



Inhalt:

1	Einleitung	2
2	Allgemeine Einstellungen	2
	2.1 Förderband – Parameter (Empfehlung)	2
	2.2 Siebtrommel – Parameter (Empfehlung)	3
	2.3 Mixer – Parameter (Empfehlung)	3
	2.4 Brecher/ Zerkleinerer – Parameter (Empfehlung)	3
	2.5 Lüfter – Parameter (Empfehlung)	4
	2.6 Checkliste (Easy Starter)	4
	2.7 Allgemeine Einstellungen im Easy Starter	5
3	Unterstützung der PM-Motorregelung	8
4	PID – Temperatur- und Druckregelung	11
5	Fliegender Neustart („Windmühlen“-Effekt)	16
6	Überbrückung bei kurzzeitigem Stromausfall	17
7	Minimierung der Motorlast, Ruck und Überspringen bei hoher Trägheit	18
8	Gestaffelter Start von Systemantrieben ohne SPS	20
9	Bedieneinheiten mit Tastatur	21
10	Haftungsausschluss	21



i550 cabinet IP20 / NEMA Open Type



i550 protec IP66 / NEMA 4X



i550 motec IP66 / NEMA 4X

1 Einleitung

Dieser Leitfaden unterstützt bei der Auswahl und Parametrierung von Lenze iSerie Frequenzumrichtern für typische Maschinen in Recycling- und Schüttgutanwendungen. Der Fokus liegt auf praxisbewährten Parametersätzen für Förderbänder, Siebtrommeln, Brechen und Zerkleinern und Mixer sowie deren Umsetzung im PC-Tool EasyStarter. Für zusätzliche Funktionen, wie z. B. die Abbildung verschiedener Feldbusse, lesen Sie bitte die Lenze-Produktdokumentationen oder die Hilfetexte des Lenze VFD PC-Tool Easy Starter.

Recycling- und Schüttgutanlagen bestehen häufig aus einer Kette von Förderern, Sieb-/Zerkleinerungsstufen und Misch-/Dosieraggregaten. Aus Sicht der Antriebstechnik sind robuste Start-/Stop-Eigenschaften, Resonanzvermeidung und prozesssichere Drehmomentregelung entscheidend.

Anwendung	Ziel	Wichtigste Parameter (Kurz)
Förderband	Mechanik schützen, Bandüberwachung	Rampen, S-Ramp, Skip-Freq, Load detection
Siebtrommel	Ruhiger Lauf, Resonanz vermeiden	Lange Rampen, Min-Speed, Skip-Freq
Mixer	Drehmoment & Prozessqualität	Vector/SLVC, Torque, PID, Dynamik, Reverse
Brecher / Zerkleinerer	Blockaden vermeiden, hohes Drehmoment sicherstellen	Vector Control, Torque Limit, Reverse, Dynamik

2 Allgemeine Einstellungen

2.1 Förderband – Parameter (Empfehlung)

Parameter	Bezeichnung	Wert (Empfehlung)	Hinweis
P300.000	Motorregelung	6 – U/f (open loop)	Robust, einfache Inbetriebnahme
P210.000	Mindestfrequenz	~5 Hz	Stabiler Anlauf
P211.000	Maximalfrequenz	~50 Hz	Applikationsabhängig
P220.000	Beschleunigungszeit 1	10–20 s	Sanfter Bandanlauf
P221.000	Verzögerungszeit 1	10–20 s	Schonender Stopp
P226.001	S-Rampe	30–50 %	Ruckreduzierung
P303.xxx	Sperrfrequenz	1–3 Zonen	Resonanzen vermeiden
P710.xxx	Lasterkennung	Aktivieren	Bandriss / Leerlauf erkennen

2.2 Siebtrommel – Parameter (Empfehlung)

Parameter	Bezeichnung	Wert (Empfehlung)	Hinweis
P300.000	Motorregelung	6 – V/f Control	Hohe Trägheit
P210.000	Mindestfrequenz	10–15 Hz	Stabiler Dauerlauf
P211.000	Maximalfrequenz	40–50 Hz	Applikationsabhängig
P220.000	Beschleunigungszeit 1	20–60 s	Sehr lange Rampen
P221.000	Verzögerungszeit 1	20–60 s	Mechanik schonen
P226.001	S-Rampe	~50 %	Ruhiger Lauf
P303.xxx	Sperrfrequenz	2–3 Zonen	Resonanzbereiche vermeiden

2.3 Mixer – Parameter (Empfehlung)

Parameter	Bezeichnung	Wert (Empfehlung)	Hinweis
P300.000	Motorregelung	8 – Sensorlos	Hohe Dynamik & Drehmoment
Motor	Motor-Daten	Typenschild + ID-Lauf	Pflicht für gute Regelung
P210.000	Mindestfrequenz	0–5 Hz	Prozessabhängig
P211.000	Maximalfrequenz	50–60 Hz	Prozessabhängig
P220.000	Beschleunigungszeit 1	3–10 s	Dynamik einstellen
P221.000	Verzögerungszeit 1	3–10 s	Dynamik einstellen
P600 ff.	PID Regelung	Optional aktivieren	Prozessregelung

2.4 Brecher/ Zerkleinerer – Parameter (Empfehlung)

Parameter	Bezeichnung	Wert (Empfehlung)	Hinweis
P300.000	Motorregelung	8 – Sensorlos	Hohe Dynamik & Drehmoment
Motor	Motor-Daten	Typenschild + ID-Lauf	Pflicht für hohes Drehmoment
P210.000	Mindestfrequenz	5–10 Hz	Vermeidung Stillstand unter Last
P211.000	Maximalfrequenz	40–60 Hz	Applikationsabhängig
P220.000	Beschleunigungszeit 1	3–10 s	Schnelle Reaktion
P221.000	Verzögerungszeit 1	3–10 s	Dynamisches Bremsen
P226.001	S-Rampe	20–40 %	Schutz der Mechanik

2.5 Lüfter – Parameter (Empfehlung)

Parameter	Bezeichnung	Wert (Empfehlung)	Hinweis
P300.000	Motorregelung	6 – V/f control/ ECO Mode	Energiesparend, ideal für quadratische Last
P210.000	Mindestfrequenz	10–20 Hz	Sicherer Betrieb, kein Abreißen der Strömung
P211.000	Maximalfrequenz	50–60 Hz	Volle Leistung
P220.000	Beschleunigungszeit 1	5–20 s	Schonender Hochlauf
P221.000	Verzögerungszeit 1	5–20 s	Kein mechanischer Stress
P226.001	S-Rampe	20–40 %	Ruhiger Lauf
P305.000	Schalzhäufigkeit	niedrig (z. B. 2–4 kHz)	Besserer Wirkungsgrad

2.6 Checkliste (Easy Starter)

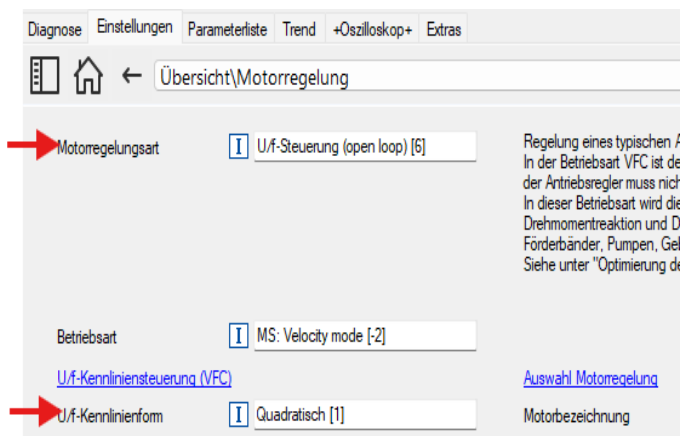
Schritt	Tätigkeit	Details	Ziel / Nutzen
1	Motor-Typenschild-daten erfassen	Spannung, Strom, Frequenz, Drehzahl, $\cos \phi$ vollständig eingeben	Grundlage für korrekte Regelung
2	Motoridentifikation (ID-Lauf)	Bei Sensorless/Vector: Energized ID durchführen und prüfen	Optimales Drehmoment & Regelgüte
3	Grenzwerte parametrieren	Min/Max Frequenz, Strom- & Momentlimits, Thermoschutz	Schutz von Motor & Umrichter
4	Rampen & S-Ramp einstellen	Beschleunigung/Verzögerung setzen, S-Ramp aktivieren; bei hoher Trägheit verlängern	Mechanik schonen, ruhiger Betrieb
5	Skip-Frequenzen definieren	Resonanzbereiche per Messung/Erfahrung identifizieren und sperren	Vibrationen vermeiden
6	Überwachungen aktivieren	Load Detection einstellen, Schwellwerte im Leerlauf & Lastbetrieb einlernen	Prozesssicherheit
7	Testlauf & Feinabstimmung	Trend/Scope nutzen (Drehzahl, Strom, Moment) und optimieren	Optimales Anlagenverhalten

2.7 Allgemeine Einstellungen im Easy Starter

Motorregelungsmodus

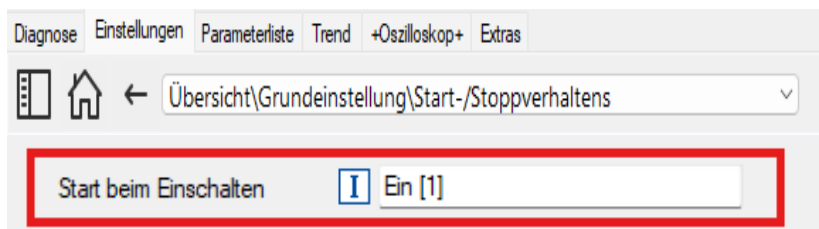
Für eine einfache und energieeffiziente Motorsteuerung empfiehlt Lenze folgende Einstellungen der Motorsteuerung:

Bei AC-Induktionsmotoren stellen Sie „Motorregelungsmodus“ (**P300.000**) auf „U/f-Steuerung (offener Regelkreis) [6]“ und „U/f-Kennlinienform“ (**P302.000**) auf „Quadratisch [1]“ ein.



Start beim Einschalten

Eine häufige Anforderung besteht darin, beim Einschalten zu starten, wenn der RUN-Befehl bereits anliegt. Normalerweise muss der Antrieb zuerst hochfahren und dann einen RUN-Befehl empfangen, um einen Fehler zu vermeiden. Der Antrieb kann so programmiert werden, dass er beim Hochfahren startet, indem „Start beim Hochfahren“ (0x2838:002 – P203:002) = [1] auf Ein gesetzt wird.

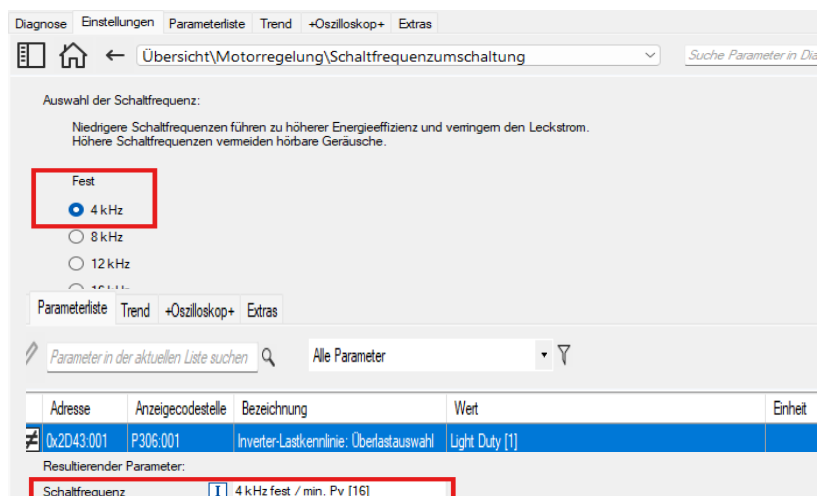


Light Duty Mode

Die Betriebsart „Light Duty“ ist in der Regel bei i5x0-Schränken ≥ 3 kW, IP21/31 (NEMA 1) Umrichtern verfügbar, jedoch nicht bei IP66- und IP55-Umrichtern. Die Standardeinstellung ist Heavy Duty, kann aber auch auf Light Duty parametrisiert werden, was eine kontinuierlich höhere Stromstärke bei gleichem Umrichter ermöglicht. Dies hilft dem Kunden, einen kleineren Wechselrichter auszuwählen.

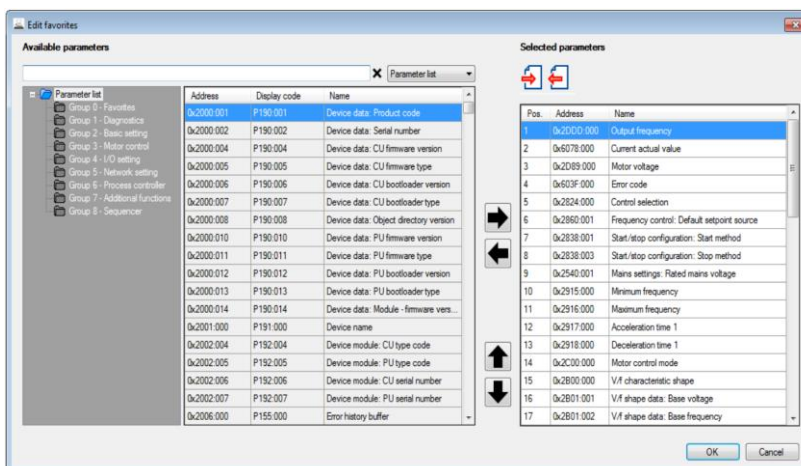
Für die Verwendung des Light Duty Mode muss der Antrieb eine Schaltfrequenz von 4kHz verwenden (0x2939:000-P305:000 Schaltfrequenz).

Aktivieren Sie anschließend die Lastkennlinie: Stellen Sie die „Wechselrichter-Lastkennlinie: Überlastauswahl“ (0x2D43:001 – P306:001) auf „Light Duty“ [1] ein.



Optimierung der Endbenutzererfahrung (Favoriten)

Wählen Sie im Easy-Starter die 5-10 wichtigsten Parameter in der bevorzugten Reihenfolge im Favoritenmenü.

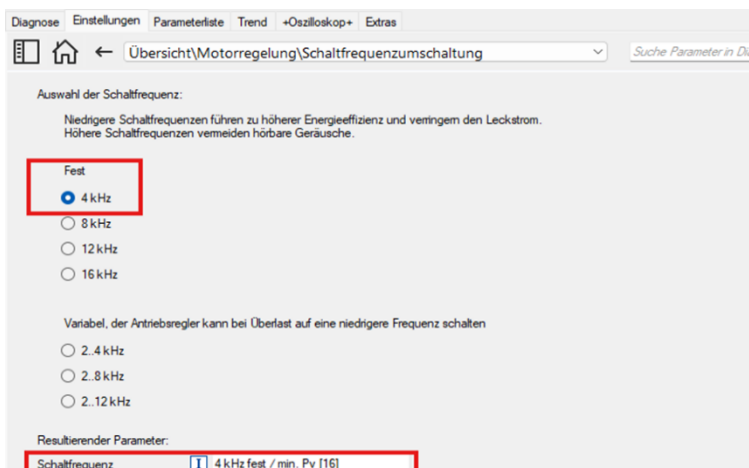


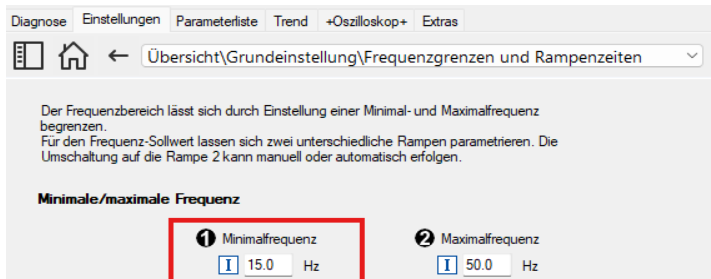
Optimierung des Ableitstroms

Die i500-Umrichter haben im Allgemeinen niedrige Ableitströme. Im Prinzip können die i5x0 Umrichter bis zu 11 kW an einem 30mA FI-Schutzschalter betrieben werden, Details finden Sie in der jeweiligen Produktdokumentation. Die Verwendung von kurzen Motorkabeln und das Entfernen der IT-Schrauben (bei i5x0-Schalterschrankumrichtern verfügbar) können den Ableitstrom weiter verringern.

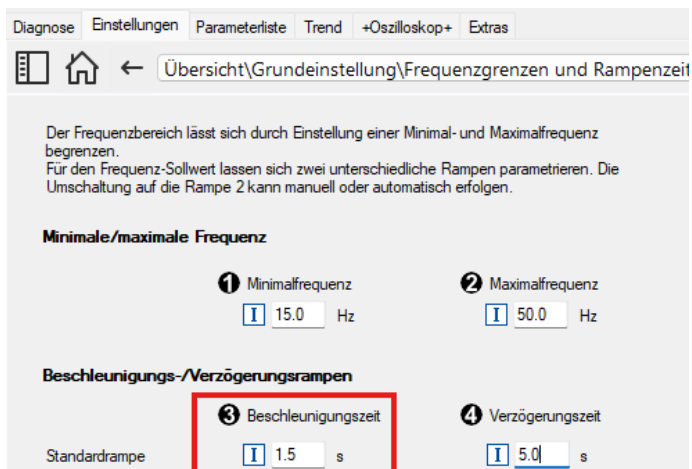
Auch die folgenden Einstellungen können helfen, den Leckstrom zu minimieren:

1. Stellen Sie die „Schaltfrequenz“ (0x2939:000-**P305:000**) auf die kleinstmögliche Sollfrequenz ein.





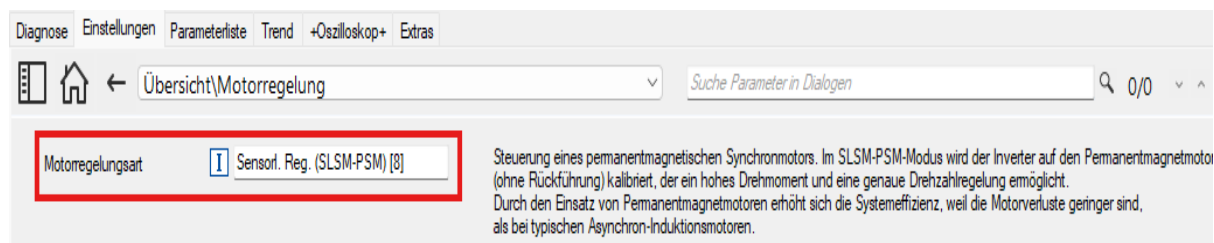
2. Stellen Sie die Mindestfrequenz auf 15 bis 20 Hz ein. Dies bedeutet, dass der Motor beim Start nicht unter dieser Drehzahl läuft. „Mindestfrequenz“ (0x2915:000 - **P210:000**)



3. Stellen Sie die schnellstmögliche Beschleunigungszeit ein. Diese Maßnahme verringert die Gefahr des Auslösens während der Geschwindigkeitserhöhung. „Beschleunigungszeit 1“ (0x2917:000 - **P220:000**).
4. Verwenden Sie möglichst kurze Motorstromkabel.
5. Stellen Sie sicher, dass eine gute Erdverbindung besteht. Die Motorstromkabel sollten eine Abschirmung haben und auf der Antriebsseite abgeschlossen werden.
6. Informieren Sie sich beim Motorhersteller über die Erdungsanforderungen auf seiner Seite.

3 Unterstützung der PM-Motorregelung

Lenze bietet ein sehr leistungsfähiges und flexibles PM-Motor-Regelverfahren „SLSM-PSM“ an. Parameter 0x2C00:000-**P300:000** [Motorregelungsmodus] mit Auswahl [8] SLSM-PSM. Diese Auswahl funktioniert am besten bei Trägerfrequenzen von 8kHz.



Am wichtigsten ist es, die richtige Methode für niedrige Geschwindigkeit zu wählen: 0x2C13:000 mit den beiden Optionen:

[1] -Trägerbasiert [Standard-Einstellung]

Dies ist die einzigartige Methode von Lenze, zur Unterstützung einer dynamischen und präzisen Motorsteuerung auch bei niedrigen Drehzahlen mit einem möglichen Nennmoment von bis zu 200 %. Es ist besonders einfach zu handhaben und leistungsfähig mit den Lenze IE5-Motoren. Sie wird für dynamische Anwendungen empfohlen, ist aber nicht für jeden Motor geeignet.

[2] = i/f-basiert

i/f-basiert ist die empfohlene universelle Methode für jeden Motor und wird üblicherweise auf dem Markt angewendet, da sie einfach in Betrieb zu nehmen ist und eine gute Leistung bietet.

Grundlegende Schritte zur Inbetriebnahme

1. Eingabe der Motortypenschilddaten

Bemessungsdaten vom Motortypenschild					
Bemessungsleistung	1.35	kW	Bemessungsspannung	400	V
Bemessungsdrehzahl	514	rpm	Bemessungsfrequenz	50.0	Hz
Motorbemessungsstrom	2.800	A	Cosinus phi	0.90	

Zusätzliche Daten	
Überstrom-Überwachung	Überdrehzahl-Überwach.
Schwelle 16.8 A	Schwelle 8000 rpm
Max. Motordrehzahl 6075 rpm	
Motorträgheitsmoment 70.00 kg cm²	 Überdrehzahl-Überwachung ist inaktiv aufgrund einer niedrigeren maximalen Motor-Drehzahl (0x6080) Konfiguration

2. Kalibrierung unter Spannung durchführen

Motorkalibrierung	
Durch Motorkalibrierung werden folgende Einstellungen automatisch gesetzt: - Wechselrichter kennlinie - Ersatzschaltbilddaten - Reglereinstellungen Die Motorkalibrierung kann bestromt oder unbestromt durchgeführt werden:	
Bestromt	Der Antrieb wird zuerst die Wechselrichter kennlinie und dann die Ersatzschaltbilddaten identifizieren. In beiden Schritten wird der Motor bestromt.
Unbestromt	Es wird eine voreingestellte Wechselrichter kennlinie geladen. Ersatzschaltbilddaten werden basierend auf den aktuellen Motorbemessungsgrößen berechnet.

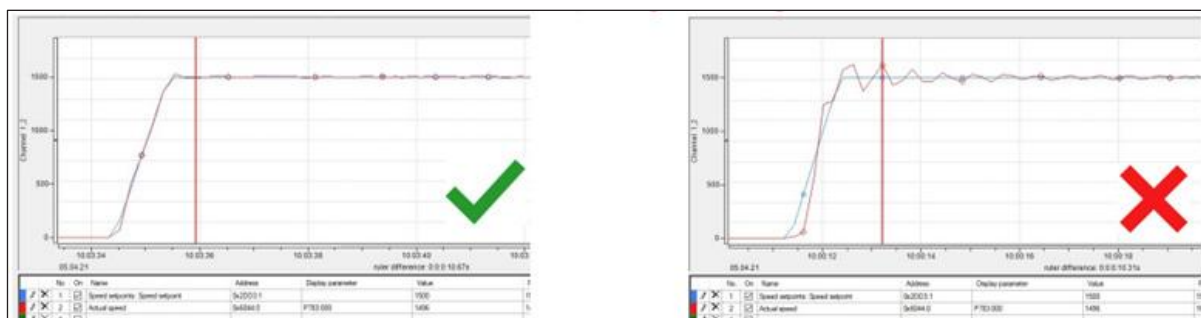
3. Prüfen Sie die Induktivitätswerte L_d und L_q und bestimmen Sie die Ausprägung. Wenn die Ausprägung weniger als 5...10 % beträgt, stellen Sie „SLSM-Low-Speed-Methode“ (0x2C13:000) auf i/f-basiert [2] ein; andernfalls lassen Sie „Carrier Based“ [1] ausgewählt

Induktivität D-Achse L_d	I 23.002	mH
Induktivität Q-Achse L_q	I 35.425	mH

0x2C13:000	SLSM low speed method	Carrier based [1]
		Carrier based [1]
		i/f based [2]

4. Konfigurieren Sie einen Trend oder eine Kurve, die den „Drehzahlsollwert“ (0x2DD#:001) gegenüber der „Ist-Drehzahl“ (0x6044:000- P783:000) aufzeichnet. Versuchen Sie, den Motor bis zur Nenn-/Anwendungsdrehzahl zu betreiben.

Wenn der Motor nicht anspringt oder nicht in der Lage ist, die eingestellte Drehzahl zu erreichen, müssen Sie möglicherweise den Bereich für niedrige Drehzahlen einstellen, siehe **„Hinweise zur Einstellung des Bereichs für niedrige Drehzahlen [nicht beobachtbar]“** am Ende dieser Anleitung.



5. Wenn die Ist-Drehzahl dem Sollwert für die Anwendung nicht zufriedenstellend folgt, stellen Sie die Lastträgheit ein und klicken Sie auf „initiiieren“, um die Einstellungen des Drehzahlregelkreises neu zu berechnen.

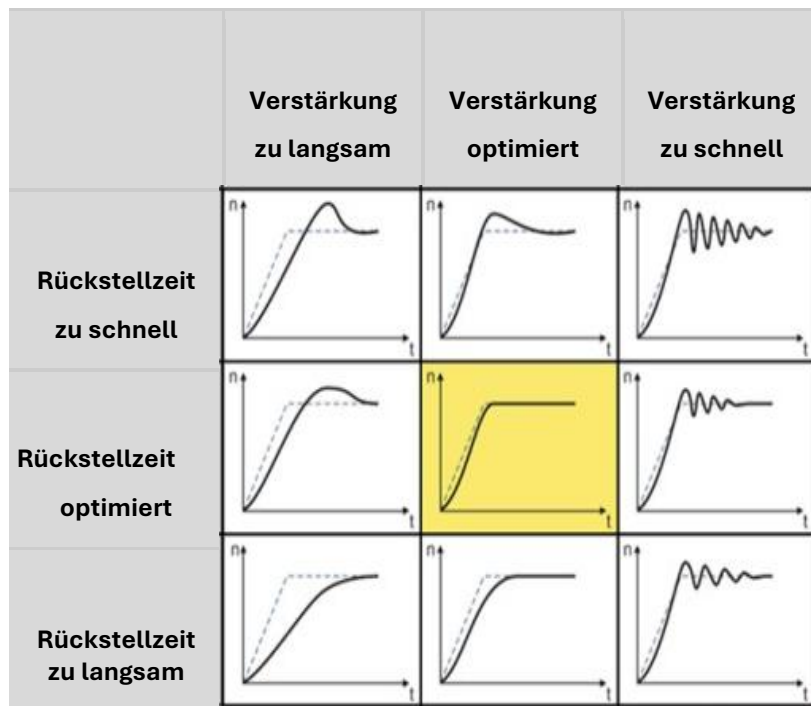
Drehzahlregler					
Skal. Lastmassenträgheit	I 0.00	kg cm ²	Verstärkung	I 0.00600	Nm/rpm
Kopplung	I Mit Spiel [2]		Nachstellzeit	I 800.0	ms
Filterzeit Ist-Drehzahl	I 2.0	ms	Initialisieren		

Wenn die Ist-Drehzahl dem Sollwert für die Anwendung immer noch nicht zufriedenstellend folgt, überprüfen Sie den Trend erneut. Beginnen Sie mit der manuellen Einstellung des Drehzahlregelkreises wie in Schritt 6 beschrieben.

6. Manuelle Einstellung des Drehzahlreglers anpassen:
- a) Erhöhen Sie die Filterzeit für die Ist Geschwindigkeit [auf 4,0...5,0 ms] und überprüfen Sie den Trend, um zu sehen, ob die Ist-drehzahl dem Sollwert zufriedenstellend folgt. Wenn die Nachführung immer noch nicht zufriedenstellend ist, fahren Sie mit Schritt 6b fort.

Drehzahlregler					
Skal. Lastmassenträgheit	I 0.00	kg cm ²	Verstärkung	I 0.00600	Nm/rpm
Kopplung	I Mit Spiel [2]		Nachstellzeit	I 800.0	ms
Filterzeit Ist-Drehzahl	I 2.0	ms	Initialisieren		

b) Stellen Sie die Verstärkung und die Nachstellzeit des Geschwindigkeitsreglers gemäß den Hinweisen in der folgenden Grafik ein. Im Allgemeinen werden Anpassungen der Verstärkung und der Nachstellzeit in Schritten von +/- 10...30% vorgenommen. Überprüfen Sie nach jeder Anpassung den Trend, um die Auswirkungen zu sehen und festzustellen, ob die tatsächliche Geschwindigkeit dem Sollwert zufriedenstellend folgt. Sobald die Nachführung zufriedenstellend ist, sind Sie fertig.



Empfehlung zur Bereichsoptimierung bei niedriger Geschwindigkeit [nicht wahrnehmbar]

0x2C13:000 [SLSM-Langzeitmethode] = [1] - Trägerbasiert [STANDARDEINSTELLUNG]

- Wenn der Motor brummt, aber nicht anspringt oder länger als die eingestellte Zeit zum Beschleunigen benötigt, kann eine Erhöhung der HF-Einspeiseamplitude [0x2C10:001] erforderlich sein. Erhöhen Sie 0x2C10:001 in 10 %-Schritten, um ein zufriedenstellendes Anlaufen/Beschleunigen zu erreichen.
- Stellen Sie den HF-Einspeisebereich auf einen Wert ein, der niedriger ist als die niedrigste Dauer- oder Langzeitbetriebsdrehzahl der Anwendung, jedoch nicht niedriger als für die Anwendung erforderlich. Dadurch wird sichergestellt, dass der Langzeit-/Dauerbetrieb im (wahrnehmbaren) Hochdrehzahlbereich erfolgt.
- Manche Anwendungen/Motoren erzielen eine bessere Leistung bei schnellerer Beschleunigung im Niedrigdrehzahlbereich. Wenden Sie gegebenenfalls 0x291B:000 [Auto-change.thresh.ramp2] an, um automatisch von Beschleunigungsrampenzeit 1 auf Rampenzeit 2 umzuschalten.

„SLSM Low Speed Method“ (0x2C13:000) = [2] = i/f-basiert

- Das häufigste Problem im Niedrigdrehzahlbereich in diesem Modus ist Instabilität und/oder Abwürgen beim Übergang vom Niedrigdrehzahlbereich zum Hochdrehzahlbereich. Dies liegt typischerweise daran, dass der eingespeiste Strom zu hoch ist. Eine Anpassung (typischerweise eine Reduzierung) der Niedrigdrehzahl-Stromwerte „Beschleunigungsstrom“ (0x2C12:001) und „Stillstandsstrom“ (0x2C12:002) ist in der Regel notwendig, insbesondere bei Anwendungen mit variablen oder quadratischen Drehmomentprofilen.
- Die Anpassung von „Beschleunigungsstrom“ (0x2C12:001) und „Stillstandsstrom“ (0x2C12:002) ist in diesem Modus ein Balanceakt. Höhere Stromwerte als nötig führen zu Instabilität beim Übergang in den Hochdrehzahlbereich. Niedrigere Stromwerte können Probleme beim Starten und Fahren der Anwendung im Niedrigdrehzahlbereich verursachen, wenn dort ein hohes Drehmoment erforderlich ist.

- In diesem Modus ist ein höherer Übergangspunkt typischerweise von Vorteil. Eine Reduzierung des Standardwerts [10 %] sollte nur erfolgen, wenn dies für die Anwendung unbedingt erforderlich ist. Eine Erhöhung auf 20...30 % kann Stabilitätsvorteile bringen, sofern die Anwendung dies zulässt.

4 PID – Temperatur- und Druckregelung

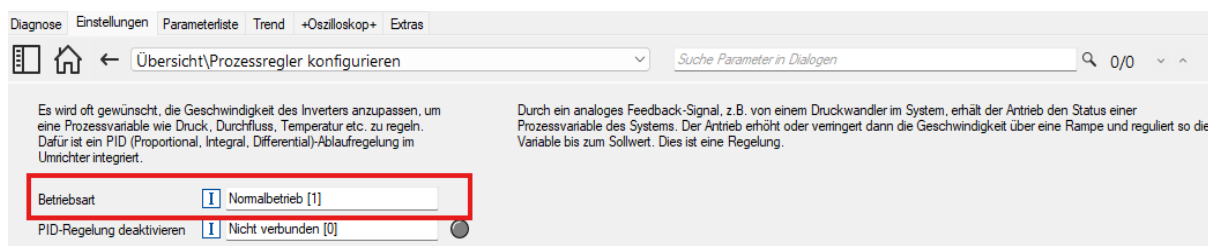
Die Proportional-Integral-Differential-Regelung (PID) ist ein geschlossenes Regelkreisverfahren zur Überwachung einer Prozessgröße wie Druck oder Temperatur. Dabei muss der z.B. Lüfter seine Drehzahl anpassen, um diese Größe auf einem konstanten Wert zu halten.

Gängige Anwendungen, die eine PID-Regelung erfordern, sind Heizung, Kühlung oder Druck. Zuerst wird ein geeigneter analoger Sensor in das System eingebaut. Dies kann ein Drucksensor, ein Temperatursensor oder ein anderer sein.

PID-Anwendungen werden entweder als „normal wirkend“ oder „umgekehrt wirkend“ bezeichnet. Dieser Begriff bezieht sich auf den Lüfter in Bezug auf die überwachte Prozessgröße. Führt eine Erhöhung der Lüfterdrehzahl zu einem Anstieg der überwachten Prozessgröße (z. B. des direkten Drucks), handelt es sich um eine „normal wirkende“ PID-Anwendung. Führt eine Erhöhung der Lüfterdrehzahl zu einer Verringerung der Prozessgröße (z. B. ein Lüfter, der Kühlluft bis zur Überwachungstemperatur liefert), handelt es sich um einen „umgekehrten“ Prozess.

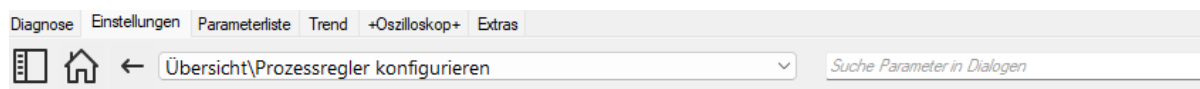
Betriebsart einstellen

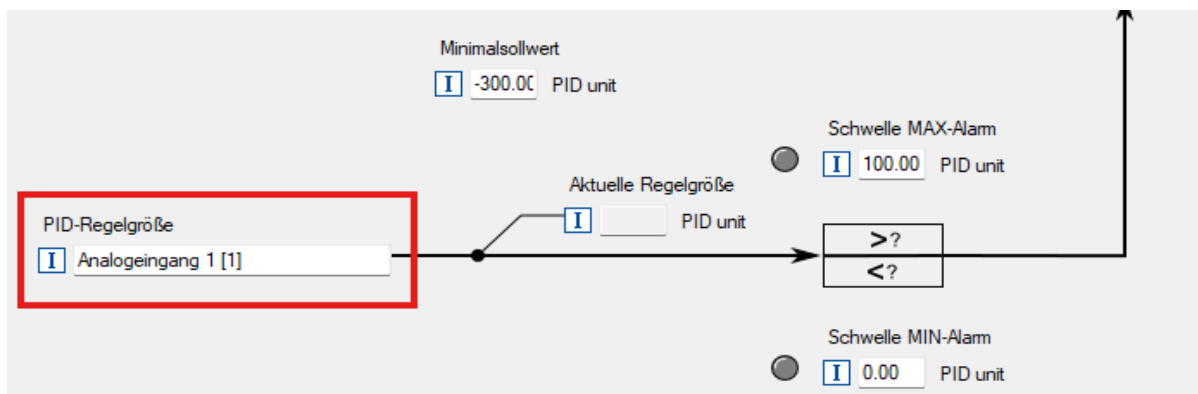
Stellen Sie die Betriebsart (0x4020:001 - **P600:001**) je nach Anwendung entweder auf „Normalbetrieb [1]“ oder „Umgekehrter Betrieb [2]“ ein.



Analogeingang des Antriebs programmieren

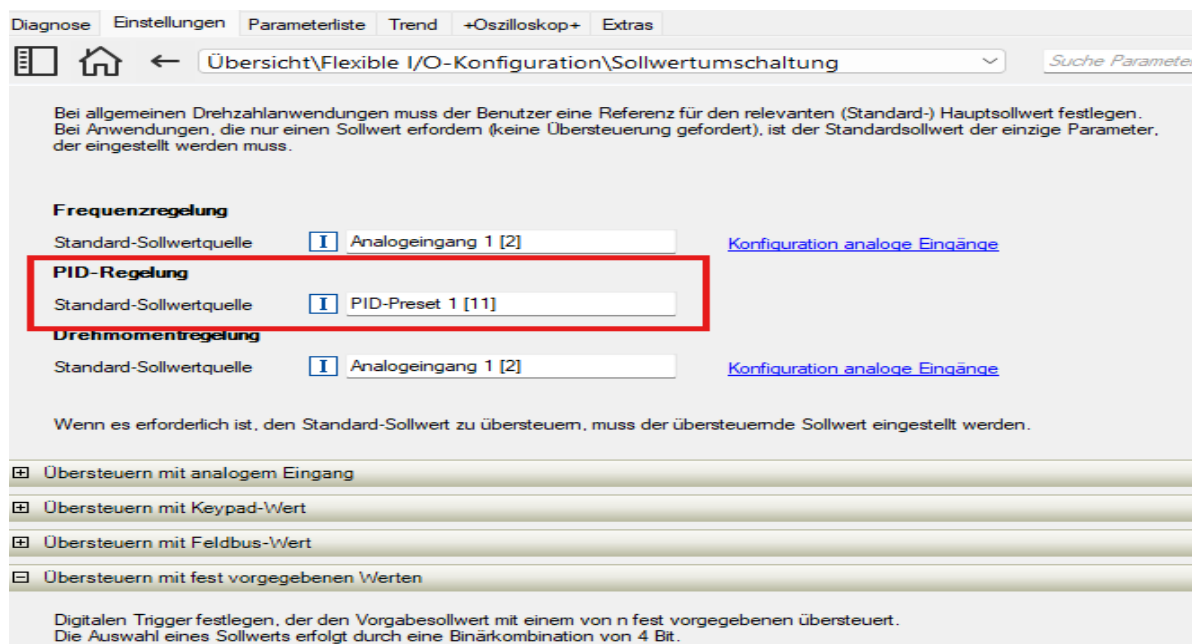
Als Nächstes müssen wir programmieren, welcher Analogeingang des Antriebs als überwachte Prozessvariable verwendet werden soll. Stellen Sie die „PID-Prozessvariable“ (0x4020:002 - **P600:002**) entweder auf „Analogeingang 1 [1]“ oder „Analogeingang 2 [2]“ ein.





Programmieren der Sollwertquelle

Als Nächstes müssen wir den Antrieb für die Sollwertquelle programmieren. Der Sollwert ist der Sollwert, den der Antrieb an die überwachte Prozessgröße anpassen soll. Sollwertquellen können die Tastatur, ein analoges Signal (darf nicht derselbe Analogeingang wie die überwachte Prozessgröße sein) oder ein vordefinierter interner Sollwert sein. Stellen Sie „Standard-Sollwertquelle“ (0x2860:002 – **P201:002**) je nach Bedarf auf eine der folgenden Optionen ein: „Tastatur [1]“, „Analogeingang 1 [2]“, „Analogeingang 2 [3]“ oder „PID-Vorgabe 1 [11]“. Wenn Sie „PID-Vorgabe 1 [11]“ als Sollwert verwenden, stellen Sie sicher, dass Sie den gewünschten Sollwert auch in „Vorgabe 1“ (0x4022:001 – **P451:001**) zu programmieren.



Übersteuern mit Feldbus-Wert

Übersteuern mit fest vorgegebenen Werten

Digitalen Trigger festlegen, der den Vorgabesollwert mit einem von n fest vorgegebenen übersteuert.
Die Auswahl eines Sollwerts erfolgt durch eine Binärkombination von 4 Bit.

Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Preset aktivieren (Bit 3) ☐ Nicht verbunden [0]

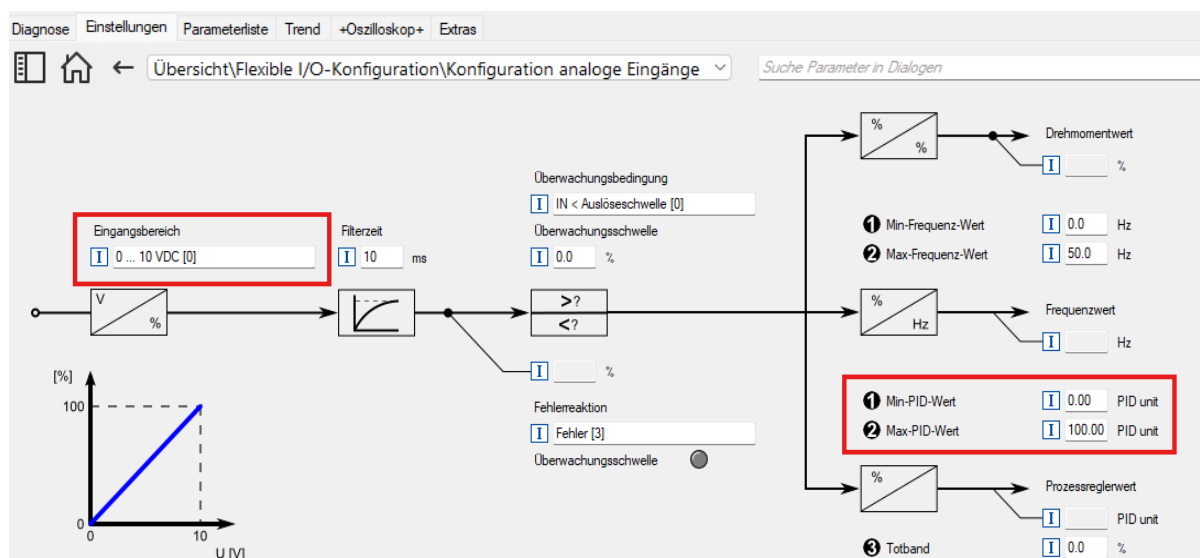
Preset aktivieren (Bit 2) ☐ Nicht verbunden [0]

Preset aktivieren (Bit 1) ☐ Nicht verbunden [0]

Preset aktivieren (Bit 0) ☐ Digitaleingang 5 [15]

Frequenzregelung	PID-Regelung	Drehmomentregelung
kein Überschreiben	5.00 PID unit	100.0 %
20.0 Hz	0.00 PID unit	100.0 %
40.0 Hz	0.00 PID unit	100.0 %
50.0 Hz	0.00 PID unit	100.0 %
0.0 Hz	0.00 PID unit	100.0 %
*1) 0.0 Hz	0.00 PID unit	100.0 %

Bitte beachten Sie, dass der Sollwert in benutzerdefinierten PID-Einheiten angegeben wird, die wiederum in der analogen Eingangskanalkonfiguration der überwachten Prozessvariable konfiguriert werden. Programmieren Sie sowohl den „Min. PID-Wert“ (0x263x:004 - **P43x:004**) als auch den „Max. PID-Wert“ (0x263x:005 - **P43x:005**) so, dass sie dem Signalbereich des zur Überwachung der Prozessvariable verwendeten analogen Sensors entsprechen. Geben Sie diesen Wert in PID-Einheiten ein (wenn der Sensor also 0–10 VDC = 0–10 PSI war, setzen Sie 0x263x:004 - **P43x:004** = 0 und 0x263x:005 - **P43x:005** = 10).

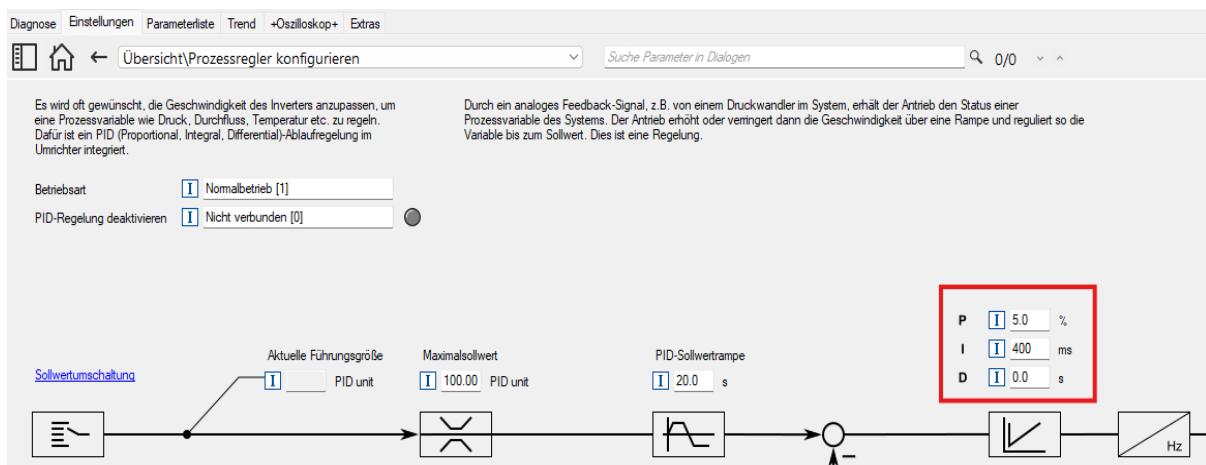


PID-Optimierung

Der PID-Regelkreis muss anschließend im laufenden System für die Anwendung optimiert werden. Ein gängiger Ansatz zur PID-Optimierung ist folgender:

1. Um den I-Anteil zu deaktivieren, stellen Sie die Nachstellzeit für den I-Anteil in „PID I-Anteil“ (0x4049:000 - P602:000) auf 6000 ms ein. Mit dieser Einstellung und der Standardeinstellung von „PID D-Anteil“ (0x404A:000 - P603:000) arbeitet der Prozessregler als P-Regler.
2. Erhöhen Sie die Verstärkung des P-Anteils schrittweise in „PID P-Anteil“ (0x4048:000 - P601:000), bis das System instabil wird (schwingt).
3. Reduzieren Sie die Verstärkung erneut, bis das System wieder stabil ist (nicht mehr schwingt).
4. Reduzieren Sie die Verstärkung um weitere 15 %.
5. Stellen Sie die Nachstellzeit für den I-Anteil in „PID I-Anteil“ (0x4049:000 - P602:000) ein. Beachten Sie bei dieser Einstellung, dass eine zu niedrige Nachstellzeit zu Überschwingern führen kann, insbesondere bei großen Sprüngen der Regelabweichung.
6. Optional: Stellen Sie die Verstärkung des D-Anteils in „PID D-Anteil“ (0x404A:000 - P603:000) ein.

Bei dieser Einstellung ist zu beachten, dass der D-Anteil sehr empfindlich auf elektrische Störungen in der Rückführung sowie auf Digitalisierungsfehler reagiert. Für die meisten Systeme kann der „PID D-Anteil“ (0x404A:000 - P603:000) auf dem Wert 0 belassen werden. Dies ist typischerweise nur für extrem schnell reagierende Systeme erforderlich.



Die Ruhefunktion (auch „Leerlauf des Prozessreglers“ genannt) bewirkt, dass der Antrieb stoppt, sobald die Prozessvariable unverändert bleibt, obwohl der Ausgang des Antriebs für einen bestimmten Zeitraum unter eine bestimmte Frequenz fällt. Ein Anwendungsbeispiel hierfür ist ein Lüfter in einem Lagerhaus. Um 3:00 Uhr morgens ist die Außentemperatur im Lagerhaus unter den Sollwert gesunken, daher soll der Antrieb den Lüfterbetrieb stoppen, um Energie zu sparen.

Der „PID-Ruhemodus: Aktivierung“ (0x4023:001 - **P610:001**) sollte für einen Lüfter auf „Ausgangsfrequenz < Schwellenwert [1]“ eingestellt werden. Der „Frequenzschwellenwert“ (0x4023:003 - **P610:003**) muss auf einen niedrigen Wert eingestellt werden, der für die Anwendung knapp unter dem erforderlichen Mindestluftstrom liegt. Eine „Verzögerungszeit“ (0x4023:005 - **P610:005**) muss eingegeben werden. Wählen Sie einen Wert, der sicherstellt, dass der Lüfter der Anwendung abgeschaltet wird. Bei zu kurzer Zeit kann es zu einem «Flattern» der Anwendung kommen.

Eine Wiederherstellung der Lüfteranwendung erfolgt typischerweise, wenn die überwachte Prozessvariable entweder fällt (bei einer normal wirkenden PID-Anwendung, z. B. Heizen) oder steigt (bei einer umgekehrt wirkenden PID-Anwendung, z. B. Kühlen) und außerhalb eines Toleranzfensters liegt. Stellen Sie „Beendigung“ (0x4023:006 - **P610:006**) entweder auf „PVar < Beendigungsschwelle [1]“ für normal wirkende PID-Anwendungen oder auf „PVar > Beendigungsschwelle [2]“ für umgekehrt wirkende PID-Anwendungen ein.

Stellen Sie abschließend den „Beendigungsschwellenwert“ (0x4023:008 - **P610:008**) auf den maximalen Wert ein, den die Anwendung als Abweichung für die überwachte Prozessvariable tolerieren kann. Dieser Wert wird in benutzerdefinierten PID-Einheiten eingegeben und ist skaliert. (d. h. wenn der Prozesssollwert 70° beträgt und eine maximale Erhöhung auf einen Wert von 78° toleriert werden könnte, geben Sie 78° ein).

Diagnose Einstellungen Parameterliste Trend +Oszilloskop+ Extras

Übersicht\Prozessregler konfigurieren\Ruhezustand und Spülfunktion 0/0

Ruhezustand

Oft ist es bei geringer Auslastung wünschenswert, den Umrichter zu stoppen, um Energie zu sparen, wenn das System durch den PID-Prozessregler nicht benötigt wird. Das wird als Ruhezustand bezeichnet. Der Nutzer kann die Methode festlegen, durch die der Umrichter die Entscheidung trifft, in den Ruhezustand zu gehen. Ebenso kann der Nutzer festlegen, durch welche Methode der Umrichter wieder aus dem Ruhezustand aufwacht.

Eingabe

☐ Gesperrt

☒ Frequenz-Sollwert < Frequenzschwelle (+Verzögerungszeit)

☐ Frequenz-Sollwert < Frequenzschwelle (+Verzögerungszeit) ODER Aktuelle Regelgröße > Rückführungsschwelle (+Verzögerungszeit)

☐ Frequenz-Sollwert < Frequenzschwelle (+Verzögerungszeit) ODER Aktuelle Regelgröße < Rückführungsschwelle (+Verzögerungszeit)

Anhalteart

☒ Austrudeln bis 0

☐ Rampen bis 0

☐ Stopp-Methode

Wiederherstellung

☐ Frequenz-Sollwert > Frequenzschwelle (+2Hz Hysterese) ODER PID-Reglerabweichung > Bandbreite

☐ Aktuelle Regelgröße < Beendigungsschwelle

☒ Aktuelle Regelgröße > Beendigungsschwelle

Frequenz-Sollwert Hz

Frequenzschwelle 20.0 Hz

Aktuelle Regelgröße PID unit

Rückführungsschwelle 0.00 PID unit

Verzögerungszeit 90.0 s

Bandbreite 0.00 PID unit

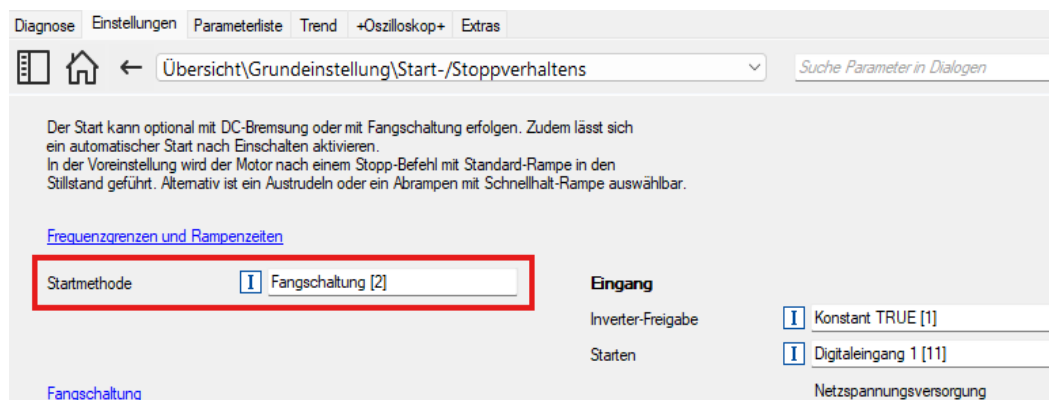
Beendigungsschwelle 78.00 PID unit

[Stoppmethode](#) Standard-Rampe [1]

5 Fliegender Neustart („Windmühlen“-Effekt)

Im Leerlauf befindliche Lüfter unterliegen durch Zugluft einem Windmühlenbetrieb. Daher muss deren Anlauf kontrolliert werden. Die Antriebe der i500-Serie verfügen über einen Fangalgorithmus, der die Motordrehzahl erkennt, erfasst und den Motor in den Normalbetrieb überführt.

Um den Antrieb für einen Fangalarm einzustellen, stellen Sie „Startmethode“ (0x2838:001 – **P203:001**) = „Fangschaltung [2]“ ein



Diagnose Einstellungen Parameterliste Trend +Oszilloskop+ Extras

Übersicht\Grundeinstellung\Start-/Stopverhalten

Suche Parameter in Dialogen

Der Start kann optional mit DC-Bremse oder mit Fangschaltung erfolgen. Zudem lässt sich ein automatischer Start nach Einschalten aktivieren. In der Voreinstellung wird der Motor nach einem Stopp-Befehl mit Standard-Rampe in den Stillstand geführt. Alternativ ist ein Austrudeln oder ein Abrampen mit Schnellhalt-Rampe auswählbar.

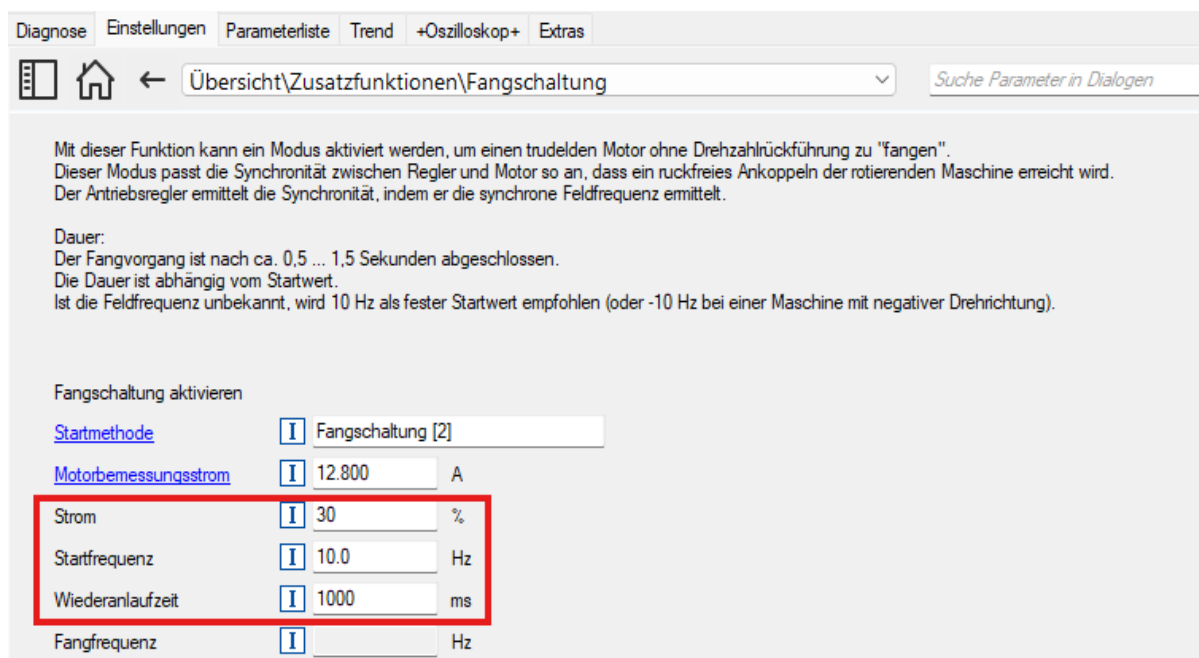
[Frequenzgrenzen und Rampenzeiten](#)

Startmethode Eingang

Inverter-Freigabe Starten

[Fangschaltung](#) Netzspannungsversorgung

Die Fangschaltung sollte so konfiguriert werden, dass der Betrieb möglichst ruckfrei abläuft. Der angelegte Strom sollte einen geringen Bruchteil des Motornennstroms betragen. Ein guter Startwert ist 30 %. Stellen Sie „Strom“ (0x2BA1:001 – **P718:001**) auf 30 ein. Normalerweise ist die Startfrequenz unbekannt. In diesem Fall empfiehlt Lenze, die Suche bei 10,0 Hz zu starten. Stellen Sie „Startfrequenz“ (0x2BA1:002 – **P718:002**) auf 10,0 ein. Der Neustartvorgang kann ca. 0,5–1,5 Sekunden dauern. Ein guter Startwert ist 1000 ms. Stellen Sie „Neustartzeit“ (0x2BA1:003 – **P718:003**) auf 1000 ein.



Diagnose Einstellungen Parameterliste Trend +Oszilloskop+ Extras

Übersicht\Zusatzfunktionen\Fangschaltung

Suche Parameter in Dialogen

Mit dieser Funktion kann ein Modus aktiviert werden, um einen trudelnden Motor ohne Drehzahlrückführung zu "fangen". Dieser Modus passt die Synchronität zwischen Regler und Motor so an, dass ein ruckfreies Ankoppeln der rotierenden Maschine erreicht wird. Der Antriebsregler ermittelt die Synchronität, indem er die synchrone Feldfrequenz ermittelt.

Dauer:
Der Fangvorgang ist nach ca. 0,5 ... 1,5 Sekunden abgeschlossen.
Die Dauer ist abhängig vom Startwert.
Ist die Feldfrequenz unbekannt, wird 10 Hz als fester Startwert empfohlen (oder -10 Hz bei einer Maschine mit negativer Drehrichtung).

Fangschaltung aktivieren

[Startmethode](#)

[Motorbemessungsstrom](#) A

[Strom](#) %

[Startfrequenz](#) Hz

[Wiederanlaufzeit](#) ms

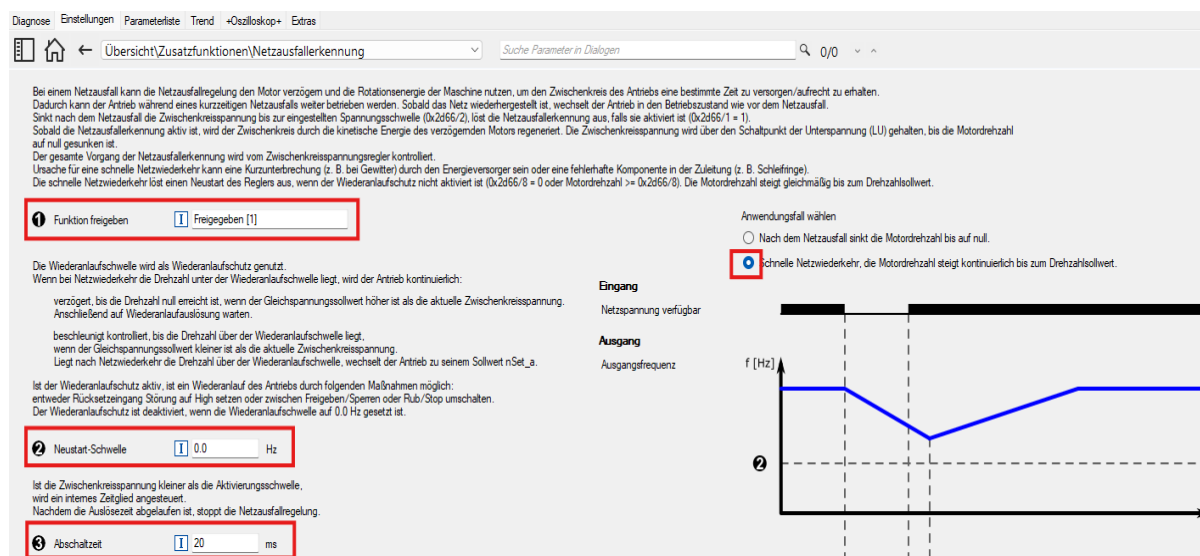
[Fangfrequenz](#) Hz

6 Überbrückung bei kurzzeitigem Stromausfall

Bei Lüfteranwendungen ist es oft wünschenswerter, dass ein Antrieb die Kontrolle auf Kosten der Lüfterdrehzahl behält, als aufgrund eines kurzzeitigen Stromausfalls einen fliegenden Neustart durchführen zu müssen. Antriebe der i500-Serie können die Dynamik eines Lüfters nutzen, um Strom zu regenerieren und so bei einem kurzzeitigen Netzausfall die Kontrolle zu behalten.

Die Einrichtung erfolgt wie folgt:

1. Setzen Sie „Funktion aktivieren“ (0x2D66:001 – **P721:001**) auf Aktiviert [1].
2. Da wir eine Überbrückung und eine automatische Wiederherstellung wünschen, wählen Sie den Anwendungsfall „Schnelle Netzwiederverkehr, die Motordrehzahl steigt gleichmäßig auf den Drehzahlsollwert“ und setzen Sie die „Neustartschwelle“ (0x2D66:008 – **P721:008**) auf 0,0 Hz, um den Wiederanlaufschutz zu deaktivieren und den Antrieb automatisch neu starten zu lassen.
3. Die „Löschzeit“ (0x2D66:007 – **P721:007**) muss eingestellt werden, um die maximale Zeit festzulegen, für die die Überbrückung aufrechterhalten werden soll. Dieser Wert sollte auf einen angemessenen Wert für die Drehkraft des rotierenden Lüfters eingestellt werden. Je größer und schneller der Lüfter, desto länger kann dieser Wert eingestellt werden. Um die richtige Einstellung zu ermitteln, lassen Sie den Antrieb mit normaler Nenndrehzahl laufen, deaktivieren Sie den Lüfter und messen Sie mit einer Stoppuhr die Zeit, die der Lüfter benötigt, um auf die minimale Drehzahl herunterzulegen. Stellen Sie die „Clear Time“ (Löschzeit) auf diesen Wert ein.



Bei einem Netzausfall kann die Netzausfallregelung den Motor verzögern und die Rotationsenergie der Maschine nutzen, um den Zwischenkreis des Antriebs eine bestimmte Zeit zu versorgen/aufrecht zu erhalten. Dadurch kann der Antrieb während eines kurzzeitigen Netzausfalls weiter betrieben werden. Sobald das Netz wiederhergestellt ist, wechselt der Antrieb in den Betriebszustand wie vor dem Netzausfall. Sinkt nach dem Netzausfall die Zwischenkreisspannung bis zur eingestellten Spannungsschwelle (0x2d66/2), löst die Netzausfallerkennung aus, falls sie aktiviert ist (0x2d66/1 = 1). Sobald die Netzausfallerkennung aktiv ist, wird der Zwischenkreis durch die kinetische Energie des verzögerten Motors regeneriert. Die Zwischenkreisspannung wird über den Schalterpunkt der Unterspannung (LU) gehalten, bis die Motordrehzahl auf null gesunken ist. Der gesamte Vorgang der Netzausfallerkennung wird vom Zwischenkreisspannungsregler kontrolliert. Ursache für eine schnelle Netzwiederverkehr kann eine Kurzunterbrechung (z. B. bei Gewitter) durch den Energieversorger sein oder eine fehlerhafte Komponente in der Zuleitung (z. B. Schleifringe). Die schnelle Netzwiederverkehr löst einen Neustart des Reglers aus, wenn der Wiederanlaufschutz nicht aktiviert ist (0x2d66/0 = 0 oder Motordrehzahl >= 0x2d66/3). Die Motordrehzahl steigt gleichmäßig bis zum Drehzahlsollwert.

1 Funktion freigeben ☒ Freigegeben [1]

Die Wiederanlaufschwelle wird als Wiederanlaufschutz genutzt. Wenn bei Netzwiederverkehr die Drehzahl unter der Wiederanlaufschwelle liegt, wird der Antrieb kontinuierlich verzögert, bis die Drehzahl null erreicht ist, wenn der Gleichspannungssollwert höher ist als die aktuelle Zwischenkreisspannung. Anschließend auf Wiederanlaufauslösung warten. beschleunigt kontrolliert, bis die Drehzahl über der Wiederanlaufschwelle liegt, wenn der Gleichspannungssollwert kleiner ist als die aktuelle Zwischenkreisspannung. Liegt nach Netzwiederverkehr die Drehzahl über der Wiederanlaufschwelle, wechselt der Antrieb zu seinem Sollwert nSet_a. Ist der Wiederanlaufschutz aktiv, ist ein Wiederanlauf des Antriebs durch folgenden Maßnahmen möglich: entweder Rücksetzeingang Störung auf High setzen oder zwischen Freigeben/Spinnen oder Pub/Stop umschalten. Der Wiederanlaufschutz ist deaktiviert, wenn die Wiederanlaufschwelle auf 0,0 Hz gesetzt ist.

2 Neustart-Schwelle ☒ 0.0 Hz

Ist die Zwischenkreisspannung kleiner als die Aktivierungsschwelle, wird ein internes Zeitglied angesteuert. Nachdem die Auslösezeit abgelaufen ist, stoppt die Netzausfallregelung.

3 Abschaltzeit ☒ 20 ms

Anwendungsfall wählen
☐ Nach dem Netzausfall sinkt die Motordrehzahl bis auf null.
☒ Schnelle Netzwiederverkehr, die Motordrehzahl steigt kontinuierlich bis zum Drehzahlsollwert.

Eingang
 Netzspannung verfügbar

Ausgang
 Ausgangsfrequenz

f [Hz]
 t

4. Stellen Sie den DC-Spannungssollwert (0x2D66:005 – P721:005) auf 95 % ein, damit der Antrieb versucht, 95 % der Nennspannung des DC-Busses zu halten.
5. Die Sollwertrampe (0x2D66:006 – P721:006) definiert die Geschwindigkeit, mit der der Antrieb versucht, die Busspannung wieder auf den Sollwert zu erhöhen. Dieser Wert sollte auf ein Zehntel der Löschzeit (0x2D66:007 – P721:007) eingestellt werden.
6. Stellen Sie den DC-Bus-Aktivierungspegel (0x2D66:002 – P721:002) auf 72 % für 120-V- und 230-V-Antriebe bzw. auf 82 % für 400/480-V- und 480-V/600-V-Antriebe ein.

Feinjustierung Netzausfallüberwachung

Für die Feinjustierung folgende Punkte mehrmals wiederholen:

Die kleinste Enddrehzahl muss erreicht werden, bevor der Regler die Ansprechschwelle für Unterspannung (LU) erreicht:

- Proportionale Verstärkung Drehzahlregler in 0x2d66/3 erhöhen.
- Nachstellzeit Drehzahlregler in 0x2d66/4 reduzieren.

Wenn OU während der Netzausfallüberwachung auftritt:

- Nachstellzeit Drehzahlregler in 0x2d66/4 erhöhen, bis kein OU mehr auftritt.
- Falls erforderlich, in 0x2d66/5 die Gleichspannungssollwert reduzieren, über den die Zwischenkreisspannung überwacht wird.

Die Erhöhung der Verzögerungszeit oder Reduzierung des Bremsmoments ist nur eingeschränkt möglich:

- Erhöhung der Sollwertrampe in 0x2d66/6 reduziert die Anfangsverzögerung (Brems-) Drehmoment und erhöht gleichzeitig die Verzögerungszeit.

Rücksetzzeit U-Regler	20	ms
Verstärkung U-Regler	0.01000	Hz/V

7 Minimierung der Motorlast, Ruck und Überspringen bei hoher Trägheit

Ruck- und Drehzahlüberschreitungen können bei Antrieben mit hohem Trägheitsmoment durch den Einsatz von S-förmigen Beschleunigungs-/Verzögerungsrampen minimiert werden. Dies verlängert jedoch die Gesamtbeschleunigungs-/Verzögerungszeiten des Antriebs. Um S-förmige Rampen zu verwenden, programmieren Sie einfach den „Glättungsfaktor“ (0x291E:001 – **P226:001**). 50 % ist ein guter Ausgangspunkt für die Glättung bei Antrieben mit großem Trägheitsmoment.

Diagnose Einstellungen Parameterliste Trend +Oszilloskop+ Extras

Übersicht\Grundeinstellung\S-förmige Rampen Suche Parameter in Dialogen 0/0

Die Standard Konfiguration für die Rampenzeit ist linear (Häufigste verwendete Kurvenart). Alternativ kann eine S-förmige Rampe ausgewählt werden. Diese wird bei Applikationen verwendet, welche ein weiches Anfahrverhalten benötigen. Es gilt zu beachten, dass die S-förmige Rampe eine Auswirkung auf die Gesamtzeit der Beschleunigungs- und Verzögerungszeit hat (siehe dazu das Diagramm unten).

1 Maximalfrequenz Hz

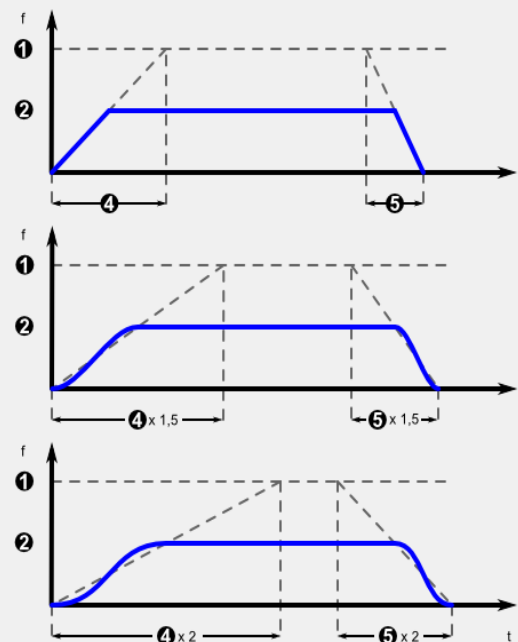
2 Frequenz-Sollwert Hz

3 Glättungsfaktor %

4 Beschleunigungszeit 1 s

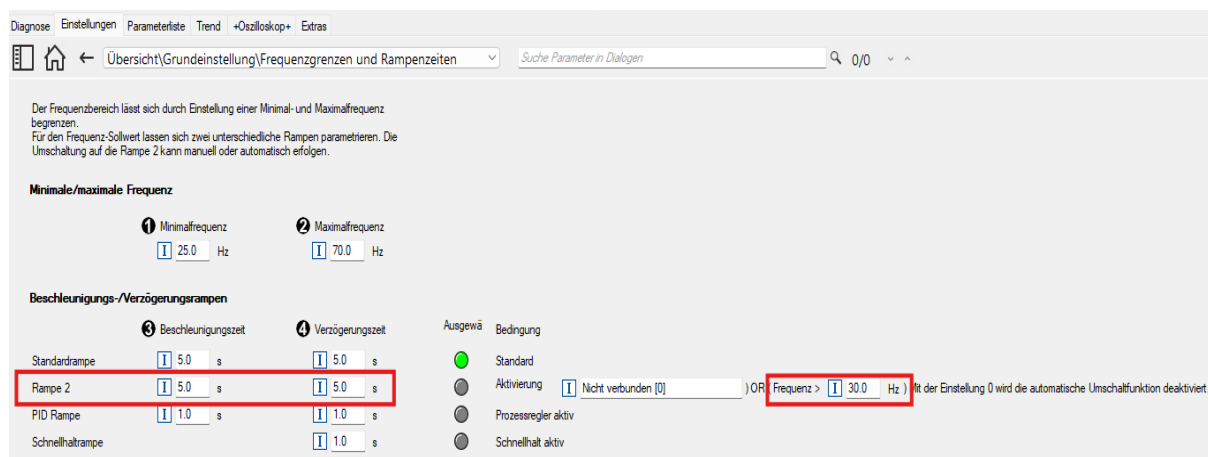
5 Verzögerungszeit 1 s

Frequenzgang



Die Antriebe der i500-Serie verfügen zusätzlich über eine zweite Beschleunigungs-/Verzögerungsrampe, die automatisch ausgelöst werden kann, wenn der Antrieb einen Frequenzschwellenwert überschreitet. Dies ist nützlich, um bei niedrigen Drehzahlen und hoher Trägheit schrittweise zu beschleunigen und gleichzeitig eine schnellere Reaktion bei oder nahe der Nenndrehzahl zu ermöglichen.

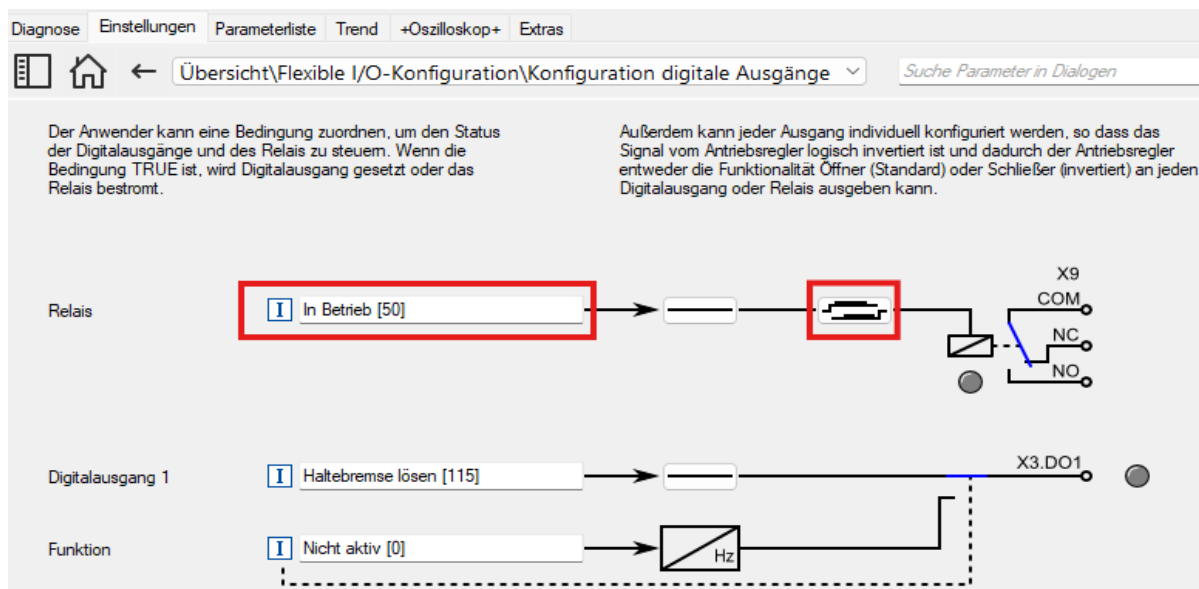
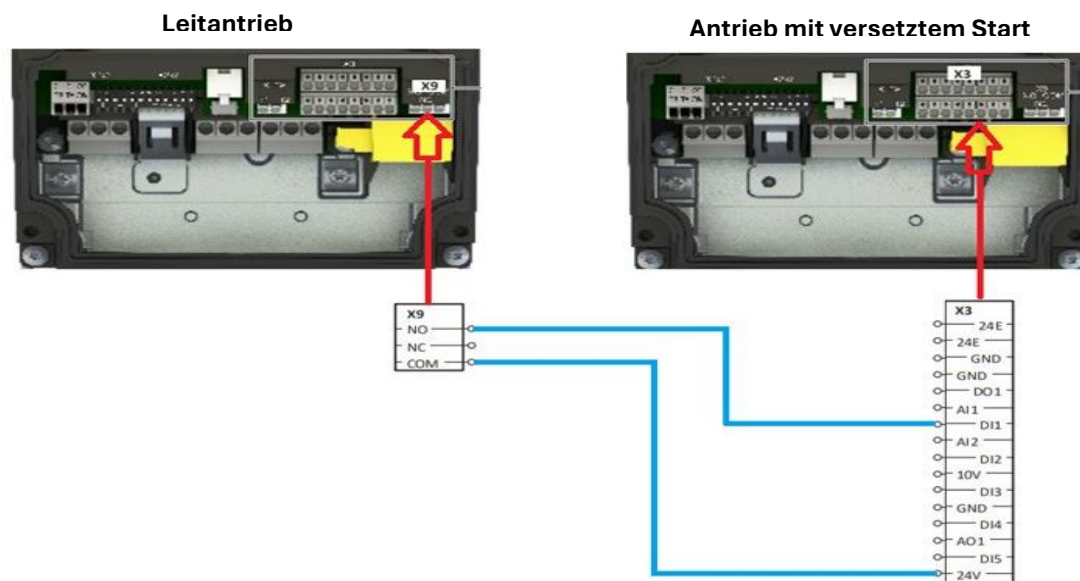
Um diese Option zu konfigurieren, programmieren Sie zunächst die zweite Beschleunigungs-/Verzögerungsrampe in „Beschleunigungszeit 2“ (0x2919:000 – **P222:000**) und „Verzögerungszeit 2“ (0x291A:000 – **P223:000**). Programmieren Sie anschließend die Frequenz „Auto-change.thresh.ramp2“ (0x291B:000 – **P224:000**).



8 Gestaffelter Start von Systemantrieben ohne SPS

Manchmal muss der Strombedarf des Versorgungsnetzes beim Systemstart gesenkt werden. Dies kann durch die Staffelung der Antriebstarts in der Anwendung erreicht werden. Um dies ohne übergeordnete Steuerung zu erreichen, verwenden Sie den Relaisausgang eines Antriebs, um den Start des nächsten Antriebs auszulösen, indem Sie eine Einschaltverzögerung für das Relais programmieren.

Verdrahten Sie den Relaisausgang des führenden Antriebs so, dass er den als RUN-Befehl konfigurierten Eingang des folgenden Antriebs auslöst.



Konfigurieren Sie anschließend den Relaisausgang so, dass er eingeschaltet wird, wenn der Antrieb läuft, indem Sie „Relais“ (0x2634:001 – **P420:001**) = Running **[50]** einstellen.

9 Bedieneinheiten mit Tastatur

Die Legende des Betriebsbildschirms der Antriebe der i500 Cabinet- und i500 Protec-Serie kann auf sechs beliebige ASCII-Zeichen geändert werden, um die Anzeige für die jeweilige Anwendung sinnvoll zu gestalten (z. B. „°F“, „°C“, „ft/sec“ usw.). Befindet sich der Antrieb im PID-Modus, stellen Sie die Legende unter „Benutzereinheit PID-Regelung“ (0x2865:002 – **P709:002**) ein.



Wenn sich der Antrieb im Geschwindigkeitsmodus befindet, legen Sie die Legende in „Benutzereinheit MS Geschwindigkeitsmodus“ (0x2865:001 – **P709:001**) fest.

Diagnose Einstellungen Parameterliste Trend +Oszilloskop+ Extras					
Parameter in der aktuellen Liste suchen Alle Parameter Filter					
Parameterliste Gruppe 0 - Favoriten Gruppe 1 - Diagnose Gruppe 2 - Grundeinstellung Gruppe 3 - Motorsteuerung Gruppe 4 - I/O-Einstellung Gruppe 5 - Netzwerkeinstellung Gruppe 6 - Prozessregler Gruppe 7 - Zusatzfunktionen	Adresse	Anzeigecodestelle	Bezeichnung	Wert	Einheit
	0x2865:001	P709:001	Einstellung Keypadanzeige: User-Einheit-MS vel...	?	
	0x2865:002	P709:002	Einstellung Keypadanzeige: User-Einheit PID co...	Deg C	
	0x4006:001	P710:001	Lastverlusterkennung: Schwelle	0.0	%
	0x4006:002	P710:002	Lastverlusterkennung: Verzögerungszeit	0.0	s
	0x4006:003	P710:003	Lastverlusterkennung: Fehlerreaktion	Keine Reaktion [0]	
	0x2C49:001	P711:001	Positionsgeber: Signalquelle	Gesperrt [0]	

Programmieren Sie außerdem im Geschwindigkeitsmodus einen Multiplikator mit „Skalierung der Geschwindigkeitsanzeige“ (0x4002:000 – **P702:000**), um Hz in die gewünschten Einheiten umzuwandeln (d. h. wenn 50 Hz 750 cm/sec entsprechen, geben Sie einen Wert von 15,0 ein).

Diagnose Einstellungen Parameterliste Trend +Oszilloskop+ Extras					
Parameter in der aktuellen Liste suchen Alle Parameter Filter					
Parameterliste Gruppe 0 - Favoriten Gruppe 1 - Diagnose Gruppe 2 - Grundeinstellung Gruppe 3 - Motorsteuerung Gruppe 4 - I/O-Einstellung Gruppe 5 - Netzwerkeinstellung Gruppe 6 - Prozessregler Gruppe 7 - Zusatzfunktionen	Adresse	Anzeigecodestelle	Bezeichnung	Wert	Einheit
	0x2022:014	P700:014	Gerätebefehle: Parametersatz 4 speichern	?	
	0x2022:015	P700:015	Gerätebefehle: Logbuch löschen	Aus / Fertig [0]	
	0x2862:000	P701:000	Keypad-Sollwertschrittweite	1	
	0x4002:000	P702:000	Skalierung Drehzahlanzeige	15.00	
	0x2864:000	P703:000	Keypad-Betriebsanzeige	0	
	0x2B84:001	P704:001	DC-Bremsung: Strom	0.0	%

10 Haftungsausschluss

Dieser Leitfaden dient nur zu Informationszwecken. Obwohl wir alle Anstrengungen unternommen haben, um die Richtigkeit der Informationen zu gewährleisten, können wir nicht garantieren, dass sie frei von Fehlern oder Auslassungen sind. Die Benutzer sind angehalten, alle Informationen zu überprüfen, bevor sie sich auf sie verlassen. Wir übernehmen keine Haftung für Verluste oder Schäden, die durch das Vertrauen auf diesen Leitfaden entstehen.