

### Anwendung

Reglerbausteine für den Einbau in den pneumatischen Messwertregler Typ 3430 · Zusatzbausteine zur Ergänzung der Reglerbausteine bei besonderen verfahrenstechnischen Prozessen

Die Reglerbausteine Typ 3433 sind für Ein- und Ausgangssignale von 0,2 bis 1,0 bar (3 bis 15 psi) und einen Zuluftdruck von 1,4 bar (20 psi) ausgelegt.

Die Stecker des Reglerbausteins werden in die selbstdichtenden Steckverbindungen der Reglerstation eingeschoben und durch eine Befestigungsschraube gehalten. Die Reglerbausteine können mit einem Zusatzbaustein Typ 3437 für stoßfreie Hand-Automatik-Umschaltung, Strukturumschaltung oder Signalbegrenzung kombiniert werden.

### Ausführungen

Die Reglerbausteine haben einen nach dem Wegvergleichsverfahren arbeitenden Vergleichler, mit vier quadratisch angeordneten, durch Federn stabilisierte Metallbälge. Der Proportionalbeiwert  $K_p$  ist mechanisch einstellbar. Normalausführungen für  $K_p = 0,2$  bis 20, Sonderausführungen für  $K_p = 0,4$  bis 40.

**Typ 3433-1** (Bild 1) · Reglerbaustein für P-Regelungen mit eingebautem Arbeitspunkteinsteller.

**Typ 3433-2** (Bild 2) · Reglerbaustein für PI-Regelungen · Wahlweise mit Rückführbegrenzung

**Typ 3433-3** (Bild 3) · Reglerbaustein für PID-Regelungen · Wahlweise mit Rückführbegrenzung

**Typ 3433-4** · Reglerbaustein für PD-Regelungen

**Typ 3433-5** · Reglerbaustein für P- und PI-Regelungen · Der Baustein ist anwendbar als PI-Regler und als P-Regler mit eingebauter Arbeitspunkteinstellung

**Typ 3433-6** · Reglerbaustein für PD- und PID-Regelungen

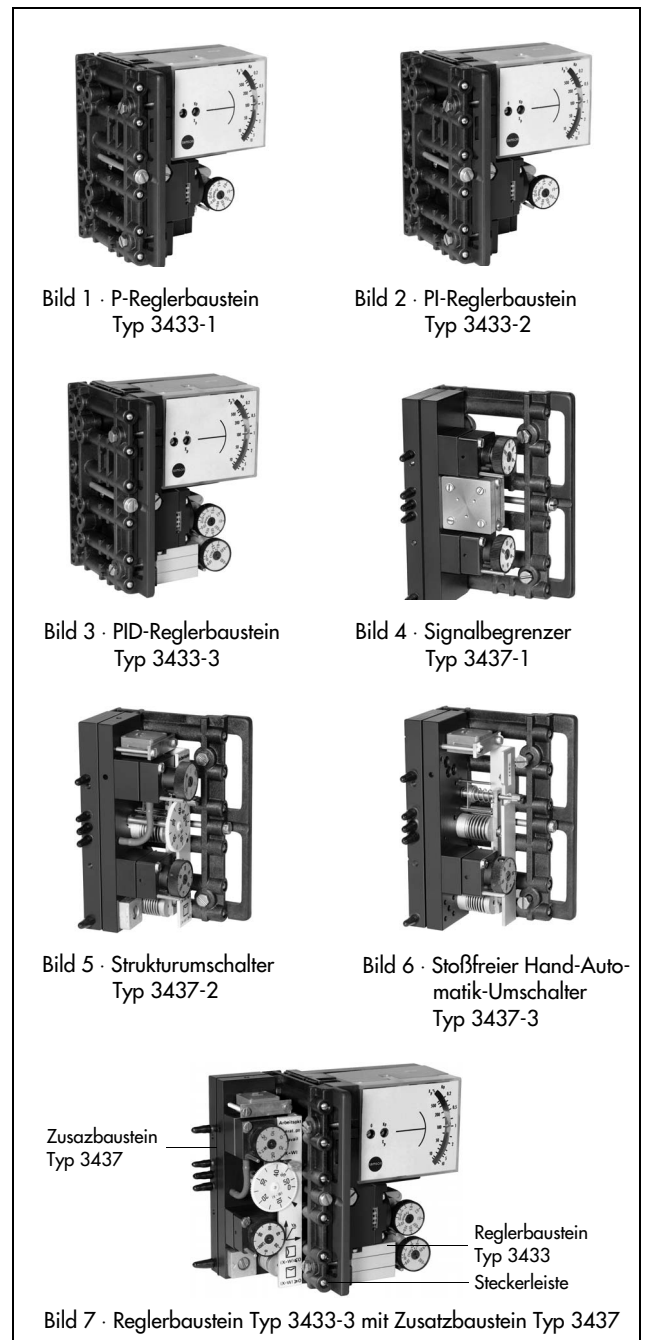
**Typ 3433-9** · P-Reglerbaustein mit sollwertgeführtem Arbeitspunkt  
Die Zusatzbausteine werden zwischen dem Reglerbaustein und der dem Reglerbaustein zugeordneten Steckerleiste eingeschaltet (vgl. Bild 7)

**Typ 3437-1** (Bild 4) · Zusatzbaustein zur unteren und oberen Begrenzung des Reglerstellsignals  $y_A$ , des Rückführsignals (Anschluss R) oder der Führungsgröße  $w$  · Kombinierbar mit allen Reglerbausteinen Typ 3433

**Typ 3437-2** <sup>1)</sup> (Bild 5) · Zusatzbaustein für die Strukturumschaltung des zugeordneten Reglers · Kombinierbar mit den Reglerbausteinen Typ 3433-2 oder 3433-3 · Auf Wunsch auch mit sollwertabhängigem Arbeitspunkteinsteller

**Typ 3437-3** <sup>1)</sup> (Bild 6) · Zusatzbaustein für stoßfreie Hand-Automatik-Umschaltung · Kombinierbar mit den Reglerbausteinen Typ 3433-2 oder 3433-3

<sup>1)</sup> Auf Wunsch mit Ausgangsdruckbegrenzer. Dieser begrenzt den Reglerstelldruck  $y_A$  auf den eingestellten Maximalwert.



## Wirkungsweise der Reglerbausteine

### Typ 3433-2 · PI-Reglerbaustein (Bild 8 und 9)

Regelgröße  $x$  und Führungsgröße  $w$  gelangen als pneumatische Überdrücke zwischen 0,2 und 1 bar oder 3 bis 15 psi über die Wendepalte A an die Metallbälge (5) und (7). Wird  $x$  größer als  $w$ , so neigt der Istwertbalg (7) die spannbändergelagerte Taumelscheibe (1) um den Drehpunkt (2) in Richtung Sollwertbalg (5) und die Düse (9) nähert sich der als Prallplatte (10) ausgebildeten Fläche. Damit steigt der Druck in der Düse und damit auch der vom Verstärker (16) ausgesteuerte Stelldruck  $y_A$ . Dieser wird unverzögert über die Wendepalte B auf den Balg R2 (8) und verzögert über den äußeren Anschluss R und die  $T_n$ -Drossel (18) auf den Balg R1 (6) zurückgeführt. Die Lage der Taumelscheibe und der Stelldruck  $y_A$  ändern sich solange, bis der Abstand von Düse und Prallplatte den Ausgangswert erreicht und der Reglerstelldruck  $y_A$  einen Wert annimmt, welcher der Regelgröße  $x$  und dem eingestellten Proportionalbeiwert  $K_p$  zugeordnet ist, d. h. bis die Regelabweichung beseitigt ist.

Der Proportionalbeiwert wird an der Schraube (14) und die Nachstellzeit  $T_n$  an der Drossel (18) eingestellt. Die Nullpunkteinstellung dient der Justierung des Gerätes.

Bild 9 zeigt das Schaltbild des PI-Reglerbausteins Typ 3433-2. An der Wendepalte A kann die Wirkrichtung - steigender oder fallender Stelldruck bei steigender Regelgröße - gewählt werden.

Liegt z. B. bei Handbetrieb des Stellventils am Anschluss S ein Schalldruck an, so schaltet das  $T_n$ -Anfahrrelais (19) um. Es öffnet den Umgang zur  $T_n$ -Drossel (18) und führt damit zu einer gleichartigen Druckführung auf die Bälge R1 und R2.

Im Lieferzustand ist die Wendepalte B auf  $y_A$  eingestellt, d. h. der Stelldruck  $y_A$  wird direkt auf den Balg R2 zurückgeführt, auf den Balg R1 dagegen über den Anschluss R. Bei dieser Schaltung weist der Regler eine normale Luftlieferung und eine Dämpfung des Ausgangsdruckes auf. Dadurch entfällt auch bei außergewöhnlichen Betriebsverhältnissen - z. B. bei besonders kurzer Übertragung des Stellsignals und bei kleinen Anschlussvolumen - das bisher übliche Einschalten eines zusätzlichen Leitungsvolumens. Das Umschalten der Wendepalte B auf die Stellung R ist bei großer Übertragungsentfernung zum Stellglied, bei großem Anschlussvolumen und bei schnellen Regelstrecken zweckmäßig. In dieser Schaltung wird der Stelldruck  $y_A$  über den Anschluss R auf die Bälge R1 und R2 zurückgeführt. Dabei weist der Regler eine für diese Anwendungsfälle günstige Luftlieferungskennlinie auf.

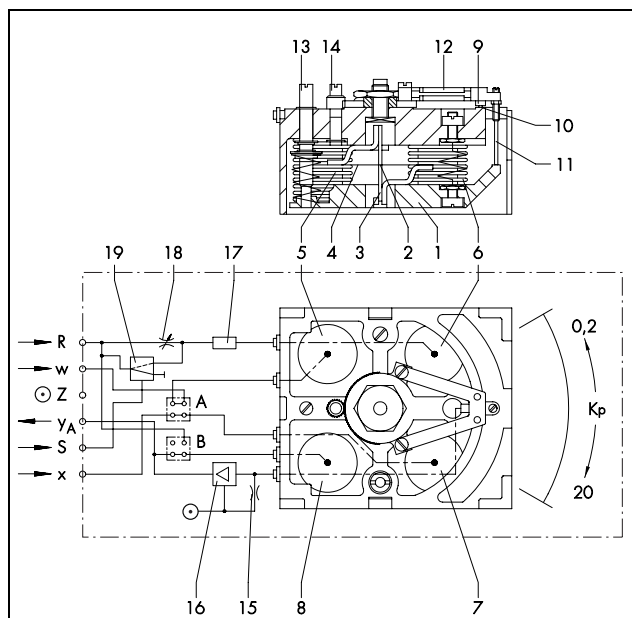


Bild 8 · Schematische Darstellung des PI-Reglerbausteins Typ 3433-2

Ausführung mit Rückführbegrenzung siehe Seite 3

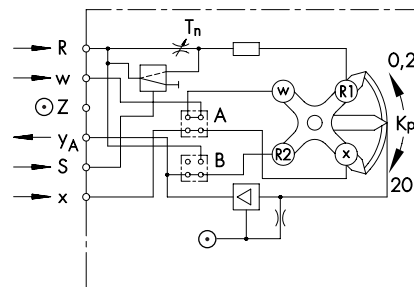


Bild 9 · PI-Reglerbaustein Typ 3433-2

Legende zu den Bildern 8 bis 15

|   |                          |    |                             |
|---|--------------------------|----|-----------------------------|
| w | Führungsgröße (Sollwert) | A  | Wendepalte für Wirkrichtung |
| x | Regelgröße               | B  | Wendepalte für Rückführung  |
|   |                          | R  | Rückführung für Balg R1     |
|   |                          | S  | Schalldruck                 |
| 1 | Taumelscheibe            | 10 | Prallplatte                 |
| 2 | Drehpunkt                | 11 | Stift                       |
| 3 | Stift (Lagerung)         | 12 | Federbänder                 |
| 4 | Bänder (Lagerung)        | 13 | Nullpunkteinstellung        |
| 5 | Sollwertbalg w           | 14 | Einstellung $K_p$           |
| 6 | Rückführbalg R1          | 15 | Vordrossel                  |
| 7 | Istwertbalg x            | 16 | Verstärker                  |
| 8 | Rückführbalg R2          | 17 | Volumen                     |
| 9 | Düse                     | 18 | $T_n$ -Drossel              |
|   |                          | 19 | $T_n$ -Anfahrrelais         |

Schaltungssymbole zu den Schaltbildern

|   |                      |  |              |
|---|----------------------|--|--------------|
| ⊙ | Zuluft               |  | Wendepalte   |
|   | Festdrossel          |  | Einsteller   |
|   | Verstellbare Drossel |  | Anfahrrelais |
|   | Verstärker           |  |              |

### Typ 3433-1 · P-Reglerbaustein (Bild 10)

Der Aufbau und die Wirkungsweise entsprechen weitgehend dem PI-Reglerbaustein Typ 3433-2. An die Stelle der  $T_n$ -Drossel (18) und des Anfahrrelais (19) tritt jedoch ein Arbeitspunkteinsteller. Sein konstanter, zwischen 0,2 und 1 bar einstellbarer Druck wird dem Rückführbalg R1 und der vom Verstärker ausgesteuerte Stelldruck  $y_A$  über die nicht umzustellende Wendeplatte B dem Rückführbalg R2 zugeführt.

### Typ 3433-3 · PID-Reglerbaustein (Bild 11)

Der PID-Reglerbaustein entspricht weitgehend dem PI-Reglerbaustein Typ 3433-2. Er enthält jedoch ein zusätzliches Differenzierglied, das den Vorhalt im Eingangszweig der Regelgröße  $x$  bildet. Im Beharrungszustand stimmt das Ausgangssignal des Differentialverstärkers D1 mit dem Eingangssignal  $x$  überein. Bei einer Änderung des Eingangssignals  $x$  verstärkt der Differentialverstärker D1 die Signaländerung entsprechend der Vorhaltverstärkung um das ca. 10-fache. Diese Verstärkung geht in Abhängigkeit von der an der  $T_v$ -Drossel eingestellten Vorhaltzeit auf den Wert 1 : 1 zurück. Das  $T_v$ -Anfahrrelais D2 überbrückt die  $T_v$ -Drossel, wenn am Eingang S ein Schaltdruck anliegt.

### Typ 3433-4 · PD-Reglerbaustein (Bild 12)

Der PD-Reglerbaustein ist ein P-Regler mit zusätzlichem Differenzierglied, das den Vorhalt im Eingangszweig der Regelgröße  $x$  bildet. Bei einer Änderung des Eingangssignals  $x$  verstärkt der Differentialverstärker D1 die Signaländerung entsprechend der Vorhaltverstärkung um das ca. 10-fache. Das Vorhaltssignal fällt nach einer e-Funktion ab und entspricht nach Ablauf der an der  $T_v$ -Drossel eingestellten Vorhaltzeit der Eingangsgröße  $x$ . Im Gegensatz zum P-Regler greift der PD-Regler bei einer Störung vorübergehend stärker in die Regelstrecke ein, was bei Regelstrecken mit Verzugs- oder Totzeiten von Vorteil ist. Liegt am Eingang S ein Schaltdruck an, so schaltet das  $T_v$ -Anfahrrelais (D2) um und überbrückt die  $T_v$ -Drossel.

### Typ 3433-5 · P/PI-Reglerbaustein (Bild 13)

Der P/PI-Reglerbaustein kann wahlweise als P-Regler mit Arbeitspunkteinstellung oder als PI-Regler eingesetzt werden. Er vereinfacht die Lagerhaltung und die Planung, da P- oder PI-Regleinrichtungen für mehr als 80 % der Anwendungsfälle geeignet sind. Außerdem ist der Einsatz dieses Bausteines zweckmäßig, wenn die dynamischen Eigenschaften der Regelstrecke nicht bekannt sind. Der Aufbau des Gerätes entspricht dem des PI- und dem des P-Reglerbausteines. Durch den P/PI-Umschalter wird entweder der zurückgeführte Druck (PI-Regler) oder der des Arbeitspunkteinstellers (P-Regler) dem Rückführbalg R1 zugeführt.

### Typ 3433-9 · P-Reglerbaustein mit sollwertgeführtem Arbeitspunkt (Bild 14)

P-Reglerbaustein wie Typ 3433-1, jedoch mit sollwertgeführtem Arbeitspunkt. Der Arbeitspunkt verschiebt sich proportional zum Sollwert  $w$ . Empfehlenswert bei Anlagen mit oftmaligen Sollwertänderungen, da ein Nachstellen des Arbeitspunktes entfällt.

### Rückführbegrenzung für Typ 3433-2/-3

Die PI- bzw. PID-Reglerbausteine Typ 3433-2/-3 können wahlweise mit einer maximalen Rückführbegrenzung ausgerüstet werden (Bild 15). Bei Überschreiten des eingestellten Grenzwertes begrenzt der Einsteller die Rückführung und liefert einen dem Maximalwert entsprechenden, konstanten Druck. Dieser beeinflusst das dynamische Verhalten des Reglerbausteines, da das  $T_n$ -Glied unwirksam wird. In diesem Zustand arbeitet das Gerät als P- bzw. PD-Regler mit einem dem eingestellten Grenzwert entsprechenden Arbeitspunkt. Diese Rückführbegrenzung kann z.B. bei nichtlinearen Regelvorgängen und für anlagenorientierte Problemlösungen zweckmäßig sein.

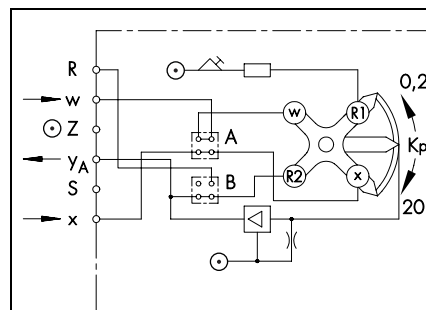


Bild 10  
Typ 3433-1  
P-Reglerbaustein  
(Wendeplatte B  
fest eingestellt)

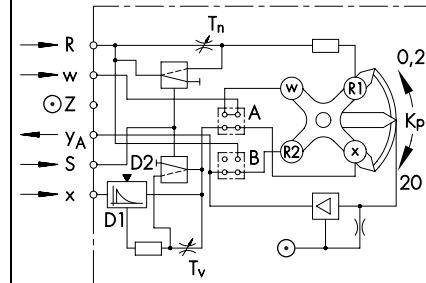


Bild 11  
Typ 3433-3  
PID-Reglerbaustein

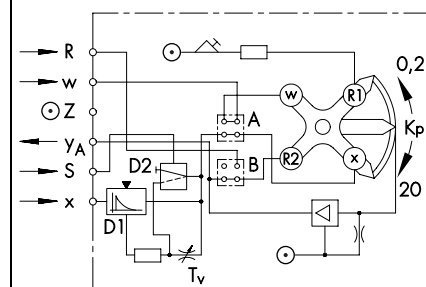


Bild 12  
Typ 3433-4  
PD-Reglerbaustein  
(Wendeplatte B  
fest eingestellt)

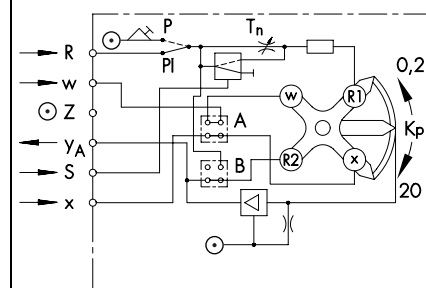


Bild 13  
Typ 3433-5  
P/PI-Regler-  
baustein

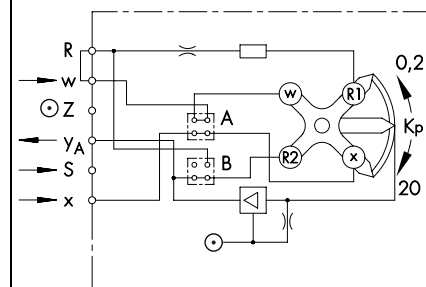


Bild 14  
Typ 3433-9  
P-Reglerbaustein  
mit sollwertgeführ-  
tem Arbeitspunkt  
(Wendeplatte B  
fest eingestellt)

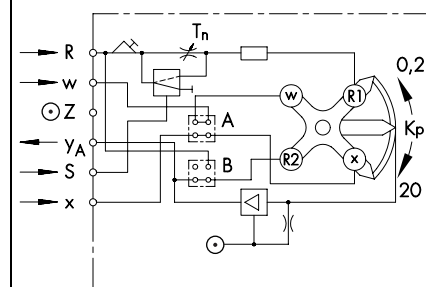


Bild 15  
Typ 3433-2  
PI-Reglerbaustein  
mit Rückführ-  
begrenzung (L)



Der Baustein kann wahlweise mit einem Druckbegrenzer U3 ausgerüstet werden. Dieser begrenzt den Reglerstelldruck  $y_A$  auf den eingestellten Maximalwert. Diese Variante ist aber nicht in Kombination mit Reglerbausteinen mit Rückführbegrenzung geeignet.

### Typ 3437-1 · Signalbegrenzer (Bild 18)

Der Zusatzbaustein lässt sich vielfältig anwenden. Je nach Ausführung wird das Reglerstellsignal  $y_A$ , die Rückführung (Anschluss R) oder die Führungsgröße  $w$  nach oben oder nach unten begrenzt. Die Einheit steuert bei Überschreiten des eingestellten Maximalwertes oder bei Unterschreiten des eingestellten Minimalwertes ein entsprechendes, konstantes Signal aus. Jeder der Zusatzbausteine enthält zwei Einsteller B1 und B2 und einen federlosen Umschalter B3. Sie werden in den der Ausführung entsprechenden Kanal geschaltet. Im nichtbegrenzten Arbeitsbereich wird das Signal unverändert durchgesteuert. Bei Erreichen des oberen Grenzwertes begrenzt der Einsteller B1 den Signaldruck und liefert einen dem Maximalwert entsprechenden konstanten Druck  $p_{max}$ . An dem mit Zuluft versorgten Einsteller B2 wird der untere Grenzwert  $p_{min}$  eingestellt. Der Umschalter B3 vergleicht diesen Wert mit dem Signaldruck. Unterschreitet der Signaldruck den Grenzwert, so wird der Schalter B3 umgeschaltet und der Einsteller B2 mit dem Ausgang verbunden. Somit bleibt der angesteuerte Druck immer in dem eingestellten Bereich zwischen  $p_{min}$  und  $p_{max}$ .

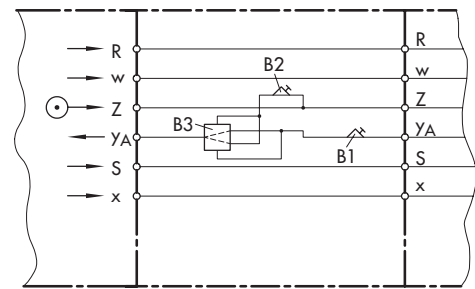
Bei Einschalten der Signalbegrenzung in die Rückführung R (vgl. Bild 18.2) arbeitet z. B. eine Regeleinrichtung mit PI- oder PID-Reglerbaustein als P- oder PD-Regler, wenn  $y_A$  die Grenzwerte ( $p_{max}$ ,  $p_{min}$ ) über- oder unterschreitet. Deshalb ist die Gerätekombination auch für Regelungen mit einer aus dem Reglerstellsignal ( $y$  bzw.  $y_A$ ) abgeleiteten Strukturumschaltung anwendbar. Abweichend von der Instrumentierung mit Strukturumschalter Typ 3437-2 (vgl. Bild 16) arbeitet diese Regeleinrichtung nach Grenzwertüber- oder Unterschreitungen mit dem Arbeitspunkt  $p_{max}$  bzw.  $p_{min}$ . Die Geräteanordnung und der Anschluss entsprechen Bild 16. Anstelle von Typ 3437-2 tritt der Baustein Typ 3437-1.

Bei Einschalten der Signalbegrenzung in den Signalzweig  $y_A$  (Bild 18.1) steuert das Gerät den Stelldruck  $p_{max}$  oder  $p_{min}$  aus, wenn  $y_A$  den Grenzwert über oder unterschreitet. Zugleich wird bei PI- und PID-Regelungen der  $T_n$ -Einfluss unwirksam, da  $y_A$  auf den Anschluss R zurückgeführt wird. Diese Ausgangssignalbegrenzung kann z. B. in folgenden Anwendungsbereichen zweckmäßig sein:

- Bei nichtlinearen Regelvorgängen,
- bei Sicherheitsbegrenzungen oder beim Anschluss von großen pneumatischen Stellantrieben zur Vermeidung eines ungünstigen Zeitverhaltens durch unnötiges Aufpumpen oder Entleeren des Antriebes,
- bei hintereinandergeschalteten Reglern zur Sicherung der Signalkupplung zum nachgeschalteten Regler und/oder zur Begrenzung der Führungsgröße  $w_2$ ,
- bei Verhältnisregelungen zur Aufrechterhaltung eines minimalen Durchflusses und/oder zur Begrenzung eines maximalen Durchflusses.

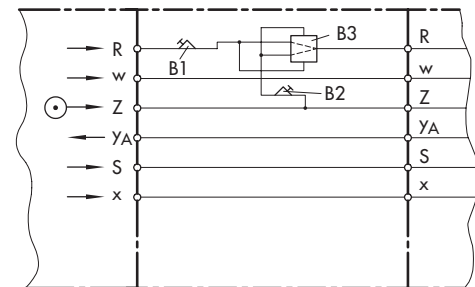
Bei Einschalten der Signalbegrenzung in den Signalkanal  $w$  sind weitere spezielle Problemlösungen möglich.

Die Signalbegrenzer eignen sich nicht für die Kombination mit Reglerbausteinen mit Rückführbegrenzung.



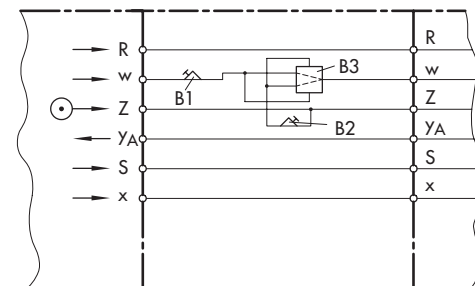
Reglerstation      Signalbegrenzer Typ 3437-1 (Begrenzung von  $y_A$ )      Reglerbaustein Typ 3433-...

Bild 18.1 · Begrenzung für  $y_A$



Reglerstation      Signalbegrenzer Typ 3437-1 (Begrenzung von R)      Reglerbaustein Typ 3433-...

Bild 18.2 · Begrenzung für R



Reglerstation      Signalbegrenzer Typ 3437-1 (Begrenzung von  $w$ )      Reglerbaustein Typ 3433-...

Bild 18.3 · Begrenzung für  $w$

Bild 18 · Signalbegrenzer Typ 3437-1

- B1      Einsteller für  $p_{max}$
- B2      Einsteller für  $p_{min}$
- B3      Federloser Umschalter

**Tabelle 1 · Technische Daten** · Alle Druckangaben als Überdruck in bar

| Reglerbausteine  | Typ | 3433-1  | 3433-2 | 3433-3 | 3433-4 | 3433-5 | 3433-6 | 3433-9             |
|--|-----|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------|
| Reglerfunktion   |     | P   | PI     | PID    | PD     | P/PI   | PD/PID | P, sollwertgeführt |
| Regelparameter   |     | Proportionalbeiwert $K_p = 0,2$ bis 20 oder 0,4 bis 40<br>Nachstellzeit $T_n = 0,03$ bis 50 min<br>Vorhaltezeit $T_v = 0,01$ bis 10 min<br>Vorhalteverstärkung von $x: \approx 10$<br>Typ 3433-1/-4/-5/-6: Arbeitspunkteinstellung: 0,2 bis 1,0 bar (2 bis 15 psi)  |        |        |        |        |        |                    |
| Eingang  |     | 0,2 bis 1,0 bar (3 bis 15 psi) · max. 0,02 bis 1,35 bar (0,3 bis 19 psi)<br>max. Luftlieferung: > 1,5 m <sup>3</sup> /h<br>Luftlieferung bei Einstellung "y <sub>A</sub> ": ca. 1 m <sup>3</sup> /h je % der Regelabweichung<br>Luftlieferung bei Einstellung "R": ca. 3 m <sup>3</sup> /h je % der Regelabweichung |        |        |        |        |        |                    |
| Hilfsenergie   |     | Zuluft 1,4 bar (20 psi)   |        |        |        |        |        |                    |
| Luftverbrauch im Beharrungszustand                       |     | < 0,1   | < 0,05 | < 0,13 | < 0,1  | < 0,05 | < 0,13 | < 0,1              |
| Stellfehler  |     | < 0,5%  |        |        |        |        |        |                    |
| Nachfühler   |     | < 0,5%  |        |        |        |        |        |                    |
| Ansprechschwelle   |     | < 0,01 %  |        |        |        |        |        |                    |
| D-Glied  |     | Abbildungsfehler der Regelgröße $x: < 1 \%$   |        |        |        |        |        |                    |
| Hilfsenergieeinfluss bei Zuluft 1,4 ± 0,1 bar            |     | < ± 0,1 % (D-Glied zusätzlich: < ± 0,2%)  |        |        |        |        |        |                    |
| Temperatureinfluss/°C                                    |     | < ± 0,01 % (D-Glied zusätzlich: < ± 0,01 %)   |        |        |        |        |        |                    |
| Zulässiger Umgebungstemperaturbereich                    |     | -20 bis +60 °C  |        |        |        |        |        |                    |
| Gewicht  |     | ca. 0,7 kg  |        |        |        |        |        |                    |
| <b>Zusatzbausteine</b>                                   |     |   |        |        |        |        |        |                    |
| Eingang  |     | 0,2 bis 1,0 bar (3 bis 15 psi)  |        |        |        |        |        |                    |
| Ausgang  |     | 0,2 bis 1,0 bar (3 bis 15 psi) · max. 0,02 bis 1,35 bar (0,3 bis 19 psi)<br>Luftlieferung und Bürdencharakteristik wie zugeordneter Reglerbaustein bei Ausführung mit Ausgangsdruckbegrenzer max. Luftlieferung: > 0,5 m <sup>3</sup> /h  |        |        |        |        |        |                    |
| Hilfsenergie   |     | Zuluft 1,4 bar (20 psi)   |        |        |        |        |        |                    |
| Typ 3437-1 · Signallbegrenzer                            |     | Ausführung für: y <sub>A</sub> -Begrenzung · R-Begrenzung · w-Begrenzung  |        |        |        |        |        |                    |
| Typ 3437-2 · Strukturumschalter                          |     | Umschaltpunkt: Regeldifferenz $x_{ds}$ einstellbar von 0 bis 50 %<br>Arbeitspunkt: für P-Betrieb einstellbar von 0,2 bis 1 bar (3 bis 15 psi)   |        |        |        |        |        |                    |
| <b>Typ 3437-3 · Stoßfreier Hand-Automatik-Umschalter</b> |     |   |        |        |        |        |        |                    |
| Zulässiger Umgebungstemperaturbereich                    |     | -20 bis +60 °C  |        |        |        |        |        |                    |
| Gewicht  |     | ca. 0,4 kg  |        |        |        |        |        |                    |

**Bestelltext**
**Reglerbaustein Typ 3433- ...**

Ausgang 0,2 bis 1 bar / 3 bis 15 psi

 evtl. Sonderausführung mit Rückführbegrenzung /  $K_p = 0,4$  bis 40

**Zusatzbaustein Typ 3437-1** zur unteren und oberen Begrenzung von Reglerstellsignal y<sub>A</sub> / Rückführsignal R / Führungsgröße w

**Zusatzbaustein Typ 3437-2** für Strukturumschaltung mit / ohne Ausgangsdruckbegrenzer

**Zusatzbaustein Typ 3437-3** für stoßfreie Hand-Automatik-Umschaltung mit / ohne Ausgangsdruckbegrenzer

Technische Änderungen vorbehalten.

