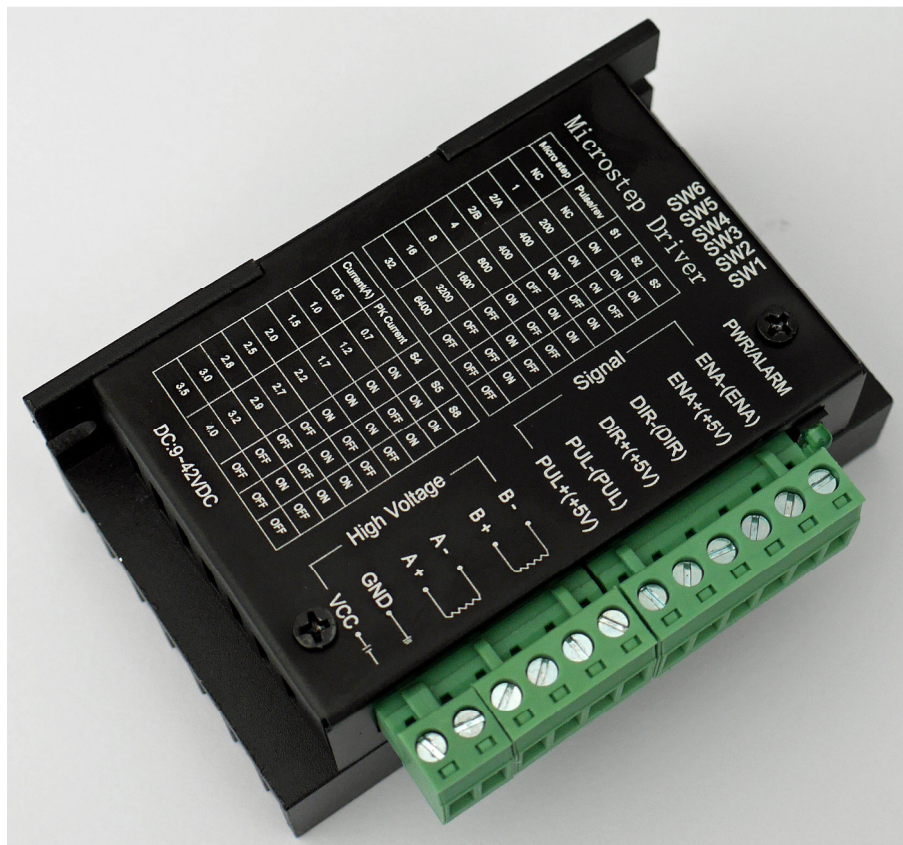


Schrittmotor-Endstufe

SRE 1045

Technisches Handbuch



© 2015 by Christoph Selig, Klein Goldberg 50, 40822 Mettmann
 Druck und Verlag: Christoph Selig
 Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und Vervielfältigung von Text und Abbildungen,
 auch auszugsweise, nur mit meiner ausdrücklichen Genehmigung.
 Produktbezeichnungen von Hard- und Software, sowie Firmennamen und
 Firmenlogos die in diesem Buch genannt werden, sind in der Regel auch gleichzeitig
 eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden.
 Fragen, Kommentare, Verbesserungsvorschläge bitte an selig@einfach-cnc.de

Inhaltsverzeichnis

1. Sicherheitshinweise	3
2. Eigenschaften der Endstufe.....	4
3. Einstellung der Betriebsarten.....	5
4. Ausgänge Motoren	6
5. Wahl der Betriebsspannung	7
6. Stromversorgung	8
7. Anschluss an den PC	9

1. Sicherheitshinweise

Bei allen Arbeiten, die mit der Stromversorgung zusammenhängen, ist größte Vorsicht geboten. Die Netzspannung von 230 V ist tödlich.

Aber auch die im Ladekondensator gespeicherten Energiemengen können gefährlich sein. Bei einem Netzteil, das nicht mit der Endstufe verbunden ist, sind diese auch nach dem Abschalten noch für lange Zeit vorhanden. Die Anschlüsse des Ladekondensators sollten deshalb mit einem Widerstand von 1 K Ohm und 10 W Belastbarkeit überbrückt werden, um das Entladen des Kondensators zu beschleunigen. Den Widerstand können Sie entfernen, sobald Sie Netzteil und Endstufe permanent verbunden haben.

Die Installation des Produkts darf nur durch eine ausgebildete Fachkraft der Elektrotechnik durchgeführt werden. Länderspezifische, bzw. EU-weite Bestimmungen zur Unfallverhütung, Errichtung von elektrischen und mechanischen Anlagen, sowie zur Funkentstörung sind zu beachten.

Bei nicht sachgemäßem Betrieb des Produkts können Personen verletzt, das Produkt und weitere extern angeschlossene Komponenten beschädigt oder die Umwelt unzulässig belastet werden. Bei der Entsorgung des Produkts sind die einschlägigen Gesetze und Verordnungen (Elektroschrott) zu beachten.

Es dürfen keine technischen Veränderungen am Produkt vorgenommen werden, die über die in dieser Anleitung beschriebenen Anschluss- und Einstellungsarbeiten hinausgehen.

Unter keinen Umständen dürfen Stecker unter Spannung oder in Betriebszuständen abgezogen oder aufgesteckt werden. Alle Montagearbeiten müssen spannungslos erfolgen. Beachten Sie dabei, dass die Ladekondensatoren des Netzteils noch über einen langen Zeitraum ihre Spannung halten können. Kurzschlüsse der Versorgungsspannung kurz nach dem Ausschalten können fatale Folgen haben.

Der Betrieb in feuchter oder durch Spritzwasser gefährdeter Umgebung ist nicht zulässig.

Der Autor übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Schäden, die durch den Nachbau und die Inbetriebnahme der in dieser Anleitung vorgeschlagenen Schaltungen sowie durch die Anwendung der beschriebenen Vorgehensweisen und Verfahren entstehen können. Sie sind als Erbauer allein für die Einhaltung der einschlägigen VDE-, CE- und EMV-Richtlinien verantwortlich.

2. Eigenschaften der Endstufe

Die SRE 1045 ist eine Endstufe für 2Phasen-Schrittmotoren und liefert bis zu 4,0 A Phasenstrom. Sie ist sehr kompakt und benötigt lediglich eine einfache Stromversorgung mit 12 - 42 V und rund 50 Watt Leistung.

Die Endstufe hat folgende Eigenschaften:

- Voll-, Halb- oder Mikroschrittbetrieb mit 200, 400, 800, 1.600, 3.200 oder 6.400 Schritten pro Umdrehung.
- Der Phasenstrom ist auf 0.6, 1.2, 1.8, 2.3, 2.8, 3.3, 3.8 oder 4.0 A im Dauerbetrieb einstellbar.
- Automatische Stromabsenkung im Stillstand. Dadurch geringere Erwärmung der Schrittmotoren und keine lästigen Geräusche im Stillstand.
- Anschluss an die CNC-Schnittstellenkarten von einfach-cnc oder andere Breakout-Boards.
- Schritt-, Richtungs- und Enable-Signal werden der Endstufe über Optokoppler zugeführt.
- Anschluss der Motoren, der Eingangssignale und der Stromversorgung über Stecker.
- Schutz gegen Überhitzung, Überstrom und falsch gepolte Betriebsspannung.
- Maximale Schrittfrequenz 200 kHz.
- Nur eine Betriebsspannung zwischen 12 und 42 V, empfohlen sind 36 V. Passende Netzteile finden Sie hier im Shop.
- Dank innovativer Chiptechnologie laufen Schrittmotoren an dieser Endstufe sehr weich und gleichmäßig.

3. Einstellung der Betriebsarten

Die Betriebsarten werden anhand der folgenden Tabelle mit DIP-Schaltern eingestellt.

Phasenstrom

SW4	SW5	SW6	Strom
ON	ON	ON	0,7 A
ON	OFF	ON	1,2 A
ON	ON	OFF	1,7 A
ON	OFF	OFF	2,2 A
OFF	ON	ON	2,7 A
OFF	OFF	ON	2,9 A
OFF	ON	OFF	3,2 A
OFF	OFF	OFF	4,0 A

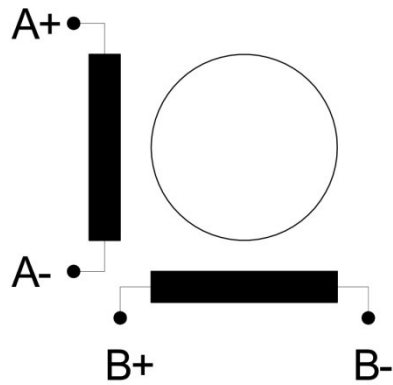
Schritte / Umdrehung (1,8° Motor)

SW1	SW2	SW3	
ON	ON	ON	Endstufe aus
ON	ON	OFF	200
ON	OFF	ON	400 A
OFF	ON	ON	400 B
ON	OFF	OFF	800
OFF	ON	OFF	1600
OFF	OFF	ON	3200
OFF	OFF	OFF	6400

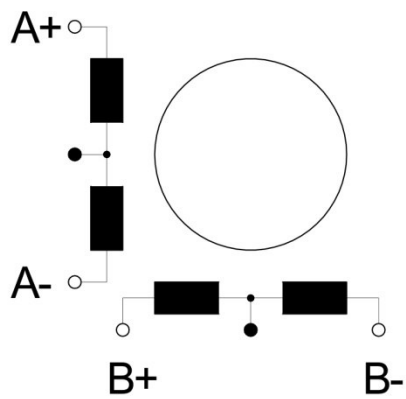
Beim Halbschrittmodus (400 Schritte/U) gibt es zwei Versionen: in Version A läuft der Motor tendenziell ruhiger, in Version B hat er mehr Drehmoment.

4. Ausgänge Motoren

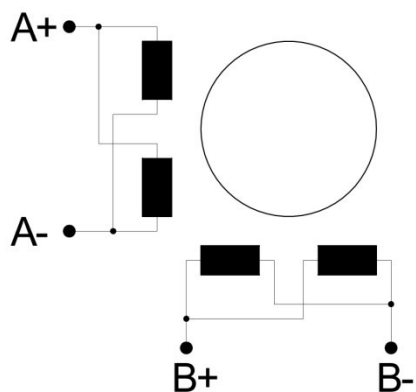
Prinzipiell gibt es drei Arten von Schrittmotoren mit jeweils 4, 6 oder 8 Anschlussdrähten. Die folgenden Schemata zeigen, wie die Anschlüsse der Motoren mit den Ausgängen der Endstufe verbunden werden.



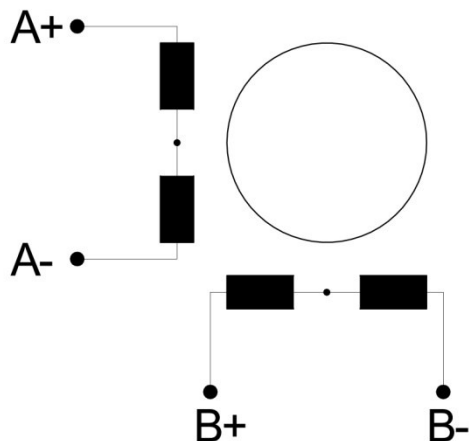
Motor mit 4 Anschlüssen



Motor mit 6 Anschlüssen



Motor mit 8 Anschlüssen parallel geschaltet



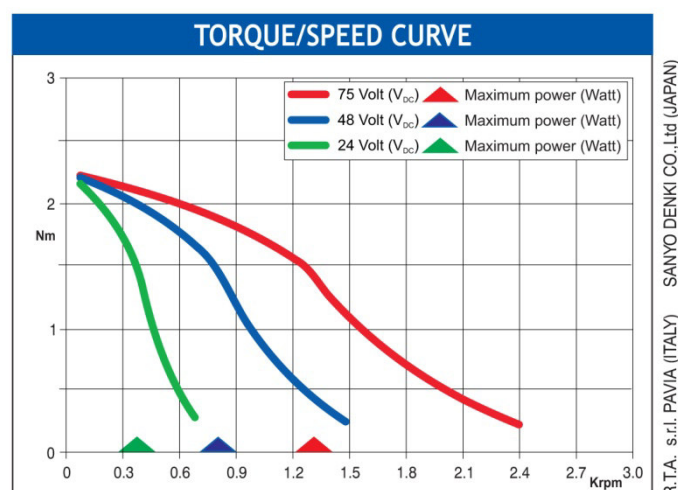
Motor mit 8 Anschlüssen seriell geschaltet

Einen Sonderfall stellt der Motor mit 8 Anschlussdrähten dar. Bei diesem Typ können die Wicklungen sowohl parallel als auch in Serie geschaltet werden. Dabei nimmt der Motor in der seriellen Schaltung nur den halben Strom auf. Haben Sie z.B. einen Motor mit 6 A Stromaufnahme in der Parallelschaltung, dann nimmt dieser in der Serienschaltung nur 3 A auf. Im unteren Drehzahlbereich haben beide Motoren ungefähr das gleiche Drehmoment, im oberen Drehzahlbereich fällt aber das Drehmoment des seriell geschalteten Motors wesentlich schneller ab.

5. Wahl der Betriebsspannung

Bei der Wahl der Betriebsspannung gilt es, einen Kompromiss zu schließen. Einerseits ist eine hohe Betriebsspannung gut, weil die Motoren dann im hohen Drehzahlbereich ein höheres Drehmoment entwickeln, andererseits werden die Motoren aber auch wesentlich heißer und machen mehr Geräusche.

Leicht zu erkennen ist der Drehmomentverlauf aus den drei Kurven für den Sanyo-Denki 103-H7823-1740.



Wie bereits erwähnt, kann die SRE 1045 mit maximal 42 V betrieben werden. Diese Betriebsspannung lässt sich aber praktisch kaum darstellen. Transformatoren gibt es mit 12, 18, 24 und 36 V Ausgangsspannung. Nach den Regeln der Elektronik entstehen daraus gleichgerichtet am Ladekondensator Spannungen von rund 17, 25, 34

und 51 V. Praktisch nutzbar sind davon 25 und 34 V. Dies sind dann auch die zwei möglichen Betriebsspannungen der Endstufe.

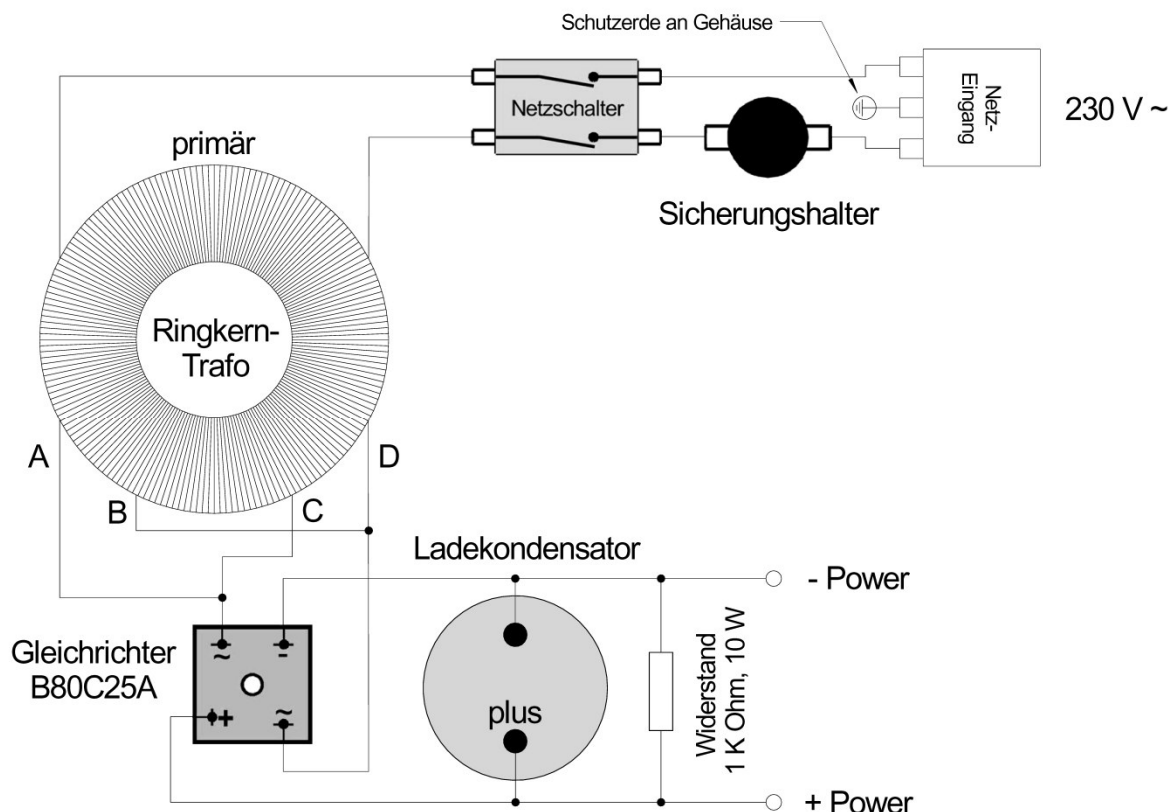
6. Stromversorgung

Für die Stromversorgung der Endstufe benötigen Sie ein Netzteil, das die notwendige Spannung und den notwendigen Strom liefern kann. Auf den ersten Blick bieten sich fertige Schaltnetzteile an, die es z.B. von der Firma MeanWell überall zu kaufen gibt. Davon raten wir aber ab, weil dieses die Spannungsspitzen, die beim Abbremsen der Motoren entstehen, nicht aufnehmen kann. Weiterhin ist ein stabilisiertes Netzteil überflüssig, weil die Endstufen über eine eigene Stromregelung verfügen, die im Prinzip selbst wie ein Schaltnetzteil arbeitet.

Ein ideales Netzteil besteht aus einem Transformator, einem Gleichrichter und Ladekondensatoren ausreichender Kapazität.

Die Leistung des Netzteils kann überraschend gering sein. Auch mit großen Motoren mit 3 Nm Haltemoment und 4 A Phasenstrom nimmt die Endstufe im Betrieb nur rund 1,5 A Strom auf. Bei 4 Endstufen wären das 6 A, vorausgesetzt, alle Achsen wären gleichzeitig in Betrieb. Da das selten zutrifft und eine Endstufe bei stillstehendem Motor nur rund 0,2 A Strom aufnimmt, sind 6 A der absolute Extremfall. Bei einer Betriebsspannung von 34 V wäre das eine Leistung von 204 W.

Solch einen Transformator gibt es bei der Firma Reichelt mit einer Leistung von 225 W. Sollen nur drei Endstufen betrieben werden, reicht auch die Version mit 160 W.



Zum Aufbau brauchen Sie folgende Bauteile (Artikelnummern von www.reichelt.de vorangestellt):

- RKT 22018 - Ringkerntransformator 225 VA, 2 x 18V, 2 x 6,25A oder

- RKT 22012 - Ringkerntransformator 225 VA, 2 x 12V, 2 x 6,25A
- B80C25A - Brückengleichrichter 80V, 25A
- 10.000/63M8 - Ladekondensator 10.000 μ F, 63V, M8-Gewinde
- WIPPE 1858.1103 - Zweipoliger Wippschalter 250V/10A
- PL FPG1-40 - Sicherungshalter
- NC 2003 - Kaltgeräte-Stecker mit Netzfilter 250V/6A
- TRÄGE 2,0A - Feinsicherung 2A

Die vorgeschlagenen Transformatoren haben zwei Wicklungen mit je 12V, bzw. 18 V. Die 12 V Wicklungen müssen in Serie geschaltet werden und ergeben eine Ausgangsspannung des Netzteils von 34 V. Die 18 V Wicklungen dagegen müssen parallel geschaltet werden und ergeben eine Ausgangsspannung von 25 V. Auf dem Typenschild des Transformators steht etwas in der Art wie:

Wicklung 1 rot – grün
Wicklung 2 blau – gelb

wobei die Farben bei Ihrem Transformator anders sein können. Wenn Sie von obigem Schaltplan ausgehen, würde folgendes gelten: rot = A, grün = B, blau = C, gelb = G. Dies wäre dann eine Parallelschaltung. Für eine Serienschaltung müssten Sie blau und grün verbinden und rot und gelb am Gleichrichter anschließen. Die Primärwicklung für 230V erkennen Sie unschwer an den wesentlich dünneren Drähten.

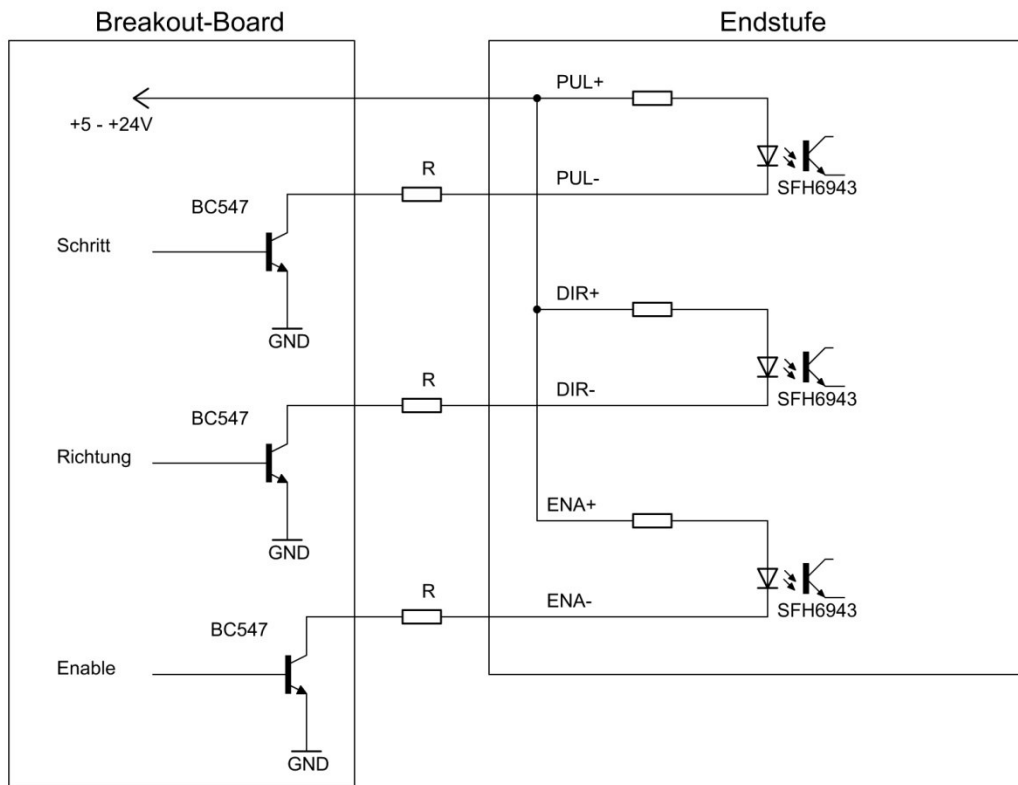
Wichtig ist der Einsatz eines Filters im Eingang der Netzspannung. Wenn Sie nicht den vorgeschlagenen Kaltgeräte-Stecker mit Netzfilter verwenden, dann sollten Sie auf einen externen Netzfilter zurückgreifen.

Die Endstufen müssen Sie grundsätzlich parallel ans Netzteil anschließen. Das heißt, Sie brauchen für jede Endstufe zwei Leitungen (+/-), die direkt mit dem Ausgang des Netzteils verbunden sind. Es ist nicht zulässig, jeweils eine Endstufe mit der vorhergehenden zu verbinden, weil das zur Beeinflussung der Endstufen untereinander führt.

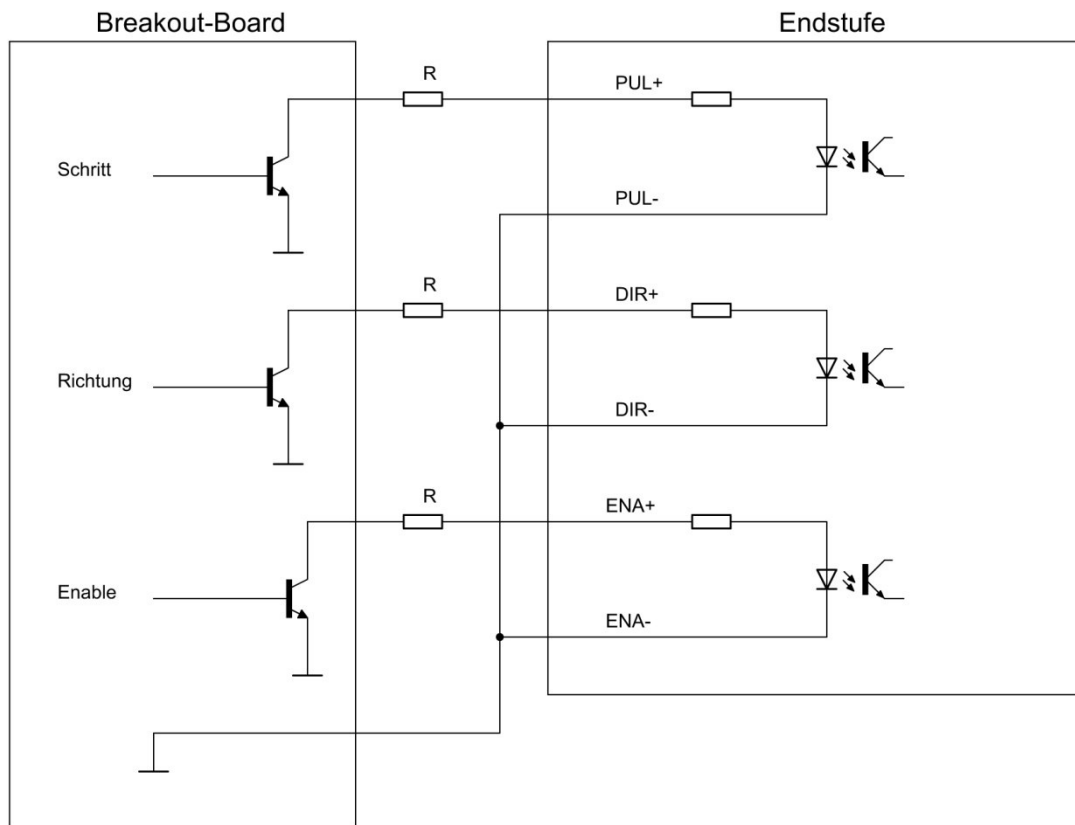
7. Anschluss an den PC

Der Anschluss der Endstufe an den PC oder über einen SmoothStepper sollte mit einer Schnittstellenkarte, englisch "Breakout Board" genannt, erfolgen. Die Ausgänge eines Breakout Boards können entweder als "Open Collector" oder als Spannungsquelle realisiert sein.

Beim Open Collector Ausgang dient ein ansonsten nicht beschalteter Transistor als Schalter. Liegt z.B. das positive Schrittsignal am Eingang (Basis) des Transistors an, schaltet er durch und verbindet den Ausgang (Kollektor) mit GND (Emitter). Dadurch fließt ein Strom vom Pluspol der Stromquelle im Breakout Board über die Klemme PUL+, den internen Widerstand, die LED des Optokopplers, den externen Widerstand R und den Transistor nach GND im Breakout Board. Die LED leuchtet auf und der Transistor im Optokoppler schaltet durch. Damit ist der Schrittpuls an die Endstufe übertragen.



Ist der Ausgang des Breakout Boards als Spannungsquelle realisiert, dann erzeugt das Signal vom Computer am Ausgang eine positive Spannung, die einen Strom durch den Widerstand R den internen Widerstand, und die LED des Optokopplers nach GND im Breakout Board fließen lässt.



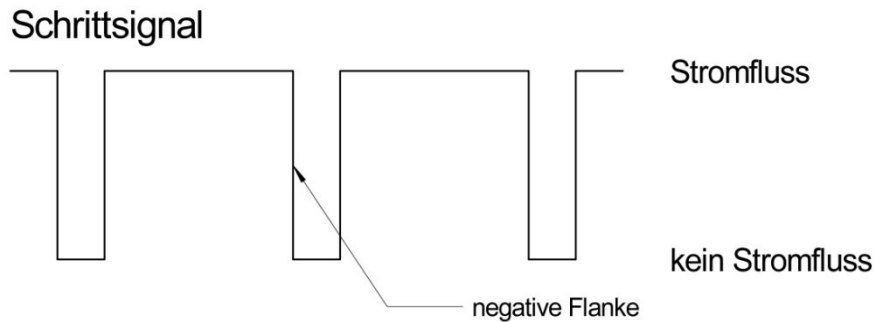
Welche Ausgangsschaltung im verwendeten Breakout Bord realisiert ist, müssen Sie der Dokumentation des Herstellers entnehmen.

Wichtig ist, dass bei Ausgangsspannungen von mehr als 5 V die Widerstände R zwischen Ausgang und Plus-Eingang der Endstufe geschaltet werden. Dabei wird bei 5 V der Widerstand durch einen Draht ersetzt, bei 12 V muss ein Widerstand von 1.200 Ohm und bei 24 V einer von 2.200 Ohm verwendet werden. Als Belastbarkeit reichen jeweils 0,25 W.

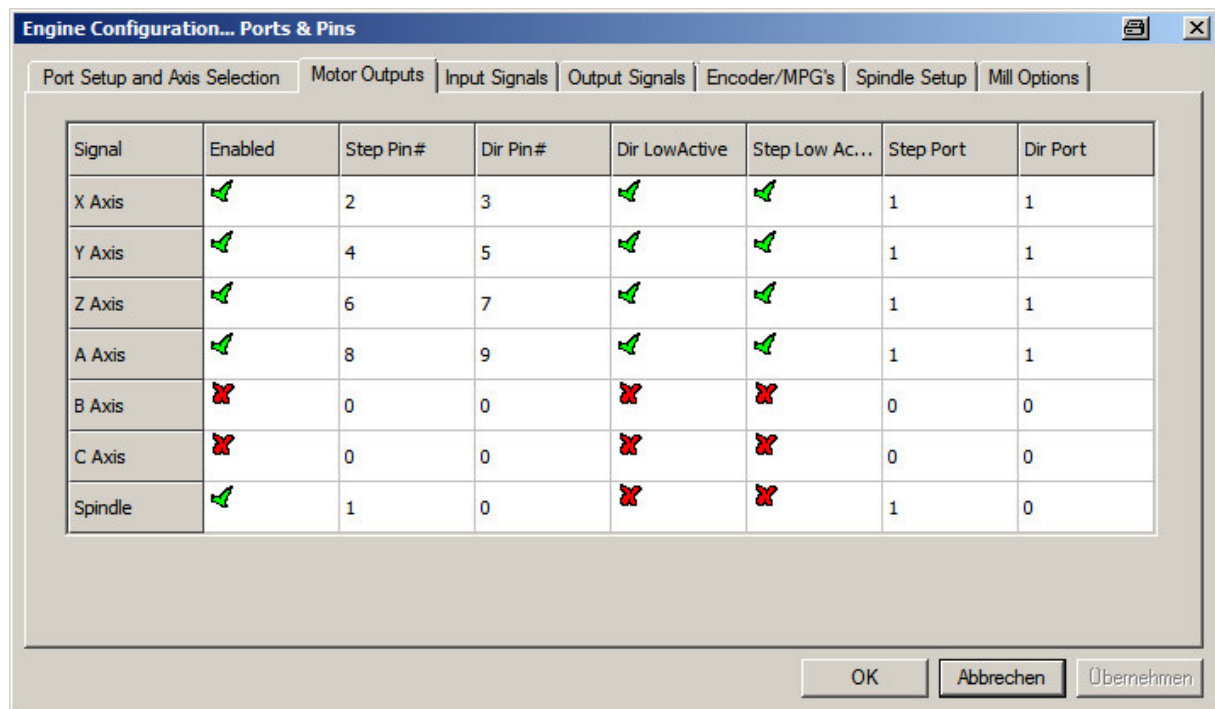
Die Eingänge PUL (Schritt) und DIR (Richtung) müssen Sie beschalten. Den Eingang ENA (Enable) können Sie frei lassen. Er dient zum Abschalten der Endstufe, was im praktischen Betrieb ziemlich irrelevant ist.

Breakout Board und Endstufe sollten mit getrennten Netzteilen betrieben werden, die nur über den Netzeingang verbunden sind, anderenfalls ist die galvanische Trennung der Komponenten über Optokoppler aufgehoben und somit nutzlos.

Die Endstufe dreht den Motor bei mit jedem Schrittsignal um einen Schritt weiter, die Richtung wird von der Polarität des Richtungssignals bestimmt. Dabei erfolgt ein Schritt bei jeder negativen Flanke des Schrittsignals, wenn nämlich der Strom durch die LED des Optokopplers abgeschaltet wird.



Damit sichergestellt ist, dass das Schrittsignal in dieser Form an der Endstufe ankommt, müssen Sie die an der LED anliegende Spannung messen. Dazu benötigen Sie nur ein einfaches Vielfachmessgerät. Schließen Sie den Pluspol des Messgeräts an PUL+ und den Minuspol an PUL- an. Die Endstufe haben Sie, wie oben beschrieben, mit Ihrem Breakout Board verbunden und dieses an den PC angeschlossen, entweder direkt oder über einen SmoothStepper. Starten Sie dann Ihre CNC-Steuersoftware. Fahren Sie die betreffende Achse einige Schritte. Danach sollte das Messinstrument ca. 5 V anzeigen. Wenn dem so ist, ist alles in Ordnung. Zeigt das Instrument annähernd 0 V an, müssen Sie das Schrittsignal umkehren. In der Steuersoftware Mach3 geschieht das über Config / Ports and Pins / Motor Outputs:



In den Spalten Dir Low Active und Step Low Active des Konfigurationsfensters finden Sie entweder ein rotes Kreuz oder ein grünes Häkchen. Was auch immer Sie dort finden, kehren Sie es um, indem Sie darauf klicken und anschließend auf Übernehmen und OK klicken.

Fahren Sie dann die betreffende Achse wieder ein paar Schritte, danach sollte das Messgerät ca. 5 V anzeigen. Damit ist dann alles in Ordnung.

Benutzen Sie Mach3 und einen SmoothStepper, sind Sie mit Anschließen und Konfigurieren fertig. Anderenfalls sollten Sie in Config / Ports and Pins noch den Sherline 1/2 Pulse Mode einschalten:

Engine Configuration... Ports & Pins

Port Setup and Axis Selection | Motor Outputs | Input Signals | Output Signals | Encoder/MPG's | Spindle Setup | Mill Options

Port #1
☒ Port Enabled
 Port Address
 Entry in Hex 0-9 A-F only

Port #2
☐ Port Enabled
 Port Address
 Entry in Hex 0-9 A-F only
☐ Pins 2-9 as inputs

OR

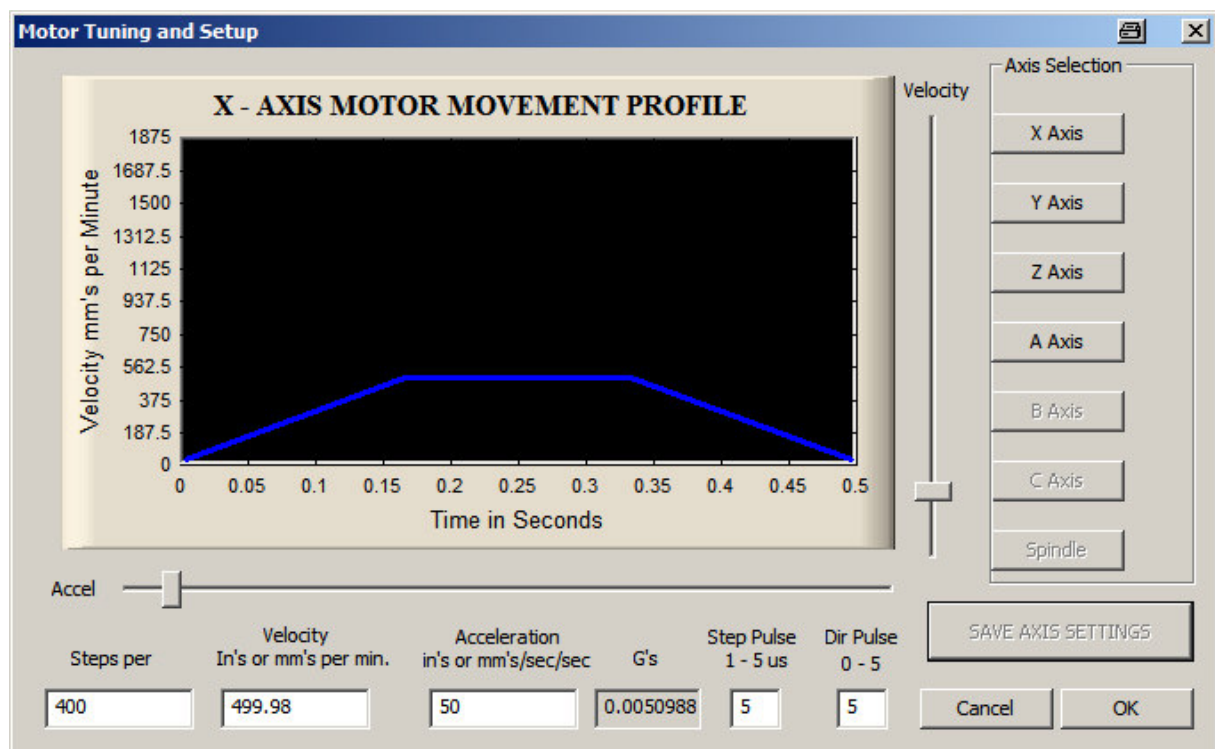
MaxNC Mode
☐ Max CL Mode enabled
☐ Max NC-10 Wave Drive
 Program restart necessary

Restart if changed
☒ Sherline 1/2 Pulse mode.
☐ ModBus InputOutput Support
☐ ModBus PlugIn Supported.
☐ TCP Modbus support
☐ Event Driven Serial Control

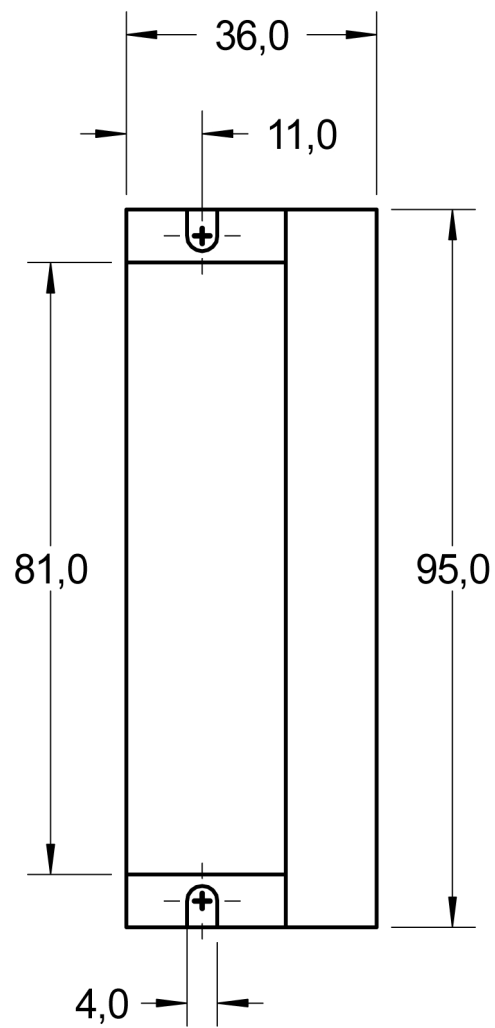
Kernel Speed
☒ 25000Hz ☐ 35000Hz ☐ 45000Hz ☐ 60000Hz
☐ 65000Hz ☐ 75000Hz ☐ 100kHz
 Note: Software must be restarted and motors retuned if kernel speed is changed.

OK Abbrechen Übernehmen

Anschließend setzen Sie in Config / Motor Tuning Step Pulse und DIR Pulse jeweils auf 5.



8. Abmessungen



Die Höhe beträgt mit Kabelabgängen 85 mm.