



**DCP 520/60**  
Endstufe  
mit hermetischen  
LeistungsTransistoren



**Lineare Verstärker  
arbeiten schnell und sind  
völlig störungsfrei**

## DCP-Serie - Allgemeine Beschreibung

### SERVOWATT

#### LeistungsOperationsVerstärker

sind spezielle Baugruppen, die in einem Gerät die Eigenschaften von hochwertigen Operationsverstärkern mit einer Linearendstufe vereinen, die schnell, störungsfrei, extrem robust und dynamisch stabil arbeiten. Lineare Verstärker arbeiten auch bei hohen Leistungen **völlig störungsfrei**. Die Ausgangsspannung enthält daher keine störenden Signalkomponenten, Impulsnadeln, Harmonische oder Rauschen.

Alle Schaltungen, die bisher aus mehreren Stufen zusammengesetzt waren, können mit einer solchen Einheit phasenrein realisiert werden, wobei durch die hohe Stabilität auch komplexe Lasten zugelassen sind, ohne die üblichen Schwingneigungseffekte befürchten zu müssen. LOVs können nicht nur hochinduktive, sondern auch kapazitive Verbraucher ansteuern.

Die **hohe interne Verstärkung** bewirkt erstens eine sehr präzise Arbeitsweise, zweitens ergibt sich dadurch auch ein sehr niederohmiger Ausgang bei Spannungsverstärkung und eine sehr hohe Quellenimpedanz bei Stromquellen. Fast die gesamte hohe interne Verstärkung in der Größenordnung von über 150 dB (ca. 50 Millionen-fach) kann zurückgekoppelt werden.

Diese **präzise Ansteuerung für alle Arten von Lasten und Beschaltungen**, eignet sich bestens für Präzisionsanwendungen, wie z.B. für Meßaufbauten, Servozustellungen in Maschinen, die im µm-Bereich arbeiten, sowie extrem dynamische und genaue Motor- und Aktuator-Ansteuerungen.

Der Preis für diese Qualitäten ist der geringere Wirkungsgrad gegenüber getakteten (PWM= pulsweiten modulierten) 4Q-Reglern, d.h. die Endstufen erzeugen mehr Wärme als getaktete Regler. Um diesem Umstand entgegenzuwirken, sind die **Endstufen großzügig dimensioniert**, so daß diese auch im Dauerkurzschlußfall keinen Schaden nehmen.

Unser **bewährtes Design** zusammen mit besonders strengen Qualitätsnormen sowie eine 100-prozentige Eingangskontrolle der Leistungshalbleiter garantieren, daß diese Verstärker auch unter erschwerten Bedingungen zuverlässig arbeiten.

### Leistungsspektrum der DCP-Serie



DCP 130/30



DCP 260/30



DCP 520/60



DCP 900/60



DCP 2000/60

### 1. Verzerrungsfreie bipolare Regelung durch Null

Somit höchste dynamische Genauigkeit



Die präzise Führung von Strom und Spannung verlangt eine Regelung durch Null ohne Totzone und ohne Totzeit. Im abgebildeten Diagramm gehen Strom und Spannung stetig durch Null. Im Nullbereich bleibt der Verbraucher somit aktiv geführt.

### 2. Extrem schnelle Regelung

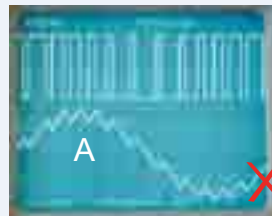
Nahezu verzögerungsfreies Reagieren in Regelkreisen



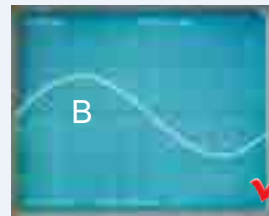
Hochdynamische Regelungen verlangen unverzögertes Reagieren von Spannungs- und Stromreglern. In diesem hochdynamischen Servosystem mit einem Moving-Coil DC-Motor beschleunigt dieser präzise von Null auf 2000 U/min in nur 2,7 ms!

### 3. Lineare Regelung

Unendliche Auflösung ohne Restwelligkeit



PWM-Verstärker



Linear-Verstärker

**Bild A:** gefiltertes PWM-Signal. Dynamische Regelvorgänge verlangen Verstärker ohne verzögernde Filter am Ausgang.  
**Bild B:** Unendliche Auflösung und Präzision kann nur ein Linearverstärker erfüllen.

### 4. Absolute EMV-Störungsfreiheit

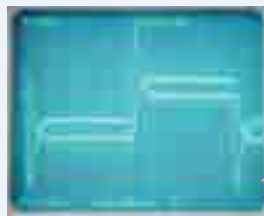
Keine Impulsstörungen, Oberwellen oder Rauschen im System



Diese linearen Leistungsendstufen arbeiten gleitend und sind daher völlig störungsfrei. Benachbarte Systeme werden nicht mit fremden Signalkomponenten, Impulsadeln, harmonische Oberwellen oder Rauschen gestört.

### 5. Kurzschlußfeste Endstufen

Vorbildliche Zuverlässigkeit für anspruchsvolle Applikationen



Transistoren mit bis zu dem 8-fachen (!) Verlustleistungsgesamtwert garantieren hohe Zuverlässigkeit der Endstufen. Unser 4-Quadranten-Betrieb verlangt den Kurzschlußfall als Dauerbetrieb.

### 6. Hohe Leistungsbandbreite

Standardgeräte typisch mit 25kHz  
Sondergeräte bis 500kHz



Realtime-Regelungen verlangen eine hohe Leistungsbandbreite, gleichbedeutend mit einer hohen Spannungsänderungsgeschwindigkeit der Endstufe (Slew-Rate).  
Foto: Frequenz 55kHz, Slew-Rate +- 20V/µs  
Ausgang +-30V / 4A

**Lineare Präzisions Leistungs-Operations-Verstärker. Standardversionen mit 500 Watt Ausgangsleistung**

Die Leistungs-Operations-Verstärker der DCP 520-Reihe beinhalten auf einer Chassisgrundfläche von 430 mm x 250 mm zwei Endstufen mit je einem Lüfter zur Kühlung und das dazugehörige Hauptnetzteil mit einem Einphasen-Netztransformator für 230 Volt.

**Ausgangsdaten (\* bevorzugte Standardversionen)**

Typ	Ausgangsspannung im Leerlauf	Ausgangsspannung bei Nennstrom	Ausgangsennstrom	**Spitzenstromeinstellungen	
				C 2-fach $\tau = 500\text{ms}$	B 3-fach $\tau = 200\text{ms}$
<b>DCP 520/30 *</b>	<b>+ - 30 V</b>	<b>+ - 25 V</b>	<b>+ - 20,0 A</b>	<b>40,0 A</b>	<b>60,0 A</b>
DCP 520/42	+ - 42 V	+ - 35 V	+ - 14,4 A	28,8 A	43,2 A
<b>DCP 520/60 *</b>	<b>+ - 60 V</b>	<b>+ - 50 V</b>	<b>+ - 10,0 A</b>	<b>20,0 A</b>	<b>30,0 A</b>
DCP 520/84	+ - 84 V	+ - 71 V	+ - 7,2 A	14,4 A	21,6 A

\*\* Der Dauernennstrom und der Spitzenstrom werden mit den Trimmern P1, P2, P3 und P4 werkseitig eingestellt. Die Spitzenstromdauer wird durch Auswahl der Kondensatoren C5 und C6 werkseitig eingestellt. Abweichende Einstellungen sind je nach Applikation nach Absprache möglich, siehe auch Leistungsdiagramme.

**Eingangsdaten - Differenzverstärker E+ / E-**

Eingangsstufe von OpAmp	Standard	FET
Differenz-Eingangswiderstand	100 M $\Omega$	10 <sup>12</sup> $\Omega$
Eingangsruhestrom (input bias current)	<2 nA	5 pA
Eingangsruhestrom-Differenz	<1 nA	1 pA
Offsetspannungs-Temperaturdrift	0,3 $\mu\text{V/K}$	5 $\mu\text{V/K}$
Gleichtakteingangsspannungs-Unterdrückung / 10 Hz	135 dB	95 dB
Eingangsoffsetstellbereich	+ - 1 mV	+ - 10 mV
Eingangsrauschen Breitband, V= - 1000	7 $\mu\text{Veff}$	15 $\mu\text{Veff}$
Maximale zulässige Eingangsspannung (E+ & E-)	+ - 11 V	+ - 11 V
Versorgungsspannungs-Durchgriff	-170 dB	-150 dB

Die Eingangsoffsetspannung von ca. 1mV ist durch 25k $\Omega$ -Trimmer auf Null abgleichbar.

**Transferdaten**

Offene Verstärkung im Leerlauf (10Hz)	50.000.000 V/V	10.000.000 V/V
Offene Verstärkung bei Last (80% Last, 10Hz)	30.000.000 V/V	5.000.000 V/V
Regelgüte bei V= - 10 ist somit besser als	3.000.000 : 1	500.000 : 1
Ausgangsspannung Slew-Rate (dUa/dt)	7,5 V/ $\mu\text{s}$	7,5 V/ $\mu\text{s}$

Die 500 W Standardendstufe enthält Hochleistungstransistoren im Verlustleistungsgesamtwert von **3440 W**.

Die 500 W Endstufe mit hermetischen Transistoren (TO3-Metall) hat einen Verlustleistungsgesamtwert von **3000 W**.

Arbeitstemperaturbereich bei Nennlast

-30 °C bis +45 °C

Maximale Kühlkörpertemperatur bei Nennlast

+90 °C

Gewicht netto 18 kg, verpackt 20 kg

Obige Daten gelten, wenn nicht anders angegeben, bei 25 Grad C und Nennanschlußspannungen. Änderungen vorbehalten.

**Als Beispiel: DCP520/60 ist ein universeller LeistungsOperations-Verstärker mit einer Ausgangsspannung von +60 Volt gegen Masse, einem Dauer-Ausgangsstrom von +10 A und einem Spitzen-Ausgangsstrom von +20 bis max. +30 A.**

**Folgende Eigenschaften sind kennzeichnend:**

**Hochwertige Eingangsstufe**

ermöglicht das Verarbeiten von kleinen Spannungen und Strömen direkt an der Differenzeingangsstufe. Diese kann wie alle Operationsverstärker invertierend oder nichtinvertierend, integrierend, summierend usw. beschaltet werden. D.h. es ist kein zusätzlicher Steuer-Vorverstärker erforderlich.

**Kurzschlußfeste Ausgangsstufe**

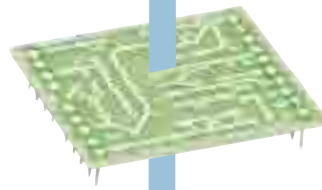
ermöglicht die Endstufentypen A die Entnahme des max. Ausgangsstromes ohne zeitliche Begrenzung, jedoch ohne Spitzenstrom. Darüber hinaus liefert sie, je nach Endstufentypen, Typen B mit 3-fachem Spitzenstrom über 200 ms oder Typen C mit 2-fachem Spitzenstrom über eine Zeitkonstante von 500 ms. Auch andere Werte sind nach Absprache möglich.

**Stromversorgung:**

Netzanschluss 230V wird angezeigt durch die orange Kontrollleuchte. Die Versorgung am Verstärker mit +63V wird durch 2 grüne LED-Anzeigen sichtbar gemacht.

Fällt eine der Sicherungen aus, so erlischt die entsprechende Anzeige. An der Netzplatine ist durch verschiedene Beschaltungsmöglichkeiten die Entnahme von einer oder mehreren stabilisierten, potentialfreien Spannungen möglich. Sie dienen zur Versorgung von verschiedenen Verbrauchern kleinerer Leistungen wie z.B. Sollwertgeber, Umsetzer, Überwachungen, Inkrementalgeber usw.

Mit der Beschaltung analog rechnen:



- \* Addieren
- \* Subtrahieren
- \* Integrieren
- \* Differenzieren



**Programmierplatine**

erlaubt durch einfaches Umstecken eine schnelle Umprogrammierung der Verstärkerfunktion. Auf dieser Platine sind alle Eingänge E1, E2, E3, E4, E+, E-, A = Ausgang, ME = Masse Eingang eindeutig gekennzeichnet. Auf diesen Platinen werden alle passiven Beschaltungs-Bauelemente eingelötet.

In bestimmten Anwendungen sind Trimmer erforderlich, um z.B. die Verstärkung etc. anzupassen. Auch hierfür sind entsprechende Lötstellen vorgesehen. Platine 02.5 dient für allgemeine Zwecke, für Servoanwendungen, Stromquellen usw. Der Verstärker wird normalerweise unbeschaltet geliefert.

**Sonderausgang S**

dient zur möglichen Stromrückführung. In diesem Fall werden an den Lötstützpunkten S, S+, S- und M niederohmige Widerstände eingelötet (Shunts) und die Last nicht gegen Masse, sondern gegen S geschaltet. Für die genaueste Stromrückführung in 4-Drahttechnik (mit 4-Pol-Meßshunts) werden S+ an E3 und S- an E4 verbunden.

Über denselben Sonderausgang S kann auch der Ausgang A über eine Sicherung FA zusätzlich abgesichert werden (Sicherungshalter ist vorgesehen). Dies ist dann von Bedeutung, wenn eine empfindliche Last unter keinen Umständen durch eine Störung beschädigt werden darf.

**Weitere Vorverstärkermodule**



**Sonderausführungen** sind lieferbar für eine Vielfalt von Anwendungen: Spezielle Differenzeingangsstufen z.B. mit garantierter Drift kleiner 50 nV/°C, mit FET's und Eingangsströmen kleiner 50 pA oder mit größerer Gleichtakt-Eingangsspannung sind möglich. Es sind auch besondere Versionen mit höherer Slew-Rate bis 50 V/µs verfügbar.

**Ausgangsstrom-Begrenzungen**

Diese funktionieren statisch und dynamisch. Für kurze Beschleunigungs- und Bremsphasen kann je nach Strombegrenzungsart C oder B kann ein Impulsstrom in zwei- oder dreifacher Höhe für die vorgegebene maximale Zeit von 500 ms oder 200 ms fließen. Danach klingt der Strom wieder auf seinen Nennwert ab. Die Strombegrenzungen werden mit zwei roten Leuchtdioden LED 5 und LED 6 angezeigt.

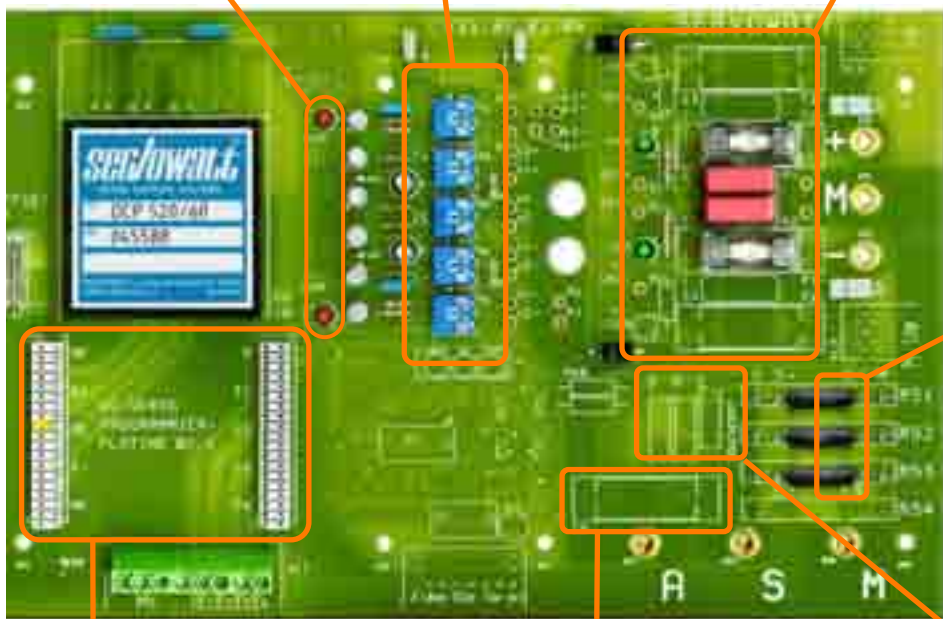
Dauer- und Spitzenströme können für beide Polaritäten verschieden eingestellt sein. Andere Werte für Spitzenströme und Zeitdauer sind möglich nach Absprache. Alle Geräte sind, ausreichende Kühlung vorausgesetzt, dauerkurzschlußfest ausgelegt. Die eingestellten Werte für die Strombegrenzung werden bei Auslieferung versiegelt.

**Sicherungsfeld für Versorgung**

Je nach Type mit zwei oder vier Sicherungen leuchten hierzu auch entsprechende grüne LEDs. Für Hochstromgeräte werden Sicherungen mit 6,3 x 32 mm eingesetzt.

**Meßshunts, auch in 4-Pol-Technik**

Zur Strommessung werden an den Lötstützpunkten S, S+, S- und M, bis zu vier niederohmige Widerstände eingelötet (Shunts) und die Last nicht gegen Masse, sondern gegen Sonder-Ausgang S geschaltet. Für die genaueste Stromrückführung in 4-Pol-Technik werden S+ an E3 und S- an E4 über 2 Brücken verbunden und der Eingang als Differenzschaltung ausgeführt, siehe auch unter Schaltbeispiele.



Dazu passend 4-Pol-Meßwiderstände von Fa. Isabellenhütte in Dillenburg bzw. Fa. Bader in Köln



**Programmierplatine**

Auf der Programmierplatine sind für E-Plätze für zwei antiparallel geschaltete Schutzdioden 1N4148 nach Masse ME vorgesehen. Bei invertierenden Schaltungen liegt die steuernde Eingangsspannung an E- fast auf Nullpotential. Beide Dioden begrenzen die Eingangsspannung auf ca. +/- 600 mV. Wichtig bei auftretenden Störspannungen im Sollwerteingang! Für kleinere Eingangskapazität kann man auch schnellere Dioden verwenden und 4 von diesen in Serie/Parallel schalten. Auf der Programmierplatine sind zusätzlich für den Schutz von E+ zwei antiseriell geschaltete Zenerdioden nach Masse ME vorgesehen.

**Ausgangssicherung über Ausgang S**

Es besteht die Möglichkeit, den Verstärker über den Ausgang S zusätzlich zur elektronischen Strombegrenzung mit einer Ausgangssicherung (Feinsicherung der Größe 5mm x 20mm oder 6,3mm x 32mm) auszurüsten. Diese Sicherung kann eine beliebige Charakteristik haben und somit nach Kundenvorstellungen eine empfindliche Last vor Überlastung und Schaden bewahren. Bei ersten Inbetriebnahmen kann eine solche Sicherung auch vorübergehend extern in Serie geschaltet werden.

Die Gleichtakt-Eingangsspannung (UE+ und UE-) sollte niemals den Bereich von +/- 1 V überschreiten, da sonst mit unerwünschten Effekten zu rechnen ist. Wir empfehlen unseren Kunden, in der Praxis nie mehr als +/- 8 V Gleichtaktspannung zu erlauben und vor dem Zenerdiodenpaar einen geeigneten Schutzwiderstand vorzuschalten.

**Boucherot - Glied**

In manch hartnäckigen Fällen hochfrequenter Schwingungen der Ausgangsspannung kann es erforderlich sein, zwischen Ausgang A und Masse-Ausgang MA ein bedämpfendes RC-Glied (Boucherot-Glied) zu schalten. Im Layout der Anschlußplatine sind entsprechende Plätze für verschieden große Widerstände und Kondensatoren vorgesehen.

**Lineare Verstärker arbeiten schnell und sind völlig störungsfrei. Die Ausgangsspannung enthält keine fremden Signal-komponenten, Impulsnadeln, Harmonische oder Rauschen.**

## Inbetriebnahme und Überprüfung der Funktion

### Anschluß:

Gerät mit aufgesteckter, beschalteter Programmierplatine an das 230V Netz anschließen. Es leuchten eine gelbe Netzkontrolllampe auf Netzplatine und zwei grüne +63VDC LEDs auf der Verstärkerplatine auf. Ist dies nicht der Fall, so sind alle Sicherungen zu kontrollieren. Bei ersten Versuchen und Experimenten ist es ratsam, einen 230V-Regeltrafo zum langsamen Hochregeln der Netzspannung zu verwenden. Der Verstärker arbeitet bereits ab 1/2 der Netzspannung in allen Funktionen.

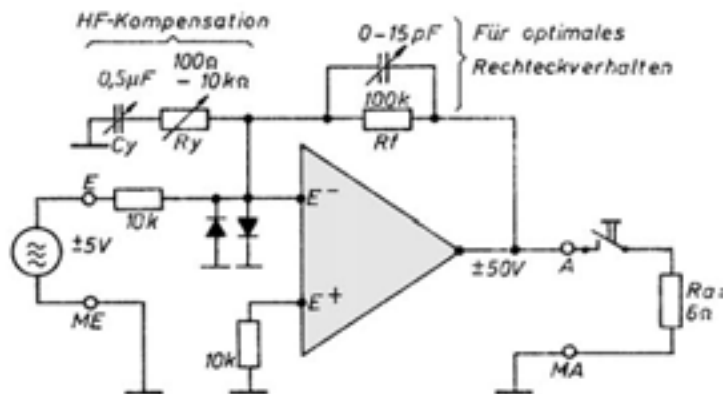
### Spannungssteuerung:

Wird die Beschaltung zunächst für Prüfzwecke proportional gewählt (invertierend oder nichtinvertierend), so kann je nach gewählter Verstärkung mit einer entsprechenden bipolaren Steuerspannung der Verstärker angesteuert werden und die Ausgangsspannung mit einem Oszillographen überprüft werden. Die Beträge von Ein- und Ausgangsspannung müssen von Null bis zur +-Vollaussteuerung streng proportional sein. Unbelastet beträgt die max. Ausgangsspannung ca. +-60V, bei Belastung mit +-10A ca. +-50V. Wird dem Ausgang dauerhaft mehr als +-10A entnommen, so wird die Strombegrenzung die Ausgangsspannung je nach Last bis auf Null reduzieren.

### Strombegrenzung:

Sichert die Last und den Verstärker vor unzulässiger Überbelastung. Die entsprechenden Trimmer sind ab Werk eingestellt, versiegelt und dürfen nicht verändert werden (Garantie!). Eingebaute Leistungsreserven sind für Sicherheit und lange Lebensdauer notwendig und dürfen nicht vom Anwender nach Belieben ausgenutzt werden. Bei Type A begrenzt die Endstufe sofort auf den maximalen Dauerwert +-10A, bei Type B wird der Strom beim dreifachen Wert begrenzt und klingt nach 200ms Zeitkonstante auf den Nennwert ab, bei Type C kann die Ausgangsstufe über 500ms +-den doppelten Wert liefern.

## Testschaltung



### Offseteinstellung:

Nachdem die endgültige Beschaltung optimiert wurde, sollte als letztes eine Offseteinstellung vorgenommen werden. Dies sollte nach ca. 15 Minuten Einschaltdauer geschehen. Nach Definition ergibt ein Operationsverstärker die Ausgangsspannung Null bei Eingangsspannung Null.

Die durch die Eingangsruheströme an Beschaltungswiderständen erzeugten Spannungen, sowie die verstärkereigene Offsetspannung, können mit dem Offsettrimmer intern kompensiert werden, so daß die Ausgangsspannung zu Null wird, wenn die beschalteten Eingänge an Eingangsmasse gelegt werden. Bei PI-Beschaltung muß der Rückführkondensator mit einem hochohmigen Widerstand überbrückt werden, damit die Offseteinstellung erleichtert oder überhaupt ermöglicht wird. In der Standardausführung liegt der Offseteinstellbereich bezogen auf den Eingang E+ / E- bei maximal +-1mV.

### Verstärkungseinstellung:

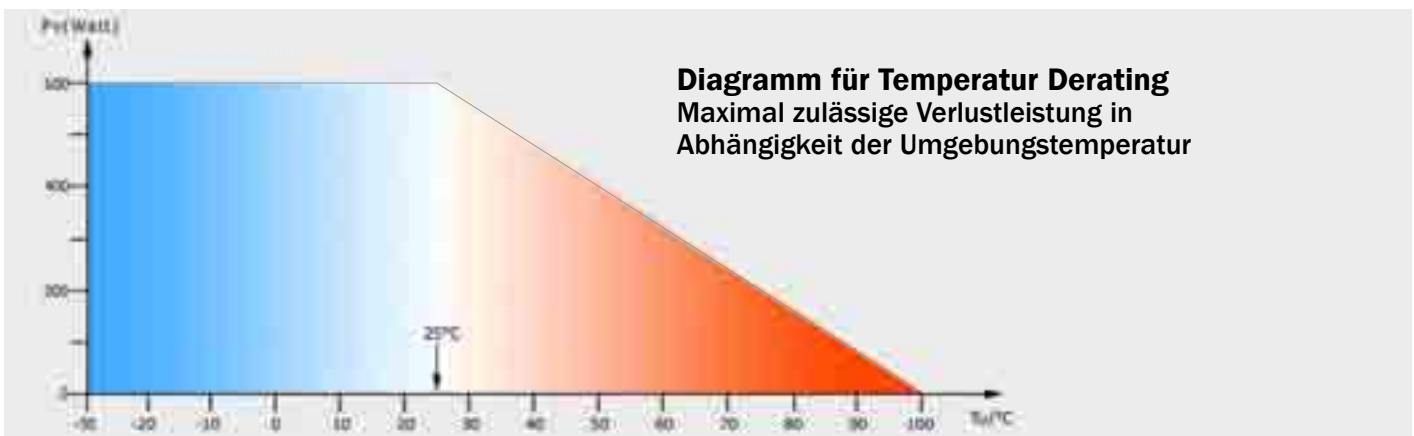
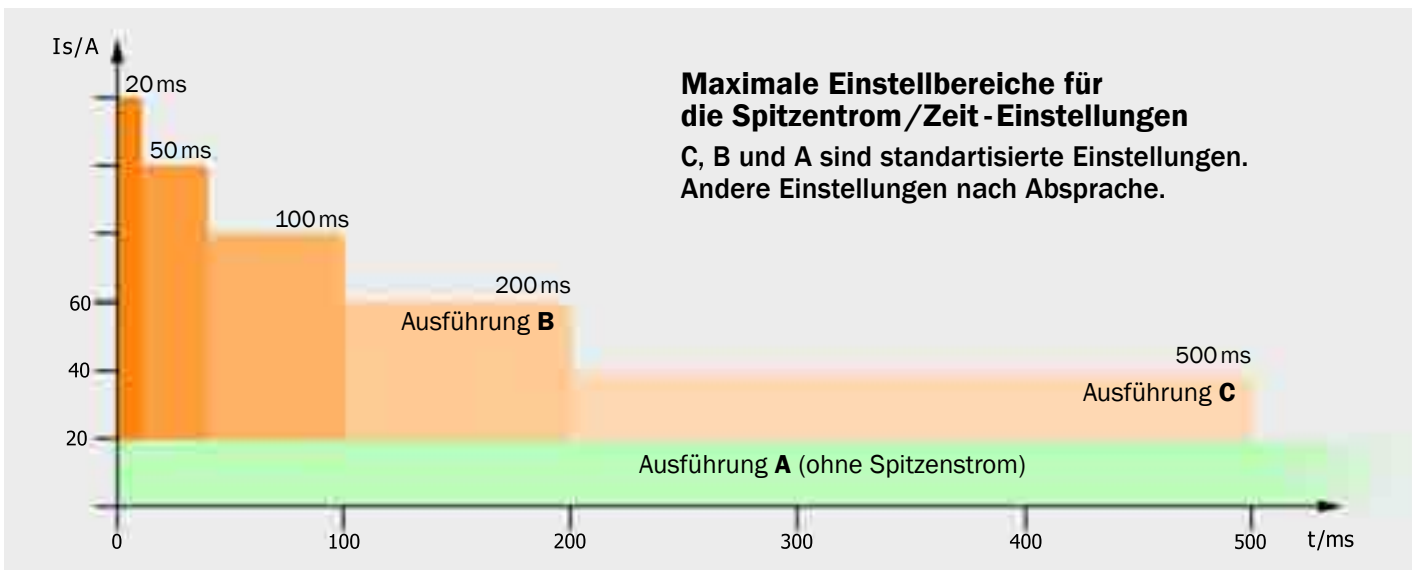
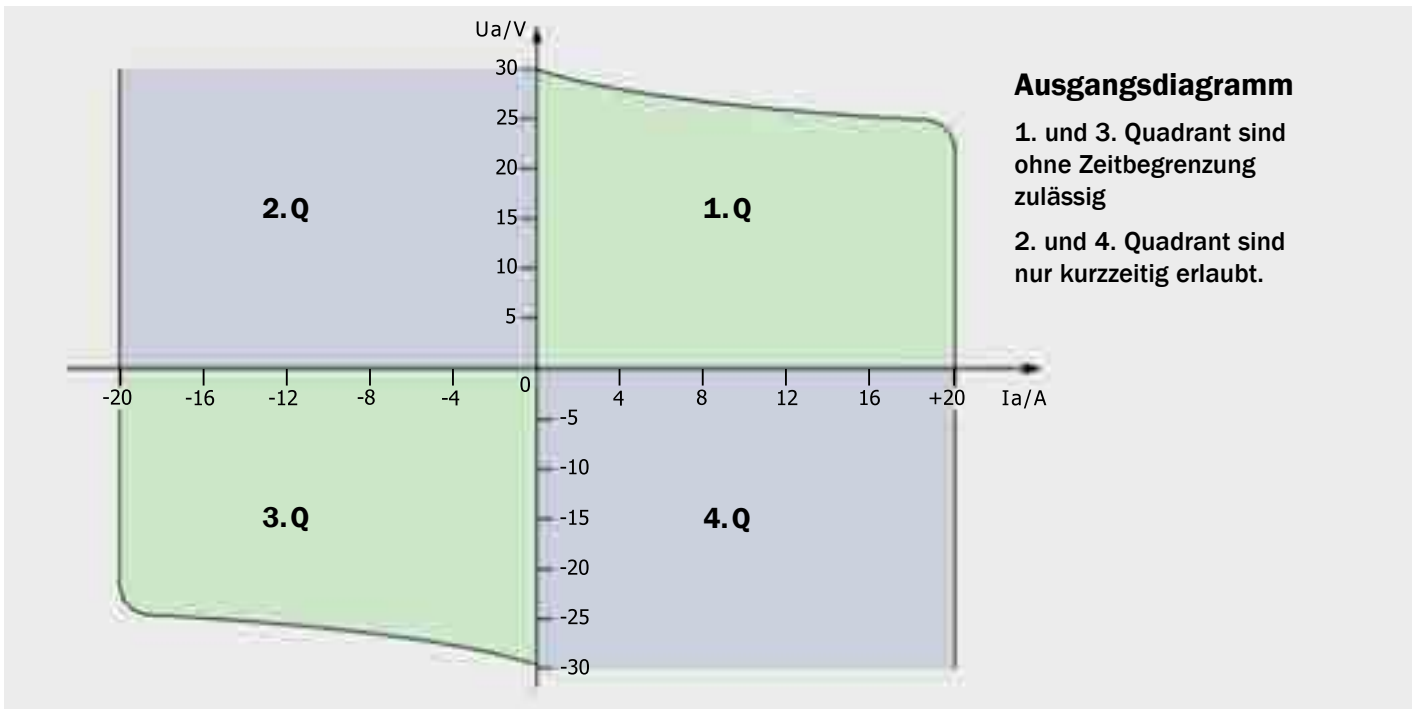
Zur Einstellung der P- oder PI-Verstärkung kann auf der Programmierplatine ein Trimmer (PA) eingelötet werden. Dies ist sehr hilfreich bei der Optimierung der Verstärkung im Servoregler zwischen zu hoher Verstärkung (Schwingneigung, steife Welle) und zu kleiner Verstärkung (große Laufruhe, aber nachgiebige Welle). Der Einstellbereich kann mit dem "Fußwiderstand" Rpa am Poti eingegrenzt werden. Verlustleistung am Trimmer beachten!

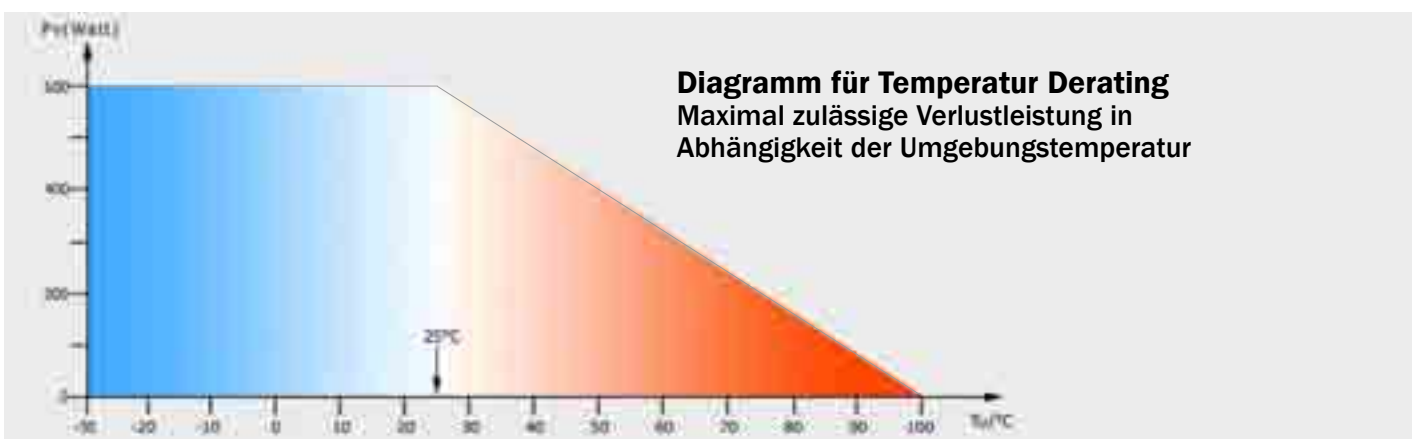
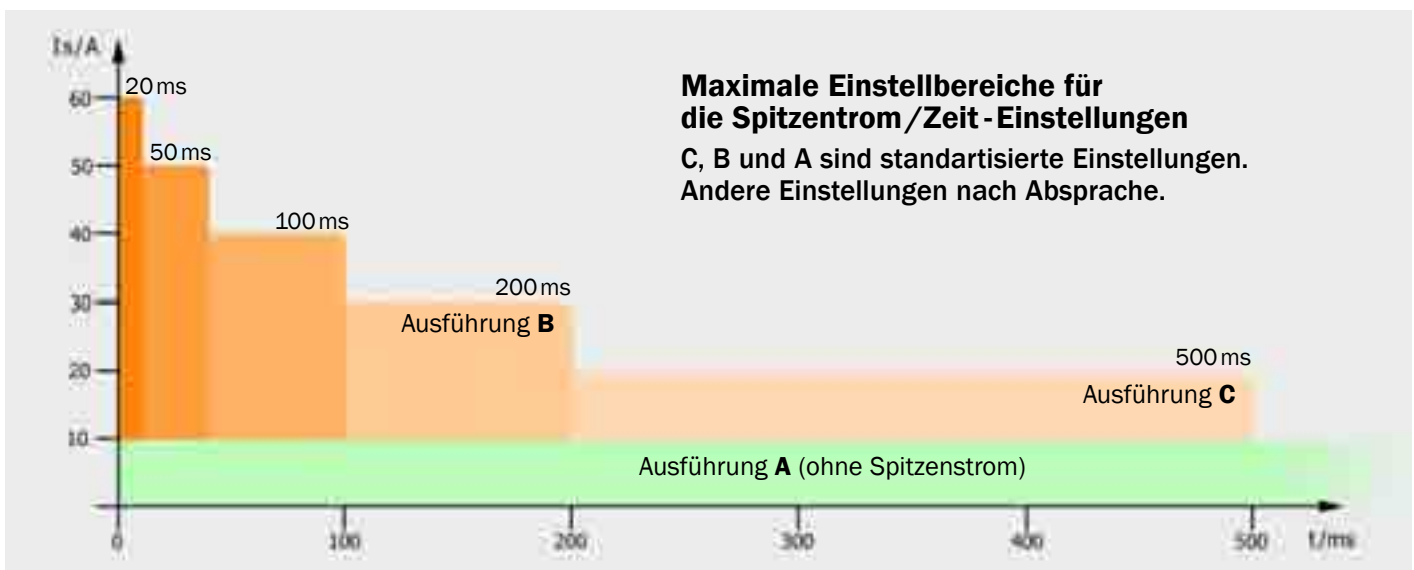
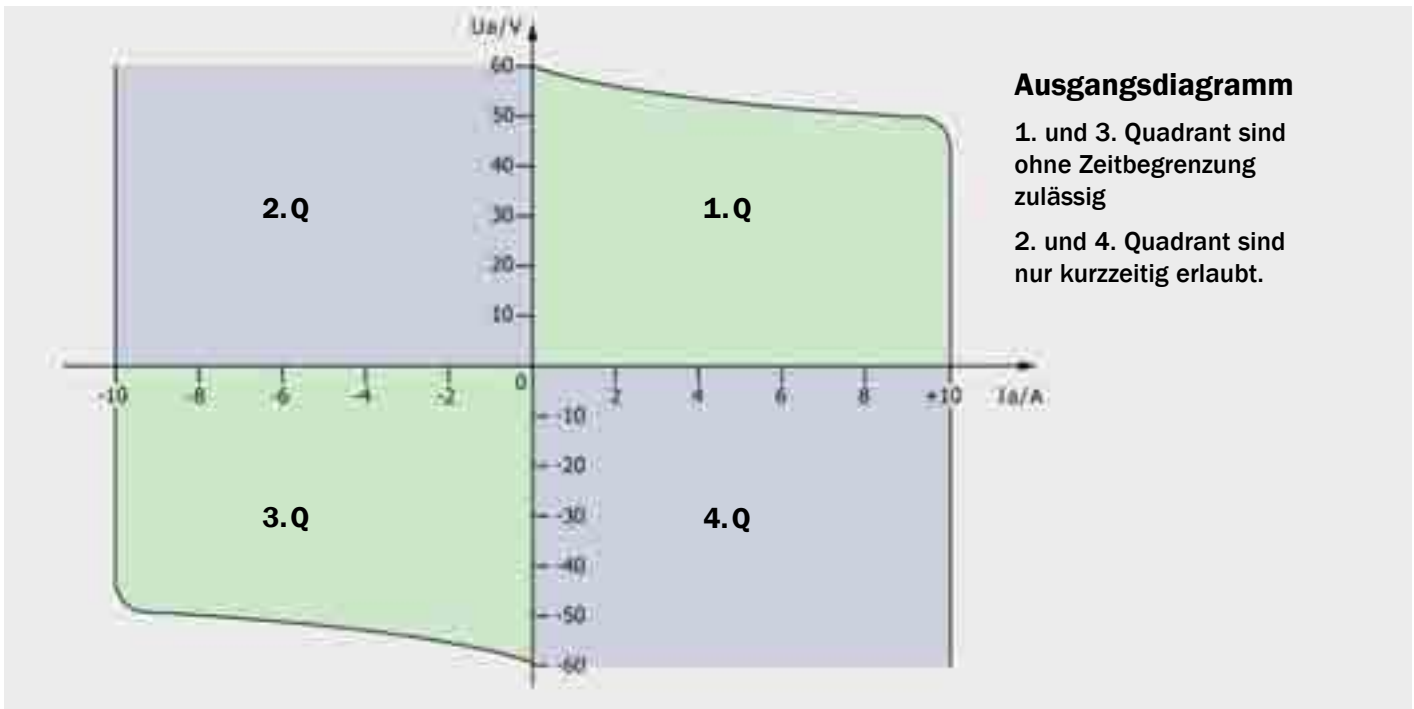
### HF-Kompensation:

Ist der Verstärker überhaupt nicht oder nicht richtig kompensiert, so kann die Ausgangsspannung mit einer hochfrequenten Schwingung überlagert sein. Dies geschieht speziell bei kleinen Verstärkungen und muß vermieden werden, wenn der Verstärker programmgerecht arbeiten soll. Die entsprechenden Kompensationshinweise sind zu beachten.

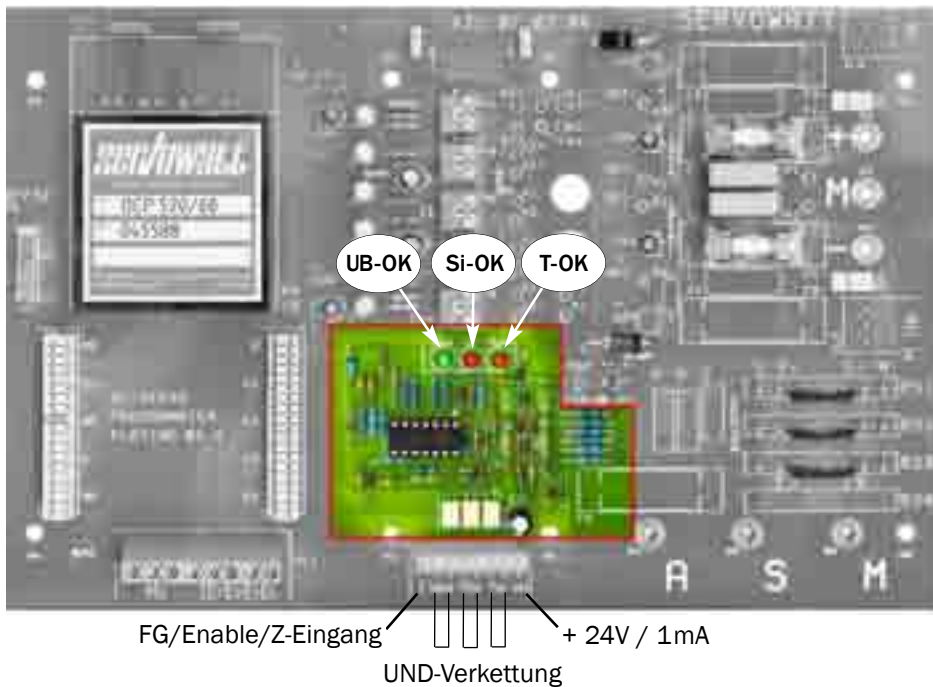
### Literatur:

- Halbleiter-Schaltungstechnik, U. Tietze, Ch. Schenk Springer Verlag, ISBN 3-540-15134-6
- Professionelle Schaltungstechnik mit Operationsverstärkern Horst Wupper, 1994 Franzis-Verlag GmbH, ISBN 3-7723-6732-1
- Schaltungs- & Formelsammlung für die Operationsverstärker-Anwendung, Prof. Dipl.-Ing. Martin Zirpel, Franzis Verlag, ISBN 3-7723-6136-6 und 3-7723-6134-X
- IC Op-Amp Cookbook, Walter G. Jung Howard W.Sams & Co., Indianapolis 46268 USA, ISBN 0-672-22453-4
- Umgang mit Operationsverstärkern, Fritz Bergtold, Oldenburg Verlag, ISBN 3-486-34001-8
- Operatiionsverstärker, Eigenschaften & Anwendungen, Hansjürgen Vahldiek Telekomos Verlag, ISBN 3-440-03745-2









Optional sind auf der Platine eine Unterspannungsüberwachung (UB-OK), eine Sicherungsüberwachung (Si-OK) und eine Temperaturüberwachung (T-OK) für beide Kühlkörper integriert. Jede dieser drei Überwachungsfunktionen besitzt eine Leuchtdiode zur Anzeige und potentialfreie Optokopplerausgänge: UB-OK, Si-OK, T-OK.

### Daten der Optokopplerausgänge U-OK, Si-OK und T-OK

Maximaler Durchlaßstrom	20 mA
Maximale Sperrspannung	55 V
Maximale Verlustleistung	100 mW

**Bitte Optokoppler-Maximalwerte beachten!**

### FG / Freigabe / Enable / Z-Eingang

Die Endstufe wird aktiviert durch Anlegen einer +24V-Steuerspannung an Z (Pin XL2.1) gegen Masse ME (Pin XL1.1 bis XL1.4). Die Schaltschwelle liegt bei ca. +9 V. Die Endstufe wird mit Z-Spannung gleich Null stromlos geschaltet (Tristate-Zustand am Ausgang = hochohmig). Bei einem Servo kann man auf diese Weise die Welle frei durchdrehbar machen, z.B. zum Einrichten.

### UB-OK: Unterspannungsüberwachung

Sinkt eine der beiden Hauptversorgungsspannungen UB+ oder UB- unter 50%, unterbricht der Optokoppler zwischen UB-OK+ (Pin XL2.3) und UB-OK- (Pin XL2.2). Die ansonsten grün leuchtende LED 7 (UB-OK) erlischt. Beim Start/Anfahren muß die Hauptversorgungsspannung zumindest kurzzeitig ca. 75% der Leerlaufnennspannung erreichen (ca. 25% Hysterese, nicht gelatcht).

### T-OK: Temperaturüberwachung

Steigt die Temperatur auch nur an einem der beiden Kühlkörper auf über ca. 90 Grad C, unterbricht der Optokoppler zwischen T-OK+(Pin XL2.7) und T-OK- (Pin XL2.6) und die rote LED 9 leuchtet auf. Diese Überwachungsfunktion ist gelatcht d.h. auch nach anschließendem Absinken der Kühlkörpertemperatur unter 90 Grad C bleibt der Optokoppler offen/hochohmig.

Erst nach Abschalten, Entladen der Hauptelkos (ca. 2 min.) und Wiedereinschalten der Hauptversorgungsspannung (Power-On-Reset) werden die Optokopplerkontakte T-OK und Si-OK wieder leitend.

Alle drei potentialfreien Optokopplerkontakte (NPN-Ausgänge) UB-OK, Si-OK und T-OK können miteinander und mit dem Z-Eingang in Reihe geschaltet werden (VerUNDen). Dafür steht an Pin XL2.8 die +24V-Hilfsversorgung (max. 1 mA) zur Verfügung. Diese Kontakte/Ausgänge sind im Rahmen der obigen technischen Daten frei beschaltbar. Für spannungssteuernde Verarbeitung müssen externe Pull-up & Pull-down Widerstände vorhanden sein, wie z.B. in SPS-Steuerungen. Bitte Optokoppler-maximaldaten beachten.

### Si-OK: Sicherungsüberwachung

Brennt auch nur eine der zwei oder vier Hauptversorgungssicherungen durch, dann unterbricht der Optokoppler zwischen Si-OK+ (Pin XL2.5) und Si-OK- (Pin XL2.4) und die rote LED 8 (Si) leuchtet auf. Diese Überwachungsfunktion ist gelatcht d.h. auch nach Einsetzen einer neuen Sicherung ohne vorherige Abschaltung der Hauptversorgung würde der Optokoppler offen/hochohmig bleiben.

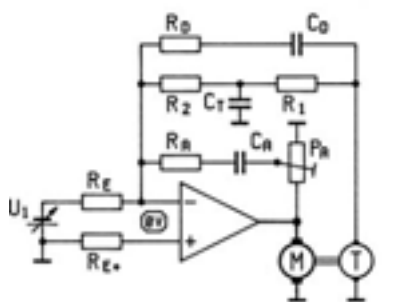
### Ausgangsstrom-Begrenzungen (serienmässig)

Diese funktionieren statisch und dynamisch. Für kurze Beschleunigungs- und Bremsphasen kann je nach Strombegrenzungsart C oder B ein Impulsstrom in zwei- oder dreifacher Höhe für die vorgegebene maximale Zeit von 500 ms oder 200 ms fließen. Danach klingt der Strom wieder auf seinen Nennwert ab. Die Strombegrenzungen werden mit zwei roten Leuchtdioden LED 5 und LED 6 angezeigt. Dauer- und Spitzenströme können für beide Polaritäten verschieden eingestellt sein. Andere Werte für Spitzenströme und Zeitdauer sind möglich. Alle Geräte sind, ausreichende Kühlung vorausgesetzt, dauerkurzschlußfest ausgelegt.

**Servo-Drehzahlregelungen**

mit DC-Tachometer mit typischen Regelverhältnis 10.000: 1. In dieser Schaltung zeigen diese Verstärker ihre besonderen Qualitäten deutlich. Aufgrund der sehr hohen internen Verstärkung ist die Regelgüte ebenfalls sehr hoch und die Wellensteifigkeit gegen Störmomente, für viele überraschend, außergewöhnlich gut. Aus diesem Grunde können bestehende Aufgaben auch mit kleineren Motoren optimal gelöst werden.

**Drehzahl-Servo mit Tachometer**

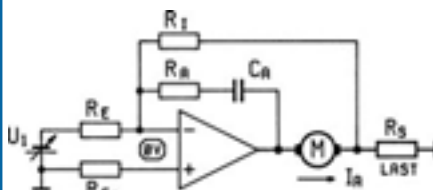


$$\omega = k_{\omega} * U_1 \text{ oder } n = k_n * U_1$$

**Kombinierte Servosysteme**

durch gleichzeitige oder umgeschaltete Funktionen von Drehzahlregler und Drehmomentregler. Damit lassen sich z.B. für das Anfahren mit definierter Anpreßkraft gegen einen Anschlag (Schleifwerkzeuge) oder einen Abrichtdiamanten mit definiertem Moment positionieren. In anderen Applikationen werden kombinierte Spannungs-/Stromsteuerungen durchgeführt, um bestimmte Effekte zu erzielen.

**Drehmoment-Servo**



$$M = k_m * I_A$$

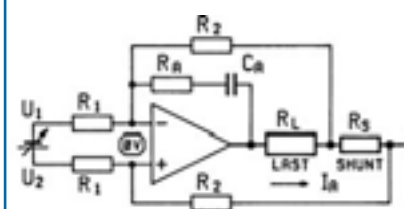
$$I_A = - U_1 * R_I / (R_e * R_s)$$

$$M = - U_1 * k_m * R_I / (R_e * R_s)$$

**Bipolare Stromquelle**

zum Einprägen eines Stromes auf alle Lasten, auch komplexe. Der Quellenwiderstand des Ausgangs ist praktisch unendlich, d.h. die Spannungen an einer komplexen Last z.B. einer EMK,  $L \times di/dt$  und  $i \times R$  werden allesamt unabhängig von ihrem Augenblickswert mit dem eingepreßten Strom durchflossen. Insbesondere Resonanzmessungen durch Frequenz-Wobbeln lassen sich mit solchen Stromquellen höchster Güte nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ genau durchführen.

**Stromregler mit Differenzeingang**



$$I_A = (U_2 - U_1) * R_2 / (R_1 * R_s)$$

**Hochdynamisches Positionieren**

mit hochwertigen Potentiometern und hochdynamischen Motoren. Mit einfachsten Mitteln lassen sich auf diese Weise hochgenaue und superschnelle Positionierungen realisieren. In einem Kreis wäre es z.B. möglich, 100 Positionen in der Zeit von 1 Sekunde nicht nur anzusteuern, sondern auch mit der erforderlichen Genauigkeit, d.h. inklusive Ausschwingen des Bewegungssystems zu positionieren. Bitte Info anfordern. Weniger spektakuläre Lösungen mit hervorragender Funktion lassen sich auch mit preiswerten Komponenten erreichen. Eine ganze Reihe von Potentiometern arbeiten heute sogar kontaktlos mit brauchbarer Genauigkeit.

**Geradeausverstärkung als bipolarer Spannungsregler / Verstärker**

Geradeausverstärkung als bipolarer Spannungsregler/Verstärker, mit linearem oder besonders gewähltem Frequenzgang. Der interne Ausgangswiderstand / Quellwiderstand ist praktisch Null bzw praktisch nicht mehr meßbar. Dies ist dann wichtig, wenn bei genauen Leistungsmessungen (z. B. Leistungs-Löschglieder in Lokomotiven) eine Quelle mit praktisch Null Ohm vorausgesetzt wird. Mit steigender Frequenz wird der Quellwiderstand am Ausgang zunehmend größer. In der Praxis darf man schon mit Null-Ohm Ausgangsimpedanz rechnen.

**Servoregelungen ohne Tacho**

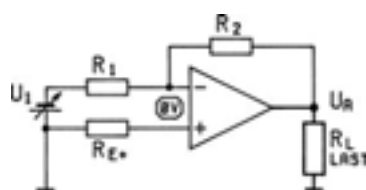
nur mit  $I \times R$ -Kompensation. Regelverhältnisse von ca. 100: 1 lassen sich praktisch nur mit DC-Motoren verwirklichen, die über eine sehr gute Bürstenkommutierung verfügen. Nur für unkritische Fälle geeignet. Wir empfehlen solche Schaltungen nicht.

**Drehzahlregelung von hochdynamischen DC-Servomotoren mit DC-Tachometer**

Winkelbeschleunigungen bis zu 200.000 rad/sec<sup>2</sup>, entsprechend 2.000 U/min in 1 Millisekunde. Bis 10 Nm Impulsmoment. **Start-Stop Betrieb mit einem leisen Klick.** Solche extremen Geschwindigkeitsänderungen erfolgen sogar aperiodisch, d.h. ohne Überschwingen.

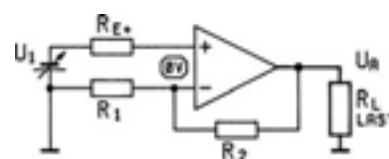


**Invertierender Verstärker**



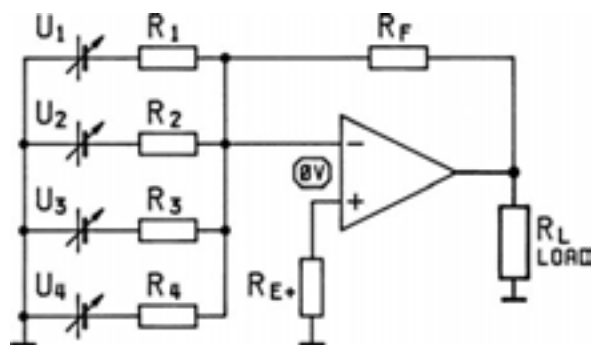
$$U_A = - U_1 (R_2 / R_1)$$

**Nicht-invertierender Verstärker**



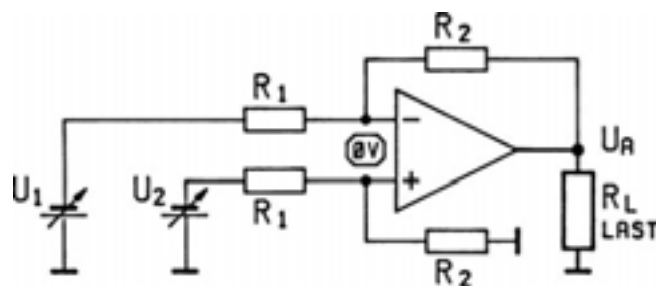
$$U_A = +U_1 (1 + R_2 / R_1)$$

**Invertierender Summierverstärker**



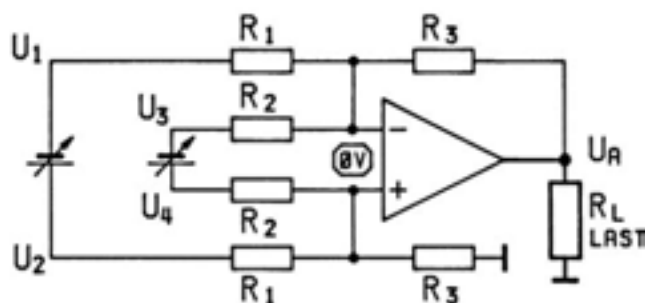
$$U_A = -R_F \left( U_1/R_1 + U_2/R_2 + U_3/R_3 + U_4/R_4 \right)$$

**Differenzverstärker**



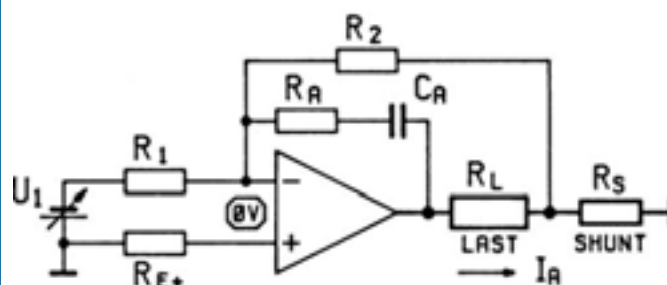
$$U_A = (U_2 - U_1) R_2 / R_1$$

**Summierverstärker mit Differenzeingängen**



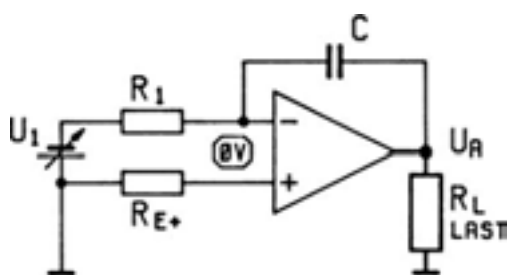
$$U_A = (U_2 - U_1) R_3 / R_1 + (U_4 - U_3) R_3 / R_2$$

**Invertierender Stromregler**



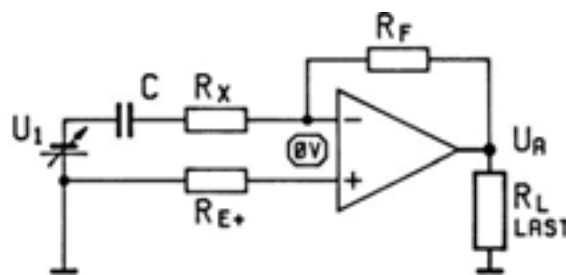
$$I_A = -U_1 * R_2 / (R_1 * R_S)$$

**Integrator**

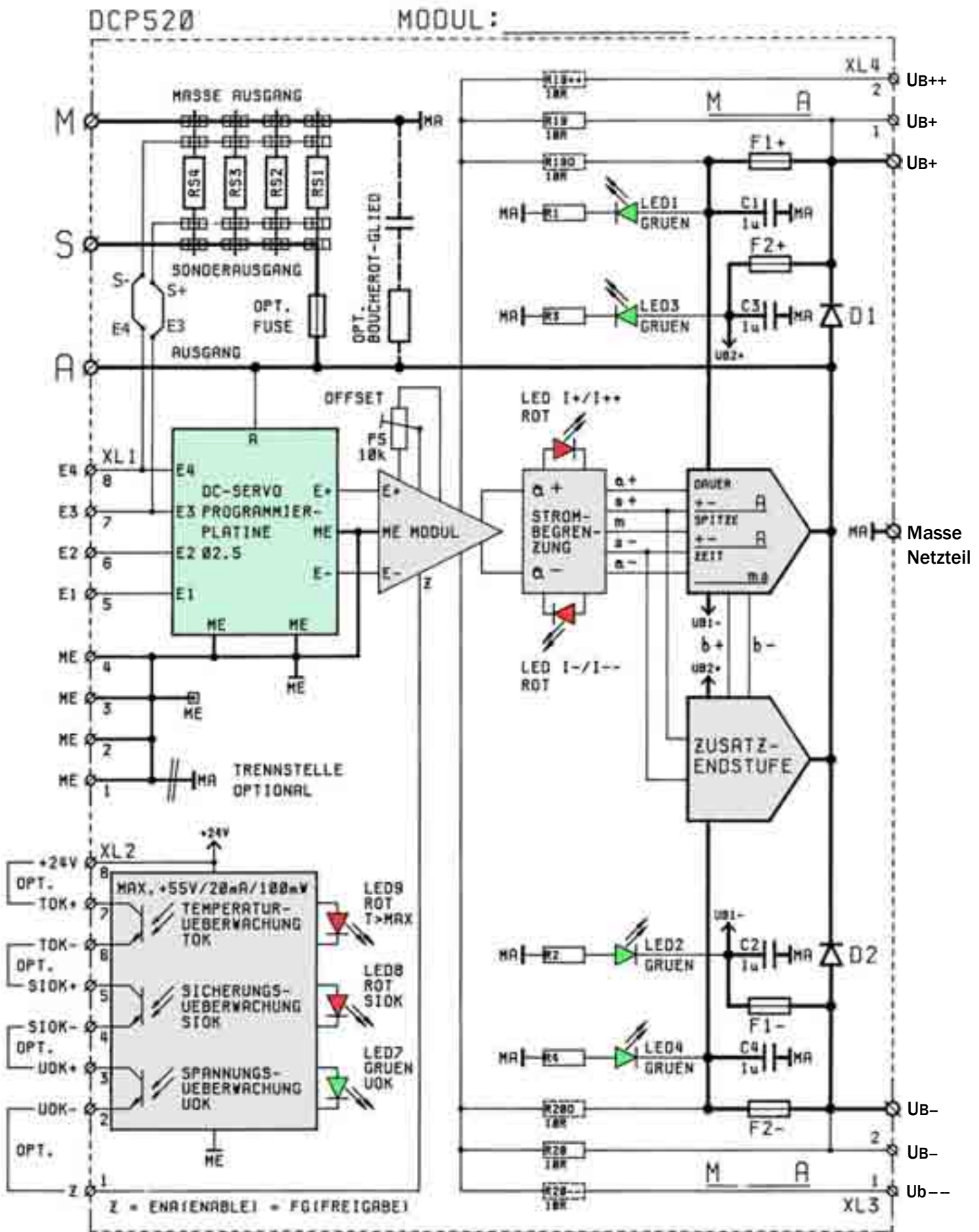


$$U_A = - \frac{1}{R_1 * C} \int U_1(t) dt$$

**Differenziator**



$$U_A = -R_F * C * \frac{dU_1(t)}{dt}$$



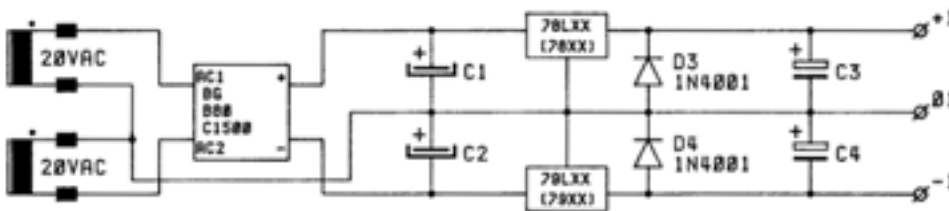
Für verschiedene Verbraucher kleinerer Leistungen wie z.B. Sollwertgeber, Potentionmeter, Referenzspannungsquellen, Umsetzer, Überwachungen, Inkrementalgeber usw. besteht die Möglichkeit, aus zwei 20VAC Hilfswicklungen verschiedene Zusatzversorgungen zu realisieren.

**Folgende Möglichkeiten stehen Ihnen zur Verfügung:**

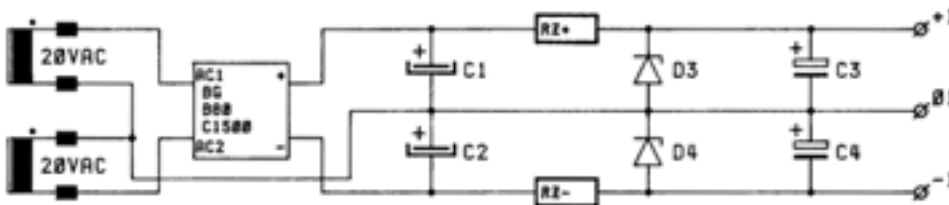
- Vollweg-Gleichrichtung für kleine Restwelligkeit mit Plus- und Minusausgängen, vorzugsweise für höhere Leistungen
- Einweg-Gleichrichtung mit höherer Restwelligkeit, geeignet für kleinere Leistungen
- Hochwertige Spannungs-Stabilisierung mit Spannungsregler-ICs für höhere Ströme
- Einfache Stabilisierung mit Zenerdioden oder Referenz-Spannungsquellen
- Der Netztrafo in Standardausführung hat zwei 20VAC Zusatzwicklungen, die je bis 200mA belastet werden können. Für Kundenanwendungen können bis zu vier Wicklungen mit anderen Spannungswerten geliefert werden.
- An der Ausgangsklemmleiste K4 befinden sich bis zu drei verschiedene Versorgungssysteme:
  - System 1** liefert bipolare Spannungen mit gemeinsamen Nullpunkt
  - System 2** und **System 3** liefern je getrennte Einzelspannungen, die durch eine Brücke auch zu einer bipolaren Spannung verbunden werden können.

**Für System 1** beschreiben folgende 4 Schaltpläne verschiedene Beschaltungsmöglichkeiten.

**Mit Vollweggleichrichtung**

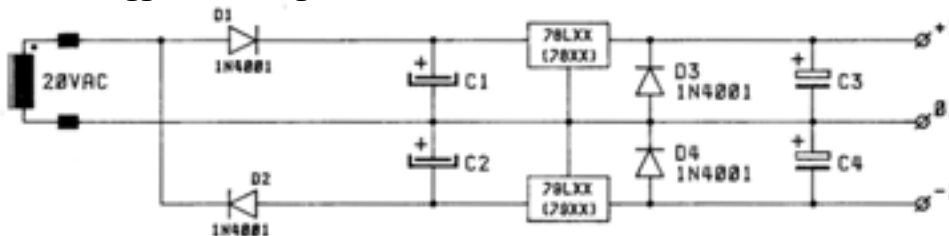


Bipolare Spannungen zum Beispiel bis +/- 24V DC  
Für höhere Leistungen

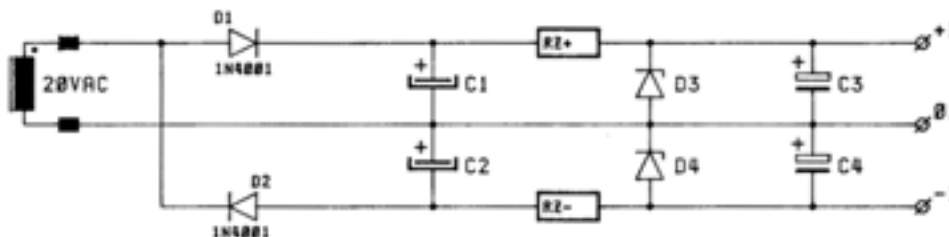


Bipolare Spannungen zum Beispiel bis +/- 24V DC  
Für kleinere Leistungen, z.B. als Referenzspannungen

**Mit Einweggleichrichtung**



Bipolare Spannungen zum Beispiel bis +/- 24V DC  
Für kleinere Leistungen, z.B. als Referenzspannungen

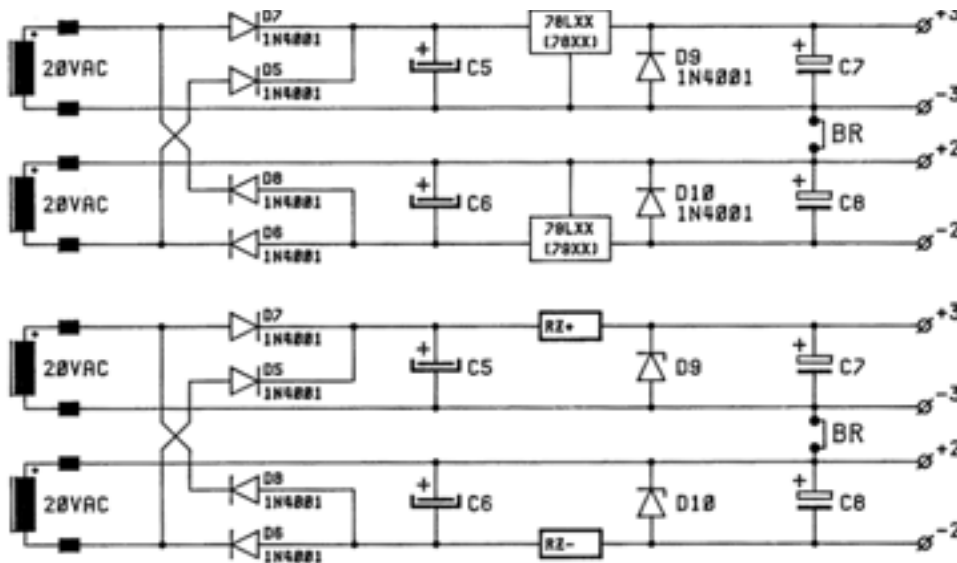


Bipolare Spannungen zum Beispiel bis +/- 24V DC  
Für kleinere Leistungen, z.B. als Referenzspannungen

Für die Systeme 2 und 3 beschreiben folgende 4 Schaltpläne verschiedene Beschaltungsmöglichkeiten.

Im Unterschied zu System 1 besteht die Möglichkeit, beide Spannungen auch galvanisch getrennt voneinander auszulegen.

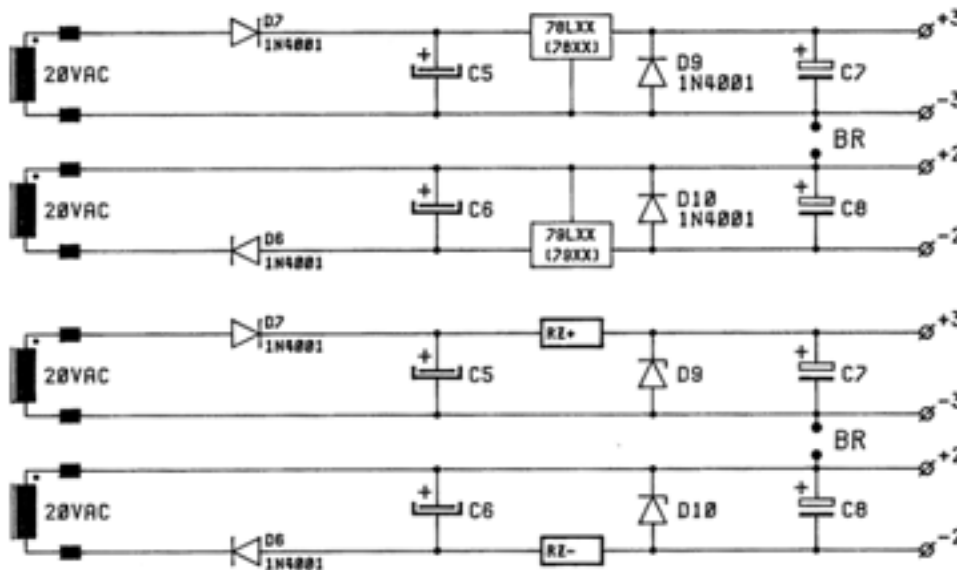
**Mit Vollweggleichrichtung**



Bipolare Spannungen zum Beispiel bis +- 24V DC  
Für höhere Leistungen

Bipolare Spannungen zum Beispiel bis +- 24V DC  
Für kleinere Leistungen, z.B. als Referenzspannungen

**Mit Einweggleichrichtung**

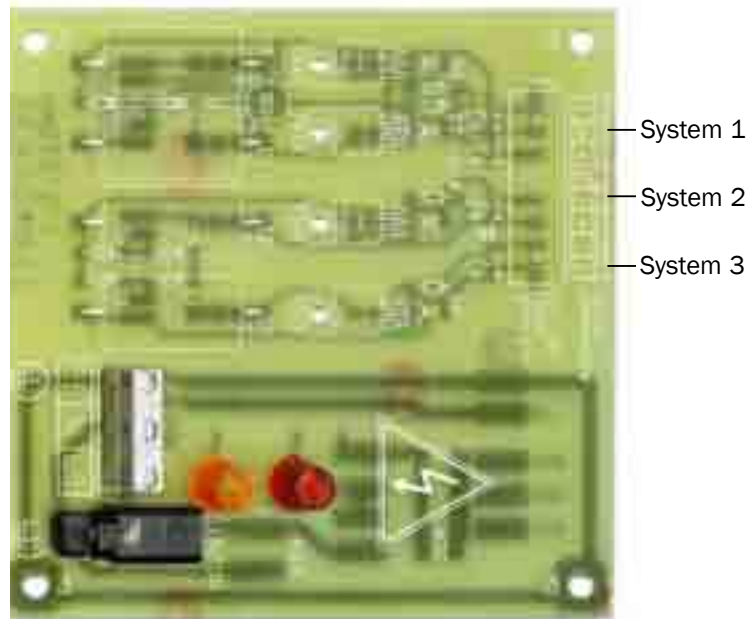


Bipolare Spannungen zum Beispiel bis +- 20V DC  
Für kleinere Leistungen, z.B. als Referenzspannungen

Bipolare Spannungen zum Beispiel bis +- 20V DC  
Für kleinere Leistungen, z.B. als Referenzspannungen

- D1 BIS D4     RASTER     10 mm
- C1,C2        RASTER     25 mm , 30 mm , 35 mm , 40 mm
- C3,C4        RASTER     2,5 mm , 5 mm
- RZ+,RZ-     RASTER     15 mm , 20 mm
- AUSGANGSKLEMME K4     RASTER 5,00 mm
- VERWENDETE PLATINE: PM523.5.1

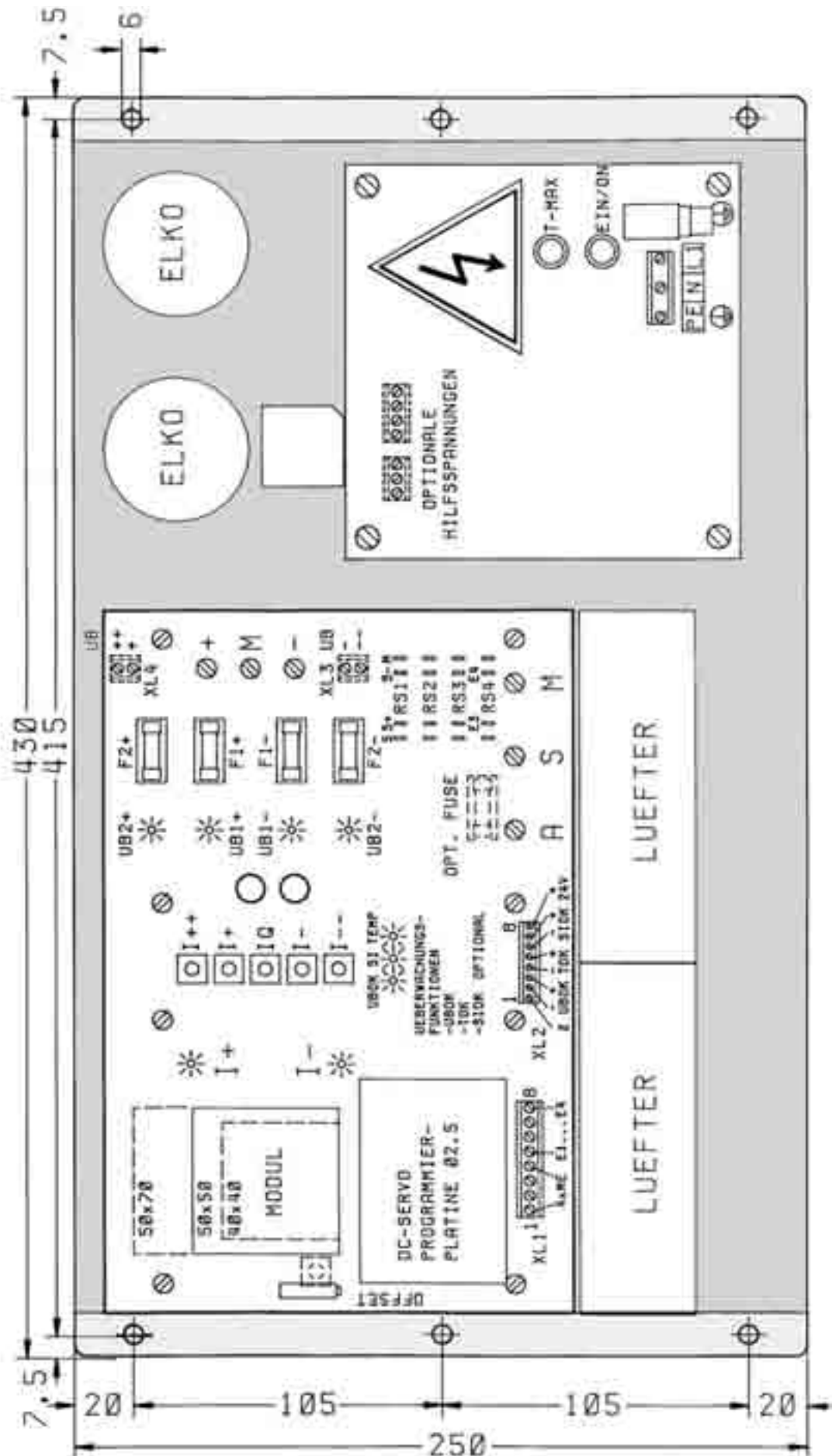
**Unbestückte Netzplatine PM 523.5.1**



**Vollbestückte Netzplatine PM 523.5.1**



DCP520-Trafoplatine zu  
Schaltungen Z-599 und Z-600



**Bauhöhe** für Version mit hermetischen Endstufen-Transistoren (TO-3) : 190 mm  
 für Version mit Plastik Endstufen-Transistoren (TO-264) : 170 mm