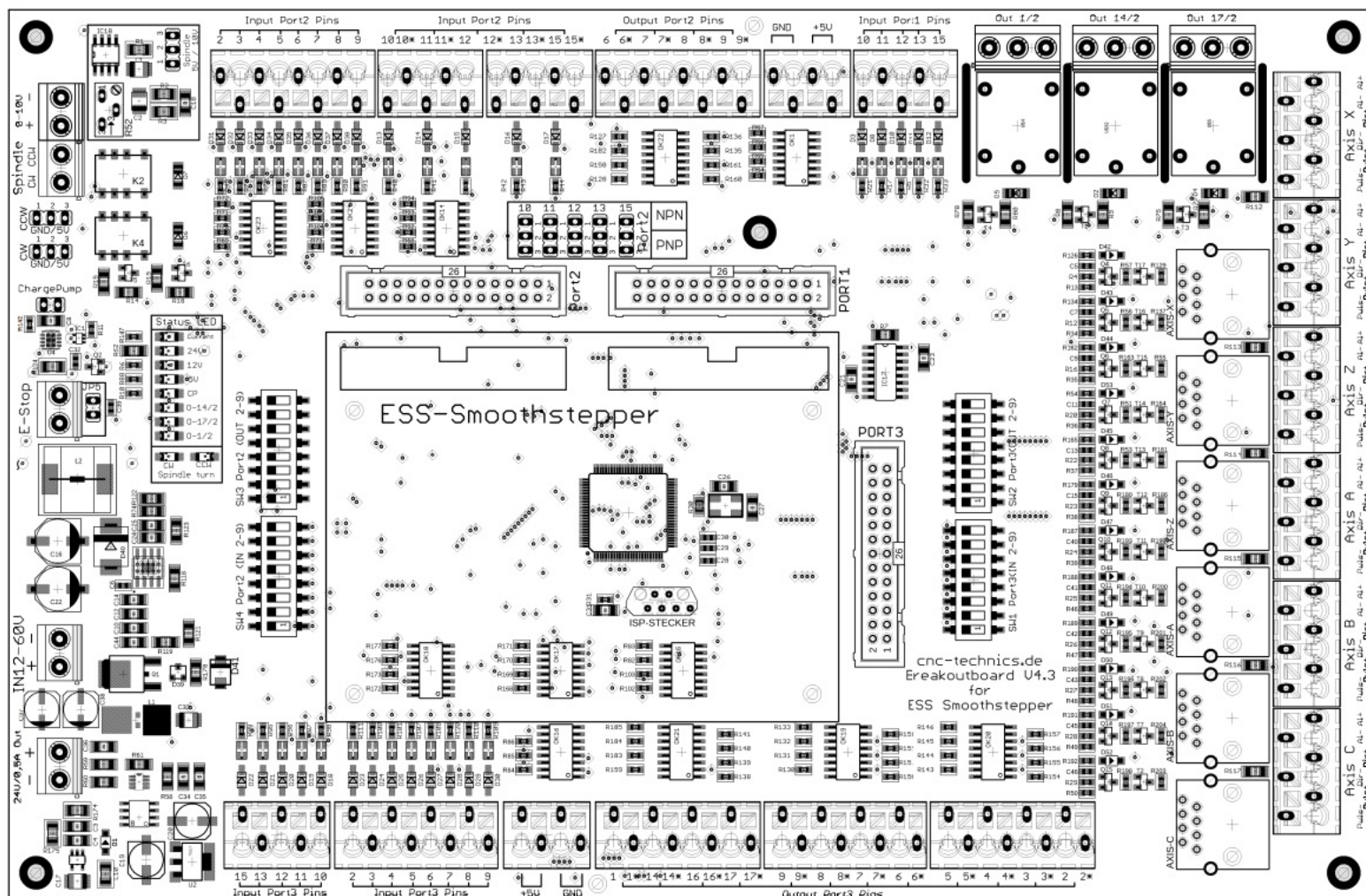


Breakoutboard Mach4 Rev4.3 für ESS Smoothstepper



Bedienungsanleitung

Alle Rechte an dieser Betriebsanweisung verbleiben bei cnc-technics. Texte, Angaben und Abbildungen dieser Betriebsanweisung dürfen nicht vervielfältigt, verbreitet oder zu Zwecken des Wettbewerbs unbefugt verwertet oder anderen mitgeteilt werden.

Inhaltsverzeichnis

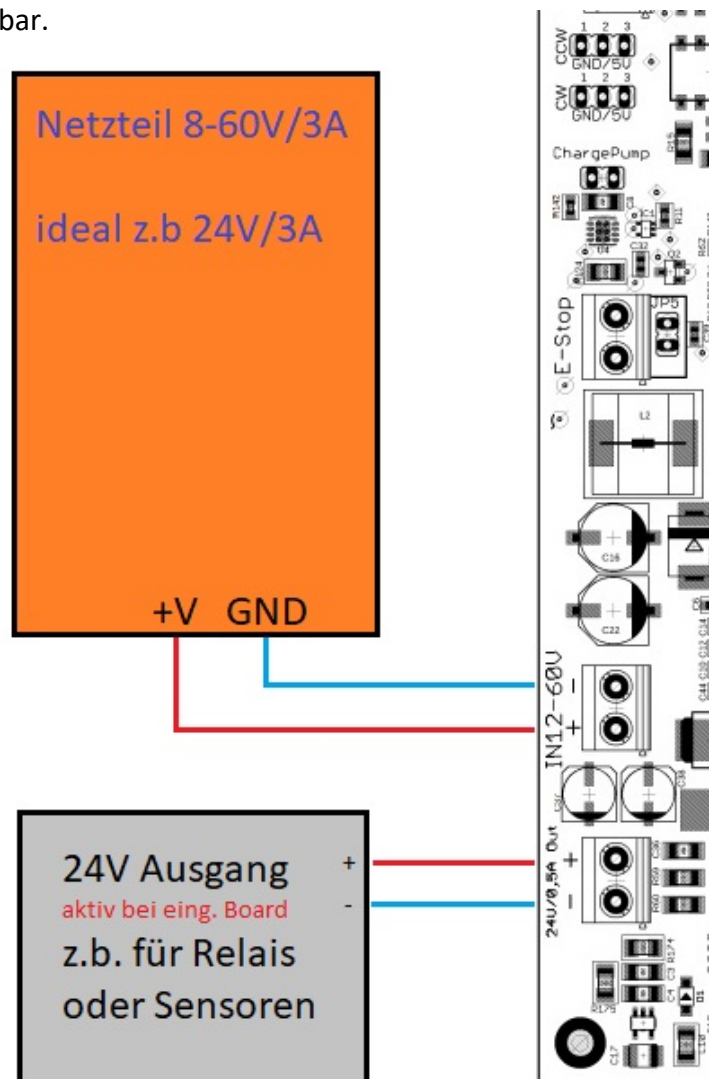
Einleitung	3
Beschreibung	4
Konfigurationen	5
Inbetriebnahme	8
Charge Pump	9
Eingänge	10
Ausgänge	12
Achsen in Mach3 einstellen	14
Spindel in Mach3 einstellen	15
Spindelrichtung	18
Relaisausgänge	20
Statusanzeige	22
Externer Notaus	23
Alarmausgang	23
Rotary Achse einstellen	24

Einleitung

Diese Bedienungsanleitung enthält Anweisungen zur Montage, zum Gebrauch des Breakoutboards.

Es ist zwingend erforderlich, 230V Anschlüsse durch einen sachkundigen Elektriker anzuschließen.

Diese Betriebsanweisung wurde mit Sorgfalt erstellt. Sollten Sie dennoch Fehler feststellen, wären wir Ihnen für einen entsprechenden Hinweis dankbar.



Den Abschnitt „Charge Pump“ bitte als erstes lesen, der ist für die An und Abschaltung des Boardes

Beschreibung des Breakoutboards

Das Breakout-Board ermöglicht den Betrieb von bis zu sechs Schrittmotor- oder Servoendstufen am ESS Smoothstepper.

Hierfür kommt die Steuersoftware Mach3/Mach4 (nicht im Lieferumfang) zum Einsatz. Das Board besitzt verschiedene Eingänge und Ausgänge die individuell eingestellt werden können da viele unterschiedliche Konfigurationen möglich sind. Je nach gewählter Konfiguration stehen zusätzliche Funktionen wie Ansteuerung eines Frequenzumrichters über ein analoges Signal von 0-10V oder dem PWM Signal 0-5V, Referenzschalter, Spindelrichtungsrelais, 3 Solidstate Relaisausgänge und ein Chargepump zur Verfügung. Alle Signale sind über Optokoppler gesichert. Alle maschinenseitigen Signale sind von 5V - 30V ausgelegt, wodurch Robustheit und Kompatibilität auch mit Industriesensoren (PNP/NPN-SENSOREN) gewährleistet ist.

Konfigurationen

Ein und Ausgänge die festgelegt sind und nicht über die DIP Schalter veränderbar sind.

Port1:

Eingänge: Pin 10,11,12,13 (PNP)

Ausgänge: Pin 1 (Spindel PWM),
Pin 3 (AchseX- Step), Pin 2 (AchseX-Dir)
Pin 5 (AchseY- Step), Pin 4 (AchseY-Dir)
Pin 7 (AchseZ- Step), Pin 6 (AchseZ-Dir)
Pin 9 (AchseA- Step), Pin 8 (AchseA-Dir)
Pin 14 (CW Relais)
Pin 15 Alarmeingang
Pin 16 (CCW Relais)
Pin 17 (Charge Pump)

Port2:

Eingänge: Pin 10,11,12,13,15 (NPN oder PNP)

Ausgänge: Pin 1 (Relais)
Pin 14 (Relais)
Pin 17 (Relais)

Port3:

Eingänge: Pin 10,11,12,13,15 (PNP)

Ausgänge: Pin 1,14,16,17

Umschaltung der Pin 2-9 Port 2/3 auf Ausgänge ODER Eingänge

Es sind 8 polige DIP Schalter auf dem Board SW1-4. Sind auch auf dem Board beschriftet. Es müssen immer alle Schalter umgelegt werden von einem DIP Schalter Block.

SW3/4 = Port 2, SW 1/2 = Port 3

Will man z.B. alle Pins 2-9 vom Port 2 als Eingang muss SW4(IN) auf ON und SW3(OUT) auf OFF. Alle Pins 2-9 auf Ausgang, muss SW3(OUT) auf ON und SW4(IN) auf OFF.

W9 Ethernet SmoothStepper (ESS) Configuration - v260

Info General Motors Spindle Laser Pins Config Input Signals Output Signals Homing Probing Backlash HC

1) Set the pins Active High (Red Arrow Up) or Active Low (Green Arrow Down).
 2) Give the Pins you are using an Alias: {P#-#} DESCRIPTION (This is the {Port#-Pin#} for the pin and a description of it). This makes it MUCH EASIER to identify which pins do what in the Input and Output signal tabs.
 3) Assign Noise Filtering, in us, for each input pin, if needed (see the 'Info' tab for more details).
 4) A Feed Hold or Stop (Stop, EStop, Disabled or Limit) event can set the Output state to 'Force ON', 'Force OFF', or 'No Change'. 'No Change' means that the output is controlled by Mach4. With 'Force ON' and 'Force OFF' the ESS will force that desired state.
 5) Pins are always enabled, only Signals can be enabled or disabled. Connect pins as needed on the Input and Output signal tabs.

Port 2 Pins 2-9 Direction Port 3 Pins 2-9 Direction
☐ Inputs ☒ Outputs ☐ Inputs ☒ Outputs

	DIR	Active High/Low	Alias or Name	Noise Filtering	Stop State	Feed Hold State
Port1-Pin1	Out	↑	Spindel	----	No Change	No Change
Port1-Pin2	Out	↑	StepX	----	No Change	No Change
Port1-Pin3	Out	↑	DirX	----	No Change	No Change
Port1-Pin4	Out	↑	StepY	----	No Change	No Change
Port1-Pin5	Out	↑	DirY	----	No Change	No Change
Port1-Pin6	Out	↑	StepZ	----	No Change	No Change
Port1-Pin7	Out	↑	DirZ	----	No Change	No Change
Port1-Pin8	Out	↑	StepA	----	No Change	No Change
Port1-Pin9	Out	↑	DirA	----	No Change	No Change
Port1-Pin10	In	↑	{P1-10}	0.00	----	----
Port1-Pin11	In	↑	{P1-11}	0.00	----	----
Port1-Pin12	In	↑	{P1-12}	0.00	----	----
Port1-Pin13	In	↑	{P1-13}	0.00	----	----
Port1-Pin14	Out	↑	Relais CCW	----	No Change	No Change
Port1-Pin15	In	↑	{P1-15}	0.00	----	----
Port1-Pin16	Out	↑	Relais CW	----	No Change	No Change
Port1-Pin17	Out	↑	Charge Pump	----	No Change	No Change
Port2-Pin1	Out	↑	Relais 1-2	----	No Change	No Change
Port2-Pin2	Out	↑	StepB	----	No Change	No Change
Port2-Pin3	Out	↑	DirB	----	No Change	No Change
Port2-Pin4	Out	↑	StepC	----	No Change	No Change
Port2-Pin5	Out	↑	DirC	----	No Change	No Change
Port2-Pin6	Out	↑	{P2-6}	----	No Change	No Change
Port2-Pin7	Out	↑	{P2-7}	----	No Change	No Change
Port2-Pin8	Out	↑	{P2-8}	----	No Change	No Change
Port2-Pin9	Out	↑	{P2-9}	----	No Change	No Change
Port2-Pin10	In	↑	{P2-10}	0.00	----	----

OK Cancel

W9 Ethernet SmoothStepper (ESS) Configuration - v260

Info General Motors Spindle Laser Pins Config Input Signals Output Signals Homing Probing Backlash HC

1) Set the pins Active High (Red Arrow Up) or Active Low (Green Arrow Down).
 2) Give the Pins you are using an Alias: {P#-#} DESCRIPTION (This is the {Port#-Pin#} for the pin and a description of it).
 This makes it MUCH EASIER to identify which pins do what in the Input and Output signal tabs.
 3) Assign Noise Filtering, in us, for each input pin, if needed (see the 'Info' tab for more details).
 4) A Feed Hold or Stop (Stop, EStop, Disabled or Limit) event can set the Output state to 'Force ON', 'Force OFF', or 'No Change'.
 'No Change' means that the output is controlled by Mach4. With 'Force ON' and 'Force OFF' the ESS will force that desired state.
 5) Pins are always enabled, only Signals can be enabled or disabled. Connect pins as needed on the Input and Output signal tabs.

Port 2 Pins 2-9 Direction Port 3 Pins 2-9 Direction
☐ Inputs ☒ Outputs ☐ Inputs ☒ Outputs

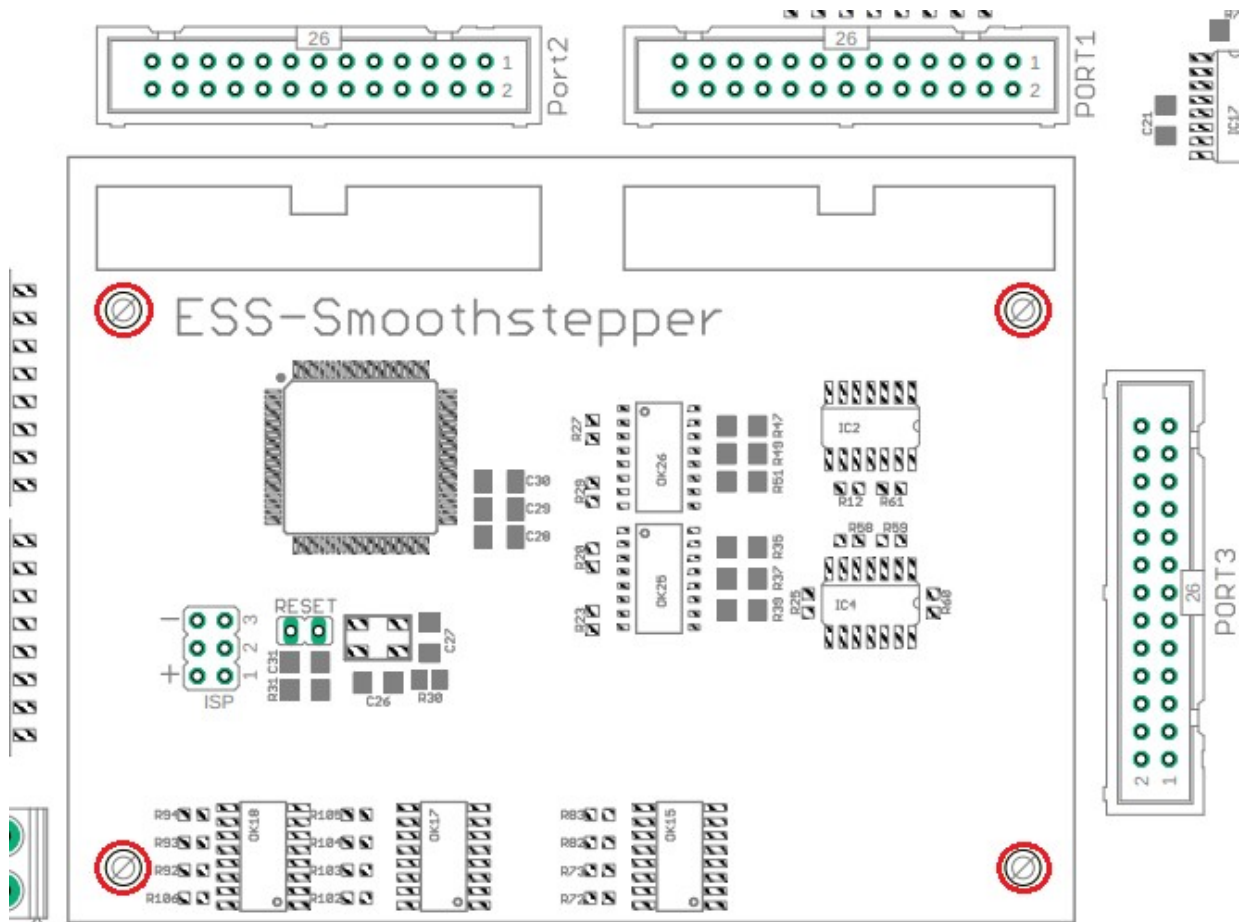
	DIR	Active High/Low	Alias or Name	Noise Filtering	Stop State	Feed Hold State
Port2-Pin8	Out	↑	{P2-8}	----	No Change	No Change
Port2-Pin9	Out	↑	{P2-9}	----	No Change	No Change
Port2-Pin10	In	↑	{P2-10}	0.00	----	----
Port2-Pin11	In	↑	{P2-11}	0.00	----	----
Port2-Pin12	In	↑	{P2-12}	0.00	----	----
Port2-Pin13	In	↑	{P2-13}	0.00	----	----
Port2-Pin14	Out	↑	Relais 14-2	----	No Change	No Change
Port2-Pin15	In	↑	{P2-15}	0.00	----	----
Port2-Pin16	Out	↑	{P2-16}	----	No Change	No Change
Port2-Pin17	Out	↑	Relais 17-2	----	No Change	No Change
Port3-Pin1	Out	↑	{P3-1}	----	No Change	No Change
Port3-Pin2	Out	↑	{P3-2}	----	No Change	No Change
Port3-Pin3	Out	↑	{P3-3}	----	No Change	No Change
Port3-Pin4	Out	↑	{P3-4}	----	No Change	No Change
Port3-Pin5	Out	↑	{P3-5}	----	No Change	No Change
Port3-Pin6	Out	↑	{P3-6}	----	No Change	No Change
Port3-Pin7	Out	↑	{P3-7}	----	No Change	No Change
Port3-Pin8	Out	↑	{P3-8}	----	No Change	No Change
Port3-Pin9	Out	↑	{P3-9}	----	No Change	No Change
Port3-Pin10	In	↑	{P3-10}	0.00	----	----
Port3-Pin11	In	↑	{P3-11}	0.00	----	----
Port3-Pin12	In	↑	{P3-12}	0.00	----	----
Port3-Pin13	In	↑	{P3-13}	0.00	----	----
Port3-Pin14	Out	↑	{P3-14}	----	No Change	No Change
Port3-Pin15	In	↑	{P3-15}	0.00	----	----
Port3-Pin16	Out	↑	{P3-16}	----	No Change	No Change
Port3-Pin17	Out	↑	{P3-17}	----	No Change	No Change

OK Cancel

Inbetriebnahme

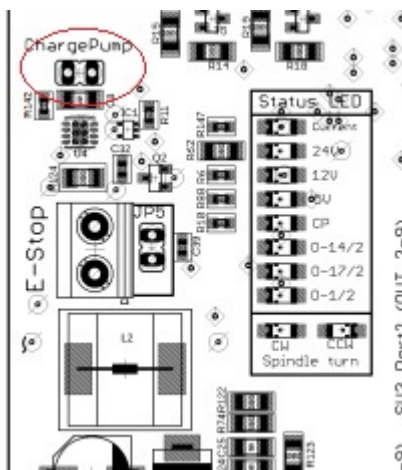
Einbau des Smoothsteppers

- ➔ Der Smoothstepper wird auf die 4 Distanzbolzen mit M3 Schrauben festgeschraubt
- ➔ Am ESS den **Jumper 3** schliessen damit der ESS mit Spannung versorgt wird

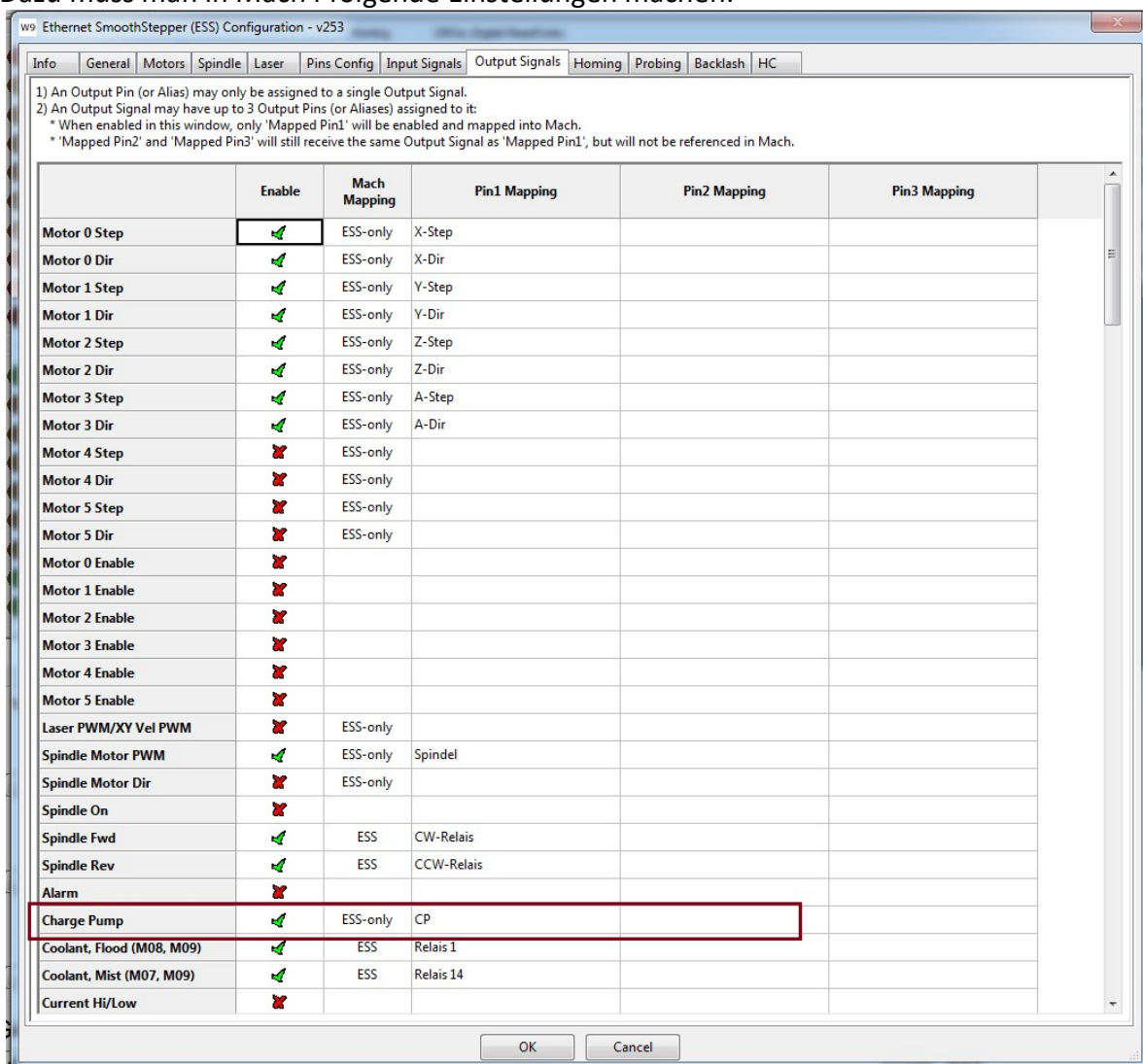


Charge Pump – Einschalten des Boards

Diese Einstellung kann aktiviert oder deaktiviert (Softwareeinschaltung des BOB über Mach3) werden

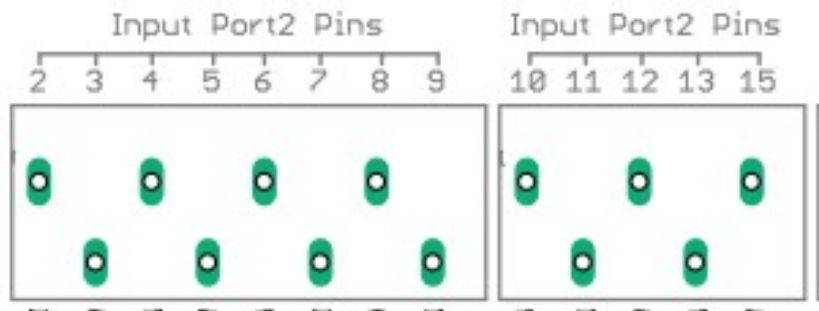


Ist der Jumper **GESETZT** wird das Board ohne Schutz aktiviert und es bleiben alle Spannungen und Steuerungen erhalten auch wenn Mach4 einen Reset macht.
Ist der Jumper **NICHT** gesetzt wird das Breakoutboard von Mach4 über das 12,5Khz signal gesteuert. Das heißt wenn das Mach4 Programm gestartet wird ist auch das Board aktiv.
Dazu muss man in Mach4 folgende Einstellungen machen:



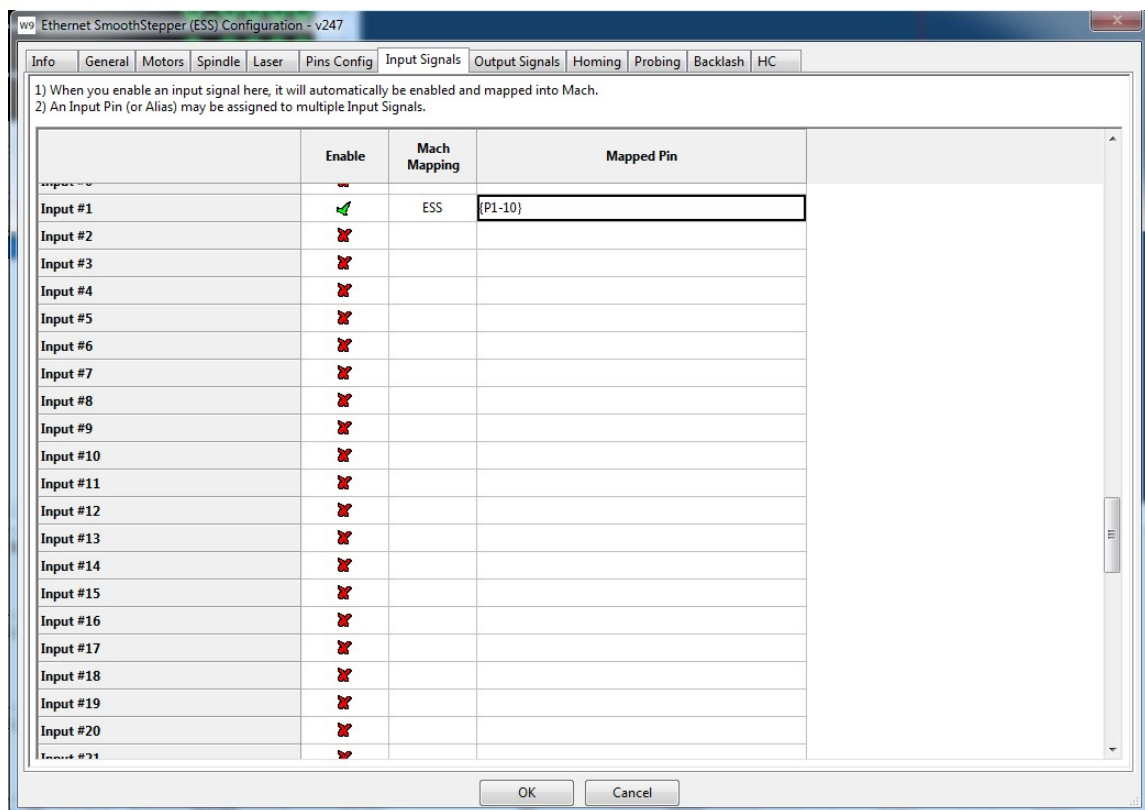
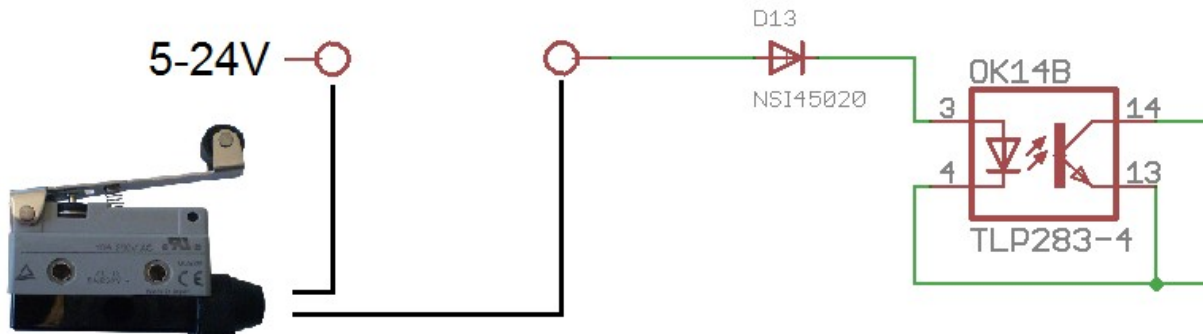
Eingänge

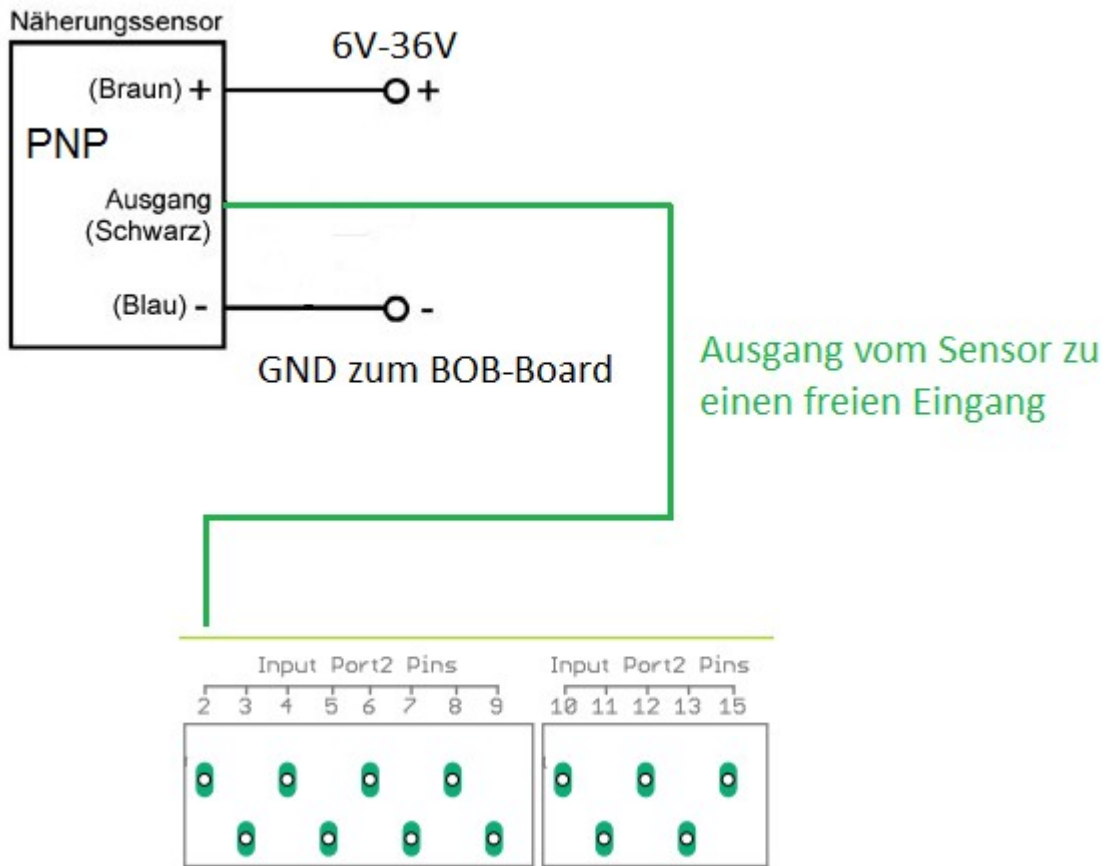
Jeder Eingangsport ist mit seiner **Pin-Nummer** versehen



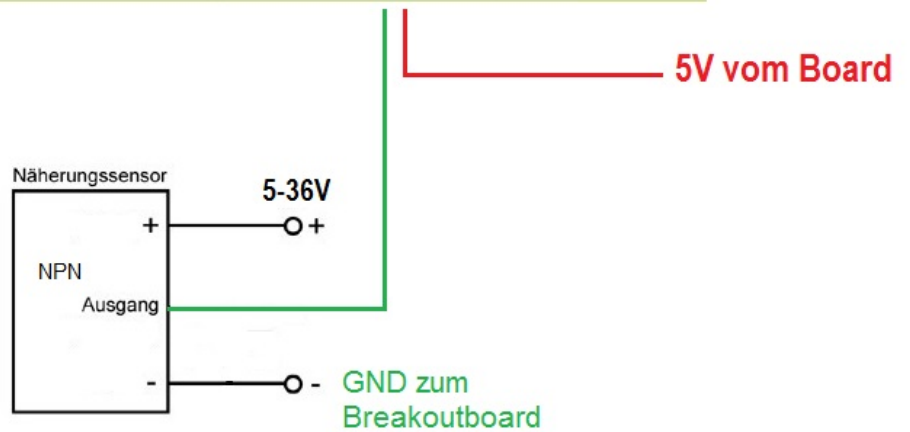
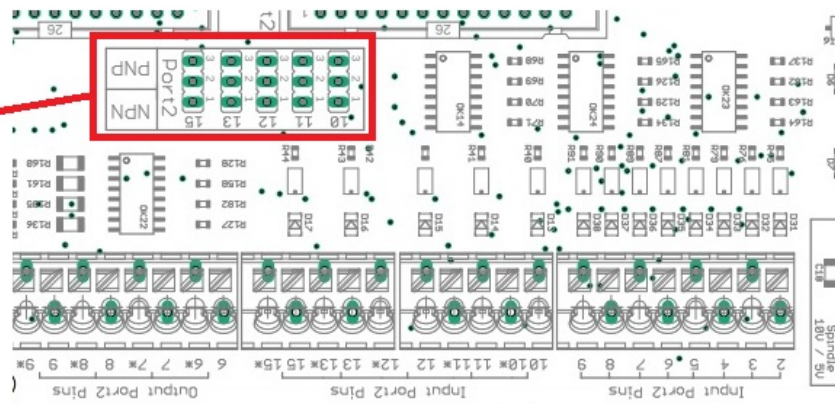
in Mach4 bei Ports&Pins muss bei **Active Low** ein Haken rein setzen.

Wenn der Endschalter betätigt wird, schaltet er intern gegen Masse und Mach4 erkennt eine Reaktion an dem Eingang. PNP-Sensoren schalten mit der Schaltspannung also werden diese auch so angeschlossen.





Sensorenumschaltung
für NPN oder PNP des
Port2
Pin 10,11,12,13,15



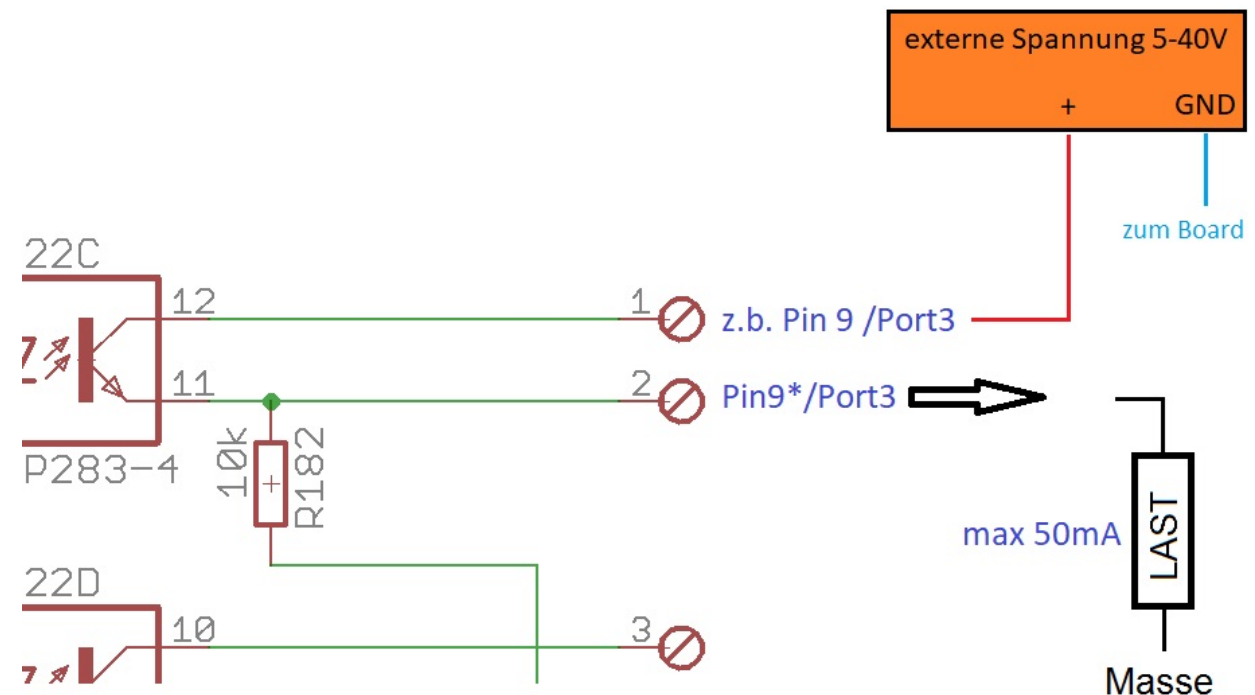
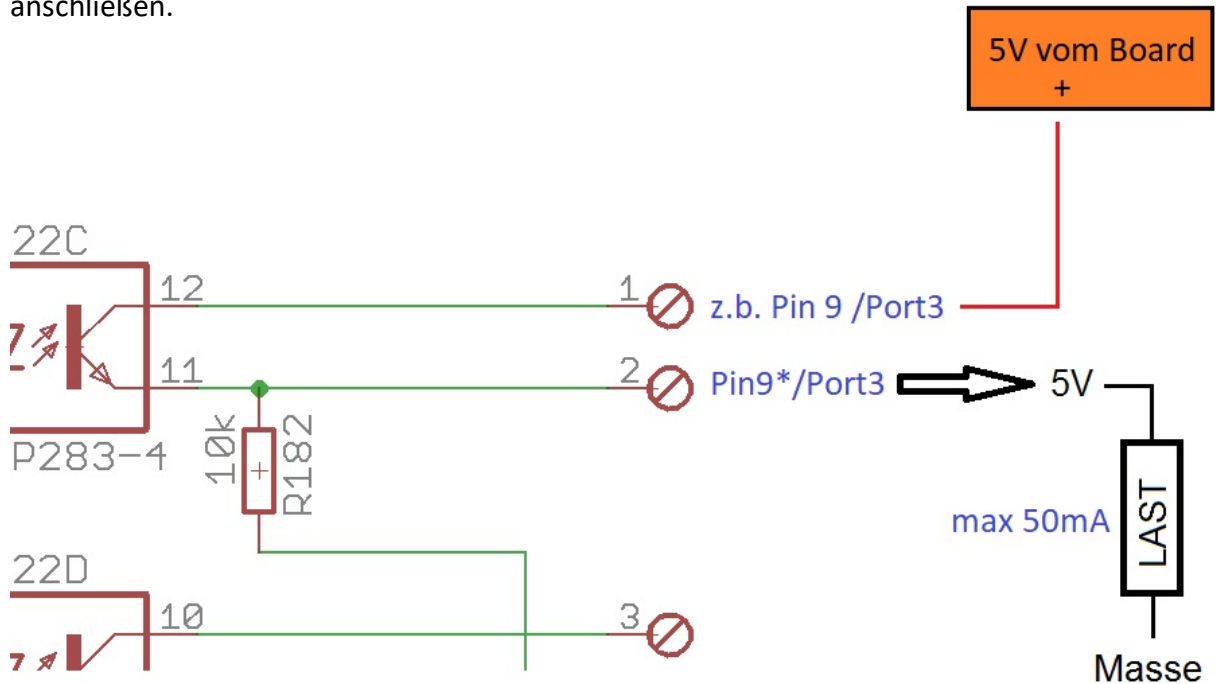
Ausgänge

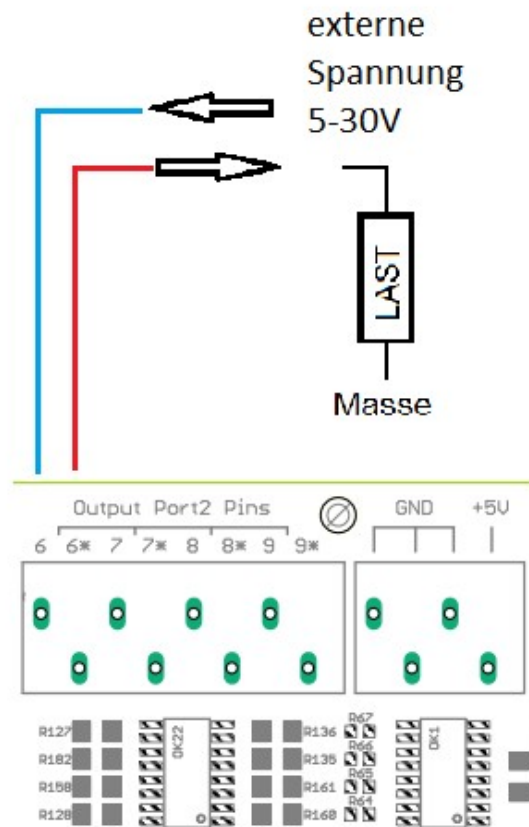
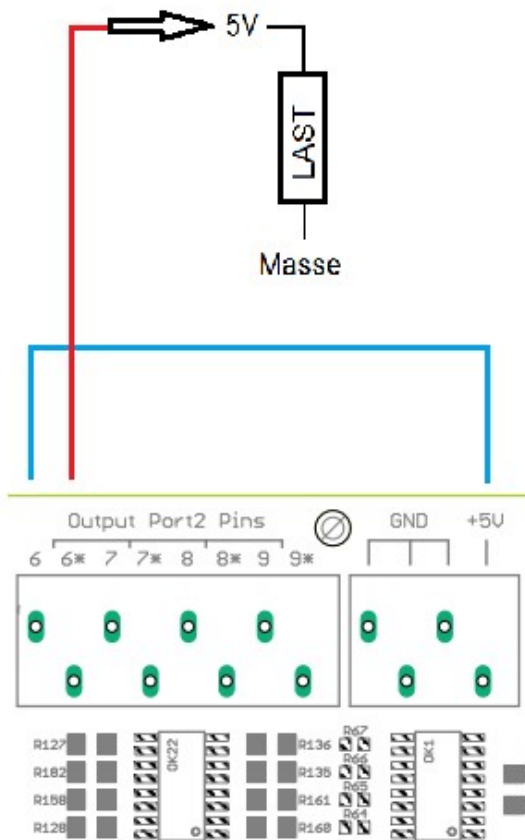
Wie die Eingangsport ist auch jeder Ausgangsport mit einer **Pin-Nummer** und einen dazu gehörigen **(Ausgang)** versehen.

Für 5V Sensoren, Relais oder ähnliche Lasten kann man eine Brücke von 5V auf die jeweilige Pin Nummer legen, so spart man sich ein Netzteil.

Zum schalten stehen **max 50mA** pro Ausgang zur Verfügung. Wenn man höhere Ströme zum Schalten braucht kann man preiswerte Relaismodule anschließen.

Entfernt man die Brücke kann man an jedem Pin ohne * eine direkte Spannung, max bis 40V anschließen.





Ausgänge in Mach4 integrieren

Es wird die Port Nummer und die Pin Nummer eingesetzt, der Haken bei enabled um Ausgang zu aktivieren

w9 Ethernet SmoothStepper (ESS) Configuration - v253

Info General Motors Spindle Laser Pins Config Input Signals Output Signals Homing Probing Backlash HC

1) An Output Pin (or Alias) may only be assigned to a single Output Signal.
 2) An Output Signal may have up to 3 Output Pins (or Aliases) assigned to it:
 * When enabled in this window, only 'Mapped Pin1' will be enabled and mapped into Mach.
 * 'Mapped Pin2' and 'Mapped Pin3' will still receive the same Output Signal as 'Mapped Pin1', but will not be referenced in Mach.

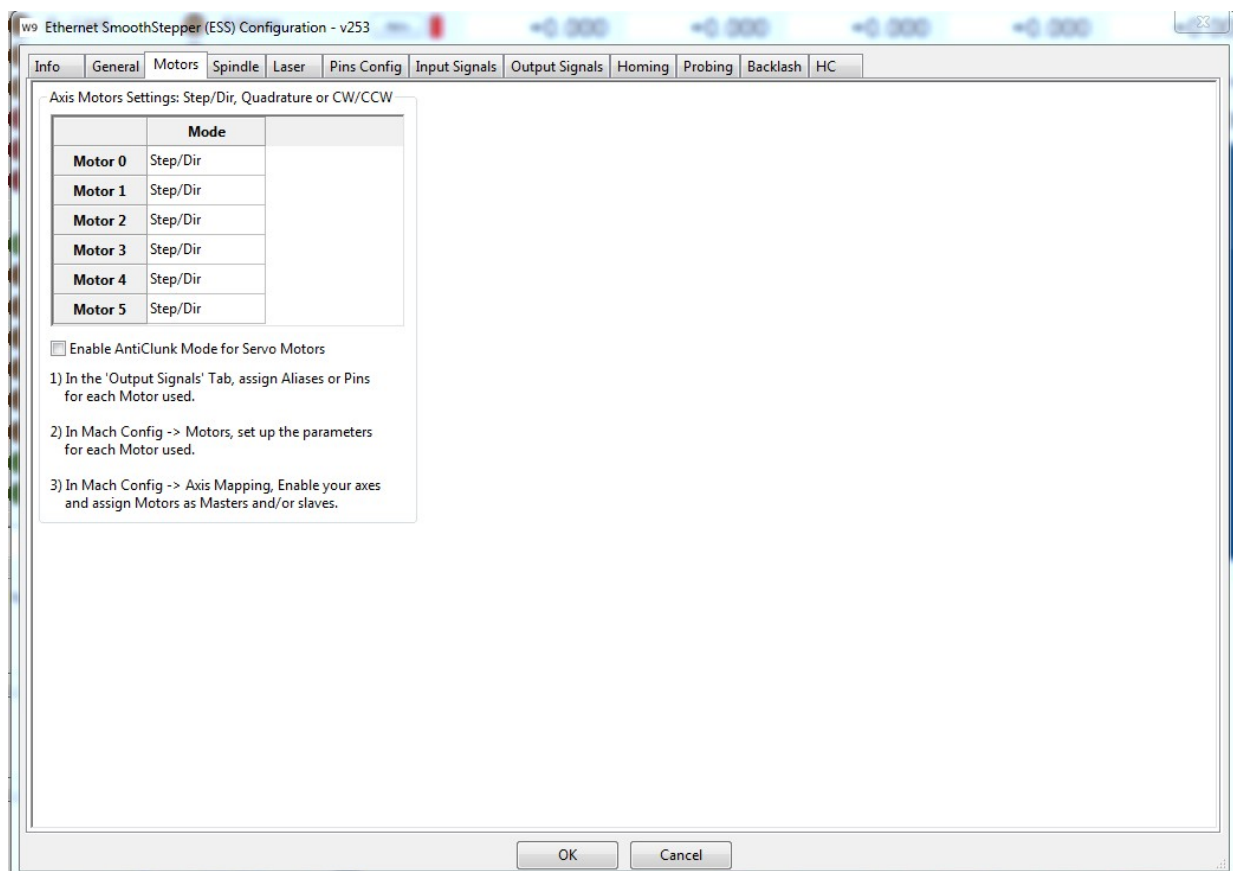
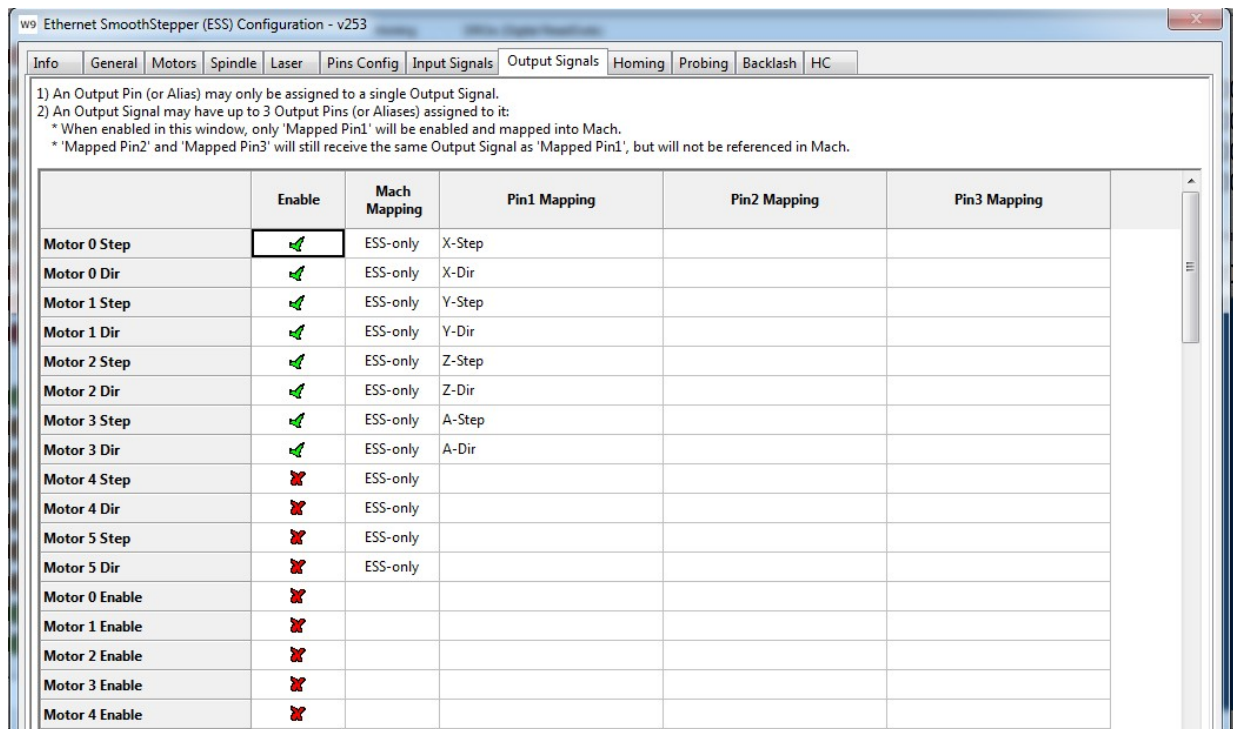
	Enable	Mach Mapping	Pin1 Mapping	Pin2 Mapping	Pin3 Mapping
Motor 0 Step		ESS-only	X-Step		
Motor 0 Dir		ESS-only	X-Dir		
Motor 1 Step		ESS-only	Y-Step		
Motor 1 Dir		ESS-only	Y-Dir		
Motor 2 Step		ESS-only	Z-Step		
Motor 2 Dir		ESS-only	Z-Dir		
Motor 3 Step		ESS-only	A-Step		
Motor 3 Dir		ESS-only	A-Dir		
Motor 4 Step		ESS-only			
Motor 4 Dir		ESS-only			
Motor 5 Step		ESS-only			
Motor 5 Dir		ESS-only			
Motor 0 Enable					
Motor 1 Enable					
Motor 2 Enable					
Motor 3 Enable					
Motor 4 Enable					
Motor 5 Enable					
Laser PWM/XY Vel PWM		ESS-only			
Spindle Motor PWM		ESS-only	Spindel		
Spindle Motor Dir		ESS-only			
Spindle On					
Spindle Fwd		ESS	CW-Relais		
Spindle Rev		ESS	CCW-Relais		
Alarm					
Charge Pump		ESS-only	CP		
Coolant, Flood (M08, M09)		ESS	Relais 1		
Coolant, Mist (M07, M09)		ESS	Relais 14		
Current Hi/Low					

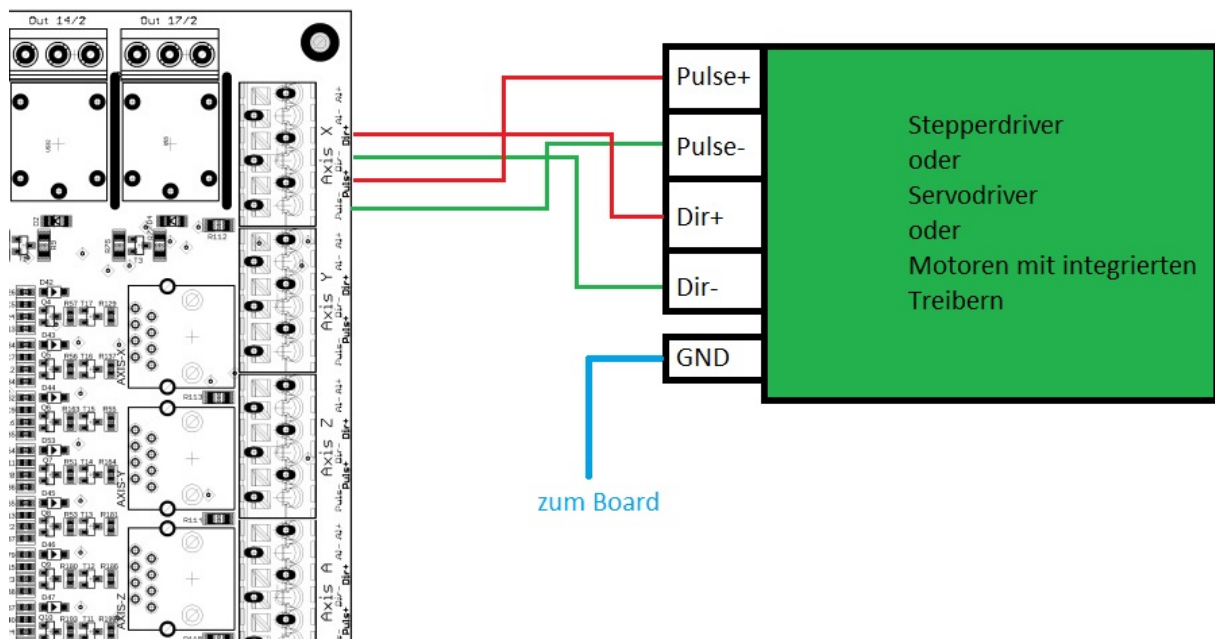
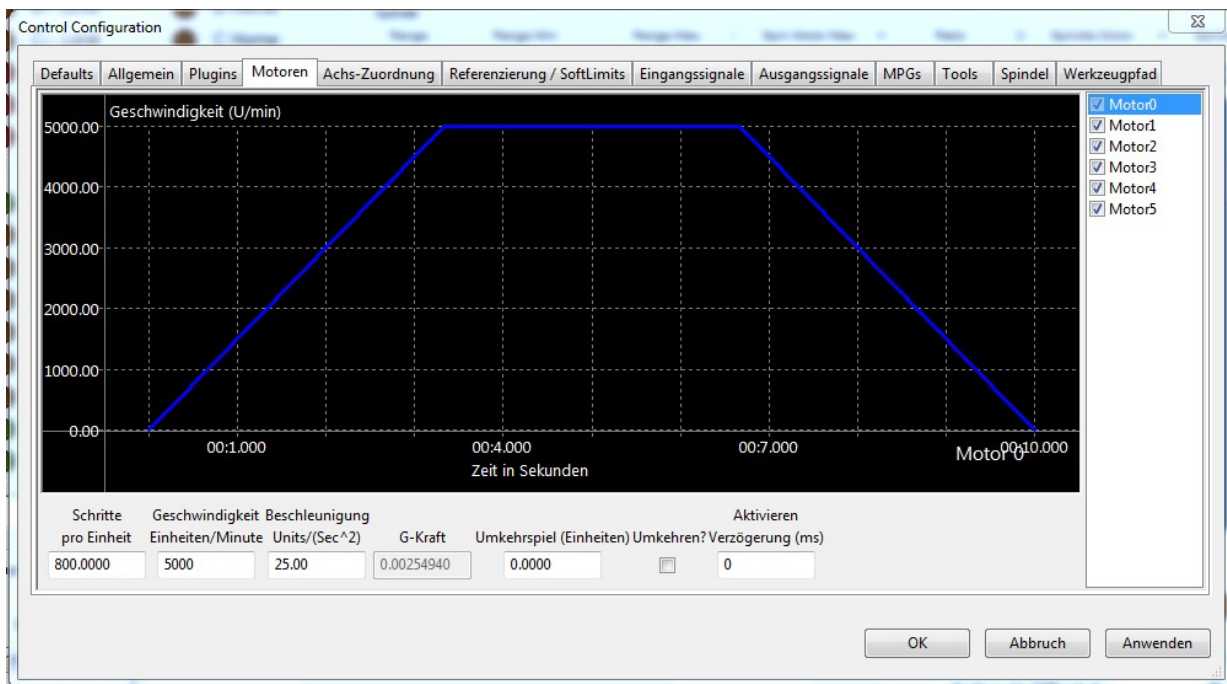
OK Cancel

Achsen in Mach4 einstellen

Es sind fest eingestellte Werte die nicht geändert werden sollten.

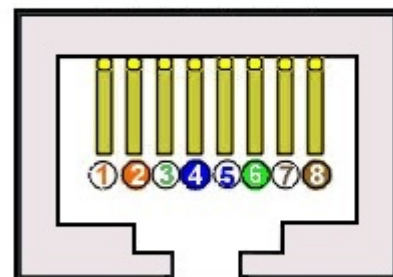
Braucht man Achse B und C nicht können die über den Schalter SW3 deaktiviert werden und man kann am Port 2 von Pin 2-9 als Eingänge nutzen





Buchse

- 1 - NC
- 2 - GND
- 3 - Dir-
- 4 - Dir+
- 5 - Puls-
- 6 - Puls +
- 7 - Alarm +
- 8 - GND



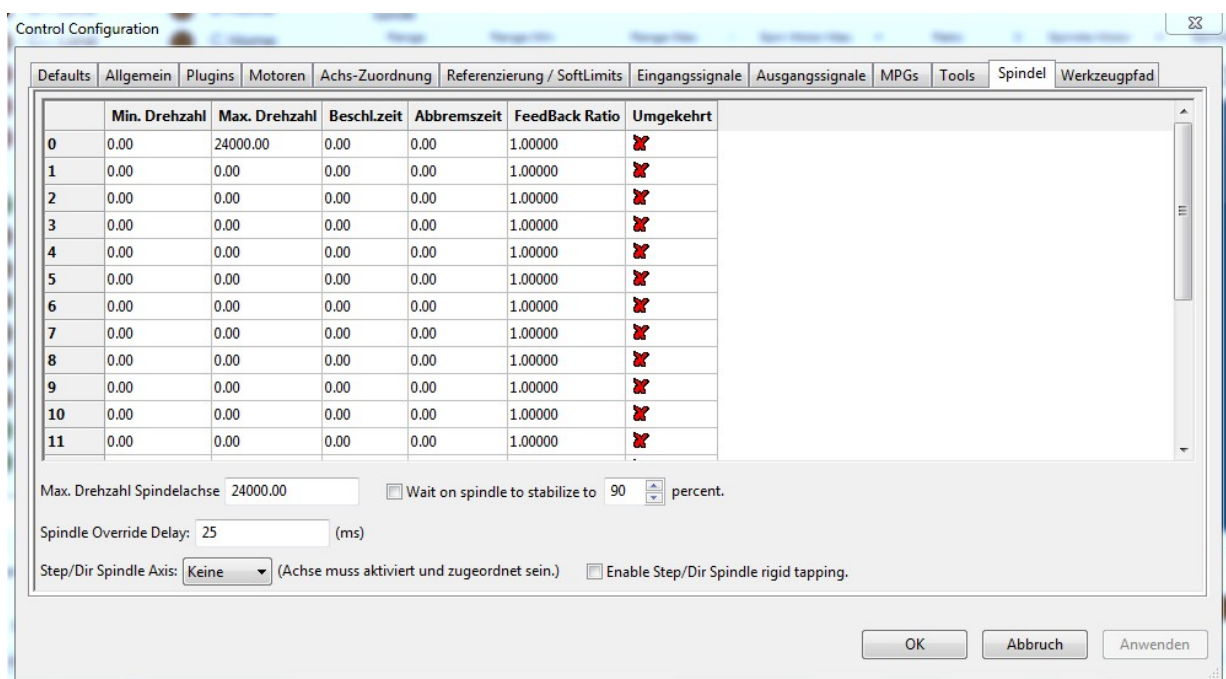
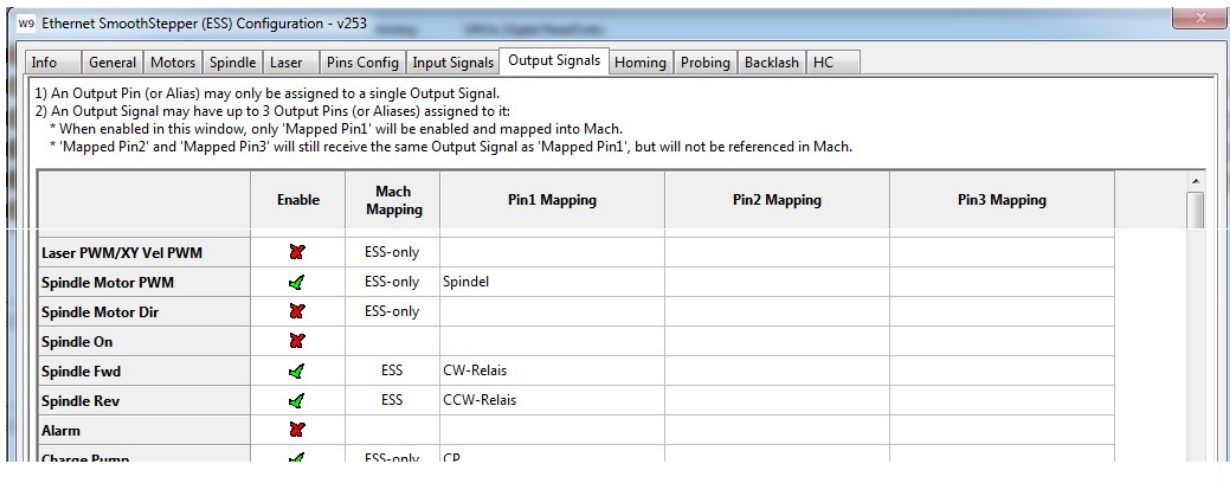
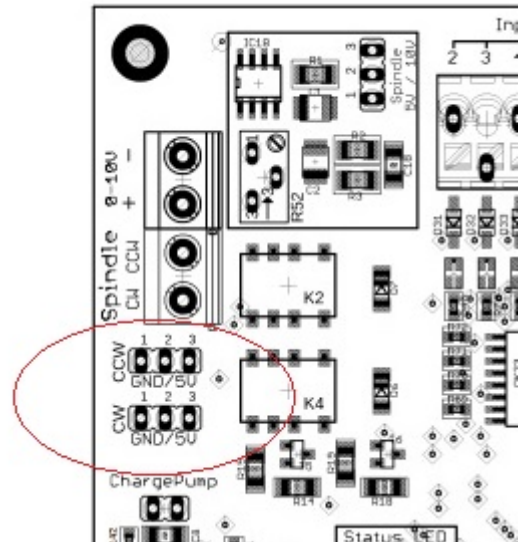
Spindel in Mach4 einstellen

Port 1 / Pin 1 ist der analog Ausgang für die Spindeldrehzahl

Am Spindelausgang kann ein VFD Frequenzumrichter für das analoge Signal angeschlossen werden. Über den Jumper kommt bei Brücke 1-2 = 5V oder Brücke 2-3 = 10V Ausgangssignal

Den Potiregler R13 ist so eingestellt das bei 5V PWM Ausgang vom PC ein 10V Analog Signal kommt. Wenn ein längeres Kabel zum FU angeschlossen ist sollte man die werte bei der höchsten Drehzahl nochmal vergleichen. Notfalls das Poti nachregeln.

Bei den 2 Jumpern bei CW und CCW kann eingestellt werden ob ein GND Signal oder 5V Signal vom Relais übertragen wird.



W9 Ethernet SmoothStepper (ESS) Configuration - v247

Info General Motors Spindle Laser Pins Config Input Signals Output Signals Homing Probing Backlash HC

1) Spindle Settings

Spindle Type: **PWM** Frequency, Hz: **400** ☐ Duty Cycle Zero At Min RPM

RPM Input ☒ Spindle Index ☐ Spindle Encoder A Pulses Per Rev **1.0000** RPM Prescaler **1**

2) Spindle PID Settings (Only for PWM Drive Mode)

☒ Use PID ☐ Use PID For Threading ☐ SS_PID_LOG.csv

Kp **0.0000100** Ki **0.0000000** Kd **0.0000000**

☐ Use PID Ceiling **120.00** % of commanded RPM ☐ Use PID Floor **95.00** %

1) Choose a Spindle Type of:

- * Relay or none - The spindle/router is controlled by relays or there is none
- * OB - Out of Band (Step/Dir, CW/CCW or Quadrature)
- * PWM - Pulse Width Modulation Spindle Speed control

The 'Output Signals' tab has dedicated Spindle pins for your system's relays:

- * Spindle Dir - Retains the current spindle direction even when the spindle stops. The state changes only with a direction change (prevents direction glitching)
- * Spindle On - Active when the spindle is active
- * Spindle Fwd - Only active when the spindle is running forwards/CW
- * Spindle Rev - Only active when the spindle is running in reverse/CCW

2) Spindle PID will adjust the PWM output, to try and hold the commanded RPM.

- * Kp is the constant proportional gain that corrects for the error amount.
- * Ki corrects for the error amount summed over time.
- * Kd corrects based upon the rate of change of the error amount.
- * Recommended initial values are Kp = 0.0000100 Ki = 0.0000000 Kd = 0.0000000
- * Index Pulses per Rev is '1' unless a slotted disk or encoder channel is used.

3) In the 'Output Signals' Tab, assign Aliases or Pins as needed for:

- * Spindle Motor PWM (Required)
- * Spindle Motor Dir (Optional)
- * Spindle On (Optional)
- * Spindle Fwd (Optional)
- * Spindle Rev (Optional)

4) In Mach Config -> Spindle. In Range 0 (Row 0 or Pulley 0) assign:

OK Cancel

Control Configuration

Defaults Allgemein Plugins Motoren Achs-Zuordnung Referenzierung / SoftLimits Eingangssignale Ausgangssignale MPGs Tools Spindel Werkzeugpfad

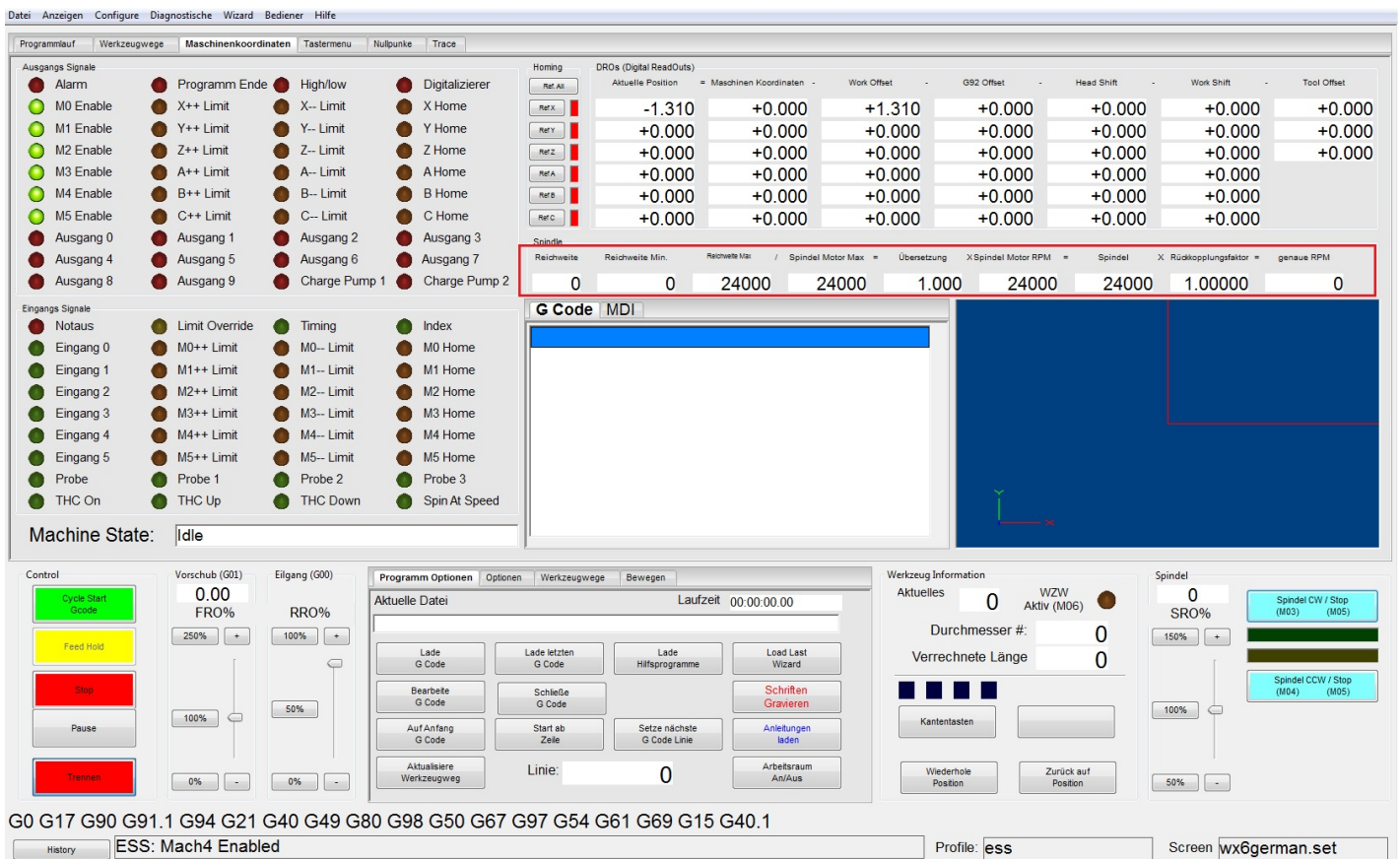
	Min. Drehzahl	Max. Drehzahl	Beschlzeit	Abbremszeit	FeedBack Ratio	Umgekehrt
0	0.00	24000.00	0.00	0.00	1.00000	☒
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	☒
2	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	☒
3	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	☒
4	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	☒
5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	☒
6	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	☒
7	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	☒
8	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	☒
9	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	☒
10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	☒
11	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00000	☒

Max. Drehzahl Spindelachse: **24000.00** ☐ Wait on spindle to stabilize to **90** percent.

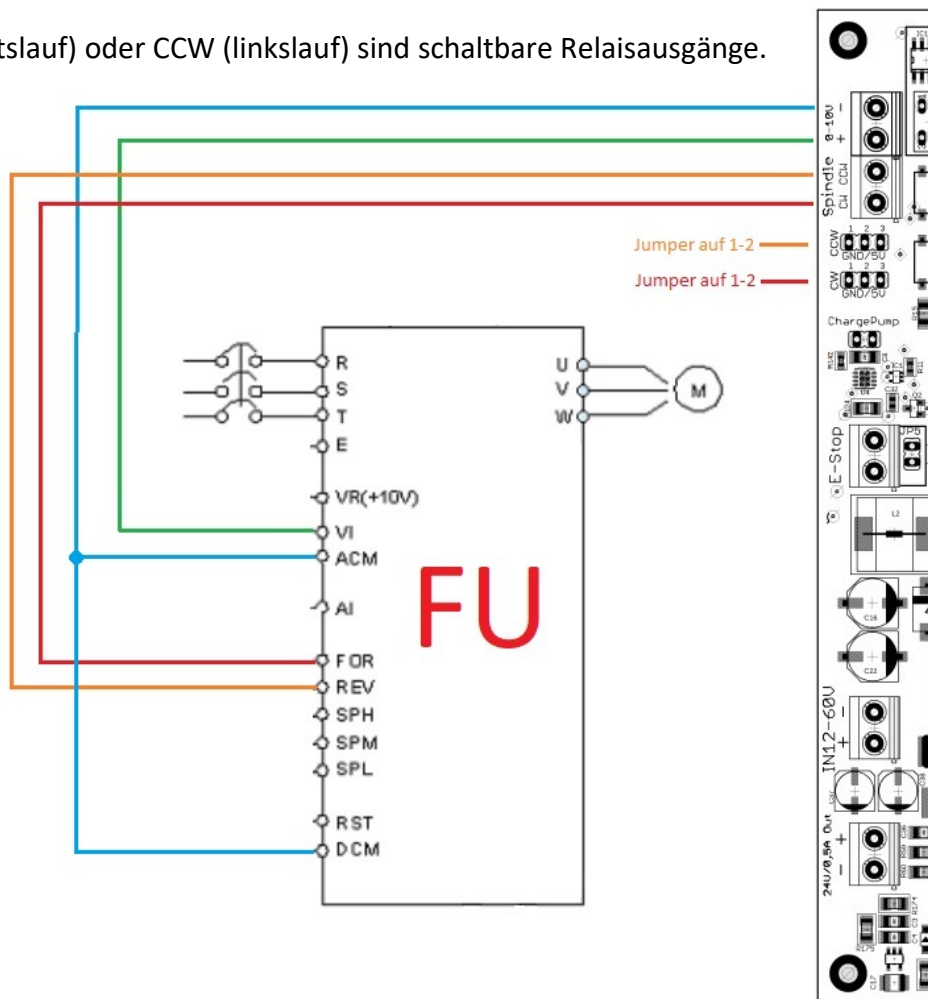
Spindle Override Delay: **25** (ms)

Step/Dir Spindle Axis: **Keine** (Achse muss aktiviert und zugeordnet sein.) ☐ Enable Step/Dir Spindle rigid tapping.

OK Abbruch Anwenden



CW (rechtslauf) oder CCW (linkslauf) sind schaltbare Relaisausgänge.



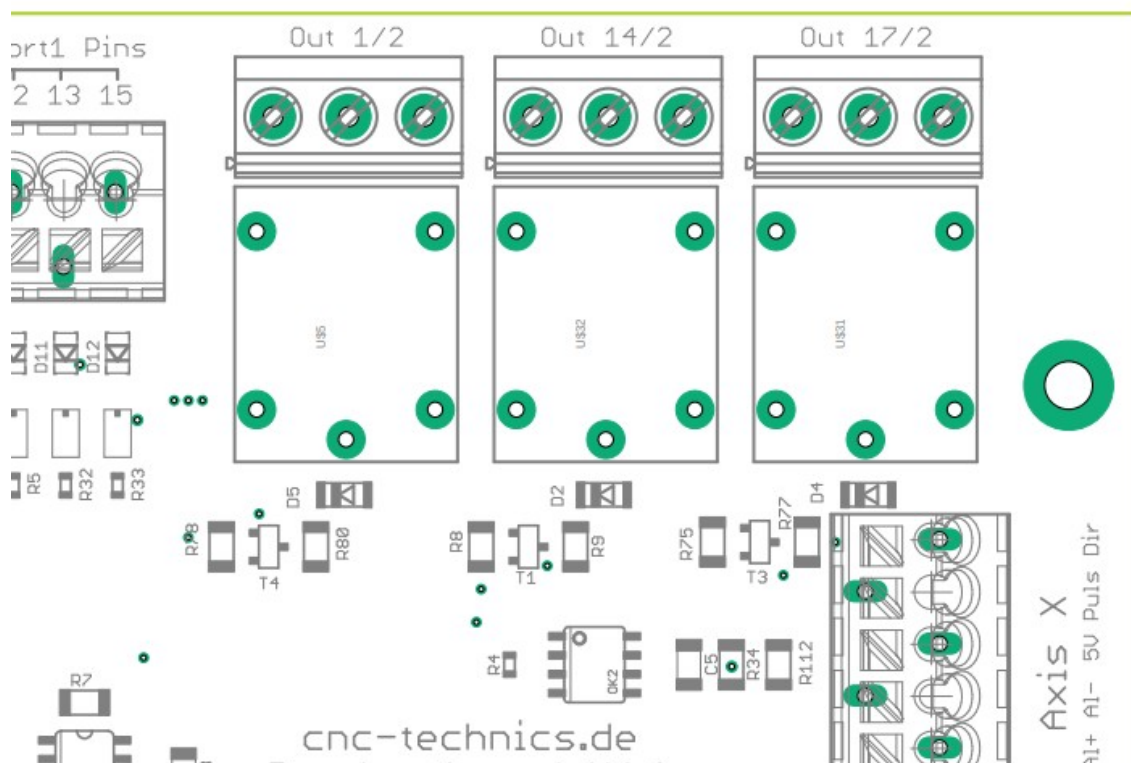
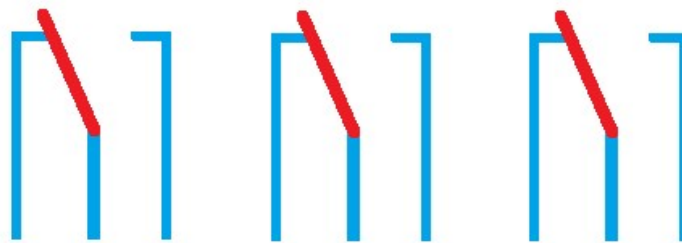
Relaisausgänge

Es stehen 3 Relais Ausgänge bis 230V/10A zur Verfügung
PORT 2 → Pin 1,14 oder 17

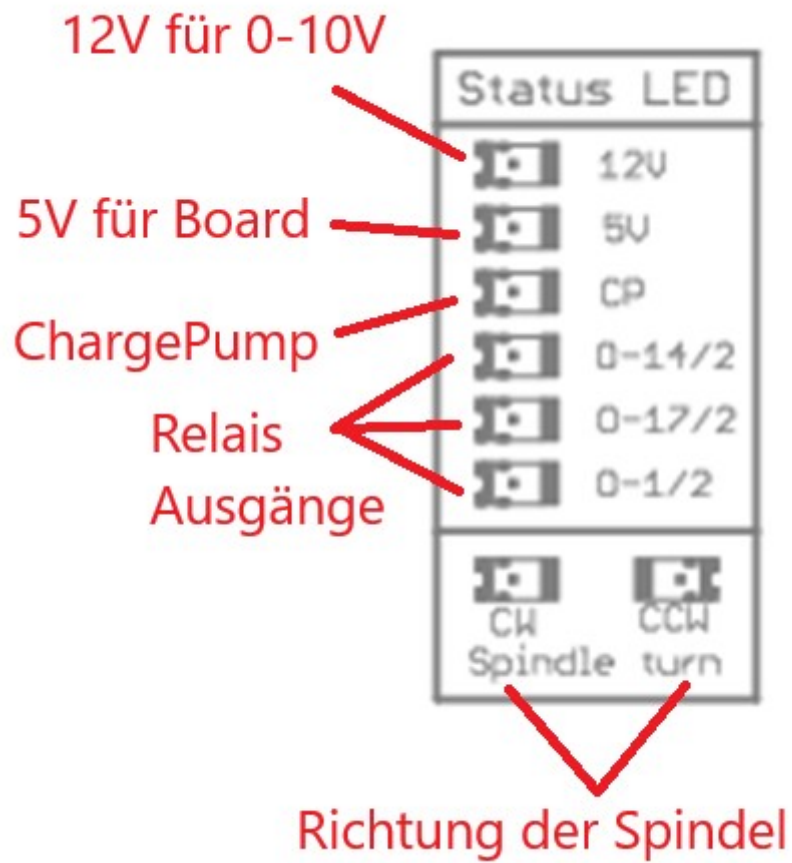
Es kann Wechsel (AC) und Gleichspannung (DC) angeschlossen werden.

Achtung: keine Schaltnetzteile anschliessen, da diese über einen sehr Hohen Einschaltstrom (bis 60A) verfügen und können die Relaiskontakte beschädigen.

Relaistellungen im INAKTIV Zustand



Statusanzeige

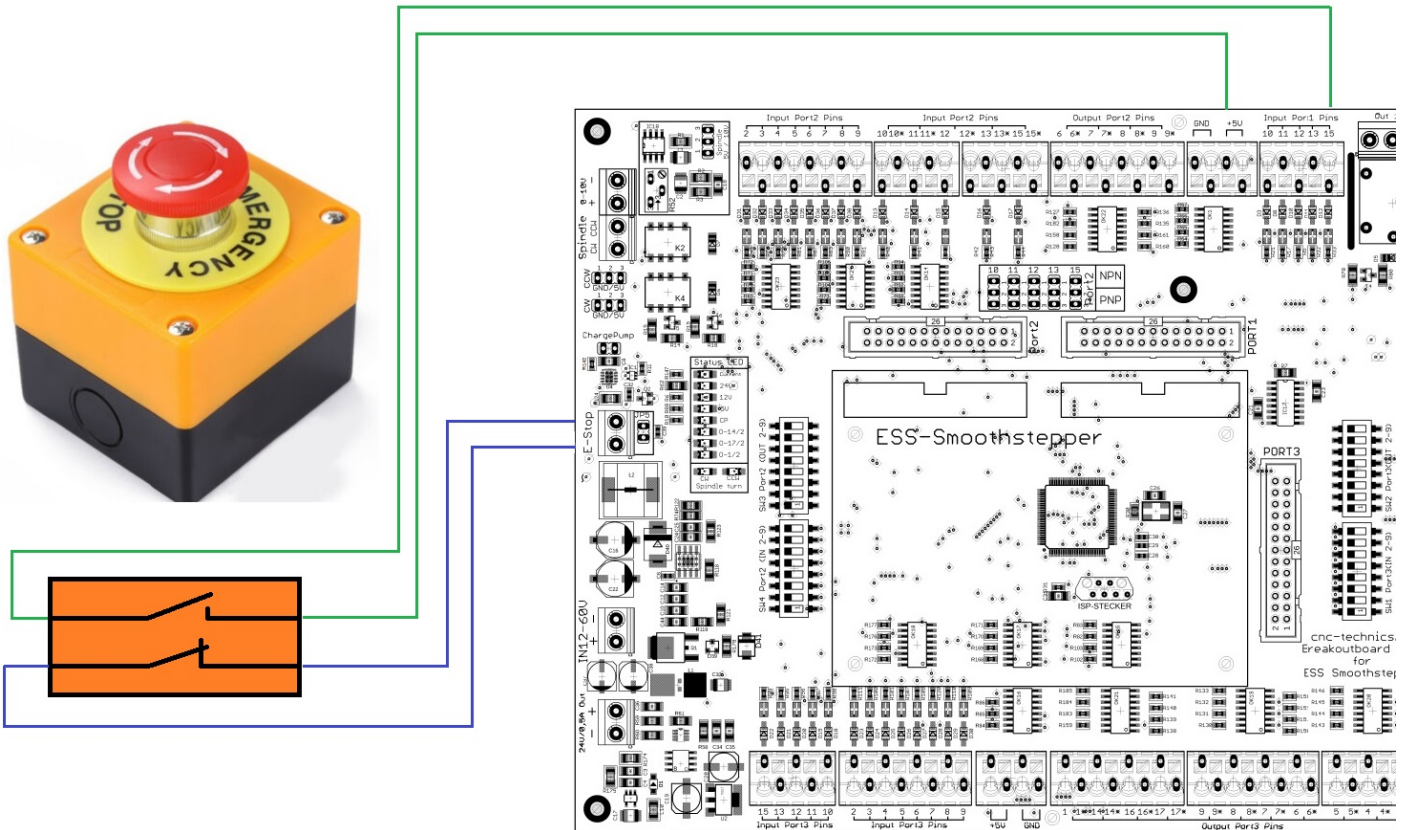


externer Notaus

Als externer Notaus sollte ein Notaus mit **1x Öffner** und **1x Schließer** verwendet werden.

der externe Notaus wird als Öffner an den E-Stop Eingang angeschlossen und der Jumper JP5 dahinter muss entfernt werden.

Der Schließer Anschluss muss an Port 1 Pin 15 angeschlossen werden.



W9 Ethernet SmoothStepper (ESS) Configuration - v260

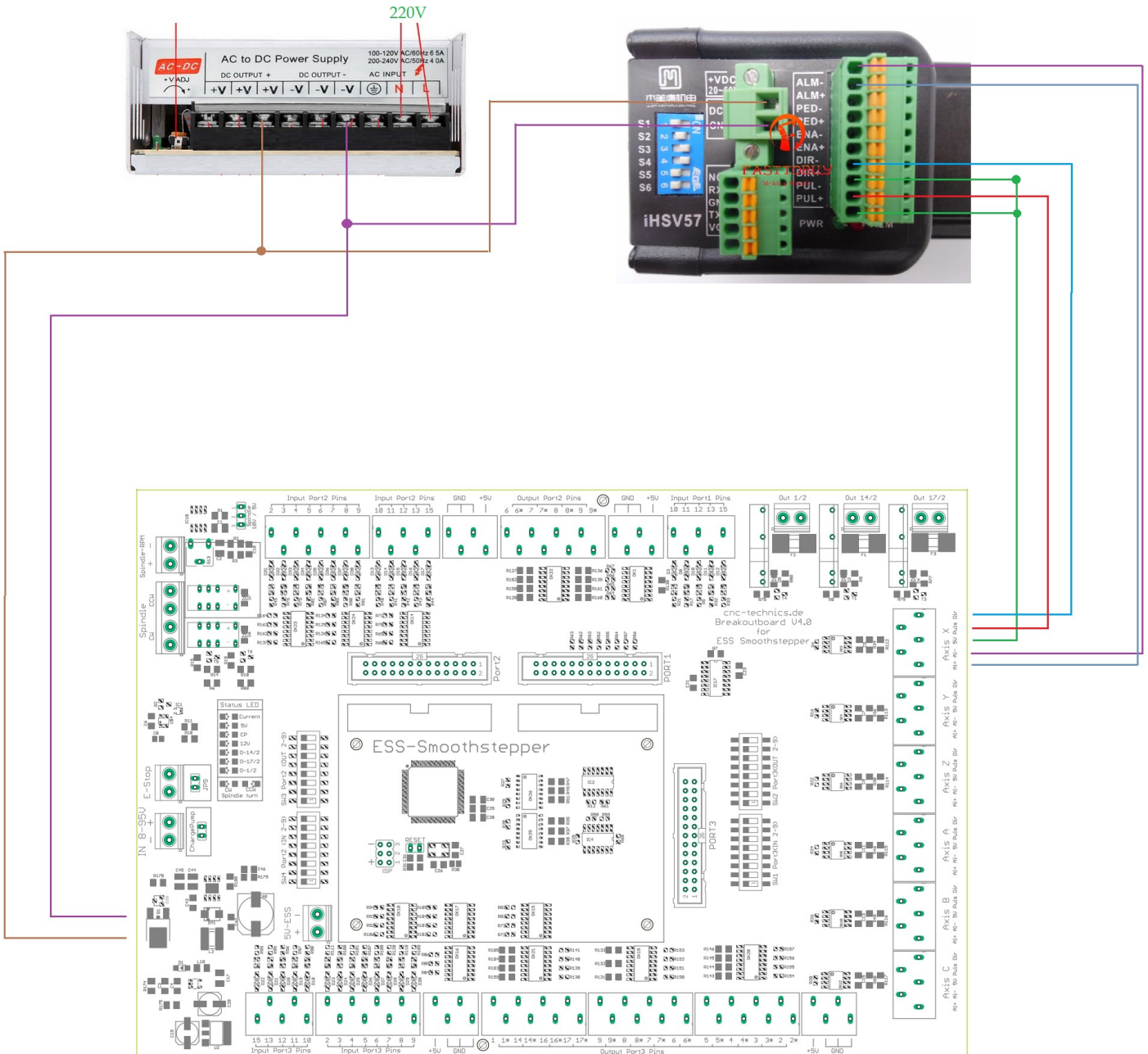
Info General Motors Spindle Laser Pins Config Input Signals Output Signals Homing Probing Backlash HC

1) When you enable an input signal here, it will automatically be enabled and mapped into Mach.
2) An Input Pin (or Alias) may be assigned to multiple Input Signals.

	Enable	Mach Mapping	Mapped Pin
E-Stop		ESS	{P1-15}
Motor 0 Home			
Motor 1 Home			
Motor 2 Home			
Motor 3 Home			
Motor 4 Home			
Motor 5 Home			
Motor 0 ++ Limit			
Motor 1 ++ Limit			
Motor 2 ++ Limit			
Motor 3 ++ Limit			
Motor 4 ++ Limit			
Motor 5 ++ Limit			
Motor 0 -- Limit			
Motor 1 -- Limit			
Motor 2 -- Limit			
Motor 3 -- Limit			
Motor 4 -- Limit			
Motor 5 -- Limit			
Motor 0 Index		ESS-only	
Motor 1 Index		ESS-only	

OK Cancel

Alarmausgang vom z.b. Servo
Kann auch durch Überbrücken ausgelöst werden



Rotary Achse einstellen

Als erstes muss ein Motor als Drehachse zugeordnet werden

Control Configuration

Standardwerte Allgemein Plugins Motoren Achs-Zuordnung Referenzierung / SoftLimits Eingangssignale Ausgangssignale Analog-Eingänge Analog-Ausgänge

	Aktiviert	Master	Slave 1	Slave 2	Slave 3	Slave 4	Slave 5
X (0)	☒	Motor0					
Y (1)	☒	Motor1					
Z (2)	☒	Motor2					
A (3)	☒	Motor3					
B (4)	☐						
C (5)	☐						
OB1 (6)	☐						
OB2 (7)	☐						
OB3 (8)	☐						
OB4 (9)	☐						
OB5 (10)	☐						
OB6 (11)	☐						

OK Abbruch Anwenden

Control Configuration

Standardwerte Allgemein Plugins Motoren Achs-Zuordnung Referenzierung / SoftLimits Eingangssignale Ausgangssignale Analog-Eingänge Analog-Ausgänge

Allgemein

Verzögerungen (s)

Verzögerung Kühlmittel: 1.0000

Verzögerung Nebel: 1.0000

Rotationsachse

☒ A Überlauf

☐ B Überlauf

☐ C Überlauf

SETVN Range

Start: 500

End: 549

Anz. Zeilen "Look-Ahead"

20

Jog Increments (0 = disable)

Position 1 1

0.1

0.01

0.001

0.0001

1

0.1

0.01

0.001

0.0001

Position 10 0.0001

G-Code-Dateiendungen

*.tap; *.nc

Editor f. G-Code-Datei

gcedit.exe

Sonstiges

☐ G-Code-Kommentare in Nachrichten übernehmen?

☐ Achsen bei Notaus dereferenzieren?

☐ Zyklus-Stopp ist kontrollierter Halt?

☒ Erweiterte GUI-Elemente nutzen?

☐ Feed Hold Stops Spindle?

☐ Exiting Feed Hold Restores Spindle?

☒ Check Probe Signal Before Probe?

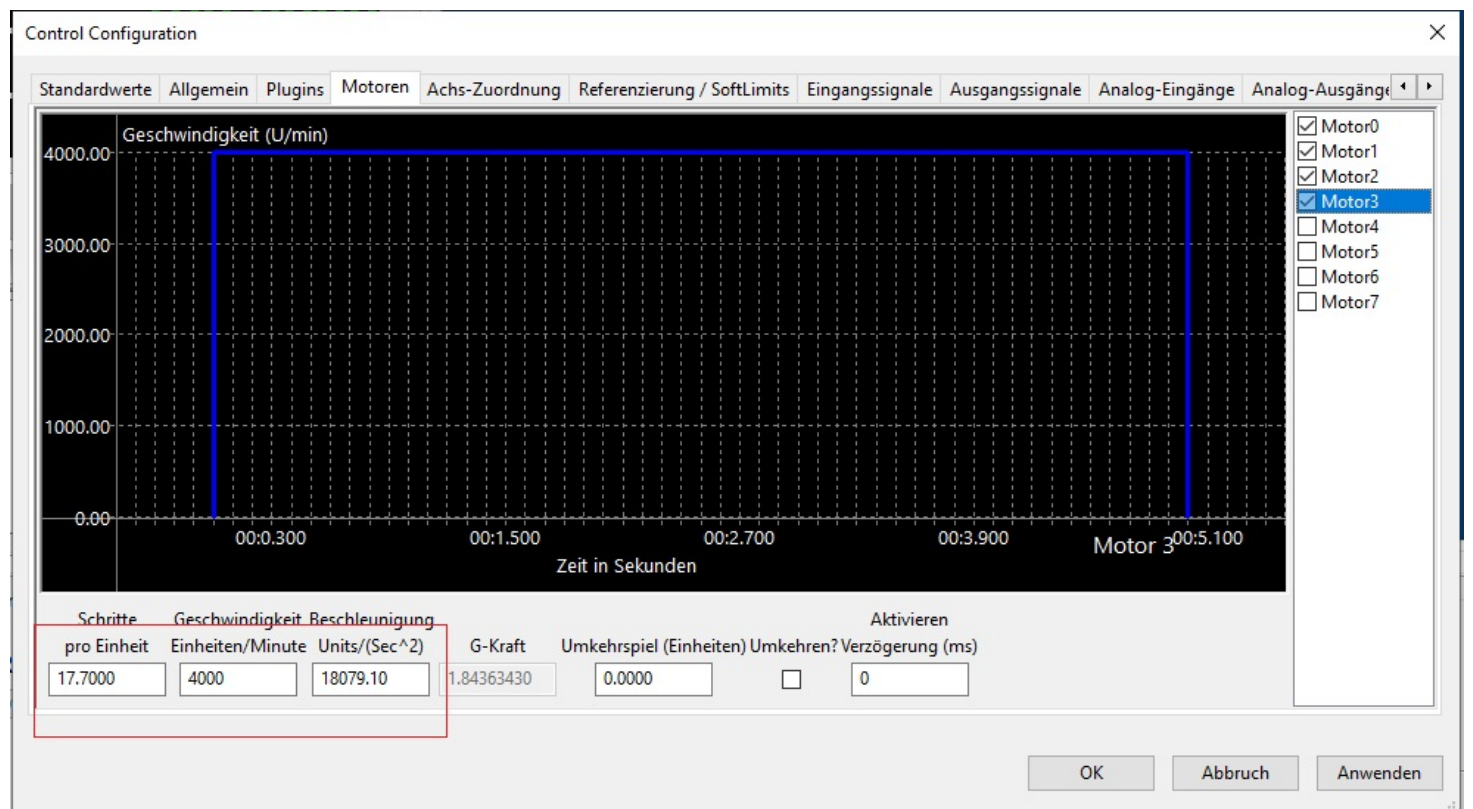
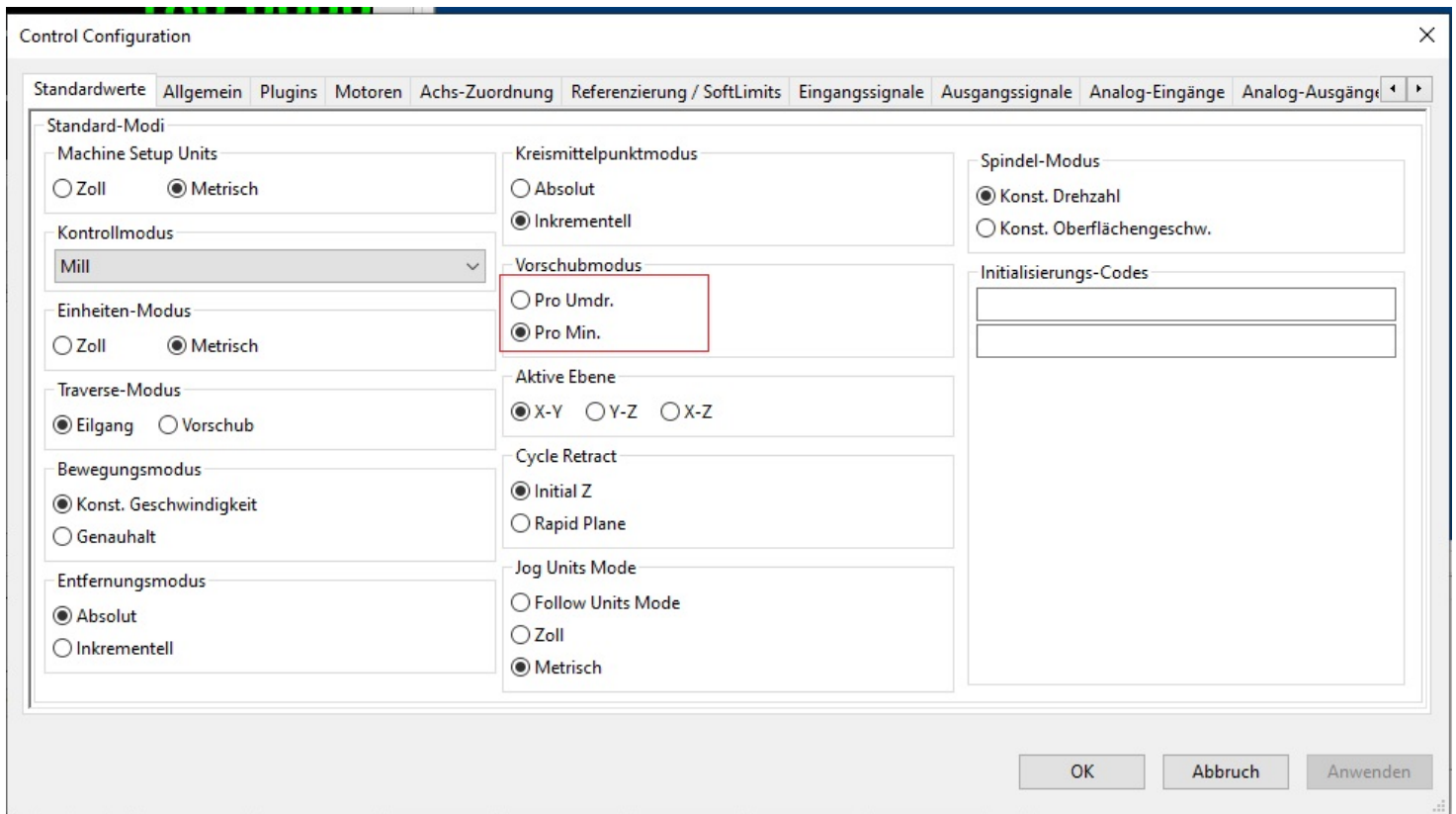
☐ Probe positions follow G20/G21?

☒ ZeroBrane-Script-Editor nutzen?

Profilsicherungen: 20

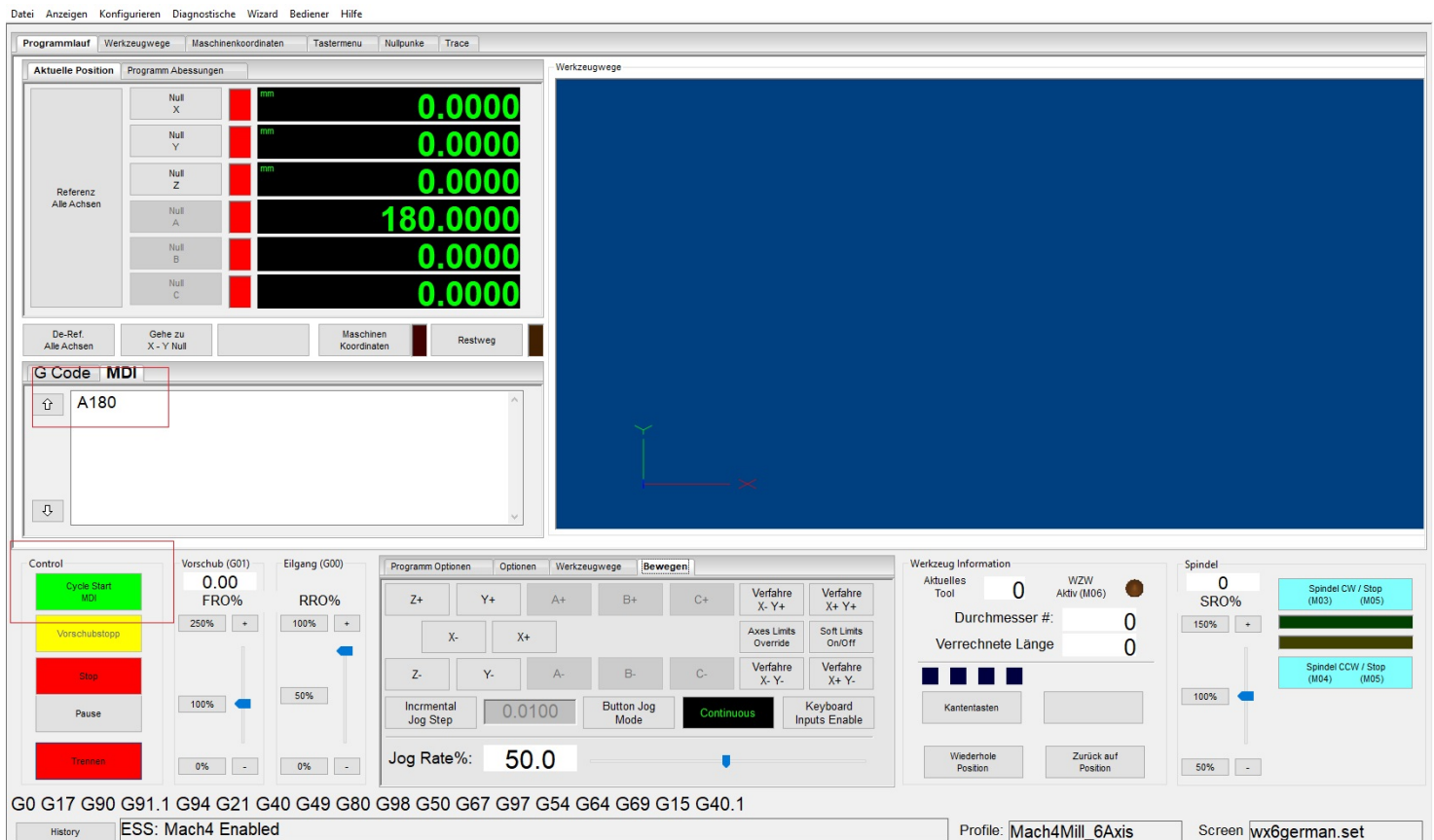
OK Abbruch Anwenden

Rotationsachse muss festgelegt werden. Hier ist es Motor A.



z.B. hat ein Motor eine Auflösung von 6400/pro Umdrehung muss $6400/360^\circ = 17.7$ in /Pro Einheit eingestellt werden.

Einheiten/Minute ist die Drehgeschwindigkeit.



Getestet werden kann die Drehachse mit den MDI fenster.
z.b A180 für 180° und mit Cycle Start MDI testen