ingeniTRON
GmbH & Co. KG
Mühlstr. 1a
D-64625 Bensheim

Tel.: (06251) 5 82 62 - 40
Fax: (06251) 5 82 62 - 49
eMail: office@ingenitron.de
http://www.ingenitron.de

2-Phasen unipolar Schrittmotorendstufe
Typ: SMU-101

Eigenschaften:

- für unipolare spannungsbetriebene Schrittmotoren mit vier Wicklungen
- Vollschritt im 1- oder 2-Phasenbetrieb, sowie Halbschrittbetrieb einstellbar
- Motoren im Spannungsbereich $8V \leq U_B \leq 30V$ mit integrierter 5V-Spannungsversorgung
- Motoren im Spannungsbereich $2V \leq U_B \leq 30V$ mit externer 5V-Spannungsversorgung
- maximaler Strom pro Motorwicklung $I_{PHmax} = 1.5A$
- Hohe Pulsfrequenz bis 50kHz
- Abmessungen (BxTxH): 100x61x18mm^3
- einfacher Anschluss von zwei Endschaltern und einem Referenzschalter
- Statusanzeigen für Betriebsbereitschaft, Referenz und Endstellungen
- Anschluss von Spannungsversorgung, Motor, End- und Referenzschalter über Schraubklemmen
- integrierte 5V-Spannungsversorgung für den Anschluss externer Verbraucher
- kombinierbar mit allen Steuerungen durch einheitliche universelle Schnittstelle
- einfacher Einbau in standardisierte Europakarten-Gehäuse

Wichtig! Bitte lesen Sie vor Inbetriebnahme dieses Produkts die Bedienungsanleitung!

Beachten sie bei allen Arbeiten mit diesem Produkt die nationalen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften der gewerblichen Berufsgenossenschaft für elektrische Betriebsmittel und Anlagen!

Änderungsindex:

Index	Änderung	Datum
0	neu erstellt	27.02.2004

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Sicherheitshinweise 3
2 Haftungsausschluss 4
3 Technische Daten 5
Anzeigen 5
4 Betriebsarten und Signalbeschreibung 6
4.1 Übersicht 6
4.2 Verschiedene Spannungsversorgungsbereiche (INT/EXT) 6
4.3 Halb- oder Vollschrittbetrieb (HF_S) 7
4.4 1- oder 2-Phasenbetrieb (2_PH) 7
4.5 Drehrichtung des Motors (DIR) 8
4.6 Schrittsignal für Motor (CLK) 8
4.7 Motorwicklungen ein- oder ausschalten (ENA) 8
4.8 Schrittmotorendstufe aktivieren oder blockieren (INH) 9
4.9 Endschalter aktivieren und abfragen (ES_0, ES_1, ESO) 9
4.10 Referenzschalter abfragen (REF) 10
5 Anschluss 11
5.1 Übersicht 11
5.2 Anschluss der Motor-Spannungsversorgung 12
5.3 Anschluss des Schrittmotors 13
5.4 Anschluss der Endschalter und der Referenz 14
5.5 Anschlussbelegung der Schnittstelle zur Steuerung (SST) 15
6 Inbetriebnahme und Auslieferungszustand 16
7 Abmessungen 17
8 Lieferumfang und Zubehör 18
8.1 Lieferumfang und Bestelloptionen 18
8.2 Empfohlene Schrittmotoren und deren Anschlussarten 18
8.3 Empfohlene Steuerungen und Software 18
8.4 Empfohlenes Zubehör (Gehäuse, Adapter etc.) 18

1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Die Schrittmotorendstufe ist ausschließlich für den Betrieb mit Spannungsversorgungen der Schutzklasse III (Schutzkleinspannung nach DIN VDE 0551) ausgelegt.

Die Schrittmotorendstufe ist eine offene Baugruppe. Vermeiden sie Feuchtigkeit und Berührungen mit der Baugruppe vor allem mit elektrisch leitenden Gegenständen. Zur Erhöhung der Schutzart wird der Einbau in ein geeignetes Gehäuse empfohlen. Das Gerät ist nicht für den Einsatz in sicherheitsrelevanten Anlagen ausgelegt.

Die unten beschriebene Möglichkeit des Anschlusses von End- und Referenzschaltern an der Schrittmotorendstufe ist nur dann ohne weitere zusätzliche Schutzmaßnahmen zulässig, wenn ein Personen- oder Maschinenschaden bei einer eventuellen Fehlfunktion ausgeschlossen werden kann. Gleiches gilt für die unten beschriebene Signale INH und ENA.

Beachten sie die einschlägigen Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV).

Montage- und Anschlussarbeiten sind ausschließlich im spannungsfreien Zustand des Produktes auszuführen.

Ein anderer Betrieb als der in der vorliegenden Anleitung beschriebene, ist bestimmungswidrig und muss deshalb ausgeschlossen werden.

Können Störungen nicht beseitigt werden, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen versehentliche Inbetriebnahme zu schützen.

Verwenden sie keine Zusatzgeräte oder Erweiterungen, die vom Hersteller nicht empfohlen sind.

2 Haftungsausschluss

Die Gewährleistung und Haftung für unser Produkt wird nur in solchen Fällen übernommen, in denen ausgeschlossen werden kann, dass der Gewährleistungs- oder Haftungsgrund auf Mängel in anderen, an unser Produkt angeschaltete oder unmittelbar oder mittelbar damit in Verbindung stehenden Produkten oder deren Dokumentationen zurückzuführen ist.

Es kann keine Gewährleistung mehr übernommen werden, falls andere, nicht zur Firma Ingenitron gehörende oder von ihr beauftragte Personen Veränderungen oder Reparaturen an diesem Produkt vornehmen.

Wir weisen weiterhin ausdrücklich darauf hin, dass dem Anwender die Verantwortung für Maßnahmen zur Abwehr von Personen-, Sach- und Vermögensschäden obliegt, welche aus dem Einsatz unseres Produkts resultieren. Hierunter fallen insbesondere auch Maßnahmen gegen Überspannungs- und Brand-Schäden.

Wir setzen voraus, dass das vorliegende Produkt, auch wenn es von uns vor Auslieferung auf technische Funktion geprüft wurde, vom Anwender vor seiner Verwendung eingehend und mit Sachverstand, auch im Hinblick auf Einhaltung der betreffenden Normen, geprüft wird und einer expliziten Freigabe zur unbedenklichen Verwendung unterliegt, die zu erteilen alleine in der Verantwortung des Anwenders liegt.

Bei Sach- oder Personenschäden, die durch unsachgemäße Handhabung oder Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise verursacht werden, übernehmen wir keine Haftung. In solchen Fällen erlischt des weiteren jeglicher Garantieanspruch.

Insbesondere für Bereiche oder Geräte, die eine Gefahr für Leben und Gesundheit darstellen können, sind vor der Inbetriebnahme unseres Produkts eigenständige, nicht durch unser Produkt zu beeinflussende Sicherungsmaßnahmen vorzusehen.

Die Firma Ingenitron haftet nicht für Schäden, auch nicht für Folgeschäden, die durch ihr Produkt entstehen, es sei denn, dass in Fällen des Vorsatzes oder der groben Fahrlässigkeit zwingend gehaftet wird.

3 Technische Daten

Betriebsspannung U_B	8V ... 30V mit interner 5V-Versorgung 2V ... 30V mit externer 5V-Versorgung	
Welligkeit	10%	
Verpolsicher	nein	(Note 1)
Leerlaufstromaufnahme I_L	≤ 50mA	
Ausgangsstufen	4 x FET nach Minus schaltend	
Wicklungsstrom I_{PH}	≤ 1.5A @ 25°C	
Überlastfest	nein	(Note 1)
Kurzschlussfest	nein	(Note 1)
Schrittfrequenz F_S	0Hz ... 50kHz	
Integrierte Spannungsversorgung	Schaltnetzteil	
Ausgangsspannung U_{+5V}	4.75V ... 5.25V	
Laststrom I_{L+5V}	≤ 150mA	
Kurzschlussfest	ja	
Anzeigen		
Bereitschaft	LED grün	
Endschalter erreicht	LED rot	
Referenz erreicht	LED gelb	
Einstellungen über DIL-Schalter	siehe unten	
Schnittstelle zur Steuerung (SST)	siehe unten	
Umgebungstemperatur T_U	0°C ... 50°C	
Lagertemperatur T_L	0°C ... 70°C	
Schutzklasse	III	(Schutzkleinspannung, Note 2)
Schutzart	offene Baugruppe	

Note 1:
Eine Verpolung oder Überschreitung der maximalen Motorströme führen zu einer Zerstörung der Baugruppe. Es wird unbedingt empfohlen, eine Schmelzsicherung mit max. 5A in die Versorgungsleitung U_B einzufügen (siehe auch Anschlussbild).

Note 2:
Die Schrittmotorendstufe ist ausschließlich für den Betrieb mit Spannungsversorgungen der Schutzklasse III (Schutzkleinspannung nach DIN VDE 0551) ausgelegt.

4 Betriebsarten und Signalbeschreibung

Die Betriebsarten können entweder zum Teil mit den DIL-Schaltern auf der Leiterplatte oder auch über die entsprechenden Eingangssignale an der 16poligen Schnittstelle zur Steuerung (SST) eingestellt werden. Die Betriebsarten können auch während des laufenden Betriebes geändert werden.

4.1 Übersicht

DIL-Schalter

Voll- oder Halbschritt	HF_S	(Note 3)
1- oder 2-Phasenbetrieb	2_PH	(Note 3)
Endschalter-0 aktivieren	ES_0	
Endschalter-1 aktivieren	ES_1	

Schnittstelle zur Steuerung (SST)

+5V	+5V	
Voll oder Halbschritt	HF_S	(Note 3)
1- oder 2-Phasenbetrieb	2_PH	(Note 3)
Drehrichtung Motor	DIR	
Schrittsignal Motor	CLK	
Referenz erreicht	REF	
Endschalter erreicht	ESO	
Motorwicklungen stromlos	ENA	
Endstufe blockiert	INH	
Masse	GND	

Note 3:
Sollen die Signale von der Schnittstelle zur Steuerung (SST) erzeugt werden, so ist sicher zu stellen, dass sich der entsprechende DIL-Schalter in Schalterstellung "OPEN" befindet.

4.2 Verschiedene Spannungsversorgungsbereiche (INT/EXT)

Es gibt zwei mögliche Spannungsversorgungsbereiche:

- Für einen Motorspannungsbereich von 8V...30V kann die integrierte 5V-Spannungsversorgung für die interne Elektronik benutzt werden. Darüber hinaus kann diese integrierte Spannungsversorgung mit externen Verbrauchern bis zu einem Laststrom I_L von maximal 150mA belastet werden. Für diese Betriebsart muss die Steckbrücke auf der Stellung **INT** stehen.
- Für einen Motorspannungsbereich von 2V...30V muss zusätzlich eine externe 5V-Spannungsversorgung für die interne Elektronik an der Schnittstelle zur Steuerung (SST) angeschlossen werden (+5V an Pin15,16 und GND an Pin1,2). Die externe 5V-Spannungsversorgung wird mit ca. 100mA belastet. Die Toleranz der externen Spannungsversorgung darf eine Toleranz von ±5%

keinesfalls überschreiten! Eine Verpolung führt zu einer Zerstörung der Baugruppe! Für diese Betriebsart muss die Steckbrücke auf der Stellung **EXT** stehen.

4.3 Halb- oder Vollschrittbetrieb (HF_S)

Mit diesem Eingangssignal HF_S erfolgt die Umschaltung zwischen Voll- oder Halbschrittbetrieb des Motors.

Im Halbschrittbetrieb verdoppelt sich die Winkelauflösung des Motors, das Dreh- und Haltemoment reduziert sich dabei im ungünstigsten Fall um Faktor 1,4. Die Motordrehzahl halbiert sich gegenüber dem Vollschrittbetrieb.

Signalname	**DIL-Schalterstellung**	**Signalpegel an Schnittstelle (SST)**	**Modus**
HF_S	OPEN	High (1)	Halbschrittbetrieb
HF_S	CLOSE	Low (0)	Vollschrittbetrieb

4.4 1- oder 2-Phasenbetrieb (2_PH)

Die Wahl dieses Betriebsmodus 2_PH ist nur im Vollschrittbetrieb wirksam.
Im 2-Phasenbetrieb erzeugt der Motor sein maximales Drehmoment, es werden stets zwei von den insgesamt vier Motorwicklungen mit Strom versorgt. Der Rotor des Motors positioniert sich dabei immer zwischen zwei Wicklungen, sodass sich Toleranzen der Wicklungen nachteilig auf die absolute Positioniergenauigkeit auswirken.

Im 1-Phasenbetrieb wird immer nur eine der vier Motorwicklung mit Strom versorgt. Die Stromaufnahme verringert sich auf die Hälfte, das Drehmoment verringert sich um den Faktor 1,4. Der Rotor des Motors bleibt über einer Wicklung stehen, die Positioniergenauigkeit ist dabei besser als im 2-Phasenbetrieb.

Signalname	**DIL-Schalterstellung**	**Signalpegel an Schnittstelle (SST)**	**Modus**
2_PH	OPEN	High (1)	2-Phasenbetrieb
2_PH	CLOSE	Low (0)	1-Phasenbetrieb

4.5 Drehrichtung des Motors (DIR)

Die Drehrichtung des Motors wird durch das Eingangssignal DIR an der Schnittstelle (SST) bestimmt.

Signalname	**Signalpegel an Schnittstelle (SST)**	**Modus**
DIR	High (1)	Drehung normal
DIR	Low (0)	Drehung entgegengesetzt

Hinweis:
Die Drehrichtung (rechts/links) des Motors hängt vom jeweiligen Motortyp ab.

4.6 Schrittsignal für Motor (CLK)

Das Schrittsignal CLK für den Motor ist über der Schnittstelle (SST) zu erzeugen.
Bei jedem Übergang von 0-->1 (positive Flanke) bewegt sich der Motor einen Schritt weiter.

Signalname	**Signalpegel an Schnittstelle (SST)**	**Modus**
CLK	Übergang Low-High (0-->1)	Schritt
CLK	Übergang High-Low (1-->0)	keine Aktion

4.7 Motorwicklungen ein- oder ausschalten (ENA)

Sämtliche Motorwicklungen können über das Signal ENA ein- oder ausgeschaltet werden.

Signalname	**Signalpegel an Schnittstelle (SST)**	**Modus**
ENA	High (1)	Motor versorgt
ENA	Low (0)	Motor stromlos

Hinweis:
Ist die Schnittstelle (SST) nicht beschaltet, so ist das Signal ENA=1 (Motor versorgt).

4.8 Schrittmotorendstufe aktivieren oder blockieren (INH)

Die Schrittmotorendstufe wird über das Signal INH blockiert. Diese Signal hat Priorität vor allen anderen Signalen und kann u.a. zum Stoppen des Motors durch ein extern ausgelöstes Störungssignal benutzt werden. Der Motor wird dabei weiterhin mit Strom versorgt und bleibt mit seinem Haltemoment stehen.

Signalname	**Signalpegel an Schnittstelle (SST)**	**Modus**
INH	High (1)	Motor blockiert
INH	Low (0)	Endstufe aktiv

Hinweis:
Ist die Schnittstelle (SST) nicht beschaltet, so ist das Signal INH=1 (Motor blockiert). Nach jedem Aktivieren der Schrittmotorendstufe muss eine Referenzfahrt des mechanischen Systems vorgenommen werden.

4.9 Endschalter aktivieren und abfragen (ES_0, ES_1, ESO)

Die Schrittmotorendstufe unterstützt die Abfrage von zwei Endschaltern, um bei einer Fehlprogrammierung mechanische Kollisionen zu verhindern.

Die Endschalter sind so zu montieren, dass kurz vor einer mechanischem Kollision der entsprechende Endschalter betätigt und damit **geöffnet** wird. Tritt dieser Fall auf, so blockiert die Schrittmotorendstufe von sich aus ein weiteres Fortfahren des Motors so lange, bis durch die Steuerung ein Richtungswechsel über das Signal DIR in die sichere entgegengesetzte Richtung vorgegeben wird.

Zwischen den beiden Endschaltern ES_0 und ES_1 und dem Richtungssignal DIR besteht folgender Zusammenhang:

- Wenn **DIR=0** ist, dann führt ein Betätigen (Öffnen) des Endschalters **ES_0** zum Stop.
- Wenn **DIR=1** ist, dann führt ein Betätigen (Öffnen) des Endschalters **ES_1** zum Stop.
- Der Stop wird aufgehoben sobald ein Wechsel der Bewegungsrichtung durch das Richtungssignal DIR erfolgt.

Das Erreichen einer der beiden Endschalter wird durch das Ausgangssignal **ESO** an der Schnittstelle (SST) signalisiert. Darüber hinaus leuchtet die rote LED bei Erreichen eines Endschalters. Diese Anzeige lässt u.a. auch eine Überprüfung des Systems ohne Bewegung des Motors durch Handbetätigung der Endschalter zu.

Die Endschalter müssen über die DIL-Schalter ES_0 und ES_1 aktiviert werden. Es ist auch möglich, nur einen Endschalter oder auch gar keinen zu aktivieren. Bei nicht angeschlossenem oder nicht aktiviertem Endschalter muss der entsprechende DIL-Schalter auf "CLOSE" stehen.

Die Endschalter sind als Zubehör lieferbar.

Signalname	DIL-Schalterstellung	Modus
ES_0	OPEN	Endschalter 0 aktiviert
ES_0	CLOSE	Endschalter 0 deaktiviert oder nicht angeschlossen
ES_1	OPEN	Endschalter 1 aktiviert
ES_1	CLOSE	Endschalter 1 deaktiviert oder nicht angeschlossen

Signalname	Signalpegel an Schnittstelle (SST)	Modus
ESO	High (1)	ein Endschalter erreicht
ESO	Low (0)	kein Endschalter erreicht

4.10 Referenzschalter abfragen (REF)

Die Schrittmotorenstufe unterstützt einen Referenzschalter für eine Feinpositionierung des mechanischen Systems. Der Referenzschalter besteht aus einer Gabellichtschranke, die bei einer Unterbrechung des Lichtstrahls durch die mechanisch bewegte Referenzfahne das Ausgangssignal REF an der Schnittstelle (SST) erzeugt. Darüber hinaus leuchtet die gelbe LED bei Erreichen der Referenzposition.

Signalname	Signalpegel an Schnittstelle (SST)	Modus
REF	High (1)	Referenz erreicht (Lichtstrahl unterbrochen)
REF	Low (0)	Referenz nicht erreicht

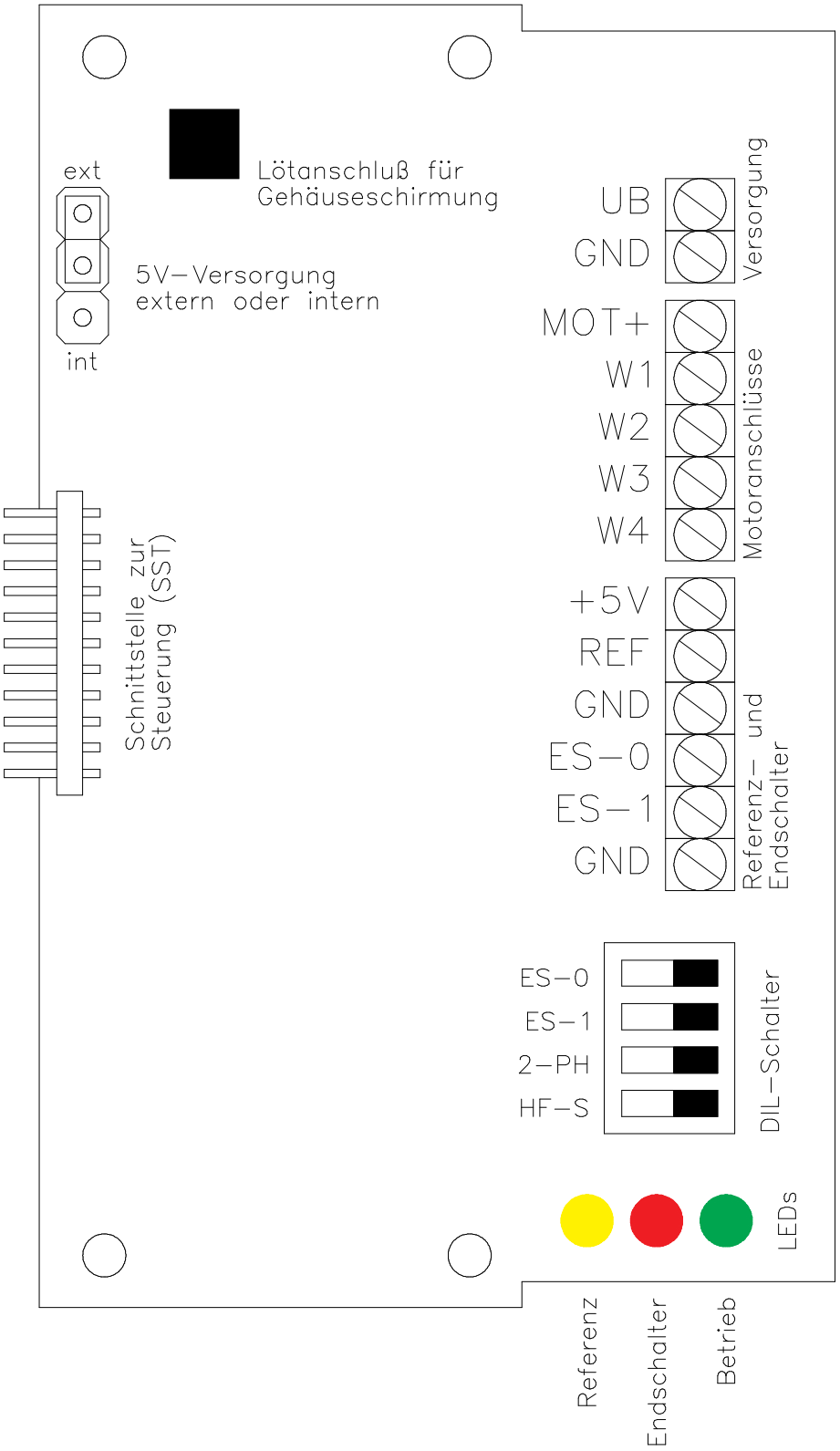
Hinweis:
Bei nicht angeschlossenen Referenzschalter ist REF=1 und die gelbe LED leuchtet.

Der Referenzschalter ist als Zubehör lieferbar.

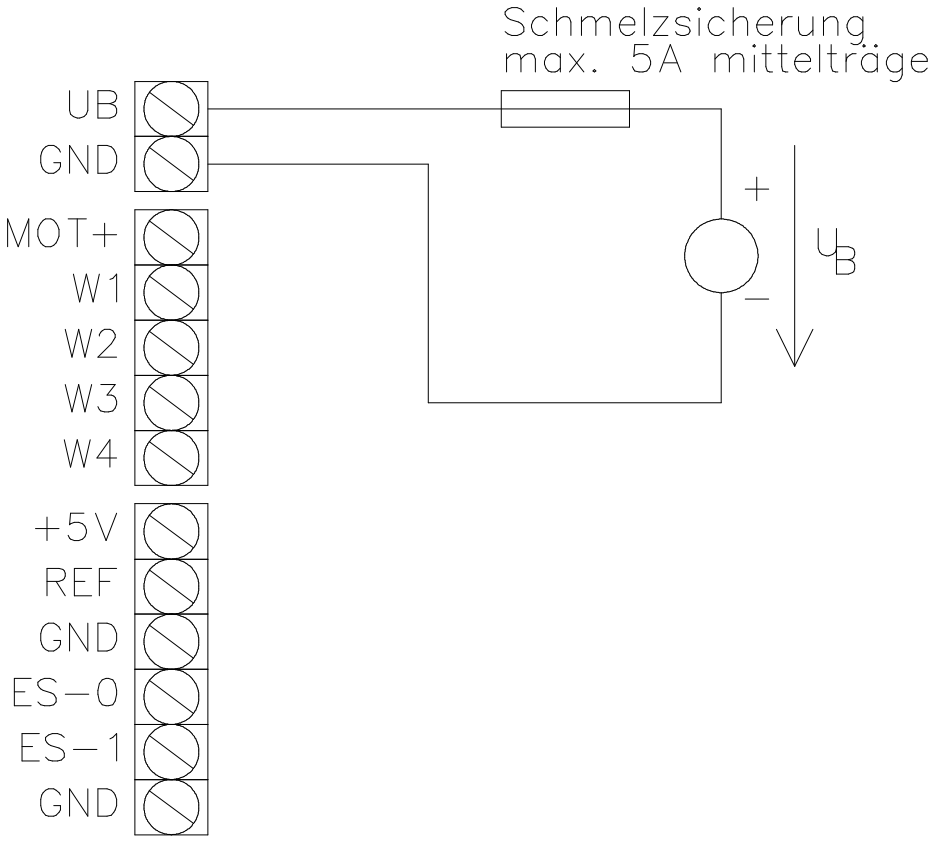
Anstelle der elektronischen Gabellichtschranke kann auch ein mechanischer Schalter mit Öffnerfunktion benutzt werden. Dabei ist ein Schalterkontakt an GND und der andere an REF anzuschließen (siehe auch Anschluss der Referenz im folgenden Kapitel).

5 Anschluss

5.1 Übersicht



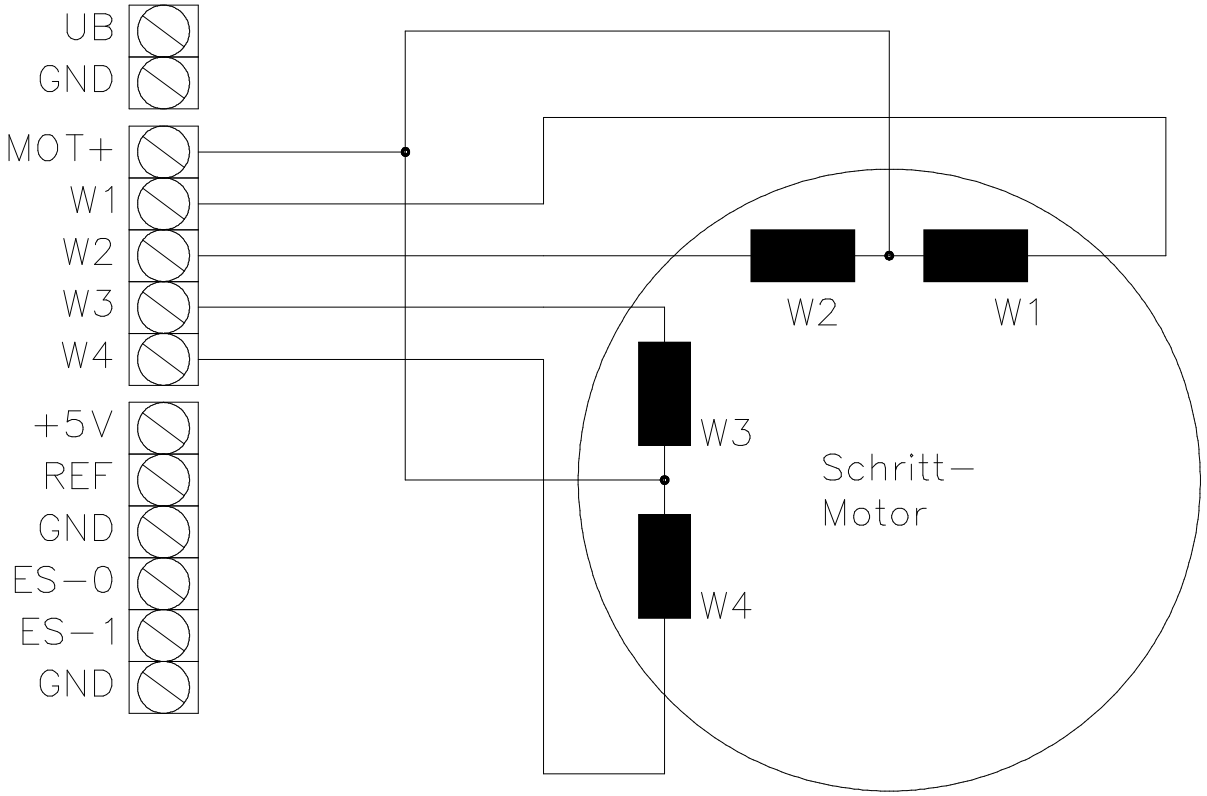
5.2 Anschluss der Motor-Spannungsversorgung



Hinweise:

- Anschlussarbeiten dürfen nur in spannungsfreien Zustand vorgenommen werden.
- Die Schmelzsicherung ist unbedingt erforderlich.
- Bei Motorspannungen ≥ 8V muss der Reiter auf **INT** stehen.
- Bei Motorspannungen < 8V muss der Reiter auf **EXT** stehen und zusätzlich an der Schnittstelle zur Steuerung (SST) eine externe +5V-Spannungsversorgung angeschlossen werden. (+5V an Pin15, 16 und GND an Pin1,2). Die externe 5V-Spannungsversorgung wird mit ca. 100mA belastet. Die Toleranz der Spannungsversorgung darf ±5% nicht überschreiten! Eine Verpolung führt zu der Zerstörung der Baugruppe!
- Es ist auf einen ausreichenden Leitungsquerschnitt zu achten.
- Die Leitungen der Spannungsversorgung sollten möglichst kurz sein.
- Wird die Baugruppe in ein metallisches Gehäuse eingebaut, so ist eine elektrische Verbindung zwischen Gehäuse und dem Lötanschluss für Gehäuseschirmung vorzusehen.

5.3 Anschluss des Schrittmotors



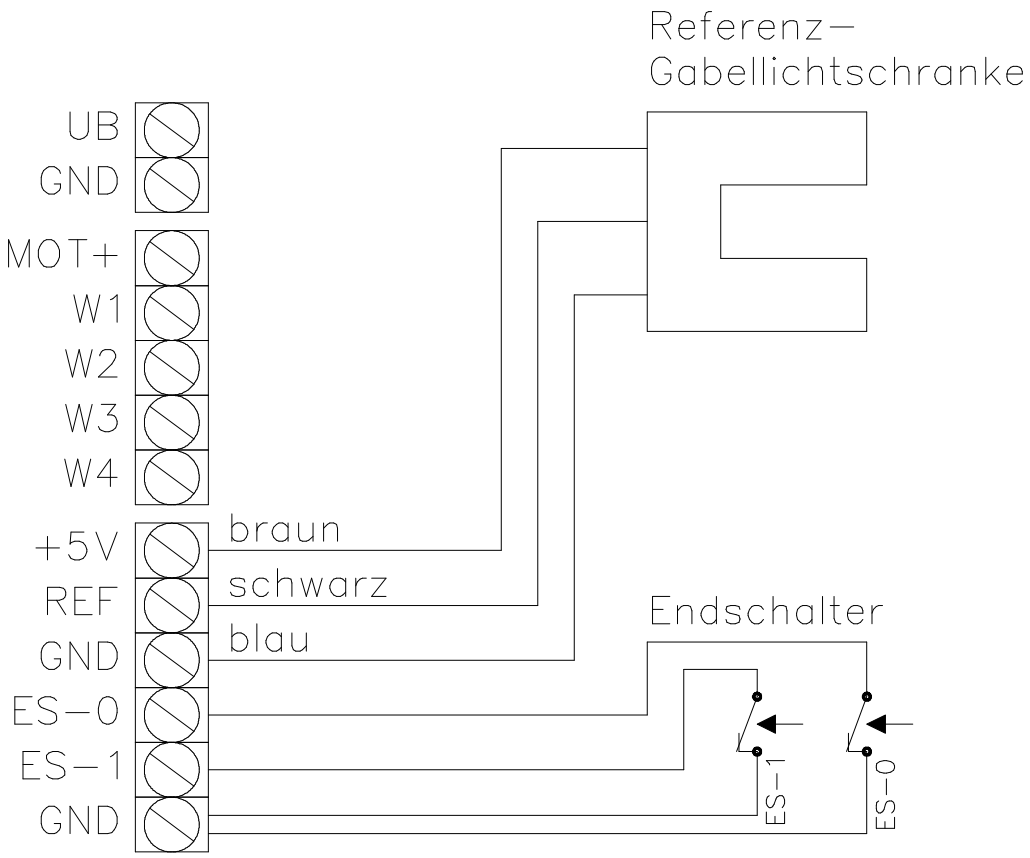
Hinweise:

- Anschlussarbeiten dürfen nur in spannungsfreien Zustand vorgenommen werden.
- Die Zuleitungen zum Motor sollen nicht unnötig lang sein. Beachten sie die EMV-Vorschriften
- Detaillierte Anschlussarten der einzelnen Motoren, insbesondere die Bedeutung der Adernfarben, sind der Liste Schrittmotoren zu entnehmen. Gebräuchlich ist:

o MOT+	weiß *)
o W1	braun
o W2	rot
o W3	gelb
o W4	blau

*) evtl. auch zweifach vorhanden. Dann miteinander verbinden.

5.4 Anschluss der Endschalter und der Referenz



Hinweise:

- Anschlussarbeiten dürfen nur in spannungsfreien Zustand vorgenommen werden.
- Die Endschalter müssen Öffnerfunktion haben, oft mit ‚nc' (normally closed) bezeichnet.
- Die Zuleitungen sollen nicht unnötig lang sein.
- Auf einen richtigen Anschluss der Referenz-Gabellichtschranke ist zu achten. Es gilt folgende Zuordnung:

  - o +5V braun
  - o REF-Signal schwarz
  - o GND blau

5.5 Anschlussbelegung der Schnittstelle zur Steuerung (SST)

Wenn keine der angebotenen Steuerungen oder Adapter Verwendung finden sollen, können sämtliche Signale an dieser Stiftleiste benutzt werden.

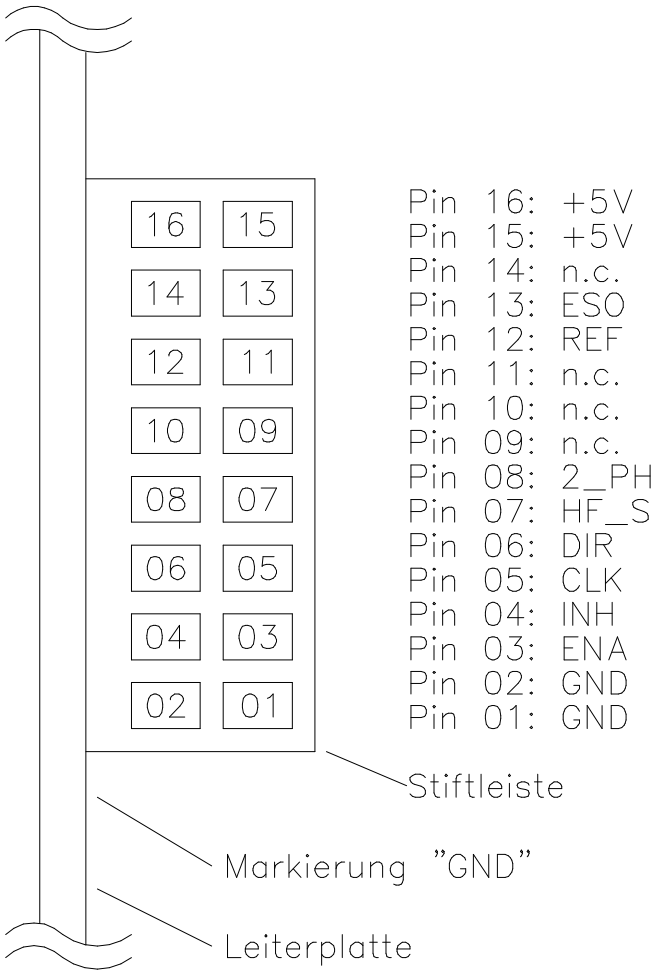
Die **Eingänge HF_S, 2_PH, DIR, CLK, INH, ENA** sind TTL- und +5V-CMOS-kompatibel. Im nicht beschalteten Zustand befindet sich der Eingangspegel auf logisch=1 durch interne Pull-up-Widerstände von jeweils 10kOhm.

Der **Ausgang ESO** ist eine aktive push-pull-Endstufe und kann mit 2mA belastet werden.

Der **Ausgang REF** besteht aus einem minusschaltenden NPN-Transistor und einem pull-up-Widerstand von ca. 2.5k.

Hinweis: Halten sie die Leitungslängen zwischen der Schrittmotorendstufe und der Steuerungsbaugruppe möglichst kurz. Verwenden sie vorzugsweise abgeschirmte Steuerungskabel und legen den Schirm einseitig an der Steuerungsbaugruppe auf.

Draufsicht: Stiftleiste



6 Inbetriebnahme und Auslieferungszustand

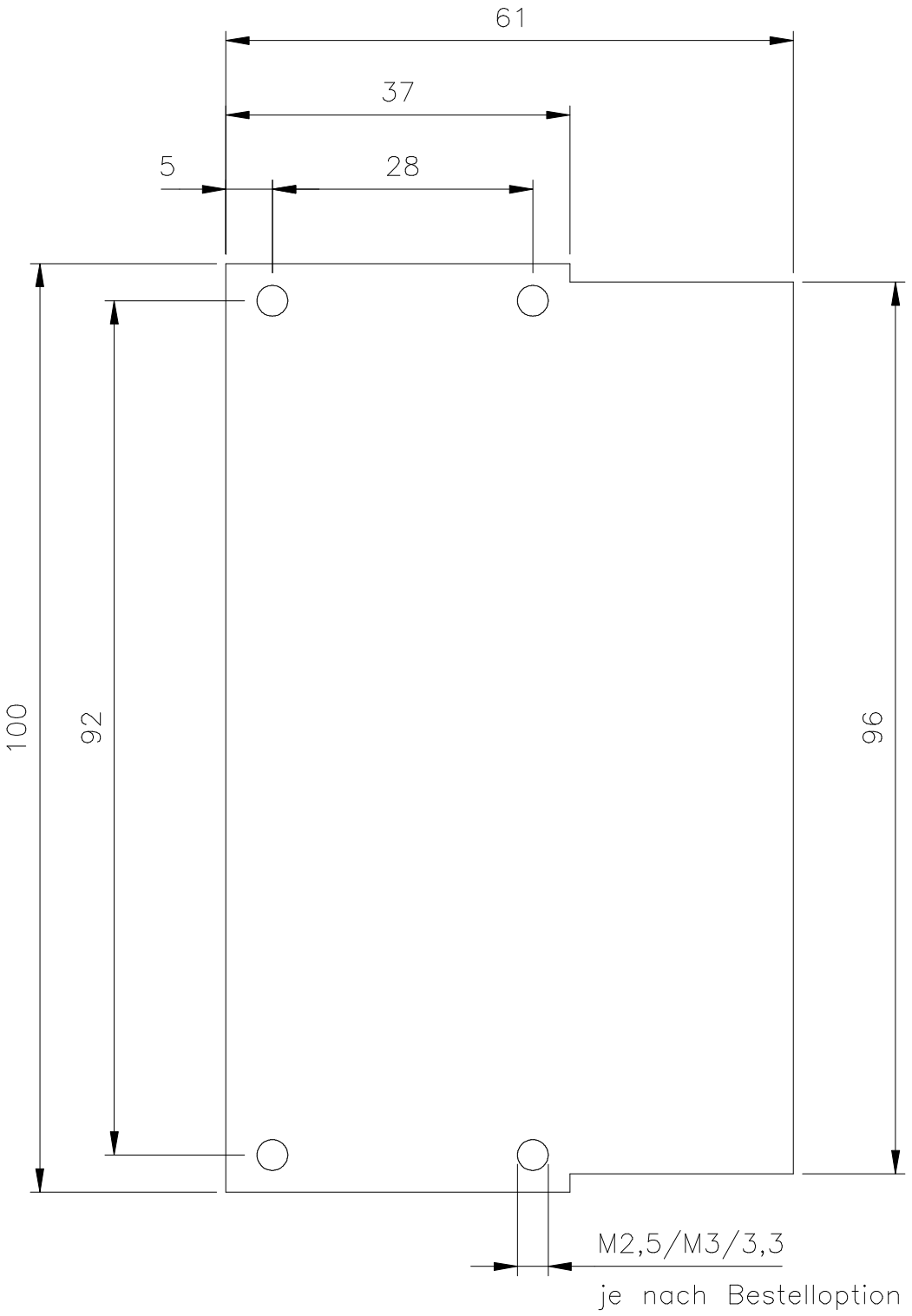
Das Produkt befindet sich im folgenden Auslieferungszustand:

- 5V-Spannungsversorgung: INT - interne Versorgung ist aktiviert
- Endschalter ES_0 und ES_1: CLOSE - beide Endschalter nicht aktiviert
- Halb- oder Vollschritt HF_S: CLOSE - Vollschrittbetrieb ist aktiviert
- 1-oder 2-Phasenbetrieb 2_PH: OPEN - 2-Phasenbetrieb ist aktiviert

Inbetriebnahme:

- Vergewissern sie sich vor Anlegen der Betriebsspannung, dass alle Anschlüsse korrekt ausgeführt worden und die gewünschten Betriebsarten eingestellt sind.
- Bevor sie die Mechanik in Bewegung setzen, wird empfohlen, die Funktion der Endschalter und der Referenz zu überprüfen. Hierbei sollte das Signal INH=1 (Motor blockiert) sein. Wenn das Richtungssignal DIR=0 ist, dann muss durch Betätigen des Endschalters ES_0 die rote LED aufleuchten. Wenn das Richtungssignal DIR=1 ist, dann muss durch Betätigen des Endschalters ES_1 die rote LED aufleuchten. Die Referenz lässt sich überprüfen, indem ein Pappstreifen in die Gabel der Lichtschranke eingeführt wird. Dabei muss die gelbe LED aufleuchten. Wenn möglich, dann sollten diese Signale auch an der Schnittstelle zur Steuerung überprüft werden.
- Beginnen sie jetzt mit einem Prüfprogramm oder dem als Zubehör erhältlichen Taktgenerator die ersten langsamen Bewegungsabläufe. Wenn es die Situation gefahrlos erlaubt, können durch Betätigen der Endschalter mit Hand die Endschalterfunktionen im realen Betrieb verifiziert werden.
- Nehmen sie das System jetzt in Betrieb, indem sie ihre Steuerung aktivieren.

7 Abmessungen



(alle Angaben in mm)

8 Lieferumfang und Zubehör

8.1 Lieferumfang und Bestelloptionen

Lieferumfang: Schrittmotorendstufe und Handbuch
Bestelloptionen:

- Befestigungsbohrungen:
  - M2.5 für die Montage in EURO-Standardgehäuse
  - M3
  - Ø3.3

8.2 Empfohlene Schrittmotoren und deren Anschlussarten

Siehe Liste: Schrittmotoren

8.3 Empfohlene Steuerungen und Software

Siehe Liste: Steuerungen_Software

8.4 **Empfohlenes Zubehör** (Gehäuse, Adapter etc.)

Siehe Liste: Zubehör