

# WEST

Application Note: AN-104

MDR-337-P

Druckregelung mit automatischem Inbetriebnahmeassistent



Electronics  
*Hydraulics* meets  
*meets* Hydraulics  
Electronics

## Inhaltsverzeichnis

1	Was erwartet der Praktiker von einer guten Druckregelung? .....	3
2	Lösungsmöglichkeiten .....	4
2.1	Vergleich der Varianten .....	4
2.1.1	Regelung .....	4
2.1.2	Dynamik .....	4
2.1.3	Abhängigkeit vom Arbeitspunkt .....	5
2.1.4	Verhalten bei Komponentenausfall: .....	5
2.1.5	Kosten.....	5
2.2	Fazit.....	5
3	Was muss ein elektronischer Regler für die optimale Funktion eines Systems können? .....	6
3.1	Reglerstruktur .....	6
3.2	Automatische Parametrierung .....	7
4	Impressum.....	8

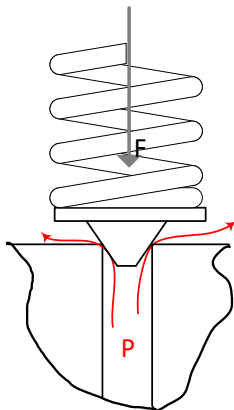
## 1 Was erwartet der Praktiker von einer guten Druckregelung?

- Präzise geregelter Druck (= gutes stationäres Verhalten)
- Schnelle Reaktion auf Änderungen im System wie z.B. Volumenstrom, Drucksollwert (= gutes dynamisches Verhalten)
- Geringe Kosten
- Flexibilität, verschiedenste Ventile oder Pumpen sind verwendbar
- Geringer Aufwand bei der Inbetriebnahme
- Guter Service

### Wie sieht die optimale Lösung dafür aus?

Betrachten wir zunächst die wichtige Forderung nach einem geringen Preis:

Besonders kostengünstig lassen sich Drücke in der Fluidtechnik mit fest eingestellten Druckbegrenzungs- und Druckminderventilen regeln, und das ganz ohne Elektronik.



Ein DBV ist im Prinzip ganz einfach aufgebaut und seit den Anfängen der Industrialisierung ein unverzichtbares Bauteil. Natürlich liegen die Feinheiten im Detail: Schwingneigung -> Dämpfung, Strömungskrafteinfluss, Dichtheit usw.

Es gilt die „Weltformel“ der Hydraulik:

$$p = F / A$$

Leider existieren zwei prinzipielle Nachteile dieser einfachsten Lösung:

- Keine Veränderbarkeit des Sollwertes im Betrieb
- Begrenzte Präzision, Einflussfaktoren wie der Arbeitspunkt, Viskosität, Reibungs- und Strömungskräfte und Druckverluste werden das Ergebnis negativ beeinflussen

Wenn man es besser machen möchte, kommt die Elektronik doch mit ins Spiel. Aber einfach soll es trotzdem bleiben!

Man ersetzt also die konstante Federkraft in dem fest eingestellten Druckventil durch die veränderbare Kraft eines Elektromagneten. Das Ergebnis ist ein Proportional-Druckventil. Weil man die Magnetkraft im Betrieb je nach Situation elektronisch verändern kann, ist der erste Nachteil aus dem Weg geräumt.

Zusätzlich kann man noch einen Regler verwenden, der die Ungenauigkeiten eliminiert. Dies funktioniert auf Basis eines Soll- / Istvergleichs mit einer Sensormessung.

Das hört sich zunächst aufwändig und kompliziert an, ist aber doch erstaunlich einfach.

## 2 Lösungsmöglichkeiten

In vielen Fällen gibt es ohnehin eine elektronische Druckmessung zur Überwachung. Wenn dann noch die Regelung und Ventilansteuerung in einem spezialisierten, einfach einzustellenden Gerät vereint werden, sind alle Forderungen erfüllt!

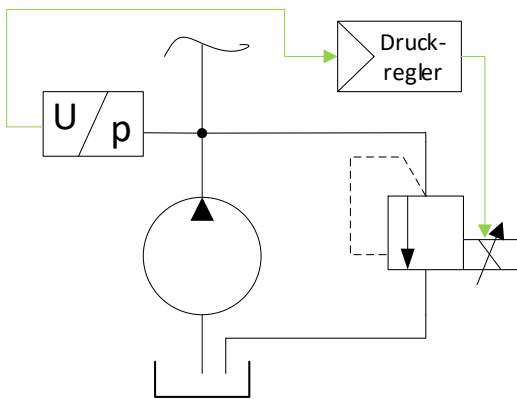
An dieser Stelle gibt es jedoch einen berechtigten Einwand:

Wenn man schon eine elektronische Druckregelung einsetzt, wieso soll man im Hydrauliksystem ein Druckventil verwenden statt eines Wegeventils z.B. im Bypass?

Es sind diese Varianten denkbar:

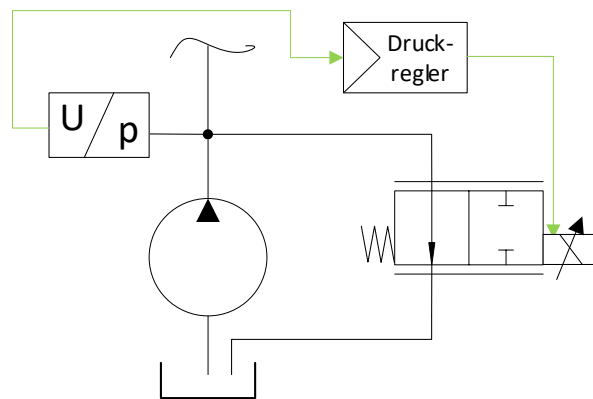
Variante 1:

prop. Druckventil



Variante 2:

prop. Wegeventil im Bypass



Mögliche Abwandlungen der Variante 1:

- Das Druckventil bestimmt die Fördermenge einer Verstellpumpe
- Es wird ein Proportional-Druckminderventil verwendet statt des DBV

### 2.1 Vergleich der Varianten

#### 2.1.1 Regelung

Die Variante 1 funktioniert auch im gesteuerten Betrieb, der elektronische Regler korrigiert nur nach. Bei Variante 2 ist für die Druckregelung immer ein aktiver elektronischer Regler nötig.

#### 2.1.2 Dynamik

Ansprüche an die Dynamik der Verstellung: Im Falle schneller Änderungen des Verbraucherölstroms muss ein ebenso schneller Ausgleich der Änderung durch den Bypass erfolgen. Wenn das Bypassventil zu langsam schließt, bricht der Druck zusammen. Wenn das Ventil zu langsam öffnet, gibt es Druckspitzen, was noch viel kritischer ist. Insbesondere der plötzliche Überschuss einer größeren Menge stellt eine große Herausforderung dar. Um Druckspitzen zu vermeiden, ist eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit nötig. Diese hängt von der hydraulischen Kapazität des Systems ab. Wählt man Variante 2, ist das nur mit sehr schnellen (d.h. teuren) Regel- oder Servoventilen zu gewährleisten. Variante 1 hat den großen Vorteil, dass die Reaktion zunächst allein im hydraulisch-mechanischen Teil, also dem Druckventil stattfindet. Dieses ist auf schnelle Reaktion optimiert.

## 2.1.3 Abhängigkeit vom Arbeitspunkt

Die Druckverstärkung, also die Änderung des Systemdrucks bei Änderung der Ventilöffnung ist in Variante 2 nicht konstant. Deshalb ist es schwierig, den Regler gut einzustellen.

## 2.1.4 Verhalten bei Komponentenausfall:

Beim Ausfall der Druckmessung kann bei Variante 1 einfach auf den gesteuerten Betrieb gewechselt werden. Variante 2 ist nicht mehr funktionsfähig, das Ventil muss voll geöffnet werden. Beim Ausfall des Reglers oder der Spannungsversorgung ist ein System gemäß Variante 2 nicht mehr funktionsfähig, da kein Druck aufgebaut werden kann. Variante 1 lässt sich auch mit einem Druckventil mit fallender Kennlinie betreiben, somit hat man hier die Wahl, wie die Fehlerreaktion sein soll.

## 2.1.5 Kosten

Wie oben erwähnt, sind für Variante 2 meistens schnelle und damit teure Ventile erforderlich. Die Situation verschärft sich, wenn aufgrund großer Mengen vorgesteuerte Ventile verwendet werden müssen. Proportional-Druckventile sind auch in vorgesteuerter Ausführung relativ günstig, schnell und robust.

## 2.2 Fazit

Aufgrund vieler Vorteile ist in der Regel die Variante 1, also die Verwendung eines Proportional-Druckventils oder einer druckgeregelten Pumpe zu bevorzugen.

## 3 Was muss ein elektronischer Regler für die optimale Funktion eines Systems können?

- Ein- und Ausgangssignale?
- Reglerstruktur?
- Einstellmöglichkeiten?
- Fehlerreaktion?

Die Frage nach der **Signalschnittstelle** ist recht einfach zu beantworten:

Sicher wird ein Eingang für den Druckwert benötigt. Da Druckregler schnell arbeiten sollen, ist eine analoge Schnittstelle immer noch die beste und einfachste Lösung. Hier gibt es zwei Varianten, Spannungssignal (meistens 0-10V), Einheitssignal Strom 4-20 mA. Der Regler soll beides verarbeiten können.

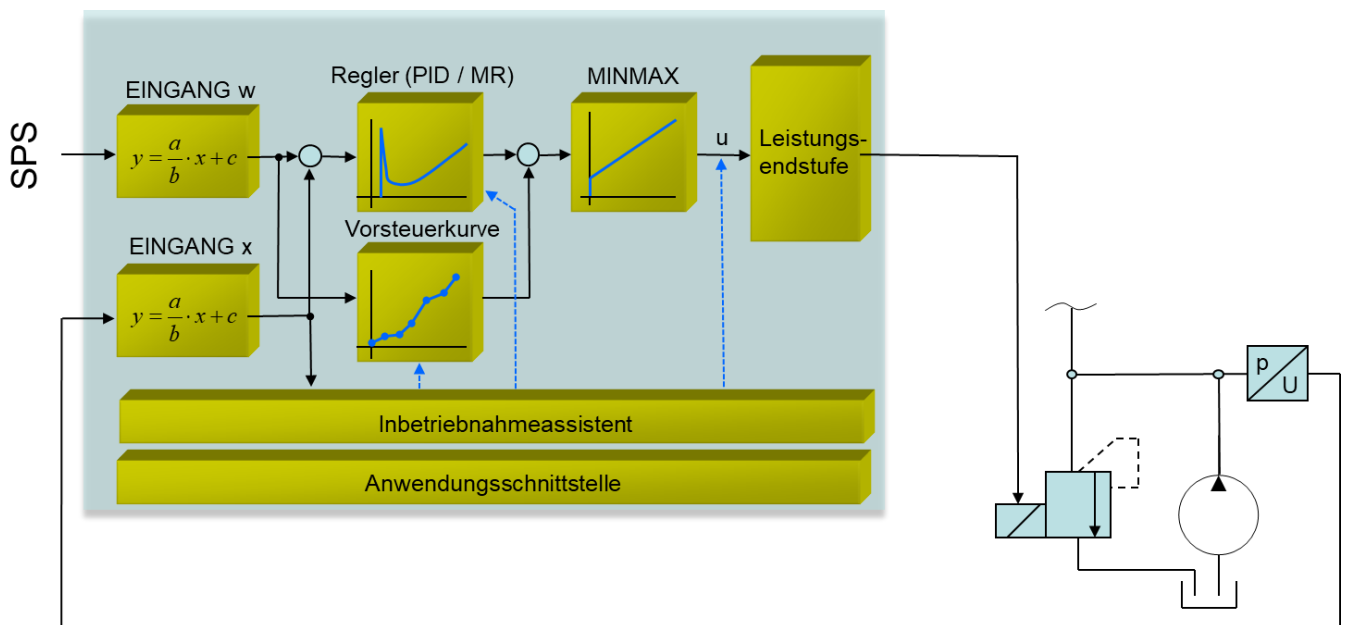
Auch der Sollwert muss in diesen Normsignalvarianten zugeführt werden können. Möchte man einen festen Druck regeln, also kein Sollwertsignal benötigen, soll auch dafür eine einfache Möglichkeit existieren.

Außerdem ist über externe Schaltsignale eine generelle Freigabe des Gerätes vorzunehmen und zwischen aktiver Regelung und gesteuertem Betrieb zu wechseln. Beides soll optional sein, d.h. man kann die entsprechenden Eingänge auch fest mit der Betriebsspannung verbinden, man hat so ständig das Gerät aktiviert und der Regler arbeitet.

Ausgangsseitig möchte man direkt die Spule des Druckventils verbinden, daher sollen an das Gerät alle üblichen Magnetspulen anschlussbar sein.

### 3.1 Reglerstruktur

Dieses Bild zeigt den optimalen inneren Aufbau des Druckreglers:



Die Eingangssignale werden zunächst mit einer flexiblen Skalierungsfunktion behandelt.

Ein sehr wesentliches Element ist die Vorsteuerkurve.

Auch ohne aktivierten Regler wird durch diesen Signalpfad eine Ansteuerung des Ventils generiert, die bereits zu einem sehr guten Ergebnis führt. Zu diesem Zweck wird das Sollwertsignal nicht 1:1 an die Endstufe durchgereicht, sondern es wird ein Kurvengeber verwendet, um das System zu linearisieren. Häufig besitzen Druckventile keine ideal linearen Kennlinien. Durch eine entsprechende (inverse) Vorbehandlung des Ansteuersignals lässt sich dies kompensieren.

Die Folge hiervon ist, dass der PID-Regler nur noch kleine Abweichungen ausregeln muss, also kann man sein Ausgangssignal begrenzen – dies fördert die Robustheit und das Verhalten bei transienten Vorgängen. Die Min./Max. Funktion schließlich dient der Skalierung des Ausgangssignals. Auch eine im Vorfeld bekannte Mindestansteuerung des Magneten kann hier angegeben werden, damit die Vorsteuerung mit bester Auflösung arbeiten kann. Dies ist aber optional.

## 3.2 Automatische Parametrierung

Die Einstellung bzw. Parametrierung soll selbstverständlich möglichst komfortabel und reproduzierbar sein. Hier hat sich die digitale Methode über eine USB-Rechnerschnittstelle nun schon 10000-fach bewährt. Das kostenlose Inbetriebnahmeprogramm WPC-300 mit der Möglichkeit Datensätze abzuspeichern, aktuelle Werte des Gerätes anzuzeigen und aufzuzeichnen ist mittlerweile Stand der Technik.

Man erkennt aber auf Grund der Funktionen und der Reglerstruktur: Das Gerät wird einige Einstellmöglichkeiten haben. Oder, negativ ausgedrückt: Es muss einiges getan werden, bis die Funktion optimal eingestellt ist.

Aber:

- Wie ermittelt man die ideale Vorsteuerkurve?
- Wie werden die Reglerparameter eingestellt?

Die Lösung hierzu ist eine integrierte Selbsteinstellungsfunktion in Kombination mit einer Schritt-für-Schritt Anleitung der verbleibenden (aber sehr überschaubaren) Grundeinstellungen.

Durch den Inbetriebnahmeassistenten wird die Handhabung des Gerätes spielend einfach – und die Einstellungen sind optimal an Ihr System angepasst.

### Fehlerreaktion

Idealerweise gibt es keine Fehler oder Störungen. Sollten es aber dennoch zu einem Ausfall eines Eingangssignals, Drahtbruch oder Kurzschluss am Ausgang zur Magnetspule oder gar einem internen Fehler kommen, ist eine angemessene Reaktion wichtig.

Was angemessen ist, bestimmt der Anwender:

- Soll das Gerät im Fehlerfall deaktiviert werden, bis der Anwender das aktiv zurücksetzt?
- Soll der Regler selbsttätig wieder anlaufen, wenn der Fehler behoben ist?
- Welches Ausgangssignal soll geliefert werden, wenn ein Eingang gestört ist?

Der ideale Druckregler MDR-337-P lässt sich hier genau entsprechend Ihrer Vorstellungen einstellen.

Die vollständige technische Dokumentation und ein Angebot können von unserem Verkaufsteam unter [order@w-e-st.de](mailto:order@w-e-st.de) angefordert werden.

## 4 Impressum

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

Gewerbering 31

41372 Niederkrüchten

Deutschland

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

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

Homepage: [www.w-e-st.de](http://www.w-e-st.de)

E-Mail: [contact@w-e-st.de](mailto:contact@w-e-st.de)

Datum: 18.07.2023

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.