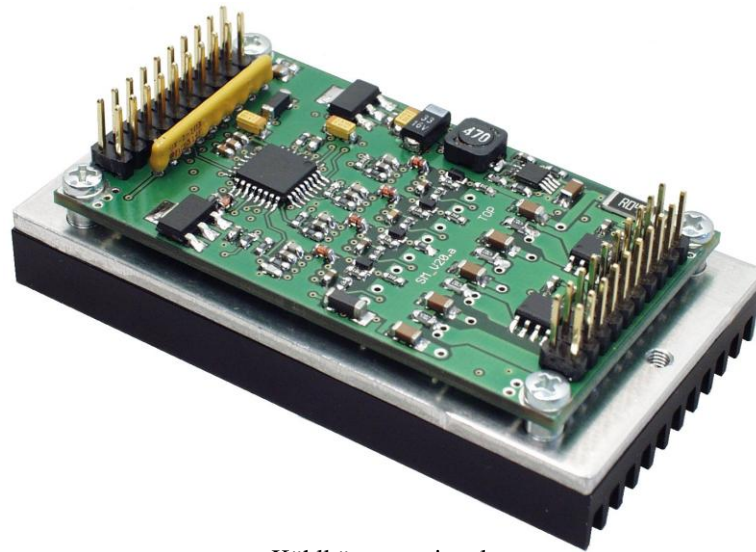


# Datenblatt

## StepperModul SMMx76

OEM Leistungsteil  
für  
2(3)-Phasen Schrittmotoren



Kühlkörper optional

## Produktmerkmale

- OEM Modul für 2(3)-Phasen Schrittmotoren
- automatisches Motorsetup beim Einschalten
- automatische Anpassung der Betriebsparameter
- 24V...80V Motorspg., 1,0A...8As 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 + Lüftersteuerung,
  - o Unterspannung, Phasenbruch, Stromabsenkung
- umfangreiche Diagnoseanzeige
- innovative Mechatronik
  - o Trägerblech zur Wärmeabführung
  - o Kühlkörper optional
- alle Signale auf Stiftleiste
  - o Modul zum Stecken oder Einlöten
  - o stromführende Signale aus Sicherheitsgründen bis zu dreifach belegt
- super kompakt, nur 75x40x10 mm<sup>3</sup>

### Varianten / Bestellschlüssel:

SMM276-xx 2-Phasen Leistungsteil  
SMM376-xx 3-Phasen Leistungsteil

- 00 Puls + Richtung
- 01 reserviert
- 02 SPI Kommandointerface
- 03 ASI-Kommandointerface (Fahrfunktionen)

-10+ kundenspezifische Varianten

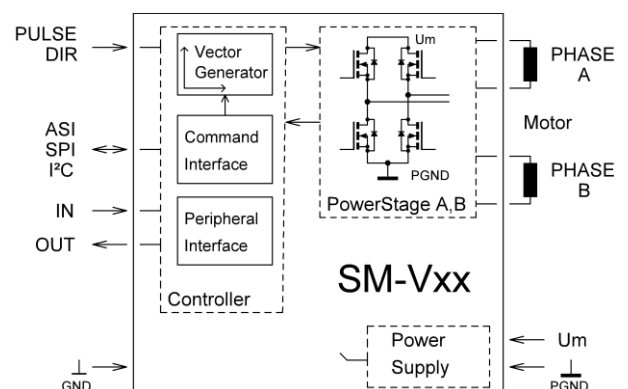
## Schrittmotor-Power auf kleinstem Raum

Das StepperModul SMMx76 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 Pfostenleisten herausgeführt. Durch die Mehrfachbelegung an den Powersignalen kann das Modul auch steckbar ausgeführt werden.

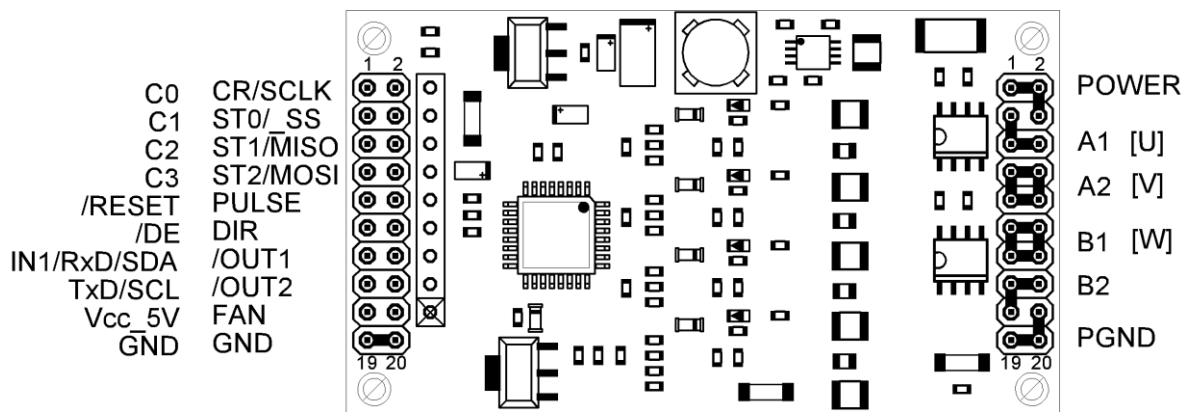
Das Leistungsteil setzt neue Maßstäbe in der digitalen Regelung von Schrittmotorantrieben. Durch den Einsatz modernster DSP-Technik konnte eine Reihe neuer Verfahren und Schaltungstechniken in der Ansteuerung realisiert werden. Zu nennen sind hierbei insbesondere das **Automatische Regler-Setup** beim 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 24...80V, 1...8As, und bis zu 10000 Schritte pro Motorumdrehung auf einem Raum von nur 75x40x10 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** (Beispiel mit 2-Phasen Schrittmotor)



## Pinbelegung:



## StepperModul SMMx76

### Pinbeschreibung:

/Name= low aktiv, erste Zeile default, sonst optional, oC= open Collector

Stecker links A Signalinterface

Pin	Name	Typ	Beschreibung	
A1,3,5,7	C0...3 IO_0...3	Pull Up	Eingang: I/O	Einstellung des Phasenstromes in 16 Stufen digital IO zur kundenspezifischen Verwendung
A9	/RESET	Pull Up	reserviert	wird nicht benötigt, PIN offen lassen
A11	/DE	Pull Up	reserviert	wird nicht benötigt, PIN offen lassen
A13	IN1/RxD/SDA	Pull Up	Eingang: IN1 RxD I/O SDA I/O	OFF(Motor stromlos), Reset im Fehlerfall (normal low) Receive-Data für asynchrones serielles Interface Datenleitung für I <sup>2</sup> C-Interface digital IO zur kundenspezifischen Verwendung
A15	TxD/SCL	Pull Up	Ausgang: TxD SCL I/O	Transmit-Data für asynchrones serielles Interface Taktleitung für I <sup>2</sup> C-Interface digital IO zur kundenspezifischen Verwendung
A17	Vcc_5V		Power Supply	nur zur Versorgung externer Optokoppler max. 20mA
A19, 20	GND		Digital Ground	Bezugspotential für Logiksignale (nur bei gal. Trennung)
A2	CR/SCLK		Eingang: CR SCLK I/O	Stromabsenkung ein/aus Taktsignal für SPI-Interface digital IO zur kundenspezifischen Verwendung
A4	ST0/_SS		Eingang: ST0 _SS I/O	Einstellung der Schrittauflösung Slave Select für SPI-Interface digital IO zur kundenspezifischen Verwendung
A6	ST1/MISO		Eingang: ST1 Ausgang: MISO I/O	Einstellung der Schrittauflösung Slave Ausgangssignal für SPI-Interface digital IO zur kundenspezifischen Verwendung
A8	ST2/MOSI		Eingang: ST2 MOSI I/O	Einstellung der Schrittauflösung Slave Eingangssignal für SPI-Interface digital IO zur kundenspezifischen Verwendung
A10	PULSE		Eingang:	Takt für Schrittmotor
A12	DIR		Eingang:	Richtung für Schrittmotor
A14	/OUT1	oC	Ausgang:	Modul bereit, ok
A16	/OUT2	oC	Ausgang:	Diagnose
A18	FAN		Ausgang:	Lüftersteuerung bei Übertemperatur

Stecker rechts B Leistungsinterface

Pin	Name	Beschreibung
B1,2, 4	POWER	Modulversorgung (Motorspannung)
B3,5,6	A1 [U]	Motoranschluss 2-PhasenStepper: A1 3-PhasenStepper U
B7,8,9,10	A2 [V]	Motoranschluss 2-PhasenStepper: A2 3-PhasenStepper V
B11,12,13,14	B1 [W]	Motoranschluss 2-PhasenStepper: B1 3-PhasenStepper W
B15,16,17	B2	Motoranschluss 2-PhasenStepper: B2
B18,19,20	PGND	Bezugspotential für Modulversorgung

## PIN Funktionsbeschreibung

### C0..3: Motorstromeinstellung

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 Stromwerte in mA für C3..0.

1111	1000	1011	2500	0111	4500	0011	6500
1110	1250	1010	3000	0110	5000	0010	7000
1101	1500	1001	3500	0101	5500	0001	7500
1100	2000	1000	4000	0100	6000	0000	8000

Die angegebenen Stromwerte sind Spitzenströme  $I_s$  einer Phase. Der Effektivstrom je Phase  $I_e$  ist  $I_s/\sqrt{2}$ . Der wirksame Motorstrom  $I_m$  verantwortlich für das Drehmoment setzt sich aus den beiden Phasenströmen  $I_a$  und  $I_b$  zusammen wie folgt:  $I_m = \sqrt{(I_a^2 + I_b^2)}$

Bei höheren Schrittfrequenzen kann der eingestellte Motorstrom bedingt durch die Motorinduktivität nicht mehr eingepreßt 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).

**Automatische Stromabsenkung wird empfohlen**

### ST0..2 Schrittauflösung

Die Schrittauflösungen beziehen sich auf 50 polige Hybrid-Schrittmotoren. Nachfolgende Tabelle zeigt die möglichen einstellbaren Schrittauflösungen pro Motorumdrehung für ST2..0.

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 Schrittvverhalten 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  
 Vollschritt 100%  
 Halbschritt 29%  
 Viertelschritt 8%

#### PULSE: Takt für Schritte

Mit Beginn des aktiven Signals wird ein Schritt ausgeführt. Das Leistungsteil reagiert nur auf Signalfanken. Bei aktivierter Stromabsenkung (Pin CR „current reduction“ low) 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 oder Verpolen einer Motorphase z.B. Phase A bei 2-Phasen Schrittmotoren kann die logische Zuordnung invertiert werden.

#### IN1: OFF, FehlerReset (normal low)

Mit IN1= high wird der Motor stromlos „OFF“ geschaltet. Im Normalbetrieb ist IN1= low (Motor ein). Im Fehlerfall kann mit IN1= high (OFF) der Fehlerzustand aufgehoben werden.

#### /OUT\_1: BEREITSCHAFT, READY

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

#### /OUT\_2: DIAGNOSE

Mit diesem Ausgang kann ein Fehler signalisiert werden wie folgt:

Betriebsbereit: /OUT2 ist dauernd low aktiv

Fehler: /OUT2 pulst wie folgt:  
 100ms aktiv, 300ms nicht aktiv  
 2x Unterspannung war vorhanden  
 3x Übertemperatur  
 4x Überstrom wurde erkannt  
 5x Problem in Motorverdrahtung  
 Wiederholung nach 1,3s Pulspause

Der Fehlerzustand kann mit dem Eingang IN1= high aufgehoben werden.

**FAN: Lüftersteuerung**

Bei Temperaturen im Leistungsteil über 65°C wird der Ausgang aktiv (Pegel 3,3V). Damit kann ein externer Lüfter angesteuert werden. Steigt die Temperatur dennoch weiter hin an, wird die Endstufe bei ca. 72°C abgeschaltet.

**POWER: VERSORGUNG**

Das StepperModul kann im Bereich von 24 bis maximal 80 Volt betrieben werden. Direkt an den Pins „POWER“ und „PGND“ muss ein Elko mit niedrigen ESR und mindestens 47yF angeschlossen sein. (siehe Verdrahtungsvorschrift) Ferner muss sichergestellt sein, dass das Netzteil im Leerlauf und +10% Netzspannung eine Ausgangsspannung nicht über 80 Volt hat und einen ausreichenden Ladekondensator von mindestens 6800yF aufweist.

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

**PGND: Power Ground**

Bezugspotential für die Modulversorgung. Grundsätzlich ist das Modul immer über die zwei Pins „POWER“ und „PGND“ zu versorgen.

**GND: Logik Ground**

Bezugspotential für die Logiksignale. (siehe Verdrahtungsvorschrift)

**A1[U], A2[V] und B1[W], B2: MOTORANSCHLUSS**

Die Endstufe kann 2- oder 3-Phasen Schrittmotoren ansteuern. Die Drehrichtung gegenüber der logischen Zuordnung von „DIR“ kann invertiert werden. Bei 3-Phasen durch Vertauschen der Phasen W mit V und bei 2-Phasen durch Umpolen einer der Phasen A oder B.

**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.

**/DE reserviert**

Nur für internen Gebrauch. ! Nicht anschließen.

**Vcc\_5V: Optokoppler-Versorgung**

Versorgung evtl. externer Optokoppler. Sonst dürfen keine anderen Verbraucher angeschlossen sein. (max. 20mA)

**Optionen:**

Oft ist es sinnvoll, dass das Modul über eine externe Steuereinheit parametrierbar 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**

Asynchrones serielles Interface. Mit entsprechenden

Treibern kann somit eine RS232 oder RS485 Schnittstelle aufgebaut werden.

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

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

**SCLK, SS, MISO, MOSI: SPI Interface**

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

**Funktionsbeschreibung**

**Stromabsenkung CR: (Current Reduction)**

Mit CR 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:**

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:**

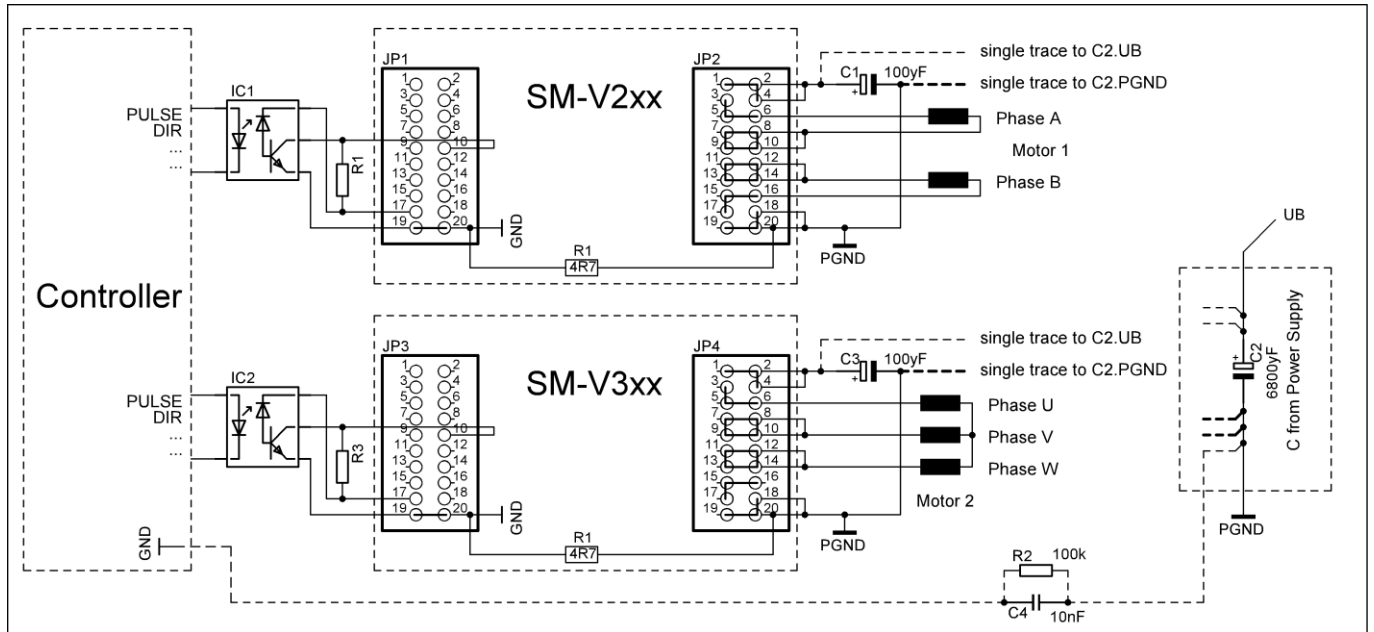
Abhängig vom Beschleunigungsmaß wird die variable Boostfunktion aktiv, d.h. ein zusätzlicher Stromoffset wird abhängig von der Beschleunigung auf den Sollwert aufgeschaltet. Dadurch sind höhere Beschleunigungswerte möglich.

**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:**

- C1,C3 ist kürzestmöglich am PowerModul zu platzieren
- C1,C3 mit mindestens 47µF und niedrigem ESR
- jedes Modul muss über eine getrennte Leitung am Netz-

teilkondensator C2 angeschlossen werden, wobei die Masseleitungen massiv auszulegen ist

- Die Motorversorgung darf nur über PowerGround PGND

und UB erfolgen

- Controller.GND ist ebenfalls über eine getrennte Leitung

mit PGND vom Netzteil (C2) zu verbinden.

- falls erforderlich kann dies optional über R2 und C4

erfolgen, diese dienen dem Potentialausgleich

- das Bezugspotential für die Optokoppler ist GND vom

StepperModul SM\_Vxx

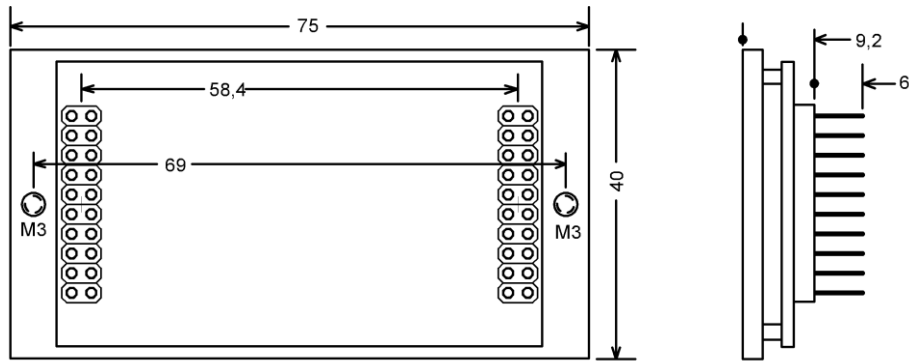
- die Optokoppler werden an Pin 17 mit 5V versorgt, andere Verbraucher dürfen nicht angeschlossen werden.

- jeder Optokoppler ist mit 100nF Bypasskondensator zu versehen (Vielschichtkeramik)

- zur Störsicherheit ist es wichtig, sehr steile Signalflanken

zu haben, deshalb nur Optokoppler mit digitalem Ausgang verwenden

**Maße**



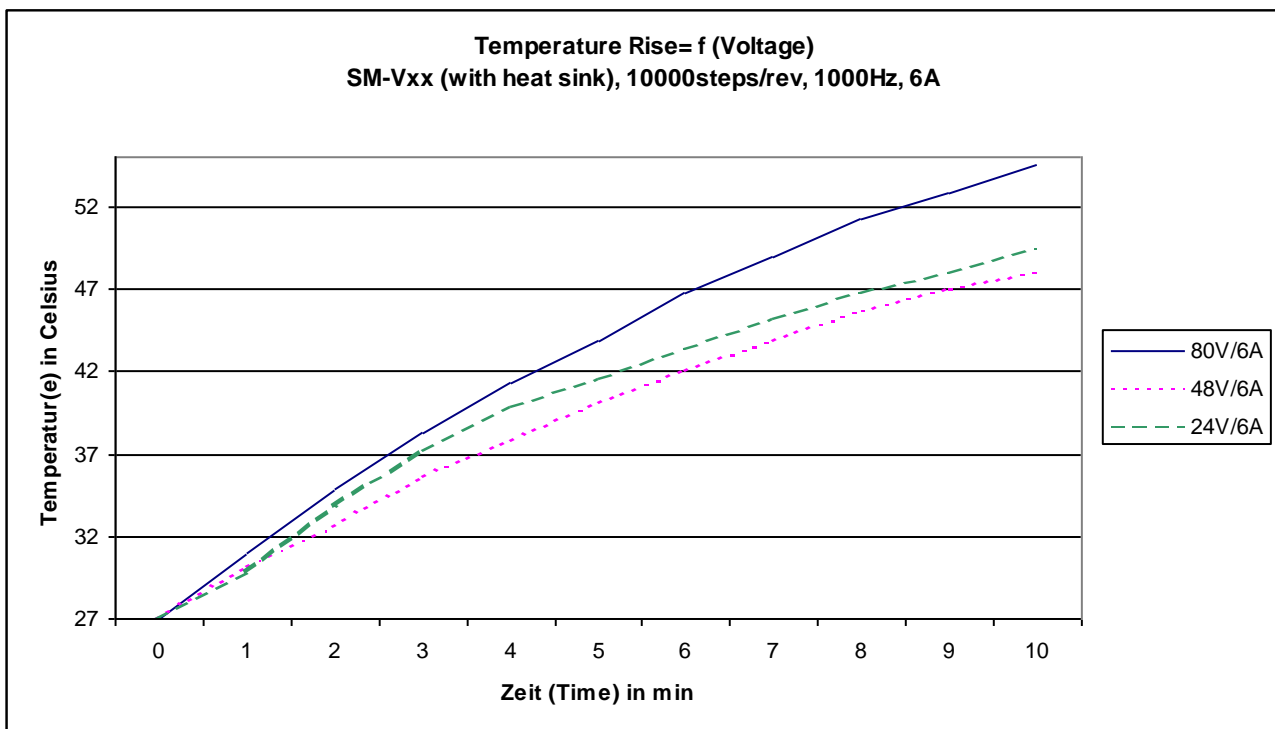
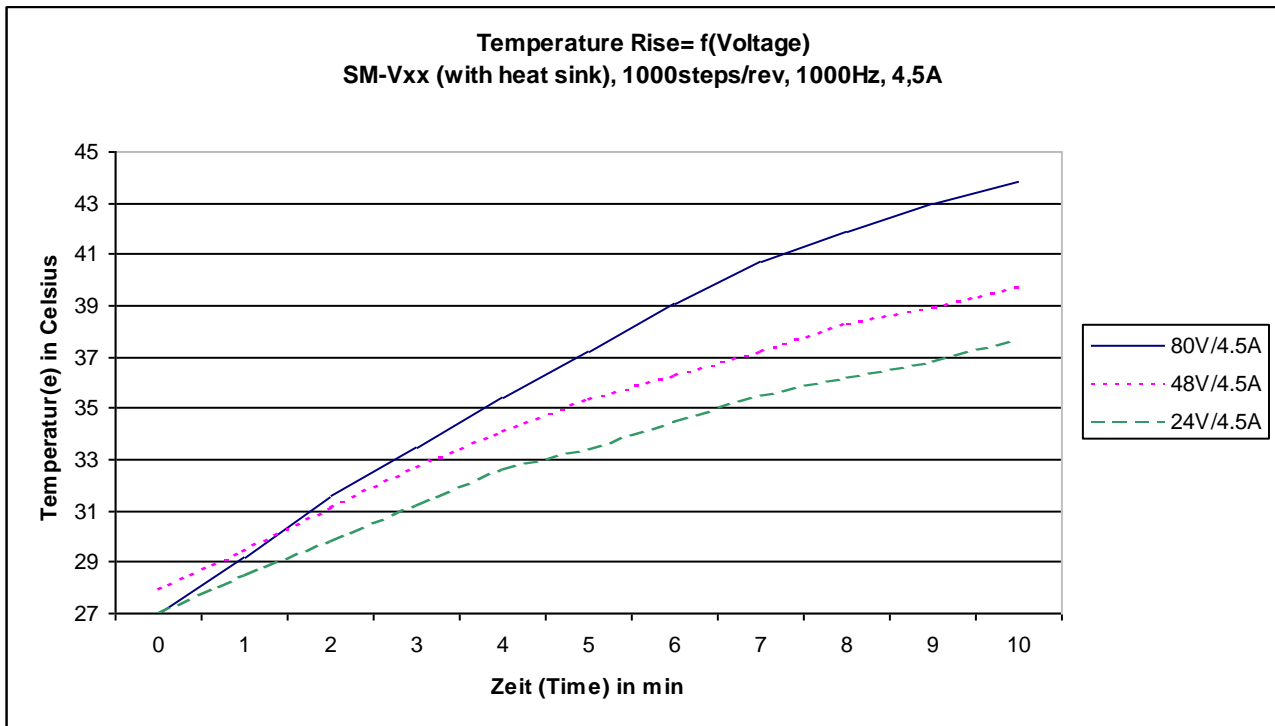
**Technische Daten:**

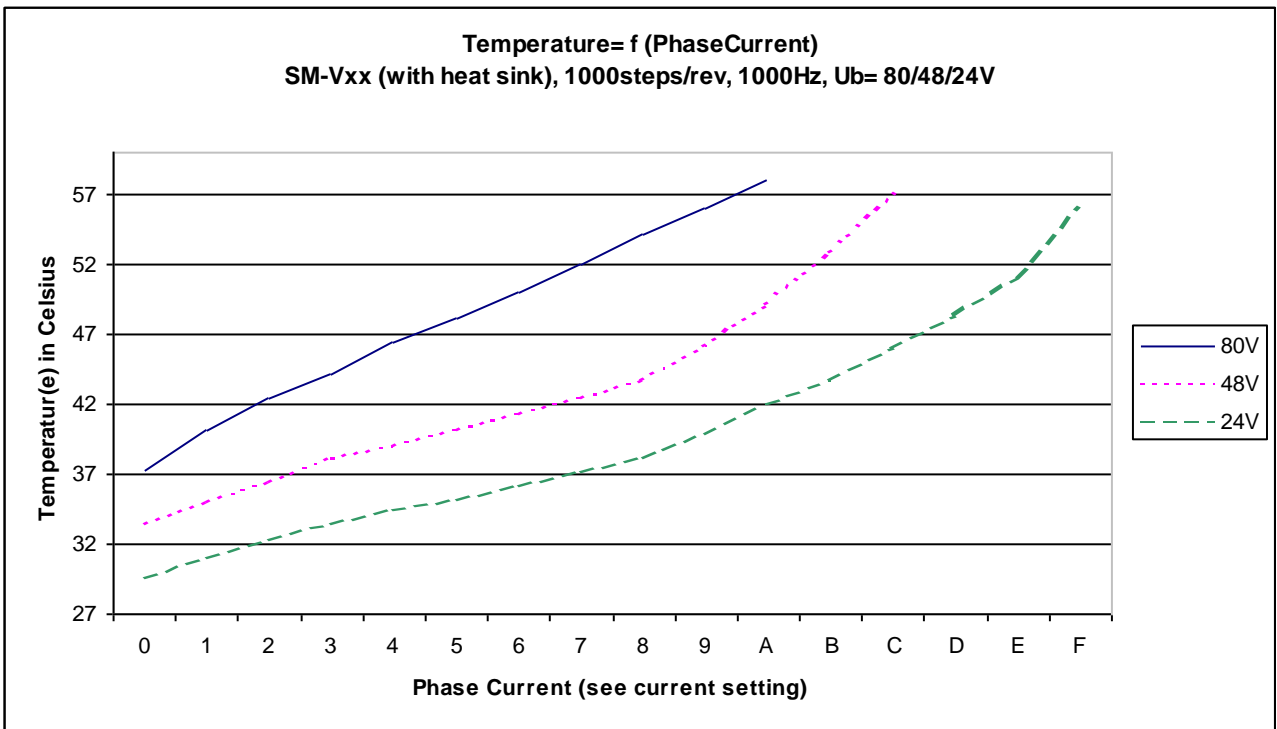
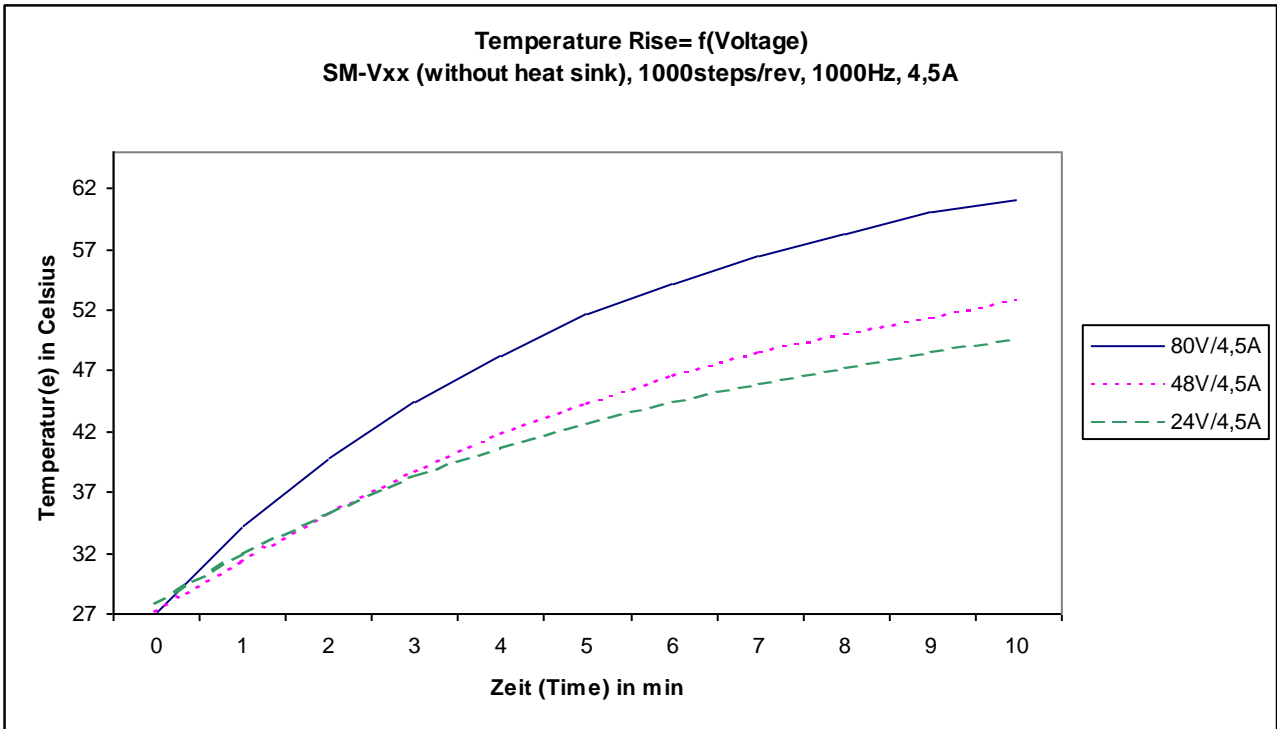
Bezeichnung	Symbol	Notes	Min	Typ	Max	Einheit
Motor Supply Voltage	POWER	5	21	24..72	80	V
Supply Current @ 48V (Motor off)	$I_{SC}$			40		mA
Spannungsrippel	$U_{rip}$				2	V
Einschaltstrom @ 48V, $I_{Motor} = 4A$	$I_{up}$				2	A
Absicherung	F			3		Amtr
5V Hilfsspannung	$U_{opto}$				20	mA
Stromeinstellwerte 16 Stufen Spitzenstrom	C0...C3		1		8	A
Schritte pro Umdrehung 8 Stufen	ST0...ST2		200		10000	steps
Input Voltage High (digital)	$V_{IH}$		2,0		5,5	V
Input Voltage Low (digital)	$V_{IL}$				0,8	V
Input Current High (digital)	$I_{IH}$		-2,5		2,5	$\mu A$
Input Current Low (digital)	$I_{IL}$	PinGroup 1		-60		yA
Input Current Low (digital)	$I_{ILPullUp}$	PinGroup 2		-400		yA
Output Voltage High @ 4mA	$V_{OH}$	PinGroup 3	2,4			V
Output Voltage Low @ 4mA	$V_{OL}$	PinGroup 4			0,4	V
Output Voltage High max	$V_{OHm}$	PinGroup 4			5,5	V
PWM-Frequency	$PWM_{FREQ}$			16		kHz
Temperature FAN on	$T_{FANon}$			65		$^{\circ}C$
Temperature Device off	$T_{Doff}$			72		$^{\circ}C$
Time: PowerUp to READY @48V	$T_{pureadv}$				2	s
Time: PULSE before DIR	$T_{pd}$		100			ns
Time: DIR after PULSE	$T_{dp}$		100			ns
Baud Rate ASI (RxD,TxD)	$BR_{ASI}$			9600		
Clock SPI (SCLK, MISO, MOSI)	$CLK_{SPI}$			500		kHz
Flankensteilheit	SL	PinGroup 1			10	ns
Data Setup Time SPI	$T_{SPIDSU}$		20			ns
Data Hold Time SPI	$T_{SPIDH}$		2			ns
Clock I <sup>2</sup> C (SCL)	$SCL_{I^2C}$			100		kHz
Data Setup Time I <sup>2</sup> C	$T_{PCDSU}$		4			ys
Data Hold Time I <sup>2</sup> C	$T_{PCDH}$		300			ns

**Notes:**

- 1: PinGroup 1: CR/SCLK, ST0/\_SS, ST1/MISO, ST2/MOSI, PULSE, DIR
- 2: PinGroup 2: C0..3, /RESET, /DE, IN1/RxD/SDA, TxD/SCL, mit PullUp 10k
- 3: PinGroup 3: FAN
- 4: PinGroup 4: /OUT1, /OUT2 open collector type
- 5: Referenz= PGND

**Temperaturverhalten:**





## Technische Daten:

### Modulversorgung:

absolute max. Versorgungsspannung:	80Vmax.
minimale Versorgungsspannung:	21 V
empfohlene Versorgungsspannung :	24..75 V
Spannungsrippel:	2 Vss max.
Einschaltstrom:	<2A spitze
Absicherung:	3,0 A mt
Stützelko: (direkt an Power, low ESR)	> 100 yF
Netzteilko:	> 6800 yF
Versorgungszuführung:	0,75 mm <sup>2</sup>
Distanz zum Netzteilko	< 0,3m

### 5V Hilfsversorgung für Optokopler:

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

## Problemhilfen:

### Motor ohne Haltemoment, obwohl Spannung anliegt

- die Motorspannung liegt unter dem minimalen Wert
- die Funktion „OFF“ ist aktiv
- interne Sicherung defekt

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

- Fehler in der Puls-Verkabelung
- der Pulspegel ist zu gering
- die Funktion „OFF“ ist aktiv

### 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
  - o 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

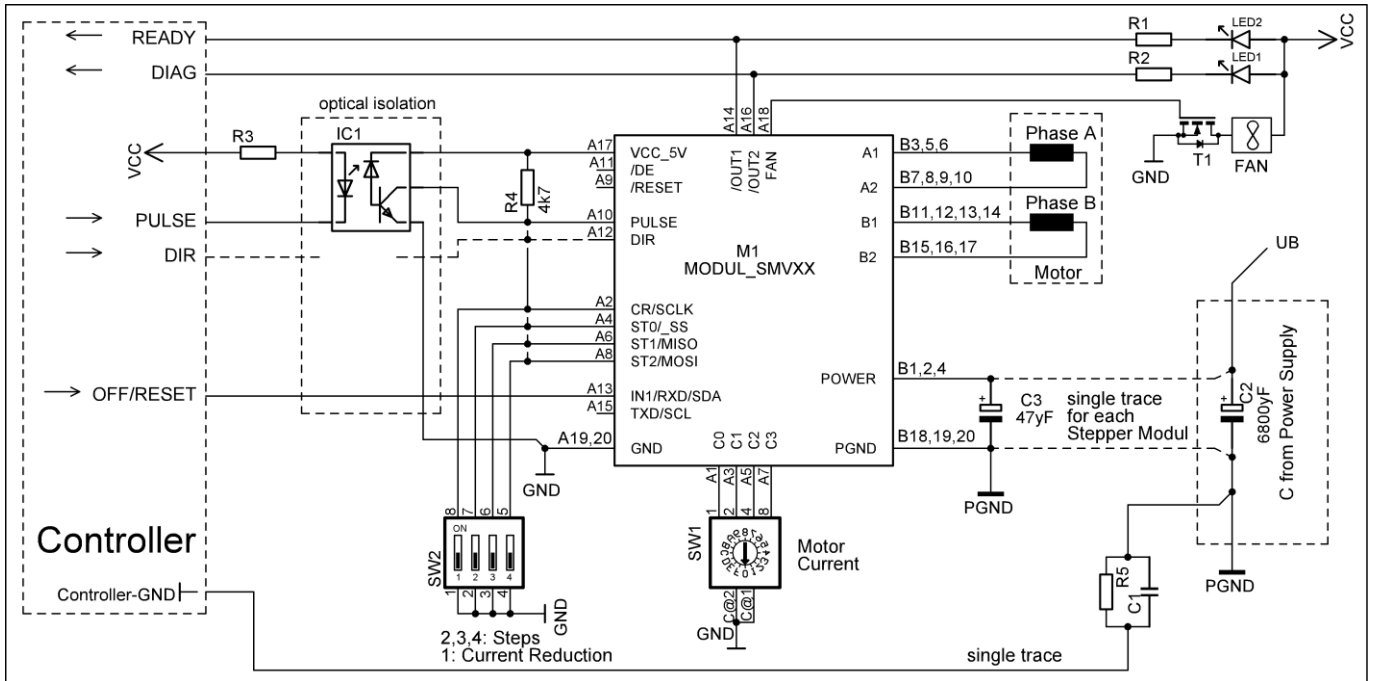
- der Pulseingang bleibt nach letztem Puls bestromt
- der Schalter ist nicht auf Position „on“

### der Motor wird sehr warm

- bis 85 Grad Celcius kein Problem

Anhang 1: Referenzdesign StepperModul SMMx76-00

[Puls/Richtung mit Bedienelementen]



Das StepperModul arbeitet als reines Leistungsteil. Das primäre Interface ist Puls und Richtung. Alle notwendigen Parameter wie Motorstrom oder Schritte pro Umdrehung werden direkt an den Pins des StepperModuls eingestellt. 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.

Die ungeraden Pins A1...A15 sind intern mit einem PullUp-Widerstand versehen und können deshalb bei Nichtgebrauch offen bleiben. Alle anderen Signale müssen über einen Widerstand in irgend einer Form angeschlossen werden.

**Phasenstrom: C3...C0**

1111	1000	1011	2500	0111	4500	0011	6500
1110	1250	1010	3000	0110	5000	0010	7000
1101	1500	1001	3500	0101	5500	0001	7500
1100	2000	1000	4000	0100	6000	0000	8000

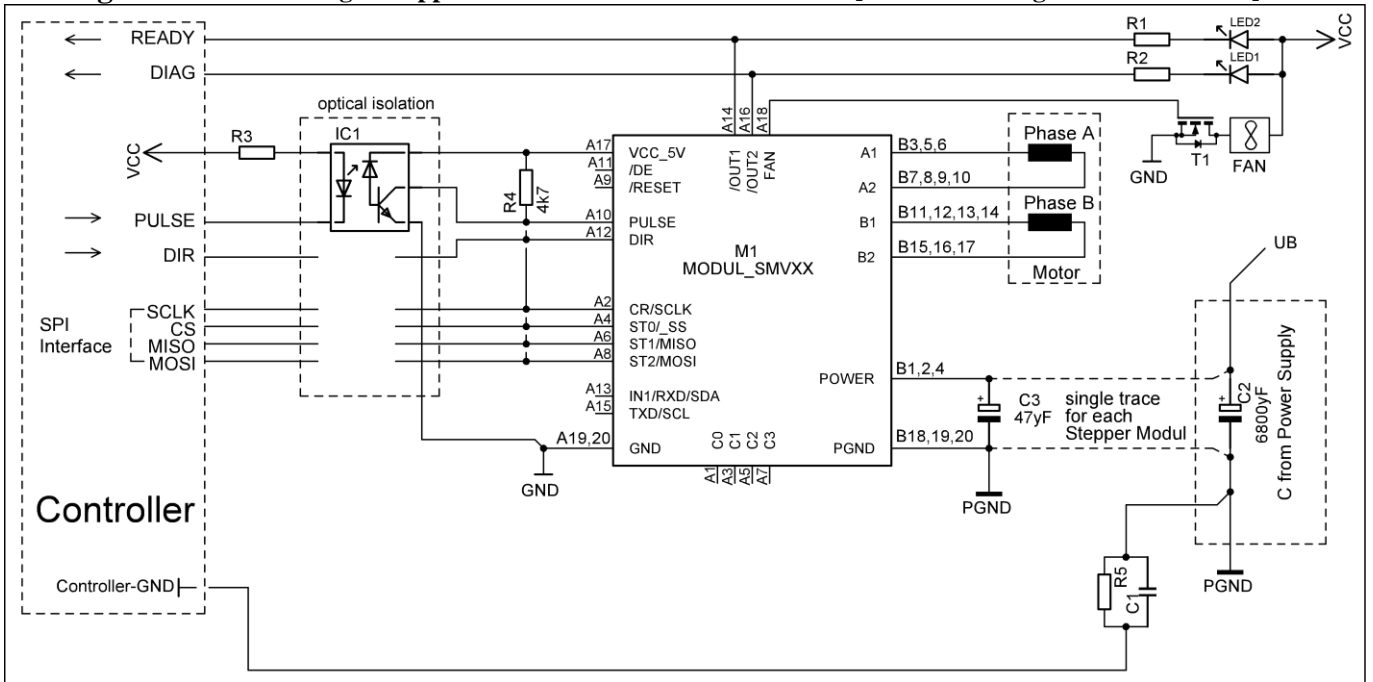
**Steps / Umdrehung: ST2...ST0**

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

Zum störungsfreien Betrieb ist die galvanische Trennung zwischen Controller und Leistungsmodul sehr zu empfehlen. Das Bezugspotential des Controllers ist über eine getrennte Leitung mit PGND vom Netzteil (C2) zu verbinden. Falls erforderlich kann dies auch über die Bauteile C1 und R5 erfolgen. Innerhalb des StepperModuls sind die Massen GND und PGND durch einen niederohmigen Widerstand verbunden so dass letzten Endes alle Komponenten miteinander sternförmig verbunden sind.

**Anhang 2: Referenzdesign StepperModul SMMx76-01**

[Parametrierung mit SPI-Interface]



Das StepperModul arbeitet als reines Leistungsteil. Das primäre Interface ist Puls und Richtung. Alle notwendigen Parameter wie Motorstrom oder Schritte pro Umdrehung usw. werden über das SPI-Interface eingestellt. Alle sonst üblichen Bedienelemente wie HEX- oder DIP-Schalter können somit entfallen.

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

Die Parameterzuordnung ist wie folgt:

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

**ControlWord**

15	14	11	10	9	8	7	6	4	3	0
OP	frei	GATE	OFF	CR	frei	Steps/ Umdr.	Phasen strom			

**Phasenstrom: Bit 3...0**

0000	1000	0100	2500	1000	4500	1100	6500
0001	1250	0101	3000	1001	5000	1101	7000
0010	1500	0110	3500	1010	5500	1110	7500
0011	2000	0111	4000	1011	6000	1111	8000

**Steps / Umdrehung: Bit 6...4**

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

**Die Parameter Phasenstrom und Steps/U werden spätestens nach 10ms übernommen**

**CR: Bit 8**

Automatische Stromabsenkung ein, wenn 1  
 Die Stromabsenkung wird nach ca. 2s Pulspause aktiv, mit Puls sofort deaktiv.

**OFF: Bit 9**

Motor stromlos, wenn 1  
 Der Motor kann manuell verstellt werden

**GATE: Bit 10**

Pulse gesperrt, wenn 1

**OP: Bit 15**

Wechsel in den Zustand „Operational“

**Zustand: PowerUP:**

Beim Einschalten des Moduls werden die Zustände „Initialisierung“ und „PreOperational“ aktiv. In der Initialisierung wird die Grundeinstellung vorgenommen. Danach wechselt das Modul in den Zustand PreOperational. In diesem Zustand ist das SPI-Interface bereits aktiv. Der Motor jedoch ist noch stromlos. Die variablen Betriebsparameter wie Schrittauflösung, Motorstrom usw. sollten nun in diesem Zustand definiert werden. Mit dem Wechsel in den Zustand Operational werden dann diese Parameter übernommen. Der Motor wird eingeschaltet und in einem automatischen SetUp wird das Schrittmotormodul optimal auf den Motor abgestimmt. Danach ist das Modul betriebsbereit.

**Zustand: Fehler**

Mit OP aktiv wird der Fehlerzustand aufgehoben und in den Betriebszustand Operational gewechselt.

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

**StatusWord**

15	14	13	11	10	9	8	7	4	3	0
State Code	frei	Temp	Zero Phase	CR	frei	Error Code				

**Error Code: Bit 3...0**

- 0000: - kein Fehler
- 0001: -
- 0010: - Unterspannung
- 0011: - Übertemperatur
- 0100: - Überstrom (Kurzschluß)
- 0101...1111 -

**CR: Bit 8**

Stromabsenkung aktiv, wenn 1

**ZERO Phase: Bit 9**

Ringzähler steht auf Null-Position, wenn 1  
 Mit ZeroPhase kann reproduzierbar pulsgenau referenziert werden. Beim Einschalten wird der Schrittmotor bestromt und rastet mit seinem Haltemoment ein. Diese Position wird Null-Position oder ZeroPhase genannt. Der für die Schrittweitschaltung verantwortliche Ringzähler ist null. Je nach Schrittauflösung (Anzahl der Schritte/Umdrehung) hat der Ringzähler eine entsprechende Breite (Modulo). So wird ZeroPhase alle Modulo Schritte aktiv.

Schritte/Umdrehung	Modulo
10000	200
5000	100
2500	50
2000	40
1000	20
500	10
400	8
200	4

**Temp: Bit 10**

Übertemperaturwarnung, wenn 1  
 Kurz vor der Abschaltung wegen zu hoher Temperatur an der Endstufe wird das Bit als Warnung gesetzt  
 Einschalttemperatur: > 55°C  
 Abschalttemperatur: < 54°C  
 Übertemperatur: > 58°C => Fehlerzustand

**State Code: Bit 15...14**

- 00: State: 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. Danach wird automatisch in den State PreOperational gewechselt.

**State: PreOperational**

Das SPI-Interface ist aktiv, der Motor noch stromlos. Die variablen Parameter wie Schritte pro Umdrehung und Motorstrom usw. sollten hier erstmalig eingestellt werden. Nur über das ControlWord Bit15 [OP] kann in den Zustand Operational gewechselt werden.

**State: Operational**

Der Motor wird bestromt und das Modul in einem automatischen SetUp auf den angeschlossenen Motor abgestimmt so dass die Laufeigenschaften wie Dynamik und Laufruhe optimiert sind. Danach ist das Leistungsmodul betriebsbereit.

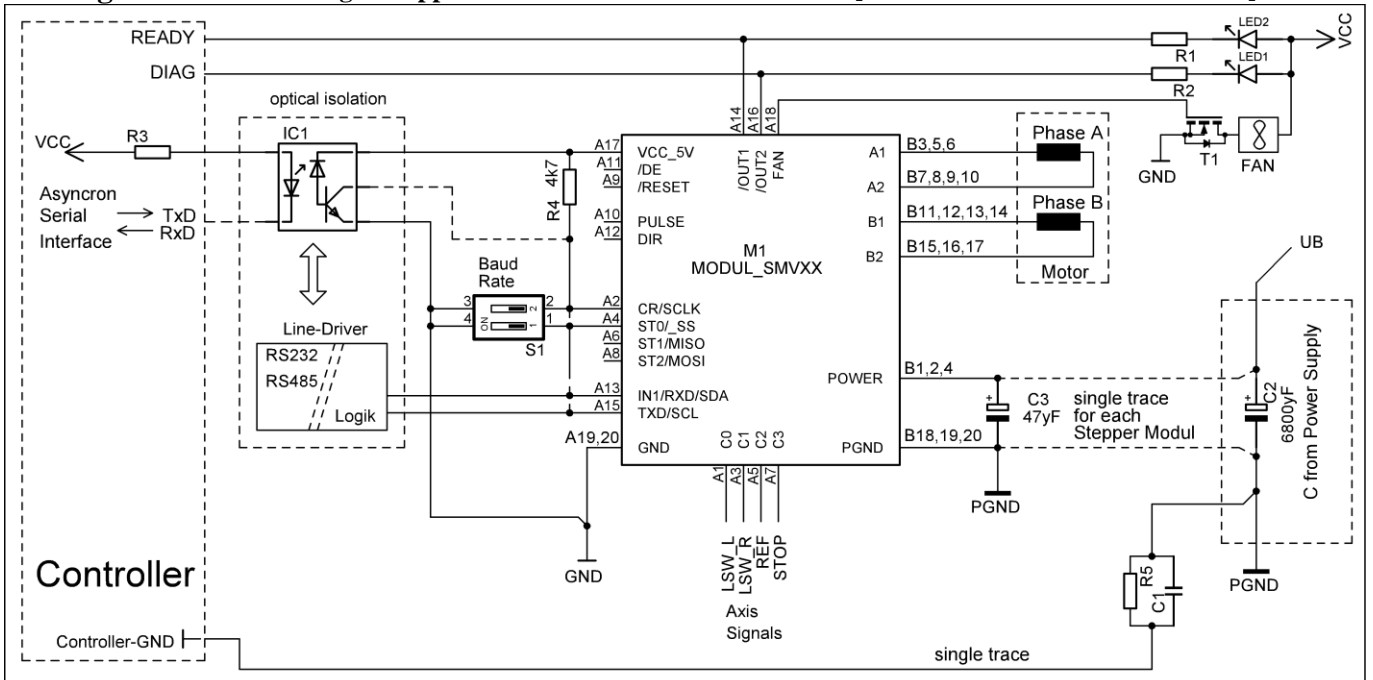
**State: Error**

Bei Störungen wird in den ErrorState gewechselt. Je nach Schwere des Fehlers (zB. Kurzschluss) wird der Motor stromlos geschaltet. ErrorState kann nur über das ControlWord Bit15 [OP] verlassen werden. Sofern kein dauerhafter Fehler vorliegt wird dann State Operational wieder aktiv.

Parallel zum StatusWord sind auch noch die Ausgänge /OUT1 (Bereitschaft) und /OUT2 (Diagnose) aktiv. (siehe PIN-Funktionsbeschreibung Seite 4)

**Anhang 3: Referenzdesign StepperModul SMMx76-03**

[Fahrfunktionen via ASI-Interface]



Das StepperModul beinhaltet einen umfangreichen Kommandointerpreter und kann Fahrbefehle autonom abarbeiten. Die Kommandos werden über das asynchrone serielle Interface im ASCII-Format übertragen. Alle notwendigen Parameter wie Beschleunigung, Endgeschwindigkeit usw. werden hierüber eingestellt. Weiterhin verwaltet das StepperModul die Achssignale LSW\_L, LSW\_R, REF und

STOP, so dass Referenzfahrt auf Endschalter links oder rechts oder Referenzschalter (Rundtische) durchgeführt werden kann. Über den externen STOP-Eingang kann der Motor hardwareseits gestoppt werden.

Format:	1 Start, 8 Bit, 1 Stop, kein Parity
ST1/ST0	1/1    1/0    0/1    0/0
Baud:	9600    19200    38400    125000

**Kurzübersicht der Kommandos**    Stringabschluss: CR (hex 0x0D)

Kommando	Parameter	Bemerkung
MABS	-99.999.999...99.999.999 ?	absolute Fahrt in Schritten Rückmeldung der absoluten Position wie folgt: MABSxxxx
MREL	-99.999.999...99.999.999 ?	relative Fahrt in Schritten Rückmeldung der relativen Position wie folgt: MRELxxxx
STOP		momentane Fahrt über eingestellte Rampe stoppen
MCON		abgebrochene Fahrt beenden
MREF	0...3 4...7	Referenzfahrt links [0]:Endschalter links [1]: [0]+Referenzschalter [2]:[0]+Zerophase [3]: Referenzschalter (Rundtische) Referenzfahrt rechts [4]:Endschalter rechts [5]: [4]+Referenzschalter [6]:[4]+Zerophase [7]: Referenzschalter (Rundtische)
MVEL	-40000...40000	Drehzahlprofil: Schritte/s
PSET	-99.999.999...99.999.999	Position setzen (nach Referenzfahrt ?)
PLIM	-99.999.999...99.999.999	Positionsgrenzen setzen
ACC	1...800	Beschleunigung: Schritte/ms <sup>2</sup>
VMIN	1...16000	Startgeschwindigkeit: Schritte/s
VMAX	1...40000	Endgeschwindigkeit: Schritte/s
VFREE	1...5000	Freifahrtgeschwindigkeit vom Referenzschalter: Schritte/s
STEPS	200...10000	Schritte/Umdrehung: 200/400/500/1000/2000/2500/5000/10000
IMOT	0...8000	Phasenstrom [mA], bei 0 ist der Motor stromlos (Handverstellung)
IRED	10...100	Stromabsenkung auf [%]
STA		Status abfragen Rückmeldung [ACK][NAK] Code CR
GOOP		Wechsel von PreOperational nach Operational

## Aufbau der Kommandos:

Jedes Kommando setzt sich aus drei Teilen zusammen:

Befehlsbezeichner	Parameter	Abschlusszeichen.
-------------------	-----------	-------------------

- die Übertragung erfolgt im ASCII-Format
- alle Parameter sind dezimal (ausn. Statusrückmeldung)
- Abschlusszeichen ist immer CarriageReturn [CR hex 0D]
- die Zeichen LineFeed [LF hex 0A], Tabulator [HT hex 09] und Leerzeichen [SP hex 20] werden generell ignoriert.
- Kleinbuchstaben werden intern generell in Großbuchstaben gewandelt.
- manche Befehle benötigen keine Parameter, dann folgt auf den Befehlsbezeichner gleich das Abschlusszeichen CR.
- wird nur CR übertragen ist das ein erlaubter Leerbefehl.

### Beispiele zu Kommandos:

MABS 4711 CR	Standardformat
mabs 4711 CR	mit Kleinbuchstaben
Mabs 4711 CR	wem es gefällt
STA CR	Befehl ohne Parameter
CR	Leerbefehl

Die empfangenen Zeichen werden zunächst in einem Buffer abgelegt, der genügend groß ist, ein kompletter Kommandostring aufzunehmen. Diese werden sodann entsprechend ihres Eintretens sofort bearbeitet. Werden Daten vom Modul gesendet erfolgt dies ebenfalls im Block. Das bedeutet, dass die Empfängerseite ebenfalls einen entsprechenden Empfangsbuffer (FIFO) haben sollte. Dadurch kann in der Regel ein Handshaking entfallen.

## Signalbeschreibung

### Endschalter links/rechts: LSW\_L, LSW\_R

Endschalter werden zum Einrichten der Achse benötigt. Dies erfolgt in der Regel beim Einschalten der Maschine durch eine Referenzfahrt, um die Nullposition zu definieren. Eine logische 0 an den Endschaltereingängen LSW\_x bedeutet Endschalter ist aktiv.

### Referenzschalter: REF

Zur genauesten Nullpunktdefinition kann ein zusätzlicher Referenzschalter verwendet werden. Eine logische 0 an dem Referenzschaltereingang REF bedeutet Referenzschalter ist aktiv.

### Stop-Eingang:

Mit dem Stop-Eingang kann die Motorbewegung asynchron von extern abgebrochen werden. Dies wird auch generell als Fehler bewertet. Eine logische 0 an dem Stopeingang STOP bedeutet Stoppschalter ist aktiv.

## Betriebsverhalten: SM-Vxx3:

Beim Einschalten kann es sein, dass die übergeordnete Steuerung erst später bereit ist und deshalb Fehler in der Schnittstelle erkannt werden.. Dieser Fehler ist zu löschen mit der Sequenz CR, GOOP und CR.

Fehlerhafte Kommandostrings werden verworfen, der Fehler bleibt jedoch gespeichert. Das Modul befindet sich dann im Fehlerzustand und kann nur über das Kommando „GOOP“ gelöscht werden.

Das StepperModul SM-Vxxx kennt vier Betriebszustände wie folgt:

### State „Initial“:

Beim Einschalten des Moduls wird der Zustand „Initialisierung“ aktiv. In der Initialisierung werden die Grundeinstellungen vorgenommen. Bei erfolgreicher Grundeinstellung wird automatisch in den Zustand „PreOperational“ gewechselt, ansonsten in den Fehlerzustand „Error“

### State „PreOperational“:

In diesem Zustand ist das ASI-Interface bereits aktiv. Der Motor jedoch ist noch stromlos. Die Betriebsparameter wie Schrittauflösung, usw. und auf jeden Fall der Motorstrom sollten nun in diesem Zustand definiert werden. Mit dem Wechsel in den Zustand „Operational“ (Befehl „GOOP“) werden dann diese Parameter übernommen.

### State „Operational“:

Der Motor wird bestromt und das Modul in einem automatischen SetUp auf den angeschlossenen Motor abgestimmt so dass die Laufeigenschaften wie Dynamik und Laufruhe optimiert sind. Danach wechselt das Modul sofern kein Fehler erkannt wurde in den Zustand „Operational“ und ist dann voll betriebsbereit.

### State „Error“:

Bei Störungen wird in den Zustand Error gewechselt. Je nach Schwere des Fehlers (zB. Kurzschluss) wird der Motor stromlos geschaltet. Der Zustand Error kann nur über das Kommando „GOOP“ verlassen werden. Sofern kein dauerhafter Fehler vorliegt wird dann wieder State Operational eingestellt.

### Statusabfrage:

Ab dem Zustand „PreOperational“ kann der Status des Moduls mit dem Kommando STA abgefragt werden. Als Rückgabewert werden je nach Betriebszustand folgende HEX-Werte gemeldet.

Zustand:	Rückmeldewert:
PreOperational	0x40...0x7F
Operational	0x80...0xBF
Error	0xC0...0xFF

[mehr Infos unter Befehl „STA“]

## Kommandoreferenz:

Kommandoabschluss mit CR [hex 0D]

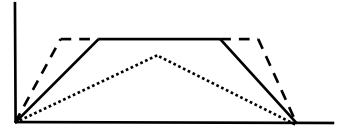
<b>Kommando:</b>	<b>MABS</b>
<b>Beschreibung:</b>	Fahre auf die absolute Position
<b>Parameter:</b>	Zahl oder ?: absolute Zielposition oder melde momentane Absolutposition zurück Bereich: -99.999.999 bis 99.999.999 Einheit: Schritte
<b>Beispiel:</b>	MABS 4000
<b>vor Befehl:</b>	- Absolutposition -1000
<b>nach Befehl:</b>	- Absolutposition 4000
<b>Reaktion:</b>	- Motor drehte mit eingestellter Rampe um 5000 Schritte nach rechts
<b>Reaktion:</b>	MABS ? - MABSxxxx momentane Absolutposition xxxx wird gemeldet
<b>Reaktion:</b>	MREL ? - MRELxxxx Fahrdistanz xxxx seit Start wird gemeldet
<b>Notiz:</b>	- eine relative Fahrt [MRELxxx] beeinflusst die Absolutposition nicht <b>- ! nur im Stillstand erlaubt, sonst Fehlermeldung</b>

<b>Kommando:</b>	<b>MREL</b>
<b>Beschreibung:</b>	Fahre relativ um n Schritte
<b>Parameter:</b>	Zahl oder ?: relative Zielposition oder melde momentane Relativposition zurück Bereich: -99.999.999 bis 99.999.999 Einheit: Schritte
<b>Beispiel:</b>	MREL -1234
<b>Reaktion:</b>	- Motor fährt mit eingestellter Rampe um 1234 Schritte nach links
<b>Reaktion:</b>	MREL ? - MRELxxxx momentane Relativposition xxxx wird gemeldet
<b>Reaktion:</b>	MABS ? - MABSxxxx letzte Absolutposition xxxx wird gemeldet
<b>Notiz:</b>	<b>- ! nur im Stillstand erlaubt, sonst Fehlermeldung</b>

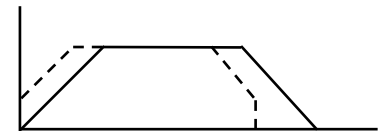
<b>Kommando:</b>	<b>STOP</b>
<b>Beschreibung:</b>	momentane Fahrt abbrechen
<b>Parameter:</b>	---
<b>Beispiel:</b>	STOP
<b>Reaktion:</b>	- Motor verzögert mit eingestellter Rampe bis zum Stillstand
<b>Notiz:</b>	- mit MABS? oder MREL? kann die StopPosition angefordert werden

<b>Kommando:</b>	<b>MCON</b>
<b>Beschreibung:</b>	abgebrochene Fahrt beenden
<b>Parameter:</b>	---
<b>Beispiel:</b>	MCON
<b>Reaktion:</b>	- Motor beendet eine zuvor abgebrochene Fahrt mit eingestellter Rampe
<b>Notiz:</b>	-mit MABS? oder MREL? kann die StopPosition angefordert werden <b>- ! nur im Stillstand erlaubt, sonst Fehlermeldung</b>

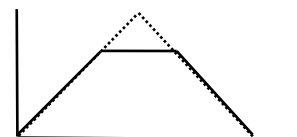
<b>Kommando:</b>	ACC
<b>Beschreibung:</b>	Rampenbeschleunigung einstellen
<b>Parameter:</b>	Rampensteigung Bereich: 1...800 Einheit: Schritte/ms <sup>2</sup>
<b>Beispiel:</b>	ACC 100
<b>Reaktion:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fahrprofil mit geänderter Rampensteigung</li> <li>- bei zu steilen Rampen kann der Schrittmotor evtl. nicht mehr folgen</li> <li>- bei niedrigen Rampen wird evtl. die Endgeschwindigkeit nicht erreicht</li> </ul>
<b>Notiz:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschleunigung und Verzögerung haben die gleiche Steigung</li> <li>- ! nur im Stillstand erlaubt, sonst Fehlermeldung</li> </ul>



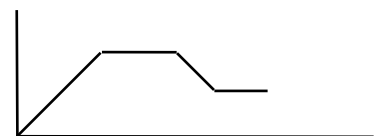
<b>Kommando:</b>	VMIN
<b>Beschreibung:</b>	Minimale Fahrgeschwindigkeit einstellen (Start- Stopgeschwindigkeit)
<b>Parameter:</b>	Minimalgeschwindigkeit Bereich: 1...16000 Einheit: Schritte/s
<b>Beispiel:</b>	VMIN 1000
<b>Reaktion:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fahrprofil mit geänderter Minimalgeschw.</li> <li>- niedrige Minimalgeschwindigkeit verlängert die Positionierdauer</li> <li>- bei hoher Minimalgeschwindigkeit kann der Motor am Ende überschwingen (abhacken)</li> <li>- bei zu hoher Minimalgeschwindigkeit kann der Motor evtl. nicht mehr folgen</li> </ul>
<b>Notiz:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anfangs und Endgeschwindigkeit sind gleich</li> <li>- ! nur im Stillstand erlaubt, sonst Fehlermeldung</li> </ul>



<b>Kommando:</b>	VMAX
<b>Beschreibung:</b>	maximale Fahrgeschwindigkeit einstellen
<b>Parameter:</b>	Maximalgeschwindigkeit Bereich: 1...40000 Einheit: Schritte/s
<b>Beispiel:</b>	VMAX 10000
<b>Reaktion:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fahrprofil mit geänderter Endgeschwindigkeit</li> <li>- bei hoher Endgeschwindigkeit oder kurzen Fahrwegen kann die Endgeschwindigkeit nicht immer erreicht werden</li> </ul>
<b>Notiz:</b>	- ! nur im Stillstand erlaubt, sonst Fehlermeldung



<b>Kommando:</b>	MVEL
<b>Beschreibung:</b>	Drehzahlprofile (kein Positionsbezug)
<b>Parameter:</b>	einzustellende Fahrgeschwindigkeit Bereich: -40000...40000 Einheit: Schritte/s
<b>Beispiel:</b>	VMAX 10000
<b>Reaktion:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- neuer Sollwert für die Endgeschwindigkeit wird nach der Rampensteigung eingestellt.</li> <li>- der Drehzahlmode ist an keine Position gebunden</li> <li>- beide Drehrichtungen sind erlaubt</li> </ul>
<b>Notiz:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschleunigung immer änderbar</li> <li>- mit MREL? kann die momentane Position zurückgemeldet werden</li> </ul>



<b>Kommando:</b>	<b>MREF</b>																		
<b>Beschreibung:</b>	Referenzfahrt																		
<b>Parameter:</b>	[0/4] Referenzfahrt links/rechts auf Endschalter [1/5] Referenzfahrt links/rechts auf Endschalter und dann zusätzlichen auf Referenzschalter [2/6] Referenzfahrt links/rechts auf Endschalter und dann zusätzlichen auf ZeroPhase [3/7] Referenzfahrt links/rechts auf Referenzschalter (bei Rundtischen)																		
<b>Beispiel:</b>	MREF 0																		
<b>Reaktion:</b>	- Motor fährt mit eingestellter Rampe nach links bis Endschalter links, stoppt, reversiert und fährt dann mit Freifahrtgeschwindigkeit (VFREENnn) vom Endschalter links runter und stoppt.																		
<b>Beispiel:</b>	MREF 1																		
<b>Reaktion:</b>	- wie MREF 0, sucht jedoch dann nach dem zusätzlichen Referenzschalter, reversiert und fährt mit Freifahrtgeschwindigkeit vom Referenzschalter runter																		
<b>Beispiel:</b>	MREF 2																		
<b>Reaktion:</b>	- wie MREF 0, fährt vom Endschalter frei bis zur ZeroPhase des Schrittmotors																		
<b>Beispiel:</b>	MREF 3																		
<b>Reaktion:</b>	- Motor fährt mit eingestellter Rampe nach links bis Referenzschalter, stoppt, reversiert und fährt dann mit Freifahrtgeschwindigkeit (VFREENnn) vom Referenzschalter runter und stoppt. (Nur für Rundtische)																		
	MREF 4...7 - adäquat zu MREF 0...3, jedoch Suchrichtung rechts																		
<b>Notiz:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- während der Referenzfahrt werden die Achssignale (Endschalter usw.) überwacht</li> <li>- ist zu Beginn der Referenzfahrt der Endschalter bereits aktiv, wird sofort frei gefahren</li> <li>- die Freifahrtgeschwindigkeit kann mit VFREEN eingestellt werden</li> <li>- am Ende der Referenzfahrt ist die Position null</li> <li>- mit dem Befehl „PSETxx“ kann die Position nach der Referenzfahrt vorbestimmt werden</li> <li>- <b>ZeroPhase</b> Mit ZeroPhase kann reproduzierbar pulsgenau referenziert werden. Beim Einschalten wird der Schrittmotor bestromt und rastet mit seinem Haltemoment ein. Diese Position wird Null-Position oder ZeroPhase genannt. Der für die Schrittweitschaltung verantwortliche Ringzähler ist null. Je nach Schrittauflösung (Anzahl der Schritte pro Umdrehung) hat der Ringzähler eine entsprechende Breite (Modulo). So wird ZeroPhase alle Modulo Schritte aktiv. ZeroPhase hat die gleiche Wirkung wie der Indexpuls eines inkr. Drehgebers.</li> </ul> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Schritte/Umdr.</td> <td>200</td> <td>400</td> <td>500</td> <td>1000</td> <td>2000</td> <td>2500</td> <td>5000</td> <td>10000</td> </tr> <tr> <td>Modulo</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>100</td> <td>200</td> </tr> </table> <p>- ! nur im Stillstand erlaubt, sonst Fehlermeldung</p>	Schritte/Umdr.	200	400	500	1000	2000	2500	5000	10000	Modulo	4	8	10	20	40	50	100	200
Schritte/Umdr.	200	400	500	1000	2000	2500	5000	10000											
Modulo	4	8	10	20	40	50	100	200											

<b>Kommando:</b>	<b>VFREE</b>
<b>Beschreibung:</b>	vom End- oder Referenzschalter frei fahren
<b>Parameter:</b>	Freifahrgeschwindigkeit Bereich: 1...5000 Einheit: Schritte/s
<b>Beispiel:</b>	VFREE
<b>Reaktion:</b>	- bei Referenzfahrt wird vom End- bzw. Referenzschalter mit neuer Geschwindigkeit freigefahren
<b>Notiz:</b>	- ! nur im Stillstand erlaubt, sonst Fehlermeldung

<b>Kommando:</b>	<b>PSET</b>
<b>Beschreibung:</b>	absolute Position setzen
<b>Parameter:</b>	absolute Position Bereich: -99.999.999 bis 99.999.999 Einheit: Schritte
<b>Beispiel:</b>	PSET 4711
<b>Reaktion:</b>	- neue Absolutposition wird 4711
<b>Notiz:</b>	- ! nur im Stillstand erlaubt, sonst Fehlermeldung

<b>Kommando:</b>	<b>PLIM</b>
<b>Beschreibung:</b>	Positionierbereich begrenzen
<b>Parameter:</b>	Positionierbereich Bereich: 1 bis 99.999.999 Einheit: Schritte
<b>Beispiel:</b>	PLIM 50.000
<b>Reaktion:</b>	- Fehlermeldung, wenn Wert der neuen Sollposition den Bereich überschreitet
<b>Notiz:</b>	- ! nur im Stillstand erlaubt, sonst Fehlermeldung

<b>Kommando:</b>	<b>STEPS</b>
<b>Beschreibung:</b>	Schrittauflösung einstellen
<b>Parameter:</b>	Schrittauflösung Bereich: 200/400/500/1000/2000/2500/5000/10000 Einheit: Schritte pro Umdrehung
<b>Beispiel:</b>	STEPS 1000
<b>Reaktion:</b>	- neue Schrittauflösung wird unmittelbar aktiv
<b>Notiz:</b>	! nur im Stillstand sinnvoll - die Auflösung bezieht sich nur auf 50pol. Hybridschrittmotoren - die Schrittauflösung macht sich auf das Laufverhalten bemerkbar ⊖ <400   ⊖ 400...1000   ⊕ >1000 - die Wellendrehzahl nimmt mit steigender Auflösung ab

<b>Kommando:</b>	<b>IMOT</b>
<b>Beschreibung:</b>	Motorstrom einstellen
<b>Parameter:</b>	Phasenstrom als Spitzenwert Bereich: 0...8000 Einheit: mA
<b>Beispiel:</b>	IMOT 4500
<b>Reaktion:</b>	- Der neue Phasenstrom wird sofort übernommen - Bei IMOT 0 wird die Endstufe komplett abgeschaltet. Die Motorleitungen werden auch nicht mehr getaktet. Dies ist interessant bei Applikationen geringster Messwerterfassungen bei denen der Motor die Messsignale beeinflussen könnte. Der Motor kann mechanisch leicht verstellt werden.
<b>Notiz:</b>	- nur soviel Strom einstellen, wie es die Applikation benötigt - bei Überstrom kommt der Motor in die magnetische Sättigung (verstärkte Wärmeentwicklung) - der Parameterwert ist der Phasenspitzenstrom, manchmal wird auch vom Effektivstrom gesprochen, das ist dann der um den Faktor $\sqrt{2}$ kleinere Wert, also Spitzenwert/ $\sqrt{2}$ - die Drehmomentkennlinien der meisten Hersteller sind für Vollschritt angegeben. Dabei sind beide Motorphasen bestromt. In der Praxis wird aber heute kaum noch mit der sehr geringen Schrittmotorauflösung von nur 200 Schritten/Umdr. gefahren, sondern mit Mikroschritt. Hierbei ist technisch bedingt zu berücksichtigen, dass das Drehmoment um den Faktor $1/\sqrt{2}$ geringer ist, also ca. 71% beträgt.

<b>Kommando:</b>	<b>IRED</b>
<b>Beschreibung:</b>	automatische Stromabsenkung einstellen
<b>Parameter:</b>	Motorstromfaktor bei aktiver Stromabsenkung Bereich: 10...100 Einheit: %
<b>Beispiel:</b>	IRED 60
<b>Reaktion:</b>	- steht der Motor länger als 2s, wird der Motorstrom auf den Faktor 60% vom eingestellten Motorstrom (IMOT) abgesenkt. Mit neuer Fahrt wird sofort wieder der volle Motorstrom eingestellt.
<b>Notiz:</b>	- die Stromabsenkung ist sinnvoll, wenn im Bewegungszyklus Fahrpausen vorhanden sind. Werte aus der Praxis zeigen, dass das Temperaturverhalten von Motor als auch Leistungsteil erheblich reduziert werden kann.

<b>Kommando:</b>	<b>GOOP</b>
<b>Beschreibung:</b>	Wechsel in den Betriebszustand „Operational“
<b>Parameter:</b>	---
<b>Beispiel:</b>	GOOP
<b>vor Befehl:</b>	- Betriebszustand ist „PreOperational“ oder „ErrorState“
<b>Reaktion:</b>	- neuer Betriebszustand wird „Operational“
<b>Notiz:</b>	- bei PowerUp wird zunächst der Zustand „PreOperational“ erreicht. Nur mit dem Kommando GOOP kann in den Zustand „Operational“ gewechselt werden. Das ist der Normalzustand, das StepperModul ist voll funktionsbereit - bei Störungen wird in den Zustand „ErrorState“ gewechselt und ein Fehlermanagement gestartet. Dieser Zustand kann nur durch GOOP beendet werden sofern keine dauernden Probleme vorhanden sind.

<b>Kommando:</b>	<b>STA</b>																																								
<b>Beschreibung:</b>	<p>Modulstatus wird als HEX-Wert im Bereich 0x00-0xFF gesendet</p> <p>Das Statusbyte ist binär kodiert wie folg</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">Bit 7</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Bit 6</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Bit 5...0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">State 1</td> <td style="text-align: center;">State 0</td> <td style="text-align: center;">spezifische State Kodierung</td> </tr> </table> <p>Die oberen Bits 6 und 7 beinhalten die StateNr. 0...3 mit folgender Zuordnung:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>State Initial</td> <td>Nr. 00 [0]</td> <td>Wertebereich:</td> <td>0x00-0x3F</td> <td>0 - 63 dez.</td> </tr> <tr> <td>State PreOperational</td> <td>Nr. 01 [1]</td> <td></td> <td>0x40-0x7F</td> <td>64-127 dez.</td> </tr> <tr> <td>State Operational</td> <td>Nr. 10 [2]</td> <td></td> <td>0x80-0xBF</td> <td>128-191 dez.</td> </tr> <tr> <td>State Error</td> <td>Nr. 11 [3]</td> <td></td> <td>0xC0-0xFF</td> <td>192-255 dez.</td> </tr> </table> <p><b>Spezifische State Kodierung:</b></p> <p><b>State Initial:</b> nur für interne Zwecke</p> <p><b>State PreOperational:</b></p> <p><b>State Operational:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">Bit 5</td> <td style="width: 16.6%;">Bit 4</td> <td style="width: 16.6%;">Bit 3</td> <td style="width: 16.6%;">Bit 2</td> <td style="width: 16.6%;">Bit 1</td> <td style="width: 16.6%;">Bit 0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>TEMP</td> <td>ZERO</td> <td>REF</td> <td>MOVE</td> </tr> </table> <p>MOVE: Bit= 1, Positioniermode (MREL,MABS): solange der Motor fährt Drehzahlmode (MVEL): Solldrehzahl erreicht</p> <p>REF: Bit= 1, solange die Referenzfahrt aktiv ist</p> <p>ZERO: Bit= 1, wenn Schrittmotor auf ZeroPhase steht (siehe Befehl MREF)</p> <p>TEMP: Bit= 1, Temperaturwarnung</p> <p><b>State Error:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Bit 5...0</td> <td style="width: 80%;">Fehler Nr. 0x00-0x3F 0-63 dez.</td> </tr> </table> <p>Subtrahiert man vom Statuswert die Zahl 0xC0 (192dez.), erhält man die Fehler Nr. 0x00-0x3F (0-63dez.) Auf nachfolgender Seite ist die Fehlerzuordnung zu entnehmen.</p>	Bit 7	Bit 6	Bit 5...0	State 1	State 0	spezifische State Kodierung	State Initial	Nr. 00 [0]	Wertebereich:	0x00-0x3F	0 - 63 dez.	State PreOperational	Nr. 01 [1]		0x40-0x7F	64-127 dez.	State Operational	Nr. 10 [2]		0x80-0xBF	128-191 dez.	State Error	Nr. 11 [3]		0xC0-0xFF	192-255 dez.	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0			TEMP	ZERO	REF	MOVE	Bit 5...0	Fehler Nr. 0x00-0x3F 0-63 dez.
Bit 7	Bit 6	Bit 5...0																																							
State 1	State 0	spezifische State Kodierung																																							
State Initial	Nr. 00 [0]	Wertebereich:	0x00-0x3F	0 - 63 dez.																																					
State PreOperational	Nr. 01 [1]		0x40-0x7F	64-127 dez.																																					
State Operational	Nr. 10 [2]		0x80-0xBF	128-191 dez.																																					
State Error	Nr. 11 [3]		0xC0-0xFF	192-255 dez.																																					
Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0																																				
		TEMP	ZERO	REF	MOVE																																				
Bit 5...0	Fehler Nr. 0x00-0x3F 0-63 dez.																																								
<b>Parameter:</b>	---																																								
<b>Beispiel:</b>	STA																																								
<b>Reaktion:</b>	kein Fehler: ACK <sub>06hex</sub> StatusCode CR <sub>0Dhex</sub> bei Fehler: : NAK <sub>15hex</sub> ErrorCode CR <sub>0Dhex</sub>																																								
<b>Notiz:</b>	<b>State ERROR kann nur mit Kommando „GOOP“ verlassen werden</b> Parallel zum Statusbyte sind auch die Hardwareausgänge /OUT1 und /OUT2 aktiv																																								

**Fehlertabelle:**

<b>Error Nr.</b>	<b>Bemerkung</b>	
0x00 0dez.	kein Fehler vorhanden	
0x01 1dez.	---	
0x02 2dez.	Unterspannung	! Motor wird stromlos
0x03 3dez.	Übertemperatur	! Motor wird stromlos
0x04 4dez.	Kurzschluss	! Motor wird stromlos
5...9	---	
0x0A 10dez.	Endschalter links reagiert nicht	wurde nicht innerhalb PLIMxxx gefunden
0x0B 11dez.	Endschalter rechts reagiert nicht	wurde nicht innerhalb PLIMxxx gefunden
0x0C 12dez.	Referenzschalter hat nicht reagiert	wurde nicht innerhalb PLIMxxx gefunden
0x0D 13dez.	Endschalterzuordnung falsch	Verdrahtungsproblem
0x0E 14dez.	ZeroPhase oder Indexpulse nicht gefunden	Referenzfahrt zu schnell ?
0x0F 15dez.	Fahrt auf Endschalter	
0x10 16dez.	Stopschalter war aktiv	
17...19	---	
0x14 20dez.	Interface: Formatfehler	Framing Error, Baudrate usw.
0x15 21dez.	Interface:Parameterfehler	Bereichsüberschreitung ?
0x16 22dez.	Interface: Empfangbuffer läuft über	Kommandoabschlusszeichen CR fehlt ?
0x17 23dez.	Interface: Kommando nicht bekannt	
0x18 24dez.	Interface: Overrun von Kommandos	vorheriger Befehl muss erst beendet werden zB. ACCxxx nur im Stillstand
25...63	---	

**Anwendungsbeispiele** [Abschlusszeichen CR wird nicht angegeben]

Sequenz nach dem Einschalten „PowerUp“

Kommando:	Bemerkung:
STEPS 1000	Schrittauflösung auf 1000 Schritte pro Umdrehung setzen
IMOT 3500	Motor Phasenspitzenstrom auf 3500 mA setzen
IRED 60	automatische Stromabsenkung auf 60%
GOOP	Betriebszustand wechselt von „PreOperational“ auf „Operational“ (StepperModul) ist jetzt voll betriebsbereit)
STA	Status abfragen

Beispiel für typische Referenzfahrt

Kommando:	Bemerkung:
VMIN 20	Start- Stoppgeschwindigkeit 20 Schritte/s einstellen
VMAX 5000	Suchgeschwindigkeit 5000 Schritte/s einstellen
VFREE 10	Freifahrtgeschwindigkeit 10 Schritte/s einstellen
ACC 200	Rampensteigung 200 Schritte/ms <sup>2</sup> einstellen
PLIM 100000	Bereich, in dem der Endschalter gefunden werden muss
MREF 0	Referenzfahrt auf Endschalter links starten
STA, ....., STA	Status abfragen, bis Referenzfahrt beendet
PSET 22000	absolute Position auf 22000 Schritte setzen (nur falls man den Nullpunkt verschieben möchte)
VMAX 30000	Arbeitsgeschwindigkeit auf 30000 Schritte/s setzen

Beispiel einer Positionierung mit Abbruch vor dem Ziel

Kommando:	Bemerkung:
MABS 90000	Fahre auf die absolute Position 90000 Schritte
STA, ....., STA	Status abfragen, ob Ziel erreicht
STOP	Fahrt wird abgebrochen (zB. wegen einem externen Ereignis)
STA, ....., STA	Status abfragen, bis Motor steht
MABS ?	momentane absolute Position abfragen
MCON	ok, nichts passiert, Fahrt kann beendet werden
STA, ....., STA	Status abfragen, bis Zielposition erreicht ist

Beispiel einer Fehlersituation

Kommando:	Bemerkung:
MABS -50000	Fahre auf die absolute Position -50000 Schritte
STA, ....., STA	Status abfragen, ob Ziel erreicht
	<b>Fahrt wurde durch externen Stopeingang abgebrochen</b> das Steppermodul wechselt in den Betriebszustand „ERROR“ der Motor wird gestoppt
STA, ....., STA	Status abfragen, bis Motor steht
GOOP	Fehler reseten und in den betriebszustand „Operational“ wechseln
MREF 2	Motor durch Referenzfahrt neu einrichten
...	usw

Beispiel für Drehzahlprofil

Kommando:	Bemerkung:
PSET 0	Positionszähler auf null setzen (damit via „MREL?“ die Position gemeldet werden kann)
MVEL 15000	Zieldrehzahl 15000 Schritte/s einstellen (Motor rampt zur Zielgeschwindigkeit)
STA, ....., STA	Status abfragen, ob Geschwindigkeit erreicht (falls erforderlich)
MREL?, ....., MREL?	Position abfragen, falls erforderlich
ACC500	<b>! Weg zu weit</b> schnelle Bremsrampe einstellen
MVEL 0	Motor anhalten
STA, ....., STA	Status abfragen, bis Motor steht
...	usw

## 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 Lüftungsschlitze frei halten

Motor cables 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 verdrehte Adernpaare empfohlen.

Signalkabel sind ebenfalls zu schirmen. Bei Hin- und Rückleitung werden verdrehte 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 angeschlossene 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)