

# Systemtechnik LEBER

Leistungssteller der POWERCONTACT Familie

Gerätehandbuch

**PSTxxxxx-3B0x**

**3-phasen W3 Leistungssteller**

Phasenanschnitt, Pulspaket oder Pulsweite  
 Ansteuerung analog, seriell oder Profibus DP  
 Spannungs-, Strom- oder Leistungsregelung



Erstellt:	Dieter Leber	V2.0 (28.04.2007)
Geändert:	Dieter Leber	V2.1 (31.03.2008) neues Layout der Hardware
	Dieter Leber	V2.2 (29.05.2008) Layout der Hardware korrigiert
	Dieter Leber	V2.3 (11.08.2008) Kapitel Sicherung ergänzt

**Copyright**

Copyright © Systemtechnik LEBER 2006-2007 All Rights Reserved

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage, Verwertung und Mitteilung ihres Inhaltes ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere für den Fall der Patenterteilung oder GM-Eintrag.

**Haftungs-  
Ausschluss**

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hardware geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden jedoch regelmäßig überprüft und notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten. Für Verbesserungsvorschläge sind wir dankbar. Technische Änderungen bleiben vorbehalten.

**Wichtig!**

Lesen Sie diese Dokumentation genau durch. Bei Schäden, die durch Nichtbeachtung dieser Dokumentation entstehen, erlischt der Garantieanspruch. Für Folgeschäden, die daraus resultieren, übernehmen wir keine Haftung.

**Sicherheits-  
anweisungen**

Das Modul bzw. die Baugruppe darf nur von Personen hantiert werden, die in der Lage sind, Berührungsgefahren zu erkennen und Sicherheitsvorkehrungen zu treffen. Berührungsgefahr besteht überall dort, wo Spannungen auftreten können, die größer als 60VDC oder 42VAC sind.

Nach der Norm EN 60204-1 (VDE 0113) sind zwingend einige Prüfungen vorgeschrieben, die Sie durchführen und dokumentieren müssen, wenn die elektrischen Ausrüstungen vollständig mit der Maschine verbunden sind. Die Prüfungen müssen nach UVV BGV-A3 (ehemals VBG-4) von einer Elektrofachkraft durchgeführt und dokumentiert werden.

**Bestimmungsgemäße  
Verwendung**

Das Modul bzw. die Baugruppe ist ausschließlich für den Einsatz in industriellen Maschinen oder Anlagen gedacht. Der Einsatz dieses Moduls bzw. dieser Baugruppe erfordert zwingend ein Pre-Engineering, in welchem die gesetzlich vorgeschriebenen Bestimmungen der jeweiligen Berufsgenossenschaften oder Verbände für die zu erstellende Maschine oder Anlage erarbeitet werden und damit Grundlage für alle technischen Lösungen werden.

Bei Einsatz der Maschine oder der Anlage im Ausland sind zusätzlich die dort geltenden Vorschriften zu beachten.

Wenn die Maschine oder die Anlage in die USA oder nach Kanada exportiert werden soll, ist für unsere Module oder Baugruppen vorher eine Erlaubnis einzuholen.

Dieses Modul bzw. diese Baugruppe ist kein Gerät im Sinne des Gerätesicherheitsgesetzes, sondern eine Komponente, welche mit anderen Komponenten zu einer Anlage oder einer Maschine zusammengeschaltet wird. Es gelten die jeweiligen gesetzlichen Bestimmungen für den bestimmungsgemäßen Einsatz der Maschine oder der Anlage. Die Planung, die Montage, die Inbetriebsetzung, die Prüfung, die Wartung und die Demontage der Maschine oder Anlage darf nur durch eine Elektrofachkraft oder entsprechend geschultes Personal durchgeführt werden. Entsprechende Hinweise müssen in die Benutzerinformationen der jeweiligen Maschine oder Anlage aufgenommen und deutlich gekennzeichnet werden.

**Bestimmungswidrige  
Verwendung**

Das Modul bzw. die Baugruppe ist nicht für den kommerziellen Markt bzw. für den ‚Endanwender‘ gedacht. Der direkte oder indirekte Export in die USA oder Kanada ist ohne ausdrückliche Genehmigung nicht gestattet.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Beschreibung des Moduls.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Betrieb.....</b>	<b>5</b>
2.1	Betriebsarten.....	5
2.1.1	<i>Phasenanschnitt ungeregelt.....</i>	<i>5</i>
2.1.2	<i>Pulspaketsteuerung ungeregelt.....</i>	<i>5</i>
2.1.3	<i>Pulsweitensteuerung ungeregelt.....</i>	<i>6</i>
2.1.4	<i>Phasenanschnitt mit effektiver Spannungsregelung.....</i>	<i>6</i>
2.1.5	<i>Phasenanschnitt mit effektiver Stromregelung.....</i>	<i>7</i>
2.1.6	<i>Phasenanschnitt mit effektiver Leistungsregelung.....</i>	<i>8</i>
2.2	Netzsynchrisation mit/ohne Filter.....	8
2.3	Kühlung.....	10
2.4	Netz / Netzüberwachung.....	11
2.5	Last Boosten.....	12
<b>3</b>	<b>Anschlüsse.....</b>	<b>13</b>
3.1	Netz- und Lastanschluss.....	13
3.1.1	<i>Einfache Kabelführung.....</i>	<i>13</i>
3.1.2	<i>Doppelte Kabelführung.....</i>	<i>14</i>
3.1.3	<i>Anschluss in offener Dreiecksschaltung.....</i>	<i>15</i>
3.2	Ansteuerung.....	15
3.2.1	<i>Analoge Ansteuerung.....</i>	<i>15</i>
3.2.2	<i>Ansteuerung per serielltem Telegramm.....</i>	<i>18</i>
3.2.3	<i>Ansteuerung Profibus-DP.....</i>	<i>19</i>
3.2.4	<i>Steuerplatine.....</i>	<i>24</i>
<b>4</b>	<b>Technische Daten.....</b>	<b>25</b>
4.1	Allgemein.....	25
4.2	Analoge Schnittstelle.....	26
4.3	Profibus-DP Schnittstelle.....	26
<b>5</b>	<b>Jumperbelegung.....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>Zeichnungen, Diagramme.....</b>	<b>28</b>
6.1	Seitenansicht.....	28
6.2	Draufsicht.....	28
6.3	Vorderansicht.....	29
6.4	Derating.....	29
<b>7</b>	<b>Sicherungen.....</b>	<b>30</b>
<b>8</b>	<b>Bestellcodes.....</b>	<b>31</b>
<b>9</b>	<b>Sonstiges.....</b>	<b>32</b>
<b>10</b>	<b>Wartung und Service.....</b>	<b>34</b>
<b>11</b>	<b>Fehlersuche.....</b>	<b>35</b>
<b>12</b>	<b>Notizen.....</b>	<b>37</b>

## 1 Beschreibung des Moduls

Der PST3B0x ist ein universeller Thyristorsteller zum Steuern oder Regeln von dreiphasigen, vorwiegend ohmschen Verbrauchern. Der Leistungssteller bietet entweder unregelmäßigen Phasenanschnitt, Pulsweiten- oder Pulspaketsteuerung sowie geregelten Phasenanschnitt mit Spannungs-, Strom- oder Leistungsregelung. Im unregelmäßigen Modus wird der Sollwert von 0 – 100% als Zündverzögerung für den Phasenanschnitt oder als EIN/AUS Verhältnis bei Pulsweiten- bzw. Pulspaketsteuerung interpretiert. Im geregelten Modus wird der Sollwert von 0 – 100% als Effektivwertvorgabe für Phasenanschnitt interpretiert, der Istwert mittels sehr schneller Effektivwertmessung erfasst und ausgeglichen.

Zur Ansteuerung kann entweder eine Steuerspannung (0V bis 10VDC), ein einfaches serielles Telegramm oder ein industrieller Bus verwendet werden. Der Sollwert von 0 – 100% wird entweder als Phasenanschnitt, Pulsweiten- oder Pulspaketsteuerung, effektive Lastspannung, effektiver Laststrom oder effektive Leistung gestellt. Der Sollwert wird immer mit einer Rampe angefahren.

Der Steller ist eine kompakte Geräteeinheit, welche direkt auf eine ebene Montageplatte aufgeschraubt werden kann. Er ist mit einer eigenversorgten selbstüberwachenden und geregelten Hochleistungsblende ausgestattet. Für einen ordentlichen Betrieb muss der Steller derart montiert werden, dass die interne Kühleinrichtung den Luftstrom ständig aufrecht erhalten kann. Er hat Kupferschienen zum Anschluss der Netzversorgung und des Lastanschlusses und einen Steckverbinder zum Steuern und Beobachten.

Die Funktionen des Stellers sind mittels eines programmierbaren Controllers und diverser Jumper festgelegt.

Der Steller überwacht sich und den Lastkreis ständig. Bei einer Störung meldet die rote Leuchtdiode einen Alarm per Blinkcode und ein Vor- oder Hauptalarmrelais wechselt (NC nach NO). Fehler werden per Melderelais oder per BUS gemeldet. Der Steller bezieht seine eigene Hilfsspannung direkt aus dem versorgenden Netz.

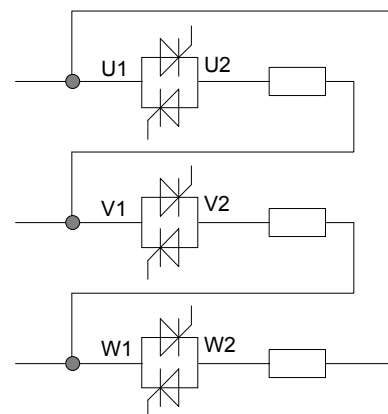
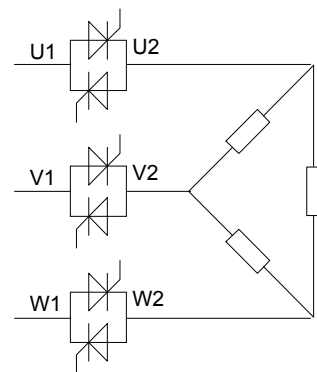
## 2 Betrieb

Der Steller wird über die Hauptklemmen U1, V1 und W1 an das Versorgungsnetz angeschlossen. Die Last wird an die Klemmen U2, V2, und W2 angeschlossen.

Optional kann die Last auch im Offenen-Dreieck angeschlossen werden. Dazu sind im Steller einige Änderungen durchzuführen und wichtige Punkte zu beachten. Siehe dazu das separate Kapitel.

Der Steller wird über den Stecker X202 (Analogmodul) oder X402 (optionales BUS-Modul) angesteuert und beobachtet. Eine Steuerspannung am analogen Eingang von 0-10V oder ein Stellwert am Bus von 0-100% repräsentiert einen zu stellenden Sollwert.

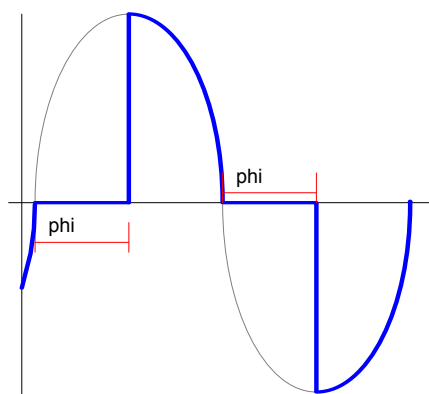
Zur optimalen Anpassung an die verschiedenen Lasten und Anwendungen ist der Steller mit unterschiedlichen Betriebsarten ausgestattet.



### 2.1 Betriebsarten

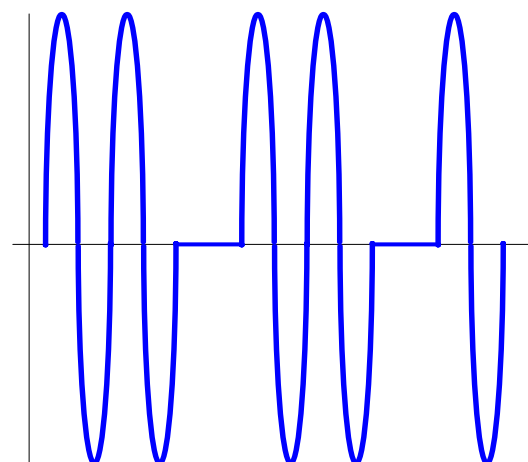
#### 2.1.1 Phasenanschnitt ungeregelt

Der Steller stellt die Last im Phasenanschnitt und fährt den Stellwert mit einer Rampe innerhalb von 1,5 Sekunden an (Softstart). In der Betriebsart Phasenanschnitt wird nur ein Teil der Netzhalbwellen zu Last durchgeschaltet. Der Sollwert wird als Verzögerungszeit (Phi) vom letzten Nulldurchgang der Netzspannung interpretiert. Kleine Sollwerte entsprechen hohen Verzögerungszeiten und große Sollwerte entsprechen kleinen Verzögerungszeiten.



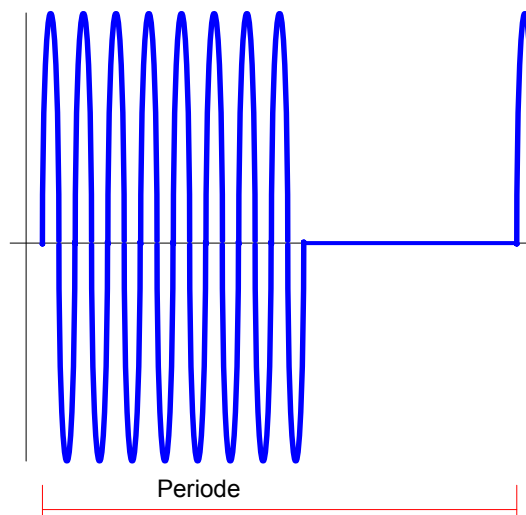
#### 2.1.2 Pulspaketsteuerung ungeregelt

In dieser Betriebsart steuert der Steller nur Vollwellen zur Last. Je nach Sollwert werden mehr oder weniger Vollwellen und Pausen gemacht. Dabei vermeidet der Steller lange EIN- und AUS- Phasen. Bei einem Stellwert von z.B. 10% wird nicht 10 Vollwellen EIN und dann 90 Vollwellen AUS gefahren, sondern 1 Vollwelle EIN und 9 Vollwellen AUS. Das Verhältnis EIN zu AUS wird bis zum kleinsten gemeinsamen Vielfachen gekürzt. In dieser Betriebsart findet keine Ausregelung statt. Die Basisperiode kann zwischen 1 aus 100 (1%-Stellwerte mit 2sec Basislänge) und 1 aus 255 (0,5%-Stellwerte mit 5sec Basislänge) eingestellt werden.



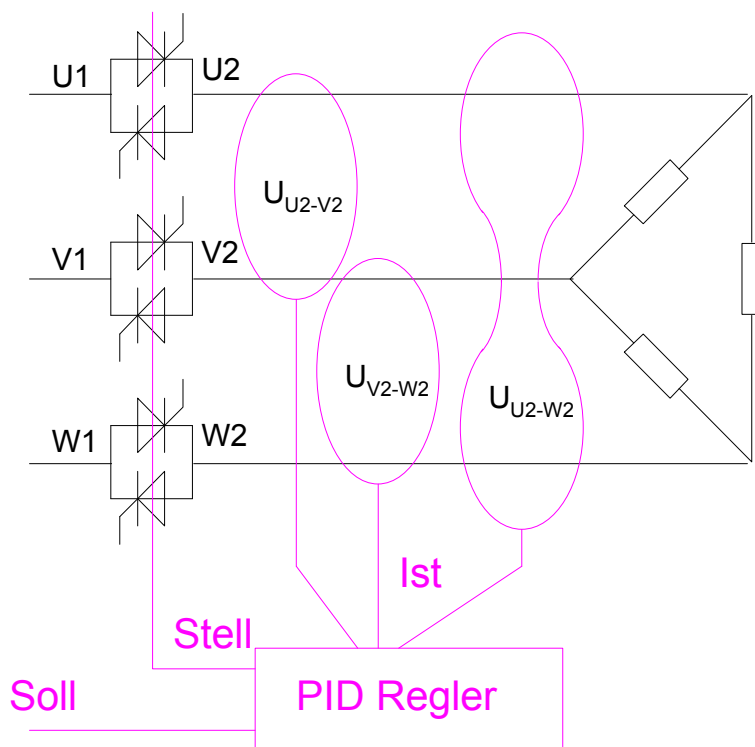
### 2.1.3 Pulsweitensteuerung ungeregelt

In dieser Betriebsart steuert der Steller ebenfalls nur Vollwellen zur Last. Dabei schaltet der Steller je nach Vorgabe während einer festen Periode eine gewisse Zeit EIN und den Rest der Periode AUS. Bei einem Stellwert von z.B. 10% werden 10 Vollwellen EIN und dann 90 Vollwellen AUS gefahren. In dieser Betriebsart findet ebenfalls keine Ausregelung statt. Die Periodenlänge kann zwischen 1 bis 100 (1%-Stellwerte mit 2sec Basislänge) und 1 bis 255 (0,5%-Stellwerte mit 5sec Basislänge) eingestellt werden.



### 2.1.4 Phasenanschnitt mit effektiver Spannungsregelung

Der Steller stellt die Last im Phasenanschnitt und fährt den Stellwert mit einer Rampe innerhalb von 1,5 Sekunden an (Softstart). Als Messwert und Führungsgröße dient immer die Außenleiterspannung  $U_2$  nach  $W_2$ , egal ob die Last im Stern oder Dreieck angeschlossen ist. Abweichungen werden mit einer Zeitkonstante von 0,8 Sekunden nachgestellt. Die beiden anderen Außenleiterspannungen  $U_2$  nach  $V_2$  und  $V_2$  nach  $W_2$  werden ebenfalls aus- bzw. nachgeregelt, jedoch mit einer Zeitkonstante von 1,5 Sekunden.



Das Steuersignal 0-100% wird dabei als Spannungssollwert von 0-400Veff interpretiert und an die 3 unabhängigen Regler gestellt. Die 3 Lastspannungen werden netzsynchron erfasst und je Halbwelle in einen Effektivwert umgerechnet und den Reglern als Istwert bereitgestellt. Die Regler korrigieren den Zündzeitpunkt bei eventuellen Abweichungen sofort nach.

Das Steuersignal 0-100% wird dabei als Spannungssollwert von 0-400Veff interpretiert und an die 3 unabhängigen Regler gestellt. Die 3 Lastspannungen werden netzsynchron erfasst und je Halbwelle in einen Effektivwert umgerechnet und den Reglern als Istwert bereitgestellt. Die Regler korrigieren den Zündzeitpunkt bei eventuellen Abweichungen sofort nach.

In dieser Betriebsart werden fast alle Störungen und Abweichungen selbstständig kompensiert. Störungen entstehen z.B. durch die Leitungsinduktivitäten in Form von Spannungseinbrüchen in der Zuleitung, Spannungsflicker durch Schalten fremder Lasten die am gleichen Netz angeschlossen sind, allgemeine Netzschwankungen etc.

Dadurch, dass der Steller die eingestellte effektiv Spannung an der Last konstant hält, ist auch die abgegebene Energie der Last konstant.

### 2.1.5 Phasenanschnitt mit effektiver Stromregelung

Der Steller stellt die Last im Phasenanschnitt und fährt den Stellwert mit einer Rampe innerhalb von 1,5 Sekunden an (Softstart). Als Messwert und Führungsgröße dient immer der Strangstrom  $I_{u2}$ , egal ob die Last im Stern oder Dreieck angeschlossen ist. Abweichungen werden mit einer Zeitkonstante von 1,0 Sekunden nachgestellt. Die beiden anderen Strangströme  $I_{v2}$  und  $I_{w2}$  werden ebenfalls aus- bzw. nachgeregelt, jedoch mit einer Zeitkonstante von 1,8 Sekunden.

Das Steuersignal 0-100% wird dabei als Sollwertsignal von 0-1,0Aeff an die 3 unabhängigen Regler gestellt. Die 3

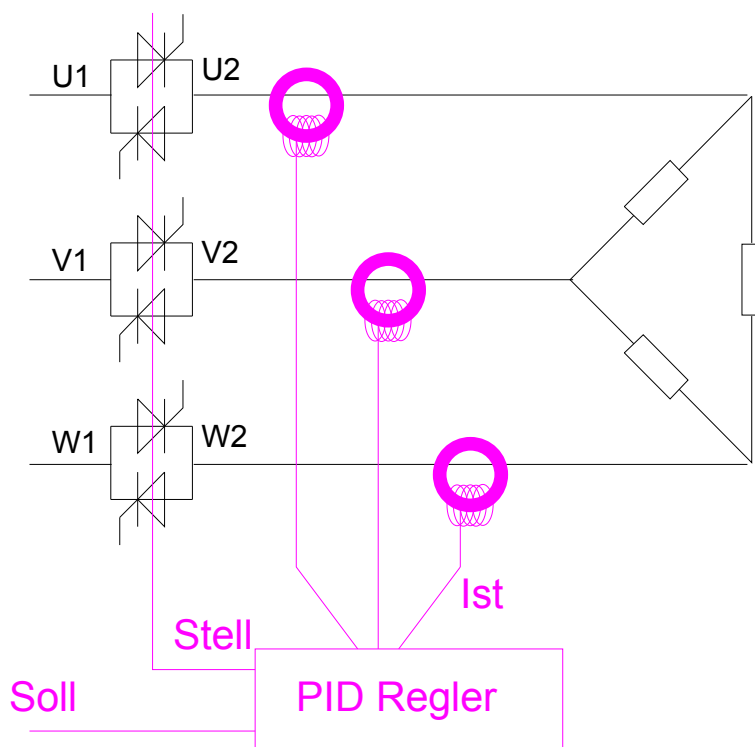
Lastströme werden netzsynchron erfasst und je Halbwelle in einen Effektivwert umgerechnet und den Reglern als Istwert bereitgestellt. Die Regler korrigieren den Zündzeitpunkt bei eventuellen Abweichungen sofort nach.

Der Strombereich bzw. die Umrechnung ergibt sich durch die eingesetzten Stromwandler. Es können alle Aufsteckwandler mit einem Sekundärstrom von 1,0A, einer Leistung von mindestens 1,0VA und einer Genauigkeit von 0,5% oder besser eingesetzt werden. Der Steller ist bei Auslieferung mit Aufsteckwandlern laut Bestellnummer ausgerüstet.

Bei Verwendung von Stromwandlern 250/1 kann der Sollwertbereich von 1,0Aeff umgerechnet werden:

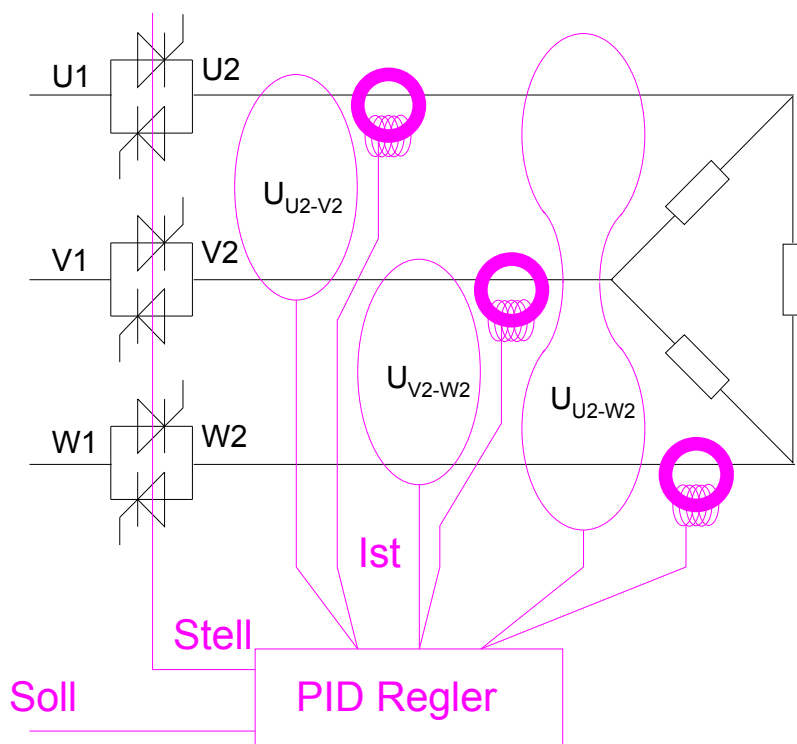
$$I_{nom} = 1,0A_{eff} \times 250/1 = 250A_{eff}$$

Der Stellwert von 0-100% kann somit auch als Stromsollwert von 0-250Aeff interpretiert werden.



### 2.1.6 Phasenanschnitt mit effektiver Leistungsregelung

Der Steller stellt die Last im Phasenanschnitt und fährt den Stellwert mit einer Rampe innerhalb von 1,5 Sekunden an (Softstart). Als Messwert und Führungsgröße dient immer das Produkt aus Außenleiterspannung  $U_2$  nach  $W_2$  und dem Strom  $I_{u2}$ , egal ob die Last im Stern oder Dreieck angeschlossen ist. Abweichungen werden mit einer Zeitkonstante von 0,8 Sekunden nachgestellt. Die beiden anderen Produkte aus Außenleiterspannungen  $U_2$  nach  $V_2$  mit  $I_{v2}$  und  $V_2$  nach  $W_2$  mit Strom  $I_{w2}$  werden ebenfalls aus- bzw. nachgeregelt, jedoch mit einer Zeitkonstante von 1,5 Sekunden.



Das Steuersignal 0-100% wird dabei als Sollwertsignal von 0-400VAeff an die 3 unabhängigen Regler gestellt. Die 3 Lastspannungen und Lastströme werden netzsynchron erfasst und je Halbwelle in einen Effektivwert umgerechnet und den Reglern als Istwert bereitgestellt. Die Regler korrigieren den Zündzeitpunkt bei eventuellen Abweichungen sofort nach.

Der Strombereich ergibt sich durch die eingesetzten Stromwandler. Es können alle Aufsteckwandler mit einem Sekundärstrom von 1,0A, einer Leistung von mindestens 1,0VA und einer Genauigkeit von 0,5% oder besser eingesetzt werden. Der Steller ist bei Auslieferung mit Aufsteckwandlern laut Bestellnummer ausgerüstet.

Bei Verwendung von Stromwandlern 500/1 kann der Sollwertbereich von 400VAeff wie folgt umgerechnet werden:

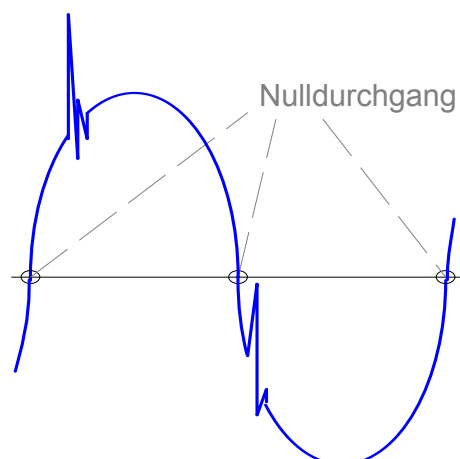
$$P_{nom} = \sqrt{3} \times 400VA_{eff} \times 500/1 = 346,41kVA$$

Der Stellwert von 0-100% kann somit auch als Leistungssollwert von 0-346,41kVA interpretiert werden.

### 2.2 Netzsynchrisation mit/ohne Filter

Der Steller ermittelt den Zeitpunkt der einzelnen Nulldurchgänge direkt aus der Versorgungsspannung. Der Steller besitzt einen integrierten digitalen Filter, der bei Bedarf per Jumper eingelegt werden kann und sämtliche Störungen auf der Netzversorgung ausfiltert. Während die Regelgenauigkeit beim Betrieb ohne Filter bei +/- 0,5% liegt, verringert sie sich beim Betrieb mit digitalem Filter auf +/- 0,8%.

Ein Nulldurchgang ist eigentlich der Zeitpunkt im versorgenden Wechselspannungsnetz, bei dem die





Halbwelle von der einen Polarität in die andere Polarität wechselt. Für einen kurzen Moment hat dabei die Spannung den Wert 0 – daher der Begriff Nulldurchgang.

Der Versorgungsspannung können allerdings Störimpulse überlagert sein. Diese können den Momentanwert der Spannung erhöhen oder auch vermindern. Wie in der negativen Halbwelle dargestellt, kann ein Störimpuls in Form eines Spannungseinbruches einen falschen Nulldurchgang vortäuschen.

In der Praxis führen die meisten Störimpulse zu einer Spannungserhöhung, welche in der Regel von den bordeigenen EMV Komponenten beherrscht wird und somit keinen weiteren Schaden anrichtet. Unter gewissen Umständen können die Störimpulse allerdings auch zu einem Spannungseinbruch führen.

Negative Spannungseinbrüche entstehen beim Zünden von Thyristoren. Sie entstehen durch die Induktivitäten der Zuleitungen zur Anlage.

Entscheidend ist neben der Höhe auch die Erholzeit des Spannungseinbruchs. Diese hängt von der Induktivität des Kabels und der Stromstärke ab. Eine Anlage mit einem Nennstrom von 1000A benötigt je nach Art der Verlegung einen Mindestquerschnitt von 3x240qmm je Strang. Damit ergibt sich je Kabel eine Zuleitungsinduktivität von ca. 600µH/km und damit ein induktiver Widerstand von 120mΩ/km. Dies führt zu Erholzeiten von 0,5 bis 1,5msec. Wenn die Erholzeit zu lang ist, kann ein echter nicht mehr von einem falschen Nulldurchgang unterschieden werden.

Theoretisch geht der Spannungseinbruch bei unendlich steiler Schaltflanke tatsächlich bis auf 0V. In der Praxis sind die Schaltflanken endlich steil und verschiedene Kapazitäten stützen die Spannung im Schaltschrank, so dass sich in etwa ein Spannungseinbruch von 1/2 bis 1/3 einstellt. Warum sind Spannungseinbrüche so tragisch, wenn sie in der Praxis doch nie bis auf 0 V gehen?

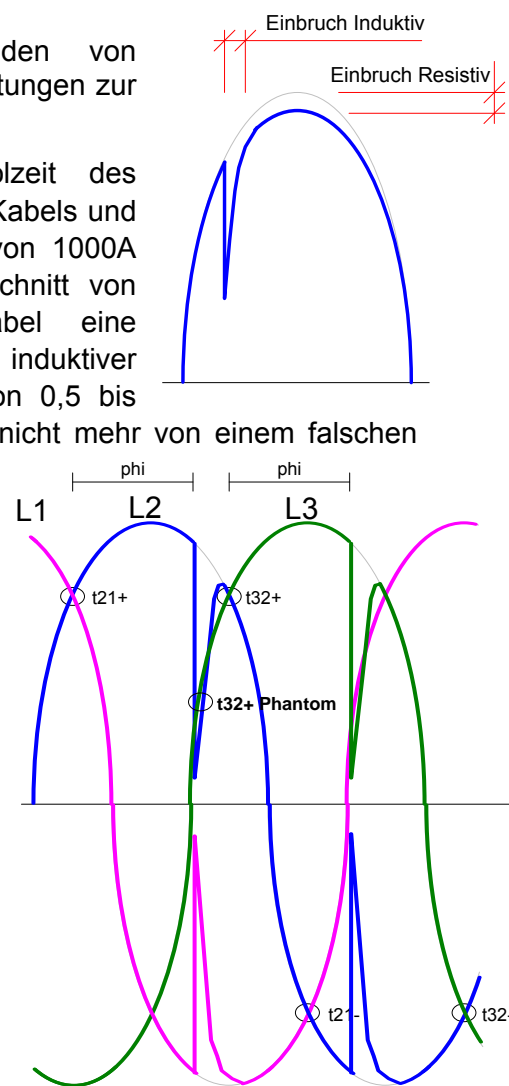
Der Zeitpunkt **t21+** markiert für L2-L1 einen Nulldurchgang. Nach der Zeitverzögerung  $\phi$  werden die Thyristoren V3 und V2 gezündet. Dies führt in L1 und L2 zu einem Spannungseinbruch. Dieser Spannungseinbruch ist für die Phasenbeziehung L2-L1 unkritisch.

Allerdings unterschneidet der Einbruch auf L2 den momentanen Spannungsverlauf von L3 deutlich. An der Stelle **t32+Phantom** entsteht ein Phantom-Nulldurchgang und an der Stelle **t32+** ein echter Nulldurchgang.

Dies führt in der Regel zum Kippen des Stellers oder zumindest zum Flackern.

In dem Beispiel sind nur die Einbrüche und die Folgen von zwei Zündvorgängen abgebildet. In einem W3 Steller wird aber je Vollwelle 6 mal gezündet, wodurch sich auf den 3 Außenleitern insgesamt 12 Einbrüche ergeben. Typischerweise ereignen sich die Einbrüche alle zum gleichen relevanten Zeitpunkt. Wenn ein Einbruch zu einem Phantomnulldurchgang führt, dann führen alle 12 Einbrüche zu einem Phantom-Nulldurchgang, da alle Ströme, Leitungslängen und Zündverzögerungen in etwa gleich sind.

Negative Spannungseinbrüche sind also vor allem in dreiphasigen Netzen von Bedeutung, wo schon ein Spannungseinbruch < 100% zu Phantom-Nulldurchgängen führen kann.



## 2.3 Kühlung

Das Modul hat eine integrierte adaptive Kühlung in Form von drei axialen Lüftern. Zwei unabhängige Temperaturmessstellen überwachen ständig die Temperatur des Kühlkörpers in unmittelbarer Nähe der Thyristoren. Die Regelung der Lüfterdrehzahl geschieht nach folgenden Regeln:

- Der Temperaturunterschied der beiden Messstellen muss kleiner als 3 °C sein. Ansonsten wird ein Temperaturalarm ausgegeben
- Wenn beide Messstellen einen vernünftigen Messwert ermitteln, wird der größere der beiden Messungen zur Regelung herangezogen, auch wenn der Temperaturunterschied größer als 3 Grad ist.
- Wenn eine Temperaturmessstelle einen unplausiblen Wert anzeigt, wird diese ignoriert und ein Voralarm ausgegeben.
- Wenn beide Temperaturmessstellen einen unplausiblen Wert anzeigen, wird ein Temperatur Hauptalarm gemeldet und das Modul abgeschaltet.
- Die Temperatur auf dem Kühler wird auf 75°C geregelt.
- So lange die Temperatur am Kühler steigt, wird die Lüfterdrehzahl relativ rasch erhöht – unter Umständen sogar bis zur Enddrehzahl.
- Wenn sich die Temperatur nicht mehr ändert und unter 75°C liegt, wird die Lüfterdrehzahl langsam abgesenkt um und sich dem Sollwert von 75°C genähert.
- Wenn die Temperatur 90°C übersteigt, wird ein Temperatur Voralarm gemeldet.
- Wenn die Temperatur 110°C übersteigt, wird das Modul abgeschaltet und ein Temperatur Hauptalarm gemeldet.
- Nachdem die Last per Sollwert 0% abgeschaltet wurde, läuft der Lüfter noch einige Zeit nach.

Die Axiallüfter blasen in den Steller, so dass sich innerhalb des Kühlers ein Luftstrom von bis zu 6m/sec einstellt. Der Steller muss derart montiert werden, dass

- Die Lüfter die Luft von unten nach oben durchblasen.
- Die Lüfter keine vorgewärmte Luft von anderen Heizquellen ansaugen
- Der Luftstrom im Kühler nie unter 5m/sec fallen kann.

Die einwandfreie Funktion der Lüftung muss in regelmäßigen Wartungsintervallen kontrolliert werden. Gegebenenfalls Lüfter und Kühlrippen mit Messluft durchblasen.

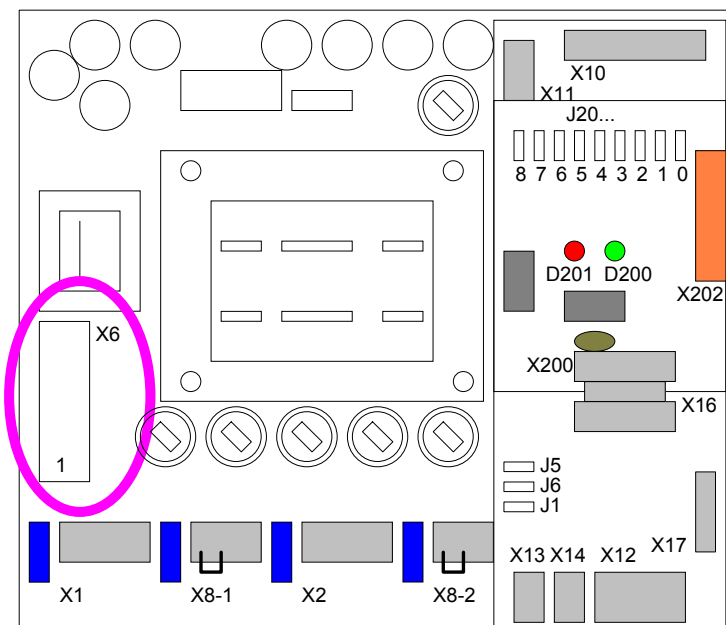
## 2.4 Netz / Netzüberwachung

Das Modul arbeitet mit links- und rechtsdrehender Netzversorgung. Der aktuelle Drehsinn wird jedes Mal in den ersten 100msec nach dem Einschalten der Netzversorgung ermittelt und bleibt dann während der folgenden Betriebszeit konstant.

Der Ausfall einer Phase wird überwacht und gemeldet.

Das Modul arbeitet standardmäßig an einem 400V/230V Netz. Dabei entnimmt es seine Hilfsenergie immer aus den beiden Phasen U1 – W1.

Das Modul kann auf eine andere Nennspannung und auf Fremdspeisung umgestellt werden. Dazu müssen am Steckverbinder X6 die Brücken folgendermaßen umgelegt werden.



- Abziehen des Steckers

= **Spannungsfreiheit herstellen und sicherstellen.**

= Drücken der beiden Verriegelungshebel und gleichzeitiges Abheben des Steckers.

= Die Hebel können auch einzeln entriegelt und jeweils ein Stück angehoben werden, so dass sie aus der Verriegelung gelöst werden.

- Brückenbelegung

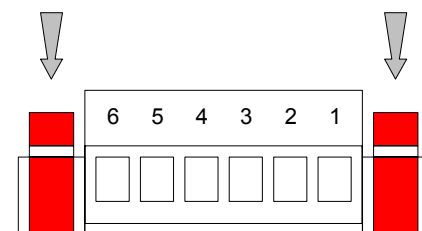
= Werkseinstellung ist 400VAC Eigenversorgung  
 = Für Fremdspeisung müssen die Brücken entfernt werden und die Speisung entsprechend der Tabelle aufgelegt werden.

= Die Phasenlage der Fremdspannung kann beliebig sein.

= Die Fremdspannung muss mit 2A abgesichert werden.

- Montage des Steckers

= Nachdem der Stecker wieder in seine Position gesteckt wurde, müssen die Verriegelungen wieder sauber eingerastet werden.



400VAC	[Bridge]		[Bridge]		eigen
230VAC	[Bridge]		[Bridge]		eigen
400VAC		[Bridge]		[Bridge]	fremd
230VAC		[Bridge]		[Bridge]	fremd
115VAC				[Bridge]	fremd

## 2.5 Last Boosten

Einige Lasten, besonders Strahler und Emitter haben systembedingt einen sehr hohen Anlaufstrom.

Wird das Modul jetzt z.B. in der Betriebsart Strom- oder Spannungsregelung gefahren, kann es unter Umständen sehr lange dauern, bis die Last den Arbeitspunkt erreicht hat. Bei einem Stromsollwert von z.B. 10% fließt am Anfang zwar der richtige Strom, weil aber das Filament noch kalt und damit der Widerstand sehr klein ist, wird nur sehr wenig Leistung umgesetzt. Diese kleine Leistung erwärmt das Filament nur sehr langsam. So kann es sehr lange dauern, bis das Filament zu leuchten beginnt.

Abhilfe schafft der Boost-Modus. Er wird durch Stecken des Jumper J5 aktiviert.

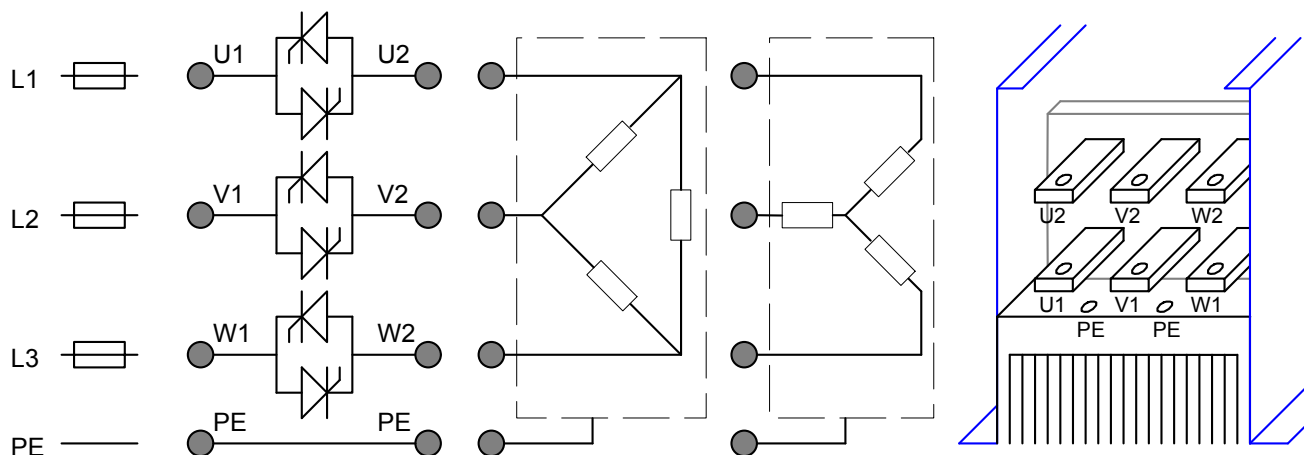
Die Last wird nun nach folgenden Regeln hochgefahren:

- Der Boost-Vorgang findet nur statt, wenn der Stellwert bisher 00% war und jetzt ein neuer Stellwert größer als 00% vorgegeben wird.  
Dabei spielt es keine Rolle, ob ein Stellwert von 00% vorgegeben wurde oder die Last per Freigabe abgeschaltet war. Es zählt der Zustand der Last.
- Der Boost-Vorgang wird nur in der Betriebsart Phasenanschnitt aktiviert – sowohl als reinen Phasenanschnitt, Spannungs-, Strom- oder Leistungsregelung.
- Ehe der neue Stellwert angefahren wird, fährt das Modul eine Rampe von 0% bis 80% Zündwinkel innerhalb von 800msec und danach den vorgegebenen Stellwert an.

## 3 Anschlüsse

### 3.1 Netz- und Lastanschluss

Die Netzzuleitung wird an den Klemmen U1, V1 und W1 angeschlossen. Die Lastleitungen an den Klemmen U2, V2 und W2. Am Kühler sind 2 Erdanschlüsse vorgesehen.



Die Last kann standardmäßig im Stern oder im Dreieck angeschlossen werden. Eine Verdrahtung im offenen Dreieck ist ebenfalls möglich, hier werden werksseitig die notwendigen Änderungen gemacht (Details siehe unten).

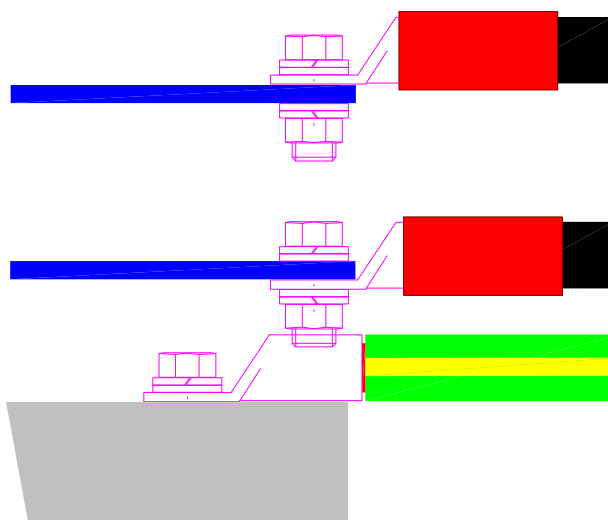
Je nach Nennstrom, Absicherung der Leitungen, Verlegart, Häufung im Kanal, Spannungsabfall etc., kommen entsprechende Querschnitte zum Einsatz. Dabei empfiehlt es sich, ab einem Querschnitt von mehr als 120qmm Doppelleitungen zu verwenden. Zum Beispiel 2 x 120qmm, anstatt 240qmm. Einfache und doppelte Leitungen sollten nach folgender Empfehlung an die Kupferschienen angeschlossen werden.

Das Modul ist in zwei Ausführungen lieferbar:

- Anschlüsse Netzversorgung und Last auf einer Seite
- Anschlüsse Netzversorgung und Last auf gegenüberliegender Seite

#### 3.1.1 Einfache Kabelführung

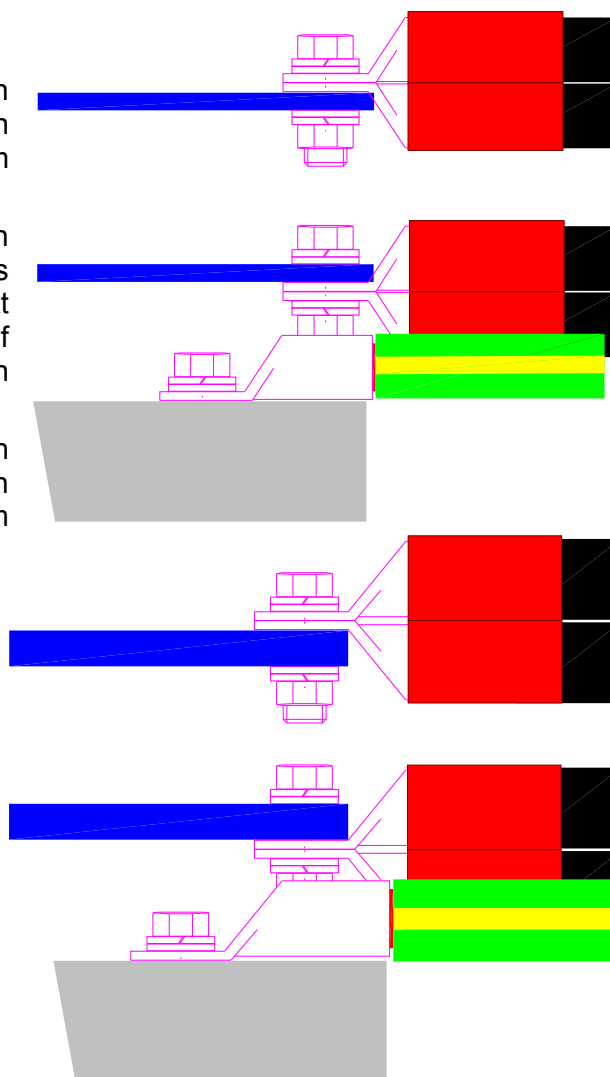
- Der Abstand<sup>1</sup> von spannungsführenden Teilen eines Stromkreises zu geerdeten Teilen muss zu jedem Zeitpunkt 3mm betragen.
- Der Abstand von spannungsführenden Teilen gleichen Stromkreises untereinander muss zu jedem Zeitpunkt 5,5mm betragen.
- Es wird empfohlen, den Kabelschuh nach dem Befestigen an der Kabelseele mit einem Schrumpfschlauch zu isolieren. Dadurch wird sichergestellt, dass die Randkabel U und W auch dann nicht mit den Seitenblechen in Berührung kommen, wenn sich die Befestigungsschrauben unbeabsichtigt lösen sollten.



<sup>1</sup> DIN EN 50178:1997 - Überspannungskategorie III

### 3.1.2 Doppelte Kabelführung

- Der Abstand von spannungsführenden Teilen eines Stromkreises zu geerdeten Teilen muss zu jedem Zeitpunkt 3mm betragen.
- Der Abstand von spannungsführenden Teilen gleichen Stromkreises untereinander muss zu jedem Zeitpunkt 5,5mm betragen. Es ist besonders auf die Länge der verwendeten Schrauben zu achten.
- Es wird empfohlen, die einzelnen Kabelschuhe nach dem Befestigen an der Kabelseele mit einem Schrumpfschlauch zu isolieren. Dadurch wird sichergestellt, dass die Randkabel U und W auch dann nicht mit den Seitenblechen oder mit den Kabelschuhen von PE in Berührung kommen, wenn sich die Befestigungsschrauben unbeabsichtigt lösen sollten.
- Das Potential Schutz Erde braucht nicht doppelt verlegt werden. Hier reicht ein Anschluss mit 120qmm.



### 3.1.3 Anschluss in offener Dreiecksschaltung

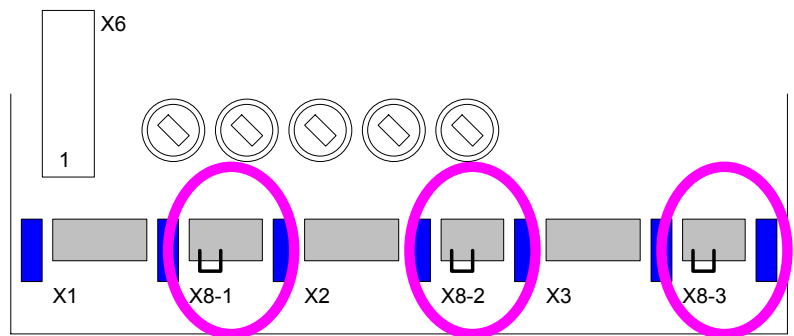
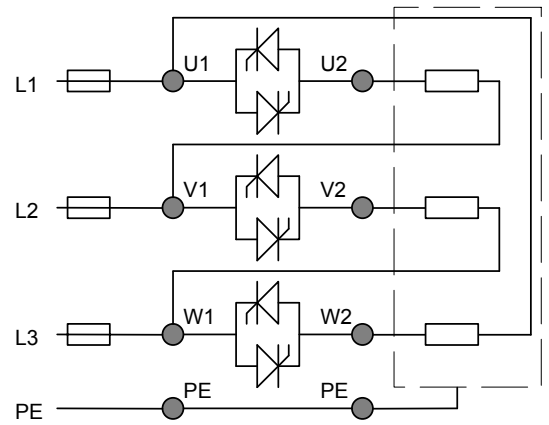
Die Last kann anstatt in Stern oder Dreieck auch im Offenen Dreieck angeschlossen werden. Die drei Laststränge müssen dann zwingend zwischen U2-V1, V2-W1 und W2-U1 angehängt werden.

Sofern diese Option nicht bei der Bestellung bereits werksseitig berücksichtigt ist, sind folgende Änderungen durchzuführen.

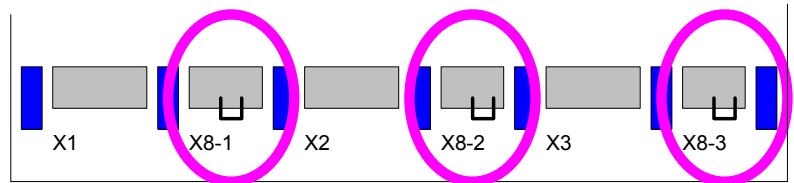
Die Messtransformatoren, welche die effektive Lastspannung normalerweise zwischen U2-V2, V2-W2 und W2-U2 messen, müssen jetzt nach U2-V1, V2-W1 und W2-U1 umgehängt werden. Dazu müssen an den Klemmen X8-1, X8-2 und X8-3 die Brücken von der linken Position in die rechte Position umgehängt werden.

Unter Umständen muss die Schnittstellenplatine und die Steuerplatine abmontiert werden um an die Klemmen X8-2 und X8-3 ranzukommen.

Zusätzlich ist auf der Steuerplatine der Jumper J1 zu stecken.



Position Stern und Dreieckschaltung



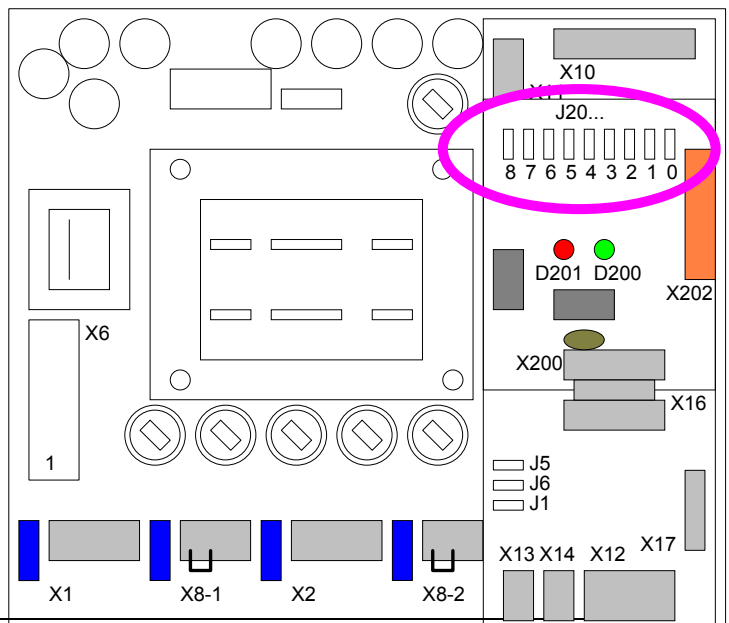
Position offene Dreieckschaltung

## 3.2 Ansteuerung

### 3.2.1 Analoge Ansteuerung

Die Steuerspannungen werden an der Klemmleiste X202 aufgelegt. Der Steller hat einen gemeinsamen Bezugspunkt für den Sollwert und die Freigabe. Beim Einsatz von vielen Stellern empfiehlt sich eine nieder-impedante Verdrahtung mit einer eigenen Bezugsschiene. Die Rückmeldeleitungen sind potenzialgetrennt und können mit den bereits vorhandenen 24V verknüpft werden. Es empfiehlt sich, die Steuerleitungen abgeschirmt auszuführen.

Wenn der Steller mit einer analogen Schnittstelle ausgerüstet ist, wird der



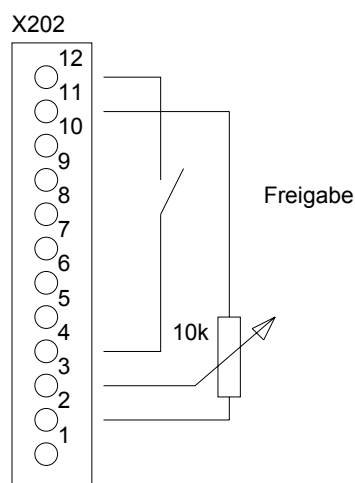
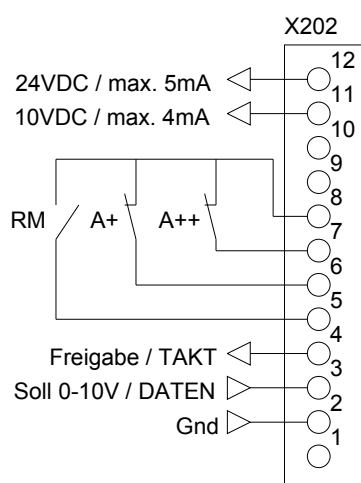
Sollwert mittels eines Steuersignals 0-10VDC übertragen.

Die Funktionen der Schnittstelle und des Stellers wird mit Jumpers (JU200 bis JU208) bestimmt. Einzelheiten siehe Jumperbelegung.

Die Funktion bzw. geänderte Funktion wird erst nach einem Spannung AUS – EIN übernommen.

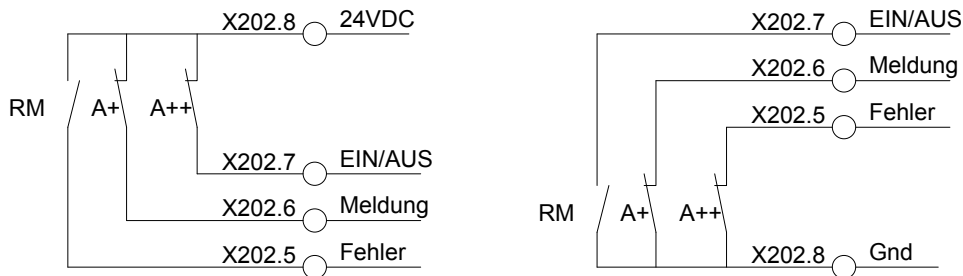
Pinbelegung Schnittstelle X202:

Pin 1	nicht belegt
Pin 2	Gnd – Bezugspunkt
Pin 3	Sollwerteingang (0-10VDC) oder DATEN Eingang (24VDC) (siehe Jumper 201)
Pin 4	Freigabe (24VDC) oder TAKT Eingang (24VDC) (siehe Jumper 201)
Pin 5	RM Rückmeldung Ausgang (Relais NO)
Pin 6	A+ Voralarm Ausgang (Relais NC)
Pin 7	A++ Hauptalarm Ausgang (Relais NC)
Pin 8	Common Ausgänge
Pin 9	nicht belegt
Pin 10	nicht belegt
Pin 11	Ausgang 10V zum direkten Anschluss eines Potentiometers 10k / 1W (Pin 10,3,2)
Pin 12	Ausgang 24V zum direkten Verdrahten der Freigabe (Pin 12,4)





Die Melderelais haben einen gemeinsamen Bezugspunkt Common X202.8 und können sowohl High-Side als auch Low-Side schaltend eingesetzt werden.



Relais RM	Rückmeldung EIN/AUS (NO)	Open	AUS
		Closed	EIN
Relais A+	Meldung (Voralarm) NC	Open	Fehler ohne Abschaltung
		Closed	OK
Relais A++	Fehler (Alarm) NC	Open	Fehler mit Abschaltung
		Closed	OK

Der Zustand des Leistungsstellers wird mittels zweier Leuchtdioden angezeigt.

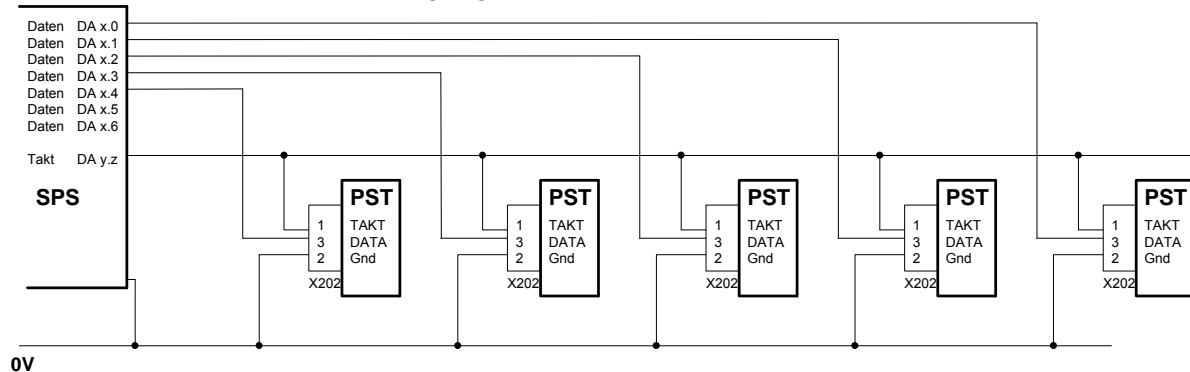
D200 <span style="color: green;">●</span> leuchtet wenn - kein Fehler vorliegt und - Stellwert größer 0% ist und - Freigabe an liegt	D200 <span style="color: grey;">●</span> erlischt wenn - ein Fehler mit Abschaltung oder - Stellwert = 0% oder - Freigabe fehlt																																										
D201 <span style="color: red;">●</span> zeigt diverse Fehler durch Pulsfolgen. Die LED blinkt n-mal. Einige Fehler führen zur Abschaltung. Eine Abschaltung bleibt so lange selbthaltend, bis die Freigabe weg geht.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Blinken</th> <th>Fehlerbeschreibung</th> <th>Abschaltung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AUS</td> <td>kein Fehler oder keine Spannung</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td>Dauerlicht</td> <td>Initialisierung dauert an bzw. Systemfehler</td> <td>Ja</td> </tr> <tr> <td>1 x blinken</td> <td>Fehler Betriebsspannung nach Einschalten</td> <td>Ja</td> </tr> <tr> <td>2 x blinken</td> <td>Fehler Phase (Phasenausfall oder Timing)</td> <td>Ja</td> </tr> <tr> <td>3 x blinken</td> <td>Fehler Frequenz</td> <td>Ja</td> </tr> <tr> <td>4 x blinken</td> <td>Fehler Temperaturfühler 1 und 2 unplausibel</td> <td>Ja</td> </tr> <tr> <td>5 x blinken</td> <td>Fehler Temperatur über 90°C</td> <td>Ja</td> </tr> <tr> <td>6x blinken</td> <td>Fehler Strommess-Modul</td> <td>Ja</td> </tr> <tr> <td>7 x blinken</td> <td>Fehler Temperatur über 80°C</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td>8 x blinken</td> <td>Fehler Temperaturfühler 1 und 2 Abweichung</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td>9 x blinken</td> <td>Fehler Istwert Abweichung von Spannung, Strom oder Leistung - nicht ausregelbar</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td>10 x blinken</td> <td>Fehler Phasen Abweichung Spannung, Strom oder Leistung - nicht ausregelbar</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td>11 x blinken</td> <td>Fehler Lüfter ohne Funktion</td> <td>Nein</td> </tr> </tbody> </table>	Blinken	Fehlerbeschreibung	Abschaltung	AUS	kein Fehler oder keine Spannung	Nein	Dauerlicht	Initialisierung dauert an bzw. Systemfehler	Ja	1 x blinken	Fehler Betriebsspannung nach Einschalten	Ja	2 x blinken	Fehler Phase (Phasenausfall oder Timing)	Ja	3 x blinken	Fehler Frequenz	Ja	4 x blinken	Fehler Temperaturfühler 1 und 2 unplausibel	Ja	5 x blinken	Fehler Temperatur über 90°C	Ja	6x blinken	Fehler Strommess-Modul	Ja	7 x blinken	Fehler Temperatur über 80°C	Nein	8 x blinken	Fehler Temperaturfühler 1 und 2 Abweichung	Nein	9 x blinken	Fehler Istwert Abweichung von Spannung, Strom oder Leistung - nicht ausregelbar	Nein	10 x blinken	Fehler Phasen Abweichung Spannung, Strom oder Leistung - nicht ausregelbar	Nein	11 x blinken	Fehler Lüfter ohne Funktion	Nein
Blinken	Fehlerbeschreibung	Abschaltung																																									
AUS	kein Fehler oder keine Spannung	Nein																																									
Dauerlicht	Initialisierung dauert an bzw. Systemfehler	Ja																																									
1 x blinken	Fehler Betriebsspannung nach Einschalten	Ja																																									
2 x blinken	Fehler Phase (Phasenausfall oder Timing)	Ja																																									
3 x blinken	Fehler Frequenz	Ja																																									
4 x blinken	Fehler Temperaturfühler 1 und 2 unplausibel	Ja																																									
5 x blinken	Fehler Temperatur über 90°C	Ja																																									
6x blinken	Fehler Strommess-Modul	Ja																																									
7 x blinken	Fehler Temperatur über 80°C	Nein																																									
8 x blinken	Fehler Temperaturfühler 1 und 2 Abweichung	Nein																																									
9 x blinken	Fehler Istwert Abweichung von Spannung, Strom oder Leistung - nicht ausregelbar	Nein																																									
10 x blinken	Fehler Phasen Abweichung Spannung, Strom oder Leistung - nicht ausregelbar	Nein																																									
11 x blinken	Fehler Lüfter ohne Funktion	Nein																																									

### 3.2.2 Ansteuerung per seriellem Telegramm

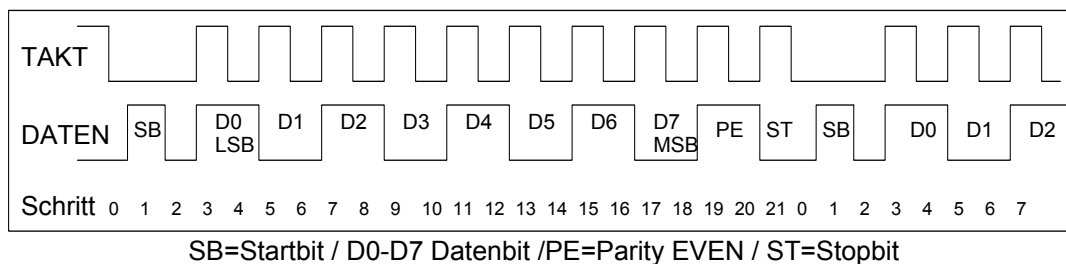
Mit der analogen Schnittstelle ist es auch möglich, die Sollwertvorgabe per seriellem Telegramm vorzugeben. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn in einer Anlage mehrere Steller eingesetzt werden, ohne dass dafür in der übergeordneten SPS gleich eine analoge Schnittstelle eingesetzt werden muss.

Per Jumper wird die Baugruppe auf serielles Telegramm umgeschaltet. Die beiden Eingänge sind dann digital und werden von der SPS per digitalem Ausgang versorgt. Auf der SPS wird für jeden Steller ein digitaler Ausgang DATEN vorgesehen und für alle Steller zusammen ein zusätzlicher Ausgang Takt.

Die serielle Übertragung der analogen Stellwerte setzt ein Protokoll voraus, das von der SPS ausgegeben und vom Leistungssteller verstanden wird. Das Protokoll TransDil erfüllt diese Voraussetzungen und kann in allen SPSen implementiert werden. Für die SPS-Familie S5 und S7 von Siemens steht ein kostenloser Treiber zum Download unter [www.powercontact.de](http://www.powercontact.de) zur Verfügung.



Zum Übertragen der Daten muss sowohl eine Datenleitung (DATA) als auch die Taktleitung (TAKT) angeschlossen werden. Für die SPS (oder den PC) wird keine spezielle serielle Hardware benötigt. Die Signale TAKT und DATEN werden mit normalen 24V-Digital-Ausgängen erzeugt.



Das Protokollhandling erfolgt nach folgenden Regeln:

- Daten werden nur bei negativen Taktwechsel gelesen.
- Die Übertragung eines Bytes beginnt mit dem SB, gefolgt von LSB bis MSB, dann ein PE und ein ST.
- Das Parity ist EVEN.
- Nach einem PE muss mindestens ein ST kommen.
- Es dürfen mehrere ST zusammenhängend gesendet werden. Spätestens jedoch nach 2 Sekunden muss ein neues Telegramm gesendet werden.
- Wenn Takt LOW ist und die Datenleitung von LOW nach HIGH und wieder zurück nach LOW wechselt, wird ein Startbit angenommen.
- Die Länge des Telegramms ist 1 Byte, damit können Stellwerte mit einer Genauigkeit von 0,5% gestellt werden.
- Die Taktrate ist dabei unkritisch, nur die Länge jedes Schrittes muss >18msec sein. Der kleinste Stellwert ist 000d oder 00h und entspricht 000%, der größte Stellwert ist 255d oder 0FFh und entspricht 100%.
- Eine praktikable Übertragungsrates ist zwei Stellwerte pro Sekunde.

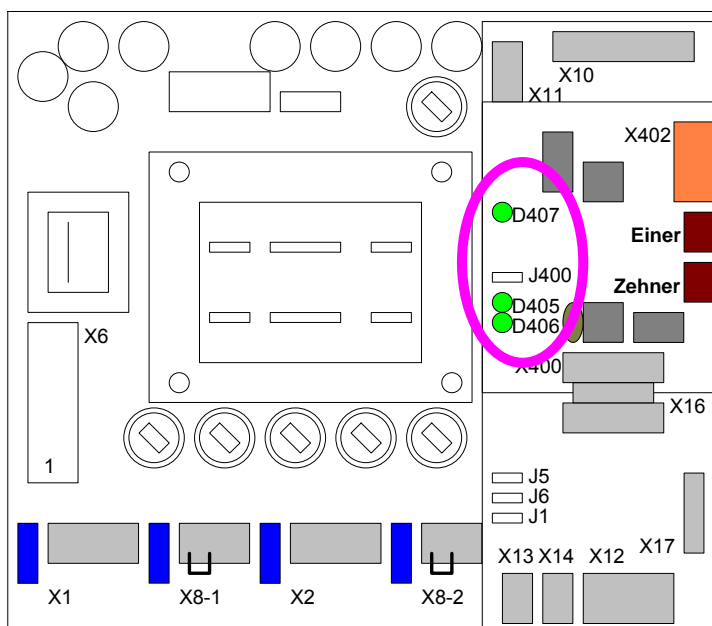
### 3.2.3 Ansteuerung Profibus-DP

Wird das Schnittstellenmodul Profibus-DP eingesetzt, sind die einschlägigen Vorschriften des Profibus-DP-Standards einzuhalten. In jedem Fall sind dafür geeignete Buskabel und Anschlussstecker vorzusehen. Ein Bussegment muss am Anfang und am Ende terminiert werden. In der Regel wird dies mit den Terminierungsschaltern im Stecker durchgeführt. Die Anschlussstecker sind nicht im Lieferumfang enthalten. Die Profibus-DP-Schnittstelle ist innerhalb des Moduls mit +/-60V galvanisch gegen alle anderen Signale getrennt und mit 100k gegen PE gezogen.







Wenn das Modul mit einer BUS Schnittstelle ausgerüstet ist, wird der Sollwert mittels industriellen Datentelegramm (Profibus DP) übertragen.

Die Funktionen der Schnittstelle und des Moduls wird mit einem Jumper bestimmt. Einzelheiten siehe Jumperbelegung.

Für die Parametrierung des Profibusses steht eine GSD Datei zum Download bereit.



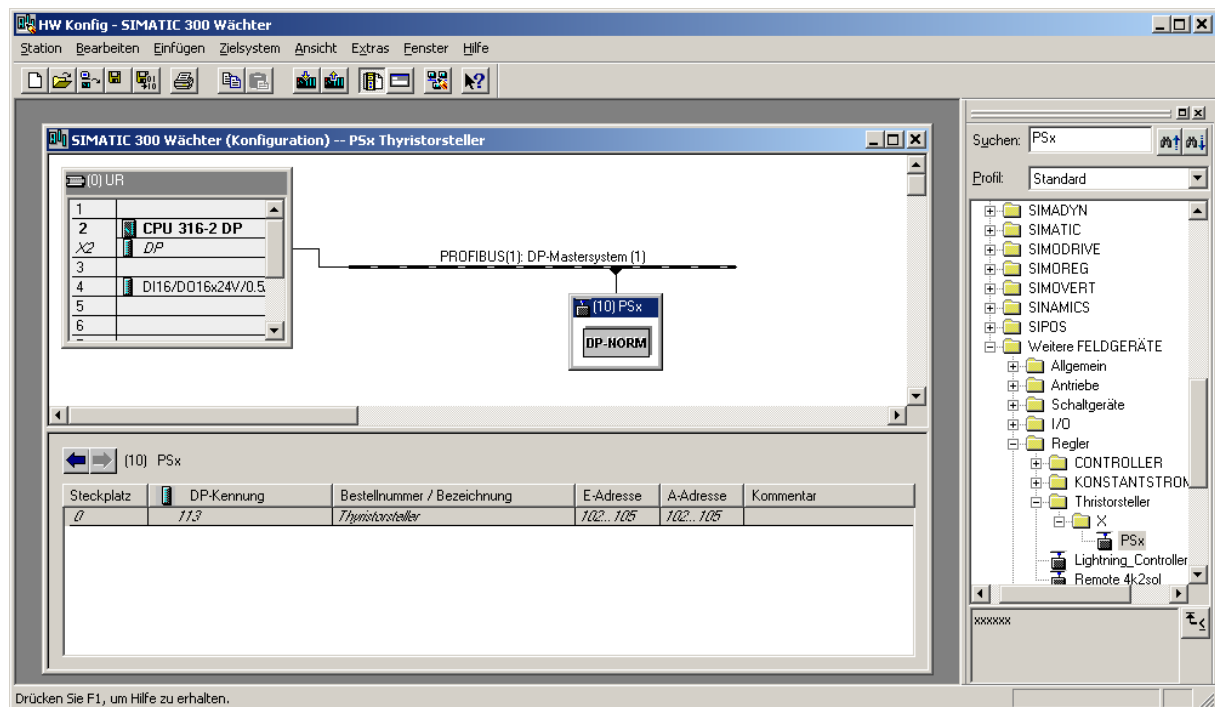
Der Zustand des Stellers wird mittels dreier Leuchtdioden angezeigt.

D405  leuchtet wenn - kein Fehler vorliegt und - Stellwert größer als 0% ist	D405  erlischt wenn - ein Fehler mit Abschaltung oder - Stellwert = 0% ist
D406  leuchtet wenn - Profibus Daten austauscht	D406  erlischt wenn - Profibus keine Daten mehr austauscht.
D407  leuchtet wenn - Baugruppe prinzipiell Profibus kommunikation erkennt	D407  erlischt wenn - Baugruppe Profibuskommunikation verliert

Installieren Sie die GSD wie folgt:

- Kopieren Sie die Datei PSX.GSD in das Verzeichnis  
[C:\PROGRAMME\SIEMENS\STEP7\S7TMP](#)
- Starten Sie das Paket [S7\\_Manager/HW Konfig/Extra/GSD Dateien installieren](#)
- Wählen Sie die Datei [PSX.GSD](#) aus und betätigen abschließend [INSTALLIEREN](#)
- Im weiteren steht der Thyristorsteller unter [DP-Profibus/Weitere Feldgeräte/Regler/Thyristorsteller/X](#) zur Verfügung

Die Profibus-Schnittstelle belegt im E/A Adressbereich der S7 je 2 Worte IN und OUT.



Im weiteren werden die hier im Beispiel benutzten Adresse E102-E105 und A102-A105 als Bezeichner benutzt. Selbstverständlich können alle Adressen frei gewählt werden. Werden mehrere Steller eingesetzt, dürfen sich die Adressbereiche nicht überschneiden.

Es steht ein FC sowie ein DB Baustein zum kostenlosen Download bereit, welcher den Datenaustausch selbstständig durchführt.

Die Übergabe der Parameter erfolgt stets als 10-bit digitaler Wert. Am einfachsten wird dieser Wertebereich als 0-100% interpretiert. Damit kann der Steller von 0-100% gesteuert werden. Die gemeldete Spannung und der Strom ist dann als 0-100% zu verstehen.

0-100% = 0-1023d Dezimal = 0-3FFh HEX = 0-1111111111b Binär = 0-1777o Oktett

Es gibt allerdings auch die Möglichkeit, den Bereich zu skalieren. Details dazu werden später erklärt.

Damit ein Steller arbeiten kann, muss mindestens ein STELLWERT und die Freigabe angelegt werden. Alle anderen Parameter sind optional.

**AW102 Stellwert und Steuersignale**

```

AB102  AB103
00000000 00000000
||||||| | |||||
||||| |++-----STELLWERT 10-bit
||||| |+-----not used
||||| |+-----not used
||||| |+-----not used
||| |+-----not used
| | |+-----Übergabebit für Parameter
+-----FREIGABE
  
```

**AW104 Parameter**

```

AB104  AB105
00000000 00000000
||||||| | |||||
||||| |++-----PARAMETER 10-bit
||||| |+-----Parameternummer 2^0
||||| |+-----Parameternummer 2^1
||| |+-----Parameternummer 2^2
| | |+-----Parameternummer 2^3
| | |+-----not used
+-----not used
  
```

Num.	Parameter	Bemerkung	Werks- einstellung
0	Nicht belegt		
1	$2^4$ bis $2^0$ (Lower 5-Bit) 0 = keine Funktion – Regler AUS 1 = reiner Phasenanschnitt 2 = PWM (z.Z. nicht erlaubt) 3 = Pulspaket (z.Z. nicht erlaubt) 4 = Spannungsregelung 5 = Stromregelung 6 = Leistungsregelung (VA) 7 = Leistungsregelung (Watt) (z.Z. nicht erlaubt) 8-31 nicht erlaubt  $2^9$ bis $2^5$ (Higher 5-Bit) 0 bis 15 = schneller RM Wert 16-31 nicht erlaubt	Der schnelle Rückmeldewert (RM) wird im ersten Eingangswort (EW) angezeigt.	1
2	0 = nicht erlaubt 1 = 8Bit (z.Z. nicht erlaubt) 2 = 9Bit (z.Z. nicht erlaubt) 3 = 10Bit 4-1023 nicht erlaubt		3
3	Nicht belegt		1
4	0 = Netzsynchrisation ohne Filter 1 = Netzsynchrisation mit Filter 2-1023 nicht erlaubt	Die Regelgenauigkeit liegt ohne Filter bei $\pm 0,5\%$ . Bei Einsatz des Filters ändert sich die Regelgenauigkeit auf $\pm 0,8\%$ .	0
5	Nicht belegt		0
6	Nicht belegt		0
7	Nicht belegt		0
8	0-3FFh Limit Sollwert (z.Z. fest 3FFh)		3FF
9	0-3FFh Stromgrenze	Stromgrenze kann um so feiner gehalten werden, je länger die Rampenzeit eingestellt ist. Bei einer Rampenzeit von 0 funktioniert die Stromlimitierung nicht.	3FF
10	Nicht belegt		0
11	Nicht belegt		0
12	Rampe $n \cdot 10\text{msec}$ (z.B. 4sec = 190h)		190
13	Nicht belegt		0
14	Nicht belegt		0
15	Nicht belegt		0

**EW102 Stellwert und Steuersignale**

```

    AB102  AB103
    00000000 00000000
    ||||| |||||
    ||||| |+++++---ISTWERT 10-bit
    ||||| |+-----not used
    ||||| |+-----RM
    ||||| |+-----Fehler Hauptalarm mit Abschaltung
    ||||| |+-----Fehler Voralarm
    ||||| |+-----Rückmeldebit für Parameterübergabe
    ||||| |+-----Status OK
    
```

**EW104 Parameter**

```

    AB104  AB105
    00000000 00000000
    ||||| |||||
    ||||| |+++++---RÜCKMELDEMELEDEWERT 10-bit
    ||||| |+-----Meldenummer 2^0
    ||||| |+-----Meldenummer 2^1
    ||||| |+-----Meldenummer 2^2
    ||||| |+-----Meldenummer 2^3
    ||||| |+-----not used
    ||||| |+-----not used
    
```

Num.	Rückmeldung	Bemerkung
0	U1 Istwert Spannung	
1	U2 Istwert Spannung (nur PSTx)	
2	U3 Istwert Spannung (nur PSTx)	
3	I1 Istwert Strom	
4	I2 Istwert Strom (nur PSTx)	
5	I3 Istwert Strom (nur PSTx)	
6	P1 Istwert Leistung	
7	P2 Istwert Leistung (nur PSTx)	
8	P3 Istwert Leistung (nur PSTx)	
9	CosPhi1	
10	CosPhi2 (nur PSTx)	
11	CosPhi3 (nur PSTx)	
12	Temp1 Kühler-Temperatur	0-140°C
13	Temp2 Kühler-Temperatur	0-140°C
14	Fehler Kühlung	2^0 = Temperatur Fühler 1 Kurzschluss 2^1 = Temperatur Fühler 1 Unterbrechung 2^2 = Temperatur Fühler 2 Kurzschluss 2^3 = Temperatur Fühler 2 Unterbrechung 2^4 = Temperatur Fühler 1 > 90°C 2^5 = Temperatur Fühler 2 > 90°C 2^6 2^7 2^8 2^9
15	Fehler Steller	2^0 = Regelabweichung 2^1 = I Overage 2^2 = P Overage 2^3 2^4 2^5 2^6 2^7 2^8 2^9

Die Übergabe der Parameter und das Rücklesen der IST-Werte wird jeweils mittels des 2ten Ausgangs- und Eingangswort erledigt.

Um einen Parameter zu übergeben, muss die S7 die entsprechende Nummer und den Wert an das Ausgabewort 2 anlegen. Die Übergabe erfolgt durch Setzen des Übergabebit (A102.6) im ersten Ausgangswort. Sobald der Steller den Wert verarbeitet hat, setzt er als Rückmeldung das Rückmeldebit (E102.6) im ersten Eingangswort. Danach muss die S7 das

Übergabebit wieder löschen und warten, dass auch der Steller das Rückmeldebit wieder löscht.

Die Übertragung eines Parameters ist damit abgeschlossen. Der Parameter wird im Steller permanent gespeichert. Der alte Parameter ist nicht mehr verfügbar.

Während der Steller das Rückmeldebit (E102.6) setzt, bietet er gleichzeitig einen Rückmeldewert an. Am 2ten Eingangswort steht eine Meldenummer und ein entsprechender IST-Wert an. Die S7 kann, ehe Sie das Übergabebit wieder löscht, diese Rückmeldung verarbeiten. Jedes Mal, wenn der Steller das Rückmeldebit setzt, bietet er der S7 einen weiteren IST-Wert an.

Die IST-Werte entsprechen dem Zeitpunkt der Übergabe. Der Wert bleibt permanent stehen, bis er durch den nächsten Wert überschrieben wird. Es empfiehlt sich daher, die Parametrierung zyklisch auszuführen, damit die Ist-Werte ebenfalls zyklisch aktualisiert werden. Eine komplette Aktualisierung dauert 15 Übergabezyklen.

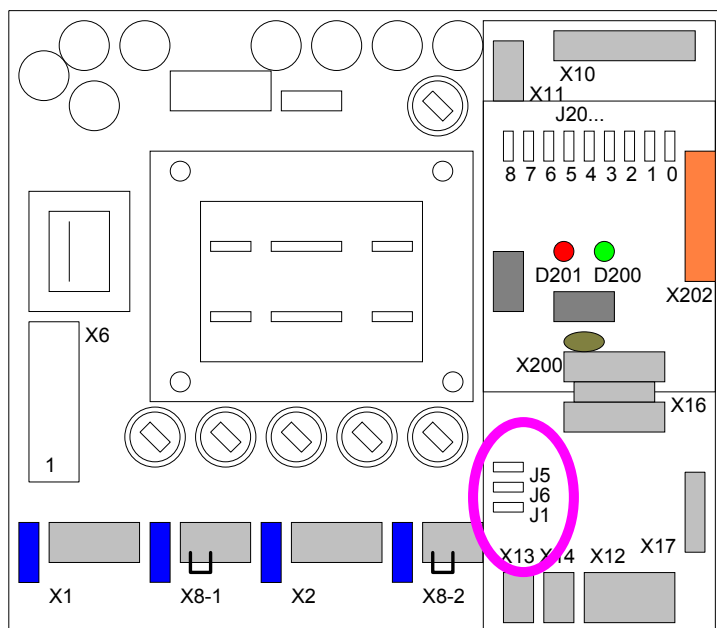
Einen der 16 Rückmeldewerte kann gewählt und im ersten Eingangswort als ‚schneller‘ Rückmeldewert abgerufen werden. Dazu muss im Parameter 1 in den HIGHER 5-Bit ein Wert von 00h bis 0Fh als Rückmeldeadresse eingetragen werden. Der Wert z.B. 06h führt dazu, dass immer die aktuelle Leistung bereitgestellt wird.

Für die S7-300/-400 steht Beispielprogramm mit einem Treiber FC und einen DB zur freien Verfügung.

### 3.2.4 Steuerplatine

Grundlegende Funktionen werden auf der Steuerplatine mittels der Jumper J1, J5 und J6 eingestellt. Einzelheiten siehe Jumperbelegung.

Die Funktion bzw. geänderte Funktion wird erst nach einem Spannung AUS – EIN übernommen. Einzelheiten siehe Jumperbelegung.





## 4 Technische Daten

### 4.1 Allgemein

3-phasen Leistungssteller	Schaltungsart W3		
Hilfsspannung	Intern oder Extern		
Anschlüsse Einspeisung und Last	PSTxx300	Cu-Schiene 5x30	Loch 13mm
	PSTxx480	Cu-Schiene 10x30	Loch 13mm
	PSTxx700	Cu-Schiene 10x30	Loch 13mm
Lastspannung	400VAC / 230VAC +- 15%		
Netzfrequenz	50/60Hz +- 5Hz		
Nennstrom	10 bis 300A für PSTxx300 10 bis 480A für PSTxx480 10 bis 700A für PSTxx700		
Umgebungstemperatur	0°C bis 40°C Betrieb -20°C bis 70°C Lagerung		
Luffeuchtigkeitsbereich	nicht kondensierend		
Schutzklasse	IP00		
Elektrische Trennung	Sichere Trennung nach EN 50178		
Atmosphäre	Keine korrosive Atmosphäre		
Staubbelastung	Verschmutzungsgrad 1 nach EN 50178 (VDE 0160) Bei Staubbelastung sind die Wartungs- und Serviceintervalle entsprechend zu verkürzen.		
Aufstellungsbedingung	Maximale Höhe 2000m über NN		
Lüfter	Axiallüfter mit einem Luftstrom im Kühler von 0,0 bis 6,0m/sec		
EMV Störausstrahlung EMV Verträglichkeit	Die EMV Anforderung ergibt sich erst aus dem Einsatzfall. Es empfiehlt sich jedoch, die Steuerleitungen entsprechend den einschlägigen Empfehlungen abgeschirmt zu verlegen. Für besondere Einsatzfälle empfiehlt sich die Verwendung von abgeschirmten Lastkabeln und der Einsatz einer du/dt Drossel.		
Maße, Gewicht	B x H x T	ca. 250mm x 540mm x 235mm	27kg

## 4.2 Analoge Schnittstelle

Soll (analog) gegen	X202.3 X202.2	0,0 – 10,0V, typ. 2,0mA ( -2,0 bis 16,0V für 10 Sekunden) (Jumper 201 = gesteckt)
DATE (digital) gegen	X202.3 X202.2	24VDC, typ. 3,9mA (-2 bis 10VDC = AUS, 15 bis 32VDC = EIN) (Jumper 201 = gesteckt)
Enable/TAKT (digital) gegen	X202.4 X202.2	24VDC, typ. 3,9mA (-2 bis 10VDC = AUS, 15 bis 32VDC = EIN)
Alarmausgang (digital) gegen	X202.5 X202.6 X202.7 X202.8	48VDC, max. 20mA potentialfreier Kontakt  Der Common kann High-Side oder Low-Side angeschlossen sein
Hilfsspannung 10V gegen  max. 4mA	X202.11 X202.2	Zum Anschluss eines lokalen Potentiometers 10k als Sollwertvorgabe. Poti plus X202.11 Poti Schleifer X202.3 Poti minus X202.2
Hilfsspannung 24V gegen  max. 5mA	X202.12 X202.2	Zum Anschluss eines lokalen Freigabeschalters NO. Schalter X202.12 Schalter X202.4

## 4.3 Profibus-DP Schnittstelle

Stecker	Sub-D Stecker 9-polig Buchse
X402.1	Nicht belegt
X402.2	Nicht belegt
X402.3	A - Datenkanal
X402.5	Gnd
X402.6	5V
X402.7	Nicht belegt
X402.8	B - Datenkanal
X402.9	Nicht belegt
X402.Gehäuse	Schirm
Adressbereich	02 bis 99
Baudraten	9.6kB, 19.2kB, 93,75kB, 187,5kB, 500kB, 1,5MB, 3MB, 6MB, 12MB
Implementationstyp	SPC3

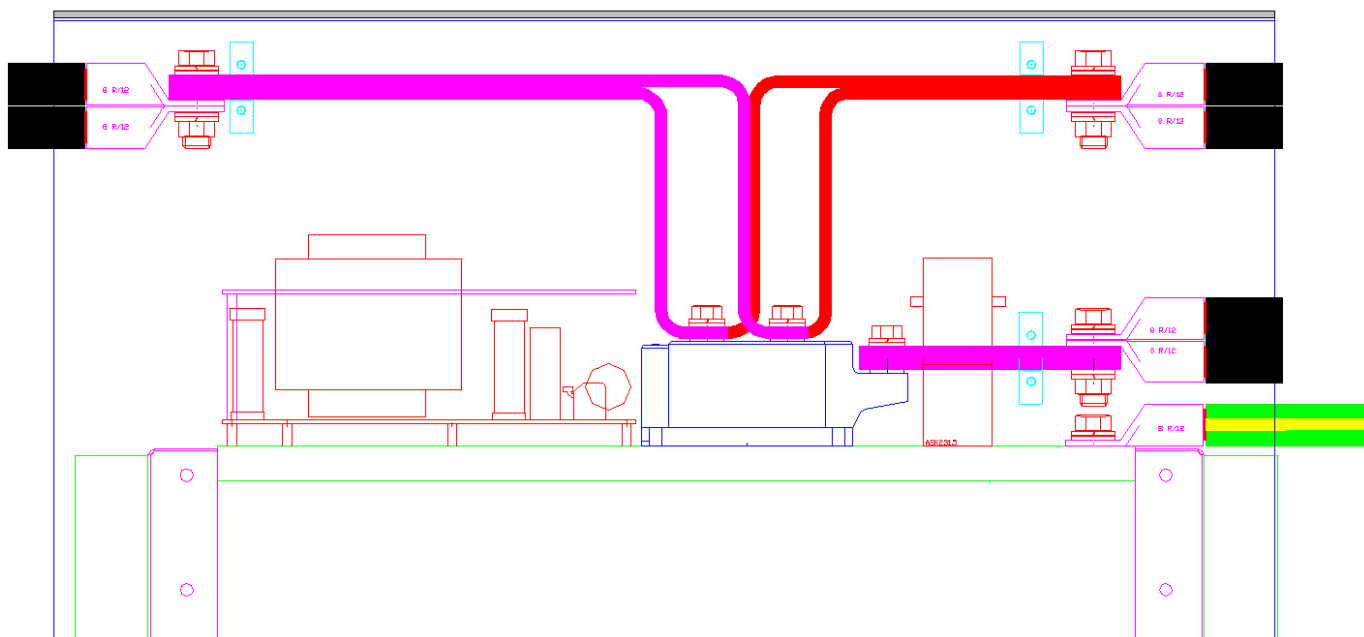
Die Profibusadresse wird an 2 Stück BCD Drehschaltern eingestellt. EINER und ZEHNER ergeben eine Adresse im Bereich von 02 bis 99. Einzelheiten zum Profibus sind dem Handbuch der SPS zu entnehmen.

## 5 Jumperbelegung

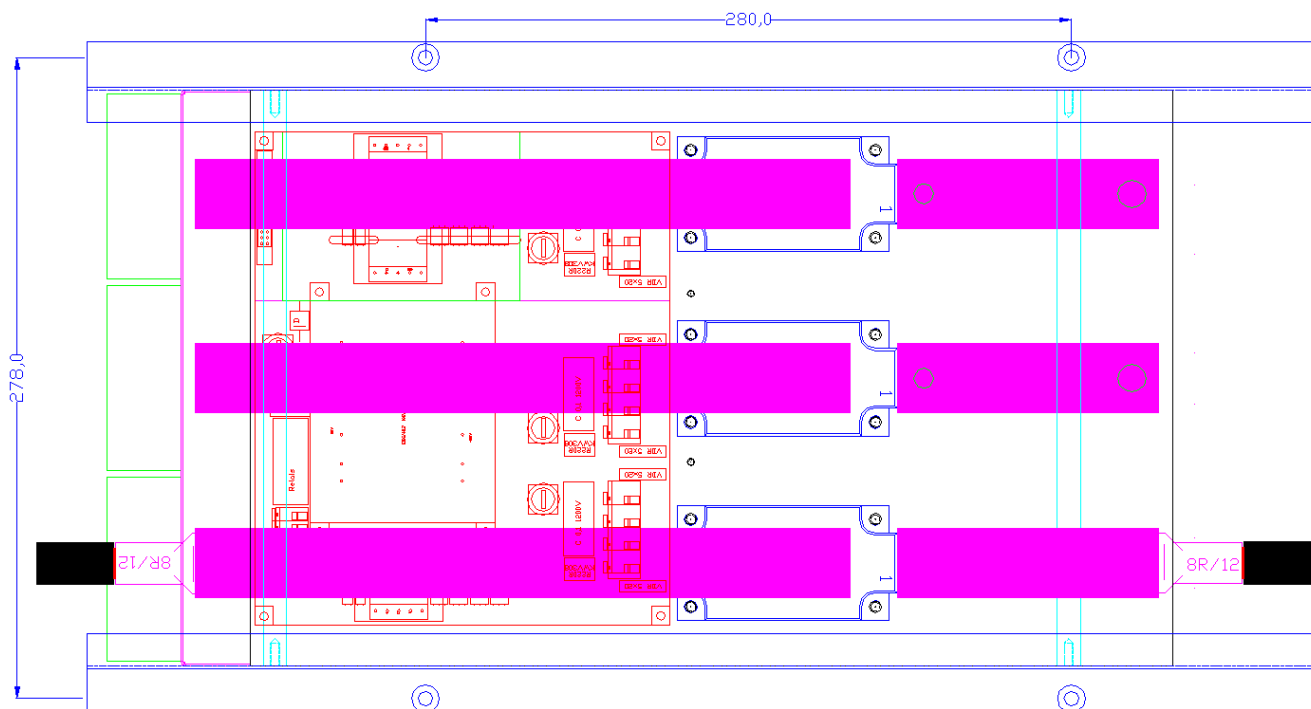
Jumper	Gesteckt	Offen	Bedingung
J1	Last - Offenes Dreieck	Last - Stern / Dreieck	
J5	Last - Boosten	Last - Linear	Nur bei Phasenanschnitt
J6	Stellebereich 0 – 100	Stellbereich 0 – 255	Nur bei Pulspaket und Pulsweiten
J200 J201		X Zündwinkel X	
J200 J201	X	X Spannung regeln	
J200 J201	X	X Strom regeln	
J200 J201	X X	Leistung regeln	
J202	Filter EIN	Filter AUS	
J203	Stellwert Serial	Stellwert Analog	
J204 J205		X Phasenanschnitt X	
J204 J205	X	X Pulsweite	
J204 J205	X	X Pulspaket	
J204 J205	X X	Nicht erlaubt	
J206 J207		X keine Rampe X	
J206 J207	X	X 0,5sec Rampe	
J206 J207	X	X 1,0sec Rampe	
J206 J207	X X	2,0sec Rampe	
J208	Stromlimit 100%	Kein Stromlimit	
J400	Adressschalter HEX (momentan nicht verfügbar)	Adressschalter DEZIMAL	

## 6 Zeichnungen, Diagramme

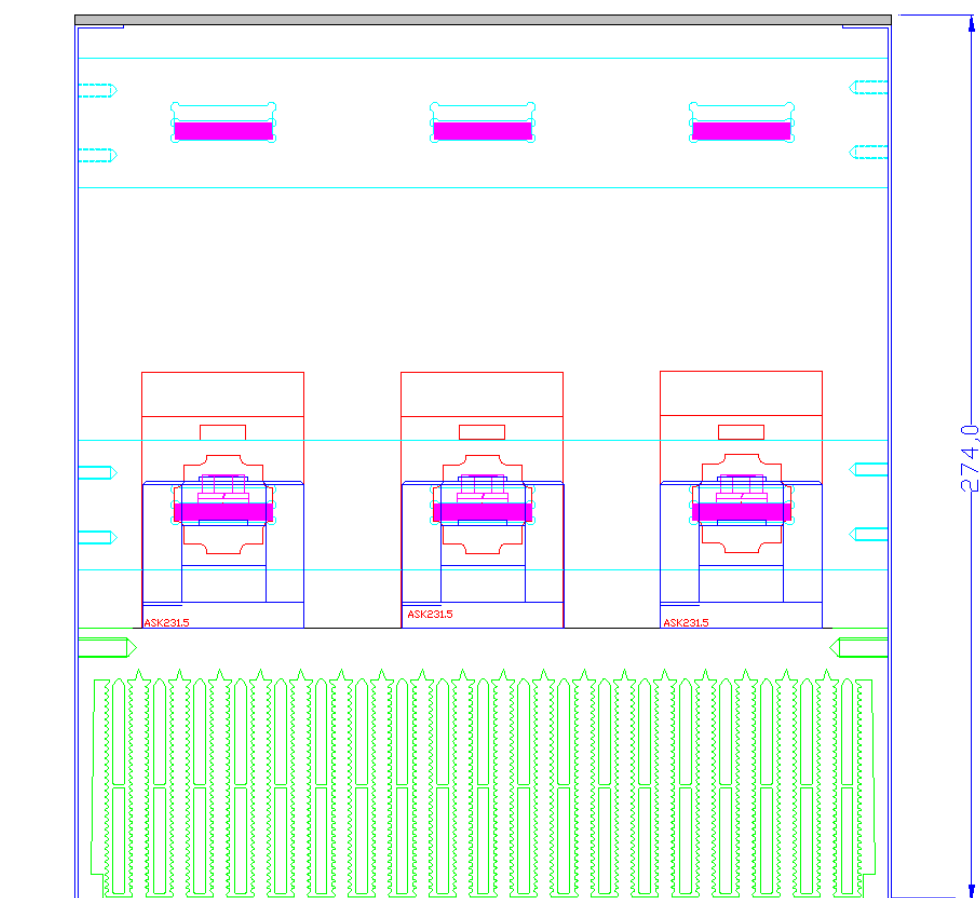
### 6.1 Seitenansicht



### 6.2 Draufsicht



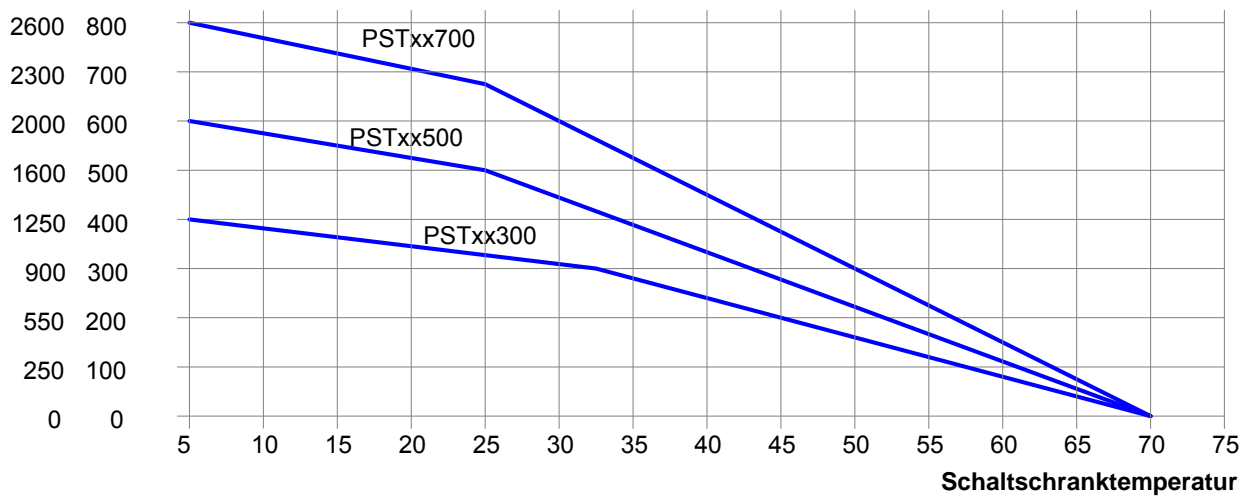
### 6.3 Vorderansicht



### 6.4 Derating

Verlustleistung

Watt bei A



## 7 Sicherungen

Für die Absicherung eines Thyristorstellers sollten spezielle Halbleitersicherungen eingesetzt werden. Nur so ist ein vollständiger Schutz für Kurzschluss und Überlast gegeben. Wir empfehlen SITOR Sicherungen nach folgender Tabelle. Selbstverständlich sind gleichwertige Produkte von anderen Lieferanten ebenso einsetzbar.

Modul	Ausschalt-I <sup>2</sup> t Thyristor	Sicherung	Strom	Größe	Ausschalt-I <sup>2</sup> t Sicherung	Bemerkung		
300A	320.000	3NE1-225-0	200A		100.000			
		3NE1-227-0	250A		200.000			
		3NE1-230-0	315A		310.000			
		3NE1-225-2	200A		51.800			
		3NE1-227-2	250A		80.900			
		3NE1-230-2	315A		168.000			
		3NE1-331-2	350A		177.000			
		3NE1-332-2	400A		224.000			
		3NE1-333-2	450A		276.500			
480A	320.000	3NE1-225-0	200A		100.000			
		3NE1-227-0	250A		200.000			
		3NE1-230-0	315A		310.000			
		3NE1-225-2	200A		51.800			
		3NE1-227-2	250A		80.900			
		3NE1-230-2	315A		168.000			
		3NE1-331-2	350A		177.000			
		3NE1-332-2	400A		224.000			
		3NE1-333-2	450A		276.500			
		3NE1-334-2	500A		398.000	(nur Kurzschluss)		
700A	1.125.000	3NE1-225-0	200A		100.000			
		3NE1-227-0	250A		200.000			
		3NE1-230-0	315A		310.000			
		3NE1-331-0	350A		430.000			
		3NE1-332-0	400A		590.000			
		3NE1-333-0	500A		750.000			
		3NE1-334-0	560A		1.700.000			
				3NE1-225-2	200A		51.800	
				3NE1-227-2	250A		80.900	
				3NE1-230-2	315A		168.000	
				3NE1-331-2	350A		177.000	
				3NE1-332-2	400A		224.000	
				3NE1-333-2	450A		276.500	
				3NE1-334-2	500A		398.000	
				3NE1-435-2	560A		845.000	
				3NE1-436-2	630A		1.320.000	(nur Kurzschluss)
				3NE1-447-2	670A		1.557.000	(nicht geeignet)
				3NE1-437-2	710A		1.725.000	(nicht geeignet)

## 8 Bestellcodes

Bestellcodes							Bedeutung
PST40		-3B0x					Drehstromsteller PST 400V
PST48		-3B0x					Drehstromsteller PST 480V
	300 480 700						Nennstrom Steller
			-0 -100 -150 -200 -250 -300 -400 -500 -600 -700				Ohne Stromerfassung Mit Strommessmodul im angegebenen Stromendwert
				-A -P			Analoge Schnittstelle Profibus-DP Schnittstelle
					-NO -NU		Netzanschluss oben Netzanschluss unten
						-LO -LU	Lastanschluss oben Lastanschluss unten
							-SD -OD Last im Stern oder Dreieck Last im offenen Dreieck

### Bestellbeispiele

PST40300-3B0x-0-A-NU-LU-SD

Modul für Nennlast 400V / 300A

- ohne Strommessung
- Analoge oder serielle Ansteuerung
- Netz und Lastanschluss unten
- Last wird in Dreieck oder Stern aufgelegt

PST48480-3B0x-400-P-NO-LU-OD

Modul für Nennlast 480V / 500A

- mit Strommessung 400A
- Profibus-DP Ansteuerung
- Netzanschluss oben
- Lastanschluss unten
- Last wird in im offenen Dreieck aufgelegt

## 9 Sonstiges

- Der Leistungssteller ist nur von geschultem Fachpersonal zu installieren, zu testen, zu warten, zu reinigen, zu demontieren und zu hantieren. Ungeschultem Personal oder Laien muss unter allen Umständen der direkte und der nähere Zugang verwehrt werden.
- Der Leistungssteller besitzt keine Vorrichtungen zum Schutz gegen das **indirekte** Berühren von gefährlichen elektrischen Spannungen. Das Modul muss während des Betriebs vor Laien hermetisch abgeschottet sein z.B. durch Einbau in einen abschließbaren Schaltschrank.
- Der installierte Leistungssteller muss zur Vermeidung einer elektrischen Gefährdung durch **direktes** Berühren immer mit der beiliegenden Abdeckung aus Polycarbonat 3mm abgedeckt sein. Der Schutz vor elektrischer Gefährdung durch direktes Berühren ist eine Grundforderung der Unfallverhütungsvorschrift BGV-A3 (ehemals VBG-4).
- Sicherungen in der Zuleitung brauchen nicht mehr separat überwacht werden. Sollte eine dieser Sicherungen fallen, erkennt dies der Leistungssteller und meldet einen Fehler.
- Der Steller synchronisiert sich selbst aus den Versorgungsleitungen.
- Sofern als Last ein Transformator mit vorwiegend ohmscher Sekundärlast eingesetzt wird, sollte der Transformator sekundärseitig nie im Leerlauf betrieben werden. Es empfiehlt sich, immer einen Grundstrom von 1% bis 5% sicherzustellen. Der Mindeststrom variiert je nach Hersteller sehr stark.
- Beim Einsatz von vielen Stellern aus einer Einspeisung kann es bedingt durch die Leitungsinduktivität der Zuleitung beim Zündvorgang zu tieferen Spannungseinbrüchen kommen als gewöhnlich, besonders dann, wenn mehrere Steller nahe beieinander zünden. Für diesen Fall empfiehlt sich der Einsatz von verdrosselten Kompensationskondensatoren direkt an der Einspeisestelle. Die Kondensatoren dienen nicht der Blindstromkompensation. Sie kompensieren lediglich den auftretenden Spannungseinbruch bzw. drücken diesen etwas zurück. Als Faustformel sollte der 4te Teil aus dem Produkt von Nennstrom (kA) mal Leitungslänge (m) in kVar installiert werden. Zum Beispiel 1000A bei 200m Zuleitung ergibt 50kVar. Wir beraten Sie gerne und können Ihnen geeignete Produkte empfehlen.
- Der Steller besitzt einen eingebauten zuschaltbaren Filter zur Entstörung solcher Netzeinbrüche. Der Filter sibt zuverlässig alle Störkomponenten aus. Das Modul kann sich somit auch bei stark verbeulten Netzen orientieren und findet Netz nulldurchgänge. Durch den Einsatz des Filters reduziert sich die Grundgenauigkeit von  $\pm 0,5\%$  auf  $\pm 0,8\%$  Regelabweichung.
- Wenn der Planer die Wahl hat zwischen Netzentstörung per Kompensationskondensator oder Filter, sollte er immer zum Kompensationskondensator greifen. Dies hilft auch den restlichen eingebauten Systemen wie z.B. SPS, PC, Monitor etc. zu einem stressfreien Betrieb.
- Die Steuer- und die Lastleitungen müssen in getrennten Kabelkanälen verlegt werden.
- Vor der Erstinbetriebnahme ist die Brücke X6 zu kontrollieren.



- Der Leistungssteller muss auf eine ebenen glatten Montageplatte montiert werden. Die Montageplatte bildet einen Teil des Lüftungskanals. Eine Montage auf einem Lochblech, in einem Rahmen, in einem Gestell oder frei im Raum ist nicht zulässig.
- Der Steller kühlt sich selbst mittels angeflanschten Lüftern. Er ist derart zu installieren, dass die Luft ungehindert eintreten und oben am Kühler ungehindert austreten kann. Dabei können Strömungsgeschwindigkeiten bis 6m/sec auftreten. Die austretende Luft ist dabei um maximal 40°C wärmer als die angesaugte Luft.
- Die Lüfter laufen selbstständig an und werden von der Temperatur auf dem Kühlkörper drehzahlgesteuert. Die Lüfter können zu jeder Zeit anlaufen. Wenn der Steller abschaltet, sei es durch Stellwert 0% oder durch Wegnahme der Freigabe, laufen die Lüfter nach. Es besteht sogar die Möglichkeit, dass die Lüfter während eines Kurzzeitbetriebs nicht arbeiten und erst nach dem Abschalten des Moduls oder der Leistung, sei es durch Stellwert 0% oder durch Wegnahme der Freigabe, anlaufen.
- Die Saugseiten der Lüfter sind offen. Beim unbeabsichtigten Eingriff in diese Öffnungen während des Betriebs besteht eine hohe Verletzungsgefahr.
- Das Modul ist in Wartungsintervallen von ca. 1 bis 6 Monaten zu reinigen und insbesondere vom Staub zu befreien (Lüfter und Kühlrippen). Bei geringer Staubbelastung kann das Wartungsintervall verlängert werden.
- Defekte Teile dürfen nur durch Originalteile ersetzt werden. Eine Reparatur durch den Kunden ist nicht vorgesehen und muss immer beim Hersteller durchgeführt werden.

## 10 Wartung und Service

Der Leistungssteller ist in modernster Halbleitertechnologie aufgebaut und deshalb wartungsfrei.

In regelmäßigen Abständen muss der Einbauort auf Staub kontrolliert und gegebenenfalls von Staub befreit werden. Die Wartungsintervalle müssen der tatsächlichen Staubfracht angepasst werden.

**Beachte:** Zu Wartungs- und Servicearbeiten ist der Schaltschrank bzw. die Maschine oder die Anlage spannungsfrei zu schalten, zu prüfen und zu sichern. Wartungs- und Servicearbeiten dürfen nur von einer geschulten Elektrofachkraft durchgeführt werden. Verbindliche Einzelheiten sind in der UVV – BGV A3 (ehemals VBG 4) in der neuesten Fassung festgelegt.

Für den Steller sind keine Servicearbeiten vorgesehen. Eine Prüfung ist nur beim Hersteller möglich.

## 11 Fehlersuche

Fehler	Ursache
Der Steller funktioniert nicht – die rote Leuchtdiode leuchtet nicht.	<p>Der Steller arbeitet vielleicht nicht.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kontrolle der Versorgungsspannung U1, V1 und W1. Sie muss im spezifizierten Bereich liegen.</li> <li>2. Kontrolle der Phasen. Zwischen U1 und W1 muss die Nennspannung zu messen sein.</li> <li>3. Kontrolle des Steckers X6. Dort muss eine Brücke eingelegt sein, entweder für Nennspannung 400VAC oder für 230VAC.</li> <li>4. Kontrolle des Steckers X11. Dort muss eine Spannung von 48V zu messen sein.</li> </ol> <p>Der Steller arbeitet doch.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kontrolle, dass ein FREIGABE Signal größer als 12,00 VDC (max. 32,0 VDC ) anliegt.</li> <li>2. Kontrolle, dass ein mittlerer bis hoher STELLWERT anliegt. Kleine STELLWERTe verursachen systembedingt kleine Phasenanschnitte, welche wiederum in der Last keine oder nur sehr geringe Wirkung zeigen. Lampen z.B. beginnen erst ab ca. 25% Leistung zu leuchten. Beim Messen der aktuellen Lastspannung ist darauf zu achten, dass ‚normale‘ Digitalmultimeter (DMM) nur sinusförmige Signale richtig messen können. Zur korrekten Messung eines Phasenanschnittes ist ein RMS fähiges DMM oder ein Dreheisenmesswerk zu benutzen.</li> </ol>
Der Steller funktioniert nicht – die rote Leuchtdiode leuchtet dauernd.	<p>Der Steller erkennt einen dauernd anhaltenden Fehler. Um den Fehler einkreisen zu können, ist sicherzustellen, dass der Steller nicht angesteuert wird.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kontrolle der Versorgungsspannung U1, V1 und W1. Sie muss im spezifizierten Bereich liegen.</li> <li>2. Kontrolle der Phasen. Zwischen U1 und W1 muss die Nennspannung zu messen sein.</li> <li>3. Kontrolle des Steckers X11. Dort muss eine Spannung von 48V zu messen sein.</li> </ol>

Fehler	Ursache
<p>Der Steller funktioniert – die rote Leuchtdiode blinkt gelegentlich und meldet damit einen Fehler.</p>	<p>Der Steller erkennt gelegentlich Fehler im Lastkreis. Zählen Sie die Blinkpulse und sehen im Handbuch bei der Beschreibung der Leuchtdioden die vermeintliche Ursache nach. Ein Fehler kann auch andere unvermutete Ursachen haben:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Starke Netzstörungen beeinflussen ganze Halbwellen, so dass bereits gezündete Halbwellen wieder verlöschen.</li> <li>2. Blindstromkompensationsanlagen können ebenfalls so starke Störungen verursachen, dass das Modul in seiner Funktion gestört wird.</li> <li>3. Ausfall von Halbwellen ab EVU oder Umspannwerk.</li> <li>4. Die Nennspannung liegt am unteren Ende es Toleranzbereiches.</li> <li>5. Hochfrequente Transienten verursachen ein <math>du/dt</math> Überkopfzünden.</li> <li>6. Der Steller hat einen internen Fehler und zündet nicht durch.</li> </ol>
<p>Der Steller funktioniert – die rote Leuchtdiode blinkt nach einer gewissen Zeit permanent.</p>	<p>Der Steller erkennt erst nach einer gewissen Zeit einen Fehler. Zählen Sie die Blinkpulse und sehen im Handbuch bei der Beschreibung der Leuchtdioden die vermeintliche Ursache nach.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wenn der Steller zu heiß wird, rutscht die Unterspannungsgrenze nach oben weg. Obwohl die Lastspannung oberhalb der unteren Toleranz liegt, kann es deshalb vorkommen, dass ein Unterspannungsalarm ausgelöst wird.</li> </ol>
<p>Der Steller funktioniert – er wird jedoch zu heiß.</p>	<p>Der Steller wird nicht ausreichend gekühlt.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kontrolle, dass die Temperatur der Luft am Lufteintritt nicht höher ist, als laut Planung vorgesehen.</li> <li>2. Kontrolle, dass die Kühlrippen frei und sauber sind. Eventuell Messung der Luftströmung mittels Anemometer.</li> <li>3. Kontrolle, dass der Steller fest und eben auf einer Montageplatte montiert ist. Die Montageplatte bildet mit den Seitenblechen des Stellers und den Kühlrippen des Kühlers einen Luftkanal. Ohne diesen Luftkanal, zum Beispiel bei Montage auf einem Gestell, hat das Gebläse keine Wirkung.</li> <li>4. Kontrolle, dass der Laststrom nicht höher ist, als laut Berechnung vorgesehen ist. Beim Messen des aktuellen Laststroms ist darauf zu achten, dass ‚normale‘ Digitalmultimeter (DMM) nur sinusförmige Signale richtig messen können. Zur korrekten Messung eines Phasenanschnittes ist ein RMS fähiges DMM oder ein Dreheisenmesswerk zu benutzen.</li> </ol>

## 12 Notizen

Systemtechnik LEBER GmbH & Co. KG  
Friedenstr. 33  
D-90571 Schwaig / Germany  
Fon +49 911 54064 71  
Fax +49 911 54064 73  
[www.powercontact.de](http://www.powercontact.de)  
[info@powercontact.de](mailto:info@powercontact.de)