

PowerXL™

DC1...E1 Frequenzumrichter
PI-Regler



Level 3	<p>1 – Fundamental – keine weiteren Kenntnisse nötig</p> <p>2 – Basic – Grundwissen empfehlenswert</p> <p>3 – Fortgeschritten – Grundwissen notwendig</p> <p>4 – Expert – Praxiserfahrung in dem Thema empfehlenswert</p>
---------	---

EATON

Powering Business Worldwide

Inhalt

1	Allgemeines	5
2	Regler-Topologie	6
2.1	Lokale Prozessdaten Quelle (P-12).....	6
3	Klemmenbelegung.....	7
4	Anschluss von Istwertgebern	8
5	Analogeingänge	9
5.1	Analogeingang 1 (AI1 Signal Bereich (P-16), AI1 Gain (P-35), AI1 Offset (P-39))	9
5.2	Analogeingang 2 (AI2 Signal Bereich (P-47))	10
6	Sollwert.....	11
6.1	PID1 Sollwert 1 Quelle (P-44), PID1 Sollwert 1 Digital (P-45).....	11
7	Istwert	11
7.1	PID1 Modus (P-43), PID1 Istwert 1 Quelle (P-46).....	11
8	Verstärkung / Zeitkonstante	12
8.1	PID1 Kp (P-41), PID1 Ti (P-42).....	12
9	Standby-Betrieb.....	12
9.1	t-Standby (P-48), PID1 Aufweckschwelle (P-49).....	12
10	Beispiele für die Anwendung des PI-Reglers.....	13
10.1	Beispiel 1: Einstellung des internen digitalen Sollwertes mit P-45	13
10.2	Beispiel 2: Kombinationen Klemmen / Sollwertvorgabe / Hand-Auto / Externer Fehler	13
10.3	Beispiel 3: Einfache Druckregelung mit digitalem Sollwert, direkter Betrieb.....	14
10.4	Beispiel 4: Variabler Sollwert, direkter Betrieb.....	15
10.5	Beispiel 5: Lüfter / Kompressor mit Druck-Rückführung, direkter Betrieb	16
10.6	Beispiel 6: Lüfter, Temperaturregelung, invertierter Betrieb	17

Gefahr! - Gefährliche elektrische Spannung!

- Gerät spannungsfrei schalten.
- Gegen Wiedereinschalten sichern.
- Spannungsfreiheit feststellen.
- Erden und kurzschließen.
- Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken.
- Die für das Gerät angegebenen Montagehinweise (IL) sind zu beachten.
- Nur entsprechend qualifiziertes Personal gemäß EN 50110-1/-2 (VDE 0105 Teil 100) darf Eingriffe an diesem Gerät/System vornehmen.
- Achten Sie bei Installationsarbeiten darauf, dass Sie sich statisch entladen, bevor Sie das Gerät berühren.
- Die Funktionserde (FE, PES) muss an die Schutzterde (PE) oder den Potenzialausgleich angeschlossen werden.
- Die Ausführung dieser Verbindung liegt in der Verantwortung des Errichters.
- Anschluss- und Signalleitungen sind so zu installieren, dass induktive und kapazitive Einstreuungen keine Beeinträchtigung der Funktionen verursachen.
- Damit ein Leitungs- oder Aderbruch auf der Signalseite nicht zu undefinierten Zuständen führen kann, sind hard- und softwareseitig entsprechende Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.
- Schwankungen bzw. Abweichungen der Netzspannung vom Nennwert dürfen die in den technischen Daten angegebenen Toleranzgrenzen nicht überschreiten, andernfalls sind Funktionsausfälle und Gefahrenzustände nicht auszuschließen.
- NOT-AUS-Einrichtungen nach IEC/EN 60204-1 müssen in allen Betriebsarten wirksam bleiben. Entriegeln der NOT-AUS-Einrichtungen darf keinen Wiederanlauf bewirken.
- Einbaugeräte für Gehäuse oder Schränke dürfen nur im eingebauten Zustand betrieben und bedient werden.
- An Orten, an denen auftretende Fehler Personen- oder Sachschäden verursachen können, müssen externe Vorkehrungen getroffen werden, die auch im Fehler- oder Störfall einen sicheren Betriebszustand gewährleisten beziehungsweise erzwingen (z. B. durch unabhängige Grenzwertschalter, mechanische Verriegelungen usw.).
- Während des Betriebs können Frequenzumrichter heiße Oberflächen besitzen.
- Das unzulässige Entfernen der erforderlichen Abdeckung, die unsachgemäße Installation und falsche Bedienung von Motor oder Frequenzumrichter, kann zum Ausfall des Geräts führen und schwerste gesundheitliche Schäden oder Materialschäden verursachen.
- Bei Arbeiten an unter Spannung stehenden Frequenzumrichter sind die geltenden nationalen Unfallverhütungsvorschriften (z. B. BGV A3) zu beachten.
- Die elektrische Installation ist nach den einschlägigen Vorschriften durchzuführen (z. B. Leitungsquerschnitte, Absicherungen, Schutzleiteranbindung).
- Alle Arbeiten zum Transport, zur Installation, zur Inbetriebnahme und zur Instandhaltung dürfen nur von qualifiziertem
- Fachpersonal durchgeführt werden (IEC 60364 bzw. HD 384 oder DIN VDE 0100 und nationale Unfallverhütungsvorschriften beachten).
- Anlagen, in die Frequenzumrichter eingebaut sind, müssen ggf. mit zusätzlichen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen gemäß den jeweils gültigen Sicherheitsbestimmungen, z. B. Gesetz über technische Arbeitsmittel, Unfallverhütungsvorschriften usw. ausgerüstet werden.
- Während des Betriebs sind alle Abdeckungen und Türen geschlossen zu halten.
- Der Anwender muss in seiner Maschinenkonstruktion Maßnahmen berücksichtigen, die die Folgen bei Fehlfunktion oder Versagen des Frequenzumrichters (Erhöhung der Motordrehzahl oder plötzliches Stehenbleiben des Motors) begrenzen, so dass keine Gefahren für Personen oder Sachen verursacht werden können, z. B.: – Weitere unabhängige Einrichtungen zur Überwachung sicherheitsrelevanter Größen (Drehzahl, Verfahrweg, Endlagen usw.). Elektrische oder nichtelektrische Schutzeinrichtungen (Verriegelungen oder mechanische Sperren) systemumfassende Maßnahmen. Nach dem Trennen der Frequenzumrichter von der Versorgungsspannung dürfen spannungsführende Geräteteile und Leistungsanschlüsse wegen möglicherweise aufgeladener Kondensatoren nicht sofort berührt werden. Hierzu sind die entsprechenden Hinweisschilder auf dem Frequenzumrichter zu beachten.

Gewährleistungsausschluss und Haftungsbeschränkung

Die Informationen, Empfehlungen, Beschreibungen und Sicherheitshinweise in diesem Dokument basieren auf den Erfahrungen und Einschätzungen der Eaton Corp. Und berücksichtigen möglicherweise nicht alle Eventualitäten.

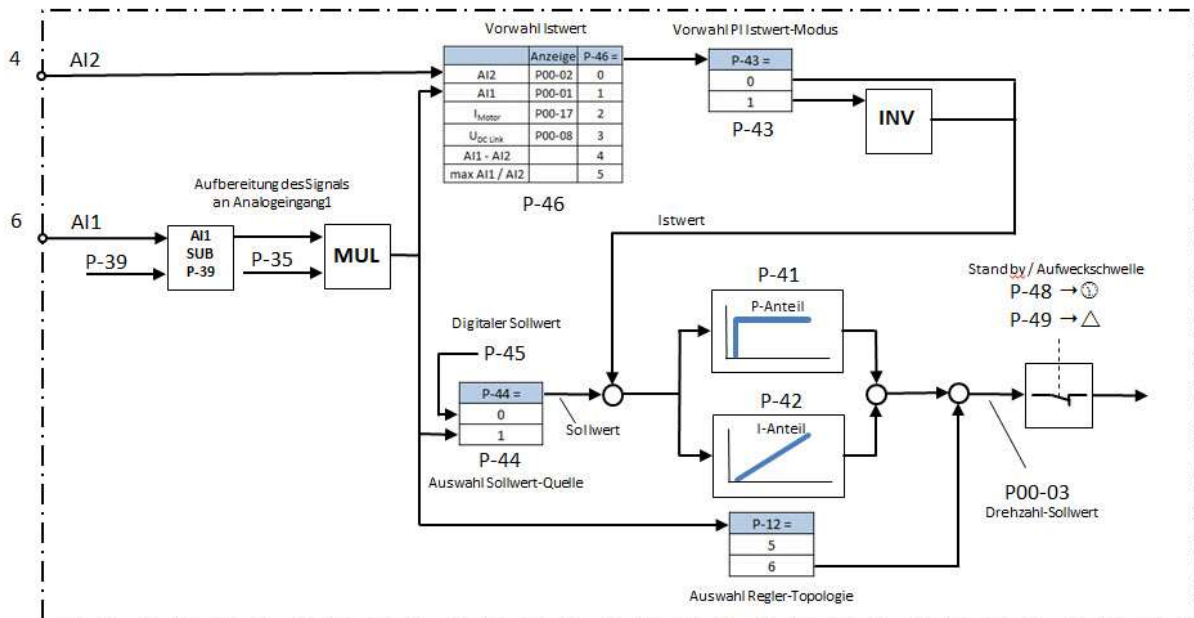
Wenn Sie weitere Informationen benötigen, wenden Sie sich bitte an ein Verkaufsbüro von Eaton. Der Verkauf der in diesen Unterlagen dargestellten Produkte erfolgt zu den Bedingungen und Konditionen, die in den entsprechenden Verkaufsrichtlinien von Eaton oder sonstigen vertraglichen Vereinbarungen zwischen Eaton und dem Käufer enthalten sind. Es existieren keine Abreden, Vereinbarungen, Gewährleistungen ausdrücklicher oder stillschweigender Art, einschließlich einer Gewährleistung der Eignung für einen bestimmten Zweck oder der Marktgängigkeit, außer soweit in einem bestehenden Vertrag zwischen den Parteien ausdrücklich vereinbart. Jeder solche Vertrag stellt die Verpflichtung von Eaton abschließend dar.

Der Inhalt dieses Dokumentes wird weder Bestandteil eines Vertrages zwischen den Parteien noch führt er zu dessen Änderung. Eaton übernimmt gegenüber dem Käufer oder Nutzer in keinem Fall eine vertragliche, deliktische (einschließlich Fahrlässigkeit), verschuldensunabhängige oder sonstige Haftung für außergewöhnliche, indirekte oder mittelbare Schäden, Folgeschäden bzw. –verluste irgendeiner Art – unter anderem einschließlich, aber nicht beschränkt auf Schäden an bzw. Nutzungsausfälle von Geräten, Anlagen oder Stromanlagen, von Vermögensschäden, Stromausfällen, Zusatzkosten in Verbindung mit der Nutzung bestehender Stromanlagen, oder Schadensersatzforderungen gegenüber dem Käufer oder Nutzer durch deren Kunden – infolge der Verwendung der hierin enthaltenen Informationen, Empfehlungen und Beschreibungen. Wir behalten uns Änderungen der in diesem Handbuch enthaltenen Informationen vor. Fotos und Abbildungen dienen lediglich als Hinweis und begründen keine Verpflichtung oder Haftung seitens Eaton.

1 Allgemeines

Die Frequenzumrichter der Reihe **PowerXL™ DC1...E1** besitzen einen internen PI-Regler, der es erlaubt, die Drehzahl der angeschlossenen Motoren in Abhängigkeit von Prozessgrößen, wie z.B. Druck oder Temperatur zu regeln.

Der grundsätzliche Aufbau ist wie folgt:



Dieser Applikationshinweis beschreibt

- die Funktion der spezifischen Parameter
- die Arbeitsweise des Reglers
- Anwendungsbeispiele

Einige der Parameter befinden sich im Level 2 des Menüs. Dieser Level ist durch Eingabe des „Kennwort Level 2“ (P-37) bei P-14 zu aktivieren. Das werkseitig eingestellte Kennwort ist „101“

2 Regler-Topologie

Zum Betrieb des PI-Reglers ist eine entsprechende Vorwahl mit Parameter P-12 erforderlich.

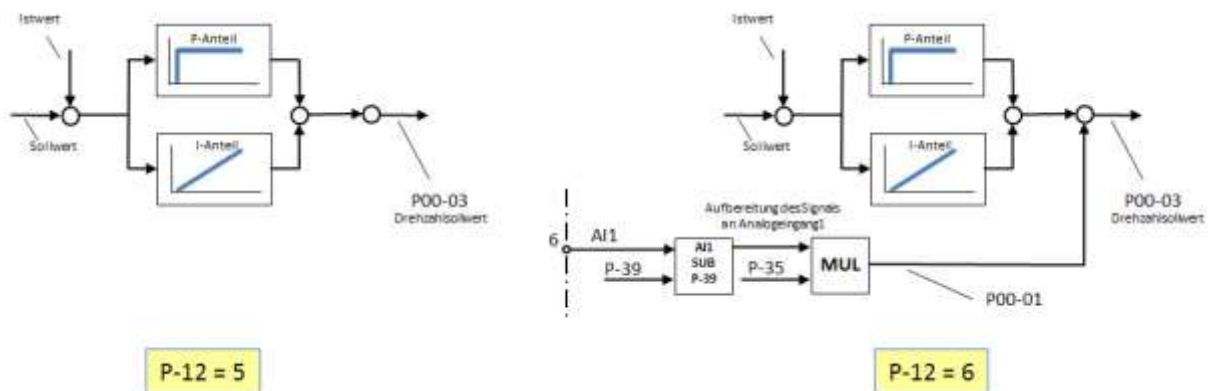
2.1 Lokale Prozessdaten Quelle (P-12)

Der PI-Regler der Geräte DC1...E1 arbeitet mit den Einstellungen P-12 = 5 und P-12 = 6. Die Einstellung bestimmt die Topologie. Sie hängt von der Anwendung ab.

P-12 = 5 → Der Ausgang des PI-Reglers dient als Drehzahl Sollwert für den Antrieb

P-12 = 6 → Der Ausgang des PI-Reglers dient als Korrekturwert und wird zum Wert des Analogeingangs 1 (AI1) hinzuaddiert.

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
311.0	P-12	Lokale Prozessdaten Quelle	0: Klemmenbetrieb 1: digitaler Sollwert, 1 Richtung 2: digitaler Sollwert, 2 Richtungen 3: Modbus RTU 4: Modbus RTU mit Rampen 5: PI-Regler Sollwert 6: PI-Regler Korrekturwert 7: CANopen, Rampe intern 8: CANopen, Rampe über CAN 9: SWD Strg + Sollwert 10: SWD Strg 11: SWD Sollwert 12: nicht erlaubt 13: SWD Strg + Sollwert, Enable	0



3 Klemmenbelegung

Die Belegung der Klemmen kann mit P-15 „DI Konfiguration Auswahl“ aus vordefinierten Sätzen ausgewählt werden. Die Belegung ändert sich abhängig von der Einstellung von P-12.

P-12 = 5: PI-Regler = Drehzahlsollwert				
P-12 = 6: PI-Regler = Korrekturwert				
P-15	DI1 (Klemme 2)	DI2 (Klemme 3)	DI3/AI2 (Klemme 4)	DI4/AI1 (Klemme 6)
0	FWD	Select PI REF / f-Fix1	PI Feedback	ohne Funktion
1	FWD	Select PI REF / AI1 REF	PI Feedback	AI1 REF
2	nicht erlaubt			
3	FWD	Select PI REF / f-Fix1	EXTFLT	PI Feedback
4	nicht erlaubt			
5	nicht erlaubt			
6	nicht erlaubt			
7	nicht erlaubt			
8	nicht erlaubt			
9	nicht erlaubt			
10	nicht erlaubt			
11	nicht erlaubt			
12	nicht erlaubt			
13	nicht erlaubt			
14	nicht erlaubt			
15	FWD	Select f-Fix4 / PI REF	Select Fire Mode / Normal OP	ohne Funktion
16	FWD	Select f-Fix4 / f-Fix2	Select Fire Mode / Normal OP	ohne Funktion
17	FWD	Select f-Fix2 / f-Fix4	Select Fire Mode / Normal OP	ohne Funktion

Bei P-15 = 16 oder 17 sind die Festfrequenzen f-Fix2 und f-Fix4 nur im Fire Mode aktiv.

AI1 REF	Analogeingang AI1 (Klemme 6) wird als Drehzahl-Sollwerteingang benutzt. P-16: Konfiguration (Spannungseingang / Stromeingang ...) P-35: Skalierung P-39: Offset
EXTFLT	Externer Fehler. Ermöglicht die Einbeziehung eines externen Signals in die Fehlermeldungen des Umrichters. An der Klemme muss während des Betriebs ein HIGH-Signal anliegen. Ein LOW-Signal führt zum Abschalten des Antriebs mit der Fehlermeldung „E-trip“
FWD	START des Antriebs (FWD = Forward). Beim Anlegen eines HIGH-Signals an die entsprechende Klemme beschleunigt der Antrieb mit der vorgewählten Rampe. Eine Wegnahme des Signals führt zum Stillsetzen. Dabei ist das Verhalten von der Einstellung von P-05 (Stopp-Modus) abhängig. Bei Stillstand wird der Frequenzumrichter gesperrt.
PI Feedback	Rückführungssignal des PI-Reglers, wenn mit P-46 vorgewählt
Select f-Fix2 / f-Fix4	Auswahl zwischen Sollwerten Low = f-Fix2 (P21), High = f-Fix4 (P-23)
Select f-Fix4 / f-Fix 2	Auswahl zwischen Sollwerten Low = f-Fix4 (P23), High = f-Fix2 (P-21)
Select f-Fix4 / PI REF	Auswahl zwischen Sollwerten Low = f-Fix4 (P23), High = Sollwert vom Ausgang des PI-Reglers
Select Fire Mode / Normal OP	Auswahl zwischen Betriebsarten Low = Fire Mode, High = normaler Betrieb
Select PI REF / AI1 REF	Auswahl zwischen Sollwerten. Low = Sollwert vom Ausgang des PI-Reglers, High = AI1
Select PI REF / f-Fix1	Auswahl zwischen Sollwerten. Low = Sollwert vom Ausgang des PI-Reglers, High = f-Fix1, eingestellt mit P-20

4 Anschluss von Istwertgebern

Der Anschluss von analogen Istwertgebern erfolgt nach dem unten stehenden Anschlussbild.

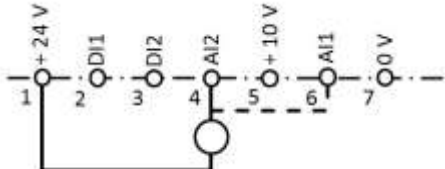
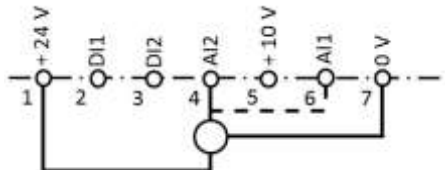
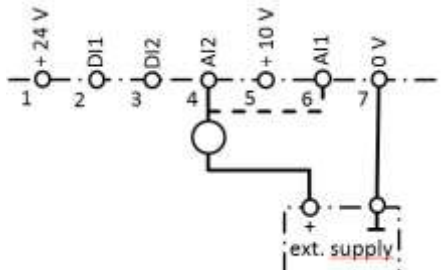
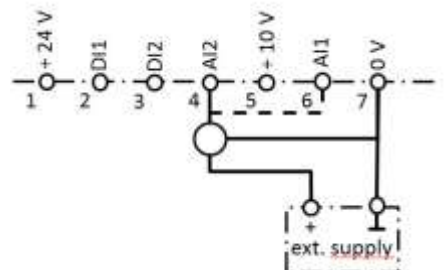
Interne Bürde bei Verwendung als Stromeingang: 500 Ω

Bei einer Versorgung der Istwertgeber durch den Frequenzumrichter ist darauf zu achten, dass die Geber zum Anschluss von 24 V geeignet sind.

Die Klemme, an die der Istwert angeschlossen wird, richtet sich nach der Klemmenbelegung

P-15 = 0 oder 1 → Klemme 4 (AI2)

P-15 = 3 → Klemme 6 (AI1)

Art des Gebers	Anschluss
2-Draht-Geber Versorgung aus DC1...E1	
3-Draht-Geber Versorgung aus DC1...E1	
2 Draht-Geber externe Versorgung	
3-Draht-Geber externe Versorgung	

5 Analogeingänge

Je nach Vorwahl der Klemmenkonfiguration mit P-15 stehen bis zu zwei Analogeingänge zur Verfügung. Sie werden zum Anschluss des Istwertsignals und, im Falle von P-15 = 1, zum Anschluss eines Drehzahlollwertes benutzt, der alternativ zum Reglersignal benutzt werden kann. Beide Eingänge können an das Signal (Strom oder Spannung) angepasst werden.

5.1 Analogeingang 1 (AI1 Signal Bereich (P-16), AI1 Gain (P-35), AI1 Offset (P-39))

Bei Analogeingang 1 (AI1, Klemme 6) besteht die Möglichkeit, eine Skalierung vorzunehmen und ein Offsetsignal zu berücksichtigen. Man kann dies dazu nutzen, den Istwert an das Gebersignal anzupassen.

- P-16: Vorwahl der Art des Signals an Analogeingang 1. Der max. Wert des Signals entspricht jeweils der mit P-01 eingestellten max. Drehzahl / Frequenz.
- P-35: Mit dem Verstärkungsfaktor kann der Eingang skaliert werden. Der Verstärkungsfaktor ist sowohl beim Signal an Klemme 6, als auch beim eingestellten Offset wirksam.
- P-39: Offset des Analogeingangs. 100.0 % entspricht hier der mit P-01 eingestellten max. Drehzahl / Frequenz.
 - ACHTUNG: Der Offset wird vom Sollwert an Klemme 6 abgezogen. Heißt: positive Werte für P-39 bewirken eine Reduzierung, negative eine Erhöhung.

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
260.0	P-16	AI1 Signal Bereich	0: 0 ... 10 V (U 0-10) 1 : bipolar 0 ... 10 V (- 10- 10) 2: 0 ... 20 mA (A 0-20) 3: t 4 ... 20 mA (Abschalten bei Drahtbruch) (t 4-20) 4: r 4 ... 20 mA (fährt bei Drahtbruch mit Rampe auf Festfrequenz 1 (P-20)) (r 4-20) 5: t 20 ... 4 mA (Abschalten bei Drahtbruch) (t 20-4) 6: r 20 ... 4 mA (fährt bei Drahtbruch mit Rampe auf Festfrequenz 1 (P-20)) (r 20-4)	0
261.0	P-35	AI1 Gain	0.0 ... 2000.0 %	100.0 %
262.0	P-39	AI1 Offset	-500.0 % ... + 500.0 %	0.0 %

5.2 Analogeingang 2 (AI2 Signal Bereich (P-47))

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
260.1	P-47	AI1 Signal Bereich	0: 0 ... 10 V (<i>U 0-10</i>) 1: 0 ... 20 mA (<i>R 0-20</i>) 2: t 4 ... 20 mA (Abschalten bei Drahtbruch) (<i>t 4-20</i>) 3: r 4 ... 20 mA (fährt bei Drahtbruch mit Rampe auf Festfrequenz 1 (P-20)) (<i>r 4-20</i>) 4: t 20 ... 4 mA (Abschalten bei Drahtbruch) (<i>t 20-4</i>) 5: r 20 ... 4 mA (fährt bei Drahtbruch mit Rampe auf Festfrequenz 1 (P-20)) (<i>r 20-4</i>) 6: Thermistor (<i>Ptc-th</i>)	0

6 Sollwert

Es bestehen zwei Möglichkeiten der Sollwertvorgabe

- über den Parameter P-45 (PID1 Sollwert Digital) als fixer Wert. 100.0 % entspricht dem max. Wert des Istwertsignals.
- über den Analogeingang AI1 unter Berücksichtigung von Offset und Skalierung

Die Vorwahl erfolgt über Parameter P-44 (PID1 Sollwert 1 Quelle)

6.1 PID1 Sollwert 1 Quelle (P-44), PID1 Sollwert 1 Digital (P-45)

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
2110.0	P-44	PID1 Sollwert 1 Quelle	0: digitales Sollwertsignal, eingestellt mit P-45 1: Analogeingang 1	0
2111.0	P-45	PID1 Sollwert 1 Digital	Digitaler Sollwert des PI- Reglers, wenn P-44 = 0 0.0 ... 100.0 %	0.0 %

7 Istwert

Als Istwert können sowohl analoge Werte von Gebern, aber auch interne Größen, wie z.B. der Motorstrom, dienen. Die Auswahl erfolgt mit dem Parameter P-46 (PID1 Istwert 1 Quelle). Darüber hinaus besteht mit P-43 (PID1 Modus) die Möglichkeit, vorzuwählen, ob eine Erhöhung des Istwertes zu einer Reduzierung der Motordrehzahl (direkter Betrieb) oder zu einer Erhöhung (invertierter Betrieb) führen soll (siehe Beispiele).

7.1 PID1 Modus (P-43), PID1 Istwert 1 Quelle (P-46)

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
2123.0	P-43	PID1 Modus	0: direkter Betrieb (0 % nach Standby) 1: invertierter Betrieb (0 % nach Standby) 2: direkter Betrieb (100 % nach Standby) 3: invertierter Betrieb (100 % nach Standby)	0
2112.0	P-46	PID1 Istwert 1 Quelle	0: Analogeingang 2 (AI2, Kl. 4) 1: Analogeingang 1 (AI1, Kl. 6) 2: Motorstrom 3: Zwischenkreisspannung ¹⁾ 4: Differenz AI1 – AI2 ²⁾ 5: max. Wert von AI1 und AI2	0

¹⁾ 0 ... 1000 V = 0 ... 100 %

²⁾ Der Wert ist nach unten auf Null begrenzt

8 Verstärkung / Zeitkonstante

8.1 PID1 Kp (P-41), PID1 Ti (P-42)

Die Proportionalverstärkung Kp wird mit P-41 eingestellt. Höhere Werte bewirken eine größere Änderung der Umrichter-Ausgangsfrequenz bei kleinen Abweichungen im Istwert. Zu hohe Werte können zu Instabilität führen.

Die Integralzeitkonstante Ti wird mit P-42 eingestellt. Höhere Werte führen zu einer gedämpften Reaktion. Dies wird in Prozessen mit einer langen Reaktionszeit benutzt.

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
2100.0	P-41	PID1 Kp	0.0 ... 30.0	1.0
2101.0	P-42	PID1 Ti	0.0 ... 30.0 s	1.0 s

Die richtigen Werte für P-41 und P-42 sind bei der Inbetriebnahme zu ermitteln, da sie sehr stark von der jeweiligen Anwendung abhängen. Hier spielen Trägheiten und Zeitkonstanten des Systems eine große Rolle.

9 Standby-Betrieb

In manchen Applikationen ist es nicht erforderlich, den Motor dauerhaft laufen zu lassen. Die Geräte der Reihe DC1...E1 bieten die Möglichkeit, den Ausgang des Frequenzumrichters nach einer bestimmten Zeit zu sperren und dann wieder zu aktivieren, wenn die Regelabweichung (Differenz zwischen Soll- und Istwert) einen bestimmten Betrag überschritten hat. Während des Standby wird **Stndby** angezeigt

9.1 t-Standby (P-48), PID1 Aufweckschwelle (P-49)

Der Parameter P-48 (t-Standby) definiert die Zeit, nach der in den Standby-Modus (Umrichterausgang gesperrt) umgeschaltet wird, wenn der Drehzahlsollwert (P00-03) der mit P-02 (f-min) eingestellten minimalen Frequenz entspricht. Der Betrieb wird wieder aufgenommen, sobald die mit P-49 eingestellte Aufweckschwelle überschritten wird. P-43 bestimmt, ob der Ausgang des PI-Reglers beim Verlassen des Standby-Betriebs 0 oder 100 % des Ausgangssignals hat. Bei Eingabe von „0.0“ ist der Standby-Betrieb gesperrt. P-49 bestimmt die Regelabweichung, bei der der PI-Regler den Standby-Modus verlässt.

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
331.0	P-48	t-Standby	0.0 ... 25.0 s	0.0 s
2131.0	P-49	PID1 Aufweckschwelle	0.0 ... 100.0 %	0.0 %

- Aktivierung des Standby-Betriebs:
 - Drehzahlsollwert (P00-03) entspricht f-min (P-02) für eine Zeitdauer, die mit P-48 spezifiziert ist. → PI-Regler Ausgang wird auf Null gesetzt und der Umrichterausgang gesperrt.
- Rückkehr zum normalen Betrieb:
 - Regelabweichung zwischen Soll- und Istwert ist größer als P-49 → PI-Regler beginnt zu arbeiten → Freigabe des Umrichter-Ausgangs, wenn der Drehzahlsollwert (P00-03) mindestens f-min (P-02) entspricht.

10 Beispiele für die Anwendung des PI-Reglers

10.1 Beispiel 1: Einstellung des internen digitalen Sollwertes mit P-45

In einem einfachen System, in dem nur ein Sollwert benötigt wird, kann dieser aufgrund der Daten des Gebers für die Istwert-Rückführung berechnet werden.

- Gewünschter Druck: 1.5 bar
- Druck-Sensor: 0 ... 5 bar, entspricht 0 ... 10 V

$$P-45 = \frac{1.5 \text{ bar}}{5 \text{ bar}} \cdot 100 \% = 30.0 \%$$

10.2 Beispiel 2: Kombinationen Klemmen / Sollwertvorgabe / Hand-Auto / Externer Fehler

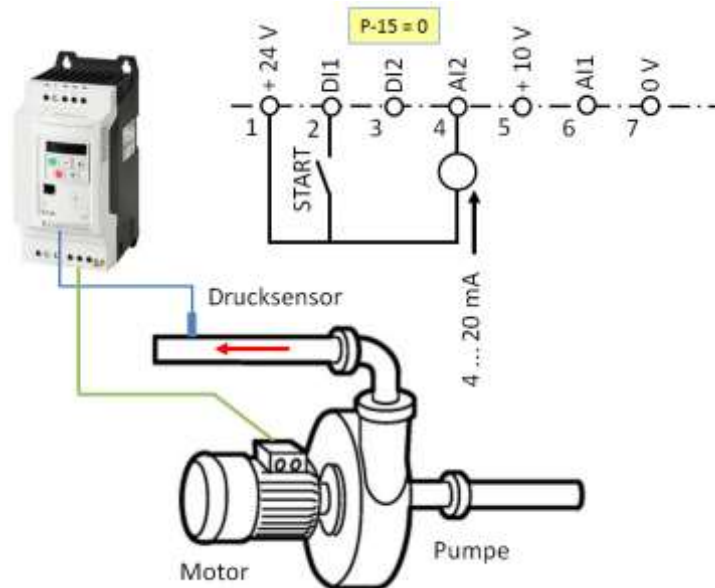
Die unten stehende Tabelle zeigt die Kombinationsmöglichkeiten von Klemmenbelegung, Sollwertvorgabe und Hand/Automatikbetrieb. Der Begriff „Auto“ wird immer dann benutzt, wenn der Drehzahlsollwert vom Ausgang des PI-Reglers kommt. „Hand“ bedeutet, dass die Drehzahl nicht von der Prozessgröße abhängig ist, sondern über die Festfrequenz (f-Fix1) oder einen Analogwert an AI1 vorgegeben wird. Die Umschaltung zwischen Hand und Auto erfolgt mit einem digitalen Befehl an DI2 (Klemme 3).

DI Konfiguration Auswahl (P-15)	Sollwert Auto	Hand/Auto-Umschaltung	Externer Fehler EXTFLT
0	Digital (P-45) P44 = 0	DI2 = Low → Auto DI2 = High → Hand (f-Fix1)	-
1	Digital (P-45) P44 = 0	DI2 = Low → Auto DI2 = High → Hand (AI1)	-
1	Analog (AI1) P44 = 1	DI2 = Low → Auto DI2 = High → Hand (AI1) ¹⁾	-
3 ²⁾	Digital (P-45) P44 = 0	DI2 = Low → Auto DI2 = High → Hand (f-Fix1)	DI3 = Low → Fehler DI3 = High → kein Fehler

¹⁾ ACHTUNG: Doppelbelegung von AI1. Es wird sowohl der Sollwert für Hand als auch für Auto über AI1 vorgegeben!

²⁾ ACHTUNG: Bei P-15 = 3 darf P-46 (PID1 Istwert 1 Quelle) nur die Werte 1, 2 oder 3 haben!

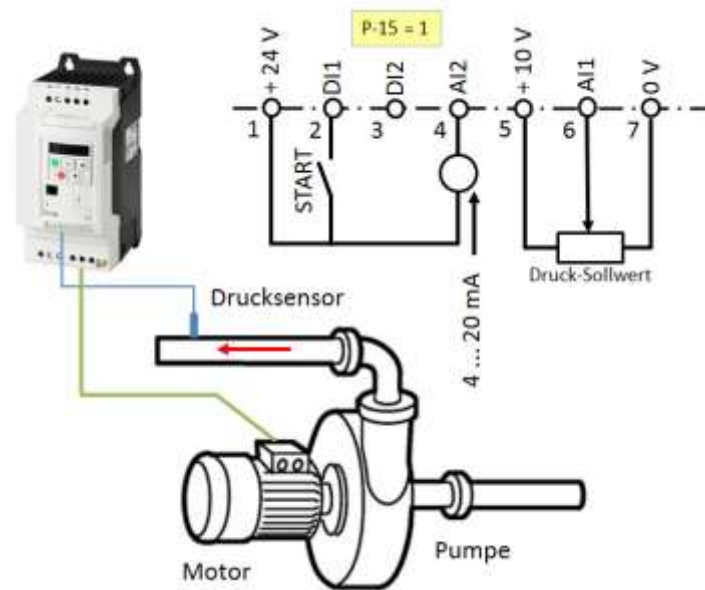
10.3 Beispiel 3: Einfache Druckregelung mit digitalem Sollwert, direkter Betrieb



Für eine einfache Druckregelung mit immer gleichem Sollwert sind folgende Änderungen der Parameter gegenüber der Werkseinstellung vorzunehmen:

Parameter	Name	Einstellwert	Bemerkung
P-03	t-acc	10 ... 30 s	Ermöglicht sanftes Starten und Stoppen des Systems
P-04	t-dec	10 ... 30 s	
P-06	Energieoptimierung	1	Freigabe der Energieoptimierung. Aufgrund der quadratischen Pumpenkennlinie ist eine Energieeinsparung zu erwarten.
P-07	Motor Nennspannung	...	Eingabe entsprechend der Motordaten
P-08	Motor Nennstrom	...	
P-09	Motor Nennfrequenz	...	
P-12	Lokale Prozessdaten Quelle	5	Vorwahl des PI-Regler Modus
P-14	Kennwort	101	Freigabe des Zugangs zum Level 2 des Menus
P-41	PID1 Kp	0.5 ... 2	Verstärkung und Zeitkonstante sind systemabhängig
P-42	PID1 Ti	1 ... 5 s	
P-43	PID1 Modus	0	Direkter Betrieb
P-44	PID1 Sollwert 1 Quelle	0	Vorwahl des mit P-45 eingestellten digitalen Sollwertes
P-45	PID1 Sollwert Digital	...	Eingabe des erforderlichen Sollwertes, siehe auch Beispiel 1
P-47	AI2 Signal Bereich	2 (4...20 mA)	Anpassung des Analogeingangs 2 an das Signal des Drucksensors (4...20 mA)

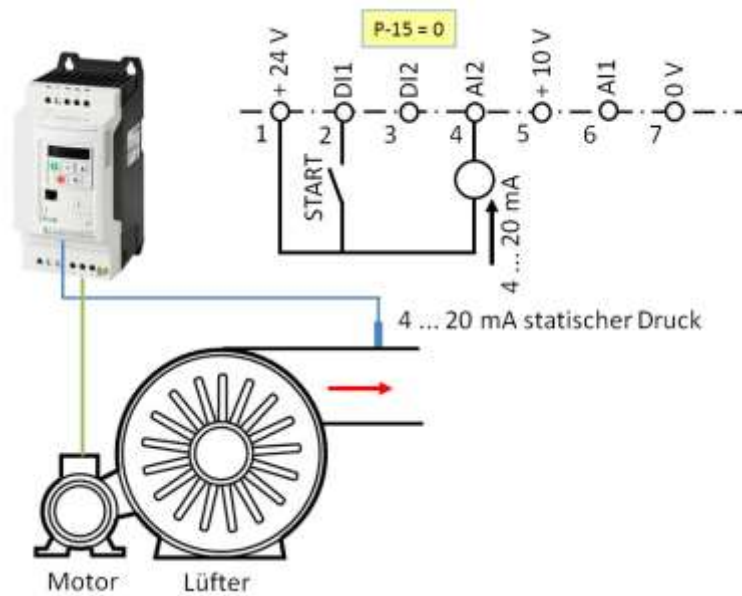
10.4 Beispiel 4: Variabler Sollwert, direkter Betrieb



Der Druck-Sollwert ist über ein Potenziometer einstellbar. Falls der Sollwert nicht den kompletten Bereich des Drucksensors abdecken soll (z.B. Drucksensor 0 ... 10 bar, Einstellbereich 6 ... 8 bar), so kann eine Anpassung des Eingangssignals an AI1 über die Parameter für Offset (P-39) und Skalierung (P-35) vorgenommen werden. Es sind folgende Änderungen der Parameter gegenüber der Werkseinstellung vorzunehmen:

Parameter	Name	Einstellwert	Bemerkung
P-03	t-acc	10 ... 30 s	Ermöglicht sanftes Starten und Stoppen des Systems
P-04	t-dec	10 ... 30 s	
P-06	Energieoptimierung	1	Freigabe der Energieoptimierung. Aufgrund der quadratischen Pumpenkennlinie ist eine Energieeinsparung zu erwarten.
P-07	Motor Nennspannung	...	Eingabe entsprechend der Motordaten
P-08	Motor Nennstrom	...	
P-09	Motor Nennfrequenz	...	
P-12	Lokale Prozessdaten Quelle	5	Vorwahl des PI-Regler Modus
P-14	Kennwort	101	Freigabe des Zugangs zum Level 2 des Menus
P-15	DI Konfiguration Auswahl	1	Vorwahl der Klemmenkonfiguration
P-35	AI1 Gain	...	Im Bedarfsfall Anpassung an den Bereich des Sensors
P-39	AI1 Offset	...	
P-41	PID1 Kp	0.5 ... 2	Verstärkung und Zeitkonstante sind systemabhängig
P-42	PID1 Ti	1 ... 5 s	
P-43	PID1 Modus	0	Direkter Betrieb
P-44	PID1 Sollwert 1 Quelle	1	Vorwahl des Sollwertes an AI1
P-47	AI2 Signal Bereich	2 (4...20 mA)	Anpassung des Analogeingangs 2 an das Signal des Drucksensors (4...20 mA)

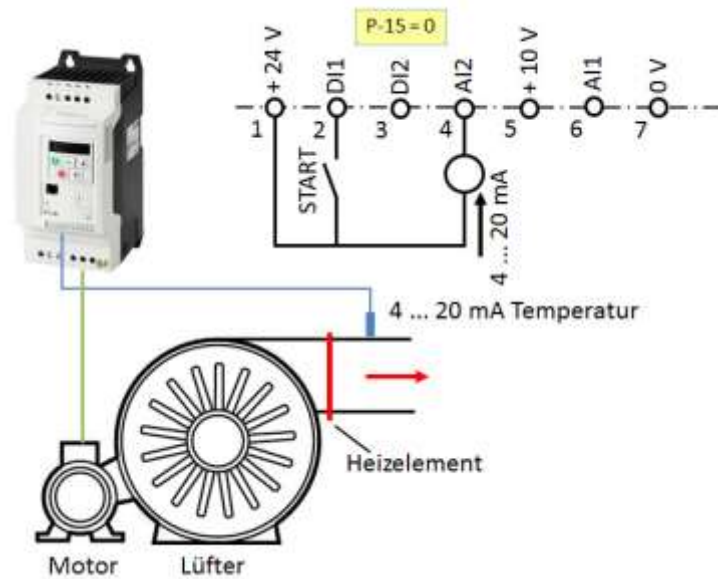
10.5 Beispiel 5: Lüfter / Kompressor mit Druck-Rückführung, direkter Betrieb



Der Druck-Sollwert ist mit P-45 fest vorgegeben. Der Druck erhöht sich mit steigender Drehzahl → direkter Betrieb. Es sind folgende Änderungen der Parameter gegenüber der Werkseinstellung vorzunehmen:

Parameter	Name	Einstellwert	Bemerkung
P-03	t-acc	10 ... 30 s	Ermöglicht sanftes Starten und Stoppen des Systems
P-04	t-dec	10 ... 30 s	
P-06	Energieoptimierung	1	Freigabe der Energieoptimierung. Aufgrund der quadratischen Lüfterkennlinie ist eine Energieeinsparung zu erwarten.
P-07	Motor Nennspannung	...	Eingabe entsprechend der Motordaten
P-08	Motor Nennstrom	...	
P-09	Motor Nennfrequenz	...	
P-12	Lokale Prozessdaten Quelle	5	Vorwahl des PI-Regler Modus
P-14	Kennwort	101	Freigabe des Zugangs zum Level 2 des Menus
P-15	DI Konfiguration Auswahl	0	Vorwahl der Klemmenkonfiguration
P-41	PID1 Kp	0.5 ... 2	Verstärkung und Zeitkonstante sind systemabhängig
P-42	PID1 Ti	1 ... 5 s	
P-43	PID1 Modus	0	Direkter Betrieb
P-44	PID1 Sollwert 1 Quelle	0	Vorwahl des mit P-45 eingestellten digitalen Sollwertes
P-45	PID1 Sollwert Digital	...	Eingabe des erforderlichen Sollwertes, siehe auch Beispiel 1
P-47	AI2 Signal Bereich	2 (4...20 mA)	Anpassung des Analogeingangs 2 an das Signal des Drucksensors (4...20 mA)

10.6 Beispiel 6: Lüfter, Temperaturregelung, invertierter Betrieb



Der Temperatur-Sollwert ist mit P-45 fest vorgegeben. Die Temperatur reduziert sich mit steigender Lüfter-Drehzahl → invertierter Betrieb. Es sind folgende Änderungen der Parameter gegenüber der Werkseinstellung vorzunehmen:

Parameter	Name	Einstellwert	Bemerkung
P-03	t-acc	10 ... 30 s	Ermöglicht sanftes Starten und Stoppen des Systems
P-04	t-dec	10 ... 30 s	
P-06	Energieoptimierung	1	Freigabe der Energieoptimierung. Aufgrund der quadratischen Lüfterkennlinie ist eine Energieeinsparung zu erwarten.
P-07	Motor Nennspannung	...	Eingabe entsprechend der Motordaten
P-08	Motor Nennstrom	...	
P-09	Motor Nennfrequenz	...	
P-12	Lokale Prozessdaten Quelle	5	Vorwahl des PI-Regler Modus
P-14	Kennwort	101	Freigabe des Zugangs zum Level 2 des Menus
P-15	DI Konfiguration Auswahl	0	Vorwahl der Klemmenkonfiguration
P-41	PID1 Kp	0.5 ... 2	Verstärkung und Zeitkonstante sind systemabhängig
P-42	PID1 Ti	1 ... 5 s	
P-43	PID1 Modus	1	Invertierter Betrieb
P-44	PID1 Sollwert 1 Quelle	0	Vorwahl des mit P-45 eingestellten digitalen Sollwertes
P-45	PID1 Sollwert Digital	...	Eingabe des erforderlichen Sollwertes, siehe auch Beispiel 1
P-47	AI2 Signal Bereich	2 (4...20 mA)	Anpassung des Analogeingangs 2 an das Signal des Drucksensors (4...20 mA)