WEST

# Technische Dokumentation

## MDR-339-P-IO

Zweikanaliges Druckregelmodul mit integrierten Leistungsverstärkern,
Inbetriebnahmeassistent und IO-Link Schnittstelle

Electronics
Hydraulics meets
meets Hydraulics
Electronics

## INHALT


1 Allgemeine Informationen ... 4
1.1 Produktbezeichnung ... 4
1.2 Lieferumfang ... 4
1.3 Zubehör ... 4
1.4 Verwendete Symbole ... 5
1.5 Impressum ... 5
1.6 Sicherheitshinweise ... 6
2 Eigenschaften ... 7
2.1 Gerätebeschreibung ... 8
2.2 Anwendung und Einsatz ... 9
2.2.1 Einbauvorschrift ... 9
2.2.2 Typische Systemstruktur ... 10
2.3 Funktionsweise ... 10
3 Inbetriebnahme ... 11
3.1 Hydraulische Funktion ... 11
3.2 Voreinstellungen ... 11
3.3 Vorgehensweise bei der Inbetriebnahme ... 12
3.4 Fernsteuerung ... 13
3.5 Inbetriebnahmeassistent ... 14
3.5.1 Funktionsweise ... 14
3.5.2 Bedienung ... 14
3.5.3 Parameter ... 15
3.5.4 SR (Statusbericht) ... 16
3.5.5 Möglichkeiten der Nachoptimierung durch den Anwender ... 18
4 Technische Beschreibung ... 19
4.1 Eingangs- und Ausgangssignale ... 19
4.2 LED Definitionen ... 19
4.3 Blockschaltbild ... 20
4.4 Typische Verdrahtung ... 20
4.5 Technische Daten ... 21
5 Parameter ... 22
5.1 Parameterübersicht ... 22
5.2 Basisparameter ... 24
5.2.1 MODE (Umfang der Parameteransicht) ... 24
5.3 Systemparameter ... 24
5.3.1 LG (Sprachumschaltung) ... 24
5.3.2 SENS (Fehlerüberwachung) ... 24
5.3.3 EOUT (Ausgangssignal bei Nichtbereitschaft) ... 25
5.3.4 SYS_RANGE (Systemdruck) ... 25
5.3.5 CDWIN (Überwachungsbereich der Regelabweichung) ... 25
5.3.6 ACA:LOOP (Angewählter Regelkreis) ... 25
5.4 Eingangssignalanpassung ... 26
5.4.1 SIGNAL (Typ der Eingangssignale) ... 26
5.4.2 N_RANGE:X (Nenndruck des Sensors) ... 26
5.4.3 OFFSET:X (Sensor Offset) ... 26
5.4.4 Verwendung der Kommandos SYS_RANGE, N_RANGE:X und OFFSET:X ... 26
5.5 Reglereinstellwerte ... 27
5.5.1 RA (Zeit der Sollwertrampe) ... 27
5.5.2 PID Regler ... 27
5.5.3 PLDYN (Untere Grenze für die Dynamikmessung) ... 28

5.6 Ventilanpassung ..... 29
5.6.1 CCMODE (Kennlinienlinearisierung) ..... 29
5.6.2 CCSET (Betriebskennlinie) ..... 29
5.6.3 MIN (Überdeckungskompensation) ..... 30
5.6.4 MAX (Ausgangsskalierung) ..... 30
5.6.5 TRIGGER (Ansprechschwelle der Überdeckungskompensation) ..... 30
5.6.6 SIGNAL:U (Ausgangspolarität) ..... 31
5.7 Endstufenparameter ..... 31
5.7.1 CURRENT (Magnet-Nennstrom) ..... 31
5.7.2 DFREQ (Ditherfrequenz) ..... 31
5.7.3 DAMPL (Ditheramplitude) ..... 31
5.7.4 PWM (PWM Frequenz) ..... 32
5.7.5 ACC (Automatische Magnetstromregler Einstellung) ..... 32
5.7.6 PPWM (P Verstärkung Magnetstromregler) ..... 32
5.7.7 IPWM (I Verstärkung Magnetstromregler) ..... 32
5.8 Sonderkommandos ..... 33
5.8.1 AINMODE (Modus der Eingangsskalierung) ..... 33
5.8.2 DIAG (Abfrage der letzten Abschaltursachen) ..... 33
5.8.3 AIN (Skalierung der analogen Eingänge) ..... 33
5.8.4 CCMVIS (Sichtbarkeit der gemessenen Kennline) ..... 34
5.8.5 CCM (Gemessene Kennlinie) ..... 34
5.9 Prozessdaten (Monitor) ..... 35
6 IO-Link Schnittstelle ..... 36
6.1 Sollwerte vom Master zum Slave ..... 36
6.2 Prozessdaten vom Slave zum Master ..... 37
6.3 Parametrierung über IO-Link ..... 38
7 Anhang ..... 39
7.1 Überwachte Fehlerquellen ..... 39
7.2 Fehlersuche ..... 40
8 Notizen ..... 42

# 1 Allgemeine Informationen

## 1.1 Produktbezeichnung

**MDR-339-P-IO** Zweikanaliges Druckregelmodul mit integrierten Leistungsverstärkern, Inbetriebnahmeassistent und I/O-Link Schnittstelle

**Alternative Produkte**

**MDR-337-P** - Druckregelmodul mit integrierter Leistungsendstufe bis 2,6 A, mit analoger Sollwert-schnittstelle und Inbetriebnahmeassistent

**MDR-133-P** - Druckregelmodul mit integrierter Leistungsendstufe und höherer Signalauflösung (für Prüfstände und Anwendungen mit einer Signalauflösung < 0,01 %).

## 1.2 Lieferumfang

Zum Lieferumfang gehört das Modul inkl. der zum Gehäuse gehörenden Klemmblöcke.
Schnittstellenkabel und weitere ggf. benötigte Teile sind separat zu bestellen.
Diese Dokumentation steht als PDF Datei auch im Internet unter www.w-e-st.de zur Verfügung.

## 1.3 Zubehör

**WPC-300** - Bedienprogramm (auf unserer Homepage unter Produkte/Software)

Als Programmierkabel kann jedes Standard-Kabel mit USB-A und USB-B Stecker verwendet werden.

## 1.4 Verwendete Symbole

Allgemeiner Hinweis

Sicherheitsrelevanter Hinweis

## 1.5 Impressum

**W.E.St.** Elektronik GmbH

Gewerbering 31
41372 Niederkrüchten

Tel.: +49 (0)2163 577355-0
Fax.: +49 (0)2163 577355 -11

Homepage: www.w-e-st.de
EMAIL: contact@w-e-st.de

Datum: 03.01.2025

Die hier beschriebenen Daten und Eigenschaften dienen nur der Produktbeschreibung. Der Anwender ist angehalten, diese Daten zu beurteilen und auf die Eignung für den Einsatzfall zu prüfen. Eine allgemeine Eignung kann aus diesem Dokument nicht abgeleitet werden. Technische Änderungen durch Weiterentwicklung des in dieser Anleitung beschriebenen Produktes behalten wir uns vor. Die technischen Angaben und Abmessungen sind unverbindlich. Es können daraus keinerlei Ansprüche abgeleitet werden.
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt.

## 1.6 Sicherheitshinweise

Bitte lesen Sie diese Dokumentation und Sicherheitshinweise sorgfältig. Dieses Dokument hilft Ihnen, den Einsatzbereich des Produktes zu definieren und die Inbetriebnahme durchzuführen. Zusätzliche Unterlagen (WPC-300 für die Inbetriebnahme Software) und Kenntnisse über die Anwendung sollten berücksichtigt werden bzw. vorhanden sein.
Allgemeine Regeln und Gesetze (je nach Land: z. B. Unfallverhütung und Umweltschutz) sind zu berücksichtigen.

Diese Module sind für hydraulische Anwendungen im offenen oder geschlossenen Regelkreis konzipiert. Durch Gerätefehler (in dem Modul oder an den hydraulischen Komponenten), Anwendungsfehler und elektrische Störungen kann es zu unkontrollierten Bewegungen kommen. Arbeiten am Antrieb bzw. an der Elektronik dürfen nur im ausgeschalteten und drucklosen Zustand durchgeführt werden.

Dieses Handbuch beschreibt ausschließlich die Funktionen und die elektrischen Anschlüsse dieser elektronischen Baugruppe. Zur Inbetriebnahme sind alle technischen Dokumente, die das System betreffen, zu berücksichtigen.

Anschluss und Inbetriebnahme dürfen nur durch ausgebildete Fachkräfte erfolgen. Die Betriebsanleitung ist sorgfältig durchzulesen. Die Einbauvorschrift und die Hinweise zur Inbetriebnahme sind zu beachten. Bei Nichtbeachtung der Anleitung, bei fehlerhafter Montage und/oder unsachgemäßer Handhabung erlöschen die Garantie- und Haftungsansprüche.

**ACHTUNG!**
Alle elektronischen Module werden in hoher Qualität gefertigt. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass es durch den Ausfall von Bauteilen zu Fehlfunktionen kommen kann. Das Gleiche gilt, trotz umfangreicher Tests, auch für die Software. Werden diese Geräte in sicherheitsrelevanten Anwendungen eingesetzt, so ist durch geeignete Maßnahmen außerhalb des Gerätes für die notwendige Sicherheit zu sorgen. Das Gleiche gilt für Störungen, die die Sicherheit beeinträchtigen. Für eventuell entstehende Schäden kann nicht gehaftet werden.

**Weitere Hinweise**

- Der Betrieb des Moduls ist nur bei Einhaltung der nationalen EMV Vorschriften erlaubt. Die Einhaltung der Vorschriften liegt in der Verantwortung des Anwenders.
- Das Gerät ist nur für den Einsatz im gewerblichen Bereich vorgesehen.
- Bei Nichtgebrauch ist das Modul vor Witterungseinflüssen, Verschmutzungen und mechanischen Beschädigungen zu schützen.
- Das Modul darf nicht in explosionsgefährdeter Umgebung eingesetzt werden.
- Die Lüftungsschlitze dürfen für eine ausreichende Kühlung nicht verdeckt werden.
- Die Entsorgung hat nach den nationalen gesetzlichen Bestimmungen zu erfolgen.

## 2 Eigenschaften

Diese Baugruppe ist zur Druckregelung in hydraulischen Systemen vorgesehen, kann aber auch für vielfältige andere Anwendungen verwendet werden, bei denen die Kombination aus einem PID-Regler, Vorsteuerung und unidirektionaler Endstufe benötigt wird.

Das Gerät umfasst zwei vollkommen unabhängige Kanäle.

Integriert sind zwei Leistungsendstufen für Proportional-Druckventile. Verschiedene Einstellparameter ermöglichen eine optimale Anpassung an das jeweilige Ventil. Der Regelkreis arbeitet mit einer Regelzykluszeit von 1 ms und die integrierte Leistungsendstufe mit einer Zykluszeit von 0,125 ms für die Magnetstromregelung.

Die Sollwerte werden über IO-Link vorgegeben, über diese Anbindung sind die Istwerte wie auch Status- und Diagnoseinformationen abrufbar.

Die Regelgrößen werden über 0...10 V Signale (oder 4… 20 mA mit Kabelbruchüberwachung) eingelesen. Der Ausgangsstrom ist geregelt und somit von der Versorgungsspannung und dem Magnetwiderstand unabhängig. Die Ausgangsstufe wird auf Kabelbruch und Überstrom (Kurzschluss) überwacht und schaltet im Fehlerfall ab. Die Bedienung ist einfach und problemorientiert aufgebaut, wodurch eine sehr kurze Einarbeitungszeit sichergestellt wird.

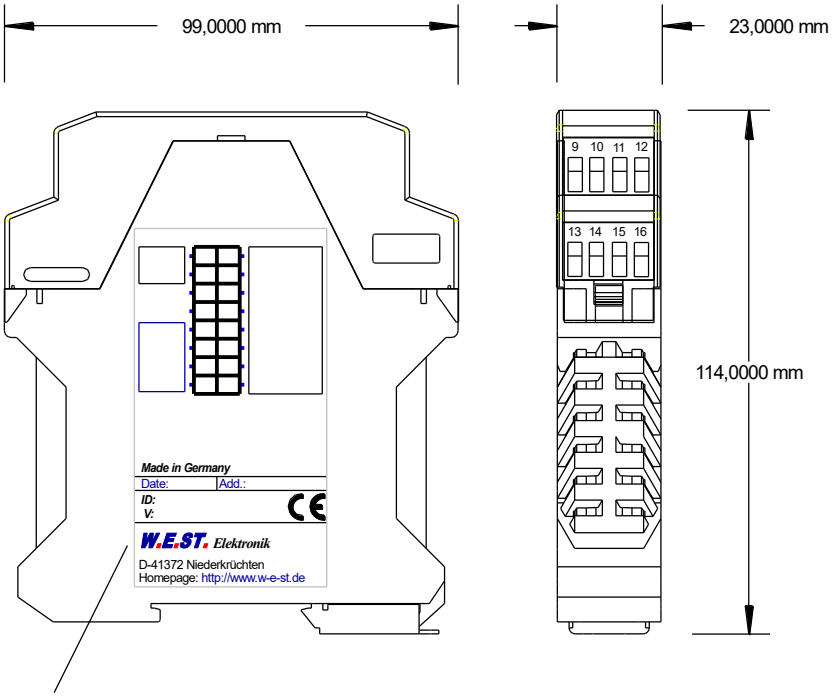
**Typische Anwendungen**: Druckregelung mit Druckventilen oder Servopumpen sowie Drehzahlregelung mit analogen Drehzahlgebern (Tacho).

Das Gerät ist für die Ansteuerung über IO-Link vorgesehen und verfügt über einen Port kompatibel zur Klasse A.

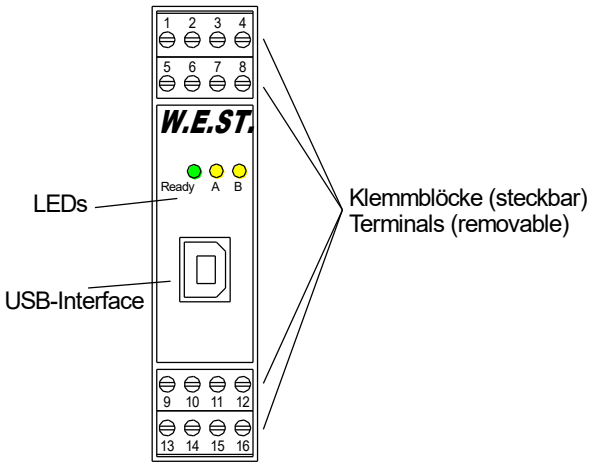
# Merkmale

- **Ansteuerung von Druckminder- und Druckregelventilen**
- **IO-Link Port Klasse A, mit interner galvanischer Trennung der Zusatzversorgungsspannung für die Endstufe und Regelfunktion**
- **erfüllt Spezifikation V1.1, Datenrate COM3 = 230,4 kBaud**
- **Kompakter Aufbau**
- **Digitale reproduzierbare Einstellung**
- **Universelle PID Regler**
- **Inbetriebnahmeassistent zur Ermittlung einer optimalen Vorsteuerkennlinie und zur dynamischen Reglereinstellung**
- **Freie Parametrierung von Rampen, MIN und MAX, Dither (Frequenz, Amplitude) und PWM Frequenz)**
- **Strombereiche (per Software parametrierbar) bis 2,6 A**
- **Anwendungsorientierte Parametrierung**
- **Fehler Diagnostik und erweiterte Funktionsüberprüfung**
- **Einstellung über USB mit WPC-300 Software oder über IO-Link**

## 2.1 Gerätebeschreibung




Typenschild und Anschlussbelegung
Type plate and terminal pin assignment



## 2.2 Anwendung und Einsatz

### 2.2.1 Einbauvorschrift

- Dieses Modul ist für den Einbau in einem geschirmten EMV-Gehäuse (Schaltschrank) vorgesehen. Alle nach außen führenden Leitungen sind abzuschirmen, wobei eine lückenlose Schirmung vorausgesetzt wird. Beim Einsatz unserer Steuer- und Regelmodule wird weiterhin vorausgesetzt, dass keine starken elektromagnetischen Störquellen in der Nähe des Moduls installiert werden.

- **Typischer Einbauplatz:** 24 V Steuersignalbereich (nähe SPS)
  Durch die Anordnung der Geräte im Schaltschrank ist eine Trennung zwischen dem Leistungsteil und dem Signalteil sicherzustellen.
  Die Erfahrung zeigt, dass der Einbauraum nahe der SPS (24 V-Bereich) am besten geeignet ist. Alle digitalen und analogen Ein- und Ausgänge sind im Gerät mit Filter und Überspannungsschutz versehen.

- Das Modul ist entsprechend den Unterlagen und unter EMV-Gesichtspunkten zu montieren und zu verkabeln. Werden andere Verbraucher am selben Netzteil betrieben, so ist eine sternförmige Masseführung zu empfehlen. Folgende Punkte sind bei der Verdrahtung zu beachten:
  - Die Signalleitungen sind getrennt von leistungsführenden Leitungen zu verlegen.
  - Analoge Signalleitungen **müssen** abgeschirmt werden.
  - Alle anderen Leitungen sind im Fall starker Störquellen (Frequenzumrichter, Leistungsschütze) und Kabellängen > 3 m abzuschirmen. Bei hochfrequenter Einstrahlung können auch preiswerte Klappferrite verwendet werden.
  - Die Abschirmung ist mit PE (PE Klemme) möglichst nahe dem Modul zu verbinden. Die lokalen Anforderungen an die Abschirmung sind in jedem Fall zu berücksichtigen. Die Abschirmung ist an beiden Seiten mit PE zu verbinden. Bei Potentialunterschieden ist ein Potentialausgleich vorzusehen.
  - Bei größeren Leitungslängen (>10 m) sind die jeweiligen Querschnitte und Abschirmungsmaßnahmen durch Fachpersonal zu bewerten (z.B. auf mögliche Störungen und Störquellen sowie bezüglich des Spannungsabfalls). Bei Leitungslängen über 40 m ist besondere Vorsicht geboten und ggf. Rücksprache mit dem Hersteller zu halten.

- Eine niederohmige Verbindung zwischen PE und der Tragschiene ist vorzusehen. Transiente Störspannungen werden von dem Modul direkt zur Tragschiene und somit zur lokalen Erdung geleitet.

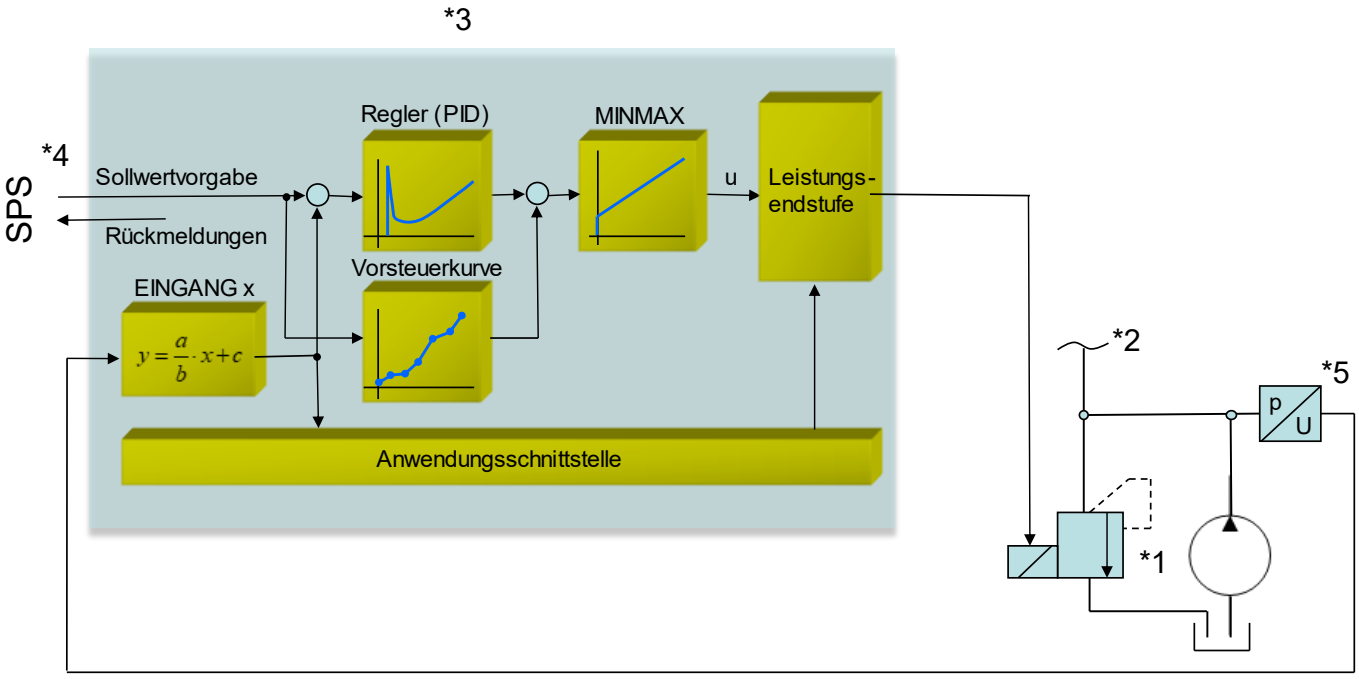
- Die Spannungsversorgung sollte als geregeltes (typisch: PELV System nach IEC 60364-4-41 / VDE 0100-410, sichere Kleinspannung) ausgeführt werden. Der niedrige Innenwiderstand geregelter Netzteile ermöglicht eine bessere Störspannungsableitung, wodurch sich die Signalqualität, insbesondere von hochauflösenden Sensoren, verbessert. Geschaltete Induktivitäten (Relais und Ventilspulen) an der gleichen Spannungsversorgung sind immer mit einem entsprechenden Überspannungsschutz direkt an der Spule zu beschalten.

### 2.2.2 Typische Systemstruktur

Das Gerät verfügt über zwei unabhängige Kanäle. Gemeinsam ist die IO-Link Schnittstelle. Die folgende Erläuterung bezieht sich auf jeden der beiden Kanäle. Es ist auch möglich, lediglich einen der beiden Kanäle zu verwenden.

Das minimale System besteht aus folgenden Komponenten:

(*1) Druckbegrenzungsventil (alternativ druckgeregelte Pumpe oder Druckminderventil)
(*2) Druckleitung zu den Verbrauchern
(*3) Ein Kanal des MDR-339-P-IO Druckregelmoduls mit integriertem Leistungsverstärker
(*4) IO-Link Schnittstelle zur SPS
(*5) Drucksensor (Spannungs- oder Stromsignal)




## *2.3 Funktionsweise*

Mit diesem Druckregelmodul lässt sich in den verschiedensten Anwendungen der Druck regeln. Das Ausgangssignal (bis zu 2,6 A) steuert dabei beliebige Druckventile an. Es ist keine On-Board-Elektronik notwendig.

Infolge der hohen Stabilität dieses Druckreglers ist der Einsatz besonders dort zu empfehlen, wo mit gesteuerten Anwendungen eine nicht ausreichende Reproduzierbarkeit gegeben ist.

Druckregelungen an Konstantpumpen, fernverstellbare Regelpumpen und die Kraft- / Drehmomentregelung an Zylindern und Motoren sind die typischen Einsatzfälle.

Die Regelung erfolgt über einen speziell für diese Anwendungen optimierten PID Regler.

**ENABLE:** Dieses digitale Eingangssignal initialisiert die Anwendung und die Fehlermeldungen werden gelöscht. Die Endstufe und das **READY** Signal werden aktiviert. Das Gerät kann über den Sollwert gesteuert betrieben werden (reiner Leistungsverstärker). Mit dem **START** Signal wir der Regler aktiviert. Der Istwert wird ausgewertet und das Ausgangssignal anhand der Regelabweichung und Parametrierung generiert.

# 3 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme eines elektronischen Druckregelsystems mit geschlossenem Regelkreis ist relativ einfach, da bereits eine Regelung des inneren Druckregelkreises durch das Druckregelventil oder Druckbegrenzungsventil erfolgt.

Meist ist es dennoch von Vorteil, die Linearität des Ventils durch eine vorgeschaltete Anpassung des Ansteuersignals über einen Kennliniengeber zu verbessern.

Defizite des hydraulisch-mechanischen Druckregelkreises im Ventil oder in der Pumpe werden mit dem überlagerten elektronischen Regler des Moduls ausgeglichen, dessen Einstellung aber relativ unkritisch ist.

## *3.1 Hydraulische Funktion*

Drei verschiedene hydraulische Strukturen können mit dem Modul geregelt werden.

1. Druckregelung mit Druckbegrenzungsventilen
2. Druckregelung einer Verstellpumpe über Druckbegrenzungsventile
3. Druckregelung mit einem Druckregel- bzw. Druckminderventil

In allen Fällen kann die gleiche Regelstruktur verwendet werden. Nur die Druckregelung mit der Pumpe kann (in kritischen Fällen) zu einem leicht instabilen Verhalten führen. Die interne Dämpfung (Pumpendesign) und die Hysterese des Ventils erfordern eine genaue PWM / Dither Einstellung[1].

## *3.2 Voreinstellungen*

Zu den vorbereitenden Arbeiten gehören insbesondere die Zusammenstellung der elektrischen Daten der Sensorsignale und des Proportionalventils. Die wichtigsten Punkte sind in der folgenden Checkliste zusammengefasst.

| **Punkt** | **Info** |
|---|---|
| **Ventildaten**<br>**„n“** steht hier für Kanal 1 bzw. Kanal 2 | Nenn-Magnetstrom (**CURRENT_1/_2**), die **DITHER_1/_2 / PWM_1/2** Einstellung und - falls verfügbar - die prozentuale Überdeckung (Totzone).<br>**MAX_1/_2** Parameter zur Anpassung des Ventildrucks an den Systemdruck. |
| **Sensordaten** | Nenndruckbereich des Sensors (**N_RANGE_1/_2**) und den Typ des Signals (**SIGNAL_1/_2:X** Strom oder Spannung) |
| **Systemdaten** | Arbeitsdruckbereich (**SYS_RANGE_1/_2**), und damit die obere Begrenzung für den Sollwert. |

[1] Der Grund für Instabilitäten ist oft eine unzureichende Kompensation der Hysterese. Die korrekte Einstellung der PWM-Frequenz oder der Dither-Amplitude und -Frequenz sollte zuerst überprüft werden.

## 3.3 Vorgehensweise bei der Inbetriebnahme

| Schritt | Tätigkeit |
|---|---|
| Installation | Installieren Sie das Gerät entsprechend dem Blockschaltbild. Achten Sie dabei auf die korrekte Verdrahtung und eine gute Abschirmung der Signale. Das Gerät muss in einem geschützten Gehäuse (Schaltschrank oder Ähnliches) installiert werden. |
| Erstes Einschalten | Sorgen Sie dafür, dass es am Antrieb zu keinen ungewollten Bewegungen kommen kann (z. B. Abschalten der Hydraulik). Schließen Sie ein Strommessgerät an und überprüfen Sie die Stromaufnahme des Gerätes. Ist sie höher als angegeben, so liegen Verdrahtungsfehler vor. Schalten Sie das Gerät unmittelbar ab und überprüfen Sie die Verdrahtung. |
| Aufbau der Kommunikation | Ist die Stromaufnahme korrekt, so sollte der PC (das Notebook) über die serielle Schnittstelle angeschlossen werden. Den Aufbau der Kommunikation entnehmen Sie den Unterlagen des WPC-300 Programms.<br>Die weitere Inbetriebnahme und Diagnose werden durch diese Bediensoftware unterstützt. |
| Vorparametrierung | Parametrieren Sie jetzt (anhand der Systemauslegung und der Schaltpläne) folgende Parameter:<br>Den SYSTEMDRUCK und die analogen EINGÄNGE. Dies erfolgt anhand der Systemspezifikation und der Daten des Sensors.<br>Den AUSGANGSSTROM und die ventiltypischen Parameter wie DITHER oder alternativ die PWM – Frequenz (je nach Angabe).<br>Diese Vorparametrierung ist notwendig, um das Risiko einer unkontrollierten Bewegung zu minimieren.<br>Die Parameter MIN, MAX und TRIGGER müssen nicht unbedingt verwendet werden und können auf den Vorgabewerten belassen werden. Wenn das Ventil über eine größere Überdeckung verfügt oder der Maximalstrom auf einen Wert < CURRENT verringert werden soll, kann man dies optional schon im Voraus über diese Parameter einstellen. Wenn das nicht geschieht, wird der Algorithmus die Linearisierungskurve so bestimmen, dass der Effekt vergleichbar mit dieser manuellen Eingabe ist.<br>Der Parameter „SYS_RANGE“ dient zur Skalierung des analogen Sollwertes und gleichzeitig zur Begrenzung der maximalen Druckvorgabe während der Laufzeit des Inbetriebnahmeassistenten. Stellen Sie hier einen Wert unterhalb des Öffnungsdrucks der festen Überdruckabsicherung ein. |
| Hydraulik einschalten | Jetzt kann die Hydraulik eingeschaltet werden. Das Modul generiert noch kein Signal. |
| ENABLE aktivieren (Hardwaresignal) | **ACHTUNG!** Die Ausgangsstufen werden aktiviert, wenn ENABLE über das Hardwaresignal und zusätzlich über IO - Link aktiviert ist. Dabei verhält sich das System wie ein normaler Leistungsverstärker. Proportional zum Eingangssignal sollte sich der Magnetstrom und somit der Druck ändern. |
| Inbetriebnahmeassistent starten und ablaufen lassen. | Dies kann für jeden Regelkreis in einer oder zwei Stufen geschehen, siehe nächstes Kapitel.<br>**ACHTUNG!** Das Modul durchfährt ein Messprogramm, bei dem sich der Systemdruck selbsttätig ändert. Nähere Informationen hierzu im folgenden Abschnitt.<br>Alternativ ist auch eine manuelle Einstellung der Regelparameter möglich. |

## 3.4 Fernsteuerung

Für eine von der SPS (Maschinensteuerung) bzw. IO-Link unabhängige Inbetriebnahme ist ein Fernbedienmodus implementiert worden. In diesem Modus (freigegeben durch „Enable Remote Control (1)) können Schalt- und Sollwertsignale mittels der WPC-Inbetriebnahme-Software simuliert werden.

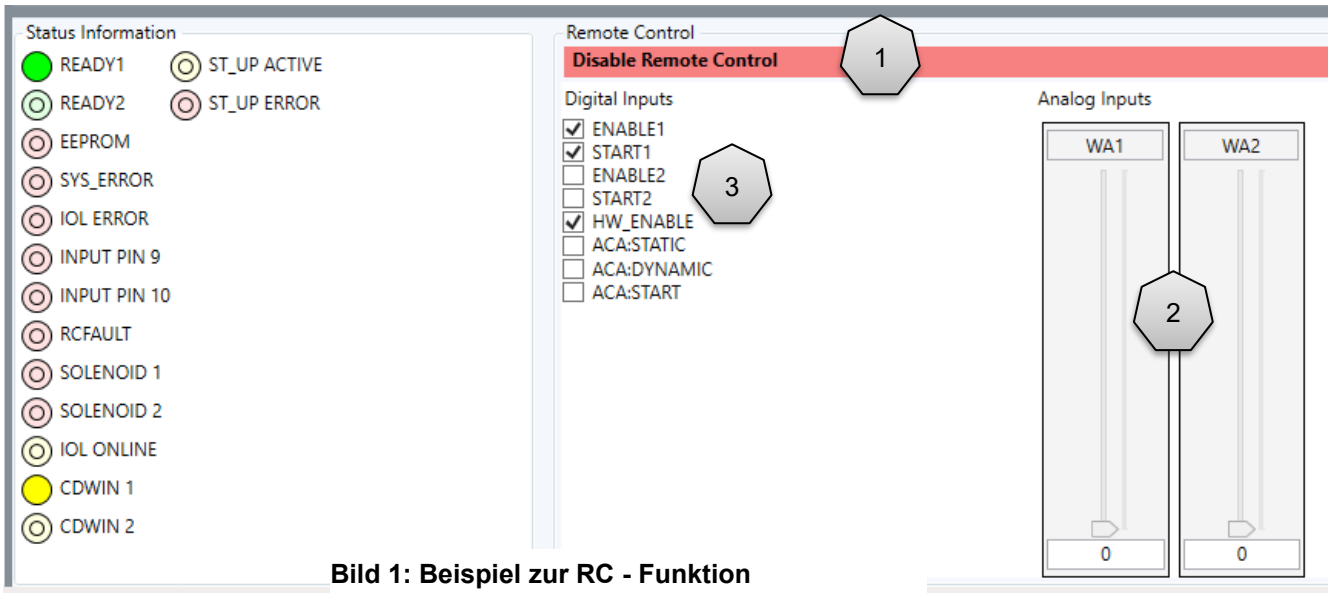



**Bild 1: Beispiel zur RC - Funktion**

Die Sollwerte sind:

**WA1/2 (2)** Sollwerte der beiden Regelkreise, 0… 10000 entspricht 0… 100 % des Signalbereichs.

Die Steuerbits **(3)** sind:

**ENABLE1/2**

Freigabe der Steuerung und Aktivierung des Ausgangs. Das Modul funktioniert wie ein einfacher Leistungsverstärker, solange das START-Signal nicht gesetzt ist.

**HW_ENABLE**

Hiermit wird der Eingang an PIN6 simuliert.

Zusätzlich zu dem Signal ENABLE1/2 ist dieses Signal für die Freigabe erforderlich.

**START1/2**

Aktivierung des jeweiligen PID - Reglers.

**ACA:STATIC / ACA:DYNAMIC / ACA:START**

Steuerung des Inbetriebnahmeassistenten, siehe nächstes Kapitel.

Über diese Eingangssignale kann die Anwendung einfach gesteuert werden. Eine Beobachtung der Reaktion des Regelkreises ist anhand der verschiedenen Prozesswerte möglich.

**VORSICHT:** Die Sicherheit der Anlage muss vor der Aktivierung des Fernsteuerungs - Modus betrachtet werden. In dieser Betriebsart wird das Modul direkt angesteuert und die Maschinensteuerung kann das Modul nicht beeinflussen.

## 3.5 Inbetriebnahmeassistent

Das Gerät verfügt über eine Assistenzfunktion zur automatisierten Inbetriebnahme. Die Verwendung ist optional. Als Anwender können Sie entscheiden, ob diese Funktion selbsttätig eine Vorsteuerkurve und die PID-Einstellungen ermitteln soll. Es ist weiterhin möglich, das Gerät manuell zu parametrieren. Die Verwendung des Assistenten bedingt eine WPC-Ankopplung. Die ermittelten Parameter können später über IO-Link in den Master hochgeladen werden.

### 3.5.1 Funktionsweise

Das Assistenzsystem bestimmt eine optimale Vorsteuerkurve, um die Ansteuerung des Ventils oder der Pumpe zu linearisieren und ggf. vorhandene Überdeckungen (Nullpunktoffset) zu kompensieren.

Die Funktion besteht aus zwei Teilen, nämlich dem Ermitteln der stationären Systemkennlinie und einer dynamischen Messung zur Reglereinstellung.

Diese beiden Teilfunktionen lassen sich getrennt starten, denn die stationäre Messung liefert die besten Ergebnisse, wenn das hydraulische System nur eine minimale Kapazität besitzt. Dazu sollten, wenn möglich, Speicher abgekoppelt werden und vorhandene Ventile zum Verbrauchersystem geschlossen werden.

Die dynamische Optimierung kann anschließend unter möglichst normalen Bedingungen stattfinden, damit die Situation im Standardbetrieb identifiziert werden kann.

Zu stationären Identifikation (ACA:STATIC) wird die Ansteuerung des Ventils rampenförmig gesteigert und danach ebenso wieder reduziert, um die Hysterese zu erfassen und bei der Festlegung der Linearisierungskurve zu berücksichtigen.

In der dynamischen Messsequenz (ACA:DYNAMIC) wird die Ansteuerung sprungartig geändert, um das Zeitverhalten der Regelstrecke zu testen.

Natürlich werden Verbraucher während dieser Einstellvorgänge i.d.R. nicht aktiv sein. Es sollten aber alle Teile der Druckleitung verbunden sein. Kommen Speicher zu Einsatz, so muss der untere Druckwert für das Optimierungsprogramm über deren Vorspanndruck liegen. Aus diesem Grund kann man über die Parameter PL:DYN_1/_2 den unteren Sprungwert beeinflussen. Siehe unten.

Auf Grundlage der nun bekannten Systemeigenschaften wird der Regelalgorithmus parametriert.

Eine Status-LED im Monitor des WPC Programms zeigt die Aktivität des Assistenzprogrammes an. Tritt ein Fehler auf, wird dies über eine Fehler-LED ebenfalls im Monitor angezeigt.

### 3.5.2 Bedienung

| Schritt | Tätigkeit |
|---|---|
| VORBEREITUNG | Falls es möglich ist, das System für die stationäre Messung hydraulisch zu „verkleinern“ (s.o.) sollte dies geschehen. Die stationäre und die dynamische Messung werden dann nacheinander gestartet. |
| REGELKREIS WÄHLEN | In der Gruppe SYSTEM finden Sie den Parameter ACA:LOOP. Hier wählen Sie den Regelkreis aus, den der Assistent einstellen soll. |
| RC Modus aktivieren | Im Monitor des WPC Programms den Remote Control Modus aktivieren. Damit werden alle externen Steuersignale ignoriert und das WPC Programm übernimmt die Kontrolle des Reglers. |
| ENABLE<br>Hardware Freigabe setzen | Die Hardwarefreigabe an PIN 8 ansteuern, um die Funktion freizugeben. Mit dieser ist somit unabhängig von der Software ein Not Stopp möglich. |
| Umfang des ersten Messzyklus bestimmen | Für getrennte Messung nun im Feld „Digital Inputs / Outputs“ des Monitorfensters einen Haken bei „ACA:STATIC“ setzen. Sollen die beiden Messungen direkt nacheinander folgen, kann zusätzlich der Punkt „ACA:DYNAMIC“ aktiviert werden. |
| ACA:START<br>Assistenzfunktion aktivieren | Nun den Inbetriebnahme Assistenten ebenfalls im Monitor des WPC starten durch Aktivieren des Eintrags „ACA:START“ Bedingung ist, dass das Enable dort nicht gesetzt ist, also das Ventil nicht aktiv angesteuert wird. |

| | |
|---|---|
| | Sobald der Assistent seine Arbeit beginnt, wird dies über die LED „ST_UP ACTIVE“ signalisiert. Sollten Fehler auftreten, die ein ordnungsgemäßes Arbeiten des Assistenten verhindern, wird dies über eine rote Fehler-LED im Monitorfenster des WPC angezeigt. Diese Anzeige wird nach 30s oder einem erfolgreichen Neustart des Assistenten zurückgesetzt.<br>Sollte es Probleme geben, der Assistent nicht anlaufen, ist auch zu prüfen ob das HW-Enable Signal tatsächlich anliegt. Ggf. kann das SR-Kommando im Terminalfenster weitere Hinweise geben.<br>Nach Abschluss der Aktivität erlischt die gelbe „ST_UP ACTIVE“ LED. |
| SR<br>Statusbericht anfordern | Dieses Kommando im Terminalfenster des Bedienprogramms eingeben. Trotz erfolgreichem Durchlauf können Warnungen erzeugt worden sein. |
| Ggf. zweiten Schritt (dynamische Identifikation) vorbereiten und starten. | Sollten getrennte Messungen erfolgen, kann jetzt das Hydrauliksystem für den zweiten Teil vorbereitet werden.<br>Anschließend nur ACA:DYNAMIC anhaken und die Messung durch ACA:START einleiten. Auch hier zeigt die gelbe LED „ST_UP ACTIVE“ an, dass das Programmläuft.<br>Anschließen kann noch einmal ein Statusbericht im Terminal angefordert werden, der ggf. weitere Hinweise liefert. |
| Kontrolle der Parameter<br>Übergang in den Normalbetrieb | In der Parameterliste des WPC können die eingestellten Werte begutachtet werden. Interessant ist besonders die Linearisierungskurve, die unter „CCSET_1/_2“ in der Gruppe VALVE abgerufen werden kann.<br>Die Werte sollten mit dem „Save“ Knopf gespeichert werden.<br>Anschließend das Hardware-Enable vorübergehend wegnehmen, Remote Control deaktivieren -> Das Gerät ist für die normale Verwendung eingestellt.<br>Alternativ: Zuvor im RC-Modus durch Setzen von Enable und Start sowie Sollwertvorgabe über den Schieber (WA1/2) die Reglerfunktion testen. Beachten Sie dabei bitte die Sicherheitshinweise. |
| Zweiten Regelkreis einstellen | Stellen Sie über ACA:LOOP auf den anderen Regelkreis um und wiederholen Sie ggf. die vorangehenden Schritte zu dessen Einstellung. |

### 3.5.3 Parameter

Folgende Parameter werden vom Assistenten geändert:

| Parameter | Beschreibung | Änderung: |
|---|---|---|
| C_1/_2:P | P Verstärkung | Wird gemäß der T – Summenregel eingestellt |
| C_1/_2:I | I Anteil, Nachstellzeit | Wird gemäß der T – Summenregel eingestellt |
| C_1/_2:D | D Anteil, Vorhaltezeit | Wird deaktiviert (Wert „0“, reiner PI-Regler) |
| C_1/_2:I_LIM | Integrator Begrenzung | Wird in Abhängigkeit der Ventilhysterese eingestellt |
| C_1/_2:I_ACT | Integrator Aktivierungsschwelle | Wird fest auf „0“ gesetzt -> Integrator immer aktiv |
| CCMODE_1/_2 | Kennlinienlinearisierung | Wird eingeschaltet, falls vorher inaktiv. |
| CCSET_1/_2 | Betriebskennlinie | Wird auf Grundlage der gemessenen Ventilkennlinie optimal eingestellt. |

### 3.5.4 SR (Statusbericht)

Mit Eingabe dieses Kommandos im Terminalfenster des Bedienprogramms wird der Statusbericht des Inbetriebnahme-Assistenten angefordert. Im Fehlerfall wird dessen Ursache angezeigt. Warnungen sind trotz erfolgreicher Durchführung der Messungen möglich, diese werden im Klartext ausgegeben. Weiterhin wird ebenfalls angegeben, ob der Assistent noch nicht verwendet oder manuell abgebrochen wurde.

Mögliche Ausgaben sind:

| **Meldung:** | **Bedeutung, mögliche Maßnahmen:** |
|---|---|
| Abbruch vor Ende der Aufzeichnung | Die Messung wurde beendet, weil der Anwender entweder das hardwareseitige Enable – Signal, den Remote – Control Modus oder die Aktivierung des Assistenten während der Messung zurückgenommen hat.<br>Abhilfe: Den Assistenten neu starten und komplett durchlaufen lassen. |
| kein Aufruf der Funktion seit Neustart oder Anwahl des Regelkreises | Seit dem letzten Einschalten der Baugruppe wurde der Assistent nicht aufgerufen oder es wurde der Parameter ACA:LOOP geändert bzw. beschrieben. Letzteres geschieht zum Beispiel beim Laden eines Parametersatzes über WPC oder IO-Link. |
| Aufzeichnung erfolgreich beendet | Als Nächstes:<br>Parametereinträge prüfen und Regelfunktion testen. |
| Aufzeichnung erfolgreich beendet, keine Einstellung des Reglers (wie angewählt). | Als Nächstes:<br>Dynamische Messung vorbereiten und durchführen. |
| Aufzeichnung erfolgreich beendet, keine Einstellung des Reglers möglich. | Diese Meldung zeigt an, dass die dynamische Messung keine Einstellung des Reglers vornehmen konnte.<br>Es sind die folgenden Ursachen möglich:<br>• Das System hat viel zu träge reagiert. Es wurde eine Zeitkonstante > 5s festgestellt. Eine automatische Parametrierung ist nicht sinnvoll.<br>• Die vorgegebene Sprungweite erlaubt keine dynamische Optimierung. Es muss gelten: PLDYN < 0,6 * SYS_RANGE. Ggf. PLDYN verkleinern.<br>• Störungen in der Hydraulik während des Messablaufs. |
| Aufzeichnung beendet. Warnung: Hysterese groß! | Die Einstellungen wurden vorgenommen, es empfiehlt sich aber, die Ventildaten in Bezug auf PWM – Frequenz oder Dither noch einmal zu überprüfen. Auch Montagefehler können sich auf diese Weise bemerkbar machen.<br>Bei sehr trägen Systemen kann es zu einer „dynamischen“ Hysterese kommen, d.h. der Schleppfehler wird als Hysterese ausgelegt. Dies hat in der Regel keinen großen Einfluss auf die Qualität der Vorsteuerkurve, denn hier wird der Mittelwert aus beiden Messungen verwendet. Dadurch heben sich die Schleppfehler auf.<br>Wenn die Funktion des Systems zufriedenstellend ist, hat diese Warnung keine weitere Bedeutung. |
| Alleiniger Aufruf der dynamischen Optimierung ist nur möglich, wenn die statische Messung zuvor durchgeführt wurde! | Der Assistent prüft vor der Bearbeitung der dynamischen Optimierung, ob die stationäre Messung erfolgt ist. Dies muss seit dem letzten Einschalten des Gerätes oder Loop-Umschaltung geschehen sein (vgl. oben: “ kein Aufruf der Funktion…“). |
| Abbruch: falsche Polarität | Das Programm hat erkannt, dass der Druck bei Ansteuerung des Ventils gesunken ist.<br>Wenn das Ventil eine fallende Kennlinie hat, muss dies über das |

| | |
|---|---|
| | Kommando „SIGNAL:U“ angegeben werden. Danach den Assistenten neu starten. |
| Abbruch: zu kleine Druckänderung<br>(< 0.25 x SYS_RANGE) | Auch bei maximalem Strom ist die Drucksteigerung bezogen auf den parametrierten Maximalwert zu gering. Dies kann verschiedene Ursachen haben:<br>• Der Parameter „SYS_RANGE_1/_2“ ist zu groß eingestellt. Hier ist nicht der Messbereich des Sensors anzugeben, sondern die Obergrenze des Bereichs, den man regeln möchte.<br>• Hydraulisches Problem: Kein Druckaufbau, weil z.B. ein Neutralumlauf geöffnet ist oder die Pumpe nicht läuft. Hier sind verschiedenste Ursachen möglich.<br>• Elektrisches Problem, Fehler in der Verdrahtung von Ventil oder Drucksensor.<br>• Der Nennstrom des Ventils wurde falsch (zu gering) angegeben, Parameter „CURRENT_1/_2“.<br>• Falsche Parametrierung des Sensoreingangs (SIGNAL_1/_2:X, N_RANGE_1/_2:X). |
| Abbruch: Voller Druck bei u < 50.00 erreicht | Das Programm hat festgestellt, dass der volle Druck bereits bei geringer Ventilansteuerung ansteht.<br>Falls kein anderes Problem besteht (siehe vorheriger Punkt), kann man durch Verringerung des Parameters „CURRENT_1/_2“ Abhilfe schaffen.<br>Dies ist dann nötig, wenn ein Ventil mit relativ hohem Maximaldruck verwendet wird, der aber weniger als zur Hälfte ausgenutzt werden soll. |
| Abbruch: schwankendes Drucksignal | Der Messwert des Druckes schwankt so stark, dass keine sinnvolle Auswertung möglich ist.<br>Hierbei kann es sich um ein elektrisches oder ein hydraulisches Problem handeln.<br>Es ist Folgendes zu prüfen:<br>• Verdrahtung des Sensors, Leitungsführung, abgeschirmte Kabel verwendet?<br>• Montage des Sensors im System, Druckpulsationen?<br>• Korrekte Entlüftung aller Systembestandteile prüfen. |

Zusätzlich zu dieser Textinformation werden zwei Messwerte aus der dynamischen Messung angezeigt (falls diese erfolgte).

Der erste Wert ist „Hyst.“ = gemessene Hysterese, d.h. wie groß der maximale Druckunterschied während der Kennlinienmessung zwischen der ansteigenden und abfallenden Ansteuerung war. Der Wert wird in [0,01%] angezeigt, bezogen auf SYS_RANGE Dieser Wert kann z.B. mit Datenblattangaben verglichen werden.

Der zweite Wert „T – Sum“ gibt die sogenannte Summenzeitkonstante an.

Dieser Wert in [ms] gibt einen Hinweis zur Bewertung der Streckendynamik. Generell erfolgt eine selbsttätige Einstellung der Reglerparameter nur bei Zeitkonstanten < 5s.

### 3.5.5 Möglichkeiten der Nachoptimierung durch den Anwender

Falls in einem Einzelfall das dynamische Verhalten mit den automatisch ermittelten Parametern noch weiter verbessert werden muss, gibt es dafür die folgenden Möglichkeiten:

1.) Die Dynamik der Ausregelung von Störeinflüssen reicht nicht aus
   - ➔ Vergrößern der Proportionalverstärkung (C_1/_2:P)
   - ➔ Verkleinern der Nachstellzeit (C_1/_2:I)
   - ➔ Vorsichtiges Aktivieren des D – Anteils (C_1/_2:D und C_1/_2:D_T1)

2.) Die Reaktion auf Sollwertänderungen ist zu träge
   - ➔ Kontrolle und ggf. Änderung der Sollwertrampe (RA_1/_2:UP, RA_1/_2:DOWN)
   - ➔ Vergrößern der Proportionalverstärkung (C_1/_2:P)
   - ➔ Verkleinern der Nachstellzeit (C_1/_2:I)

3.) Überschwingen des Druckes
   - ➔ Vergrößern der Integrator-Aktivierungsschwelle (C_1/_2:I_ACT)
   - ➔ Verkleinern der Integrator-Begrenzung (C_1/_2:I_LIM)
   - ➔ Vergrößern der Nachstellzeit (C_1/_2:I)
   - ➔ Verlängern der Sollwertrampe (RA_1/_2:UP, RA_1/_2:DOWN)

4.) Bleibende Regelabweichung
   - ➔ Vergrößern der Integrator-Begrenzung (C_1/_2:I_LIM)

Wie zu erkennen ist, haben die Parameteränderungen z.T. auch Auswirkungen auf mehrere Eigenschaften und müssen als Kompromiss in Bezug auf die Anwendung ermittelt werden. Beispielsweise führt ein Verlängern der Sollwertrampe zu geringerem Überschwingen bei Sollwertänderungen, schränkt aber auch die Dynamik ein.

Die Einstellparameter des Reglers, nämlich Proportionalverstärkung, Nachstell- und Vorhaltezeit sind insbesondere im Hinblick auf die Stabilität des Regelkreises vorsichtig zu ändern. Die Einstellung sollte in verschiedenen Arbeitspunkten getestet werden, denn hydraulische Druckregelkreise weisen i.d.R. ein nichtlineares Verhalten und eine Änderung der Dynamik zwischen verschiedenen Betriebszuständen auf.

**Wichtiger Hinweis:**

Alle Maßnahmen am Druckreglermodul haben ihre physikalischen Grenzen, die durch die Auslegung des hydraulischen Systems und durch die Auswahl des Ventils oder der Pumpe gegeben sind.

Durch den Einsatz dieser Baugruppe kann man diese Grenzen nicht überschreiten, aber aus den vorhandenen Möglichkeiten das Beste herausholen!

# 4 Technische Beschreibung

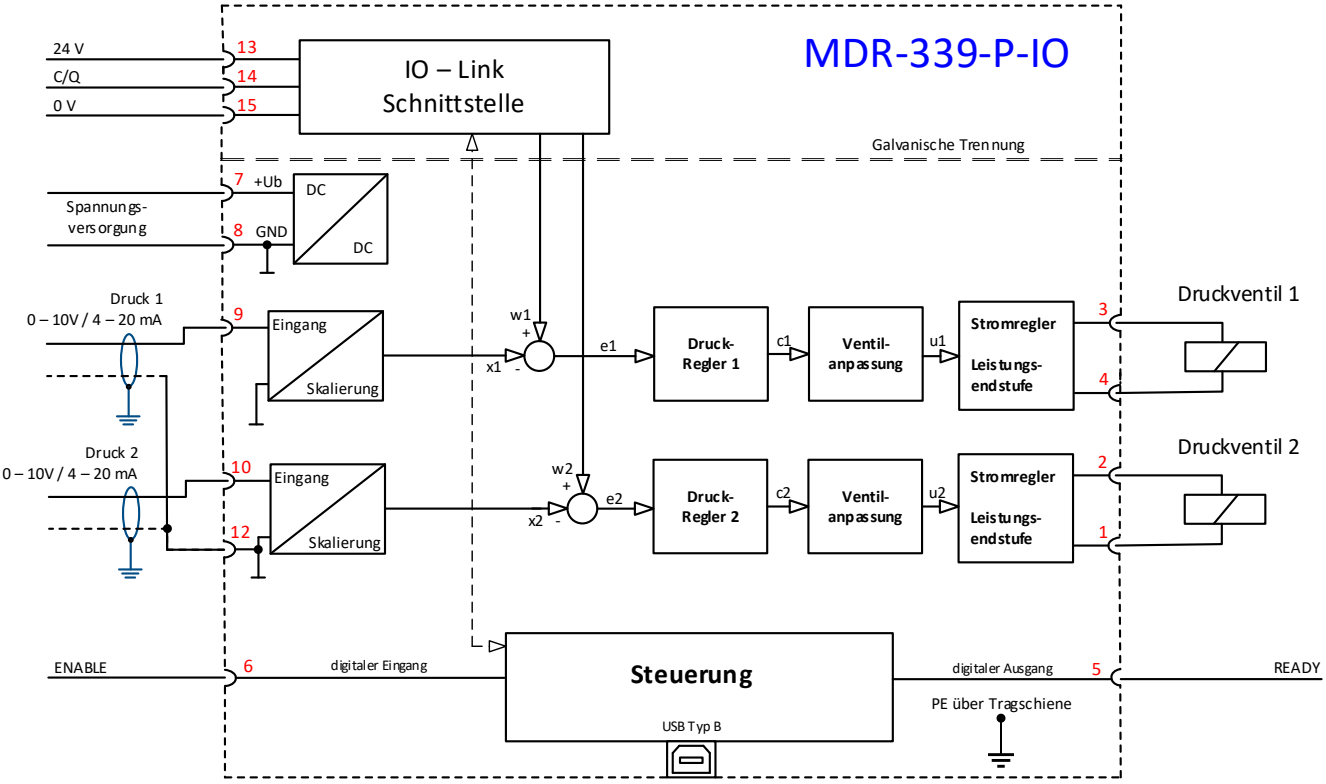
## *4.1 Eingangs- und Ausgangssignale*

| **IO - Link** | **Port Klasse „A“, potentialgetrennt** |
|---|---|
| PIN 13 | Spannungsversorgung 24 V |
| PIN 14 | Kommunikationsleitung (C/Q) |
| PIN 15 | 0 V (GND) |
| **Anschluss** | **Versorgung** |
| PIN 7 | Spannungsversorgung (siehe technische Daten) |
| PIN 8 | 0 V (GND) Versorgungsanschluss |
| **Anschluss** | **Analoge Signale** |
| PIN 9 | Druckistwert (X1), Signalbereich 0…10 V oder 4…20 mA., skalierbar |
| PIN 10 | Druckistwert (X2), Signalbereich 0…10 V oder 4…20 mA., skalierbar |
| PIN 12 | 0 V (GND) für die Signaleingänge. |
| PIN 2 / 1 | PWM Ausgang zur Ansteuerung des Magnetventils 2 |
| PIN 3 / 4 | PWM Ausgang zur Ansteuerung des Magnetventils 1 |
| **Anschluss** | **Digitale Ein- und Ausgänge** |
| PIN 6 | **ENABLE Eingang:**<br>Allgemeine Freigabe des Gerätes, zusätzlich „UND“-verknüpft zur Freigabe über IO-Link. |
| PIN 5 | **READY Ausgang:**<br>**ON:** Mindestens ein Kanal ist freigegeben, es liegt kein erkennbarer Fehler vor.<br>**OFF:** Enable ist deaktiviert oder ein Fehler (Magnetfehler, Stromeingangsfehler oder intener Fehler) wurde erkannt. |

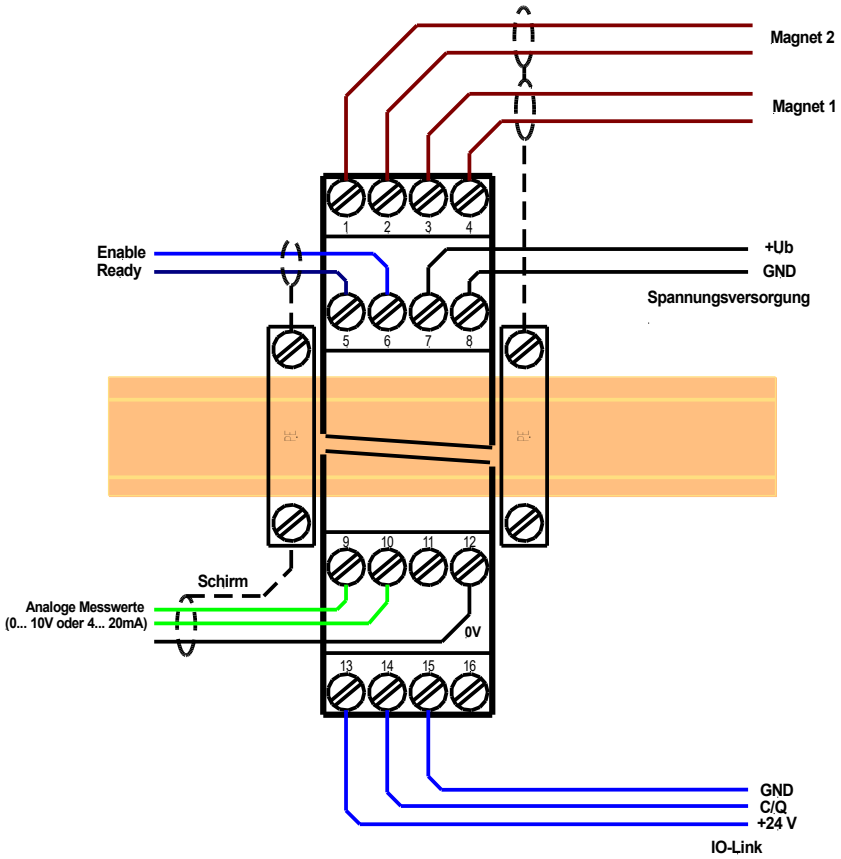
## *4.2 LED Definitionen*

| **LEDs** | **Beschreibung der LED Funktion** |
|---|---|
| GRÜN | Identisch mit dem READY Ausgang.<br>**AUS:** Keine Stromversorgung oder ENABLE ist nicht aktiviert<br>**AN:** System ist mindestens 1-kanalig betriebsbereit<br>***Blinkend:*** Fehlerzustand (z.B. Ventilmagnet oder 4… 20 mA Sollwerteingang). Nicht aktiv, wenn SENS = OFF. |
| GELB (MITTE) | **AN:** Die IO–Link Schnittstelle ist verbunden.<br>***Blinkend***: Spannungsversorgung IO-Link vorhanden, aber keine Datenverbindung |
| GELB (RECHTS) | **AN:** Es wird mindestens ein Kanal mit einem Signal > 5% angesteuert. |
| GRÜN + 2 X GELB | **Alle LEDs blinkend: Bootloader ist aktiv! Keine normalen Funktionen sind möglich.** |
| 2 X GELB | **Die beiden gelben LEDs blinken abwechselnd im 1 s Takt:** Die nichtflüchtig gespeicherten Parameterdaten sind inkonsistent! Um diesen Fehler zu quittieren, müssen die Daten mittels des SAVE Befehls / Buttons im WPC gesichert werden. |

## 4.3 Blockschaltbild




## 4.4 Typische Verdrahtung



## 4.5 Technische Daten

| | | |
|---|---|---|
| Versorgungsspannung (Ub)<br>Stromaufnahme<br>Externe Absicherung | **[VDC]**<br>**[mA]**<br>**[A]** | 12… 30 (inkl. Rippel)<br>30 + Spulenstrom<br>3 mittel träge |
| IO - Link<br>Port<br>Datenrate | <br><br>**[kBaud]** | gemäß Spezifikation V1.1<br>Class A mit interner galvanischer Trennung<br>230,4 (COM3) |
| Potenzialtrennung Regelfunktionen + Endstufe / Busanschluss | | 500 V AC 50 Hz 1 min |
| Digitaler Eingang<br>OFF<br>ON<br>Eingangswiderstand | <br>**[V]**<br>**[V]**<br>**[kOhm]** | <br>< 9,5<br>> 12,5<br>46 |
| Digitale Ausgang<br>OFF<br>ON<br>Maximaler Ausgangsstrom | <br>**[V]**<br>**[V]**<br>**[mA]** | <br>< 2<br>max. Ub<br>50 |
| Analoge Eingänge<br>Spannung<br>Eingangswiderstand<br>Strom<br>Bürde<br>Signalauflösung | <br>**[V]**<br>**[kOhm]**<br>**[mA]**<br>**[Ohm]**<br>**[%]** | Unipolar<br>0… 10<br>min. 32<br>4...20<br>240<br>0,006 |
| PWM Leistungsausgänge<br>Maximaler Ausgangsstrom<br>Frequenz | <br>**[A]**<br>**[Hz]** | kabelbruch- und kurzschlussüberwacht<br>2,6<br>61… 2604 in definierten Stufen wählbar |
| Regler Abtastzeiten<br>Magnetstromregler<br>Signalverarbeitung | <br>**[µs]**<br>**[ms]** | <br>125<br>1 |
| Serielle Schnittstelle<br>Übertragungsrate | **-**<br>**[kBaud]** | USB-virtueller COM Port<br>9,6… 115,2 |
| Gehäuse<br>Material<br>Brennbarkeitsklasse | <br>**-**<br>**-** | Snap-On Modul nach EN 50022<br>Polyamid PA 6.6<br>V0 (UL94) |
| Gewicht | **[kg]** | 0,19 |
| Schutzklasse<br>Temperaturbereich<br>Lagertemperatur<br>Luftfeuchtigkeit<br>Vibrationen | **[IP]**<br>**[°C]**<br>**[°C]**<br>**[%]**<br>**-** | 20<br>-20… 60<br>-20… 70<br>< 95 (nicht kondensierend)<br>IEC 60068-2-6 (Kategorie C) |
| Anschlüsse<br>Kommunikation<br>Steckverbinder<br>PE | <br>**-** | <br>USB Typ B<br>4 x 4 pol. Klemmenblöcke mit Schraubanschlüssen<br>über die DIN Tragschiene |
| EMV | | EN 61000-6-2: 8/2005<br>EN 61000-6-4: 6/2007 + A1:2011 |

# 5 Parameter

## 5.1 Parameterübersicht

| Gruppe | Kommando | Werkseinstellung | Einheit | Beschreibung | IO-Link Index / |
|---|---|---|---|---|---|
| **Basisparameter** | | | | | |
| | **MODE** | STD | - | Umfang der Parameteransicht | |
| **Systemparameter (MODE = SYSTEM)** | | | | | |
| | **LG** | EN | - | Sprachumschaltung | |
| | **SENS** | ON | - | Fehlerüberwachung | 1000/1 |
| *Kanal 1* | | | | | |
| | **EOUT_1** | 0 | 0,01 % | Ausgangssignal bei Nichtbereitschaft | 1001/2 |
| | **SYS_RANGE_1** | 100 | bar | Systemdruck | 1002/2 |
| | **CDWIN_1** | 2000 | mbar | Überwachungsbereich der Regelabweichung | 1003/2 |
| *Kanal 2* | | | | | |
| | **EOUT_2** | 0 | 0,01 % | Ausgangssignal bei Nichtbereitschaft | 1101/2 |
| | **SYS_RANGE_2** | 100 | bar | Systemdruck | 1102/2 |
| | **CDWIN_2** | 2000 | mbar | Überwachungsbereich der Regelabweichung | 1103/2 |
| *Inbetriebnahmeassistent* | | | | | |
| | **ACA:LOOP** | 1 | - | Angewählter Regelkreis | |
| **Eingangsparameter (MODE = IO_CONF)** | | | | | |
| *Sensorskalierung Kanal 1* | | | | | |
| | **SIGNAL_1:X** | U0-10 | V | Typ des Eingangssignals | 1004/1 |
| | **N_RANGE_1:X** | 100 | bar | Nenndruck des Sensors | 1005/2 |
| | **OFFSET_1:X** | 0 | mbar | Sensor Offset | 1006/4 |
| *Sensorskalierung Kanal 2* | | | | | |
| | **SIGNAL_2:X** | U0-10 | V | Typ des Eingangssignals | 1104/1 |
| | **N_RANGE_2:X** | 100 | bar | Nenndruck des Sensors | 1105/2 |
| | **OFFSET_2:X** | 0 | mbar | Sensor Offset | 1106/4 |
| **Reglereinstellung (MODE = CONTROL)** | | | | | |
| *Kanal 1* | | | | | |
| *Rampenbildner* | | | | | |
| | **RA_1:UP** | 100 | ms | Zeiten der Sollwertrampe | 1011/4 |
| *PID Regler* | | | | | |
| | **C_1:P** | 50 | 0,01 | P Verstärkung | 1013/2 |
| | **PLDYN1** | 0 | bar | unterer Druck Dynamikmessung | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Kanal 2* | | | | | |
| *Rampenbildner* | | | | | |
| | **RA_2:UP** | 100 | ms | Zeiten der Sollwertrampe | 1111/4 |
| *PID Regler* | | | | | |
| | **C_2:P** | 50 | 0,01 | P Verstärkung | 1113/2 |
| | **PLDYN2** | 0 | bar | Unterer Druck Dynamikmessung | |
| **Ventillinearisierung (MODE = VALVE)** | | | | | |
| *Kanal 1* | | | | | |
| | **CCMODE_1** | OFF | - | Kennlinienlinearisierung | 1021/1 |
| | **CCSET_1** | X<br>Y | -<br>- | Betriebskennlinie, X – Koordinaten (aufsteigend),<br>Y – Koordinaten | 12308 – 12329[2]/2 |
| | **MIN_1** | 0 | 0,01 % | Überdeckungskompensation | 1022/2 |
| | **MAX_1** | 10000 | 0,01 % | Ausgangsskalierung | 1023/2 |
| | **TRIGGER_1** | 200 | 0,01 % | Ansprechschwelle der Überdeckungskompensation | 1024/2 |
| | **SIGNAL_1:U** | + | - | Ausgangspolarität | 1025/1 |
| *Kanal 2* | | | | | |
| | **CCMODE_2** | OFF | - | Kennlinienlinearisierung | 1121/1 |
| | **CCSET_2** | X | - | Betriebskennlinie, X – Koordinaten (aufsteigend), | 12372 – |
| | **MIN_2** | 0 | 0,01 % | Überdeckungskompensation | 1122/2 |
| | **MAX_2** | 10000 | 0,01 % | Ausgangsskalierung | 1123/2 |
| | **TRIGGER_2** | 200 | 0,01 % | Ansprechschwelle der Überdeckungskompensation | 1124/2 |
| | **SIGNAL_2:U** | + | - | Ausgangspolarität | 1125/1 |
| **Endstufenparameter (MODE = POWERSTAGE)** | | | | | |
| *Kanal 1* | | | | | |
| | **CURRENT_1** | 1000 | mA | Magnet-Nennstrom | 1031/2 |
| | **DFREQ_1** | 121 | Hz | Ditherfrequenz | 1032/2 |
| | **DAMPL_1** | 500 | 0,01 % | Ditheramplitude | 1033/2 |
| | **PWM_1** | 2604 | Hz | PWM Frequenz | 1034/2 |
| | **ACC_1** | ON | - | Automatische Magnetstromregler Einstellung | 1035/1 |
| | **PPWM_1** | 7 | - | P Verstärkung Magnetstromregler | 1036/2 |
| *Kanal 2* | | | | | |
| | **CURRENT_2** | 1000 | mA | Magnet-Nennstrom | 1131/2 |
| | **DFREQ_2** | 121 | Hz | Ditherfrequenz | 1132/2 |
| | **DAMPL_2** | 500 | 0,01 % | Ditheramplitude | 1133/2 |
| | **PWM_2** | 2604 | Hz | PWM Frequenz | 1134/2 |
| | **ACC_2** | ON | - | Automatische Magnetstromregler Einstellung | 1135/1 |
| | **PPWM_2** | 7 | - | Einstellung des Magnetstromreglers | 1136/2 |

[2] Die Indizes der Koordinaten sind in der Reihenfolge X0/Y0/X1/Y1…X10/Y10 zugewiesen.

## 5.2 Basisparameter

### 5.2.1 MODE (Umfang der Parameteransicht)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| MODE x | x= SYSTEM\|IO_CONFIG\|CONTROL\| VALVE\|P_STAGE | - | **BASIS** |

Über dieses Kommando werden Parametergruppen umgeschaltet.

**---** keine Anzeige (default)
**SYSTEM** Systemdaten
**IO_CONF** Definition der Eingangssignale
**CONTROL** Parametrierung der Druckregler
**VALVE** Parameter zur Ventilanpassung
**P_STAGE** Parametrierung der Endstufen

## 5.3 Systemparameter

### 5.3.1 LG (Sprachumschaltung)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| LG x | x= DE\|EN | - | **SYSTEM** |

Es kann für die Hilfstexte die englische oder deutsche Sprache gewählt werden.

### 5.3.2 SENS (Fehlerüberwachung)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| SENS x | x= ON(1)\|OFF(2)\|AUTO(3) | - | **SYSTEM** |

Über dieses Kommando werden Überwachungsfunktionen (4… 20 mA Sensoren, Magnetstromüberwachungen und interne Modulüberwachungen) aktiviert bzw. deaktiviert.

ON: Alle Funktionen werden überwacht. Die erkannten Fehler können durch Deaktivieren des ENABLE Eingangs gelöscht werden.
OFF: Keine Überwachungsfunktion aktiv.
AUTO: AUTO RESET Modus, alle Funktionen werden überwacht. Nachdem der Fehlerzustand nicht mehr anliegt, geht das Modul automatisch in den normalen Betriebszustand über.

Normalerweise ist die Überwachungsfunktion immer aktiv, da sonst keine Fehler über den Ausgang READY signalisiert werden. Zur Fehlersuche kann sie aber deaktiviert werden.

### 5.3.3 EOUT (Ausgangssignal bei Nichtbereitschaft)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| EOUT_1/_2 X | x= 0… 10000 | 0,01 % | **SYSTEM** |

Ausgangswert im Fehlerfall (READY Ausgang ist deaktiviert). Hier kann ein Wert (Öffnungsgrad des Ventils) für den Fall eines Fehlers oder bei deaktiviertem ENABLE Eingang definiert werden. Diese Funktion kann verwendet werden, wenn z. B. bei einem Sensorfehler das Druckventil mit einem festen Signal angesteuert werden soll.

**|EOUT| = 0** Ausgang wird im Fehlerfall abgeschaltet. Dies ist das normale Verhalten.

**ACHTUNG!**
Der hier definierte Ausgangswert wird permanent gespeichert. Die Auswirkungen sind für jede Anwendung in Bezug auf die Sicherheit vom Anwender zu bewerten.

### 5.3.4 SYS_RANGE (Systemdruck)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| SYS_RANGE_1/_2 X | x= 10… 1000 | bar | **SYSTEM** |

Über dieses Kommando wird der maximale Systemdruck vorgegeben. Fehlerhafte Vorgaben führen zu einer fehlerhaften Systemeinstellung und abhängige Parameter können nicht korrekt berechnet werden.

### 5.3.5 CDWIN (Überwachungsbereich der Regelabweichung)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| CDWIN_1/_2 X | x= 100… 50000 | mbar | **SYSTEM** |

Das Modul überwacht das Erreichen des vorgegebenen Sollwertes und gibt eine Statusinformation aus, wenn der entsprechende Regler aktiviert ist und die Abweichung in dem hier vorgegebenen Toleranzbereich liegt. Diese Überwachung hat keinen Einfluss auf die eigentliche Regelung.

### 5.3.6 ACA:LOOP (Angewählter Regelkreis)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| ACA:LOOP X | x= 1\|2 | - | **SYSTEM** |

Dieser Parameter bestimmt, welchen Regelkreis der Inbetriebnahmeassistent einstellt, wenn man ihn aktiviert. Im Normalbetrieb hat dieser Wert keine Auswirkung. Beachten Sie, dass bei schreibendem Zugriff auf diesen Wert alle temporär gespeicherten Zwischenergebnisse, wie z.B. die gemessene Kennlinie des Systems oder die Statusinformation des Assistenten zurückgesetzt werden.

## 5.4 Eingangssignalanpassung

### 5.4.1 SIGNAL (Typ der Eingangssignale)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| SIGNAL_1/_2:X | OFF(1)\|U0-10(2)\|I4-20(3)\|U10-0(4)\|I20-4(5) | V\|mA | **IO_CONFIG** |

Über dieses Kommando wird der Typ der Sensorsignale (Strom oder Spannung) definiert. Gleichzeitig kann die Signalrichtung umgekehrt werden.

### 5.4.2 N_RANGE:X (Nenndruck des Sensors)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| N_RANGE_1/_2:X | x= 10… 1000 | bar | **IO_CONFIG** |

Über dieses Kommando wird der Nenndruck des Sensors definiert, bei dem das volle Signal (10 V oder 20 mA) ansteht.

### 5.4.3 OFFSET:X (Sensor Offset)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| OFFSET_1/_2 X | x= -1000000… 1000000 | mbar | **IO_CONFIG** |

Über dieses Kommando wird der Nullpunkt des Sensors eingestellt.

### 5.4.4 Verwendung der Kommandos SYS_RANGE, N_RANGE:X und OFFSET:X

Über diese Kommandos wird der Sensor für die Anwendung skaliert. Angenommen, es soll eine Druckregelung mit folgenden Kennwerten vorgenommen werden:

- Der Systemdruck beträgt 350bar
- Der Drucksensor hat einen 4..20mA Stromausgang
- Der Nenndruck des Sensors beträgt 600bar (bei 600bar fließen 20mA)
- Der Sensor hat einen bauartbedingten Offset von 3bar (d.h. dass obwohl 0bar anliegen 3bar angezeigt werden)

Um diesen Sensor korrekt zu skalieren müssen folgende Einstellungen vorgenommen werden:

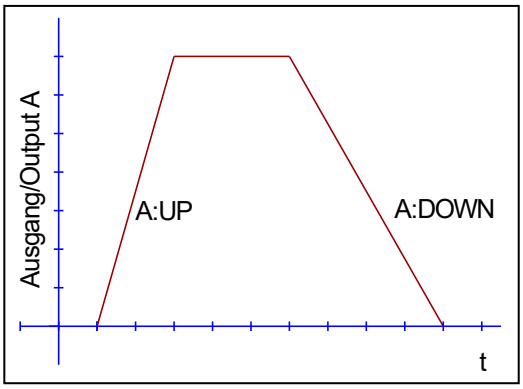
- SYS_RANGE 350 bar
- SIGNAL:X I4-20
- N_RANGE:X 600 bar
- OFFSET:X -3000 mbar

## 5.5 Reglereinstellwerte

### 5.5.1 RA (Zeit der Sollwertrampe)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| RA_1/_2I X | i= UP\|DOWN<br>x= 1… 600000 | ms | **CONTROL** |

Zwei Quadranten Rampenfunktion.
Die Rampenzeit wird getrennt für die steigende (UP) und fallende Rampe (DOWN) eingestellt.




### 5.5.2 PID Regler

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| C_1/_2:I X | I= P\|I\|D\|T1\|FF | | **CONTROL** |
| | :P x= 0… 10000 | 0,01 | |
| | :I x= 0… 30000 | 0,1 ms | |
| | I_LIM x= 0… 10000 | 0,01 % | |
| | I_ACT x= 0… 10000 | 0,01 % | |
| | :D x= 0… 1200 | 0,1 ms | |
| | :D_T1 x= 0… 1000 | 0,1 ms | |
| | :FF x= 0… 10000 | 0,01 % | |

Über dieses Kommando wird der Regler parametriert.
Die P, I und D Anteile verhalten sich genauso wie bei einem Standard PID-Regler.
Wird für den Integrator ein Wert von 0 eingegeben, so ist der Integrator deaktiviert.
Über die folgenden Kommandos werden die Aktivierungsschwelle und der Stellbereich des I-Anteils des Reglers parametriert:

C:I_LIM begrenzt den Arbeitsbereich des I-Anteils, so dass der Regler schneller ohne größere Überschwinger den Prozess regeln kann. Ist der Wert zu klein gewählt, kann es zu dem Effekt kommen, dass die Nichtlinearität des Ventils nicht mehr zu 100 % ausgeglichen werden kann.

C:I_ACT steuert die Funktion des Integrators. Der Integrator wird erst aktiviert, wenn der Istwert die prozentuale Schwelle (I_ACT) des Sollwertes erreicht hat. Dies verhindert ein ungewolltes Integrieren und somit Drucküberschwinger.
Der D_T1 Faktor ist ein Filter für den D-Anteil, um Hochfrequenzrauschen zu unterdrücken.

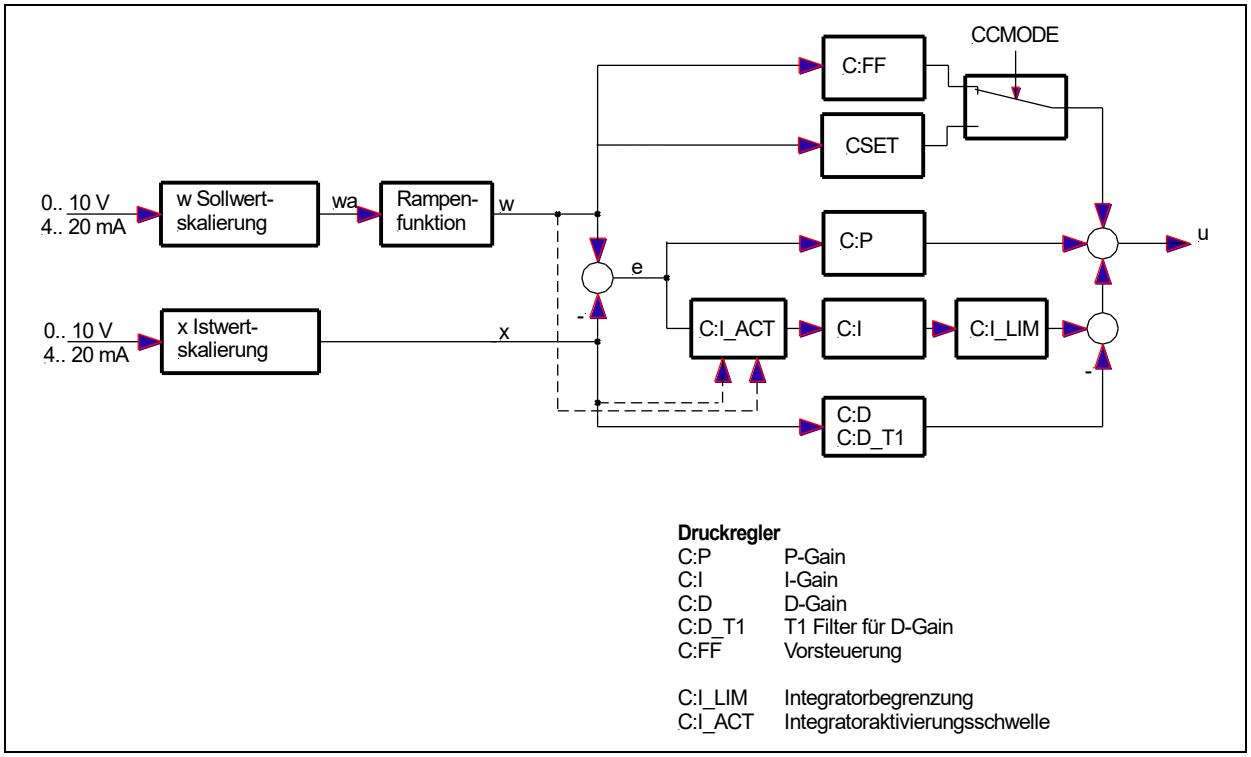
In diesem Modul kann eine Kennlinienlinearisierung verwendet werden, in diesem Fall ist der hier aufgeführte Parameter C:FF nicht sichtbar.

Über die Vorsteuerfunktion wird der Sollwert in ein Ausgangssignal umgewandelt, das auch ohne Reglereingriff näherungsweise den richtigen Druck über die hydraulische Regelung des angeschlossenen Proportionalventils bzw. der Pumpendruckregelung erzeugt.

Der Regler muss so nur noch Abweichungen ausregeln, die sich über verschiedene Effekte wie z.B. Hysterese, betriebspunktabhängige Strömungskräfte etc. ergeben können.

Dies führt zu einem stabilen Regelverhalten und gleichzeitig zu einer dynamischen Ansteuerung.

Diese Darstellung zeigt die Struktur des Reglers:




## 5.5.3 PLDYN (Untere Grenze für die Dynamikmessung)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| PLDYN_1/_2 | x= 0… 1000 | bar | **STD** |

Während der dynamischen Messungen des Inbetriebnahmeassistenten werden Sollwertsprünge durchgeführt. Es ist wichtig, dass das System den unteren Sprungwert erreichen kann und dass dieser Wert oberhalb des Vorspanndrucks eines Speichers in der Druckleitung liegt.

Üblicherweise wir ein Druck von 20% des bei SYS_RANGE eingestellten Druckes als unterer Sprungwert gewählt. Soll ein höherer Druck verwendet werden, ist dieser hier anzugeben. Der Assistent wählt das Maximum aus 0,2 * SYS_RANGE und dem Eingabewert aus.

## 5.6 Ventilanpassung

### 5.6.1 CCMODE (Kennlinienlinearisierung)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| CCMODE_1/_2 | ON(1)\|OFF(0) | - | **VALVE** |

Dieses Kommando wird zur Aktivierung bzw. Deaktivierung der Linearisierungsfunktion verwendet. Da die vom Inbetriebnahmeassistenten eingestellte Kennlinie eine zentrale Funktion der Baugruppe ist, wird dieser Parameter vom Assistenten auf den Wert „ON“ gesetzt, was in der Regel nicht mehr geändert werden muss.

### 5.6.2 CCSET (Betriebskennlinie)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| CCSET_1/_2<br>:I X Y | i= -10… 10<br>x= -10000… 10000<br>y= -10000… 10000 | -<br>0,01 %<br>0,01 % | **VALVE**<br>**CCMODE=ON** |

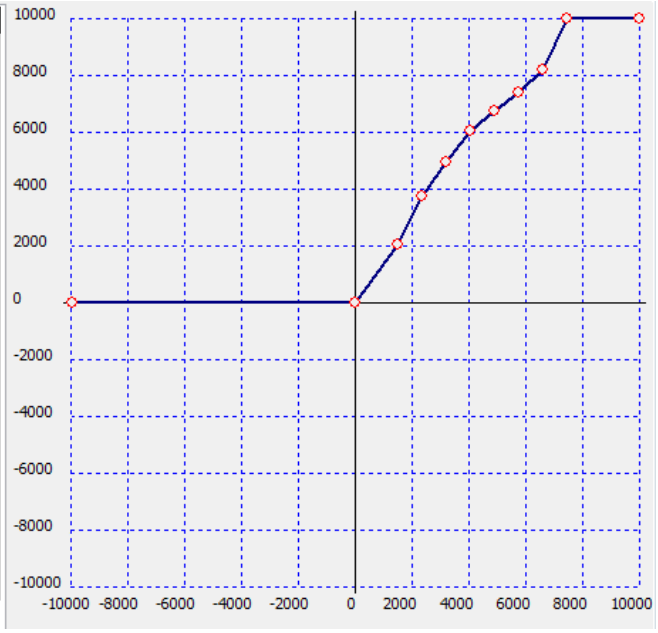
An dieser Stelle kann eine Ventilkennlinie eingegeben werden. Die X – Achse entspricht dabei dem Druck, die Y – Achse dem hierfür nötigen Ansteuersignal. Diese Darstellung ist im Vergleich zu einer üblichen Ventilkennlinie gespiegelt.

Die Kurve befindet sich immer im ersten Quadranten. Negative Drücke kommen nicht vor, daher sind die zugehörenden Y – Koordinaten auf „0“ gesetzt.

Der Ausgang wird mit Hilfe der linearen Interpolation berechnet: **y=(x-x1)*(y1-y0)/(x1-x0)+y1**.

Die Auswirkungen der Linearisierung können über die Prozessdaten im Monitor oder im Oszilloskop beurteilt werden.

| Command | X-Value | Y-Value |
|---|---|---|
| CC:10 | 10000 | 10000 |
| CC:9 | 7474 | 10000 |
| CC:8 | 6608 | 8213 |
| CC:7 | 6608 | 8213 |
| CC:6 | 6608 | 8213 |
| CC:5 | 6608 | 8213 |
| CC:4 | 5760 | 7408 |
| CC:3 | 4912 | 6730 |
| CC:2 | 4064 | 6051 |
| CC:1 | 3216 | 4955 |
| CC:0 | 2368 | 3737 |
| CC:-1 | 1520 | 2032 |
| CC:-2 | 0 | 0 |
| CC:-3 | -10000 | 0 |
| CC:-4 | -10000 | 0 |
| CC:-5 | -10000 | 0 |
| CC:-6 | -10000 | 0 |
| CC:-7 | -10000 | 0 |
| CC:-8 | -10000 | 0 |
| CC:-9 | -10000 | 0 |
| CC:-10 | -10000 | 0 |



### 5.6.3 MIN (Überdeckungskompensation)

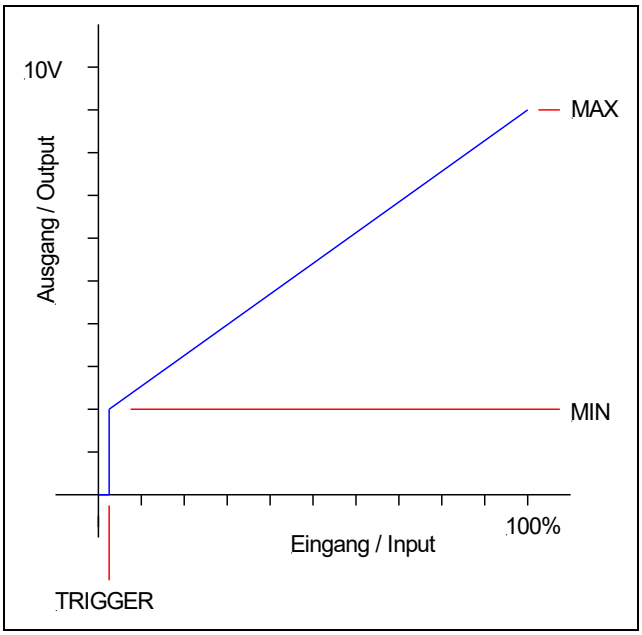
### 5.6.4 MAX (Ausgangsskalierung)

### 5.6.5 TRIGGER (Ansprechschwelle der Überdeckungskompensation)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| MIN_1/_2 X | x= 0… 6000 | 0,01 % | **VALVE** |
| MAX_1/_2 X | x= 4000… 10000 | 0,01 % | |
| TRIGGER_1/_2 X | x= 0… 3000 | 0,01 % | |

Über diese Kommandos wird das Ausgangssignal an das Ventil angepasst. Mit dem MAX Wert wird das Ausgangssignal (die maximale Ventilansteuerung) reduziert. Mit dem MIN Wert wird die Überdeckung (Totzone im Ventil) kompensiert. Über den Trigger wird festgelegt, wann die MIN Einstellung aktiv ist. Es kann so ein Unempfindlichkeitsbereich[3] um den Nullpunkt definiert werden.

**ACHTUNG**: Wird der MIN Wert zu hoch eingestellt, wirkt sich dies auf das minimale Ansteuerungssignal (minimale Geschwindigkeit oder Druck) aus, das dann nicht mehr einstellbar ist.




**Hinweis: MIN / MAX / TRIGGER im Zusammenspiel mit dem Inbetriebnahmeassistenten**

Die hier beschriebene Funktion wirkt auf das Ausgangssignal des Reglers, inklusive der Vorsteuerung. Der Assistent selber hat die Möglichkeit, durch entsprechende Einstellung der Kennlinie einen ähnlichen Effekt zu erzielen, nämlich eine Kompensation der Überdeckung und eine Begrenzung des maximalen Ausgangssignals. Die Verwendung der hier beschriebenen Parameter ist daher optional und muss auf jedem Fall vor dem Start des Assistenten erfolgen, da die gemessene Kennlinie nur gilt, wenn MIN / MAX und Trigger nicht geändert werden. Wenn man diese Parameter dennoch nach einem ersten Durchlauf des Assistenten ändert, muss dieser im Anschluss noch einmal neu gestartet werden!

[3] Diese Totzone ist notwendig, damit es (z.B. bei kleinen Schwankungen des elektrischen Eingangssignals) nicht zu unerwünschten Ansteuerungen kommt. Wird dieses Modul in Positionsregelungen eingesetzt, so sollte der TRIGGER verringert werden (typisch: 1… 10).

### 5.6.6 SIGNAL:U (Ausgangspolarität)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| SIGNAL_1/_2:U | +(0)\|-(1) | - | **VALVE** |

Dieses Kommando ermöglicht die Richtungsumschaltung des Ausgangssignals.

**+** 0 % bis 100 %, normaler Stellbereich
**-** 100 % bis 0 %, umgekehrter Stellbereich

## *5.7 Endstufenparameter*

### 5.7.1 CURRENT (Magnet-Nennstrom)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| CURRENT_1/_2 | 500… 2600 | mA | **P_STAGE** |

Über diesen Parameter wird der Nennstrom des Magneten eingestellt. Dither und auch MIN/MAX beziehen sich immer auf den gewählten Strombereich.

### 5.7.2 DFREQ (Ditherfrequenz)

### 5.7.3 DAMPL (Ditheramplitude)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| DFREQ_1/_2 | 60… 400 | Hz | **P_STAGE** |
| DAMPL_1/_2 | 0… 3000 | 0,01 % | |

Über dieses Kommando kann der Dither[4] frei definiert werden. Je nach Ventil können unterschiedliche Amplituden oder Frequenzen erforderlich sein.
Die Ditheramplitude bezieht sich auf den ausgewählten Strombereich.

***ACHTUNG:*** *Die Parameter PPWM und IPWM beeinflussen die Wirkung der Dithereinstellung. Nach der Dither Optimierung sollten diese Parameter nicht mehr verändert werden.*
***ACHTUNG****: Wenn die PWM Frequenz kleiner 500 Hz ist, dann sollte die Ditheramplitude auf null gesetzt werden.*

[4] Bei dem Dither handelt es sich um ein Dreiecksignal, das dem Stromsollwert überlagert wird. Der Dither wird durch Frequenz und Amplitude definiert. Die Ditherfrequenz sollte nicht mit der PWM Frequenz verwechselt werden. In den Dokumentationen mancher Ventile wird von einem Dither gesprochen und es wird aber die PWM Frequenz gemeint. Zu erkennen ist dies durch die fehlende Angabe der Ditheramplitude.

### 5.7.4 PWM (PWM Frequenz)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| PWM_1/_2 | 61… 2604 | Hz | **P_STAGE** |

Die Frequenz kann in vorgegebenen Stufen definiert werden (61 Hz (1), 72 Hz (2), 85 Hz (3), 100 Hz (4), 120 Hz (5), 150 Hz (6), 200 Hz (7), 269 Hz (8), 372 Hz (9), 488 Hz (10), 624 Hz (11), 781 Hz (12), 976 Hz (13), 1201 Hz (14), 1420 Hz (15), 1562 Hz (16), 1736 Hz (17), 1953 Hz (18), 2232 Hz (19), 2604 Hz (20)). Die optimale Frequenz ist ventilabhängig.

### 5.7.5 ACC (Automatische Magnetstromregler Einstellung)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| ACC_1/_2 | ON(2)\|OFF(1) | - | **P_STAGE** |

Arbeitsmodus der Magnetstromregelung.

**ON**: Im AUTOMATIC Modus werden die PPWM und IPWM Werte anhand der PWM Frequenz berechnet.
**OFF**: Manuelle Einstellung.

### 5.7.6 PPWM (P Verstärkung Magnetstromregler)

### 5.7.7 IPWM (I Verstärkung Magnetstromregler)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| PPWM_1/_2 | 0… 30 | - | **P_STAGE** |
| IPWM_1/_2 | 1… 100 | - | **ACC = OFF** |

Mit diesen Kommandos wird der PI Stromregler für die Magnete parametriert.

Ohne entsprechende Messmöglichkeiten und Erfahrungen sollten diese Parameter nicht verändert werden.

Achtung, steht der Parameter ACC auf ON, so werden diese Einstellungen automatisch durchgeführt.

Ist die PWM-Frequenz < 250 Hz, so muss die Stromregeldynamik verringert werden.
Typische Werte sind: PPWM = 1… 3 und IPWM = 40… 80.
Ist die PWM-Frequenz > 1000 Hz, so sollten die Standardwerte von PPWM = 7 und IPWM = 40 gewählt werden.

## 5.8 Sonderkommandos

### 5.8.1 AINMODE (Modus der Eingangsskalierung)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| AINMODE x | x= EASY\|MATH | - | **TERMINAL** |

Über dieses Kommando wird die Art der Eingangsskalierung umgeschaltet.

Der AINMODE schaltet zwischen den beiden Modi EASY und MATH um. Im EASY Zustand (ist DEFAULT) wird die einfachere anwendungsorientierte Skalierung der analogen Signaleingänge unterstützt.

Im MATH Modus ist die freie Skalierbarkeit über eine lineare Gleichung möglich. Dieses Modus kann z. B. bei bekannten Eingangsskalierungen (Kompatibilitätsmodus) verwendet werden.

ACHTUNG: Die Umschaltung kann nur manuell im Terminal durchgeführt werden. Nach dem Zurückschalten in den EASY Mode sollten als erstes DEFAULT Daten geladen werden.

### 5.8.2 DIAG (Abfrage der letzten Abschaltursachen)

Gibt man das Kommando „DIAG1“ oder „DIAG2“ im Terminalfenster ein, werden die letzten 10 Abschaltungen (Entfall des *Ready* bei anliegendem *Enable*) des entsprechenden Kanals angezeigt. Die Abschaltursachen werden jedoch nicht gespeichert, wenn die Versorgungsspannung abgeschaltet wird. Die letzte Ursache wird in der untersten Zeile der Liste angezeigt. Einträge „---“ zeigen unbenutzte Speicherzellen an.

Ein Beispiel:

```
>DIAG1
---
---
---
---
---
---
---
---
INPUT PIN 9
SOLENOID 1
System Faillure State:
0
>
```

### 5.8.3 AIN (Skalierung der analogen Eingänge)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| AIN_1/_2:X | | | **MATH** |
| a | a= -10000… 10000 | - | |
| b | b= -10000… 10000 | - | |
| c | c= -10000… 10000 | 0,01 % | |
| x | x= V\|C | - | |

Über dieses Kommando können die einzelnen analogen Eingänge individuell skaliert werden.

Zur Skalierung wird die lineare Gleichung verwendet.

$$Output = \frac{a}{b}(Input - c)$$

Der „*C“ Wert* ist der Offset (z. B. um die 4 mA bei einem 4… 20 mA Eingangssignal zu kompensieren). Dieser Wert wird in Prozent angeben. Die Variablen ***A*** und ***B*** definieren den Verstärkungsfaktor, mit dem der Signalbereich auf 100 % skaliert wird (z. B. 1,25 bei 4… 20 mA Eingangssignal, per Werkseinstellung parametriert durch A=1250 und B=1000). Diese beiden Werte sind einheitenlos. Mit ***X*** wird von Spannungs- auf Stromsignal umgeschaltet und der interne Messwiderstand aktiviert.

Der Verstärkungsfaktor errechnet sich, indem man den nutzbaren Bereich (***A***) ins Verhältnis zum real genutzten Bereich (***B***) setzt. Nutzbar sind 0… 20 mA, was für (***A***) einen Wert von **20** ergibt. Genutzt werden 4… 20 mA, was für (***B***) einen Wert von **16** (20-4) ergibt. Nicht genutzt werden 0… 4 mA, was beim Bereich von 20 mA einem Offset von 20 % und somit einem Wert von **2000** für (***C***) entspricht. Zuletzt (***X***) umschalten auf **C**.

Das Kommando sähe also wie folgt aus: AIN:I 20 16 2000 C bzw. AIN:I 1250 1000 2000 C.

**Typische Einstellungen:**

| Kommando | Eingang | Beschreibung |
|---|---|---|
| **AIN:X 1000 1000 0 V** | 0… 10 V | Bereich: 0… 100 % |
| **AIN:X 10 8 1000 V** ODER<br>**AIN:X 1000 800 1000 V** | 1… 9 V | Bereich: 0… 100 %; 1 V = 1000 entspricht dem Offset und die Verstärkung ist:<br>10 / 8 (10 V dividiert durch 8 V (9 V -1 V)) |
| **AIN:X 10 4 500 V** ODER<br>**AIN:X 1000 400 500 V** | 0,5… 4,5 V | Bereich: 0… 100 %; 0,5 V = 500 entspricht dem Offset und die Verstärkung ist:<br>10 / 4 (10 V dividiert durch 4 V (4,5 V -0,5 V)) |
| **AIN:X 20 16 2000 C** ODER<br>**AIN:X 2000 1600 2000 C** ODER<br>**AIN:X 1250 1000 2000 C** | 4… 20 mA | Bereich: 0… 100 %<br>Der 4 mA Offset entspricht bei 20 mA einem Signal von 20 % (2000). Dieses Signal muss dann mit dem Faktor 20 mA / (20 mA – 4 mA) = 1,25 verstärkt werden, um den Bereich 0… 100 % zu ermöglichen.<br>Jede Einstellung ergibt den gleichen Signalbereich. |

## 5.8.4 CCMVIS (Sichtbarkeit der gemessenen Kennline)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| CCMVIS x | x= ON\|OFF | - | **TERMINAL** |

Schaltet man diesen Parameter auf „ON“ so in der Gruppe SYSTEM ein zusätzlicher Eintrag angezeigt, wie folgt:

## 5.8.5 CCM (Gemessene Kennlinie)

| Kommando | Parameter | Einheit | Gruppe |
|---|---|---|---|
| CCM:I X Y | i= -10… 10<br>x= -10000… 10000<br>y= -10000… 10000 | -<br>0,01 %<br>0,01 % | **SYSTEM**<br>**CCMVIS=ON** |

Dieser Parameter dient der Anzeige der aktuell gemessenen Ventilkennlinie. Die Werte werden nicht dauerhaft gespeichert. Die gemessene Kennlinie hat nach Beendigung des Inbetriebnahmeassistenten keine Auswirkung auf das Verhalten des Gerätes.

## 5.9 Prozessdaten (Monitor)

| Kommando | Parameter | Einheit |
|---|---|---|
| `WA1/2` | Sollwert - Eingangssignal | bar |
| `W1/2` | Interner Sollwert | bar |
| `X1/2` | Istwert | bar |
| `E1/2` | Regelfehler | bar |
| `U1/2` | Stellsignal | % |
| `I1/2` | Magnetstrom[5] | mA |

Die Prozessdaten sind die variablen Größen, die im Monitor oder im Oszilloskop kontinuierlich beobachtet werden können.

[5] Die Anzeige des Magnetstroms (im Programm WPC-300) ist gedämpft, um ein stabiles Signal darstellen zu können.

# 6 IO-Link Schnittstelle

Die Prozessdaten sind die variablen Größen, die zyklisch über IO-Link ausgetauscht werden.
Die Prozessdatenlänge beträgt 6 Bytes in Richtung Master -> Gerät und 10 Bytes in der Richtung Gerät -> Master.

## *6.1 Sollwerte vom Master zum Slave*

| Nr. | Byte | Funktion | Bereich | Einheit |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | Steuerwort High<br>Steuerwort Low | - | - |
| 2 | 1 | | | |
| 3 | 2 | Sollwert 1 High<br>Sollwert 1 Low | 0 - 10000 | 0.1 bar |
| 4 | 3 | | | |
| 3 | 2 | Sollwert 2 High<br>Sollwert 2 Low | 0 - 10000 | 0.1 bar |
| 4 | 3 | | | |

Definition des Steuerwortes:

| Byte 0 – Steuerwort 1 High | | | |
|---|---|---|---|
| **Nr.** | **Bit** | **Funktion** | |
| 1 | 0 | --- | |
| 2 | 1 | --- | |
| 3 | 2 | --- | |
| 4 | 3 | --- | |
| 5 | 4 | --- | |
| 6 | 5 | --- | |
| 7 | 6 | START 1 | Aktivierung des Druckreglers 1 |
| 8 | 7 | ENABLE 1 | Freigabe des Kanals 1 |

| Byte 1 – Steuerwort 1 Low | | | |
|---|---|---|---|
| **Nr.** | **Bit** | **Funktion** | |
| 1 | 0 | --- | |
| 2 | 1 | --- | |
| 3 | 2 | --- | |
| 4 | 3 | --- | |
| 5 | 4 | --- | |
| 6 | 5 | --- | |
| 7 | 6 | START 2 | Aktivierung des Druckreglers 2 |
| 8 | 7 | ENABLE 2 | Freigabe des Kanals 2 |

## 6.2 Prozessdaten vom Slave zum Master

| Nr. | Byte | Funktion | Typ | Bereich | Einheit |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | Statuswort High<br>Statuswort Low | int | - | - |
| 2 | 1 | | | | |
| 3 | 2 | Druckistwert 1 High<br>Druckistwert 1 Low | int | 0 - 10000 | 0.1 bar |
| 4 | 3 | | | | |
| 5 | 4 | Druckistwert 2 High<br>Druckistwert 2 Low | int | 0 - 10000 | 0.1 bar |
| 6 | 5 | | | | |
| 7 | 6 | Magnetstrom 1 High<br>Magnetstrom 1 Low | int | 0 - 2600 | mA |
| 8 | 7 | | | | |
| 9 | 8 | Magnetstrom 2 High<br>Magnetstrom 2 Low | int | 0 - 2600 | mA |
| 10 | 9 | | | | |

Definition des Statuswortes:

| Byte 0 – Statuswort High | | | |
|---|---|---|---|
| **Nr.** | **Bit** | **Funktion** | |
| 1 | 0 | $\overline{\text{I1 ERROR}}$ | Fehler Ventil Magnet 1 |
| 2 | 1 | $\overline{\text{XP1 ERROR}}$ | Fehler Drucksensor 1 |
| 3 | 2 | $\overline{\text{APILOWVERR}}$ | Fehler: Versorgungsspannung des Reglers zu gering |
| 4 | 3 | $\overline{\text{ERROR}}$ | Sammelfehlerflag |
| 5 | 4 | --- | Reserve |
| 6 | 5 | --- | Reserve |
| 7 | 6 | PRESSWIN 1 | Druck 1 im Überwachungsfenster |
| 8 | 7 | READY 1 | Allgemeine Betriebsbereitschaftsmeldung, Kanal 1 |

| Byte 1 – Statuswort Low | | | |
|---|---|---|---|
| **Nr.** | **Bit** | **Funktion** | |
| 1 | 0 | $\overline{\text{I2 ERROR}}$ | Fehler Ventil Magnet 2 |
| 2 | 1 | $\overline{\text{XP2 ERROR}}$ | Fehler Drucksensor 2 |
| 3 | 2 | $\overline{\text{DERROR}}$ | Interner Datenfehler |
| 4 | 3 | $\overline{\text{SYSERROR}}$ | Systemfehler |
| 5 | 4 | --- | Reserve |
| 6 | 5 | --- | Reserve |
| 7 | 6 | PRESSWIN 2 | Druck 2 im Überwachungsfenster |
| 8 | 7 | READY 2 | Allgemeine Betriebsbereitschaftsmeldung, Kanal 2 |

***Wichtig: Fehlerflags sind invertiert. Logisch “1” bedeutet “kein Fehler”.***

## 6.3 Parametrierung über IO-Link

Das Gerät kann sowohl über IO-Link wie auch über die USB – Schnittstelle mit dem Programm WPC gleichberechtigt und vollständig parametriert werden.

Es ist hierbei zu beachten, dass diese beiden Methoden nicht gegeneinander verriegelt sind, d.h. bei gleichzeitiger Nutzung der beiden Varianten kann es bei ungeschickter Vorgehensweise dazu kommen, dass im Offline – Projekt der SPS oder in einer WPC – Datei nicht der korrekte Inhalt der Online – Parameter widergespiegelt wird.

Sollte man Parameter über IO-Link schreiben, während WPC verbunden ist, wird sich die Parametertabelle in diesem Programm nicht selbsttätig aktualisieren. Die Änderung eines über IO-Link geschriebenen Parameters wird sich im WPC erst nach erneutem Drücken des „ID“ – Knopfes zeigen, ggf. auch nach einem dem Wechsel der Parametergruppen.

Jeder Schreibvorgang der IO-Link Schnittstelle führt dazu, dass die gesamte Parametrierung im EEPROM gesichert wird, wie es sonst nur nach Betätigung des „SAVE“ Knopfes geschieht. Hier ist besonders sorgfältig und überlegt vorzugehen, falls man Parameter im WPC ändert und anschließend andere Werte über IO-Link schreibt.

Fazit: Es ist zu empfehlen, die beiden Methoden der Parametrierung nicht gleichzeitig zu nutzen, auch wenn dies theoretisch möglich ist.

Für die Parametrierung über IO-Link kann entweder das Engineeringsystem des Masters verwendet werden, oder es ist ein Indexbasierter Zugriff auf einzelne Parameter aus dem SPS – Programm über entsprechende Systemfunktionen möglich.

Möchte man letztere Variante anwenden, sind die Parameterindizes und deren Bytelänge der Tabelle in Kapitel 5.1 / Parameterübersicht zu entnehmen.

Die numerischen Werte der Auswahlparameter sind in den Beschreibungen der vorangehenden Kapitel farbig den jeweiligen Auswahlmöglichkeiten zugeordnet, beispielsweise „(1)“.

Bei numerischen Parametern gelten jeweils die Einheiten und Wertebereiche, die dort angegeben werden.

# 7 Anhang

## *7.1 Überwachte Fehlerquellen*

Folgende Fehlerquellen werden fortlaufend überwacht, wenn SENS = ON / AUTO:

| Quelle | Fehler | Verhalten |
|---|---|---|
| IO-Link | Kommunikationsausfall | Beide Endstufen werden deaktiviert oder die zugehörenden Ersatzwerte werden aufgeschaltet. |
| Istwert PIN 9, 4...20 mA | Stromschleifenfehler | Die Endstufe 1 wird deaktiviert oder der Ersatzwert EOUT_1 wird aufgeschaltet. |
| Magnet 1 PIN 3 / 4 | Magnetstromfehler | Die Endstufe 1 wird deaktiviert. |
| Istwert PIN 10, 4...20 mA | Stromschleifenfehler | Die Endstufe 2 wird deaktiviert oder der Ersatzwert EOUT_2 wird aufgeschaltet. |
| Magnet 2 PIN 1 / 2 | Magnetstromfehler | Die Endstufe 2 wird deaktiviert. |
| RC-Fehler | Fehler im Fernbedienungsbetrieb, z.B. Entfall der USB-Verbindung oder Beendigung der WPC vor dem Abschalten des Fernbedienbetriebs. | Beide Endstufen werden deaktiviert oder die zugehörenden Ersatzwerte werden aufgeschaltet. |
| EEPROM (beim Einschalten) | Datenfehler | Beide Endstufen werden deaktiviert oder die zugehörenden Ersatzwerte werden aufgeschaltet. Das Modul ist nur durch ein erneutes Speichern der Daten zu aktivieren. |
| Inbetriebnahmeassistent | Fehler Inbetriebnahmeassistent, verschiedene Ursachen.<br>Gemeldet als ST_UP ERROR | Inbetriebnahmeassistent wird beendet, nähere Informationen können im Terminal über den Befehl „SR“ abgerufen werden.<br>Die Fehleranzeige hat ansonsten keine Auswirkung auf die Funktion des Gerätes und setzt sich selbsttätig zurück. |

**ACHTUNG:** EOUT Kommando beachten. Änderungen beeinflussen das Verhalten.

## 7.2 Fehlersuche

Ausgegangen wird von einem betriebsfähigen Zustand und vorhandener Kommunikation zwischen Modul und dem WPC-300. Weiterhin ist die Parametrierung zur Ventilansteuerung anhand der Ventildatenblätter eingestellt.

Zur Fehleranalyse kann der RC Modus im Monitor verwendet werden.

**ACHTUNG:** Wenn mit dem RC (Remote Control) Modus gearbeitet wird, sind alle Sicherheitsaspekte gründlich zu prüfen. In diesem Modus wird das Modul direkt gesteuert und die Maschinensteuerung kann keinen Einfluss auf das Modul ausüben.

| FEHLER | URSACHE / LÖSUNG |
|---|---|
| ENABLE ist aktiv, das Modul zeigt keine Reaktion. | Vermutlich ist die Spannungsversorgung nicht vorhanden oder das ENABLE Signal (PIN 6 und gleichzeitig das zum Kanal gehörende Steuerbit über IO - Link) liegt nicht an. Andere Fehler werden durch eine blinkende READY LED angezeigt. |
| ENABLE ist aktiv, die READY LED blinkt. | Mit der blinkenden READY LED wird signalisiert, dass vom Modul ein Fehler erkannt wurde. Fehler können sein:<br>• Kabelbruch oder Kurzschluss zum Magnet bzw. zu den Magneten.<br>• Fehlerhaftes Signal des 4… 20 mA Istwertes an PIN9 oder PIN10.<br>• interner Datenfehler.<br>Mit dem WPC-300 Bedienprogramm kann über den Monitor der Fehler direkt lokalisiert werden. |
| ENABLE ist aktiv, die READY LED leuchtet, der Magnet wird nicht angesteuert (kein Druckaufbau). | Um Fehler im Druckregelkreis zu lokalisieren, ist es sinnvoll, mit der Drucksteuerung (deaktivierter Druckregler, kein Start - Steuerbit) zu beginnen. In diesem Zustand verhält sich das Modul wie ein einfacher Leistungsverstärker.<br>• In diesem Fall ist vermutlich kein Sollwert vorhanden oder die Parametrierung ist fehlerhaft. Mit dem Bedienprogramm ist zu überprüfen ob ein Sollwert (W) anliegt. Falls nicht, so ist die IO-Link Verbindung bzw. die Sollwertvorgabe zu kontrollieren.<br>• Falls der Sollwert korrekt anliegt, so ist die Einstellung zur Ventilansteuerung zu überprüfen. Falls der gewählte Magnetstrom zu gering ist, wird das Ventil nicht richtig angesteuert und der Druck ist erheblich geringer als erwartet.<br>• Möglich ist auch ein falsch konfigurierter Drucksensor. Ist die Eingangsskalierung auf Spannung und der Drucksensor liefert ein Stromsignal (4… 20 mA), so misst das Modul einen hohen Istdruck (der eigentlich nicht vorhanden ist) und regelt den Ausgang in entgegengesetzte Richtung (nach geringem Druck), und es kann zu keinem Druckaufbau kommen. Das Startsignal zur weiteren Überprüfung zu deaktivieren.<br>• Das Druckventil wird angesteuert (Überprüfung durch Prozessparameter I1/2 oder durch die direkte Strommessung an den Magnetausgängen). In diesem Fall muss ein hydraulisches Problem vorliegen oder es werden Magnetstecker mit Freilaufdi- oden eingesetzt. Freilaufdioden führen zu einer fehlerhaften Strommessung. Sie sind zu entfernen. |
| ENABLE ist aktiv, die READY LED leuchtet, der Druck ist nicht stabil. | In vielen Fällen handelt es sich dabei um ein hydraulisches Problem.<br>Elektrische Probleme könnten sein:<br>• Spannungsversorgung stark gestört.<br>• Sehr lange Magnetleitungen (> 40 m) und daraus folgend instabiler Magnetstromregelkreis.<br>• Instabiler Magnetstromregelkreis infolge der Magnetansteuerung. In manchen Fällen hat sich die Einstellung der PWM Frequenz und des Dither als etwas problematisch herausgestellt. Folgende Erfahrungen liegen vor:<br>a. PWM Frequenz = 2600 Hz (hohe Frequenz), der Dither muss in Amplitude und Frequenz genau auf das Ventil abgestimmt werden.<br>b. PWM Frequenz = 100… 400 Hz (niedrige Frequenz), die Dither Amplitude ist auf jeden Fall auf 0 % (ausgeschaltet) einzustellen. |

| FEHLER | URSACHE / LÖSUNG |
|---|---|
| ENABLE und START sind aktiv, die READY LED leuchtet, die Druckregelung arbeitet, aber der Regeldruck stimmt nicht mit dem Sollwert überein. | Grundsätzlich arbeitet das System, durch fehlerhafte Anpassungen der Signale bzw. der Reglereinstellung kommt es aber noch zu unerwünschten Abweichungen.<br>Da sowohl Drucksensoren als auch Druckventile nur in bestimmten Druckstufen zur Verfügung stehen, sind die Signale entsprechend zu skalieren. Prüfen Sie die Grundeinstellungen (s. Kapitel 3.2.). |
| ENABLE und START sind aktiv, die READY LED leuchtet, die Druckregelung arbeitet, aber der Regeldruck schwingt bzw. wird zu langsam geregelt. | Die hydraulischen Möglichkeiten des Systems sind zu berücksichtigen Zur Überprüfung ist der gesteuerte Modus geeignet. Ist der Druckab- bzw. Druckaufbau gesteuert sehr langsam, so kann er geregelt nur geringfügig schneller werden. Ist der gesteuerte Druckab- und Druckaufbau schneller als der geregelte, so ist die PID Reglereinstellung zu überprüfen.<br>1. Die Regelparameter C_n:I C_n:P, C_n:FF sind zu überprüfen. Dabei kommt dem C_n:FF Parameter folgende Bedeutung zu:<br>Über diesen Parameter wird das Druckventil vorgesteuert, d. h. der Sollwert geht wie bei einer gesteuerten Anwendung direkt zum Magneten und wird nur über diesen Parameter skaliert. Bei C_n:FF 8000 wird das Ventil zu 80 % angesteuert. Die restlichen 20 % müssen über den eigentlichen PID bereitgestellt werden. Dazu ist die Integratorbegrenzung auf ca. 2500 bis 3500 (25 % bis 35 %) einzustellen[6].<br>2. Der C_n:P (P-Anteil) ist in angepassten Schritten[7] zu erhöhen bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Druck etwas unruhig wird (leicht schwingt bzw. relativ lange benötigt, um sich zu stabilisieren). Der C_n:P sollte dann um ca. 30… 50 % verringert werden, um eine ausreichende Stabilitätsreserve zu erhalten.<br>3. Der Integratoranteil C_n:I regelt den statischen Fehler aus. Typische Zeiten liegen im Bereich von 100 ms bis 1200 ms. Um diesen Parameter zu optimieren, ist das Einschwingverhalten zu beobachten. |
| ENABLE und START sind aktiv, die READY LED leuchtet, die Druckregelung arbeitet, in manchen Druckbereichen kommt es zu größeren Abweichungen. | In diesem Fall ist die Linearitätsabweichung des Ventils größer als der Stellbereich des Integrators. Der Parameter C_n:I_LIM ist zu erhöhen. |
| ENABLE und START sind aktiv, die READY LED leuchtet, die Druckregelung arbeitet. Es kommt immer wieder vor, dass das System bei kleinem Anfangsdruck nicht geregelt wird und kein Druckaufbau stattfindet. | In diesem Fall ist die Integratorschwelle (Aktivierungspunkt des Integrators) in Kombination mit der Reglereinstellung zu hoch. Der Parameter C_n:I_ACT sollte verringert werden. |

[6] Die Begrenzung sollte größer als der fehlende Stellbereich sein, da wir bei den Ventilen mit einer mehr oder weniger großen Linearitätsabweichung rechnen müssen.

[7] „Angepasste Schritte“ ist eine sehr allgemeine Beschreibung. Unserer Erfahrung nach kann man die Regelparameter in Schritten von +20 % bzw. -20 % vom aktuellen Wert für eine grobe Anpassung ändern. Für die Feineinstellung sind dann kleinere Schritte erforderlich.

# 8 Notizen