

Hinweise zum Aufbau

Schrittmotor-Karte >3D-Step<

Rev. 2.7 (Stand 03.01.2005)

Funktionsbeschreibung

3D-Step ermöglicht die Ansteuerung von 3 (optional 4) Schrittmotoren über den PC-Parallelport. Der Motorstrom lässt sich, je nach Betriebszustand, per Softwaresignal anheben (Boost) oder auf ca. 25% absenken (Sleep). Zusätzlich sind 4 Endschalter und ein Notausschalter anschließbar, die direkt an den PC durchgereicht werden. Der Notausschalter deaktiviert zusätzlich die Endstufen. Die Anzeige des aktuellen Betriebsmodus und der Endschalter-Zustände erfolgt über LEDs.

Haftung, EMV-Konformität

Alle Teile der Schaltung wurden sorgfältigst geprüft und getestet. Trotzdem kann NC-Step keine Garantie dafür übernehmen, dass nach dem Aufbau der Schaltung durch den Benutzer alles einwandfrei funktioniert. Insbesondere übernimmt NC-Step keine Haftung für Schäden, die durch Nachbau, Inbetriebnahme etc. der hier vorgestellten Schaltung entstehen.

Die Schrittmotorendstufe "3D-Step" ist ein OEM-Produkt und für die Weiterverarbeitung durch Handwerk, Industrie und andere EMV-fachkundige Betriebe bestimmt. Im Sinne des EMVG §5 Abs. 5 besteht daher für die Schrittmotorendstufe "3D-Step" keine CE-Kennzeichnungspflicht.

Verkabelung, Spannungsversorgung und die Einsatzumgebung sind Faktoren, die sich auf die EMV-Eigenschaften eines Gerätes auswirken können. Ein Gerät, in das eine oder mehrere Schrittmotorendstufen eingesetzt wurden, muss in seiner Gesamtheit entsprechend den dafür gültigen Richtlinien bewertet werden, wenn mit dem CE-Kennzeichen CE-Konformität dokumentiert werden muss. Selbstverständlich wurden bei der Schaltungsentwicklung alle möglichen Maßnahmen für einen EMV-gerechten Aufbau ergriffen.

Bestücken der Platine

Es gelten die üblichen Anweisungen für das Bestücken von Platinen:

- Kleine Bauteile (Widerstände, Dioden, Kondensatoren,...) zuerst bestücken.
- Polarität der Bauteile (Dioden, Elkos, Widerstandnetzwerke) beachten.
- Für die Dioden D1..24 nur schnelle Schaltdioden (Typen BYV27, BYV28, BYW98 oder vergleichbare) mit einer Spannungsfestigkeit von mind. 100 Volt einsetzen.
- Die ICs sollten sicherheitshalber alle gesockelt werden. Für die L298 lassen sich einreihige Buchsenleisten verwenden (kürzen). Die beiden Hälften der Buchsenleiste in der gleichen Orientierung verlöten, damit die Abstände zueinander stimmen. Gedrehte Präzisionsfassungen sind wegen ihres zu geringen Innendurchmessers ungeeignet. Hinweis: Die einreihigen Buchsenleisten sollten eine Höhe von 8-8,5 mm aufweisen. Bei Verwendung kürzerer Buchsenleisten muß der Kühlkörper mit entsprechend kürzeren Abstandhaltern montiert werden.

- Der Kühlkörper Typ V6716Z (oder SK96/84 -> nur 84 mm breit) hat schon passende 'Gewinde-Rillen'. Die Abstände zwischen den mittleren Kühlkörper-Befestigungsbohrungen und den umgebenden Leiterbahnen sind etwas knapp bemessen. Falls diese benutzt werden, bitte eine Kunststoff-Unterlegscheibe dazwischen legen.
- Vor der Montage des Kühlkörpers empfiehlt es sich, die Auflageflächen von den L298 dünn(!) mit Wärmeleitpaste zu bestreichen, um die Wärmeabfuhr zu verbessern.
- Im Betrieb zusätzlich einen oder mehrere Lüfter anbringen, z.B. einen 60 mm-Lüfter auf dem Kühlkörper, oder zwei 'CPU-Lüfter' in push-pull Anordnung seitlich am Kühlkörper befestigen. Falls das Gehäuse selbst ausreichend belüftet ist, kann ein zusätzlicher Lüfter ggf. entfallen, wenn die Karte im Luftstrom des Gehäuselüfters angeordnet wird.

Inbetriebnahme

Vor der ersten Inbetriebnahme noch einmal die Bestückung und alle Lötstellen prüfen! Sind alle ICs richtig herum eingesetzt? Alle Leitungen am Parallelport-Stecker und die Lötstellen an den L298 auf Kurzschlüsse prüfen. Alle Potis und Jumper auf die im Bestückungsplan angegebenen Default-Werte einstellen. Zunächst nur die Logikspannung (5V) ohne die Spannung für die Motoren anschließen. Zunächst keine weiteren Verbindungen (PC, Motoren) herstellen.

Beim folgenden Test müssen einige Jumper umgesetzt werden. Normalerweise darf dies nur bei abgeschalteter Spannungsversorgung erfolgen. Wenn keine Verbindung zum PC besteht, keine Motoren angeschlossen sind und nur die Logikspannung (5V) angeschlossen ist, können die Jumper auch bei eingeschalteter Karte umgesetzt werden.

Nach dem Einschalten sollten alle grünen LEDs und die rote NOTAUS LED leuchten. Wenn die beiden SLEEP-Jumper um 90° gedreht aufgesteckt werden, muß die grüne SLEEP LED erlöschen, statt dessen leuchtet die gelbe NORMAL LED. Durch Umsetzen des BOOST-Jumpers erlischt nun die NORMAL LED, statt ihr leuchtet die rote BOOST LED. Durch Umsetzen des NOTAUS-Jumpers erlischt die NOTAUS-LED. Setzen sie nun die Jumper BOOST und NOTAUS wieder auf die Standard-Position zurück.

Jetzt können sie die Referenzspannungen für die einzelnen Achsen über die Potis (R28..R30) einstellen. Falls die NORMAL LED nicht leuchtet, die beiden SLEEP Jumper auf 'on low' umsetzen (siehe Jumperbeschreibung), BOOST auf 'disable', die Verbindung zum PC trennen. Die Spannungen werden an R3, R8 und R13 auf der den L297-ICs abgewandten Seite gemessen (bezogen auf Masse). Die eingestellte/gemessene Spannung $V(\text{ref})$ hängt folgendermaßen mit dem Motorstrom zusammen:

$$V(\text{ref})=I(\text{Motor})\cdot R(\text{sense})\cdot \text{Wurzel}2$$

$V(\text{ref})$ legt somit den Sollwert für den Strangstrom fest. $R(\text{sense})$ ist der jeweilige Messwiderstand (0,47 Ohm bei der Standard-Bestückung). Für 1A sind z.B. 0,665 Volt einzustellen. Anschließend die Jumper wieder wie vorher einstellen.

An den Sync-Pins der L297 (Pin1) kann die Frequenz der Stromchopper gemessen werden. Vorsicht beim Messen, keinen Kurzschluss mit Pin2 erzeugen!. Die Standardeinstellung (16-17kHz) kann bei Problemen mit Störgeräuschen über R35 variiert werden. ACHTUNG: Um so höher die Frequenz, um so höher sind auch die Schaltverluste in den Endstufen-ICs! Nun kann die Karte mit Motoren getestet werden. Hierzu die Karte mit dem PC und der Spannungsversorgung für die Endstufen verbinden. Immer zuerst den PC booten und die Software starten, dann erst die Spannungsversorgung für die Karte einschalten! Beim Hochfahren des PC wechseln einige Signalpegel, was zu ungewünschten Reaktionen führen kann. Zum Testen empfiehlt sich eine kostenlose Demoversion (z.B. von PCNC) oder ein kleines selbstgeschriebenes Programm. Wenn möglich, zunächst eine geringe Motor-

spannung (12-15 Volt) anlegen (z.B. aus einem Labornetzteil mit Strombegrenzung wenn vorhanden).

Bedeutung der Jumper-Einstellungen

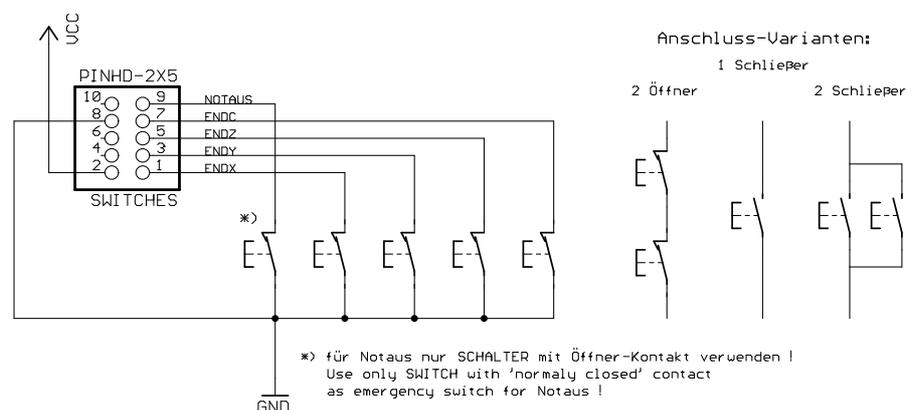
- NOTAUS:** used (default) - es ist ein Notausschalter angeschlossen
not used - Überwachung des Notausschalters deaktiviert (nur zum Testen empfohlen).
- BOOST:** active/aktiv - Die Boost-Funktion ermöglicht die Stromanhebung auf 120% des Nennstroms beim Bremsen und Beschleunigen. Erfordert Unterstützung durch die PC-Software (z.B. PC-NC).
disable/deaktiviert (default) - Boost-Funktion wird nicht verwendet.
- SLEEP:** bei high (default) oder bei low. Legt fest, ob die Stromabsenkung (ca. 25% des Nennstroms) bei HIGH- oder LOW-Pegel aktiviert wird. Für CNCProfi auf 'on Low' stellen; dazu beide Jumper um 90° gedreht aufstecken.
- MODE:** Oberer Jumper: Phase-Chopping (default) oder Enable-Chopping. Beeinflusst die Art der Stromregelung. Die Default-Einstellung führt in den meisten Fällen zum besseren Ergebnis. Näheres in den Application Notes zum L297 auf www.st.com
Unterer Jumper: Halbschritt (default) oder Vollschritt Betrieb. Im Vollschritt-Betrieb neigen Schrittmotoren stärker zu Resonanzschwingungen, daher ist in den meisten Fällen der Halbschritt-Betrieb zu bevorzugen.

Niemals einen Jumper komplett weglassen!

Bedeutung des LEDs

- ENDX:** Signalisiert, das der End- bzw. Referenzschalter der X-Achse betätigt wurde. Wenn statt Öffner-Kontakten Schließer verwendet werden, ist die LED immer an, wenn der Schalter nicht betätigt ist.
- ENDY, ENDZ, ENDC:** Funktion analog zur X-Achse
- SLEEP:** Zeigt an, das die Stromabsenkung aktiv ist. Die Stromabsenkung wird vom PC aktiviert
- NORMAL:** Die Motoren werden mit dem eingestellten Nennstrom bestromt.
- BOOST:** Die Stromanhebung ist aktiv. Die Stromanhebung wird vom PC kurzzeitig beim Beschleunigen und Bremsen aktiviert. Falls die verwendete Software diese Funktion nicht unterstützt, muß sie über den BOOST Jumper deaktiviert werden (Standardeinstellung). Die Stromanhebung darf nicht dauerhaft aktiviert sein. Dies kann zur Zerstörung der Endstufen führen!
- NOTAUS:** Die NOTAUS LED zeigt an, das der Notausschalter betätigt wurde. Dies führt auch zum Abschalten der Endstufen.

Anschluß der End- bzw. Referenzschalter



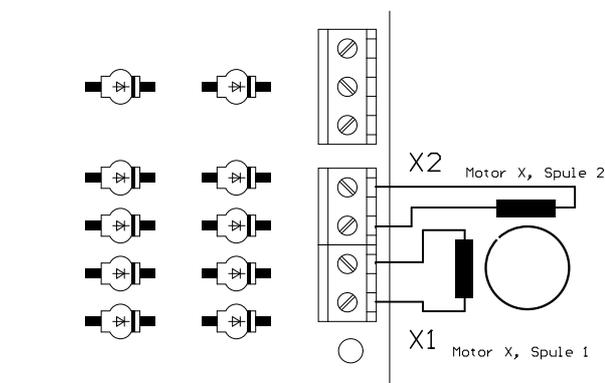
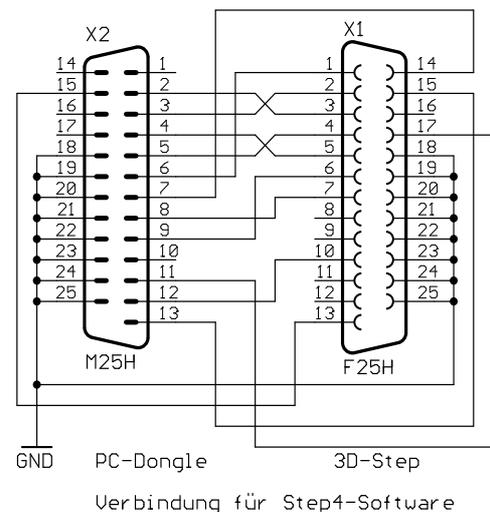
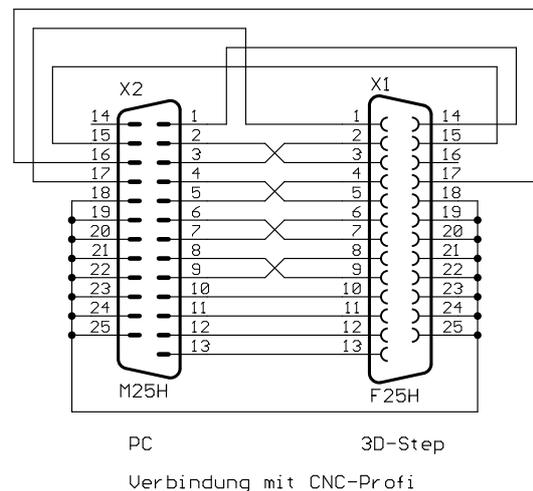
Externe Anschlüsse

- Zur Verbindung mit dem PC ein Flachbandkabel 26pol. Pfosten auf 25pol. D-SUB Stecker quetschen. Die letzte Ader (Nr. 26) ist hierbei nicht erforderlich. Sie muß entsprechend gekürzt werden und sollte aber vor Kontakt mit anderen Bauteilen gesichert sein, weil sie 5 Volt für die Optokoppler Platine (oder andere Schaltungen) führt. Für die Verbindung außerhalb des Gehäuses ein 1:1 verbundenes, abgeschirmtes Kabel verwenden.

- Bei der Verwendung der Karte mit CNC-Profi (auch DIN-CNC und SV-plus) oder der Step4-Software sind einige Adern zu kreuzen (siehe Schaubilder). Achtung, die Nummerierungen beziehen sich auf D-SUB Stecker, auf dem Flachbandkabel sind die beiden Pinreihen ineinander verschränkt (Reihenfolge 1,13,2,14,...,25,13,26). Für PCNC sind keine Änderungen erforderlich.

- Die Endschalter und der Notausschalter werden als Öffner nach Masse am SWITCHES Steckverbinder angeschlossen. Am einfachsten ist es, ein Flachbandkabel auf einen 9-poligen D-SUB Stecker (weiblich) zu quetschen und ein abgeschirmtes 9-pol D-SUB Standardkabel für die Verbindung zur Maschine zu verwenden. Da die Karte ohne Notausschalter nicht funktionieren würde, kann zum Testen per NOTAU-S-Jumper die Überwachung des Schalters deaktiviert werden.

- Am Anschluß „C-Achse“ kann eine Zusatzendstufe für eine 4. Achse angeschlossen werden. Statt einer 4. Achse kann man natürlich auch eine 2. Endstufe für eine der drei vorhandenen Achsen anschließen, wenn 2 Motoren synchron betrieben werden sollen. In diesem Fall sind die Signale der C-Achse von einer der anderen Achsen am Eingangsstecker „LPT“ abzugreifen.



- Die Motoren werden an den Schraubklemmen angeschlossen. Für jede Wicklung ist ein Klemmenpaar (X1, X2 für Motor X, Y1, Y2 für Motor Y usw.) vorgesehen. Um die Drehrichtung des Motors zu ändern, kann ein Wicklungspaar umgepolt werden. Bei unipolaren Motoren (mit 5 oder 6 Anschlüssen) werden die Mittelabgriffe nicht angeschlossen. Sie müssen isoliert werden, auf keinen Fall an Plus oder Masse anschließen! Bipolare Motoren mit 8 Anschlüssen bieten die Möglichkeit, jeweils 2 Spulenpaare in Reihe oder parallel zu betreiben.

Ersteres funktioniert immer, letzteres erlaubt u.U. höhere Maximaldrehzahlen. Allerdings ist der erforderliche Strom auch höher (gegenüber Reihenschaltung), was mit der 3D-Step zu Leistungseinbußen führt, wenn der nötige Strom größer als 2 Ampere ist. Der

Wicklungswiderstand halbiert sich in diesem Fall, er sollte 0,8 Ohm nicht unterschreiten. Im Allgemeinen ist der Parallelbetrieb vorteilhafter.

Sonstige Hinweise

- Wenn der Motorstrom einer Achse deutlich kleiner als 1 Ampere ist, empfiehlt es sich, die Messwiderstände (R1/2, R6/7 bzw. R11/12) anzupassen (1 Ohm empfohlen). Der verwendete Wert muss natürlich auch bei der Berechnung der Referenzspannung in die Formel eingesetzt werden.
- Wenn nicht alle drei Achsen benötigt werden, können die jeweiligen Endstufen-ICs (L297/L298) unbestückt bleiben. Der L297 der X-Achse muss aber immer vorhanden sein, weil er den Stromregler-Takt für alle Achsen erzeugt!

Probleme & Lösungen

Die Motoren machen Geräusche:

- Die Chopperfrequenz mit Trimmer R35 variieren.
- Statt Phase-Chopping Inhibit-Chopping probieren

Der Strom erreicht nicht den Sollwert bzw. das Drehmoment der Motoren ist deutlich zu niedrig:

- Die Referenzspannungen kontrollieren
- Die Einstellung der SLEEP-Jumper ändern, dafür beide Jumper um 90° gedreht aufstecken
- Die Chopperfrequenz erhöhen (s.o.)
- Statt Phase-Chopping Inhibit-Chopping probieren

Hinweis: Bei der Stromregelung handelt es sich um eine Maximalwertregelung. Der resultierende Mittelwert wird daher immer geringfügig unter dem eingestellten Referenzwert liegen.

Der Motor der Z-Achse dreht sich nicht richtig oder nur in eine Richtung:

- Das Widerstands-Array RN2 ist verkehrt herum eingelötet

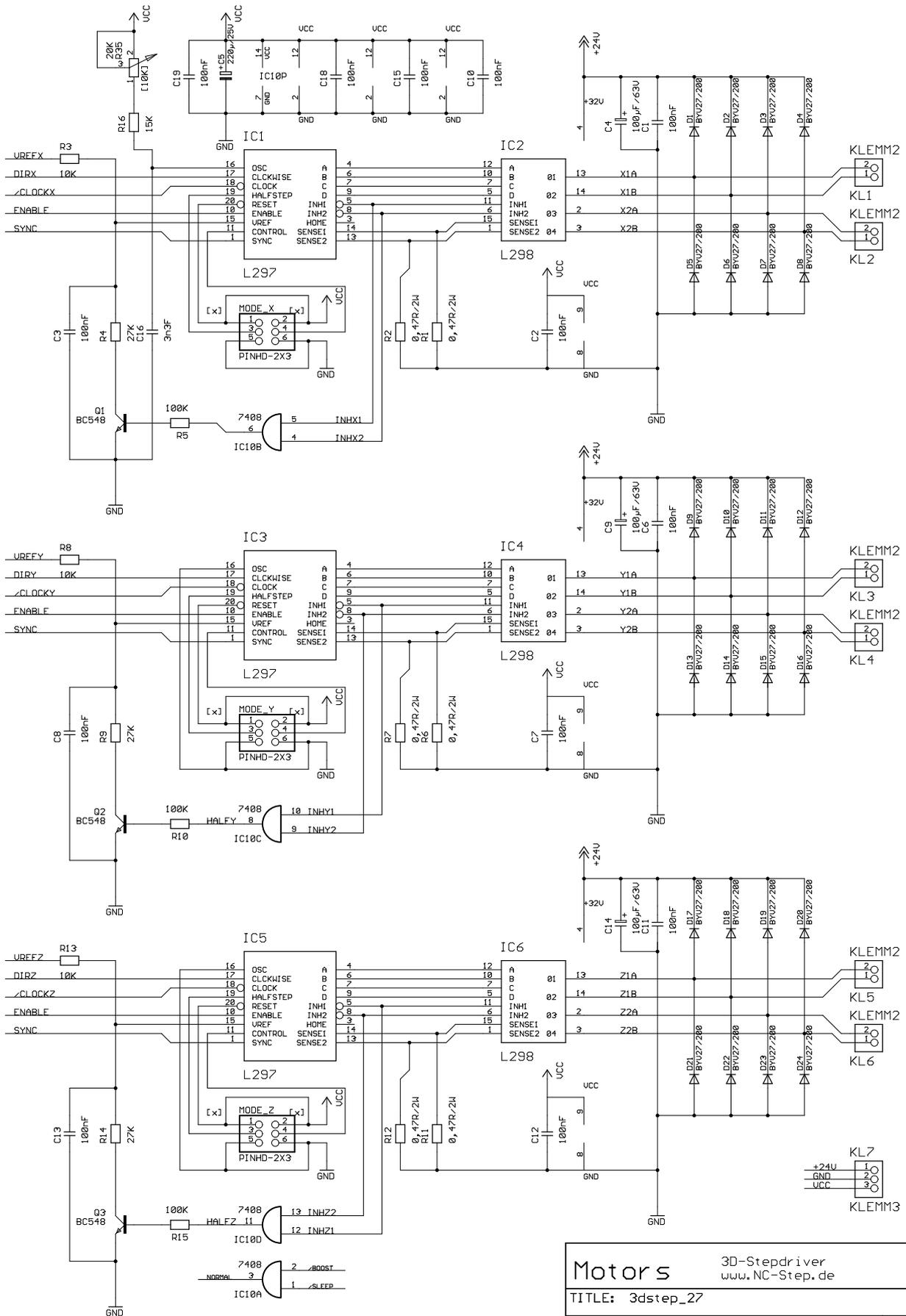
Hinweise zur Fehlersuche

Sollte die Schaltung nicht auf Antrieb funktionieren oder wenn ein Defekt aufgetreten ist, immer zuerst den Fehler suchen, beheben und vor Anschluss eines Motors den Inbetriebnahmeprozess erneut durchführen! Die weiteren Tipps könnten bei der Fehlersuche nützlich sein:

- Liegen an den Messpunkten für Vref korrekte Spannungen (zwischen Null und ca. 1 Volt) an? Auch bei betätigen des Sleep- und ggf. Boostsignals?
- Ist der Enable-Pin (10) an den L297 auf HIGH-Pegel (5V)?
- Gelegentlich wird der jeweilige L297 ebenfalls zerstört, wenn eine Endstufe kaputt geht. Im Zweifelsfall daher beide ICs austauschen.

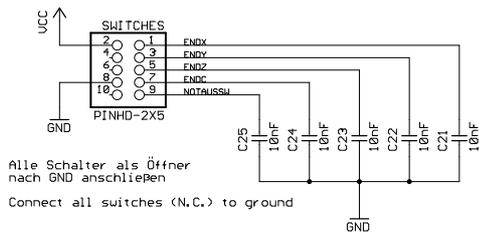
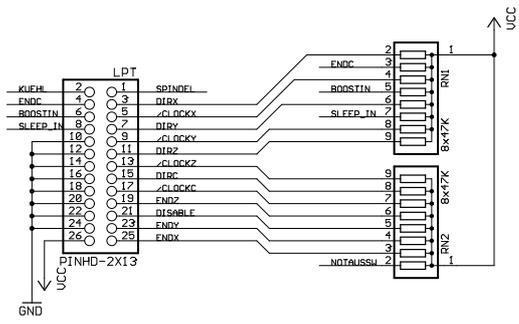
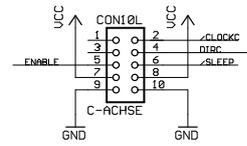
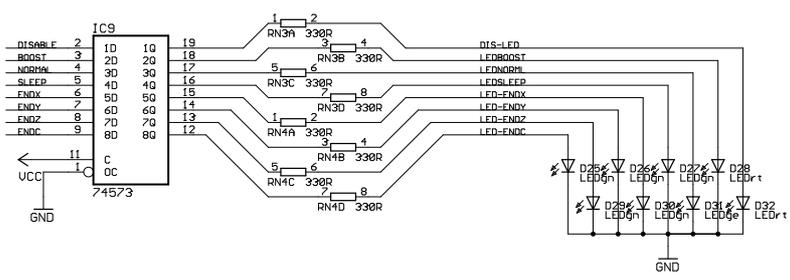
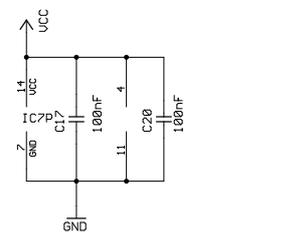
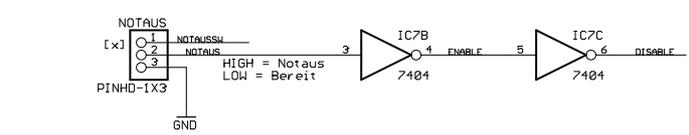
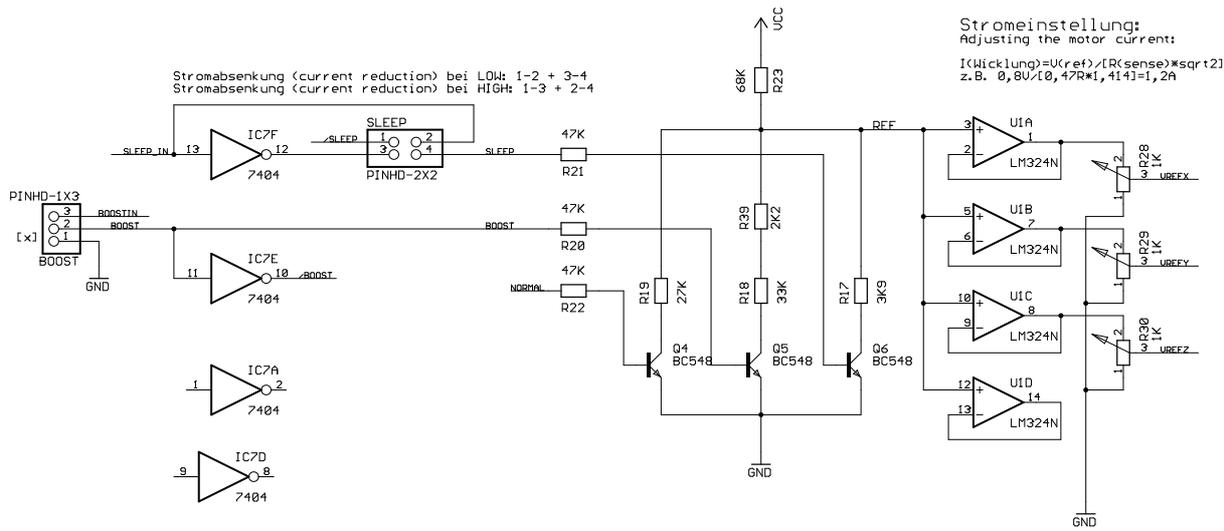
Bitte erst die Doku gründlich lesen, die Schaltung prüfen und im NC-Step User-Forum nach Tipps und Bugfixes suchen. Sollte sich die Frage dann immer noch nicht klären lassen, gebe ich weiteren Support per E-Mail. Bitte möglichst genaue Fehlerbeschreibung und Konfiguration (Netzteil, verwendete Software etc.) angeben! E-Mail: Ostermann@NC-Step.de

Und jetzt: Viel Spaß beim 'Steppen' =:-) Thorsten Ostermann



Defaultwerte sind in [Klammern] angegeben!
 Default settings and values are given in [brackets]!

Motors		3D-Stepdriver www.NC-Step.de	
TITLE: 3dstep_27			REU: 2.7
Document Number: (C) 11/2004 T. Ostermann			Date: 14.11.2004 19:36:54
Date: 14.11.2004 19:36:54			Sheet: 1/2



Current & Connections	
TITLE: 3dstep_27	
Document Number:	REV: 2.7
© 11/2004 T. Ostermann	
Date: 14.11.2004 19:36:54	Sheet: 2/2

Notizen

Notizen

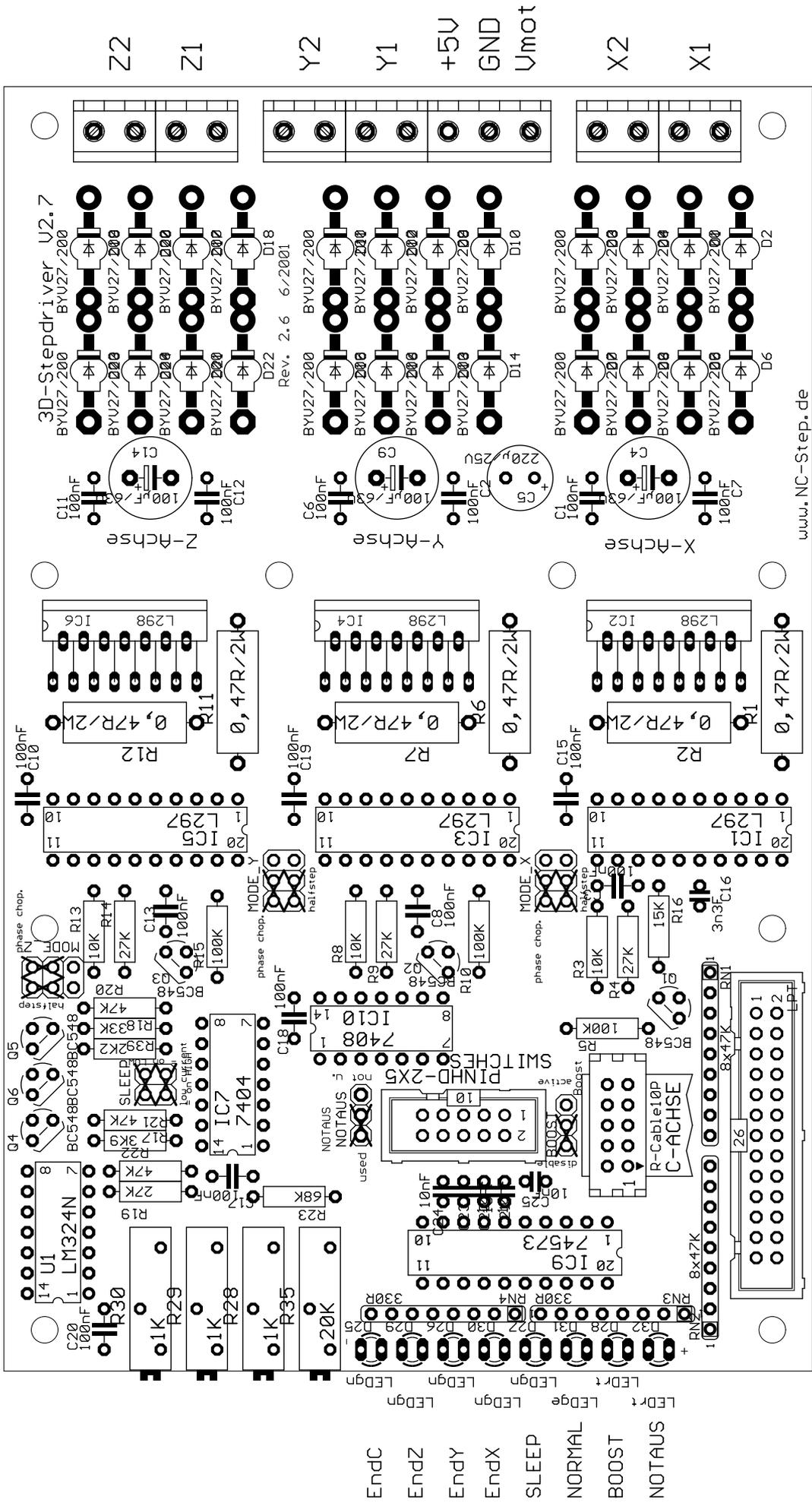
Teileliste

Menge	Wert	Bauform	Art	Bauteile
Beutel1:				
1	2K2	R-10	Widerstand	R39
1	3K9	R-10	Widerstand	R17
3	10K	R-10	Widerstand	R3, R8, R13
1	15K	R-10	Widerstand	R16
4	27K	R-10	Widerstand	R4, R9, R14, R19
1	33K	R-10	Widerstand	R18
3	47K	R-10	Widerstand	R20, R21, R22
1	68K	R-10	Widerstand	R23
3	100K	R-10	Widerstand	R5, R10, R15
2	330R	SIL8-4	R-SIL	RN3, RN4
2	8x47K	SIL9-8	R-SIL	RN1, RN2
3	1K	PT-SPIN	Spindeltrimmer	R28, R29, R30
1	20K	PT-SPIN	Spindeltrimmer	R35
1	3n3F 10%	C-2,5	Kerko	C16
5	10nF	C-2,5	Kerko	C21..C25
15	100nF	C-5	Kerko	C1..C3, C6..C8, C10..C13, C15, C17..C20
3	100µF/63V	ES-5	Elko	C4, C9, C14
1	220µ/25V	E3,5-8	Elko	C5
1	LEDge	LED3E	LED	D31
5	LEDgn	LED3E	LED	D25, D26, D27, D29, D30
2	LEDrt	LED3E	LED	D28, D32
6	BC548	TO92/	TRANS-SM	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6

Beutel2:				
6	0,47R/2W	R-18	Widerstand	R1, R2, R6, R7, R11, R12
24	BYV27/200	SOD64-12	Diode	D1..D24
2	DISTANZHÜLSEN 8mm für M3			
3	Schraube M3x6			
2	Schraube M3x16			
6	KLEMM2	KLEMM2	Wago	KL1..KL6
1	KLEMM3	KLEMM3	Wago	KL7
3	L298	MULTI15	IC	IC2, IC4, IC6
3	L297	DIL20	dil	IC1, IC3, IC5
1	LM324N	DIL14	LINEAR	U1
1	74HC04	DIL14	74XX	IC7
1	74HC08	DIL14	74XX	IC10
1	74HC573	DIL20	74XX	IC9

Beutel3:				
4	IC-SOCKEL	DIL20		
3	IC-SOCKEL	DIL14		
2	PINHD-1X3	1X03	STIFTLISTE 1*3	BOOST, NOTAUS
1	PINHD-2X2	2X02	STIFTLISTE 2*2	SLEEP
3	PINHD-2X3	2X03	STIFTLISTE 2*3	MODE_X, MODE_Y, MODE_Z
11	Jumper			
2	CON10L	Wanne10	PFOSTEN-WANNE	C-ACHSE, SWITCHES
1	CON26L	Wanne26	PFOSTEN-WANNE	LPT
3	BUCHSENLEISTEN einreihig, Höhe 8-8,5mm 20polig (als Sockel für die L298)			
2	26pol. Pfostenstecker			
1	25pol. D-SUB Stecker männlich			

ohne Beutel:
 1 KÜHLKÖRPER
 0,5m Flachbandkabel 26pol.



www.NC-Step.de

- EndC
- EndZ
- EndY
- EndX
- SLEEP
- NORMAL
- BOOST
- NOTAUS