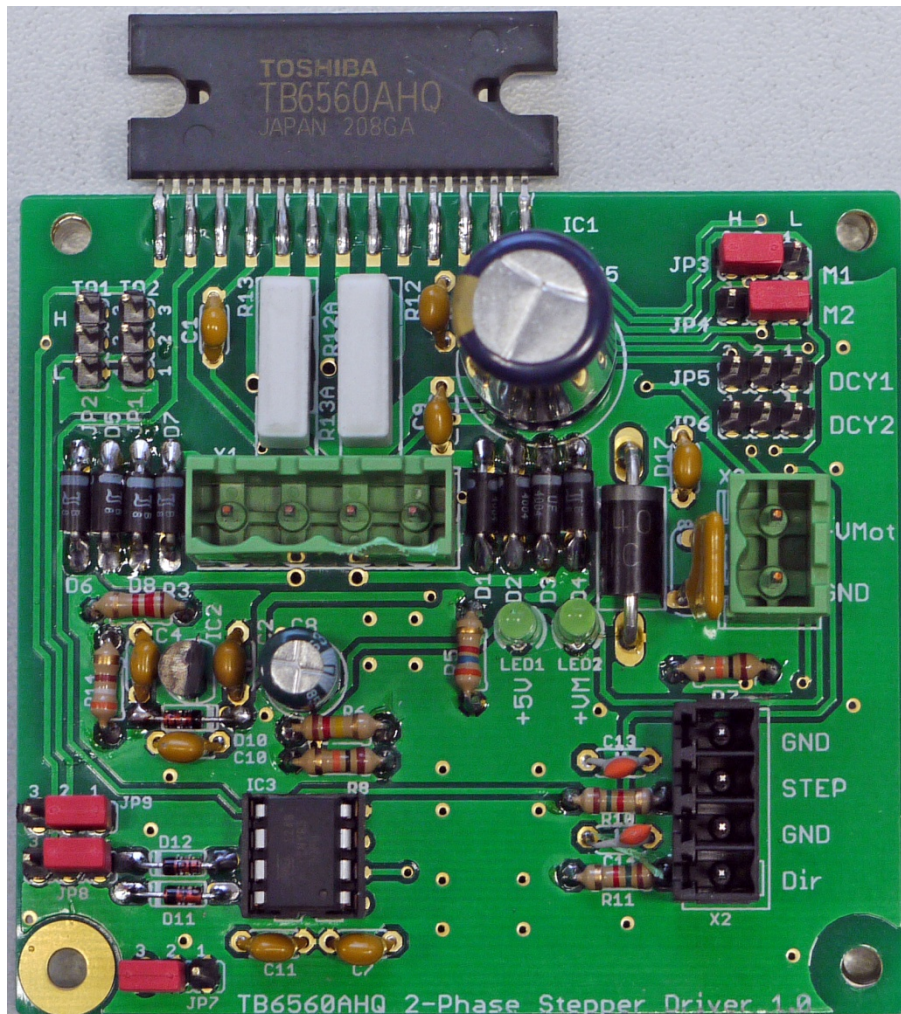


# Schrittmotor-Endstufe

## SRS 1035

### Bauanleitung V1



© 2012 by Christoph Selig, Klein Goldberg 50, 40822 Mettmann  
Druck und Verlag: Christoph Selig  
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und Vervielfältigung von Text und Abbildungen, auch auszugsweise, nur mit meiner ausdrücklichen Genehmigung.  
Produktbezeichnungen von Hard- und Software, sowie Firmennamen und Firmenlogos die in diesem Buch genannt werden, sind in der Regel auch gleichzeitig eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden.  
Fragen, Kommentare, Verbesserungsvorschläge bitte an [selig@einfach-cnc.de](mailto:selig@einfach-cnc.de)

# Inhaltsverzeichnis

1. Die Bauteile .....	3
1.1. Widerstände .....	3
1.2. Kondensatoren.....	3
1.3. Integrierte Schaltungen .....	4
1.4. Transistor BUK215-50YA.....	4
1.5. Dioden.....	4
1.6. LED .....	5
1.7. PinHeader .....	5
2. Bestücken.....	5
3. Löten.....	5
4. Mögliche Fehler und Probleme .....	7
5. Test und Inbetriebnahme.....	8
6. Montage.....	8
7. Anhang .....	10
7.1. Schaltplan .....	10
7.2. Bestückungsplan.....	11
7.3. Bestückungsreihenfolge .....	12
7.4. Maßzeichnung Kühlblech.....	13
7.5. Platinenfoto .....	14
7.6. Stückliste.....	15

## 1. Die Bauteile

Beschaffen Sie die nicht mitgelieferten Bauteile anhand der Stückliste im Anhang. Auf der CD finden Sie eine Datei mit dem Namen SRS1035.csv. Wenn Sie sich bei [www.reichelt.de](http://www.reichelt.de) im Bereich „MyReichelt“ anmelden, haben Sie die Möglichkeit, diese Datei als Warenkorb zu importieren. Das spart Ihnen die Eingabe der Artikelnummern und Mengen.

Es ist am besten, wenn Sie die Bauteile zunächst in ihren Tütchen lassen und nur das Bauteil herausnehmen, welches Sie gerade brauchen. Manche Bauteile sind nur schwer zu identifizieren. In den folgenden Abschnitten möchte ich Ihnen dazu eine Hilfe geben.

### 1.1. Widerstände

Da sind zunächst einmal die kleinen Röllchen mit den Drahtenden und den Farbringen. Das sind unsere normalen Widerstände mit 1/4W Belastbarkeit. Die Farbringe geben den Wert des Widerstandes nach folgendem Schema an:

	1. Ring	2. Ring	3. Ring	4. Ring
schwarz	0	0	nichts	egal
braun	1	1	0	
rot	2	2	00	
orange	3	3	000	
gelb	4	4	0000	
grün	5	5	00000	
blau	6	6	000000	
violett	7	7		
grau	8	8		
weiß	9	9		

Und so lesen Sie den Wert ab: Halten Sie den Widerstand so, dass der Ring, der von den anderen etwas abgesetzt ist, rechts liegt. Das ist der 4. Ring, er gibt die Toleranz des Widerstandswertes an, was uns aber hier egal ist. Der linke Ring ist der erste Ring. Erster und zweiter Ring geben die ersten zwei Stellen des Widerstandswertes an, der 3. Ring die Anzahl der folgenden Nullen. Ein Widerstand von 15 Ohm (15R) ist mit braun, grün und schwarz gekennzeichnet. Ein Widerstand von 4,7K hat die Kennzeichnung gelb, violett, rot; einer von 47K hat gelb, violett, orange. Hochlastwiderstände sind dagegen praktisch immer im Klartext gekennzeichnet.

Den 1/4W-Widerständen und den Hochlastwiderständen ist es egal, wie herum sie eingelötet werden.

### 1.2. Kondensatoren

Keramikkondensatoren, das sind die kleinen Perlen in Gelb oder blau mit den zwei Anschlussdrähten, werden mit einem dreistelligen Zahlencode gekennzeichnet. Die ersten beiden Zahlen geben die ersten zwei Stellen des Kapazitätswertes in Nano Farad (nF) an, die dritte Zahl (wenn vorhanden) die Anzahl der folgenden Nullen. Ein Wert von 22nF wird also als 223 dargestellt, einer von 100nF als 104 und einer von 2,2nF als 222. Keramikkondensatoren können Sie nicht falsch herum einlöten.

Elektrolyt-Kondensatoren, das sind die schwarzen Becher, bei denen an einem Ende zwei Anschlüssen herausragen, sind im Klartext gekennzeichnet. Die Zahl vor

dem Schrägstrich gibt die Kapazität in  $\mu\text{F}$  an, die hinter dem Schrägstrich die Spannungsfestigkeit in Volt. Wichtig ist, Elektrolytkondensatoren richtig herum einzulöten. Deshalb ist der Minuspol mit einem hellgrauen Streifen und dem Minus-Symbol gekennzeichnet. Oft ist das Bein mit dem Pluspol länger. Auf dem Bestückungsplan finden Sie allerdings nur das Plus-Symbol.

### 1.3. Integrierte Schaltungen

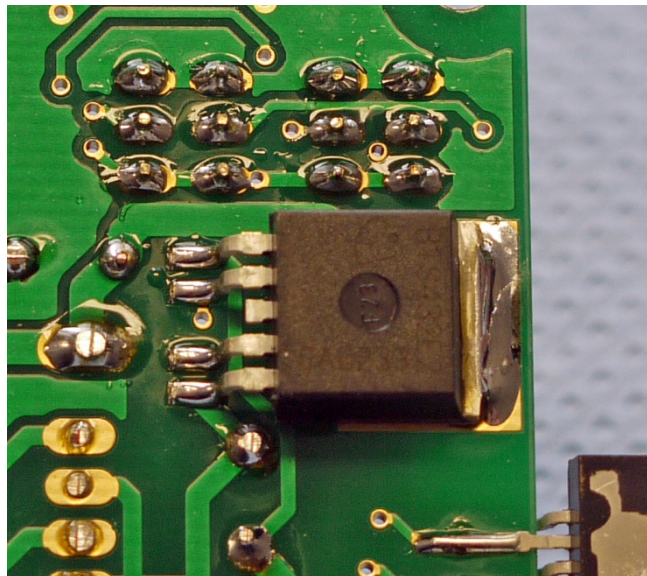
Die integrierten Schaltungen (IC) für dieses Projekt sind einmal vom Type Dual-in-Line (DIL). Das besagt, dass die Bausteine in Gehäusen mit einer doppelten Reihe Anschlusspins verpackt sind. Die Anzahl der Pins ist 8. Der IC hat an einem Ende eine Kerbe oder einen Punkt. Wenn Sie den IC mit der Kerbe oder dem Punkt nach oben halten dann ist in der Draufsicht der erste Pin links von der Kerbe oder dem Punkt ist immer der Pin 1.

Der zweite IC ist der Spannungsregler LM317. Dieser hat drei Beine und wird so, wie im Bestückungsplan gezeigt, eingelötet.

Der dritte IC ist der Leistungs-IC TB6560AHQ. Er wird seitlich auf die Platine gesteckt, ausgerichtet und dann festgelötet. Sollte Ihnen mal einer dieser IC durchbrennen, weil Sie z.B. den Motorausgang gegen Masse kurzgeschlossen haben, dann biegen Sie ihn solange hin- und her, bis er an den Beinen abbricht. Danach streifen Sie mit dem LötKolben die Beine von der Platine ab und stecken einen neuen IC auf, den Sie dann festlöten.

### 1.4. Transistor BUK215-50YA geliefert BTS432-E2

Dieser wird auf der Unterseite der Platine aufgelötet. Die Kühlfläche des Transistors verlöten Sie mit der großen Kupferfläche auf der Platine und achten dabei darauf, dass die Beine zu den Anschlußpads korrekt ausgerichtet sind. Danach löten Sie die Beine an die Pads.



### 1.5. Dioden

Dioden haben eine Anode und eine Kathode. Die Kathode ist immer durch einen aufgedruckten Ring gekennzeichnet. Im Bestückungsplan sind die Dioden dementsprechend gekennzeichnet. Bitte nicht verkehrt herum einlöten!

## 1.6. LED

LED haben wie die Dioden eine Anode (Plus) und eine Kathode. Das Bein der Anode ist länger und muss beim Einlöten in Richtung der vier Dioden UF4001 zeigen.

## 1.7. PinHeader

Die 3poligen Pinheader brechen Sie von einem längeren Streifen ab. Das Einlöten ist etwas frickelig. Am Besten ist, wenn Sie erst den mittleren Pol löten und dann die Pinheader mit einer kleinen Zange senkrecht ausrichten, bevor Sie die restlichen Pole löten. die längere Seite muss nach oben zeigen, Am Besten von unten mit dem Finger festhalten und von oben schnell löten.

## 2. Bestücken

Endlich können wir uns ans Bestücken machen! Dazu brauchen Sie noch folgendes Werkzeug: Einen Mini-Seitenschneider, eine kleine Flachzange, eine Pinzette, eine starke Lupe und ein Stück Blech in der Größe der Basisplatine. Eine Biegelehre hilft sehr beim Abwinkeln der Widerstände!

Jetzt brauchen Sie den Bestückungsplan der Platine und die Liste mit der Reihenfolge der aufzulötenden Bauteile. Die Pläne finden Sie als einzelne Dateien auf der CD. Weiterhin finden Sie im Anhang und auf der CD ein Foto der fertigen Platine, das Sie sich auf dem Bildschirm ansehen oder mit einem Farbdrucker ausdrucken können.

Bestückungspläne und Bauteile sind immer von oben, in der Draufsicht gezeigt. Die Bestückungsseite der Platine ist die Seite mit den aufgedruckten Bauteilen. Bauteile, die beim Umdrehen der Platine herausfallen können, stecken Sie in die entsprechenden Bohrungen, legen das vorbereitete Blech auf die Bauteile und drehen das entstandene Sandwich um. Danach können Sie von der Unterseite löten. Weil das nur geht, wenn Sie nicht schon höhere Bauteile auf die Platine gelötet haben, sollten Sie sich an die Liste mit der Bestückungsreihenfolge halten.

Achten Sie vor allen Dingen auf die Keramikkondensatoren 100 pF oder 100 nF. Diese kommen in verschiedenen Versionen, nämlich mit geraden oder gekröpften Anschlussdrähten. Die gekröpfte Version ragt wesentlich höher aus der Platine heraus, Sie müssen sie also später, vorzugsweise nach den IC-Sockeln einlöten.

## 3. Löten

Löten ist eine Kunst, die nicht besonders schwer zu lernen ist. Zunächst einmal brauchen Sie den passenden LötKolben, wobei „Kolben“ ein irreführender Begriff ist, „Lötgriffel“ wäre hier passender. Brauchbar ist ein Lötgriffel mit ca. 30W und einer dünn auslaufenden Spitze.

Als Lötdraht bekommen Sie zurzeit noch bleihaltiges Material, das preiswerter ist, als bleifreies. Kaufen Sie Lötdraht mit 0,75 oder 0,8 mm Durchmesser, 100g sollten genügen.

Nun aber zum eigentlichen Lötvorgang. Wenn Sie sich die Spitze des LötKolbens einmal unter der Lupe ansehen, stellen Sie fest, dass die Spitze dachförmig ist. Sie sollten den LötKolben so halten, dass die Spitze mit einer „Dachseite“ auf der Lötstelle aufliegt (siehe Bild). Heizen sie jetzt den LötKolben an, bis das Lötzinn leicht schmilzt. Den Anschlussdraht des Bauteils stecken Sie durch die Platine und drehen diese ggf. um. Halten Sie nun die LötKolbenspitze so, dass möglichst gleichzeitig der Anschlussdraht und der Bauteilanschluss auf der Platine erhitzt werden. Führen Sie von der anderen Seite den Lötdraht heran, bis das Zinn schmilzt und den gesamten

Bauteilanschluss bedeckt. Man spricht hier auch von „benetzen“. Eine gute Lötstelle erkennen Sie daran, dass das Zinn am Anschlussdraht hochgezogen wird. Das setzt voraus, dass der Anschlussdraht verzinkt und sauber ist, dass der Bauteilanschluss sauber ist und dass Sie die Teile beim Erkalten des Zinns nicht bewegt haben. Bei der schlechten Lötstelle steckt der Anschlussdraht in einem kleinen Krater aus Zinn, das Zinn benetzt den Draht nicht. Der Draht hat keinen Kontakt zum Bauteilanschluss. Man spricht auch von einer „kalten Lötstelle“.

Dioden und Widerstände können Sie auch problemlos von der Bestückungsseite der Platine löten. Die Bohrungen sind durchkontaktiert, Sie müssen also nur von einer Seite löten.

## 4. Mögliche Fehler und Probleme

Die nach meiner Erfahrung auftretenden Fehler und Probleme bei der Herstellung einer Platine sind in der fallenden Reihenfolge ihrer Häufigkeit:

- Vergessene Lötstellen
- Kalte Lötstellen
- Zusammengelötete Leiterbahnen
- Bauteile falsch herum eingelötet (gerne gemacht bei
- Integrierten Schaltungen, Dioden, Transistoren, Elektrolytkondensatoren, Steckverbindern)
- Versorgungsspannung falsch herum angeschlossen, das kann teuren Rauch geben. Die Endstufe ist zwar dagegen abgesichert, man muss es aber nicht provozieren
- Bauteile vergessen

Ich kann nur dringend dazu raten, die Platinen nach dem Bestücken und Löten mit einer starken Lupe sorgfältig auf Fehler zu kontrollieren. Und wenn Sie denken, es ist alles in Ordnung, dann kontrollieren Sie noch mal.

## 5. Test und Inbetriebnahme

Nachdem Sie die Platine fertig bestückt haben, sollten Sie zunächst die Stromversorgung testen. Legen Sie dazu die Versorgungsspannung über die Buchse X3 an die Platine. Achten Sie dabei auf die richtige Polung. Als Stromversorgung benötigen Sie ca. 24V und 2A. Ist alles OK, dann leuchten beide LED.

Wenn nicht, dann kontrollieren Sie bitte noch einmal alle Bauteile und Lötstellen. Leuchtet die LED für +5V, aber nicht die für +VM, dann hat der Mikrocontroller die Versorgungsspannung nicht eingeschaltet. Kontrollieren Sie dann, ob am Pin 1 des IC3 ca. 2V anliegen. Fehlt die Spannung an Pin 1, dann gibt es ein Problem mit dem Spannungsteiler R6 / R8.

Übrigens leuchten die LED auch nicht, wenn Sie sie verkehrt herum eingelötet haben, siehe 1.6.

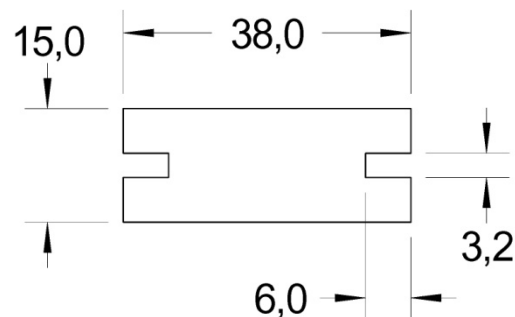
Leuchten beide LED, dann schalten Sie die Stromversorgung ab und verbinden Sie die Motoranschlüsse mit der Buchse X1, so, wie im Handbuch der Endstufe beschrieben. Stellen Sie mit den entsprechenden Jumpers den Ausgangsstrom und die Schritte pro Umdrehung passend zu Ihrem Schrittmotor ein.

Wenn Sie nun die Stromversorgung wieder einschalten, muss der Motor Haltemoment haben, als nur sehr schwer oder garnicht gedreht werden können.

Das ist alles, was Sie bis hierhin testen können. Montieren Sie dann die Endstufe auf ein Kühlblech. Ohne dieses sollten Sie sie maximal eine Minute eingeschaltet lassen, wenn ein Motor angeschlossen ist.

## 6. Montage

Bereiten sie ein Kühlblech nach der Maßzeichnung im Anhang vor. Zur Montage benötigen Sie neben dem Kühlblech eine Unterlage für den Endstufen-IC mit den folgenden Maßen:

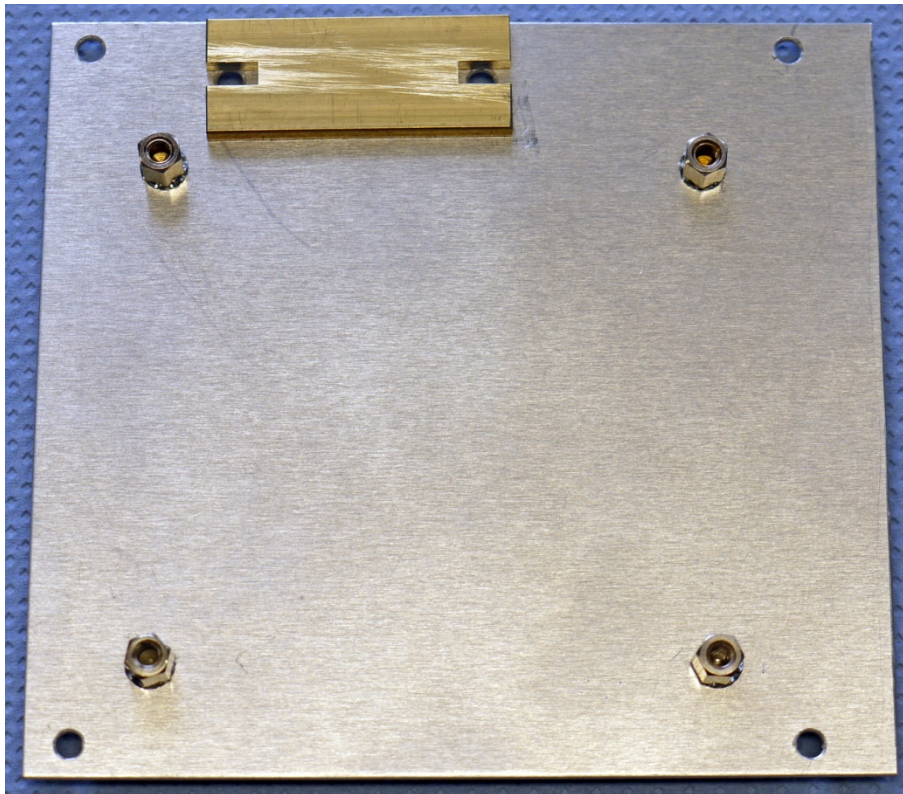


Die Stärke muss 3 mm betragen. Sie können die Unterlagen leicht aus Flachmessing oder Aluminium 15 x 3 mm herstellen, das Sie im Metallhandel oder Baumarkt bekommen. Achten Sie darauf, dass die Unterseiten der Endstufen-IC glatt und sauber sind und die Unterlagen keine Grate haben.

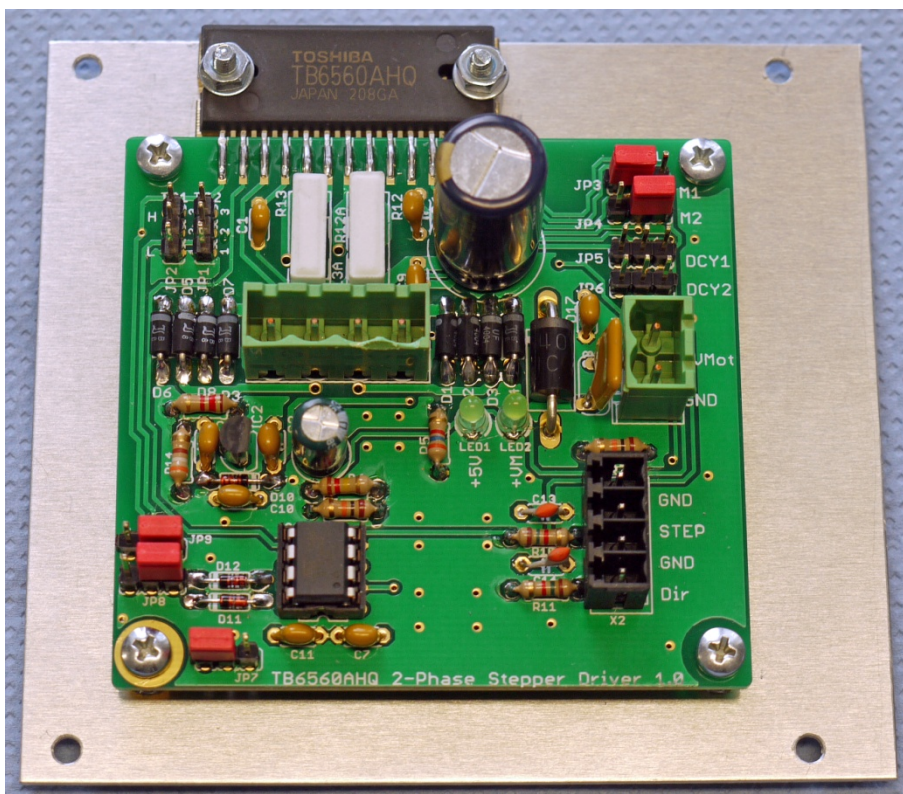
Weiterhin benötigen Sie vier Distanzbolzen innen/außen, 5 mm lang, sechs Fächerscheiben M3, vier Schrauben M3 x 4, zwei Schrauben M3 x 15, sechs Muttern M3 und zwei Unterlegscheiben M3.

Zunächst befestigen Sie die vier Distanzbolzen auf dem Kühlblech. Unter jeden Bolzen legen Sie eine Fächerscheibe, um auf 6 mm Höhe zu kommen. Ziehen Sie die Muttern der Bolzen noch nicht fest an.



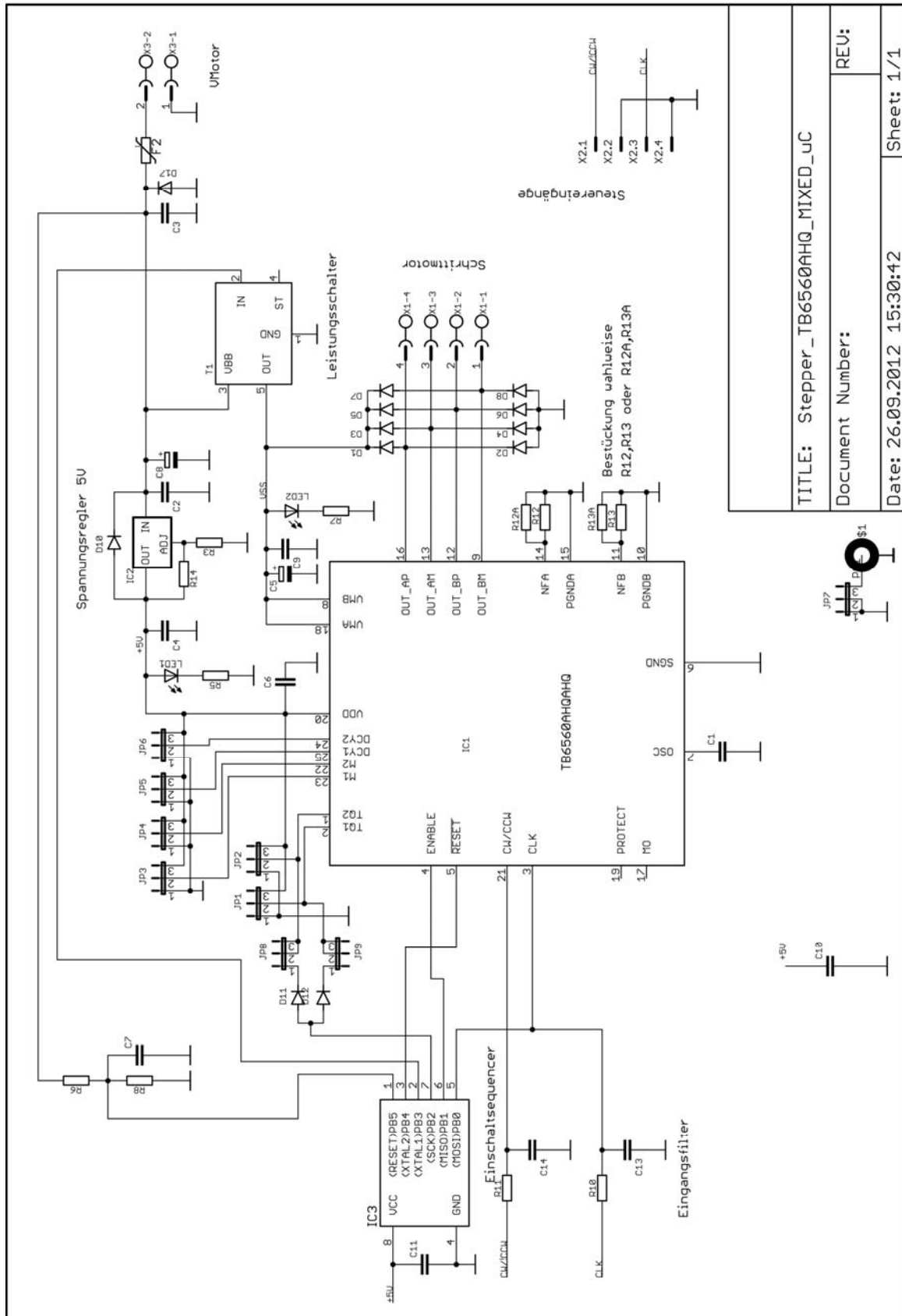


Befestigen Sie dann die Platine mit Schrauben M3 x 4 auf den Bolzen und ziehen Sie dann die Muttern der Bolzen fest an. Schieben Sie die Unterlage unter den Endstufen-IC und befestigen Sie ihn mit zwei Schrauben M3 x 4. Legen Sie unter jeden Schraubenkopf eine Fächerscheibe. Auf den IC kommen zwei Unterlegscheiben und die Muttern.



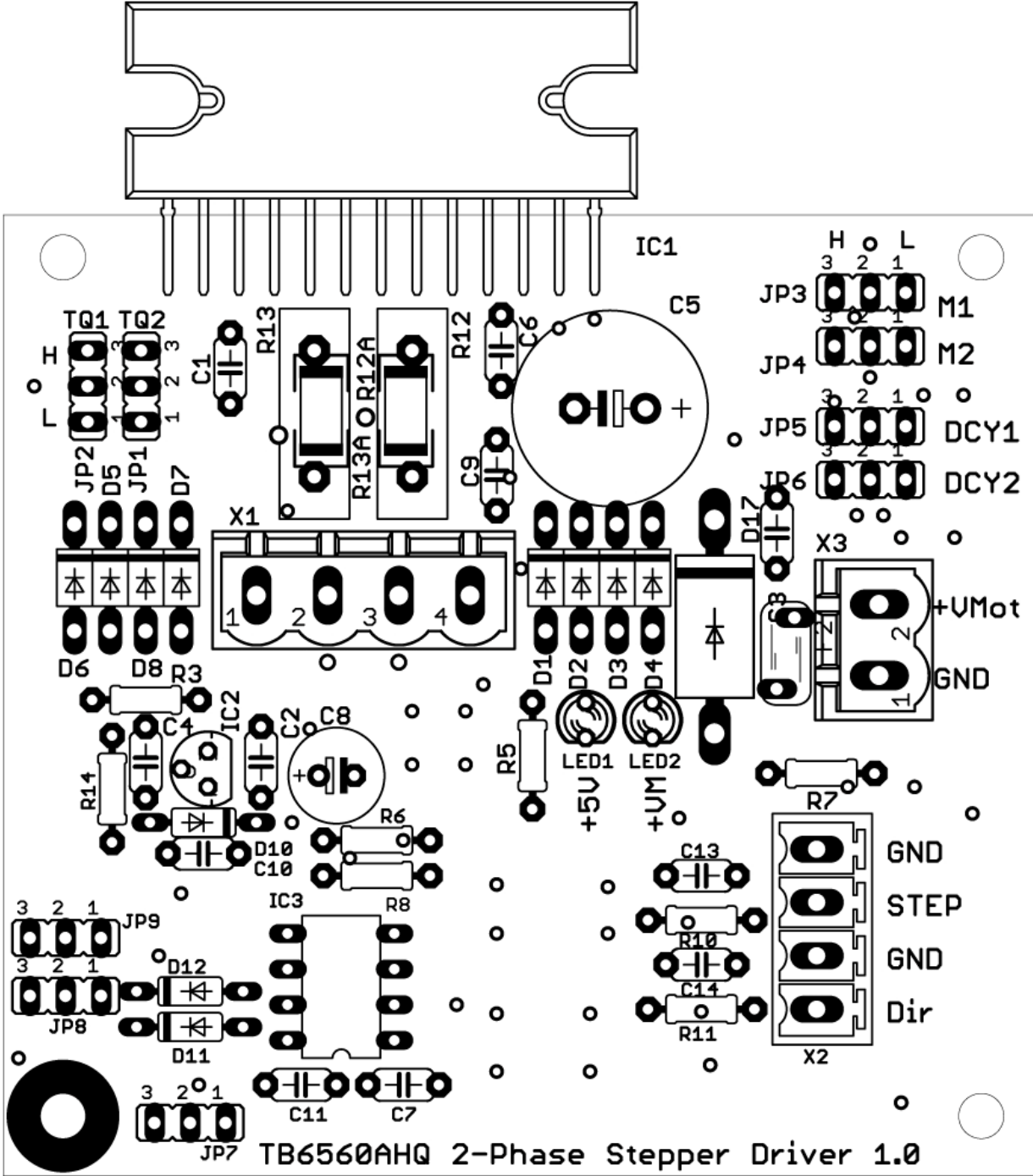
# 7. Anhang

## 7.1. Schaltplan



TITLE: Stepper_TB6560AHQ_MIXED_uc	
Document Number:	
REV:	Sheet: 1/1

## 7.2. Bestückungsplan



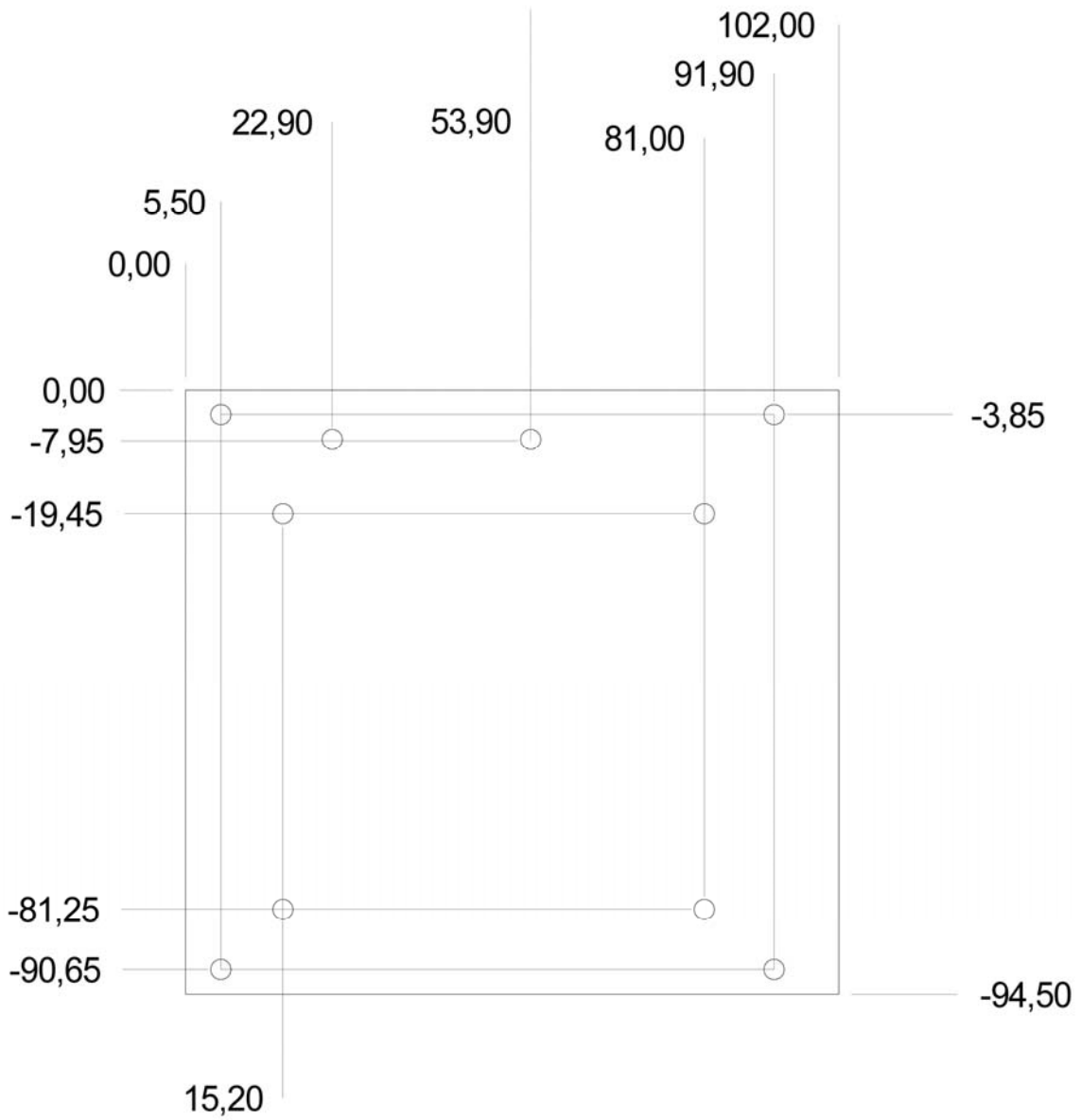
### 7.3. Bestückungsreihenfolge

Bauteil	Wert	Bemerkung	
R3	1,2K		
R5	2,2K		
R6	120K		
R7	10K		
R8	10K		
R10	1,5K		
R11	1,5K		
R14	390		
D10	1N4148	auf richtige Polung achten	
D11	1N4148	auf richtige Polung achten	
D12	1N4148	auf richtige Polung achten	
D1	UF4001	auf richtige Polung achten	
D2	UF4002	auf richtige Polung achten	
D3	UF4003	auf richtige Polung achten	
D4	UF4004	auf richtige Polung achten	
D5	UF4005	auf richtige Polung achten	
D6	UF4006	auf richtige Polung achten	
D7	UF4007	auf richtige Polung achten	
D8	UF4008	auf richtige Polung achten	
C1	100pF	die Kondensatoren C2-C11 sind gekröpft und sollten nach dem IC-Sockel gelötet werden!	
C2	100nF		
C3	100nF		
C4	100nF		
C6	100nF		
C7	100nF		
C9	100nF		
C10	100nF		
C11	100nF		
C13	10pF		
C14	10pF		
D17	UF5404		auf richtige Polung achten
IC-Sockel	8polig		
LED1	3 mm rot grün		auf richtige Polung achten
LED2	3 mm rot grün	auf richtige Polung achten	
R12	0,15		
R13	0,15		
IC2	LM317L		
JP1	PinHeader 3polig		
JP2	PinHeader 3polig		
JP3	PinHeader 3polig		
JP4	PinHeader 3polig		
JP5	PinHeader 3polig		
JP6	PinHeader 3polig		
JP7	PinHeader 3polig		
JP8	PinHeader 3polig		
JP9	PinHeader 3polig		
T1	BUK215-50YA	auf der Unterseite	
X2	Buchse 4polig	Bestückungsdruck verkehrt	
C8	22µ/50V	auf richtige Polung achten	
X3	Buchse 2polig	Bestückungsdruck verkehrt	
X1	Buchse 4polig		
F2	Polyfuse 1,85		
C5	470µF/50V	auf richtige Polung achten	
IC1	TB6560AHQ		
IC3	TINY 85 DIL 8	auf richtige Polung achten	

Geliefert wurden 8 x UF4004

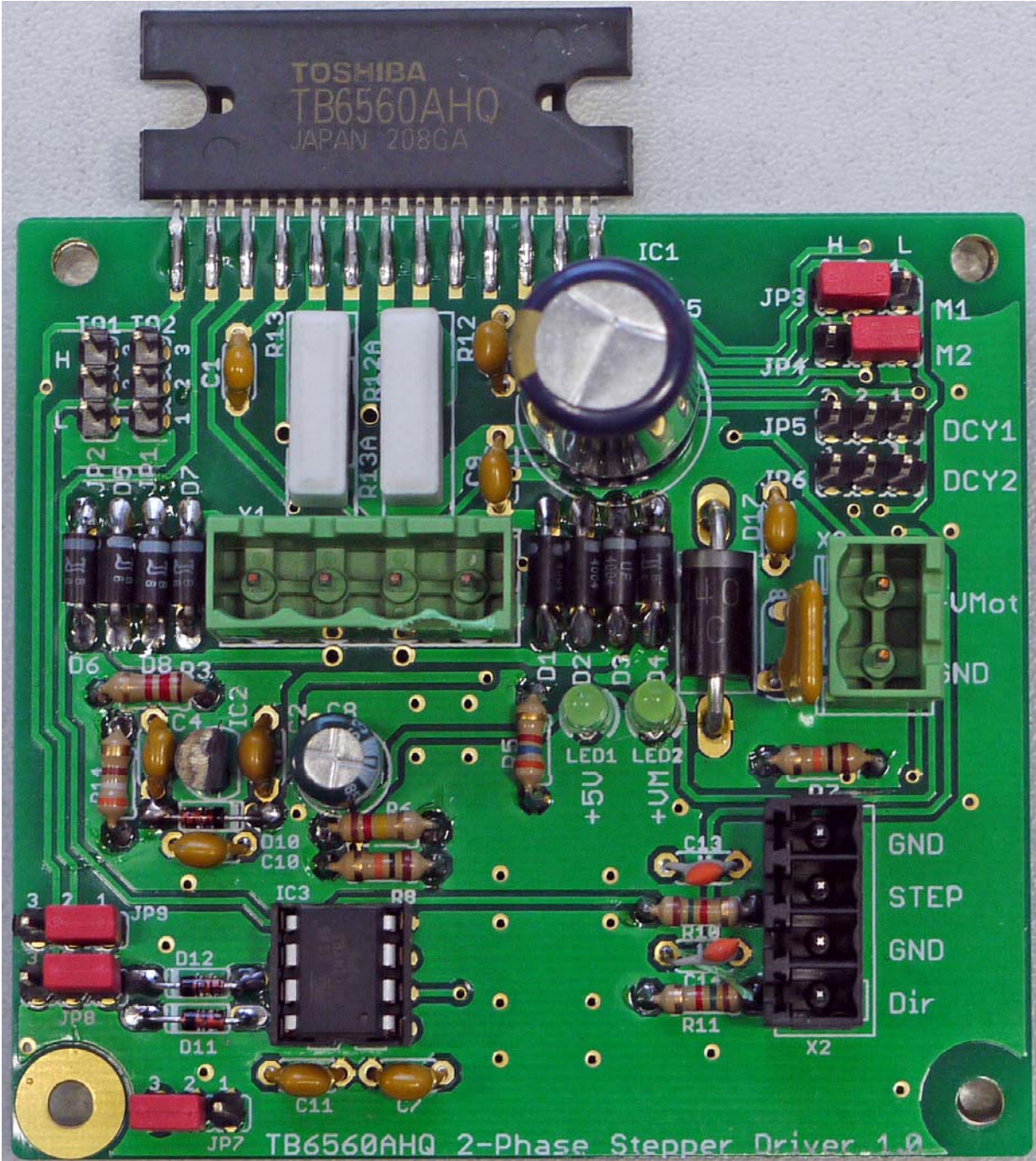
X3 muss anders herum eingelötet werden

## 7.4. Maßzeichnung Kühlblech



Alle Bohrungen 3,3 mm

7.5. Platinenfoto



## 7.6. Stückliste

Artikelnummer	Bezeichnung	Anzahl	Lieferant
1/4W 1,2K	Widerstand 1/4W 1,2K	1	Reichelt
1/4W 2,2K	Widerstand 1/4W 2,2K	1	Reichelt
1/4W 120K	Widerstand 1/4W 120K	1	Reichelt
1/4W 10K	Widerstand 1/4W 10K	2	Reichelt
1/4W 1,5K	Widerstand 1/4W 1,5K	2	Reichelt
1/4W 390	Widerstand 1/4W 390	1	Reichelt
1N4148	Diode 1N4148	3	Reichelt
NPO-5 100P	Kondensator 100pF	1	Reichelt
X7R-5 100N	Kondensator 100nF	8	Reichelt
KERKO 10P	Kondensator 10pF	2	Reichelt
GS 8	IC-Sockel 8polig	1	Reichelt
LED 3MM GN	LED 3 mm grün	2	Reichelt
LM 317 TO 92	Spannungsregler LM317L	1	Reichelt
SL 2X36G 2,54	Stiftleiste 36polig <small>muss SL 1x36G sein</small>	1	Reichelt
AKL 383-04	Wannenstecker 4polig 3,81	1	Reichelt
AKL 369-04	Anschlussklemme 4polig 3,81	1	Reichelt
RAD FR 22/50	Kondensator 22µ/50V	1	Reichelt
RAD FR 470/50	Kondensator 470µF/50V	1	Reichelt
AKL 220-02	Wannenstecker 2polig, 5,08	1	Reichelt
AKL 220-04	Wannenstecker 4polig, 5,08	1	Reichelt
AKL 249-02	Anschlussklemme 2polig 5,08	1	Reichelt
AKL 249-04	Anschlussklemme 4polig 5,08	1	Reichelt
PFRA 185	Polyfuse 1,85	1	Reichelt
MPE 149-2-002-F1	Jumper	5	Reichelt
	Leistungs-IC TB6560AHQ	1	einfach-cnc
	TINY 85 DIL 8	1	einfach-cnc
	Transistor BUK215-50YA <small>BF432E2</small>	1	einfach-cnc
	Diode UF4001 <small>UF4004</small>	8	einfach-cnc
	Diode UF5404	1	einfach-cnc
	Widerstand 0,15	2	einfach-cnc

falsches Rastermaß! KERKO-500 10P