



## Umbauanleitung

### Serie VRD350/355 in Serie PxD

---

### Elektronik für Stetig - Ventile



---

**Parker Hannifin GmbH**  
Hydraulic Controls Division  
Gutenbergstr. 38  
41564 Kaarst, Deutschland  
Tel.: 0181 99 44 43 0  
Fax: 02131-513-230  
E-mail: [infohcd@parker.com](mailto:infohcd@parker.com)  
Copyright © 2004, Parker Hannifin GmbH

# Ersatz einer Steuerelektronik der Serie VRD 350/355 durch Modultypen der Serie PxD

## Zur Beachtung

Beim Umbau einer vorhandenen Anlageninstallation sind folgende Punkte zu beachten

- Bei der Elektronikserie VRD350/355 gab es gesteuerte und geregelte Ausführungen.  
Die gesteuerte Version hatte keinen Regelkreis und diente zur Magnet-Ansteuerung eines Proportionalventils ohne Wegaufnehmer.  
Die geregelte Ausführung hatte 1 Regelkreis und konnte dadurch entweder zur Magnet-Ansteuerung plus Lageregelung eines Proportionalventils mit Wegaufnehmer (interne Regelung) oder zur Magnet-Ansteuerung eines Proportionalventils ohne Wegaufnehmer plus Regelung einer anlagenseitigen Prozessgröße, z.B. Position, Druck, Kraft, verwendet werden (externe Regelung).
- Die Elektronikserie VRD350/355 kann in den meisten Fällen durch die Serie PxD ersetzt werden, die beiden Serien VRD und PxD sind jedoch nicht anschluss- und eingeschränkt funktionskompatibel.
- Vorbereitend ist zu untersuchen, ob bzw. mit welchen Geräten ein Ersatz für die vorhandene VRD-Elektronik möglich ist.
- Als Ersatz für die bisher verwendeten VRD-Baugruppen können folgende Typen verwendet werden:  

PWD00A-400	Elektronik für gesteuerte Proportional-Wegeventile
PWDXXA-400	Elektronik für intern lagegeregelte Proportional-Wegeventile bzw. für gesteuerte Proportional-Wegeventile beim Einsatz in externen Lageregelungen
PCD00A-400	Elektronik für gesteuerte Proportional-Druck-/Stromventile
PZD00A-400	Zusatzelektronik für Sollwertführung (interne Sollwerte, Rampen, Sonderfunktionen)
- Bevor mit Umbauarbeiten begonnen wird, unbedingt die Betriebsanleitung der Elektronik lesen!  
Hinweise zum Umbau geben auch die nachfolgenden Verdrahtungspläne.



Die Verdrahtungspläne stellen lediglich Beispiele dar. Aufgrund der vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten sind andere Schaltungen möglich.

- Bei Verwendung mit externen Regelkreisen müssen für die Elektronik PWDXXA-400 die benötigten Reglerparameter ermittelt werden. Eine Umrechnung aus den bisher in der VRD-Baugruppe verwendeten Daten ist nicht möglich. Hinweise zur Reglerparametrierung finden Sie im Abschnitt: "PWDXXA-400 in externen Lageregelkreisen".



Der Umbau darf ausschließlich von Fachpersonal mit elektrotechnischer Ausbildung durchgeführt werden! Bei Unklarheiten bitte im Werk rückfragen.



Vorsicherung überprüfen! Jedes Modul benötigt eine eigene Vorsicherung entsprechend der Datenblattangabe.

## Vergleich der Grundeigenschaften der Elektronikserien VRD350/355 und PxD

Anwendungen ohne geschlossenen Regelkreis (gesteuert)

### VRD 350/355-x

### PWD/PCD00A-40x

<b>Bauform</b>	Europakarte	Tragschienenmodul
<b>Ausführung</b>	ventil spezifisch, Ventil-Parameter fest	Universalausführung, Ventil-Parameter aus Software-Bibliothek
<b>Bediensoftware</b>	Anwendungs-Parameter von PC über Bediensoftware ProVRD	Anwendungs-Parameter von PC über Bediensoftware ProPxD
<b>Betriebssystem</b>	MS-DOS	ab WINDOW S 95
<b>Versorgungsspannung</b>	18...30VDC	18...30VDC
<b>Magnetstrom-Bereiche</b>	0,8 / 2,7 / 3,5A	0,8 / 1,3 / 1,8 / 2,7 / 3,5A
<b>Stromaufnahme</b>	max. 2,0A	max. 2,0A
<b>Vorsicherung</b>	1,6 / 3,15A flink	2,5A mittelträge
<b>Umgebungstemperatur</b>	0...+50°C	-20...+60°C
<b>Steckverbindung</b>	DIN 41612F, 48-polig	Schraubklemmen, steckbar
<b>Gewicht</b>	220g	160g
<b>Sollwert-Eingangssignale</b>	0...+/- 10V	0...+/- 10V
<b>Sollwert-Differenzeingang</b>	ja	PWD: ja PCD: nein
<b>Referenz Ausgang z. Potentiometerspeisung</b>	+/- 10V (10mA)	+/- 10V (15mA) über Zusatzmodul PZD00A-40x
<b>Abruf interne Sollwerte</b>	4 Kanäle	4 Kanäle
<b>Richtungsumschaltung</b>	2fach +/-	nein
<b>Rampenabschaltung</b>	ja	nein
<b>Freigabeeingang</b>	0/30V (10mA)	0/30V (0,3mA)
<b>Statusausgang</b>	0/30V (50mA)	0/30V (15mA)
<b>Datenschnittstelle</b>	RS-232C über Nullmodemkabel	RS-232C über Nullmodemkabel

## Vergleich der Grundeigenschaften der Ventilserien VRD350/355 und PxD

Anwendungen mit geschlossenem Regelkreis intern oder extern

### VRD 350/355-x

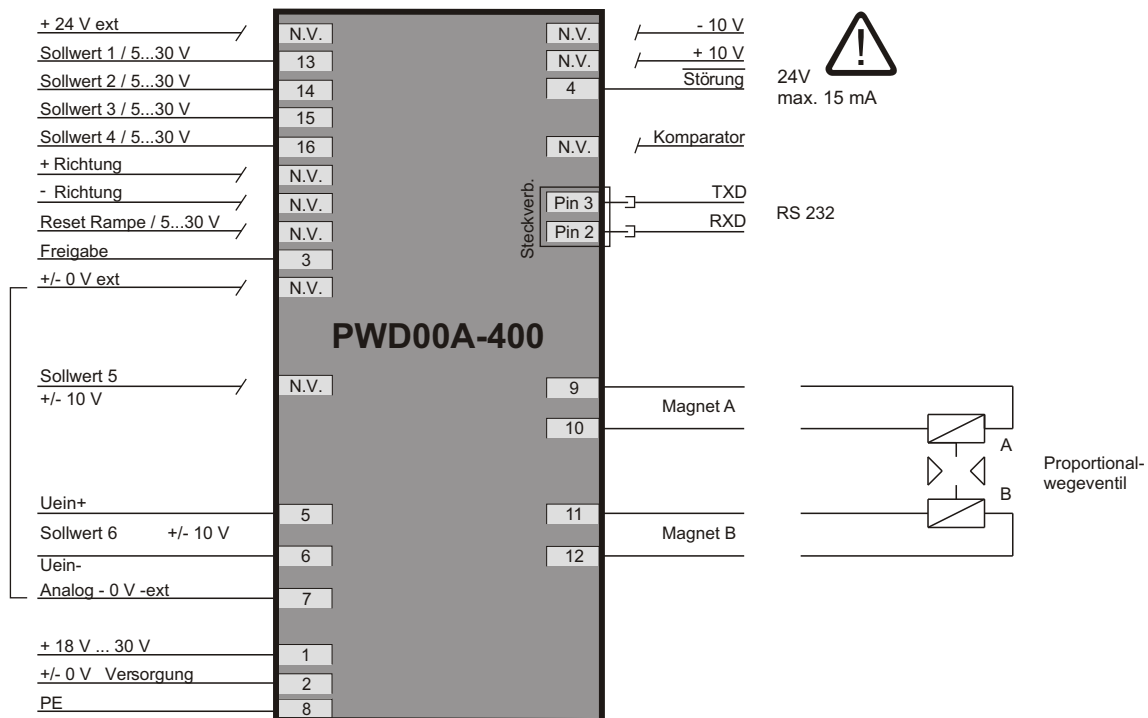
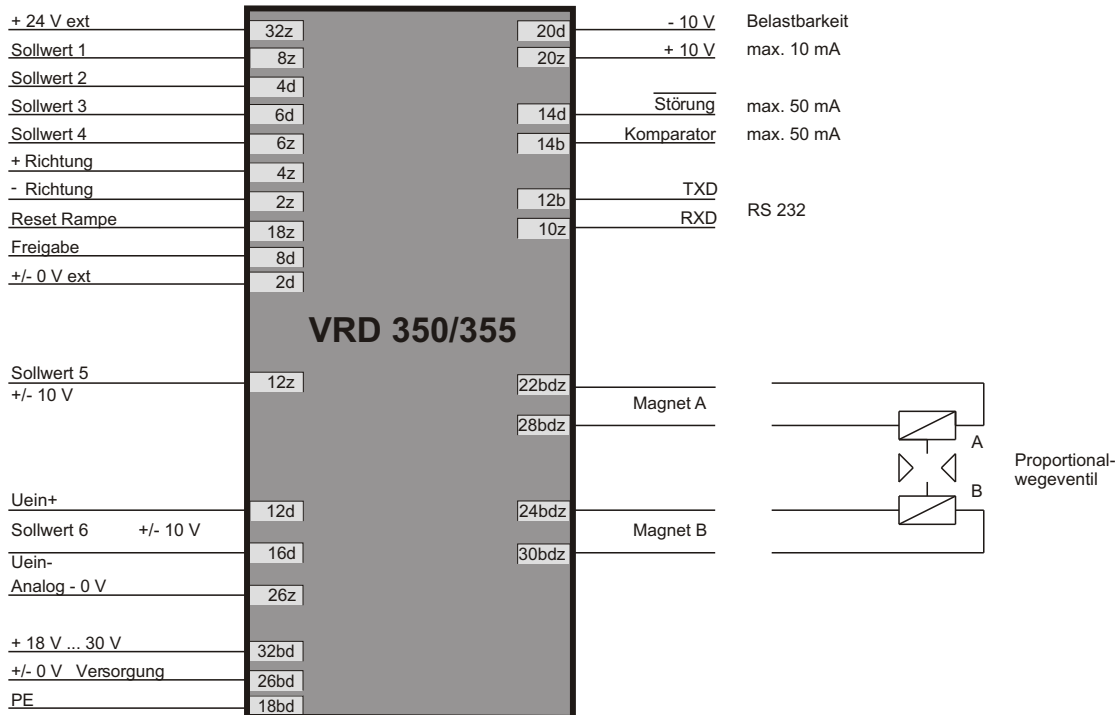
### PWXXA-40x

<b>Bauform</b>	Europakarte	Tragschienenmodul
<b>Ausführung</b>	ventil spezifisch, Ventil-Parameter fest	Universalausführung, Ventil-Parameter aus Software-Bibliothek
<b>Bediensoftware</b>	Anwendungs-Parameter von PC über Bediensoftware ProVRD	Anwendungs-Parameter von PC über Bediensoftware ProPxD
<b>Betriebssystem</b>	MS-DOS	ab WINDOWS 95
<b>Versorgungsspannung</b>	18...30VDC	18...30VDC
<b>Magnetstrom-Bereiche</b>	0,8 / 2,7 / 3,5A	1,3 / 2,7 / 3,5A
<b>Stromaufnahme</b>	max. 2,0A	max. 2,0A
<b>Vorsicherung</b>	1,6 / 3,15A flink	2,5A mittelträge
<b>Umgebungstemperatur</b>	0...+50°C	-20...+60°C
<b>Steckverbindung</b>	DIN 41612F, 48-polig	Schraubklemmen, steckbar
<b>Gewicht</b>	220g	160g
<b>Sollwert-Eingangssignale</b>	0...+/-10V	0...+/- 10V 0...+/- 20mA / 4...20mA
<b>Sollwert-Differenzeingang</b>	ja	ja
<b>Referenz Ausgang z. Potentiometerspeisung</b>	+/- 10V (10mA)	+/- 10V (15mA) über Zusatzmodul PZD00A-40x
<b>Istwert-Eingangssignale</b>	ventil spezifisch sowie 0..10V / 0..+/- 10V 0..20mA / 4..20mA	ventil spezifisch sowie 0..10V / 0..+/- 10V 0..20mA / 0..+/- 20mA / 4..20mA
<b>Istwert-Differenzeingang</b>	nein	ja
<b>Abruf interne Sollwerte</b>	4 Kanäle	6 Kanäle üb. Zusatzmodul PZD00A-40x
<b>Richtungsumschaltung</b>	2fach +/-	nein
<b>Rampenabschaltung</b>	ja	nein
<b>Freigabeeingang</b>	0/30V (10mA)	0/30V (0,3mA)
<b>Statusausgang</b>	0/30V (50mA)	0/30V (15mA)
<b>Monitorausgang</b>	0...+/- 10V (5mA)	0...+/- 10V (5mA)
<b>Komparatorausgang</b>	0/30V (50mA)	über Monitorausgang 0..+/- 10V (5mA)
<b>Datenschnittstelle</b>	RS-232C über Nullmodemkabel	RS-232C über Nullmodemkabel

# Umverdrahtung VRD350/355 auf Serie PxD

## für Proportional-Wegeventil in gesteuerter Ausführung

### Eingangssignal analog & interne Sollwertvorgabe

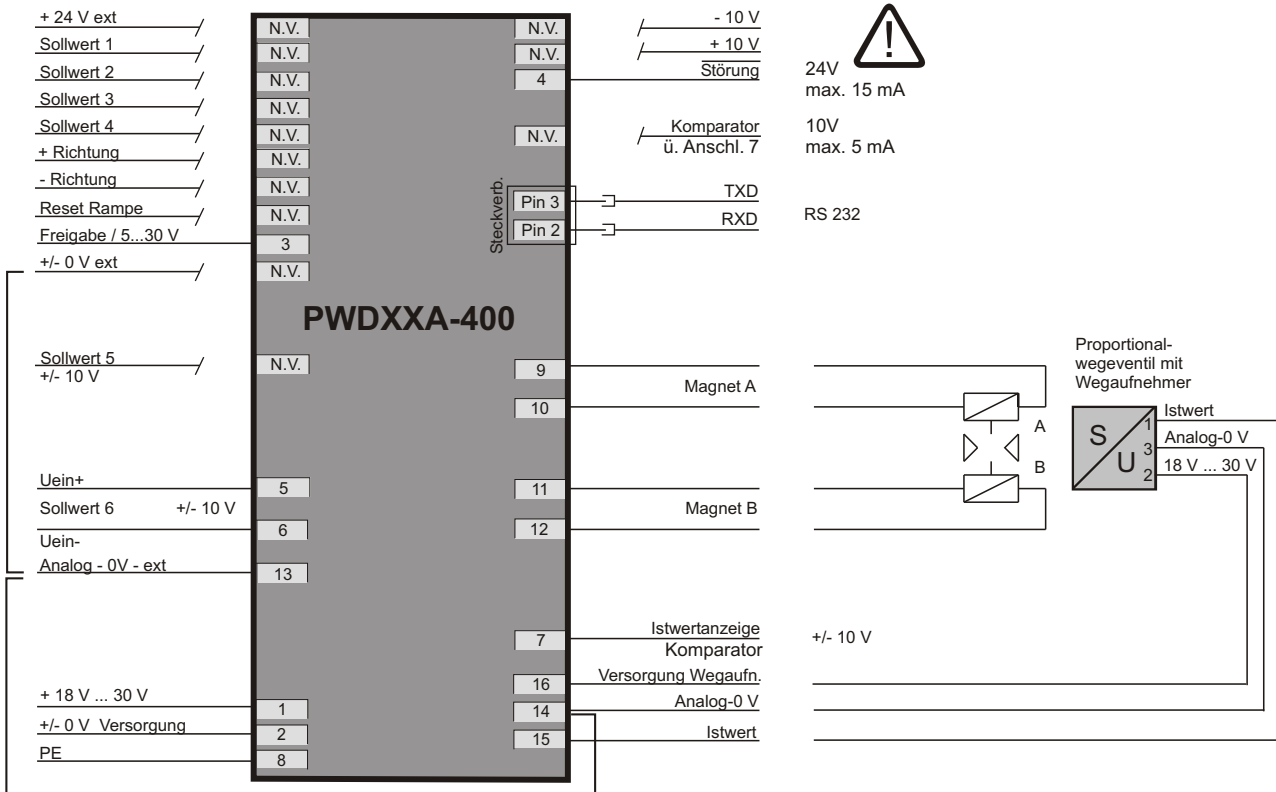
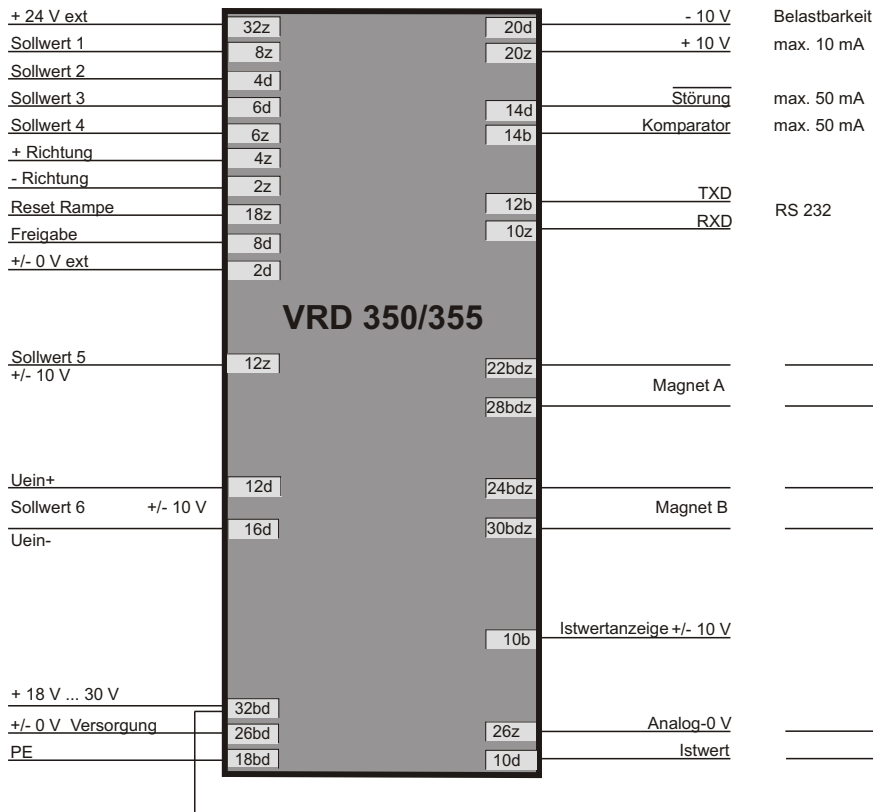


N.V. = nicht vorhanden



Dieser Schaltungsvorschlag stellt lediglich eine Empfehlung dar.  
Die endgültige Überprüfung der Anschlussfolge obliegt dem Anwender.

# Umverdrahtung VRD350/355 auf Serie PxD für Proportional-Wegeventil in geregelter Ausführung Eingangssignal analog



N.V. = nicht vorhanden

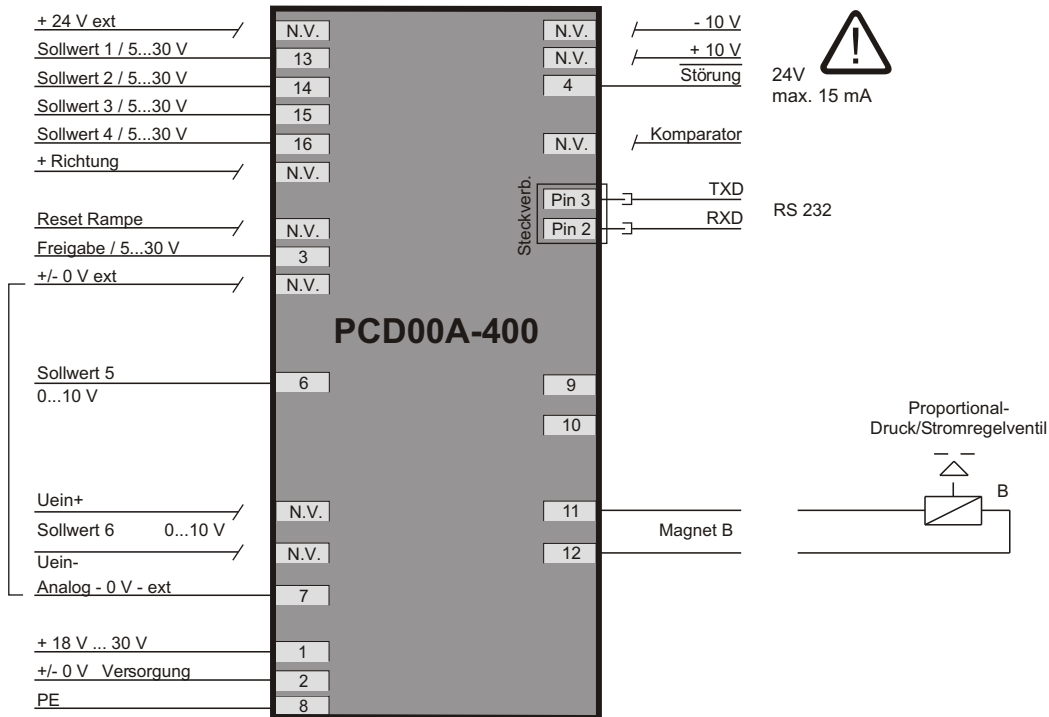
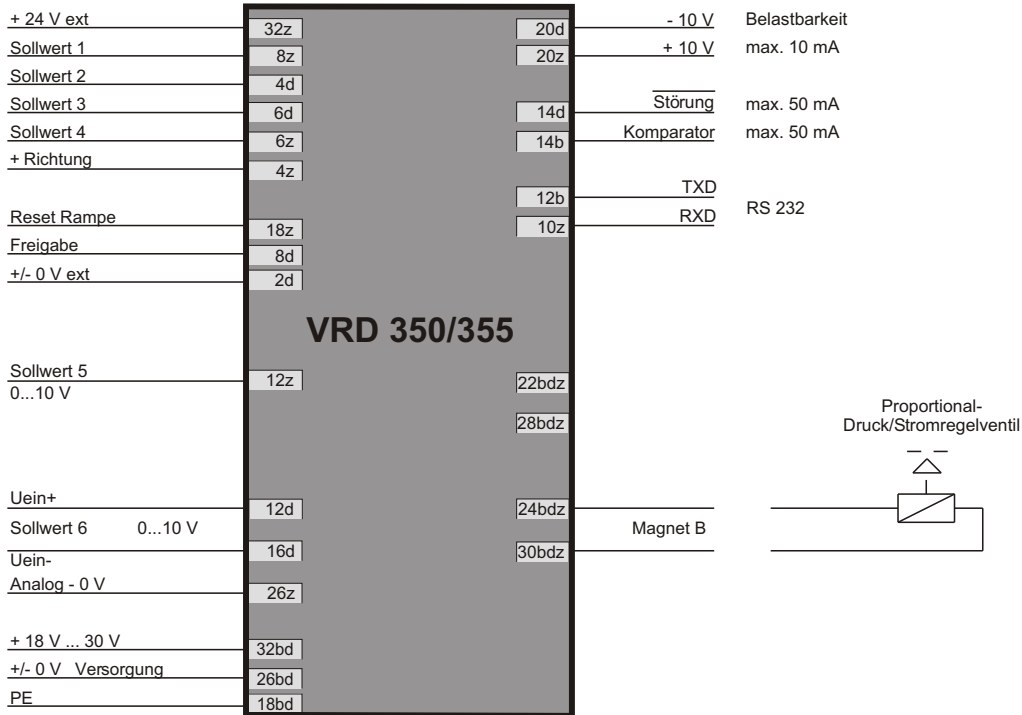


Dieser Schaltungsvorschlag stellt lediglich eine Empfehlung dar.  
Die endgültige Überprüfung der Anschlussfolge obliegt dem Anwender.

# Umverdrahtung VRD350/355 auf Serie PxD

## für Proportional-Druck/Stromregelventil in gesteuerter Ausführung

### Eingangssignal analog & interne Sollwertvorgabe

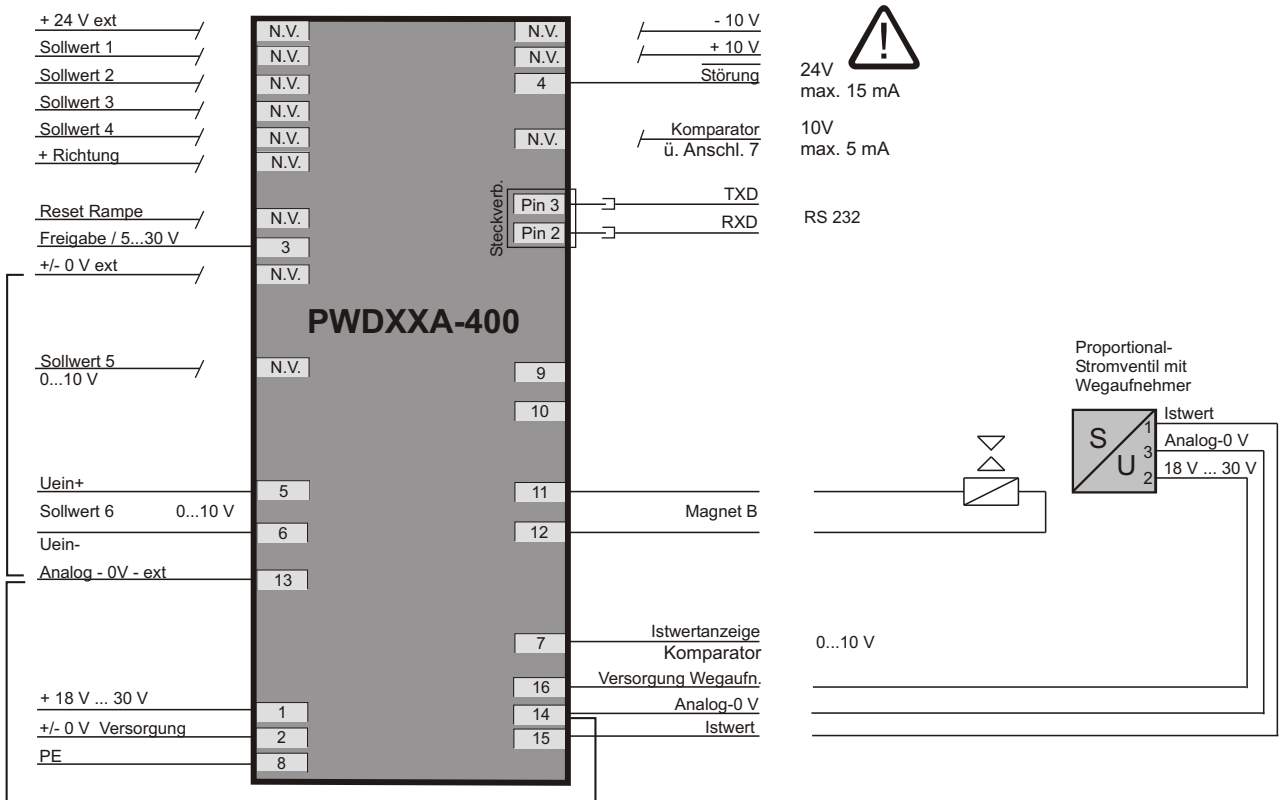
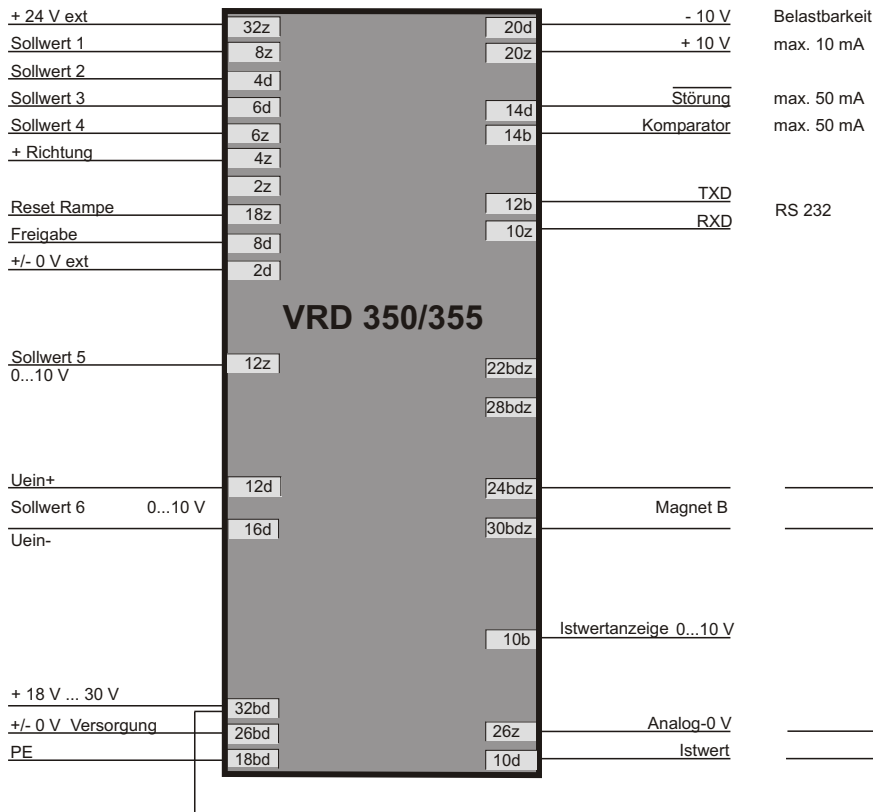


N.V. = nicht vorhanden



Dieser Schaltungsvorschlag stellt lediglich eine Empfehlung dar.  
Die endgültige Überprüfung der Anschlussfolge obliegt dem Anwender.

# Umverdrahtung VRD350/355 auf Serie PxD für Proportional-Stromventil in geregelter Ausführung Eingangssignal analog



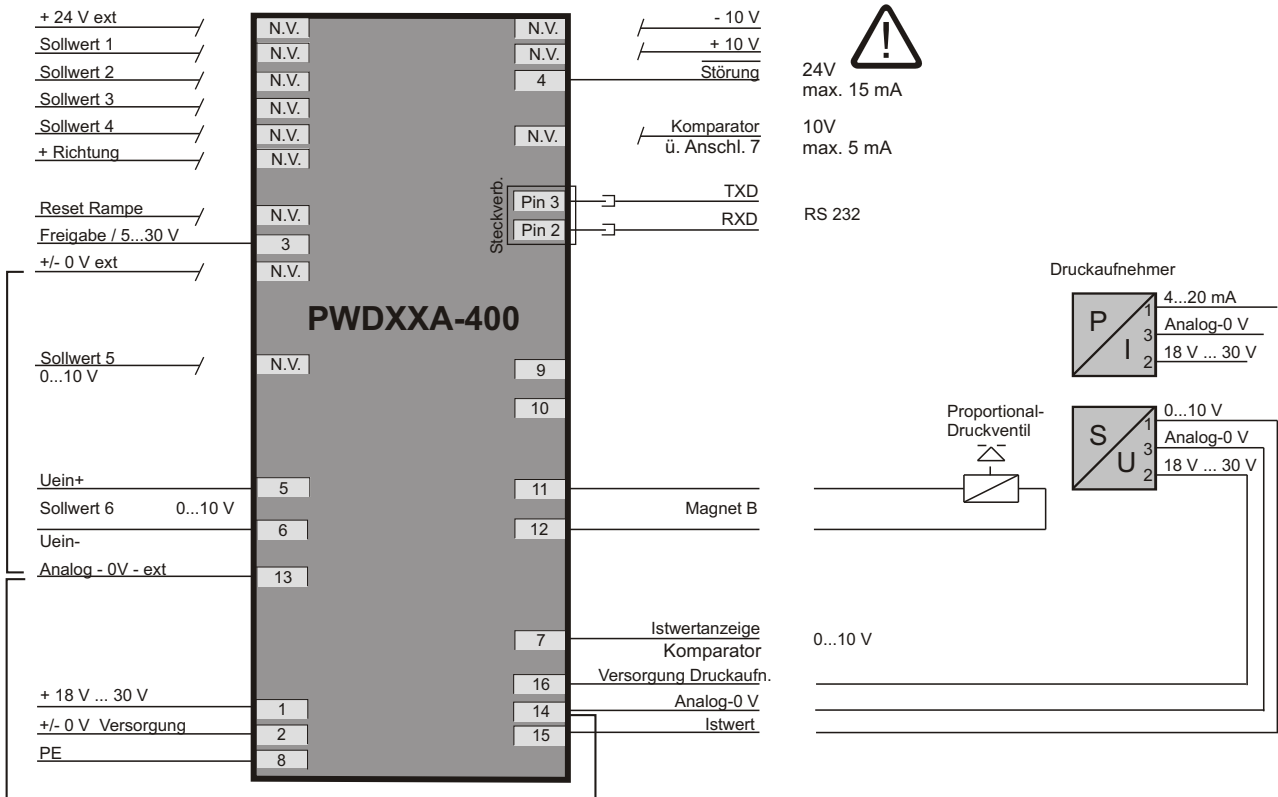
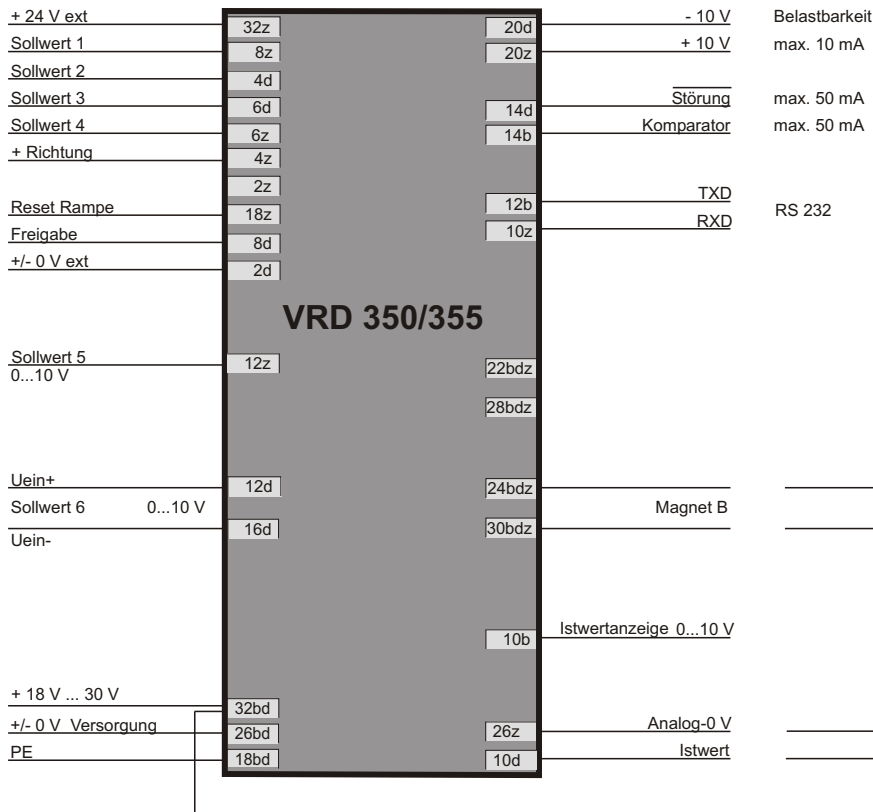
N.V. = nicht vorhanden



Dieser Schaltungsvorschlag stellt lediglich eine Empfehlung dar.  
Die endgültige Überprüfung der Anschlussfolge obliegt dem Anwender.



# Umverdrahtung VRD350/355 auf Serie PxD für Proportional-Druckventil mit externer Druckregelung Eingangssignal analog



N.V. = nicht vorhanden

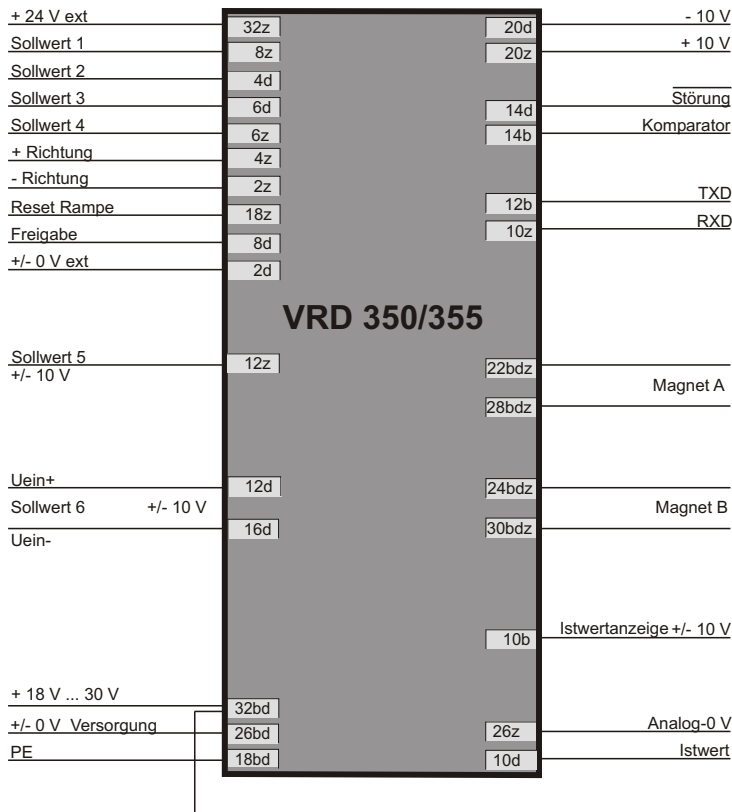


Dieser Schaltungsvorschlag stellt lediglich eine Empfehlung dar.  
Die endgültige Überprüfung der Anschlussfolge obliegt dem Anwender.

# Umverdrahtung VRD350/355 auf Serie PxD

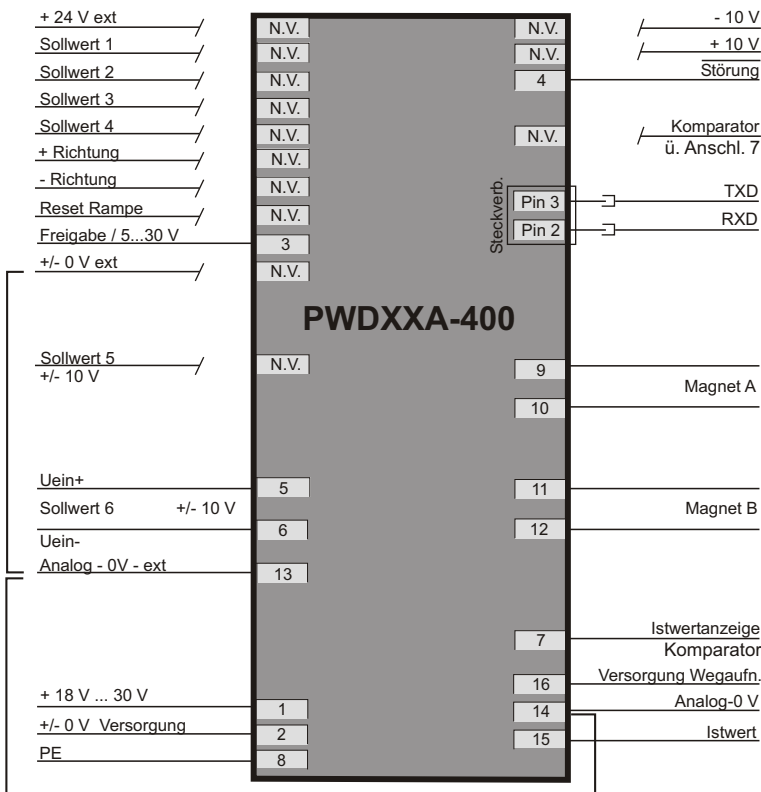
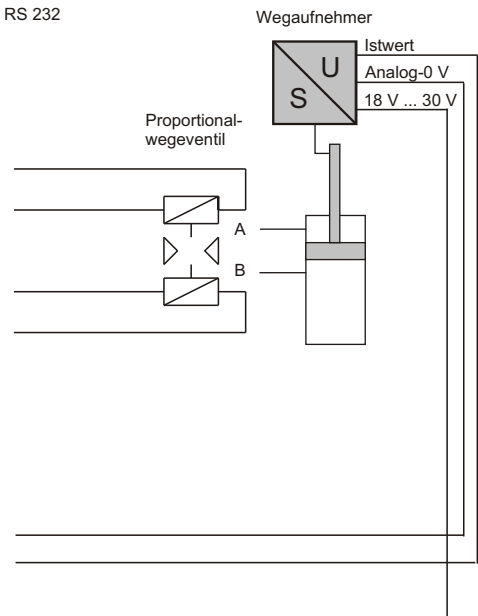
## für Proportional-Wegeventil mit externer Positionsregelung

### Eingangssignal analog



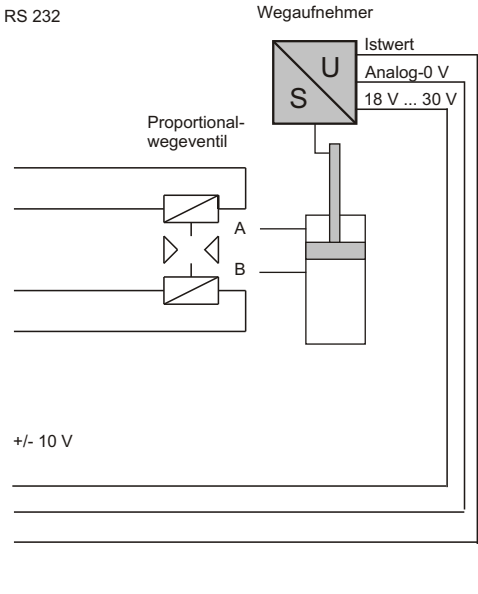
Belastbarkeit  
max. 10 mA  
  
max. 50 mA  
max. 50 mA

RS 232



24V  
max. 15 mA  
  
10V  
max. 5 mA

RS 232



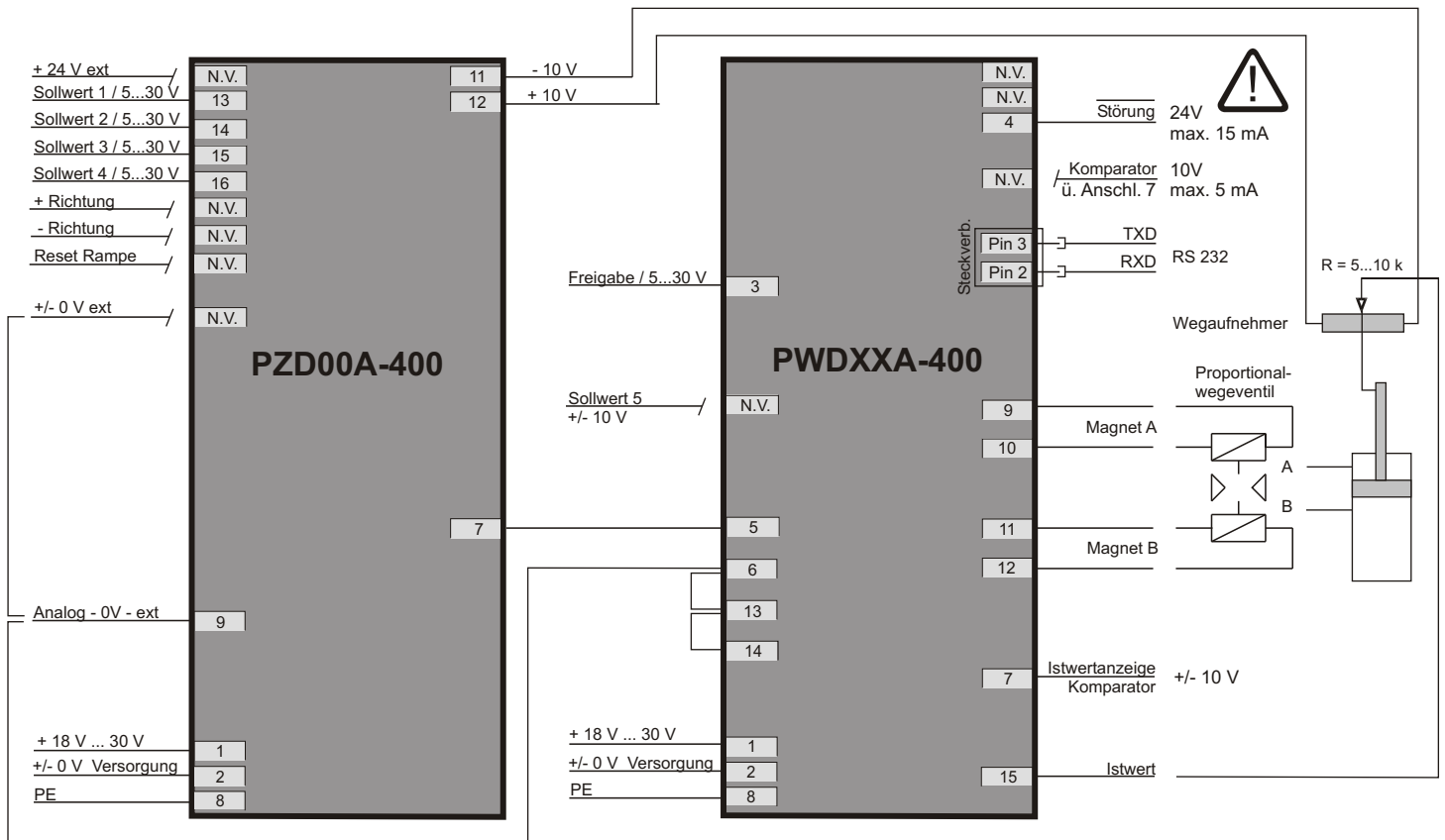
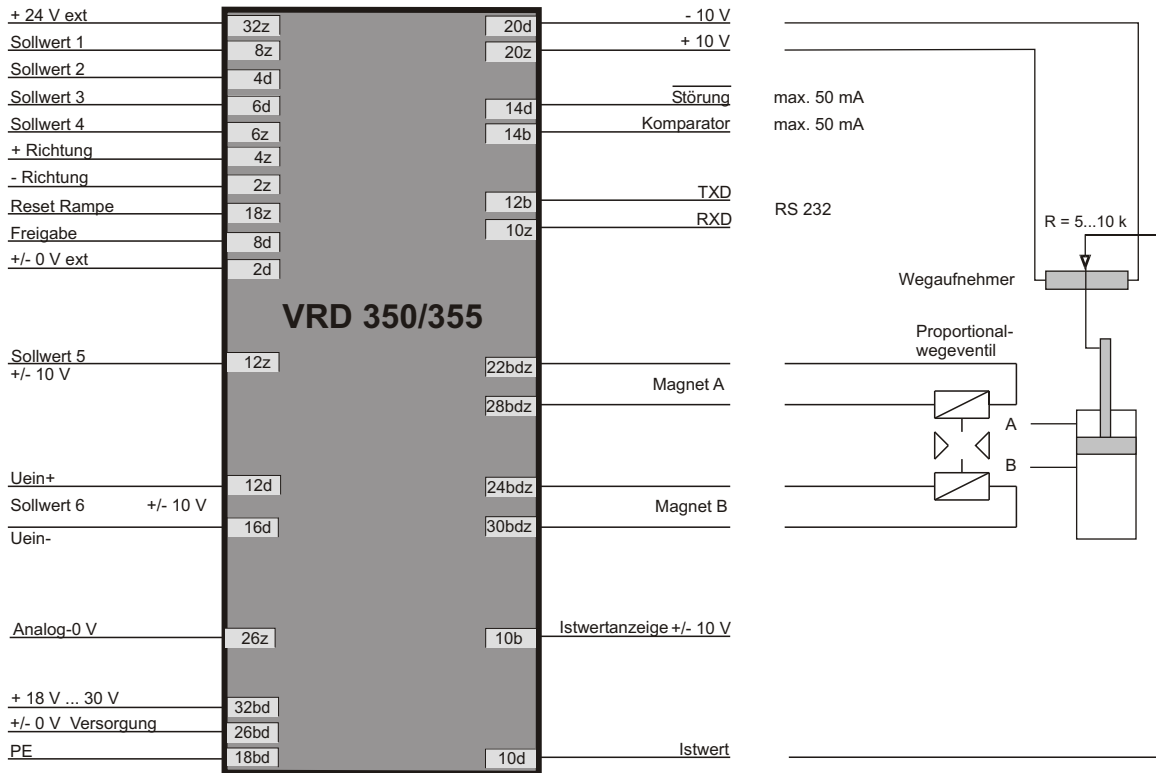
N.V. = nicht vorhanden



Dieser Schaltungsvorschlag stellt lediglich eine Empfehlung dar.  
Die endgültige Überprüfung der Anschlussfolge obliegt dem Anwender.

# Umverdrahtung VRD350/355 auf Serie PxD

für Proportional-Wegeventil mit externer Positionsregelung  
interne Sollwertvorgabe und Istwert-Potentiometer



N.V. = nicht vorhanden



Dieser Schaltungsvorschlag stellt lediglich eine Empfehlung dar.  
Die endgültige Überprüfung der Anschlussfolge obliegt dem Anwender.

# PWDXXA-400 in externen Lageregelkreisen.

## Leitfaden zur Reglerparametrierung.

### Einführung

Beim Einsatz der Elektronik PWDXXA-400 als Lageregler arbeitet diese im geschlossenen Regelkreis, d.h. der Signalausgang zu den Ventilmagneten wird von der Elektronik automatisch so verändert, dass sich der zu regelnde Antrieb zur gewünschten Position bewegt. Das Herz des Regelkreises ist ein digitaler Regler, welcher den Magnetausgang jede Millisekunde neu einstellt. Der Regler hat einstellbare Parameter, welche vom Benutzer entsprechend seiner Anwendung eingestellt werden müssen.

Der Regler arbeitet mit einer Basis-PID-Struktur, welche um einige spezielle Eigenschaften erweitert wurde, um ihn an unterschiedliche hydraulikgesteuerte Applikationen optimal anpassen zu können.

### Basisinformationen zum Regelalgorithmus

#### **Warum müssen die Regelparameter abgestimmt werden?**

Der Regler kann mit Ventilen zusammenwirken, die hinsichtlich Durchflusskapazität, Frequenzgang, Charakteristik und Kolbenüberdeckung sehr verschieden sind. Er wird zur Regelung von Antrieben mit unterschiedlichsten Lastbedingungen verwendet, wobei der verwendete Hydrozylinder oder –motor jedwede Abmessung bzw. jeden Hub haben kann. Um diese große anwendungstechnische Bandbreite abdecken zu können, muss der Regler entsprechend parametrierung werden. Es kann keine "Universalabstimmung" geben, welche immer ein gutes Regelergebnis bewirkt.

Die Elektronik verwendet einen "PID"-Regler als Basisfunktion. Der Name kommt daher, dass der Reglerausgang die Summe von drei Regeltermen darstellt, die proportional (P), integrierend (I) und differenzierend (D) wirken, wobei jeder dieser Koeffizienten einstellbar ist. In der Bediensoftware sind dafür die Parameter P16 (P), P17 (I) und P18 (D) vorgesehen.

#### **P - P16**

Dieser Parameter erzeugt ein sofortiges Ausgangssignal, welches proportional zur Differenz zwischen Soll- und Istposition ist. Sollte dieser Parameter zu hoch eingestellt sein, so kann der Antrieb oszillieren; bei einem zu niedrigen Wert für P16 erhält man eine schlechte Positioniergenauigkeit und eine langsame Reaktion auf Sollwertänderungen.

#### **I - P17**

Dieser Parameter ändert den Ausgang mit einer Größe, welche der Summe der Positionsfehler über der Zeit proportional ist (Integrationszeit), wobei sich die Signalpolarität so einstellt, dass der Fehler sich verkleinert. Der Parameter P17 ist innerhalb eines über den Parameter P26 einstellbaren Fensters wirksam. P26 sollte so klein eingestellt werden, dass das Fenster nahe der Zielposition oder im stationären Bereich des Antriebs liegt. Bei einer zu hohen Einstellung von P17 können niedrigfrequente Oszillationen entstehen, während ein zu niedriger Wert ein sehr langsames Erreichen der Zielposition bewirkt.

#### **D - P18**

Der D-Parameter bewirkt ein Ausgangssignal, welches der Änderungsgeschwindigkeit der Istposition proportional ist. Je nach Vorzeichen dieses Parameters wirkt er dämpfend oder beschleunigend. Bei hydraulischen Antrieben sollte der Wert sehr niedrig eingestellt werden.

#### **Parameterbereiche**

Die Elektronik bietet zwei Parameterbereiche an, und zwar die Betriebsmodi *BASIS* und *EXPERT*. Während bei internen Regelungen von lagegeregelten Ventilen die Reglerdaten einfach aus der Ventilbibliothek der Bediensoftware geladen werden können, ist bei externen Regelungen eine anwendungsspezifische Abstimmung der Reglerparameter über die Menüebene *EXPERT* erforderlich. Der Betriebsmodus kann über das Menü *OPTIONEN* gewählt werden.

## Grundabstimmung für einen Lageregler

Bevor Sie andere Parameter probieren, sollten Sie zuerst die Proportionalverstärkung einstellen, welche über P16 erreichbar ist. In vielen Fällen brauchen Sie lediglich diesen Parameter abzustimmen, und es sind keine weiteren Reglereinstellungen vorzunehmen. Aber auch falls ander Parameter für Ihre Applikation nötig werden, führt der Weg immer zunächst über eine Einstellung der P-Verstärkung. Sie wird durchgeführt, indem zuerst alle anderen Reglerparameter P13 – 19 sowie P26 – 27 auf einen Wert von Null gesetzt werden und anschließend der Parameter P16 so hoch eingestellt wird, dass gerade noch kein Oszillieren des Antriebs erfolgt.

### **Funktionsfähigkeit der Regelung sicherstellen**

Bevor an die Abstimmung des Reglers gegangen werden kann, muss zunächst sichergestellt werden, dass der Regelkreis überhaupt funktioniert. Wie bereits in der Einführung bemerkt, werden in der Elektronik Soll- und Istposition verglichen, indem eine Subtraktion der beiden Signalwerte erfolgt und der Ventilausgang das Vergleichsresultat erhält, damit die gewünschte Position vom Antrieb eingenommen wird. Damit dies funktioniert, müssen die Polaritäten von Soll- bzw. Istwertsignal gleich sein.

### **Wie wird die Funktionsfähigkeit der Regelung getestet bzw. erreicht?**

Zunächst sollten Sie bei ausgeschalteter Regelung (Parameter E2 auf den Wert 0 = gesteuert setzen und zur Elektronik senden) den Antrieb über Handbedienung in die Mitte seines Fahrweges bringen. Anschließend zunächst die Regelparameter wie im Abschnitt "Grundabstimmung" beschrieben einstellen (P16 auf 10%) sowie für Parameter E2 den Wert 2 = extern geregelt einstellen und zur Elektronik senden. Springt der Antrieb nunmehr sofort in eine Endlage, so sind die Polaritäten fehlerhaft. Wechseln Sie nun zum Parameter P12 = Polarität Istwert, ändern Sie dort den Wert und senden Sie ihn ab. Nunmehr sollte der Antrieb regelbar sein und beim Einschalten der Regelung über E2 in der momentanen Position verbleiben. Anschließend Positionswerte vorgeben und die Bewegungsabläufe kontrollieren. Sollte sich dabei zeigen, dass der Antrieb zwar geregelt fährt, die Bewegungsrichtung jedoch nicht wie gewünscht, sondern entgegengesetzt ist, so müssen bei den beiden Parametern P11 = Polarität Sollwert sowie P12 = Polarität Istwert die Werte gewechselt werden. Nachdem die Regelung nunmehr wunschgemäß funktioniert, kann die Abstimmung des Reglers fortgesetzt werden.

### **Reglerabstimmung**

1. Erstellen Sie in Ihrer Steuerung ein brauchbares Test-Fahrprofil, da Sie ansonsten die Güte Ihrer Reglerabstimmung vielleicht nur sehr schwer beurteilen können (das Testprofil kann auch über eine vorgeschaltete Elektronik PZD00A-400 erzeugt werden). Das Testprofil sollte zunächst den Antrieb von der Startposition aus mit der geplanten Maximalbeschleunigung und -geschwindigkeit zur geplanten Zielposition bewegen. An der Zielposition sollte der Antrieb danach eine gewisse Zeit verbleiben, damit die Einhaltung der Position beobachtet werden kann und eventuelle Oszillationen bemerkt werden. Anschließend sollte sich der Antrieb wieder zur Startposition bewegen und auch dort das Halten in Position beurteilt werden.
2. Kontrollieren Sie nochmals, ob P17 und P18 auf Null stehen.
3. Stellen Sie einen niedrigen Wert für P16 ein, beispielsweise 10%, und starten Sie das Testprofil. Beobachten Sie das Resultat, welches einer der nachfolgenden Möglichkeiten entspricht:
  - *Der Antrieb oszilliert ständig*  
Halten Sie das System sofort an und reduzieren Sie den P16-Wert um die Hälfte. Starten Sie das Testprofil erneut.
  - *Der Antrieb überfährt die Zielposition, hält jedoch nach ein bis zwei Schwingungen*  
Reduzieren Sie den P16-Wert um ein Viertel und versuchen Sie es erneut.
  - *Der Antrieb erreicht die Zielposition ohne Überspringen*  
Der eingestellte Wert ist brauchbar. Erhöhen Sie den P16-Wert nun schrittweise und ermitteln Sie auf diese Weise, welchen Maximalwert Ihr System toleriert. Ein höherer Wert verbessert die Genauigkeit und Positioniergeschwindigkeit Ihres Antriebs. Lassen Sie jedoch kein permanentes Oszillieren zu!
4. Sie haben nun die Grundabstimmung für Ihr System vorgenommen. Als nächsten Schritt sollten Sie feststellen, ob Ihre Anforderungen mit dieser Abstimmung bereits erfüllt werden. Wenn nicht, so benutzen Sie die weiter vorhandenen Reglerparameter, um die Regelgüte noch zu verbessern. Die nachfolgende Tabelle gibt darüber Auskunft, welche Lösungswege beim Auftreten verschiedener typischer Probleme mit Positionsregelungen besprochen werden können.

<b>Problem</b>	<b>Lösung</b>
Im stationären Zustand ist der Positionsfehler zu groß	Benutzen Sie den Parameter $P17 = I\text{-Anteil}$
Es ist ein Ventil mit Überdeckung/Hysterese eingebaut und es tritt ein wiederholter Positionierfehler auf	Benutzen Sie die Überdeckungs-Kompensation $P7 = MIN A\text{-Kanal}$ bzw. $P8 = MIN B\text{-Kanal}$
Während des Fahrprofilablaufs ist der Folgefehler zu groß	Benutzen Sie den Parameter $P13 = Bypassverstärkung$
Im stationären Zustand oszilliert der Antrieb langsam und mit kleiner Amplitude	Benutzen Sie das Integratorfenster $P26 = Fenster I\text{-Anteil}$
Es ist nur eine sehr niedrige P-Verstärkung einstellbar	Überprüfen Sie den Frequenzgang von Ventil und Positionssensor sowie die Resonanzfrequenz des Antriebs (s. auch folgende Punkte)
Der Antrieb hat eine schlechte Dynamik	Überprüfen Sie, ob Parameter $P16 = P\text{-Verstärkung}$ hoch genug abgestimmt ist (s. auch vorstehende Punkte zur Grundabstimmung)
Es treten unerklärbare Probleme auf	Überprüfen Sie die Abstimmung sämtlicher Parameter

### Verbesserung der Systemgüte

#### **Verwendung des Parameters $P17 = I\text{-Anteil}$**

Die Integratorverstärkung (abgekürzt I) kann benutzt werden, um im stationären Zustand einen Fehler zwischen Soll- und Istposition zu verringern oder zu beseitigen. Höhere I-Werte bewirken eine bessere Fehlerreduzierung bei längerer Einregelzeit, erhöhen jedoch die Gefahr langsamen Oszillierens, während niedrige Werte die Einregelzeit verringern.

#### **Beseitigung einer langsamen Schwingung mit kleiner Amplitude im stationären Zustand**

Mechanische Reibung und andere Einflüsse im Antrieb können eine kleine, langsame Schwingung an der stationären Position hervorrufen, wenn ein I-Parameter eingestellt ist. Diese Erscheinung sollte nicht mit einer schnellen Oszillation durch zu hohe P-Verstärkung verwechselt werden. Die Elektronik bietet ein "Fenster" an, welches in Position wirksam ist, um dieses Problem zu lösen. Der Integrator arbeitet dann nur innerhalb dieses Fensters. Sie erreichen diese Option über den Parameter P26. Die Größe des Fensters kann schrittweise soweit eingestellt werden, bis die Schwingung beseitigt ist.

#### **Wiederholbarer Positionierfehler aufgrund einer Ventilüberdeckung oder -hysterese**

Sie können dieses Totband über die eingebaute Überdeckungskompensation beseitigen, welche über die Parameter P7 und P8 für beide Ventileiten separat einstellbar ist. In diesem Fall wird bei Erscheinen eines Signals am Sollwerteingang ein Sprungwert für die jeweilige Ventileite eingeschaltet, welcher zu einem sofortigen Durchfahren der Überdeckung führt.

#### **Reduzierung des Folgefehlers beim Betrieb mit konstanter Geschwindigkeit**

Aktuatoren bewirken einen ständigen Fehler, wenn sie einem konstanten Geschwindigkeitssignal folgen sollen. Diese Erscheinung kann über die Bypass-Verstärkung verringert bzw. beseitigt werden, welche über den Parameter P13 einstellbar ist. Zur Einstellung dieses Parameters benötigen Sie ein geeignetes Test-Fahrprofil mit einer längeren Bewegung konstanter Geschwindigkeit. Erhöhung der Bypass-Verstärkung führt zur Reduzierung des Folgefehlers.

### **Erhöhung der Laststeifigkeit**

Unter Laststeifigkeit versteht man die Unempfindlichkeit der Betriebseigenschaften gegen externe Lasteinflüsse. Zur Erzielung einer guten Laststeifigkeit ist eine Abstimmung der P-Verstärkung auf den höchstmöglichen Wert wichtig.

### **Es ist keine zufriedenstellende Regelfunktion zu erreichen**

Je höher der P-Wert eingestellt wird, desto besser ist das statische und dynamische Verhalten des Antriebs. Vielleicht benötigen Sie in Ihrer Anwendung keine hohe Dynamik, jedoch wird auch in diesem Fall eine möglichst hohe Verstärkung benötigt, um Positionierfehler, Folgefehler oder Laststeifigkeit zu verbessern. Daraus folgt, dass der Antrieb nach der Abstimmung der P-Verstärkung automatisch auch seine maximale Dynamik erhält.

Sollte der Frequenzgang Ihres Gesamtsystems zu nahe bei der Grenzfrequenz einer der Regelkreis-Komponenten liegen, so entsteht eine Oszillation.

- *Ventil*  
Aus vorstehenden Gründen sollte die Grenzfrequenz des Ventils (ist in den Datenblättern angegeben) ungefähr das Doppelte der Systemfrequenz betragen.
- *Wegmesssystem*  
Analoge Wegaufnehmer können Probleme bereiten, wenn ihr Ausgangssignal keine einwandfreie Filterung aufweist. Bei Sensoren mit integriertem D/A-Wandler ist für eine gute Systemdynamik die Abtastrate des Wandlers möglichst hoch anzusetzen. Magnetostruktive Wegaufnehmer mit Digitalausgang besitzen ebenfalls oft eine niedrige Abtastrate, hier besteht eine Wechselwirkung mit der erreichbaren Auflösung. Genauere Informationen hält der Lieferant des Sensors bereit.
- *Antrieb*  
Hier wird die Grenzfrequenz durch die Masse und die Kompressibilität des Hydraulikmediums im gesamten System (Zylinder, Leitungen, Ventil) bestimmt. Sie ist zumeist recht niedrig, insbesondere bei der Verwendung von Langhubzylindern.

### **Abtastrate des Reglers**

Die Abtastrate des Lagereglers liegt bei 1000Hz. Dieser Wert ist so hoch gewählt, dass er in nahezu allen hydraulisch betriebenen Systemen vernachlässigbar ist. Gleichwohl stellt er natürlich eine Begrenzung für die Dynamik der elektrischen Funktionen dar.

### **Genauigkeit und Auflösung des Wegaufnehmers**

Ein Positions-Regelsystem kann nicht besser sein als der verwendete Wegaufnehmer. Auf folgende Punkte sollte daher besonders geachtet werden:

- *Absolute Genauigkeit*  
Der Regler positioniert den Antrieb mit höchstmöglicher Genauigkeit auf eine Position, welche vom Wegaufnehmer gemessen wird. Die absolute Genauigkeit der Messposition ist vom Aufnehmer abhängig.
- *Auflösung*  
Die Position kann nicht genauer angefahren werden, als es die Auflösung des Wegaufnehmers zulässt. Bei Verwendung eines komplett analog aufgebauten Aufnehmers (analoges Messprinzip plus Analogausgang) ist die Auflösung durch den in der Elektronik eingebauten 12 Bit-Analog-/Digitalwandler begrenzt, entsprechend einer Auflösung von  $1/4096 = 0,025 \%$ .
- *Installation*  
Die Installation des Wegaufnehmers spielt für das ordnungsgemäße Funktionieren der Regelung eine entscheidende Rolle. Es muss unbedingt sichergestellt sein, dass die Montage von Wegaufnehmer und Betätigungselement absolut schwingungs- und spiefrei erfolgt. Dies gilt insbesondere auch bei den im normalen Betrieb auftretenden Geschwindigkeiten und Beschleunigungen. Ebenso muss der Wegaufnehmer für die geforderten Dynamikwerte ausgelegt sein.