

Produktbeschreibung

Verstärker-Regler-Kombination MAC4.0

Besondere Merkmale

- Messverstärker mit 2 Spannungsausgängen
- Frei beschaltbarer Stromausgang bei Option C und N
- PID-Regler mit einfacher Einstellung durch Zeigerpotentiometer
- Führungsgrössenaufschaltung / Durchmesserereinfluss
- Sanftanlauf und Schnell-Stop-Funktion
- Kompaktbauweise im Normgehäuse
- Spannungsversorgung und Signalausgänge galvanisch getrennt.

Lieferumfang

- **Elektronikeinheit im Normgehäuse**
- **Steckbare Anschlussklemmen**
- **Standard** (Option U): 2 Spannungsausgänge (direkt / gefiltert)

Varianten

- **Option C:** 1 Stromausgang 4...20 mA, 2 Spannungsausgänge (direkt / gefiltert)
- **Option N:** 1 Stromausgang 0...20 mA, 2 Spannungsausgänge (direkt / gefiltert)

Zusätzlich lieferbar

- **Option E:**
Erweiterte Sensorspeisung 160 mA
- **Option F (Ex-Schutz):**
Betrieb mit Sicherheitsbarrieren



Anwendung

Der **MAC** wird dort eingesetzt, wo mit minimalem Geräteaufwand ein geschlossener Regelkreis mit Sensoren nach dem DMS-Prinzip (z.B. Bandzugmessgeräte) realisiert werden soll.

Der **MAC** ist optimal für den Einsatz im Schaltschrank ausgelegt. Hier kann er auf einer DIN-Tragschiene oder direkt auf der Montageplatte befestigt werden.

Die Elektronikeinheit **MAC** besteht aus Verstärker- und Reglerenteil.

Der Verstärker speist die DMS-Sensoren und verarbeitet die Signale. Es stehen zwei Spannungsausgänge mit unterschiedlich einstellbarer Filterung zur Verfügung.

Die unabhängig wirkende Schaltung für den Stromausgang (Option C und N) kann wahlweise an den stark oder schwach gedämpften Spannungsausgang angeschlossen werden. Eine externe Beschaltung als 10 V / 20 mA Signalkonverter ist ebenfalls möglich.

Im Reglerenteil können die PID-Komponenten einzeln eingestellt und zum Teil auch abgeschaltet werden. Nachgeschaltete Summier- und Multiplizierbausteine ermöglichen die Verarbeitung weiterer Kenngrößen, z. B. des Durchmessersignals.

Mit 24 V-Steuersignalen kann z. B. die Reglersperre aktiviert oder das Signal langsam ein- bzw. ausgeblendet werden.

Steuersignal		Funktionsbeschreibung
ISP	0 V	I-Regleranteil abgeschaltet
	24 V	I-Regleranteil aktiv
RSF	0 V	Regler gesperrt ($V_{14} = 0$ V)
	24 V	Regler freigegeben (mit Sanftanlauf)
RSP	0 V	Regler gesperrt (V_{14} mit Level-Poti einstellbar)
	24 V	Regler freigeben
RW	0 V	Rollenwechsel abgeschaltet
	24 V	Rollenwechsel aktiv
COM		Gemeinsamer 0-V-Anschluss für 24 V Steuerspannung

Abmessungen inkl. Klemmen:
L × B × H: 100 mm × 105 mm × 110 mm



Bestellbeispiel
MAC4.0-U
Option Typ

Bestellbeispiel für Option F:
Bei der Option F bitte den Gesamtwiderstand der Messkette mit angeben (z. B. 350 Ohm):
MAC4.0-UF350

Technische Daten		
Verstärker		
DMS-Aufnehmer-Speisung	Spannung (V_4):	10 V
	Strom max.:	60 mA
	Option E / Option F	160 mA
Nullpunkt-Kompensationsspannung	(bezogen auf den Spannungseingang)	- 25...0...+ 25 mV
Gesamtverstärkung	Stellbereich:	400...3200 V/V
	Standard-Werkseinstellung:	667 V/V
Signalausgänge	Spannung (V_2, V_3):	- 10...0...+ 10 V
	min. Lastwiderstand:	5 k Ω
	Signalanstiegszeiten (10...90 %)	V_2 Filter 1: 7 ms...145 ms V_3 Filter 2: 130 ms...4,8 s
Spannungs/Stromumsetzer		
Signaleingang	Spannung (V_6)	0...+ 10 V
Signalausgang	Strom (I_1)	Option C: 4...20 mA Option N: 0...20 mA
	max. Lastwiderstand:	600 Ω
Regler		
Signaleingänge	Spannung ($V_8, V_9, V_{10}, V_{11}, V_{12}, V_{13}$):	- 10...0...+ 10 V
	Spannung (ISP, RSF, RSP, RW):	24 V gegen Klemme COM
Signalausgänge	Spannung (V_{14}):	- 10...0...+ 10 V
	min. Lastwiderstand (V_{14}):	5 k Ω
	Referenzspannung (V_7):	10 V \pm 0,5 %
Temperaturbereich		0...60 $^{\circ}$ C
Anschlussquerschnitt		AWG 22-12
Standardschutzart		IP 20
Hilfsenergie *)	Spannung (V_5):	24 V DC, \pm 10 %
	Stromaufnahme (bei 24 V):	ca. 150 mA
	Feinsicherung:	0,4 AT

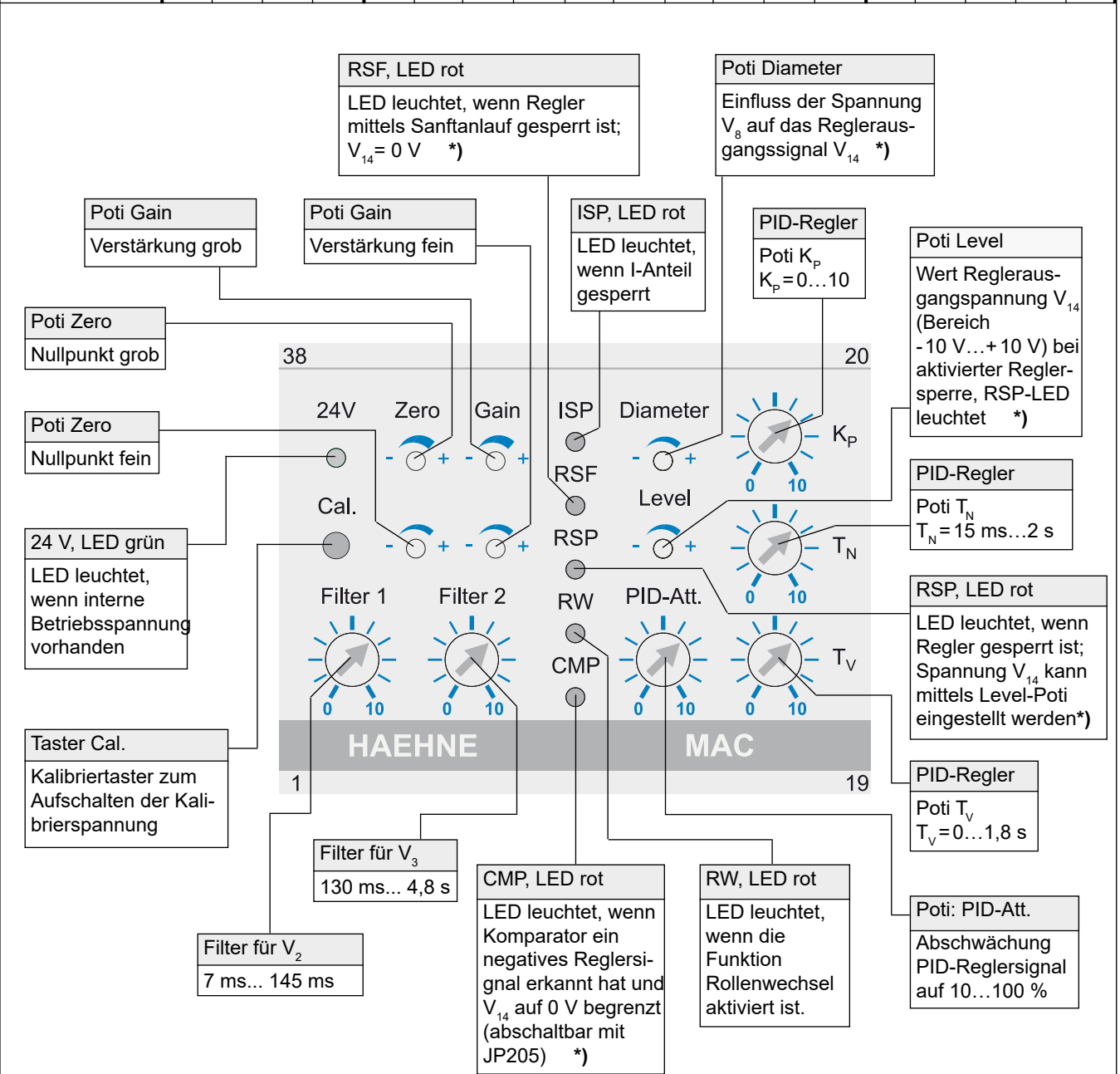
*) Die Hilfsenergie muss geerdet sein. Beim Durchschleifen der Versorgungsspannung darf ein maximaler Strom von 2 A nicht überschritten werden.

Technische Information

Verstärker - Regler - Kombination MAC4.0

Obere Klemmenreihe

Nr.	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
Funktion	GND	V ₁₄	GND	V ₁₃	GND	V ₁₂	GND	V ₁₁	V ₁₀	GND	V ₉	V ₈	GND	V ₇	COM	RW	RSP	RSF	ISP

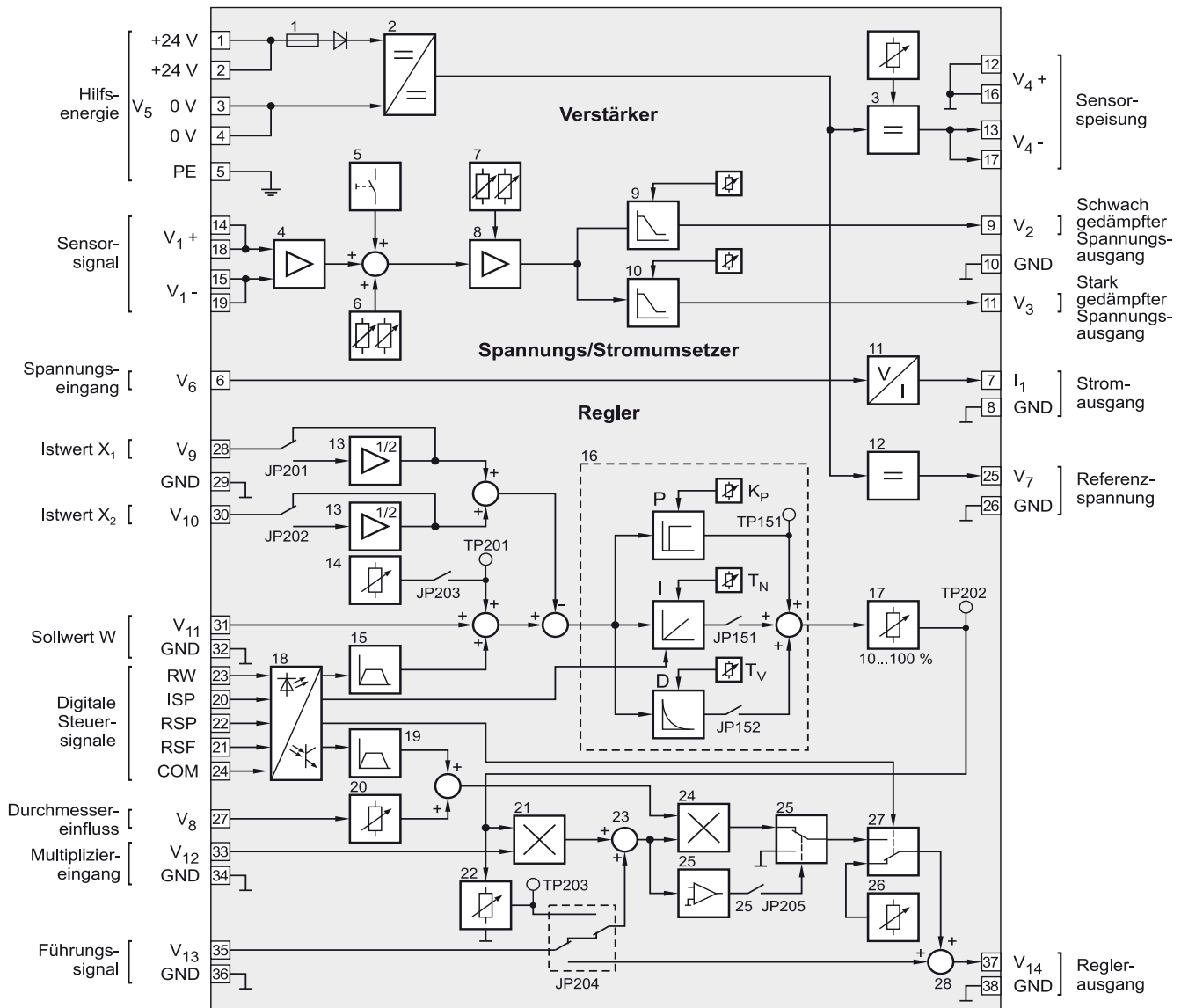


*) Jumper JP 204 beachten

Untere Klemmenreihe

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Funktion	24V	24V	0V	0V	PE	V ₆	I ₁	GND	V ₂	GND	V ₃	V ₄₊	V ₄₋	V ₁₊	V ₁₋	V ₄₊	V ₄₋	V ₁₊	V ₁₋

Übersichtsschaltplan



- | | |
|--|--|
| 1 Feinsicherung 0,4 AT | 15 Rollenwechsel |
| 2 DC/DC-Wandler zur galv. Trennung vom 24 V-Netz | 16 PID-Regler |
| 3 Brückenspeisespannung $V_4 = 10V$ | 17 Poti PID-Att: Abschwächung PID-Regelsignal (Bereich 10...100 %) |
| 4 Eingangsverstärker | 18 Potentialtrennung digitaler Steuersignale |
| 5 Kalibriertaster | 19 Sanftan-/Sanftauslauf |
| 6 Potis: Nullpunkt 'grob', 'fein' | 20 Poti Diameter: Durchmesser einfluß |
| 7 Potis: Gain 'grob', 'fein' | 21 Multiplizierer |
| 8 Zweite Verstärkerstufe | 22 Grundwerteinstellung des PID-Signals (0...30 %) |
| 9 Tiefpassfilter 1 (schwach gedämpft) | 23 Summierungspunkt 1 |
| 10 Tiefpassfilter 2 (stark gedämpft) | 24 Multiplizierer für Sanftanlauf und V_8 |
| 11 Spannungs-/Strom-Wandler (Option C: 4...20 mA oder Option N: 0...20 mA) | 25 Spannungskomparator: Unterdrückung negativer Ausgangssignale *) |
| 12 Referenzspannung $V_7 = 10V$ | 26 Poti Level: Wert von V_{14} bei aktivierter Reglersperre *) |
| 13 Halbierung des Istwertes | 27 Umschaltung Reglersperre |
| 14 Internes Sollwertpoti | 28 Summierungspunkt 2 |

*) Jumper JP 204 beachten

Funktionsbeschreibung

Verstärker-Regler-Kombination MAC4.0

Funktionsbeschreibung

Der Mess- und Regelverstärker MAC besteht aus drei funktionalen Blöcken: dem DMS-Messverstärker, dem Spannungs-/Stromumsetzer und dem PID-Regler mit Sonderfunktionen.

Messverstärker

Der Messverstärker versorgt den angeschlossenen Sensor (DMS-Vollbrücke) mit der Brückenspeisespannung V_4 . Die Signalspannung V_i des angeschlossenen Sensors wird in der Verstärkerstufe (8)* verstärkt und über zwei Filter mit unterschiedlicher Tiefpasscharakteristik (9,10) geführt.

Die Verstärkung wird mit den Verstärkerpotis 'grob', 'fein' (7) eingestellt. Die Nullpunktpotis 'grob' und 'fein' (6) erlauben die Kompensation einer Offset-Eingangsspannung (siehe Einstellanleitung).

Kalibriertaster

Der Taster "Cal" (5) schaltet eine Referenzspannung auf die Verstärkerstufe, so dass die Einstellung von der Verstärkung auf einen vorgegebenen Wert erleichtert wird (siehe Einstellanleitung).

Spannungs-/Stromumsetzer (Option C und N)

Der integrierte Spannungs-/ Stromwandler (11) setzt die am Spannungseingang anliegende Spannung (z. B. V_2) in ein entsprechendes Stromsignal um. Je nach gewählter Option (JP3/JP4) werden 0...10V Eingangsspannung in Ströme von 4...20 mA (Option C), bzw. 0...20 mA (Option N) gewandelt.

Regler mit Sonderfunktionen

Der Reglerteil des MAC enthält einen kompletten PID-Regler, analoge Rechenfunktionen sowie Steuereingänge zur Realisierung unterschiedlicher Funktionen.

PID-Regler

Die aus dem Vergleich von Sollwert (V_{11}) und Istwert (V_9 und V_{10}) ermittelte Regeldifferenz gelangt zum eigentlichen PID-Regler (16). Über Jumper JP151/JP152 sind der I- und D-Anteil einzeln zuschaltbar. Über die frontseitig angebrachten Potis K_p , T_N und T_v werden die Regelparameter entsprechend der Regelstrecke eingestellt. Über das Poti "PID-Att." (17) kann der Einfluss (Signalhub) des PID-Ausgangs für die weitere Verarbeitung eingestellt werden.

Falls bei zwei Sensoren die Signale getrennt verstärkt und angezeigt werden, kann der zweite Istwerteingang X_2 (V_{10}) für den zusätzlichen Verstärker benutzt werden. Um den Mittelwert der Signale zu bilden, müssen über JP201/202 die Spannungen halbiert werden.

Sollte kein externes Sollwertpoti zur Verfügung stehen und der Sollwert während des Betriebs nicht geändert werden, so kann über JP203 das interne Sollwertpoti freigeschaltet werden. Die mit Poti P201 eingestellte Sollwertspannung kann an TP201 gemessen werden.

Mutipliziereingang

Eine an Klemme 33 (V_{12}) anliegende Spannung beeinflusst die Höhe des PID-Ausgangssignals. Bei 10 V wird

dieses Signal zu 100 % durchgelassen; bei 0 V ist es gesperrt. Dieser Eingang muß immer mit einer Spannung beschaltet werden.

Bei entsprechender Beschaltung von JP204 kann der Grundwert des PID-Ausgangssignals mit dem internen Poti P202 (22) zwischen 0 und 30% eingestellt werden.

Summierer

Eine an Klemme 35 (V_{13}) anliegende Spannung wird bei entsprechender Beschaltung von JP204 über den integrierten Summierer (23) zum abgeschwächten PID-Signal hinzuaddiert. Ganz wichtig hierbei ist, dass die Klemme 35 (V_{13}) immer beschaltet wird; bei nicht benötigter Summierfunktion mit GND.

Sollen die Zusatzfunktionen (z. B. Reglersperre, Komparator) nicht auf die an Klemme 35 anliegende Spannung V_{13} wirken, so muß die Spannung mit Jumper JP204 auf den Summierungspunkt 2 (28) geschaltet werden.

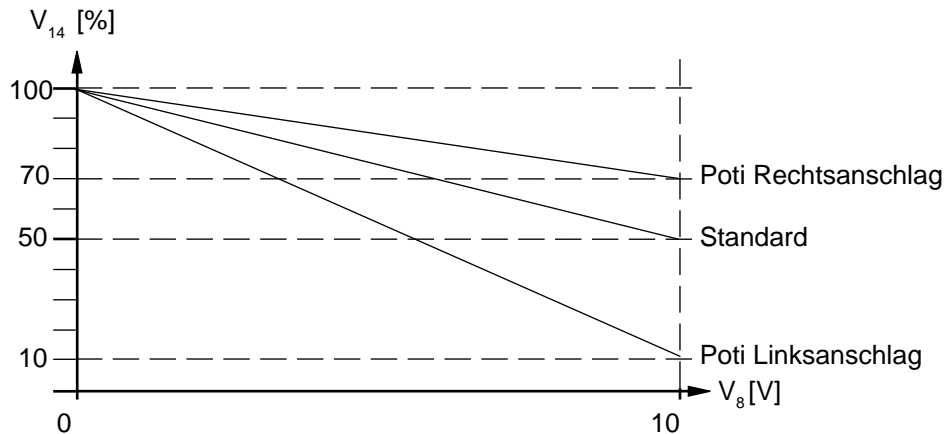
* siehe Kennzeichnung im Übersichtsschaltplan der Technischen Information "Verstärker-Regler-Kombination MAC 4.0"

Komparator *)

Negative Spannungen am Reglerausgang V_{14} können vom internen Komparator (25) unterdrückt werden. Bei der Jumperstellung auf 1-2 von JP205 ist diese Funktion aktiv. Die rote LED "CMP" signalisiert, dass der Komparator ein negatives Signal erkennt und den Ausgang auf eine Spannung von 0V begrenzt.

Durchmesser-Einfluss *)

Die Spannung an der Klemme 27 (V_8) beeinflusst die Höhe des Reglerausgangssignals V_{14} . Je nach Einstellung des Potis "Diameter" (20), wirkt sich die Spannung V_8 mehr oder weniger stark auf V_{14} aus (siehe Abbildung).

**Steuereingänge**

Im folgenden Text werden die über Steuereingänge aktivierbaren Sonderfunktionen beschrieben. Die Steuereingänge (21) sind von den übrigen Schaltungsteilen des MAC galvanisch getrennt und werden mit 24 V Gleichspannungssignalen angesteuert.

I-Abschaltung (ISP)

Der Steuereingang ISP erlaubt den I-Anteil des PID-Reglers abzuschalten, unabhängig von der Stellung des Jumpers JP 151. Liegt am Eingang ISP keine Spannung an, so ist der I-Anteil abgeschaltet - die rote LED "ISP" leuchtet. Um den I-Anteil zu aktivieren (Voraussetzung: Jumper 151 auf 1-2) genügt das Anlegen von 24 Volt zwischen den Klemmen ISP und COM; die LED "ISP" erlischt.

Reglersperre mit Sanftanlauf (RSF) *)

Im Gegensatz zur Funktion "Reglersperre" wird hier das Reglerausgangssignal V_{14} kontinuierlich auf 0 Volt abgesenkt. Dies geschieht dann, wenn keine Spannung am Steuereingang RSF anliegt - die LED "RSF" leuchtet. Wird der Eingang mit 24 Volt beschaltet, steigt das Ausgangssignal wieder kontinuierlich an und erreicht nach etwa 9 Sek. seinen ursprünglichen Wert.

Reglersperre (RSP) *)

Diese Funktion ermöglicht die sofortige Absenkung des Reglerausgangssignals V_{14} auf einen einstellbaren Wert. Bei normalem Betrieb des Reglers ist der Steuereingang RSP mit 24 Volt (bezogen auf die Klemme COM) beschaltet. Wird diese Spannung entfernt, nimmt der Reglerausgang V_{14} sofort den mittels Poti "Level" (26) eingestellten Spannungswert an - LED "RSP" leuchtet.

Rollenwechsel (RW)

Bei Ansteuerung des Eingangs RW mit 24 V wird dem Regler zum extern beschalteten Sollwert intern ca. 14 V aufaddiert. Wenn diese Funktion (wie vorgesehen) für den Ablauf "Rollenwechsel" benutzt wird, ist zu diesem Zeitpunkt der angelegte Istwert sehr klein oder gleich Null. Somit nimmt der Regler am Ausgang den maximalen, positiven Wert an.

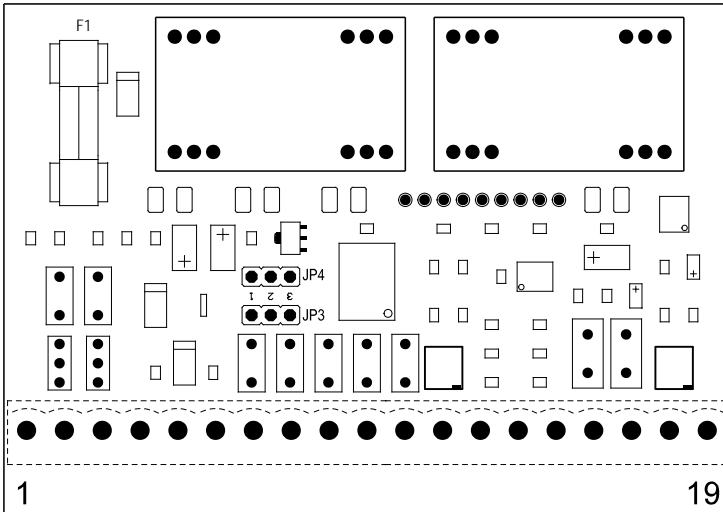
Wird das Steuersignal RW wieder abgeschaltet, geht der Regler wieder in den vom externen Sollwert geführten Betrieb über. Diese Umschaltung wird durch eine Rampenfunktion gesteuert und erfolgt ohne Sprung in ca. 8 Sekunden.

*) Jumper JP 204 beachten

Einstellanleitung

Verstärker-Regler-Kombination MAC4.0

Verstärker-/Wandlerplatine



JP3 JP4	Stromausgang
1 - 2	0...20 mA
2 - 3	4...20 mA

F1	Feinsicherung
0,4 A; mittelträge	

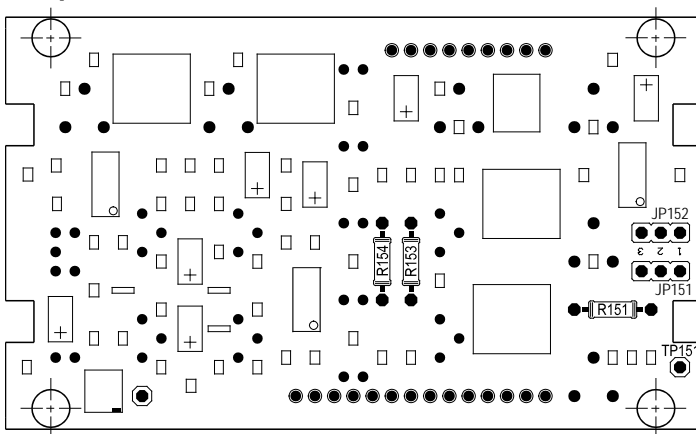
JP151	I-Anteil
1 - 2	ein
2 - 3	aus

R151	Widerstand zur Veränderung des Wertebereichs von K_p
$K_p = 0 \dots \frac{100 \text{ k}\Omega}{R151} \text{ *)}$	

JP152	D-Anteil
1 - 2	ein
2 - 3	aus

R153 R154	Widerstände zur Veränderung des Wertebereichs von T_N
$T_N = \frac{R154}{R153 + R154} \cdot (15\text{ms} \dots 2 \text{ s})$	
R154 > 10 k Ω *)	

Frontplatine



JP201 JP202	Halbierung des Istwertes
1 - 2	ein
2 - 3	aus

P202	Grundwert-einstellung des PID-Signals
0...30 %	

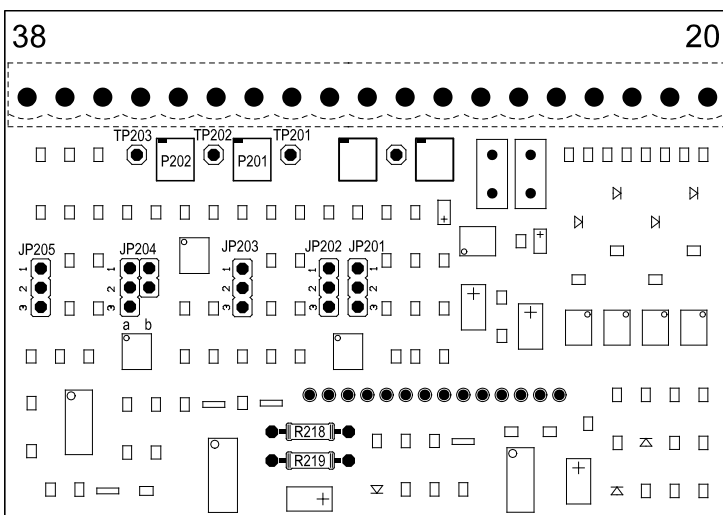
P201	Internes Sollwertpoti
0...10 V	

JP204	Flexible Beschaltung der Summierungspunkte
	Führungssignal V_{13} auf Sp.1
	Führungssignal V_{13} auf Sp. 2
	Grundwert des PID-Signals auf Sp.1
	Grundwert des PID-Signals auf Sp.1, Führungssignal V_{13} auf Sp. 2
(Sp. = Summierungspunkt)	

JP203	Interne Sollwertvorgabe
1 - 2	ein
2 - 3	aus

JP205	Komparator
1 - 2	ein
2 - 3	aus

Reglerplatine



R218 R219	Widerstände zur Veränderung der Abfall-/Anstiegszeit bei RSF
Abfall- / Anstiegszeiten	ca. $\frac{R219}{R218}$ (9 s)
	1 M Ω
immer $\frac{R218}{R219} = 2$	R219 > 10 k Ω *)

*) Toleranz beachten

Die Inbetriebnahme sollte ca. 10 Minuten nach Anlegen der Versorgungsspannung erfolgen, um stabile Temperaturverhältnisse im Inneren des Mess- und Regelverstärkers zu gewährleisten.

Regler

Zur Inbetriebnahme des Reglers, folgende Schritte durchführen:

1. Gewünschtes Regelverhalten (P, PI, PD, PID) mit Jumper JP151 und JP152 vorwählen.
2. Poti K_p auf 3, Poti T_N auf 3, Poti T_V auf 0 und Poti "PID-Att." auf 8 stellen.
3. Mess- und Regelverstärker MAC verdrahten - z.B. entsprechend der Verdrahtungsbeispiele. Steuereingänge ISP, RSF, RSP, RW und Analogeingänge V_8, V_{12}, V_{13} müssen beschaltet werden.
4. Betriebsspannung anlegen und etwa 15 Minuten Aufwärmzeit einhalten.
5. Eventuell Messverstärker kalibrieren (siehe unten).
6. Reglerparameter K_p, T_N und T_V für optimales Regelverhalten einstellen; evtl. Reglerhub mittels Poti "PID-Att." verändern.

Messverstärker

Zur Kalibrierung der Messkette, bestehend aus Sensoren und MAC, folgende Schritte durchführen:

1. Messgerät im niedrigen V-Messbereich an den gering gedämpften Ausgang V_2 des MAC anschließen.
2. Für die betriebsfertig montierten DMS-Aufnehmer den Zustand "lastfrei", jedoch mit der im normalen Messbetrieb wirksamen Vorlast herstellen. Bei Bandzugensensoren also eingebaute Messkette mit Walze, aber ohne Bahn (Folie, Papier, ...).
3. Mit den Nullpunktpotis "grob" und "fein" die Spannung an V_2 auf einen Wert möglichst nahe 0 V einstellen.
4. Messgerät auf Messbereich > 10 V schalten.
5. DMS-Aufnehmer betriebsmäßig belasten; möglichst Kalibrierlast = 80...100% der Kraft wählen und Ausgangssignal V_2 mit Verstärkungspotis "grob und fein" auf den gewünschten Wert einstellen (in der Regel $V_2 = 10$ V). Bei Kalibrierlast $<$ Nenn-Messlast (mindestens jedoch 30%), V_2 auf den entsprechend kleineren Wert einstellen.
6. DMS-Aufnehmer entlasten und Ausgangssignal kontrollieren. Sollte der jetzige Nullpunkt von dem zuvor eingestellten zu stark abweichen, Einstellung wie unter Punkt 2 bis 5 beschrieben wiederholen.

Alternativ zu der beschriebenen Einstellung des Verstärkers kann aufgrund vorliegender Daten (z.B. Bandlaufgeometrie) die gewünschte Verstärkung (Gain_{ges}) berechnet werden. Die Verstärkung wird bei gedrücktem Kalibriertaster "Cal" mit den Verstärkungspotis "grob und fein" eingestellt:

$$V_2 = 2,5 \text{ mV} \cdot \text{Gain}_{\text{ges}}$$

Achtung: Der Nullpunkt muss bereits abgeglichen sein, d.h. bei nicht gedrücktem Kalibriertaster beträgt V_2 annähernd 0V.

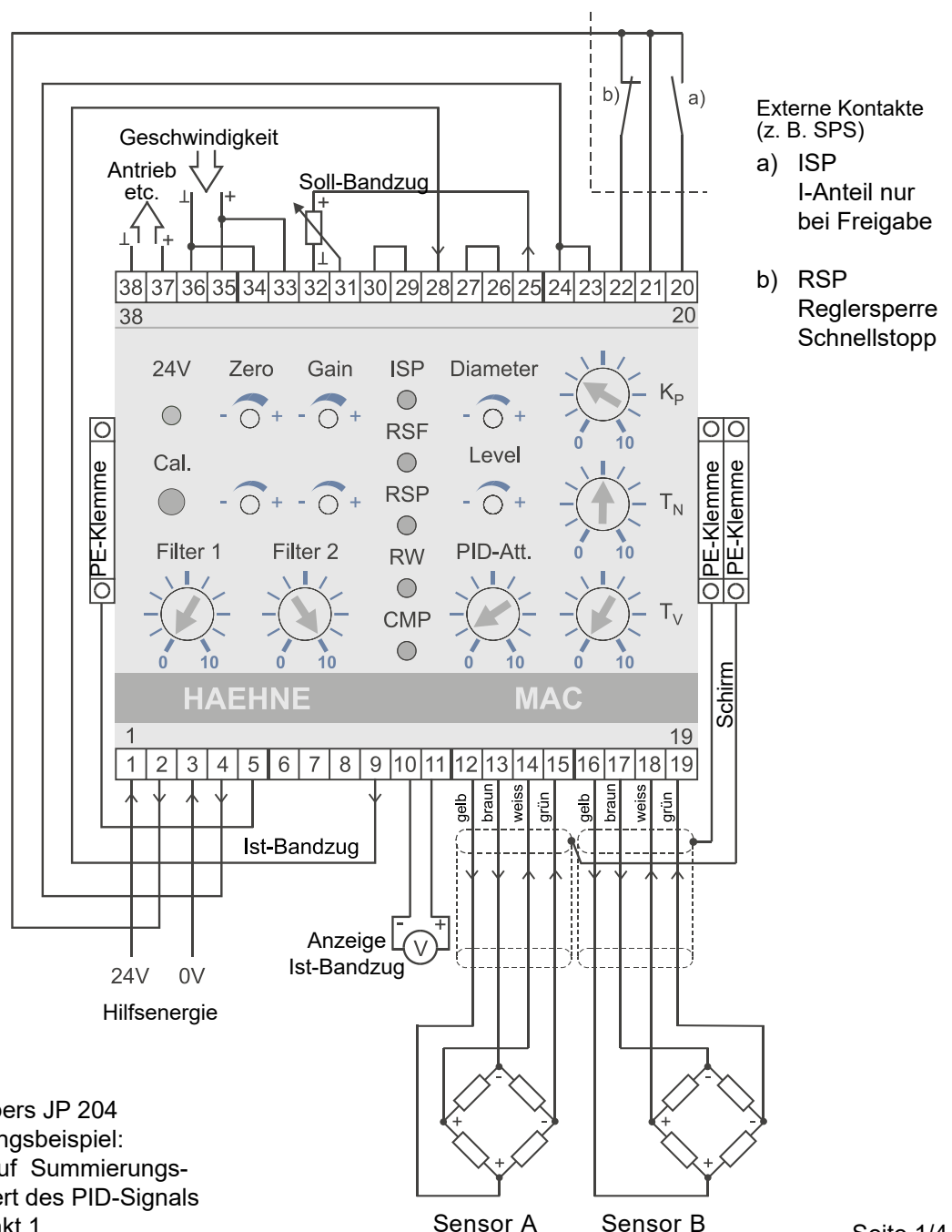
(Falls beim Austausch eines Gerätes keine Kalibrierlast zur Verfügung steht, kann die Verstärkung ebenfalls über den Kalibriertaster eingestellt werden. Hierfür sind die Punkte 1 bis 4 auszuführen. Anschließend wird V_2 bei gedrücktem Kalibriertaster "Cal" mit den Verstärkungspotis "grob und fein" auf den ursprünglich ermittelten Wert eingestellt. Dieser Spannungswert kann ermittelt werden, indem nach der Kalibrierung der Messkette (nach Punkt 6) der Kalibriertaster "Cal" gedrückt wird und der Spannungswert V_2 aufgeschrieben wird.)

Anwendungsbeispiele

Verstärker-Regler-Kombination MAC4.0

Betriebsart **A** (siehe : "Regler-Betriebsarten MAC4.0")

- Sollwert des Bandzuges über externes Poti
- Steuereingänge über SPS geschaltet
- Regelsignal ist geschwindigkeitsabhängig

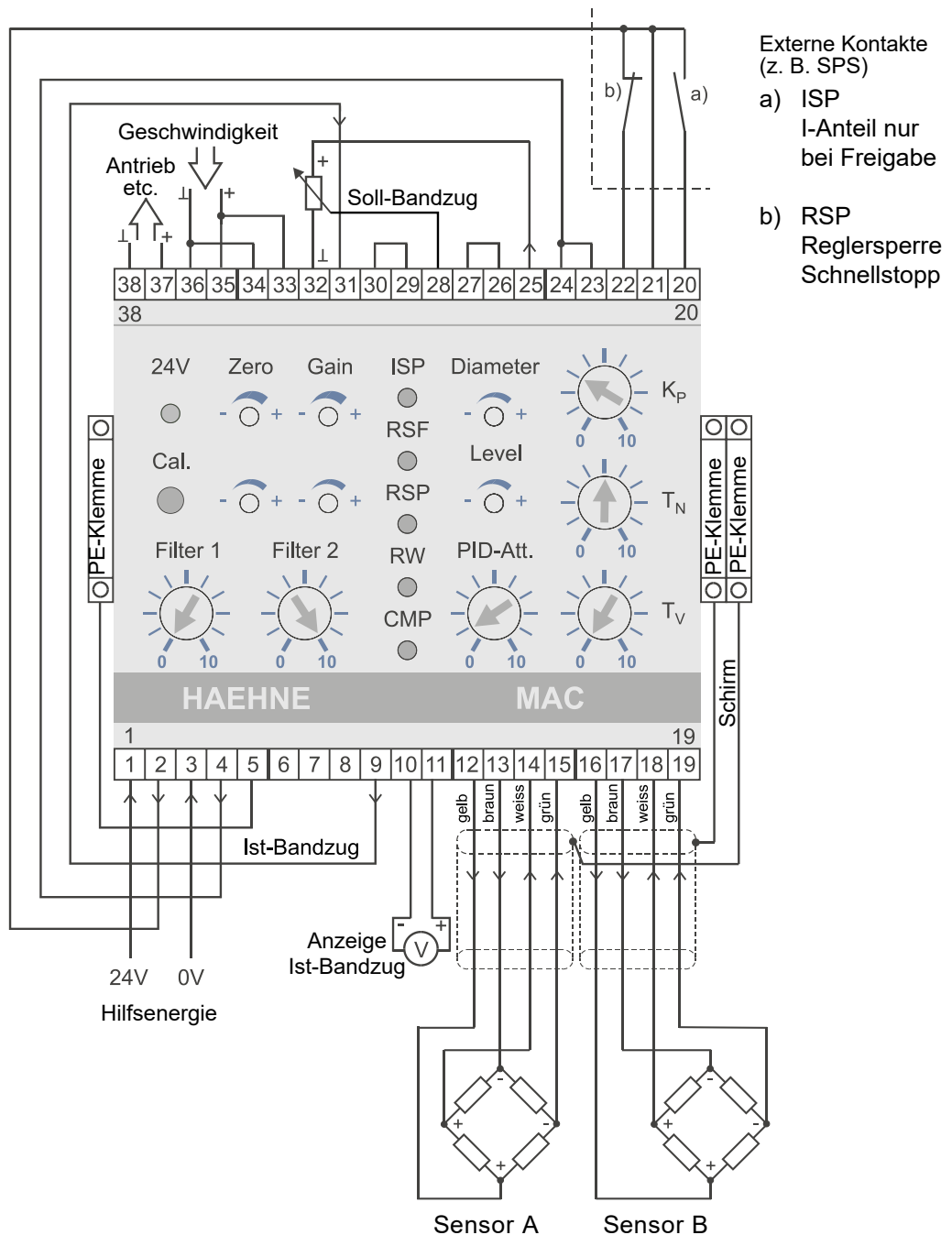


JP 151	1-2
JP 152	2-3
JP 205	2-3

Einstellung des Jumpers JP 204
bei diesem Anwendungsbeispiel:
Führungssignal V_{13} auf Summierungspunkt 2 und Grundwert des PID-Signals auf Summierungspunkt 1

Betriebsart **B** (siehe : "Regler-Betriebsarten MAC 4.0")

- Sollwert des Bandzuges über externes Poti
- Steuereingänge über SPS geschaltet
- Regelsignal ist geschwindigkeitsabhängig



JP 151	1-2
JP 152	2-3
JP 205	2-3

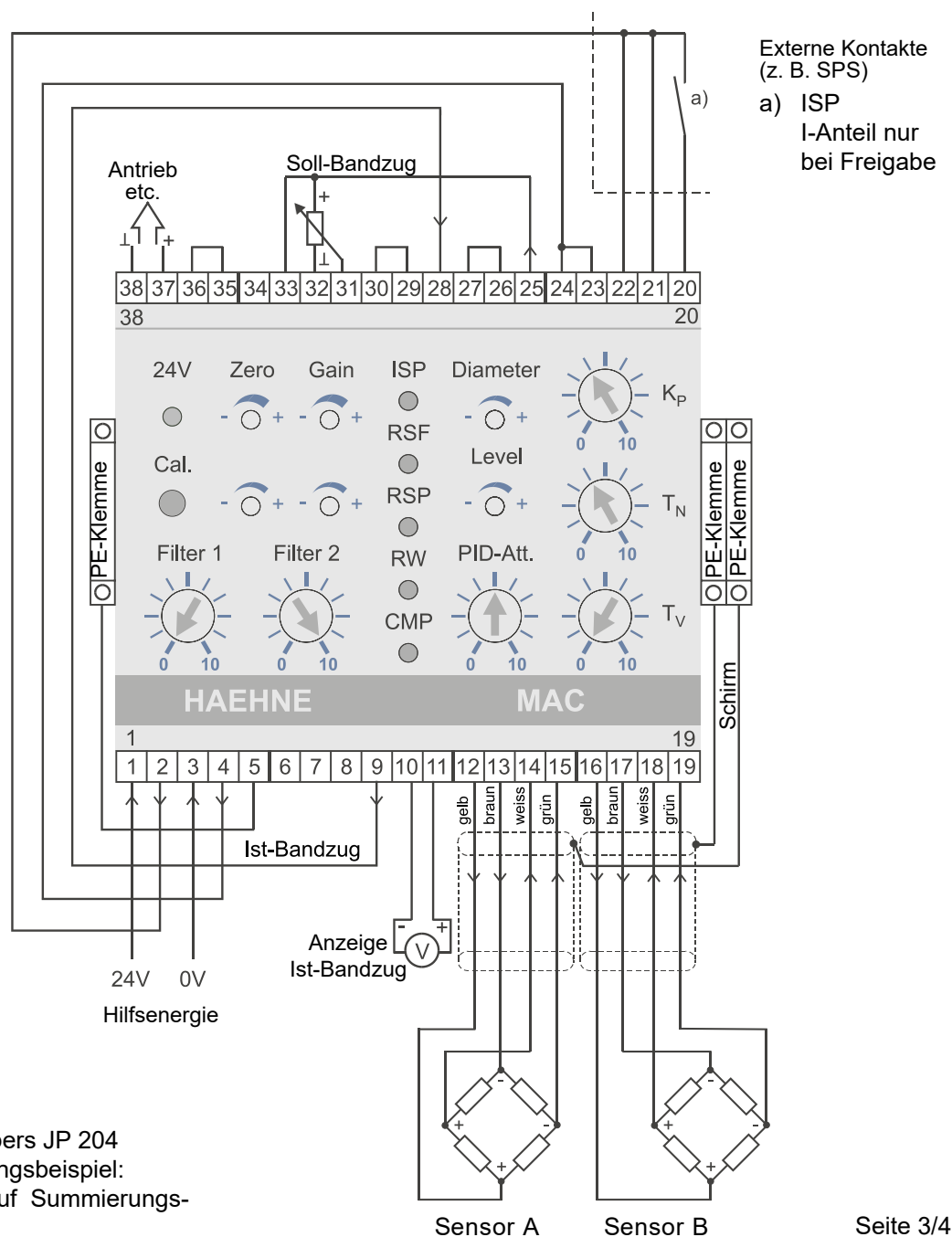
Einstellung des Jumpers JP 204 bei diesem Anwendungsbeispiel: Führungssignal V_{13} auf Summierungspunkt 2 und Grundwert des PID-Signals auf Summierungspunkt 1

Anwendungsbeispiele

Verstärker-Regler-Kombination MAC 4.0

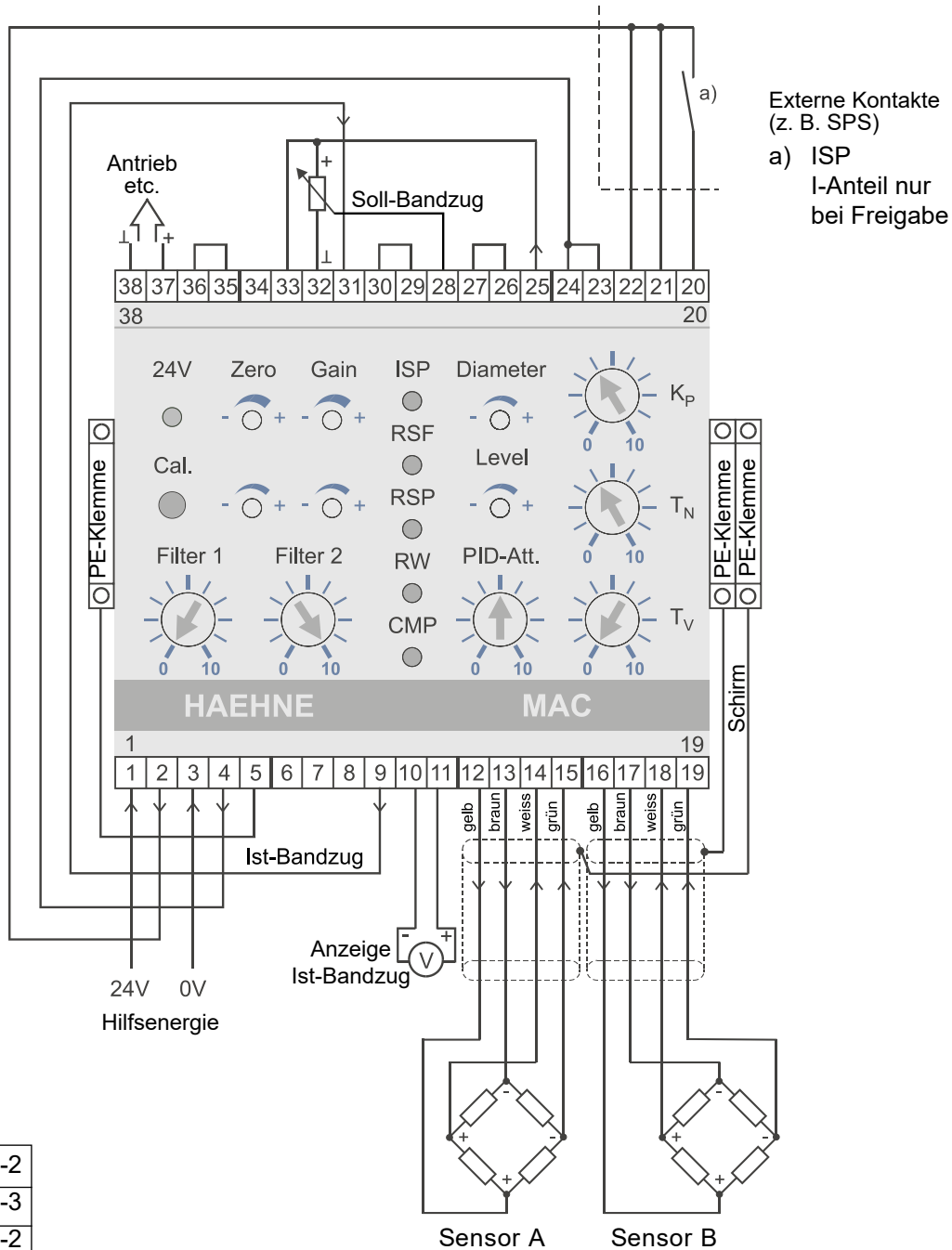
Betriebsart **C** (siehe : "Regler-Betriebsarten MAC 4.0")

- Sollwert des Bandzuges über externes Poti
- Steuereingänge über SPS geschaltet



Betriebsart **D** (siehe : "Regler-Betriebsarten MAC 4.0")

- Sollwert des Bandzuges über externes Poti
- Steuereingang über SPS geschaltet

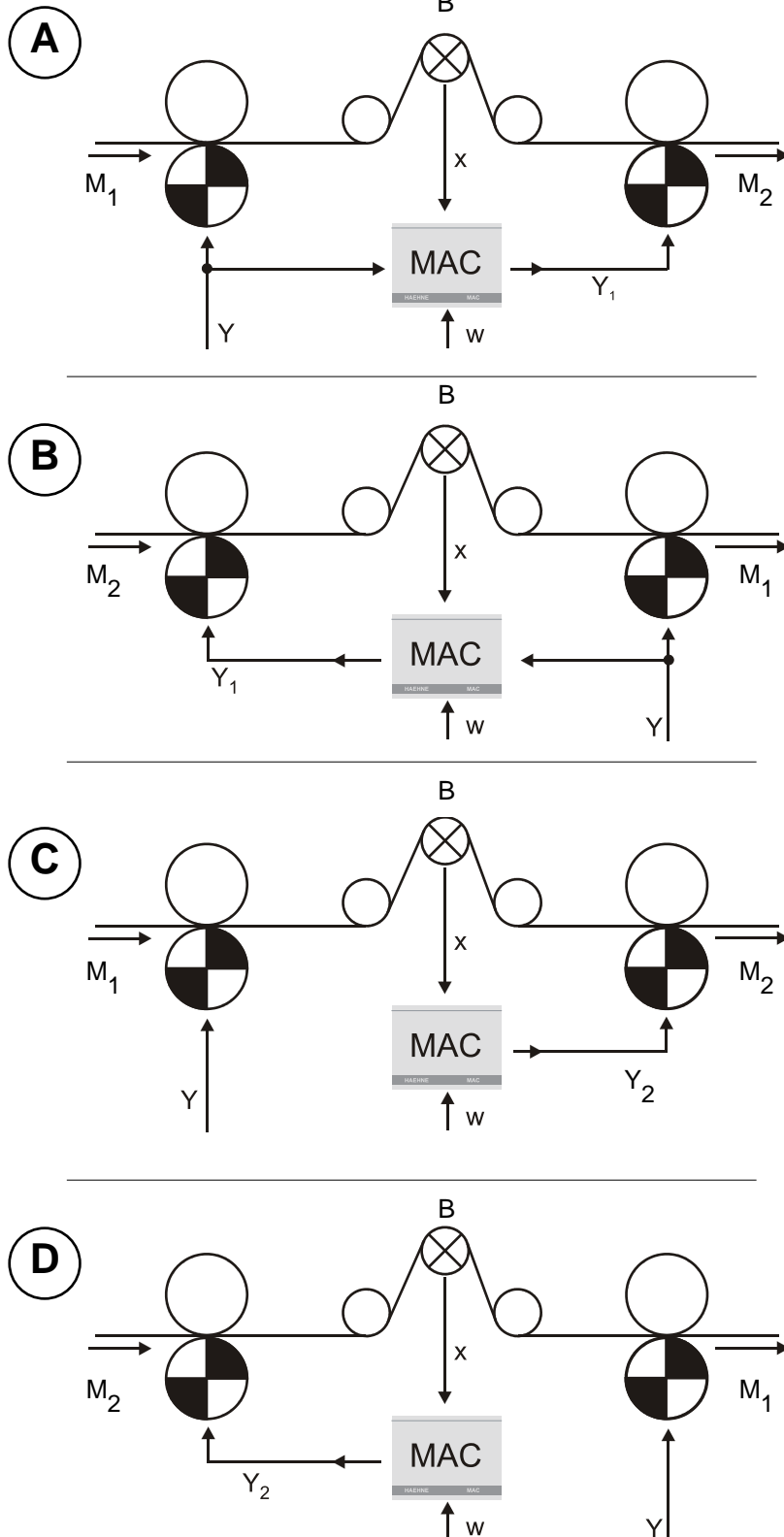


JP 151	1-2
JP 152	2-3
JP 205	1-2

Einstellung des Jumpers JP 204
bei diesem Anwendungsbeispiel:
Führungssignal V_{13} auf Summierungs-
punkt 1

Regler-Betriebsarten

Verstärker-Regler-Kombination MAC4.0



Für alle Betriebsarten gilt:

Hauptantrieb ist vom Prozess vorgegeben und unabhängig vom Bandzug.

Betriebsarten A und B:

Das Führungssignal der Anlage (Y) wird bandzug unabhängig korrigiert (Y_1).

Betriebsarten C und D:

Der Bandzugregelkreis ist autark.

Betriebsarten A und C:

Messwalze liegt im Prozess vor dem geregelten Antrieb, bei **B** und **D** dahinter.

- M_1 : Hauptantrieb
- M_2 : Geregelter Antrieb
- B: Messwalze
- w: Bandzug - Sollwert
- x: Bandzug - Istwert
- y: Drehzahl - Sollwert
- y_1 : Korrigierter Drehzahl - Sollwert
- y_2 : Ermittelter Drehzahl - Sollwert