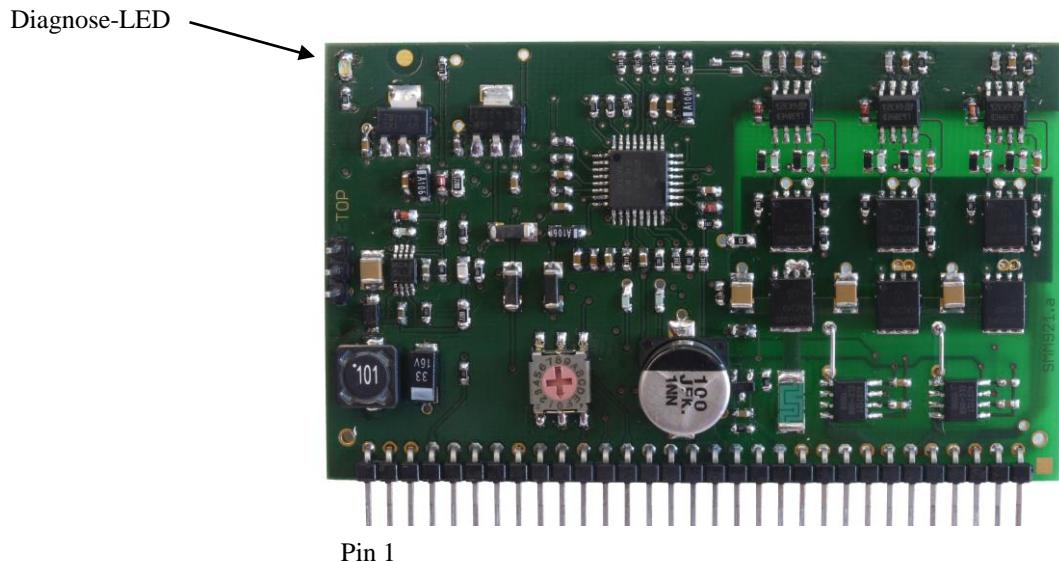


# Datenblatt

## StepperModul SMM921

**OEM Leistungsteil  
für  
3-Phasen Schrittmotoren**



# preliminary

## Produktmerkmale

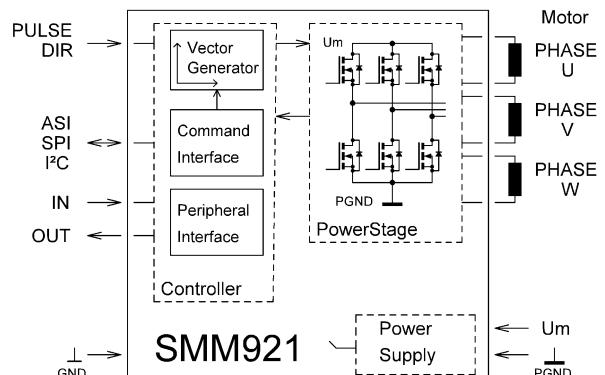
- OEM Modul für 3-Phasen Schrittmotoren
- automatisches Motorsetup beim Einschalten
- automatische Anpassung der Betriebsparameter
- 24V-60V Motorspg., 5,8Arms[8,2As] Phasenstrom
- 200 bis 10000 Schritte/Umdrehung  
für alle gängigen Spindelsteigungen
- hohe Schrittgenauigkeit und Drehmomentkonstanz von Schritt zu Schritt
- Steuerinterface (3,3V, TTL, CMOS kompatibel)
  - o Puls und Richtung bis 500kHz
  - o optional: ASI(RS232, RS485), SPI, I<sup>2</sup>C
- Ausgänge (3,3V, TTL)
  - o Bereitschaft, Diagnose
- umfangreiche Schutzfunktionen
  - o Überstrom, Temperatur,
  - o Unterspannung, Stromabsenkung
- umfangreiche Diagnoseanzeige
- alle Signale auf Stiftleiste
  - o Modul zum Stecken oder Einlöten
  - o stromführende Signale aus Sicherheitsgründen mehrfach belegt
- super kompakt, nur 86,5x52x15 mm<sup>3</sup>

## Schrittmotor-Power auf kleinstem Raum

Das StepperModul SMM921 ist für all die Anwender gedacht, die in ihre Elektronik ein Leistungsteil mit hoher Leistungsdichte pro Volumen integrieren wollen. Das Modul ist komplett, alle „kritischen“ Komponenten sind bereits enthalten. So sind spezifische Detailkenntnisse der Leistungselektronik nicht erforderlich. Die Integration in die Anwenderschaltung ist einfach. Alle Signale sind auf Stiftleisten herausgeführt. Durch die Mehrfachbelegung an den Powersignalen kann das Modul auch steckbar ausgeführt werden.

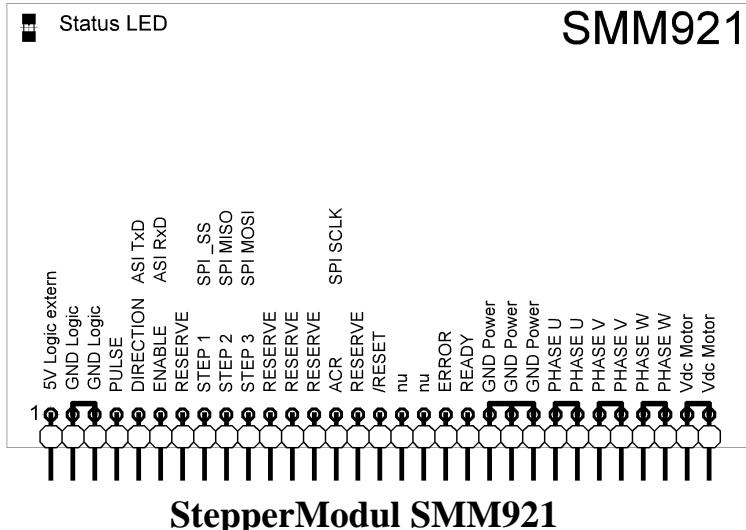
Das Leistungsteil setzt neue Maßstäbe in der digitalen Regelung von Schrittmotorantrieben. Durch den Einsatz modernster DSP-Technik konnte eine Reihe neuer Verfahren und Schaltungstechniken in der Ansteuerung realisiert werden. Zu nennen sind hierbei insbesondere das **Automatische Regler-Setup** beim Einschalten der Endstufe (zum optimalen Betrieb des Schrittmotors), die kontinuierliche Anpassung der Betriebsparameter während des Betriebes, eine variable Boost-Funktion und Stromabsenkung sowie ein spezieller StandBy Mode im Stillstand. Die Endstufe ist voll digital ausgeführt. Die Phasenstrommessung erfolgt direkt in den Motorleitungen. Dabei wurde streng auf die Einhaltung der guten Laufeigenschaften wie resonanzarmer Lauf, gute Schrittwinkelgenauigkeit und hohe Drehmomentkonstanz von Schritt zu Schritt geachtet. Die Leistungseckdaten sind 24V-60V, 5,8Arms Phasenstrom und bis zu 10000 Schritte pro Motorumdrehung auf einem Raum von nur 86x52x15 mm<sup>3</sup>. Neben Puls und Richtung sind auch die optionalen Schnittstellen ASI(RS232, RS485), SPI und I<sup>2</sup>C möglich, so dass auch eine Parametrierung per Interface vorgenommen werden kann.

## Blockschaltbild



## Varianten / Bestellschlüssel:

- |           |                              |
|-----------|------------------------------|
| SMM921-00 | P + R (Puls + Richtung)      |
| SMM921-01 | reserviert                   |
| SMM921-02 | P+R mit SPI Komandointerface |

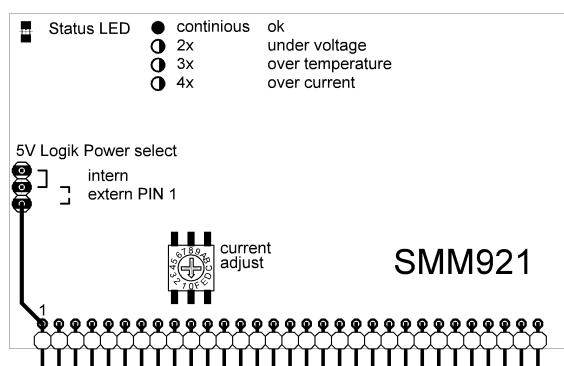
**Pinbelegung:****Pinbeschreibung:**

erste Zeile default, sonst optional, oC= open Collector

Stiftleiste

Pin	Name	Typ	Beschreibung
1	5V Logic		Logik-Versorgung von extern [Power Supply] auch zur Versorgung externer Optokoppler max. 20mA
2,3	GND Logic		Digital Ground Bezugspotential für Logiksignale intern mit GND Power verbunden
4	PULSE		Eingang: Takt für Schrittmotor
5	DIRECTION ASI TxD		Eingang: Richtung für Schrittmotor ASI-Interface TxD
6	ENABLE ASI RxD	Pull Up	Eingang: Freigabe: 0/1 Motor stromlos, / Motor bestromt READY,ERROR= 1 / 0 ASI-Interface RxD
7	RESERVE		reserviert nicht benötigt, PIN offen lassen digital IO zur kundenspezifischen Verwendung
8	STEP1 SPI_SS		Eingang: Einstellung der Schrittauflösung SPI-Interface Slave Select wenn 0
9	STEP2 SPI_MISO		Eingang: Einstellung der Schrittauflösung SPI-Interface MasterIn SlaveOut
10	STEP3 SPI_MOSI		Eingang: Einstellung der Schrittauflösung SPI-Interface MasterOut SlaveIn
11	RESERVE	Pull Up	reserviert nicht benötigt, PIN offen lassen bei SPI: digital IO zur kundenspezifischen Verwendung
12	RESERVE	Pull Up	reserviert nicht benötigt, PIN offen lassen bei SPI: digital IO zur kundenspezifischen Verwendung
13	RESERVE	Pull Up	reserviert nicht benötigt, PIN offen lassen bei SPI: digital IO zur kundenspezifischen Verwendung
14	ACR SPI_SCLK		Eingang: automatische Stromabsenkung 0/1 = aus / ein 60% @>2s SPI-Interface Taktsignal
15	RESERVE	Pull Up	reserviert nicht benötigt, PIN offen lassen bei SPI: digital IO zur kundenspezifischen Verwendung
16	/RESET	Pull Up	Eingang: Modul-Hardware-RESET wenn 0
17,18	nu		nicht benutzt
19	/ERROR		Ausgang: Fehler aktiv, wenn 0 [Diagnose-LED blinkt]
20	READY		Ausgang: 0/1 = Fehler[kein ENABLE / betriebsbereit]
21, 22, 23	GND Power	Power Ground	! intern mit GND Logic verbunden
24, 25	PHASE U	Ausgang:	Motoranschluss Phase U
26, 27	PHASE V	Ausgang:	Motoranschluss Phase V
28, 29	PHASE W	Ausgang:	Motoranschluss Phase W
30, 31	Vdc Motor		Motor Versorgung 24-60 Vdc

## Signal/Pins/Einstellungen



### Hex-Schalter 0-15

Der Motorstrom kann in 16 Stufen eingestellt werden. Grundsätzlich gilt, dass nur soviel Strom wie für die Applikation notwendig eingestellt werden soll, auch, wenn dabei der Nennstrom des Motors nicht erreicht wird. Nachfolgende Tabelle zeigt die möglichen einstellbaren effektiven Stromwerte in A.

Die angegebenen Stromwerte sind Effektivströme  $I_e$  einer Phase. Der Spitzenstrom je Phase  $I_s$  ist  $I_e * \sqrt{2}$ . Bei höheren Schrittfrquenzen kann der eingestellte Motorstrom bedingt durch die Motorinduktivität nicht mehr eingeprägt werden. Drehmomentabfall ist die Folge. (siehe Motorkennlinie der Hersteller) Es wird dann ein Motor mit niedriger Induktivität oder eine höhere Motorspannung empfohlen. (! max. Spannung beachten).

### Motorstromeinstellung

0	1,45 Arms
1	1,75 Arms
2	2,05 Arms
3	2,30 Arms
4	2,60 Arms
5	2,90 Arms
6	3,20 Arms
7	3,50 Arms
8	3,75 Arms
9	4,05 Arms
A	4,35 Arms
B	4,60 Arms
C	4,90 Arms
D	5,20 Arms
E	5,50 Arms
F	5,80 Arms

### Automatische Stromabsenkung wird empfohlen

#### READY: BEREITSCHAFT

Dieser Ausgang ist bei ordnungsgemäßer Funktion high-aktiv. (3,3V) Die Diagnose-LED leuchtet dauernd. Bei Fehler ist der Pegel low, die Diagnose-LED blinkt.

#### /ERROR: Fehler

Dieser Ausgang ist bei ordnungsgemäßer Funktion high-aktiv. (3,3V) Bei Fehler ist der Pegel low

Im Fehlerfall blinkt die Diagnose-LED wie folgt:

- 2x Unterspannung
- 3x Übertemperatur
- 4x Überstrom, Kurzschluss, Endstufe defekt

Der Fehlerzustand kann mit dem Eingang  
ENABLE 1>0>1 aufgehoben werden.

#### GND Logic:

#### Logik Ground

Bezugspotential für die Logiksignale. (siehe Verdrahtungsvorschrift) GND Logic ist intern mit GND Power verbunden.

#### 5V Logic:

#### Logic-Versorgung

Das Modul kann auf zweierlei Arten versorgt werden.

1. extern über Pin 1
2. intern über eigene 5V vom Modulnetzteil

Zur Versorgung evtl. externer Optokoppler wird empfohlen, die interne Modulversorgung zu verwenden. Dann sind alle drei Brückenzpins miteinander zu verbinden. Sonst dürfen keine anderen Verbraucher angeschlossen sein. (max. 20mA)

#### STEP1..3

#### Schrittauflösung

Die Schrittauflösungen beziehen sich auf 50 polige Hybrid-Schrittmotoren. Nachfolgende Tabelle zeigt die möglichen einstellbaren Schrittauflösungen pro Motorumdrehung

#### STEP1..3

000	10000	010	2500	100	1000	110	400
001	5000	011	2000	101	500	111	200

#### Laufverhalten:

⊖ weniger als 400      ☺ 400      ☺ mehr als 400

Das Schrittverhalten verbessert sich mit höherem Motorstrom. (Nennstrom einstellen)

#### Resonanzverhalten

Das Resonanzverhalten und somit die Laufkultur des Schrittmotors wird mit zunehmender Schrittauflösung positiv beeinflusst. Nachfolgende Werte sollen dies verdeutlichen, unter der Annahme, dass wir das Resonanzverhalten für Vollschritt als 100% setzen.

Betrieb: Resonanzverhalten

Vollschrift 100%

Halbschrift 29%

Viertelschrift 8%

#### PULSE: Takt für Schritte

Mit Begin des aktiven Signals wird ein Schritt ausgeführt. Das Leistungsteil reagiert nur auf Signalfanken. Bei aktiver Stromabsenkung (Pin ACR „current reduction“ high) und Pulspausen länger als 2s wird der Motorstrom auf ca. 60% des eingestellten Wertes abgesenkt.

**DIR: Richtung**

Das Richtungssignal bestimmt den Drehsinn des Motors. Durch Vertauschen einer Motorphase z.B. Phase U mit Phase V bei 3-Phasen Schrittmotoren kann die logische Zuordnung invertiert werden.

**ENABLE /FehlerReset:** (normal high)

Mit ENABLE= low wird der Motor stromlos „OFF“ geschalten. Im Normalbetrieb ist ENABLE= high (Motor ein). Im Fehlerfall kann mit ENABLE= low (OFF) der Fehlerzustand aufgehoben werden.

**RESERVE: Pin offen lassen**

Reservepins für evtl. spätere Verwendung

**POWER: VERSORGUNG**

Das StepperModul kann im Bereich von 24 bis 60 Volt betrieben werden. Direkt an den Pins „Vdc Motor“ und „GND-Power“ muss ein Elko mit niedrigem ESR und mindestens 47yF angeschlossen sein. (siehe Verdrahtungsvorschrift) Ferner muss sichergestellt sein, dass das Netzteil im Leerlauf und +10% Netzspannung eine Ausgangsspannung nie über 60 Volt hat und einen ausreichenden Ladekondensator von mindestens 6800yF aufweist.

**Niemals unter Spannung stecken  
! Auf Polung achten**

**GND Power: Power Ground**

Bezugspotential für die Modulversorgung. Grundsätzlich ist das Modul immer über die zwei Pins „Vdc Motor“ und „GND Power“ zu versorgen. GND Power und GND Logic sind intern miteinander verbunden.

**PHASE U, V W MOTORANSCHLUSS**

Die Drehrichtung gegenüber der logischen Zuordnung von „DIR“ kann invertiert werden durch Vertauschen zweier Phasen, zB. U mit V.

**Während dem Betrieb darf unter keinen Umständen die Motorleitung getrennt werden. Es ist auf absolut sichere Kontaktierung der Motorleitungen zu achten**

**/RESET: Modul-Reset**

Wird in der Regel nicht verwendet, da das Modul über einen internen PowerUp-Reset verfügt.

**Optionen:**

Oft ist es sinnvoll, dass das Modul über eine externe Steuereinheit parametriert werden kann, da vielleicht der Zugang am Einbauort nicht gegeben ist. Daher wurden verschiedene serielle Interfaces zur Verfügung gestellt wie folgt:

**RxD, TxD: ASI Interface (optional)**

Asynchrones serielles Interface. Mit entsprechenden Treibern kann somit eine RS232 oder RS485 Schnittstelle aufgebaut werden.

**SDA, SCL: I<sup>2</sup>C Interface (optional)**

Inter Integrated Circuit. Das Modul fungiert generell im Slave Modus.

**SCLK,SS,MISO,MOSI: SPI Interface (optional)**

Serial Peripheral Interface. Das Modul fungiert generell im Slave Modus.

**Funktionsbeschreibung****Stromabsenkung ACR: (Current Reduction)**

Mit ACR auf 0V-Pegel wird die automatische Stromabsenkung aktiviert. Der Motorstrom wird dabei auf ca. 60% des eingestellten Motorstromes abgesenkt. Die Verlustleistung im Motor wie auch in der Endstufe reduziert sich dabei erheblich. Die Stromabsenkung wird aktiv, wenn der Pulseingang länger als ca. 2s inaktiv bleibt. Bei Pulsfrequenzen unter 1 Hz kann es also vorkommen, dass die Stromabsenkung kurzfristig aktiv wird. Um dies zu vermeiden, sollte die Start/Stop-Frequenz deutlich über diesem Wert liegen. Unmittelbar nach aktivem Pulseingang wird der Nennstrom wieder eingestellt

Es wird empfohlen, die Stromabsenkung generell zu aktivieren. Werte aus der Praxis zeigen, dass damit die Temperatur um mehr als 10° abgesenkt werden kann.

**Automatisches Regler-Setup: (Variantenabhängig)**

Beim Einschalten wird der Motor elektrotechnisch erfasst. Daraufhin werden die Betriebsparameter so eingestellt, dass Dynamik und Laufruhe optimal aufeinander abgestimmt sind. Das Leistungsteil passt sich also dem jeweiligen Motor an.

**Variable Boost-Funktion:**

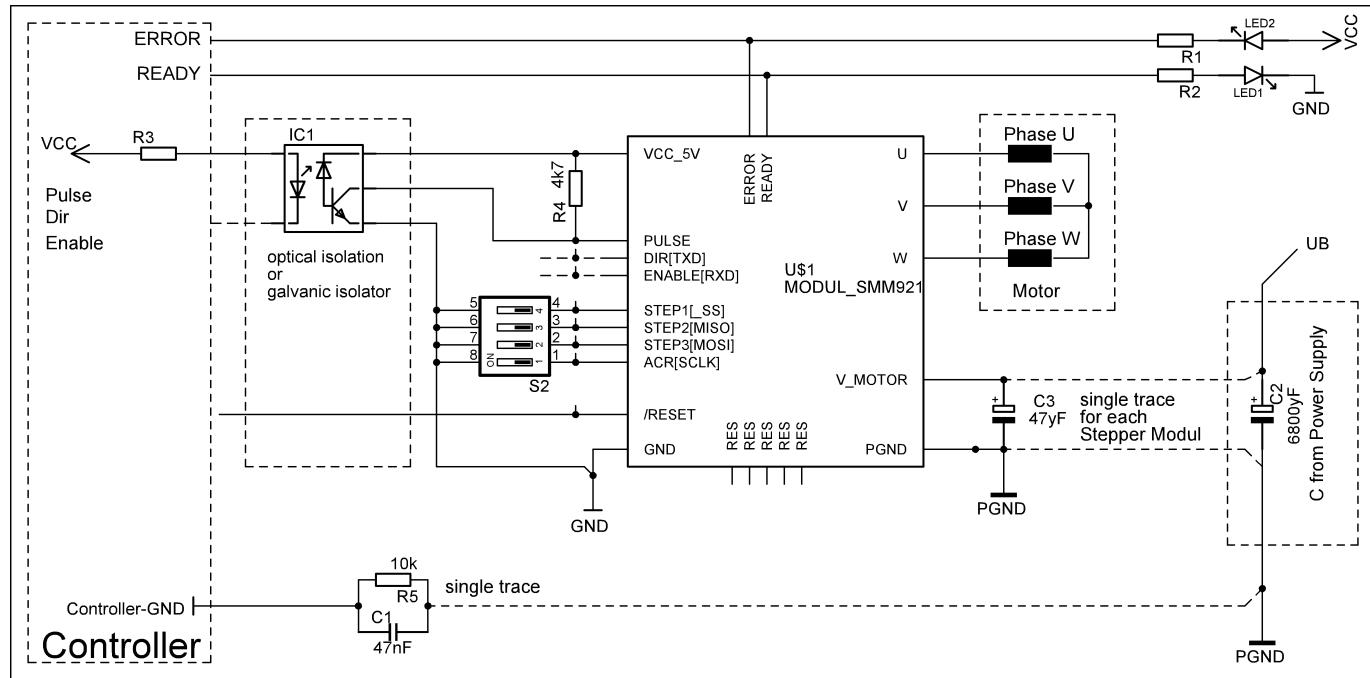
Abhängig vom Beschleunigungsmaß wird die variable Boostfunktion aktiv, d.h. ein zusätzlicher Stromoffset wird abhängig von der Beschleunigung auf den Sollwert aufgeschalten. Dadurch sind höhere Beschleunigungswerte möglich.

**Automatische Anpassung der Betriebsparameter:**

Während des Betriebes werden bestimmte Zustände kontinuierlich erfasst und eine Anpassung verschiedener Betriebsparameter automatisch vorgenommen. Das hält das Drehmoment länger konstant, so dass weit in den oberen Drehzahlbereich dynamisch positioniert werden kann.

**StandBy Mode:** Mit abnehmender Drehzahl bis zum Stillstand wechselt das Leistungsteil allmählich in den Stand-By Mode, der Motor ist dann bei vollem Haltemoment absolut ruhig. Ein großer Vorteil in Büro- oder Laborumgebungen.

## Allgemeine Verdrahtungsvorschrift: galvanische Trennung dringend empfohlen



## Design-Anforderungen:

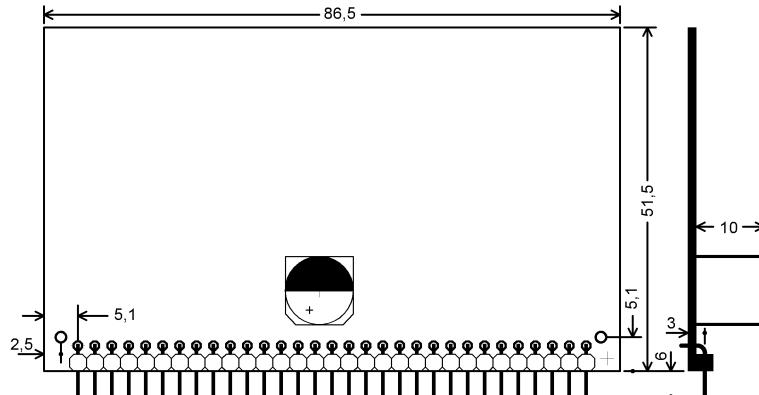
- C3 ist kürzest möglich am PowerModul zu platzieren
  - C3 mit mindestens 47yF und niedrigem ESR
  - jedes Modul muss über eine getrennte Leitung am Netz- teilkondensator C2 angeschlossen werden, wobei die Masseleitung massiv auszulegen ist
  - zwischen Netzteilkondensator C2 und Stützkondensa- toren C3 ist kein Schalter (Not-Aus) erlaubt

**! Leistungsmodul darf nur über ein vorgeschaltetes  
Netzteil eingeschalten werden**

- Die Motorversorgung darf nur über PowerGround PGND und V-Motor erfolgen
  - Controller.GND ist ebenfalls über eine getrennte Leitung mit PGND vom Netzteil (C2) zu verbinden.
  - Vorzugsweise erfolgt die Verbindung über R5 (Potentialausgleich) und C1 (Kurzschluss wechselstromseitig)

- das Bezugspotential für die galvanische Trennung ist GND vom StepperModul
  - die Optokoppler werden an Pin 1 mit 5V versorgt, andere Verbraucher dürfen nicht angeschlossen werden.
  - jeder Optokoppler ist mit 100nF Bypasskondensator zu versehen (Vielschichtkeramik)
  - zur Störsicherheit ist es wichtig, sehr steile Signallanken zu haben, deshalb nur Optokoppler mit digitalem Ausgang verwenden oder aktive Isolatoren

**! Fremde Magnetfelder sind nicht erlaubt  
(Lüfter, el. Ventile, Relais, usw.  
Mindestabstand > 20cm**

**Maße****Technische Daten:**

Bezeichnung	Symbol	Notes	Min	Typ	Max	Einheit
Motor Supply Voltage	Vdc Motor	5	21	24..48	60	V
Supply Current @ 48V (Motor off)	Isc			40		mA
Spannungsrippel	Urip				2	V
Einschaltstrom @ 48V, $I_{Motor} = 4A$	Iup				2	A
Absicherung	F			3		Amtr
5V Hilfsspannung	5VLogic		4,75	5	5,25	V
Stromeinstellwerte 16 Stufen Spitzstrom			145		5,8	Arms
Schritte pro Umdrehung 8 Stufen	STEP1...STEP3		200		10000	steps
Input Voltage High (digital)	VIH		2,0	3,3	5,0	V
Input Voltage Low (digital)	VIL				0,8	V
Input Current High (digital)	IIH		-2,5		2,5	µA
Input Current Low (digital)	IIL	PinGroup 1		-60		yA
Input Current Low (digital)	IILPullUp	PinGroup 2		-400		yA
Output Voltage High @ 4mA	VOH	PinGroup 3	2,4	3		V
Output Voltage Low @ 4mA	VOL	PinGroup 4			0,4	V
Output Voltage High max	VOHm	PinGroup 4		3,3	5	V
PWM-Frequency	PWMFREQ			16		kHz
Temperature Device off	TDooff			72		°C
Time: PowerUp to READY @48V	Tready				2	s
Time: PULSE before DIR	Tpd		100			ns
Time: DIR after PULSE	Tdp		100			ns
Baud Rate ASI (RxTxD)	BRASI			9600		
Clock SPI (SCLK, MISO, MOSI)	CLKSPI			500		kHz
Flankensteilheit	SL	PinGroup 1			10	ns
Data Setup Time SPI	TSPIDSU		20			ns
Data Hold Time SPI	TSPIDH		2			ns
Clock I²C (SCL)	SCLI²C			100		kHz
Data Setup Time I²C	TPCDSU		4			ys
Data Hold Time I²C	TPCDH		300			ns

**Notes:**

- 1: PinGroup 1: ACR/SCLK, STEP1[\_SS], STEP2[MISO], STEP3[MOSI], PULSE, DIR
- 2: PinGroup 2: /RESET, ENABLE[RxD], DIRECTION[TxD], mit PullUp 10k
- 3: PinGroup 3:
- 4: PinGroup 4: READY, ERROR push/pull type
- 5: Referenz= GNDLogic

**Technische Daten:****Modulversorgung:**

absolute max. Versorgungsspannung:	60Vmax.
minimale Versorgungsspannung:	21 V
empfohlene Versorgungsspannung :	24..48 V
Spannungsrippel:	2 Vss max.
Einschaltstrom:	<2A spitz
Absicherung:	3,0 A mt
Stützelko: (direkt an Power, low ESR)	> 47 yF
Netzteilko:	> 6800 yF
Versorgungszuführung:	0,75 mm <sup>2</sup>
Distanz zum Netzteilko	< 0,3m

**5V Hilfsversorgung für Optokoppler/Isolator:**

absolute max. Last:	20mA max.
---------------------	-----------

**Motoranschluß:**

Kabelquerschnitt:	0,75 mm <sup>2</sup>
Kabellänge:	< 1m

**Stiftleisten gesteckt:**

Kontaktwiderstand:	< 20mohm/Stift
nicht oxidierend (Gold)	
fester Sitz, nicht reibend	

Power-Kontakte sind mehrfach belegt

**Umgebungsbedingungen:**

(bei Ub<60V, frei in der Luft)	
IP00	
Umgebungstemperatur:	<40°C
Lagertemperatur:	0...50°C
Platine und Bauteile UL94V-1	
keine Betauung	
keine magnetischen Streufelder	
rel. Luftfeuchtigkeit	<80% @30°C, <50% @40°C

**! Fremde Magnetfelder sind nicht erlaubt**  
**(Lüfter, el. Ventile, Relais, usw.**  
**Mindestabstand > 20cm**

**Problemhilfen:****Motor ohne Haltemoment, obwohl Spannung anliegt**

- die Motorspannung liegt unter dem minimalen Wert
- der Eingang „ENABLE“ ist nicht aktiv
- interne Sicherung defekt

**der Motor entwickelt Haltemoment, führt aber keine Schritte aus**

- Fehler in der Puls-Verkabelung
- der Pulspegel ist zu gering

**plötzliche Knackgeräusche im Motor**

- Versorgung kritisch an der unteren Spannungsgrenze
- der Motoranschluss hat schlechten Kontakt
- Störungen über Puls-/Richtungseingang

**der Motor vibriert bei Pulsfrequenz und läuft nicht an**

- zu geringer Motorstrom eingestellt
- zu hohe Start/Stop-Frequenz, Rampe zu steil
- Motorwicklungen falsch angeschlossen oder Kabelbruch
- falscher Motortyp 2-Phasen ?, 3-Phasen ?

**Motor kommt nicht auf die Enddrehzahl, läuft aber an**

- Motorspannung für geforderte Drehzahl zu gering
- Motorinduktivität ist zu hoch
- Motorstrom wurde zu niedrig eingestellt
- Beschleunigungsrampe ist zu steil
- zu lange, dünne Motorleitungen
- Netzteil ist zu schwach ausgelegt und bricht zu sehr ein

**der Motor verliert einzelne Schritte und driftet weg**

- die Amplituden der Ansteuersignale sind zu gering
- o zu große Störungen auf den Signalleitungen  
Abschirmung verbessern
- o das Verdrahtungskonzept ist nicht optimal (alle Massen sind sternförmig an einen gemeinsamen Bezugspunkt zu führen)
- die mechanische Wellenkopplung hat Schlupf
- der Motor rastet aus und kann nicht folgen

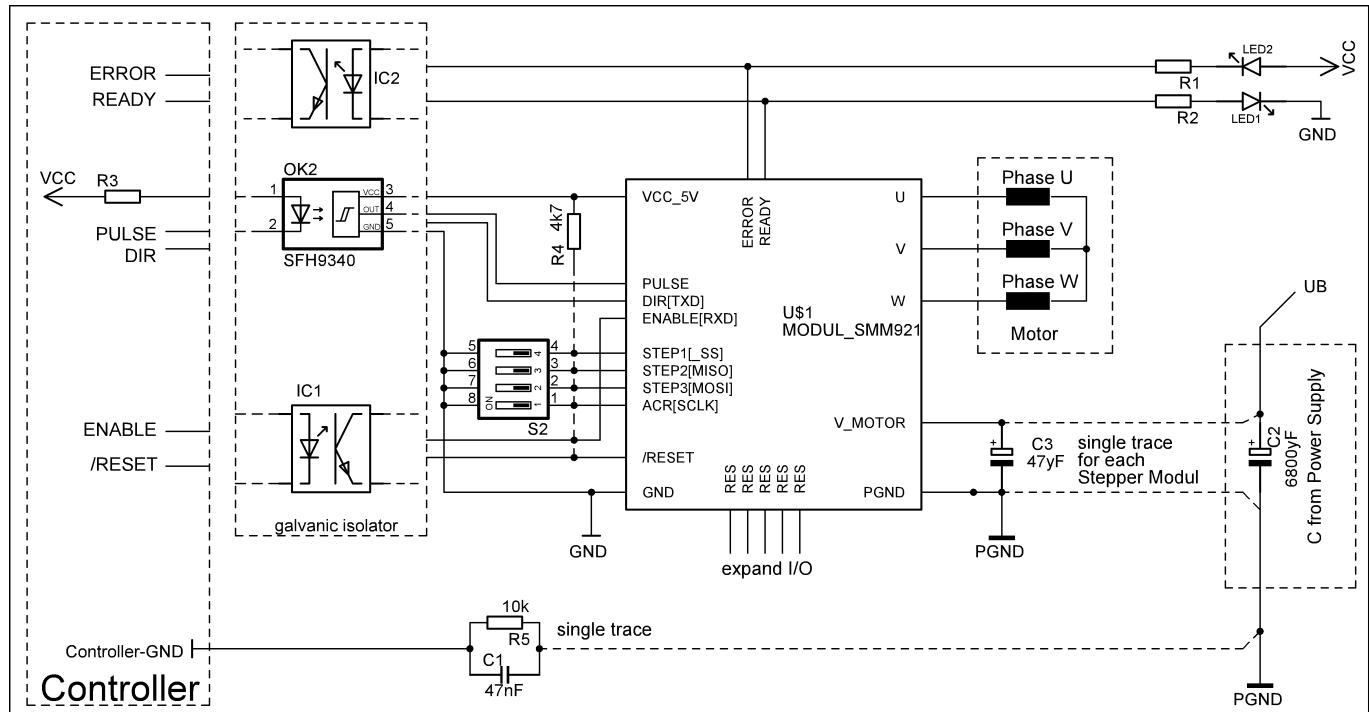
**die automatische Stromabsenkung wirkt nicht**

- der Pulseingang bleibt nach letztem Puls bestromt
- der Schalter ist nicht auf Position „on“

**der Motor wird sehr warm**

- bis 85 Grad Celcius kein Problem

## Anhang 1: StepperModul SMM921-00 Referenzdesign Puls + Richtung



Das StepperModul arbeitet als reines Leistungsteil. Das primäre Interface ist Puls und Richtung. Alle notwendigen Parameter wie Motorstrom oder Schritte pro Umdrehung können direkt auf der Platine oder über Pins des StepperModuls eingestellt werden. Natürlich können die entsprechenden Pins anstatt mit HEX- oder DIP-Schalter auch direkt vom Controller angesteuert werden. Die Parameter können zu jeder Zeit geändert werden.

Alle Signale müssen über einen Widerstand in irgend einer Form angeschlossen werden. Offene Eingänge sind nicht zulässig.

Der Motorstrom wird über den Hex-Schalter auf der Platine eingestellt.

0	1,45 Arms	8	3,75 Arms
1	1,75 Arms	9	4,05 Arms
2	2,05 Arms	A	4,35 Arms
3	2,30 Arms	B	4,60 Arms
4	2,60 Arms	C	4,90 Arms
5	2,90 Arms	D	5,20 Arms
6	3,20 Arms	E	5,50 Arms
7	3,50 Arms	F	5,80 Arms

**Schritte pro Umdrehung: STEP1...STEP3**  
Die Schritteinstellung sollte vor dem Einschalten eingestellt werden.

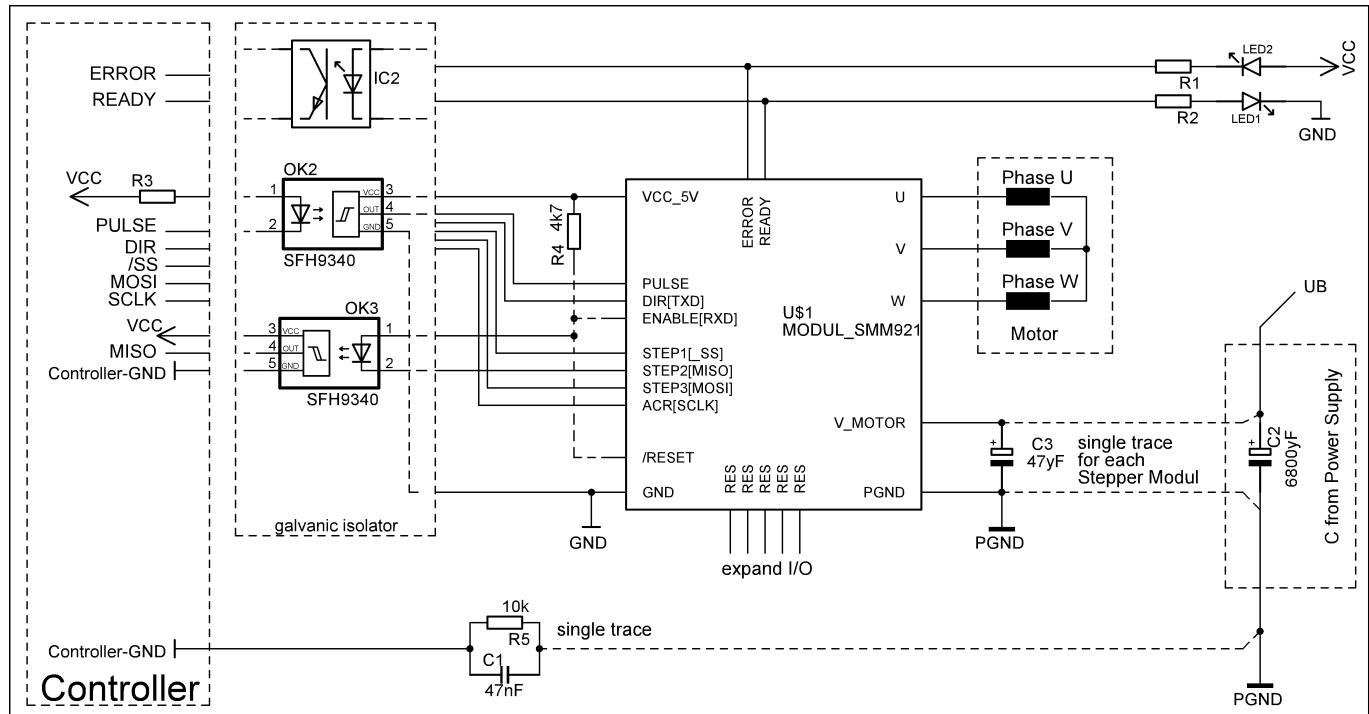
## STEP1..3

000	10000	010	2500	100	1000	110	400
001	5000	011	2000	101	500	111	200

## Verdrahtung:

Zum störungsfreien Betrieb ist die galvanische Trennung zwischen Controller und Leistungsmodul notwendig. Der Controller ist über die Parallelschaltung C1 und R5 mit dem StepperModul verbunden. Das Bezugspotential für die Signale (galvanic isolator) ist immer GNDLogic vom StepperModul. Innerhalb des StepperModuls sind die Massen GNDLogic und PGND durch einen niederohmigen Widerstand verbunden.

Anhang 2: StepperModul SMM921-02 Referenzdesign SPI-Interface



## SPI Merkmale:

Das SPI Telegramm setzt sich aus 4 Worten(8-Byte) zusammen.

Eine Prüfsumme (CRC16) erlaubt die sichere Datenübertragung

Mit jeder gesendeten Anweisung wird gleichzeitig das Status-Telegramm zurück gesendet

Das Leistungsmodul arbeitet als StateMachine und hat vier Zustände wie folgt:

### - Initial-State

Nach dem Einschalten werden Initialisierungen, Tests usw. durchgeführt. Bei ordnungsgemäßen Durchlauf wechselt das Modul in den Preoperational-State. Bei Fehler wird unmittelbar in den Error-State gewechselt.

## - Preoperational-State

Hier werden Einstellungen usw. vorgenommen. Das SPI-Interface ist ab diesem Zustand aktiv. Der Motor ist noch stromlos. Mit der Anweisung GoOperational [17] wird in den Zustand Operational gewechselt.

## - Operational-State

Der Motor wird bestromt, alle Funktionen sind aktiv. Das Signal READY ist aktiv. Beim Wechsel zu Operational-State kann eine automatische Motorlernphase erfolgen. Während dieser Zeit (ca. 1,5s) ist keine Kommunikation

mit dem SPI-Interface möglich. Die Motorlernphase erfolgt nicht, wenn im State „PreOperational“ der Regler-Qualifier (Befehl 22) gesetzt wurde.

### - Error-State

Tritt ein Fehler auf, wird in den Error-State gewechselt. Je nach Schwere des Fehlers kann auch der Motor stromlos geschalten werden. Das Signal READY ist inaktiv. Der Fehlerzustand kann nur mit der Anweisung GoOperational [17] verlassen werden.

Bei Motorverdrahtungsproblemen kann der Error-State nicht verlassen werden, die Anweisung „GoOperational“ wirkt nicht. => (Ausschalten, Einschalten erforderlich)

Im Status-Telegramm wird die Revision mit gesendet

Bei TimeOut (wenn aktiviert) und CRC16 Fehler wird das SPI-Interface neu initialisiert (zu Synchronisationszwecken)

Mit jedem ordentlich empfangenen Befehl wird der TimeOut-Zähler gelöscht

Bei Fehler sind nur noch die Befehle „GoOperational“ und „Status“ wirksam

Format: 16Bit, COM zuerst,  
shift mit 0->1, strobe mit 1->0  
SPI-Mode: CPOL/CPHA=0/1

## **Kurzübersicht der Kommandos**

alle Angaben in dezimal reserviert ! nicht verwenden kann Fehler erzeugen

Com. Nr.	Parameter	Bemerkung
0	---	keine Funktion
1...12	---	reserviert
13	0...10000	Schritte/Umdrehung: 200/400/500/1000/2000/2500/5000/10000
14	0...8000	Phasenstrom [mA] 0...8000 0 => Motor ist stromlos
15	0...1	GATE Pulse gesperrt, wenn 1
16	10...100	Stromabsenkung in [%]
17	---	Go Operational => Wechsel von PreOperational nach Operational Diese Anweisung muss auf jeden Fall empfunden werden
18	---	Status abfragen
19	0...1000	TimeOut aktivieren in 10ms Schritten 0= keine TimeOut-Überwachung Damit hat man die Möglichkeit, wenn mal das SPI-Interface asynchron (Störung im Taktsignal) sein sollte neu zu synchronisieren. Prozedur: Für die 1,5 fache Zeit SPI vom Master sperren (nicht senden), dann erneut einen Befehl (vorzugsweise STATUS [18]) senden
20	---	Fehler reseten, es wird der State vor Error aktiviert ! nur im Zustand Error-State verwenden
21	---	Software Reset (kompletter ReStart wie PowerOn)
22	20...250	Qualifier für Stromregleragilität, 20= wenig, 250= maximal Bei der automatischen Motorlernphase beim Einschalten passt sich der Stromregler an den Faktor U/L (Motorspannung/Motorinduktivität) an. U/L groß => Q klein, U/L klein => Q groß Das ist mit gewissen Toleranzen verbunden. Für die optimale Einstellung kann die Einstellung auch per Anweisung erfolgen. Optimal ist ca. -10% entfernt vom Kritischen Punkt (Motorpfeifen) <b>! Wird der Befehl bereits im State „PreOperational“ gegeben, wird im State „Operational“ das automatische Motorsetup übersprungen</b> Die Anweisung kann dann jederzeit wieder verwendet werden <b>Qualifier ca. 150 passt eigentlich immer</b>
23	---	ZeroPhase, Phase B wird stromlos, Zustand wie beim Einschalten

**Kommando-Struktur** von Controller zu StepperModul  
[Master -> Slave]

Anweisung		Parameter			CRC		
		high word	low word				
COM	ctrl	par_3	par_2	par_1	par_0	crc_1	crc_0

Jedes Kommando setzt sich aus drei Teilen zusammen:  
Anweisung, Parameter, und Prüfsumme

Die Übertragung erfolgt im HEX-Format, 16 Bit, 4 Worte, also 8 Bytes pro Telegramm

Manche Befehle benötigen keine Parameter.

Die Prüfsumme resultiert aus Anweisung und Parameter

Die Anweisung COM wird zuerst übertragen

**Zwischen jedem Telegramm muss eine Pause von > 1ms sein**

**COM:** High-Byte der Anweisung, beinhaltet die eigentliche Anweisung. (siehe Com. Nr. in obiger Tabelle)

CTRL: Low-Byte der Anweisung						R/W
Bit 0	R/W=	0: Schreibanforderung				

1: Leseanforderung (nicht verwendet)

**PAR\_3...0:** Parameter der Anweisung (siehe obige Tabelle)

**CRC:** Prüfsumme CRC16, aus Anweisung und Parameter, Polynom: 0xA001, Schiebung rechts. Die Auswertung erfolgt auf Byte-Ebene im Little Endian Format, d.h. Low-Byte vor High-Byte

**! Bei CRC16 Empfangsfehler wird das SPI-Interface sofort neu initialisiert. Eventuell 3x Telegrammzeit vor Neuinitialisierung einbauen, damit Master neu aufsynchronisieren kann nachdem er gezielt 0x0000 gesendet hat?**

**! Auf CRC16= 0x0000 wird nicht explizit geprüft. (Zusatzindikation zum neu initialisieren?)**

**Daten-Struktur** Von StepperModul zu Controller  
[Slave -> Master]

Identifier		Parameter			CRC		
		high word	low word				
ID	---	par_3	par_2	par_1	par_0	crc_1	crc_0

Jede Rückmeldung setzt sich aus drei Teilen zusammen:  
Identifier, Parameter und Prüfsumme

Die Übertragung erfolgt im HEX-Format, 16 Bit, 4 Worte, also 8 Bytes pro Telegramm

Die Prüfsumme resultiert aus Identifier und Parameter.

ID wird zuerst übertragen. Der Identifier ID ordnet den Parameterwert zu und entspricht dem COM bei einer vorangegangenen Leseanforderung. (Bit in CTRL.R/W gesetzt) Ansonsten wird immer der Status zurück gemeldet mit dem ID=18dez (12hex).

Das StatusWord befindet sich im LowWord vom Parameter.

Die Revision befindet sich im HighWord vom Parameter.

**Beispiel einer Statusrückmeldung (Hex-Werte)**

Identifier		Parameter			CRC		
		high word	low word				
12	00	rev_1	rev_0	sta_1	sta_0	crc_1	crc_0

**Das Statusword wird immer gesendet**

**StatusWord**

15	14	13	11	10	9	8	7	0
State	frei		Temp	Zero	CR		Error	Code

**Error Code: Bit 7...0**

- 00: 0000 0000: - kein Fehler
- 01: 0000 0001: -
- 02: 0000 0010: - Unterspannung
- 03: 0000 0011: - Übertemperatur
- 04: 0000 0100: - Überstrom (Kurzschluss)
- 05: 0000 0101: - Problem in Motorverdrahtung
- 07: 0000 0111: - Fehler im Interface
- 21: 0001 0101: - unzulässiger Parameter
- 23: 0001 0111: - Kommando unbekannt

**CR:** Bit 8 Stromabsenkung aktiv, wenn 1

**ZERO Phase:** Bit 9 Ringzähler steht auf Null-Position, wenn 1

**Temp:** Bit 10 Übertemperatur, wenn 1

<b>State Code:</b>	<b>Bit 15...14</b>	00: Initialisierung 01: PreOperational 10: Operational 11: Fehler (Error)
--------------------	--------------------	--

### State: Initialisierung

Ist sofort nach dem Einschalten des Moduls aktiv. Es werden je nach Version die Grundeinstellungen vorgenommen. Liegt kein Fehler vor, wird danach automatisch in den State Pre-Operational gewechselt.

### State: PreOperational

Das SPI-Interface ist aktiv, der Motor noch stromlos. Die variablen Parameter wie Schritte pro Umdrehung, Motorstrom usw. sollten hier erstmalig eingestellt werden.

**! Motorstrom muss vor Operational gesetzt sein, damit Motorlernphase mit Nennstrom erfolgt**

Nur über das Kommando Nr. 17 kann in den Zustand Operational gewechselt werden.

**Wird in diesem State der Regler-Qualifier (Kommando Nr. 22) gesetzt,**

**wird die Motorlernphase übersprungen**

Bei Erkennen eines Fehlers wird in den Fehler-State gewechselt.

### State: Operational

Der Motor wird bestromt und das Modul wird in einem automatischen SetUp (nicht wenn vorher Kommando Nr.22) auf den angeschlossenen Motor abgestimmt so dass die Laufeigenschaften wie Dynamik und Laufruhe optimiert sind. Danach ist das Leistungsmodul betriebsbereit. **! In dieser Phase ist keine SPI-Kommunikation möglich**

Bei Erkennen eines Fehlers wird in den Fehler-State gewechselt.

### State: Error

Bei Störungen wird in den ErrorState gewechselt. Je nach Schwere des Fehlers (zB. Kurzschluss) wird der Motor stromlos geschalten. ErrorState kann nur über das Kommando Nr. 17 verlassen werden. Sofern kein dauerhafter Fehler vorliegt wird dann State Operational wieder aktiv.

**! Achtung**

**Wird vor State Operational ein Fehler erkannt, kann die automatische Motorlernphase nicht erfolgen da der Wechsel von Pre-Operational zu Operational nicht stattfinden konnte.**

**Work around: Aus-/Einschalten, Kommando 21 oder 22**

### Technische Daten:

Parameter:  $Ub=60V$ , Motor SM224L,  $Imotor= 4,2A$

Default-Werte: Motorstrom: 1500mA  
Schrittauflösung: 1000 steps

Einschaltstrom bis PreOperational: 1200mA

Einschaltstrom PreOperational-> Operational:  
o linear ansteigend auf 4A/570ys, abfallend auf  
300mA/1,7ms, stabil nach 5ms

Einschaltstrom : Motorstrom 0 -> Motorstrom 4000mA

o linear ansteigend auf 3,5A/750ys, abfallend auf  
300mA/2,ms, stabil nach 6ms

Einschaltstrom : Motorstrom 0 -> Motorstrom 8000mA

o linear ansteigend auf 8A/860ys, abfallend auf  
1A/2,3ms, stabil nach 12ms

- Messzeit für Motoranschlusserkennung: < 5ms

- Einschaltzeit bis PreOperational  $[T_{PRE}]$ : < 5ms

- Übergangszeit Preoperational -> Operational  
 $[T_{PO}]$ : < 984ms@60V

zur Sicherheit mindestens 1,5s einplanen

- Übergangszeit Error -> Operational  $[T_{EP}]$ : < 1ms

- Wartezeit Ausschalten -> Wiedereinschalten (ohne externen Kondensator) > 1000ms

### Empfohlene Einschaltsequenz:

- Module einschalten,  $[T_{PRE}]$  abwarten
- Modul 1 selektieren, Schrittauflösung und Motorstrom übergeben, go Operational
- Modul 2 selektieren, Schrittauflösung und Motorstrom übergeben, go Operational
- Modul n selektieren, Schrittauflösung und Motorstrom übergeben, go Operational
- $[T_{PO}]$  abwarten, dann Kommunikation mit Modulen möglich

**Wird vor Operational der Regler-Qualifier gesetzt, wird AutoSetUp übersprungen**

## Allgemeine Installationsanforderungen

Das Gehäuse<sup>1</sup> ist generell separat zu erden. Meist ist dafür an der Frontplatte eine Flügelmutter als Erdungsschraube vorgesehen oder es existiert ein Schirmanschluss. Jede Komponente ist mit einem separaten Erdungskabel an einem zentralen „Erdungspunkt“ anzuschließen. In der Regel ist dies das Maschinenbett oder eine Erdungsschiene im Schaltschrank.

Überprüfen Sie vor der Inbetriebnahme, ob die geforderte Leistung für Ihre Applikation ausreichend ist und dass angegebene Maximalwerte nicht überschritten werden.

Einbaulage senkrecht, Lüftereintritt<sup>1</sup> und Lüftungsschlitzte frei halten

**! Fremdmagnetfelder nicht erlaubt  
(Lüfter, el. Ventile, Relais usw.)  
Mindestabstand > 20cm**

Motorkabel sind generell in geschirmter Ausführung zu installieren. Bei gleichem Potential von Motorflansch und Steuerung (kurze Distanz) wird der Schirm beidseitig geerdet. Ansonsten wird nur eine einseitige Anbindung empfohlen in der Art, dass motorseits der Schirm über einen Kondensator galvanisch getrennt angebunden wird.

Generell darf der Potentialunterschied nur im Bereich von einigen wenigen mVolt liegen

Bei symmetrischen Motorleitungen wie beim 2-Phasen-Schrittmotor (Hin- und Rückleitung) werden verdrillte Adernpaare empfohlen.

Signalkabel sind ebenfalls zu schirmen. Bei Hin- und Rückleitung werden verdrillte Adernpaare empfohlen.

Der Schirmfußpunkt ist möglichst direkt am Gehäuse oder Montageblech aufzulegen.

Signalkabel sind von Motorkabel getrennt zu verlegen. Lange parallele Führungen sind zu vermeiden, Kreuzungen möglichst senkrecht auszuführen.

Überprüfen Sie mögliche Einstellungen auf Richtigkeit.

## Sicherheitshinweise / Schutzanforderungen

Die Installation des Produkts darf nur durch eine ausgebildete Fachkraft (Elektro) durchgeführt werden. Es sind die länderspezifischen Bestimmungen wie Unfallverhütung, Errichten von elektrischen und mechanischen Anlagen und Funkentstörung zu beachten.

Bei nicht sachgemäßen Betrieb des Produkts können Personen verletzt, das Produkt und weitere extern angegeschlossene Komponenten beschädigt oder die Umwelt unzulässig belastet werden

Der Betrieb ist nur mit geschlossenem Gehäuse erlaubt<sup>2</sup>. Das Produkt darf wegen evtl. noch vorhandener Hochspannung grundsätzlich nicht geöffnet werden, auch nicht nach längerem Stillstand. Stellen Sie sicher, dass Kinder keinen direkten Zugang haben.

Es dürfen keinerlei technische Veränderungen am Gerät vorgenommen werden.

Das Gehäuse<sup>1</sup> ist generell und separat zu erden. Dafür ist in der Regel extra eine Erdungsschraube an der Frontplatte vorgesehen. Die Erdung hat vor der Inbetriebnahme zu erfolgen.

Unter keinen Umständen dürfen Stecker unter Spannung oder Betriebszuständen abgezogen oder gesteckt werden. Alle Montagearbeiten haben spannungslos zu erfolgen.

Der Betrieb in feuchter oder Spritzwasser gefährdeter Umgebung ist nicht zulässig

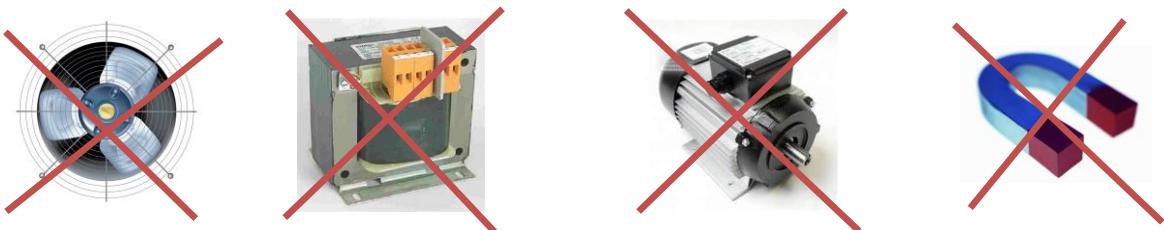
<sup>1</sup> falls vorhanden

<sup>2</sup> nicht bei open frames (nur Platinen)

**Anhang: externe magnetische Störeinflüsse**

Die Motorströme werden mittels Stromsensoren direkt in der Motorleitung gemessen. Externe magnetische Streufelder können die Stromsensoren beeinflussen und sind deshalb in unmittelbarer Umgebung der Leistungselektronik strikt zu vermeiden.

Diese können leicht durch externe Lüfter, Relais, Trafo, Motoren, Permanentmagnete usw. verursacht werden und können den Stromregler stören.



Solche externe Bauteile sind in einem Mindestabstand > 20cm zu betreiben.

## Rechtsanspruch:

Nachfolgende Erklärung gilt unabhängig davon, ob es sich um ein Handbuch, Doku, Bedienungsanleitung oder Datenblatt handelt und wird im Folgenden als Doku bezeichnet.

- Wir behalten uns das Recht vor, die Doku ohne vorherige Ankündigung zu modifizieren und zu verbessern.
- immer nur die Doku mit dem letzten Stand hat ihre Gültigkeit und wird auf der Homepage [www@baur-motion-control.de](mailto:www@baur-motion-control.de) veröffentlicht
- Der Inhalt der Doku wird angeboten so wie er ist.
- Wir können unter keinen Umständen für Verluste, sowie irgendwelche speziellen, direkten oder indirekten Schäden haftbar gemacht werden unabhängig davon wie sie entstanden sein mögen.
- Wir machen keine Zusagen oder Garantien irgendeiner Art für die Exaktheit, Fehlerfreiheit, Verhandelbarkeit und Eignung der Doku für irgendeinen Zweck.
- Bei dem Steppermodul handelt es sich um ein sogenanntes OEM Produkt. (OEM Original Electronic Manufacturing) BAUR übernimmt keine Garantie dafür, dass die Software fehlerfrei ist und störungsfrei arbeitet. Dies gilt insbesondere bei kundenspezifischen Steuerungen und sogenannten OEM-Modulen. Dies ist damit zu begründen, dass die Steuerung in einer fremden Umgebung betrieben wird, bei der nicht immer alle beteiligten Elemente hinreichend bekannt sind. (Sensoren, Mechanik, Versorgung, Reaktionszeiten, Verhalten, .. usw)  
Bei Lieferung von sogenannten OEM-Baugruppen (Platinen in offener Bauweise, die der Anwender in seine Umgebung integriert) garantieren wir nur die Funktion der Platine für sich selbst. Für die ordnungsgemäße Anwendung und Weiterverarbeitung ist der Anwender im vollen Umfang selbst verantwortlich. Alle dazu notwendigen Maßnahmen sind vom Anwender zu treffen. Dies gilt insbesondere zur Einhaltung der entsprechenden Normen wie EMV, (Störstrahlungsunterdrückung, Störfestigkeit, Schirmung), Personenschutz usw.