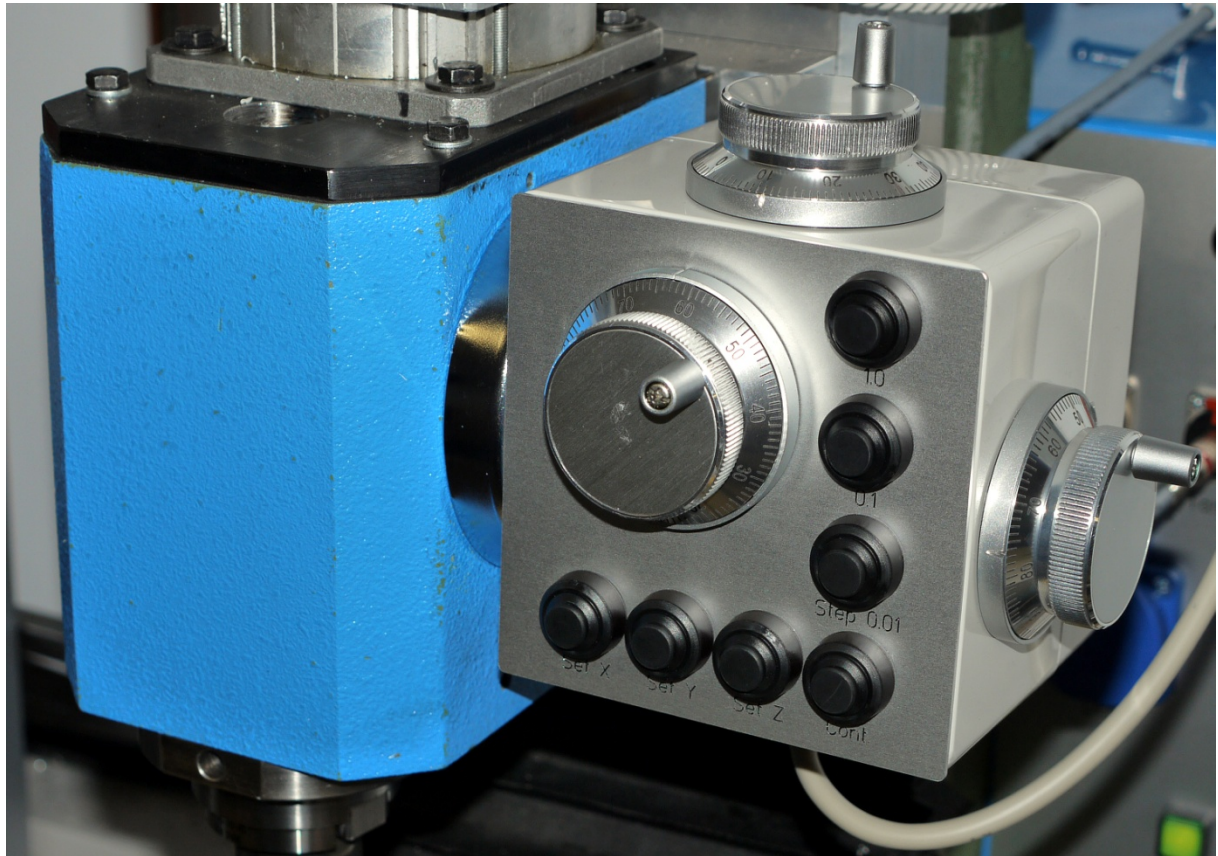


CNC-Bedieneinheit

Technisches Handbuch



© 2012 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. Eigenschaften.....	3
2. Funktion.....	3
3. Elektrischer Anschluss.....	3
3.1 Über die zweite Druckerschnittstelle	3
3.2. Mit SmoothStepper	4
4. Aufbau der Bedieneinheit	4
4.1. Mechanische Arbeiten.....	4
4.2. Einbau Encoder und Schalter	4
4.3. Interne Verdrahtung	6
4.4. Anschlusskabel	6
4.5. Anschluss des Steckers	8
5. Konfiguration von Mach3	9
5.1 Zweite Portadresse	9
5.2 Einstellen der Encoderadressen	10
6. Benutzen der Bedieneinheit.....	13
6.1. Einstellungen	13
6.2. Manuell fräsen	14

1. Eigenschaften

Die CNC-Bedieneinheit stellt eine erhebliche Erleichterung bei der Bedienung einer CNC-Fräsmaschine dar. Das Einrichten von Werkstücken und Werkzeugen ist wesentlich komfortabler als mit Tastatur und Maus, die auch noch vor Spänen geschützt werden müssen. Im Gegensatz zum ebenfalls lieferbaren elektronischen Handrad besitzt die Bedieneinheit drei Drehencoder, die jeweils einer Achse der Maschine zugeordnet werden können.

Hätten Sie drei Hände, könnten Sie damit alle drei Achsen einer Fräsmaschine gleichzeitig fahren, da Sie aber vermutlich nur zwei Hände haben, müssen Sie sich auf zwei Achsen beschränken. Dieser humoristische Ausflug zeigt aber den wesentlichen Vorteil der Bedieneinheit, Sie müssen nämlich nicht mehr den Encoder auf die jeweils zu fahrende Achse schalten. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Drehrichtung der Encoder den Handrädern einer konventionellen Fräsmaschine entspricht. Drehen Sie also den rechten Encoder im Uhrzeigersinn, bewegt sich der Tisch nach links, drehen Sie den vorderen Encoder im Uhrzeigersinn, bewegt sich der Tisch nach hinten. Drehen Sie schließlich den oberen Encoder im Uhrzeigersinn, bewegt sich der Spindelkopf nach unten. Das sind wir von konventionellen Maschinen so gewohnt und wird dort durch ein Linksgewinde an der Spindel der Y-Achse realisiert. Leider lässt sich das mit einem Encoder, der umgeschaltet wird, nicht realisieren, weil die Kugelgewindespindeln einer CNC-Maschine nur Rechtsgewinde haben. Bei drei Encodern lässt sich aber die Drehrichtung jedes Encoders in der Konfiguration von Mach3 individuell festlegen.

Die Achsen der Maschine fahren Sie entweder im kontinuierlichen Betrieb oder im Einzelschritt mit 1.0, 0.1 oder 0.01 mm pro Teilstrich. Den kontinuierlichen Betrieb nutzen Sie zum schnellen Positionieren bis zur Eilganggeschwindigkeit oder zum manuellen Fräsen, im Einzelschritt fahren Sie z.B. Kanten sehr präzise an oder messen die Werkzeuglänge. Haben Sie die gewünschte Position gefunden, dann setzen Sie den Werkstück- oder Werkzeugnullpunkt mit den entsprechenden Schaltern. Natürlich können Sie den Einzelschritt auch zum manuellen Fräsen nutzen.

Die Bedieneinheit ist in einem robusten Kunststoffgehäuse untergebracht und sollte an einer leicht erreichbaren Position an der Maschine befestigt werden.

Voraussetzung für den Betrieb Bedieneinheit ist die Steuerungssoftware Mach3 und eine spezielle Version der von uns entwickelte deutsche Oberfläche, die mit dem Bausatz mitgeliefert wird.

2. Funktion

Die Bedieneinheit besteht aus zwei unabhängigen Funktionsblöcken. Zum Fahren der Achsen und damit zur Erzeugung von Schritimpulsen dienen die Drehencoder. Diese geben ihre Signale direkt auf die zweite parallele Schnittstelle des Computers ab.

Der zweite Funktionsblock ist die Tastatur. Diese erzeugt beim Drücken einer Taste einen Eingangsimpuls, der von Mach3 als „HotKey“ interpretiert wird und die zugehörige Funktion auslöst.

3. Elektrischer Anschluss

3.1 Über die zweite Druckerschnittstelle

Die Bedieneinheit schließen Sie über die zweite parallele Schnittstelle direkt an den Computer an. Da die meisten Computer heute nur mit einer Parallelschnittstelle auf dem Motherboard ausgestattet sind, müssen Sie die zweite Schnittstelle nachrüsten.

Dazu gibt es im Fachhandel entsprechende Schnittstellenkarten, z.B. bei Reichelt-Elektronik (www.reichelt.de) mit der Artikelnummer DELOCK 89015 für den PCI-Bus oder DELOCK 89124 für den PCI-Express-Bus. Dabei ist der PCI-Express-Bus für Schnittstellenkarten extrem selten zu finden. Sie liegen eigentlich immer richtig, wenn Sie die Variante für den PCI-Bus bestellen. Die Karten gibt es natürlich auch im lokalen Computerfachhandel oder bei Conrad-Elektronik.

Auf dem 25poligen Stecker sind die Pins 13 und 15 der Schnittstelle mit den A- und B-Signale des Drehencoders belegt. Das USB-Kabel dient nur zur Stromversorgung des Handrades, verbinden Sie es mit einer freien USB-Schnittstelle des Computers.

Sehr wichtig ist, dass Sie die Pins 2 - 9 der zweiten Schnittstelle in Mach3 als „Inputs“ konfigurieren (siehe auch Abschnitt „Konfiguration“). Sollten folgende Tasten alle nicht funktionieren, dann haben Sie das vermutlich vergessen oder Ihre Schnittstellenkarte ist nicht geeignet: X, Y, Z, 1.0, 0.1, 0.01, Set X, Set Y.

Ein Kunde hat mir berichtet, dass es mit seiner Schnittstellenkarte nicht möglich war, die Pins 2-9 als Inputs zu konfigurieren. Erst mit der oben erwähnten Karte von DELOCK klappte es.

Die Konfiguration der zweiten Parallelschnittstelle ist normalerweise einfach. Sollte es jedoch nicht gleich klappen, hilft Ihnen die folgende Anleitung:

http://www.einfach-cnc.de/einstellen_der_portadressen_fur_mach3.html

3.2. Mit SmoothStepper

Eine weitere Möglichkeit zum Anschluss des elektronischen Handrades bietet unsere Ethernet-Schnittstelle SmoothStepper. Diese besitzt drei Druckerschnittstellen, so dass Sie nur noch das USB-Kabel des Handrades mit dem Computer oder einem USB-Ladegerät verbinden müssen. Mehr über den SmoothStepper erfahren Sie hier:

http://www.einfach-cnc.de/smoothstepper_ethernet_.html

4. Aufbau der Bedieneinheit

4.1. Mechanische Arbeiten

Mit dem Bausatz haben Sie ein fertig gefrästes Gehäuse bekommen, in das Sie nur noch an geeigneter Stelle eine Bohrung mit 12 mm Durchmesser für die mitgelieferte Kabeldurchführung einbringen müssen. Weil die Lage der Bohrung von der Platzierung der Bedieneinheit an der Maschine abhängt, kann sie nicht ab Werk hergestellt werden. Gleiches gilt für die Befestigungsbohrungen. In unserem Beispiel ist die Bedieneinheit mit einem großen Ringmagneten, wie er auch an den Füßen von Arbeitslampen verwendet wird, am Spindelkopf der Maschine befestigt.

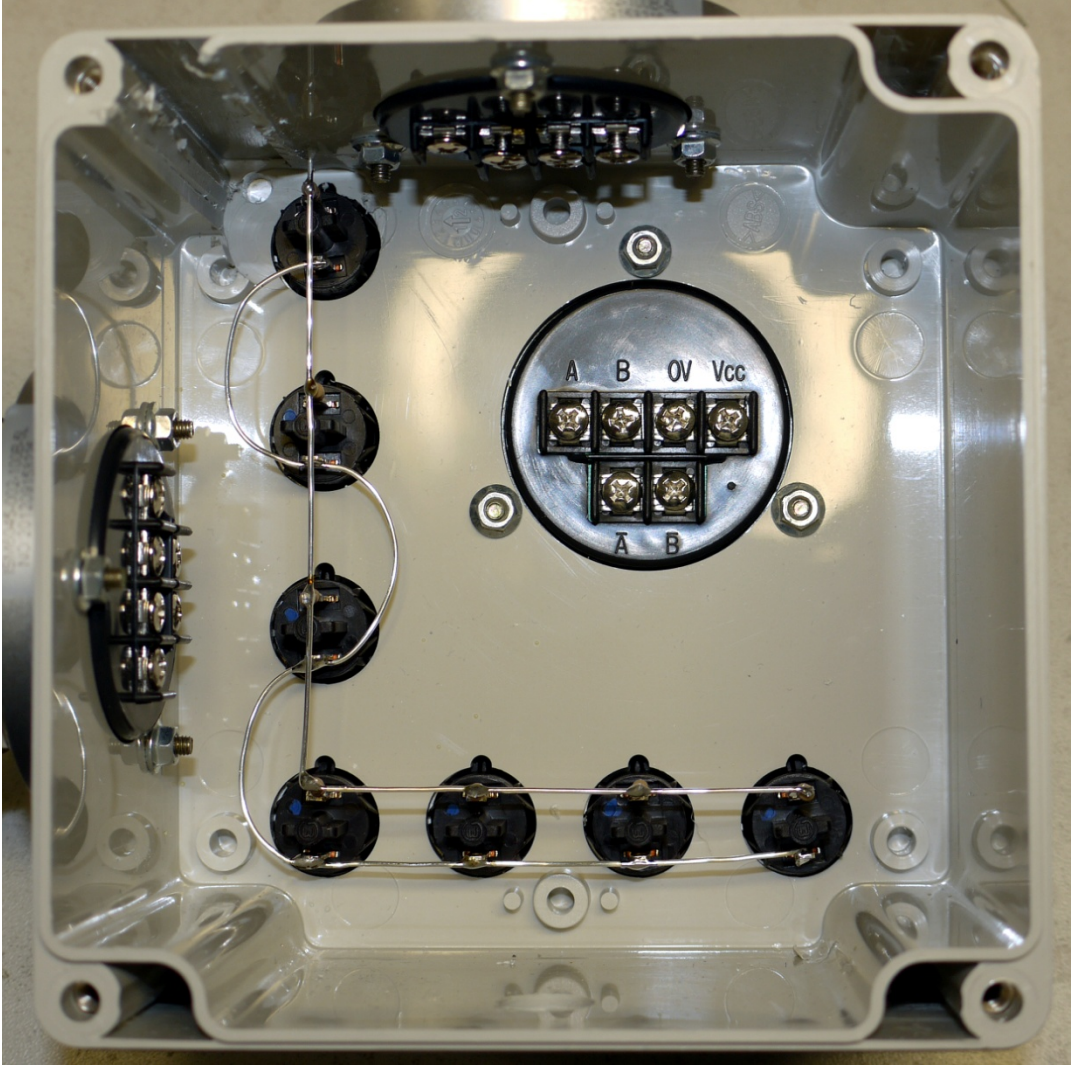
Damit sind die mechanischen Arbeiten schon abgeschlossen, es folgt der Einbau des Encoders, der Schalter und der Elektrik.

4.2. Einbau Encoder und Schalter

Legen Sie die mitgelieferte Frontplatte auf das Gehäuse und montieren Sie den vorderen Drehencoder. Stecken Sie dann die Schalter durch die Frontplatte und zwar so, dass die Nocke an den Schaltern in die kleinen Aussparungen in den Schalterbohrungen passt. Die Schalter werden durch Eindrücken befestigt.

Die zwei restlichen Decoder sollten Sie erst einbauen, nachdem Sie die Kabel angeschlossen haben. Im Gehäuse ist es für einen Schraubenzieher zu eng. Im folgenden Foto sind die Encoder aber schon eingebaut.

Schließlich montieren Sie noch die Kabeldurchführung. Das fertig bestückte Gehäuse sieht dann von innen so aus:



4.3. Interne Verdrahtung

Nun folgt die Elektrik. Zunächst verbinden Sie einen Kontakt jedes Schalters mit einem Draht. Danach löten Sie an den freien Kontakt jedes Schalters einen Widerstand von 10 K-Ohm. Die freien Enden der Widerstände verbinden Sie wiederum mit einem Draht:



Schließlich verbinden Sie den Draht, der mit den Widerständen verbunden ist, mit der Klemme „VCC“ jedes Encoders. Den Draht, der direkt mit den Schaltern verbunden ist, verbinden Sie mit der Klemme „0V“ jedes Encoders. Natürlich achten Sie darauf, dass sich die Drähte nicht berühren können.

4.4. Anschlusskabel

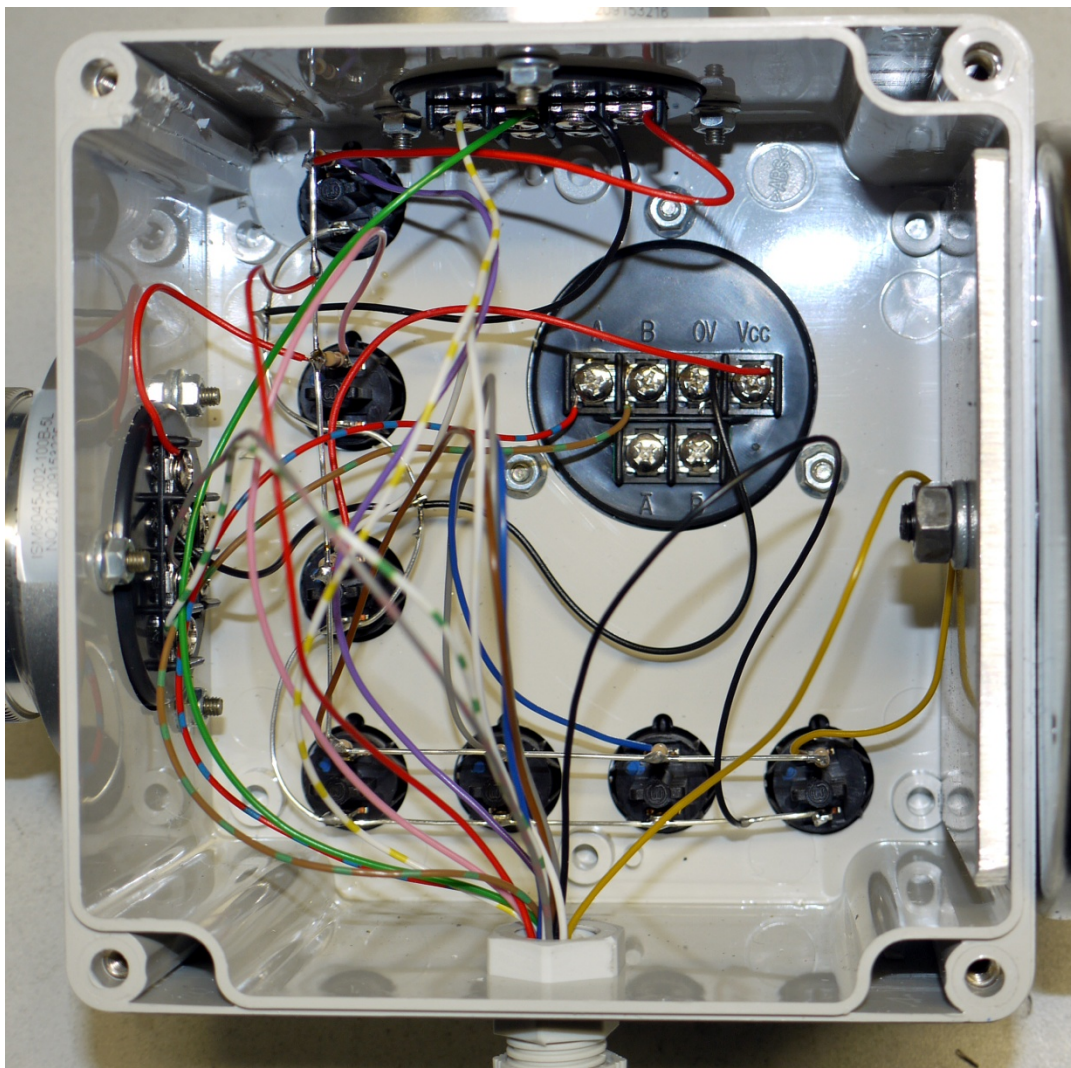
Isolieren Sie das mitgelieferte Kabel an einem Ende auf ca. 15 cm ab und entfernen Sie das Abschirmgeflecht komplett. Als nächstes sollten Sie die noch nicht befestigten Encoder anschließen und ins Gehäuse einbauen.

Danach verbinden Sie die rote Ader des Kabels (+5V) mit der Klemme „VCC“ und die schwarze Ader (-5V) mit der Klemme „0V“ an einem der Encoder. Verbinden Sie nun die restlichen Adern des Kabels nach folgender Tabelle mit den Anschlüssen der Schalter, an denen die Widerstände 10 K-Ohm angelötet sind. Kontrollieren Sie danach, ob die Lötstellen nicht wieder aufgegangen sind.

Welche Farben die Adern haben, ist prinzipiell egal. Es ist aber einfacher, die in der Tabelle genannten Farben zu verwenden. Es kann aber nicht garantiert werden, dass die Adern des mitgelieferten Kabels die genannten Farben haben.

Stecker-Pin	Funktion	Farbe
-	Plus 5V von USB	rot
2	Encoder 1 A	grün/weiß
3	Encoder 1 B	grau
4	Encoder 2 A	rot/blau
5	Encoder 2 B	grün/braun
6	Encoder 3 A	braun/gelb
7	Encoder 3 B	grün
8	1.0	violett
9	0.1	rosa
10	Step 0.01	weiß
11	Set X	gelb/weiß
12	Set Y	blau
13	Set Z	grau/rosa
15	Cont	braun
25	Ground / -5V von USB	schwarz

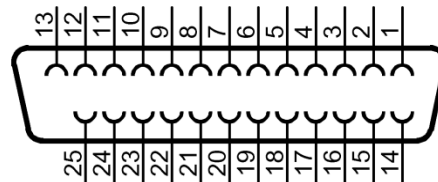
Encoder 1 ist auf der Frontplatte, Encoder 2 an der rechten Seite und Encoder 3 auf der Oberseite des Gehäuses.



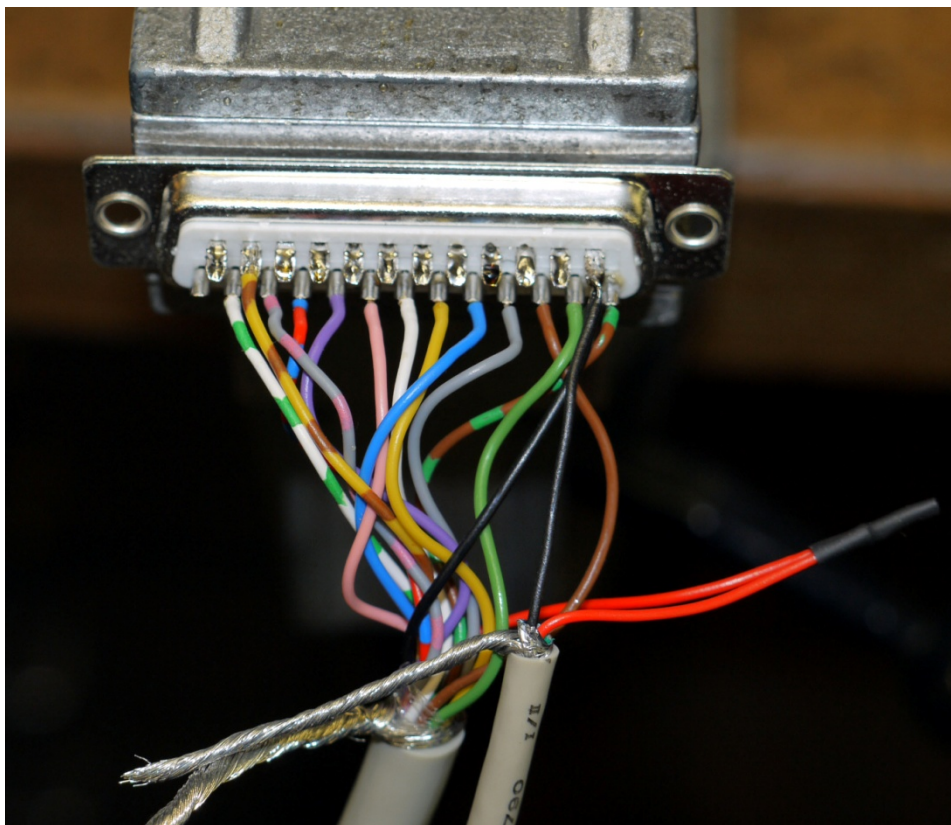
4.5. Anschluss des Steckers

Es folgt der Anschluss des Kabels an den Stecker. Dazu isolieren Sie das andere Ende des Kabels ca. 50 mm weit ab. Die Abschirmung schneiden Sie NICHT ab, sondern verdrillen sie zur Seite, so dass die Litzen freiliegen.

Löten Sie dann die Litzen nach der obigen Tabelle an die Pins des Steckers. Beachten Sie die Nummerierung der Pins, wie in der folgenden Skizze. Dabei ist der Stecker von hinten, also von der Lötseite gezeigt.

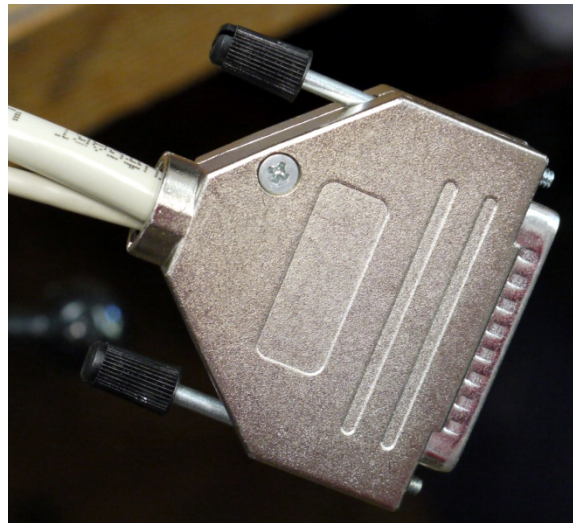


Die rote Litze (Plus) wird nicht am Stecker angelötet. Nehmen Sie nun das USB-Kabel und isolieren Sie es etwa 50 mm weit ab. Die grüne und die weiße Litze des Kabels schneiden Sie ab. Die rote Litze verbinden Sie mit der roten Litze für den Pluspol und die schwarze verbinden Sie mit Pin 25 des Steckers. Schieben Sie ein kleines Stück Schrumpfschlauch über die Verbindung der roten Litzen und schrumpfen Sie es, indem Sie den Lötkolben daneben halten.



Nun wird es etwas „fummelig“. Sie müssen Stecker und Kabel in das Steckergehäuse montieren. Für die Kabeldurchführung liegen verschiedene Kunststoff-Formteile bei, wählen Sie die mit dem größten Durchlass. Legen Sie ein Formteil in ein Gehäuseteil des Steckers, dann die beiden Kabel, dann das zweite Formteil. Darüber legen Sie die zwei Abschirmungen. Es ist wichtig, dass die Abschirmungen Kontakt zum Steckergehäuse haben, wenn es zusammengebaut ist. Legen Sie das

zweite Gehäuseteil auf und setzen Sie den Stecker ein. Vergessen Sie nicht die beiden Befestigungsschrauben mit den schwarzen Knebeln. Halten Sie alles mit Ihren fünf Händen zusammen ;-)) und drehen Sie die zwei M3-Kreuzschlitzschrauben fest. Im besten Fall sieht der Stecker jetzt so aus:

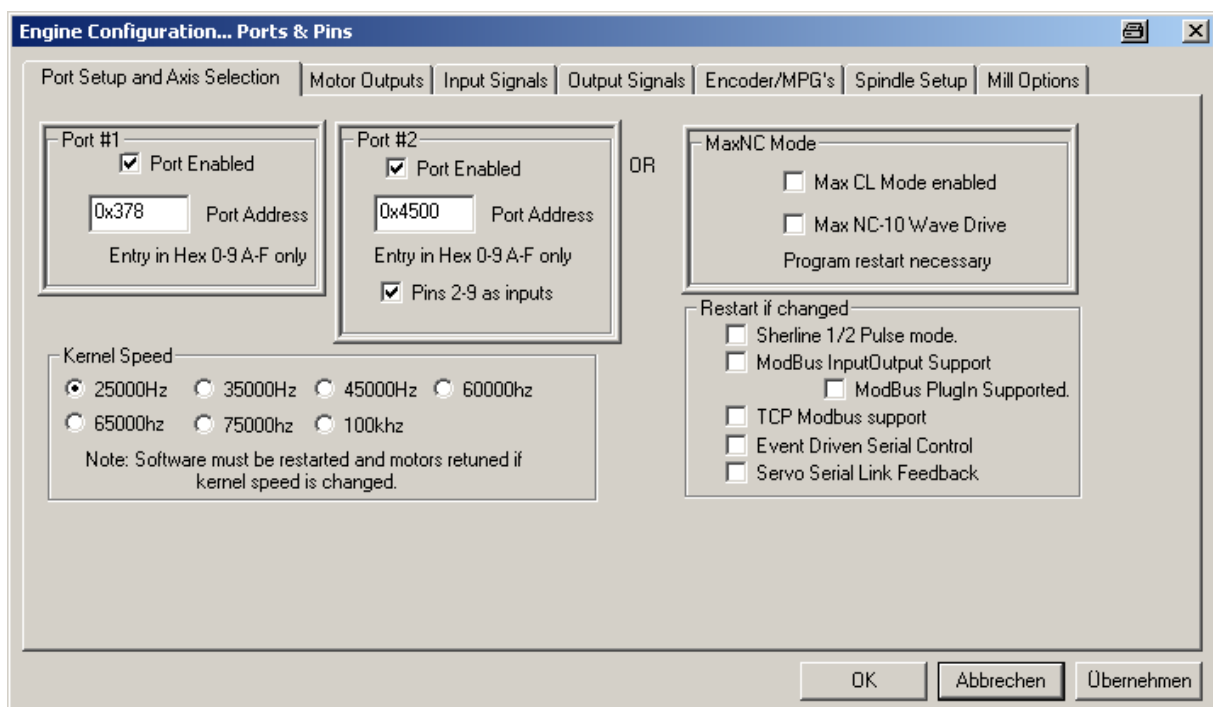


Wenn Sie übrigens keine USB-Schnittstelle am PC zur Stromversorgung verwenden wollen, können Sie sie mit einem USB-Ladegerät, z.B. Reichelt Artikel-Nr. MW 3NU10GS, ersetzen.

5. Konfiguration von Mach3

5.1 Zweite Portadresse

Weil das Handrad den zweiten Parallelport des Computers benutzt, muss dieser in Mach3 eingeschaltet und die Adresse eingestellt werden. Das passiert über den Dialog Configuration / Ports & Pins / Port Setup and Axis Selection. Sie sehen dann folgendes Bild:



Setzen Sie das Häkchen bei Port #2 Port Enabled und bei „Pins 2-9 as inputs“. Tragen Sie die Portadresse bei Port Address ein (das ist nicht unbedingt dieselbe Adresse wie im Beispiel!). Klicken Sie dann auf Übernehmen und OK.

Das vorher gesagte gilt nicht, wenn Sie SmoothStepper verwenden. Hier müssen Sie die zweite Portadresse für das Handrad nicht eintragen und den Port auch nicht einschalten. Allerdings müssen Sie in der Konfiguration des SmoothSteppers die Pins 2 - 9 der zweiten oder dritten Schnittstelle als Inputs definieren, abhängig davon, an welche Schnittstelle Sie die Bedieneinheit anschließen wollen (siehe Bild).

Port 2 Pins 2 through 9 Direction

Port 3 Pins 2 through 9 Direction

5.2 Einstellen der Encoderadressen

Öffnen Sie den Dialog Config / Ports & Pins / Encoder/MPG's. In den Zeilen MPG #1 bis MPG #3 setzen Sie das grüne Häkchen bei Enabled. Tragen Sie dann in der Zeile MPG #1 und der Spalte A-Port die 2 (oder die 3, wenn Sie die dritte Schnittstelle des SmoothSteppers verwenden) und in Spalte A-Pin die 2 ein. In der Spalte B-Port tragen Sie die 2 (oder 3) und in der Spalte B-Pin die 3 ein. In der Spalte Counts/Unit tragen Sie eine 4 und bei Velocity tragen Sie 400 ein. Die Anzahl bei Counts/Unit sollten Sie nicht verändern. Sie gibt an, wie viel Impulse pro Klick der Encoder abgibt.

Den Wert für Velocity können Sie probeweise verändern. Er gibt an, wie viele Impulse pro Sekunde erforderlich sind, um auf volle Eilganggeschwindigkeit zu schalten. Je höher der Wert ist, desto schneller müssen Sie das Handrad zur Erreichung der Eilganggeschwindigkeit drehen. Wenn Sie mit der Bedieneinheit im kontinuierlichen Modus manuell fräsen möchten, empfiehlt sich ein hoher Wert, Sie haben damit bessere Kontrolle über die Bewegung der Maschine.

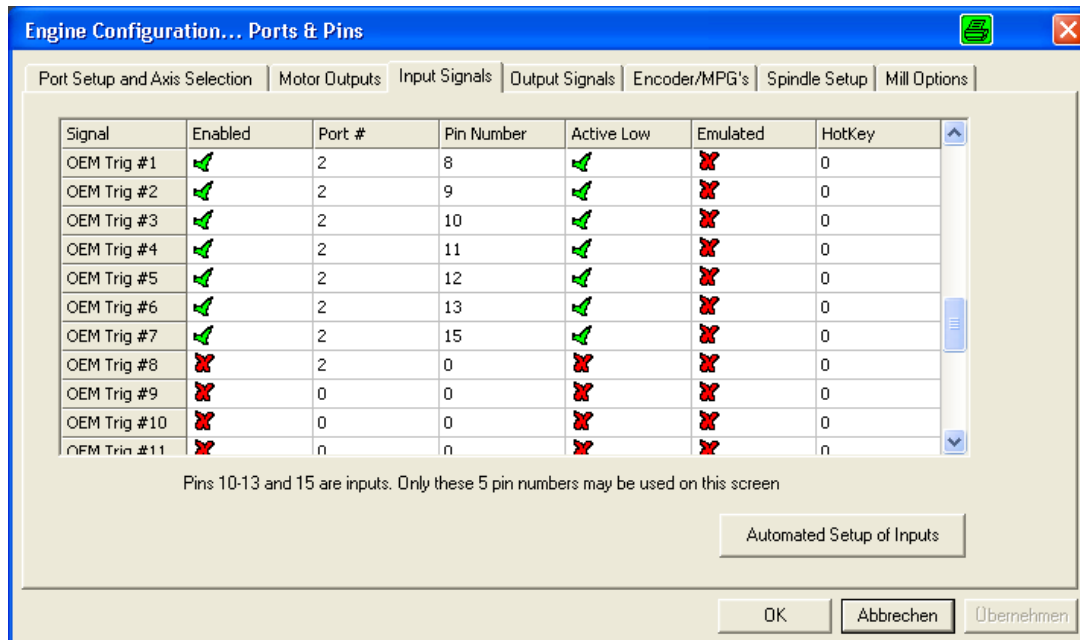
Sollte ein Encoder nach Ihrem Gefühl „verkehrt herum“ laufen, dann vertauschen sie einfach die Pins in der Konfiguration.

Geben Sie dann die restlichen Werte ein, so wie in der folgenden Tabelle gezeigt:

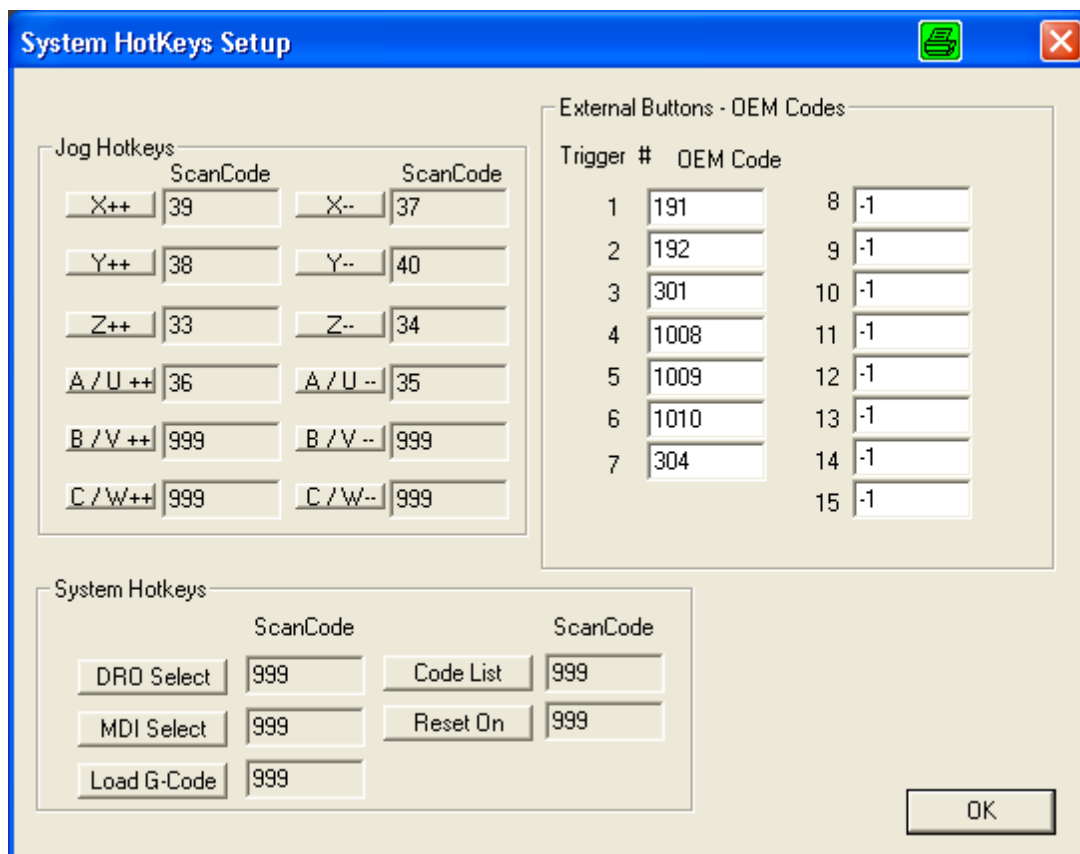
Signal	Enabled	A -Port #	A -Pin #	B -Port #	B -Pin #	Counts/Unit	Velocity
Encoder1	<input type="checkbox"/>	0	0	0	0	1.000000	100.000000
Encoder2	<input type="checkbox"/>	0	0	0	0	1.000000	100.000000
Encoder3	<input type="checkbox"/>	0	0	0	0	1.000000	100.000000
Encoder4	<input type="checkbox"/>	0	0	0	0	1.000000	100.000000
MPG #1	<input checked="" type="checkbox"/>	2	2	2	3	4.000000	400.000000
MPG #2	<input checked="" type="checkbox"/>	2	4	2	5	4.000000	400.000000
MPG #3	<input checked="" type="checkbox"/>	2	6	2	7	4.000000	400.000000

OK

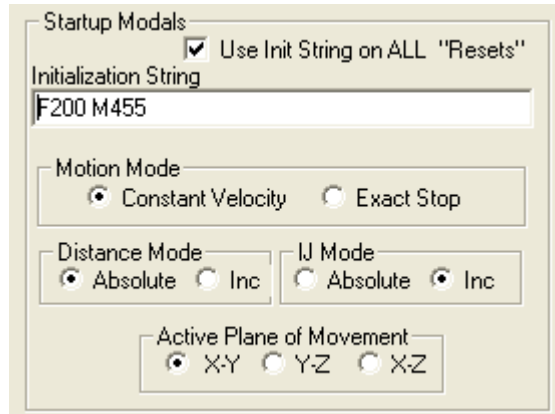
Öffnen Sie nun den Dialog Config / Ports & Pins / Input Signals. Scrollen Sie nach unten, bis Sie zu der Zeile OEM Trig #1 kommen. Klicken Sie auf die Spalte Enabled, so dass sich das rote Kreuz in ein grünes Häkchen verwandelt. In der Spalte Port # tragen Sie eine 2 (oder 3) ein und in der Spalte Pin Number eine 8 in der Spalte Active Low setzen Sie durch Klicken das grüne Häkchen. In die Zeilen OEM Trig #2 bis OEM Trig#7 tragen Sie dann folgende Werte ein:



Öffnen Sie nun den Dialog Config / System Hotkeys. und tragen Sie die unten gezeigten Werte im Bereich External Buttons - OEM Codes ein.



Öffnen Sie den Dialog Config / General Config und finden Sie den Eintrag unter Initialization String. An das, was immer dort eingetragen sein mag, fügen Sie den Text F200 M455 an (siehe unten).



Setzen Sie unbedingt das Häkchen bei „Use Init String on ALL Resets“. Klicken Sie auf OK.

Schließlich müssen Sie noch zwei Makros in den Makro-Ordner Ihrer Konfiguration einfügen. Ihre Mach3-Konfiguration hat einen Namen, mit der Sie sie aufrufen, z.B. SRS14035. Schauen Sie nun in den Ordner c:\Mach3\macros auf der Festplatte des Computers. Sie finden dort einen Unterordner mit demselben Namen wie Ihre Mach3 Konfiguration. In diesen Ordner kopieren Sie die Dateien M455.m1s und M456.m1s, die Sie auf der mitgelieferten CD finden. Damit ist die Konfiguration abgeschlossen.

6. Benutzen der Bedieneinheit

6.1. Einstellungen

Um die Bedieneinheit einzuschalten, drücken Sie zunächst auf den Knopf „Step 0.01“ an der Bedieneinheit. Die Bedieneinheit ist dann im Einzelschrittmodus mit einer Schrittweite von 0,01 mm. Um in den kontinuierlichen Modus umzuschalten, drücken Sie den Knopf „Cont“.

Bevor Sie die Drehencoder der Einheit nutzen können, müssen Sie die Zuordnung zu den Achsen kontrollieren. Schalten Sie dazu den Jog-Bildschirm (Bild rechts) ein, indem Sie die Tab-Taste auf der Tastatur betätigen.

Danach wählen Sie, welche Achse mit welchem Drehencoder bewegt werden soll. Dazu klicken Sie so oft auf die Knöpfe MPG1 – MPG3 bis zu jedem Encoder die gewünschte Achse angezeigt wird.

Mit Bedieneinheit sind Sie in der Lage, die Achsen der Maschine entweder kontinuierlich (Taste Cont) oder schrittweise (Taste Step 0.01) zu bewegen. Im kontinuierlichen Modus fährt die Achse, solange Sie das Handrad drehen. Die Geschwindigkeit, mit der Sie drehen, bestimmt die Verfahrgeschwindigkeit, bis hinunter zu einzelnen Schritten.

Im Einzelschrittmodus wird dagegen die Fahrgeschwindigkeit durch die eingestellte Vorschubgeschwindigkeit bestimmt. Die Vorschubgeschwindigkeit für das Handrad stellen Sie im Jog-Bildschirm ein, indem Sie einen entsprechenden Wert in das DRO unter dem Knopf „0.001“ eingeben (das DRO zeigt im Beispiel den Wert 200). Je höher der Wert ist, desto schneller werden die einzelnen Schritte gefahren.

Um vom Handrad wieder auf die Bewegung der Achsen mit den Pfeiltasten zurückzuschalten, klicken Sie auf den Knopf Pause am Bildschirm. Das bedeutet auch, dass die Bedieneinheit nicht aktiv ist, nachdem Sie mit Pause das Programm angehalten haben. Sie müssen sie mit der Taste Step 0.01 erst wieder aktivieren.

Im Modus Einzelschritt (Step) können Sie die Drehencoder um eine bestimmte Anzahl „Klicks“ weiterdrehen und die Maschine wird die Achse um genau diese Anzahl Einheiten verfahren. Wie groß eine Einheit ist, stellen Sie mit den Tasten 1.0 (Millimeter), 0.1 (Zehntelmillimeter) oder 0.01 (Hundertstelmillimeter) ein. Damit ist eine sehr schnelle und genaue Positionierung möglich. Benutzen Sie z.B. ein Höheneinstellgerät, dann sehen Sie an der Messuhr, wie weit Sie noch vom Nullpunkt entfernt sind. Durch Einstellen dieses Weges am Handrad erreichen Sie sicher die Nullposition.

Leider lässt es Mach3 nicht zu, die zu der eingestellten Schrittweite gehörende LED auf dem Bildschirm einzuschalten, wenn die zugehörige Taste auf der Bedieneinheit gedrückt wird. Umgekehrt funktioniert es, wenn Sie auf den entsprechenden Knopf am Bildschirm klicken.

Nachdem Sie die Nullposition der betreffenden Achse angefahren haben, setzen Sie den Nullpunkt der Achse mit den Tasten Set X, Set Y oder Set Z.



6.2. Manuell fräsen

Sie können die Bedieneinheit nutzen, um mit der Maschine manuell ohne Programm zu fräsen. Dazu können Sie beide Modi nutzen.

Im kontinuierlichen Modus (Schalter „Cont“) folgt die jeweilige Achse der Drehung des Encoders. Drehen Sie schnell, fährt die Achse schnell, drehen Sie langsam, fährt sie langsam. Um eine gute Kontrolle über die Fahrgeschwindigkeit zu haben, sollten Sie den Wert von „Velocity“ bei der Einstellung der Encoder (siehe 4.2.) auf mindestens 600, besser 700 setzen. Bei einem Wert von 700 können Sie die Achse sehr langsam fahren, erreichen aber bei schnellem Drehen noch die Eilganggeschwindigkeit. Der kontinuierliche Modus eignet sich zum Fräsen nach Anriss oder zum positionieren, Sie können aber keinen genau festgelegten Weg fahren.

Dazu sollten Sie den Schrittmodus nutzen. Im Schrittmodus fährt die Achse genau den Weg, den Sie am Drehencoder einstellen. Ist die Schrittweite z.B. auf 1,0 mm eingestellt, dann fährt die Achse bei einer vollen Drehung des Encoders 100 mm, bei einer Schrittweite von 0,1 mm fährt sie 10 mm und bei einer Schrittweite von 0,01 mm fährt sie nur einen Millimeter. Die Fahrgeschwindigkeit hängt nicht davon ab, wie schnell Sie den Encoder drehen, sondern davon, welche Vorschubgeschwindigkeit eingestellt ist. Die Vorschubgeschwindigkeit können Sie im Bildschirm „Automatik“ unter „Vorschub“ oder im Jog-Bildschirm im DRO unterhalb des Knopfes „0.001“ einstellen. Mit der dort eingestellten Geschwindigkeit wird jeder „Klick“ des Encoders gefahren.

Sie können also im Einzelschrittmodus genaue Wege, z.B. 13,86 mm fahren. Dazu stellen Sie die Schrittweite auf 1.0, drehen den Encoder 13 Teilstriche weiter, schalten auf 0.1, drehen 8 Teilstriche weiter, schalten auf 0.01 und drehen schließlich 6 Teilstriche weiter.

Wenn Sie an einem beliebigen Punkt den Encoder auf null stellen wollen, müssen Sie dazu nur kurz auf Tastatur umschalten („Pause“-Knopf).