

Applikationshandbuch EC-Control V2.3

PC-Steuersoftware 25714-2-0199 für busfähige Ventilatoren
Ausgabe 2014-04

ebm**papst**

Die Wahl der Ingenieure



Copyright @ ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG, 2011-2014

All rights reserved

April 2014

ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG

Bachmühle 2

74673 Mulfingen

<http://www.ebmpapst.com>

info1@de.ebmpapst.com

In diesem Applikationshandbuch werden einige Produkte anderer Hersteller aufgeführt. Die erwähnten Produktbezeichnungen und Herstellernamen sind in den meisten Fällen eingetragene Markennamen und/oder Warenzeichen.

Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheitshinweise	3
2	Grundlagen und Begriffserklärungen zu EC-Control	4
2.1	Open Loop Control / Steuerung	8
2.2	Closed Loop Control / Regelung	8
2.3	P- und I-Faktor	9
2.3.1	Proportionalregelung	10
2.3.2	PI-Regelung	11
2.4	Betriebsarten von EC-Control	13
2.5	Wirkungssinn eines Regelkreises (nur für Betriebsart „Sensorregelung“)	13
2.6	Grenzwerte der Drehzahl und des PWM-Signals	15
3	Einstelloptionen und Grundfunktionen über MODBUS	17
3.1	Vernetzen und Adressieren von MODBUS Teilnehmern	17
3.1.1	Automatische Adressvergabe	21
3.2	Soft On/Off und Motor Stopp enable	22
3.3	Umschalten des Parametersatzes	23
3.3.1	Einstellen getrennter Sollwerte für Tag/Nacht Betrieb	23
3.4	Notlauffunktion	24
3.5	Winterfunktionen	26
3.6	Motoreinstellungen (Fehlermelderelais)	27
3.7	Istwertvorgabe durch Sensor über die Eingänge Ain2 U bzw. Ain2 I	28
3.8	Istwertvorgabe durch zwei Sensoren	29
3.9	Sollwertvorgabe über die Eingänge Ain1 U bzw. Ain1 I oder über EC-Control	30
3.10	Kennlinien	31
3.10.1	Eingangskennlinie	31
3.10.2	Inverse Kennlinie	33
3.10.3	Ausgangskennlinie	34
3.10.4	Analoger Ausgang: Pulse pro Umdrehung	35
3.10.5	Motor Leistungsbegrenzung	35
3.11	Laufüberwachung	37
4	Einsatz von EC-Control in Kundenapplikationen	38
4.1	Kälteanlagen	38
4.1.1	Master-Slave Konfiguration (sternförmig)	38
4.1.2	Master-Slave Konfiguration bei Kaskadenbetrieb	43
4.1.3	Reversierbetrieb zum Reinigen und Enteisen der Tauscher	45
4.2	Parametrierungshinweise für Volumenstromregelung in Klimageräten	48
4.2.1	Digitale Sollwertvorgabe bei Volumenstromregelung z.Bsp. Tag/Nacht Umschaltung	50
4.2.2	Analoge Sollwertvorgabe bei Volumenstromregelung	52
4.3	Temperaturregelung – beliebige Steuerkennlinie mit Temperatursensor	53
	Stichwortverzeichnis	58

Änderungshistorie

Datum	Version	Änderung
31.03.2011	1.0	Erste Version des Applikationshandbuchs, deutsch
28.06.2011	1.01	Kleinere Korrekturen
09.09.2011	1.02	Detailverbesserung
27.09.2012	2.00	Überarbeitung für MODBUS 5 und EC-Control 2.10
13.12.2012	2.01	Kleine Fehlerkorrekturen (Verweise und Formatierung)
01.08.2013	2.02	Formel (3) auf Seite 11 korrigiert
25.04.2014	2.30	Titelseite auf neues Layout umgestellt

1 Sicherheitshinweise

Lesen Sie das Handbuch und das Applikationshandbuch sorgfältig durch, bevor Sie mit dem Arbeiten an EC-Control beginnen. Es kann zu Störungen führen, wenn Warnungen und diese Anleitungen nicht beachtet werden. Stellen Sie sicher, dass das Handbuch immer griffbereit am Einsatzort der Software zur Verfügung steht. Bei Verkauf oder Weitergabe der Software sind die Installationsanleitung und das Handbuch beizulegen. Zur Information über potentielle Gefahren und deren Abwendung kann die Installationsanleitung vervielfältigt und weitergegeben werden.



Die Handhabung ist unter Berücksichtigung der nationalen Vorschriften bezüglich der Arbeitssicherheit durchzuführen.



Beeinflussung durch elektromagnetische Strahlung möglich.

Treten in eingebautem Zustand unzulässige Strahlungsstärken auf, so sind benutzerseitig geeignete Abschirm-Maßnahmen zu treffen.



Verhindern Sie versehentliches Einschalten eines Ventilators! Dies kann beim unvorsichtigen Umgang mit EC-Control durchaus vorkommen. Es kann zur Gefahr für Leib und Leben werden! Betreiben Sie Ventilatoren immer mit Schutzgitter und treffen sie vorherige Sicherheitsvorkehrungen!



Diese Software wurde nicht zum Einsatz in sicherheitskritischen Anlagen ausgelegt! Diese Software ist nicht echtzeitfähig!

Bestimmungsgemäße Verwendung

- Steuerung und Diagnose von ebm-papst Ventilatoren, die über einen RS485 basierten ebmbus V3 oder MODBUS mit ebm-papst Standard Profil verfügen.

Bestimmungswidrige Verwendung

- Betrieb der Schnittstellenwandler an nicht dafür vorgesehenen Schnittstellen
- Betrieb der Schnittstellenwandler an höheren Spannungen als in deren Anleitung angegeben
- Nicht bestimmungsgemäße Verwendung der Schnittstellenwandlerkabel
- Verwendung in extrem feuchter Umgebung (starker Regen oder hohe Luftfeuchtigkeit)
- Verwendung im explosionsgefährdeten Bereich
- Inbetriebnahme von Ventilatoren mittels Software, wenn deren Sicherheitseinrichtungen nicht aktiv sind
- Deaktivierung von Sicherheitsfunktionen der Ventilator-Firmware durch unsachgemäße Parametrierung
- Verwendung der Software in sicherheitskritischen Anlagen

2 Grundlagen und Begriffserklärungen zu EC-Control

EC-Control ermöglicht die Visualisierung und Parametrierung von ebmbus und MODBUS Ventilator-Netzwerken.

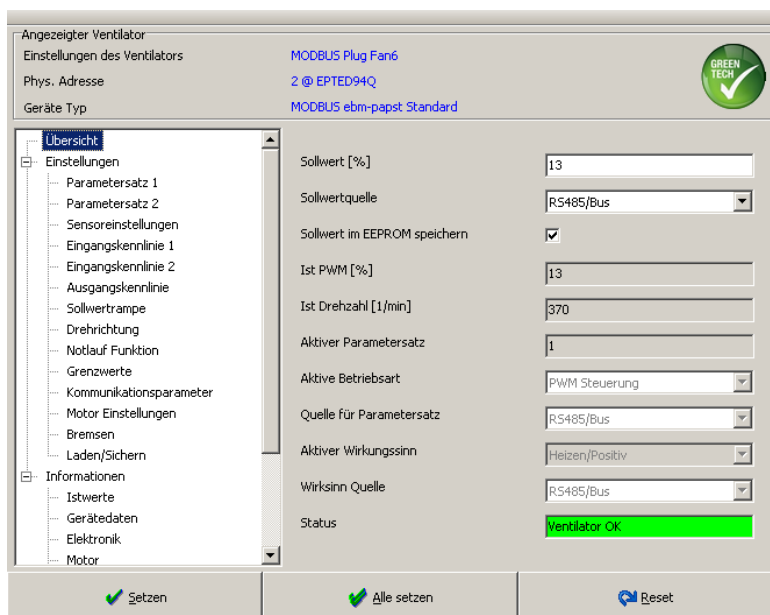
EC-Control erlaubt insbesondere folgende Aktivitäten:

- Einstellung von Ventilatorparametern wie Betriebsart, Sollwert und Regelparameter
- Ändern der Ventilatoradresse
- Auslesen von Ventilatorparametern wie Ist-Drehzahl, Seriennummer und Produktionsdatum
- Auslesen des Fehlerstatus sowie des Fehlerspeichers
- Überwachung von Anlagen, inklusive der Möglichkeit Fehler per E-Mail zu melden
- Verwaltung mehrerer Anlagen innerhalb einer Programminstallation, nützlich für Servicetechniker
- Unterstützung von RS232/RS485, USB/RS485, Bluetooth/RS485 und Ethernet/RS485 Schnittstellenwandlern
- Gleichzeitige Überwachung von ebmbus und MODBUS basierten Anlagenteilen (erfordert mindestens zwei Schnittstellenwandler)

Dieses Applikationshandbuch ist ein ergänzendes Dokument zum Handbuch. Er soll durch Praxisbeispiele helfen den Funktionsumfang von EC-Control V 2.1 vollständig zu nutzen.

Achtung: Das Applikationshandbuch enthält Screenshots von EC-Control V 2.1. Abbildungen von EC-Control können somit von Ihrer Version abweichen. Eingesetzt wurden Ventilatoren mit dem MODBUS Protokoll Stand V3.02 (Stand 01.09.2010) oder neuer. Geräte mit älterer Firmware bieten nicht alle Funktionen.

Wie sieht EC-Control V 2.1 aus? Das Programm hat folgende Struktur:



EC-Control V 2.1

- Die Struktur von EC-Control V 2.1 besteht aus drei Hauptpunkten
 - Übersicht
 - Einstellungen
 - Informationen
- Applikationshandbuch beschreibt die Möglichkeiten, die die Punkte Übersicht und Einstellungen dem Nutzer bieten

Abb. 1: Übersicht EC-Control

Die unten stehende Tabelle gibt einen Überblick über die einzelnen Menüpunkte mit ihren Unterpunkten.

Menüpunkt <u>Einstellungen</u>	Unterpunkte	Kurzbeschreibung
Parametersatz 1 bzw. Parametersatz 2	• Aktiver Parametersatz • Parametersatz • Betriebsart • Min PWM [%] • Max PWM [%] • Motor Stopp Enable • Wirkungssinn • P-Faktor [%] • I-Faktor [%]	Zwei Parametersätze ermöglichen dem Nutzer das einfache Wechseln der Einstellungen, hier kann unter anderem die Betriebsart und der Wirkungssinn gewählt werden
Sensoreinstellungen	• Min. Sensorwert • Max. Sensorwert • Sensoreinheit • Wirksinn Quelle • Wirkungssinn	Einstellungen für Istwertvorgabe durch Sensor, nur in Betriebsart <u>Sensorregelung</u> relevant
Eingangskennlinie 1 bzw. Eingangskennlinie 2	• Eingangskennlinie X1 • Eingangskennlinie X2 • Eingangskennlinie Y1 • Eingangskennlinie Y2	Die Eingangskennlinie legt fest welcher Sollwert bei welcher Eingangsgröße, (Strom/Spannung) erreicht werden soll
Ausgangskennlinie	• Funktion des Analogausgangs • Ausgangskennlinie X1 [%] • Ausgangskennlinie X2 [%] • Ausgangskennlinie Y1 [V] • Ausgangskennlinie Y2 [V]	Die Klemmleiste der ebm-papst Geräte besitzt einen 0-10V Ausgang um weitere Geräte anzuschließen. Dem 0-10V-Ausgang kann entweder der PWM-Aussteuergrad 0-100% oder die Drehzahl zugeordnet werden
Sollwertrampe	• Hochlaufzeit [s] • Auslaufzeit [s]	Sollwertrampe bestimmt die Zeit, die der Ventilator benötigt um volle Drehzahl zu erreichen. Verkleinern der Zeiten führt zu erhöhtem Laufgeräusch des Motors
Drehrichtung	• Drehrichtung • Quelle Drehrichtung	Hier kann die Drehrichtung (rechts/links) verändert werden. Die Methode zur Drehrichtungsumschaltung kann auch ausgewählt werden (RS485/bus vs. Klemme)
Notlauf Funktion	• Notlauf-Drehzahl • Sollwert Notlauf-Drehzahl • Zeitverzögerung Notlaufdrehzahl	Bei Kabelbruch (Sollwert-Eingang) arbeitet der Motor mit einer vorgegebenen Notlauf-Drehzahl weiter
Grenzwerte	• Max Drehzahl [1/min] • Max. zulässige Drehzahl [1/min] • Min. zulässiges PWM [%]	Hier lässt sich die maximale Drehzahl einstellen und weitere Grenzwerte werden angezeigt

	• Max. zulässiges PWM [%] • Start PWM [%]	
Kommunikationsparameter	• Geräteadresse	Hier kann die Geräteadresse geändert werden. Im Auslieferungszustand haben MODBUS-Geräte die Adresse 1
Motor Einstellungen	• Grenzdrehzahl [1/min]	Dies ist die Grenzdrehzahl des Motors, nicht veränderbar
Bremsen	• Bremsdrehzahl [1/min] • Bremswinkel 1 [°] • Bremswinkel 2 [°]	Hier wird die Bremsdrehzahl und der Bremswinkel angezeigt, nicht veränderbar, nur zur Information
Laden / Sichern	• OEM Daten laden • In OEM Daten sichern • Werkseinstellungen aktivieren	je nach Berechtigungen lassen sich Konfigurationen sichern bzw. laden

Die Klemmleiste eines ebm-papst MODBUS-Gerätes hat den folgenden Aufbau. Je nach Baugröße und Produktionsdatum kann es zu Abweichungen kommen:

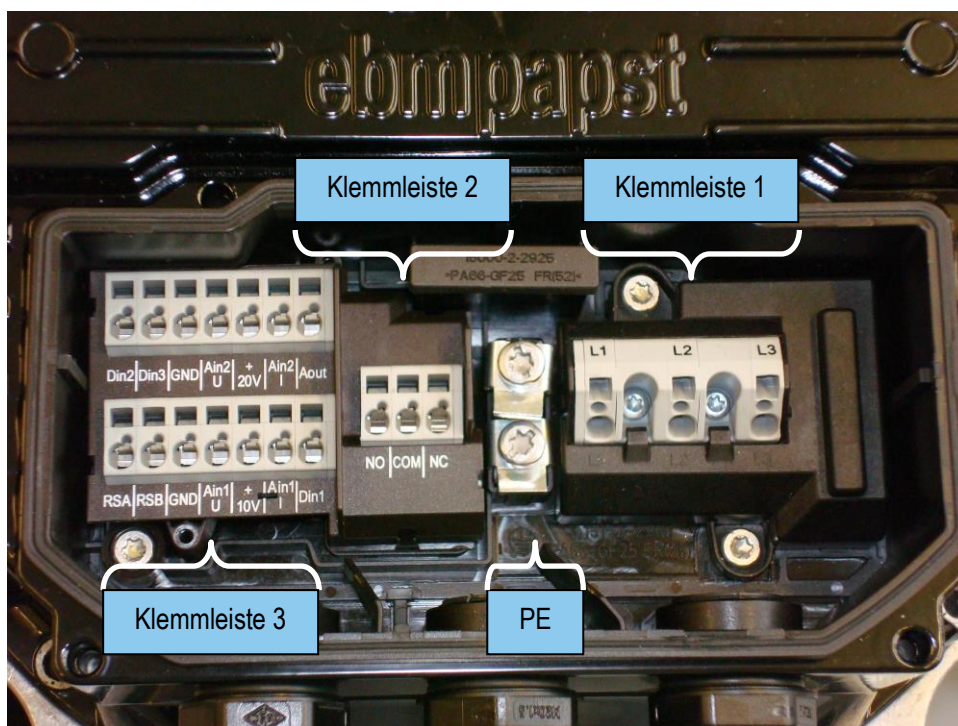


Abb. 2: Klemmleiste ebm-papst MODBUS-Gerät

Beschreibung der MODBUS Klemmleiste:

Anschlüsse		Bezeichnung	Beschreibung
KL1	1 L1	Netzanschluss	Versorgungsspannung 3~, 380-480V AC, 50/60Hz
	2 L2		
	3 L3		
PE	PE	Schutzleiter	PE-Anschluss
KL2	1 NC	Statusrelais	Statusmeldekontakte zum Schutz, werden ausgelöst bei: Übertemperatur Motor/Elektronik, Zwischenkreis Über-/Unterspannung, Hall-Fehler, Blockierschutz, Phasenfehler, Charakteristik NC-COM – „break for failure“, Charakteristik NO-COM „make for failure“
	2 COM	Statusrelais	
	3 NO	Statusrelais	
KL3	1 RSA	Busanschluss	RS485-RSA; MODBUS RTU-D1
	2 RSB	Busanschluss	RS485-RSB; MODBUS RTU-D0
	3 GND	Masse	Bezugsmasse für Steuerschnittstelle / Common Leitung für RS485/MODBUS
	4 Ain1 U	Analogeingang 1 (Sollwert)	analoge Sollwertvorgabe für 0-10 V Sollwertgeber, z.B. Potentiometer, siehe auch 3.9
	5 +10V	Hilfsspannung +10 VDC	Versorgungsspannung für zusätzliche externe Geräte, z.B. Potentiometer
	6 Ain1 I	Analogeingang 1 (Sollwert)	analoge Sollwertvorgabe für 4-20 mA Sollwertgeber, siehe auch 3.9
	7 Din1	Digitaleingang 1	Freigabe der Elektronik Freigabe: Pin offen oder angelegte Spannung 5-50 VDC Sperren: Brücke nach GND oder angelegte Spannung < 1 VDC
	8 Din2	Digitaleingang 2	Parametersatz (P) umschalten, siehe auch 3.3 P1: Pin offen oder angelegte Spannung 5-50 VDC P2: Brücke nach GND oder angelegte Spannung < 1 VDC
	9 Din3	Digitaleingang 3	Wirkungssinn wählen, siehe auch 2.5 Positiv/Heizen: Pin offen oder angelegte Spannung 5-50 VDC Negativ/Kühlen: Brücke nach GND oder angelegte Spannung < 1 VDC
	10 GND	Masse	Bezugsmasse für Steuerschnittstelle / Common Leitung für RS485/MODBUS
	11 Ain2 U	Analogeingang 2 (Istwert)	analoge Istwertvorgabe, für 0-10V Sensoren, siehe auch 3.7
	12 +20V	Hilfsspannung +20 VDC	Versorgungsspannung für zusätzliche externe Geräte, max. 40mA z.B. Sensor
	13 Ain2 I	Analogeingang 2 (Istwert)	analoge Istwertvorgabe, für 4-20 mA Sensoren, siehe auch 3.7
	14 Aout	Analogausgang	Ausgabe des aktuellen Aussteuergrades oder der aktuellen Drehzahl, siehe auch 3.10.3 und 3.10.4.

2.1 Open Loop Control / Steuerung

Die Steuerung (engl. open loop control) ist eine offene Wirkungskette, bei der der Sollwert die Ausgangsgröße beeinflusst, aber nicht umgekehrt (siehe Abb. 3). Das Ziel dabei ist es durch die richtige Wahl der Stellgröße y , die Ausgangsgröße x (Istwert) auf die gewünschte Führungsgröße w (Sollwert) zu bringen. Ein Vergleich zwischen Soll- und Istwert und daraus abgeleitete Korrektur der Stellgröße findet nicht statt. Etwaige Störeinflüsse werden nicht kompensiert.

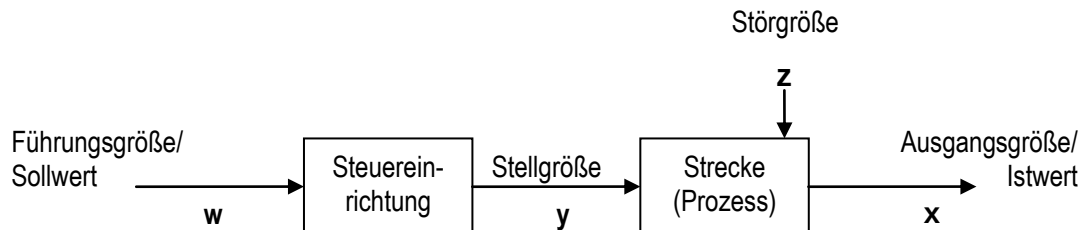


Abb. 3: Blockschema einer Steuerung

Offener Regelkreis mit 0-10V / PWM gesteuerter Ventilator (Abb. 4):

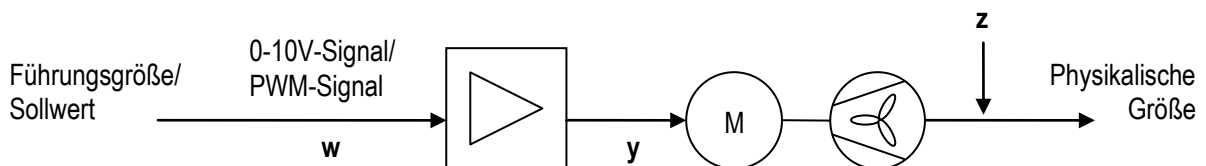


Abb. 4: Open Loop Steuerung ebm-papst

2.2 Closed Loop Control / Regelung

Bei einer Regelung (engl. closed loop control) wird der Istwert x erfasst und über eine Messeinrichtung als Rückführgröße r mit dem Sollwert w verglichen (siehe Abb. 5). Im Vergleichsglied wird aus diesen Werten die Regeldifferenz e gebildet. Sie wird auch als Regelabweichung bezeichnet. Sie ist die Differenz zwischen Sollwert und Rückführgröße, die ständig neu berechnet wird, da die Regelstrecke permanent von etwaigen Störgrößen z beeinflusst wird. Im Unterschied zur oben beschriebenen Steuerung kann die Regelung mit Hilfe dieser Rückkopplung auftretende Störgrößen ausgleichen und somit die Regelgröße x dem Sollverlauf annähern.

Für Abb. 5 und Abb. 6 gelten die folgenden Definitionen:

w	Führungsgröße (Sollwert)
e	Regeldifferenz
u	Reglerausgangsgröße
y	Stellgröße
z	Störgröße
x	Regelgröße (Istwert)
r	Rückführgröße

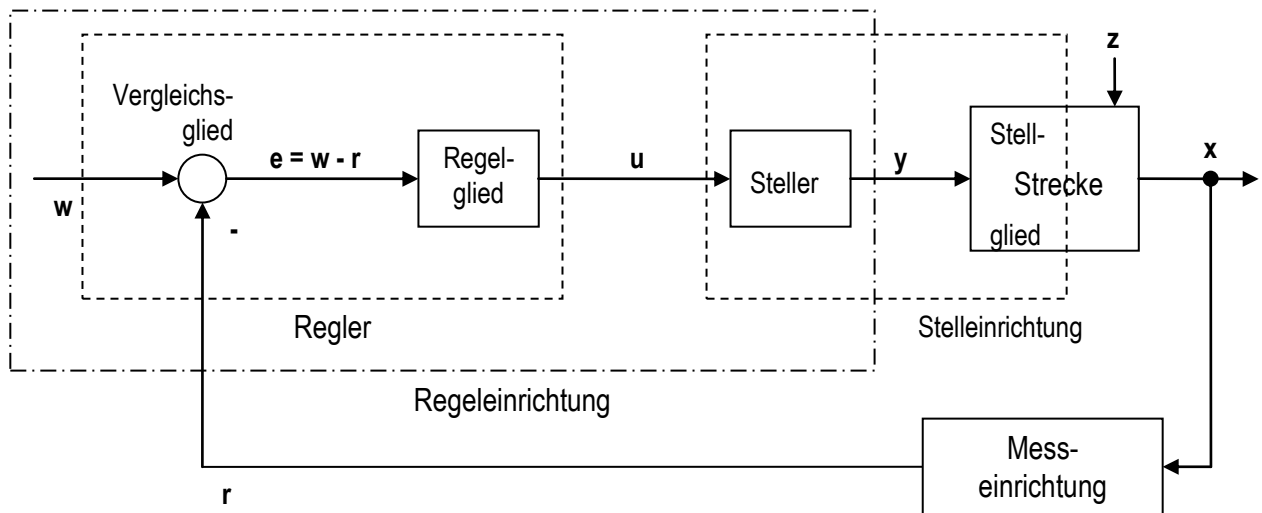


Abb. 5: Blockschema einer Regelung

Im Allgemeinen wird nicht zwischen Reglerausgangsgröße u und Stellgröße y unterschieden, sondern zusammenfassend von der Stellgröße y gesprochen. Der Einfluss der Messeinrichtung wird ebenfalls oft vernachlässigt, sodass die Rückführgröße r häufig als Regelgröße (Istwert) x bezeichnet wird.

Es ergibt sich folgender vereinfachter Regelkreis:

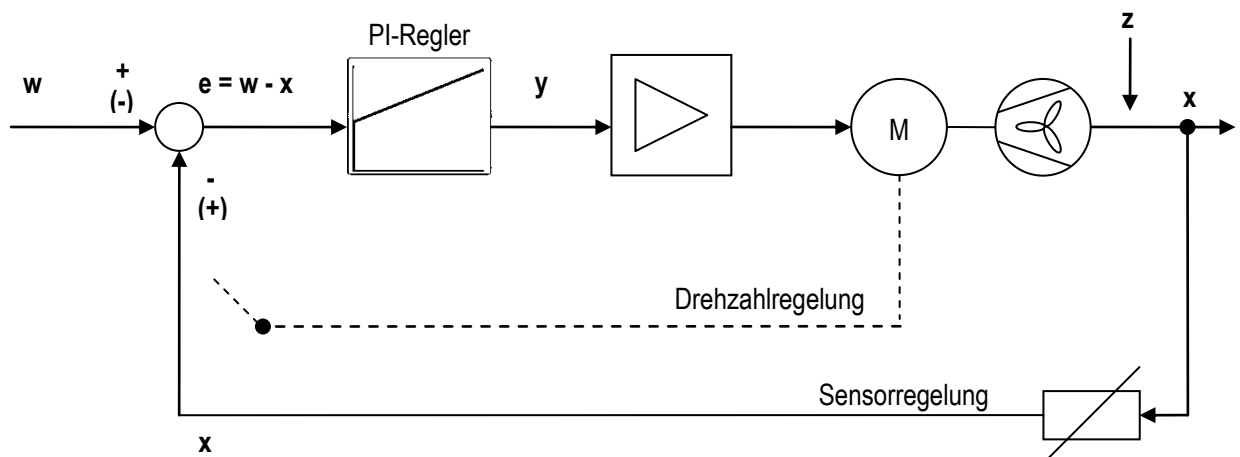


Abb. 6: Geschlossener Regelkreislauf ebm-papst

Typische Messeinrichtungen für Ventilatoren sind Druck-, Volumenstrom-, und Temperatursensoren. Der Sollwert w lässt sich analog einstellen oder über die Software EC-Control digital vorgeben. Ein PI-Regler hat dabei die Aufgabe die Regeldifferenz auszugleichen und damit Sollwert = Istwert zu erreichen.

2.3 P- und I-Faktor

Im Idealfall ist die Abweichung zwischen Soll- und Istwert bei einer Regelung null (bleibende Regeldifferenz $e(t)=0$ für $t \rightarrow \infty$). Kommt es bei der oben dargestellten Closed Loop Regelung zu einer Differenz wird der Istwert nachgeführt. Wie genau bzw. schnell die Nachführung geschieht, wird durch den Proportionalanteil (P-Anteil) und den Integralanteil (I-Anteil) des Reglers vorgegeben.

2.3.1 Proportionalregelung

Ist der I-Anteil eines PI-Reglers null spricht man von einer reinen P-Regelung. Ein P-Regler arbeitet wie ein Verstärker für die Regeldifferenz e . Um zu verstehen wie sich der P-Faktor in EC-Control berechnet betrachte man Abb. 7.

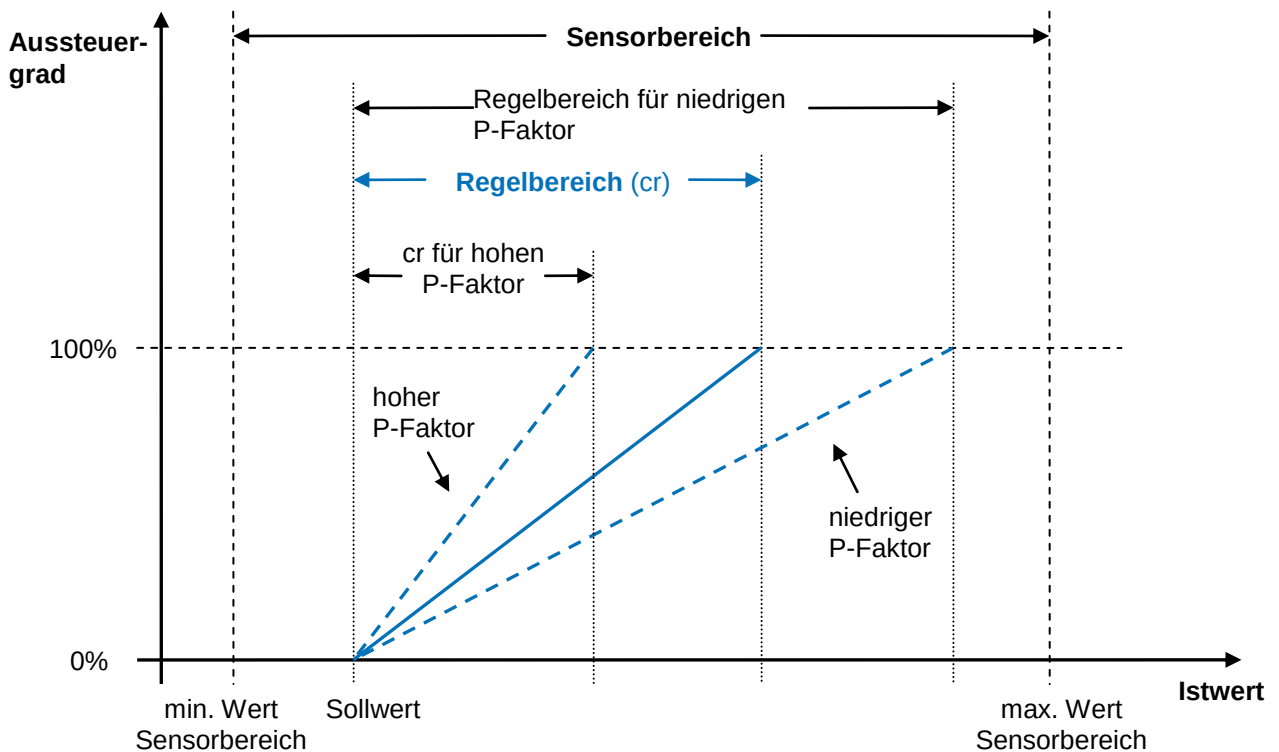


Abb. 7: P-Faktor

Der Istwert wird durch einen Sensor ermittelt. Der Sensor selbst wird durch seinen minimalen und maximalen Wert begrenzt, auch „Sensorbereich“ genannt. Der Bereich ist durch den Sensor selbst vorgegeben und muss in EC-Control eingegeben werden.

Analog (Klemme Ain1 U oder Ain1 I) oder digital über EC-Control wird der gewünschte Sollwert festgelegt. Die Differenz zwischen dem Istwert und dem gewünschten Sollwert für die sich eine Vollaussteuerung des Motors von 100% ergibt, nennt man Regelbereich bzw. „control range“. Regelbereich und P-Faktor sind voneinander abhängig. Sie sind unterschiedliche Darstellungen für den gleichen Wert. Aus Sensorbereich und control range lässt sich der P-Faktor errechnen.

$$P \text{ Faktor} = \frac{(sensor_{Max} - sensor_{Min})}{Regelbereich} \times 100\% = \frac{Sensorbereich}{Regelbereich} \times 100\% \quad (1)$$

Der P-Faktor kann über EC-Control eingegeben werden. Es gilt:

- zu hoher P-Faktor kann zu Dauerschwingungen des Regelkreises führen
- zu geringer P-Faktor führt zu bleibender Regelabweichung, Sollwert wird nie exakt erreicht

Mit Hilfe des P-Faktors lässt sich der P-Anteil (Anteil der absoluten Abweichung) errechnen. Die Regeldifferenz e ist dabei die Differenz zwischen dem eingestellten Sollwert und dem aktuellen Istwert, der durch den Sensor ständig neu ausgegeben wird.

$$P \text{ Anteil} = P \text{ Faktor} \times \frac{\text{Regeldifferenz } e(t)}{\text{Sensorbereich}} \quad (2)$$

Setzt man nun Gleichung (1) in (2) ein erhält man:

$$P \text{ Anteil} = \frac{\text{Sensorbereich}}{\text{Regelbereich}} \times 100\% \times \frac{\text{Regeldifferenz } e(t)}{\text{Sensorbereich}} = \frac{\text{Regeldifferenz } e(t)}{\text{Regelbereich}} \times 100\% \quad (3)$$

Ist $\text{Regeldifferenz } e(t) \geq \text{Regelbereich}$ läuft der Motor also mit einem maximalen Aussteuergrad von 100%. Unterschreitet die Regeldifferenz den eingestellten Regelbereich, geht der Aussteuergrad zurück

2.3.2 PI-Regelung

Anstelle des P-Reglers mit reinem proportionalem Anteil, wird nun ein PI-Regler mit zusätzlichem integralem Anteil (Anteil der Summe aller Abweichungen) betrachtet.

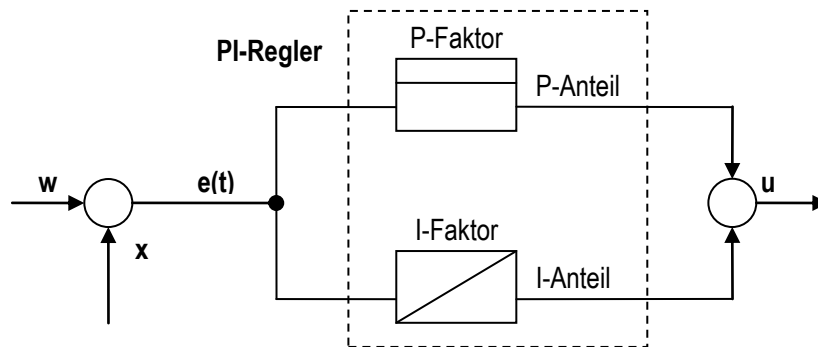


Abb. 8: PI-Regler

Man spricht von einem proportional integrierend wirkenden Regler. Die Reglerausgangsgröße u setzt sich dabei aus der Summe des P-Anteils und des I-Anteils zusammen, wobei der I-Anteil versucht die Regelabweichung im zeitlichen Mittel auf null zu halten.

$$\text{Reglerausgang} = P \text{ Anteil} + I \text{ Anteil} \quad (4)$$

Die Errechnung des P-Anteils ist bereits bekannt. Der I-Anteil berechnet sich wie folgt.

$$\Delta I \text{ Anteil} = I \text{ Faktor} \times \frac{\text{Regeldifferenz } e(t)}{\text{Sensorbereich}} \quad (5)$$

Der I-Faktor ist dabei der Wert, der vom Benutzer in EC-Control eingegeben wird. Summiert man nun die Differenz des I-Anteils pro Abtastzeitpunkt über eine bestimmte Zeit auf, erhält man zur Berechnung des Reglerausgangs folgende Gleichung.

$$\text{Reglerausgang}(t) = P \text{ Anteil}(t) + \sum_{i=0}^t \Delta I \text{ Anteil}(i) \quad (6)$$

Mit den obigen Gleichungen (2) und (5) für den P- und I-Anteil ergibt sich somit:

$$\text{Reglerausgang}(t) = P \text{ Faktor} \times \frac{e(t)}{\text{Sensorbereich}} + \sum_{i=0}^t I \text{ Faktor} \times \frac{e(t)}{\text{Sensorbereich}} \quad (7)$$

Um auf die übliche aus der Regelungstechnik bekannte Darstellung zu kommen sind Umformungen notwendig.

$$\text{Reglerausgang}(t) = \frac{P \text{ Faktor}}{\text{Sensorbereich}} \times e(t) + \frac{I \text{ Faktor}}{\text{Sensorbereich}} \sum_{i=0}^t e(t) \quad (8)$$

Gleichung (8) kann durch folgende Umformungen in die geläufige Gleichung eines PI-Reglers überführt werden:

$$\text{Reglerausgang}(t) = \frac{P \text{ Faktor}}{\text{Sensorbereich}} \left(e(t) + \frac{I \text{ Faktor}}{P \text{ Faktor}} \sum_{i=0}^t e(t) \right) \quad (9)$$

Mit dem Proportionalbeiwert

$$k_p = \frac{P \text{ Faktor}}{\text{Sensorbereich}} \quad (10)$$

und dem Verhältnis Abtastzeit T_a zu Nachstellzeit T_n

$$\frac{T_a}{T_n} = \frac{I \text{ Faktor}}{P \text{ Faktor}} \quad (11)$$

ergibt sich aus Gleichung (10) und (11) die geläufige Gleichung (12) eines PI-Reglers:

$$\text{Reglerausgang}(t) = k_p \left(e(t) + \frac{T_a}{T_n} \sum_{i=0}^t e(t) \right) \quad (12)$$

Bei ebm-papst beträgt die Abtastzeit T_a 50ms, was für den I-Faktor Gleichung (13) ergibt.

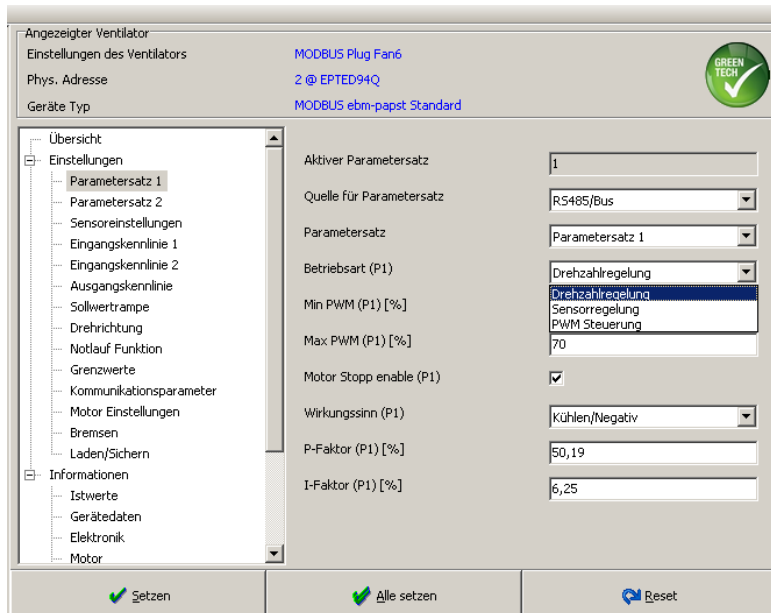
$$I \text{ Faktor} = \frac{50\text{ms}}{T_n} \times P \text{ Faktor} \quad (13)$$

Allgemein bekannte Darstellungsform:

$$\text{Reglerausgang}(t) = k_p \left(e(t) + \frac{1}{T_n} \int_0^t e(t) dt \right) \quad (14)$$

2.4 Betriebsarten von EC-Control

EC-Control arbeitet mit drei möglichen Betriebsarten. Wählen lässt sich die Betriebsart in EC-Control V 2.1 unter dem Punkt Parametersatz.



Betriebsarten

- Die Auswahl der Betriebsart ist für viele weiteren Funktionen entscheidend
- Betriebsarten lassen sich unabhängig voneinander den beiden Parametersätzen P1 und P2 zuordnen

Abb. 9: Betriebsarten

■ Sensorregelung (closed loop sensor control)

Der Sensor erfasst den Istwert als Temperatur, Druck oder Volumenstrom. Der Sollwert wird in der gleichen Einheit vorgegeben. Besteht eine Regeldifferenz zwischen Soll- und Istwert versucht der Ventilator diese zu minimieren trotz etwaiger Störgrößeneinflüsse.

■ Drehzahlregelung (closed loop speed control)

Soll- und Istwerte werden direkt als Drehzahl in Umdrehungen pro Minute [1/min] angegeben. Die aktuelle Drehzahl wird von der Elektronik ermittelt und durch den Regler dem Sollwert entsprechend nachgeführt. Auftretende Störungen bzw. Laständerungen versucht der Ventilator auszugleichen und damit seine Drehzahl konstant zu halten.

■ PWM Steuerung (open loop control)

Reine Steuerung. Diese Betriebsart hat keine Rückkopplung, die notwendig wäre um z. B. auftretende Störgrößen auszugleichen. P- und I-Faktor entfallen hier.

2.5 Wirkungssinn eines Regelkreises (nur für Betriebsart „Sensorregelung“)

Die Betriebsart Sensorregelung (closed loop sensor control) bietet dem Anwender die Möglichkeit den Wirkungssinn umzukehren. Für die anderen beiden Betriebsarten ist diese Funktion nicht relevant. Wie in Abb. 10 dargestellt, wird beim Ändern des Wirkungssinns die Regeldifferenz des Sollwerts und des Istwerts umgekehrt (Kühlen/Negativ) und damit die resultierende Regeldifferenz verändert. Unterscheidungen zwischen Rückführgröße r und Sollwert x werden im Folgenden nicht gemacht.

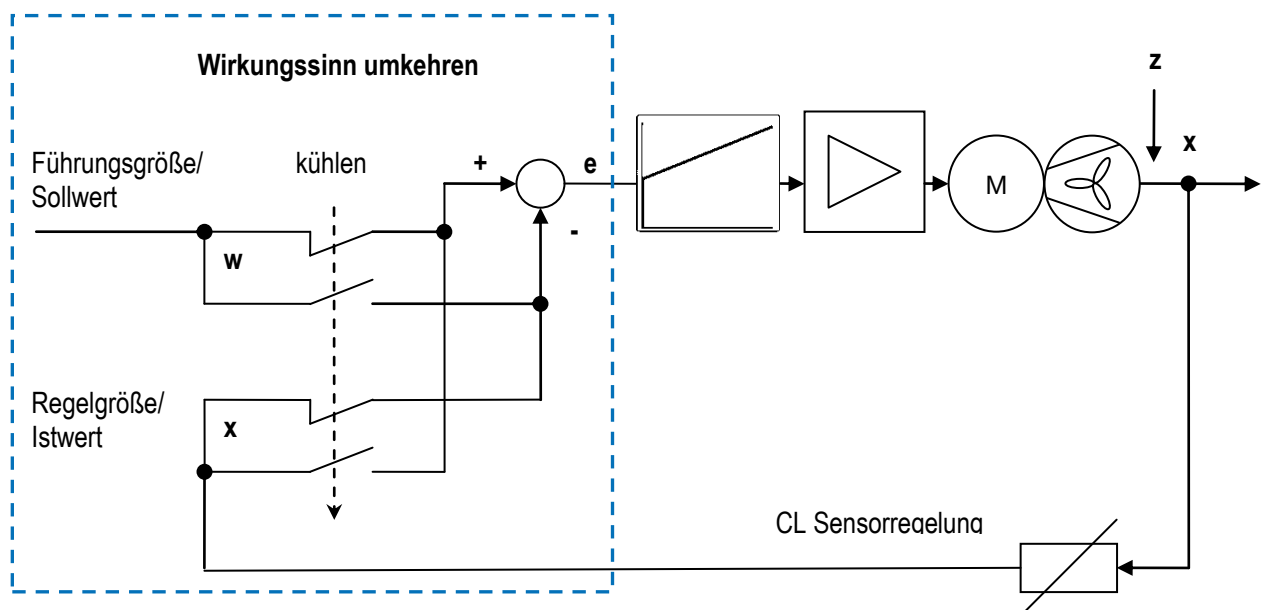


Abb. 10: Umkehrung des Wirkungssinns

In EC-Control werden für den Wirkungssinn die Begriffe Heizen und Kühlen verwendet. Es gilt:

bei positiven Wirkungssinn („Heizen“) gilt:
bei negativem Wirkungssinn („Kühlen“) gilt:

Regeldifferenz = Sollwert – Istwert
Regeldifferenz = Istwert - Sollwert

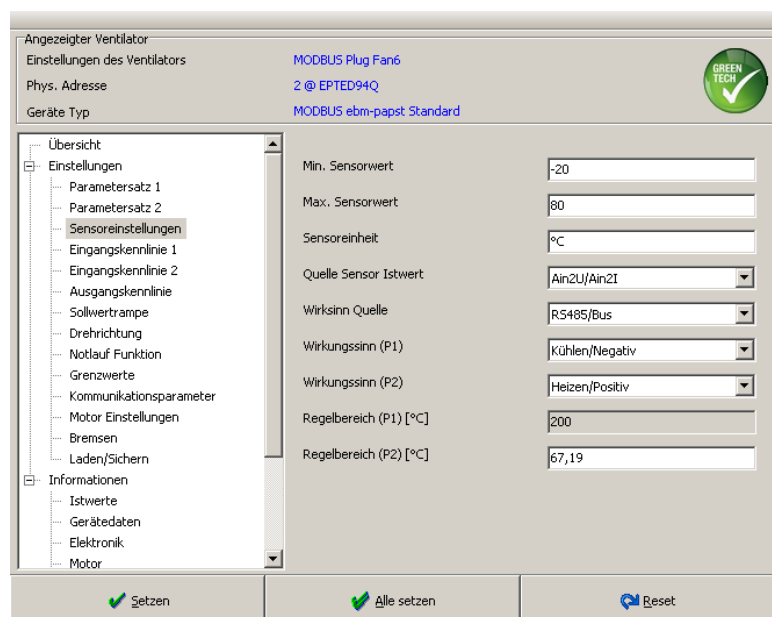


Abb. 11: Wirkungssinn

Wirkungssinn

Heizen/Positiv bzw. Kühlen/Negativ

- Wirkungssinn entscheidet über das Vorzeichen bei Berechnung der Regeldifferenz
- Wirkungssinn nur für Betriebsart Sensorregelung relevant
- Für beide Parametersätze einstellbar
- Begriffe Heizen und Kühlen werden auch bei Druck- bzw. Volumenstromregelungen verwendet

Der Wirkungssinn hat allerdings keinerlei Einfluss auf die Drehrichtung des Motors, sondern allein auf die Berechnung der Regeldifferenz.

Verständlich wird das Ändern des Wirkungssinns indem man die x-Achse der Abb. 12 betrachtet. Üblicherweise spricht man von Kühlen/Negativ, wenn Istwert > Sollwert. Der Begriff Heizen/Positiv ist dagegen geläufig, wenn Sollwert > Istwert.

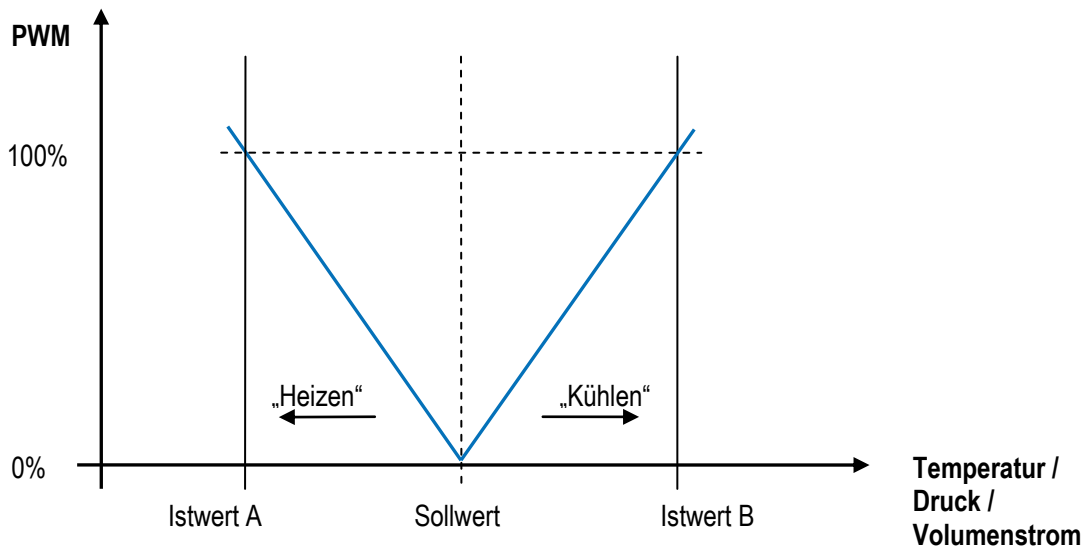


Abb. 12: Heizen / Kühlen

2.6 Grenzwerte der Drehzahl und des PWM-Signals

In EC-Control V 2.0 gibt es unter Einstellungen einen Unterpunkt Grenzwerte. Hier ist es möglich die Drehzahl selbst zu begrenzen und sich Grenzwerte, die von ebm-papst vorgegeben sind, anzeigen zu lassen.

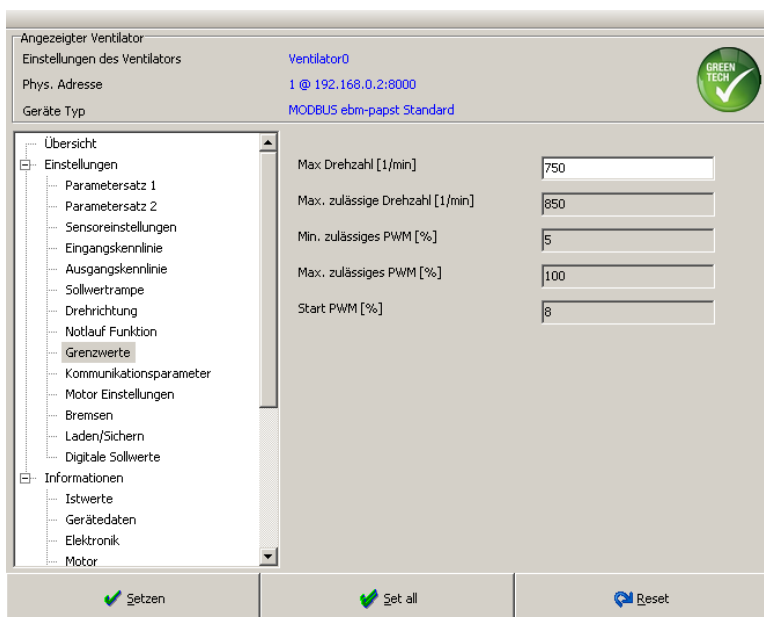


Abb. 13: Grenzwerte

Grenzwerte

- Max. Drehzahl von Kunde schreibbar
- Restlichen Grenzwerte nur von ebm-papst schreibbar, keine Schreibberechtigung für Kunde

Dabei treten für die Drehzahlbegrenzung die zwei folgenden Begriffe auf:

<u>Max. zulässige Drehzahl</u>	von ebm-papst vorgegebene zulässige Grenzdrehzahl, Benutzer hat hier keine Schreibberechtigung
<u>Max. Drehzahl</u>	User kann Drehzahl innerhalb des zulässigen Bereichs selbst einschränken

Es gilt somit immer:

$$\underline{\text{Max. zulässige Drehzahl}} \geq \underline{\text{Max. Drehzahl}}$$

Max. Drehzahl gibt in Betriebsart Drehzahlregelung den Drehzahlwert für 10V Eingangsspannung (20mA Eingangsstrom) an und wird nur zum Skalieren verwendet.

Die drei weiteren Grenzwerte sind auf normaler Berechtigungsebene des Kunden ebenfalls nicht zu verändern.

Das Start PWM [%] ist der Wert mit dem der Motor zu drehen beginnt. Er ist immer größer als das „Min. zulässige PWM [%]“ um das Anlaufmoment zu überwinden.

Für PWM-Signal lassen sich kundenspezifische Grenzwerte bestimmen. Allerdings befindet sich Min PWM [%] und Max PWM [%] nicht unter dem Unterpunkt Grenzwerte, sondern unter Parametersatz (siehe Abb. 14). Der Ventilator arbeitet im Rahmen der so festgelegten PWM Aussteuerungen.

$$\text{Min. zulässiges PWM} \leq \text{Min. PWM} \leq \text{Aussteuergrad} \leq \text{Max. PWM} \leq \text{Max. zulässiges PWM}$$

Min/Max PWM

- hier: PWM beschränkt vom Nutzer:
15-70% PWM-Signal
- Grenzwerte ebm-papst (Abb. 13):
5-100% PWM-Signal

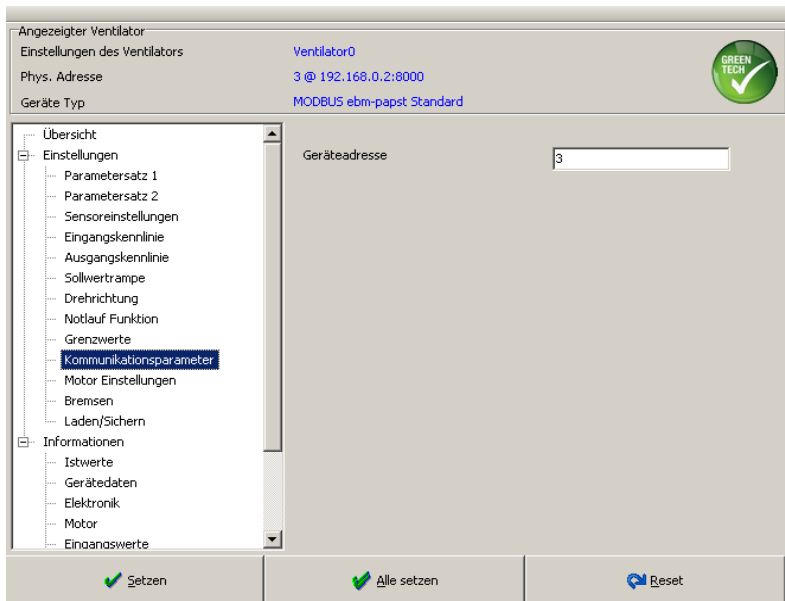
Abb. 14: Minimales und maximales PWM-Signal

3 Einstelloptionen und Grundfunktionen über MODBUS

3.1 Vernetzen und Adressieren von MODBUS Teilnehmern

Die Voraussetzung für einen problemlosen Netzwerkbetrieb der Ventilatoren ist die korrekte Adressierung der Geräte. Dabei gibt es einige grundlegende Dinge zu beachten:

- Adressen innerhalb eines MODBUS-Segments müssen eindeutig sein
- Eine Adresse darf nur einmal vorkommen. Es darf also keine Doppelbelegung geben
- Als Fabrikvoreinstellung haben die Ventilatoren die Adresse 1
- Als ersten Schritt bei der Installation gilt es diese Adresse einzustellen (automatisch o. manuell).



Geräteadresse

- Adresse 1 frei halten
- Bei Austausch eines defekten Gerätes kann ein neues Gerät mit der voreingestellten Adresse 1 im Verbund umadressiert werden

Abb. 15: Geräteadresse manuell ändern

Bei MODBUS-RTU ist ein Adressbereich von 1-247 vorgesehen. Arbeitet man aber im Verbund ist es per Definition möglich vier Kommunikationspfade bzw. Subnets parallel zu handhaben. Der Adressraum eines Subnets lässt sich somit vervielfachen. Die Subnets definieren sich dabei über den Schnittstellenwandler und werden dementsprechend benannt. Das unten stehende Beispiel zeigt, dass der Kommunikationspfad Bestandteil der Adresse ist.

Subnetze bzw. Kommunikationspfade:

- RS232 / RS 485 1...247
- Ethernet / RS485 1...247
- Bluetooth / RS485 1...247

würden zu folgenden physikalischen Adressen führen:

- 1...247@RS232_Wandler_1
- 1...247@Ethernet_Wandler_2
- 1...247@Bluetooth_Wandler_3

Das Vernetzen der MODBUS Teilnehmer wird in Abb. 16 und in Abb. 17 dargestellt (siehe Seite 19/20).

Anschlussbild Abb. 16 beinhaltet folgende Features:

- *einfache Twisted Pair Leitung*
ebm-papst empfiehlt eine einfache Twisted Pair Leitung zu verwenden. Eine Twisted Pair Leitung ist ein Kabel bei dem die Adern eines Aderpaares miteinander verdreht sind. Durch die Verdrehung bieten solche Kabel Schutz vor symmetrischen Störungen.
- *Common Leitung*
Die Einrichtung einer gemeinsamen Datenleitung (sog. Common-Leitung) wird in der MODBUS Spezifikation ausdrücklich empfohlen um Übertragungsproblemen entgegenzuwirken. Dabei werden die GND-Potentiale der Schnittstellenbausteine verbunden. Alle Steuerungen haben somit ein gemeinsames Bezugspotential.
- *Line Termination (Leitungsabschlusswiderstände)*
In den unteren Schaltbildern werden zusätzlich zur Common-Leitung auch Leitungsabschlüsse (engl. line termination, LT) in Form von Widerständen eingesetzt, um die Reflektionen am Leitungsende zu minimieren und damit eine bessere Signalqualität zu erhalten. Leitungsabschlusswiderstände werden am Anfang und am Ende des Busses zwischen D0 (RSB) und D1 (RSA) platziert. Mehr als zwei Widerstände – jeweils 1xLT am Anfang und 1x LT am Ende der Leitung - dürfen dabei allerdings nicht installiert werden. Empfohlen werden jeweils 120Ω LT-Widerstände mit einer Leistung von 0,5W.

Anschlussbild Abb. 17 beinhaltet folgende Features:

- *geschirmte Twisted Pair Leitung*
Für den Einsatz in störanfälligen Bereichen empfiehlt MODBUS.org geschirmte Twisted Pair Kabel zu verwenden. Der Schirm besteht aus Aluminiumfolie oder Kupfergeflecht und verhindert Belastungen durch elektromagnetische Felder.
- *Common Leitung*
siehe oben
- *Line Termination (Leitungsabschlusswiderstände)*
siehe oben

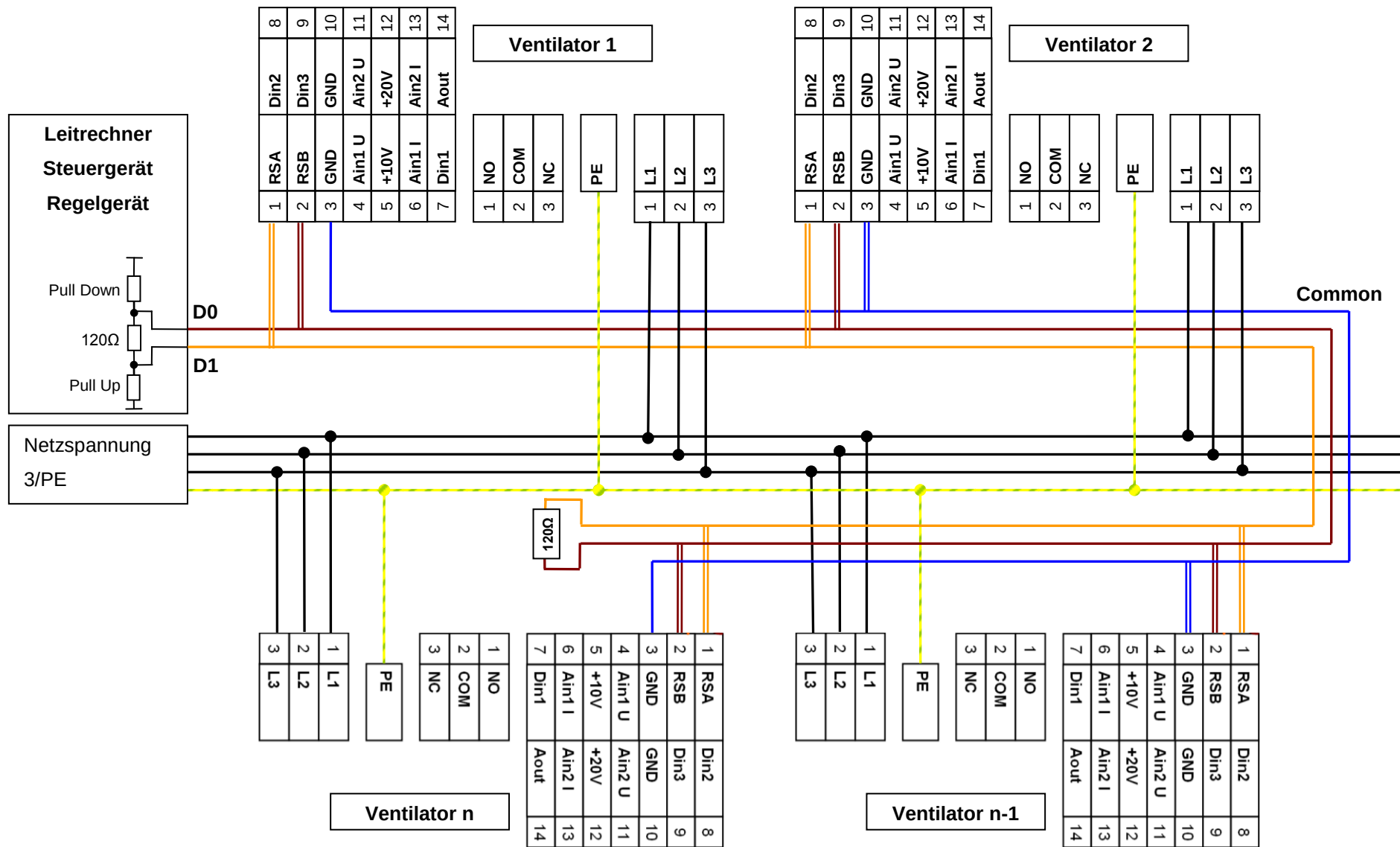


Abb. 16: Anschluss mehrerer Geräte an MODBUS über Twisted Pair Leitung mit 2 Aderpaaren

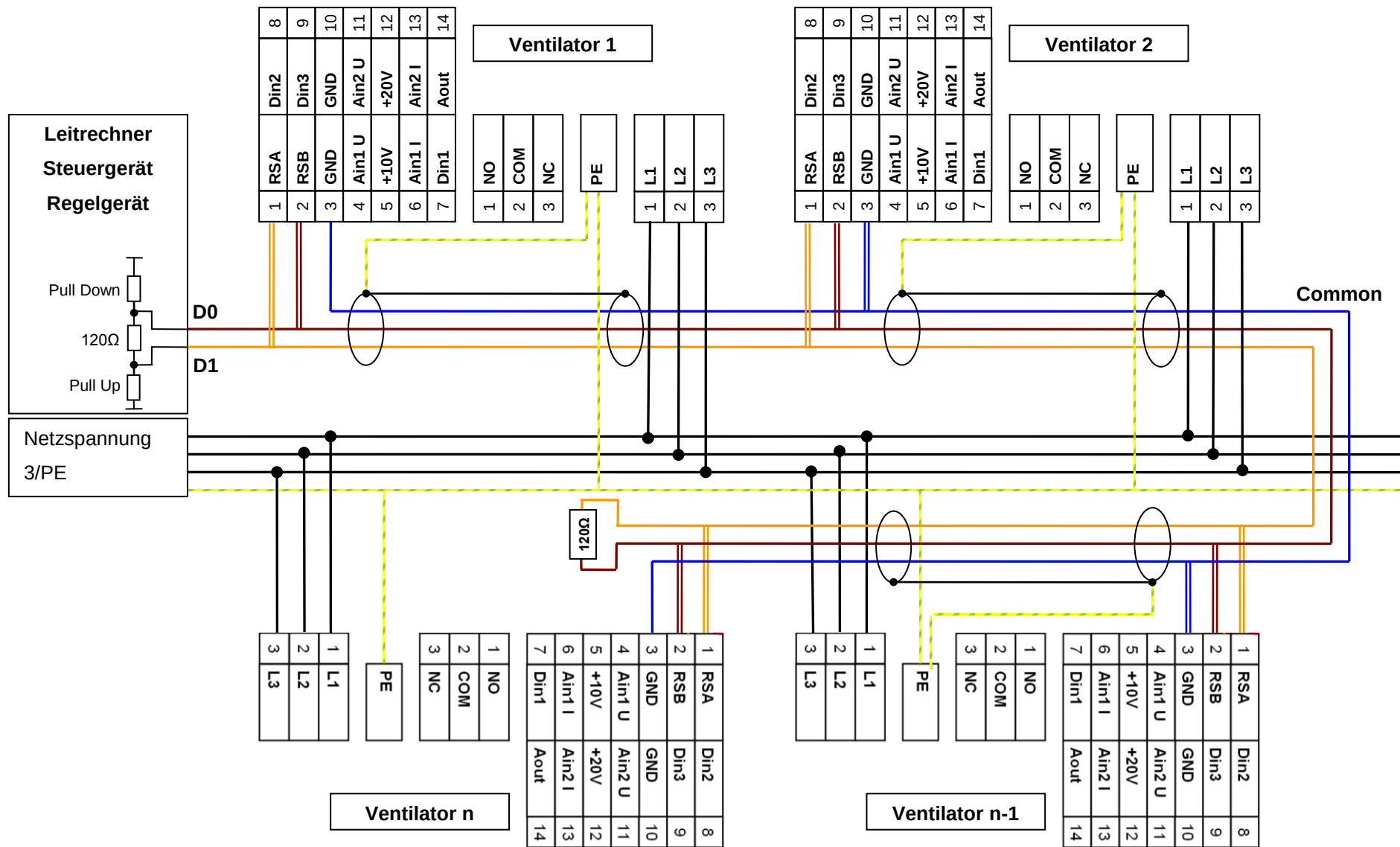


Abb. 17: Anschluss mehrerer Geräte an MODBUS über geschirmte Twisted Pair Leitungen mit 2 Aderpaaren

3.1.1 Automatische Adressvergabe

Bei fabrikneuen Lüftern besteht die Möglichkeit, eine automatische Adressvergabe zu nutzen.

Diese Möglichkeit besteht seit der ebm-papst MODBUS Protokollversion 5.00.

Die Funktion der automatischen Adressvergabe wird im Benutzerhandbuch EC-Control (Kapitel 3.3.4) erläutert.

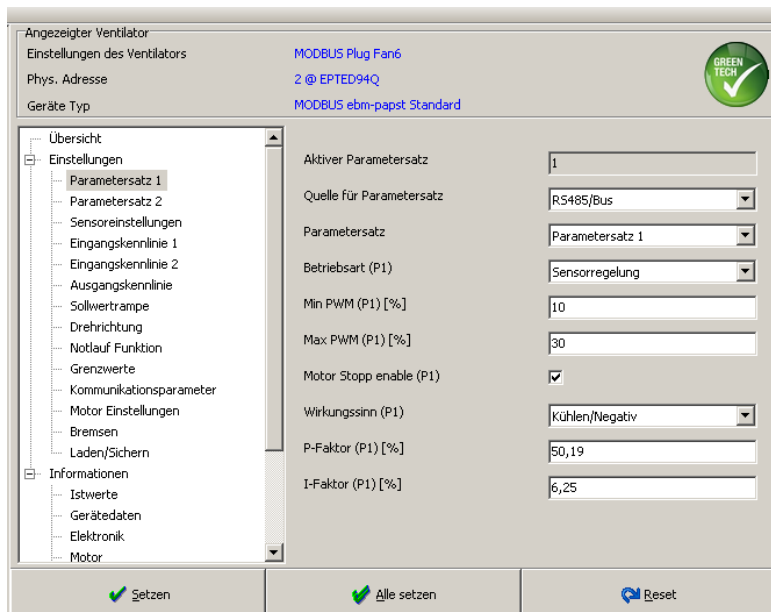
Worauf ist zu achten, um diese Funktion zu nutzen?

- Alle Ventilatoren für eine Anlage sollten fabrikneu sein.
Werden in einer Anlage an ein Subnetz mit fabrikneuen Ventilatoren auch Ventilatoren mit einer älteren ebm-papst MODBUS Protokollversion als 5.00 verdrahtet, so wird von der automatischen Adressvergabe auf das halbautomatische Verfahren umgeschaltet. Wie diese funktioniert können Sie im Benutzerhandbuch EC-Control (Kapitel 3.3.5) nachlesen.
- Die Ventilatoren sollten bei der Montage in einer Anlage anhand der Seriennummer aufsteigend sortiert angeordnet werden, da bei der automatischen Adressvergabe die Lüfteradressen anhand der Seriennummer sortiert werden. Dies erleichtert die Identifizierung einzelner Ventilatoren in der Anlage. Die Seriennummer ist folgendermaßen aufgebaut:
JJWW00XXXX wobei JJ das Produktionsjahr, WW die Produktionswoche und XXXX eine fortlaufende alphanumerische Zeichenkombination darstellt.
- Es sollten keine weiteren MODBUS Geräte außer Ihren ebm-papst Ventilatoren an dem verwendeten Subnetz angeschlossen sein.

3.2 Soft On/Off und Motor Stopp enable

Ständiges netzseitiges Ein- und Ausschalten von EC-Motoren ist eine Belastung für Elektronikbauteile und verkürzt deren Lebensdauer. Um dies zu vermeiden haben EC-Motoren von ebm-papst eine Ein-Aus-Funktion (Soft On/Off) um den Motor schonend zum Stillstand zu bringen. Dies geschieht durch das Anlegen eines Low-Signals am Digitaleingang 1 (Din1), welches zu einer Sperrung der Elektronik führt. Zudem gibt es die Möglichkeit Motor Stopp enable zu aktivieren, jedoch ist dies ein anderer Ansatz als das Schalten von Din1 (Soft On/Off).

Diese Funktion ist vor allem für Wartungszwecke hilfreich, da hiermit eine eingestellte Grundbelüftung (Min PWM) umgangen werden kann. Der Motor kann somit mit der Sollwertvorgabe 0 U/min oder 0% PWM zum Stillstand gebracht werden, ohne den Wert für Min PWM ändern zu müssen. Ist Motor Stopp enable aktiviert, wird der Motor auch im Regelbetrieb zum Stillstand gebracht, wenn momentan kein Luftstrom benötigt wird (= intern 0% PWM).



Motor Stopp enable

- Motor Stopp enable muss aktiviert sein, um eine eingestellte Grundbelüftung auszuschalten
- Ist die Funktion deaktiviert, läuft Motor immer mindestens mit dem vorgegebenen Min PWM-Wert
- Der Motor kann auch mit einem Low-Signal am Digitaleingang 1 (Din1) angehalten werden (→ Sperren der Elektronik)

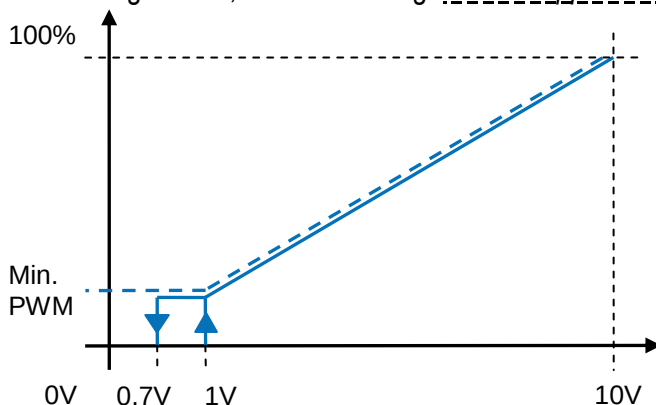
Abb. 18: Motor Stopp Enable

■ Betriebsart Drehzahlregelung oder PWM Steuerung

Ist Motor Stopp enable aktiviert, kann durch Eingeben des Sollwertes 0 (Drehzahl=0 U/min oder PWM-Signal=0%, je nach Betriebsart) die Motordrehzahl auf null gesetzt werden

■ Betriebsart Sensorregelung

Unterschreitet bzw. überschreitet der Istwert den Sollwert (je nach Wirkungssinn) wird Motor zum Stillstand gebracht, Voraussetzung: Motor Stopp enable aktiv



- Motor Stopp enable aktiviert (durchgezogene Linie): Motor stoppt bei Signal < 0,7V
- Motor Stopp enable deaktiviert (gestrichelte Linie): Motor läuft mit min. PWM-Signal
- Hysterese: Motor startet bei einer Spannung von 1V, stoppt aber erst bei 0,7V (wenn Motor Stopp enable aktiviert)

Abb. 19: Motor Stopp enable

3.3 Umschalten des Parametersatzes

MODBUS bietet die Möglichkeit zwei Parametersätze zu speichern. Durch die Parametersatzauswahl kann man verschiedene Voreinstellungen treffen. Jeder der beiden Masken für die Parametersätze beinhaltet folgende Einstellmöglichkeiten:

The image displays two screenshots of the MODBUS configuration interface for an 'Angezeigter Ventilator'. The top screenshot shows 'Parametersatz 1' selected. The 'Aktiver Parametersatz' is 1, and the 'Quelle für Parametersatz' is 'RS485/Bus'. The 'Parametersatz' is 'Parametersatz 1'. The 'Betriebsart (P1)' is 'Drehzahlregelung'. The 'Min PWM (P1) [%]' is 10, and the 'Max PWM (P1) [%]' is 30. The 'Motor Stopp enable (P1)' is disabled. The 'Wirkungssinn (P1)' is 'Kühlen/Negativ'. The 'P-Faktor (P1) [%]' is 50,19, and the 'I-Faktor (P1) [%]' is 6,25. The bottom screenshot shows 'Parametersatz 2' selected. The 'Aktiver Parametersatz' is 2, and the 'Quelle für Parametersatz' is 'RS485/Bus'. The 'Parametersatz' is 'Parametersatz 2'. The 'Betriebsart (P2)' is 'Parameterwahl 1' and 'Parameterwahl 2'. The 'Min PWM (P2) [%]' is 10, and the 'Max PWM (P2) [%]' is 85. The 'Motor Stopp enable (P2)' is enabled. The 'Wirkungssinn (P2)' is 'Heizen/Positiv'. The 'P-Faktor (P2) [%]' is 1000, and the 'I-Faktor (P2) [%]' is 0. A blue double-headed arrow indicates the switching between the two parameter sets.

Abb. 20: Parametersatz 1 und Parametersatz 2

Parametersätze P1/P2 Erklärung der Parameter

■ Quelle für Parametersatz

RS485/Bus entspricht dem Umschalten durch EC-Control, Klemme Din2 dem Umschalten über Digitaleingang Din2 der Klemmleiste

■ Parametersatz

Ist als Quelle des Parametersatzes RS485/Bus ausgewählt, lässt sich mit EC-Control zwischen Parametersatz 1 und Parametersatz 2 wechseln

■ Betriebsart

Betriebsart lässt sich unabhängig voneinander für den jeweiligen Parametersatz auswählen (siehe 2.4)

■ Min PWM bzw. Max PWM

Grenzen des Aussteuergrades mit dem der Motor arbeitet (siehe 2.6).

■ Motor Stopp enable

Ist diese Funktion aktiv lässt sich der Motor stoppen (siehe 3.1.1).

■ Wirkungssinn (siehe 2.5)

■ P-Faktor / I-Faktor

Hier können die Regelparameter P-Faktor bzw. I-Faktor eingegeben werden. Die Werte haben Einfluss auf das Regelverhalten in den Betriebsarten Sensorregelung und Drehzahlregelung (siehe 2.3).

Wird die Klemme Din2 bzw. Klemme Din3 als Quelle für Parametersatz gewählt ist folglich das Umschalten der Parametersätze über EC-Control nicht mehr möglich.

- Parametersatz 1 wird dann gewählt, wenn Din2 (bzw. Din3) offen ist oder eine Spannung von >5V anliegt.
- Parametersatz 2 lässt sich anwählen, indem man eine Brücke von Din2 (bzw. Din3) nach GND legt.

Während die oben genannten Einstellmöglichkeiten unter dem Unterpunkt Parametersatz zu finden sind, lässt sich der Sollwert dagegen nur unter Übersicht eingeben!

3.3.1 Einstellen getrennter Sollwerte für Tag/Nacht Betrieb

Um für beide Parametersätze jeweils einen Sollwert zu hinterlegen, müssen die folgenden Einstellungen nacheinander getroffen werden. Wichtig ist hierbei nach jedem Schritt durch Klicken auf Setzen den Punkt zu aktivieren.

Sollwert speichern für beide Parametersätze

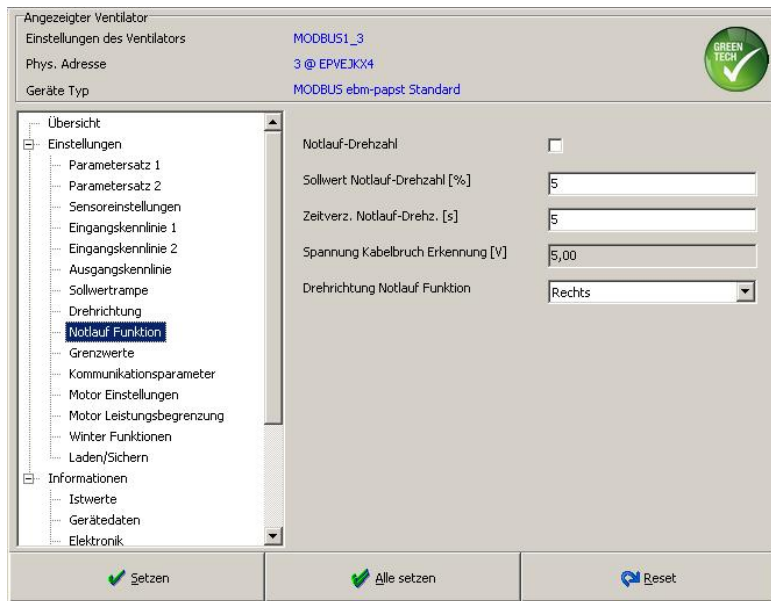
- Unter Parametersatz 1 Parametersatz 1 aktivieren
- Unter Übersicht die Funktion Sollwert im EEPROM speichern aktivieren und Sollwert eingeben
- Unter Parametersatz 2 Parametersatz 2 aktivieren
- Unter Übersicht die Funktion Sollwert im EEPROM speichern aktivieren und Sollwert eingeben

Abb. 21: Sollwert im EEPROM speichern

Funktion Sollwert im EEPROM speichern muss aktiviert sein um beim Parametersatzwechsel den Sollwert nicht zu verlieren

3.4 Notlauffunktion

- die Notlauffunktion bietet Schutz vor unerwartetem Kabelbruch oder Fehlfunktionen
- geht die Verbindung (RS485/Bus) zur Schnittstelle verloren, ist es mit dieser Funktion möglich, dass der Ventilator eine gewünschte Notlauf-Drehzahl einnimmt.
Information: Der Ventilator erfasst den „Bus-Traffic“ und schaltet auf Notlauf, wenn kein „Bus-Traffic“ über die RS485 Schnittstelle erkannt wird.
- zudem ist eine Grenzwelle für den analogen Eingang einstellbar. Fällt nun das analoge Signal z.B. am Analog Ain1 unter diese Grenzwelle, wird die eingestellte Notlauf-Drehzahl übernommen.
- ab MODBUS 5.00 kann auch die Drehrichtung während des Notlaufes eingestellt werden. Es gibt die Optionen: Rechts, Links, Drehrichtung beibehalten.
- diese Funktion kann eingesetzt werden, um im Fehlerfall der Sollwertquelle dennoch die eingestellte Luftleistung garantieren zu können.
- sobald wieder ein analoger Sollwert, oberhalb der Grenzwelle, oder ein BUS – Signal, von dem Ventilator erkannt wird, setzt er seinen „normalen“ Betrieb mit der richtigen Drehrichtung und dem letzten Sollwert fort bzw. übernimmt den erkannten Sollwert.



Notlauf Funktion

- Durch Setzen des Hakens Notlauf-Drehzahl aktivieren
- Gewünschte Sollwert Notlauf-Drehzahl eingeben
- Zeitverzögerung, nach der die Notlauf-Drehzahl eingenommen werden soll, eingeben
- Spannung Kabelbruch Erkennung
- Drehrichtung, die im Notlauf eingenommen werden soll, auswählen (ab MODBUS 5.00)
- Sonderfälle beachten

Abb. 22: Notlauffunktion

Sonderfälle:

- **Zeitverzögerung von 0 Sekunden**
Hier gilt es zu beachten, dass der Motor sofort – auch ohne Kabelbruch – die Notlaufdrehzahl einnimmt. Für eine gewollte derart kurze Verzögerung empfiehlt sich deshalb eine Zeit von 0,1s vorzugeben.
- **Kabelbruch an MODBUS-Schnittstelle und die Notlauffunktion ist nicht aktiviert**
Motor stoppt nicht, sondern läuft konstant weiter. Die Verbindung zur MODBUS-Schnittstelle ist abgebrochen und der Motor lässt sich nicht mehr kontrollieren. Es können keine Drehzahländerungen mehr durchgeführt werden, auch ein Stoppen des Motors ist nicht mehr möglich.
- **Motor soll komplett stoppen bei Kabelbruch (Notlauf-Drehzahl = 0 U/min)**
Vorraussetzung: Motor Stopp enable muss aktiv sein. Ist Funktion nicht aktiviert läuft der Motor mit minimalem PWM-Signal weiter
- **Spannung Kabelbruch Erkennung**
Vorraussetzung: Sollwertquelle eingestellt auf Analog Ain1. Fällt die Spannung, an dem als Sollwertquelle ausgewählten analogen Eingang, unter die hier angegebene Spannung, wird ein Kabelbruch des analogen Sollwertgebers diagnostiziert und der Ventilator schaltet in die Notlauf Funktion.
- **Beenden von EC-Control, Notlauf-Drehzahl aktiviert**
Ist Notlauf-Drehzahl aktiviert nimmt der Motor diese auch beim Beenden von EC-Control ein

3.5 Winterfunktionen

Winter Funktionen

- Aktivieren / deaktivieren der Losrüttelfunktion
- Max. Start PWM Losrütteln, legt fest, mit wie viel % PWM Aussteuerung der Ventilator das Losrütteln maximal betreiben soll
- Max. Anzahl Startversuche: Bei jedem Startversuch wird der PWM Aussteuerungsgrad erhöht
- In sehr kalten Gebieten kann eine Motorvorheizung aktiviert werden. (Ventilator abhängig, siehe folgender Text)

Abb. 23: Winter Funktionen

Bei den Winterfunktionen, nur Verfügbar ab MODBUS 5.00, handelt es sich um die folgenden zwei Möglichkeiten die Funktionalität des Ventilators im Winter sicherzustellen:

■ Losrüttelfunktion:

Problem: Kommt es zur Eisbildung am Lüfterrad, kann dieses dadurch blockiert werden. Der Ventilator erkennt eine Blockierung, versucht jedoch weiterhin anzulaufen. Dabei kann jedoch das Lüfterrad beschädigt werden.

Ist die Losrüttelfunktion aktiviert, versucht der Ventilator mit einem von ebm-papst eingestelltem Aussteuerungsgrad seinen Betrieb aufzunehmen. Schlägt dies fehl, versucht der Ventilator, sich in die entgegengesetzte Richtung frei zu drehen. Die Anzahl dieser Versuche kann mit Max. Anzahl Startversuche eingestellt werden. Nach jedem misslungenen Versuch wird der Aussteuerungsgrad für den Anlauf erhöht. Mit Max. Start PWM Losrütteln kann angegeben werden, mit wie viel % PWM Aussteuerung der Ventilator das Losrütteln maximal betreiben soll. Gelingt das Losrütteln, dreht der Ventilator in der richtigen Laufrichtung mit dem ursprünglich gewünschten Sollwert. Bleibt das Lüfterrad auch nach dem Losrütteln blockiert geht der Ventilator zum normalen Blockiert verhalten über. Während dem Losrütteln wird eine „W: Losrüttelfunktion aktiv“ Warnung angezeigt.

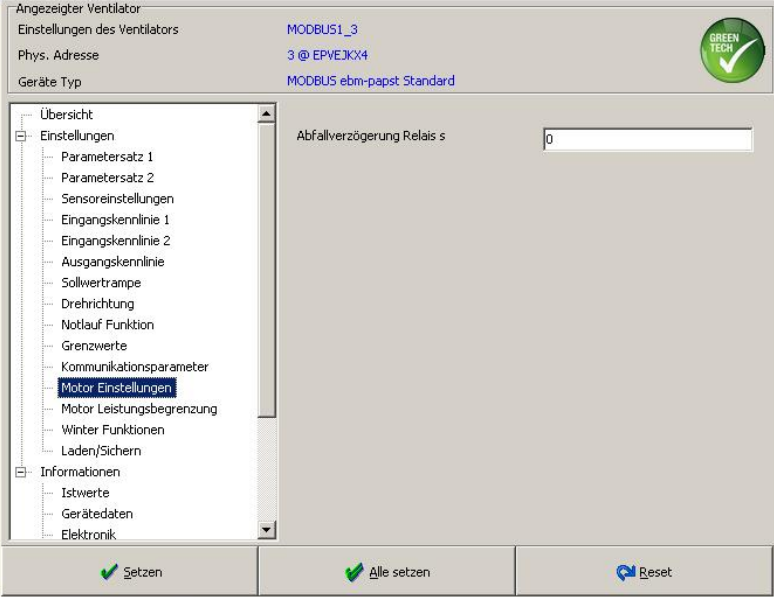
■ Motorvorheizung:

Problem: Wird der Ventilator bei sehr niedriger Betriebstemperatur (z.B. -60°C) direkt gestartet, kann dies zur Beschädigung der Lager führen, da deren Schmiermittel lediglich für -40°C ausgelegt ist.

Ab einer von ebm-papst eingestellten unteren Temperaturgrenze (z.B. -60°C) wird die Motorvorheizung aktiviert und erwärmt den Motor und die Lager des Ventilators. Der Ventilator wird gesperrt, bis die obere Temperaturgrenze erreicht ist. Daraufhin schaltet sich die Motorvorheizung ab und gibt den Ventilator, wieder für den „normalen“ Betrieb frei. Während die Heizung aktiv ist wird eine „W: Vorheizung aktiv“ Warnung angezeigt.

Diese Funktion ist nur bei speziellen Ventilatoren möglich und kann derzeit nur durch ebm-papst aktiviert werden.

3.6 Motoreinstellungen (Fehlermelderelais)



Motor Einstellungen

- Hiermit kann eingestellt werden, wie viele Sekunden nach einem erkannten Fehler, das Fehlermelderelais geschaltet werden soll.

Abb. 24: Motor Einstellungen

Beispiel „Phasenausfall“:

In einer Anlage befindet sich mindestens ein ebm-papst Ventilator (3-Phasen-Gerät). Alle Ausgänge der Fehlermelderelais sind an die Steuerung dieser Anlage angeschlossen. Nun kommt es zu einem sehr kurzen Spannungseinbruch an einer der 3 Phasen. Die Funktion der Ventilator würde dadurch nicht gestört werden, jedoch erkennen diese den Spannungseinbruch und schalten ihre Fehlermelderelais. Dieser Fehler wird von der Steuerung erkannt und womöglich steht daraufhin die komplette Anlage still.

- Durch das Einstellen einer Abfallverzögerung des Fehlermelderelais können solche kurz auftretende Fehler (wie im Beispiel beschrieben) ignoriert werden. Die Zeit dieser Abfallverzögerung sollte jedoch nicht zu groß sein, da ansonsten schwerwiegende Fehler, die auf Dauer zu einer Beschädigung des Ventilators führen können, übersehen werden.
- Über die MODBUS-Schnittstelle, wird der jeweilig auftretende Fehler nach wie vor ohne Zeitverzögerung gemeldet.

3.7 Istwertvorgabe durch Sensor über die Eingänge Ain2 U bzw. Ain2 I

Arbeitet der EC-Motor in der Betriebsart Sensorregelung wird der Istwert durch Sensoren ermittelt. Die Sensoren können dabei Druck, Temperatur bzw. Volumenströme angeben.

Für den Anschluss des Sensors sind auf der Klemmleiste (KL) die beiden Analogports Ain2 U und Ain2 I vorgesehen (siehe Abb. 25). Alternativ können auch die Klemmen Ain1 U und Ain1 I gewählt werden. Zur Spannungsversorgung dient Klemme 12 mit einer Spannung von +20VDC.

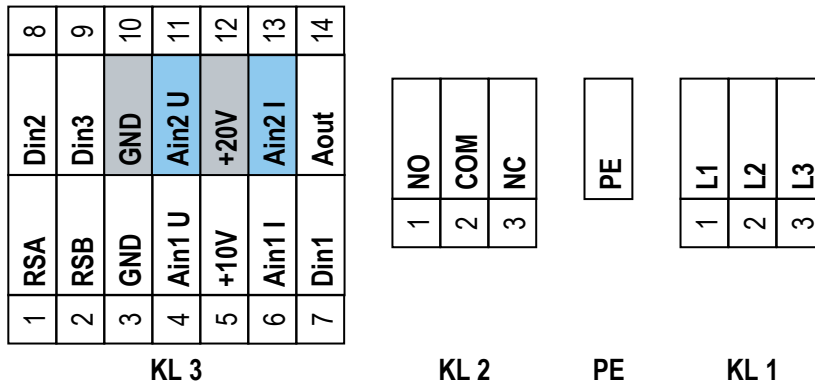


Abb. 25: Klemmleiste, Ports für Istwertvorgabe bei Sensorregelung

Je nach Sensorausgang kann zwischen zwei Eingängen für die Istwertvorgabe gewählt werden:

- Ain2 U bzw. Ain1 U Analogport 11 bzw. 4 (für Sensoren mit 0-10V Ausgang)
- Ain2 I bzw. Ain1 I Analogport 13 bzw. 6 (für Sensoren mit 4-20mA Ausgang)

Prinzipiell gibt es zwei unterschiedliche Anschlussarten, 3-Leiter und 2-Leiter (siehe Abb. 26).

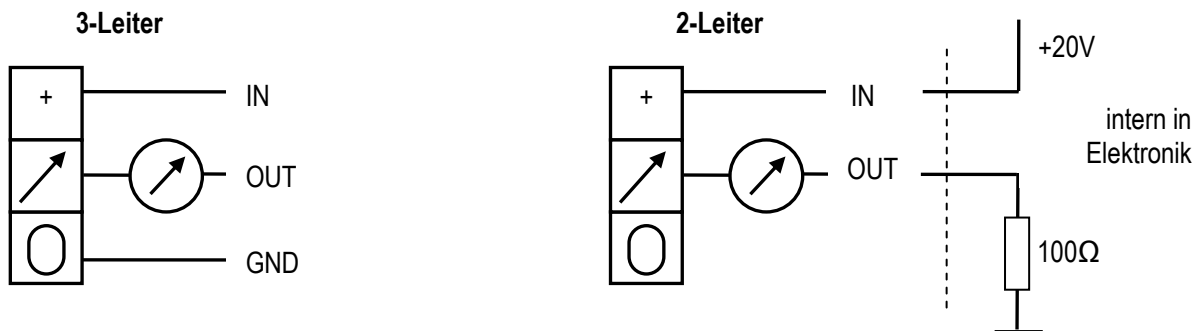


Abb. 26: Anschlussarten 3-Leiter und 2-Leiter

■ 2-Leiter Sensoren

werden direkt an die Spannungsquelle angeschlossen und liefern ein 4-20mA Signal. Die GND-Verschaltung erfolgt über einen internen 100Ω Widerstand (Bürde) im Ventilator. Auf der in Abb. 25 dargestellten KL würde man einen solchen Sensor an Ain2 I und +20V anschließen.

■ 3-Leiter Sensoren

sind dagegen mit beiden Ausgangssignalen - Stromsignal (4-20mA) bzw. Spannungssignal (0-10V) - erhältlich. Je nach Typ sind die Eingänge Ain2 I (Klemme 13) oder Ain2 U (Klemme 11) zu verwenden. Auf der in Abb. 25 dargestellten KL würde man einen solchen Sensor an Ain2 I bzw. Ain2 U, +20V und GND anschließen.

3.8 Istwertvorgabe durch zwei Sensoren

Eine zusätzliche Möglichkeit für die Istwertvorgabe ist das Benutzen zweier Sensoren gleichzeitig. Im unten fotografierten Aufbau (Abb. 27) sind zwei Temperatursensoren mit der ebm-papst Art.-Nr. 50005-1-0174 im Einsatz.

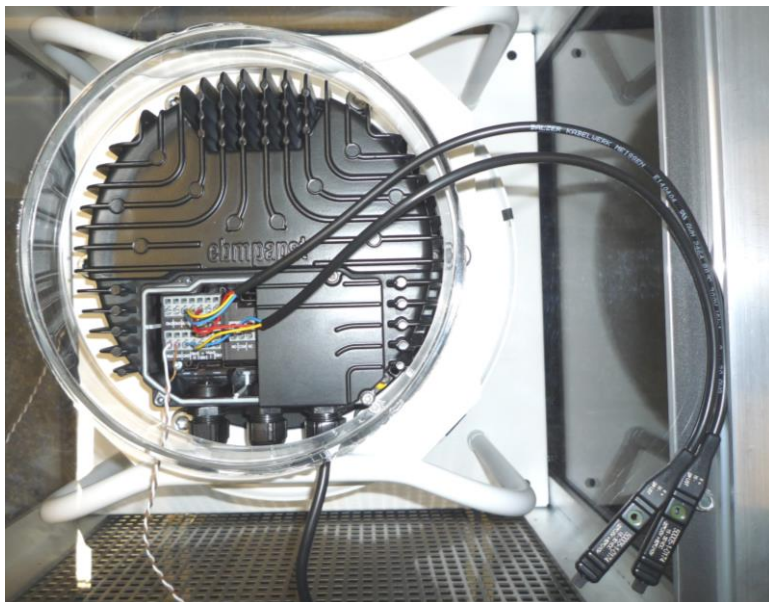


Abb. 27: Anschluss von zwei Sensoren

Zwei Sensoren

Beispielfoto

- Zwei Temperatursensoren mit Art.-Nr. 50005-1-0174
- **Sensor 1:**
Ain1 U
+20V
GND
- **Sensor 2:**
Ain2 U
+20V
GND

Ihr Sensorbereich geht von -20°C bis $+80^{\circ}\text{C}$. Die Anschlüsse Ain1 U und Ain2 U werden dabei beide zur Istwertvorgabe verwendet. Für Sensoren mit einem 4-20mA Ausgang müssen dementsprechend die Klemmen Ain1 I und Ain2 I verwendet.

Zur Berechnung des Istwertes aus den zwei gemessenen Werten gibt es folgende Möglichkeiten:

- Maximum (Ain1:Ain2) höherer Wert der beiden Sensoren dient als Istwert
- Minimum (Ain1:Ain2) niedrigerer Wert der beiden Sensoren dient als Istwert
- Durchschnitt (Ain1:Ain2) Durchschnitt beider Sensorwerte dient als Istwert

Wichtig für Istwertermittlung durch zwei Sensoren:

Der Sollwert muss über EC-Control digital vorgegeben werden (Sollwertquelle: RS485/Bus), da beide Analogports belegt sind!

The screenshot shows the 'Sensoreinstellungen' (Sensor Settings) menu. The left sidebar lists various settings, with 'Sensoreinstellungen' selected. The main area displays the following settings:

- Min. Sensorwert: -20
- Max. Sensorwert: 80
- Sensoreinheit: °C
- Quelle Sensor Istwert: Ain2U/Ain2I
- Wirkungssinn Quelle: Ain2U/Ain2I, Ain1U/Ain1I, Maximum (Ain1:Ain2), Minimum (Ain1:Ain2), Durchschnitt (Ain1:Ain2)
- Wirkungssinn (P1): Heizen/Positiv
- Regelbereich (P1) [°C]: 99,61
- Regelbereich (P2) [°C]: 5,97

Buttons at the bottom: Setzen, Alle setzen, Reset.

Zwei Sensoren

Sensoreinstellungen

- Sensorbereich -20°C bis 80°C
- Sensoreinheit: °C
- Unter Quelle Sensor Istwert lässt sich Istwertermittlung durch zwei Sensoren wählen
- Sensoren dabei immer an Ain1 U und Ain2 U bzw. Ain1 I und Ain2 I anschließen

Abb. 28: Istwertermittlung durch zwei Sensoren

3.9 Sollwertvorgabe über die Eingänge Ain1 U bzw. Ain1 I oder über EC-Control

Der Sollwert lässt sich über Analog Ain1 oder über RS485/Bus vorgeben, unabhängig von der Betriebsart. Die Quelle ist einstellbar unter Übersicht (siehe Abb. 29).

The screenshot shows the 'Sollwertquelle' (Setpoint Source) settings. The left sidebar lists various settings, with 'Sollwertquelle' selected. The main area displays the following settings:

- Sollwert [%]: 8
- Sollwertquelle: Analog Ain1
- Sollwert im EEPROM speichern: Analog Ain1, RS485/Bus
- Ist PWM [%]: 8
- Ist Drehzahl [1/min]: 241
- Aktiver Parametersatz: 2
- Aktive Betriebsart: PWM Steuerung
- Quelle für Parametersatz: RS485/Bus
- Aktiver Wirkungssinn: Kühlen/Negativ
- Wirkungssinn Quelle: RS485/Bus
- Status: Ventilator OK

Buttons at the bottom: Setzen, Alle setzen, Reset.

Sollwertquelle

Analog Ain1 oder RS485/Bus

- Sollwertquelle: RS485/Bus
gewünschter Sollwert kann digital in EC-Control eingegeben werden
- Sollwertquelle: Analog Ain1
Hier wird über Klemme Ain1 U oder Ain1 I ein Spannungs- bzw. Stromsignal angelegt

Abb. 29: Sollwertquelle Analog oder RS485

Externe Sollwertquelle muss an KL angeschlossen werden (Bsp. Potentiometer). Dabei kann Klemme 5 als Hilfsspannungsquelle mit 10VDC verwendet werden.

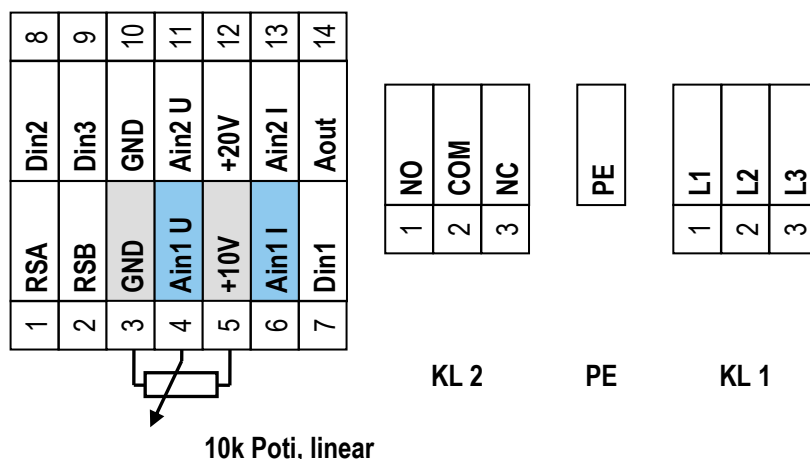


Abb. 30: Klemmleiste, Ports für Sollwertvorgabe

Die Anschlüsse 4 und 6 der Abb. 30 sind die Analogports für die Sollwertvorgabe. Auch hier gibt es wie bei der Istwertvorgabe zwei verschiedene Eingänge:

- Ain1 U Analogport 1, Klemme 4 für 0-10V Sollwertgeber z.B. Potentiometer)
- Ain1 I Analogport 1, Klemme 6 für 4-20mA Sollwertgeber

3.10 Kennlinien

3.10.1 Eingangskennlinie

Die Eingangskennlinie ist nur bei analoger Sollwertvorgabe (Sollwertquelle: Analog Ain1) relevant. Wird der Sollwert über EC-Control vorgegeben (Sollwertquelle: RS485/Bus) hat dieser Punkt keine Funktion.

- Bei Sollwertquelle Analog Ain1 über die Analogports Ain1 U bzw. Ain1 I ist es möglich die Eingangskennlinie zu definieren.
- Unter Einstellungen findet sich der Unterpunkt Eingangskennlinie 1 bzw. Eingangskennlinie 2.
- Für beide Eingangskennlinien aus Abb. 32 würde ein Stillstand des Motors bei einem 0V-Signal nur dann möglich sein, wenn die Funktion Motor Stopp enable aktiviert ist.

Angezeigter Ventilator
Einstellungen des Ventilators
Phys. Adresse
Geräte Typ

MODBUS Plug Fan6
2 @ EPTED94Q
MODBUS ebm-papst Standard

Übersicht
Einstellungen
Parametersatz 1
Parametersatz 2
Sensoreinstellungen
Eingangskennlinie 1
Eingangskennlinie 2
Ausgangskennlinie
Sollwerttrappe
Drehrichtung
Notlauf Funktion
Grenzwerte
Kommunikationsparameter
Motor Einstellungen
Bremsen
Laden/Sichern
Informationen
Istwerte
Gerätedaten
Elektronik
Motor

Eingangskennlinie X1 (P1) [V] 0
Eingangskennlinie Y1 (P1) [1/min] 100
Eingangskennlinie X2 (P1) [V] 10
Eingangskennlinie Y2 (P1) [1/min] 700

Setzen Alle setzen Reset

Angezeigter Ventilator
Einstellungen des Ventilators
Phys. Adresse
Geräte Typ

MODBUS Plug Fan6
2 @ EPTED94Q
MODBUS ebm-papst Standard

Übersicht
Einstellungen
Parametersatz 1
Parametersatz 2
Sensoreinstellungen
Eingangskennlinie 1
Eingangskennlinie 2
Ausgangskennlinie
Sollwerttrappe
Drehrichtung
Notlauf Funktion
Grenzwerte
Kommunikationsparameter
Motor Einstellungen
Bremsen
Laden/Sichern
Informationen
Istwerte
Gerätedaten
Elektronik
Motor

Eingangskennlinie X1 (P2) [V] 5,00
Eingangskennlinie Y1 (P2) [%] 20
Eingangskennlinie X2 (P2) [V] 8
Eingangskennlinie Y2 (P2) [%] 80

Setzen Alle setzen Reset

Eingangskennlinie Parametersatz 1

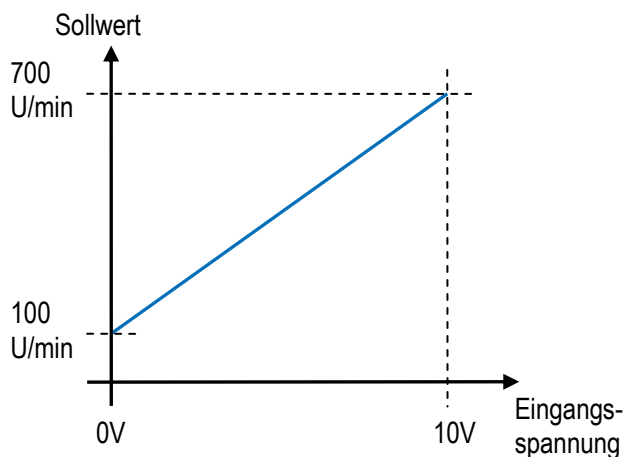
- Bsp. Parametersatz 1:
Betriebsart: Drehzahlregelung
- Bsp. links: Linearer Verlauf von 100 bis 700U/min
- Eingangskennlinie kann für beide Parametersätze unabhängig voneinander eingestellt werden.
- Kennlinie siehe Abb. 32

Eingangskennlinie Parametersatz 2

- Bsp. Parametersatz 2:
Betriebsart: PWM Steuerung
- Bsp. links: Erst ab einer 5V Eingangsspannung ist Aussteuergrad > 20% möglich
- Eingangskennlinie kann für beide Parametersätze unabhängig voneinander eingestellt werden.
- Kennlinie siehe Abb. 32

Abb. 31: Eingangskennlinie

Eingangskennlinie Parametersatz 1



Eingangskennlinie Parametersatz 2

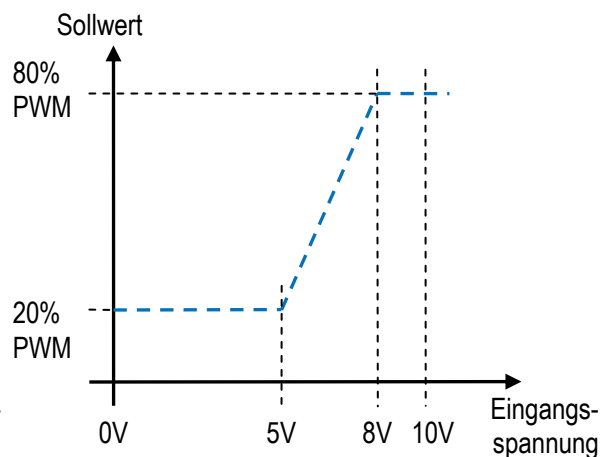
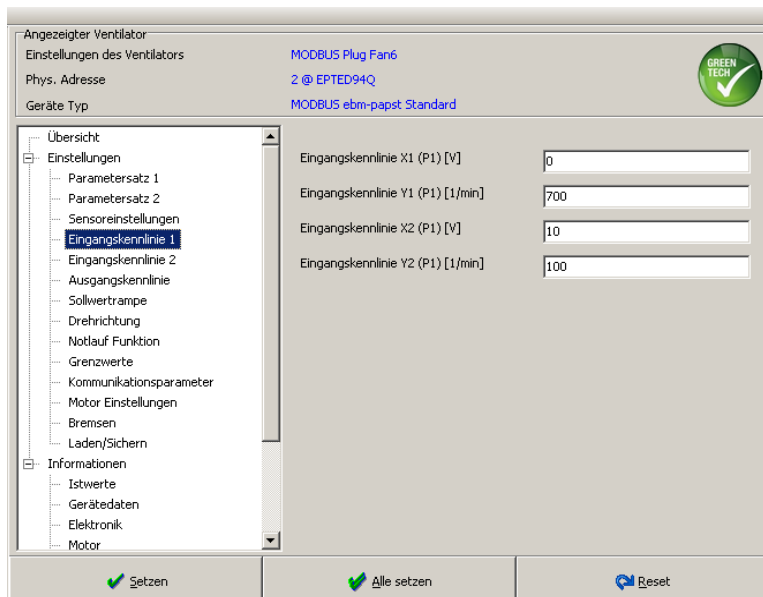


Abb. 32: Beispiele für Eingangskennlinien von P1 und P2

3.10.2 Inverse Kennlinie

Bei analoger Sollwertvorgabe bietet die Eingangskennlinie auch die Möglichkeit eine inverse Kennlinie zu erzeugen. Dies bedeutet, dass mit Abnahme des Eingangssignals der Sollwert steigt.



Inverse Kennlinie

- Kennlinie aus Abb. 32 wurde invertiert
- Bsp. Eingangsspannung:
0V → 700 U/min
10V → 100 U/min
- Erhöhung des Signals reduziert somit den Aussteuergrad

Abb. 33: Inverse Kennlinie

Deutlich wird die inverse Kennlinie wenn man die obige Abb. 32 mit der unten stehenden Abb. 34 vergleicht.

Inverse Eingangskennlinie Parametersatz 1

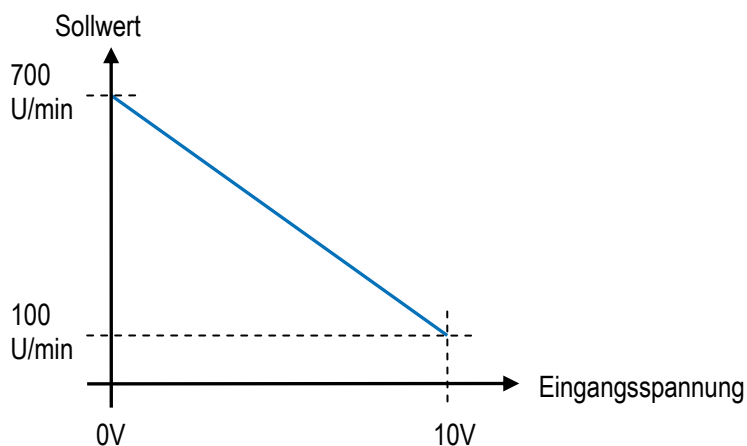
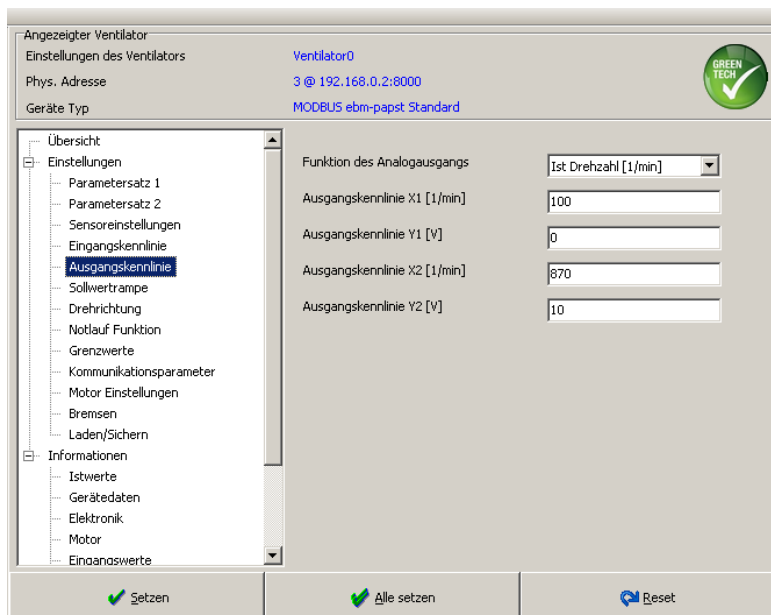


Abb. 34: Beispiel für inverse Kennlinie

In der Praxis sind Applikationen bekannt, bei denen durch eine inverse Kennlinie, garantiert werden kann, dass bei Kabelbruch vom analogen Sollwert (→ Eingangssignal 0V) der Ventilator mit maximaler Aussteuerung arbeitet. Siehe hierzu Notlauffunktion (Kapitel 3.4).

3.10.3 Ausgangskennlinie

Um an einen Master-Ventilator weitere Slaves anzuschließen besitzt die MODBUS Klemmleiste einen Ausgang Aout. Abhängig von der Drehzahl bzw. dem PWM Signal liefert der Ausgang ein Spannungssignal, das immer ausgegeben wird. Die Sollwertquelle spielt dabei keine Rolle.

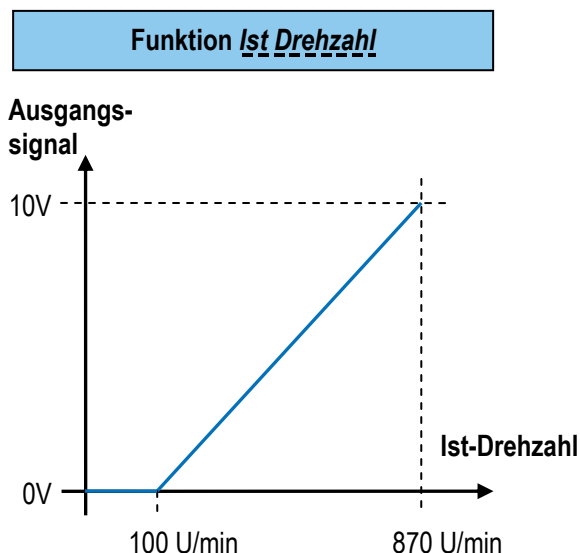


Ausgangskennlinie

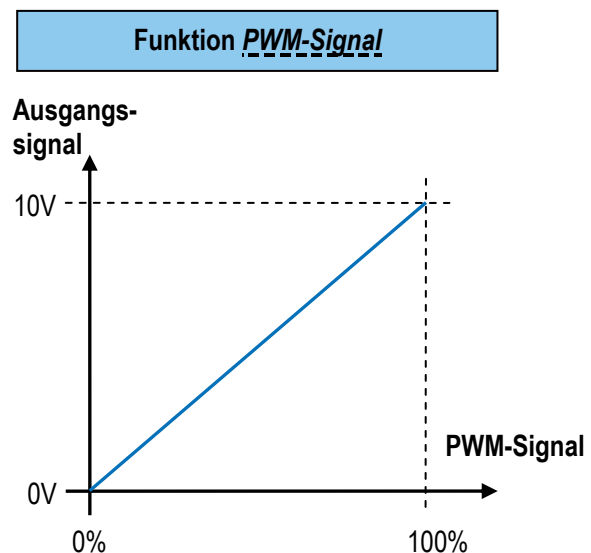
- Funktion des Analogausgangs: Ist Drehzahl [1/min]
- Koordinaten der Ausgangskennlinie lassen sich hier eingeben
- Ausgangskennlinie siehe Abb. 36 links
- Die Ausgangskennlinie kann sich an der Ist-PWM oder an der Ist-Drehzahl orientieren, je nach Funktion des Analogausgangs

Abb. 35: Ausgangskennlinie

Die daraus entstehende Ausgangskennlinie lässt sich individuell den Anforderungen anpassen. Im Menüpunkt Einstellungen findet sich der Unterpunkt Ausgangskennlinie (siehe Abb. 35). Die Funktion des Analogausgangs gibt dabei an, ob die x-Achse die Drehzahl oder das PWM-Signal darstellt. Die Ausgangskennlinie würde wie folgt aussehen.



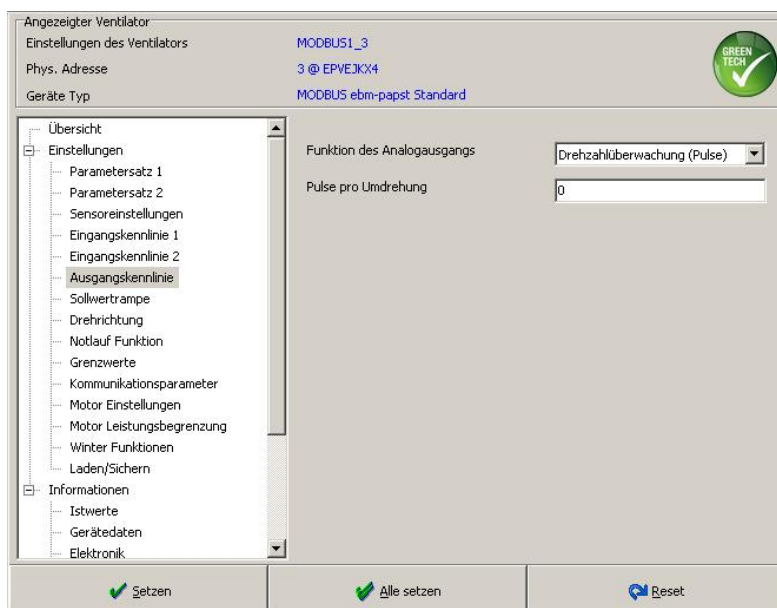
Läuft der Motor mit einer Drehzahl von 870 U/min, liegt am Ausgang Aout eine Spannung von 10V. Bei Drehzahlen ≤ 100 U/min wird ein 0V-Signal erzeugt. Maximaldrehzahl ist nach Einstellungsdialog Grenzwerte beschränkt (hier 870 U/min).



Läuft der Motor mit einem PWM-Signal von 100%, liegt am Ausgang Aout eine Spannung von 10V. Die Kennlinie verläuft linear. Bei 0% PWM-Signal gibt der Ausgang ein 0V-Signal aus.

Abb. 36: Ausgangskennlinie

3.10.4 Analoger Ausgang: Pulse pro Umdrehung



Ausgangskennlinie

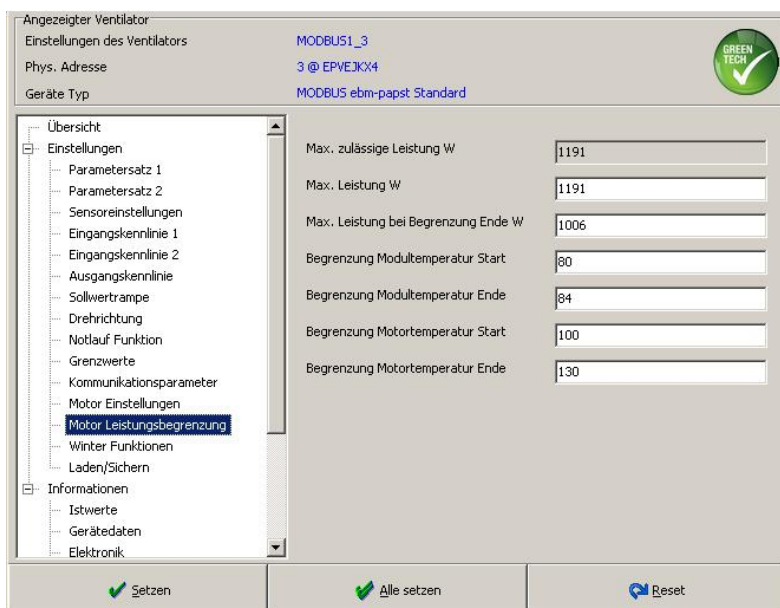
- Funktion des Analogausgangs: Drehzahlüberwachung (Pulse)
- Pulse pro Umdrehung: Gibt an, wie viele Pulse pro Umdrehung an Aout ausgegeben werden sollen

Abb. 37: Ausgangskennlinie (Pulse pro Umdrehung)

Ab MODBUS 5.00 besteht die Möglichkeit bis zu 255 Pulse pro Umdrehung am Analogausgang Aout auszugeben. Eine Nutzung dieser Funktion erfordert einen Ventilator dessen Hardware dies auch unterstützt. Es sollte aber darauf geachtet werden, dass eine sinnvolle Pulszahl gewählt wird. Bei einem sehr langsam drehenden Ventilator würden 255 Pulse eventuell benötigt werden. Je schneller sich der Ventilator dreht, desto weniger Pulse sind nötig. Da die Ausgabefrequenz der Pulse pro Umdrehung hardwaremäßig begrenzt ist, könnte es bei eingestellten 255 Pulsen und einer hohen Ventilatordrehzahl passieren, dass der Ausgang weniger Pulse als erwartet ausgibt.

Diese Funktion ist nur bei speziellen Ventilatoren möglich.

3.10.5 Motor Leistungsbegrenzung



Motor Leistungsbegrenzung

- Max. zulässige Leistung Wird von ebm-papst eingestellt
- Max. Leistung Der Leistungsbedarf kann begrenzt werden
- Begrenzung Modultemperatur und Begrenzung Motortemperatur siehe folgendes Diagramm: *Abb. 39: Derating-Diagramm*

Abb. 38: Motor Leistungsbegrenzung

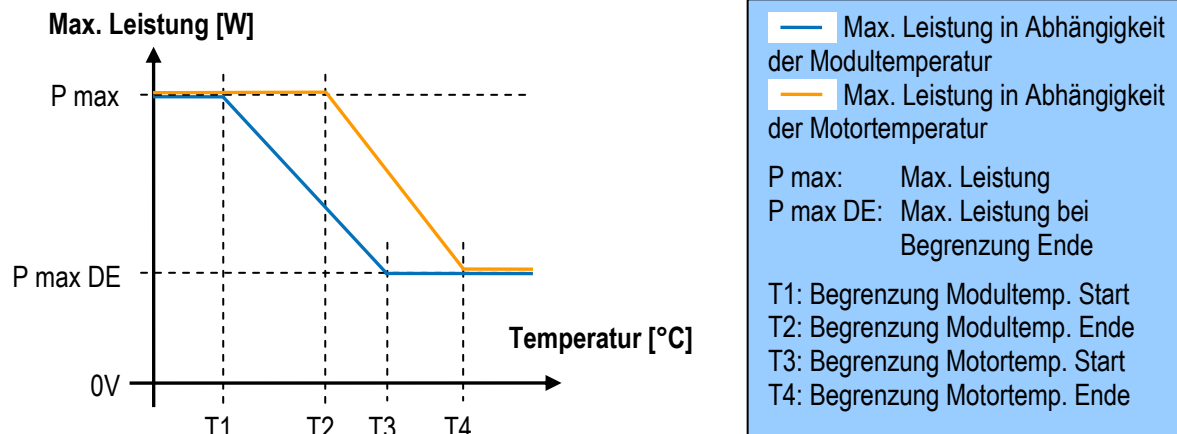


Abb. 39: Derating-Diagramm

Diese Parameter müssen nicht zwingend eingestellt werden.

Falls Sie keine Angaben für die Leistungsbegrenzung des Ventilators, in Abhängigkeit zur Temperatur, haben, ignorieren Sie diese Parameter einfach.

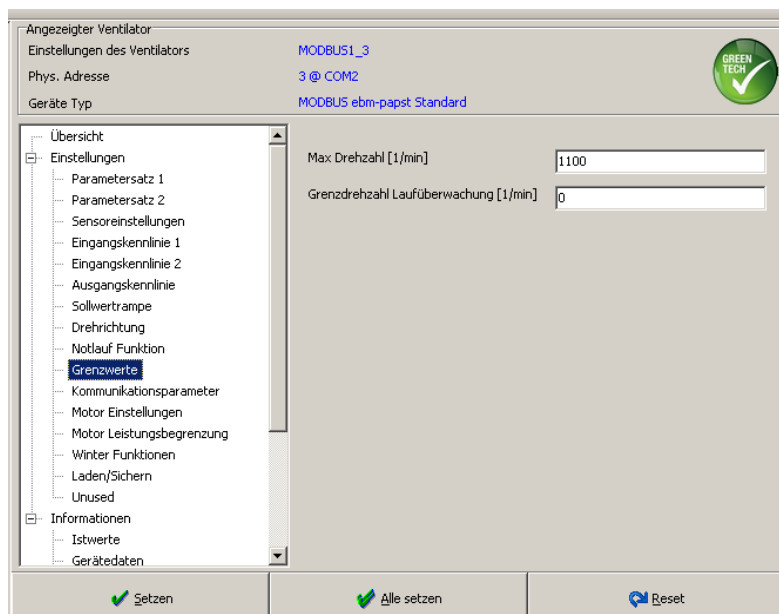
Wie im Diagramm Abb. 39 zu sehen, kann die maximale Leistungsaufnahme in Abhängigkeit zur Modultemperatur und/oder der Motortemperatur eingestellt werden.

Es wird nun exemplarisch der Vorgang in Abhängigkeit zu der Motortemperatur beschrieben:

- T2 wurde auf 100°C und T4 auf 130°C eingestellt
- Ventilator läuft mit maximaler Leistung (P max) z.B. 1191W
- Motortemperatur steigt auf 100°C (T2)
- Leistungsaufnahme wird verringert
- Motortemperatur steigt weiter auf 110°C
- Leistungsaufnahme wird weiter verringert
- Motortemperatur erreicht 130°C (T4)
- Leistungsaufnahme wird auf maximale Leistung bei Begrenzung Ende (P max DE) begrenzt. z.B. 1006W
- ab Erreichen von 130°C (T4) bleibt die Leistungsaufnahme konstant bei z.B. 1006W (P max DE).

3.11 Laufüberwachung

Ab MODBUS 4.00 besteht die Möglichkeit das Fehlermelderelais abfallen zu lassen, wenn eine Minstdrehzahl nicht erreicht wird. Gleichzeitig zur Signalisierung mittels Relais wird dieser Sachverhalt auch als Warnung auf dem MODBUS angezeigt (Warnungsbit).



Laufüberwachung

- Grenzdrehzahl Laufüberwachung auf den Schwellenwert setzen bei dessen Unterschreitung das Fehlermelderelais abfallen soll und der Bus anzeigen soll, dass die Drehzahl nicht erreicht wurde.
- Eine Grenzdrehzahl von 0 schaltet die Funktion komplett aus.

Abb. 40: Parametersatzeinstellungen für Laufüberwachung

4 Einsatz von EC-Control in Kundenapplikationen

Die folgenden Punkte stellen exemplarische Parametrierungshinweise und Anschlussbilder für typische Kundenapplikationen dar. Sie sind Empfehlungen und keine verpflichtenden Vorgaben für die jeweilige Anwendung. Einstellungen, die für den **Master** zu treffen sind, werden durch **grünen** Hintergrund markiert. Einstellungen, die die **Slaves** betreffen sind **orange** gekennzeichnet. Einstellungen, die alle Teilnehmer betreffen sind **grün** und **orange**.

4.1 Kälteanlagen

4.1.1 Master-Slave Konfiguration (sternförmig)

In der Regel fungiert bei einer Kälteanlage ein Ventilator als Master und die restlichen Geräte als Slaves. Um einen solchen Betrieb druckgeregelt einzustellen, empfiehlt ebm-papst die folgenden Systemeinstellungen für den Master bzw. die jeweiligen Slaves in EC-Control vorzunehmen. Das Ziel ist es dabei den Verflüssigungsdruck konstant zu halten.

Angezeigter Ventilator
Einstellungen des Ventilators
Phys. Adresse
Geräte Typ

MODBUS4_1
1 @ EPTED94Q
MODBUS ebm-papst Standard

Übersicht
Einstellungen
Parametersatz 1
Parametersatz 2
Sensoreinstellungen
Eingangskennlinie 1
Eingangskennlinie 2
Ausgangskennlinie
Sollwerttrampe
Drehrichtung
Notlauf Funktion
Grenzwerte
Kommunikationsparameter
Motor Einstellungen
Bremsen
Laden/Sichern
Informationen
Istwerte
Gerätedaten
Elektronik
Motor

Aktiver Parametersatz
Quelle für Parametersatz
Parametersatz
Betriebsart (P1)
Min PWM (P1) [%]
Max PWM (P1) [%]
Motor Stopp enable (P1)
Wirkungssinn (P1)
P-Faktor (P1) [%]
I-Faktor (P1) [%]

1
RS485/Bus
Parametersatz 1
Sensorregelung
5
100
☒
Kühlen/Negativ
2000
0

Setzen
Alle setzen
Reset

Schritt 1:

Parametersatz einstellen

Master-Ventilator

- Betriebsart einstellen: Sensorregelung
- Wirkungssinn: Kühlen/Negativ
- P-Faktor: 2000%
I-Faktor: 0%
reine P-Regelung
- Quelle Parametersatzauswahl:
in der Regel RS485/Bus;
Klemme Din2 bzw. Din3 ebenfalls
einstellbar.

Abb. 41: Parametersatzeinstellungen für Master einer Kälteanlage

Abb. 42: Sensoreinstellungen für Temperatursensor des Masters

Schritt 2: Sensoreinstellungen treffen

Master-Ventilator

- Sensorbereich (Max, Min) wählen, hier: (30, 0)bar, lässt sich den Herstellerangaben des Sensors entnehmen
- Sensoreinheit: bar
- Sensor anschließen und dementsprechende Istwertquelle wählen, vorgesehen ist Ain2U/Ain2I
- Wirksinnquelle: RS485/Bus
- Wirkungsinn Kühlen/Negativ
- Regelbereich: 1,5 bar

Abb. 43: Sollwerteingabe des Masters

Schritt 3: Sollwerteingabe des Masters

Master-Ventilator

- Sollwert im EEPROM speichern aktivieren
- Sollwertquelle: RS485/Bus
- Sollwert eingeben
- Sollwerte können nur im aktiven Parametersatz hinterlegt werden

Die Slaves erhalten ihren Sollwert als 0-10V Signal durch den Port Aout des Masters über ihre Klemmen Ain1 U und GND. Die Ausgangskennlinie des Masters wird somit wie in Abb. 44 eingestellt. Der Kennlinienverlauf ist linear und als Funktion des Analogausgangs wird Ist PWM gewählt.

Abb. 44: Ausgangskennlinie für Master bei Kälteanlagen

Schritt 4: Ausgangskennlinie des Masters

Master-Ventilator

- Funktion des Analogausgangs:
Ist PWM [%]
- Ausgangskennlinie linear
0% entspricht 0V
100% entspricht 10V

Einstellungen für die Slaves (siehe unten):

Da für die Slaves kein Sensor und keine zwei Parametersätze benötigt werden, gestalten sich ihre Systemeinstellungen vergleichsweise einfach (siehe Abb. 45).

Wichtig für Slave Einstellungen:

Die Schritte 5, 6 und 7 müssen für ALLE Slaves eingestellt werden.

Schritt 5: Betriebsart Slaves: PWM Steuerung

Slave-Ventilatoren

- Betriebsart: PWM Steuerung
- Für Slaves muss nur ein Parametersatz konfiguriert werden, hier P1
- Wirkungssinn und P- bzw. I-Faktor in Betriebsart PWM Steuerung ohne Bedeutung
- Motor Stop enable aktivieren

Schritt 6:

Übersicht, Sollwertquelle analog

Slave-Ventilatoren

- Sollwertquelle: Analog Ain1
- Sollwert im EEPROM speichern deaktivieren
- Slaves erhalten 0-10V Signal vom Ausgang des Masters

Schritt 7:

Eingangskennlinie

Slave-Ventilatoren

- Lineare Eingangskennlinie für Slaves

Abb. 45: Einstellungen für Slave Ventilatoren

Abb. 46 auf der nächsten Seite zeigt das Anschlussbild von Master und seinen Slaves einer Kälteanlage.

- Ventilatoren sind dabei sternförmig angeordnet
- Sollwert wird vom Master über den Ausgang Aout als 0-10V Signal auf ein Patch Panel gegeben. An diesem Verteiler wird die Sollwertquelle Ain1 U der jeweiligen Slaves angeschlossen.
- Betriebsart Master: Sensorregelung
Betriebsart Slaves: PWM Steuerung und Sollwertquelle Analog Ain1

Vorteil dieser sternförmigen Anordnung gegenüber der seriellen Verdrahtung (Reihenschaltung)

- bei Defekten kann sehr schnell und unkompliziert nur das entsprechende Gerät ausgetauscht werden, ohne das System auftrennen zu müssen. Problematisch wird es allerdings bei großen Distanzen, da deutlich mehr Leitungen verwendet werden müssen.

Alternativ zu dem im Beispiel eingesetzten Drucksensor gibt es auch 2-Leiter Sensoren, die keine GND-Verbindung benötigen. Ihr Ausgangssignal kann ein Stromsignal mit 4-20mA sein. In diesem Fall würde der Sensor am Istwerteingang Ain2 I und Klemme +20V angeschlossen (siehe auch Kapitel 3.7)

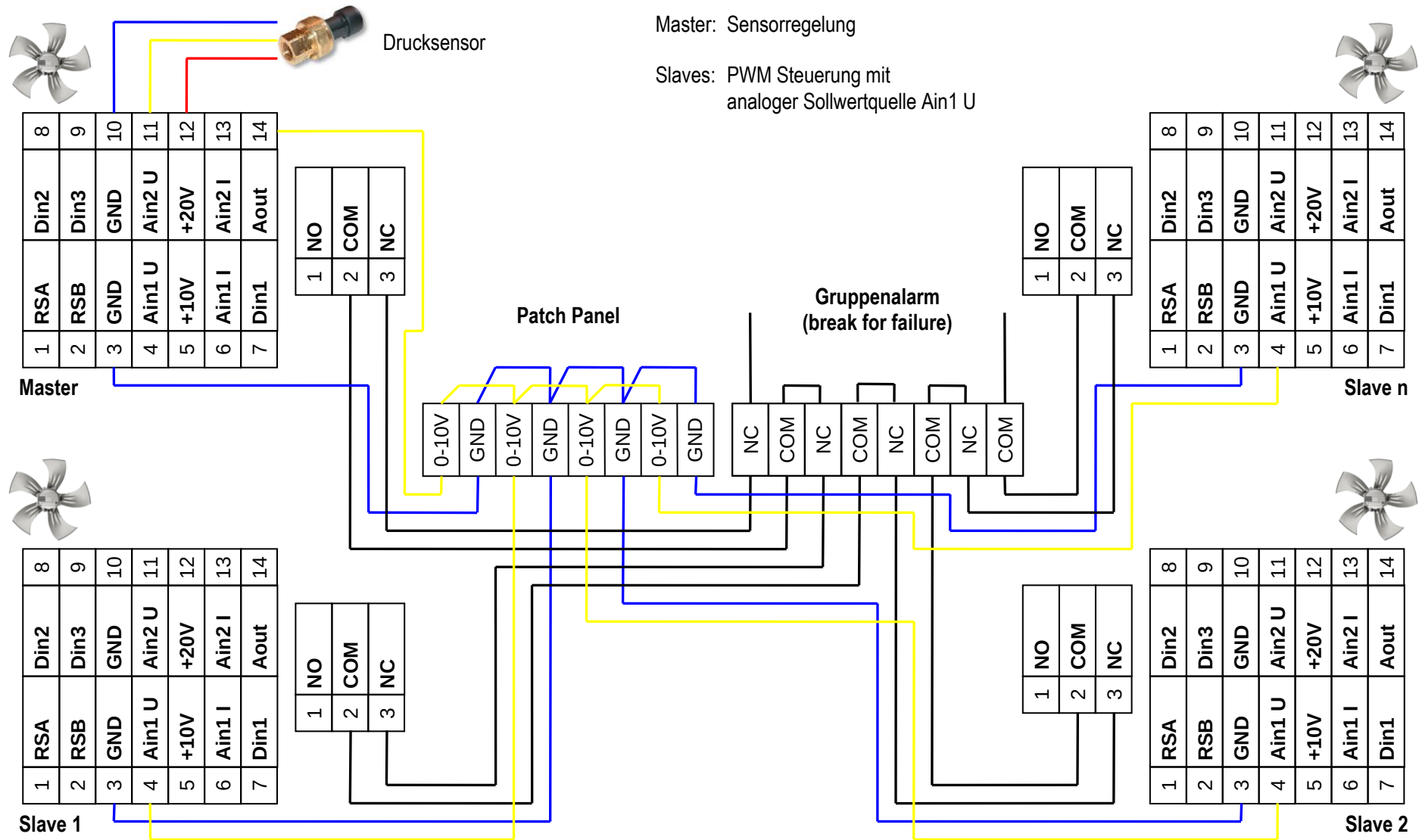


Abb. 46: Anschlussbild, sternförmige Master-Slave Anordnung für Kälteanlagen

4.1.2 Master-Slave Konfiguration bei Kaskadenbetrieb

Eine andere Möglichkeit der Master-Slave Konfiguration ist der Kaskadenbetrieb. Über den Analogausgang Aout gibt der Master seinen Sollwert in Form eines 0-10V Signals an den ersten Slave weiter. Im Unterschied zur sternförmigen Anordnung aus Abb. 46 sind hier die Slaves nicht parallel, sondern in Reihe geschaltet und die Ausgangskennlinie aller Teilnehmer wird angepasst.

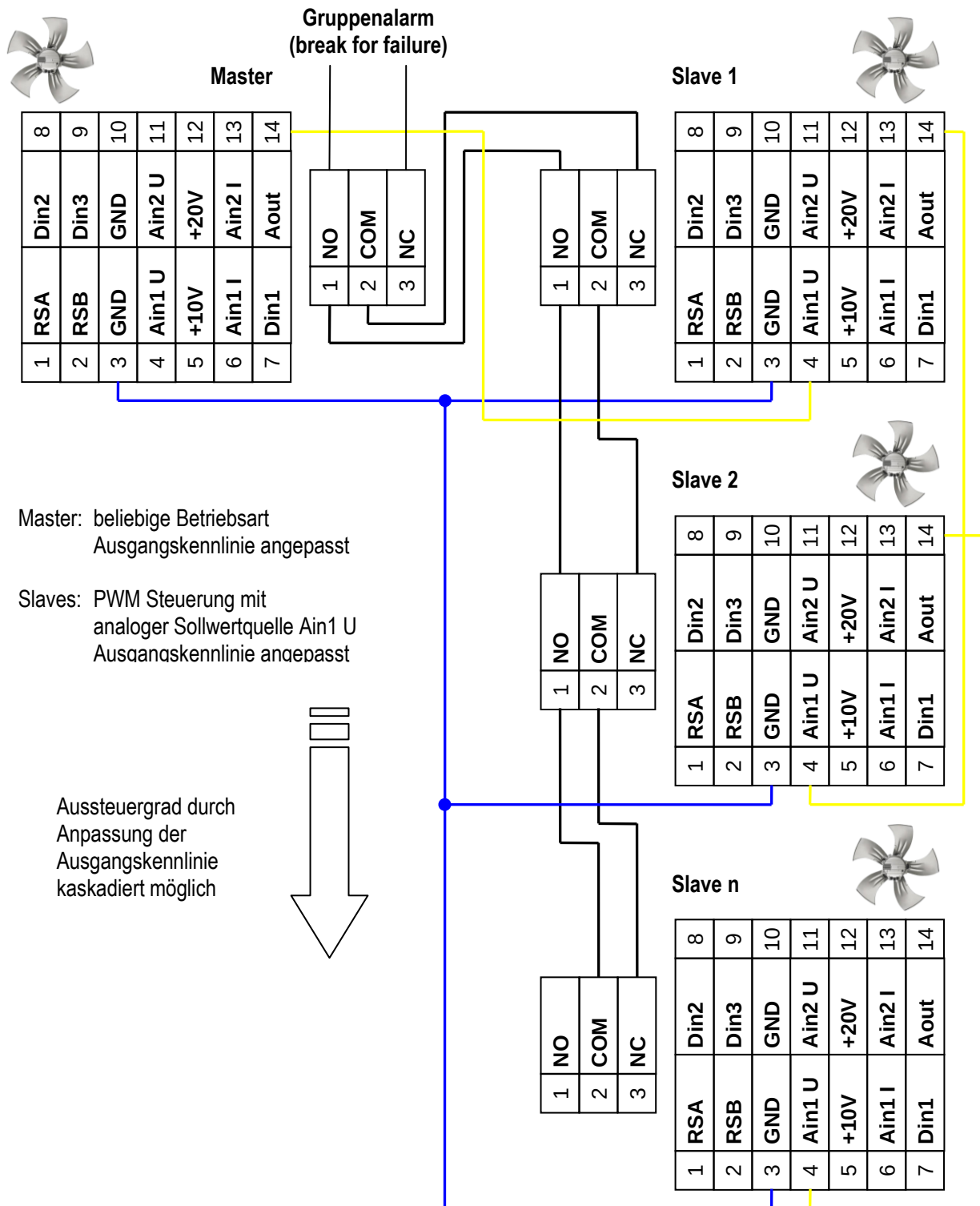


Abb. 47: Anschlussbild, Kaskadenbetrieb, Master-Slave Anordnung für Kälteanlagen

Voraussetzungen für Kaskadenbetrieb:

- Betriebsart Master beliebig
- Betriebsart Slaves: *PWM Steuerung*
- Sollwertquelle Slaves: *Analog Ain1* und *Sollwert im EEPROM speichern* deaktivieren
- Eingangskennlinien aller Teilnehmer unverändert (0V/0% und 10V/100%)
- Angepasste Ausgangskennlinie für Master und alle Slaves, Bsp. Abb. 488

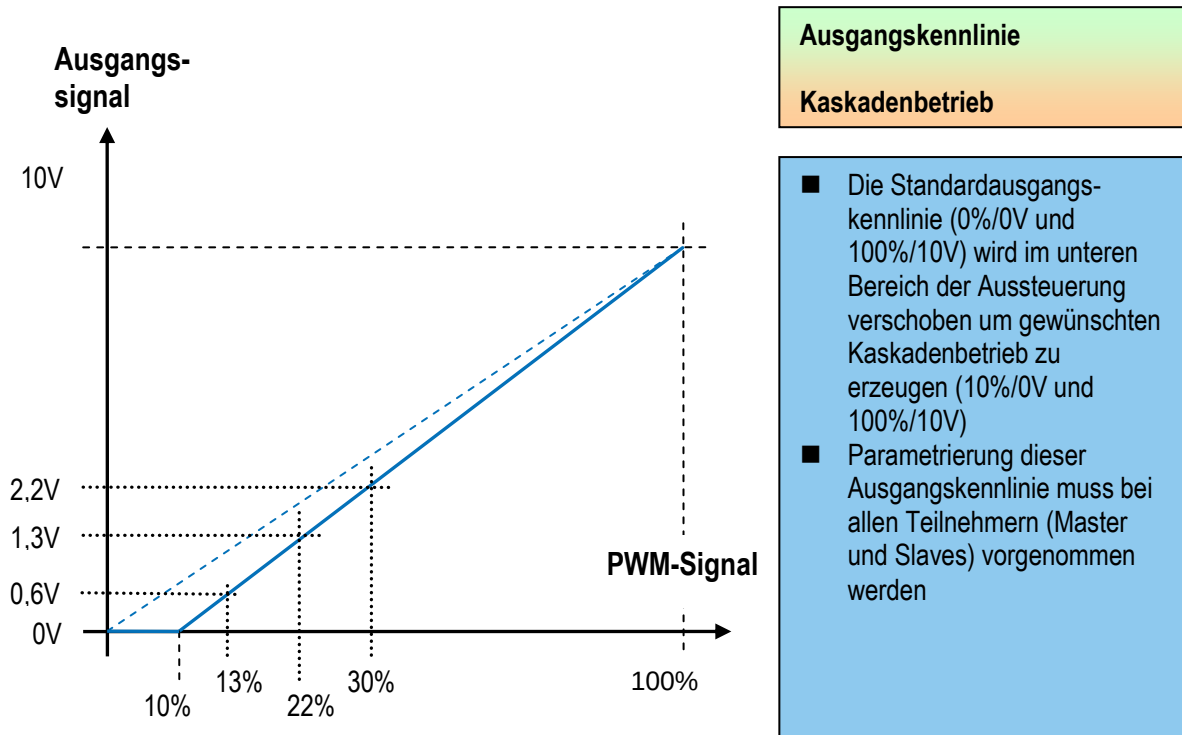


Abb. 48: Ausgangskennlinie für Kaskadenbetrieb

Abb. 48 zeigt beispielhaft eine Kennlinie, bei der die Slaves bei einer niedrigen Drehzahl des Masters selbst der Reihe nach eine noch geringere Drehzahl einnehmen. Dies soll dazu führen, dass die letzten Slaves in der Kette abschalten.

Für die obige Ausgangskennlinie gilt:

Je höher die Drehzahl des Masters, desto geringer werden die Unterschiede der Drehzahlen zu den anderen Teilnehmern. Bei vollem Aussteuergrad des Masters, laufen die Slaves ebenfalls mit 100%.

Erstes Beispiel: **Master = 30%**. Der Aussteuergrad des Masters sei 30%.

- Mit Ausgangskennlinie Abb. 48 gibt er an den Slave 1 ein Signal von ca. 2,2V ab
→ somit Aussteuergrad **Slave 1 = 22%**
- Slave 1 hat selbe Ausgangskennlinie wie Master und gibt somit ein Signal von ca. 1,3V an Slave 2
→ somit Aussteuergrad **Slave 2 = 13%**
- Slave 2 hat selbe Ausgangskennlinie wie Master und gibt somit ein Signal < Einschaltsschwelle (0,6V) an Slave 3
→ somit Aussteuergrad **Slave 3 = 0%** und steht somit still

Zweites Beispiel: **Master = 100%** Aussteuergrad

- Mit Ausgangskennlinie Abb. 48 gibt er an den Slave 1 ein Signal von ca. 10V ab
→ somit Aussteuergrad **Slave 1 = 100%**
- Slave 1 hat selbe Ausgangskennlinie wie Master und gibt somit ein Signal von ca. 10V an Slave 2
→ somit Aussteuergrad **Slave 2 = 100%**
- Slave 2 hat selbe Ausgangskennlinie wie Master und gibt somit ein Signal von ca. 10V an Slave 3
→ somit Aussteuergrad **Slave 3 = 100%**

Der Kaskadenbetrieb sollte nur mit Teilnehmerzahlen von maximal 3-4 Slaves realisiert werden.

Abb. 49 zeigt die Einstellungen, die für die Eingangs- und Ausgangskennlinie bei einem Kaskadenbetrieb nach Abb. 48 in EC-Control vorgenommen werden müssen. Wichtig ist dabei, dass die Eingangskennlinie dabei nicht verändert wird und auf den Standardeinstellungen eingestellt ist. Zusätzlich zur Abb. 49 muss für die Slaves die Betriebsart PWM Steuerung mit Sollwertquelle Analog Ain1 gewählt werden. Die Funktion Sollwert im EEPROM speichern muss dabei für die Slaves deaktiviert werden.

Ausgangskennlinie

- Ausgangskennlinie muss vom Master und von allen Slaves angepasst werden
- Koordinate X1 um 10% verschoben im Vgl. zur Standardkennlinie

Eingangskennlinie

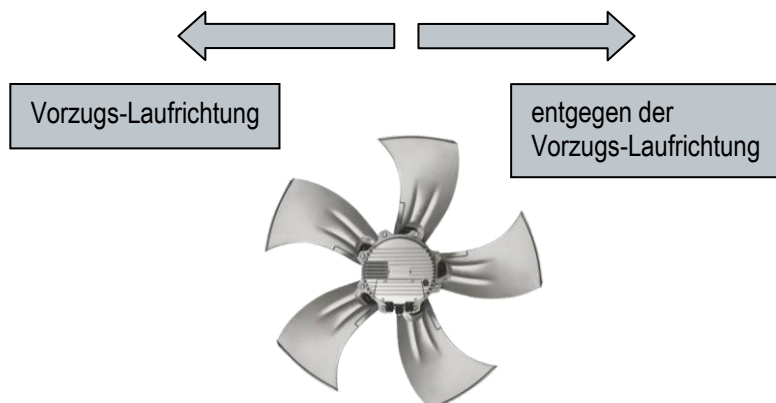
Slave-Ventilatoren

- Nur für Slaves relevant
- Lineare Eingangskennlinie
- Eingangskennlinie muss von allen Slaves auf den Standard gesetzt werden (0V/0% und 10V/100%)

Abb. 49: Ausgangs- und Eingangskennlinie für Kaskadenbetrieb

4.1.3 Reversierbetrieb zum Reinigen und Enteisen der Tauscher

Der Reversierbetrieb erlaubt es die Drehrichtung eines Ventilators zu ändern. Mit Geräten, die mit einer MODBUS Schnittstelle und mit einem Firmware Protokoll Stand ab V3.02 ausgestattet sind, ist es möglich, dass Anwender selbst die Drehrichtung ändern, entweder per Digitaleingang oder Bus.



Vorzugs-Laufrichtung ist
Fabrikvoreinstellung,
im Reversierbetrieb ist Laufrichtung
entgegen- gesetzt der Vorzugs-
Laufrichtung

Aussagen, ob die Drehrichtung im
oder gegen den Uhrzeigersinn
verläuft, sind somit nicht möglich

Abb. 50: Drehrichtung eines Axialventilators

Beispiel: Wechsel zwischen zwei Parametersätzen inklusive Reversierbetrieb

- P1 Betriebsart PWM Steuerung, Drehrichtung nach Fabrikvoreinstellung vorgegeben
- P2 Betriebsart Drehzahlregelung, Drehrichtung gegen die Vorzugs-Laufrichtung

Um diesen Betrieb zu realisieren müssen die folgenden Schritte nacheinander eingestellt werden:

Schritt 1:

Parametersatz 1 einstellen

- Quelle für Parametersatz: Klemme Din2 um Drehrichtung und Parametersatz zeitgleich zu wechseln (durch Brücke von Din2 nach GND)
- Betriebsart: PWM Steuerung
- P- bzw. I-Faktor und Wirkungssinn sind für PWM Steuerung irrelevant

Schritt 2:

Sollwertquelle RS485/Bus wählen

- Parametersatz 1 muss aktiviert sein
- Sollwertquelle: RS485/Bus
- Sollwert im EEPROM speichern aktivieren
- Sollwert [%] eingeben

Abb. 51: Parametersatz 1

Angezeigter Ventilator
Einstellungen des Ventilators
Phys. Adresse
Geräte Typ

MODBUS Plug Fan6
1 @ EPTD94Q
MODBUS ebm-papst Standard

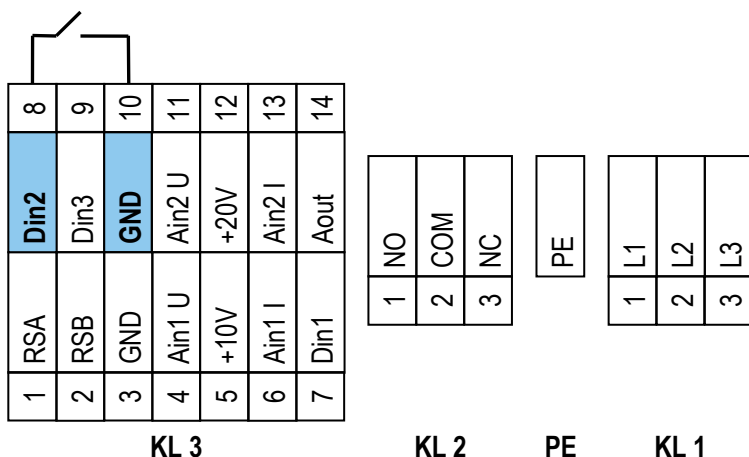
Übersicht
Einstellungen
Parametersatz 1
Parametersatz 2
Sensoreinstellungen
Eingangskennlinie 1
Eingangskennlinie 2
Ausgangskennlinie
Sollwerttrappe
Drehrichtung
Notlauf Funktion
Grenzwerte
Kommunikationsparameter
Motor Einstellungen
Bremsen
Laden/Sichern
Informationen
Istwerte
Gerätedaten
Elektronik
Motor

Aktiver Parametersatz: 1
Quelle für Parametersatz: Klemme Din2
Parametersatz: Parametersatz 1
Betriebsart (P2): Drehzahlregelung
Min PWM (P2) [%]: 5
Max PWM (P2) [%]: 100
Motor Stopp enable (P2): ☒
Wirkungssinn (P2): Heizen/Positiv
P-Faktor (P2) [%]: 50,19
I-Faktor (P2) [%]: 6,25

Setzen Alle setzen Reset

Schritt 3: Parametersatz 2 einstellen

- Quelle für Parametersatz: ist bereits auf Digitaleingang Klemme Din2 gelegt
- Betriebsart: Drehzahlregelung
- P-Faktor: 50%
- I-Faktor: 6,25%
- Wirkungssinn für PWM Steuerung irrelevant



Schritt 4: Parametersatz 2 aktivieren

- Parametersatz 2 aktivieren durch Brücke von GND nach Din2
- Schritt 5 kann nur ausgeführt werden, wenn P2 in Schritt 4 aktiviert wird

Angezeigter Ventilator
Einstellungen des Ventilators
Phys. Adresse
Geräte Typ

MODBUS Plug Fan6
2 @ EPTD94Q
MODBUS ebm-papst Standard

Übersicht
Einstellungen
Parametersatz 1
Parametersatz 2
Sensoreinstellungen
Eingangskennlinie 1
Eingangskennlinie 2
Ausgangskennlinie
Sollwerttrappe
Drehrichtung
Notlauf Funktion
Grenzwerte
Kommunikationsparameter
Motor Einstellungen
Bremsen
Laden/Sichern
Informationen
Istwerte
Gerätedaten
Elektronik
Motor

Sollwert [1/min]: 300
Sollwertquelle: RS485/Bus
Sollwert im EEPROM speichern: ☒
Ist Drehzahl [1/min]: 299
Aktiver Parametersatz: 2
Aktive Betriebsart: Drehzahlregelung
Quelle für Parametersatz: Klemme Din2
Aktiver Wirkungssinn: Heizen/Positiv
Wirkssinn Quelle: RS485/Bus
Status: Ventilator OK

Setzen Alle setzen Reset

Schritt 5: Sollwert eingeben und speichern

- Parametersatz 2 muss vorab aktiviert werden (siehe Schritt 4)
- Sollwertquelle: RS485/Bus
- Sollwert im EEPROM speichern aktivieren
- Sollwert [1/min] eingeben

Abb. 52: Parametersatz 2

Parametersatz 1 und Vorzugs-Laufrichtung:	Din2 offen oder angelegte Spannung 5...50V
Parametersatz 2 und Reversierbetrieb:	Brücke nach GND oder angelegte Spannung < 1V

Um gleichzeitig die Drehrichtung und den Parametersatz zu ändern, muss die Quelle Drehrichtung die gleiche sein wie die Quelle für Parametersatz (entweder Klemme Din2 oder Klemme Din3).

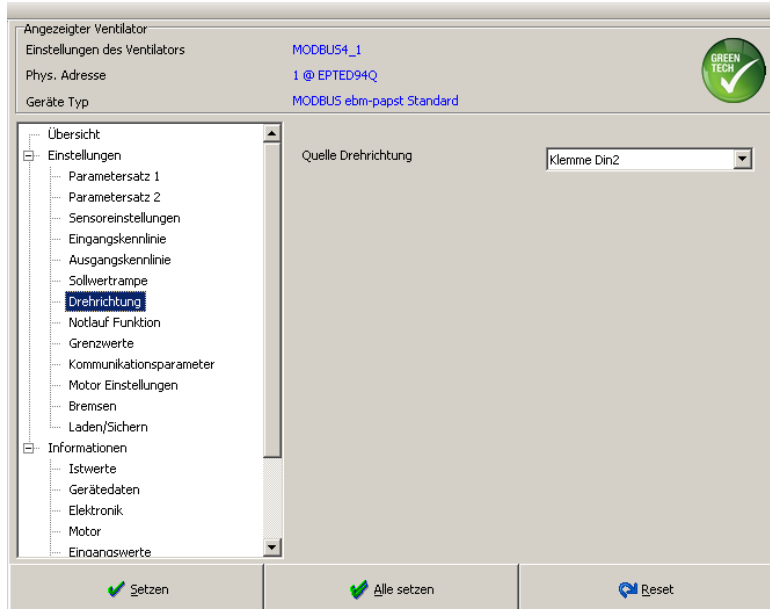


Abb. 53: Reversierbetrieb Quelle Drehrichtung

Schritt 6: Quelle Drehrichtung

- Quelle Drehrichtung Klemme Din2
- Drehrichtungsquelle muss die gleiche Klemme wie Parametersatzquelle sein

Das Wechseln der beiden Parametersätze und zugleich der Drehrichtung erfolgt nun über das Legen einer Brücke von Din2 nach GND.

4.2 Parametrierungshinweise für Volumenstromregelung in Klimageräten

Das Wirkdruckverfahren vergleicht den statischen Druck vor der Einströmdüse mit dem statischen Druck in der Einströmdüse eines EC-Radialventilators. Der Volumenstrom [m³/h] lässt sich aus dem Wirkdruck (Differenzdruck der statischen Drücke in [Pa]) nach folgender Gleichung berechnen:

$$\dot{V} = k \times \sqrt{\Delta p_w} \quad \text{bzw.} \quad \Delta p_w = \frac{\dot{V}^2}{k^2}$$

Im Produktkatalog „Plug Fans mit EC-Motor“ von ebm-papst findet sich nachstehende Tabelle für die k-Werte in Abhängigkeit zur Baugröße des Ventilators. Die Tabelle bezieht sich dabei auf rückwärts gekrümmte Radialventilatoren.

Inlet nozzles with measuring device to determine air flow for backward curved centrifugal fans

Part no.	Part no.	Size	k-value	For dimensions, see
25075-2-4013 ⁽¹⁾ / 25080-2-4013 ⁽²⁾		250	70	page 7
28075-2-4013 ⁽¹⁾ / 28080-2-4013 ⁽²⁾		280	93	page 9
31575-2-4013 ⁽¹⁾ / 31580-2-4013 ⁽²⁾		310	116	page 11
35675-2-4013 ⁽¹⁾ / 35680-2-4013 ⁽²⁾		355	148	page 13 / 15
40075-2-4013 ⁽¹⁾ / 40080-2-4013 ⁽²⁾		400	188	page 17
45075-2-4013 ⁽¹⁾ / 45080-2-4013 ⁽²⁾		450	240	page 19
64025-2-4013 ⁽¹⁾ / 64002-2-4013 ⁽²⁾		500	281	page 21
64030-2-4013 ⁽¹⁾ / 64001-2-4013 ⁽²⁾		560	348	page 23

subject to alterations ⁽¹⁾ with one pressure tap ⁽²⁾ with piezometer ring (4 pressure taps connected by tubing)

Bei konstantem Düsendruck kann also der Volumenstrom dementsprechend konstant geregelt werden. Die Druckentnahme zur Messung von Δp_w erfolgt an einer bzw. vier Stellen am Umfang der Einströmdüse.

Beispiel zur Verdeutlichung:

- Halle mit Grundfläche von 600m², Höhe von 3m
- Luftvolumen des Raumes beträgt also 1800m³.
- Volumen soll alle 30 Minuten durch Ventilatoren komplett ausgetauscht werden
→ Volumenstrom beträgt somit 3600 m³/h
- eingesetztes Produkt: R3G450-AY86-01, k-Wert = 240
→ Wirkdruck beträgt somit $(3600/240)^2 = 225$ Pa

Der Wirkdruck in der Düse muss bei 225 Pa konstant gehalten werden. Der Ventilator liefert konstantes Volumen unabhängig von den Druckverhältnissen in der Anlage. Seine Drehzahl wird automatisch entlang der vertikalen Kennlinie angepasst.

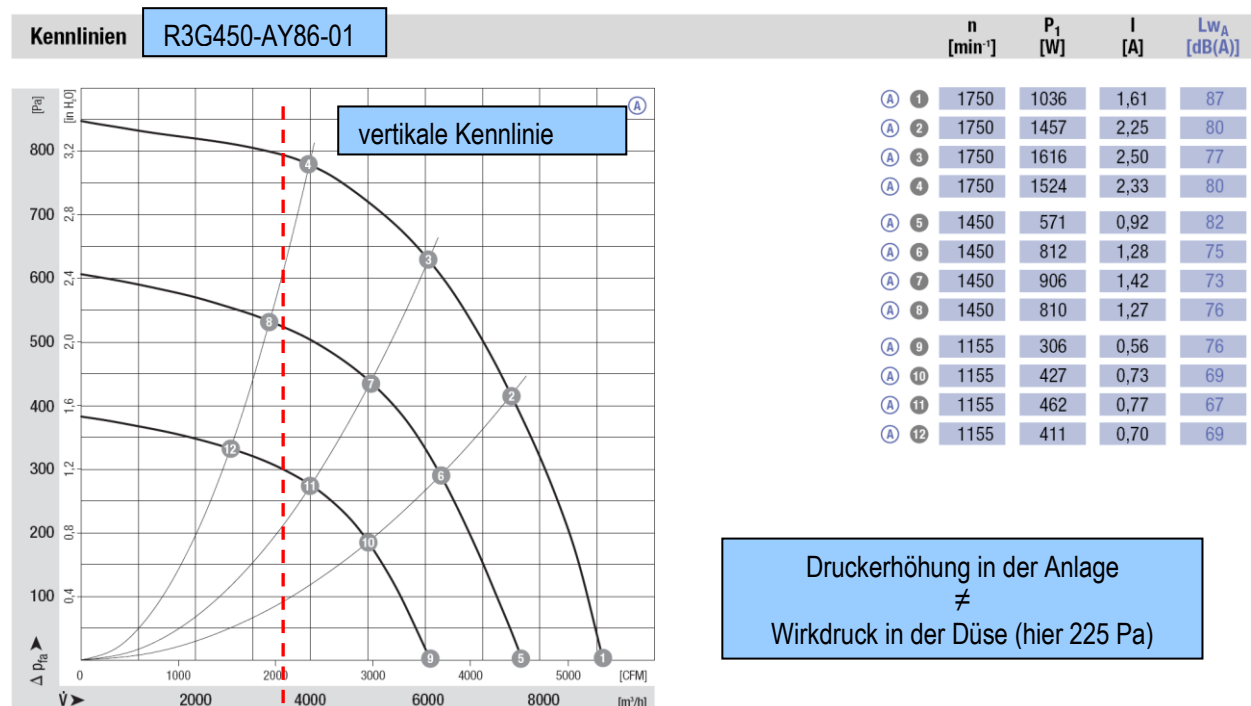


Abb. 54: Kennliniendiagramm R3G450-AY86-01

Aus dem erwarteten Wirkdruck in der Düse folgen nun die Parametrierungshinweise für EC-Control.

Angezeigter Ventilator
Einstellungen des Ventilators
Phys. Adresse
Geräte Typ

MODBUS Plug Fan6
2 @ EPTD94Q
MODBUS ebm-papst Standard

Übersicht
Einstellungen
Parametersatz 1
Parametersatz 2
Sensoreinstellungen
Eingangskennlinie 1
Eingangskennlinie 2
Ausgangskennlinie
Sollwerttrampe
Drehrichtung
Notlauf Funktion
Grenzwerte
Kommunikationsparameter
Motor Einstellungen
Bremsen
Laden/Sichern
Informationen
Istwerte
Gerätedaten
Elektronik
Motor

Aktiver Parametersatz: 1
Quelle für Parametersatz: RS485/Bus
Parametersatz: Parametersatz 1
Betriebsart (P1): Sensorregelung
Min PWM (P1) [%]: 5
Max PWM (P1) [%]: 100
Motor Stopp enable (P1): ☒
Wirkungssinn (P1): Kühlen/Negativ
P-Faktor (P1) [%]: 50,19
I-Faktor (P1) [%]: 6,25

Setzen Alle setzen Reset

Abb. 55: Parametersatz 1

Schritt 1:

Parametersatz 1 einstellen

- Betriebsart: Sensorregelung
- Quelle für Parametersatz: RS485/Bus
- P-Faktor: 50%
- I-Faktor: 6,25%
- Parametersatz 1 aktivieren

Angezeigter Ventilator
Einstellungen des Ventilators
Phys. Adresse
Geräte Typ

MODBUS Plug Fan6
2 @ EPTD94Q
MODBUS ebm-papst Standard

Übersicht
Einstellungen
Parametersatz 1
Parametersatz 2
Sensoreinstellungen
Eingangskennlinie 1
Eingangskennlinie 2
Ausgangskennlinie
Sollwerttrampe
Drehrichtung
Notlauf Funktion
Grenzwerte
Kommunikationsparameter
Motor Einstellungen
Bremsen
Laden/Sichern
Informationen
Istwerte
Gerätedaten
Elektronik
Motor

Min. Sensorwert: 0
Max. Sensorwert: 500
Sensoreinheit: Pa
Quelle Sensor Istwert: Ain2U/Ain2I
Wirkungssinn Quelle: RS485/Bus
Wirkungssinn (P1): Heizen/Positiv
Wirkungssinn (P2): Heizen/Positiv
Regelbereich (P1) [Pa]: 1000
Regelbereich (P2) [Pa]: 50

Setzen Alle setzen Reset

Abb. 56: Sensoreinstellungen Drucksensor

Schritt 2:

Sensoreinstellungen, 0...500 Pa

- Bei 0...500 Pa Sensor
Min. Sensorwert: 0 Pa
Max. Sensorwert: 500 Pa
- Sensoreinheit: Pa
- Quelle Sensor Istwert
dementsprechend auswählen
- Alternativer Sensortyp:
0...1000 Pa
- Wirksinn für beide
Parametersätze auf
Heizen/Positiv einstellen

4.2.1 Digitale Sollwertvorgabe bei Volumenstromregelung z.Bsp. Tag/Nacht Umschaltung

Durch Ändern des Wirkdrucks in der Düse kann gemäß der Gleichung aus Kapitel 4.2 auch der Volumenstrom geändert werden. Für das obige Beispiel mit dem Plug Fan R3G450-AY86-01, einem k-Wert von 240 und einem 0...500 Pa Drucksensor ergibt sich die Kennlinie aus Abb. 57. Für das Verhältnis von Wirkdruck zu Sensorspannung gilt somit:

- ein Wirkdruck von 500 Pa entspricht einer Sensorspannung von 10V.
- ein Wirkdruck von 225 Pa entspricht einer Sensorspannung von 4,5V (siehe Abb. 57 gestrichelt)
- ein Wirkdruck von 0 Pa entspricht einer Sensorspannung von 0 V

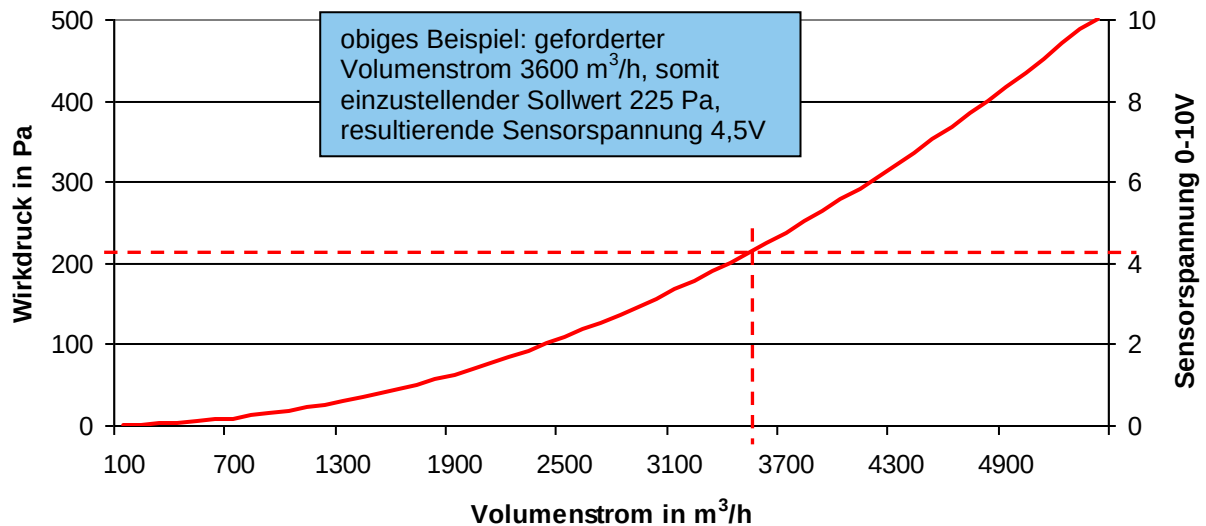


Abb. 57: Druck-, Volumenstromkennlinie

Nachdem alle Einstellungen aus Kapitel 4.2 getroffen sind, kann nun zum Abschluss der Sollwert des Wirkdrucks (225 Pa) unter Übersicht eingegeben werden (siehe Abb. 58). Die digitale Sollwerteingabe erfolgt hierbei über EC-Control. Durch Aufrechterhaltung eines konstanten Drucks von 225 Pa in der Düse wird ein konstantes Volumen garantiert – hier 3600m³/h.

Schritt 3a:

Sollwertvorgabe über RS485/Bus

- hier Sollwert: **225 Pa**
- Tag Schaltung
- Sollwertquelle: RS485/Bus
- Sollwert im EEPROM speichern aktivieren
- Geforderten Wirkdruck unter Sollwert eingeben um volumenkonstant zu regeln
- Sollwert ≈ Istwert

Abb. 58: digitale Sollwertvorgabe Parametersatz 1, Wirkdruck 225 Pa, Sollwert eingeben für Tag Schaltung

Optional kann ein **zweiter Parametersatz** definiert werden, zum Beispiel für eine sogenannte **Tag/Nacht Umschaltung**:

Nach dem die Sensoreinstellungen getroffen wurden, muss wie folgt vorgegangen werden um Sollwerte für P1 und P2 zu hinterlegen (Klick auf Setzen nach jedem Schritt erforderlich):

- Unter Parametersatz 1 Parametersatz 1 aktivieren und Einstellungen treffen (siehe Abb. 55)
- Unter Übersicht die Funktion Sollwert im EEPROM speichern aktivieren (siehe Abb. 58)
- Unter Übersicht Sollwert eingeben (siehe Abb. 58)
- Unter Parametersatz 2 Parametersatz 2 aktivieren und Einstellungen treffen (siehe Abb. 59)
- Unter Übersicht die Funktion Sollwert im EEPROM speichern aktivieren (siehe Abb. 60)
- Unter Übersicht Sollwert eingeben (siehe Abb. 60)

Angezeigter Ventilator
Einstellungen des Ventilators
Phys. Adresse
Geräte Typ

MODBUS Plug Fan6
1 @ EPTED94Q
MODBUS ebm-papst Standard

Übersicht
Einstellungen
Parametersatz 1
Parametersatz 2
Sensoreinstellungen
Eingangskennlinie 1
Eingangskennlinie 2
Ausgangskennlinie
Sollwerttrappe
Drehrichtung
Notlauf Funktion
Grenzwerte
Kommunikationsparameter
Motor Einstellungen
Bremsen
Laden/Sichern
Informationen
Istwerte
Gerätedaten
Elektronik
Motor

Aktiver Parametersatz
Quelle für Parametersatz
Parametersatz
Betriebsart (P2)
Min PWM (P2) [%]
Max PWM (P2) [%]
Motor Stopp enable (P2)
Wirkungssinn (P2)
P-Faktor (P2) [%]
I-Faktor (P2) [%]

2
RS485/Bus
Parametersatz 2
Sensorregelung
5
100
☒
Heizen/Positiv
50,19
6,25

Setzen
Alle setzen
Reset

Abb. 59: Parametersatz 2

Schritt 4:

Parametersatz 2 einstellen

- Betriebsart: Sensorregelung
- P-Faktor: 50%
I-Faktor: 6,25%
- Parametersatz 2 aktivieren

Angezeigter Ventilator
Einstellungen des Ventilators
Phys. Adresse
Geräte Typ

MODBUS Plug Fan6
1 @ EPTED94Q
MODBUS ebm-papst Standard

Übersicht
Einstellungen
Parametersatz 1
Parametersatz 2
Sensoreinstellungen
Eingangskennlinie 1
Eingangskennlinie 2
Ausgangskennlinie
Sollwerttrappe
Drehrichtung
Notlauf Funktion
Grenzwerte
Kommunikationsparameter
Motor Einstellungen
Bremsen
Laden/Sichern
Informationen
Istwerte
Gerätedaten
Elektronik
Motor

Sollwert [PA]
Sollwertquelle
Sollwert im EEPROM speichern
Aktueller Sensor Wert [PA]
Ist Drehzahl [1/min]
Aktiver Parametersatz
Aktive Betriebsart
Quelle für Parametersatz
Aktiver Wirkungssinn
Wirkssinn Quelle
Status

450
RS485/Bus
☒
451,94
642
2
Sensorregelung
RS485/Bus
Heizen/Positiv
RS485/Bus
Ventilator OK

Setzen
Alle setzen
Reset

Abb. 60: digitale Sollwertvorgabe Parametersatz 2, Wirkdruck 450 Pa, Sollwert eingeben für Nacht Schaltung

Schritt 5:

Sollwertvorgabe über RS485/Bus

- hier Sollwert: **450 Pa**
Nacht Schaltung
- Sollwertquelle: RS485/Bus
- Sollwert im EEPROM speichern aktivieren
- Geforderten Wirkdruck unter Sollwert eingeben um volumenkonstant zu regeln
- Sollwert $\approx$ Istwert

4.2.2 Analoge Sollwertvorgabe bei Volumenstromregelung

Optional zur digitalen Sollwertvorgabe aus Kapitel 4.2.1 ist es möglich den Sollwert analog über die Eingänge Ain1 U oder Ain1 I vorzugeben. Abb. 61 zeigt exemplarisch den Anschluss eines Potentiometers zur Sollwertvorgabe der Volumenstromregelung.

Tag- Nacht Umschaltung mit zwei unterschiedlichen Sollwerten ist bei analoger Sollwertquelle nicht möglich. Schritt 4 und 5 des obigen Beispiels fallen für dieses Kapitel somit weg.

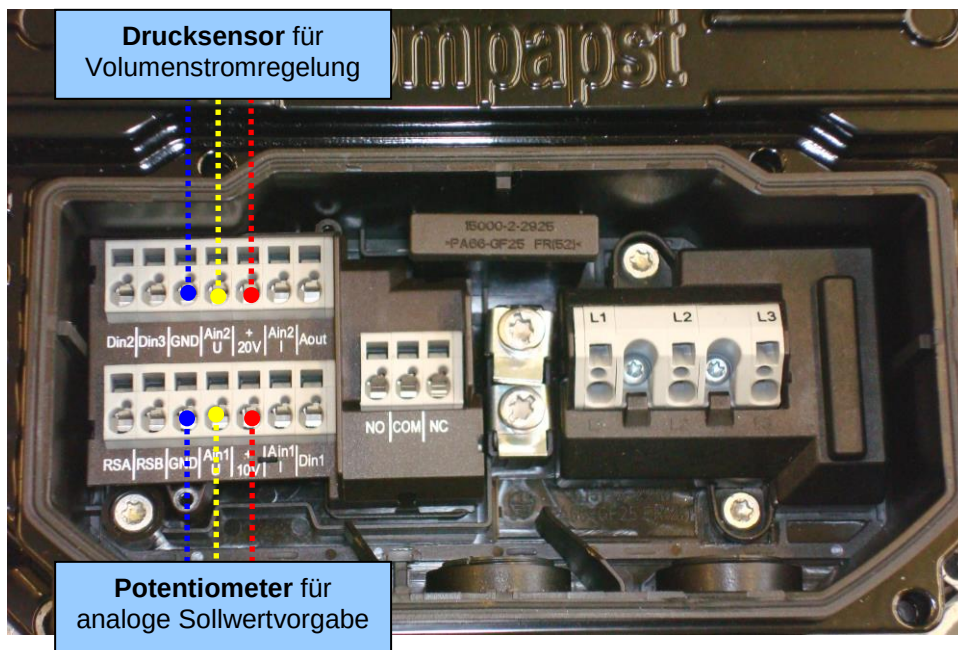


Abb. 61: analoge Sollwertvorgabe über Potentiometer bei Volumenstromregelung

In EC-Control müssen (zusätzlich zu den bereits in Kapitel 4.2 getroffenen Parametrierungen) weitere Einstellungen vorgenommen werden. Die Sollwertquelle muss dabei auf Analog Ain1 geändert werden und die Funktion Sollwert im EEPROM speichern deaktiviert werden.

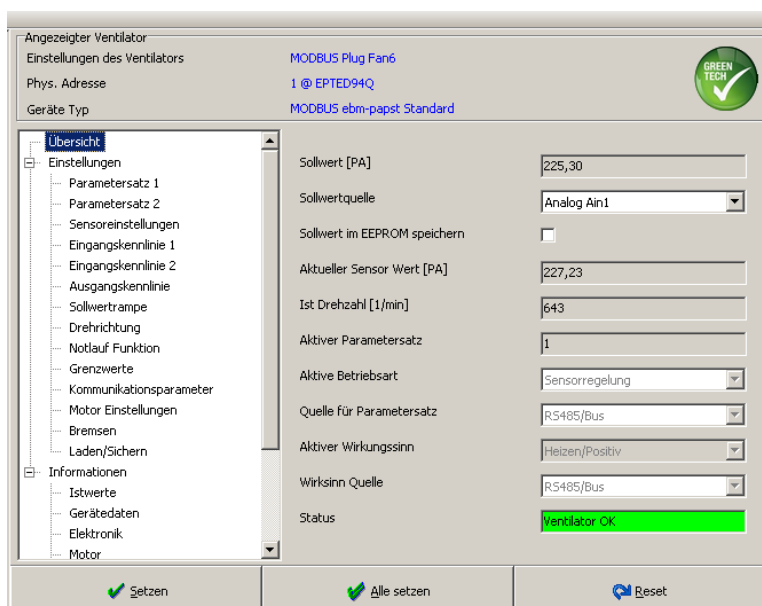


Abb. 62: analoge Sollwertvorgabe, Wirkdruck 225 Pa, Sollwert über Potentiometer einstellen

Schritt 3b: Sollwertvorgabe analog über Ain1

- Sollwertquelle: Analog Ain1
- Sollwert im EEPROM speichern deaktivieren
- Geforderten Wirkdruck mit externer Sollwertquelle einstellen um volumenkonstant zu regeln
- Sollwert $\approx$ Istwert

4.3 Temperaturregelung – beliebige Steuerkennlinie mit Temperatursensor

Temperaturregelte Anlagen finden sich in vielen Anwendungen. Um die Inbetriebnahme einer solchen Regelung den Kunden zu ermöglichen, wird in den folgenden Unterkapiteln das Einstellen einer Steuerkennlinie erläutert.

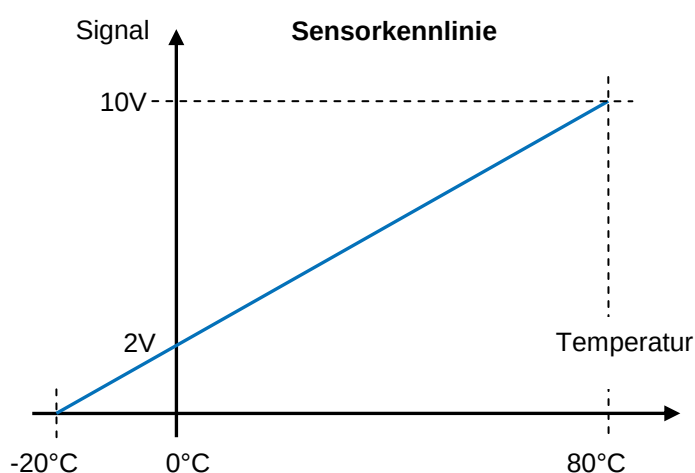
Um den Istwert mit einem Temperatursensor zu erfassen und daraus eine individuelle Steuerkennlinie zu gestalten, sind einige Einstellungen vorzunehmen. Der folgende Sensor wird für das Beispiel verwendet.



- Temperatursensor ebm-papst
Art.-Nr. 50005-1-0174
- Messbereich -20°C bis 80°C
- anzuschließen an:
+20V
Ain2 U
GND

Abb. 63: standardisierter Temperatursensor Art.-Nr. 50005-1-0174

Für den Temperatursensor erhält man die Sensorkennlinie aus Abb. 64.



- 0-10V Signal vom Sensor-
ausgang verläuft linear zum
Messbereich (-20°C bis 80°C)

Abb. 64: Sensorkennlinie für Temperatursensor

Um dem Nutzer die Einstellung des Regelbereichs zu vereinfachen, ist folgende Formel

$$\text{Regelbereich} = \frac{\text{Sensorbereich}}{P \text{ Faktor}} \times 100\%$$

bereits in EC-Control enthalten, wie der Vergleich in Abb. 65 zeigt. Sie ist gültig sobald der I-Faktor 0% beträgt.

Angezeigter Ventilator
Einstellungen des Ventilators
Phys. Adresse
Geräte Typ

MODBUS4_1
1 @ EPTED94Q
MODBUS ebm-papst Standard

Übersicht
Einstellungen
Parametersatz 1
Parametersatz 2
Sensoreinstellungen
Eingangskennlinie 1
Eingangskennlinie 2
Ausgangskennlinie
Sollwerttrampe
Drehrichtung
Notlauf Funktion
Grenzwerte
Kommunikationsparameter
Motor Einstellungen
Bremsen
Laden/Sichern
Informationen
Istwerte
Gerätedaten
Elektronik
Motor

Aktiver Parametersatz: 1
Quelle für Parametersatz: RS485/Bus
Parametersatz: Parametersatz 1
Betriebsart (P1): Sensorregelung
Min PWM (P1) [%]: 5
Max PWM (P1) [%]: 100
Motor Stopp enable (P1): ☒
Wirkungssinn (P1): Kühlen/Negativ
P-Faktor (P1) [%]: 1003,92
I-Faktor (P1) [%]: 0

Setzen Alle setzen Reset

Schritt 1: reine P-Regelung

- Betriebsart: Sensorregelung
- P-Faktor 1000%
- I-Faktor 0%
- bei Temperaturregelung reine P-Regelung
- Wirkungssinn: Kühlen/Negativ

Angezeigter Ventilator
Einstellungen des Ventilators
Phys. Adresse
Geräte Typ

MODBUS4_1
1 @ EPTED94Q
MODBUS ebm-papst Standard

Übersicht
Einstellungen
Parametersatz 1
Parametersatz 2
Sensoreinstellungen
Eingangskennlinie 1
Eingangskennlinie 2
Ausgangskennlinie
Sollwerttrampe
Drehrichtung
Notlauf Funktion
Grenzwerte
Kommunikationsparameter
Motor Einstellungen
Bremsen
Laden/Sichern
Informationen
Istwerte
Gerätedaten
Elektronik
Motor

Min. Sensorwert: -20
Max. Sensorwert: 80
Sensoreinheit: °C
Quelle Sensor Istwert: Ain2U/Ain2I
Wirkungssinn Quelle: RS485/Bus
Wirkungssinn (P1): Kühlen/Negativ
Wirkungssinn (P2): Kühlen/Negativ
Regelbereich (P1) [°C]: 10
Regelbereich (P2) [°C]: 50,19

Setzen Alle setzen

Schritt 2: Temperatursensor Einstellungen

- Sensorbereich: -20°C bis 80°C
- Quelle Sensor Istwert:
Ain2U/Ain2I
- Wirksinnquelle: RS485/Bus
- Regelbereich P1: 10°C

$$\text{Regelbereich} = \frac{80^{\circ}\text{C} - (-20^{\circ}\text{C})}{1000\%} \times 100\% = 10^{\circ}\text{C}$$

Abb. 65: Regelbereich und P-Faktor

Man kann den Regelbereich bzw. den P-Faktor über zwei Auswahlfenster ändern. Da die beiden Werte abhängig voneinander sind, ändert sich beim Eingeben des P-Faktors automatisch der Regelbereich und umgekehrt. Ist der I-Faktor größer 0% ist das Eingabefenster ausgegraut (siehe Abb. 65, Regelbereich Parametersatz 2).

Die Bedeutung des Regelbereichs einer Temperaturregelung ist durch die folgende Beispielseinstellung aus Abb. 66 zu erklären.

Angezeigter Ventilator
Einstellungen des Ventilators
Phys. Adresse
Geräte Typ

MODBUS4_1
1 @ EPTED94Q
MODBUS ebm-papst Standard

Übersicht

- Einstellungen
 - Parametersatz 1
 - Parametersatz 2
 - Sensoreinstellungen
 - Eingangskennlinie 1
 - Eingangskennlinie 2
 - Ausgangskennlinie
 - Sollwerttrappe
 - Drehrichtung
 - Notlauf Funktion
 - Grenzwerte
 - Kommunikationsparameter
 - Motor Einstellungen
 - Bremsen
 - Laden/Sichern
- Informationen
 - Istwerte
 - Gerätedaten
 - Elektronik
 - Motor

Sollwert [°C]: 20
Sollwertquelle: R5485/Bus
Sollwert im EEPROM speichern: ☐
Aktueller Sensor Wert [°C]: 21,99
Ist Drehzahl [1/min]: 574
Aktiver Parametersatz: 1
Aktive Betriebsart: Sensorregelung
Quelle für Parametersatz: R5485/Bus
Aktiver Wirkungssinn: Kühlen/Negativ
Wirkung Quelle: R5485/Bus
Status: Ventilator OK

Setzen Alle setzen Reset

Schritt 3 (zwei Bsp.): Temperatursollwert eingeben

Beispiel 1:

- in [°C]
Sollwert: 20
Istwert: 21,99
Regeldifferenz: 1,99
Regelbereich: 10

- somit Aussteuergrad 20%
und Drehzahl 574 U/min

Regeldifferenz oben:
 $21,99^{\circ}\text{C} - 20,0^{\circ}\text{C} = 1,99^{\circ}\text{C}$

Regeldifferenz unten:
 $25,02^{\circ}\text{C} - 20,0^{\circ}\text{C} = 5,02^{\circ}\text{C}$

Angezeigter Ventilator
Einstellungen des Ventilators
Phys. Adresse
Geräte Typ

MODBUS4_1
1 @ EPTED94Q
MODBUS ebm-papst Standard

Übersicht

- Einstellungen
 - Parametersatz 1
 - Parametersatz 2
 - Sensoreinstellungen
 - Eingangskennlinie 1
 - Eingangskennlinie 2
 - Ausgangskennlinie
 - Sollwerttrappe
 - Drehrichtung
 - Notlauf Funktion
 - Grenzwerte
 - Kommunikationsparameter
 - Motor Einstellungen
 - Bremsen
 - Laden/Sichern
- Informationen
 - Istwerte
 - Gerätedaten
 - Elektronik
 - Motor

Sollwert [°C]: 20
Sollwertquelle: R5485/Bus
Sollwert im EEPROM speichern: ☐
Aktueller Sensor Wert [°C]: 25,02
Ist Drehzahl [1/min]: 1561
Aktiver Parametersatz: 1
Aktive Betriebsart: Sensorregelung
Quelle für Parametersatz: R5485/Bus
Aktiver Wirkungssinn: Kühlen/Negativ
Wirkung Quelle: R5485/Bus
Status: Ventilator OK

Setzen Alle setzen Reset

Beispiel 2:

- in [°C]
Sollwert: 20
Istwert: 25,02
Regeldifferenz: 5,02
Regelbereich: 10

- somit Aussteuergrad 50%
und Drehzahl 1561 U/min

Abb. 66: Temperaturregelung mit Regeldifferenz 2°C und einer Differenz von 5°C

Durch Vergrößern der Regeldifferenz erhöht sich der Aussteuergrad.

Bei dem obigen Beispiel wäre somit die volle Drehzahl des Motors dann erreicht, wenn der Istwert, also die aktuell vom Sensor gemessene Temperatur, 30°C erreichen und der Sollwert weiterhin 20°C betragen würde.

Abhängig vom Regelbereich lassen sich dementsprechende Steuerkennlinien wie in Abb. 67 erzeugen. Der Regelbereich des obigen Beispiels entspricht Steuerkennlinie 2. Die beiden Regeldifferenzen von 2°C und 5°C sind zusätzlich im Schaubild eingezeichnet. Würde man für die obige Regeldifferenz einen größeren Regelbereich, also zum Beispiel die Steuerkennlinie 4 wählen, würde der Motor bei gleichem Temperatur-Istwert mit einer sehr kleinen Drehzahl laufen.

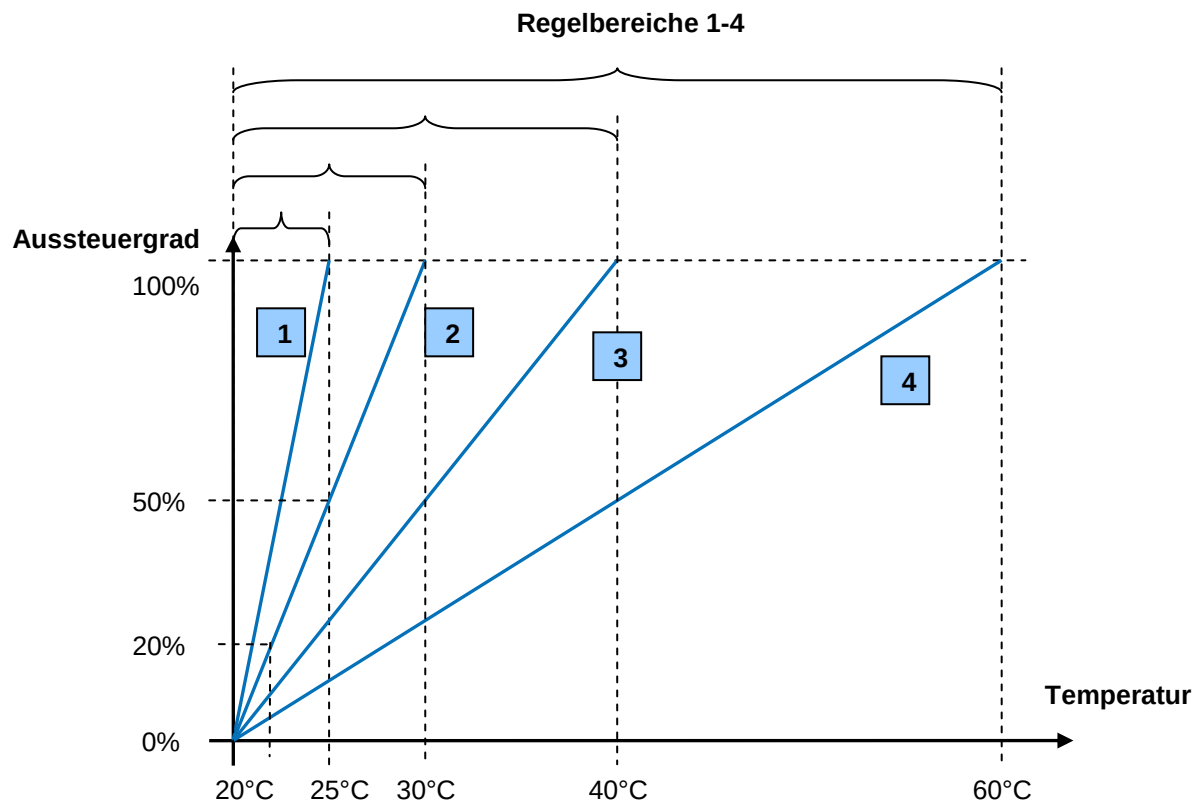


Abb. 67: Vier exemplarische Steuerkennlinien für unterschiedliche Regelbereiche

Stichwortverzeichnis

Adressierung	17	Leistungsbegrenzung	35
Ain1	24	Leitungsabschlusswiderstände	18
Ain1 I	7, 30	Master-Slave	38, 42, 43
Ain1 U	7, 30	Max PWM	16
Ain2 I	7, 28, 41	Min PWM	16
Ain2 U	7, 28	MODBUS	6, 17
analoge Sollwertvorgabe	52	Motor Stopp enable	22
Aout	7, 34	Motoreinstellungen	27
Ausgangskennlinie	34	Notlaufunktion	24
Betriebsart	13	open loop	8
Brücke	7, 23, 48	Parametersatz	23
closed loop	8	P-Faktor	10, 55
Common Leitung	18	Pulse pro Umdrehung	35
control range	10	PWM Steuerung	13
D0	7, 18	Regelbereich	55, 57
D1	7, 18	Regeldifferenz e	8
Digitale Sollwertvorgabe	50	Reversierbetrieb	45
Din1	7, 22	RSA	7
Din2	7, 23, 48	RSB	7
Din3	7, 23, 48	Sensor	28, 29, 41, 53
Drehzahlregelung	13	sensor range	10
Eingangskennlinie	31	Sensorregelung	13
Fehlermelderelais	27, 37	Seriennummer	21
Grenzwerte	15	Sollwert	24, 30, 56
Heizen/Positiv	14	Sollwert im EEPROM speichern	24, 51, 53
I-Faktor	12, 54	Sollwertvorgabe	30, 50, 52
Inverse Kennlinie	33	Start PWM	16
Istwertvorgabe	28, 29	Steuerkennlinie	53, 56
Kälteanlage	38	Tag/Nacht Umschaltung	51
Kaskadenbetrieb	43	Temperaturregelung	53
Klemmleiste	6, 28	Twisted Pair	18
Klimageräte	48	Volumenstromregelung	48
Kühlen/Negativ	13	Winterfunktionen	26
k-Wert	48	Wirkdruck	48
Laufüberwachung	37	Wirkungssinn	13

ebm-papst
Mulfingen GmbH & Co. KG

Bachmühle 2
74673 Mulfingen
Germany
Phone +49 7938 81-0
Fax +49 7938 81-110
info1@de.ebmpapst.com

ebmpapst
Die Wahl der Ingenieure