe von Min.-Anschlag zu Max.-Anschlag entsprechen. Wenn der Integratorwert sehr unruhig ist, da z. B. der Druckistwert einen hohen Rauschanteil besitzt, dann kann der "P-0-2806.0.6, Druckregler Genauigkeitsfenster Integrator" aktiviert werden (Wert ca. 1 bis 5 bar). Innerhalb des Genauigkeitsfensters wird dann der Integrator angehalten. Die Begrenzung des Integrators sollte auf die tatsächliche Fördermenge der Pumpe eingestellt werden. Bei Auslieferung ist die Begrenzung auf die Nennmenge der Pumpe (+100 % bzw. -100 % Schwenkwinkel eingestellt). Wenn die Pumpe einen Anschlag für die obere bzw. untere Begrenzung hat, dann sollte hier der entsprechende Wert eingetragen werden. Mit dem "P-0-2950, Bit 10, Pumpenregler Steuerwort" wird dann die manuelle Begrenzung des Integrators aktiviert. Im Anteil des "P-0-2806.0.12, Anteil Druckregler Pumpe Integrator" steht in Druckregelung die aktuelle Störgröße, d. h. der Anteil entspricht in etwa der aktuell geförderten Menge. Der D-Anteil kann noch zusätzlich verwendet werden, um das Verhalten zu dämpfen. Da der D-Anteil aber nur bei einem Teil der Anlagen benötigt wird, ist er im Auslieferungszustand deaktiviert.

PID-Druckregler einstellen

Beispiel 1:

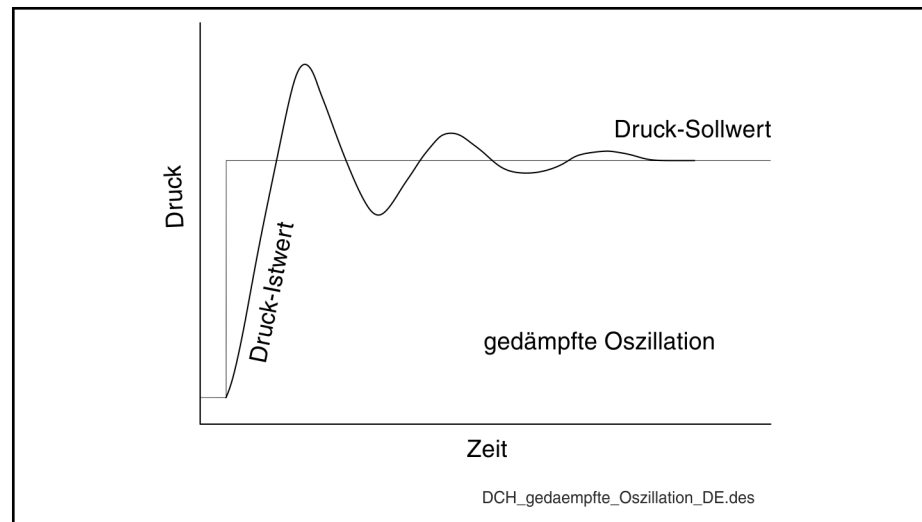


Abb. 2-10: Gedämpfte Oszillation

Schritt	Verhalten / Ergebnis	Maßnahme
1	Überschwingen (gedämpfte Oszillation)	Wert für Totvolumen (P-0-2813) kontrollieren, ggf. korrigieren
2	Überschwingen (gedämpfte Oszillation)	P-0-2812 erhöhen um ersten Überschwinger zu reduzieren
3	Druckistwert schwingt immer noch über	P-Verstärkung (P-0-2809) verringern, ggf. D-Anteil erhöhen

Tab. 2-6: Maßnahmen bei Überschwingen

Beispiel 2:

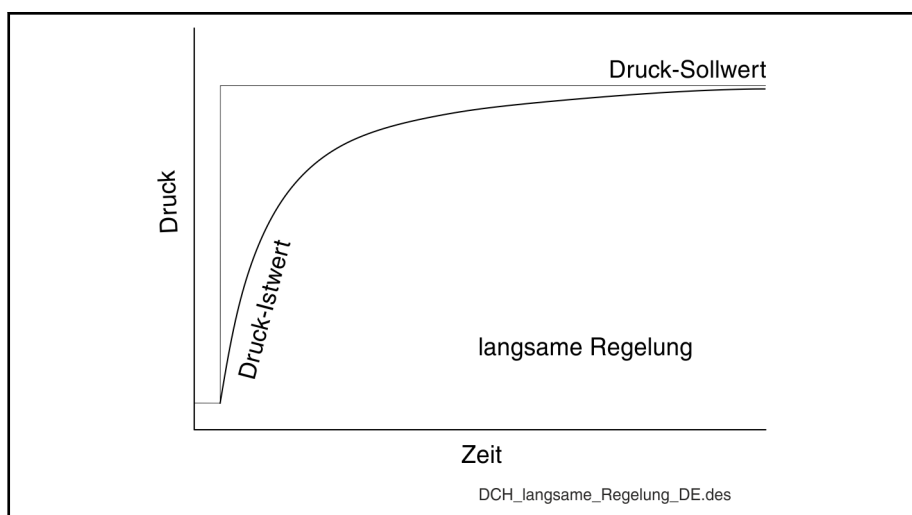


Abb. 2-11: Langsame Regelung

Schritt	Verhalten / Ergebnis	Maßnahme
1	Langsame Reaktion	Wert für Totvolumen (P-0-2813) kontrollieren, ggf. korrigieren
2	Reaktion noch immer langsam	P-Verstärkung (P-0-2809) erhöhen, ggf. D-Anteil verringern
3	Reaktion noch immer langsam	Integrationszeit (P-0-2806.0.4) verkleinern

Tab. 2-7: Maßnahmen bei langsamer Reaktion

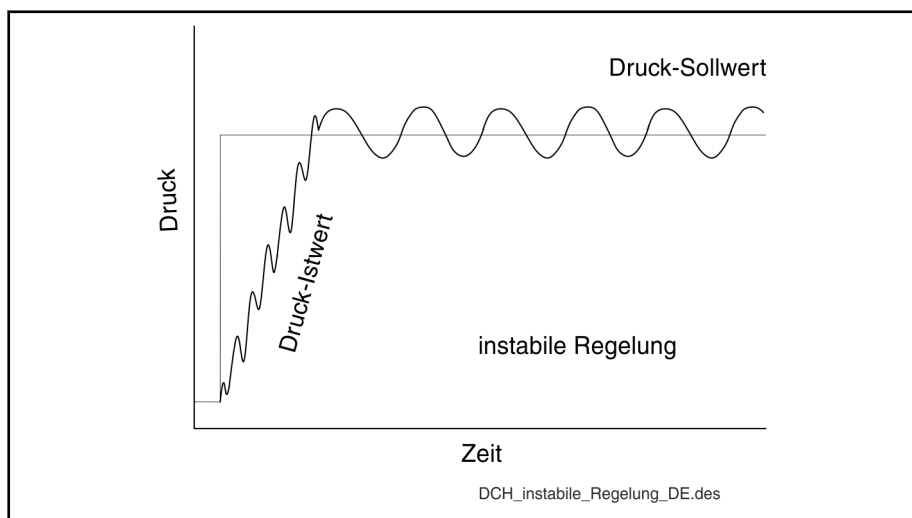
Beispiel 3:

Abb. 2-12: Instabile Regelung

Schritt	Verhalten / Ergebnis	Maßnahme
1	Schnelle, aber instabile Reaktion	Wert für Totvolumen (P-0-2813) kontrollieren, ggf. korrigieren
2		P-Verstärkung (P-0-2809) verringern, ggf. D-Anteil verringern
3		Integrationszeit (P-0-2806.0.4) vergrößern
4		Parameter für Rückführung Ableitung Druckistwert (P-0-2812) verringern

Tab. 2-8: Maßnahmen bei instabiler Reaktion

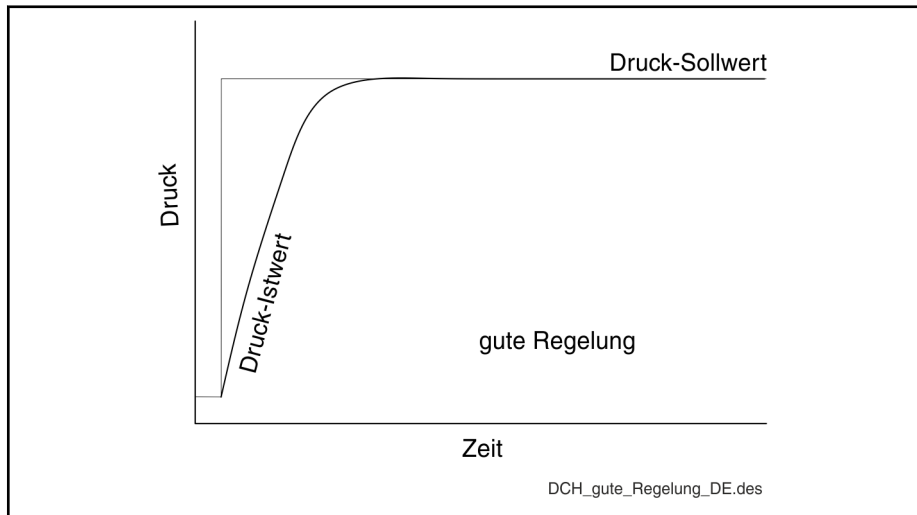
Beispiel 4:

Abb. 2-13: Gute Regelung

Bei gutem Regelverhalten sind keine Maßnahmen erforderlich.

Umschaltung Druck-/Schwenkwinkelregler

Für die Umschaltbedingungen Druck-/Schwenkwinkelregler gibt es verschiedene Möglichkeiten. Im Normalfall wird für die Umschaltung Schwenkwinkel → Druck die Bedingung "Min/Max-Wert und Einschaltsschwelle" verwendet. Für die Umschaltung Druck → Schwenkwinkel die Bedingung "Min/Max-Wert Prinzip". Außerdem werden im Normalfall die Ein- und Ausschaltsschwellen auf die Druckdifferenz bezogen (Bezug absolute Schwellen auf Regeldifferenz). Alternativ hierzu gibt es die Möglichkeit, den Integrator immer mitlaufen zu lassen und in diesem Fall ein reines Min/Max-Wert-Prinzip für die Umschaltlogik zu verwenden. Der Vorteil dieser Variante liegt darin, dass der Integrator dann bei der Umschaltung nicht initialisiert werden muss. Für diese Variante muss in der Umschaltlogik die Auswahl "Min/Max-Wert-Prinzip mit aktivem Integrator" ausgewählt werden.

Initialisierung Integrator (nicht bei Auswahl "Min/Max-Wert Prinzip mit aktivem Integrator")

Bei der Umschaltung in Druckregelung kann es nötig sein, den Integrator auf einen bestimmten Wert zu initialisieren. Hierbei wird der Integrator des Druckreglers auf einen bestimmten Wert gesetzt. Dieser Wert wird so berechnet, dass der Ausgang des Druckreglers im Umschaltzeitpunkt entweder gleich wie der aktuelle Schwenkwinkelsollwert oder etwas niedriger ausfällt. Dies kann über die Schwelle 1 und Schwelle 2 gesteuert werden. Wenn die Schwellen auf hohe Werte (>10000 bar/s) gestellt werden, dann entspricht der Ausgang des Druckreglers dem aktuellen Schwenkwinkelsollwert. Bei niedrigeren Werten startet der Druckreglerausgang mit einem niedrigeren Wert, was einen eventuell vorhandenen Überschwinger bei Übergang von Schwenkwinkel in Druckregelung reduzieren kann.

Drehzahlvariabler Betrieb Im Druckregler wird der Reglerausgang von l/min in % Schwenkwinkel umgerechnet. In dieser Umrechnung wird die aktuelle Antriebsdrehzahl mit eingerechnet. Dadurch findet automatisch eine Drehzahladaption statt. Für die meisten Anwendungen ist dies ausreichend.

- Übliche Wertebereiche**
- P-0-2809, Druckregler Kaskade P-Verstärkung = 5 ... 30 s⁻¹
 - P-0-2816, Druckregler Kaskade Faktor D-Anteil positiv = 0 ... 0,3 s
 - P-0-2817, Druckregler Kaskade Faktor D-Anteil negativ = 0 ... 0,3 s
 - P-0-2806.0.4, Druckregler Integrationszeit = 100 ... 600 ms
 - P-0-2806.0.6, Druckregler Genauigkeitsfenster Integrator = 0 ... 3 bar
 - P-0-2812, Druckregler Ableitung Druckistwert Rückführung Integrator = 0,0 ... 0,5 bar
 - P-0-2806.0.15, Druckregler Initialisierung Integrator, Schwelle 1 = 500 ... 2000 bar/s (> 10000 bar/s Schwelle nicht im Eingriff)
 - P-0-2806.0.16, Druckregler Initialisierung Integrator, Schwelle 2 = 1500 ... 6000 bar/s (> 11000 bar/s Schwelle nicht im Eingriff)
 - P-0-2806.0.17, Druckregler Initialisierung Filterzeit Druckänderung = 0 ... 20 ms
 - P-0-2852.0.4 Druckregler Einschaltsschwelle absolut = 10 ... 70 bar
 - P-0-2852.0.7, Druckregler Ausschaltsschwelle absolut = 15 ... 100 bar
 - P-0-2852.0.15, Umschaltlogik Pumpe Kaskade Rampenzeit = 0 ms

3 Drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung im HydraulicDrive

3.1 Drehzahlvariabler Betrieb

Für einige Produkte mit Pumpenregelung gibt es die Bestelloption "drehzahlvariabler Betrieb". Der drehzahlvariable Betrieb ist eine Technologiefunktion, die in der antriebsinternen MLD ausgeführt wird. In den folgenden Kapiteln werden alle diese Systeme zur Vereinfachung als Pumpenregler bezeichnet.

3.2 Aktivierung der Zusatzfunktion drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung (VT-HPC)

Zur Aktivierung der Zusatzfunktion in der VT-HPC muss folgender Schritt durchgeführt werden:

1. Die SD-Karte mit der Technologiefunktion in den Speicherkartenslot der ausgeschalteten VT-HPC stecken. Beim Einschalten liest die VT-HPC die Daten auf der SD-Karte und erkennt, dass die Technologiefunktion aktiviert werden soll. Die Status-LED "MS" fängt an, abwechselnd rot und grün zu blinken. Nach Aktivieren der Technologiefunktion schaltet die VT-HPC kurz alle LEDs aus und bootet neu.

Danach ist die Technologiefunktion betriebsbereit.

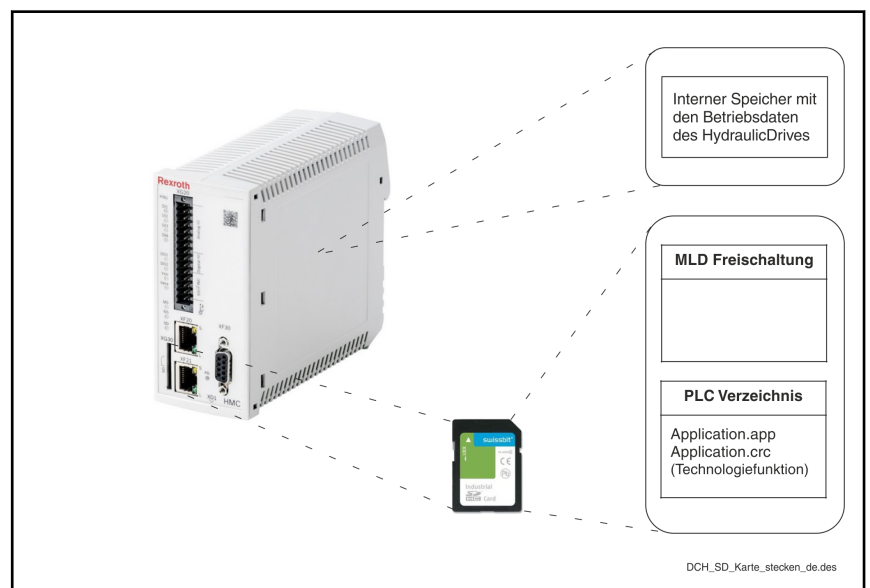


Abb. 3-1: SD Karte stecken

2. Kontrolle der korrekten Version im Dialog "Projektinfo"

Drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung im HydraulicDrive

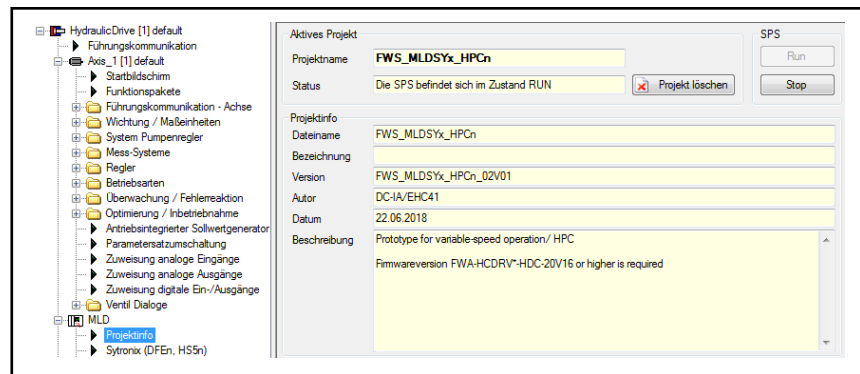


Abb. 3-2: Projektinfo-Dialog

3.3 Update der Zusatzfunktion drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung (SY(H)DFED)

Die Zusatzfunktion "drehzahlvariabler Betrieb" ist bei den SY(H)DFED-Systemen ab Werk aktiviert, wenn bei der Bestellung des Systems die Auswahl "Zusatzfunktion Regler: N „Für drehzahlvariablen Betrieb“" ausgewählt wurde. Bei der Fertigung des SY(H)DFED-Systems wird dann bereits die Software für den drehzahlvariablen Betrieb eingespielt. Sollte ein Update der Software für den drehzahlvariablen Betrieb nötig sein, dann müssen folgende Schritte durchgeführt werden:



Durch das Update bzw. erneute Laden der Zusatzfunktion werden alle Parameter der Zusatzfunktion (MLD Parameter) auf den Defaultwert gesetzt.

1. Für das Update der Zusatzfunktion wird eine Parameterdatei benötigt. Diese Parameterdatei wird von Bosch Rexroth bereitgestellt (Kontakt: support.nc-systems@boschrexroth.de).
2. Wechseln Sie in die Parametrierebene "PM".
3. Öffnen Sie den Dialog MLD → Projektinfo.

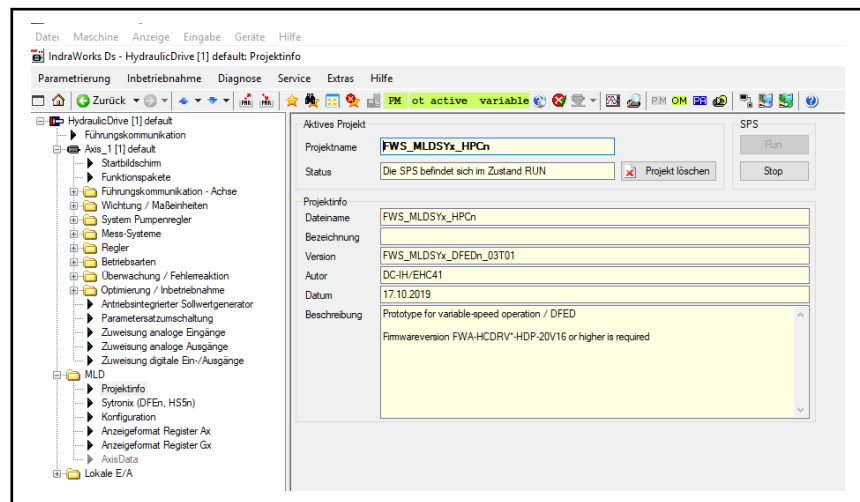


Abb. 3-3: Dialog Projektinfo

4. Führen Sie den Menüpunkt "Projekt löschen" aus.
5. Laden Sie die Parameterdatei mit der Software für die Zusatzfunktion. Klicken Sie hierzu auf den Button „Parameter laden“ und wählen Sie die

Parameterdatei für das Update aus. Starten Sie den Download mit dem Button „Laden“.



Abb. 3-4: Parameter laden



Im Dialog "Parameter laden" muss die Option "Retain-Daten laden" gesetzt werden. Ist dies nicht der Fall, so können ungültige Parameter entstehen.



Nach dem Laden der Parameterdatei wird die neue Software noch in das interne Flash kopiert. Dies kann bis zu einer Minute dauern. Während des Kopiervorgangs wird im P-0-1350 das Bit 8 auf „1“ gesetzt. Erst wenn im P-0-1350 das Bit 8 auf „0“ steht, darf mit Schritt 6 fortgefahren werden.

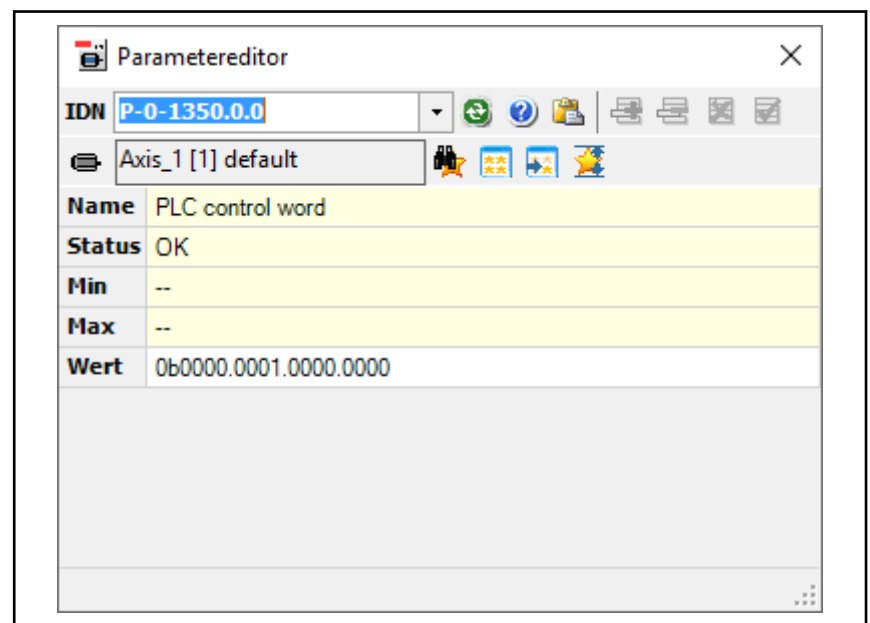


Abb. 3-5: Kontrolle des P-0-1350

6. Führen Sie nach Schritt 5 einen Spannungsreset durch → die neue Software wird automatisch geladen.

Drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung im HydraulicDrive



Die Software für den drehzahlvariablen Betrieb kann **nicht** bei SY(H)DFED-Systemen eingespielt werden, die ohne die Zusatzfunktion „für drehzahlvariablen Betrieb“ bestellt wurden. Eine Nachrüstung dieser Systeme ist nicht möglich! Bei diesen Systemen muss das Pilotventil VT-DFPD getauscht werden, wenn der drehzahlvariable Betrieb benötigt wird.



Wenn die Zusatzoption "drehzahlvariabler Betrieb" bei SYDFED- bzw. HS5E-Systemen eingespielt ist, fällt die Taskauslastung höher aus. Dadurch besitzen bestimmte Funktionen (z. B. Kommandoaufrufe für die PM-OM-Umschaltung, Aktivierung Easy Startup Modus, ...) eine längere Laufzeit.

3.4 Basisparameter laden für Zusatzfunktion drehzahlvariabler Betrieb

Die Basisparameter für die Zusatzfunktion "drehzahlvariabler Betrieb" können über den Dialog MLD → Konfiguration mit dem SPS-Befehl „RESET cold“ geladen werden.

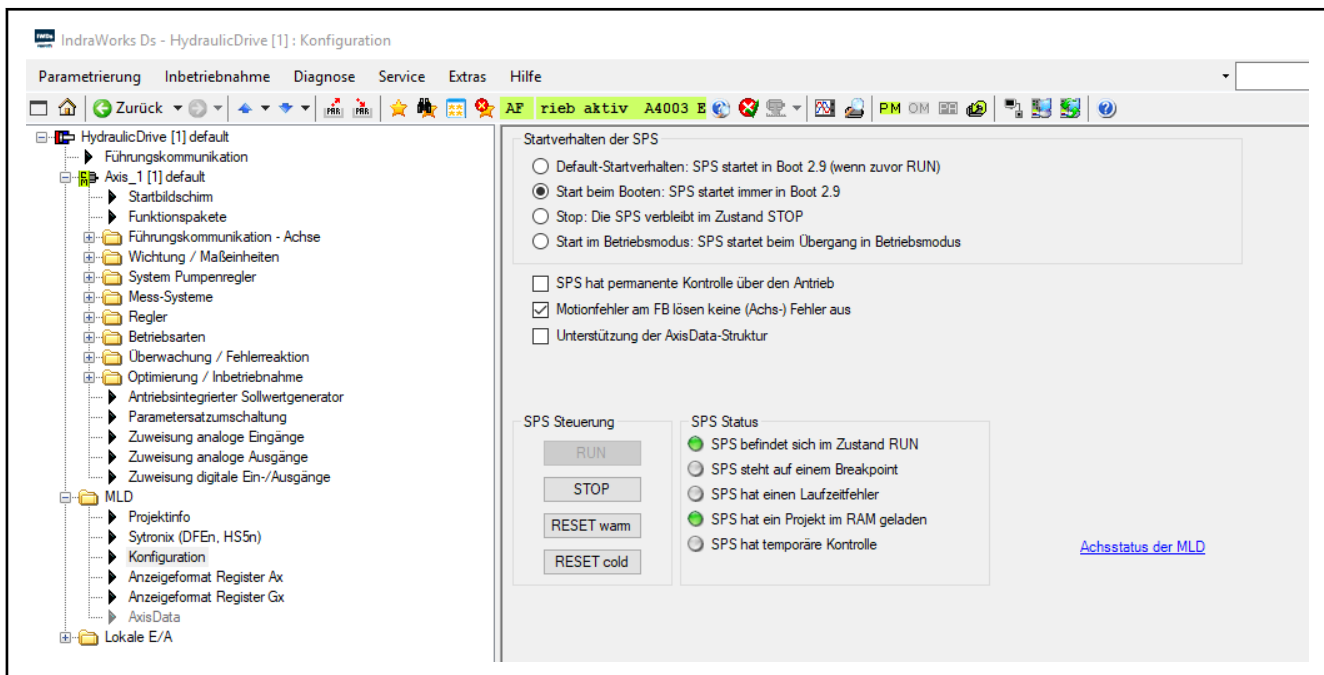


Abb. 3-6: SPS-Befehl "Reset cold"

Die Parameter der Zusatzfunktion befinden sich im Parameterbereich P-0-13xx. Mit dem Aufruf des Standarddialogs „Basisparameter laden“ in IndraWorks werden diese Parameter allerdings nicht auf die Werkseinstellung zurückgesetzt.

3.5 Funktionsbeschreibung Realtime-Betrieb

Der Realtime-Betrieb wird bei allen Maschinen eingesetzt, die keinen zyklischen Betrieb aufweisen. Im Realtime-Betrieb wird zu jedem Zeitpunkt die optimale Antriebsdrehzahl berechnet und diese mit der aktuellen Drehzahl verglichen. Bei einem Unterschied zwischen beiden Drehzahlen wird die Solldrehzahl entsprechend angehoben oder abgesenkt. Im Gegensatz zum Teach-Betrieb oder dem Pumpenregler mit konstanter

Drehzahl ist im Realtime-Betrieb das Aufregelverhalten bei großen Mengenänderungen auch von der Dynamik des elektrischen Antriebs abhängig. Um diese geringere Dynamik zumindest teilweise zu kompensieren, können verschiedene Boostfunktionen aktiviert werden. Alle Sollwerte können sowohl analog als auch über Feldbus vorgegeben werden.

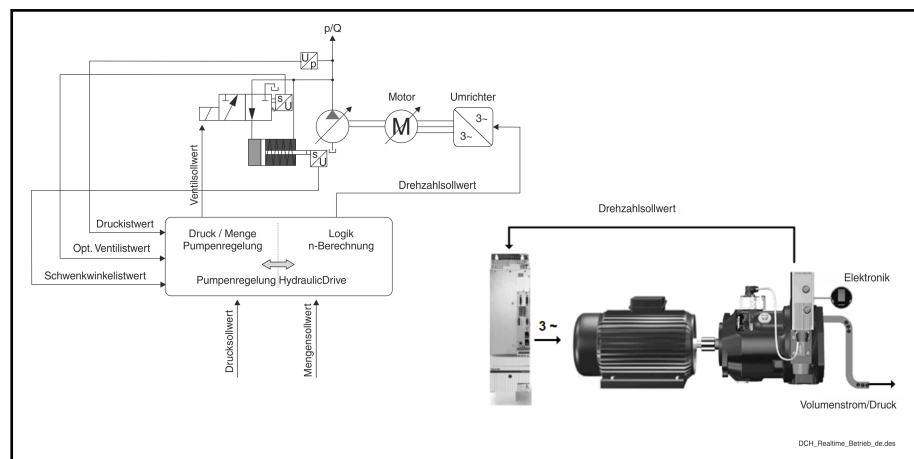


Abb. 3-7: Realtime-Betrieb

Die optimale Antriebsdrehzahl berechnet sich aus der Vorgabe des optimalen Schwenkwinkels bei gleichzeitiger Vermeidung von Motorüberlastung. Die so berechnete Antriebsdrehzahl fließt dann in die Schwenkwinkel-Sollwertbearbeitung und die Druckregleradaption ein.

3.6 Drehzahlvariablen Betrieb steuern

Der drehzahlvariable Betrieb wird mit Bit 0 des Steuerworts DFEn/HS5n (P-0-1370) aktiviert. Mit der Rücknahme des Bits 0 wird der drehzahlvariable Betrieb deaktiviert, und der Elektromotor fährt wieder mit konstanter Maximaldrehzahl (P-0-2987). Über Bit 5 wählt man aus, ob man im Realtime- (0) oder Teach-Betrieb (1) arbeiten möchte.

Alle Bits können wahlweise über digitale Eingänge oder über das Feldbus-Interface verändert werden.

Bit	Bezeichnung / Funktion
P-0-1370, Bit 0	Drehzahlvariabler Betrieb Ein (1) / Aus (0)
P-0-1370, Bit 4	Manuelle Drehzahl Ein (1) / Aus (0)
P-0-1370, Bit 8	Boostfunktion Druck-Regelabweichung Ein (1) / Aus (0)
P-0-1370, Bit 9	Boostfunktion Änderung Schwenkwinkel-Istwert Ein (1) / Aus (0)
P-0-1370, Bit 10	Boostfunktion Schwenkwinkel-Regelabweichung Ein (1) / Aus (0)

Tab. 3-1: Steuerwort DFEn/HS5n P-0-1370

Der aktuelle Status des drehzahlvariablen Betriebs kann in der Diagnose über das Statuswort DFEn/HS5n P-0-1282 abgefragt werden. Warnungen und Fehlerzustände können über den P-0-1281 / P-0-1280 abgefragt werden.

Drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung im HydraulicDrive

Bit	False	True
P-0-1282, Bit 0	Drehzahlvariabler Betrieb inaktiv	Drehzahlvariabler Betrieb aktiv
P-0-1282, Bit 1	Realtime-Betrieb aktiv	Teach-Betrieb aktiv
P-0-1282, Bit 2	Keine Warnung aktiv	Mindestens eine Warnung aktiv
P-0-1282, Bit 3	Kein Fehler aktiv	Mindestens ein Fehler aktiv
P-0-1282, Bit 7	Boostfunktion inaktiv	Boostfunktion aktiv
P-0-1282, Bit 8	Rampe inaktiv	Rampe aktiv
P-0-1282, Bit 11	Drehzahlausblendung inaktiv	Drehzahlausblendung aktiv
P-0-1282, Bit 12	Derating inaktiv	Derating aktiv
P-0-1282, Bit 13	Manuelle Drehzahl inaktiv	Manuelle Drehzahl aktiv
P-0-1282, Bit 14	Boost-Offset inaktiv	Boost Offset aktiv
P-0-1282, Bit 16	Standby (Teillast) inaktiv	Standby (Teillast) aktiv
P-0-1282, Bit 17	Boostfunktion Druck-Regelabweichung inaktiv	Boostfunktion Druck-Regelabweichung aktiv
P-0-1282, Bit 18	Boostfunktion Änderung Schwenkwinkel-Istwert inaktiv	Boostfunktion Änderung Schwenkwinkel-Istwert aktiv
P-0-1282, Bit 19	Boostfunktion Schwenkwinkel-Regelabweichung inaktiv	Boostfunktion Schwenkwinkel-Regelabweichung inaktiv
P-0-1282, Bit 21	Aktuelle Antriebsdrehzahl außerhalb des Feldschwächbereichs	Aktuelle Antriebsdrehzahl im Feldschwächbereich
P-0-1282, Bit 23	Aktuelle Antriebsdrehzahl extern vorgegeben	Antriebsdrehzahl wird intern berechnet
P-0-1282, Bit 24	Adaption Druckregler (Parallelstruktur) Tech-Func nicht aktiv	Adaption Druckregler (Parallelstruktur) Tech-Func aktiv

Tab. 3-2: Statuswort DFE_n/HS5_n P-0-1282

Bedingung	Warnung Code	P-0-1281 Bit	Error Code	P-0-1280 Bit	Textausgabe
AF = 0	B5201	0			Drehzahlvariabler Betrieb inaktiv
P-0-1376 = 0	B5202	1			P-0-1376 = 0: Eingabewert Drehzahlrampe steigend ungültig
P-0-1377 = 0	B5203	2			P-0-1377 = 0: Eingabewert Drehzahlrampe fallend ungültig
P-0-1379 = 0	B5205	4			P-0-1379 = 0: Schwelle Boost Druckeinbruch "0" führt zu dauerhaft aktiver Boostfunktion
P-0-1311 ungültig	B5207	6	D5207	6	Eingegebener Konfigurationsparameter in Liste P-0-1311 ungültig
P-0-1311 [11] = 0	B5208	7			P-0-1311 [11] = 0: Schwelle für Boost sw(diff) "0" führt zu dauerhaft aktiver Boostfunktion
P-0-1311 [9] = 0	B5209	8			P-0-1311 [9] = 0: Schwelle für Boost sw(Ist)-Änderung "0" führt zu dauerhaft aktiver Boostfunktion

Bedingung	Warnung Code	P-0-1281 Bit	Error Code	P-0-1280 Bit	Textausgabe
P-0-1320 > P-0-2987	B5103	13	D5103	13	P-0-1320 > P-0-2987: Minimale Drehzahl überschreitet maximale Antriebsdrehzahl
P-0-1328 - P-0-1329 < P-0-1320	B5106	15			P-0-1328 - P-0-1329 < P-0-1320: Untere Ausblendfenstergrenze unterschreitet minimale Antriebsdrehzahl
P-0-1328 + P-0-1329 < P-0-2987	B5107	16			P-0-1328 + P-0-1329 < P-0-2987: Obere Ausblendfenstergrenze überschreitet maximale Antriebsdrehzahl
P-0-1320 < P-0-1385	B5301	20	D5301	20	P-0-1320 < P-0-1385: Minimale Drehzahl-Teillast ist größer als die minimale Antriebsdrehzahl
P-0-2944 > P-0-1321	B5302	21			P-0-2944 > P-0-1321: Nenndrehzahl ist größer als die Synchrodrehzahl
Falsche Firmware-version	B5313	28	D5313	28	Fehler bei der Versionskontrolle - die Firmware ist zu alt für die Sytronix-Zusatzfunktion
P-0-1321 > P-0-2987	B5315	30	D5315	30	P-0-1321 > P-0-2987: Synchrodrehzahl > maximale Antriebsdrehzahl

Tab. 3-3: Warnungs- und Fehlerwort DFEn/HS5n P-0-1281 / P-0-1280

Drehzahlsollwert Umrichter P-0-1270

Im drehzahlvariablen Betrieb wird der Drehzahlsollwert für den Umrichter mit dem Parameter P-0-1270 ausgegeben. Dieser Drehzahlsollwert kann entweder über eine Feldbus-Kommunikation oder einen analogen Ausgang an den Umrichter übertragen werden. Im Beispiel unten ist die Konfiguration des analogen Ausgangs für analoge Drehzahl-Sollwertübertragung dargestellt.

Parameter IDN	Bezeichnung	Wertebereich	Einheit
P-0-1270	Drehzahlsollwert Umrichter	0.0 - 6000.0	1/min

Tab. 3-4: Drehzahlsollwert Umrichter

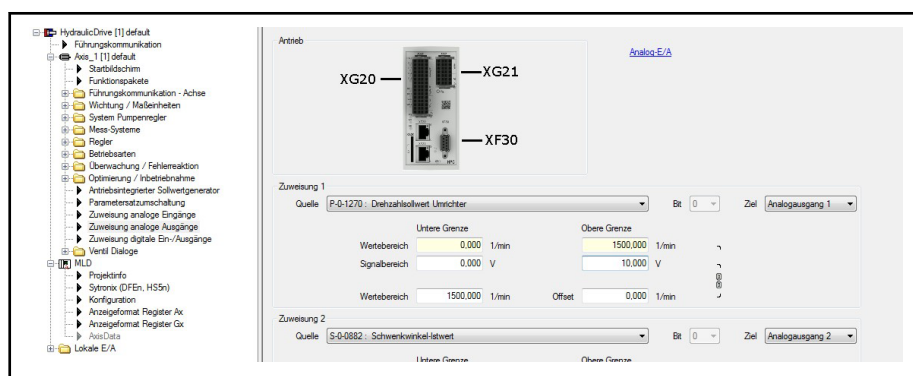


Abb. 3-8: Ausgabe von P-0-1270 als analoger Drehzahlsollwert für den Umrichter

Bei analoger Drehzahlsollwertvorgabe muss im Umrichter der analoge Eingang auf gleichen Drehzahlwert konfiguriert werden.

Zusätzlich kann über den Offset und den Signalbereich der Drehzahlwert, der im Umrichter ankommt, mit dem Vorgabewert, der aus dem Pumpenregler ausgegeben wird, abgeglichen werden. Damit können Wertebereichsverschiebungen, die durch die anlaage Signalübertragung zu Stande kommen, kompensiert werden.

3.7 Beteiligte Parameter der Drehzahlberechnung

3.7.1 Allgemeines

Die einzelnen, in diesem Kapitel beschriebenen Parameter sind über den Übersichtsdialog des drehzahlvariablen Betriebs "Sytronix" (DFEn, HS5n) zugänglich. Über die Links in diesem Dialog kommt man zu weiteren Unterdialogen, in denen man Details und Zusatzfunktionen des drehzahlvariablen Betriebs konfigurieren kann. Mit den Buttons "Vor" bzw. "Zurück" können in den Parametrierdialogen erweiterte Einstellungen ein- bzw. ausgeblendet werden.

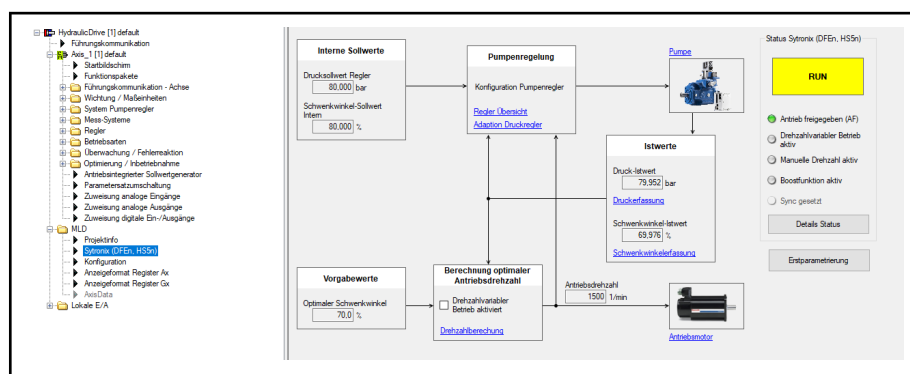


Abb. 3-9: Übersichtsdialog des drehzahlvariablen Betriebs "Sytronix" (DFEn, HS5n) im Strukturbaum

3.7.2 Parameter des Motors

Abb. 3-10: Dialog zum Antriebsmotor

Nennleistung Antriebsmotor P-0-1324

Die Motornennleistung wird für verschiedene interne Berechnungen, z. B. Auslastung des Asynchronmotors, vom Pumpenregler benötigt. Die Nennleistung kann vom Typschild abgelesen werden.

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1324	Nennleistung Antriebsmotor	7.5	0.1 - 200.0	kW

Tab. 3-5: Nennleistung Antriebsmotor



In der Version 02V01 wurde der Parameter P-0-1381 für die Nennleistung verwendet. Ab der Version 04V01 wird der P-0-1381 zur Angabe des TechFunc-Identifiers verwendet. Bei einer älteren IndraWorks-Version wird daher im Dialog der falsche Parameter angezeigt.

**Nenndrehzahl Antriebsmotor
P-0-2944**

Um die Schlupfkennlinie des Asynchronmotors berechnen zu können, wird die Nenndrehzahl bei Nennlast des Asynchronmotors benötigt. Die Nenndrehzahl kann vom Typschild des Asynchronmotors abgelesen werden.

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-2944	Nenndrehzahl Antriebsmotor	1500	100 - 6000	1/min

Tab. 3-6: Nenndrehzahl Antriebsmotor

**Maximale Antriebsdrehzahl
P-0-2987**

Die Skalierung der Drehzahl kann über den Parameter "P-0-2987, Maximale Antriebsdrehzahl" vorgenommen werden.

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-2987	Maximale Antriebsdrehzahl	1500	100 - 6000	1/min

Tab. 3-7: Maximale Antriebsdrehzahl

**Zeitkonstante Motormodell
P-0-1371**

Um den Nachlauffehler (dynamischer Fehler) eines Elektromotors zu kompensieren, wird bei der drehzahlvariablen Pumpenregelung ein Motormodell aktiviert. Dieses Motormodell berechnet bei Drehzahländerungen die Drehzahlabweichung des Motors und berücksichtigt diesen Fehler in der Drehzahl-Sollwertberechnung. Der vom Motormodell berechnete Drehzahlwert wird in den Parameter "P-0-2993, Aktuelle Antriebsdrehzahl" geschrieben, um eine korrekte Berechnung des internen Schwenkwinkelsollwerts zu gewährleisten.

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1371	Zeitkonstante Motormodell	0.1	0.002 - 10.000	s

Tab. 3-8: Zeitkonstante des Motormodells

Drehmomentbegrenzung Antriebsmotor (n-var) P-0-1383

Bei abgesenkter Drehzahl fällt bei gleicher hydraulischer Leistung das aktuelle Motormoment entsprechend größer aus. Wird bei abgesenkter Drehzahl der Motor mit einem größeren Moment als dem Nennmoment belastet, so steigt die Verlustleistung im Asynchronmotor deutlich an. Über den Parameter P-0-1383 kann das maximale Moment in % bezogen auf das Nennmoment des Motors für den drehzahlvariablen Betrieb vorgegeben werden. Wenn der Antriebsmotor bei 80 % Nennmoment seinen optimalen Wirkungsgrad besitzt, dann kann die Drehmomentbegrenzung des Antriebsmotors auf 80 % gestellt werden, wenn der Motor im optimalen Wirkungsgradbereich gefahren werden soll. Wenn hingegen der Motor bis zum 1,5-fachen überlastet werden soll, dann muss der Wert auf 150 % gestellt werden.

Die Drehmomentbegrenzungen kann auch dann auf einen Wert kleiner 100 % begrenzt werden, wenn durch eine zusätzliche Pumpe auf der Motorwelle (z. B. Kühl-/Filterpumpe) nicht die volle Antriebsleistung des Motors für die Regelpumpe verwendet werden kann.

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1383	Drehmomentbegrenzung Antriebsmotor	100.0	1.0 - 350.0	%

Tab. 3-9: Drehmomentbegrenzung Antriebsmotor

**Derating elektrischer Antrieb
P-0-1326, P-0-1327**

In der Regel werden die Asynchronmotoren mit einem Eigenlüfter betrieben. Bei abnehmender Drehzahl sinkt die Kühlleistung des Eigenlüfters entsprechend. Dadurch kann bei dauerhaft niedrigen Drehzahlen das Nennmoment nicht gehalten werden, da sich der Motor zu stark erhitzen würde.

Drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung im HydraulicDrive

Weiterhin sinkt bei einigen Motoren, v. a. Asynchronmotoren, bei niedrigen Drehzahlen die Energieeffizienz bei Nennmoment, so dass es energetisch günstiger ist, mit etwas höherer Drehzahl und niedrigerem Moment zu fahren. In diesem Fall kann ein Derating bei niedrigen Drehzahlen aktiviert werden. Über den Parameter P-0-1327 kann die Drehzahlgrenze vorgegeben werden, ab welcher das Derating aktiv wird. Mit Parameter P-0-1326 kann das theoretische Moment bei Drehzahl "Null" eingegeben werden. Dieser Wert wird in % des Nennmoments angegeben. Sollte ein externer Lüfter für den Asynchronmotor verwendet oder das Derating deaktiviert werden, so kann für P-0-1326 der Wert auf 100 % eingestellt werden.

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1326	Reduziertes Derating-Moment bei 0 U/min	100	0.0 - 100.0	%
P-0-1327	Drehzahlgrenze für Derating-Moment	800	1 - 6000	1/min

Tab. 3-10: Derating

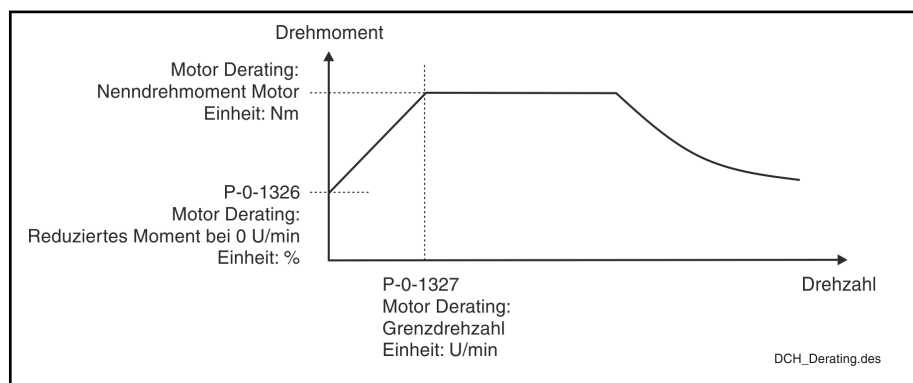


Abb. 3-11: Derating

Feldschwächbetrieb

In einigen Anwendungen kann es sinnvoll sein, kurzzeitig höhere Drehzahlen als die Synchrondrehzahl des Motors anzufahren. Der Asynchronmotor wird dabei im Feldschwächbereich betrieben. Hierbei muss beachtet werden, dass im Feldschwächbereich das verfügbare Moment des Motors abnimmt und die Verlustleistung ansteigt. Außerdem muss darauf geachtet werden, dass dabei die zulässigen Maximaldrehzahlen der Pumpe und des Motors nicht überschritten werden. In der Abbildung [Abb. 3-12 "Beispiel Feldschwächbetrieb" auf Seite 25](#) ist mit der durchgezogenen Linie der Verlauf des Nennmoments M_{Nenn} eines Asynchronmotors im Drehzahlbereich von 0 bis 2100 1/min dargestellt. Die gestrichelte Linie stellt den Verlauf der Drehmomentbegrenzung dar, der bei aktiviertem Derating und Feldschwächbetrieb notwendig ist, um den Motor vor Überlastung und Kippen zu schützen.

Zur Aktivierung des Feldschwächbetriebs des Motors muss die maximale Antriebsdrehzahl P-0-2987 größer als die Synchrondrehzahl P-0-1321 sein, wie in der Abbildung [Abb. 3-12 "Beispiel Feldschwächbetrieb" auf Seite 25](#) dargestellt. Im Umrichter müssen ebenfalls die entsprechenden Einstellungen vorgenommen werden, damit die vorgegebene maximale Antriebsdrehzahl auch vom Umrichter angefahren werden kann. Hinweise hierzu finden Sie in der Betriebsanleitung des Umrichters.

Synchrondrehzahl P-0-1321

Mit dem Parameter P-0-1321 wird die Synchrondrehzahl des Antriebs angegeben. Die Synchrondrehzahl ergibt sich aus der Netzfrequenz und der Anzahl der Polpaare. Bei einem 50-Hz-Netz und einem 4-poligen Motor beträgt die Synchrondrehzahl 1500 1/min.

Um nur im Grunddrehzahlbereich eines Motors zu fahren, müssen Synchrondrehzahl P-0-1321 und die maximale Antriebsdrehzahl P-0-2987 den glei-

chen Wert haben. Im Grunddrehzahlbereich von 0 bis Synchrodrehzahl wird für die Drehzahlberechnung die Drehmomentbegrenzung Motor (n-var) P-0-1383 verwendet.

Wird die maximale Antriebsdrehzahl P-0-2987 größer als die Synchrodrehzahl P-0-1321 eingestellt, kann der Motor im Grunddrehzahl- und Feldschwächbereich betrieben werden. Für Drehzahlen oberhalb der Synchrodrehzahl kann im Feldschwächbereich das zulässige Drehmoment mit dem Parameter P-0-1384 begrenzt werden, um eine Überlast des Motors zu vermeiden.



Wenn der drehzahlvariable Betrieb nicht aktiv ist (P-0-1370, Bit 0 = 0) oder ein Fehler erkannt und dadurch der drehzahlvariable Betrieb verlassen wird, dann wird die Synchrodrehzahl als Solldrehzahl ausgegeben.

Zulässiges Drehmoment bei maximaler Drehzahl P-0-1384

Um die Drehmomentbegrenzung im Feldschwächbereich wie in der Abbildung [Abb. 3-12 "Beispiel Feldschwächbetrieb"](#) auf Seite 25 dargestellt zu aktivieren, muss das zulässige Drehmoment bei maximaler Drehzahl P-0-1384 kleiner sein als die Drehmomentbegrenzung Motor (n-var) P-0-1383.

Die Begrenzung erfolgt dann wie in der Grafik anhand von Beispielwerten dargestellt mit $1/n^2$ von 80 % bei 1500 1/min auf 50 % bei 2100 1/min.

Die Parameter P-0-1383 und P-0-1384 sind Prozentwerte und beziehen sich auf das Nennmoment M_{Nenn} des Asynchronmotors.

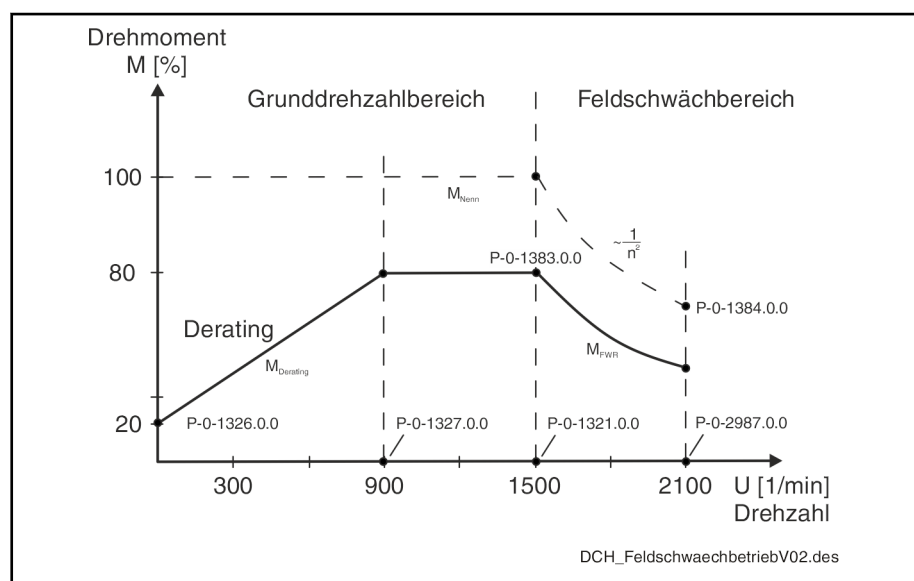


Abb. 3-12: Beispiel Feldschwächbetrieb

P-0-1327 Drehzahlgrenze für Derating-Moment - 800 [1/min]	P-0-1326 Reduziertes Derating-Moment bei 0 U/min - 20 [%]
P-0-1321 Synchrodrehzahl -1500 [1/min]	P-1383 Drehmomentbegrenzung Motor - 150 [%]

Drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung im HydraulicDrive

P-0-2987 Maximale Antriebsdrehzahl - 2100 [1/min]	P-1384 Zulässiges Drehmoment bei max. Drehzahl - 110 [%]
$M_{Nem}[Nm] = \frac{P_{Nem}[kW] \cdot 9550}{n_{Nem}[1/min]}$	$M_{FWR}[Nm] = \frac{P_{Nem}[kW] \cdot 9550}{n[1/min]}$

Tab. 3-11: Beispielfeldschwächbetrieb

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1321	Synchrondrehzahl	1500	1 - 6000	1/min
P-0-1384	Zulässiges Drehmoment bei maximaler Drehzahl	100.0	0.0 - 100	%

Tab. 3-12: Feldschwächbetrieb

**Verstärkung Schlupfkompensation
P-0-1311 [10]**

Da der Schlupf des Asynchronmotors eine Auswirkung auf die tatsächliche Fördermenge hat, besitzt der Pumpenregler eine zusätzliche Funktion, um den Schlupf eines Asynchronmotors zu kompensieren. Die Verstärkung dieser Schlupfkompensation kann über den Parameter P-0-1311 [10] angepasst werden. Falls der Umrichter eine eingebaute Schlupfkompensation hat, muss dieser Wert verringert oder auf 0 gesetzt werden.

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1311 [10]	Verstärkung Schlupfkompensation	100.0	0.0 - 150.0	%

Tab. 3-13: Verstärkung der Schlupfkompensation

3.7.3 Parameter der Drehzahlberechnung

Abb. 3-13: Dialog Drehzahlberechnung

Minimale Drehzahl P-0-1320 / Minimale Drehzahl Teillast P-0-1385 / Schwelle, ab der Teillast aktiv ist, bezogen auf Nennleistung P-0-1311 [4]

Über den Parameter P-0-1320 kann die minimale Drehzahl festgelegt werden. Bei den Antrieben, die in U/f-Kennlinie betrieben werden, wird von den Herstellern eine minimale Drehzahl angegeben, bis zu dieser das Nennmoment kurzzeitig verfügbar ist. Für den Teillastbetrieb der Maschine kann eine zweite minimale Drehzahl-Teillast P-0-1385 angegeben werden. Diese Drehzahlgrenze ist dann aktiv, wenn das Drehmoment im Zyklus unterhalb von 3 % (P-0-1311 [4]) des Nennmoments liegt. Durch die zweite Minimaldrehzahl kann z. B. im Teillastbetrieb der Maschine die Magnetisierung des Asynchronmotors reduziert werden, um die Verlustleistung zu verringern. Genauere Daten hierfür können aus dem Datenblatt des Motoren- und Umrichterherstellers entnommen werden.

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1320	Minimale Drehzahl	300	50 - 2000	1/min
P-0-1385	Minimale Drehzahl Teillast	250	50 - 2000	1/min
P-0-1311 [4]	Schwelle, ab der Teillast aktiv ist bezogen auf Nennleistung	3	0 - 100	%

Tab. 3-14: Minimale Drehzahl

Rampenzeit / Drehzahländerung (P-0-1376, P-0-1377)

Die Rampensteigung für Drehzahlrampen kann mit den Parametern P-0-1376 und P-0-1377 angepasst werden. Die Rampensteigung wird in 1/min/s eingestellt. Die Beschleunigungszeit sollte dabei mit der minimal möglichen Beschleunigungszeit des Antriebs abgestimmt werden. Die Abbremszeit sollte so gewählt werden, dass der Motor nicht aktiv gebremst und dadurch Energie zurückgespeist wird.

Um das Regelverhalten des Pumpenreglers durch die Drehzahlverstellung nicht zu beeinflussen, können eine zeitliche Entkopplung (P-0-1311 [7]) und eine Toleranzschwelle für die Drehzahländerung (P-0-1311 [1]) angegeben werden.

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1376	Drehzahl Rampensteigung Beschleunigen	1875	0 - 10000	1/min/s
P-0-1377	Drehzahl Rampensteigung Abbremsen	- 650	0 - -10000	1/min/s
P-0-1311 [7]	Verzögerung Abbremsrampe	0.000	0.000 - 10.000	s
P-0-1311 [1]	Schwelle Drehzahl absenken	30	0 - 500	1/min

Tab. 3-15: Rampenzeit / Drehzahländerung

Filter zum Verschleifen des Drehzahlswerts (P-0-1311 [2], P-0-1311 [3])

Bedingt durch das Rauschen auf den analogen Istwerten des Schwenkwinkels und des Drucks kann es zu Schwingungen auf dem Drehzahlswert kommen. Mit Hilfe des Filters zur Verschleifung des Drehzahlswerts kann diese Schwingung weggedämpft werden.

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1311 [2]	Filterzeitkonstante zum Verschleifen des steigenden Drehzahlswerts	0.008	0.002 - 1.000	s
P-0-1311 [3]	Filterzeitkonstante zum Verschleifen des fallenden Drehzahlswerts	0.2	0.002 - 1.000	s

Tab. 3-16: Filter zum Verschleifen des Drehzahlswerts

Drehzahl-Ausblendfenster (P-0-1328, P-0-1329)

Um eventuell vorhandene Resonanzstellen auszublenden, kann ein Ausblendfenster definiert werden. Drehzahlwerte innerhalb des Ausblendfensters

Drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung im HydraulicDrive

werden nicht dauerhaft angefahren. Liegt die optimierte Drehzahl innerhalb des definierten Fensters, so wird die obere Grenze des Drehzahl-Ausblendfensters angefahren.

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1328	Drehzahlausblendung Mittendrehzahl	0	0 - 6000	1/min
P-0-1329	Drehzahlausblendung Fenster	0	0 - 1000	1/min

Tab. 3-17: Drehzahl-Ausblendfenster

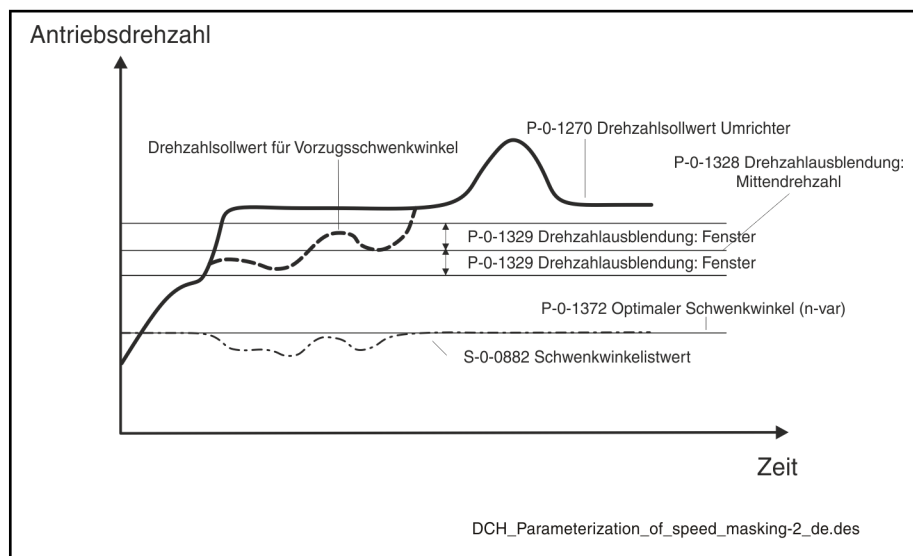


Abb. 3-14: Parametrierung Drehzahl-Ausblendfenster

Manuelle Drehzahlvorgabe (P-0-1370, P-0-1316, P-0-1317)

Der Realtime-Betrieb bietet zwei Möglichkeiten, die Drehzahl mit manuellen Werten zu beeinflussen. Wenn der drehzahlvariable Betrieb aktiv ist (P-0-1370 Bit 0 gesetzt), kann eine weitere minimale Drehzahl über den Parameter P-0-1316 vorgegeben werden. Über diese Funktion kann kurz vor einem großen Volumenstrombedarf, z. B. Start eines Zylinders nach Standby, die Drehzahl angehoben und damit die Dynamik des Pumpenreglers deutlich erhöht werden.

Wenn der drehzahlvariable Betrieb ausgeschaltet ist (P-0-1370 Bit 0 gelöscht), kann mit dem P-0-1317 eine manuelle Drehzahl, z. B. für Einrichtbetrieb, angefahren werden.

In den Werkseinstellungen ist für die Parameter P-0-1316 und P-0-1317 der Wert 0 U/min eingetragen.

Die manuelle Drehzahlvorgabe kann über Bit 4 des Parameters P-0-1370 aktiviert werden. Dieses Bit kann sowohl über das Feldbus-Interface als auch über einen frei konfigurierbaren digitalen Eingang aktiviert werden. In den Werkseinstellungen ist das Bit 4 für die manuelle Drehzahlvorgabe deaktiviert. Bei einem Wert von 0 U/min ist die manuelle Drehzahlvorgabe, unabhängig vom Zustand des Bits 4, ebenfalls deaktiviert.

Bit	Bezeichnung / Funktion
P-0-1370, Bit 0	Drehzahlvariabler Betrieb Ein (1) / Aus (0)
P-0-1370, Bit 4	Manuelle Drehzahl Ein (1) / Aus (0)

Tab. 3-18: Steuerwort DFE/HS5n P-0-1370

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1316	Manuelle min. Drehzahl - Realtimebetrieb	0	10 - 6000	1/min
P-0-1317	Manuelle Drehzahl - Realtimebetrieb aus	0	10 - 6000	1/min

Tab. 3-19: Manuelle Drehzahlvorgabe

Boostfunktionen und Aufschaltung Drehzahlsollwert (P-0-1317, P-0-1311 [8], P-0-1311 [9], P-0-1311 [11], P-0-1311 [12], P-0-1378, P-0-1379)

Mit den Boostfunktionen kann im Realtime-Betrieb die Dynamik des Systems bei Aufregelvorgängen verbessert werden. Bei aktiviertem Boost wird der Drehzahlsollwert entsprechend der maximalen Drehzahlrampe angehoben. Die Boostfunktionen werten dazu verschiedene Prozessgrößen in der Druck- und Schwenkwinkelregelung aus. Über die Bits 8-10 des Parameters P-0-1370 können die verschiedenen Boostfunktionen aktiviert werden. In den Werkseinstellungen sind alle Boostfunktionen deaktiviert. Am gebräuchlichsten ist die Boostfunktion "Druck-Regelabweichung", weil hiermit eine deutlich schnellere Reaktion des Druckreglers auf Druckeinbrüche erreicht werden kann.

Bit	Bezeichnung / Funktion
P-0-1370, Bit 8	Boostfunktion Druck-Regelabweichung Ein (1) / Aus (0)
P-0-1370, Bit 9	Boostfunktion Änderung Schwenkwinkel-Istwert Ein (1) / Aus (0)
P-0-1370, Bit 10	Boostfunktion Schwenkwinkel-Regelabweichung Ein (1) / Aus (0)

Tab. 3-20: Steuerwort DFE/HS5n P-0-1370

Boost Druck-Regelabweichung (P-0-1378, P-0-1379)

Diese Funktion überwacht in der Druckregelung die Größe des Druckeinbruchs. Wird ein definierter Schwellwert (P-0-1379) überschritten, dann wird der Boost aktiviert. Der Fehler aus dieser Druckdifferenz wird bei aktiviertem Boost mit einer Verstärkung (P-0-1378) verrechnet und als Aufschaltwert auf den Drehzahlsollwert hinzuaddiert. Dieser Boost ist nur bei aktivem Druckregler aktiv.

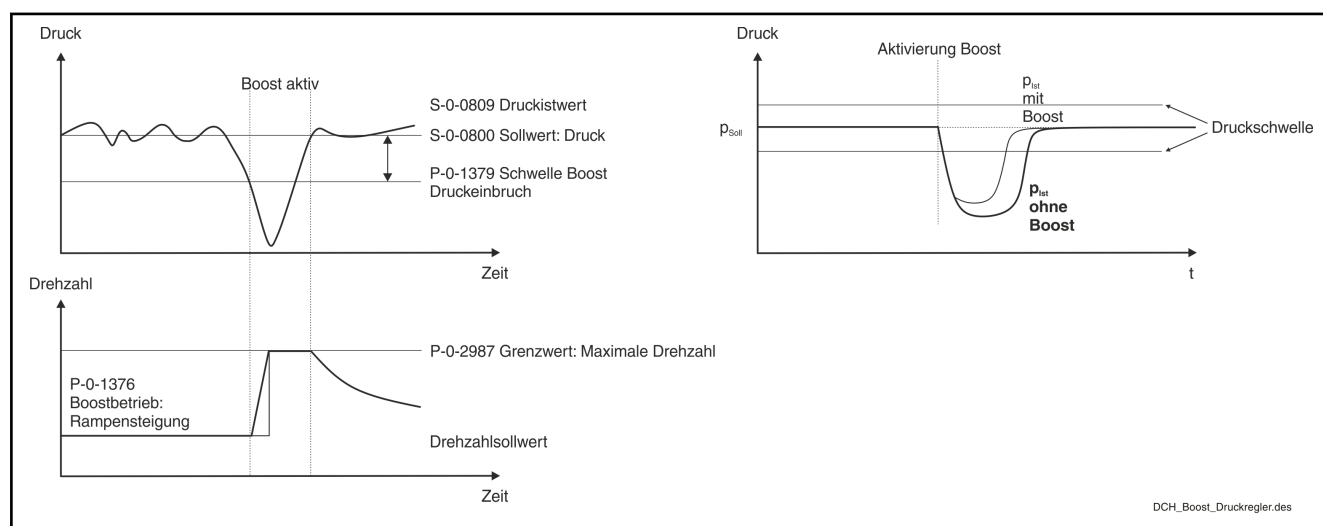


Abb. 3-15: Boost Druckregler

Boost Änderung Schwenkwinkel- Istwert (P-0-1311 [8], P-0-1311 [9])

Diese Funktion überwacht die Änderung des Schwenkwinkel-Istwerts. Übersteigt die Änderungsgeschwindigkeit einen definierten Schwellwert (P-0-1311 [9]), dann wird der Boost aktiviert. Zur Glättung der Schwenkwinkel-Änderungsgeschwindigkeit kann ein zusätzlicher Tiefpass mit definierten Filterzeitkonstanten (P-0-1311 [8]) verwendet werden.

Drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung im HydraulicDrive

Boost Schwenkwinkelregler
(P-0-1311 [11], P-0-1311 [12])

Diese Funktion überwacht in der Schwenkwinkelregelung die Größe der Regelabweichung. Wird ein definierter Schwellwert (P-0-1311 [11]) überschritten, dann wird der Boost aktiviert. Der Fehler aus dieser Schwenkwinkeldifferenz wird bei aktiviertem Boost mit einer Verstärkung (P-0-1311 [12]) verrechnet und als Aufschaltwert auf den Drehzahlsollwert aufaddiert. Dieser Boost ist nur bei aktivem Schwenkwinkelregler aktiv.

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1378	Verstärkung Boostaufschaltung Druck-Regelabweichung	0	0.0 - 250.0	%
P-0-1379	Schwelle Boost Druckeinbruch	5	1 - 315	bar
P-0-1311 [8]	Filterzeitkonstante Ableitung Schwenkwinkel-Istwert	0.01	0.000 - 0.100	s
P-0-1311 [9]	Schwelle für Boost bei Änderung Schwenkwinkel-Istwert	400	0 - 4000	%/s
P-0-1311 [11]	Schwelle für Boost Schwenkwinkel-Regelabweichung	5	0.0 - 100.0	%
P-0-1311 [12]	Verstärkung Boostaufschaltung Schwenkwinkel-Regelabweichung	0	0.0 - 250.0	%

Tab. 3-21: Boostfunktion

3.7.4 Parameter der Pumpe

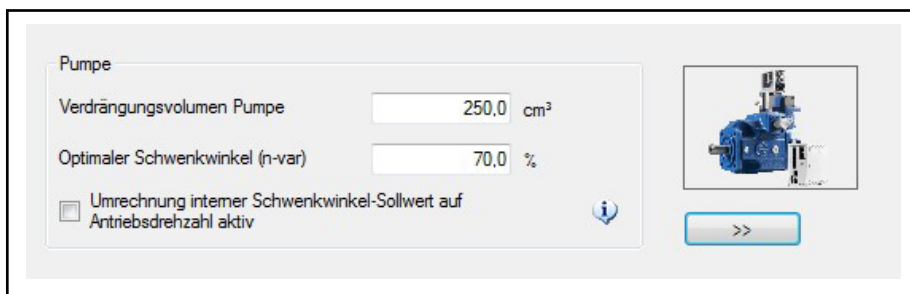


Abb. 3-16: Verdrängungsvolumen Pumpe

Optimaler Schwenkwinkel (n-var)
P-0-1372

Über den Parameter P-0-1372 kann im drehzahlvariablen Betrieb der optimale Schwenkwinkel vorgegeben werden. Der Pumpenregler senkt die Drehzahl soweit ab, bis dieser optimale Schwenkwinkel erreicht wird, um die benötigte Menge zu fördern. Generell verbessert sich der Wirkungsgrad der Pumpe bei größerem Schwenkwinkel. Um im drehzahlvariablen Betrieb die Verlustleistung zu minimieren, sollte die Drehzahl soweit abgesenkt werden, dass der Schwenkwinkel nahe an sein Maximum herankommt. Um genügend Regelreserve für den Schwenkwinkelregler zu erhalten, liegt das Optimum zwischen 65 % und 95 % (anlagenabhängig)

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1372	Optimaler Schwenkwinkel (n-var)	70.0	50.0 - 98.0	%

Tab. 3-22: Optimaler Schwenkwinkel



Die üblichen Einstellwerte liegen für den Realtime-Betrieb bei ca. 65 bis 80 %. Dadurch hat man eine ausreichende Regelreserve, um kleinere Mengenänderungen mit dem Schwenkwinkel der Pumpe auszugleichen.

Umrechnung Schwenkwinkel-Sollwert (P-0-2950 Bit 4)

In der Betriebsart Druck-/Schwenkwinkelregelung muss zusätzlich auch der Haken im Feld "Umrechnung interner Schwenkwinkel-Sollwert auf Antriebsdrehzahl aktiv" gesetzt sein, wenn der vorgegebene Schwenkwinkel-Sollwert sich auf die maximale Antriebsdrehzahl bezieht. In diesem Fall wird dann über diese Funktion der vorgegebene Schwenkwinkel-Sollwert entsprechend der aktuellen Antriebsdrehzahl umgerechnet.

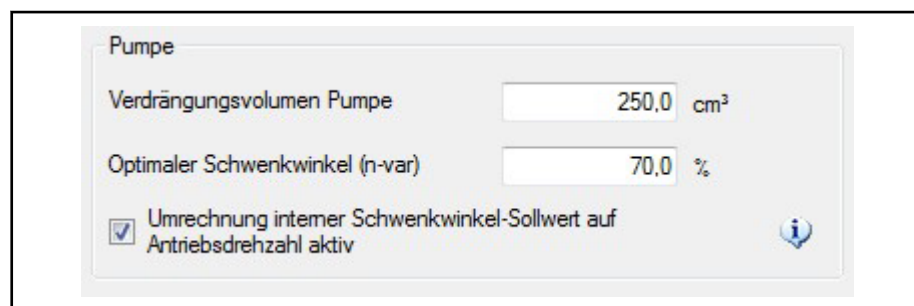


Abb. 3-17: Verdrängungsvolumen Pumpe

In der Betriebsart Druck-/Volumenstromregelung ist dieser Haken nicht notwendig, da hier der Volumenstrom-Sollwert in l/min automatisch mit der aktuellen Antriebsdrehzahl intern auf den Schwenkwinkel-Sollwert in % umgerechnet wird.

Verdrängungsvolumen Pumpe P-0-2943

Für den drehzahlvariablen Betrieb benötigt der Pumpenregler die Nenngroße der Hauptpumpe, an welcher das Regelventil der Pumpenregelung montiert ist. Bei mehreren geregelten Pumpen (Druckregler Master/Slave-System) wird hier die Summe aller Regelpumpen eingetragen, die in das hydraulische System fördern. Dieser Wert wird im Rahmen der Erstparametrierung des Pumpenreglers bereits abgefragt.

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-2943	Verdrängungsvolumen Pumpe	100.0	0.1 - 6553.3	cm³

Tab. 3-23: Auswahl der Nenngroße der Hauptpumpe

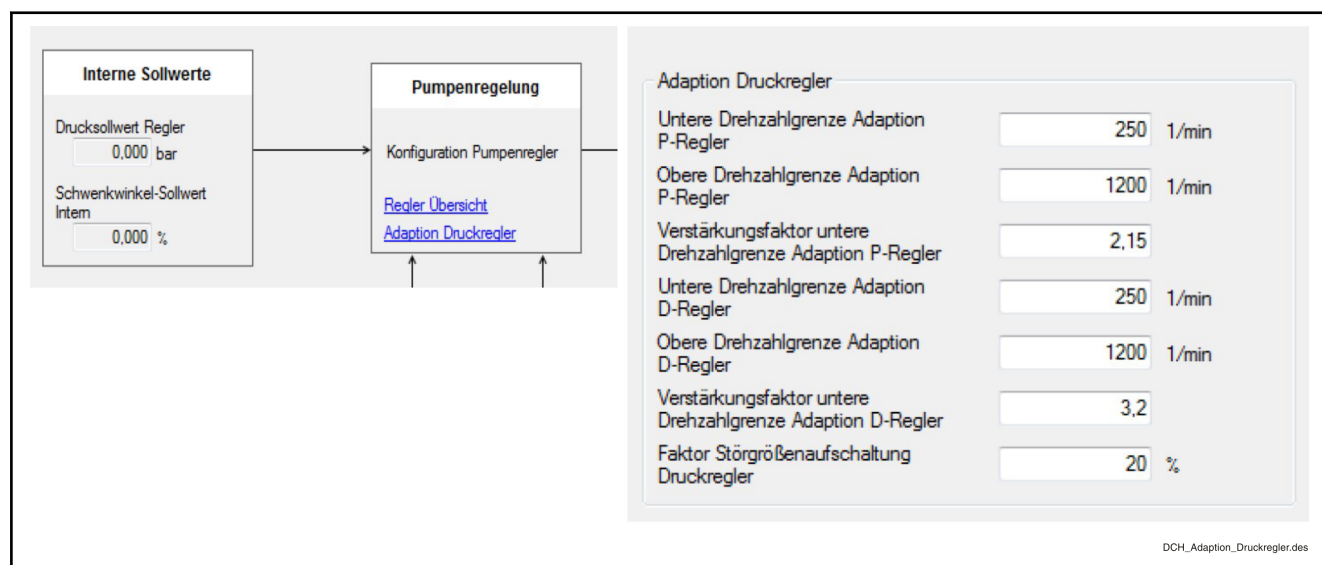
3.7.5 Adaption Druckregler (Parallelstruktur)

Abb. 3-18: Adaption Druckregler

Eingabe der Kennlinie zur Adaption des PD-Reglers

Die Druckregelung einer Regelpumpe zeigt bei abgesenkter Drehzahl ein anderes Regelverhalten als bei Nenndrehzahl. Durch eine Adaption des PD-Druckreglers kann der Pumpenregler ein weitgehend ähnliches Regelverhalten erreichen, welches unabhängig von der aktuellen Drehzahl ist.

Untere Drehzahlgrenze der Adaption P-0-1311 [13] / P-0-1311 [16]

Über diese Werte kann der untere Grenzwert der Kennlinie eingestellt werden. Unterhalb dieser Drehzahlgrenze wird der PD-Druckregler nicht mehr adaptiert.

Obere Drehzahlgrenze der Adaption P-0-1311 [14] / P-0-1311 [17]

Mit diesen Werten wird der obere Grenzwert der Kennlinie eingestellt. Oberhalb dieser Drehzahlgrenze wird der PD-Druckregler nicht mehr adaptiert.

Verstärkungsfaktor untere Drehzahlgrenze P-0-1311 [15] / P-0-1311 [18]

Über P-0-1311 [15] und P-0-1311 [18] kann der Verstärkungsfaktor für die untere Drehzahlgrenze eingestellt werden. Der Verstärkungsfaktor für die obere Drehzahlgrenze liegt fest auf 1,0. Zwischen der oberen und unteren Drehzahlgrenze wird der Verstärkungsfaktor drehzahlabhängig linear erhöht. In dem unten dargestellten Beispiel ergibt sich damit folgender Verlauf des Verstärkungsfaktors. Von Drehzahl 0 - 250 1/min wirkt der Verstärkungsfaktor 2,15 in der Adaption des P-Reglers. Zwischen 250 und 1200 1/min fällt der Verstärkungsfaktor linear auf 1,0 ab. Oberhalb von 1200 1/min ist der Verstärkungsfaktor konstant auf 1,0.

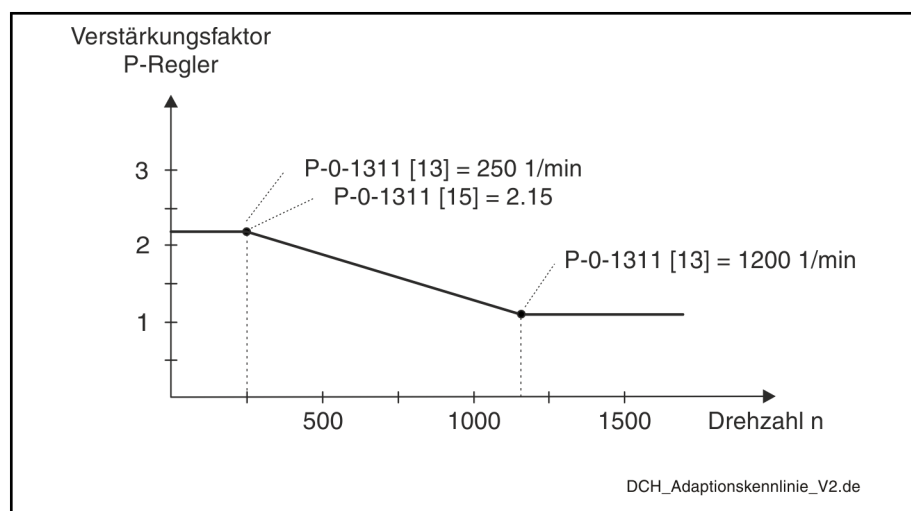


Abb. 3-19: Beispiel Adaptionkennlinie P-Anteil Druckregler

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1311 [13]	Untere Drehzahlgrenze Adaption P-Regler	250	10 - 6000	1/min
P-0-1311 [14]	Obere Drehzahlgrenze Adaption P-Regler	1200	10 - 6000	1/min
P-0-1311 [15]	Verstärkungsfaktor untere Drehzahlgrenze P-Regler	2.15	0.00 - 10.00	
P-0-1311 [16]	Untere Drehzahlgrenze Adaption D-Regler	250	10 - 6000	1/min
P-0-1311 [17]	Obere Drehzahlgrenze Adaption D-Regler	1200	10 - 6000	1/min
P-0-1311 [18]	Verstärkungsfaktor untere Drehzahlgrenze D-Regler	3.20	0.00 - 10.00	

Tab. 3-24: Parameter der Adaptionkennlinie des PD-Reglers

**Faktor für Störgrößenaufschaltung
Druckregler (P-0-1380)**

Jede Drehzahländerung wirkt auf den aktiven Druckregler wie eine externe Störgröße. Um diese Störgröße zu kompensieren, gibt es die Möglichkeit, einen zusätzlichen Faktor, der abhängig von der Drehzahländerung berechnet wird, auf den Reglerausgang des Druckreglers aufzuschalten. Dieser Faktor kann über den Parameter P-0-1380 skaliert werden.

Parameter-IDN	Bezeichnung	Defaultwert	Wertebereich	Einheit
P-0-1380	Faktor Störgrößenaufschaltung	0	0.0 - 250.0	%

Tab. 3-25: Faktor für Störgrößenaufschaltung

3.7.6 Reserve zum Beschleunigen des Motors bei geringer Drehzahl - Kippschutz

Mit Hilfe der Drehmomentbegrenzung der Pumpe kann man sich eine Drehmomentreserve sichern, um den Motor auch bei geringen Drehzahlen optimal beschleunigen zu können. Weiterhin dient diese Reserve auch als Kippschutz bei niedrigen Drehzahlen. Dies ist notwendig, da bei 300 1/min das Kippmoment <50 % des Nennmoments ist und dadurch der Motor bei niedrigen Drehzahlen das Kippmoment überschreiten kann. Bei höheren Drehzahlen ermöglicht diese Drehmomentreserve schnelleres Beschleunigen und damit ein besseres Aufregelverhalten der Pumpenregelung.

4 Beschreibung der Sonderfunktionen

4.1 Drehmomentgrenze

Um den Antriebsmotor vor Überlastung zu schützen, kann das maximale Drehmoment begrenzt werden. Die Einstellwerte beziehen sich dabei auf das maximale Drehmoment der Pumpe. Diese Drehmomentgrenze ist in jedem Betriebszustand aktiv, d. h. sowohl bei konstanter Drehzahl als auch bei abgesenkter Drehzahl. Bei abgesenkter Drehzahl und gleicher hydraulischer Leistung fällt das aktuelle Moment an der Welle entsprechend größer aus.

Da die Verlustleistung des Asynchronmotors oberhalb seines Nennmoments deutlich ansteigt, sollte die Drehzahl nur soweit abgesenkt werden, dass das Nennmoment nicht überschritten wird. Hierzu kann während des drehzahlvariablen Betriebs die Begrenzung für die Drehzahlberechnung über den Parameter P-0-1383 eingestellt werden.

Bei Nenndrehzahl kann das aktuelle Moment allerdings kurzzeitig deutlich größer als das Nennmoment des Motors ausfallen. Aus diesem Grund muss die Drehmomentgrenze mit P-0-2952 immer größer als die Begrenzung im P-0-1383 eingestellt werden. ¹⁾



Diese Funktion "Drehmomentgrenze" entspricht der Funktion "Leistungsbegrenzung" der Regelsysteme SY(H)DFEE bzw. SY(H)DFEC. Da die Leistung allerdings abhängig von der aktuellen Drehzahl ist, wird bei den HydraulicDrive-Pumpenreglern das Drehmoment mit dieser Funktion begrenzt.

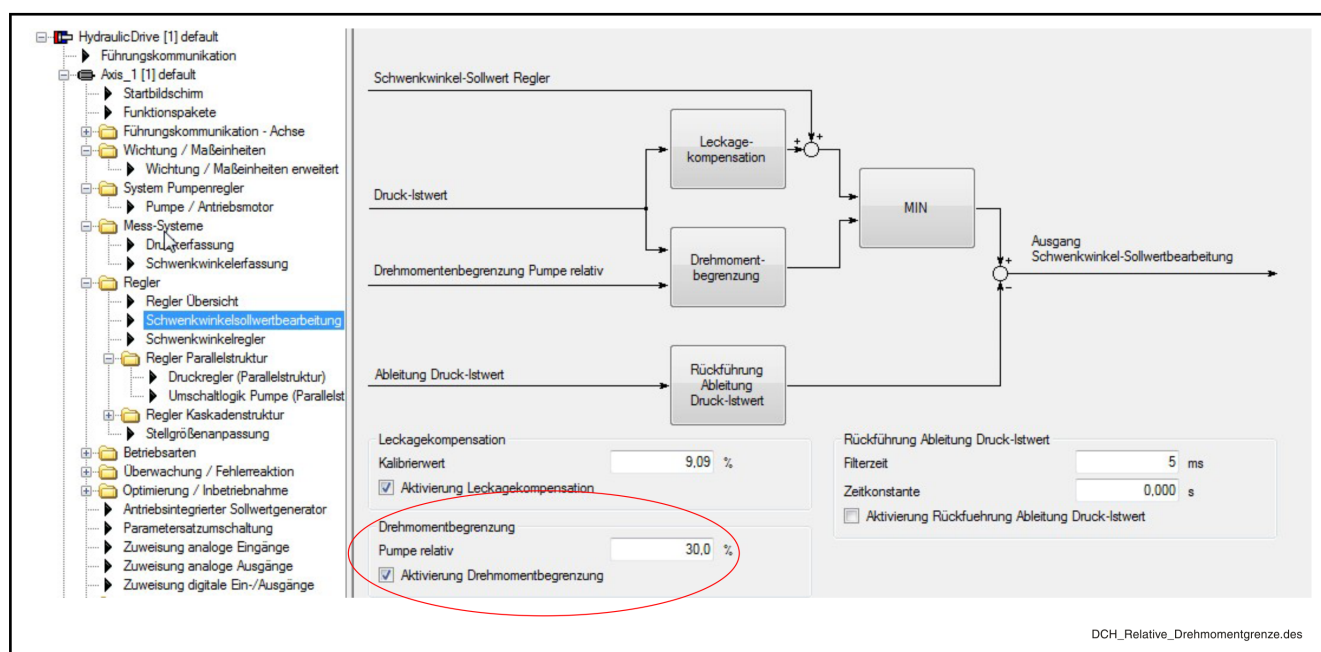


Abb. 4-1: Drehmomentgrenze

Relative Drehmomentbegrenzung

Um den Antriebsdrehmotor vor Überlast zu schützen, kann das maximale Drehmoment der Pumpe begrenzt werden. Der Parameter "P-0-2952, Drehmomentbegrenzung Pumpe relativ" ist eine relative Größe in Prozent und bezieht sich auf das maximale Drehmoment der Pumpe bei Normdruck (P-0-2957.0.1). Aus dem aktuellen Druckistwert p_{ist} und dem Einstellwert für die relative Drehmomentbegrenzung wird nach folgender Berechnungsvor-

Beschreibung der Sonderfunktionen

schrift der maximal zulässige Schwenkwinkelsollwert für die Pumpe berechnet:

Max. zul. Schwenkwinkelsollwert = Drehmomentbegrenzung Pumpe relativ (P-0-2952) x $p_{\text{norm}} / p_{\text{ist}}$

Der maximal zulässige Schwenkwinkelsollwert wird im Parameter "P-0-2958.0.3, Anteil Drehmomentbegrenzung" dargestellt.

Über einen Min-/Maxwertbildner wird zwischen dem zulässigen Schwenkwinkel aus der Drehmomentbegrenzung und dem "P-0-2958.0.4, Schwenkwinkel-Sollwert nach Leckagekompensation" umgeschaltet. Über das Pumpenreglersteuerwort "P-0-2950, Pumpenregler Steuerwort" Bit 6, 7 kann der Min-/Maxwertbildner fest auf den Schwenkwinkelsollwert gelegt werden und dadurch die Drehmomentbegrenzung deaktiviert werden.

Der Wertebereich für die Drehmomentbegrenzung P-0-2952 beträgt 0 %... 125 %.

Beispiel:

Berechnung des Maximalmoments der Pumpe (A10 NG71)

Pumpennenngröße	VG	=	71 cm ³
Bezugsdruck der Regelung ²⁾	p_{max}	=	315 bar
Wirkungsgrad	η_{mh}	=	1 (theoretischer Wert)
Motornennmoment	$M_{\text{NennMotor}}$	=	191 Nm

Tab. 4-1:

$$M_{\text{Motor}} = \frac{P_{\text{Motor}}}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{30 \text{ kW}}{2 \cdot \pi \cdot 1500 \text{ U/min}} = \frac{30.000 \text{ W}}{2 \cdot \pi \cdot 25 \text{ U/s}} = 191 \text{ Nm}$$

$$M_{100\%} = \frac{1,59 \cdot V_G \cdot p_{\text{max}}}{n_{\text{mh}} \cdot 100} = \frac{1,59 \cdot 71 \text{ cm}^3 \cdot 315 \text{ bar}}{100} = 355 \text{ Nm}$$

DCH_Berechnung_Drehmomentgrenze_Motor_DE.des

Abb. 4-2: Drehmomentbegrenzung

Berechnung der Drehmomentgrenze ($p \cdot \alpha$)

Überlast Asynchronmotor um 200 %

$$(p \cdot \alpha)_{\text{max}} = \frac{M_{\text{Motor}}}{M_{100\%}} \cdot 200\% = \frac{191 \text{ Nm}}{355 \text{ Nm}} \cdot 200\% = 107,6\%$$

DCH_Ueberlast_Asynchronmotor.des

Abb. 4-3: Berechnung der Drehmomentgrenze

¹⁾ Beim Vergleich der Drehmomentgrenze muss beachtet werden, dass die beiden Parameter unterschiedliche Normierungen besitzen. Der Parameter P-0-2952 bezieht sich auf das Maximalmoment der Pumpe, der P-0-1383 auf das Nennmoment des Motors.

²⁾ Bei A10 Pumpen-immer 315 bar, unabhängig von den Einstellungen für DMU oder Anlagennennndruck.

4.2 Backup/Restore bei Pumpenregelung

Für die VT-HP-C ist es möglich, eine Komplettsicherung (Parametereinstellung + Firmware) des Geräts zu erstellen und diese auf der SD-Karte abzulegen. Diese Sicherung kann dann zur Wiederherstellung des Zustands oder bei einem Austausch der VT-HP-C zur Übertragung der kompletten Konfiguration verwendet werden. Die Backup-Restore-Funktion wird über folgenden Dialog aufgerufen:

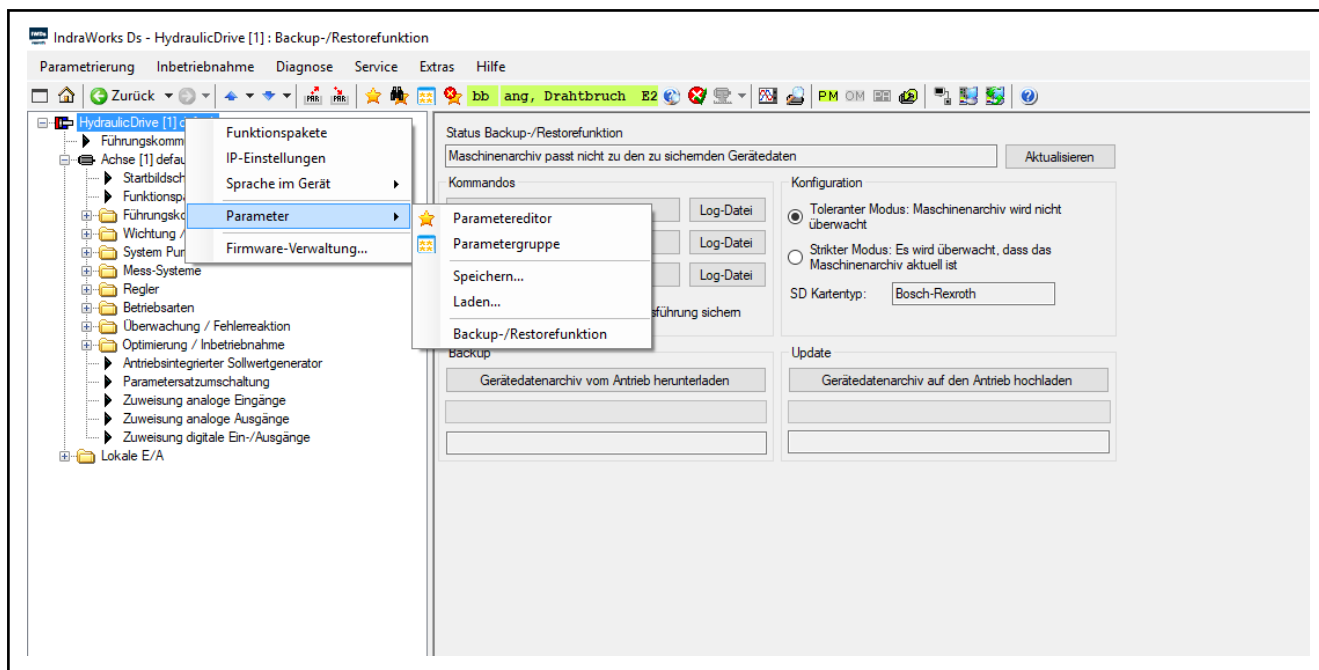


Abb. 4-4: Backup-Restore-Funktion

Ab der Version HDx20V20 werden bei der VT-HP-C auch die Kalibrierwerte mit der Backup-Restore-Funktion abgespeichert. Bei einem Austausch der VT-HP-C muss allerdings die Kalibrierung mit der neuen Elektronik wiederholt werden, um wieder die gleiche Genauigkeit zu erreichen.

4.3 Kalibrierung Pumpenregler

Die Kalibrierfunktionen des Pumpenreglers verbessern die Genauigkeit des Systems. Ein unkalibriertes Pumpenreglersystem ist grundsätzlich zwar funktionsfähig, es erreicht aber nicht die im Datenblatt angegebene Genauigkeit. Daher wird grundsätzlich empfohlen, die Kalibrierung während der Inbetriebnahme durchzuführen.



Beim Laden einer Parametersicherung (Par-Datei) werden die Kalibrierwerte bei allen Pumpenreglern nicht übertragen. Die Pumpenreglersysteme mit integrierter Elektronik im Pilotventil werden im Werk kalibriert. Damit sind hier bei Auslieferung bereits Kalibrierwerte hinterlegt. Bei einem Ventiltausch muss allerdings auch hier die Kalibrierung wiederholt werden, um die hohe Genauigkeit wieder zu erreichen. Wenn die Leckagekompensation verwendet wird, dann muss grundsätzlich die Kalibrierung bei der Inbetriebnahme wiederholt werden.

Index

A

Adaption Druckregler.....	31
Aktivierung der Zusatzfunktion drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung (VT-HPC).....	15
Auswahl Reglerstruktur	
Reglerstruktur Auswahl.....	3

B

Backup/Restore bei Pumpenregelung.....	37
Basisparameter laden für Zusatzfunktion drehzahlvariabler Betrieb.....	18
Beteiligte Parameter der Drehzahlberechnung.....	22
Boost Änderung Schwenkwinkelwert	29
Boost Druckregler.....	29
Boost Schwenkwinkelregler.....	30
Boostfunktion.....	29

D

Derating elektrischer Antrieb.....	23
Drehmomentbegrenzung.....	33
Drehmomentgrenze.....	35
Drehzahl-Ausblendfenster.....	27
Drehzahländerung Rampenzeit.....	27
Drehzahlberechnung.....	22
Drehzahlberechnung Parameter.....	26
Drehzahlsollwert Ausgabe.....	21
Drehzahlsollwert verschleifen.....	27
Drehzahlvariablen Betrieb für Pumpenregelung aktivieren.....	15
Drehzahlvariablen Betrieb steuern.....	19
Drehzahlvariabler Betrieb.....	15
Drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung (SY(H)DFED).....	16
Drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung im HydraulicDrive.....	15
Druckregler Adaption (Parallelstruktur).....	31
Druckregler Kaskadenstruktur einstellen.....	10
Druckregler Parallelstruktur einstellen.....	6

E

Einstellwerte Reglerparameter.....	5
------------------------------------	---

F

Fehlerwort.....	21
Feldschwächbetrieb.....	24
Funktionsbeschreibung Realtime-Betrieb.....	18
Funktionsweise / Regleroptimierung Kaskadenstruktur.....	9
Funktionsweise / Regleroptimierung Parallelstruktur.....	4
Funktionsweise / Regleroptimierung Schwenkwinkelregler.....	3

K

Kalibrierung Pumpenregler.....	37
Kaskadenstruktur Funktionsweise / Regleroptimierung	9
Kippschutz.....	33
Konfiguration	
Drucksensoren.....	1
Schwenkwinkelsensoren.....	1
Sensoren.....	1

M

Manuelle Drehzahlvorgabe.....	28
Minimale Drehzahl.....	27
Motorparameter.....	22

O

Optimaler Schwenkwinkel.....	30
------------------------------	----

P

Parallelstruktur Funktionsweise / Regleroptimierung.....	4
Parameter der Drehzahlberechnung.....	26
Parameter der Pumpe.....	30
Parameter des Motors.....	22
Pumpenparameter.....	30

R

Realtime-Betrieb.....	18
Reserve zum Beschleunigen des Motors bei geringer Drehzahl - Kippschutz.....	33

S

Schlupfkompensation.....	26
Schwenkwinkelregler Funktionsweise / Regleroptimierung.....	3
SD-Karte.....	15
Sonderfunktionen.....	35
Statuswort.....	20
Steuerwort.....	19
Störgrößenaufschaltung Druckregler.....	33
Synchrondrehzahl.....	24

T

Technologiefunktion aktivieren.....	15
-------------------------------------	----

U

Umrechnung Schwenkwinkel-Sollwert.....	31
Umschaltung Druck-/Schwenkwinkelregler.....	12

V

Verdrängungsvolumen Pumpe.....	31
--------------------------------	----

W

Warnungswort.....	21
-------------------	----

Z

Zulässiges Drehmoment.....	25
Zusatzfunktion drehzahlvariabler Betrieb für Pumpenregelung (SY(H)DFED).....	16

Notizen

Bosch Rexroth AG

Industrial Hydraulics

Zum Eisengießer 1

97816 Lohr, Deutschland

Tel. +49 9352 403020

my.support@boschrexroth.de

www.boschrexroth.com



RD 30237-Z/10.2020