

Intelligent Drivesystems, Worldwide Services



DE

AG 0100

Regleroptimierung

Leitfaden für ASM - CFC Closed-Loop



Dokumentation

Titel:	AG 0100		
Bestell – Nr.:	604 75 01		
Baureihe:	SK 200E, SK 500E		
Gerätereihe:	SK 200E, SK 210E, SK 220E, SK 230E, SK 205E, SK 215E, SK 225E, SK 235E, SK 520E, SK 530E, SK 535E, SK 540E, SK 545E		
Gerätetypen:	SK 2xxE-250-112-O ... SK 2xxE-750-112-O	(0,25 - 0,75 kW, 1 ~ 100 - 120 V, Ausgang 3 ~ 230 V)	
	SK 2xxE-250-123-A ... SK 2xxE-111-123-A	(0,25 - 1,1 kW, 1 ~ 220 - 240 V)	
	SK 2xxE-250-323-A ... SK 2xxE-112-323-A	(0,25 - 11,0 kW, 3 ~ 220 - 240 V) ¹	
	SK 2xxE-550-340-A ... SK 2xxE-222-340-A	(0,55 - 22,0 kW, 3 ~ 380 - 500 V) ²	
	SK 5xxE-250-112-O ... SK 5xxE-750-112-O	(0,25 - 0,75 kW, 1 ~ 115 V, Ausgang 3 ~ 230 V)	
	SK 5xxE-250-323- ... SK 5xxE-221-323-	(0,25 - 2,2 kW, 1/3 ~ 230 V)	
	SK 5xxE-301-323- ... SK 5xxE-182-323-	(3,0 - 18,0 kW, 3 ~ 230 V)	
	SK 5xxE-550-340- ... SK 5xxE-163-340-	(0,55 - 160,0 kW, 3 ~ 400 V)	

¹ Baugröße IV (5,5 - 11,0 kW) nur in den Varianten SK 2x0E

² Baugröße IV (11,0 - 22,0 kW) nur in den Varianten SK 2x0E

Versionsliste

Titel, Datum	Bestellnummer	Version	Bemerkungen
AG 0100, Nov. 2014	604 75 01 / 4714	1.0	Erste Ausgabe, basierend auf die aktuellen Handbücher BU 0200 DE / 2314, BU 0210 DE / 2509, BU 0500 DE / 1013, BU 0505 DE / 1013, BU 0510 DE / 3911
AG 0100, April 2015	604 75 01 / 1615	1.0	Überarbeitete Ausgabe, basierend auf die überarbeiteten Handbücher BU 0500 DE / 0715, BU 0505 DE / 0715 <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Korrekturen • Anpassungen diverser Parameter
AG 0100, August 2016	604 75 01 / 3216	1.1	Überarbeitete Ausgabe, basierend auf das überarbeitete Handbuch BU 0200 DE / 1216 <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Korrekturen und Strukturanpassungen • Weitere Kapitel implementiert

Tabelle 1: Versionsliste AG 0100

Herausgeber

Getriebebau NORD GmbH & Co. KG

Getriebebau-Nord-Straße 1 • 22941 Bargteheide, Germany • <http://www.nord.com/>

Fon +49 (0) 45 32 / 289-0 • Fax +49 (0) 45 32 / 289-2253

Allgemeine Hinweise

Urheberrecht

© Getriebebau NORD GmbH & Co. KG, Alle Rechte vorbehalten

Jegliche Vervielfältigung, Bearbeitung oder Weitergabe der Inhalte dieses Dokuments, ob teilweise oder als Ganzes, ist verboten, soweit seitens der Getriebebau NORD GmbH & Co. KG keine ausdrückliche Erlaubnis erteilt wurde.

Änderungsvorbehalt

NORD GmbH & Co. KG behält sich das Recht vor, jederzeit und ohne vorherige Ankündigung inhaltliche Änderungen an der Applikationsbeschreibung vorzunehmen.

Vollständigkeit und Richtigkeit

Diese Applikationsbeschreibung ist unverbindlich und erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit bezüglich Aufbau und Parametrierung der Bauteile.

Es wurden alle Möglichkeiten genutzt, um die Richtigkeit der Inhalte dieser Applikationsbeschreibung zu gewährleisten. Sollten Sie dennoch Abweichungen zwischen den Angaben der Applikationsbeschreibung und anderer Dokumentationen (z. B. Handbücher) feststellen, hat der Inhalt der anderen Dokumentation Vorrang.

ACHTUNG

Anwendung

Dieses Applikationsbeispiel ist nur in Verbindung mit den Betriebsanleitungen der jeweiligen Frequenzumrichter und Technologieoptionen gültig. Erst unter diesen Voraussetzungen stehen alle, für eine sichere Inbetriebnahme des Frequenzumrichters relevanten, Informationen zur Verfügung.

Haftungsausschluss

Diese Applikationsschrift dient als Hilfsmittel für Aufbau und Parametrierung einer Applikation mit NORD Produkten. Die Beschreibung erfolgt anhand eines anwendungsspezifischen Beispiels und kann als Orientierung für vergleichbare Applikationen herangezogen werden.

Da es sich um ein exemplarisches Beispiel handelt, übernimmt Getriebebau NORD GmbH & Co. KG keine Haftung für Personen-, Sach- oder Vermögensschäden und gewährt keine Garantie, weder ausdrücklich noch stillschweigend, hinsichtlich der in dieser Applikationsbeschreibung enthaltenen Informationen.

Hinweis zum Leitfaden

Der Applikationsleitfaden wendet sich vorrangig an Projektierer sowie Inbetriebnahme- und Servicepersonal, die mit dem Umgang und den Funktionalitäten der elektronischen Antriebstechnik (Motoren und Frequenzumrichter) von Getriebebau NORD vertraut sind. Der Leitfaden gilt als Empfehlung zur schrittweisen Inbetriebnahme und Parametrierung der einzelnen Regler und Funktionseinstellungen sowie die Vorgehensweise zur Antriebs- bzw. Regleroptimierung.

Die Informationen und Empfehlungen beziehen sich auf die aktuell verfügbaren Antriebs- und Regelungskomponenten /-einstellungen, vorzugsweise der Standardprodukte von Getriebebau NORD. Der Leitfaden bezieht sich auf die aktuellen Software- und Hardwareversionen der Antriebstechnik, der zum Ausgabezeitpunkt des Leitfadens gültig war. Die Optimierungsabläufe sind unter Berücksichtigung der aktuellen Handbücher und Technischen Datenblättern der Antriebstechnik vorzunehmen. Die Ausgabeversionen der Handbücher und Technischen Datenblättern können unter Umständen abweichen.

Im Anschluss sind einige Hinweise und Erläuterungen zur Handhabung / Nutzung des Applikationsleitfadens aufgeführt.

Strukturkennzeichen

Einzelne Kapitelbereiche und Anwendungsschritte sind für „geübte“ Anwender grafisch bzw. zur schnelleren Orientierung mit den folgenden Strukturkennzeichen versehen:




Kennzeichnung	Bedeutung
Schritt 1	Der Schritt (1, 2, usw.) dient dem „vertrauten“ Anwender zur schnelleren Übersicht und Handhabung des Leitfadens. Z. T. sind die Schritte auch als Querverweis bzw. als Hyperlink zu nutzen, siehe  1.3 "Überblick (schematische Vorgehensweise)".
Information	Die Information zeigt an, dass im Folgenden nur Informationen zum entsprechenden Kapitelbereich aufgeführt sind und gibt dem Anwender detaillierte bzw. hilfreiche Zusatzinformationen.
Handlungsanweisung	Die Handlungsanweisung zeigt an, dass im Folgenden der Anwender aktiv u. a. zur Parametrierung, Prüfung oder auch Optimierung aufgefordert wird.
Information & Handlungsanweisung	Information & Handlungsanweisung zeigt an, dass im Folgenden hilfreiche Zusatzinformationen sowie die Aufforderung zur aktiven Handlung durch den Anwender beschrieben werden.

Abbildung 1: Übersicht Strukturkennzeichen

Querverweise und Hyperlinks

Zur leichteren bzw. schnelleren Anwendung des Leitfadens, sind Querverweise vorab mit einem Symbol  gekennzeichnet. Mittels Mausklick auf den Querverweis - siehe  10.1 "Handbücher" - gelangt der Anwender direkt zu dem entsprechenden Kapitel, der Information oder auch auf das jeweilige Dokument.

Des Weiteren sind auch Hyperlinks (beispielsweise [M7000 Elektromotoren](#)) verwendet worden, mit dem der Anwender direkt auf das jeweilige Handbuch, Datenblatt, Ansprechpartner usw. zur entsprechenden Seite auf die Getriebebau NORD Homepage gelangt.

Anwenderkennzeichen

Dem Anwender werden durch bestimmte Hand-Symbole u. a. wichtige Hinweise auf Zusatzinformationen, Kurvenverläufe sowie das zu erlangende Ziel der Regleroptimierung dargestellt.





	Beachtung und Hinweis von wichtigen Zusatzinformationen
	Definition und Zielsetzung zur vorzunehmenden Optimierung
	Teilerfolg bei einem optimierten Kurvenverlauf der Regleroptimierung
	Ziel eines optimalen Kurvenverlauf der Regleroptimierung

Abbildung 2: Übersicht Anwenderkennzeichen

Symbolik

















-  Hinweis auf weitere Informationen
-  Automatische Parameteränderung
-  Veränderung auf
-  Händische Parametrierung
-  Anzeige prüfen
-  Fußnoten / Abweichung, z. B. Gerätetypen
-  Einheit des Parameterwertes
-  Array-Nr.
-  Funktions-Nr. / Wert
-  Funktionsbeschreibung, Funktionsnummer entspricht der Funktionsbezeichnung

Abbildung 3: Übersicht Symbolkennzeichen

Parameter-Darstellung

Die Darstellungsform der einzelnen Parameter wurde so gewählt, dass die „fett“ geschriebenen Parameterbezeichnungen wie z. B. **Motorliste P200** dem Anwender die Relevanz innerhalb eines Kapitels anzeigt. Wenn der Parameter nicht „fett“ dargestellt wird, wie z. B. Feldschwäch Grenze P320, so handelt es sich nur um eine untergeordnete bzw. nicht näher erläuterte Information.

Durch bestimmte Konfigurationen unterliegen Parameter bestimmten Bedingungen. Im Folgenden sind die relevanten / verwendeten Symbole zur Erläuterung aufgelistet:

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung	
			bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)	
MOTORDATEN / KENNLINIENPARAMETER			NORD-Motor	Fremdmotor
P240 ¹ (P) ²	EMK Spannung PMSM ⁴	⁶ 0	 0 → 341 ⁷	 0 → 296 ⁸
P241 [-01] ³	Induktivität PMSM (d-Achse) [mH] ⁵	20	 20 → 22,6	⁹  20 → 24,3
P241 [-02]	Induktivität PMSM (q-Achse) [mH]	20	 20 → 45,9	 20 → 24,3




- ① Parameter-Nummer
- ② Parametersatzabhängige Parameter (P), sind abhängig von der Auswahl, siehe  Parameter P100, Supervisor-Parameter (S), sind abhängig von der Einstellung, siehe  Parameter P003
- ③ Array-Wert und Beschreibung des Array-Parameters
- ④ Parameter-Text: Bezeichnung / Bedeutung, NORD CON Anzeigetext
- ⑤ Einheit des Parameters
- ⑥ Default-Wert (Werkseinstellung) des Parameters
- ⑦ Einstellung des Parameters für NORD-Motoren
- ⑧ Einstellung des Parameters für Fremdmotoren
- ⑨ Handhabungs-Symbol, siehe  Symbolik

Abbildung 4: Übersicht Parameterdarstellung

Parameter- und Funktionsbezeichnung

Im Folgenden ist beispielsweise ein Parameter mit Bezeichnung, Nummer und mit entsprechender Funktionsauswahl (Nummer und Bezeichnung) erläutert:

①
②
③
④

Motorliste P200 mit Anwahl der Funktion {109 = 3,0 kW 400 V 100T2/4}

- ① Parameterbezeichnung
- ② Parameter-Nummer
- ③ Funktions-Nummer
- ④ Funktionsbeschreibung / Funktionsbezeichnung bzw. NORD CON Anzeigetext

Abbildung 5: Übersicht Parameter- und Funktionsbezeichnung

Schnellübersicht für erfahrende Anwender

1	Einleitung	14
1.3	Überblick (schematische Vorgehensweise)	19
2	Hardware	22
2.2	Asynchronmotoren (ASM).....	23
2.3	Frequenzumrichter - Motor Zuordnung	23
3	Grundinbetriebnahme	28
3.1	Betriebsanzeige Einstellungen	28
3.2	Motordaten	29
3.2.1	NORD – Motoren Motortypenschild / Datenblatt.....	32
3.2.2	Motoren-Identifikation	33
3.3	Schlupfkompensation anpassen	35
3.4	Optimierung Motordaten	35
3.4.1	NORD - Motoren.....	35
3.5	Inkrementaldrehgeber (IG).....	36
3.5.1	Parametrierung Drehgeber (IG).....	36
3.5.5	Drehzahlregelung aktivieren.....	40
3.6	Absolutwertdrehgeber (AG)	41
3.6.1	Parametrierung CANopen Drehgeber (AG).....	41
3.6.2	Parametrierung CANopen Schnittstelle	42
4	Stromregelung	46
4.1	Weitere Einstellungen	47
4.2	NORD CON	48
4.2.1	Fernbedienen	48
4.2.2	Oszilloskop	49
4.3	Momenten- und Feldstromregler.....	52
4.3.3	Kriterien	54
4.4	Optimierungsablauf.....	55
5	Drehzahlregelung	58
5.1	Weitere Einstellungen	58
5.2	NORD CON	60
5.2.1	Fernbedienen	60
5.2.2	Oszilloskop	61
5.3	Drehzahlregler	63
5.3.3	Kriterien	66
5.4	Optimierungsablauf.....	66
6	Lageregelung	69
6.1	Weitere Einstellungen	72
6.2	NORD CON	74
6.2.1	Steuern.....	74
6.2.2	Oszilloskop	76
6.2.3	Geräteübersicht.....	77
6.4	Lageregler.....	78
6.4.1	Parametrierung Wegmeßsystem	79
6.4.2	Lageregelung aktivieren	79
6.4.3	Positionierung.....	79
6.4.5	Kriterien	82
6.5	Optimierungsablauf.....	83

7	Schlupfkompensierung	85
7.1	Weitere Einstellungen	86
7.2	NORD CON	87
7.2.1	Fernbedienen	87
7.2.2	Oszilloskop	88
7.2.3	Geräteübersicht	89
7.3	Schlupfkompensation	90
7.3.2	Kriterien	92
7.4	Optimierungsablauf	92
8	Feldschwächerregelung	94
8.1	Weitere Einstellungen	97
8.2	NORD CON	99
8.2.1	Fernbedienen	99
8.2.2	Oszilloskop	99
8.3	Feldschwächerregler	101
8.3.3	Kriterien	103
8.4	Optimierungsablauf	103
9	Parameterlisten	106
9.1	Grundinbetriebnahme	106
9.2	Stromregelung	107
9.3	Drehzahlregelung	108
9.4	Lageregelung	109
9.5	Schlupfkompensierung	110
9.6	Feldschwächerregelung	111

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	14
1.1	Vorwort zur Regleroptimierung	16
1.2	Feldorientierte Regelung.....	17
1.2.1	Leerlaufstrom Berechnung	18
1.3	Überblick (schematische Vorgehensweise)	19
2	Hardware	22
2.1	Systemkomponenten	22
2.2	Asynchronmotoren (ASM).....	23
2.3	Frequenzumrichter - Motor Zuordnung	23
2.4	Auslegung Drehgeber Auflösung	24
2.5	Auswahl Inkrementaldrehgeber (IG)	24
2.6	Auswahl Absolutwertdrehgeber (AG).....	26
3	Grundinbetriebnahme	28
3.1	Betriebsanzeige Einstellungen	28
3.2	Motordaten	29
3.2.1	NORD – Motoren Motortypenschild / Datenblatt.....	32
3.2.2	Motoren-Identifikation	33
3.2.3	Ersatzschaltbild	34
3.3	Schlupfkompensation anpassen	35
3.4	Optimierung Motordaten	35
3.4.1	NORD - Motoren.....	35
3.5	Inkrementaldrehgeber (IG).....	36
3.5.1	Parametrierung Drehgeber (IG).....	36
3.5.2	Anschluss Drehgeber (IG).....	37
3.5.3	Funktionsprüfung Drehgeber (IG).....	39
3.5.4	Inkrementaldrehgeber (IG) mit Nullspur	39
3.5.5	Drehzahlregelung aktivieren.....	40
3.6	Absolutwertdrehgeber (AG)	41
3.6.1	Parametrierung CANopen Drehgeber (AG).....	41
3.6.2	Parametrierung CANopen Schnittstelle	42
3.6.3	Anschluss CANopen Drehgeber (AG)	43
3.6.4	Funktionsprüfung CANopen Drehgeber (AG).....	44
4	Stromregelung	46
4.1	Weitere Einstellungen	47
4.2	NORD CON	48
4.2.1	Fernbedienen	48
4.2.2	Oszilloskop	49
4.3	Momenten- und Feldstromregler.....	52
4.3.1	P-Anteile Stromregler	53
4.3.2	I-Anteile Stromregler.....	53
4.3.3	Kriterien	54
4.4	Optimierungsablauf.....	55
5	Drehzahlregelung	58
5.1	Weitere Einstellungen	58
5.2	NORD CON	60
5.2.1	Fernbedienen	60
5.2.2	Oszilloskop	61
5.3	Drehzahlregler	63
5.3.1	P-Anteil Drehzahlregler	65
5.3.2	I-Anteil Drehzahlregler.....	65
5.3.3	Kriterien	66
5.4	Optimierungsablauf.....	66

6	Lageregelung	69
6.1	Weitere Einstellungen	72
6.2	NORD CON	74
6.2.1	Steuern	74
6.2.2	Oszilloskop	76
6.2.3	Geräteübersicht	77
6.3	Funktionsprüfung Drehgeber (IG/AG)	78
6.4	Lageregler	78
6.4.1	Parametrierung Wegmeßsystem	79
6.4.2	Lageregelung aktivieren	79
6.4.3	Positionierung	79
6.4.4	P-Anteil Lageregler	81
6.4.5	Kriterien	82
6.5	Optimierungsablauf	83
7	Schlupfkompensierung	85
7.1	Weitere Einstellungen	86
7.2	NORD CON	87
7.2.1	Fernbedienen	87
7.2.2	Oszilloskop	88
7.2.3	Geräteübersicht	89
7.3	Schlupfkompensation	90
7.3.1	Wert Schlupfkompensation	92
7.3.2	Kriterien	92
7.4	Optimierungsablauf	92
8	Feldschwächeregelung	94
8.1	Weitere Einstellungen	97
8.2	NORD CON	99
8.2.1	Fernbedienen	99
8.2.2	Oszilloskop	99
8.3	Feldschwächeregler	101
8.3.1	P-Anteil Feldschwächeregler	102
8.3.2	I-Anteil Feldschwächeregler	103
8.3.3	Kriterien	103
8.4	Optimierungsablauf	103
9	Parameterlisten	106
9.1	Grundinbetriebnahme	106
9.2	Stromregelung	107
9.3	Drehzahlregelung	108
9.4	Lageregelung	109
9.5	Schlupfkompensierung	110
9.6	Feldschwächeregelung	111
10	Weiterführende Dokumentationen	112
10.1	Handbücher	112
10.2	Technische Informationen / Datenblätter	112
10.2.1	TIs - Inkrementaldrehgeber (IG)	112
10.2.2	TIs - CANopen Absolutwertdrehgeber (AG)	113
10.2.3	TIs - Optionen / Zubehörkomponenten	113
11	Anhang	114
11.1	Abkürzungen	114

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht Strukturkennzeichen	4
Abbildung 2: Übersicht Anwenderkennzeichen	5
Abbildung 3: Übersicht Symbolkennzeichen	5
Abbildung 4: Übersicht Parameterdarstellung	6
Abbildung 5: Übersicht Parameter- und Funktionsbezeichnung	6
Abbildung 6: Stromregler	14
Abbildung 7: Drehzahlregler	14
Abbildung 8: Lage- bzw. Positionierregler	15
Abbildung 9: Feldschwächerregler	15
Abbildung 10: Regelkreis	16
Abbildung 11: Vektordarstellung der Ströme	17
Abbildung 12: Standard Inkrementaldrehgeber	24
Abbildung 13: Standard CANopen Drehgeber	26
Abbildung 14: Exemplarisches Motortypenschild	29
Abbildung 15: Exemplarisches Datenblatt	30
Abbildung 16: NORD-Motor (IE2) Datenblatt SK 112MH/4	32
Abbildung 17: RJ45 WAGO- Anschlussmodul	43
Abbildung 18: Regelgrößenverläufe	46
Abbildung 19: NORD CON	48
Abbildung 20: Fernbedienen Stromregelung, Sollwert und Freigabe	48
Abbildung 21: Fernbedienen Stromregelung, Sollwert und Freigabe	49
Abbildung 22: Oszilloskop Einstellungen für Trigger und Abtastrate / -dauer	49
Abbildung 23: Einstellung der Auflösung für die Zeitachse, Kommentarbeispiel	49
Abbildung 24: Legende / Bedeutung der Messfunktion	50
Abbildung 25: Oszilloskop Kanal-Einstellungen der drei Messwerte	50
Abbildung 26: Scope-Aufnahme starten	50
Abbildung 27: Initialisierungsphase Scope-Aufnahme	51
Abbildung 28: Kurzschlussmessung vom SK 200E Frequenzumrichter	55
Abbildung 29: Kurvenverlauf P-Anteil des Stromreglers	57
Abbildung 30: Kurvenverlauf I-Anteil des Stromreglers	57
Abbildung 31: Fernbedienen Drehzahlregelung, Sollwert und Freigabe	60
Abbildung 32: Oszilloskop Einstellungen für Trigger und Abtastrate / -dauer	61
Abbildung 33: Einstellung der Auflösung für die Zeitachse, Kommentarbeispiel	61
Abbildung 34: Oszilloskop Kanal-Einstellungen der vier Messwerte	61
Abbildung 35: Scope-Aufnahme starten	62
Abbildung 36: Beispiel optimierter Kurvenverlauf des Drehzahlreglers	63
Abbildung 37: Beispiel mit zu hohem P-Anteil des Drehzahlreglers	64
Abbildung 38: Kurvenverlauf P-Anteil des Drehzahlreglers	67
Abbildung 39: Kurvenverlauf I-Anteil des Drehzahlreglers	68
Abbildung 40: Verfahrenprofil Lageregelung	71
Abbildung 41: Standard Steuern Ansicht	74
Abbildung 42: Steuern Lageregelung, Sollwert und Freigabe	74
Abbildung 43: Steuern Lageregelung, Steuerbits links Sollposition 0, rechts Sollposition 1	75
Abbildung 44: Oszilloskop Einstellungen für Trigger und Abtastrate / -dauer	76
Abbildung 45: Einstellung der Auflösung für die Zeitachse, Kommentarbeispiel	76
Abbildung 46: Oszilloskop Kanal-Einstellungen der vier Messwerte	76
Abbildung 47: Scope-Aufnahme starten	77
Abbildung 48: Geräteübersicht Lageregelung, Anzeigeeinstellungen	77
Abbildung 49: Geräteübersicht Lageregelung, Auswahl Anzeige	77
Abbildung 50: Beispiel optimierter Kurvenverlauf des Lagereglers	80
Abbildung 51: Beispiel mit zu klein (links) und zu hohem (rechts) P-Anteil des Lagereglers	81
Abbildung 52: Kurvenverlauf P-Anteil des Lagereglers	83
Abbildung 53: Fernbedienen Schlupfkompensierung, Sollwert und Freigabe	87
Abbildung 54: Oszilloskop Einstellungen für Trigger und Abtastrate / -dauer	88
Abbildung 55: Einstellung der Auflösung für die Zeitachse, Kommentarbeispiel	88
Abbildung 56: Oszilloskop Kanal-Einstellungen der vier Messwerte	88
Abbildung 57: Scope-Aufnahme starten	89
Abbildung 58: Geräteübersicht Schlupfkompensierung, Anzeigeeinstellungen	89
Abbildung 59: Geräteübersicht Schlupfkompensierung, Auswahl Anzeige	89

Abbildung 60: Grafik für Optimum Strom / Schlupfkompensation.....	90
Abbildung 61: Beispiel optimierte Schlupfkompensation	91
Abbildung 62: Beispiel mit zu hoher (rechts) und zu kleiner (links) Schlupfkompensation	91
Abbildung 63: Kurvenverlauf Schlupfkompensation	93
Abbildung 64: Regelgrößenverläufe	95
Abbildung 65: Regelgrößenverläufe mit längerer Beschleunigungsrampe	95
Abbildung 66: Fernbedienen Feldschwächeregelung, Sollwert und Freigabe	99
Abbildung 67: Oszilloskop Einstellungen für Trigger und Abtastrate / -dauer	100
Abbildung 68: Einstellung der Auflösung für die Zeitachse, Kommentarbeispiel	100
Abbildung 69: Oszilloskop Kanal-Einstellungen der vier Messwerte	100
Abbildung 70: Scope-Aufnahme starten	100
Abbildung 71: Beispiel optimierter Kurvenverlauf des Feldschwächereglers.....	101
Abbildung 72: Beispiel mit zu hohem I-Anteil des Feldschwächereglers	102
Abbildung 75: Parameterübersicht Grundinbetriebnahme	106
Abbildung 76: Parameterübersicht optimierter Stromregler.....	107
Abbildung 77: Parameterübersicht optimierter Strom- und Drehzahlregler	108
Abbildung 78: Parameterübersicht optimierter Strom-, Drehzahl- und Lageregler	109
Abbildung 79: Parameterübersicht optimierter Strom-, Drehzahl-, Lageregler und Schlupfkompensation	110
Abbildung 80: Parameterübersicht aller optimierter Regler zzgl. Feldschwächeregler	111

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Versionsliste AG 0100	2
Tabelle 2: Ablaufdiagramm zur Vorgehensweise	21
Tabelle 3: Systemkomponenten	22
Tabelle 4: Standard Inkrementaldrehgeber	25
Tabelle 5: Standard Absolutwertdrehgeber	26
Tabelle 6: SK 2xxE Schnittstellenanschluss des Systembus	43
Tabelle 7: Handbücher	112
Tabelle 8: TIs – Inkrementaldrehgeber (IG).....	112
Tabelle 9: TIs – CANopen Absolutwertdrehgeber (AG).....	113
Tabelle 10: Optionen und Zubehörkomponenten	113

1 Einleitung

Dieser Leitfaden erläutert die schrittweise Vorgehensweise zur Optimierung der einzelnen Regelungsfunktionen, sowie die vorzunehmende Parametrierung in den jeweiligen Frequenzumrichtern.

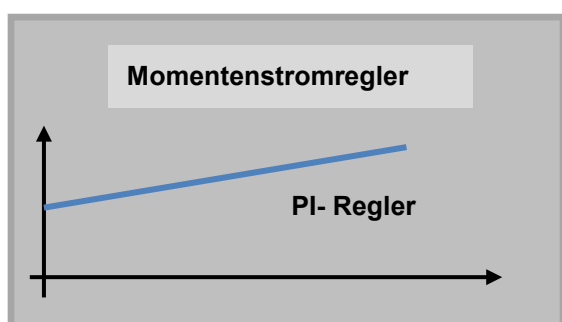
Es wird nur der **CFC Closed-Loop Betrieb** betrachtet, der folgende Vorteile gegenüber dem Betrieb im VFC Open-Loop hat:

- hohe Drehmomenten – Steifigkeit
- volles Drehmoment bei Drehzahl „Null“
- hohe Drehzahlgenauigkeit
- kurze Anregelungszeiten möglich

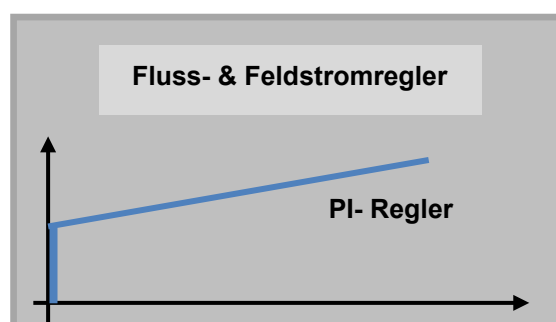
Der **CFC Closed-Loop Betrieb**, in älteren Software-Versionen auch als Servo Modus Betrieb bezeichnet, ist eine Betriebsart mit Drehgeberrückführung.

In den dezentralen Frequenzumrichtern vom Typ SK 2xxE sowie der Schaltschrankvariante vom Typ SK 5xxE sind mehrere unterschiedliche Reglerfunktionalitäten standardmäßig in den Geräten implementiert.

Somit besteht die Möglichkeit, die funktionellen und anwendungsspezifischen Anforderungen der zu realisierenden Applikation individuell mittels der 4 verfügbaren Regler zu optimieren.

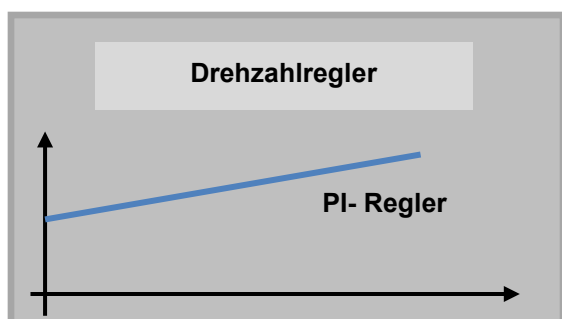


Parameter: P312, P313, P314



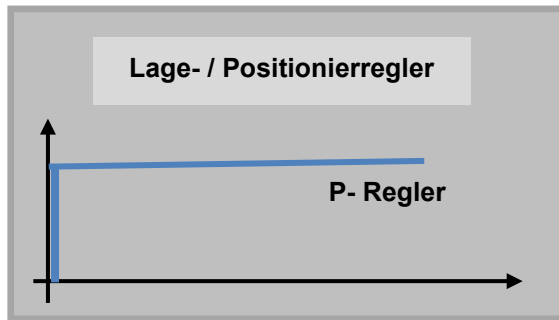
Parameter: P315, P316, P317

Abbildung 6: Stromregler



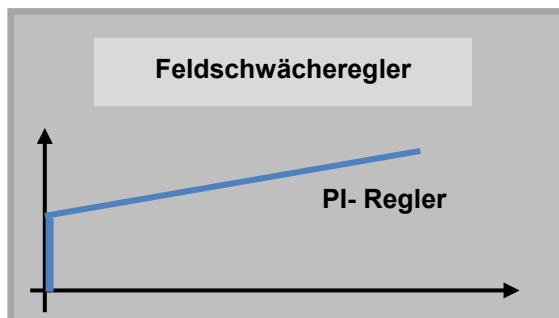
Parameter: P310, P311, P112

Abbildung 7: Drehzahlregler



Parameter: P611


Abbildung 8: Lage- bzw. Positionierregler



Parameter: P318, P319, P320

Abbildung 9: Feldschwächeregler

Dieser Leitfaden zur Regleroptimierung wird anhand eines dezentralen **SK 200E-401-340-A** Frequenzumrichters in Kombination mit einem **4,0 kW** NORD Asynchronmotor (ASM) mittels **NORD CON** Oszilloskop Aufzeichnungen beschrieben.

Der korrekte Anschluss der Komponenten an die Steuerungs- und Leistungsklemmen sowie weiterführende Informationen zu den verwendeten Funktionen sind den jeweiligen Handbüchern zu entnehmen, siehe  10.1 "Handbücher".

Dieser Leitfaden kann unter Berücksichtigung abweichender Bezeichnungen (z. B. Anschlussklemmen, Parameterstruktur) und Funktionalitäten (z. B. Drehgebersystemen) sinngemäß, auf andere Performancestufen der dezentralen **SK 2xxE** und die der Schaltschrank \geq **SK 520E** Frequenzumrichter, übertragen werden.

1.1 Vorwort zur Regleroptimierung

Das Prinzip einer Regelung ist das fortlaufende:

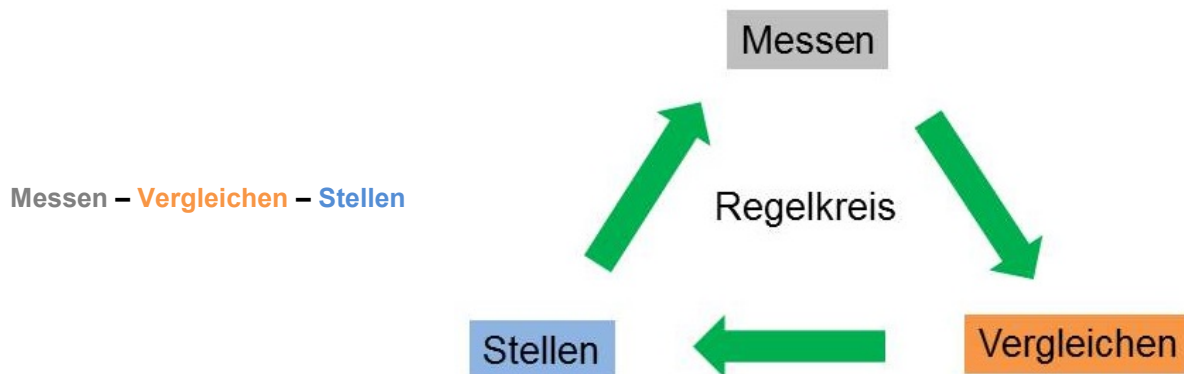


Abbildung 10: Regelkreis

Die **Regelgröße** wird dabei mittels Sensoren (z. B. Inkrementaldrehgeber) gemessen. Der Wert der Regelgröße wird mit dem **Sollwert** verglichen. Die Differenz ist die **Regelabweichung**. Aus der Regelabweichung wird unter Berücksichtigung der dynamischen Eigenschaften der **Regelstrecke** die Stellgröße bestimmt.

Ein Regelkreis dient dazu, eine vorgegebene physikalische Größe, die sogenannte Regelgröße, auf einen gewünschten Wert (Sollwert) zu bringen und dort zu halten, unabhängig von eventuell auftretenden Störungen. Um die Regelungsaufgabe zu erfüllen, muss der Augenblickswert der Regelgröße – der **Istwert** – gemessen und mit dem Sollwert ständig verglichen werden. Bei auftretenden Abweichungen muss in geeigneter Art und Weise nachgestellt und somit möglichst zeitnah reagiert werden. Um diese Aufgabe technisch zu lösen, gibt es die Regelungstechnik. Sie baut im Wesentlichen auf die mathematische Beschreibung und Modellbildung des Systems Regelkreis. Der Regelkreis besteht vereinfacht dargestellt aus den Hauptteilen **Regler** und **Regelstrecke**.

Der Regler ermittelt aus der Regelabweichung - unter Berücksichtigung der dynamischen Eigenschaften der Regelstrecke - die Korrekturmaßnahmen und regelt nach. Die Regelstrecke ist der Teil des Regelkreises, der vom Regler ausgeregelt werden soll.

(Quelle siehe www.rn-wissen.de)

Information

Optimierungshinweise

Für eine optimale Optimierung der einzelnen Regler, sollten folgende Betriebsbedingungen beim Optimierungsablauf berücksichtigt werden.

- Stromregelung im statischen Betrieb ohne Last
- Drehzahl-, Feldschwäche- und Lageregelung im dynamischen Betrieb mit Last
- Schlupfkompensation im Auslegungspunkt mit Last

Anwendungsspezifische Applikationsbedingungen sind ebenfalls bei der Optimierung zu beachten.

1.2 Feldorientierte Regelung

Vorab einige Informationen zum Motormodell bzw. der **feldorientierten Regelung**, auch bekannt unter Stromvektorregelung, im Frequenzumrichter.

In einem rotorfluss-orientierten **ASM-Modell** werden die 3-phasigen Ströme und Spannungen zu Raumzeigern, welche sich aus den Komponenten „d“ und „q“ zusammensetzen.

Das folgende Diagramm zeigt die Orientierung des Stromraumzeigers am **Magnetisierungsstrom I_{sd}** (Rotorflussorientierung) in der Raum-Raumzeiger- bzw. **Vektor-Darstellung**.

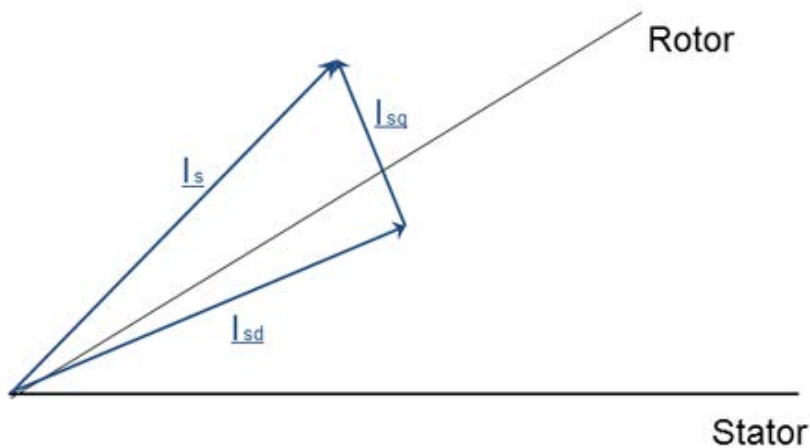


Abbildung 11: Vektordarstellung der Ströme

I_s :	Strang – Motorstrom (\approx Nennstrom)	[A]
I_{sd} :	flussbildender Strom (Magnetisierungsstrom (\approx Leerlaufstrom))	[A]
I_{sq} :	momentbildender Strom (Momentenstrom (\approx Läuferstrom))	[A]

Die **Stromkomponenten I_{sd}** (flussbildender Strom, **Magnetisierungsstrom** / \approx Aktueller **Feldstrom** P721) und I_{sq} (momentbildender Strom, \approx Akt. **Momentenstrom** P720) stehen senkrecht aufeinander. I_s ist der gesamte Strangstrom (\approx Aktueller **Strom** P719).

Aus diesem Zusammenhang ergibt sich die folgende vereinfachte Beziehung:

$$I_s = \sqrt{(I_{sd}^2 + I_{sq}^2)}$$

Im Grunddrehzahlbereich, bis zur Bemessungsfrequenz ist $I_{sd} = I_0 =$ Leerlaufstrom.

I_s :	Strang – Motorstrom (P203 / \approx P719)	[A]
I_{sq} :	momentbildender Strom oder Läuferstrom (\approx P720)	[A]
I_{sd} :	flussbildender Strom oder Leerlaufstrom (P209 / \approx P721)	[A]

Ist der flussbildende Strom / Leerlaufstrom nicht bekannt, so wird er automatisch vom Frequenzumrichter berechnet und im den Parameter **Leerlaufstrom P209** eingetragen.

1.2.1 Leerlaufstrom Berechnung

Der **Leerlaufstrom P209** wird nach der folgenden Formel berechnet:

$$I_{sd} = I_0 = I_{nenn} \cdot \sin \varphi$$

I_{sd} :	flussbildender Strom (Anzeige ~P721)	[A]
I_0 :	Leerlaufstrom (\approx P209)	[A]
I_{nenn} :	Motor Nennstrom oder Strang Motorstrom (\approx P203)	[A]
$\cos \varphi$:	Motor $\cos \phi$ (\approx P206) / Wirkungsgrad	[-]

Damit ist auch:

$$M \approx \Phi \cdot I_{sq} \approx \Phi \cdot I_s \cdot \cos \varphi$$

M :	Moment	[Nm]
Φ :	magnetischer Fluss	[Wb]
I_s :	Strang – Motorstrom (Anzeige ~P719)	[A]
I_{sq} :	momentbildender Strom oder Läuferstrom (Anzeige ~P720)	[A]
$\cos \varphi$:	Motor $\cos \phi$ (P206) / Wirkungsgrad	[-]

Wenn I_{sq} also größer wird, muss auch das **Moment M** steigen.


















i Information

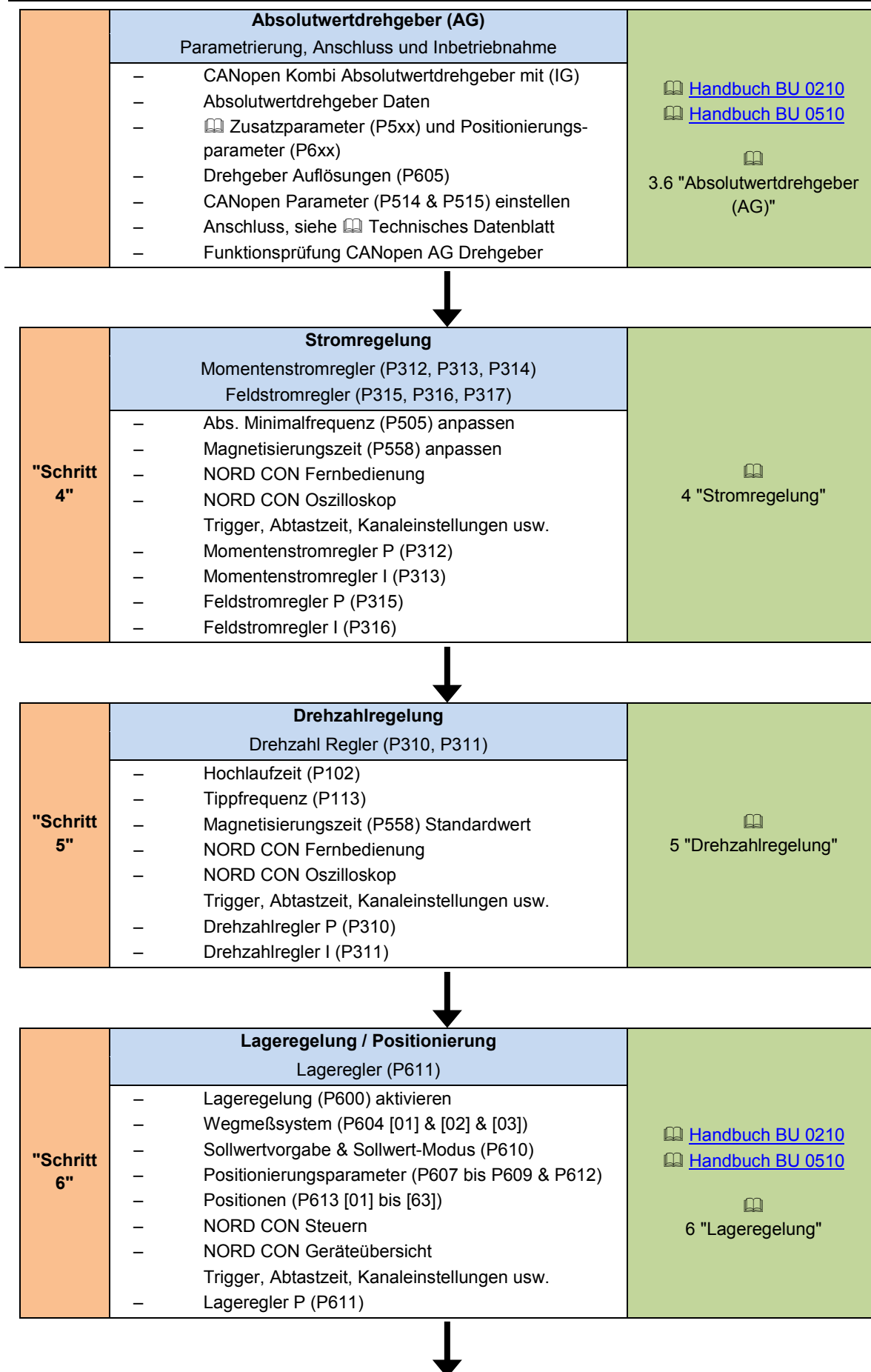
Moment M


Das **Moment M** steigt (theoretisch) im Verhältnis $\frac{I_{sq}}{I_{sqNenn}}$, wenn, wie vereinbart, der magnetische Fluss konstant ist.

I_{sq} :	momentbildender Strom oder Läuferstrom	[A]
I_{sqnenn} :	momentbildender Strom unter Nennbedingungen	[A]

1.3 Überblick (schematische Vorgehensweise)

Schritt	Beschreibung zur Vorgehensweise / Optimierungsablauf	 Dokumentation / Kapitel sonstige Informationen
"Schritt 1"	Hardware Aufbau und Anschluss	 Handbuch BU 0200  Handbuch BU 0500  Handbuch BU 0505  2 "Hardware"
	<ul style="list-style-type: none"> – Installations- und Anschlussarbeiten – Leistungs- und Steuerklemmen – DIP-Schalter – Motoranschluss (Y / ▲ prüfen) – Frequenzumrichter ↔ Asynchronmotor Zuordnung – Auslegung Drehgeber Auflösung – Auswahl Drehgebersystem (IG / AG) – Auswahl Drehgebertyp: Daten Inkremental- und / oder Absolutwertdrehgeber, Universaldrehgeber 	
"Schritt 2"	Grundinbetriebnahme / Motordaten Parametrierung gemäß Motorliste, Typenschild, Datenblatt	 NORD CON – Handbuch BU 0000  Handbuch BU 0200  Handbuch BU 0500  Handbuch BU 0505  3.2 "Motordaten"
	<ul style="list-style-type: none"> – NORD CON Parametrierung – Betriebsanzeigen anpassen – Auswahl Motorenhersteller bzw. Motorendaten – Motorliste, Motortypenschild oder Datenblatt (ggf. Motorhersteller kontaktieren) –  Motordaten / Kennlinienparameter (P2xx) – NORD-Motor oder Fremdmotor Parameteridentifikation (P220) (Identifikation R_s oder Identifikation Motor) – Statorwiderstand (P208), Anzeige prüfen – Schlupfkompensation (P212) anpassen 	
"Schritt 3"	Inkrementaldrehgeber (IG) Parametrierung, Anschluss und Inbetriebnahme	 Handbuch BU 0200  Handbuch BU 0500  Handbuch BU 0505  3.5 "Inkrementaldrehgeber (IG)"
	<ul style="list-style-type: none"> – Inkrementaldrehgeber Daten –  Regelungsparameter (P3xx) – Drehgeber Auflösung (P301) – Drehgeber mit Nullspur – Sync. Nullimpulsgeber (P335) – Steuerklemmen (P420 [-01] ... [-03]) – Anschluss, siehe  Technisches Datenblatt – Funktionsprüfung IG Drehgeber – Drehzahlrückführung / Servo Modus (P300) 	



"Schritt 7"	Schlupfkompensierung Schlupfkompensation (P212)	 7 "Schlupfkompensierung"
	<ul style="list-style-type: none"> – Tippfrequenz (P113) – NORD CON Fernbedienung – ggf. NORD CON Geräteübersicht – NORD CON Oszilloskop – Trigger, Abtastzeit, Kanaleinstellungen usw. – Motor unter Betriebsbedingungen / Arbeitspunkt mit Nennlast betreiben – Schlupfkompensation (P212) mittels Stromminimierung optimieren 	



Information

Betrieb im Feldschwächebereich

Bei Anwendungen mit einem Betrieb im Feldschwächebereich sollte immer, als **letzter** Regler-Optimierungsschritt, der **Feldschwächeregler** optimiert werden!




"Schritt 8"	Feldschwächeregelung Feldschwächeregler (P318, P319, P320)	 8 "Feldschwächeregelung"
	<ul style="list-style-type: none"> – Hochlaufzeit (P102) – Maximale Frequenz (P105) – Tippfrequenz (P113) – NORD CON Fernbedienung – NORD CON Oszilloskop – Trigger, Abtastzeit, Kanaleinstellungen usw. – Feldschwächeregler P (P318) – Feldschwächeregler I (P319) 	

Tabelle 2: Ablaufdiagramm zur Vorgehensweise

! GEFAHR

Lebensgefahr

Jeder einzelne Inbetriebnahmeschritt ist durch einen Funktionstest **auf Richtigkeit zu überprüfen**. Dabei sind geeignete **Vorkehrungen** zu treffen, die eine Beschädigung der Anlage oder Gefährdung von Menschen bei Fehlverhalten der Anlage unterbinden (z. B.: Bremsenansteuerung bei Hubwerken, mechanische Kopplungen von Parallelantrieben etc.).


2 Hardware

Schritt 1

Information

Alle von Getriebebau NORD gelieferten Frequenzumrichter sind in ihrer Werkseinstellung für Standardanwendungen mit 4 poligen Asynchronmotoren (ASM) gleicher Leistung und Spannung vorprogrammiert. Bei Verwendung von Motoren anderer Leistung oder Polzahl, müssen die Daten vom Motortypenschild bzw. Datenblatt des Motors eingegeben werden.

In dieser Konstellation sind die Frequenzumrichter grundsätzlich betriebsfähig und können weitergehend, der Applikationsanforderungen entsprechend, noch konfiguriert werden. Dazu gehören Einstellungen wie z. B. für das verwendete Drehgebersystem, die Rampenzeiten und die Schnittstellen, sowie u. a. die Bussystemkonfiguration.

In begrenztem Umfang kann die Konfiguration jedoch auch mit Hilfe integrierter DIP- Schalter erfolgen (siehe  10.1 "Handbücher").



Information

Konfiguration über DIP- Schalter

Eine Vermischung von DIP-Schalter Konfiguration und (Software-) Parametrierung ist zu vermeiden. Die DIP-Schaltereinstellungen am Frequenzumrichter haben Vorrang gegenüber der Parametereinstellung.

2.1 Systemkomponenten

Für diesen Leitfaden wurde bei dem Testaufbau eine 4 kW Frequenzumrichter / 4 kW Asynchronmotor Kombination verwendet:

Anzahl	Bezeichnung	Kenndaten
1	Frequenzumrichter SK 200E	SK 200E-401-340-A
1	Anschlusseinheit SK 200E	SK TI4-2-200-3
1	4,0 kW, IE2 Motor (ASM), 4 polig	SK 112MH/4 TF IG22
1	Inkrementaldrehgeber IG KU 10-30 V HTL	IG22 / Auflösung 2048 Striche
1	Bremswiderstand, extern, 400 Ω, 100 W	SK BRE4-1-400-100


Tabelle 3: Systemkomponenten

Mit diesen Systemkomponenten werden die einzelnen Regelungsoptimierungen, anhand zahlreicher NORD CON Oszilloskop-Aufnahmen, in den folgenden Kapiteln exemplarisch dargestellt.



Information

Versionsstände

Aufgrund von Software- Updates kann es vorkommen, dass die in diesem Leitfaden beschriebenen Parameter von dem Firmware Versionsstand vom verwendeten Frequenzumrichter abweichen. Deshalb ist darauf zu achten, dass sowohl die aktuelle **NORD CON - Version** als auch die **Softwareversion** dem aktuellsten **Firmware Versionsstand** (siehe  **Parameter Software-Version P707**) vom Frequenzumrichter entsprechen.

2.2 Asynchronmotoren (ASM)

Asynchronmotoren (**ASM**) von Getriebebau NORD sind nach der NORM IEC 60034-30:2008 spezifiziert und können sowohl am **Netz** als auch am **Frequenzumrichter** betrieben werden.

Getriebebau NORD bietet derzeit Asynchronmotoren der Effizienzklasse **IE1**, **IE2** und **IE3** im **Leistungsbereich** ab **0,12 kW** bis **160 kW** an.



Alle **Asynchronmotoren** von Getriebebau NORD sind für den Betrieb am **Frequenzumrichter** zugelassen.

Derzeit sind aber nur für Asynchronmotoren die Motordaten der Effizienzklasse IE1 im Frequenzumrichter hinterlegt.

D. h. nur **IE1 Asynchronmotoren** dürfen mittels **Motorliste P200** parametrieren werden! Für **Fremdmotoren** sind die Motordaten, genauso wie für die von **Getriebebau NORD** gefertigten **IE2** und **IE3 Asynchronmotoren**, vom Anwender **händisch** 🖱️ zu parametrieren.

Information

Fremdmotoren

Asynchronmotoren bzw. **Fabrikate** anderer **Hersteller** (d. h. sogenannte **Fremdmotoren**) können an den von Getriebebau NORD gefertigten Frequenzumrichtern betrieben werden.

Ggf. sollten aber **alle Frequenzumrichter – Asynchronmotoren Kombinationen** bei **Fremdmotorenbetrieb** projektierungstechnisch von **Getriebebau NORD** vorab geprüft werden!

2.3 Frequenzumrichter - Motor Zuordnung

Asynchronmotoren können sowohl mit dezentralen Frequenzumrichtern der Typenreihe SK 2xxE, sowie der Schaltschrankvariante SK 5xxE aller Performancestufen betrieben werden.

Die zu wählende Zuordnung des **Frequenzumrichters** zum **Asynchronmotor** erfolgt vorrangig nach der **Leistung** und dem **Strom**.

<i>Frequenzumrichternennleistung</i>	≥	<i>Motornennleistung</i>
<i>Frequenzumrichternennstrom</i>	≥	<i>Motornennstrom</i>

ACHTUNG

Belastung der Antriebseinheit

Die Zuordnungen der Asynchronmotoren zu den jeweiligen Frequenzumrichtern gelten für den Betrieb bis zur Nennzahl.

Höhere **Drehzahlen** und **Überlasten** erfordern eine gesonderte Projektierung bzw. **Rücksprache** mit **Getriebebau NORD**.

Bei Nichtbeachtung besteht die Gefahr einer Schädigung des Motors bzw. Getriebes durch unzulässige Beanspruchung der Bauteile.

Information

Fremdmotoren

Der Betrieb der Asynchronmotoren von Getriebebau NORD mit Frequenzumrichtern anderer Hersteller ist grundsätzlich möglich. Die Verantwortung für eine erfolgreiche Inbetriebnahme liegt jedoch beim Anwender selbst. Ebenso ist die Motorperformance, bzw. das Erreichen von Wirkungsgraden, die der Effizienzklassifizierungen IE1, IE2 usw. entsprechen, abhängig vom Frequenzumrichter und dessen Funktionen und Einstellungen.

2.4 Auslegung Drehgeber Auflösung

Für die richtige Auswahl des **Drehgebers** bzgl. der maximalen **Auflösung** sollte die maximale Grenzfrequenz gemäß folgender Faustformel berücksichtigt werden:

$$\frac{f_{\max} \times 60}{n_{\max}} = \text{Drehgeber Auflösung}$$

$$\frac{205000 \text{ [Hz]} \times 60 \text{ [s]}}{n_{\max} \text{ [rpm]}} \geq \text{Drehgeber Auflösung " [Strichzahl}_{\max}]"$$

$$\frac{205000 \text{ [Hz]} \times 60 \text{ [s]}}{1500 \text{ [rpm]}} = 8200 \quad 8200 \geq 8192 \text{ Striche} \quad \text{Drehgeber Auflösung } (n_{\max} = 1500 \text{ rpm})$$

$$\frac{205000 \text{ [Hz]} \times 60 \text{ [s]}}{3000 \text{ [rpm]}} = 4100 \quad 4100 \geq 4096 \text{ Striche} \quad \text{Drehgeber Auflösung } (n_{\max} = 3000 \text{ rpm})$$

f_{\max} : maximale Grenzfrequenz Digitaleingänge [Hz]
 n_{\max} : maximale Drehzahl des Motors [rpm]



Sämtliche von Getriebbau NORD definierten Standard Drehgeber, d. h. die empfohlenen Drehgebersysteme und -typen, ermöglichen den „sicheren“ Betrieb in einem sehr weiten Verstellbereich (z. B. 0 bis 100 Hz). D. h. die minimale Strichzahl_{min} ist bereits, in Bezug auf die Drehgeber Auflösung, berücksichtigt.

2.5 Auswahl Inkrementaldrehgeber (IG)

Die richtige Auswahl, die Parametrierung und der Anschluss eines **HTL-Inkrementaldrehgebers (IG)** an einen dezentralen **SK 2xxE** Frequenzumrichter sowie eines **TTL-Inkrementaldrehgebers** oder **Sinus Gebers** (z. B. **SIN/COS-Geber**) an einen **SK 53xE** bzw. **SK 54xE** Schaltschrank-Frequenzumrichter sind z. T. bereits zuvor bzw. werden in den weiteren Kapiteln genauer beschrieben.



Als **Standard-Inkrementaldrehgeber** sind von Getriebbau NORD unterschiedliche Drehgeber mit einer Kabellänge von 1,5 m definiert worden:

Abbildung 12: Standard Inkrementaldrehgeber

FU-Typ	NORD Daten		Versorgung Spannung / DC	IG Auflösung	
	Material-Nr. Lieferant	Bezeichnung		Typ	Inkmente
SK 2xxE	19551021 Fritz Kübler GmbH	IG 42 10-30 V HTL 4096 D12 5820 1,5 m	10 ... 30 V	HTL / Gegentakt	4096 Striche
SK 53xE SK 54xE	19551022 Fritz Kübler GmbH	IG 41 10-30 V TTL 4096 D12 5820 1,5 m	10 ... 30 V	TTL / RS422	4096 Striche

Tabelle 4: Standard Inkrementaldrehgeber



Es sollte unter Berücksichtigung der **maximalen Grenzfrequenz** bei der Auswahl des Drehgebers die **höchstmögliche Auflösung** gewählt und möglichst ein Drehgebersystem mit einer **Spannungsversorgung** von **10 ... 30 V** verwendet werden.

Weitere technische Daten zu den Inkrementaldrehgebern wie z. B. die entsprechende Auflösung, Schnittstelle usw. sind dem Katalog [M7000 Elektromotoren](#) sowie dem Kapitel 10.2.1 "TIs - Inkrementaldrehgeber (IG)" zu entnehmen.

Detaillierte Informationen zum Anschluss eines:

- **HTL-Inkrementaldrehgebers** am **SK 2xxE**
- **TTL-Inkrementaldrehgebers** am **≥ SK 53xE**
- **SIN/COS-Drehgebers** am **SK 54xE**

sind entsprechend den Handbüchern BU 0200, BU 0500 und BU 0505 zu entnehmen.

Informationen zur **POSICON** Funktionalität sind in den Zusatz-Handbüchern BU 0210 und BU 0510 beschrieben, siehe Kapitel 10.1 "Handbücher".

Information

Drehgeber Funktionsprüfung

Nach dem Abschluss der Anschlussarbeiten und der Grundinbetriebnahme sollte die **einwandfreie Funktionsweise** des Inkrementaldrehgebers (IG) **immer überprüft** werden. Detaillierte **Informationen** und **Warnhinweise zur Prüfung** und **Aktivierung** des Drehgebers sind im Kapitel 3.5.3 "Funktionsprüfung Drehgeber (IG)" beschrieben.

Für die **Aktivierung** der **Drehgeberrückführung (CFC Closed-Loop Betrieb)** muss unter der Registerkarte „Regelungsparameter“ der Parameter **Servo Modus P300** auf die Funktion **{1 = An (CFC Closed-Loop)}** gesetzt werden.

2.6 Auswahl Absolutwertdrehgeber (AG)

Die richtige Auswahl, die Parametrierung und der Anschluss eines **CANopen Absolutwertdrehgebers** an einen dezentralen **SK 2xxE** bzw. Schaltschrank \geq **SK 53xE** Frequenzumrichter sind unterschiedlich. Des Weiteren können für die Lageregelung an einem Schaltschrank **SK 54xE** Frequenzumrichter weitere Absolutwertdrehgebertypen angeschlossen werden. An dessen Universal Geber-Interface bzw. Klemmenblock X14 können auch weitere Drehgebersysteme wie SSI-, BISS-, Endat- und Hiperface-Geber angeschlossen werden.



Als **Kombi Standard-Absolutwertdrehgeber** sind von Getriebebau NORD mehrere **CANopen Multiturn** Drehgeber definiert worden:

Abbildung 13: Standard CANopen Drehgeber

FU-Typ	NORD Daten		AG Auflösung		IG Auflösung	
	Material-Nr. Lieferant	Bezeichnung Typ	Singleturn	Multiturn	Typ	Inkrement
SK 2xxE	19551886 Fritz Kübler GmbH	AG4 AG&IG CANOPEN 8192-4096/2048 HTL D12BUSH	13 Bit / 8192 Striche	12 Bit / 4096 Striche	HTL	2048 Striche
	19556994 Baumer IVO GmbH & Co. KG	AG6 AG&IG IVO CANOPEN 8192- 65K/2048 HTL D=12	13 Bit / 8192 Striche	16 Bit / 65536 Striche	HTL / Gegentakt	2048 Striche
SK 53xE SK 54xE	19551881 Fritz Kübler GmbH	AG1 AG&IG CANOPEN 8192-4096/2048 TTL D12BUSH	13 Bit / 8192 Striche	12 Bit / 4096 Striche	TTL / RS422	2048 Striche
	19556995 Baumer IVO GmbH & Co. KG	AG3 AG&IG IVO CANOPEN 8192- 65K/2048 TTL D=12	13 Bit / 8192 Striche	16 Bit / 65536 Striche	TTL / RS422	2048 Striche

Tabelle 5: Standard Absolutwertdrehgeber



Es sollte unter Berücksichtigung der **maximalen Grenzfrequenz** bei der Auswahl des Drehgebers die **höchstmögliche Auflösung** gewählt und möglichst ein Drehgebersystem mit einer **Spannungsversorgung** von **10 ... 30 V** verwendet werden.

Weitere technische Daten zu den Absolutwertdrehgebern wie z. B. die entsprechende Bauart, Schnittstelle usw. sind dem Katalog [M7000 Elektromotoren](#) sowie dem Kapitel 10.2.2 "TIs - CANopen Absolutwertdrehgeber (AG)" zu entnehmen.

Detaillierte Informationen zum Anschluss und der Parametrierung der Kombi Standard-Absolutwertdrehgeber mit CANopen Schnittstelle sind in den Zusatz-Handbüchern BU 0210 und BU 0510 zu entnehmen, siehe Kapitel 10.1 "Handbücher".

ACHTUNG

Drehgebermontage

Ein **Kombi-Absolutwertdrehgeber** (Single- und Multiturn mit integrierter Inkrementalspur) muss **zwingend** an das **Wellenende** des **Motors** montiert werden.

Sonstige zu verwendende Absolutwertdrehgeber (z. B. Typ AG1 / Material-Nr. 19551881 / Kübler Typ 8.5888.0421.2102. S010.K014) müssen **nicht zwingend** am Wellenende des Motors montiert werden.


Dazu muss das Übersetzungsverhältnis im Frequenzumrichter mit Hilfe der Parameter Übersetzung P607 und Untersetzung P608 parametrieren werden. Ansonsten kann es zu **Ungenauigkeiten** bei der **Drehzahl-** (IG-Spur) und / oder der **Lageregelung** führen.

Für den Absolutwertdrehgeber muss das Drehgebersystem im Parameter **Wegmeßsystem P604**, sowie die entsprechenden **Auflösungen / Strichzahlen** und der Drehgebertyp (**Single-** oder **Multiturn**) im Parameter **Absolutwertgeber P605** parametrieren werden.

Detaillierte Informationen sind dem jeweiligen Handbuch der Frequenzumrichter, siehe  10.1 "Handbücher" bzw. dem Kapitel  3.6.1 "Parametrierung CANopen Drehgeber (AG)" zu entnehmen.

Information

Lageregelung aktivieren


Für die **Positionierung / Lageregelung** (**CFC Closed-Loop** Betrieb) muss unter der Registerkarte „**Positionierungsparameter**“ die Lageregelung mit dem Parameter **Lageregelung P600** eingeschaltet, bzw. die gewünschte Funktionalität (Auswahl des Rampentyps) parametrieren, werden. Näheres zur Aktivierung der Lagerelung siehe  6.4.2 "Lageregelung aktivieren".

3 Grundinbetriebnahme

Schritt 2

Information

Vor der Grundinbetriebnahme sollte bei Verwendung eines, nicht im werksseitigen Auslieferungszustand befindlichen, Frequenzumrichters, generell eine Rücksetzung aller Parameter, mittels Parameter **Werkseinstellung P523**, vorgenommen werden. Dieser Parameter ist unter der Registerkarte „Zusatzparameter“ zu finden.

Alle Parameter, die nicht explizit in diesem Leitfaden erwähnt werden, sollten somit in der Werks- bzw. Standardeinstellung belassen werden. Nähere Informationen sind dem jeweiligen Handbuch der Frequenzumrichter, siehe  10.1 "Handbücher" zu entnehmen.

Information

Parametrierung

Sonstige **anwendungsspezifische Einstellungen**, wie z. B. die Bremsenzeiten (Einfallszeit Bremse P107 und Lüftzeit Bremse P114), werden in diesem Leitfaden **nicht** beschrieben und sind vom Anwender **eigenständig anzupassen!** Für die Regelungsoptimierung müssen lediglich die **Hochlaufzeit P102**, welche für die Drehzahlregelung und zusätzlich auch bei der Lageregelung noch die **Bremszeit P103**, angepasst werden.

Einige weitere Parameter, wie z. B. die **Abs. Minimalfrequenz P505** und die **Magnetisierungszeit P558**, **müssen** für die jeweilige Regleroptimierung verändert werden, um aussagekräftige Scope-Aufnahmen zu erhalten.





Nach Abschluss der einzelnen **Regleroptimierungen** sind diese **Parameter** entsprechend den jeweiligen Applikationsanforderungen wieder **anzupassen**.

3.1 Betriebsanzeige Einstellungen

Handlungsanweisung

Für die Optimierungen der jeweiligen Regler sind vorab die beiden folgenden Parameter zu prüfen bzw. einzustellen.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung
			bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
BETRIEBSANZEIGEN			
P001	Auswahl Anzeige	0 *	 0 → 2 (Sollfrequenz [Hz])
P003	Supervisor-Code	1 **	 1 → 3 (alle Parameter sichtbar) nur für SK 2xxE
* 0 entspricht Istfrequenz [Hz]			
** 1 entspricht alle Parameter sind sichtbar, außer P3xx / P6xx			

Die Regleroptimierungen für den Drehzahl- und Lageregler sollten generell im **dynamischen** Betrieb unter **Lastbedingungen** mit der Vorgabe eines Sollwertes vorgenommen werden. Deshalb sollte die **Auswahl Anzeige P001** von der Funktion {**0 = Istfrequenz**} auf {**2 = Sollfrequenz**} geändert werden. Die Sollfrequenz wird in der Einheit [Hz] angezeigt.

Die Optimierung des Stromreglers wird hingegen im **statischen** Betrieb ohne Sollwertvorgabe und ohne Last durchgeführt.

i Information

Supervisor-Code

Die Registerkarten **Regelungsparameter** P3xx und **Positionierung** P6xx werden bei den **dezentralen SK 2xxE Frequenzumrichtern** mittels des Parameters **Supervisor-Code P003 {3 = alle Parameter sichtbar}** erst freigeschaltet und somit sichtbar. In der NORD CON Darstellung sind alle Registerkarten immer sichtbar.

Bei den **Schaltschrank SK 5xxE Frequenzumrichtern** sind alle Registerkarten bereits in der **Werkseinstellung {1 = alle Parameter sichtbar}** freigeschaltet bzw. werden angezeigt.

3.2 Motordaten

Information & Handlungsanweisung

Die Wicklungen eines **Asynchronmotors** (ASM) können grundsätzlich auf 2 Arten (**Y / ▲**), in Abhängigkeit der Netzspannung, verschaltet werden. Je nach Schaltung kann der Asynchronmotor mit und ohne Frequenzumrichter an unterschiedlichen Netzen (u. a. 230 V, 50 Hz und 400 V, 50 Hz) betrieben werden und weisen somit auch mehrere unterschiedliche **U/f - Kennlinien** auf.

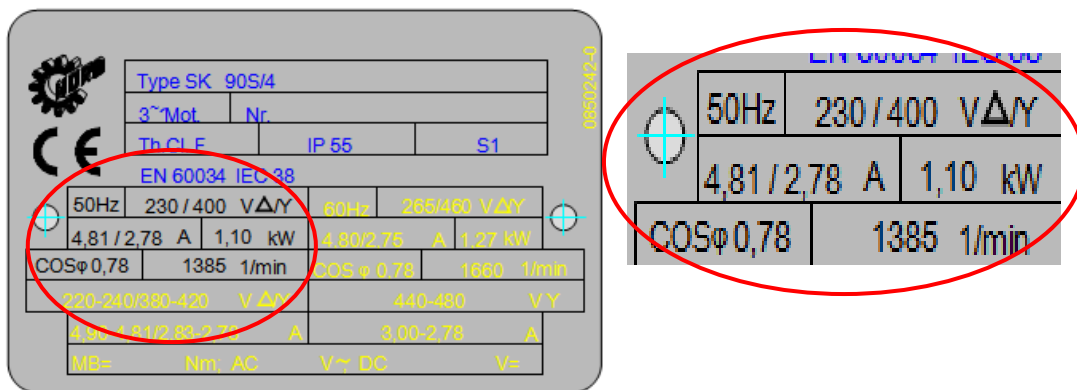


Abbildung 14: Exemplarisches Motortypenschild

3 Phasen-Motor		Motor Typ: 90S/4 TF	
Elektrische Daten:		Auftragsdaten:	
Frequenz (f):	50 Hz	Auftrag Nr.:	
Nennleistung (P):	1,10 kW	Kunden Referenznummer.:	
Drehzahl(n):	1.395 1/min	Serial Nr.:	
Ständerschaltung:	DY	Motor Nr.:	3401170
Spannung (U):	230/400 V	Stator Nr.:	14032007
Nennstrom (I):	4,87/2,81 A	Allgemeindaten:	
Spannungsbereich(U _{bet}):	220-240/380-420 V	Drehrichtung:	Rechts/Links (CW/CCW)
Weitbereichstrom (I _{bet}):	4,85-5,00/2,80-2,90 A	Bauform:	Motorab. WN Pos 901
Anlaufstrom/Nennstrom (I _a /I _n):	4,4	Betriebsart:	S1
Nenn Drehmoment (M _n):	7,53 Nm	Lagertyp:	
Anlauf Drehmoment (M _a):	17,3 (2,30)* Nm	Gehäusewerkstoff:	Aluminium
Satteldrehmoment (M _s):	16 (2,12)* Nm	Wärmeklasse:	F
Kippdrehmoment (M _k):	19,6 (2,60)* Nm	Schutzart:	IP 55
cos phi:	0,74 Lat	Kabelanführung:	21
E _{bet} (%):	77,60 100%	Massenträgheitsmoment:	0,00235 kgm ²
E _{st} (%):	77,90 75%	Maximale Aufstellhöhe:	1,000 m
E _k (%):	75,70 50%	Zulässige Umgebungstemperatur:	-20°C bis +40°C
Service Faktor:		Lüfteranführung:	Standard IC 411
Code letter:			
Prüfdaten:		Vorschriften:	
Ständerschaltung:	DY	EN 60034 -1, -5, -6, -7, -9, -11, -14, EN 60294-1, EN 60000-6-2,	
Spannung (U):	230/400 V	EN 60000-6-4, EN 60085	
Leerlaufstrom (I ₀):	3,50/2,02 A		
Leerlaufleistung (P ₀):	0,179 kW		
Schalldruckpegel (L _{wa}):	49 dB(A)		
Wicklungswiderstand bei 20°C (R):	6,40 Ω Ohm		
Übertemperatur (T):	66,9 K		
(gemessen nach der Wärmestrommethode)			
Isolationswiderstand (R _{wi}):	100 Mega Ohm		
Stoßspannungprüfung:	2352 V/4 sek.		
Schwingstärke:	A		
Motoroptionen:			
TF: Thermofühler			

* Auf Nennwert bezogene Größe (Einheitsfaktor)

Technische Änderungen vorbehalten.

Erstellt durch: DE_KUSSFELD Datum: 09.11.2015 Getriebebau NORD GmbH & Co. KG, Getriebebau-Nord-Straße 1, D-22941 Bergshede

Abbildung 15: Exemplarisches Datenblatt

Die Motordaten werden im Frequenzumrichter unter der Registerkarte „**Motordaten / Kennlinienparameter**“ in die Parametern **P201 - P209** parametrier.

Handelt es sich um einen **IE1 Asynchronmotor (ASM)** von **Getriebebau NORD** kann dieser mittels Parameter **Motorliste P200** aus einer Liste der verfügbaren 4 poligen **IE1 Asynchronmotoren** ausgewählt werden. Es werden durch die Auswahl des Motortyps die entsprechenden Parameter **P201 - P209 automatisch** ⚙️ gesetzt.

Information

NORD-Motordaten

Die im Frequenzumrichter hinterlegten Motordaten sind **nur** für die von Getriebebau NORD gefertigten **IE1 Asynchron- und IE4 Synchronmotoren** hinterlegt. Die Werte sind aus den motorspezifischen Datenblättern bzw. den Typenschildangaben berechnet worden!

Falls es sich z. B. um einen **IE2 Asynchronmotor** oder um einen Asynchronmotor bzw. Fabrikats eines anderen Herstellers handelt, besteht die Möglichkeit, die Motordaten vom am Motor befindlichen Typenschild zu übernehmen bzw. dem herstellerspezifischen Datenblatt zu entnehmen.

Der **Leerlaufstrom P209** wird nach Eingabe der Motordaten aus den Werten (Motor Nennstrom P203 und Motor cos phi P206) immer **automatisch** ⚙️ entsprechend berechnet.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
MOTORDATEN / KENNLINIENPARAMETER		IE2 NORD-Motor	
P200 (P)	Motorliste	0	0 (belassen), da IE2 Motor
P201 (P)	Motor Nennfrequenz [Hz]	50,0 *	✎ 50,0
P202 (P)	Motor Nenndrehzahl [rpm]	1445 *	✎ 1445 → 1440
P203 (P)	Motor Nennstrom [A]	8,3 *	✎ 8,3 → 8,02
P204 (P)	Motor Nennspannung [V]	400 *	↻ 400 (belassen)
P205 (P)	Motor Nennleistung [kW]	4 *	↻ 4 (belassen)
P206 (P)	Motor cos phi	0,8 *	✎ 0,8 → 0,83
P207 (P)	Motorschaltung	1 *	↻ 1 (belassen) (1 = Dreieck)
P208 (P)	Statorwiderstand [Ω]	3,44 *	🔧 3,44 → 3,25 (gemessen)
P209 (P)	Leerlaufstrom [A]	4,4 *	🔧 4,4 (errechnet)
P220 (P)	Para.-identifikation	0	✎ 0 → 1 (Identifikation R _S)

* abhängig von der FU-Leistung, bzw. dem P200 / P220


Der **Statorwiderstand P208** sollte immer mit der automatischen Statorwiderstandsmessung ermittelt, eingestellt und abschließend kontrolliert werden, siehe **Para.-identifikation P220** und der **Funktion {1 = Identifikation R_S}**.

Information

Statorwiderstand

Der einzugebende bzw. gemessene Wert des **Statorwiderstand P208** eines Strangs (sollte dieser verfügbar sein) bezieht sich immer auf eine **Umgebungstemperatur** von ca. **20 °C**.

3.2.1 NORD – Motoren Motortypenschild / Datenblatt

Die Motordaten können dem Motortypenschild, siehe  3.2 "Motordaten" und / oder dem herstellerspezifischen Datenblatt entnommen werden. Die herstellerspezifischen Motorangaben sollten entsprechend unter der Registerkarte „**Motordaten / Kennlinienparameter**“ parametrisiert werden.

NORD-Motor

Bei NORD-Motoren sollten die Motordaten **generell** nur für **IE1 Asynchronmotoren**, mittels der Auswahl des **Motortyps** über den Parameter **Motorliste P200**, wie z. B. Funktion {34 = 4,0 kW 400 V}, parametrisiert werden.

3 Phasen-Motor		Motortyp: 112MH/4		
Elektrische Daten:		Auftragsdaten:		
Frequenz (f):	50 Hz	60	Auftrag Nr.:	
Nennleistung (P):	4,00 kW	4,00	Kunden Referenznummer.:	
Drehzahl(s):	1.440 1/min	1.750	Serial Nr.:	
Ständerschaltung:	D/Y	D	Motor Nr.:	
Spannung (U):	400/690 V	4600	Stator Nr.:	16132012
Nennstrom (I):	8,02/4,63 A	6,98	Allgemeindaten:	
Spannungsbereich(U _{we}):	380-420/660-720 V	440-480	Drehrichtung:	Rechts/Links (CW/CCW)
Wetbereichsstrom (I _{we}):	8,29-7,83/4,77-4,54 A	7,10-6,89	Bauform:	755 Motoranb. IEC BS Ø250
Anlaufstrom/Nennstrom (I _a /I _n):	7,5	8,2	Betriebsart:	S1
Nenn Drehmoment (M _n):	26,53 Nm	21,83	Lagertyp:	
Anlaufdrehmoment (M _a):	82 (3,09)* Nm	78,2 (3,58)*	Gehäuseverkotstoff:	Aluminium
Gaßeldrehmoment (M _g):	72,7 (2,76)* Nm	67,6 (3,10)*	Wärmeklasse:	F
Kippdrehmoment (M _k):	96 (3,62)* Nm	93,7 (4,29)*	Schutzart:	IP 55
cos phi:	0,83 Last	0,81	Kabelnführung:	II
Eta(%):	86,70 100%	88,40	Flaschenträgheitsmoment:	0,01400 kgm ²
Eta(%):	87,60 75%	88,50	Maximale Aufstellhöhe:	1.000 m
Eta(%):	87,40 50%	87,10	Zulässige Umgebungtemperatur:	-20°C bis +40°C
Service Faktor:			Lüfterausführung:	Standard IC 411
Code letter:				
Prüfdaten:		Vorschriften:		
Ständerschaltung:	D/Y	D	EN 60034 -1, -5, -6, -7, -9, -11, -14, -30; IEC, EN 60204-1,	
Spannung (U):	400/690 V	4600	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4	
Leerlaufstrom (I ₀):	4,06/2,34 A	3,72		
Leerlaufleistung (P ₀):	0,216 kW	0,237		
Schalldruckpegel (L _w):	54 dB(A)	58		
Wicklungswiderstand bei 20°C (R) U1 U2	Ohm			
Übertemperatur (T):	62,3 K	46,8		
(gemessen nach der Widerstandsmethode)				
Isolationswiderstand (R _{iso}):	100 Mega Ohm			
Stehspannungsprüfung:	2940 V/4 sek.			
Schwingstärke:	A			
Motoroptionen:				

* Auf Nennwert bezogene Größe (Einheitenlos)

Erstellt durch: DE_TEUBNERV Datum: 11.04.2016

Getriebebau NORD GmbH & Co. KG, Getriebebau-Nord-Straße 1, D-22941 Bargteheide

Technische Änderungen vorbehalten.

Abbildung 16: NORD-Motor (IE2) Datenblatt SK 112MH/4



Falls ein **NORD-Motor nicht** mittels des Parameters **Motorliste P200** ausgewählt werden kann, sind die Motordaten gemäß Motortypenschild bzw. vom Datenblatt zu parametrieren. Von Getriebebau NORD gefertigte **IE2** und **IE3 Asynchronmotoren** sowie Fremdmotoren sind immer **händisch** vom Anwender zu parametrieren.

3.2.2 Motoren-Identifikation

Sind die Motordaten nicht bekannt bzw. ist kein Motortypenschild vorhanden, besteht die Möglichkeit, die benötigten Motorangaben mittels einer Motoren-Identifikation automatisch zu ermitteln.

Hierzu müssen allerdings die Motordaten für die Parameter:

- **Motor Nennfrequenz P201**
- **Motor Nenndrehzahl P202** ca. Werte, da Abhängigkeit der Polpaarzahl (2 / 4)
- **Motor Nennspannung P204**
- **Motor Nennleistung P205**
- **Motorschaltung P207**

dem Anwender bekannt sein und entsprechend im Frequenzumrichter unter der Registerkarte „**Motordaten / Kennlinienparameter**“ parametrieren werden.

ACHTUNG

IE2 Motordaten

Da in diesem Leitfaden ein 4 poliger **IE2 Asynchronmotor** verwendet wurde, darf die Auswahl bzw. die Vorbesetzung der Motordaten (P2xx) **nicht** mit z. B. der Funktion {34 = 4,0 kW, 400 V} über den Parameter **Motorliste P200** erfolgen!

Ansonsten wird bei der Berechnung des ASM-Modells auf „**falsche**“ **Motordatenwerte** aufgesetzt.

Para.-identifikation P220

Mittels des Parameters **Para.-identifikation P220** besteht die Möglichkeit vom Frequenzumrichter die **Motordaten** z. T. **automatisch** zu ermitteln. Mit den eingemessenen Motorwerten wird bei vielen **ASM-Anwendungen** ein **besseres Antriebsverhalten** ermöglicht bzw. erzielt.

Information

Parameter-Identifikation SK 5xxE

Bei den **SK 5xxE** Frequenzumrichtern ist für die **Para.-identifikation P220** die Funktion {2 = **Identifikation Motor**} **nur** für Frequenzumrichter / Motorpaarungen $\leq 7,5 \text{ kW}$ (bei 400 V) bzw. $\leq 4,0 \text{ kW}$ (bei 230 V) möglich.

Für **SK 5xxE** Anwendungen $\geq 11,0 \text{ kW}$ ist die Funktion {2 = **Identifikation Motor**} **nicht freigegeben!**


Für den dezentralen SK 2xxE Frequenzumrichter ist die Funktion {2 = **Identifikation Motor**} für den gesamten Leitungsbereich möglich.

Die **Para.-identifikation P220** muss im **kalten Motorzustand** ($15 \text{ °C} \geq T_{\text{Motor}} \leq 25 \text{ °C}$) durchgeführt werden.

Es kann zwischen den beiden folgenden Funktionen gewählt werden:

- Funktion {1 = **Identifikation R_S**}:
Bei der **Identifikation R_S** wird nur der **Statorwiderstand P208** durch mehrfaches Messen ermittelt.
- Funktion {2 = **Identifikation Motor**}:
Mittels **Identifikation Motor** werden nur im Motorstillstand für Asynchronmotoren alle übrigen Motorparameter (P202, P203, P206, P208, P209) automatisch ermittelt.


i Information
Statorwiderstandswert

Der ermittelte Statorwiderstandswert wird im Parameter **Statorwiderstand P208** nach abgeschlossener Messung **automatisch**  eingetragen bzw. angezeigt.

Bei „falschen“ Widerstandswerten sollte die Einstellung der Motorschaltung P207 bzw. auch der Motoranschluss im Anschusssklemmenkasten kontrolliert werden.

Information

3.2.3 Ersatzschaltbild

Generell werden alle zur Regelung benötigten Daten aus den Angaben des Typenschildes ( 3.2 "Motordaten") berechnet. Die benötigten Daten beziehen sich auf die Daten des elektrischen Ersatzschaltbildes (ESB) der ASM.

Auch bei der **Para.-identifikation P220** wird anhand von Messsignalen auf die Daten des ESB geschlossen, die dann als Grundlage zur Berechnung der Motordaten dienen.



Die zur Regelung benötigten Daten aus dem Ersatzschaltbild (ESB) unterliegen z. T. einer Abhängigkeit von der Temperatur (Motor sowie Umgebung). Eine **Korrekturanpassung der Werte** bei erhöhten Motortemperaturen wird durch die **Regelung automatisch** vorgenommen. Wird der **Statorwiderstand** bei höheren Umgebungstemperaturen bzw. erst nach längerem Betrieb des Motors gemessen, so ergeben sich dadurch „falsche“ **Startwerte** für die **automatische Temperaturkorrektur**.

i Information
Anzeige gemessener Werte

Werden die Motordaten mittels der **Para.-identifikation P220** und der Funktion {2 = **Identifikation Motor**} bestimmt, ist es möglich, sich diese Werte anschließend im NORD CON bzw. mittels einer Parameterbox anzeigen zu lassen.

Im Register „**Betriebsanzeigen**“ unter dem Parameter **Auswahl Anzeige P001** sind die entsprechenden Werte des Ersatzschaltbildes auszuwählen, welche – erst nach Freigabe des Frequenzumrichters – zur Anzeige gebracht werden sollen.

Aus den Typenschilddaten berechnete Werte sowie die Daten des Ersatzschaltbild bei Auswahl über die **Motorliste P200** können hingegen **nicht** angezeigt werden.

3.3 Schlupfkompensation anpassen

Handlungsanweisung

Im ASM Modell der Regelung, welches zur Vorsteuerung dient, wird die für eine bestimmte Drehzahl benötigte Statorfrequenz mittels einer Gleichung bestimmt. Deren Genauigkeit hängt wiederum von der **Rotorzeitkonstante t_R** ab.

Die **Rotorzeitkonstante t_R** ist stark temperaturabhängig. Wird diese im ASM Modell durch Temperaturdrift ungenau nachgeführt, ergeben sich somit Fehler bei der „vorgesteuerten“ Statorfrequenz.


Dieser Einfluss kann durch die **Schlupfkompensation P212** entsprechend kompensiert werden. Die Schlupfkompensation verbessert damit die Vorsteuerung des Motormodells.


Information

Schlupfkompensation P212

Die werksseitige **100 %** Einstellung sollte bei Asynchronmotoren **vorab** erst einmal auf einen **Richtwert** von **80 %** reduziert werden.

Nach Abschluss der Regleroptimierungen kann der Motor im Arbeitspunkt bzw. im Nennlastbetrieb betrieben werden und die **Schlupfkompensation P212** abschließend **optimiert** werden.


Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
MOTORDATEN / KENNLINIENPARAMETER			
P212	(P) Schlupfkompensation [%]	100	 100 → 80

Die Optimierung bzw. richtige Einstellung der **Schlupfkompensation P212** wird im Kapitel  7.3 "Schlupfkompensation" detailliert beschrieben.

3.4 Optimierung Motordaten

Handlungsanweisung

3.4.1 NORD - Motoren

Die Motordaten sind nur für die IE1 **Asynchronmotoren** von **Getriebebau NORD**, siehe  Parameter **Motorliste P200**, bereits in der **Systemsoftware** der beiden Frequenzumrichterreihen **SK 2xxE** und **SK 5xxE** in der Motorliste **implementiert**.



Eine **Optimierung** der **spezifischen Motordaten** der von **Getriebebau NORD** gefertigten **IE1, IE2** und **IE3 Asynchronmotoren** sind nur in **Ausnahmefällen** bzw. nur bei **Sonderanwendungen** erforderlich bzw. vom Anwender vorzunehmen.

Diese gilt generell für alle **NORD-Motoren** (z. B. Feldtestantriebe, Sonderanfertigungen usw.), die nicht unter dem Parameter **Motorliste P200** zu finden sind.

Bei Sonderanwendungen, Sondermotoren und Applikationsproblemen wird **empfohlen**, sich immer an den **Service** von **Getriebebau NORD** zu wenden.

3.5 Inkrementaldrehgeber (IG)

Schritt 3

Information & Handlungsanweisung

Für die Drehzahlrückführung werden in der Regel **Inkrementaldrehgeber (IG)** eingesetzt, die als Messwertnehmer die Drehbewegung in elektrische Signale (TTL bzw. HTL) wandeln. Es können sowohl Inkrementaldrehgeber mit, als auch ohne Nullspur verwendet werden.

Als Standard-Drehgeber von Getriebebau NORD stehen drei unterschiedliche Drehgeber Auflösungen (1024, 2048 und 4096) zur Verfügung. Als Standard Drehgeber ist eine Auflösung von 4096 Strichen (Pulse / Umdrehung) im Frequenzumrichter werkseitig voreingestellt. Technische Daten zu dem Inkrementaldrehgeber, wie z. B. die entsprechende Anschlussbelegung sind dem Katalog [M7000 Elektromotoren](#) zu entnehmen.

ACHTUNG

Drehgebermontage

Der Inkrementaldrehgeber muss **zwingend** an das **Wellenende des Motors** montiert sein. Ansonsten kann es zu **Ungenauigkeiten** bei der **Drehzahl-** und / oder **Lageregelung** führen.

Handlungsanweisung

3.5.1 Parametrierung Drehgeber (IG)

Für den Anschluss des Inkrementaldrehgebers an die Steuerklemmen des dezentralen **SK 2xxE** Frequenzumrichters, bedarf es einer angepassten Parametrierung der **Digitaleingängen DIN2** und **DIN3** über den Parameter **Digitaleingänge P420 [-02]** und **[-03]**. Ebenso ist der Anschluss eines IGs mit **Nullspur** über **DIN1** im Parameter **Digitaleingänge P420 [-01]** zu parametrieren, näheres siehe [3.5.2 "Anschluss Drehgeber \(IG\)"](#).

Für die Regelung im **CFC Closed-Loop** Betrieb (Servo Modus) muss zwingend die Drehzahlregelung mit Drehzahlmessung über einen Inkrementaldrehgeber (IG) aktiviert werden. Dazu steht unter der Registerkarte „**Regelungsparameter**“ der Parameter **Servo Modus P300** mit der Funktion **{1 = An (CFC Closed-Loop)}** zur Verfügung.



Information

Freischaltung Regelungsparameter


Die Registerkarten **Regelungsparameter P3xx** wird bei den **dezentralen SK 2xxE Frequenzumrichtern** mittels des Parameters **P003 Supervisor-Code {3 = alle Parameter sichtbar}** freigeschaltet.




Bei den **Schaltschrank SK 53xE** sowie **SK 54xE Frequenzumrichtern** ist die Registerkarte standardmässig bereits in der **Werkseinstellung** freigeschaltet.


Für das Drehgebersystem muss die entsprechende Strichzahl / Auflösung im Parameter **Drehgeber Aufl. P301**, unter Berücksichtigung des entsprechenden Vorzeichens (Anbauposition beachten), parametrieren werden.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks-einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
REGELUNGSPARAMETER			
P300 (P)	Servo Modus	0 (Aus = VFC Open-Loop)	siehe  3.5.5 "Drehzahlregelung aktivieren"
P301	Drehgeber Aufl.	6 *	 6 → 5 (2048 Striche)
* 6 entspricht 4096 Striche			

Inkrementaldrehgeber (IG) mit Nullspur

Bei Anwendungen mit einem Inkrementaldrehgeber mit Nullspur, muss der Offset zwischen Nullimpuls und tatsächlicher Rotorlage „0“ im Parameter **Geberoffset PMSM P334 händisch**  eingestellt.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks-einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
REGELUNGSPARAMETER			
P334 (S)	Geberoffset PMSM [rev]	0,000	 0 → 0,491 *
P335 **	Sync. Nullimpulsgeber **	0	siehe  3.5.4 "Inkrementaldrehgeber (IG) mit Nullspur"
* Wert siehe  Aufkleber im Motorklemmenkasten			
* Parameter P335 Sync. Nullimpulsgeber gibt es nur beim SK 54xE			




Detaillierte Informationen zu den Parametern **Geberoffset PMSM P334** und **Sync. Nullimpulsgeber P335** sind u. a. dem Kapitel  10.1 "Handbücher" zu entnehmen.

3.5.2 Anschluss Drehgeber (IG)

Der Anschluss des Inkrementaldrehgebers an die Steuerklemmen der Frequenzumrichter erfolgt bei den beiden Frequenzumrichterreihen **SK 2xxE** und **SK 5xxE** unterschiedlich und bedarf einer jeweils angepassten Parametrierung. Ebenso ist der Anschluss eines Inkrementaldrehgebers mit **Nullspur** bei den beiden Frequenzumrichterreihen unterschiedlich.

SK 2xxE

Beim dezentralen **SK 2xxE** Frequenzumrichter erfolgt der Anschluss des Inkrementaldrehgebers (**HTL**) ausschließlich über die beiden **Digitaleingänge DIN2** (Klemme 22) und **DIN3** (Klemme 23). Diese sind unter der Registerkarte „**Steuerklemmen**“ im Parameter **Digitaleingänge P420 [-02]** sowie **[-03]** **zwingend** auf die Funktion **{0 = keine Funktion}** zu schalten.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks-einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
STEUERKLEMMEN			
P420 [-01]	Digitaleingänge (DIN1)	1	 1 → 43 (nur bei IG mit Nullspur)
P420 [-02]	Digitaleingänge (DIN2)	2	 2 → 0
P420 [-03]	Digitaleingänge (DIN3)	4	 4 → 0



Sollte der **Inkrementaldrehgeber** angeschlossen sein und die **Digitaleingänge DIN2** und **DIN3 nicht** auf die Funktion {**0 = keine Funktion**} parametrieren, so kommt es bei der Freigabe des Antriebs zu einer „klackernden“ **Geräuschentwicklung!**

Der Anschluss von **Inkrementaldrehgebern** mit **Nullspur** darf ausschließlich nur am **Digitaleingang 1** (DIN1) erfolgen. Es **wird** auch nur das Signal **+ Nullspur** an der Klemme 21 (DIN1) angeschlossen.

Im Parameter **Digitaleingänge P420 [-01]** wird mit der Auswahl der Funktion {**43 = 0-Spur HTL-Geber DI1**} über den Nullimpuls u. a. das **Startverhalten** der **Synchronisation** der **Rotorlage** bestimmt.

SK 520E bis SK 545E

Der Anschluss des Inkrementaldrehgebers (**TTL**) erfolgt für die Schaltschrankfrequenzumrichter der Performancestufen \geq **SK 520E** über die Klemmenleiste X6 (Klemmen 51 ... 54).



Der Anschluss von **Inkrementaldrehgebern** mit **Nullspur** erfolgt nur bei den **SK 540E** und **SK 545E** Schaltschrankfrequenzumrichtern am **Universal Geber-Interface**, Klemmenblock **X14** an den Klemmen **63** (Signal CLK-) und **64** (Signal CLK+).

Information

Spannungsversorgung

Es sollten hierbei Drehbersysteme mit einer geeigneten Spannungsversorgung (10 V ... 30 V) projektiert und verwendet werden.

Die Technischen Daten hierzu sind dem Katalog  [M7000 Elektromotoren](#) bzw. den Datenblätter  10.2.1 "TIs - Inkrementaldrehgeber (IG)" zu entnehmen.

3.5.3 Funktionsprüfung Drehgeber (IG)

Nach Abschluss der Anschlussarbeiten sowie der Grundinbetriebnahme, sollte immer die „fehlerfreie“ Funktionsweise der Inkrementaldrehgeber (IG) **überprüft** werden.



Das Vorzeichen (+ bzw. - Strichzahlen) ist **abhängig** von der **Anbauposition** des IG auf der Motorwelle. Entspricht beispielsweise die Drehrichtung vom IG nicht der Einstellung der Drehrichtung vom Frequenzumrichter (**sinnvolle Vorgabe: positive Werte = Rechtslauf**) so muss eine **negative** Strichzahl unter der **Drehgeber Aufl. P301** eingestellt werden.

Information

Drehgeber Drehzahl prüfen


Zur Überprüfung der korrekten Auswahl der **Drehgeber Auflösung P301** steht im Register „**Informationsparameter**“ der Parameter **Drehzahl Drehgeber P735** zur Verfügung.

Zur Funktionsprüfung der parametrisierten Drehgeberfunktion, kann der Motor z. B. mit einen Sollwert von z. B. **10 Hz** in Abhängigkeit der Motor Nennfrequenz P201 z. B. 50 Hz oder 70 Hz im **Rechtslauf** freigegeben werden. Damit sollte sich bei einem 4poligen Motor im Parameter **Drehzahl Drehgeber P735** ein Wert von ca. **300 rpm** ergeben.

Je nach Anwendungsfall kann der Wert für die Drehzahl Drehgeber P735 auch abweichen, da u. a. die Einstellung des Parameters Maximale Frequenz P105 und die gewählte Sollwertquelle, mit zu berücksichtigen sind.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung
			bezogen auf den Parametersatz (P1, ..., P4)
INFORMATIONEN, nur lesen			
P735	Drehzahl Drehgeber		ca. 300 rpm

3.5.4 Inkrementaldrehgeber (IG) mit Nullspur

Die **Nullspur** eines Inkrementaldrehgebers wird beim SK 54xE Frequenzumrichter nur dann ausgewertet werden, wenn am Universal Geber-Interface, Klemmenblock X14 kein Universaldrehgeber angeschlossen ist. Näheres siehe  3.5.2 "Anschluss Drehgeber (IG)".

Die **Nullspur** eines Inkrementaldrehgebers kann entweder zur Bestimmung der

- Rotornulllage des Synchronmotors bzw. des PMSM



Der Parameter **Regelverfahren PMSM P330** ist bei Verwendung von Inkrementaldrehgebern mit Nullspur entweder auf die **Funktion**

- {0 = spannungsgesteuert} oder
- {1 = Testsignalverfahren}

einzustellen.

Der **Geberoffset** zwischen der **d-Achse** des **Rotors** und des **Nullimpulses** wird bei den IE4 gefertigten Synchronmotoren von Getriebebau NORD ausgemessen und mittels eines **Aufklebers** im Klemmenkasten in „rpm“ und „°“ dokumentiert.

Näheres siehe P334 Geberoffset PMSM  3.5.1 "Parametrierung Drehgeber (IG)".

bzw. zur Synchronisierung des

- Nullpunkt (Referenzpunkt) vom Inkrementaldrehgeber.

Zur Synchronisation des Nullimpulses des Inkrementaldrehgebers steht der folgende Parameter zur Verfügung.

Sync. Nullimpulsgeber P335

Zur Synchronisation stehen unterschiedliche Funktionen zur Auswahl:

- **Funktion {0 = Sync. ausgeschaltet}**
Die Synchronisation ist deaktiviert bzw. ausgeschaltet und entspricht der Werkseinstellung.
- **Funktion {1 = Sync. Rotorlage PMSM}**
Die Synchronisation der Rotorlage einer PMSM, also eines Synchronmotors ist aktiviert bzw. eingeschaltet.
- **Funktion {2 = Sync. Referenz Pos.}**
Die Synchronisation des Referenzpunktes bei Positionierungsanwendungen (POSITION) ist aktiviert bzw. eingeschaltet.
- **Funktion {3 = Sync. PMSM+Pos.}**
Sowohl die Synchronisierung der Rotorlage einer PMSM / eines Synchronmotors, als auch die des Referenzpunktes, bei Positionierungsanwendungen (POSITION) ist aktiviert bzw. eingeschaltet.

3.5.5 Drehzahlregelung aktivieren

Für die Aktivierung der Drehgeberrückführung (**CFC Closed-Loop** Betrieb) muss unter der Registerkarte „**Regelungsparameter**“ der Parameter **Servo Modus P300** auf die Funktion {1 = An (CFC Closed-Loop)} gesetzt werden.



VORSICHT

Aktivierung Servo Modus

Diese Einstellung sollte jedoch erst nach erfolgter Drehrichtungsprüfung des Inkrementaldrehgebers vorgenommen werden.

Ansonsten kann es zu einem unerwarteten Bewegungsablauf (verkehrte Drehrichtung) kommen. In deren Folge sind sowohl Materialschäden als auch Verletzungen an Personen möglich.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks-einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
REGELUNGSPARAMETER			
P300 (P)	Servo Modus	0 (Aus = VFC Open-Loop)	☞ 0 → 1 (An = CFC Closed-Loop)

3.6 Absolutwertdrehgeber (AG)

Information & Handlungsanweisung

Für die Drehzahlrückführung können u. a. auch **Kombi-Absolutwertdrehgeber (AG)** mit einer separaten **Inkrementalspur (IG-Spur)** eingesetzt werden, die als Messwertaufnehmer die Drehbewegung in elektrische Signale (TTL bzw. HTL) wandeln. Es können sowohl **CANopen Absolutwertdrehgeber**, als auch diverse **Universaldrehgeber** verwendet werden.

Als Standard-Drehgeber von Getriebebau NORD stehen vier unterschiedliche Drehgeber Typen mit 13 Bit Singleturn Auflösung (8192), sowie 12 Bit (4096) bzw. 16 Bit (65536) Multiturn Auflösungen zur Verfügung. Für die Inkrementalspur wird als Standard Auflösung eine Strichzahl von 2048 (Pulse / Umdrehung) genutzt und ist im Frequenzumrichter werksseitig bereits voreingestellt. Technische Daten zu den **CANopen Absolutwertdrehgebern**, wie z. B. die entsprechende Anschlussbelegung sind dem Katalog [M7000 Elektromotoren](#) zu entnehmen.

ACHTUNG

Drehgebermontage

Ein **Kombi-Absolutwertdrehgeber** (Single- und Multiturn mit integrierter Inkrementalspur) muss **zwingend** an das **Wellenende** des **Motors** montiert werden.

Sonstige zu verwendende Absolutwertdrehgeber (z. B. Typ AG1 / Material-Nr. 19551881 / Kübler Typ 8.5888.0421.2102. S010.K014) müssen **nicht zwingend** am Wellenende des Motors montiert werden.

Dazu muss das Übersetzungsverhältnis im Frequenzumrichter mit Hilfe der Parameter Übersetzung P607 und Untersetzung P608 parametrieren werden. Ansonsten kann es zu **Ungenauigkeiten** bei der **Drehzahl-** (IG-Spur) und / oder der **Lageregelung** führen.

Handlungsanweisung

3.6.1 Parametrierung CANopen Drehgeber (AG)

Für die Regelung im **CFC Closed-Loop** Betrieb muss bei einem **CANopen Kombi Standard-Absolutwertdrehgeber (AG)** mit zusätzlicher **Inkrementalspur (IG)** zwingend die Drehzahlregelung mit Drehzahlmessung aktiviert werden. Dazu steht unter der Registerkarte „**Regelungsparameter**“ der Parameter **Servo Modus P300** mit der Funktion {**1 = An (CFC Closed-Loop)**} zur Verfügung.

Für das Drehgebersystem mit Inkremental-Signalen muss die entsprechende Strichzahl / Auflösung im Parameter **Drehgeber Aufl. P301**, unter Berücksichtigung des entsprechenden Vorzeichens (Anbauposition beachten), parametrieren werden.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks-einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
REGELUNGSPARAMETER			
P300 (P)	Servo Modus	0 (Aus = VFC Open-Loop)	☞ 0 → 1 (An = CFC Closed-Loop)
P301	Drehgeber Aufl.	6 *	☞ 6 → 5 (2048 Striche)

* 6 entspricht 4096 Striche

Für die Positionserfassung der Lageregelung müssen für einen **Kombi Standard-Absolutwertdrehgeber** mit einer **CANopen** Schnittstelle (siehe Kapitel [2.6 "Auswahl Absolutwertdrehgeber \(AG\)"](#)) zusätzliche Parameter unter der Registerkarte „**Positionierung**“ eingestellt werden.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung
			bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
POSITIONIERUNG / REGELUNGSPARAMETER			
P604	Wegmeßsystem	0	☞ 0 → 1 (CANopen absolut)
P605 [-01]	Absolutwertgeber (Multi)	10	☞ 10 → 12 (4096 Striche)
P605 [-02]	Absolutwertgeber (Single)	10	☞ 10 → 13 (8192 Striche)

3.6.2 Parametrierung CANopen Schnittstelle

Für die Kommunikationsschnittstelle eines **CANopen Kombi Standard-Absolutwertdrehgebers** (siehe Kapitel 2.6 "Auswahl Absolutwertdrehgeber (AG)") mit dem Frequenzumrichter müssen weitere Parameter unter der Registerkarte „Zusatzparameter“ eingestellt werden.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung
			bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
ZUSATZPARAMETER			
P514	CAN-Baudrate * [kBaud]	5 **	☞ 5 (250 kBaud) ** (belassen)
P515 [-01]	CAN-Adresse * <i>Slaveadresse</i>	32 _(dez) ***	☞ 32 (belassen)
P515 [-02]	CAN-Adresse * <i>Broadcastslaveadres.</i>	32 _(dez) ***	☞ 32 (belassen)
P515 [-03]	CAN-Adresse * <i>Masteradresse</i>	32 _(dez) ***	☞ 32 (belassen)
		* Systembus	
** frequenzumrichterabhängig, ≥ SK 530E Werkseinstellung Wert = 4			
*** frequenzumrichterabhängig, ≥ SK 530E Werkseinstellung Wert = 50			

Die Standardeinstellungen für die Parameter **CAN-Baudrate P514** sowie die **CAN-Adresse P515** Array [-01 ... -03] variieren zwischen den dezentralen **SK 2xxE** und den Schaltschrank ≥ **SK 530E** Frequenzumrichtern. Diese beiden Parameter sind bei anwendungsspezifischen Anforderungen bzw. Abweichungen entsprechend anders zu parametrieren.

Information

CANopen Parametrierung

Für den Anschluss des Kombi Standard-Absolutwertdrehgebers an den jeweiligen Frequenzumrichter ist die **Standard-Adresseneinstellung** am CANopen Absolutwertdrehgeber bereits werksseitig auf den Wert / Adresse {33} bzw. {51} eingestellt.

Bei den Schaltschrank ≥ **SK 530E** Frequenzumrichtern ist die **Standard-Baudrateneinstellung** Baudrate / Funktion {4 = 125 kBaud} gegenüber den dezentralen **SK 2xxE** Frequenzumrichtern mit {5 = 250 kBaud} abweichend und wird bereits werksseitig am CANopen Absolutwertdrehgeber von Getriebbau NORD eingestellt.

3.6.3 Anschluss CANopen Drehgeber (AG)




Der Anschluss und die erforderliche externe 24 V Spannungsversorgung des **CANopen Absolutwertdrehgebers** sind bei den Frequenzumrichterreihen SK 2xxE und \geq SK 530E unterschiedlich.

SK 2xxE

Direkter Anschluss an die jeweilige Busoption mit Systembus-Schnittstelle an den Klemmen:

Klemme	Bezeichnung	Funktion	Information
44	VO / 24 V	24 V Versorgung	
40	GND / 0 V	0 V Versorgung	
77	SYS H	Systembus +	SYS H / (CAN High)
78	SYS L	Systembus -	SYS L / (CAN Low)
		Schirm	großflächig über EMV-Kabelverschraubung erden

Tabelle 6: SK 2xxE Schnittstellenanschluss des Systembus

Detaillierte Informationen zum Anschluss eines **CANopen Absolutwertdrehgebers** am **SK 2xxE** sind dem Zusatz-Handbuch  BU 0210 und dem Handbuch  BU 0200 zu entnehmen, siehe Kapitel  10.1 "Handbücher".

SK 53xE und SK 54xE

Für den Anschluss bzw. für die externe 24 V Spannungsversorgung des CANopen Absolutwertdrehgebers steht für Anwendungen mit \geq **SK 530E** Frequenzumrichtern ein optionales **RJ45 WAGO- Anschlussmodul** (Material-Nr. 278910300) zur Verfügung.







Detaillierte Informationen zum Anschluss eines **CANopen Absolutwertdrehgebers** am \geq **SK 530E** Frequenzumrichter und zum RJ45 WAGO- Anschlussmodul sind dem Zusatz-Handbuch  BU 0510 und den Handbüchern  BU 0500 bzw.  BU 0505 zu entnehmen, siehe Kapitel  10.1 "Handbücher".

Abbildung 17: RJ45 WAGO- Anschlussmodul

3.6.4 Funktionsprüfung CANopen Drehgeber (AG)


Nach dem Abschluss der Anschlussarbeiten und der Grundinbetriebnahme sollte immer die einwandfreie Funktionsweise der **CANopen Absolutwertdrehgeber (AG)** überprüft werden.

Information


CANopen Status

Der **CANopen Status** der Schnittstelle des AGs und des Frequenzumrichters kann mit dem Parameter **CANopen Zustand P748** unter der Registerkarte „Informationsparameter“ ausgewertet bzw. geprüft werden.

Eventuell sind noch weitere CANopen Teilnehmer (Knoten/Adressen) an den CANopen Feldbus angeschlossen, so dass Doppeladressvergaben, unterschiedliche Baudraten usw. parametrieren wurden.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks-einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
INFORMATIONEN, nur lesen			
P748 [-01]	CANopen Zustand * [hex]		 Anzeige des CANopen Status prüfen

* Systembus

Der Parameter **CANopen Zustand P748** zeigt bitcodiert den Status des CANbus / CANopen, d. h. somit auch den CANopen NMT State an. Detaillierte Informationen sind dem jeweiligen Handbuch der Frequenzumrichter, siehe  10.1 "Handbücher" zu entnehmen.

Vorgehensweise

Sowohl bei der Funktionsprüfung des CANopen Drehgebers als auch bei der Inbetriebnahme der Lageregelung empfiehlt es sich, eine bestimmte Vorgehensweise einzuhalten.



VORSICHT

Aktivierung Servo Modus

Stellen Sie sicher, dass Not - Aus und Sicherheitskreise funktionsfähig sind! Bei Hubwerkanwendungen müssen vor dem „ersten“ Einschalten Maßnahmen getroffen werden, die ein Abstürzen der Last verhindern. Des Weiteren sollte für die Lastübernahme die Parameter **Einfallzeit Bremse P107** und **Lüftzeit Bremse P114** erst nach der **Optimierung des Drehzahlreglers**, optimiert werden.

Ansonsten kann es zu einem unerwarteten Bewegungsablauf (verkehrte Drehrichtung) kommen. In deren Folge sind sowohl Materialschäden als auch Verletzungen an Personen möglich.

1 Achse ohne Lageregelung in Betrieb nehmen

Nach Eingabe aller Parameter sollte der Antrieb zuerst ohne Lage- und Drehzahlregelung in Betrieb genommen werden.

Hierzu muss die Drehzahlregelung im Parameter **Servo Modus P300** mit der Funktion {0 = Aus (VFC Open-Loop)} als auch die Lageregelung mittels Parameter **Lageregelung P600** und der Funktion {0 = Aus}, ausgeschaltet werden.

2 Inbetriebnahme Drehzahlregelung

Falls keine Drehzahlregelung gewünscht bzw. kein Inkrementaldrehgeber genutzt wird, kann dieser Schritt übersprungen werden, ansonsten sollte der **Servo Modus P300** auf die Funktion {1 = An (CFC Closed-Loop)} eingeschaltet werden

Information

Servo Modus

Falls der Antrieb nach der Aktivierung des **Servo Modus P300** mit der Funktion {1 = An (CFC Closed-Loop)} nur mit kleiner Geschwindigkeit und großer Stromaufnahme läuft, liegt zumeist ein Fehler in der Verdrahtung oder der Parametrierung des Inkremental-drehgeberanschlusses vor. Die häufigste Ursache ist eine falsche Zuordnung von Motordrehrichtung zu Drehgeberzählrichtung.

Die Optimierung des Drehzahlreglers wird erst mit Inbetriebnahme des Lagereglers vorgenommen, da sich das Verhalten des Lageregelkreises durch Ändern der Drehzahlreglerparameter beeinflussen lässt.

3 Inbetriebnahme Lageregelung

Nach Einstellen der beiden Parameter **Wegmeßsystem P604** und **Absolutwertgeber P605** muss überprüft werden, ob die Istposition richtig erfasst wird. Die Istposition wird im Parameter **Aktuelle Position P601** angezeigt.

Der Wert muss stabil sein und größer werden, wenn der Motor mit Freigabe rechts angesteuert wird. Falls sich der Wert beim Verfahren der Achse nicht verändert, muss die Parametrierung und der Anschluss des Drehgebers überprüft werden. Das gleiche gilt, wenn der Anzeigewert für die Istposition springt, obwohl die Achse sich nicht bewegt.

4 Sollposition vorgeben und anfahren

Anschließend sollte eine Sollposition in der Nähe der aktuellen Position vorgegeben und mittels Freigabe des Antriebes angefahren werden.

Information





AG Drehgeber Funktionsprüfung


Die Drehgeber-Position des AG kann mit dem Parameter **Aktuelle Position P601** beispielsweise mittels NORD CON geprüft werden. Falls die Wirkrichtung beim Absolutwertdrehgeber nicht stimmt, d. h. die Achse läuft nach Freigabe des Antriebs nicht zur Sollposition „hin“ sondern von ihr „weg“, spricht es für eine „falsche bzw. fehlerhafte“ Zuordnung der Drehrichtung zwischen Motor und Drehgeber. Dann besteht die Möglichkeit durch eine **negative Eingabe** des Übersetzungswertes im Parameter **Übersetzung P607**, diese zu drehen.

Unter der Registerkarte „**Positionierungsparameter**“ wird mit dem Parameter **Wegmeßsystem P604** für die **Positions-Istwerterfassung** das entsprechende Drehgebersystem parametrieret.



Die Wirkrichtung des AG bzw. das Vorzeichen (+ oder - Strichzahlen) ist **abhängig** von der **Anbauposition** des IG auf der Motorwelle. Entspricht beispielsweise die **Drehrichtung** vom IG nicht der Einstellung der Drehrichtung vom Frequenzumrichter (sinnvolle Vorgabe: **positive Werte = Rechtslauf**) so muss eine **negative** Strichzahl unter der **Drehgeber Aufl. P301** eingestellt werden.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung
			bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
POSITIONIERUNG / REGULUNGSPARAMETER			
P601	Aktuelle Position [rev]	---	 Anzeige prüfen
P602	Aktuelle Soll-Pos. [rev]	---	 Anzeige prüfen
P603	Aktuelle Pos.-Diff. [rev]	---	 Anzeige prüfen
P604	Wegmeßsystem	0	 0 → 1 (CANopen absolut)
P607 [-02]	Übersetzung (Absolutwertgeber)	1	
P608 [-02]	Untersetzung (Absolutwertgeber)	1	

Wenn die Funktionsprüfung abgeschlossen wurde und die Lageistwerterfassung einwandfrei arbeitet, kann der Lageregler entsprechend der weiteren Vorgehensweise, siehe  6 "Lageregelung", optimiert werden.

4 Stromregelung

Schritt 4

Information

Die Stromregelung setzt sich aus zwei unterschiedlichen **PI-Reglern** zusammen:

- Momentenstromregler (P312, P313, P314)
- Feldstromregler (P315, P316, P317)

Diese teilen sich jeweils in die Parameter P312 / P315 für den **P-Anteil** sowie in die Parameter P313 / P316 für einen **I-Anteil** auf. Des Weiteren vervollständigen zwei weitere „Grenz-Parameter“ P314 bzw. P317 den jeweiligen Regler. Diese dienen zur Begrenzung des maximalen Spannungshubs (📖 10.1 "Handbücher").

Information

Die Einstellungen für den **P-Anteil** sowie **I-Anteil** des jeweiligen Reglers sollten **immer** den **gleichen Einstellwert** haben, d. h. $P312 = P315$ und $P313 = P316$. Auf die Grenz-Parameter P314 bzw. P317 wird in diesem Leitfaden **nicht** weiter eingegangen!

Reglerwerte

Die folgenden Grafiken zeigen mehrere Regelgrößenverläufe / Einschwingverhalten, die nach einem Sollwertsprung bei unterschiedlichen **PI-Regler** Einstellungen entstehen.

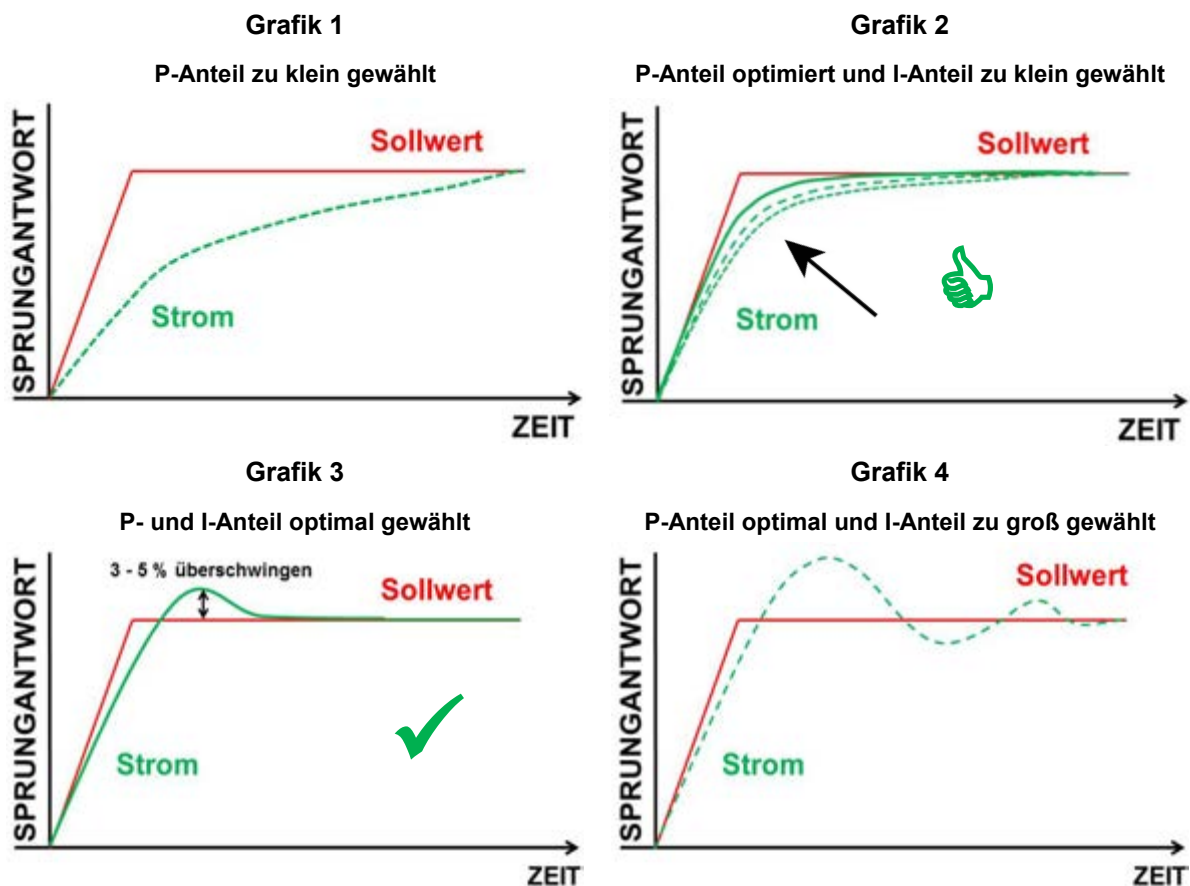


Abbildung 18: Regelgrößenverläufe

Die verschiedenen Regelgrößenverläufe, der **Sollwert** ist in **ROT** und der **Istwert** in **GRÜN** dargestellt, beschreiben die Dynamikverläufe des Einschwingverhaltens, welche über die einzelnen Regelungsparameter (**P-** und **I-Anteil**) des Reglers eingestellt werden.

Um einen Stromregler systematisch einzustellen wird empfohlen, generell die folgenden **Optimierungsschritte** vorzunehmen.


Überblick Optimierungsablauf

- **I-Anteil** auf einen **kleinen Wert** einstellen
- **P-Anteil** vom **Standardwert** aus in z. B. **50 % Schritten erhöhen** bis kein schnellerer Anstieg des Istwertes (**Magnetisierungsstrom ~P721**) mehr erreicht werden kann. Es ergibt sich ein Kurvenverlauf nach **Grafik 2**.
- Es folgt die **Erhöhung** des **I-Anteils** in z. B. **20 % / ms Schritten** bis ein **Überschwingen** von ca. **3** bis **5 %** erreicht ist.
Grafik 3 zeigt den optimierten Kurvenverlauf, wobei in dieser Grafik das Überschwingen zur Veranschaulichung leicht vergrößert dargestellt ist.

Die **Grafik 1** zeigt den Verlauf mit einem zu gering gewählten P-Anteil. **Grafik 4** zeigt hingegen den Verlauf des Istwertes bei einem zu groß eingestellten I-Anteil. Hier sollte der I-Anteil wieder schrittweise verkleinert werden, um einen Kurvenverlauf nach **Grafik 3** einzustellen.



Ziel ist es, den Kurvenverlauf des Magnetisierungsstroms ~P721 mit den „richtigen“ Einstellungen der P- und I-Anteile zu optimieren.

Im Kapitel  4.4 "Optimierungsablauf" ist die praktische Umsetzung zur Optimierung eines Stromreglers beschrieben.

4.1 Weitere Einstellungen

Handlungsanweisung

Für die Optimierung des Stromreglers sind vorab zwingend die folgenden Parameter einzustellen.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
ZUSATZPARAMETER			
P505 (P)	Abs. Minimalfrequenz [Hz]	2,0	👉 2,0 → 0,0
P558 (P)	Magnetisierungszeit [ms]	1	👉 1 → 0



Vor dem Starten der Scope-Aufzeichnung und Freigabe des Antriebes muss der **Sollwert** immer auf **0 % ≈ 0 Hz** gesetzt bzw. belassen werden.

4.2 NORD CON

Information & Handlungsanweisung

Für die Programmierung, Bedienung und Optimierung der Regelungen sollte NORD CON verwendet werden.

Mittels dieser Software zum Steuern und Parametrieren können die Regloptimierungen der NORD Frequenzumrichter vorgenommen werden. Mit der **Oszilloskop-Funktion** besteht z. B. die Möglichkeit die jeweiligen Optimierungsschritte anhand von mehreren Scope-Aufnahmen vorzunehmen bzw. zu bewerten.

Weitere Informationen zur aktuellsten Version sind dem folgendem Link zu entnehmen: [NORD CON](#)

Zum Steuern des Frequenzumrichters stehen die Funktionen **Fernbedienen** und **Steuern**, sowie für die Anzeige die **Geräteübersicht** zur Verfügung.

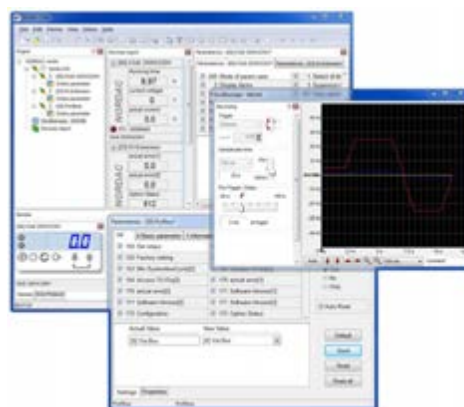
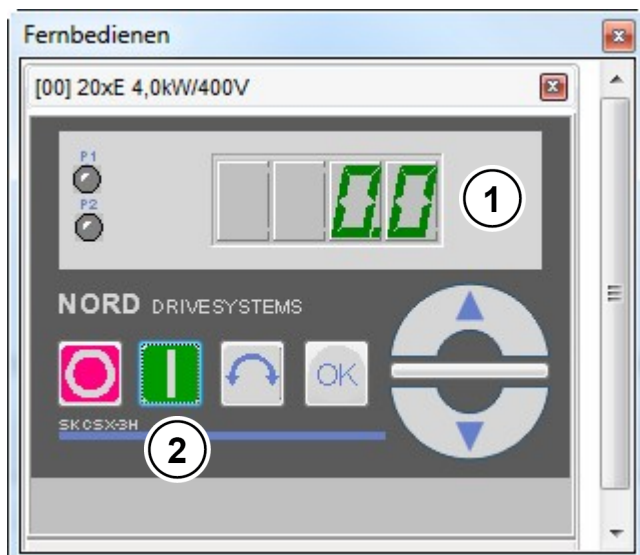


Abbildung 19: NORD CON

Detaillierte Informationen zu den unterschiedlichen Funktionen, wie z. B. der Schnittstellen-Konfiguration, der Bedienung, den Oszilloskop-Einstellungen usw., sind dem **NORD CON** Handbuch **BU 0000**, siehe [Handbücher](#) zu entnehmen.

4.2.1 Fernbedienen

Folgende Einstellungen müssen zur Optimierung des Stromreglers, vor dem Starten der Scope-Aufnahmen, im **Fernbedienen Fenster** vorgenommen werden.



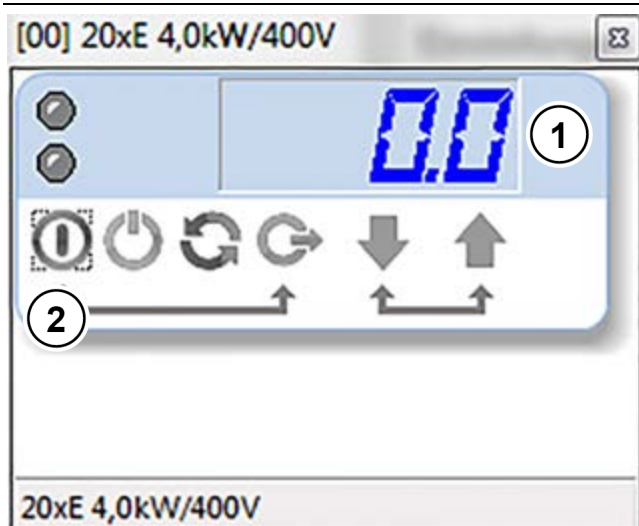
- 1 Sollwert auf 0 %, d. h. Sollfrequenz auf 0 Hz belassen

alternative Anzeigemöglichkeit



- 2 Freigabe Button betätigen

Abbildung 20: Fernbedienen Stromregelung, Sollwert und Freigabe



neuere Darstellung in NORD CON

Abbildung 21: Fernbedienen Stromregelung, Sollwert und Freigabe

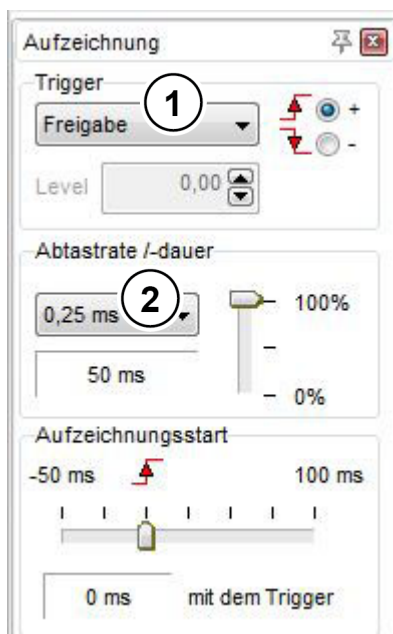
i Information

Darstellung Fernbedienen

Die Darstellung des Fernbedienen Fensters kann bei abweichenden NORD CON Einstellungen und Versionsständen abweichen. Für SK 5xxE Frequenzumrichter wird z. B. das Fernbedienen Fenster anders dargestellt.

4.2.2 Oszilloskop

Folgende Einstellungen sollten, vor dem Starten der Scope-Aufnahmen, unter den beiden Registern **Aufzeichnung** bzw. **Kanaleinstellung** für die NORD CON **Oszilloskop Funktion** vorgenommen werden. Die Einstellungen und die grafische Darstellung in den Abbildungen können je nach Frequenzumrichtertyp, Versions- und Softwarestand abweichen.



① Trigger auf Freigabe setzen

② Abtastrate auf 0,25 ms einstellen

→ Abtastdauer von 50 ms

Hinweis

Die Abtastrate sollte so gewählt werden, dass die Scope-Aufnahmen den Abbildungen im Kapitel [Optimierungsablauf](#) entsprechen!

Abbildung 22: Oszilloskop Einstellungen für Trigger und Abtastrate / -dauer

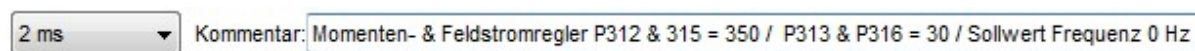


Abbildung 23: Einstellung der Auflösung für die Zeitachse, Kommentarbeispiel

Für die Auswahl der aufzunehmenden Messwerte stehen unterschiedliche Typen zur Verfügung. In Abhängigkeit des Reglers, sollten für die Scope-Aufnahmen vorzugsweise die „ungefilterten“ ($\sim P7xx$ / mit ca. 250 μs) bzw. auch z. T. die „gefilterten“ ($\approx P7xx$ / mit ca. 50 ms) Werte, eingestellt werden.

Messfunktion	Beschreibung
(= P[Nummer]) [Name]	Der Wert dieser Messfunktion wird in einem Zeitraster von ca. 100 ms aktualisiert und entspricht dem Wert des angegebenen Parameters.
[Name]	Der Wert dieser Messfunktion wird stark gefiltert und in einem Zeitraster von ca. 100 ms aktualisiert.
(= P[Nummer]) [Name]	Der Wert dieser Messfunktion wird gefiltert und in einem Zeitraster von ca. 50 ms aktualisiert.
(~ P[Nummer]) [Name]	Der Wert dieser Messfunktion wird in einem Zeitraster von ca. 250 μs aktualisiert.

Abbildung 24: Legende / Bedeutung der Messfunktion

i Information

Oszilloskop-Aufzeichnungen

Um eine bessere Darstellung der Messwerte in diesem Leitfaden zu erhalten, sind bei den Scope-Einstellungen die **Farben** in den **Kanal-Einstellungen** für die jeweiligen **Messwerte** angepasst worden.

Es wäre bei der Anwendung des Applikationsleitfadens generell von **Vorteil**, wenn bei den durchzuführenden **Optimierungen / Scope-Aufnahmen** (für z. B den Strom-, Drehzahl-, Lageregler, usw.), immer die **identischen Einstellungen**, für **Farbe** und **Auflösung** der anzuzeigenden **Messwerte**, gewählt werden.

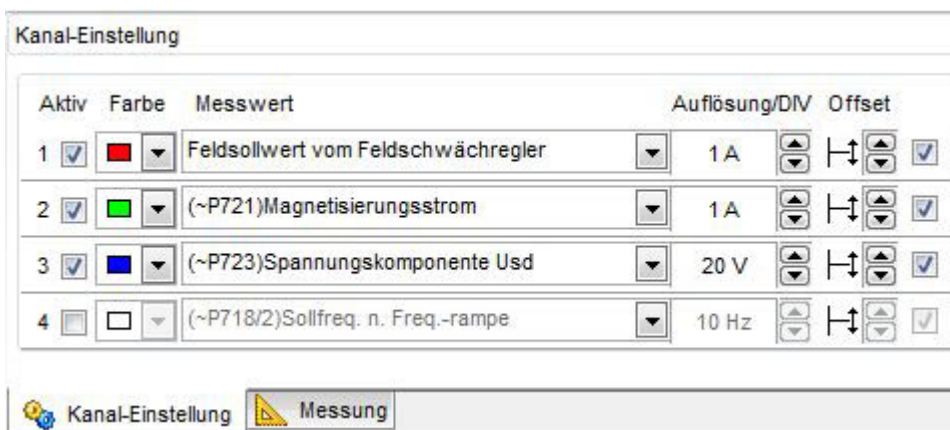


Abbildung 25: Oszilloskop Kanal-Einstellungen der drei Messwerte

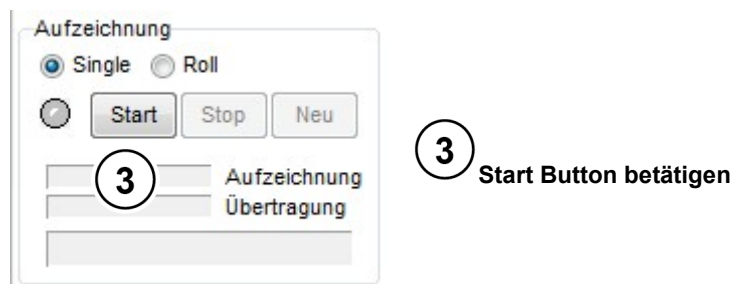


Abbildung 26: Scope-Aufnahme starten

i Information

Initialisierung

Nach der Betätigung des Start Buttons beginnt die Initialisierungsphase der Oszilloskop Aufnahme. Signalisiert wird es mit der  Signalleuchte. Deshalb darf die **Freigabe** erst nach **Ablauf** der **Initialisierungsphase** für die Aufnahme der Scope-Aufnahme erfolgen.

Der Abschluss der Initialisierungsphase wird mit einem  Farbwechsel signalisiert.



Abbildung 27: Initialisierungsphase Scope-Aufnahme


4.3 Momenten- und Feldstromregler

Information & Handlungsanweisung


Beim Stromregler sind generell sowohl der **P-** und **I-Anteil** des **Momentenstromreglers** als auch des **Feldstromreglers** immer gleichzeitig, bei den jeweiligen Optimierungsschritten, zu verändern.

Als Voreinstellung für die Optimierung des Stromreglers sollte der **P-Anteil** (P312 / P315) für den **1. Optimierungsschritt** jeweils auf **50 %** und der **I-Anteil** (P313 / P316) für den jeweils auf **10 % / ms** gesetzt werden.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung
			bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
REGELUNGSPARAMETER			
P312 (P)	Momentstromregler P [%]	400	☞ 50 → variieren
P313 (P)	Momentstromregler I [%/ms]	50	☞ 50 → 10
P314 (P)	Grenze M.-stromregl. [V]	400	↻ 400 (belassen)
P315 (P)	Feldstromregler P [%]	400	☞ 50 → variieren
P316 (P)	Feldstromregler I [%/ms]	50	☞ 50 → 10
P317 (P)	Grenze Feldstromregl. [V]	400	↻ 400 (belassen)

Die jeweiligen Änderungen der Regelungsparameter sind mittels der **NORD CON Oszilloskop Funktion** ( Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. "Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.") zu prüfen.



Für die vorzunehmende Stromregelungsoptimierung sind **zwingend**, die im Kapitel  4.1 "Weitere Einstellungen" beschriebenen Parameter **Abs. Minimalfrequenz P505** und **Magnetisierungszeit P558**, vorab anzupassen. Nach der Optimierung sollte die **Magnetisierungszeit P558** wieder angepasst werden.

Die nächsten Optimierungsschritte und entsprechenden Scope-Aufnahmen sollten wie folgt ausgeführt werden:

Information

Scope-Aufzeichnung

Kommt man in den Bereich, in dem Veränderungen des Kurvenverlaufes nicht mehr direkt ersichtlich sind, ist es hilfreich, sich aufgenommene Oszilloskop Aufzeichnungen abzuspeichern. Mittels der Möglichkeit sich **mehrere Aufzeichnungen gleichzeitig anzuzeigen** ist ein **direkter Vergleich** zur vorherigen Einstellung gegeben.

4.3.1 P-Anteile Stromregler

Die Parameter für den P-Anteil des **Momentenstromreglers P P312** und **Feldstromreglers P P315** ausgehend von dem Standardwert [50 %] solange in **50 % Schritten** erhöhen, bis kein schnellerer Anstieg des Istwertes, d. h. des **Magnetisierungsstroms ~P721** mehr erreicht wird.

Der Kurvenverlauf ergibt sich nach der **Grafik 2** (siehe  4 "Stromregelung").



Die **Spannungskomponente U_{sd} ~P723** bzw. der Parameter **Spannung -d P723** darf bei dieser Einstellung der P-Anteile den Maximalwert von **20 %** der **Motor Nennspannung P204** nicht übersteigen, d. h. bei 400 V entspricht $U_N \approx 80$ V.

Information

Standardwert P-Anteile

Bei einigen Motorgrößen kann es vorkommen, dass mit der Standard-Einstellung für die **P-Anteile** des Stromreglers (**P312** und **P315**) der maximal zulässige Wert für die **Spannungskomponente U_{sd} ~P723** bereits überschritten wird.

In diesem Fall müssen die **P-Anteile** für den Stromregler als **Startwert < 50 %** (Standardwert) gewählt werden.

4.3.2 I-Anteile Stromregler

Die Parameter für den I-Anteil des **Momentenstromreglers I P313** und **Feldstromreglers I P316** ausgehend von dem eingestellten Startwert [10 % / ms] solange in **20 % / ms Schritten** erhöhen, bis sich ein leichtes Überschwingen von ca. **3 %** bis **5 %** des Istwertes, d. h. der **Magnetisierungsstrom ~P721** einstellt.

Der Kurvenverlauf ergibt sich nach der **Grafik 3** (siehe  4 "Stromregelung").



Die **Spannungskomponente U_{sd} ~P723** bzw. der Parameter **Spannung -d P723** darf bei dieser Einstellung der I-Anteile den Maximalwert von **25 %** der **Motor Nennspannung P204** nicht übersteigen, d. h. bei 400 V entspricht $U_N \approx 100$ V.

Information

Spannungskomponente U_{sd}

In Abhängigkeit der Motordaten kann sich ein schnelleres bzw. auch langsames Abfallen der **Spannungskomponente U_{sd} ~P723** nach Erreichen des Maximalwertes (≈ 25 % der **Motor Nennspannung P204**) einstellen.

4.3.3 Kriterien

Auf die folgenden Kriterien sind bei der Optimierung des Stromreglers zu achten:

Ziel ist es, den Kurvenverlauf des Magnetisierungsstroms ~P721 unter Berücksichtigung der Kriterien mit den „richtigen“ Einstellungen der P- und I-Anteile zu optimieren:



- Anstiegszeit des **Magnetisierungsstroms ~P721** minimal halten
- maximales Überschwingung von 3 – 5 % des **Magnetisierungsstroms ~P721** erzielen
- Amplitude der **Spannungskomponenten U_{sd} ~P723** max. 20 % bzw. 25 % von der **Motor Nennspannung P204** zulassen

Information

Optimierungsschritte

In Abhängigkeit der Applikationsanwendung können die jeweiligen vorgegebenen Schrittweiten der Regleroptimierung auch abweichen. Des Weiteren können die Schrittweiten bei den letzten Optimierungsschritten auch noch feinstufiger gewählt werden.

4.4 Optimierungsablauf

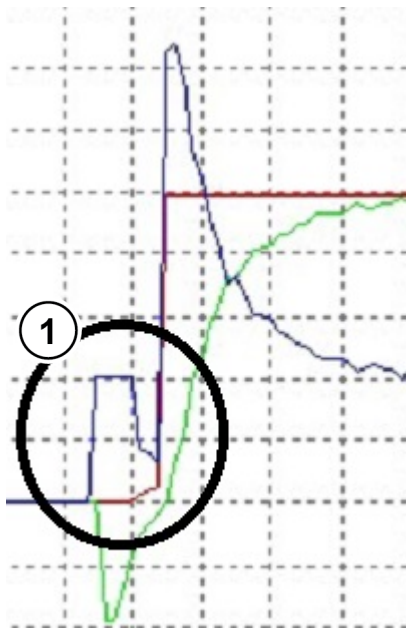
Handlungsanweisung

i Information

Kurzschlusserkennung

Es ist möglich, dass sich am Anfang des Kurvenverlaufes eine Schwingung einstellt. Diese Schwingung entsteht bei Frequenzumrichtern mit einer integrierten „**automatischen Kurzschlusserkennung**“.

Sie hat **keinen** Einfluss auf die Optimierung des Stromreglers.



1 automatische Kurzschlussmessung
SK 200E Frequenzumrichters 4,0 kW ASM (IE2)

Legende **Feldsollwert v. Feldsch.** **Magnetisierungsstrom ~P721** **Spannungskomponente ~P723**

Abbildung 28: Kurzschlussmessung vom SK 200E Frequenzumrichter

In den folgenden Abbildungen ist der Optimierungsprozess des Stromreglers, für einen **4,0 kW Asynchronmotor** der Effizienzklasse **IE2**, anhand einzelner Scope-Aufnahmen beispielhaft dargestellt.

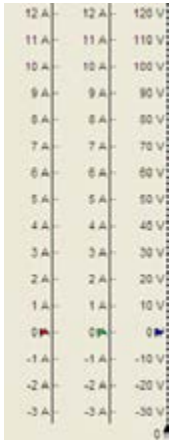
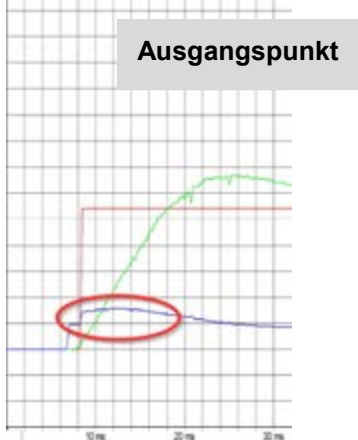
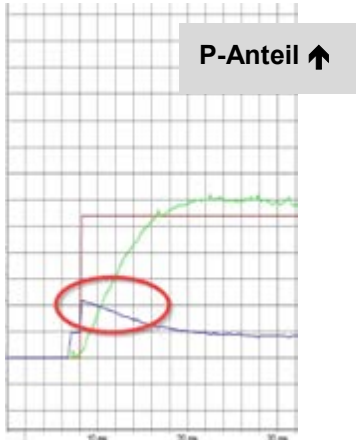

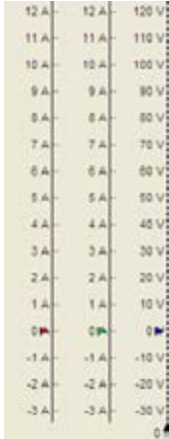
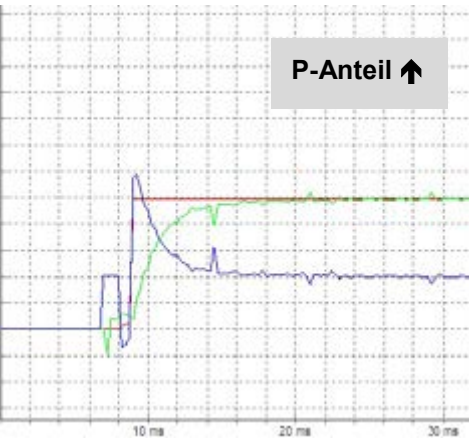
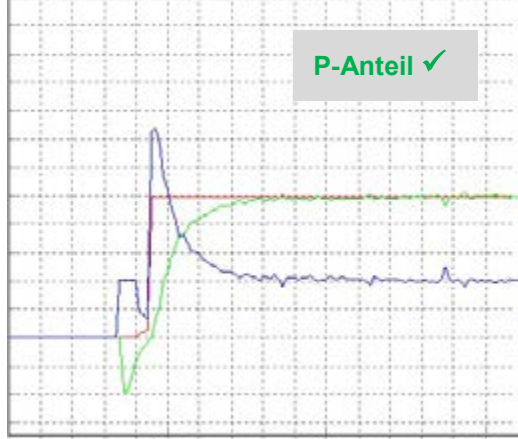
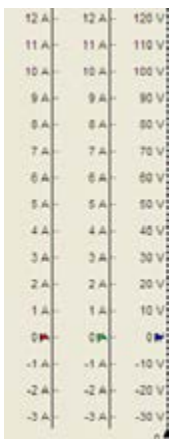
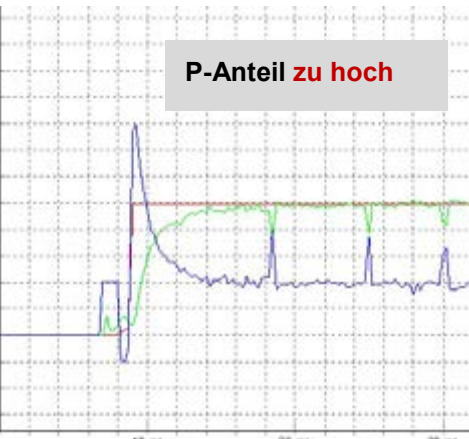

Legende	Feldsollwert v. Feldsch.	Magnetisierungsstrom ~P721	Spannungskomponente ~P723
Schritt	1. „P“ Scope-Aufnahme		2. „P“ Scope-Aufnahme
Parameter Einstellungen	P312 / P315 = 50 % P313 / P316 = 10 % / ms		P312 / P315 = 100 % P313 / P316 = 10 % / ms
			
Schritt	6. „P“ Scope-Aufnahme		7. „P“ Scope-Aufnahme
Parameter Einstellungen	P312 / P315 = 300 % P313 / P316 = 10 % / ms		P312 / P315 = 350 % P313 / P316 = 10 % / ms
			
Schritt	8. „P“ Scope-Aufnahme		11 „P“ Scope-Aufnahme
Parameter Einstellungen	P312 / P315 = 400 % P313 / P316 = 10 % / ms		P312 / P315 = 600 % P313 / P316 = 10 % / ms
			

Abbildung 29: Kurvenverlauf P-Anteil des Stromreglers

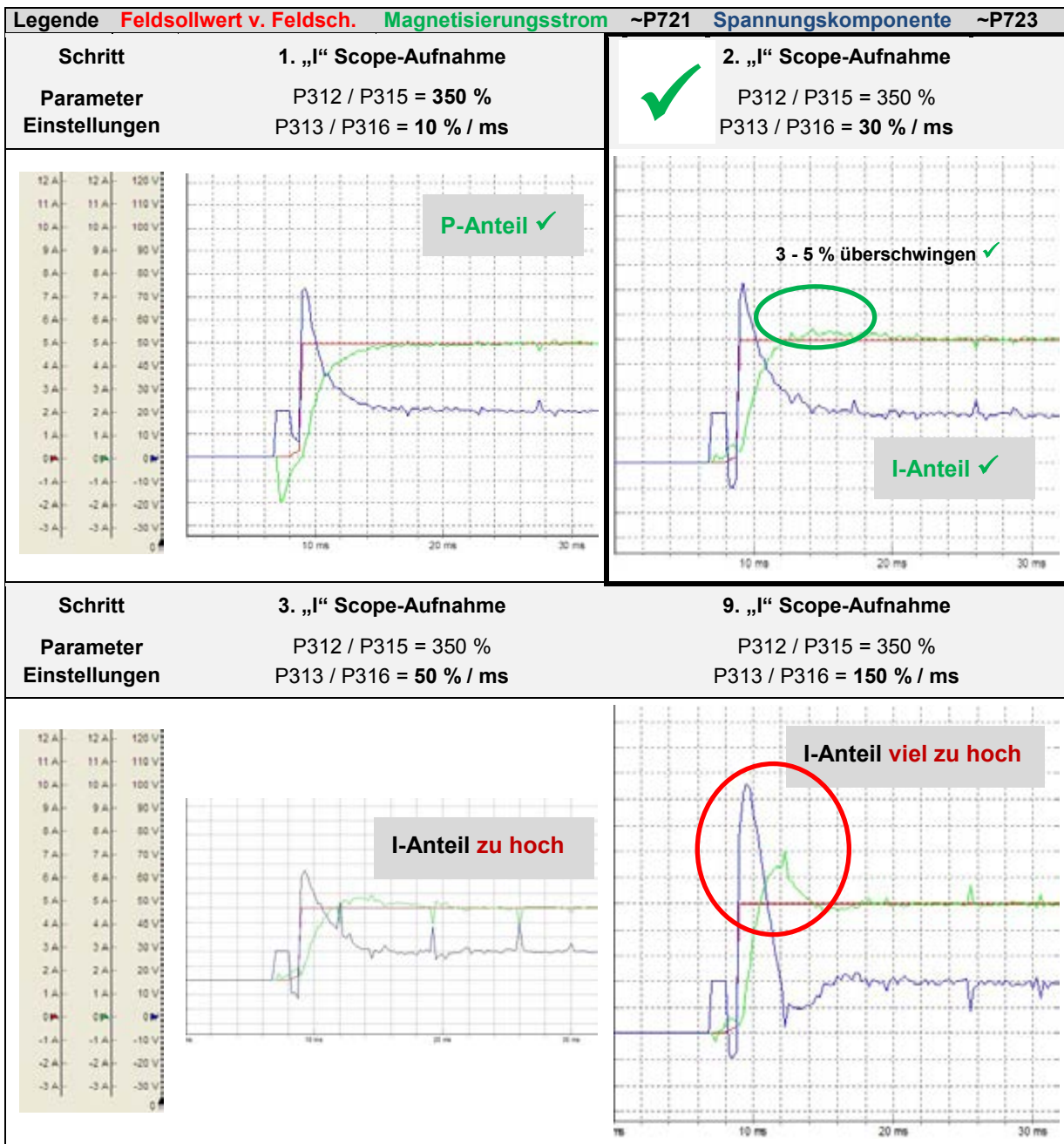


Abbildung 30: Kurvenverlauf I-Anteil des Stromreglers

5 Drehzahlregelung

Schritt 5

Information

Der Drehzahlregler ist ein **PI-Regler** und setzt sich aus den beiden folgenden Parametern zusammen.

- Drehzahlregler (P310, P311)

Der Parameter **Drehzahl Regler P P310** beeinflusst den **P-Anteil** des Reglers. Für den **I-Anteil** steht der Parameter **Drehzahl Regler I P311** zur Verfügung.


Um den Drehzahlregler für konstante Lasten systematisch einzustellen, wird empfohlen, generell die folgenden **Optimierungsschritte** vorzunehmen.

Überblick Optimierungsablauf

- **I-Anteil** auf einen **kleinen** Wert einstellen
- **P-Anteil** auf einen **kleinen** Wert einstellen und in z. B. **50 % Schritten erhöhen** bis der **Momentenstrom ~P720** einen möglichst **rechteckigen Verlauf** annimmt. Die **Drehzahl Drehgeber =P735** sollte einen linearen, ansteigenden Verlauf haben.
- Es folgt die **Erhöhung** des **I-Anteils** in z. B. **5 % / ms Schritten**, um den **rechteckigen Verlauf** des **Momentenstroms ~P720** weiterhin zu optimieren. Einhergehend mit dieser Optimierung ergibt sich ein **leichtes Überschwingen** in der Drehzahl.




Ziel ist es, den Kurvenverlauf des Momentenstroms ~P720 mit der „richtigen“ Einstellung des P- und I-Anteil zu optimieren.

Im Kapitel  5.4 "Optimierungsablauf" ist die praktische Umsetzung zur Optimierung eines Drehzahlreglers beschrieben.

5.1 Weitere Einstellungen

Handlungsanweisung

Für die Optimierung des Drehzahlreglers ist vorab zwingend der folgende Parameter einzustellen.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ..., P4)
ZUSATZPARAMETER			
P558 (P)	Magnetisierungszeit [ms]	1	 0 → 1 (wieder auf Standard)

Die einzustellende Rampenzeit ist unter der Registerkarte „**Basisparameter**“ in dem Parameter **Hochlaufzeit P102** entsprechend einzustellen.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
BASISPARAMETER			
P102 (P)	Hochlaufzeit [s]	2,0	☞ 2,0 → 0,08 *
P113 (P)	Tippfrequenz [Hz]	0,0	☞ 0,0 → 35

* Achtung: im Beispiel ohne Last eingestellt

Information

Bremsenanwendungen

Bei Anwendungen mit einer Bremse muss für die Optimierung der Regler auch der Parameter **Einfallzeit Bremse P107** ggfs. auch **Lüftzeit Bremse P114** parameteriert werden.

Ansonsten kommt es zu einer Fehlermeldung, da der Antrieb wegen der geschlossenen Bremse in Störung geht.

Information

Sollwert / Feldschwächebereich

Die **Optimierung** des **Drehzahlreglers** muss unterhalb des **Feldschwächebereichs** ( 8 "Feldschwächeregelung") erfolgen!

Deshalb sind die **Sollwertvorgabe** dem **Auslegungsbereich** (50 Hz / 87 Hz / 100 Hz – Kennlinien) entsprechend **anzupassen**. Bei einer Standard-Auslegung gemäß **50 Hz – Kennlinie** sollte der **Sollwert (Frequenz)** bei ca. **70 % ≈ 35 Hz** liegen.

Bei Anwendungen mit einem **erweiterten Betriebspunkt** (87 Hz oder 100 Hz – Kennlinie) ist ein **Sollwert (Frequenz)** im Bereich von ca. **70 - 80 %** (d. h. **61 - 70 Hz** bzw. **70 - 80 Hz**) vorzugeben.

Der **Feldschwächebereich** für diese Applikation ist lastabhängig und beginnt damit oberhalb von etwa **45 Hz**.



Die Einstellung der **Hochlaufzeit P102** muss so gewählt werden, dass der **Momentenstrom ~P720** möglichst **50 % - 100 %** des **Motor Nennstromes P203** (siehe **Typenschild / Motor Nennstrom**) bei der Optimierung erreicht wird.

Die Einstellung des **Momentenstroms ~P720** (I_{sq}) sollte mit Hilfe der NORD CON Oszilloskop Funktion vorgenommen werden.



Vor dem Starten der Scope-Aufzeichnung und Freigabe des Antriebes muss der **Sollwert** auf einen Wert von ca. **70 - 80 %** der **Motor Nennfrequenz P201** (50 Hz) gesetzt werden. D. h. in diesem Beispiel (Frequenzrichter / Motorpaarung 4,0 kW) muss die Sollfrequenz von ca. **35 - 40 Hz** vorgegeben werden.


Berechnung des Momentenstroms

Der zu erreichende **Momentenstrom ~P720** (I_{sq}) berechnet sich gemäß der Formel:

$$I_{sq} = \sqrt{(I_s^2 - I_{sd}^2)}$$


Im Grunddrehzahlbereich, bis zur Bemessungsfrequenz ist $I_{sd} = I_0 =$ Leerlaufstrom.

I_s :	Strang – Motorstrom (P203)	[A]
I_{sq} :	momentbildender Strom oder Läuferstrom (\approx P720)	[A]
I_{sd} :	flussbildender Strom oder Leerlaufstrom (P209)	[A]

Weitere Informationen zur Berechnung sind dem Kapitel  1.2 "Feldorientierte Regelung" zu entnehmen.

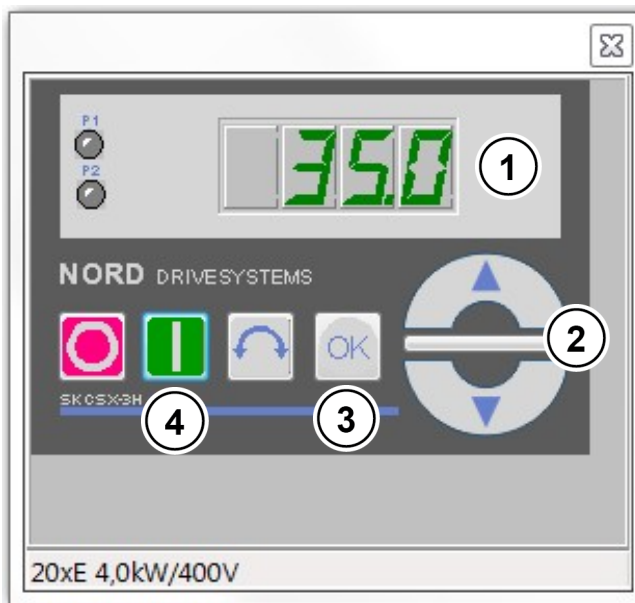
5.2 NORD CON

Information & Handlungsanweisung

Weitere Informationen zu den Einstellungen sind dem Kapitel  4.2 "NORD CON" und folgenden zu entnehmen.

5.2.1 Fernbedienen

Folgende Einstellungen müssen zur Optimierung des Drehzahlreglers, vor dem Starten der Scope-Aufnahmen, im **Fernbedienen Fenster** vorgenommen werden.



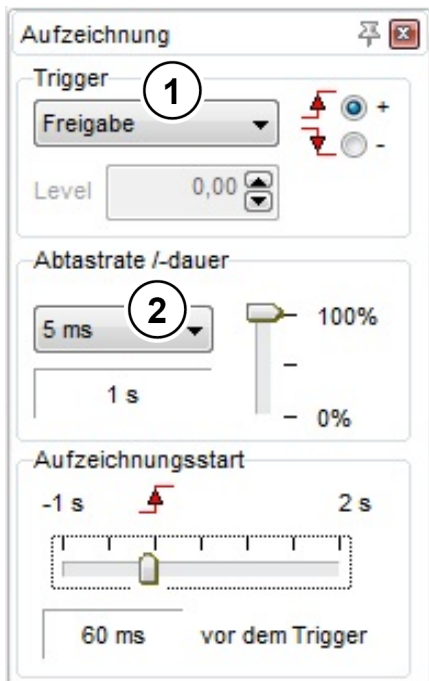
- ① Sollwert auf 70 %, d. h. Sollfrequenz auf 35 Hz einstellen
- ② Wert + bzw. Wert – Button nutzen
- ③ OK Button betätigen, zur Speicherung der Frequenz als Tippfrequenz in P113
- ④ Freigabe Button betätigen

Falls eine Tippfrequenz parametrierung wurde, entfallen die Schritte ① ② und ③.

Abbildung 31: Fernbedienen Drehzahlregelung, Sollwert und Freigabe

5.2.2 Oszilloskop

Folgende Einstellungen sollten, vor dem Starten der Scope-Aufnahmen, unter den beiden Registern **Aufzeichnung** bzw. **Kanaleinstellung** für die NORD CON **Oszilloskop Funktion** vorgenommen werden. Die Einstellungen und die grafische Darstellung in den Abbildungen können je nach Frequenzumrichterartyp, Versions- und Softwarestand abweichen.



① Trigger auf Freigabe setzen

② Abtastrate auf 5 ms einstellen

→ Abtastdauer von 1 s

→ Abtastrate in Abhängigkeit der eingestellten Hochlaufzeit

Hinweis

Die Abtastrate sollte so gewählt werden, dass die Scope-Aufnahmen den Abbildungen im Kapitel 5.4 "Optimierungsablauf" entsprechen!

Abbildung 32: Oszilloskop Einstellungen für Trigger und Abtastrate / -dauer

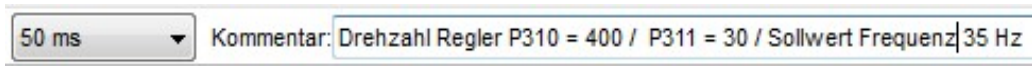


Abbildung 33: Einstellung der Auflösung für die Zeitachse, Kommentarbeispiel

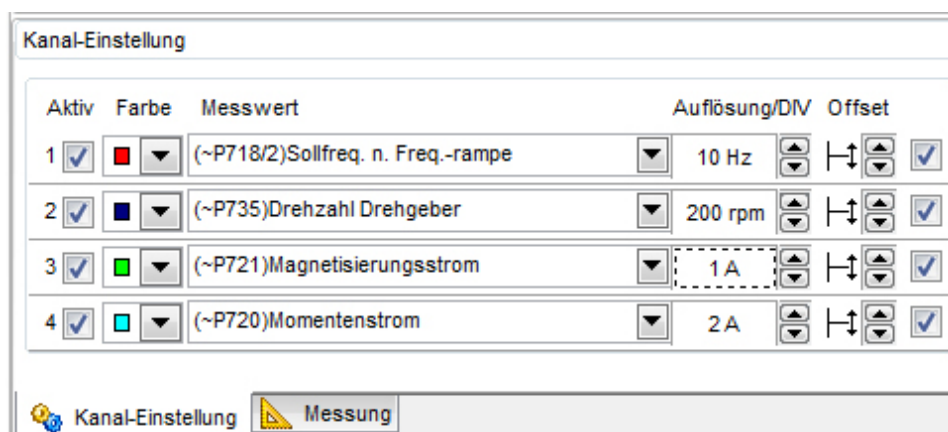


Abbildung 34: Oszilloskop Kanal-Einstellungen der vier Messwerte



3 Start Button betätigen

Hinweis

Initialisierungsphase berücksichtigen, siehe Abbildungen im Kapitel [📖](#)
Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. "Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden."


Abbildung 35: Scope-Aufnahme starten

5.3 Drehzahlregler

Information & Handlungsanweisung

Beim Drehzahlregler sind der **P-** und **I-Anteil** bei den jeweiligen Optimierungsschritten zu verändern. Als Voreinstellung für die Optimierung des Drehzahlreglers sollte für den **1. Optimierungsschritt** der **P-Anteil** (P310) auf **50 %** und der **I-Anteil** (P311) auf **5 % / ms** gesetzt werden.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks-einstellung	Einstellung
			bezogen auf den Parametersatz (P1, ..., P4)
REGELUNGSPARAMETER			
P310 (P)	Drehzahl Regler P [%]	100	👉 100 → 50
P311 (P)	Drehzahl Regler I [%/ms]	20	👉 20 → 5

Die jeweiligen Änderungen der Regelungsparameter sind mittels der **NORD CON Oszilloskop Funktion** (siehe  4.2 "NORD CON") zu prüfen.

In der folgenden Abbildung ist ein Kurvenverlauf eines **optimal** eingestellten Drehzahlreglers, bei einem 4,0 kW Asynchronmotor der Effizienzklasse IE2, als Zielsetzung abgebildet.

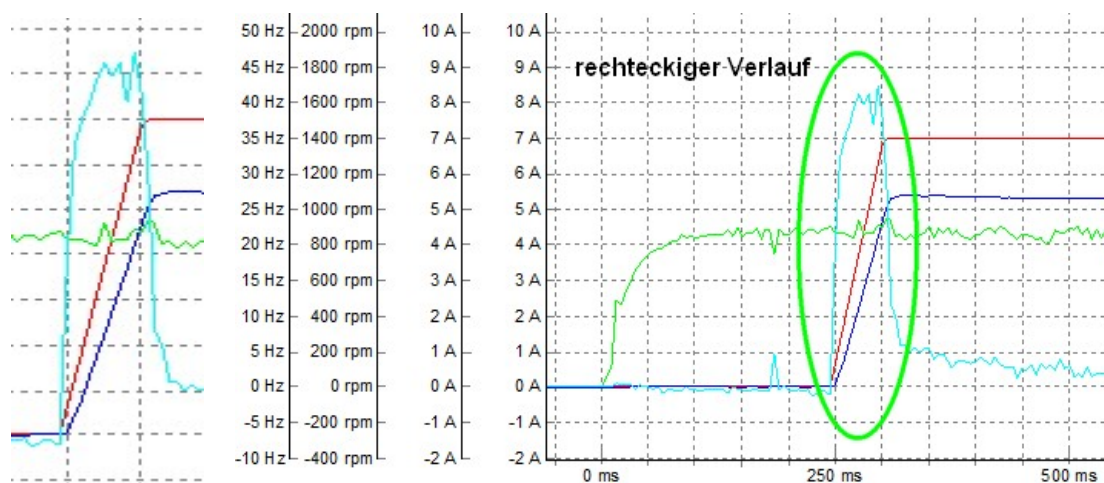


Abbildung 36: Beispiel optimierter Kurvenverlauf des Drehzahlreglers

Zu sehen ist in der linken Detailabbildung der nahezu **rechteckförmige Verlauf** des **Momentenstroms ~P720** während der Hochlaufphase sowie in der rechten Abbildung ein linear, gradliniger Anstieg der **Drehzahl Drehgeber ~P735**.

Außerdem ist in der vorigen linken Abbildung ein leichtes Überschwingen beim Erreichen des Sollwertes, d. h. der **Sollfreq. n. Freq.-rampe ~P718/2** ersichtlich.

Des Weiteren ist der Einfluss der **Magnetisierungszeit P558** im Verlauf des **Magnetisierungsstroms ~P721** zu erkennen. Dies ist deutlich an dem zeitlichen Unterschied zwischen dem Anstieg des **Magnetisierungsstroms ~P721** und dem Anstiegs der Frequenzrampe ersichtlich.

Durch diese Einstellung wird sichergestellt, dass der Motor bei Aufschaltung der Hochlaufphase voll magnetisiert ist.



Der angestrebte rechteckförmige Verlauf des **Momentenstrom ~P720** während der Hochlauframpe kann sich unterschiedlich darstellen, da die Verlaufsform sich aus den anwendungsspezifischen Vorgaben ergibt.

Die folgende Abbildung zeigt den Kurvenverlauf bei einem „zu hoch“ eingestellten **P-Anteil** des Drehzahlreglers. Der zu hoch eingestellte Wert des **Drehzahl Regler P P310** führt zu einem Schwingen des **Momentenstroms ~P720**.

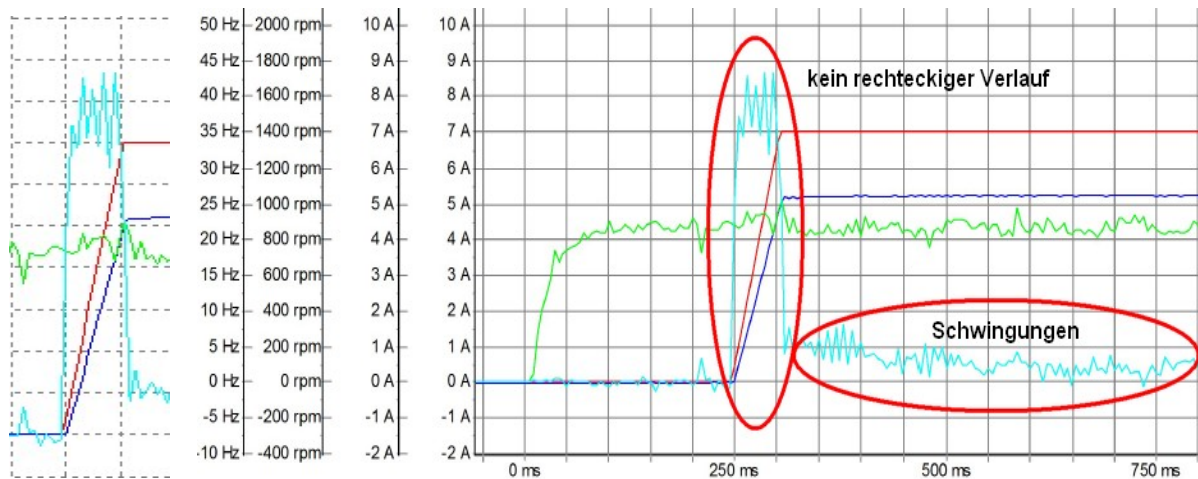


Abbildung 37: Beispiel mit zu hohem P-Anteil des Drehzahlreglers

Die nächsten Optimierungsschritte und Scope-Aufnahmen sollten wie folgt ausgeführt werden:


Information

Scope-Aufzeichnung

Kommt man in den Bereich, in dem Veränderungen des Kurvenverlaufes nicht mehr direkt ersichtlich sind, ist es hilfreich, sich aufgenommene Oszilloskop Aufzeichnungen abzuspeichern. Mittels der Möglichkeit sich **mehrere Aufzeichnungen gleichzeitig anzuzeigen** ist ein **direkter Vergleich** zur vorherigen Einstellung gegeben.

5.3.1 P-Anteil Drehzahlregler

Den Parameter für den **P-Anteil** solange in **50 % Schritten** erhöhen, bis möglichst ein rechteckigen Verlauf des Istwertes, d. h. des **Momentenstroms ~P720** erreicht wird. Die **Drehzahl Drehgeber ~P735** sollte dabei einen linearen, ansteigen Verlauf haben.

Der Kurvenverlauf ergibt sich nach der 2. Abbildung (siehe  5.3 "Drehzahlregler").

Die obere Einstellungsgrenze des **Drehzahl Regler P P310** ist erreicht, wenn eine weitere Erhöhung des **P-Anteils** zu keinem besseren Kurvenverlauf (im Sinne einer Rechteckform) mehr führt. Ein „zu hoch“ eingestellter **P-Anteil** kann zu Schwingungen des **Momentenstroms ~P720** sowie in der **Drehzahl Drehgeber ~P735** führen.



Ist der **P-Anteil** ermittelt, muss die Regelung im Betrieb von der Sollfrequenz (z. B. 35 Hz) bis auf 0 bis 3 Hz langsam runter gefahren werden. Es muss **geprüft** werden, dass während der **Bremsrampe** der **Momentenstrom ~P720 schwingungsfrei** bleibt.

Dieses dient u. a. zum Test, ob der eingestellte **P-Anteil** für alle Drehzahlen richtig eingestellt ist.

Ist der **P-Anteil** für eine gewählte Drehzahl (Sollwertvorgabe) **zu hoch** eingestellt, wird dieses durch Schwingungen im **Momentenstrom ~P720** und der damit einhergehenden **Geräusentwicklung „kratzendes Geräusch“** während des Betriebes bzw. des Verfahrens erkennbar.

5.3.2 I-Anteil Drehzahlregler

Ausgehend von dem eingestellten Startwert [5 % / ms] solange den **I-Anteil** in kleinen **Schritten** (z. B. **5 % / ms**) erhöhen, bis sich ein nahezu **rechteckiger Verlauf** des **Momentenstroms ~P720** ergibt.

Information

Schrittweite I-Anteil

Bei hoher Trägheitsmasse der Anwendung (bezogen auf die Trägheitsmasse des Motor) sollte die **Schrittweite** nicht > **5 % / ms** sein.

Ist das Verhältnis J_{anw} / J_{Motor} **klein**, so kann die Erhöhung des **I-Anteils** auch in **größeren Schritten** erfolgen.

Die gewählte **Schrittweite** der Erhöhung des **I-Anteils**, sollte in dem Bereich von **5** bis **20** liegen.

Einhergehend mit der Erhöhung des **I-Anteils** ergibt sich ein **leichtes Überspringen** der **Drehzahl Drehgeber ~P735**. Bei „zu hoch“ eingestelltem **I-Anteil** wird die Rechteckform des **Momentenstroms ~P720** nach links oben verzerrt.

Der Kurvenverlauf ergibt sich nach der Scope Aufzeichnung im Schritt 6. „I“ Scope-Aufnahme 5.4 "Optimierungsablauf".



Ist der **I-Anteil** ermittelt, muss die Regelung im Betrieb von der Sollfrequenz (z. B. 35 Hz) bis auf 0 bis 3 Hz langsam runter gefahren werden. Es muss **geprüft** werden, dass während der **Bremsrampe** der **Momentenstrom ~P720 schwingungsfrei** bleibt.

Dieses dient u. a. zum Test, ob der eingestellte **I-Anteil** für alle Drehzahlen richtig eingestellt ist.

Ist der **I-Anteil** für eine gewählte Drehzahl (Sollwertvorgabe) **zu hoch** eingestellt, wird dieses durch Schwingungen im **Momentenstrom ~P720** und der damit einhergehenden **Geräusentwicklung „kratzendes Geräusch“** während des Betriebes bzw. des Verfahrens erkennbar.

5.3.3 Kriterien

Auf die folgenden Kriterien sind bei der Optimierung des Drehzahlreglers zu achten:

Ziel ist es, den Kurvenverlauf des Momentenstroms ~P720 unter Berücksichtigung der Kriterien mit den „richtigen“ Einstellungen der P- und I-Anteile zu optimieren:



- Verlauf des **Drehzahl Drehgeber ~P735** sollte linear und schwingungsfrei sein
- kein bzw. ein leichtes überschwingen (ca. 3 – 5 %) beim Erreichen des Sollwertes der **Drehzahl Drehgeber ~P735** bei der Optimierung des **I-Anteils**
- Rechtecksform des **Momentenstroms ~P720** in der Beschleunigungsphase
- keine Schwingungen im Verlauf des **Momentenstroms ~P720** nach Abschluss der Beschleunigungsphase
- keine „kratzende Geräusentwicklung“ im Betrieb des Antriebes



Es kann während des Betriebes zu einer „**kratzende Geräusentwicklung**“ kommen, die vorrangig bei Anwendungen mit Antrieben ≥ 3 kW wahrzunehmen ist. Beim Auftreten der Geräusentwicklung sollte der P- oder auch der I-Anteil wieder reduziert werden.

i Information

Optimierungsschritte

In Abhängigkeit der Applikationsanwendung können die jeweiligen vorgegebenen Schrittweiten der Regleroptimierung auch abweichen. Des Weiteren können die Schrittweiten bei den letzten Optimierungsschritten auch noch feinstufiger gewählt werden.

5.4 Optimierungsablauf

Handlungsanweisung

In den folgenden Abbildungen ist der Optimierungsprozess des Drehzahlreglers, für den **4,0 kW Asynchronmotor** der Effizienzklasse **IE2**, anhand einzelner Scope-Aufnahmen beispielhaft dargestellt.

Legende	Sollfreq. n. Freq.-rampe ~P718[02]	Drehzahl Drehgeber ~P735
	Magnetisierungsstrom ~P721	Momentenstrom ~P720
Schritt	1. „P“ Scope-Aufnahme	2. „P“ Scope-Aufnahme
Parameter Einstellungen	P310 = 50 % P311 = 5 % / ms	P310 = 100 % P311 = 5 % / ms
Schritt	7. „P“ Scope-Aufnahme	8. „P“ Scope-Aufnahme
Parameter Einstellungen	P310 = 350 % P311 = 5 % / ms	P310 = 400 % P311 = 5 % / ms
Schritt	9. „P“ Scope-Aufnahme	16. „P“ Scope-Aufnahme
Parameter Einstellungen	P310 = 450 % P311 = 5 % / ms	P310 = 800 % P311 = 5 % / ms

Abbildung 38: Kurvenverlauf P-Anteil des Drehzahlreglers

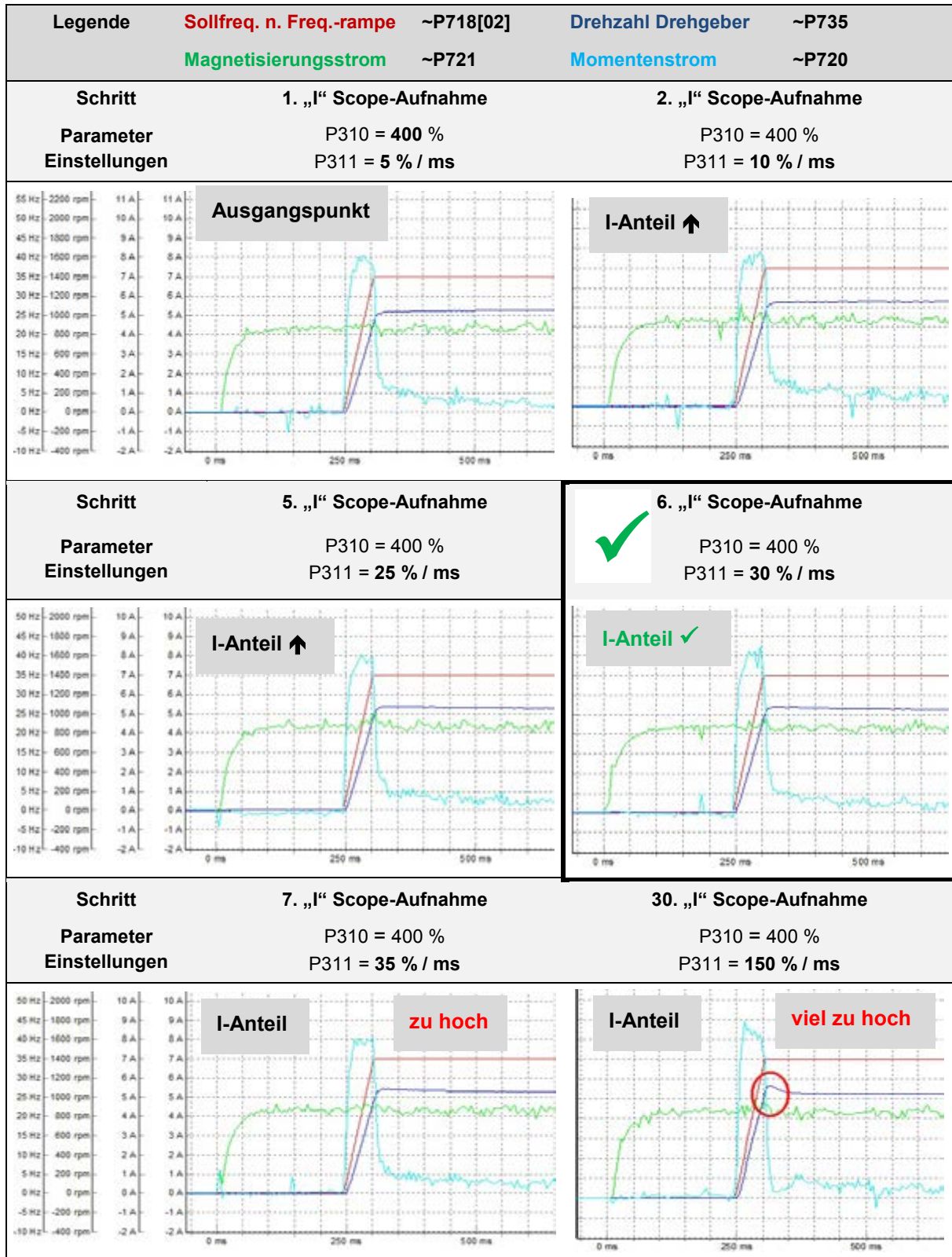


Abbildung 39: Kurvenverlauf I-Anteil des Drehzahlreglers

6 Lageregelung

Schritt 6

Information

Der Lageregler kann in Verbindung mit einem **Drehgeber** als ein hochgenauer Positionierantrieb genutzt werden. Für die Drehzahlrückführung werden in der Regel unterschiedliche **Drehgebersysteme** wie z. B. **Inkrementaldrehgeber (IG)** oder auch **Absolutwertdrehgeber (AG)** eingesetzt, die als Messwertaufnehmer die Drehbewegung und Lageangaben (Position) in elektrische Signale wandeln.

Die Auswahl des zu verwendenden Drehgebersystems hängt von den Anwendungsanforderungen der Applikation ab. Dazu gehören u. a. die folgenden Eigenschaften wie z. B.:


- Geberart: Absolutwert- oder Inkrementaldrehgeber
- Gebertyp (TTL, HTL, Kombi, Single-, Multiturn) / Auflösung
- Applikationstyp (Winkelmessung, Lineare Wegmessung)
- Anschlusstechnik, Schnittstellen-Treiber, Feldbussystem, mit Kabel oder steckbar
- Bau- und Montageart (Flansch, Welle, Hohlwelle, Drehmomentenstütze usw.)
- Elektronischen Features (Spannungsversorgung, Ausgangstreiber usw.)
- Umgebungsbedingung (Schutzart, Temperatur, ATEX usw.)

Information

Drehgeberauswahl

Für die dezentralen **SK 2xxE** Frequenzumrichter können **HTL-Inkrementaldrehgeber (IG)** sowie **CANopen Absolutwertdrehgeber (AG)** verwendet werden. Bei den Schaltschrank \geq **SK 530E** Frequenzumrichtern können **TTL-Inkrementaldrehgeber** und **CANopen Absolutwertdrehgeber** verwendet werden.

Bei der Performancestufe \geq **SK 540E** können des Weiteren **SIN/COS-Geber** und auch weitere **Absolutwertdrehgebertypen** wie z. B. **Hiperface-**, **Endat-**, **SSI-** und **BiSS-Geber** an dessen **Universal Geber-Interface**, Klemmenblock X14 angeschlossen werden.

Detaillierte Informationen zu den jeweiligen Gebertypen sind dem jeweiligen Zusatz-Handbuch **POSICON Positioniersteuerung** zu entnehmen, siehe  BU 0210 oder BU 0510 10.1 "Handbücher".

Folgende Merkmale und integrierte Frequenzumrichter-Funktionalitäten stehen für eine Lageregelung zur Verfügung:

- programmierbare Positionsspeicher
 - SK 2x5E sind es **63** absolute Positionen
 - SK 53xE sind es **63** absolute Positionen
 - SK 54xE sind es **252** absolute Positionen
- Positionen werden auch bei „starken“ Lastschwankungen gehalten
- zeitoptimale und sichere Fahrt bis zum Ziel, durch die Wegrechnungs-Funktionalität
- neben dem Anfahren von absoluten Positionen können auch bis zu 4 Schrittweiten (sogenannte Lageinkremente) im Frequenzumrichter hinterlegt werden
- Positionen können auch in einer Steuerung hinterlegt und über eine entsprechende Feldbusschnittstelle (z. B. CANopen) vorgegeben werden
- mittels Feldbusschnittstelle können die Positionen an den Frequenzumrichter übertragen werden

ACHTUNG

Spannungsversorgung

Für Frequenzumrichter-Anwendungen dürfen nur Drehgebertypen mit **10 – 30 V Versorgung** verwendet werden.

Für die Positionierfunktion **POSION** stehen zusätzliche Parameter (P6xx), die für die Lageregelung erforderlich sind, unter der Registerkarte „**Positionierung**“, als eigenständige Menügruppe, dem Anwender zur Verfügung.

Information

Freischaltung POSICON

Die Registerkarte „**Positionierung**“ wird bei den **dezentralen SK 2xxE Frequenzumrichtern** mittels des Parameters **Supervisor-Code P003** {3 = alle Parameter sichtbar} freigeschaltet.

Bei den **Schaltschrank ≥ SK 530E Frequenzumrichtern** ist die Registerkarte „**Positionierung**“ P6xx standardmässig bereits in der **Werkseinstellung** freigeschaltet.

Anwendungshinweise


- Die Positionierfunktion / Konfiguration und das Steuern des Frequenzumrichters sowie die Lagesollwertvorgabe können über
 - **Digitaleingänge**
 - **Bus IO In Bits**
 - **USS - Protokoll** bzw. einem **Feldbussystem** (z. B. PROFIBUS DP, CANopen usw.) erfolgen
- Die Lageistwerterfassung kann mit Inkremental- oder Absolutwertdrehgeber erfolgen
- Umschaltung zwischen **Drehzahlregelung** und **Lageregelung** (Positionierung) mittels **Parametersatzumschaltung**
- **Gleichlauffunktionalität** zwischen **Master-** und **Slave-Antrieben** (einen und auch mehreren) mittels integrierter **Systembus-Schnittstelle**
- **Rundachsen-Funktion (Modulo-Achsen)** für Drehtisch- und ähnliche Anwendungen (diese steuert eine Endlosachse) **wegoptimiert**, je nach angeforderter Position dreht der Antrieb rechts oder links herum.

Die Ansteuerung des Frequenzumrichters wird beispielsweise mittels einer Positionsvorgabe über im Frequenzumrichter hinterlegten Positionen beschrieben. Die Positionsvorgabe und Freigabe des Antriebs wird in diesem Beispiel über die BUS IO In Bits realisiert. Als Drehgebesystem kann ein Inkrementaldrehgeber (IG) oder ein CANopen Kombi Standard-Absolutwertdrehgeber sowie auch weitere Drehgebertypen (nur ≥ SK 540E) verwendet werden.

Um die Lageregelung systematisch einzustellen bzw. zu optimieren wird empfohlen, generell die folgenden **Optimierungsschritte** vorzunehmen:

Information

Applikationshinweis Bremswiderstand

Für die in diesem Leitfaden beschriebene Optimierung der Lageregelung wurde ein externer **Bremswiderstand**, siehe  2.1 "Systemkomponenten" verwendet. Wie Wahl für einen internen oder externen Bremswiderstand beim SK 2xxE ergeben sich aus den **Applikationsanforderungen**.

Überblick Optimierungsablauf

- **Drehgebersystem** auswählen und entsprechend parametrieren
 - **Drehgebersystem Anschluss und Funktionsprüfung**
 - Schnittstelle für **Sollwert-** bzw. **Positionsvorgabe** auswählen und parametrieren
 - Beschleunigungs- und Bremsrampe sprich **Hochlaufzeit P102** und **Bremszeit P103** einstellen
 - **Anwahl / Vorgabe der Soll- bzw. Zielposition**
-
- **P-Anteil** auf einen **kleinen Wert** einstellen und in z. B. **10 % Schritten erhöhen** bis sich ein möglichst **geradliniger** Drehzahlverlauf **Drehzahl Drehgeber =P735** einstellt. Dabei sollte eine Begrenzung durch die Bremsrampe / **Bremszeit P103** ersichtlich und wirksam sein.
 - Wird der **P-Anteil** zu groß eingestellt, ist dieses durch ein **Überschwingungen** der **Drehzahl Drehgeber =P735** in der **Istposition** beim Bremsen ersichtlich. Des Weiteren kommt es zu einem **Überschwingen** des **Momentenstroms ~P720** in diesem Bereich. In diesem Fall muss der **P-Anteil** wieder reduziert werden.

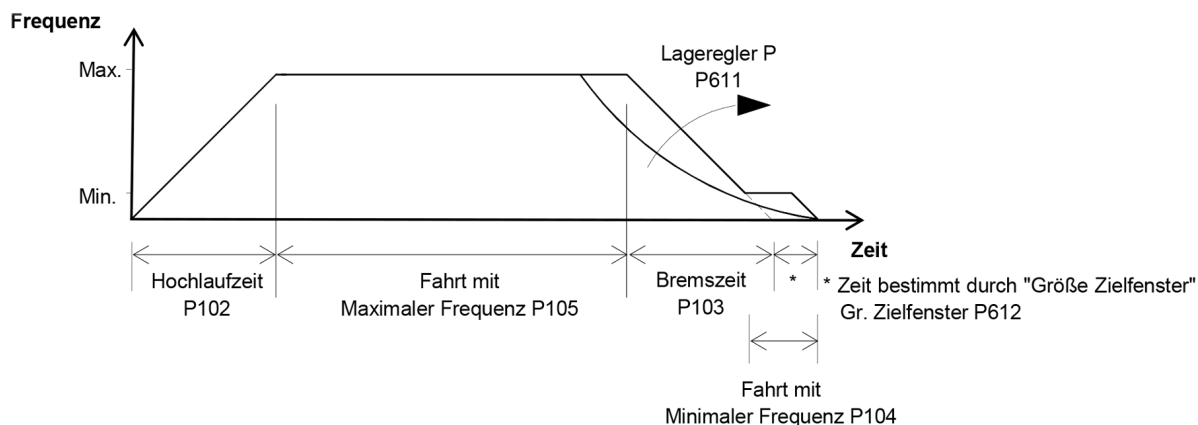





Abbildung 40: Fahrprofil Lageregelung

Detaillierte Informationen zu dem Fahrprofil bzw. einzustellenden Parametern, sind dem jeweiligen Zusatz-Handbuch **POSICON Positioniersteuerung** zu entnehmen (BU 0210 oder BU 0510 siehe  10.1 "Handbücher"). Des Weiteren sind die relevanten Parameter in den Kapiteln  6.4 "Lageregler" und 6.4.3 "Positionierung" beschrieben.



Ziel ist es, einen möglichst optimalen Kurvenverlauf des Fahrprofils mit der „richtigen“ Einstellung des P- Anteils zu erlangen. Dabei sollte die Drehzahl Drehgebers =P735 der Bremsrampe folgen und kein Überfahren der Sollposition erfolgen.

Im Kapitel  6.5 "Optimierungsablauf" ist die praktische Umsetzung zur Optimierung eines Lagereglers beschrieben.

6.1 Weitere Einstellungen

Handlungsanweisung

Für die Optimierung des Lagereglers sind vorab die folgenden Parameter einzustellen. Einige der Einstellungen sind hier aufgeführt, um die Ansteuerung, Positionsvorgabe und -anwahl beispielsweise mittels der Bus IO In Bits bzw. USS Schnittstelle darzustellen. Dieses kann aber je Anwendungsfall auch abweichen.

Information

Applikationshinweis

Die Rampenzeiten für die **Hochlaufzeit P102**, die **Bremszeit P103** sowie die **Sollwertvorgabe** (Drehzahlanforderung) ergeben sich aus den **Applikationsanforderungen**. Für die Nutzung der Funktion **Schleichfahrt** am Ende des Positioniervorgangs, ist die Minimale Frequenz P104 mit zu berücksichtigen. Diese wird während der Schleichfahrt genutzt.

Die einzustellenden Rampenzeiten sind unter der Registerkarte „**Basisparameter**“ in den Parametern **Hochlaufzeit P102** und **Bremszeit P103** einzustellen.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung
			bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
BASISPARAMETER			
P102 (P)	Hochlaufzeit [s]	2,0	☞ 2,0 → 0,3 *
P103 (P)	Bremszeit [s]	2,0	☞ 2,0 → 0,3 *
P104 (P)	Minimale Frequenz [Hz]	0,0	☞ 0,0 → ... **
STEUERKLEMMEN			
P480 [-11]	Funkt. Bus I/O In Bits <i>Bit 8 Bus Steuerwort</i>	0	☞ 0 → 55 (Bit 0 Lage(inkrementent)array)
ZUSATZPARAMETER			
P509	Quelle Steuerwort	0	☞ 0 → 2 (USS)
P510 [-01]	Quelle Sollwerte <i>Quelle Hauptsollwert</i>	0 (Auto)	☞ 0 (belassen) ***
P510 [-02]	Quelle Sollwerte <i>Quelle Nebensollwert</i>	0 (Auto)	☞ 0 (belassen) ***

* anwendungsspezifisch einzustellen
(Achtung: in diesem Beispiel ohne Last)

** anwendungsspezifisch einzustellen
(Hinweis: nur relevant bei Schleichfahrt / Gr. Zielfenster P612)

*** P510 Quelle Sollwert auf Werkseinstellung (0 = Auto) belassen

Information

Sollwert- und Positionsvorgaben

Die **Sollwertvorgabe** und die Einstellung der **Lageregelung P600** sollte dem **Auslegungsbereichs** (50 Hz / 87 Hz / 100 Hz – Kennlinien) **entsprechen**.

Zum Optimieren des Lagereglers sollten die Sollpositionen entsprechend der **Applikationsanforderung** gewählt werden!

Bei der in diesem Leitfaden beschriebenen SK 200E Frequenzumrichter (4 kW) / Motorpaarung (4,0 kW) und der Versorgungsspannung von 400 V (50 Hz) wird für die Lageregelung die Funktion {2 = Lin. Rampe (Sollfreq)} eingestellt und eine **Sollwertvorgabe** von z. B. **45 %** gewählt.

Die Optimierung der Lageregelung sollten mit Hilfe der NORD CON Oszilloskop Funktion vorgenommen werden.




Vor dem Starten der Scope-Aufzeichnung und Freigabe des Antriebes wird der **Sollwert** auf einen Wert von 45 % gesetzt. D. h. in diesem Beispiel (Frequenzumrichter (4 kW) / Motorpaarung (4,0 kW) wird die Sollfrequenz von **22,5 Hz** vorgegeben.

Zu beachten ist, dass als **erste** Positions Vorgabe die **Sollposition „0“** genutzt wird. Daraus ergibt sich im folgendem, dass als **zweite Sollposition „10“**, im Parameter **Position P613**, nur das Array **[-01]** zu parametrieren ist!

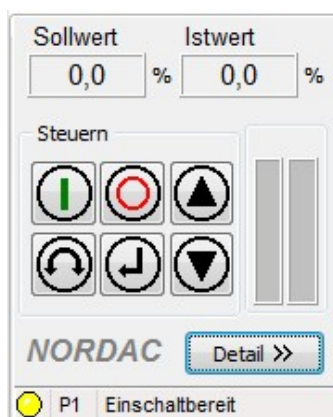
6.2 NORD CON

Information & Handlungsanweisung

Weitere Informationen zu den Einstellungen sind dem Kapitel  4.2 "NORD CON" und folgenden zu entnehmen.

6.2.1 Steuern

Folgende Einstellungen müssen zur Lageregloptimierung, vor dem Starten der Scope-Aufnahmen, im **Steuern Fenster** vorgenommen werden.



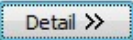
Durch Betätigung des Buttons  in der „Standard“ Ansicht wechselt das Steuern Fenster in die „Detail“ Ansicht.

Abbildung 41: Standard Steuern Ansicht

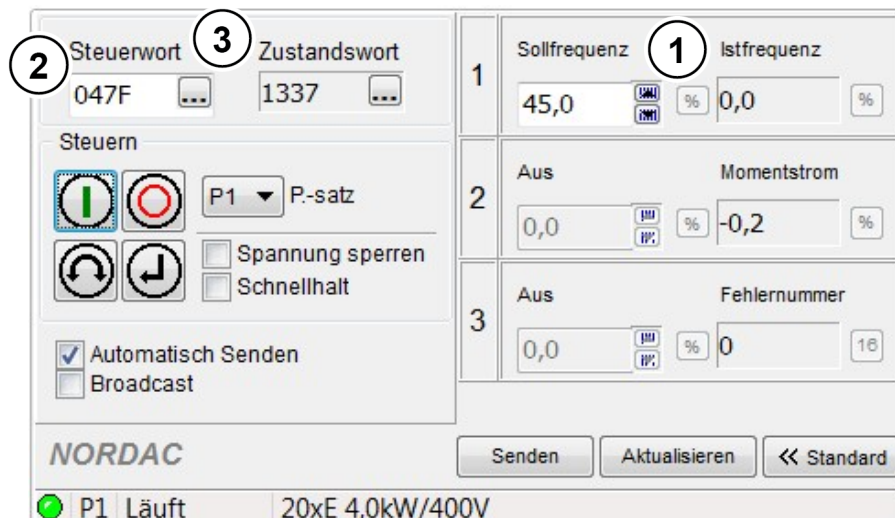


Abbildung 42: Steuern Lageregelung, Sollwert und Freigabe

- 1 Sollwert auf z. B. 45 %, d. h. Sollfrequenz auf 22,5 Hz einstellen, Wert + bzw. Wert – Button nutzen oder die 45 % direkt eintragen
- 2 im Steuerwort den Wert 047F für die *Position 0* eintragen oder den Start Button betätigen bzw. den Wert 057F für die *Position 1* eintragen
- 3 Alternativ kann eine weitere “Detaillierte Steuerung“ Ansicht geöffnet genutzt werden, in der die einzelnen Steuerbits direkt gesetzt werden.
- 4 Bit 3 ✓ setzen = *Betrieb freigeben*
- 5 Bit 8 ✓ setzen = *Position 1* vorgeben und dann erst Bit 3 ✓ setzen = *Betrieb freigeben*

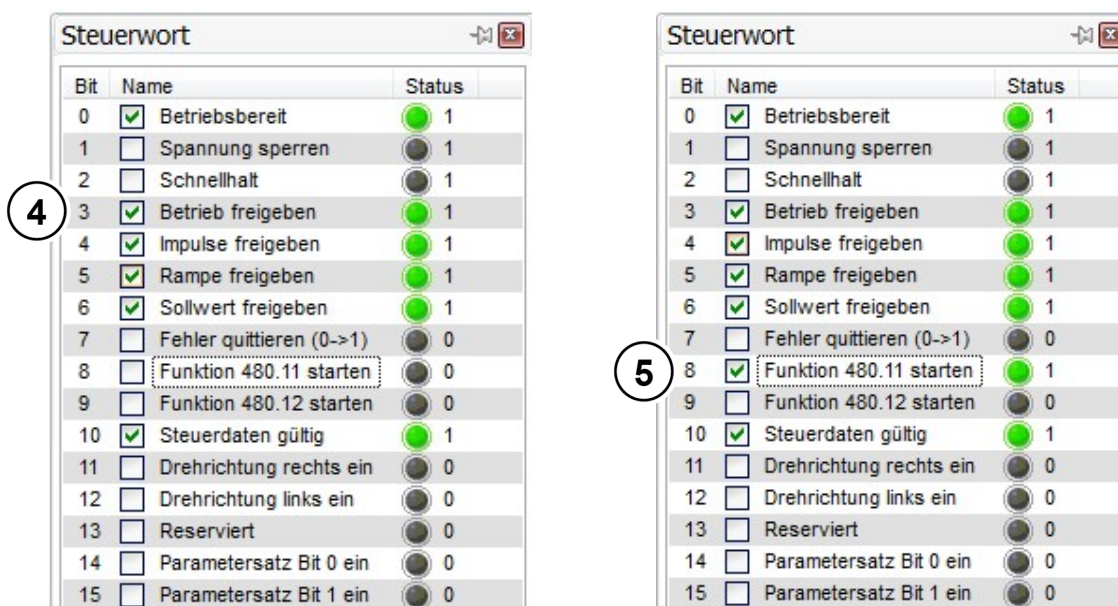
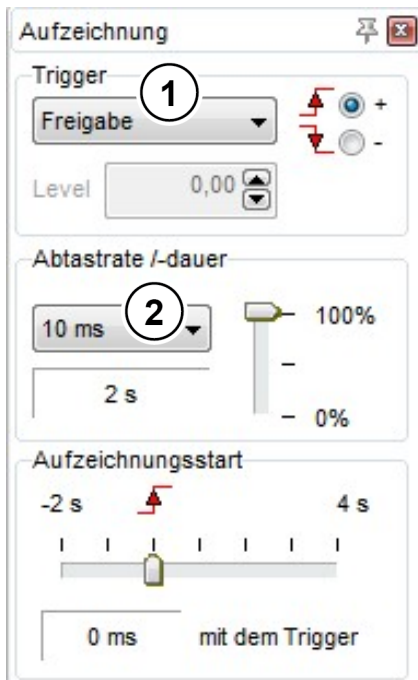


Abbildung 43: Steuern Lageregelung, Steuerbits links Sollposition 0, rechts Sollposition 1

6.2.2 Oszilloskop

Folgende Einstellungen sollten, vor dem Starten der Scope-Aufnahmen, unter den beiden Registern **Aufzeichnung** bzw. **Kanaleinstellung** für die NORD CON **Oszilloskop Funktion** vorgenommen werden. Die Einstellungen und die grafische Darstellung in den Abbildungen können je nach Frequenzumrichterart, Versions- und Softwarestand abweichen.



① Trigger auf Freigabe setzen

② Abtastrate auf 10 ms einstellen

→ Abtastdauer von 2 s

→ Abtastrate in Abhängigkeit der eingestellten Hochlaufzeit

Hinweis

Die Abtastrate sollte so gewählt werden, dass die Scope-Aufnahmen den Abbildungen im Kapitel [6.5](#) "Optimierungsablauf" entsprechen!

Abbildung 44: Oszilloskop Einstellungen für Trigger und Abtastrate / -dauer

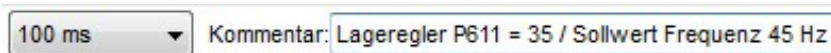


Abbildung 45: Einstellung der Auflösung für die Zeitachse, Kommentarbeispiel

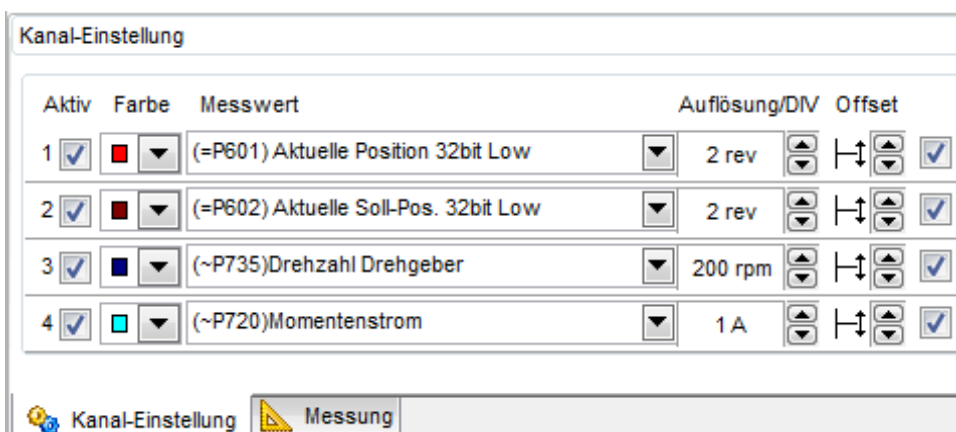


Abbildung 46: Oszilloskop Kanal-Einstellungen der vier Messwerte



3 Start Button betätigen

Hinweis

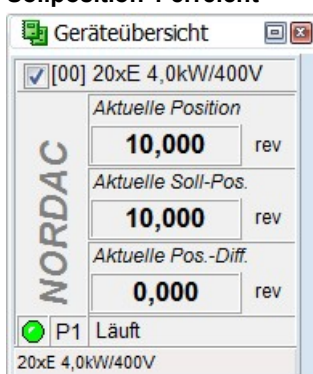
Initialisierungsphase berücksichtigen, siehe Abbildungen im Kapitel [6.2.3](#)
Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. "Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden."

Abbildung 47: Scope-Aufnahme starten

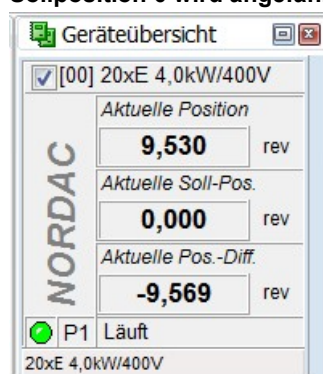
6.2.3 Geräteübersicht

Mittels der folgenden Einstellungen der drei Anzeigemöglichkeiten in der **NORD CON Geräteübersicht Funktion**, kann der Positionierungsverlauf beobachtet werden.

Sollposition 1 erreicht



Sollposition 0 wird angefahren



1
2
3

Abbildung 48: Geräteübersicht Lageregelung, Anzeigeeinstellungen

- 1 Anzeige 1 auf *Aktuelle Position* einstellen
- 2 Anzeige 2 auf *Aktuelle Soll-Pos.* einstellen
- 3 Anzeige 3 auf *Aktuelle Pos.-Diff.* Einstellen

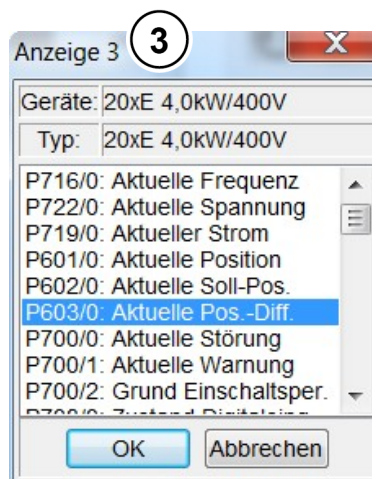
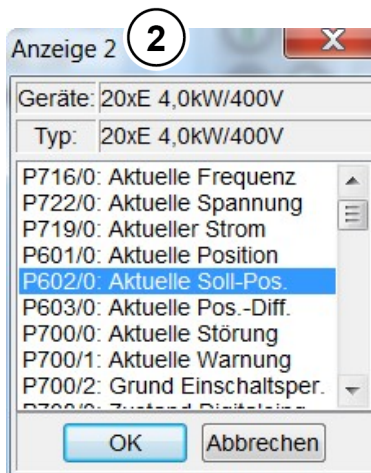
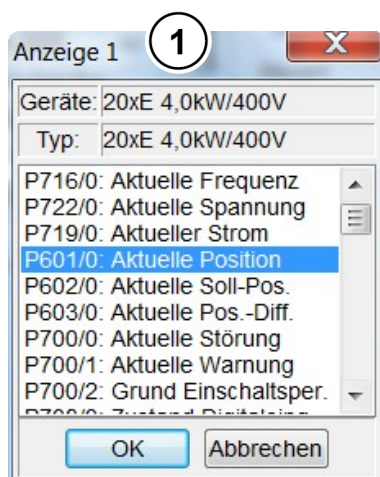


Abbildung 49: Geräteübersicht Lageregelung, Auswahl Anzeige

6.3 Funktionsprüfung Drehgeber (IG/AG)

Information & Handlungsanweisung

Bei **Inkremental-** und **Absolutwertdrehgebern**, wie z. B. eines **CANopen Kombi Standard-Absolutwertdrehgebers** (AG) mit **integrierter Inkremental-Signalspur** (IG) sollte die Funktion bzw. Drehrichtungserfassung kontrolliert werden.

Weitere Informationen zur Funktionsprüfung des Inkrementaldrehgebers an den jeweiligen Frequenzrichter sind im Kapitel [3.5.3 "Funktionsprüfung Drehgeber \(IG\)"](#) beschrieben.

Des Weiteren empfiehlt sich bei der Inbetriebnahme des CANopen Absolutwertdrehgebers bzw. einer Funktionsprüfung der Lageregelung die Einhaltung einer bestimmten Reihenfolge zu beachten. Näheres siehe [3.6.4 "Funktionsprüfung CANopen Drehgeber \(AG\)"](#).

6.4 Lageregler

Information & Handlungsanweisung

Beim Lageregler ist der **P-Anteil** bei den jeweiligen Optimierungsschritten zu verändern.

Die Optimierung des Lagereglers kann für den **1. Optimierungsschritt** mit der Standard-Einstellung für den **P-Anteil** (P611) gestartet werden.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung
			bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
POSITIONIERUNG			
P611	Lageregler P [%]	5	↺ 5 (Standard belassen)

Die jeweiligen Änderungen der Positionierungsparameter sind mittels der **NORD CON Oszilloskop Funktion** (siehe [4.2 "NORD CON"](#)) zu prüfen.

Zusätzlich sind je nach Anwendung weitere Parameter wie z. B die Positionen, die Rampenkriterien, das Wegmeßsystem usw. einzustellen.

ACHTUNG

Lageregelung



Bei einer abweichenden Einstellung der Lageregelung P600 von der Funktion {0 = Aus}, muss zwingend unter der Registerkarte „Basisparameter“ in den Parametern **Rampenverrundungen P106** die Werkseinstellungen {0 = Spannung sperren} und beim **Ausschaltmodus P108** die Funktion {1 = Rampe} parametrieren sein.

Dieses sollte vor der Einstellung bzw. Parametrierung der Lageregelung immer beachtet werden. Es stehen für die Positionierung vier verschiedene Varianten (Funktionen) für die Lageregelung P600 zur Verfügung.

Für die Positionserfassung der Lageregelung müssen u. a. für einen Kombi Standard-Absolutwertdrehgeber mit einer CANopen Schnittstelle (siehe [2.6 "Auswahl Absolutwertdrehgeber \(AG\)"](#)) einige weitere Parameter unter der Registerkarte „**Positionierung**“ eingestellt werden.

6.4.1 Parametrierung Wegmeßsystem

Für die Auswahl des Wegmeßsystem bzw. der Positionsermittlung mittels Drehgeberrückführung (**CFC Closed-Loop** Betrieb) müssen unter der Registerkarte „**Positionierung**“ einige Parameter entsprechend des eingesetzten Drehgebersystems gesetzt werden.

Detaillierte Informationen sind dem jeweiligen Handbuch der Frequenzumrichter, siehe  10.1 "Handbücher" bzw.  3.6.1 "Parametrierung CANopen Drehgeber (AG)" zu entnehmen.

6.4.2 Lageregelung aktivieren

Für die Aktivierung der Lageregelung bzw. der Positionsermittlung mittels Drehgeberrückführung (**CFC Closed-Loop** Betrieb) muss unter der Registerkarte „**Positionierung**“ der Parameter **Lageregelung P600** auf die Funktion {**2 = Lin. Rampe (Sollfreq.)**} gesetzt werden.





VORSICHT

Aktivierung Lageregelung












Diese Einstellung sollte jedoch erst nach erfolgter Drehrichtungsprüfung des Drehgebers vorgenommen werden.

Ansonsten kann es zu einem unerwarteten Bewegungsablauf (verkehrte Drehrichtung) kommen. In deren Folge sind sowohl Materialschäden als auch Verletzungen an Personen möglich.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
POSITIONIERUNG			
P600	(P) Lageregelung	0 (Aus)	 0 → 2 (Lin. Rampe (Sollfreq.)) *
* anwendungsspezifisch einzustellen, Achtung: siehe  Hinweis Lageregelung 6.4 "Lageregler"			

6.4.3 Positionierung

Für die Positionierung bzw. Lageregelung stehen weitere Parameter unter der Registerkarte „**Positionierung**“ zur Verfügung, die anwendungsspezifisch vom Anwender einzustellen sind.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
POSITIONIERUNG			
P600	(P) Lageregelung	0 (Aus)	 → siehe  6.4.2 "Lageregelung aktivieren"
P601	Aktuelle Position [rev]	---	
P602	Aktuelle Soll-Pos. [rev]	---	
P603	Aktuelle Pos.-Diff. [rev]	---	
P604	Wegmeßsystem	0	 → siehe  3.6.1 "Parametrierung CANopen Drehgeber (AG)"
P605	[-01] Absolutwertgeber (Multi)	10	 → siehe  3.6.1 "Parametrierung CANopen Drehgeber (AG)"
P605	[-02] Absolutwertgeber (Single)	10	 → siehe  3.6.1 "Parametrierung CANopen Drehgeber (AG)"
P607	[-01] Übersetzung (Inkrement)	1	
P607	[-02] Übersetzung (Absolut)	1	

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung
			bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
P607 [-03]	Übersetzung (Soll-Ist)	1	
P608 [-01]	Untersetzung (Inkrement)	1	
P608 [-02]	Untersetzung (Absolut)	1	
P608 [-03]	Untersetzung (Soll-Ist)	1	
P609 [-01]	Offset Position (Inkr) [rev]	0	
P609 [-02]	Offset Position (Abs) [rev]	0	
P610	Sollwert-Modus	0	0 (Positions Array)
P611	Lageregeler P [%]	5	
P612	Gr. Zielfenster [rev]	0	*
P613 [-01]	Position 1 [rev]	0	👉 0 → 10 **
P613 [-02]	Position 2 [rev]	0	
P613 [-03] - [-62]	Position 3 bis 62 [rev]	0	
P613 [-63]	Position 63 [rev]	0	
P625	Hysterese Ausgang [rev]	1	
P626	Vergleichslage Ausg. [rev]	0	
P630	Schleppfehler Pos. [rev]	0	
P631	Schleppfehler Abs/Ink [rev]	0	
P640	Einheit Pos. Wert	0	

* anwendungsspezifisch einzustellen, auch als Schleichfahrt bekannt
Achtung: sollte bei großen Schwungmassen und „Losen“ im Getriebe verwendet werden

** anwendungsspezifisch einzustellen, Achtung: siehe Hinweis 📖
Lageregelung 6.4 "Lageregler"

In der folgenden Abbildung ist ein Kurvenverlauf eines **optimal** eingestellten Lagereglers als Zielsetzung abgebildet.

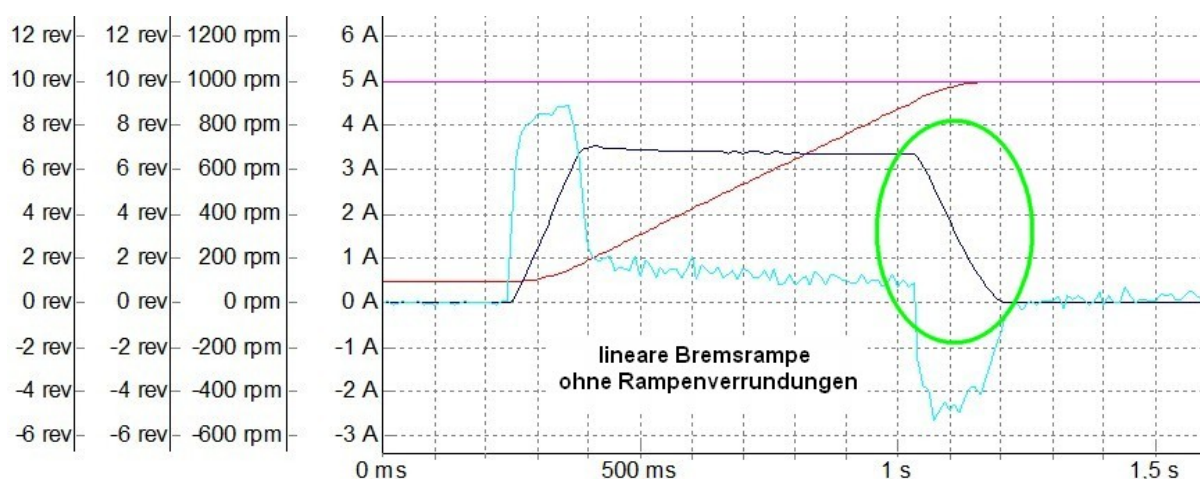


Abbildung 50: Beispiel optimierter Kurvenverlauf des Lagereglers

Zu sehen ist ein nahezu **schwingungsfreier Verlauf** des **Momentenstroms ~P720** beim Erreichen der Sollposition sowie ein linearer Verlauf der **Drehzahl Drehgeber =P735** ohne Rampenverrundung im Bremsverlauf.

Die folgende Abbildungen zeigen den Kurvenverlauf bei einem „zu klein“ und einem „zu hoch“ eingestellten **P-Anteil** des Lagereglers. Der zu klein eingestellte Wert des **Lagereglers P P611** führt zu einer **Rampenverrundung** der **Drehzahl Drehgeber =P735** beim Erreichen der Sollposition. Der zu hoch eingestellte Wert führt wiederum zu einem **Überschwingen** der **Drehzahl Drehgeber =P735** sowie ein ersichtliches **Schwingen** des **Momentenstroms ~P720** beim Erreichen der Sollposition.

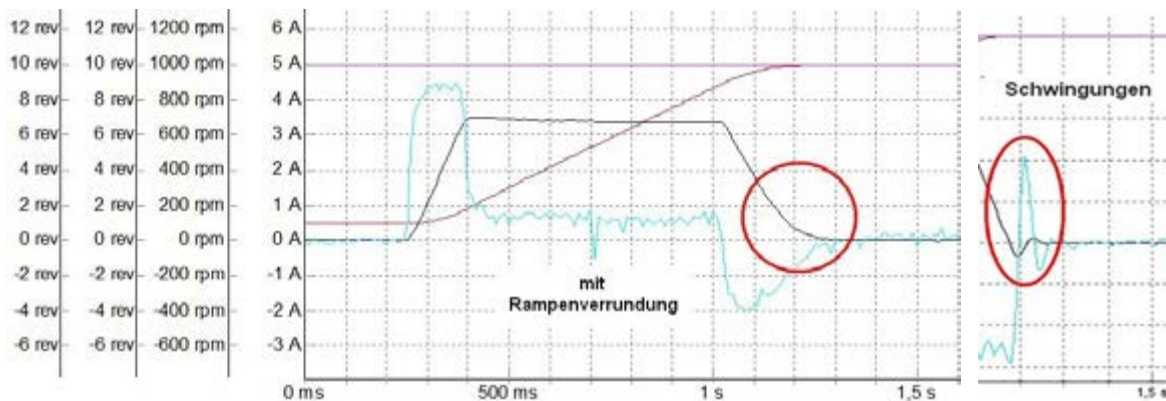


Abbildung 51: Beispiel mit zu klein (links) und zu hohem (rechts) P-Anteil des Lagereglers

Die nächsten Optimierungsschritte und Scope-Aufnahmen sollten wie folgt ausgeführt werden:

i Information

Scope-Aufzeichnung

Kommt man in den Bereich, in dem Veränderungen des Kurvenverlaufes nicht mehr direkt ersichtlich sind, ist es hilfreich, sich aufgenommene Oszilloskop Aufzeichnungen abzuspeichern. Mittels der Möglichkeit sich **mehrere Aufzeichnungen gleichzeitig anzuzeigen** ist ein **direkter Vergleich** zur vorherigen Einstellung gegeben.


6.4.4 P-Anteil Lageregler

Den Parameter für den **P-Anteil** solange in **10 % Schritten** erhöhen, bis möglichst der **Drehzahl Drehgeber =P735** einen linearen Verlauf hat und dabei der Bremsrampe folgt. Des Weiteren dürfen keine Rampenverrundungen beim Bremsverlauf des **Drehzahl Drehgeber =P735** mehr ersichtlich sein.



Die richtige Einstellung des **P-Anteils** des Lagereglers hängt vom **dynamischen Verhalten** des **Gesamtsystems** ab.

Faustformel: Je größer die Massen und kleiner die Reibung des Systems ist, desto stärker ist die Schwingneigung des Systems und umso kleiner ist die maximal mögliche P - Verstärkung.

Der Kurvenverlauf ergibt sich nach der 1. Abbildung (siehe  6.4 "Lageregler").

Die obere Einstellungsgrenze des **Lagereglers P P611** ist erreicht, wenn eine weitere Erhöhung des **P-Anteils** zu keinem besseren Kurvenverlauf mehr führt. Ein „zu hoch“ eingestellter **P-Anteil** führt zu einem Überschwingen der **Drehzahl Drehgeber =P735** beim Erreichen der Sollposition.

Zur Ermittlung des **kritischen Wertes** wird der **P-Anteil** so lange erhöht, bis der Antrieb um die Position schwingt (Position kurz verlassen und wieder anfahren).

Empfohlener Richtwert: P-Anteil anschließend auf den **0,5 bis 0,7 - fachen Wert** einstellen.



Bei **POSITION Anwendungen** mit **unterlagerten Drehzahlregler** (Servo Modus P300 {1 = An (CFC Closed-Loop)}) empfiehlt sich bei Anwendungen mit großen Massen i. d. Regel eine von der Standardeinstellung abweichende Einstellung des Drehzahlreglers.

Als **P-Anteil** des **Drehzahlreglers** sollte im Parameter **Drehzahl Regler P P310** ein Wert von **100 %** bis **150 %** gewählt werden. Als I-Anteil hat sich im Parameter **Drehzahl Regler I P311**, ein Wert zwischen **3 % / ms** und **5 % / ms** bewährt.

6.4.5 Kriterien

Auf die folgenden Kriterien sind bei der Optimierung des Lagereglers zu achten:

Ziel ist es, den Kurvenverlauf des Momentenstroms ~P720 unter Berücksichtigung der Kriterien mit den „richtigen“ Einstellung des P-Anteils zu optimieren:



- Verlauf des **Drehzahl Drehgebers =P735** sollte linear und der Bremsrampe folgen
- kein Überschwingen der **Drehzahl Drehgeber =P735** beim Erreichen der Sollposition
- keine Rampenverrundungen der **Drehzahl Drehgeber =P735** beim Bremsverlauf bzw. in der Bremsrampe
- beim Erreichen der Sollposition sollten keine Schwingungen des **Momentenstroms ~P720** erkennbar sein

Information

Optimierungsschritte

In Abhängigkeit der Applikationsanwendung können die jeweiligen vorgegebenen Schrittweiten der Regleroptimierung auch abweichen. Des Weiteren können die Schrittweiten bei den letzten Optimierungsschritten auch noch feinstufiger gewählt werden.

6.5 Optimierungsablauf

Handlungsanweisung

In den folgenden Abbildungen ist der Optimierungsprozess des Lagereglers, für den **4,0 kW Asynchronmotor** der Effizienzklasse **IE2**, anhand einzelner Scope-Aufnahmen beispielhaft dargestellt.

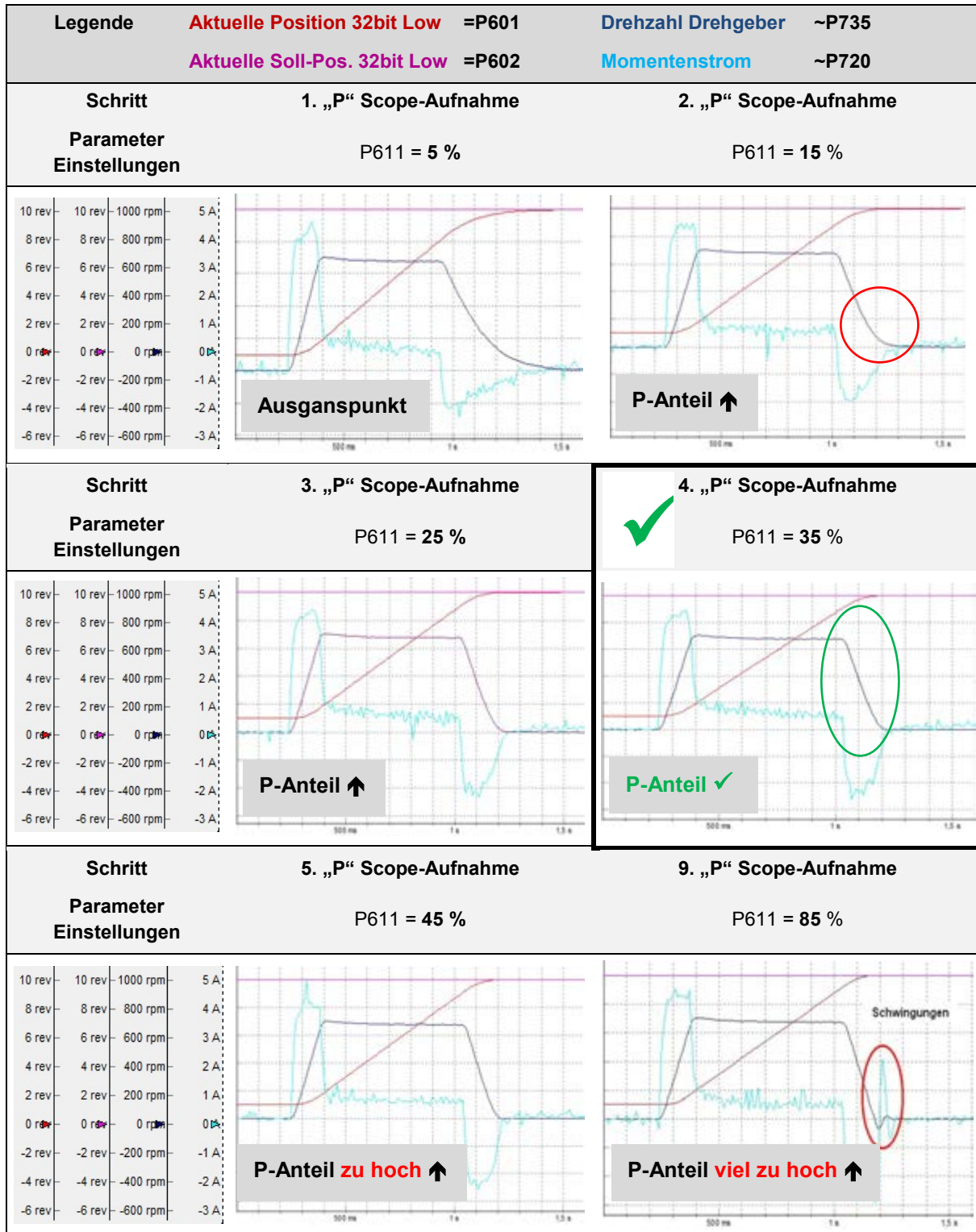



Abbildung 52: Kurvenverlauf P-Anteil des Lagereglers

7 Schlupfkompensierung

Schritt 7

Information

Die **Schlupfkompensation P212** verändert belastungsabhängig die Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters und verbessert damit die Vorsteuerung des ASM-Modells.


Vorab Informationen zur Anpassung der **Schlupfkompensation** sind dem Kapitel  3.3 "Schlupfkompensation anpassen" zu entnehmen.

Die Schlupfkompensation ist abhängig von der Außentemperatur und der Belastung des Antriebes. Deshalb sollte die Einstellung der **Schlupfkompensation P212** immer im **Arbeitspunkt** unter **Betriebstemperatur** und **Nennlastbedingungen** vorgenommen werden.





Hinweis

Die **Optimierung** der **Schlupfkompensation** darf **nicht** im **Feldschwächebereich** vorgenommen werden. Bei Anwendungen mit einem Betrieb im Feldschwächebereich (z. B. ≥ 45 Hz) sollte der Feldschwächeregler immer erst im Anschluss optimiert werden.


Die Schlupfkompensation sollte abschließend gemäß der folgenden Vorgehensweise, erst nach den vorgenommenen Regleroptimierungen (siehe  Kapitel 4 "Stromregelung", 5 "Drehzahlregelung" und 6 "Lageregelung") optimiert werden.

Überblick Optimierungsablauf

- **Schlupfkompensation** auf einen **Ausgangswert** (z. B. 80 %) einstellen und in z. B. **5 % - 20 % Schritten erhöhen** bis der **Momentenstrom ~P720** unter Betriebs- und Lastbedingungen sein **Minimum** erreicht.
- Eine optimale Einstellung der **Schlupfkompensation** ist erreicht, wenn keine Verbesserung der Kurvenverläufe mit Erhöhung des Wertes erreicht werden kann. Es ergibt sich ein Kurvenverlauf nach  **2.** bzw. **3. Abbildung 7.3** "Schlupfkompensation".
- Falls die Erhöhung des Wertes der Schlupfkompensation zu keiner Minimierung des **Momentenstroms ~P720** führt, sollte die Optimierung mit kleineren Einstellwerten (z. B. < 75 %) fortgesetzt werden, bis keine Verbesserung der Kurvenverläufe mit Verringerung des Wertes erreicht werden. Näheres siehe  **2.** bzw. **3. Abbildung 7.3** "Schlupfkompensation".
- Bei der Optimierung ist auch auf den zu wählenden Sollwert entsprechend des Auslegungspunktes bzw. den Lastverhältnissen zu achten!



Ziel ist es, unter Nennlastbedingungen das Minimum des **Momentenstroms ~P720** mit der „richtigen“ Einstellung der **Schlupfkompensation zu erlangen.**

Im Kapitel  7.4 "Optimierungsablauf" ist die praktische Umsetzung zur Optimierung der Schlupfkompensation beschrieben.

7.1 Weitere Einstellungen

Handlungsanweisung

Für die Optimierung der Schlupfkompensation sind alle Parameter der

- jeweiligen Regleroptimierung (siehe  vorige Kapitel) zu optimieren
- alle der applikationsspezifischen Anforderung entsprechenden Parameter


vorab einzustellen.

Information

Applikationshinweis

Alle vorab einzustellenden Parameter sowie die **Sollwertvorgabe** (Drehzahlanforderung) ergeben sich aus den **Applikationsanforderungen**. Bei der Einstellung der **Hochlaufzeit P102** ist darauf zu achten, dass der Frequenzumrichter **nicht** in die Strombegrenzung (Warnung **C004 = Überstrom Strommess.**) kommt.

Bei Anwendungen mit einem Betrieb im **Feldschwächebereich** sollte immer, als **letzter** Regler-Optimierungsschritt, der **Feldschwächeregler**, immer erst im **Anschluss** der **Schlupfkompensierung**, optimiert werden!

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
BASISPARAMETER			
P113 (P)	Tippfrequenz [Hz]	0,0	 0,0 → 40,0


Die Einstellung der Schlupfkompensation sollte anhand der Betrachtung des **Momentenstroms =P720** z. B. mit Hilfe der NORD CON Oszilloskop Funktion vorgenommen werden.



Vor dem Starten der Scope-Aufzeichnung und Freigabe des Antriebes muss der **Sollwert** auf einen Wert der Applikationsanforderung bzw. dem ausgelegten Arbeitspunkt entsprechend gesetzt werden. D. h. in diesem Beispiel (Frequenzumrichter 4,0 kW / Motorpaarung 4,0 kW) muss die Sollfrequenz von z. B. **40 Hz** vorgegeben werden.

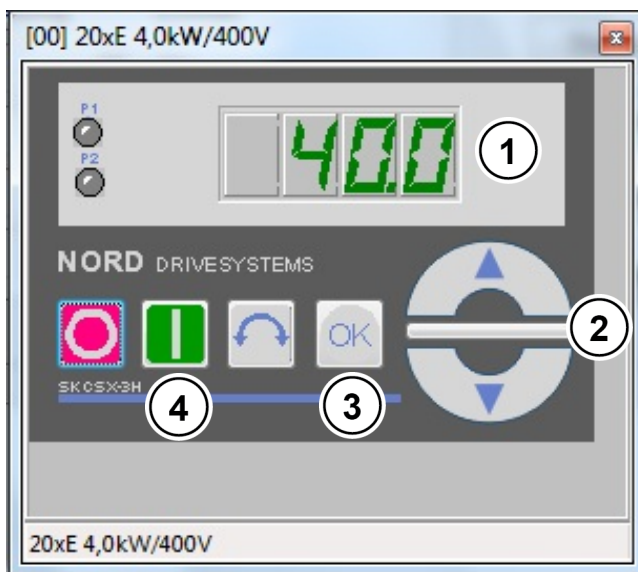
7.2 NORD CON

Information & Handlungsanweisung

Weitere Informationen zu den Einstellungen sind dem Kapitel  4.2 "NORD CON" und folgenden zu entnehmen.

7.2.1 Fernbedienen

Folgende Einstellungen müssen zur Schlupfkompensationsoptimierung, vor dem Starten der Scope-Aufnahmen, im **Fernbedienen Fenster** vorgenommen werden.



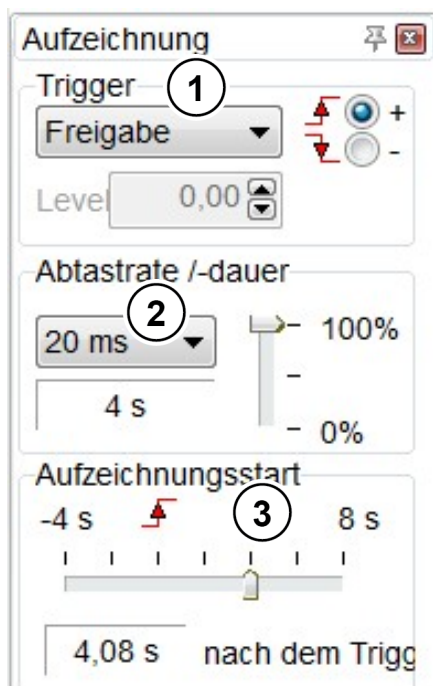
- ① Sollwert auf 80 %, d. h. Sollfrequenz auf 40 Hz einstellen
- ② Wert + bzw. Wert – Button nutzen
- ③ OK Button betätigen, zur Speicherung der Frequenz als Tippfrequenz in P113
- ④ Freigabe Button betätigen

Falls eine Tippfrequenz parametrierung wurde, entfallen die Schritte ① ② und ③.

Abbildung 53: Fernbedienen Schlupfkompensierung, Sollwert und Freigabe

7.2.2 Oszilloskop

Folgende Einstellungen sollten, vor dem Starten der Scope-Aufnahmen, unter den beiden Registern **Aufzeichnung** bzw. **Kanaleinstellung** für die NORD CON **Oszilloskop Funktion** vorgenommen werden. Die Einstellungen und die grafische Darstellung in den Abbildungen können je nach Frequenzumrichterart, Version- und Softwarestand abweichen.



1 Trigger auf Freigabe setzen


2 Abtastrate auf 20 ms einstellen

→ Abtastdauer von 4 s
→ Abtastrate in Abhängigkeit der eingestellten Anwendungsart

Hinweis
Die Abtastrate sollte so gewählt werden, dass die Scope-Aufnahmen den Abbildungen im Kapitel 7.4 "Optimierungsablauf" entsprechen!

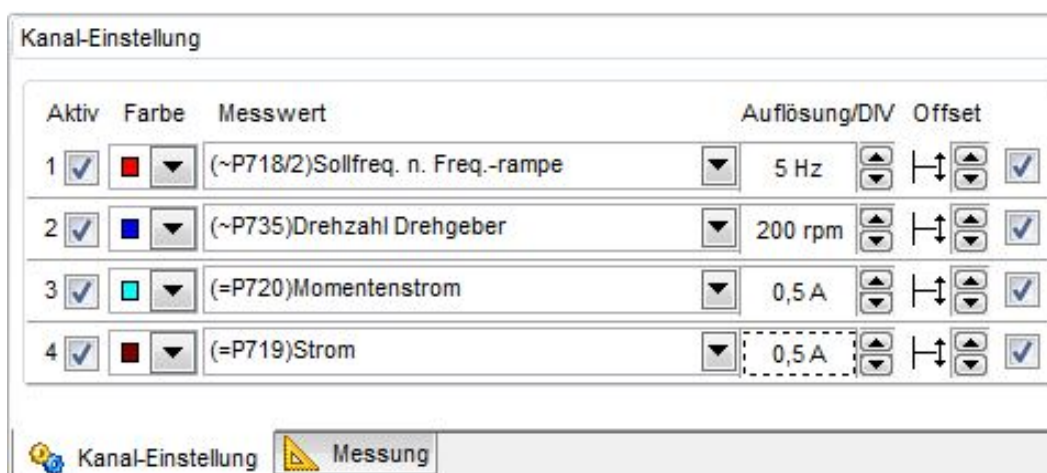
3 Aufzeichnungsstart z. B. auf 4 s nach dem Trigger setzen, d. h. bei Hubwerken nach der und bei Verfahrenwendungen während der Beschleunigungsphase.

Abbildung 54: Oszilloskop Einstellungen für Trigger und Abtastrate / -dauer



50 ms Kommentar: 80 % Lastbetrieb mit Schlupfkompensation P212 = 95 / Sollwert Frequenz 40 Hz

Abbildung 55: Einstellung der Auflösung für die Zeitachse, Kommentarbeispiel



Aktiv	Farbe	Messwert	Auflösung/DIV	Offset
<input checked="" type="checkbox"/>	Red	(~P718/2) Sollfreq. n. Freq.-rampe	5 Hz	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Blue	(~P735) Drehzahl Drehgeber	200 rpm	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Cyan	(=P720) Momentenstrom	0,5 A	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Brown	(=P719) Strom	0,5 A	<input checked="" type="checkbox"/>

Kanal-Einstellung Messung

Abbildung 56: Oszilloskop Kanal-Einstellungen der vier Messwerte

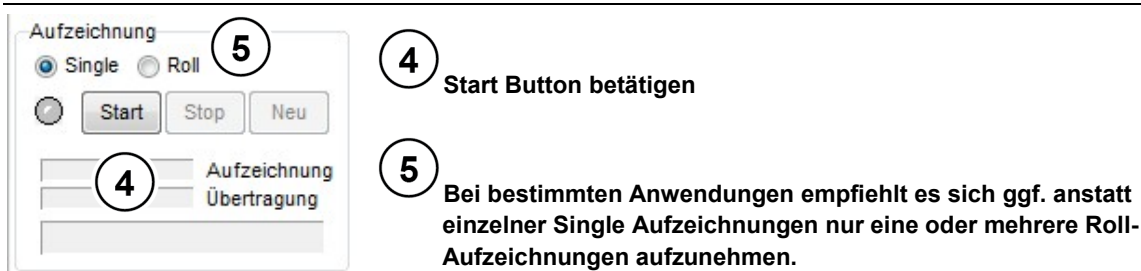


Abbildung 57: Scope-Aufnahme starten

7.2.3 Geräteübersicht

Mittels der folgenden Einstellungen der drei Anzeigemöglichkeiten in der NORD CON **Geräteübersicht Funktion**, kann die Optimierung auch vorgenommen werden.

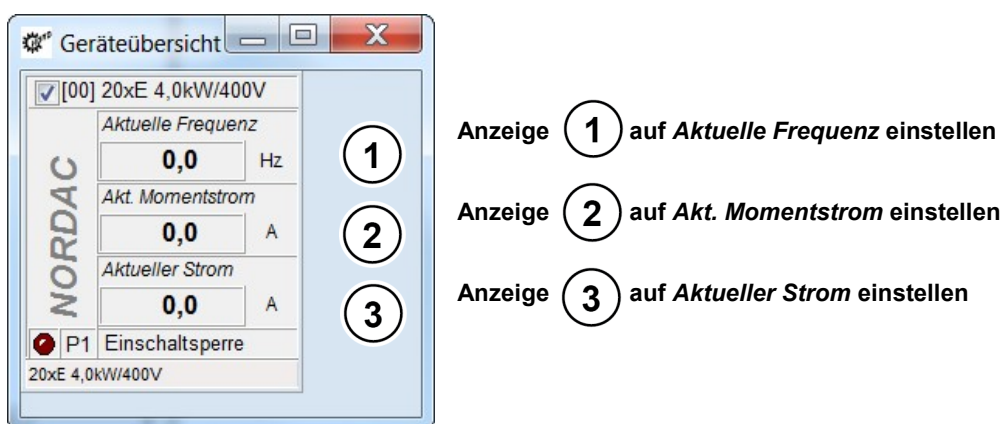


Abbildung 58: Geräteübersicht Schlupfkompensierung, Anzeigeeinstellungen

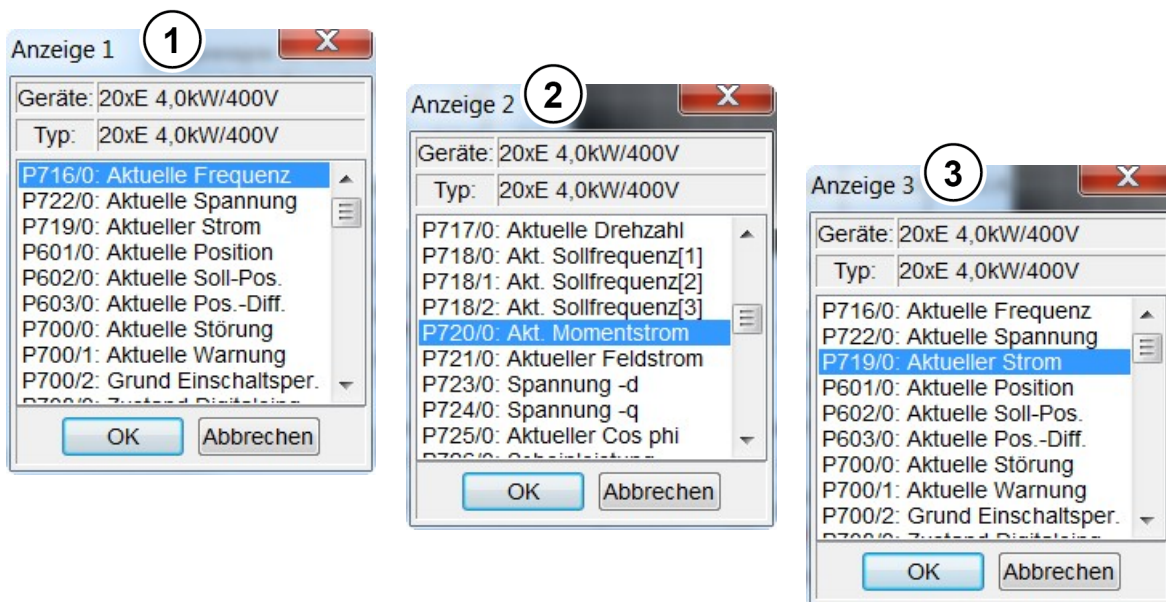


Abbildung 59: Geräteübersicht Schlupfkompensierung, Auswahl Anzeige

7.3 Schlupfkompensation

Information & Handlungsanweisung

Bei der Schlupfkompensierung ist die Schlupfkompensation bei den jeweiligen Optimierungsschritten zu verändern.

Als Voreinstellung für die Optimierung der Schlupfkompensation sollte für den **1. Optimierungsschritt** die **Schlupfkompensation** im Parameter **Schlupfkompensation P212** auf **80 %** gesetzt werden.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung
			bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
MOTORDATEN / KENNLINIENPARAMETER			
P212	(P) Schlupfkompensation [%]	100	👉 80 → optimal

Bei konstanter Belastung muss die **Schlupfkompensation P212** solange optimiert werden, bis der **Momentenstrom ~P720** ein Minimum erreichen.



Eine **nicht optimierte Schlupfkompensation** bewirkt eine **höhere Stromaufnahme** des **Antriebes** bei gleichen Lastverhältnissen. Die **Optimierung** sollte **immer** unter **Nennlastbetrieb** und den ausgelegten **Betriebsbedingungen** (Betriebsart, Betriebstemperatur, Lastverhältnissen usw. beachten) erfolgen!

Die folgende Grafik / Abbildung zeigt das Optimum für die **Schlupfkompensation P212** Einstellung:

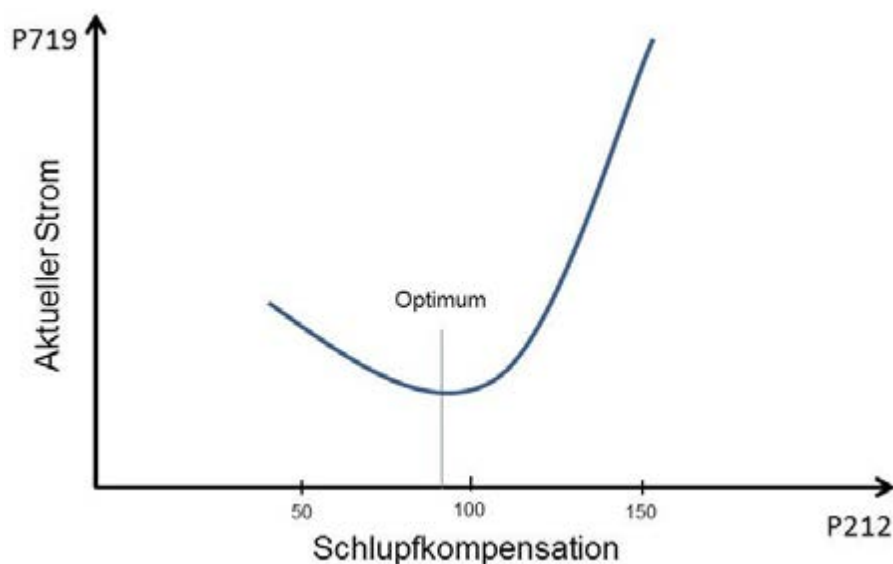


Abbildung 60: Grafik für Optimum Strom / Schlupfkompensation

Die jeweilige Änderung der Schlupfkompensation ist mittels der **NORD CON Oszilloskop Funktion** (📖 4.2 "NORD CON") zu prüfen.

In der folgenden Abbildung ist ein Kurvenverlauf einer **optimal** eingestellten Schlupfkompensation, bei einem **4,0 kW Asynchronmotor** der Effizienzklasse **IE2**, als Zielsetzung abgebildet.

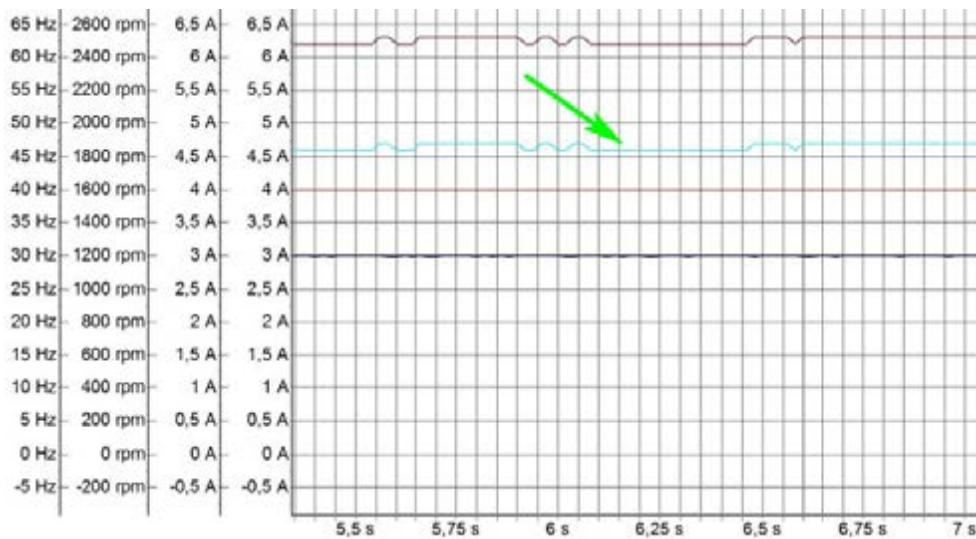


Abbildung 61: Beispiel optimierte Schlupfkompensation

Zu sehen ist der **optimale Verlauf** des **Momentenstroms ~P720** im Arbeitspunkt für eine Hubwerkanwendung unter Nennlastbedingungen.

Die folgenden Abbildungen zeigen den Kurvenverlauf bei einer „zu hoch“ und einer „zu klein“ eingestellten **Schlupfkompensation**. Der „zu hoch“ bzw. auch der „zu klein“ eingestellte Wert der **Schlupfkompensation P212** führt, bei einer Hubwerkanwendung (Lastanhebung), zu einem erhöhten **Momentenstrom ~P720** bzw. einer höheren Motorstromaufnahme.

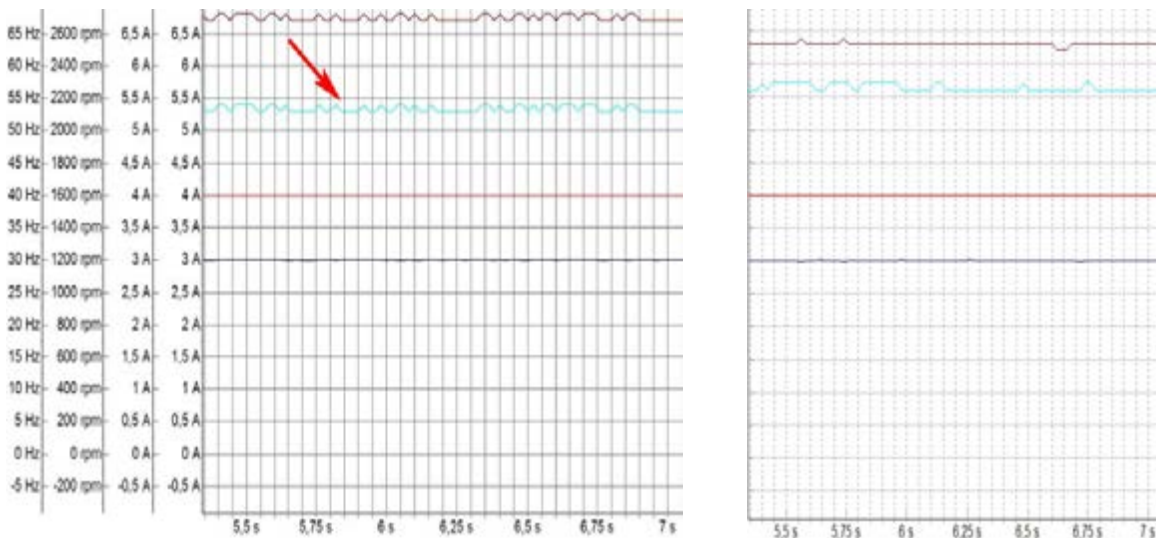


Abbildung 62: Beispiel mit zu hoher (rechts) und zu kleiner (links) Schlupfkompensation

Die nächsten Optimierungsschritte und Scope-Aufnahmen sollten wie folgt ausgeführt werden:


i Information

Scope-Aufzeichnung

Kommt man in den Bereich, in dem Veränderungen des Kurvenverlaufes nicht mehr direkt ersichtlich sind, ist es hilfreich, sich aufgenommene Oszilloskop Aufzeichnungen abzuspeichern. Mittels der Möglichkeit sich **mehrere Aufzeichnungen gleichzeitig anzuzeigen** ist ein **direkter Vergleich** zur vorherigen Einstellung gegeben.

7.3.1 Wert Schlupfkompensation

Den Parameter für die **Schlupfkompensation P212** solange in z. B **5 %**, **10 %** oder **20 % Schritten** erhöhen bzw. verringern, bis möglichst der **Momentenstrom =P720** bei Verfahrenwendungen während bzw. bei Hubwerkanwendungen nach der Beschleunigungsrampe sein **Minimum** erlangt.

Der Kurvenverlauf ergibt sich nach der 1. Abbildung ( 7 "Schlupfkompensierung").

Die optimale Einstellung der **Schlupfkompensation P212** ist erreicht, wenn eine weitere Erhöhung oder Verringerung des **Wertes** zu keinem besseren Kurvenverlauf (im Sinne eines „minimalsten“ Stromverlaufs) mehr führt. Ein „zu klein“ bzw. auch „zu hoch“ eingestellter **Wert** wirkt sich auf den Verlauf des **Momentenstroms =P720** immer **steigernd** aus.

7.3.2 Kriterien

Auf die folgenden Kriterien sind bei der Optimierung der Schlupfkompensation zu achten:

Ziel ist es, unter Nennlastbedingungen das Minimum des Momentenstroms ~P720 unter Berücksichtigung der Kriterien mit den „richtigen“ Einstellung der Schlupfkompensation zu erlangen:



- der Verlauf des **Momentenstroms ~P720** sollte bei Verfahrenwendungen während bzw. bei Hubwerkanwendungen nach der Beschleunigungsrampe unter Nennlast sein **Minimum** erlangen
- der Verlauf des **Magnetisierungsstroms ≈P721** sollte mit analysiert werden und keine Auffälligkeiten aufweisen

i Information

Optimierungsschritte

In Abhängigkeit der Applikationsanwendung können die jeweilige vorgegebene Schrittweite der Schlupfoptimierung auch abweichen. Des Weiteren kann die Schrittweite bei den letzten Optimierungsschritten auch noch feinstufiger gewählt werden.

7.4 Optimierungsablauf

Handlungsanweisung

In den folgenden Abbildungen ist der Optimierungsprozess der Schlupfkompensation für den **4,0 kW Asynchronmotor** der Effizienzklasse **IE2** anhand einzelner Scope-Aufnahmen beispielhaft dargestellt.

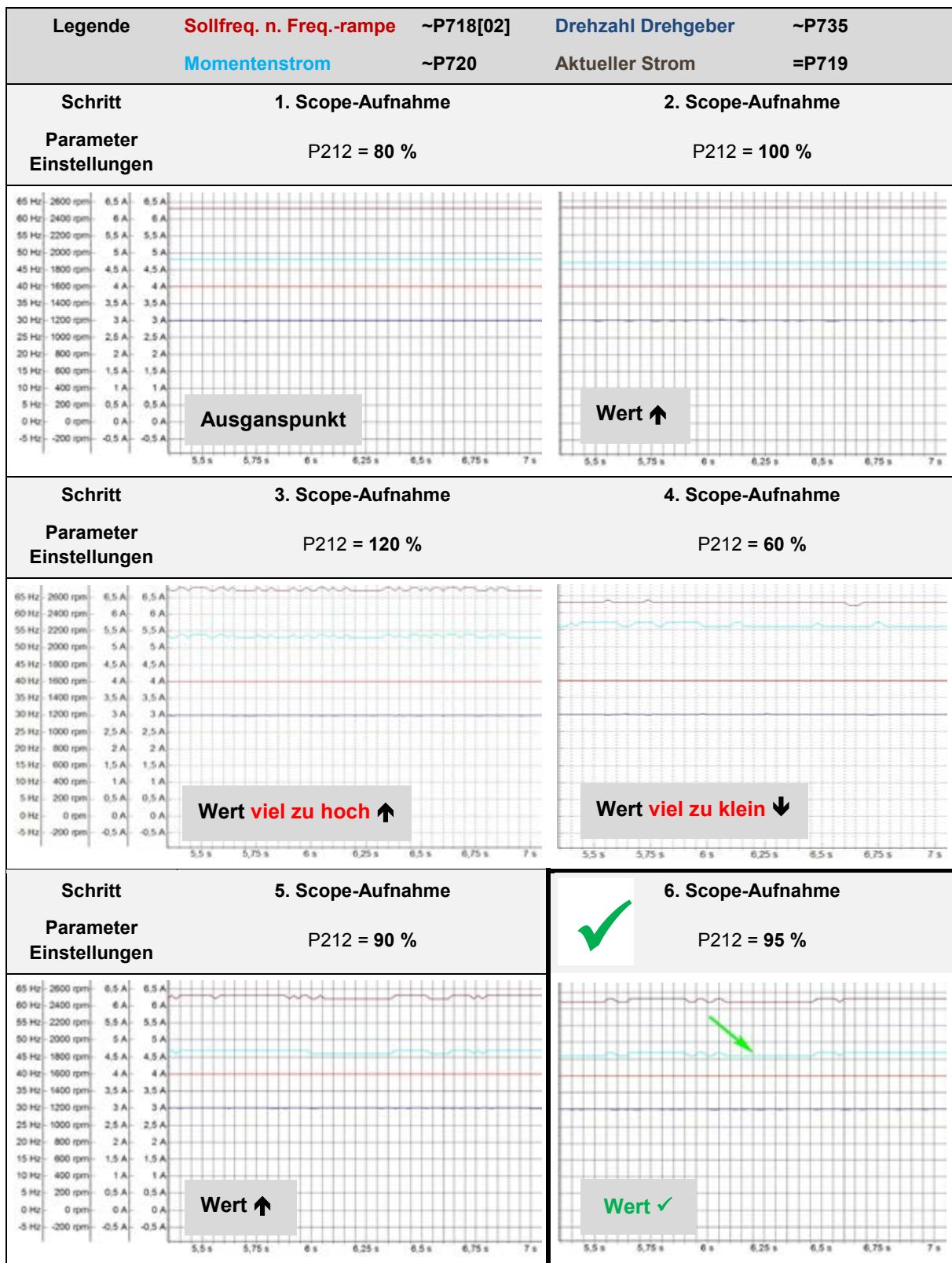


Abbildung 63: Kurvenverlauf Schlupfkompensation

8 Feldschwächerregelung

Schritt 8

Information

Der Feldschwächerregler ist ein **PI - Regler** und setzt sich aus den drei folgenden Parametern zusammen.

- Feldschwächerregler (P318, P319, 320)

Der Parameter **Feldschwächerregler P P318** ist für den **P-Anteil**. Für den **I-Anteil** ist der Parameter **Feldschwächerregler I P319** zu nutzen. Des Weiteren vervollständigt der „Grenz- Parameter“ **Feldschwächer Grenze P320** den Feldschwächerregler. Dieser Parameter dient zur Festlegung des Drehzahl / Spannung Bereiches, ab dem der Regler das Feld schwächt.

Information

Feldschwächebereich

Der **Feldschwächebereich** hängt von mehreren Faktoren ab. Dazu gehören u. a. die:

- Netzspannung
- Motor (Typ und Leistung)
- Frequenzumrichter (Typ und BG)
- Last

Bei der in diesem Leitfaden beschriebenen SK 200E Frequenzumrichter / Motorpaarung (4,0 kW) und der Versorgungsspannung von 400 V (50 Hz) beginnt der **Feldschwächebereich** etwa bei ≥ 45 Hz.

IE4 Motoren sollten **nicht** im **Feldschwächebereich** betrieben werden!

Die Feldschwächung tritt ein, wenn die Ausgangsspannung nicht mehr proportional zur Drehzahl steigen kann. In diesem Fall ist das Maximum der Ausgangsspannung erreicht und die **Spannungskomponenten U_d und U_q** werden begrenzt. Durch die Begrenzung der **Spannungskomponente $U_{sd} \sim P723$** bzw. der Parameter **Spannung -d P723** wird das Feld geschwächt. Der **Feldschwächerregler** hat nur im **Feldschwächebereich** einen **Einfluss**.



Das Verhalten des Systems ist im **Übergang** zum **Feldschwächebereich ungünstiger** als umgekehrt, weshalb die Optimierungen bei **Drehzahlerhöhung** vorzunehmen sind.

Die folgenden Grafiken zeigen mehrere Regelgrößenverläufe / Einschwingverhalten, die nach einem Sollwertsprung bei unterschiedlichen Feldschwächerregler-Einstellungen entstehen. Es sind nur die unterschiedlichen Aspekte zur Optimierung des **Magnetisierungsstroms $\approx P721$** dargestellt.

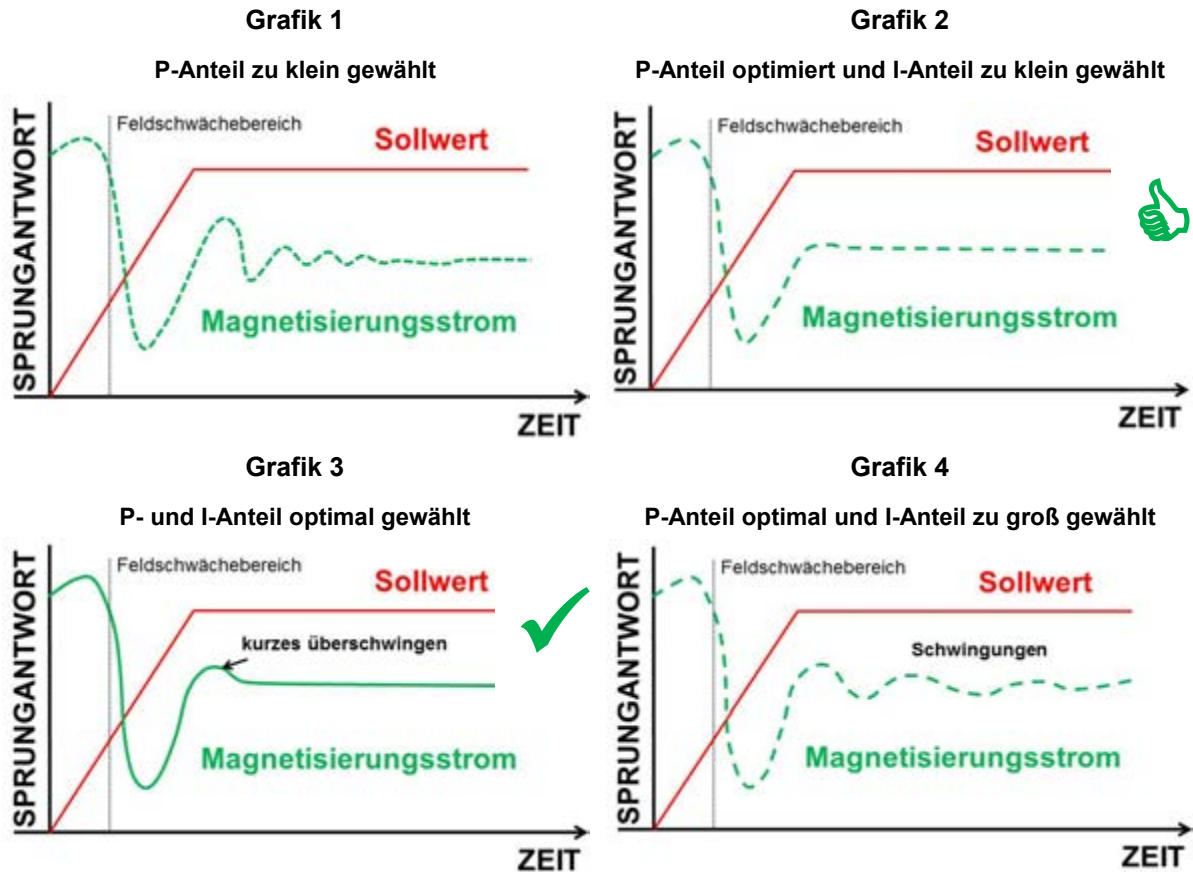


Abbildung 64: Regelgrößenverläufe

Die verschiedenen Regelgrößenverläufe, der **Sollwert** ist in **ROT** und der **Istwert** in **GRÜN** dargestellt, beschreiben die Dynamikverläufe des Einschwingverhaltens, welche über die einzelnen Regelungsparameter (**P-** und **I-Anteil**) des Reglers eingestellt werden.



In den obigen Grafiken sind die Regelgrößenverläufe mit kurzen Beschleunigungsrampen (**kleinen Hochlaufzeiten**) skizziert. Bei **größeren Hochlaufzeiten** weichen die Verläufe des Magnetisierungsstroms entsprechend der **Grafik 5** ab. Es treten keine Verläufe mit stark abfallender und anschließenden ansteigender Amplitude des Magnetisierungsstroms auf.

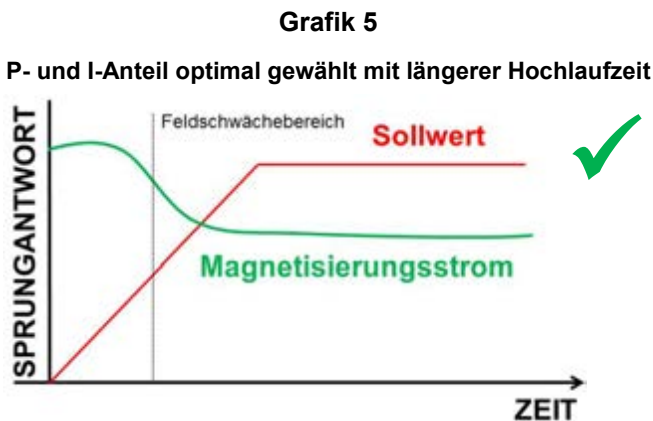


Abbildung 65: Regelgrößenverläufe mit längerer Beschleunigungsrampe

Um den Feldschwächeregler (PI-Regler) systematisch einzustellen bzw. zu optimieren wird empfohlen, generell die folgenden **Optimierungsschritte** vorzunehmen:

Überblick Optimierungsablauf

- **I-Anteil** auf einen **kleinen Wert** einstellen
- **P-Anteil** auf einen **kleinen Wert** einstellen und in z. B. **50 % Schritten erhöhen** bis sowohl der **Magnetisierungsstrom $\approx P721$** als auch der Verlauf des **Momentenstroms $\approx P720$** im **Feldschwächebereich** einen möglichst **schwingungsfreien Verlauf** annehmen.
- Eine obere Grenze der Einstellung des **P-Anteils** ist erreicht, wenn keine Verbesserung der Kurvenverläufe mit Erhöhung des Wertes erreicht werden kann. Es ergibt sich ein Kurvenverlauf nach **Grafik 2**.
- Es folgt die Erhöhung des **I-Anteils** um die Kurvenverläufe nach den genannten Kriterien weiter zu verbessern.
Grafik 3 zeigt den optimierten Kurvenverlauf, wobei in dieser Grafik das kurze Überschwingen zur Veranschaulichung explizit dargestellt ist. Die zulässige, leichte Überschwingung ergibt sich bedingt durch die gewählte und eingestellte Hochlaufzeit.
- Wird der **I-Anteil** zu groß eingestellt, ist dieses durch **Schwingungen** auf dem **Magnetisierungsstrom $\approx P721$** in der **Grafik 4** ersichtlich. In diesem Fall muss der **I-Anteil** wieder reduziert werden.
- Bei der Optimierung ist auch auf den zu wählenden Sollwert für den Feldschwächebereich zu achten!


Die **Grafik 1** zeigt den Verlauf mit einem zu gering gewählten P-Anteil. **Grafik 5** hingegen, zeigt den Verlauf des Istwertes bei einem optimal eingestellten P- und I-Anteil mit einer längeren Beschleunigungsphase.

Bei kürzeren Beschleunigungsphasen ist in der **Grafik 3** - im Gegensatz zur Grafik 5 - ein abweichender Kurvenverlauf (ohne Überschwingung) des **Magnetisierungsstroms $\approx P721$** dargestellt.

Ziel ist es, einen möglichst optimalen bzw. in den Grafiken 3 und 5 dargestellten Kurvenverlauf des Magnetisierungsstroms $\approx P721$ mit der „richtigen“ Einstellung des P- und I-Anteils zu erlangen.



Eine leichte Überschwingung des Magnetisierungsstroms $\approx P721$ nach Erreichen des Sollwertes mit einem anschließenden geradlinigen und schwingungsfreien Verlauf ist bei kurzen Beschleunigungsphasen zulässig.

Im Kapitel  8.4 "Optimierungsablauf" ist die praktische Umsetzung zur Optimierung eines Feldschwächereglers beschrieben.

8.1 Weitere Einstellungen

Handlungsanweisung

Für die Optimierung des Feldschwächereglers sind vorab zwingend die folgenden Parameter einzustellen.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks- einstellung	Einstellung
			bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
BASISPARAMETER			
P102 (P)	Hochlaufzeit [s]	2,0	☞ 2,0 → 0,3 *
P105 (P)	Maximale Frequenz [Hz]	50,0 / (60,0)	☞ 50,0 → 100,0 **
P113 (P)	Tippfrequenz [Hz]	0,0	☞ 0,0 → 75,0

* anwendungsspezifisch einzustellen (Achtung: in Beispiel ohne Last)

** Hinweis: zum Testen doppelte Motor Nennfrequenz (siehe ☞ P201)

Die einzustellende Rampenzeit sowie die maximale Frequenz sind unter der Registerkarte „**Basisparameter**“ in den Parametern **Hochlaufzeit P102** und **Maximale Frequenz P105** einzustellen.

Information

Applikationshinweis

Die Rampenzeit für die **Hochlaufzeit P102**, die **Maximale Frequenz P105** sowie die **Sollwertvorgabe** (Drehzahlanforderung) ergeben sich aus den **Applikationsanforderungen**. Bei der Einstellung der **Hochlaufzeit P102** ist darauf zu achten, dass der Frequenzumrichter **nicht** in die Strombegrenzung (Warnung **C004 = Überstrom Strommess.**) kommt.

Information

Sollwert / Feldschwächebereich

Die **Sollwertvorgabe** sollte gemäß des **Auslegungsbereichs** (50 Hz / 87 Hz / 100 Hz – Kennlinien) sowie der vorgegebenen **Maximalen Frequenz P105** entsprechen.

Zum Optimieren des Feldschwächereglers sollte für die **Maximale Frequenz P105** ein Einstellungswert entsprechend der **Applikationsanforderung** gewählt werden!

Der **Feldschwächebereich** für diese Applikation beginnt damit oberhalb von etwa **45 Hz** und endet bei ca. **100 Hz**.



Die Einstellung der **Hochlaufzeit P102** muss so gewählt werden, dass möglichst von **50 %** bis **100 %** des **Motor Nennstromes** (siehe ☞ **Typenschild / Motor Nennstrom P203**) bei der Optimierung erreicht wird.

Die Einstellung des **Momentenstroms ≈P720** (I_{sq}) sowie des **Magnetisierungsstroms ≈P721** (I_{sd}) sollten mit Hilfe der NORD CON Oszilloskop Funktion vorgenommen werden.



Vor dem Starten der Scope-Aufzeichnung und Freigabe des Antriebes muss der **Sollwert** auf z. B. einen Wert von 75 % (bei einer Maximalen Frequenz P105 von 100 Hz) gesetzt werden. D. h. in diesem Beispiel (Frequenzumrichter / Motorpaarung 4,0 kW) muss die Sollfrequenz von **75 Hz** vorgegeben werden.

i Information**Optimierungshinweis**


Zum Optimieren des Feldschwächereglers sollte die **Maximale Frequenz P105** anwendungsspezifisch bzw. den Applikationsanforderungen entsprechend eingestellt werden. Falls diese nicht definiert ist, sollte für eine „Vor“-Optimierung * die Maximale Frequenz auf die **2-fache Motor Nennfrequenz P201** gesetzt werden!

D. h. bei Anwendungen mit einem **erweiterten Betriebspunkt** (z. B. **100 Hz – Kennlinie**) ist eine Maximale Frequenz P105 von 200 Hz einzustellen. Der vorzugebende **Sollwert (Frequenz)** sollte dann z. B. **75 % ≈ 150 Hz** entsprechen.

Der **Feldschwächebereich** beginnt damit oberhalb von etwa **45 Hz** und endet bei ca. **200 Hz**.

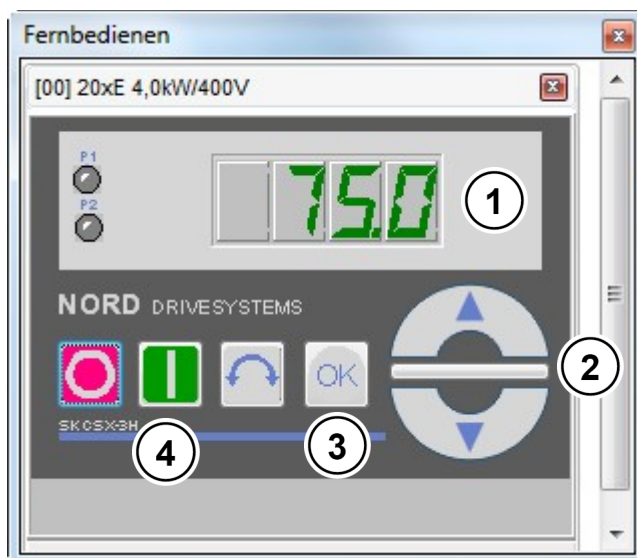
8.2 NORD CON

Information & Handlungsanweisung

Weitere Informationen zu den Einstellungen sind dem Kapitel  5.2 "NORD CON" und folgenden zu entnehmen.

8.2.1 Fernbedienen

Folgende Einstellungen müssen zur Feldschwächeregleroptimierung, vor dem Starten der Scope-Aufnahmen, im **Fernbedienen Fenster** vorgenommen werden.



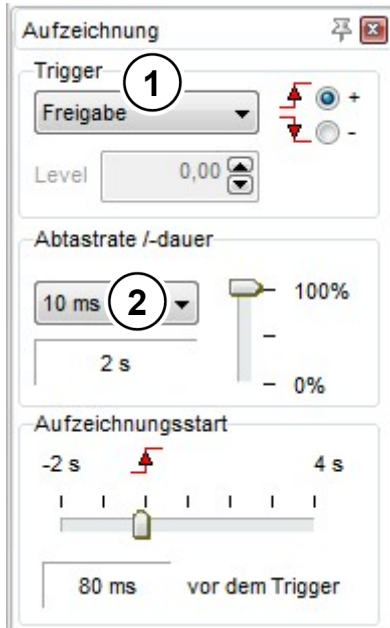
- ① Sollwert auf 75 %, d. h. Sollfrequenz auf 75 Hz einstellen
- ② Wert + bzw. Wert – Button nutzen
- ③ OK Button betätigen, zur Speicherung der Frequenz als Tippfrequenz in P113
- ④ Freigabe Button betätigen

Falls eine Tippfrequenz parametrierung wurde, entfallen die Schritte ① ② und ③.

Abbildung 66: Fernbedienen Feldschwächeregelung, Sollwert und Freigabe

8.2.2 Oszilloskop

Folgende Einstellungen sollten, vor dem Starten der Scope-Aufnahmen, unter den beiden Registern **Aufzeichnung** bzw. **Kanaleinstellung** für die NORD CON **Oszilloskop Funktion** vorgenommen werden. Die Einstellungen und die grafische Darstellung in den Abbildungen können je nach Frequenzumrichtertyp, Versions- und Softwarestand abweichen.



1 Trigger auf Freigabe setzen

2 Abtastrate auf 10 ms einstellen

→ Abtastdauer von 2 s

→ Abtastrate in Abhängigkeit der eingestellten Hochlaufzeit

Hinweis

Die Abtastrate sollte so gewählt werden, dass die Scope-Aufnahmen den Abbildungen im Kapitel 8.4 "Optimierungsablauf" entsprechen!

Abbildung 67: Oszilloskop Einstellungen für Trigger und Abtastrate / -dauer

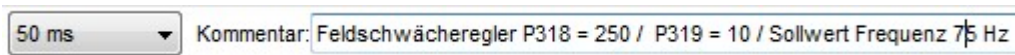


Abbildung 68: Einstellung der Auflösung für die Zeitachse, Kommentarbeispiel

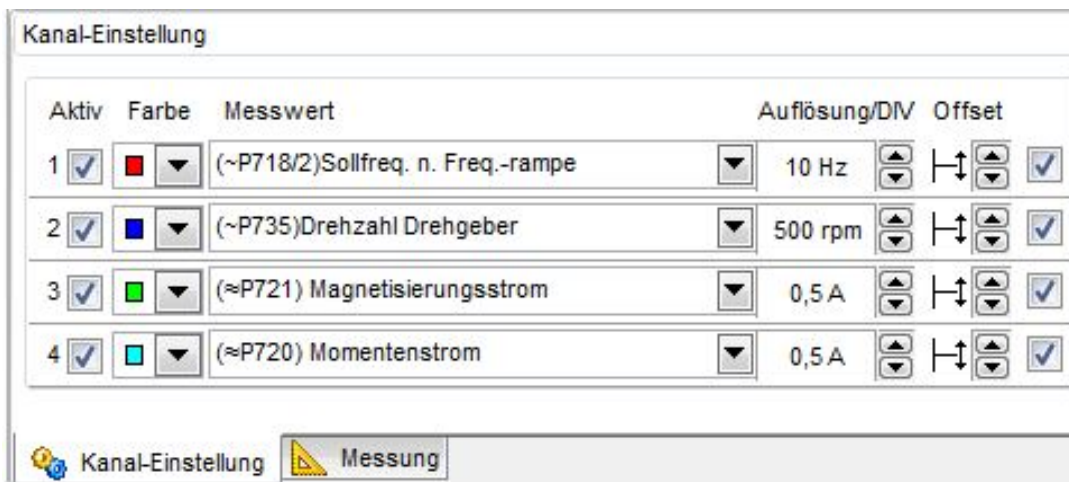


Abbildung 69: Oszilloskop Kanal-Einstellungen der vier Messwerte



3 Start Button betätigen

Abbildung 70: Scope-Aufnahme starten

8.3 Feldschwächeregler

Information & Handlungsanweisung

Beim Feldschwächeregler sind der **P-** und **I-Anteil** bei den jeweiligen Optimierungsschritten zu verändern.

Als Voreinstellung für die Optimierung des Feldschwächereglers sollte für den **1. Optimierungsschritt** der **P-Anteil (P318)** auf **50 %** und der der **I-Anteil (P319)** auf **5 % / ms** gesetzt werden.

Parameter Nr. [-Array]	Bezeichnung [Einheit]	Werks-einstellung	Einstellung bezogen auf den Parametersatz (P1, ... , P4)
REGELUNGSPARAMETER			
P318 (P)	Feldschwächeregler P [%]	150	☞ 150 → 50
P319 (P)	Feldschwächeregler I [%/ms]	20	☞ 20 → 5

Die jeweiligen Änderungen der Regelungsparameter sind mittels der **NORD CON Oszilloskop Funktion** (📖 8.2.2 "Oszilloskop") zu prüfen.

i Information

Hochlaufzeit

Bei großen Hochlaufzeiten ist eine Linearisierung der beiden Ströme im Feldschwächebereich durch die Einstellung des Feldschwächereglers sehr gut erkennbar. Bei kleinen Hochlaufzeiten ist eine wirkliche Linearisierung der Kurvenverläufe nicht möglich. Deshalb sollte in diesem Fall die Schwingungen der oszilloskopierten Stromverläufe mittels der Optimierung der Feldschwächereglerparametern reduziert werden.

In der folgenden Abbildung ist ein Kurvenverlauf eines **optimal** eingestellten Feldschwächereglers bei einem 4 kW IE2 Asynchronmotor als Zielsetzung abgebildet.

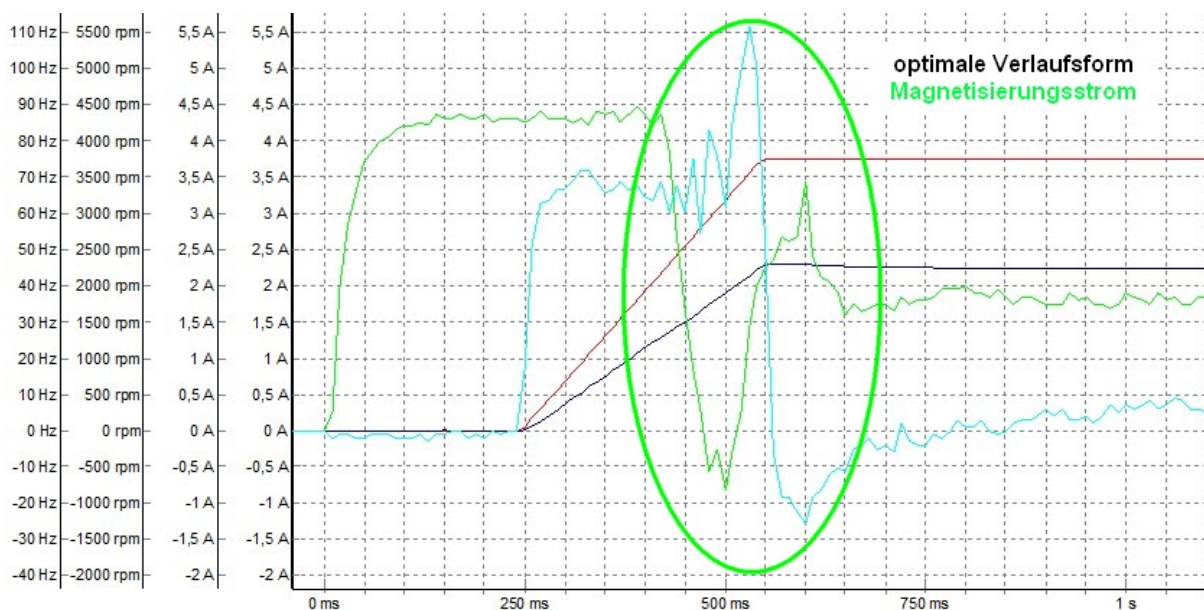


Abbildung 71: Beispiel optimierter Kurvenverlauf des Feldschwächereglers

Zu sehen ist der nahezu **schwingungsfreie Verlauf** des **Magnetisierungsstroms ~P721** im Feldschwächebereich (> 45 Hz) mit der einen Überschwingung nach Erreichen des Sollwertes sowie ein linear, gradliniger Anstieg der **Drehzahl Drehgeber ~P735**.

Des Weiteren ist der Einfluss der **Magnetisierungszeit P558** zu Beginn der Scope-Aufnahmen zu erkennen.

Die folgende Abbildung zeigt den Kurvenverlauf bei einem „zu hoch“ eingestellten **I-Anteil** des Feldschwächreglers. Der zu hoch eingestellte Wert des **Feldschwächreglers I P319** führt, nach dem Erreichen des Sollwertes, zu einem Schwingen des **Magnetisierungsstroms $\approx P721$** sowie des **Momentenstroms $\approx P720$** .

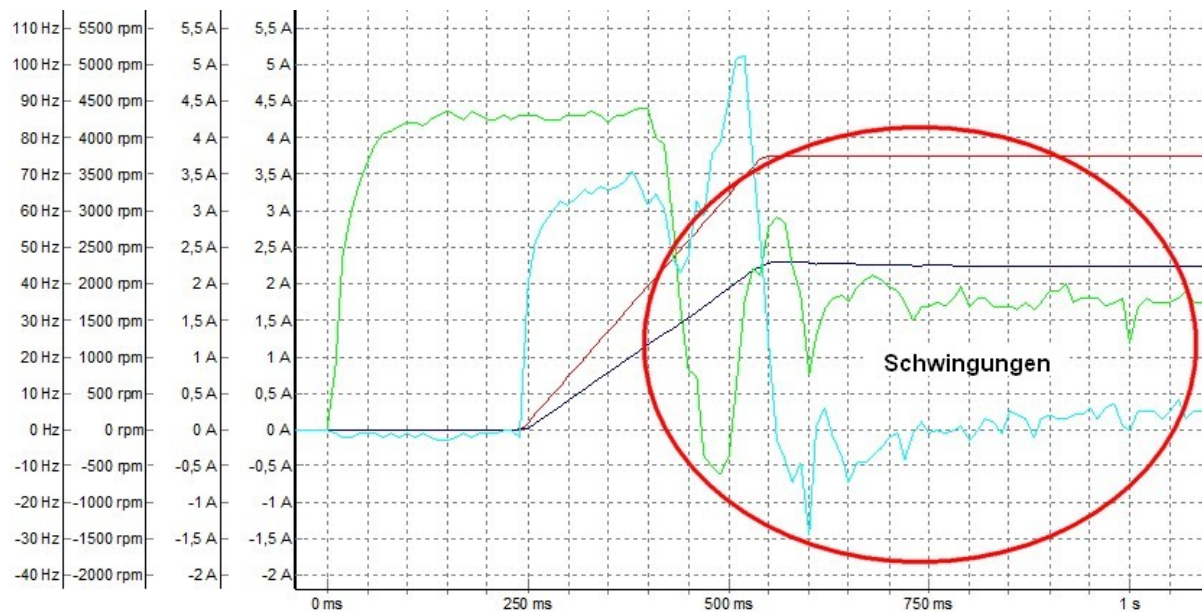


Abbildung 72: Beispiel mit zu hohem I-Anteil des Feldschwächreglers

Die nächsten Optimierungsschritte und Scope-Aufnahmen sollten wie folgt ausgeführt werden:

i Information

Scope-Aufzeichnung

Kommt man in den Bereich, in dem Veränderungen des Kurvenverlaufes nicht mehr direkt ersichtlich sind, ist es hilfreich, sich aufgenommene Oszilloskop Aufzeichnungen abzuspeichern. Mittels der Möglichkeit sich **mehrere Aufzeichnungen gleichzeitig anzuzeigen** ist ein **direkter Vergleich** zur vorherigen Einstellung gegeben.

8.3.1 P-Anteil Feldschwächregler

Den Parameter für den **P-Anteil** solange in **50 % Schritten** erhöhen, bis möglichst der **Magnetisierungsstrom $\approx P721$** ab Beginn des Feldschwächebereichs (> 45 Hz) erst einen **steil abfallenden** und kurz vor dem Erreichen des Sollwertes wieder einen **steil ansteigenden Verlauf** haben.

Der Kurvenverlauf ergibt sich nach der **Grafik 2** (siehe  8 "Feldschwächeregelung").

Die obere Einstellungsgrenze des **Feldschwächreglers P P318** ist erreicht, wenn eine weitere Erhöhung des **P-Anteils** zu keinem besseren Kurvenverlauf (im Sinne „schwingungsarmer“ Stromverläufe) mehr führt. Ein „zu hoch“ eingestellter **P-Anteil** wirkt sich auf den Verlauf des **Magnetisierungsstroms $\approx P721$** nicht weiter aus.




Ist der **P-Anteil** für eine gewählte Drehzahl (Sollwertvorgabe) **zu hoch** eingestellt, ist dieses im Übergang zum Feldschwächebereich und nachdem Erreichen des Sollwertes am Verlauf des **Magnetisierungsstroms $\approx P721$** nicht erkennbar. Ggfs. wird es aber durch eine damit einhergehende **Geräuschentwicklung** erkennbar.

Als **Richtwert** sollte üblicherweise der optimierte P-Anteil des **Feldschwächreglers** im Bereich von **200 % bis 250 %** liegen!

8.3.2 I-Anteil Feldschwächeregler

Ausgehend von dem eingestellten Startwert [5 % / ms] solange den **I-Anteil** in kleinen **Schritten** (z. B. **5 % / ms**) erhöhen, bis der nahezu **schwingungsfreie Verlauf** des **Magnetisierungsstroms $\approx P721$** **nicht** mehr gegeben ist. Es sollte sich nach dem Erreichen des Sollwertes lediglich eine einzige Überschwingung des **Magnetisierungsstroms $\approx P721$** mit einem anschließenden **geraden** und **schwingungsfreien Verlauf** einstellen.

Der Kurvenverlauf ergibt sich nach der **Grafik 3** bzw. **Grafik 5** siehe  8 "Feldschwächeregelung".

Die obere Einstellungsgrenze des **Feldschwächereglers I P319** ist erreicht, wenn eine weitere Erhöhung des **I-Anteils** zu einer weiteren Schwingung im Kurvenverlauf des **Magnetisierungsstroms $\approx P721$** führt. In diesem Fall muss der **I-Anteil** wieder reduziert werden.

Ein „zu hoch“ eingestellter **I-Anteil** kann nach Erreichen des Sollwertes zu Schwingungen des **Momentenstroms $\approx P720$** führen.




Ist der **I-Anteil** für eine gewählte Drehzahl (Sollwertvorgabe) **zu hoch** eingestellt, wird dieses im Übergang zum Feldschwächebereich bzw. nachdem Erreichen des Sollwertes durch eine auftretende Schwingung des **Magnetisierungsstroms $\approx P721$** und ggfs. einer damit einhergehenden **Geräuschentwicklung** erkennbar.

8.3.3 Kriterien

Auf die folgenden Kriterien sind bei der Optimierung des Feldschwächereglers zu achten:

Ziel ist es, den Kurvenverlauf des Magnetisierungsstroms $\approx P721$ unter Berücksichtigung der Kriterien mit den „richtigen“ Einstellungen der P- und I-Anteile zu optimieren:



- ab dem Feldschwächebereich sollte ein klarer Anstieg des **Momentenstroms $\approx P720$** und ein damit einhergehender Abfall des **Magnetisierungsstroms $\approx P721$** erkennbar sein
- der Verlauf des **Magnetisierungsstroms $\approx P721$** während der Beschleunigungsphase sollte der Grafik 3 bzw. Grafik 5 (siehe  8 "Feldschwächeregelung") in Abhängigkeit der Hochlaufzeit entsprechen
- schwingungsfreie Verläufe des **Momentenstroms $\approx P720$** und **Magnetisierungsstroms $\approx P721$** im Feldschwächebereich nach Erreichen des Sollwertes d. h. keine bzw. nur geringe Schwingungen bei den beiden Stromverläufen im Anschluss der Beschleunigungsphase, in Grafik 4 sind die unerwünschten Schwingungen dargestellt
- keine „Geräuschentwicklung“ im Übergang zum Feldschwächebereich bei Betrieb des Antriebes (ggf. P-Anteil reduzieren)

Information

Optimierungsschritte

In Abhängigkeit der Applikationsanwendung können die jeweiligen vorgegebenen Schrittweiten der Regleroptimierung auch abweichen. Des Weiteren können die Schrittweiten bei den letzten Optimierungsschritten auch noch feinstufiger gewählt werden.

8.4 Optimierungsablauf

Handlungsanweisung

In den folgenden Abbildungen ist der Optimierungsprozess des Feldschwächereglers, für den **4,0 kW Asynchronmotor** der Effizienzklasse **IE2**, anhand einzelner Scope-Aufnahmen beispielhaft dargestellt.

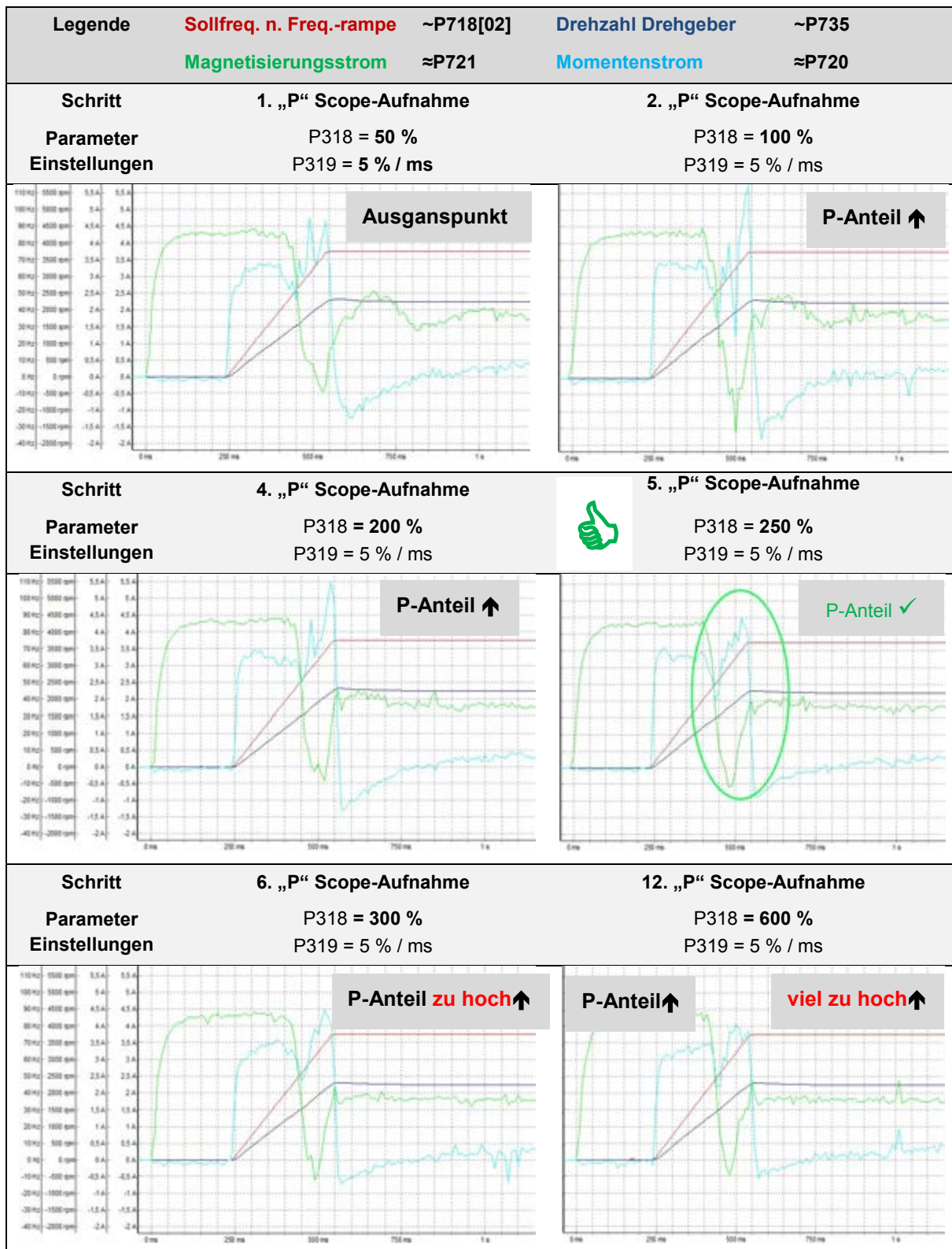


Abbildung 73: Kurvenverlauf P-Anteil des Feldschwächereglers

Legende	Sollfreq. n. Freq.-rampe ~P718[02]	Drehzahl Drehgeber ~P735
	Magnetisierungsstrom ≈P721	Momentenstrom ≈P720
Schritt	1. „I“ Scope-Aufnahme	2. „I“ Scope-Aufnahme
Parameter Einstellungen	P318 = 250 % P319 = 5 % / ms	✓ P318 = 250 % P319 = 10 % / ms
Schritt	3. „I“ Scope-Aufnahme	6. „I“ Scope-Aufnahme
Parameter Einstellungen	P318 = 250 % P319 = 15 % / ms	P318 = 250 % P319 = 30 % / ms
Die folgenden beiden „I“ Scope-Aufnahmen sind mit größerer Hochlaufzeit (1,2 s).		
Schritt	1. „I“ Scope-Aufnahme	2. „I“ Scope-Aufnahme
Parameter Einstellungen	✓ P318 = 350 % P319 = 10 % / ms	P318 = 350 % P319 = 20 % / ms

Abbildung 74: Kurvenverlauf I-Anteil des Feldschwächereglers


9 Parameterlisten

Information

9.1 Grundinbetriebnahme

Parameterliste

Geräte-Name : Offline Parametrierung
Geräte-Typ : 20xE 4,0kW/400V
Datenbank : Grundinbetriebnahme.ndbx*
Filter: Freigegeben: Aus, kein Standardwert: An, Info-Parameter: Nein, Supervisor: Ja



Nr	Index	Parameter-Name	Parametersatz 1	Parametersatz 2	Parametersatz 3	Parametersatz 4	Einheit
Betriebsanzeigen							
1	0	Auswahl Anzeige	Sollfrequenz [2]				
3	0	Supervisor-Code	3				
Basis-Parameter							
102	0	Hochlaufzeit	0,08	2	2	2	s
Motordaten							
202	0	Motor Nenndrehzahl	1440	1440	1440	1440	rpm
203	0	Motor Nennstrom	8,02	8	8	8	A
206	0	Motor cos phi	0,83	0,83	0,83	0,83	
208	0	Statorwiderstand	3,25	3,26	3,26	3,26	Ohm
212	0	Schlupfkompensation	80	100	100	100	%
Regelungsparameter							
300	0	Servo Modus	An [1]	Aus [0]	Aus [0]	Aus [0]	
301	0	Drehgeber Aufl.	2048 [5]				
Steuerklemmen							
420	1	Digitaleingänge[2]	keine Funktion [0]				
420	2	Digitaleingänge[3]	keine Funktion [0]				
Parameter-Anzahl		12					

Legende

Parameter ist nicht vom Parametersatz abhängig

[] Der Wert ist ungültig


20.10.2014, 13:47:30
© NORD CON V2.3
1 / 1

Abbildung 75: Parameterübersicht Grundinbetriebnahme

9.2 Stromregelung

Parameterliste

Geräte-Name : Offline Parametrierung
Geräte-Typ : 20xE 4,0kW/400V
Datenbank : optimierter Stromregler.ndbx*
Filter: Freigegeben: Aus, kein Standardwert: An, Info-Parameter: Nein



Nr	Index	Parameter-Name	Parametersatz 1	Parametersatz 2	Parametersatz 3	Parametersatz 4	Einheit
Betriebsanzeigen							
1	0	Auswahl Anzeige	Sollfrequenz [2]				
3	0	Supervisor-Code	3				
Basis-Parameter							
102	0	Hochlaufzeit	0,08	2	2	2	s
Motordaten							
202	0	Motor Nenndrehzahl	1440	1440	1440	1440	rpm
203	0	Motor Nennstrom	8,02	8	8	8	A
206	0	Motor cos phi	0,83	0,83	0,83	0,83	
208	0	Statorwiderstand	3,25	3,26	3,26	3,26	Ohm
212	0	Schlupfkompensation	80	100	100	100	%
Regelungsparameter							
300	0	Servo Modus	An [1]	Aus [0]	Aus [0]	Aus [0]	
301	0	Drehgeber Aufl.	2048 [5]				
312	0	Momentstromregler P	350	200	200	200	%
313	0	Momentstromregler I	30	125	125	125	%/ms
315	0	Feldstromregler P	350	200	200	200	%
316	0	Feldstromregler I	30	125	125	125	%/ms
Steuerklemmen							
420	1	Digitaleingänge[2]	keine Funktion [0]				
420	2	Digitaleingänge[3]	keine Funktion [0]				
Zusatzparameter							
505	0	Abs. Minimalfrequenz	0	2	2	2	Hz
558	0	Magnetisierungszeit	0	1	1	1	ms
Parameter-Anzahl		18					
Legende							
		<div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #ccc; border: 1px solid #000; margin-right: 5px;"></div> Parameter ist nicht vom Parametersatz abhängig </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> [] Der Wert ist ungültig </div>					


20.10.2014, 14:07:14
© NORD CON V2.3
1 / 1

Abbildung 76: Parameterübersicht optimierter Stromregler

9.3 Drehzahlregelung

Parameterliste

Geräte-Name : Offline Parametrierung
Geräte-Typ : 20xE 4,0kW/400V
Datenbank : Drehzahlregler optimiert
Filter: Freigegeben: Aus, kein Standardwert: An, Info-Parameter: Nein



Nr	Index	Parameter-Name	Parametersatz 1	Parametersatz 2	Parametersatz 3	Parametersatz 4	Einheit
Betriebsanzeigen							
1	0	Auswahl Anzeige	Sollfrequenz [2]				
3	0	Supervisor-Code	3				
Basis-Parameter							
102	0	Hochlaufzeit	0,08	2	2	2	s
113	0	Tippfrequenz	35	0	0	0	Hz
Motordaten							
202	0	Motor Nenndrehzahl	1440	1440	1440	1440	rpm
203	0	Motor Nennstrom	8,02	8	8	8	A
206	0	Motor cos phi	0,83	0,83	0,83	0,83	
208	0	Statorwiderstand	3,25	3,26	3,26	3,26	Ohm
212	0	Schlupfkompensation	80	100	100	100	%
Regelungsparameter							
300	0	Servo Modus	An [1]	Aus [0]	Aus [0]	Aus [0]	
301	0	Drehgeber Aufl.	2048 [5]				
310	0	Drehzahl Regler P	400	100	100	100	%
311	0	Drehzahl Regler I	30	20	20	20	%/ms
312	0	Momentstromregler P	350	200	200	200	%
313	0	Momentstromregler I	30	125	125	125	%/ms
315	0	Feldstromregler P	350	200	200	200	%
316	0	Feldstromregler I	30	125	125	125	%/ms
Steuerklemmen							
420	1	Digitaleingänge[2]	keine Funktion [0]				
420	2	Digitaleingänge[3]	keine Funktion [0]				
Zusatzparameter							
505	0	Abs. Minimalfrequenz	0	2	2	2	Hz
Parameter-Anzahl		20					
Legende							
		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #cccccc; margin-right: 5px;"></div> Parameter ist nicht vom Parametersatz abhängig </div>					
		<div style="display: flex; align-items: center;"> [] Der Wert ist ungültig </div>					


20.10.2014, 15:06:02
© NORD CON V2.3
1 / 1

Abbildung 77: Parameterübersicht optimierter Strom- und Drehzahlregler

9.4 Lageregelung

Parameterliste

Geräte-Name : Offline Parametrierung
Geräte-Typ : 20xE 4,0kW/400V
Datenbank : Lageregler optimiert.ndbx
Filter: Freigegeben: Aus, kein Standardwert: An, Info-Parameter: Nein




Nr	Index	Parameter-Name	Parametersatz 1	Parametersatz 2	Parametersatz 3	Parametersatz 4	Einheit
Betriebsanzeigen							
1	0	Auswahl Anzeige	Sollfrequenz [2]				
3	0	Supervisor-Code	3				
Basis-Parameter							
102	0	Hochlaufzeit	0,3	2	2	2	s
103	0	Bremszeit	0,3	2	2	2	s
Motordaten							
202	0	Motor Nenndrehzahl	1440	1440	1440	1440	rpm
203	0	Motor Nennstrom	8,02	8	8	8	A
206	0	Motor cos phi	0,83	0,83	0,83	0,83	
208	0	Statorwiderstand	3,25	3,28	3,28	3,28	Ohm
212	0	Schlupfkompensation	80	100	100	100	%
Regelungsparameter							
300	0	Servo Modus	An [1]	Aus [0]	Aus [0]	Aus [0]	
301	0	Drehgeber Aufl.	2048 [5]				
310	0	Drehzahl Regler P	400	100	100	100	%
311	0	Drehzahl Regler I	30	20	20	20	%/ms
312	0	Momentstromregler P	350	200	200	200	%
313	0	Momentstromregler I	30	125	125	125	%/ms
315	0	Feldstromregler P	350	200	200	200	%
318	0	Feldstromregler I	30	125	125	125	%/ms
Steuerklemmen							
420	1	Digitaleingänge[2]	keine Funktion [0]				
420	2	Digitaleingänge[3]	keine Funktion [0]				
480	10	Funkt. BusIO In Bits[11]	Bit 0 PosArr / Inc [55]				
Zusatzparameter							
501	0	Umrichtername	Regleroptimierung				
505	0	Abs. Minimalfrequenz	0	2	2	2	Hz
509	0	Quelle Steuerwort	USS [2]				
Positionierung							
600	0	Lageregelung	Lin.Rampe(Sollfreq) [2]	Aus [0]	Aus [0]	Aus [0]	
611	0	Lageregler P	35				%
613	0	Position[1]	10				rev
Parameter-Anzahl		26					
Legende							
		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #ccc; border: 1px solid #000; margin-right: 5px;"></div> Parameter ist nicht vom Parametersatz abhängig </div>					
		<div style="display: flex; align-items: center;"> [] Der Wert ist ungültig </div>					

Abbildung 78: Parameterübersicht optimierter Strom-, Drehzahl- und Lageregler

9.5 Schlupfkompensierung

Parameterliste

Geräte-Name : Offline Parametrierung
Geräte-Typ : 20xE 4,0kW/400V
Datenbank : optimierte Schlupfkompensation.ndbx
Filter: Freigegeben: Aus, kein Standardwert: An, Info-Parameter: Nein



Nr	Index	Parameter-Name	Parametersatz 1	Parametersatz 2	Parametersatz 3	Parametersatz 4	Einheit
Betriebsanzeigen							
1	0	Auswahl Anzeige	Sollfrequenz [2]				
3	0	Supervisor-Code	3				
Basis-Parameter							
102	0	Hochlaufzeit	0,3	2	2	2	s
103	0	Bremszeit	0,3	2	2	2	s
113	0	Tippfrequenz	40	0	0	0	Hz
Motordaten							
202	0	Motor Nenn Drehzahl	1440	1440	1440	1440	rpm
203	0	Motor Nennstrom	8,02	8	8	8	A
206	0	Motor cos phi	0,83	0,83	0,83	0,83	
208	0	Statorwiderstand	3,25	3,25	3,25	3,25	Ohm
212	0	Schlupfkompensation	95	100	100	100	%
Regelungsparameter							
300	0	Servo Modus	An [1]	Aus [0]	Aus [0]	Aus [0]	
301	0	Drehgeber Aufl.	2048 [5]				
310	0	Drehzahl Regler P	400	100	100	100	%
311	0	Drehzahl Regler I	30	20	20	20	%/ms
312	0	Momentstromregler P	350	200	200	200	%
313	0	Momentstromregler I	30	125	125	125	%/ms
315	0	Feldstromregler P	350	200	200	200	%
316	0	Feldstromregler I	30	125	125	125	%/ms
Steuerklemmen							
420	1	Digitaleingänge[2]	keine Funktion [0]				
420	2	Digitaleingänge[3]	keine Funktion [0]				
Zusatzparameter							
501	0	Umrichtername	Regleroptimierung				
505	0	Abs. Minimalfrequenz	0	2	2	2	Hz
Positionierung							
600	0	Lageregelung	Lin.Rampe(Sollfreq) [2]	Aus [0]	Aus [0]	Aus [0]	
611	0	Lageregler P	35				%
613	0	Position[1]	10				rev
Parameter-Anzahl		25					

Legende

Parameter ist nicht vom Parametersatz abhängig

[] Der Wert ist ungültig


20.10.2014, 16:08:21
© NORD CON V2.3
1 / 1

Abbildung 79: Parameterübersicht optimierter Strom-, Drehzahl-, Lageregler und Schlupfkompensation

9.6 Feldschwächeregelung

Parameterliste

Geräte-Name : Offline Parametrierung
Geräte-Typ : 20xE 4,0kW/400V
Datenbank : Feldschwächeregler optimiert.ndbx
Filter: Freigegeben: Aus, kein Standardwert: An, Info-Parameter: Nein



Nr	Index	Parameter-Name	Parametersatz 1	Parametersatz 2	Parametersatz 3	Parametersatz 4	Einheit
Betriebsanzeigen							
1	0	Auswahl Anzeige	Sollfrequenz [2]				
3	0	Supervisor-Code	3				
Basis-Parameter							
102	0	Hochlaufzeit	0,3	2	2	2	s
105	0	Maximale Frequenz	100	50	50	50	Hz
113	0	Tippfrequenz	75	0	0	0	Hz
Motordaten							
202	0	Motor Nenn Drehzahl	1440	1440	1440	1440	rpm
203	0	Motor Nennstrom	8,02	8	8	8	A
206	0	Motor cos phi	0,83	0,83	0,83	0,83	
208	0	Statorwiderstand	3,25	3,28	3,28	3,28	Ohm
212	0	Schlupfkompensation	95	100	100	100	%
Regelungsparameter							
300	0	Servo Modus	An [1]	Aus [0]	Aus [0]	Aus [0]	
301	0	Drehgeber Auf.	2048 [5]				
310	0	Drehzahl Regler P	400	100	100	100	%
311	0	Drehzahl Regler I	30	20	20	20	%/ms
312	0	Momentstromregler P	350	200	200	200	%
313	0	Momentstromregler I	30	125	125	125	%/ms
315	0	Feldstromregler P	350	200	200	200	%
316	0	Feldstromregler I	30	125	125	125	%/ms
318	0	Feldschwächregler P	250	150	150	150	%
319	0	Feldschwächregler I	10	20	20	20	%/ms
Steuerklemmen							
420	1	Digitaleingänge[2]	keine Funktion [0]				
420	2	Digitaleingänge[3]	keine Funktion [0]				
480	10	Funkt. BusIO In Bits[11]	Bit 0 PosArr / Inc [55]				
Zusatzparameter							
501	0	Umrichtername	Regleroptimierung				
505	0	Abs. Minimalfrequenz	0	2	2	2	Hz
Positionierung							
600	0	Lageregelung	Lin.Rampe(Sollfreq) [2]	Aus [0]	Aus [0]	Aus [0]	
611	0	Lageregler P	35				%
613	0	Position[1]	10				rev
Parameter-Anzahl		28					

20.10.2014, 15:32:11
© NORD CON V2.3
1 / 2

Abbildung 80: Parameterübersicht aller optimierter Regler zzgl. Feldschwächeregler

10 Weiterführende Dokumentationen

Information

Für Rückfragen und weitere benötigten Informationen bezüglich dieses Dokuments, wenden Sie sich bitte an den [Service Elektronik](#) der Getriebefabrik NORD GmbH & Co. KG.

Auf Anfrage können auch weitere benötigte Informationen, wie z. B. nicht unter www.nord.com - [Dokumentation](#) verfügbaren Technischen Datenblätter dem Anwender nach technischer Rücksprache gerne zur Verfügung gestellt werden.

10.1 Handbücher

Dokument	Bezeichnung
BU 0000	NORD CON Software Handbuch (Hilfefunktion der Software ist zu bevorzugen)
BU 0200	SK 200E – Handbuch
BU 0210	POSICON für SK 200E - Handbuch
BU 0500	SK 5xxE – Handbuch (SK 500E ... SK 535E)
BU 0505	SK 54xE – Handbuch (SK 540E ... SK 545E)
BU 0510	POSICON für SK 500E – Handbuch Positioniersteuerung ≥ SK 530E

Tabelle 7: Handbücher

10.2 Technische Informationen / Datenblätter

10.2.1 TIs - Inkrementaldrehgeber (IG)




Dokument	Bezeichnung	Lieferant / Typ	Material-Nr.	Datenblatt
Anfrage an Service	Inkrementaldrehgeber IG4 4096, TTL, 5 V, 1,5 m	Fritz Kübler GmbH 8.5820.0H10.xxxx.5093.xxxx	19551020	 A0828_5_8.5820.0H1 0.XXXX.5093.XXXX.pc
Anfrage an Service	Inkrementaldrehgeber IG41 4096, TTL, 10 - 30 V, 1,5 m	Fritz Kübler GmbH 8.5820.0H30.xxxx.5093.xxxx	19551021	 A1495_1_8.5820.0H3 0.XXXX.5093.XXXX.pc
Anfrage an Service	Inkrementaldrehgeber IG42 4096, HTL, 10 - 30 V, 1,5 m	Fritz Kübler GmbH 8.5820.0H40.xxxx.5093.xxxx	19551022	 A1451_0_8.5820.0H4 0.XXXX.5093.XXXX.pc

Tabelle 8: TIs – Inkrementaldrehgeber (IG)

10.2.2 TIs - CANopen Absolutwertdrehgeber (AG)





Dokument	Bezeichnung	Lieferant / Typ	Material-Nr.	Datenblatt
Anfrage an Service	Absolutwertdrehgeber mit Inkrementalspur AG1 CANopen, Single / Multiturn 8192-4096/2048 TTL	Fritz Kübler GmbH 8.5888.0452.2102.S010.K014	19551881	 A1259_11_8.5888.0 452.2102.S010.K014
Anfrage an Service	Absolutwertdrehgeber mit Inkrementalspur AG4 CANopen, Single / Multiturn 8192-4096/2048 HTL	Fritz Kübler GmbH 8.5888.0400.2102.S014.K029	19551886	 A1731_4_8.5888.04 00.2102.S014.K029_
Anfrage an Service	Absolutwertdrehgeber mit Inkrementalspur AG6 CANopen, Single / Multiturn 8192-65K/2048 HTL	Baumer IVO GmbH & Co. KG GXMMS.Z18	19556994	 AZ4654-1.PDF
Anfrage an Service	Absolutwertdrehgeber mit Inkrementalspur AG3 CANopen, Single / Multiturn 8192-65K/2048 TTL	Baumer IVO GmbH & Co. KG GXMMS.Z10	19556995	 AZ3903-1.PDF

Tabelle 9: TIs – CANopen Absolutwertdrehgeber (AG)

10.2.3 TIs - Optionen / Zubehörkomponenten

Dokument	Bezeichnung	Lieferant / Typ	Material-Nr.	Datenblatt
Anfrage an Service	RJ 45 WAGO- Anschlussmodul	WAGO Kontakttechnik GmbH RJ45 Anschl. 24 V + CANopen	278910300	i. V.


Tabelle 10: Optionen und Zubehörkomponenten

11 Anhang

11.1 Abkürzungen

AG	Absolutwertdrehgeber	IG	Inkrementaldrehgeber
ASM	Asynchronmaschine /-motoren	IO	Input / Output
BG	Baugröße	PI-Regler	proportional–integral Regler
CFC	Current Flux Control	POSICON	Positioniersteuerung
DIN	Digital Eingang	P	Parameter
ENC	Sondererweiterung Encoder	SK	Schlicht & Küchenmeister
ESB	Ersatzschaltbild	SSI	Synchronous Serial Interface
FU	Frequenzumrichter	TI	Technische Information / Datenblatt (Datenblatt für NORD Zubehör)
HTL	High-Transistor-Logik	TTL	Transistor-Transistor-Logik
IE1	Effizienzklasse Standard Motoren	VFC	Voltage Flux Control
IE2	Effizienzklasse Motoren mit höherem Wirkungsgrad		
IE3	Effizienzklasse Motoren mit noch weiter verbesserten Wirkungsgrad, Premium		
IE4	Effizienzklasse Motoren mit noch höherem Wirkungsgrad, z. B. Synchronmotoren		

Notizen



NORD DRIVESYSTEMS Group

Headquarters and Technology Center
in Bargteheide close to Hamburg, Germany

Innovative drive solutions
for more than 100 branches of industries

Mechanical products
Parallel shaft-, helical gear-, bevel gear- and worm gear units

Electrical products
IE2/IE3/IE4-Motors

Electronic products
Centralized and decentralized frequency inverters
and motor starters

7 state-of-the-art production plants
for all drive components

Subsidiaries in 36 countries on 5 continents
providing local stock, assembly, production,
technical support and customer service.

More than 3,200 employees around the world
providing application-specific solutions for our customers.

www.nord.com/locator

Headquarters:

Getriebebau NORD GmbH & Co. KG

Getriebebau-Nord-Straße 1

22941 Bargteheide, Germany

Fon +49 (0) 4532 / 289-0

Fax +49 (0) 4532 / 289-2253

info@nord.com, www.nord.com

Member of the NORD DRIVESYSTEMS Group

