

CNC-Steuerung einer Fräse



**Mach4 - Smoothstepper - Servomotor –
Frequenzumrichter – 3 Achsen**

Inhaltsverzeichnis

1	Wichtige Information!	1
2	Allgemeine Beschreibung der Steuerung	2
2.1	Schematische Übersicht	3
3	Steuerungskomponenten	4
3.1	Software „Mach 4“	4
3.2	Interface „ESS Smoothstepper Ethernet“	5
3.3	Break Out Board (BOB) „CNC Technics“	5
3.4	Spindel „MAKA SK30 ATC“	6
3.5	Frequenzumrichter „ABB ACS-350“	7
3.6	Motorsteuerung / Servoregler	9
3.7	Servomotoren „Kollmorgen DBL Serie“	10
4	Software-Konfigurationsübersicht	12
4.1	Smoothstepper Config	13
5	Konfiguration der Pins Config	16
6	Kostenübersicht	18
7	Schaltplan	18
8	TTL auf RS485 Wandler für die Servoregler	20
8.1	Allgemein	20
8.2	Schaltplan	21
8.3	Bestückungsplan	22
8.4	Dimensionen	23
8.5	3D View	24
8.6	Stückliste (BOM)	24
9	Bilder	25
9.1	Während des Aufbaus	25

1 Wichtige Information!

Die folgende Projektierung entspricht **keinen** (gültigen) Sicherheits-Anforderungen.

Insbesondere sind folgende EU Richtlinien **nicht** beachtet:

- Niederspannungsrichtlinie
- Maschinenrichtlinie
- EMV-Richtlinie

Das Projekt zeigt einen beispielhaften Versuchsaufbau um die Funktion einer Mach4 Steuerung in Kombination mit Servomotoren zu evaluieren.

Verwendung der Dokumentation / Nachbau auf eigene Gefahr!

Nach dem Versuchsaufbau bekannte Risiken:

- **Werkzeugwechsel / Tool-Change** wird nicht über ein „Spindel-steht-Signal“ freigegeben!

Gefahr vor Kegelauswurf, während die Spindel dreht.

In Mach4 ist ein Timer programmiert, welcher nach der theoretischen Spindel-Bremsrampenzeit den „Tool-Change-Button“ freigibt. Dies ist allerdings nicht besonders sicher.

- **Not-Halt (E-Stop)** setzt die Servomotoren drehmomentfrei und schützt vor einem selbstständigem Wieder-anlaufen (Intern im Servoregler implementiert).

Gefahr vor auslaufenden Motoren / Überschreitung des mechanisch sicheren Fahrwegs. Kann dies zu einer Gefahr werden muss z.B. eine (Not-) Bremsrampe vor dem Drehmoment-Freisetzen konfiguriert werden.

- **Sicherheit durch RCDs (FIs)** kann erhöht werden indem nicht nur **ein** RCD Typ B mit z.B. 300mA in der Unterverteilung installiert wird, sondern **je Servoregler ein RCD** Typ B mit 30mA im Schaltschrank installiert wird. Dies erhöht die Sicherheit, ist aber auch deutlich kostenintensiver.

2 Allgemeine Beschreibung der Steuerung

Zunächst war der Bau dieser Steuerung für die bereits existente Portalfräsmaschine „SCM7070“ gedacht. Mittlerweile spiele ich mit dem Gedanken auch die Mechanik zu verbessern oder auch neu aufzubauen. Aber das ist eine andere Baustelle, auf welche nicht weiter eingegangen wird.

Auslöser des Steuerungs-Neubaus war der Kauf einer neuen, leistungsstärkeren Spindel mit automatischem SK30 Werkzeugwechsler. Um diese anzuschließen hätte die existente Steuerung erweitert und geändert werden müssen. Z.B. ein anderer Frequenzumrichter, größere Leitungsquerschnitte, Pneumatikventile usw. wären von Nöten gewesen.

Da die alte Steuerung schon einmal erweitert wurde sind viele Dinge eher suboptimal. Von der Dokumentation / Beschriftung ganz zu schweigen. Aus diesem Grund wurde die Steuerung neu aufgebaut.

Bei der neuen Steuerung wurden überwiegend gebrauchte Industrie-Komponenten eingesetzt, welche günstig zu bekommen waren. Somit sind Komponententypen / Werte teilweise nicht immer optimal gewählt. Ich bitte dies zu beachten!

Die Steuerung ist für eine 3-Achsen Fräsmaschine ausgelegt und wird über die Mach 4 Software gesteuert. Zum Antrieb der Achsen kommt ein Servosystem bestehend aus Servoregler und Servomotor von Firma Kollmorgen zum Einsatz. Hier bin ich durch Zufall auf dem Gebrauchtmarkt aufmerksam geworden. Laut Spezifikation der Servoregler lassen sich diese über Takt-Richtungssignale ansteuern. Zwar benötigt man eine Umwandlung der Signalpegel des Break-Out-Boards (BOB) auf RS485, aber das war mir ein Versuch wert um meine Neugier bzgl. der Servosysteme zu befriedigen.

Mittlerweile ist die Steuerung fertig aufgebaut und nachfolgend in groben Zügen dokumentiert.

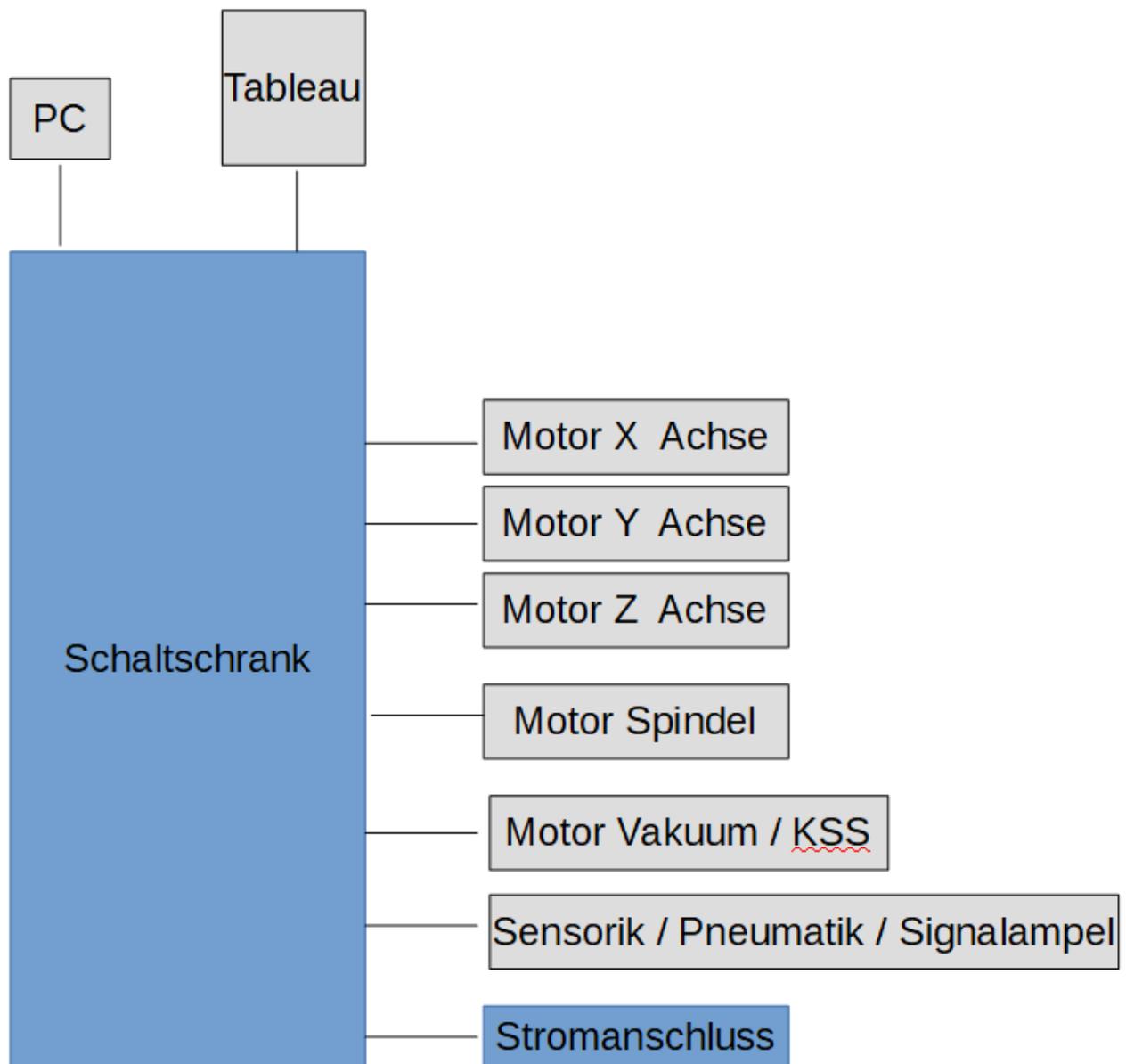
Die Steuerung ist, stand heute, noch nicht an der Mechanik angeschlossen. Somit ist die Validierung der Steuerung noch offen. Besonders das Tuning der Servomotoren ist noch abzuwarten und wohl eine der größten Herausforderungen bei der Inbetriebnahme.

In der aktuellen Doku fehlt noch die Pinbelegung der beiden Lastkabelverbindungen zur Maschine (Hartin HAN16E Anschlüsse) und auch ein „Taster / Sensor“ zur Werkzeug-Nullpunktmessung ist noch nicht berücksichtigt.

Die Dokumentation dient zum einen dem Erfahrungsaustausch und zum anderen der eigenen Dokumentation, um bei Reparaturen / Erweiterung schnell einen Überblick zu bekommen.

2.1 Schematische Übersicht

Der Schaltschrank hat die Abmessungen von 1200x600x300. Der Stromanschluss wird über 3 Phasen 400V 50Hz, 32A realisiert. Als RCD ist ein 300mA Typ B vorgeschaltet.



3 Steuerungskomponenten

Für die Steuerung kommen folgende Kernkomponenten zum Einsatz.

Die Komponenten meiner vorherigen Steuerung sind zum Vergleich mit aufgelistet.

	Neue Steuerung	Alte Steuerung
Software	Mach 4	Mach 3
PC	roda LR11 Industry Tablet / i5 / RS232 / Win 10 pro	Kodak Touch Monitor + Terra Nettop / Celeron / Win 7 pro
Interface	ESS Smoothstepper Ethernet	AKZ250 USB
Break Out Board	CNC Technics BOB	AKZ250 USB
Spindel	MAKA, 7,5kW, Direktantrieb, 17.000 U/min, SK30, ATC, (Druck-)Luftgekühlt,	SK30 Spindelblock + 2,5kW EMOD, Riemenantrieb, 11.000 U/min, Luftgekühlt
Frequenzumrichter Spindel	ABB ACS 350 Typ ACS350-03E-15A6-4+J416	Danfoss VLT 2800 Typ 2,5kW
Motorsteuerung	Kollmorgen X-/Y-Achse Servostar 343 Z-Achse Servostar 346	Rattm Motor X-/Y-/Z-Achse HSS86
Motor	Kollmorgen Synchron Servo DBL3 X-/Y-Achse mit Encoder, 3Nm Z-Achse mit Encoder, Bremse, 2,5Nm	Rattm Motor Closed Loop X-/Y-Achse mit Encoder, 12Nm Z-Achse mit Encoder, 8,5Nm

3.1 Software „Mach 4“

Die nun eingesetzte Software ist Mach 4 Hobby Edition. Zuvor hatte ich die Mach 3 Version im Einsatz ohne mich je im Detail mit dieser beschäftigt zu haben. Da diese mittlerweile abgekündigt ist musste ich nicht lange überlegen ob ich mich hier noch im Detail mit der Programmierung / Erweiterungen beschäftigen sollte. Ich nahm die Mach 4 Version und bin bislang höchst zufrieden. Auch einfache Erweiterungen (Buttons, LEDs) am Screenset lassen sich schnell hinzufügen und editieren. Mit der Programmierung via Lua Script und der PLC können auch komplexere Konfigurationen vorgenommen werden. Hierzu sind Anleitungen von Artsoft und diverse Videos im Internet zu finden. Die Einarbeitungszeit war überraschend gering.

3.2 Interface „ESS Smoothstepper Ethernet“

Der ESS Smoothstepper Ethernet schien mir zukunftssicher und breit erprobt. Auch die offiziell bestätigte Kompatibilität mit Mach4 half zur Kaufentscheidung.

3.3 Break Out Board (BOB) „CNC Technics“

Die Suche nach einem BOB war recht anspruchsvoll, zumal ich zu diesem Zeitpunkt noch keine Übersicht der benötigten Ein- und Ausgänge hatte. Gründe dafür waren der Einsatz eines unbekanntes Servosystems, die noch unbekanntes Erweiterungsmöglichkeiten der Mach4 Software zur Implementierung von externen (Industrie-)Tastern und Anzeigeelementen.

Mein Entschluss viel auf das BOB von cnc-technics.de. Dies war als „kompatibel zum Smoothstepper & Mach4“ gekennzeichnet und es bietet jede Menge Ein- und Ausgänge. Ein analoger 0-10V Ausgang für die Spindel-Drehzahlsteuerung am Frequenzumrichter (FU) ist direkt auf dem BOB integriert.

Final kann ich sagen, das BOB tut was es soll. Somit ist mein finaler Eindruck positiv.

Total überrascht war ich allerdings von den Optokopplern auf dem Board, welche **nicht** zur galvanischen Trennung eingesetzt sind. Laut Hersteller dienen diese zum Schutz. Sicherlich ist der Sinn und Zweck der galvanischen Trennung diskutabel. Persönlich denke ich: „wenn ich schon Optokoppler einsetze, dann auch zur galvanischen Trennung“. Je nach Systemverschaltung können so ggf. unerwünschte Masseschleifen vermieden werden.

Ebenso ist der zulässige Strom der Ausgänge mit maximal 50 mA definiert. Das ist für „einfache“ Relais genug. Aber für Leistungsschütze, wie sie bei mir im Einsatz sind, nicht ausreichend. Diese brauchen in meinem Fall rund 130 mA bei 24 V. Um diese anzusteuern muss somit erst ein Relais angesteuert werden und über dieses das entsprechende Leistungsschütz.

Im Vergleich zu meinem vorherigen Interface + BOB „AKZ250“ vermisste ich einen Analogeingang um den Vorschub und / oder die Spindeldrehzahl über ein externes Potentiometer, auf dem Bedientableau, zu korrigieren.

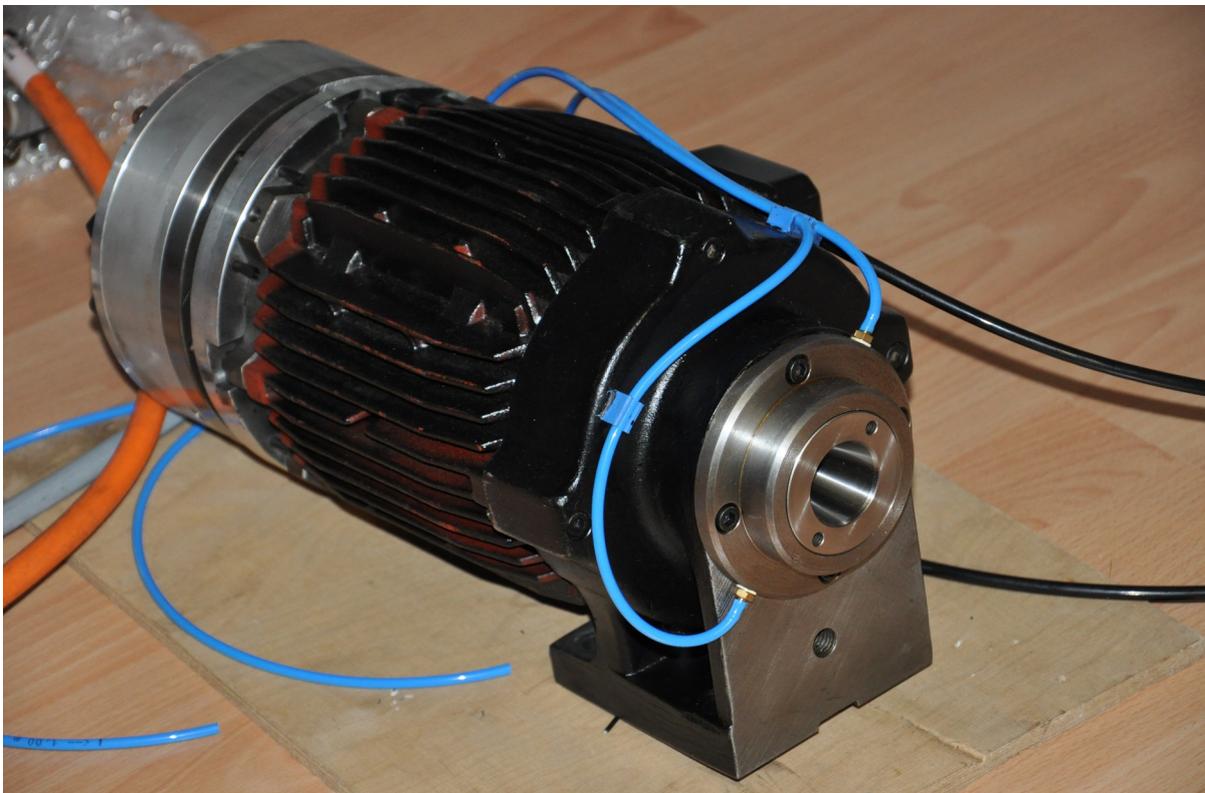
Die auf dem ersten Blick „vielen“ Ein- und Ausgänge auf dem Board sind letztendlich gerade so ausreichend. Das Limit ist schnell erreicht. Eine Liste der benötigten Ein- und Ausgänge sollte meiner Meinung nach besser **vor** der BOB-Auswahl erstellt werden.

3.4 Spindel „MAKA SK30 ATC“

Diese Spindel konnte ich günstig ersteigern. Ich denke der günstige Preis ist vor allem dem hohen Gewicht von knapp 42kg gewidmet.

Eckdaten:

- Kühlung per Druckluft (habe ich vorher nicht gesehen. Druckluft ist teuer und ein großer Volumenstrom wird notwendig sein)
- SK30 Innenkegel
- Lt. Hersteller für Holz- und Aluminiumbearbeitung
- Exzellenter Rundlauf von etwa 2-3 μ m (gemessen)
- 7,5 kW Wellenleistung bei 17.000 U/min
- Sperrluftanschluss
- Keine verbauten Sensoren etc.
- Direktantrieb (sehr leise)



3.5 Frequenzumrichter „ABB ACS-350“

Auf der Suche nach einem günstigen, gebrauchten Frequenzumrichter entschied ich mich für einen ACS350-03E-15A6-4+J416 mit folgenden Leistungsdaten:

Typ ACS350- x = E/U ¹⁾	Eingang I_{1N} A	Ausgang					Bau- größe
		I_{2N} A	$I_{2,1min/10min}$ A	I_{2max} A	P_N		
					kW	HP	
1-phasige Versorgungsspannung $U_N = 200...240\text{ V}$ (200, 208, 220, 230, 240 V)							
01x-02A4-2	6.1	2.4	3.6	4.2	0.37	0.5	R0
01x-04A7-2	11.4	4.7	7.1	8.2	0.75	1	R1
01x-06A7-2	16.1	6.7	10.1	11.7	1.1	1.5	R1
01x-07A5-2	16.8	7.5	11.3	13.1	1.5	2	R2
01x-09A8-2	21.0	9.8	14.7	17.2	2.2	3	R2
3-phasige Versorgungsspannung $U_N = 200...240\text{ V}$ (200, 208, 220, 230, 240 V)							
03x-02A4-2	4.3	2.4	3.6	4.2	0.37	0.5	R0
03x-03A5-2	6.1	3.5	5.3	6.1	0.55	0.75	R0
03x-04A7-2	7.6	4.7	7.1	8.2	0.75	1	R1
03x-06A7-2	11.8	6.7	10.1	11.7	1.1	1.5	R1
03x-07A5-2	12.0	7.5	11.3	13.1	1.5	2	R1
03x-09A8-2	14.3	9.8	14.7	17.2	2.2	3	R2
03x-13A3-2	21.7	13.3	20.0	23.3	3	3	R2
03x-17A6-2	24.8	17.6	26.4	30.8	4	5	R2
03x-24A4-2	41	24.4	36.6	42.7	5.5	7.5	R3
03x-31A0-2	50	31	46.5	54.3	7.5	10	R4
03x-46A2-2	69	46.2	69.3 ²⁾	80.9	11.0	15	R4
3-phasige Versorgungsspannung $U_N = 380...480\text{ V}$ (380, 400, 415, 440, 460, 480 V)							
03x-01A2-4	2.2	1.2	1.8	2.1	0.37	0.5	R0
03x-01A9-4	3.6	1.9	2.9	3.3	0.55	0.75	R0
03x-02A4-4	4.1	2.4	3.6	4.2	0.75	1	R1
03x-03A3-4	6.0	3.3	5.0	5.8	1.1	1.5	R1
03x-04A1-4	6.9	4.1	6.2	7.2	1.5	2	R1
03x-05A6-4	9.6	5.6	8.4	9.8	2.2	3	R1
03x-07A3-4	11.6	7.3	11.0	12.8	3	3	R1
03x-08A8-4	13.6	8.8	13.2	15.4	4	5	R1
03x-12A5-4	18.8	12.5	18.8	21.9	5.5	7.5	R3
03x-15A6-4	22.1	15.6	23.4	27.3	7.5	10	R3
03x-23A1-4	30.9	23.1	34.7	40.4	11	15	R3
03x-31A0-4	52	31	46.5	54.3	15	20	R4
03x-38A0-4	61	38	57	66.5	18.5	25	R4
03x-44A0-4	67	44	66 ²⁾	77.0	22.0	30	R4

Grundsätzlich bin ich auch hier mit dem gewählten Typ sehr zufrieden. Müsste ich erneut einen FU kaufen würde ich auf einen Ausgang zur „Motor steht“ Identifizierung achten. Dies würde eine Freigabe zum Werkzeugwechsel deutlich sicherer gestalten. Ein Werkzeugauswurf bei drehender / auslaufender Spindel hätte sehr wahrscheinlich gravierende Folgen.

Da ich keinen solchen Signalausgang habe, habe ich in Mach4 einen Ausgang programmiert, welcher erst 5 Sekunden, nach Spindel-Abschaltung freigegeben wird. Anschließend muss durch gleichzeitiges Drücken zweier Taster (zwei Schließer in Reihe geschaltet) der Werkzeugauswurf ausgelöst werden.

Noch sicherer wäre es ein Sicherheitsrelais für die Überwachung der beiden Tasterkontakte zu benutzen. Ohne solch ein Relais sind Fehler wie das „Verkleben“ einer / zweier Tasterkontakte kaum / gar nicht zu bemerken.

Um die Spindel innerhalb kurzer Zeit von 17.000 U/min auf 0 runterzufahren muss aufgrund der Rotationsenergie ein Bremswiderstand an den FU angeschlossen werden. Hierzu habe ich einen 40R mit einer Dauerleistung von 200W und 4000W Impulsleistung angeschlossen. Der minimale Widerstandswert des jeweiligen FU-Handbuchs sollte in jedem Fall beachtet werden. Ein Unterschreiten kann zum Defekt führen.

Ohne diesen Widerstand verlängert der FU die parametrisierte Bremsrampenzeit von 3s auf etwa 15s.

Mit dem Bremswiderstand ist eine Rampenzeit von z.B. 3s kein Problem.

Diese Zeiten sind ca. Werte und ohne eingesetztem Werkzeug.

3.6 Motorsteuerung / Servoregler

Nach der Suche nach einem Antriebssystem bin ich auf die Servoregler von Fa. Kollmorgen aufmerksam geworden. Im Vergleich zu vielen anderen industriellen Servoreglern ist hier bereits Serienmäßig (ohne Zusatzoptionen) ein Takt-Richtungsinterface vorhanden. Auch gibt es diese Regler recht häufig auf dem Gebrauchtmarkt. Sie sind als einzelne Einheit direkt einsetzbar. D.h. es ist keine „Netzteil- / Grundeinheit“ erforderlich an dem die jeweiligen Achsenregler angeschlossen werden.

Diverse Feedbacksysteme wie Resolver und Encoder sind direkt integriert und auswählbar. Dies erhöht die Verfügbarkeit an gebrauchten Motoren, welche zum Anschluss an den Servoregler geeignet sind.

Bei dem Kauf eines Servoreglers vom Typ Servostar 300 ist darauf zu achten welche Hardwaregeneration man kauft. Diese unterscheiden sich in der verfügbaren Firmware und die damit verbundenen Features! Hier eine Übersicht aus dem Handbuch:

Hardware Revision (HR)

Hardware Rev.	Firmware Rev.	Export Klassifizierung	Bemerkung
02.01	2.18 - 3.74	AL-3A225	Start HWR
02.10 (03.01)	3.75 - 4.99	AL-3A225	AS->STO, neue Abnahme
04.00	5.18 - 5.99	AL-3A225	Neue CPU, Frontfolie S300
04.10	5.18 ND0 - 5.99 ND0	-	Neue Datenstruktur
04.20	≥ 6.00 ND0	-	SFD3/DSL Unterstützung

Wer umfangreiche Autotuning-Funktionen wünscht sollte Hardwarerevision 4 und höher kaufen.

Ich habe teilweise die Hardwarerevision 02.01 im Einsatz mit der Firmware Revision 3.89 (letzte lauffähige Version für diese Hardware).

Wer sich die Parametriersoftware (DRIVE GUI) von Kollmorgen installiert und diese ohne Servoregler startet bekommt alle Features angezeigt. Verbindet man sich zu einem Servoregler werden die unterstützten Features, entsprechend der Servoregler-Firmware, reduziert.

Ich habe die Servoregler vom Typ 343 für X und Y-Achse, sowie Typ 346 für die Z-Achse eingesetzt. Der Leistungsstärkere Typ 346 ist zufällig, da ich diesen gebraucht kaufen konnte. Ein leistungsschwächerer Typ 343 hätte sicher auch ausgereicht.

Die Servoregler sind mit 3Phasen- und 1Phasen-Eingang erhältlich.

3.7 Servomotoren „Kollmorgen DBL Serie“

Für die X und Y Achse habe ich jeweils einen DBL3N00300-03M-000-S40 ausgewählt und gebraucht gekauft. Nenndaten: 3,0 Nm, 0,79 kW, 3000 U/min, 400 V.

Diese haben einen integrierten Encoder anstelle eines Resolvers. Hiervon erhoffe ich mir eine bessere Positioniergenauigkeit / Auflösung.

Der Motor für die Z Achse ist vom Typ DBL3H00250-BR2-000-S40 und mit einer Bremse ausgestattet. Nenndaten: 2,5 Nm, 1,13 kW, 6000 U/min, 400 V. Leider habe ich keinen bezahlbaren Motor mit Bremse *und* Encoder gefunden. Somit bin ich sehr gespannt wie sich die Unterschiede zwischen Encoder und (2Pol-) Resolver bemerkbar machen.

Update: Gestern konnte ich den gleichen Motor mit Bremse *und* Encoder erwerben. Ich probiere aber auch den Motor mit dem Resolver aus.

Zu den Auflösungen Encoder / Resolver habe ich folgendes gefunden unter:

<https://www.kollmorgen.com/de-de/developer-network/feedback-genauigkeit/>

Feedback Genauigkeit

Gültig für S300 (HWR=4.00), S400, S600

	Resolver, 2-polig	Resolver, 6-polig	EnDAT Singleturn 2048 Lines/Umdr.	EnDAT Multiturn 512 Lines / Umdr.	EnDAT EQI Multiturn 32 Lines / Umdr.	Sine Encoder ENCLINES = Potenz von 2	Sine Encoder ENCLINES von 257 bis 65535
Absolute Position	± 1/2000 Umdr.	± 1/4000 Umdr.	± 1/64800 Umdr.	± 1/21600 Umdr.	± 1/3240 Umdr.	ENCLINES 64 pro Pole Pitch	ENCLINES 64 pro Pole Pitch
Position Wiederholgenauigkeit	± 1/4000 Umdr.	± 1/8000 Umdr.	± 1/524288 Umdr.	± 1/131072 Umdr.	± 1/6480 Umdr.	ENCLINES 256 pro Pole Pitch	ENCLINES 256 pro Pole Pitch
Feedback Auflösung mit PRBASE = 16	1/65536 Umdr. (16 Bit)	1/65536 Umdr. (16 Bit)	1/65536 Umdr. (16 Bit)	1/65536 Umdr. (16 Bit)	1/65536 Umdr. (16 Bit)	max. ENCLINES 4096, begrenzt auf 65536	max. ENCLINES 4096, begrenzt auf 65536
Feedback Auflösung mit PRBASE = 20	1/65536 Umdr. (16 Bit)	1/131072 Umdr. (17 Bit)	1/1048576 Umdr. (20 Bit)	1/1048576 Umdr. (20 Bit)	1/131072 Umdr. (17 Bit)	max. ENCLINES 4096, begrenzt auf 1048576 pro Pole Pitch	max. ENCLINES 4096, begrenzt auf 1048576 pro Pole Pitch
Feedback Auflösung mit PRBASE = 24	1/65536 Umdr. (16 Bit)	1/131072 Umdr. (17 Bit)	1/8388608 Umdr. (23 Bit)	1/2097152 Umdr. (21 Bit)	1/131072 Umdr. (17 Bit)	max. ENCLINES 4096, begrenzt auf 16777216 pro Pole Pitch	max. ENCLINES 4096, begrenzt auf 16777216 pro Pole Pitch, letzten 4 Bit immer 0
Feedback Auflösung mit PRBASE = 28	1/65536 Umdr. (16 Bit)	1/131072 Umdr. (17 Bit)	1/8388608 Umdr. (23 Bit)	1/2097152 Umdr. (21 Bit)	1/131072 Umdr. (17 Bit)	max. ENCLINES 4096, begrenzt auf 268435456 pro Pole Pitch	max. ENCLINES 4096, begrenzt auf 268435456 pro Pole Pitch, letzten 8 Bit immer 0
Drehzahl Ripple (dwd/dt)	± 3 rpm bei sehr niedriger Geschw., 1% bei hoher Geschw.	± 1.5 rpm bei sehr niedriger Geschw., 0.5% bei hoher Geschw.	± 0.5 rpm bei sehr niedriger Geschw., 0.25% bei hoher Geschw.	± 0.5 rpm bei sehr niedriger Geschw., 0.25% bei hoher Geschw.	± 1.0 rpm bei sehr niedriger Geschw., 0.25% bei hoher Geschw.	-	-
Realistische max. Encoder Emulation 1)	1024 Lines / Umdr.	3072 Lines / Umdr. 3 Nullmarken / Umdr.	262144 Lines / Umdr.	65536 Lines / Umdr.	2048 Lines / Umdr.	max. ENCLINES 128	max. ENCLINES 128

1) Maximale Ausgangsfrequenz ist 2 MHz



4 Software-Konfigurationsübersicht

Die Konfigurationsstichpunkte sind eher für mich persönlich und keinesfalls vollständig / geprüft. Im Netz gibt es jedoch genügend ausführliche und erprobte Dokumentation.

Ich bitte dies zu berücksichtigen!

Installation von Mach4 4.2.0.4162 Build

Verbindung Smoothstepper mit PC über Cross-Over-Cable

Download Plugin Warp9 Technologie Build 246 and copy files to Mach4\Plugins

Netzwerkkarte wie folgt konfigurieren:

IP-Adresse: 10.9.9.1

Subnetzmasker: 255.255.255.0

Mach4Hobby SCM7070 Files einspielen:

Mach4Hobby\PMC

Mach4Hobby\Profiles

Mach4Hobby\Screens

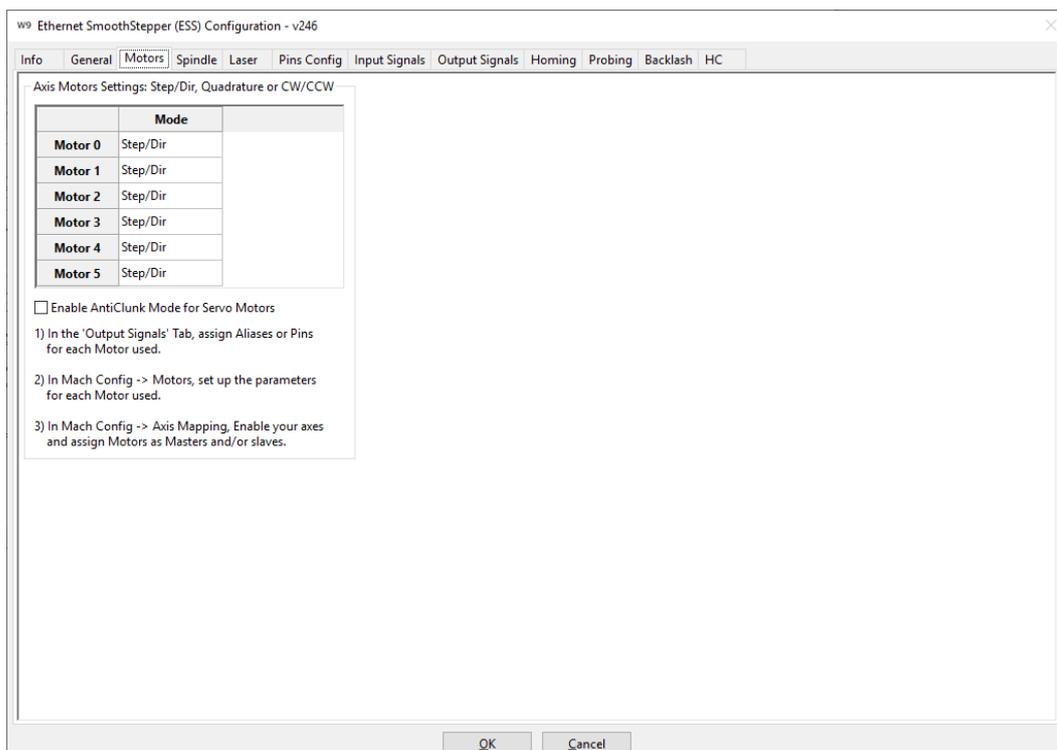
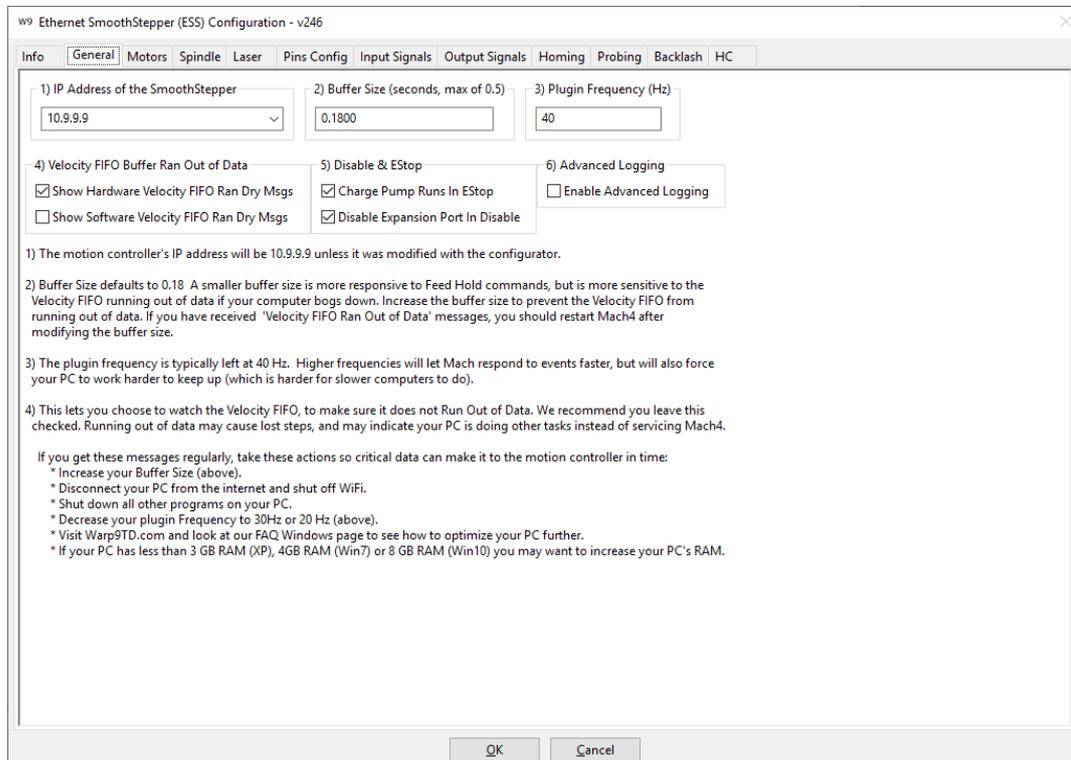
Nur Sicherung F6 und RCD F7 einschalten, dann den Hauptschalter einschalten.

Alle anderen Sicherungen sind vorerst aus.

Mach4 starten – Profil SCM7070 auswählen

4.1 Smoothstepper Config

Folgend ein paar Screenshots, die „Pins Config“, „Input Signals“, „Output Signals“ sind im folgenden Kapitel 5 tabellarisch dargestellt.



w9 Ethernet SmoothStepper (ESS) Configuration - v246

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

1) Spindle Settings

Spindle Type: Frequency, Hz: Duty Cycle Zero At Min RPM

RPM Input Spindle Index Spindle Encoder A Pulses Per Rev RPM Prescaler

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

Use PID Use PID For Threading SS_PID_LOG.csv

Kp Ki Kd

Use PID Ceiling % of commanded RPM Use PID Floor %

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)

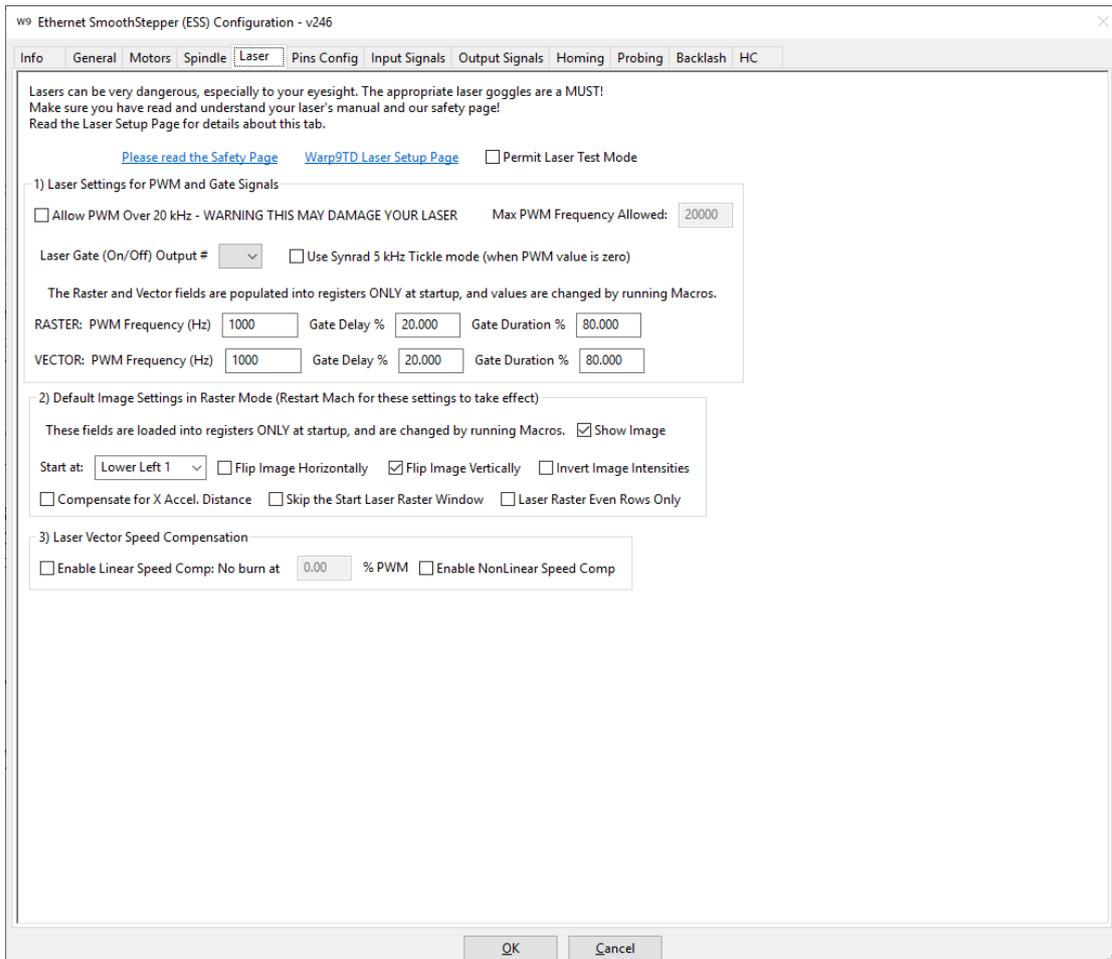
4) In Mach Config -> Spindle. In Range 0 (Row 0 or Pulley 0) assign:

- * Min RPM (Optional)
- * Max RPM (Required)
- * Accel (Spin Up) Time (Optional)
- * Decel (Spin Down) Time (Optional)
- * Feedback Ratio (Optional)
- * Reversed (Optional)

You may assign multiple Ranges, but most users will only need Range 0

You do not need to assign the 'Max Spindle MOTOR RPM' in PWM mode.

OK Cancel



5 Konfiguration der Pins Config

Port – Pin	Dir	Active High/Low	Alias or Name	Config BOB	Input	Output
Port1-Pin1	Out	Active High	Spindle PWM	FIX		Spindle Motor PWM
Port1-Pin2	Out	Active High	Motor X Step	FIX		Motor 0 Step
Port1-Pin3	Out	Active Low	Motor X Dir	FIX		Motor 0 Dir
Port1-Pin4	Out	Active High	Motor Y Step	FIX		Motor 1 Step
Port1-Pin5	Out	Active Low	Motor Y Dir	FIX		Motor 1 Dir
Port1-Pin6	Out	Active High	Motor Z Step	FIX		Motor 2 Step
Port1-Pin7	Out	Active Low	Motor Z Dir	FIX		Motor 2 Dir
Port1-Pin8	Out	Active High	Motor A Step, deaktiviert, da Port 2 = IN	Disabled wegen SW-CFG	-	-
Port1-Pin9	Out	Active Low	Motor A Dir, deaktiviert, da Port 2 = IN	Disabled wegen SW-CFG	-	-
Port1-Pin10	In	Active High	Not Halt / Stop (ESTOP)	FIX	E Stop	
Port1-Pin11	In	Active Low	Button Start	FIX	Input #0	
Port1-Pin12	In	Active Low	Button Stop	FIX	Input #1	
Port1-Pin13	In	Active Low	Button Pause	FIX	Input #2	
Port1-Pin14	Out	Active High	Spindle CW Relay On	FIX		Spindle On
Port1-Pin15	In	Active Low	Reserve 1	FIX	-	
Port1-Pin16	Out	Active High	Relay Servo Fault Reset	FIX		Output #12
Port1-Pin17	Out	Active Low	Charge Pump	FIX		Charge Pump
Port2-Pin1	Out	Active High	Relay Servos Enable	FIX		Motor 1 Enable
Port2-Pin2	In	Active High	Status X Medium Load	SW3=OFF ; SW=ON	Input #7	
Port2-Pin3	In	Active High	Status X High Load	SW3=OFF ; SW=ON	Input #8	
Port2-Pin4	In	Active High	Status Y Medium Load	SW3=OFF ; SW=ON	Input #9	
Port2-Pin5	In	Active High	Status Y High Load	SW3=OFF ; SW=ON	Input #10	
Port2-Pin6	In	Active High	Status Z Medium Load	SW3=OFF ; SW=ON	Input #11	
Port2-Pin7	In	Active High	Status Z High Load	SW3=OFF ; SW=ON	Input #12	
Port2-Pin8	In	Active High	Reserve 2	SW3=OFF ; SW=ON	-	
Port2-Pin9	In	Active High	Reserve 3	SW3=OFF ; SW=ON	-	
Port2-Pin10	In	Active Low	Button Spindle TC	FIX	Input #3	
Port2-Pin11	In	Active High	Button Spindle Konus Air	FIX	Input #4	
Port2-Pin12	In	Active High	Button Tool Measure	FIX	Input #5	
Port2-Pin13	In	Active High	Axis (X) Limit Reached	FIX	Motor 0 ++ Limit	
Port2-Pin14	Out	Active High	Relay Maschine Lights	FIX		Output #0
Port2-Pin15	In	Active High	Button Cooling / Flood	FIX	Input #6	
Port2-Pin16	Out	-	Not available on BOB?!	-	-	-
Port2-Pin17	Out	Active High	Relay Servo Mains 400V	FIX		Output #1

Port – Pin	Dir	Active High/Low	Alias or Name	Config	Input	Output
Port3-Pin1	Out	Active High	Spindle TC Allowed LED	SW1=OFF ; SW2=ON		Output #3
Port3-Pin2	Out	Active High	<i>Reserve 4</i>	SW1=OFF ; SW2=ON		-
Port3-Pin3	Out	Active High	K2 Q2 Cooling / Flood	SW1=OFF ; SW2=ON		Output #8
Port3-Pin4	Out	Active High	K1 Q1 VACUUM Clamp	SW1=OFF ; SW2=ON		Output #11
Port3-Pin5	Out	Active High	K10 Status Lamp GN	SW1=OFF ; SW2=ON		Output #4
Port3-Pin6	Out	Active High	K9 Status Lamp OR	SW1=OFF ; SW2=ON		Output #5
Port3-Pin7	Out	Active High	K8 Status Lamp RT	SW1=OFF ; SW2=ON		Output #6
Port3-Pin8	Out	Active High	K7 V? Valve Mist	SW1=OFF ; SW2=ON		Output #13
Port3-Pin9	Out	Active High	K6 V? Valve Konus Air	SW1=OFF ; SW2=ON		Output #10
Port3-Pin10	In	Active High	<i>Reference Initiator X Axis</i>	FIX	Motor 0 Home	
Port3-Pin11	In	Active High	<i>Reference Initiator Y Axis</i>	FIX	Motor 1 Home	
Port3-Pin12	In	Active High	<i>Reference Initiator Z Axis</i>	FIX	Motor 2 Home	
Port3-Pin13	In	Active High	<i>Reserve 5</i>	FIX	-	
Port3-Pin14	Out	Active High	K3 V1 Valve Sealing Air	SW1=OFF ; SW2=ON		Output #7
Port3-Pin15	In	Active High	<i>Reserve 6</i>	FIX	-	
Port3-Pin16	Out	Active High	K4 V? Valve Spindle Cooling	SW1=OFF ; SW2=ON		Output #14
Port3-Pin17	Out	Active High	K5 V? Valve TC	SW1=OFF ; SW2=ON		Output #9

6 Kostenübersicht

Folgend sind die Teile und Preise aufgelistet die mir bei einem kurzen Brainstorming in den Sinn gekommen sind. Keine Gewähr auf Vollständigkeit und Richtigkeit.

Preise zu 0,- € waren noch vorhanden und lagen ungenutzt herum.

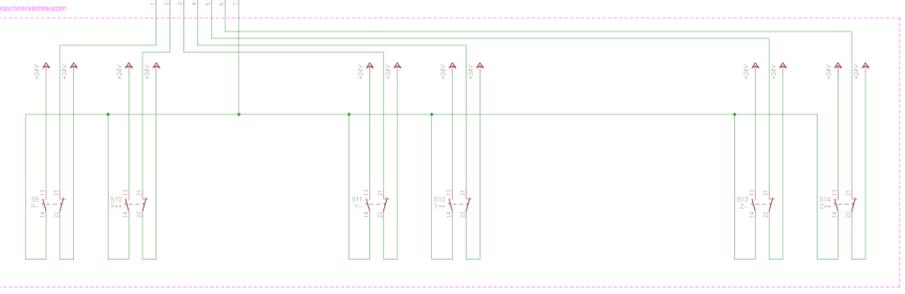
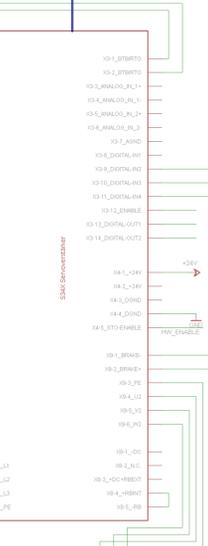
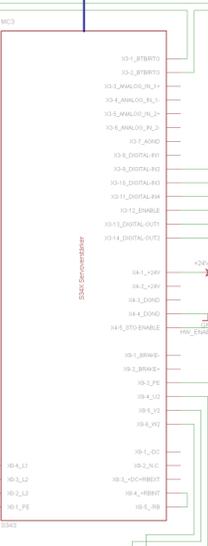
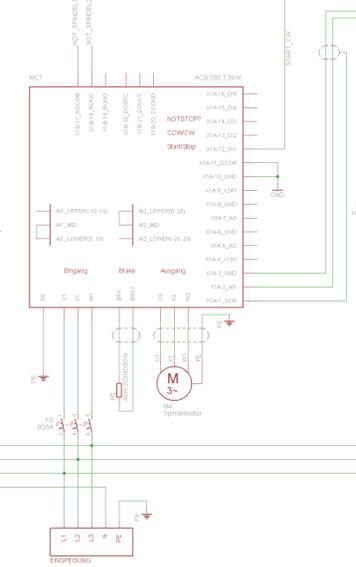
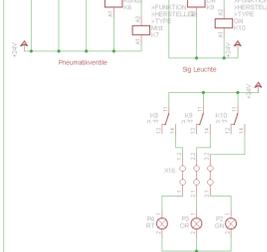
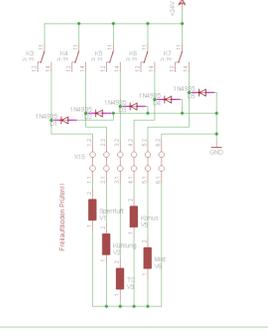
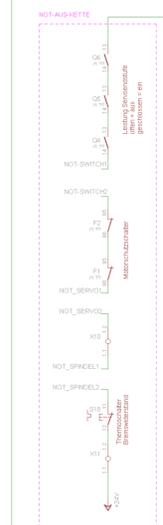
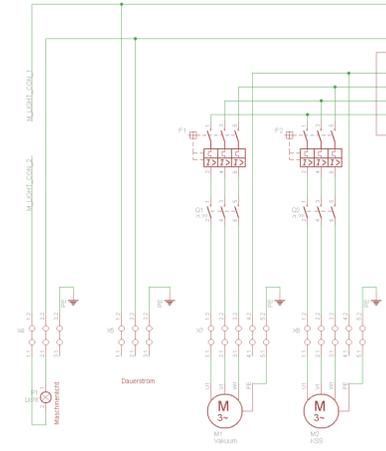
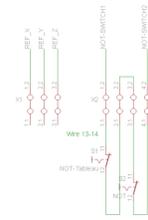
Bezeichnung	Zustand	Preis
Tablet	gebraucht	0 €
Mach 4 Hobby	neu	180 €
Smoothstepper + Breakoutboard	neu	386 €
Spindel	gebraucht	560 €
Frequenzumrichter	gebraucht	240 €
Servoregler 3x Servostar 300	gebraucht	800 €
Servomotoren 3x DBL3	gebraucht	330 €
Servoleitung / Encoderleitung / Resolverleitung 3 Satz	gebraucht	155 €
Schaltschrank Rittal 600x1200x300	neu	260 €
Taster für Bedientableau	neu	100 €
Kabelkanäle, Leitungen,	neu	100 €
24VDC Spannungsversorgung	gebraucht	35 €
5VDC Spannungsversorgung	neu	15 €
Reihenklammern	neu	110 €
Steckverbinder und Kabeldurchführungen / CEE Dosen	neu / gebraucht	55 €
Diverse Sicherungen, Schütze, Relais	gebraucht	80 €
Bremswiderstand, Tableau, Hauptschalter, Netzfilter und co	gebraucht	0 €

3.406,00 €

7 Schaltplan

Nachfolgend der Schaltplan für die im Schaltschrank verbauten Komponenten. Ich habe hierzu Eagle genutzt, da mir keine andere Software für Stromlaufpläne zur Verfügung steht. Auf Seitenumbrüche habe ich verzichtet, da es einfacher war und die Software Netze, welche über mehrere Seiten verteilt sind, nicht automatisch, nachvollziehbar beschriften kann.

Teilweise sind auch externe Komponenten (Bedienelemente im Tableau, Endschalter, Motore, etc.) dargestellt. Die Dokumentation des TTL-RS485 Wandlers findet sich in Kapitel 8



8 TTL auf RS485 Wandler für die Servoregler

8.1 Allgemein

Für die Ansteuerung der Servoregler (bis zu 4 Stück / Achsen) habe ich einen TTL auf RS485 Wandler gebaut. Grundsätzlich gibt es mehrere Step / Dir Eingänge an dem Servoregler. Es muss nicht zwingend der RS485 Eingang genutzt werden. Allerdings ist dies der Eingang mit der höchsten Taktfrequenz von bis zu 1MHz. Daher meine erste Wahl.

Über einen SUB-D 15 Pol Verbinder werden die Step / Dir Signale von bis zu 4 Achsen (vom BOB) mit TTL Pegel angeschlossen. Auf der Platine wird nun das Signal auf RS485 umgewandelt und pro Servoregler über einen SUB-D 9 Pol ausgegeben. Mit einem 1:1 belegten SUB-D Kabel wird die Verbindung zum jeweiligen Servoregler hergestellt.

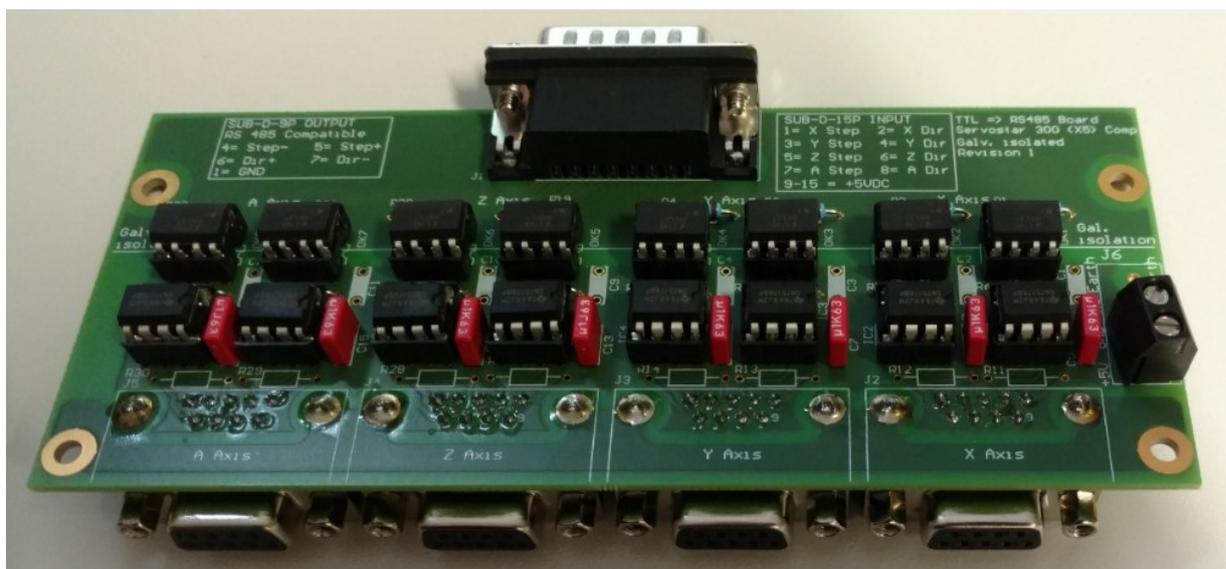
Neben der TTL auf RS485 Wandlung fungiert die Platine auch als galvanische Isolation über Optokoppler. Hierzu ist eine (isolierte) Spannungsversorgung von 5V notwendig.

Getestet habe ich jede „Wandlerstufe“ mit einem 1MHz Rechtecksignal. Mit zunehmender Frequenz wird das Ausgangssignal natürlich etwas „runder“. Dürfte aber noch alles im Rahmen sein.

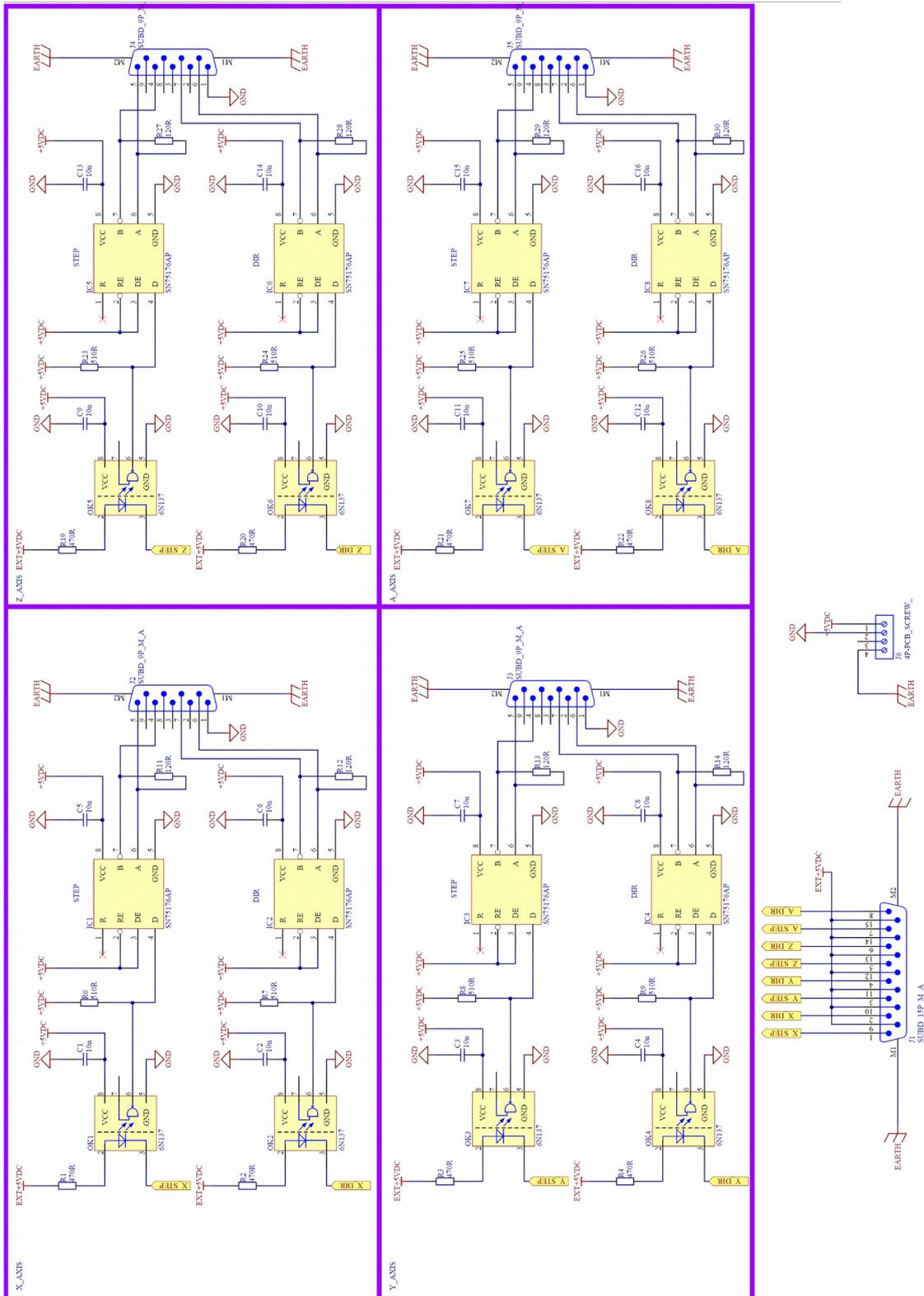
ACHTUNG!

Ich habe leider SUB-D 9Pol Male Verbinder eingeplant. Verbauen wollte ich aber die Female Version. Somit musste ich die Female Buchsen von der Bottom-Seite der Platine einlöten (spiegelverkehrt) um das korrekte Pinning zu erhalten.

Wer noch eine Platine braucht, darf sich gern melden. Aktuell habe ich noch zwei Stück.

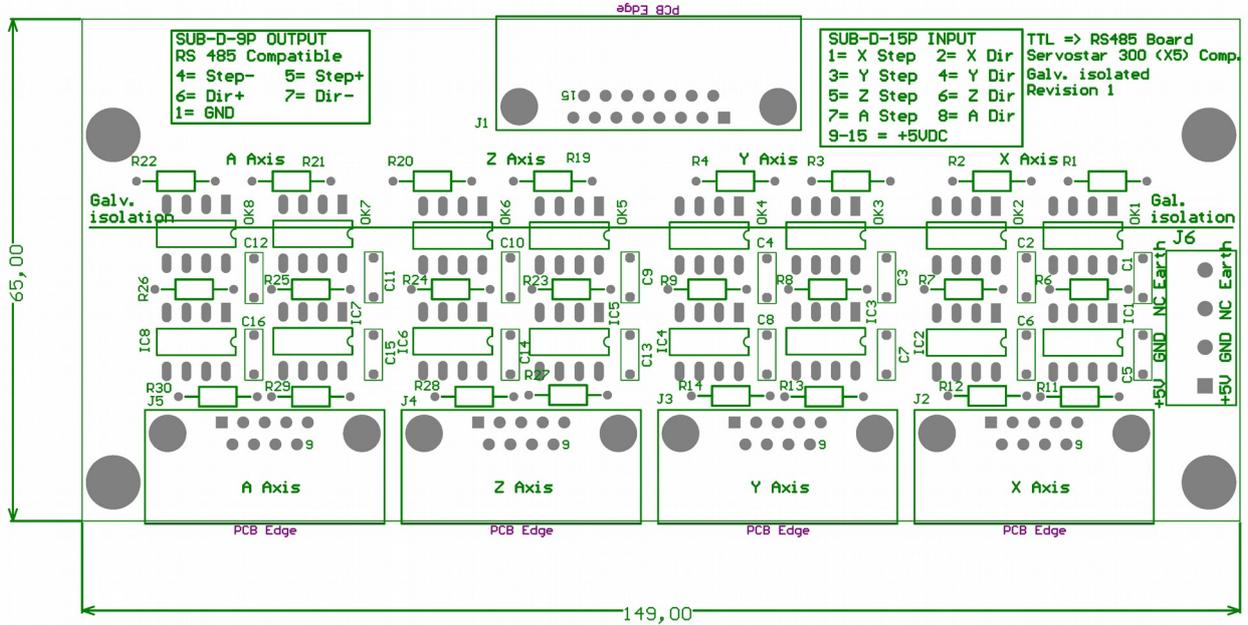


8.2 Schaltplan

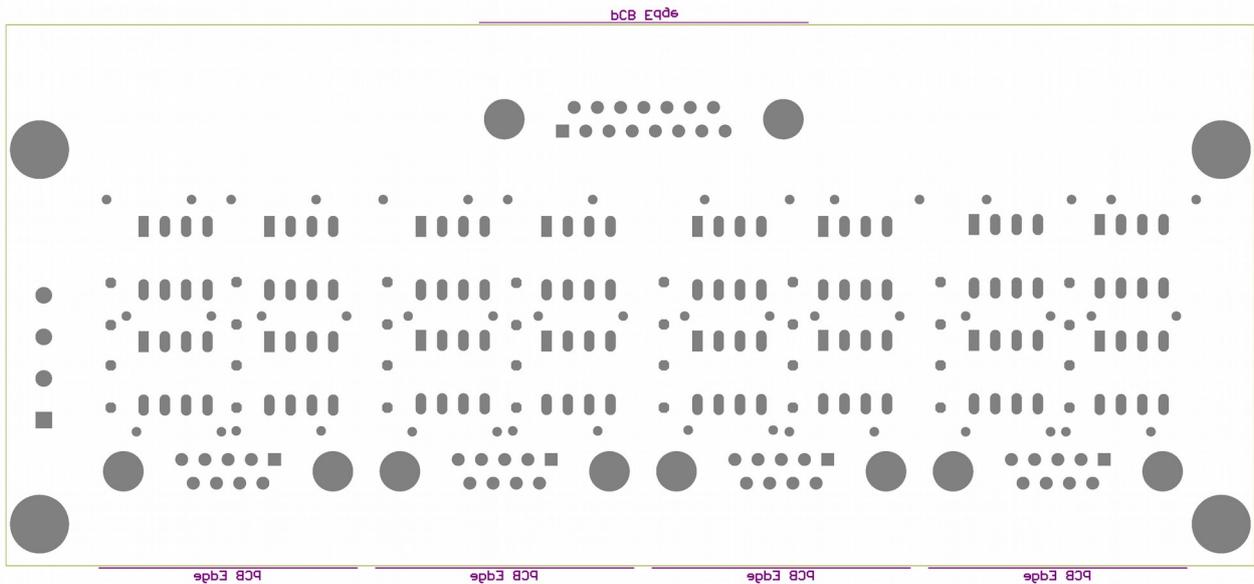


8.3 Bestückungsplan

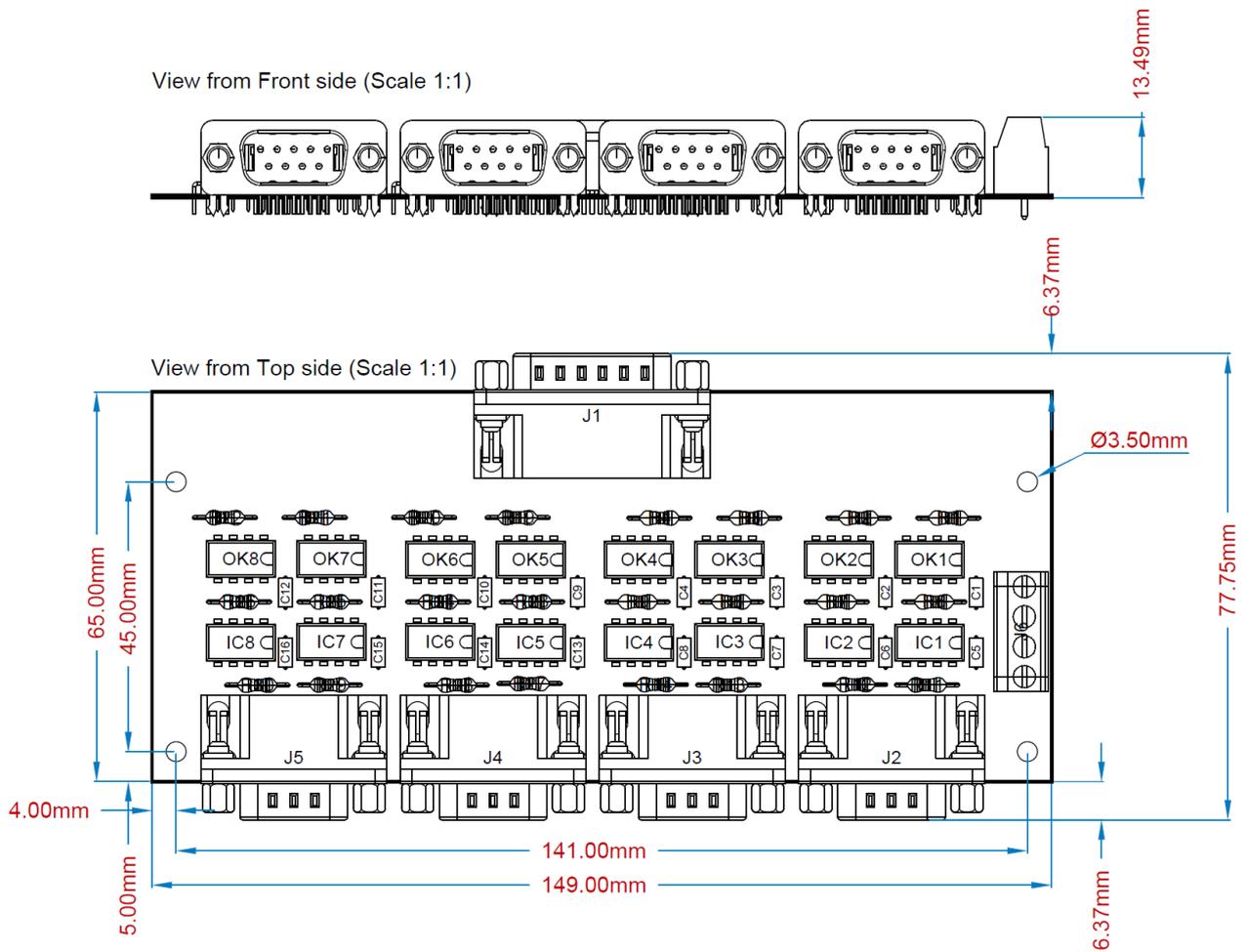
Top



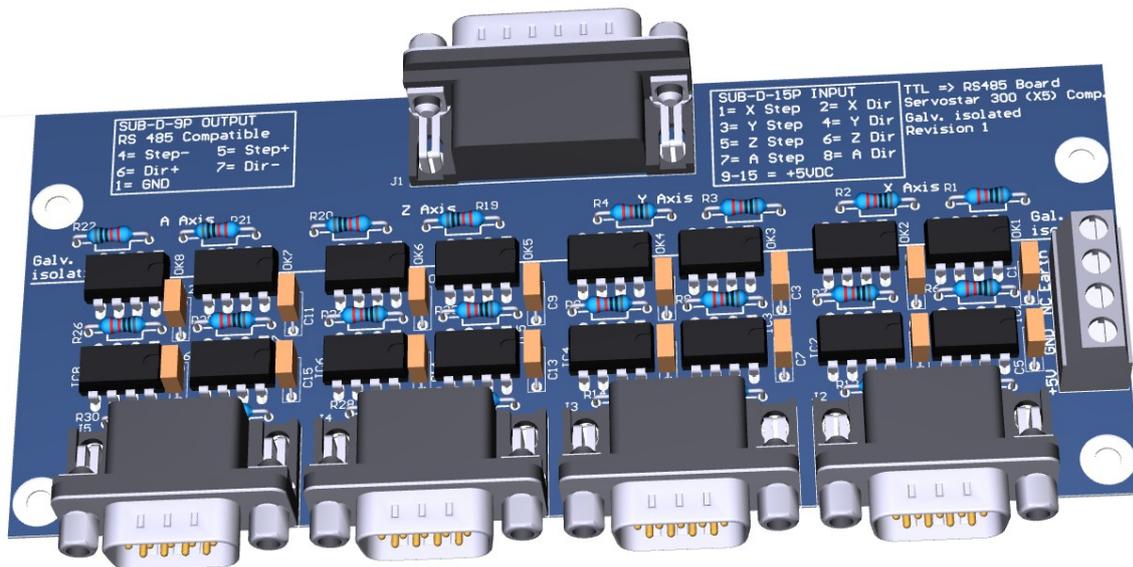
Bottom



8.4 Dimensionen



8.5 3D View



8.6 Stückliste (BOM)

Description	Designator	Quantity
Kondensator THT RM5.08 10n 100VDC 10% Keramik L2.29 B4.83 H4.83	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16	16
IC Transmitter THT DIL-8 SN75176AP 5V Differential Bus RS485	IC1, IC2, IC3, IC4, IC5, IC6, IC7, IC8	8
Steckverbinder THT SUBD 15Pol gew inkelt 3A	J1	1
Steckverbinder THT SUBD 9Pol gew inkelt 3A	J2, J3, J4, J5	4
PCB-Anschlussklemme THT RM5 4pol AWG 30 to 14 300VAC 16A	J6	1
Optokoppler THT 8-Pin 6N137 5.3kVDC High Speed	OK1, OK2, OK3, OK4, OK5, OK6, OK7, OK8	8
Widerstand THT 0207 470R 0W6 1%	R1, R2, R3, R4, R19, R20, R21, R22	8
Widerstand THT 0207 510R 0W6 1%	R6, R7, R8, R9, R23, R24, R25, R26	8
Widerstand THT 0207 120R 0W6 1%	R11, R12, R13, R14, R27, R28, R29, R30	8

9 Bilder

9.1 Während des Aufbaus

