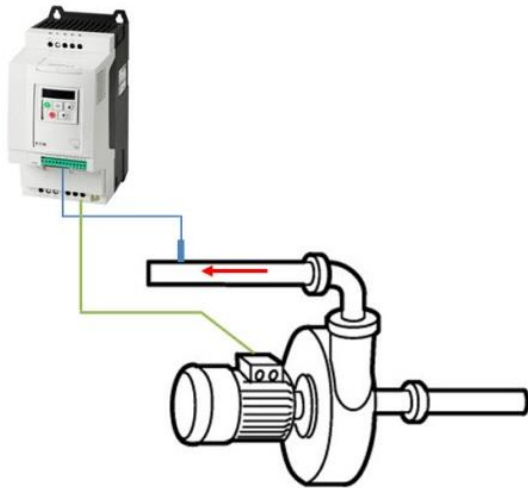


## PowerXL™

### DA1 Frequenzumrichter PID-Regler



Level 3	<ul style="list-style-type: none"><li>1 – Fundamental – keine weiteren Kenntnisse nötig</li><li>2 – Basic – Grundwissen empfehlenswert</li><li>3 – Fortgeschritten – Grundwissen notwendig</li><li>4 – Expert – Praxiserfahrung in dem Thema empfehlenswert</li></ul>
---------	---

**EATON**

Powering Business Worldwide

## Inhalt

Gefahr! - Gefährliche elektrische Spannung!	3
Gewährleistungsausschluss und Haftungsbeschränkung	4
Allgemeines	5
Regler-Topologie	6
Lokale Prozessdaten Quelle (P1-12)	6
PID1 OutGrenzeVorwahl (P3-09)	6
Klemmenbelegung	7
Anschluss von Istwertgebern	9
Analogeingänge	10
Analogeingang 1 (AI1 Signal Bereich (P2-30), AI1 Gain (P2-31), AI1 Offset (P2-32))	10
Analogeingang 2 (AI2 Signal Bereich (P2-33), AI2 Gain (P2-34), AI2 Offset (P2-35))	11
Sollwert	12
PID1 Sollwert 1 Quelle (P3-05), PID1 Sollwert 1 Digital (P3-06)	12
Istwert	12
PID1 Modus (P3-04), PID1 Istwert 1 Quelle (P3-10)	12
PID1 Feedback 1 DispScale (P3-12)	12
Verstärkung / Zeitkonstante	13
PID1 Kp (P3-01), PID1 Ti (P3-02), PID1 Kd (P3-03)	13
Steuerung der Rampen in Abhängigkeit der Regelabweichung	13
PID 1 FehlerRampe (P3-11)	13
Begrenzung des PID-Reglerausgangs	14
PID1 OutGrenzeVorwahl (P3-09), PID1 Out obere Grenze (P3-07), PID1 Out untere Grenze (P3-08)	14
Reset-Verhalten	14
PID1 ResetControl (P3-18)	14
Standby-Betrieb	15
t-Standby (P2-27), PID1 Aufweckschwelle (P3-13)	15
Beispiele für die Anwendung des PID-Reglers	16
Beispiel 1: Einstellung des internen digitalen Sollwertes mit P3-06	16
Beispiel 2: Kombinationen Klemmen / Sollwertvorgabe / Hand-Auto / Externer Fehler	16
Beispiel 3: Einfache Druckregelung mit digitalem Sollwert, direkter Betrieb	17
Beispiel 4: Variabler Sollwert, direkter Betrieb	18
Beispiel 5: Lüfter / Kompressor mit Druck-Rückführung, direkter Betrieb	19
Beispiel 6: Lüfter, Temperaturregelung, invertierter Betrieb	20

## 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, Fahrweg, 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.

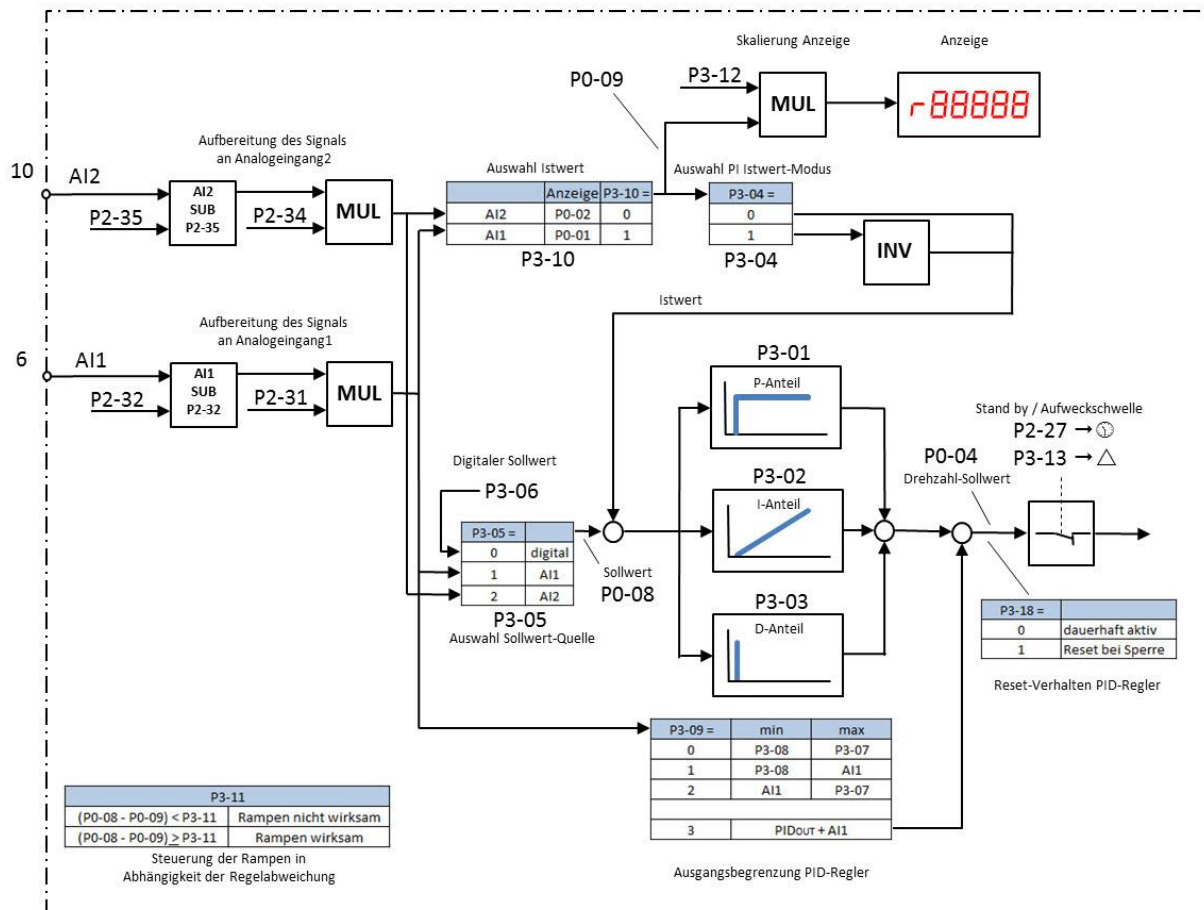
Wenn Sie weitere Informationen benötigen, wenden Sie sich bitte an ein Verkaufsbüro von Eaton. Der Verkauf der in diesen Unterlagen dargestellten Produkte erfolgt zu den Bedingungen und Konditionen, die in den entsprechenden Verkaufsrichtlinien von Eaton oder sonstigen vertraglichen Vereinbarungen zwischen 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.

## Allgemeines

Die Frequenzumrichter der Reihe **PowerXL™ DA1** besitzen einen internen PID-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“ (P2-40) bei P1-14 zu aktivieren. Das werkseitig eingestellte Kennwort ist „101“.

Die hier beschriebenen Funktionen beziehen sich auf eine Version der Applikationssoftware ab 2.0 (siehe Parameter P0-79).

## Regler-Topologie

Zum Betrieb des PID-Reglers ist eine entsprechende Vorwahl mit Parameter P1-12 erforderlich. Darüber hinaus kann die Topologie mit P3-09 festgelegt werden.

### Lokale Prozessdaten Quelle (P1-12)

Der PID-Regler der Geräte DA1 arbeitet mit der Einstellung P1-12 = 3.

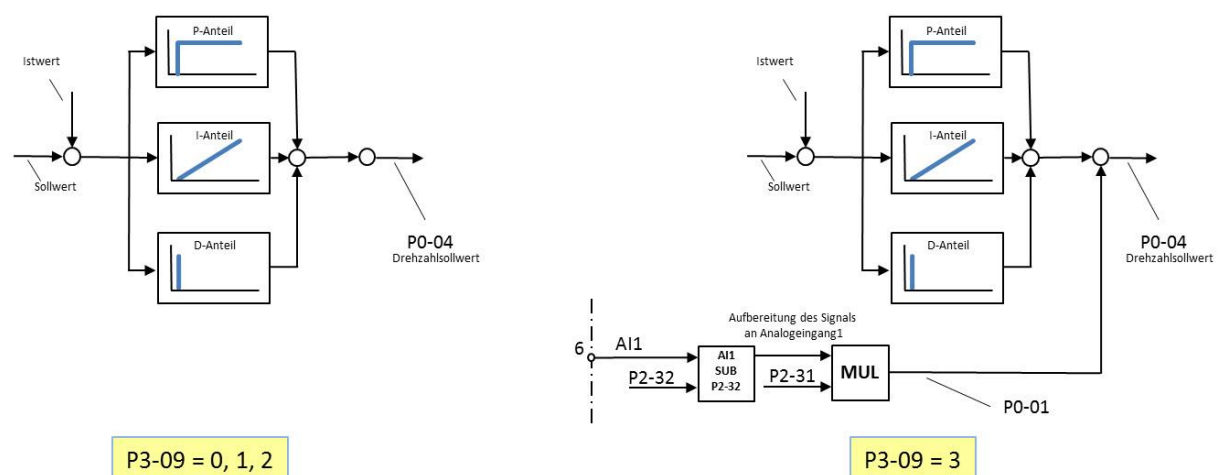
PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
311.0	P1-12	Lokale Prozessdaten Quelle	0: Klemmenbetrieb 1: digitaler Sollwert, 1 Richtung 2: digitaler Sollwert, 2 Richtungen <b>3: PID-Regler</b> 4: Feldbus 5: Slave-Modus 6: CAN Open 7: Reserviert 8: Reserviert 9: SWD Strg + Sollwert 10: SWD Strg 11: SWD Sollwert 12: nicht erlaubt 13: SWD Strg + Sollwert, DI Enable	0

### PID1 OutGrenzeVorwahl (P3-09)

In den meisten Fällen dient der Ausgang des PID-Reglers als Drehzahlsollwert. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, den Reglerausgang als Korrekturwert zu benutzen.

P3-09 = 0 ... 2 → Der Ausgang des PI-Reglers dient als Drehzahlsollwert für den Antrieb

P3-09 = 3 → Der Ausgang des PI-Reglers dient als Korrekturwert und wird zum Wert des Analogeingangs 1 (AI1) hinzuaddiert.



## Klemmenbelegung

Die Belegung der Klemmen kann mit P1-13 „DI Konfiguration Auswahl“ aus vordefinierten Sätzen ausgewählt werden. Die Belegung ändert sich abhängig von der Einstellung von P1-12. Für den Betrieb mit dem PID-Regler ist sie wie folgt:

P1-12 = 3: PID-Regler					
P1-13	DI1 (Klemme 2)	DI2 (Klemme 3)	DI3 (Klemme 4)	DI4/AI1 (Klemme 6)	DI5/AI2 (Klemme 10)
0	Benutzerdefiniert	Benutzerdefiniert	Benutzerdefiniert	Benutzerdefiniert	Benutzerdefiniert
1	nicht erlaubt				
2	nicht erlaubt				
3	START	DIR	Select PID REF / f-Fix1	definiert mit P3-05 / P3-10	definiert mit P3-05 / P3-10
4	nicht erlaubt				
5	START	DIR	Select PID REF / AI2 REF	PID Istwert (P3-10 = 1)	AI2 REF
6	START	DIR	Select PID REF / f-Fix1	PID Istwert (P3-10 = 1)	EXTFLT
7	nicht erlaubt				
8	nicht erlaubt				
9	nicht erlaubt				
10	nicht erlaubt				
11	nicht erlaubt				
12	nicht erlaubt				
13	FWD	REV	Select PID REF / f-Fix1	definiert mit P3-05 / P3-10	definiert mit P3-05 / P3-10
14	nicht erlaubt				
15	FWD	REV	Select PID REF / AI2 REF	PID Istwert (P3-10 = 1)	AI2 REF
16	FWD	REV	Select PID REF / f-Fix1	PID Istwert (P3-10 = 1)	EXTFLT
17	nicht erlaubt				
18	nicht erlaubt				
19	nicht erlaubt				
20	nicht erlaubt				
21	nicht erlaubt				

Bei einer Vorwahl von P1-13 = 0 kann die Funktion der Klemmen über das Menu 9 beliebig definiert werden. Folgende Bedingungen sind zu beachten:

- Digitaleingänge → Klemmen 2 / 3 / 4 / 6 / 10
- Analogeingänge → Klemmen 6 / 10
- Externer Fehler (EXTFLT) → Anschluss grundsätzlich an Klemme 10

Die Klemmen 6 und 10 können sowohl als Analog- als auch als Digitaleingang verwendet werden. Durch die Vorwahl der Funktion erfolgt die Konfiguration (analog oder digital) automatisch.

Verwendete Abkürzungen:

AI2 REF	Analogeingang AI2 (Klemme 10) wird als Drehzahl-Sollwerteingang benutzt. P2-33: Konfiguration (Spannungseingang / Stromeingang ...) P2-34: Skalierung P2-35: Offset
Definiert mit P3-05 / P3-10	Die Funktion der Klemme hängt von der Einstellung der Parameter P3-05 und P3-10 ab.
DIR	Wird in Zusammenhang mit dem Befehl START benutzt und dient der Drehrichtungsvorwahl. LOW = Rechtslauf (FWD ) HIGH = Linkslauf (REV) ACHTUNG: Bei einem eventuellen Drahtbruch und vorgewählter Drehrichtung REV, führt dies zum Reversieren des Antriebs! Alternative: Konfiguration mit FWD/REV benutzen.
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. In Applikationen mit zwei Drehrichtungen wird die Vorwärtsrichtung mit FWD vorgewählt. FWD und REV sind über eine EX-OR-Verknüpfung miteinander verbunden. Werden beide Signale gleichzeitig angelegt, fährt der Antrieb mit der Schnellstopp-Rampe (P2-25) auf Null.
PID Istwert (P3-10 = 1)	Rückführungssignal des PID-Reglers, wenn mit P3-10 vorgewählt
REV	START des Antriebs in Rückwärtsrichtung (REV = Reverse). 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 P1-05 (Stopp-Modus) abhängig. Bei Stillstand wird der Frequenzumrichter gesperrt. In Applikationen mit zwei Drehrichtungen wird die Vorwärtsrichtung mit FWD vorgewählt. FWD und REV sind über eine EX-OR-Verknüpfung miteinander verbunden. Werden beide Signale gleichzeitig angelegt, fährt der Antrieb mit der Schnellstopp-Rampe (P2-25) auf Null.
Select PID REF / AI2 REF	Auswahl zwischen Sollwerten. Low = Sollwert vom Ausgang des PID-Reglers, High = AI2
Select PID REF / f-Fix1	Auswahl zwischen Sollwerten. Low = Sollwert vom Ausgang des PID-Reglers, High = f-Fix1, eingestellt mit P2-01
START	Startet und stoppt den Antrieb. 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 P1-05 (Stopp-Modus) abhängig. Bei Stillstand wird der Frequenzumrichter gesperrt. In Applikationen mit zwei Drehrichtungen werden diese über den Befehl DIR ausgewählt.

## Anschluss von Istwertgebern

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

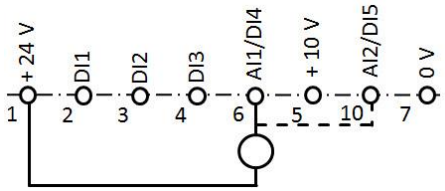
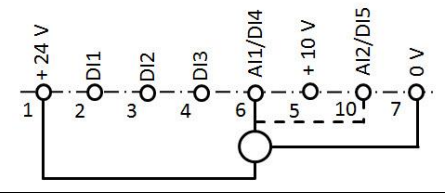
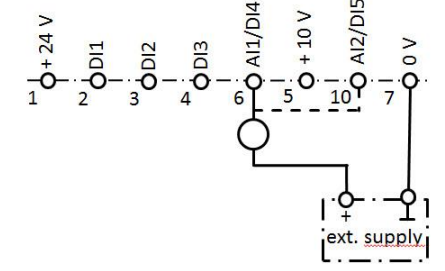
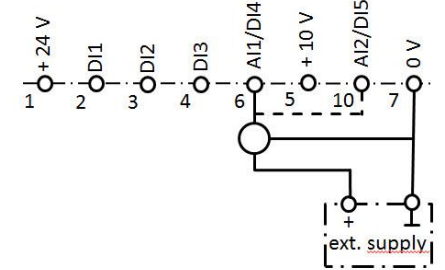
Interne Bürde bei Verwendung als Stromeingang: 500  $\Omega$

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 Vorwahl mit P3-10.

P3-10 = 0 → Klemme 10 (AI2)

P3-10 = 1 → Klemme 6 (AI1)

Art des Gebers	Anschluss
2-Draht-Geber Versorgung aus DA1	
3-Draht-Geber Versorgung aus DA1	
2 Draht-Geber externe Versorgung	
3-Draht-Geber externe Versorgung	

## Analogeingänge

Je nach Vorwahl der Klemmenkonfiguration mit P1-13 stehen bis zu zwei Analogeingänge zur Verfügung. Sie werden zum Anschluss von Soll- und Istwert und, im Falle von P1-13 = 3 bzw. 13, zum Anschluss eines Drehzahlsollwertes benutzt, der alternativ zum Reglersignal benutzt werden kann. Beide Eingänge können an das Signal (Strom oder Spannung) angepasst werden.

Es besteht die Möglichkeit, eine Skalierung vorzunehmen und ein Offsetsignal zu berücksichtigen. Man kann dies dazu nutzen, den Istwert an das Gebersignal anzupassen.

- **Signalbereich:** Vorwahl der Art des Signals an den Analogeingängen. Der max. Wert des Signals entspricht jeweils der mit P1-01 eingestellten max. Drehzahl / Frequenz.
- **Gain:** Mit dem Verstärkungsfaktor kann der Eingang skaliert werden. Der Verstärkungsfaktor ist sowohl beim Signal an Klemme 6 bzw. 10, als auch beim eingestellten Offset wirksam.
- **Offset:** Offset des Analogeingangs. 100.0 % entspricht hier der mit P1-01 eingestellten max. Drehzahl / Frequenz.

**ACHTUNG:** Der Offset wird vom Sollwert an Klemme 6 bzw. 10 abgezogen. Heißt: positive Werte bewirken eine Reduzierung, negative eine Erhöhung.

### Analogeingang 1 (AI1 Signal Bereich (P2-30), AI1 Gain (P2-31), AI1 Offset (P2-32))

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
260.0	P2-30	AI1 Signal Bereich	0: 0 ... 10 V (U 0-10) 1: 10 ... 0 V (U 10-0) 2 : bipolar 0 ... 10 V (- 10- 10) 3: 0 ... 20 mA (A 0-20) 4: t 4 ... 20 mA (Abschalten bei Drahtbruch) (t 4-20) 5: r 4 ... 20 mA (fährt bei Drahtbruch mit Rampe auf Festfrequenz 8 (P2-08)) (r 4-20) 6: t 20 ... 4 mA (Abschalten bei Drahtbruch) (t 20-4) 7: r 20 ... 4 mA (fährt bei Drahtbruch mit Rampe auf Festfrequenz 8 (P2-08)) (r 20-4)	0
261.0	P2-31	AI1 Gain	0.0 ... 500.0 %	2000.0 %
262.0	P2-32	AI1 Offset	-500.0 % ... + 500.0 %	0.0 %

## Analogeingang 2 (AI2 Signal Bereich (P2-33), AI2 Gain (P2-34), AI2 Offset (P2-35))

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
260.1	P2-33	AI2 Signal Bereich	0: 0 ... 10 V ( <i>U 0-10</i> ) 1: 10 ... 0 V ( <i>U 10-0</i> ) 2: Thermistor ( <i>Ptc-Lt</i> ) 3: 0 ... 20 mA ( <i>A 0-20</i> ) 4: t 4 ... 20 mA (Abschalten bei Drahtbruch) ( <i>t 4-20</i> ) 5: r 4 ... 20 mA (fährt bei Drahtbruch mit Rampe auf Festfrequenz 8 (P2-08)) ( <i>r 4-20</i> ) 6: t 20 ... 4 mA (Abschalten bei Drahtbruch) ( <i>t 20-4</i> ) 7: r 20 ... 4 mA (fährt bei Drahtbruch mit Rampe auf Festfrequenz 8 (P2-08)) ( <i>r 20-4</i> )	0
261.1	P2-34	AI2 Gain	0.0 ... 500.0 %	2000.0 %
262.1	P2-35	AI2 Offset	-500.0 % ... + 500.0 %	0.0 %

## Sollwert

Es bestehen zwei Möglichkeiten der Sollwertvorgabe

- über den Parameter P3-06 (PID1 Sollwert Digital) als fixer Wert. 100.0 % entspricht dem max. Wert des Istwertsignals.
- über die Analogeingänge AI1 und AI2 unter Berücksichtigung von Offset und Skalierung

Die Vorwahl erfolgt über Parameter P3-05 (PID1 Sollwert 1 Quelle)

### PID1 Sollwert 1 Quelle (P3-05), PID1 Sollwert 1 Digital (P3-06)

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
2110.0	P3-05	PID1 Sollwert 1 Quelle	0: digitales Sollwertsignal, eingestellt mit P3-06 1: Analogeingang 1 (AI1, Kl. 6) 2: Analogeingang 2 (AI2, Kl. 10)	0
2111.0	P3-06	PID1 Sollwert 1 Digital	Digitaler Sollwert des PI-Reglers, wenn P3-05 = 0 0.0 ... 100.0 %	0.0 %

## Istwert

Der Istwert kommt als analoges Signal über die Klemmen. Die Auswahl der entsprechenden Klemme erfolgt mit dem Parameter P3-10 (PID1 Istwert 1 Quelle). Darüber hinaus besteht mit P3-04 (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).

### PID1 Modus (P3-04), PID1 Istwert 1 Quelle (P3-10)

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
2123.0	P3-04	PID1 Modus	0: direkter Betrieb 1: invertierter Betrieb	0
2112.0	P3-10	PID1 Istwert 1 Quelle	0: Analogeingang 2 (AI2, Kl. 10) 1: Analogeingang 1 (AI1, Kl. 6)	0

### PID1 Feedback 1 DispScale (P3-12)

Durch mehrmaliges Drücken auf die **OK** Taste auf der Tastatur kann das Display umgeschaltet werden. Es besteht die Möglichkeit den Istwert als Prozessgröße, z.B. in bar, anzuzeigen. Am Anfang der Zeile erscheint „r“.

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
2113.0	P3-12	PID1 Feedback 1 DispScale	0.000...50.000	0.000

Beispiel: Bei 100 % Istwert soll „27.8“ angezeigt werden.  
 $P3-12 = 27.8 / 100 \% = 0.278$

## Verstärkung / Zeitkonstante

### PID1 Kp (P3-01), PID1 Ti (P3-02), PID1 Kd (P3-03)

Die Proportionalverstärkung Kp wird mit P3-01 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 P3-02 eingestellt. Höhere Werte führen zu einer gedämpften Reaktion. Dies wird in Prozessen mit einer langen Reaktionszeit benutzt.

Die Differentialzeitkonstante wird mit P3-03 eingestellt.

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
2100.0	P3-01	PID1 Kp	0.0 ... 30.0	1.0
2101.0	P3-02	PID1 Ti	0.0 ... 30.0 s	1.0 s
2102.0	P3-03	PID1 Kd	0.00...1.00 s	0.00 s

Die richtigen Werte für P3-01, P3-02 und P3-03 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. Bei Vorgabe von 0.0 sind die jeweiligen Anteile gesperrt.

## Steuerung der Rampen in Abhängigkeit der Regelabweichung

Der Ausgang des PID-Reglers wird über eine Rampe, einstellbar mit P1-03 (t-acc) und P1-04 (t-dec), als Drehzahlsollwert vorgegeben. Auf der einen Seite möchte man möglichst direkt auf Regelabweichungen (Sollwert – Istwert) reagieren, auf der anderen Seite kann dies aber bei zu großen Abweichungen zur Instabilität des Systems und möglichen Abschaltungen wegen Überspannung bzw. Überstrom führen. Der Parameter P3-11 „PID1 Fehler Rampe“ bietet die Möglichkeit, die Vorgabe des Drehzahlsollwertes an den Betrag der Regelabweichung anzupassen. Bei einer kleinen Abweichung, wird diese direkt und ohne Rampe weitergegeben. Ist die Abweichung größer als der mit P3-11 eingestellte Schwellwert sind die Rampen wirksam.

### PID 1 FehlerRampe (P3-11)

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
2130.0	P3-11	PID1 Fehler Rampe	0.0 ... 25.0 %	0.0 %

(P0-08 – P0-09) < P3-11 → Rampen nicht wirksam

(P0-08 – P0-09) ≥ P3-11 → Rampen wirksam

P0-08: PID1 Sollwert

P0-09: PID1 Feedback

Siehe auch Blockschaltbild unter „Allgemeines“

## Begrenzung des PID-Reglerausgangs

Der Wert des PID-Reglerausgangs (P0-04) kann nach oben und unten begrenzt werden. Die Grenzwerte hängen von der Einstellung von P3-09 „PID1 OutGrenzeVorwahl“ ab.

### PID1 OutGrenzeVorwahl (P3-09), PID1 Out obere Grenze (P3-07), PID1 Out untere Grenze (P3-08)

Der Parameter P3-09 wird zu unterschiedlichen Zwecken benutzt:

- zur Konfiguration der Begrenzung des PID-Reglerausgangs
- zur Konfiguration der Regler-Topologie (siehe „Regler-Topologie“)

Die Begrenzung des PID-Reglerausgangs wird durch die Parameter P3-07 und P3-08 bestimmt. Sie kann aber auch variabel über ein Signal an Analogeingang 1 (AI1) erfolgen. Bei P3-09=3 erfolgt keine Begrenzung des Reglerausgangs (Bereich 0.0 ... 100.0 %).

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
2122.0	P3-09	PID1 OutGrenzeVorwahl	0: oben P3-07, unten P3-08 1: oben AI1, unten P3-08 2: oben P3-07, unten AI1 3: Addition PID-Reglerausgang + Signal an AI1	0
2121.0	P3-07	PID1 Out obere Grenze	0.0...100.0 %	100.0 %
2120.0	P3-08	PID1 Out untere Grenze	0.0...100.0 %	0.0 %

## Reset-Verhalten

### PID1 ResetControl (P3-18)

Mit diesem Parameter wird das Reset-Verhalten des PID-Reglers bestimmt.

P3-18 = 0 → Der PID-Regler ist immer aktiv, solange die Proportionalverstärkung (P3-01) größer Null ist.

P3-18 = 1 → Der PID-Regler ist nur dann aktiv, wenn der Antrieb freigegeben ist. Wenn der Antrieb gesperrt ist, wird der PID-Reglerausgang einschließlich des I-Anteils auf Null gesetzt.

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
2132.0	P3-18	PID1 ResetControl	0: PID-Regler immer aktiv 1: Reset, wenn Antrieb gesperrt	0

## Standby-Betrieb

In manchen Applikationen ist es nicht erforderlich, den Motor dauerhaft laufen zu lassen. Die Geräte der Reihe DA1 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

### t-Standby (P2-27), PID1 Aufweckschwelle (P3-13)

Der Parameter P2-27 (t-Standby) definiert die Zeit, nach der in den Standby-Modus (Umrichterausgang gesperrt) umgeschaltet wird, wenn der Drehzahlsollwert (P0-04) der mit P1-02 (f-min) eingestellten minimalen Frequenz entspricht. Der Betrieb wird wieder aufgenommen, sobald die mit P3-13 eingestellte Aufweckschwelle überschritten wird. Bei Eingabe von „0.0“ ist der Standby-Betrieb gesperrt.

P3-13 bestimmt die Regelabweichung, bei der der PI-Regler den Standby-Modus verlässt.

PNU	Parameter	Name	Wertebereich	Werk
331.0	P2-27	t-Standby	0.0 ... 25.0 s	0.0 s
2131.0	P3-13	PID1 Aufweckschwelle	0.0 ... 100.0 %	5.0 %

- Aktivierung des Standby-Betriebs:
  - Drehzahlsollwert (P0-04) entspricht f-min (P1-02) für eine Zeitdauer, die mit P2-27 spezifiziert ist. → Umrichterausgang wird gesperrt.
- Rückkehr zum normalen Betrieb:
  - Regelabweichung zwischen Soll- und Istwert ist größer als P3-13 → PID-Regler beginnt zu arbeiten → Freigabe des Umrichter-Ausgangs, wenn der Drehzahlsollwert (P0-04) mindestens f-min (P1-02) entspricht.

## Beispiele für die Anwendung des PID-Reglers

### Beispiel 1: Einstellung des internen digitalen Sollwertes mit P3-06

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

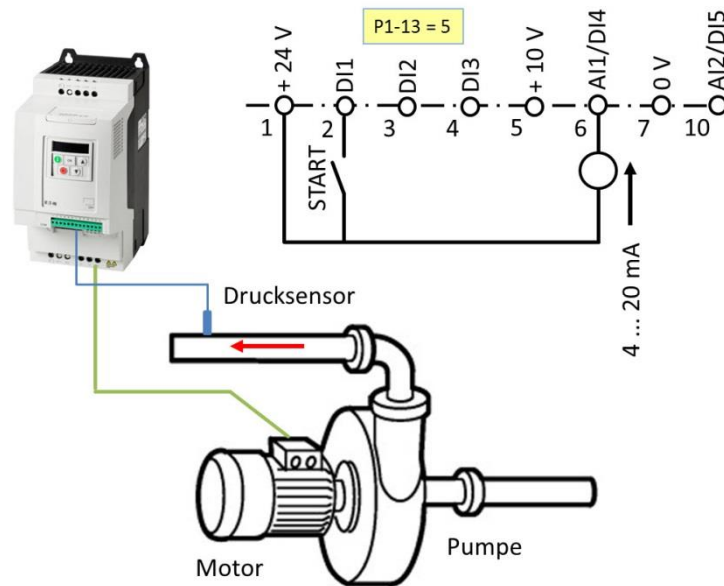
$$P3-06 = \frac{1.5 \text{ bar}}{5 \text{ bar}} \cdot 100 \% = 30.0 \%$$

### 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 AI2 vorgegeben wird. Die Umschaltung zwischen Hand und Auto erfolgt mit einem digitalen Befehl an DI3 (Klemme 4).

DI Konfiguration Auswahl (P1-13)	Sollwert Auto	Hand/Auto-Umschaltung	Externer Fehler EXTFLT
3 oder 13	Analog (AI1 oder AI2) P3-05 = 1 oder 2	DI3 = Low → Auto DI3 = High → Hand (f-Fix1)	-
5 oder 15	Digital (P3-06) P3-05 = 0	DI3 = Low → Auto DI3 = High → Hand (AI2)	-
6 oder 16	Digital (P3-06) P3-05 = 0	DI3 = Low → Auto DI3 = High → Hand (f-Fix1)	DI5 = Low → Fehler DI5 = High → kein Fehler

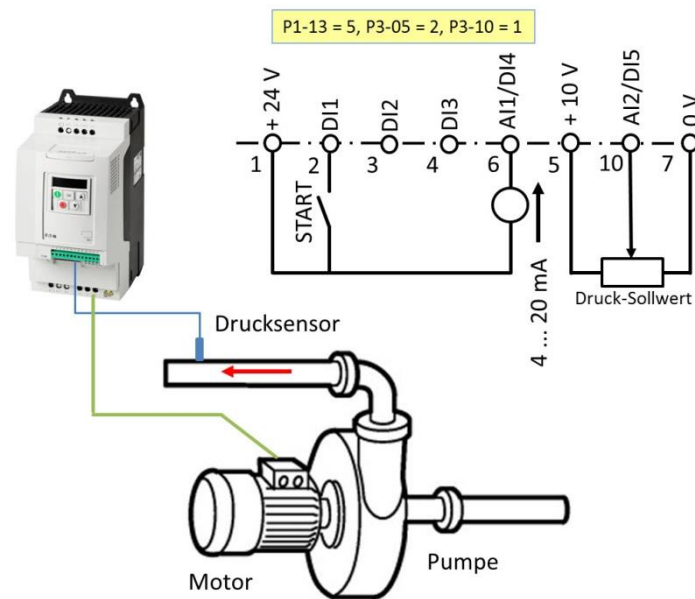
### Beispiel 3: Einfache Druckregelung mit digitalem Sollwert, direkter Betrieb



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

Parameter	Name	Einstellwert	Bemerkung
P1-03	t-acc	10 ... 30 s	Ermöglicht sanftes Starten und Stoppen des Systems
P1-04	t-dec	10 ... 30 s	
P1-06	Energieoptimierung	1	Freigabe der Energieoptimierung. Aufgrund der quadratischen Pumpenkennlinie ist eine Energieeinsparung zu erwarten.
P1-07	Motor Nennspannung	...	Eingabe entsprechend der Motordaten
P1-08	Motor Nennstrom	...	
P1-09	Motor Nennfrequenz	...	
P1-12	Lokale Prozessdaten Quelle	3	Vorwahl des PID-Regler Modus
P1-13	DI Konfiguration Auswahl	5	Vorwahl der Klemmenkonfiguration
P1-14	Kennwort	101	Freigabe des Zugangs zum Level 2 des Menus
P2-30	AI1 Signal Bereich	4 (4...20 mA)	Anpassung des Analogeingangs 1 an das Signal des Drucksensors (4...20 mA)
P3-01	PID1 Kp	0.5 ... 2	Verstärkung und Zeitkonstante sind systemabhängig
P3-02	PID1 Ti	1 ... 5 s	
P3-03	PID1 Kd	0.00 s	
P3-04	PID1 Modus	0	Direkter Betrieb
P3-05	PID1 Sollwert 1 Quelle	0	Vorwahl des mit P3-06 eingestellten digitalen Sollwertes
P3-06	PID1 Sollwert Digital	...	Eingabe des erforderlichen Sollwertes, siehe auch Beispiel 1

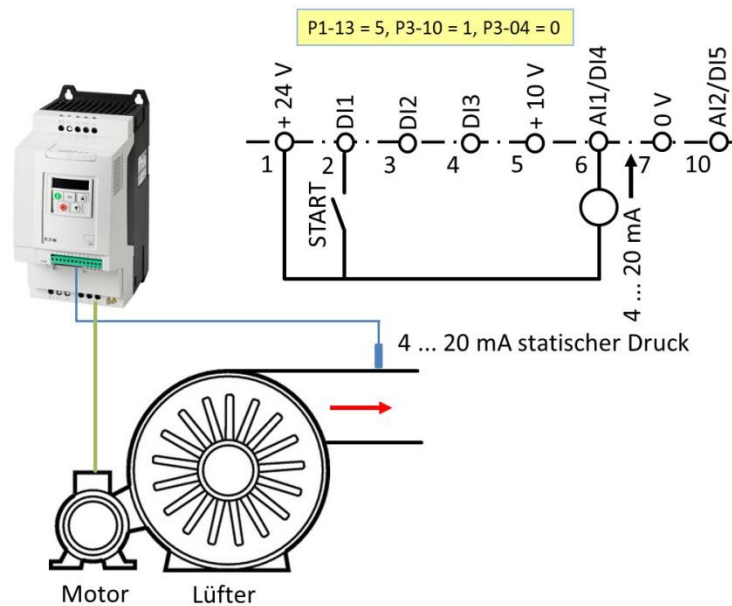
## Beispiel 4: Variabler Sollwert, direkter Betrieb



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 AI2 über die Parameter für Offset (P2-35) und Skalierung (P2-34) vorgenommen werden. Es sind folgende Änderungen der Parameter gegenüber der Werkseinstellung vorzunehmen:

Parameter	Name	Einstellwert	Bemerkung
P1-03	t-acc	10 ... 30 s	Ermöglicht sanftes Starten und Stoppen des Systems
P1-04	t-dec	10 ... 30 s	
P1-06	Energieoptimierung	1	Freigabe der Energieoptimierung. Aufgrund der quadratischen Pumpenkennlinie ist eine Energieeinsparung zu erwarten.
P1-07	Motor Nennspannung	...	Eingabe entsprechend der Motordaten
P1-08	Motor Nennstrom	...	
P1-09	Motor Nennfrequenz	...	
P1-12	Lokale Prozessdaten Quelle	3	Vorwahl des PID-Regler Modus
P1-13	DI Konfiguration Auswahl	5	Vorwahl der Klemmenkonfiguration
P1-14	Kennwort	101	Freigabe des Zugangs zum Level 2 des Menus
P2-30	AI1 Signal Bereich	4 (4...20 mA)	Anpassung des Analogeingangs 1 an das Signal des Drucksensors (4...20 mA)
P2-33	AI2 Signal Bereich	0 (0...10 V)	Sollwert 0 ... 10 V
P2-34	AI2 Gain	...	Im Bedarfsfall Anpassung an den Bereich des Sensors
P2-35	AI2 Offset	...	
P3-01	PID1 Kp	0.5 ... 2	Verstärkung und Zeitkonstante sind systemabhängig
P3-02	PID1 Ti	1 ... 5 s	
P3-03	PID1 Kd	0.00 s	
P3-04	PID1 Modus	0	Direkter Betrieb
P3-05	PID1 Sollwert 1 Quelle	2	Vorwahl des Sollwertes an AI2
P3-10	PID1 Istwert 1 Quelle	1	Vorwahl des Istwerts an AI1

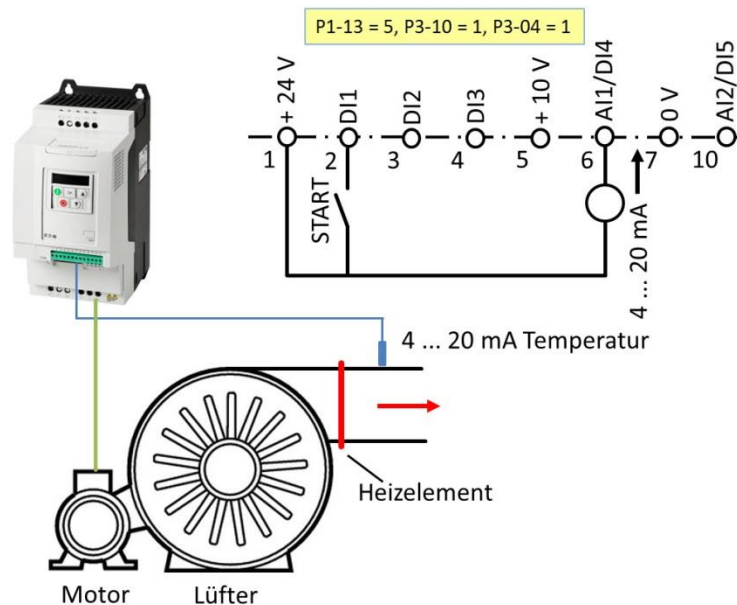
## Beispiel 5: Lüfter / Kompressor mit Druck-Rückführung, direkter Betrieb



Der Druck-Sollwert ist mit P3-06 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
P1-03	t-acc	10 ... 30 s	Ermöglicht sanftes Starten und Stoppen des Systems
P1-04	t-dec	10 ... 30 s	
P1-06	Energieoptimierung	1	Freigabe der Energieoptimierung. Aufgrund der quadratischen Lüfterkennlinie ist eine Energieeinsparung zu erwarten.
P1-07	Motor Nennspannung	...	Eingabe entsprechend der Motordaten
P1-08	Motor Nennstrom	...	
P1-09	Motor Nennfrequenz	...	
P1-12	Lokale Prozessdaten Quelle	3	Vorwahl des PI-Regler Modus
P1-13	DI Konfiguration Auswahl	5	Vorwahl der Klemmenkonfiguration
P1-14	Kennwort	101	Freigabe des Zugangs zum Level 2 des Menus
P2-30	AI1 Signal Bereich	4 (4...20 mA)	Anpassung des Analogeingangs 1 an das Signal des Drucksensors (4...20 mA)
P3-01	PID1 Kp	0.5 ... 2	Verstärkung und Zeitkonstante sind systemabhängig
P3-02	PID1 Ti	1 ... 5 s	
P3-03	PID1 Kd	0.00 s	
P3-04	PID1 Modus	0	Direkter Betrieb
P3-05	PID1 Sollwert 1 Quelle	0	Vorwahl des mit P3-06 eingestellten digitalen Sollwertes
P3-06	PID1 Sollwert Digital	...	Eingabe des erforderlichen Sollwertes, siehe auch Beispiel 1
P3-10	PID1 Istwert 1 Quelle	1	Vorwahl des Istwertes an AI1

## Beispiel 6: Lüfter, Temperaturregelung, invertierter Betrieb



Der Temperatur-Sollwert ist mit P3-06 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
P1-03	t-acc	10 ... 30 s	Ermöglicht sanftes Starten und Stoppen des Systems
P1-04	t-dec	10 ... 30 s	
P1-06	Energieoptimierung	1	Freigabe der Energieoptimierung. Aufgrund der quadratischen Lüfterkennlinie ist eine Energieeinsparung zu erwarten.
P1-07	Motor Nennspannung	...	Eingabe entsprechend der Motordaten
P1-08	Motor Nennstrom	...	
P1-09	Motor Nennfrequenz	...	
P1-12	Lokale Prozessdaten Quelle	3	Vorwahl des PI-Regler Modus
P1-13	DI Konfiguration Auswahl	5	Vorwahl der Klemmenkonfiguration
P1-14	Kennwort	101	Freigabe des Zugangs zum Level 2 des Menüs
P2-30	AI1 Signal Bereich	4 (4...20 mA)	Anpassung des Analogeingangs 1 an das Signal des Drucksensors (4...20 mA)
P3-01	PID1 Kp	0.5 ... 2	Verstärkung und Zeitkonstante sind systemabhängig
P3-02	PID1 Ti	1 ... 5 s	
P3-04	PID1 Modus	1	Invertierter Betrieb
P3-05	PID1 Sollwert 1 Quelle	0	Vorwahl des mit P3-06 eingestellten digitalen Sollwertes
P3-06	PID1 Sollwert Digital	...	Eingabe des erforderlichen Sollwertes, siehe auch Beispiel 1
P3-10	PID1 Istwert 1 Quelle	1	Vorwahl des Istwerts an AI1