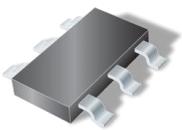
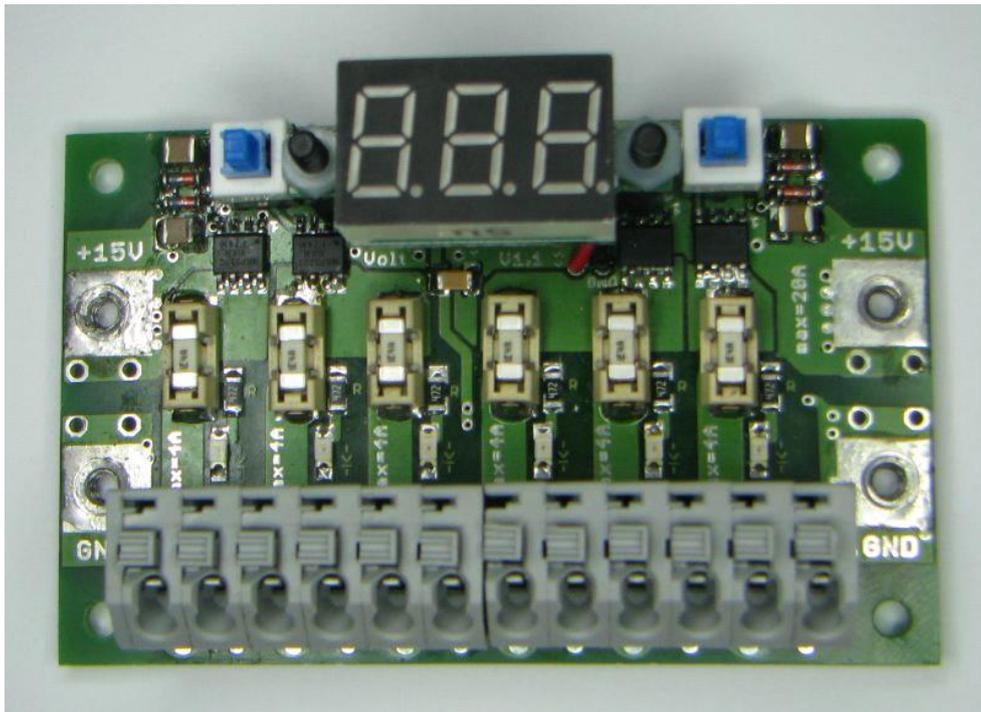


Powerboard



Löt-Bausatz

Handbuch

Aufbauanleitung und Inbetriebnahme der Powerboard Baugruppe



Inhaltsverzeichnis

Änderungsverzeichnis	3
Einleitung.....	4
1. Die Powerboard Baugruppe	5
1.1 elektrische Parameter und Funktionen.....	5
1.2 Stückliste / Schaltplan zur Baugruppe.....	5
1.3 Hinweise zum erfolgreichen Aufbau	6
2. Aufbau der Powerboard Baugruppe	7
3. Inbetriebnahme des Powerboards.....	11
4. Ausgangsklemmen.....	11
5. Verkabelung.....	16
6. Varianten	18



Änderungsverzeichnis

Version	Änderungsbeschreibung	Seite	geändert von	Datum
v1.0	Erstellung vom Handbuch – erste Version	komplett	J. Brenner	06.07.2016



Einleitung

Diese Anleitung bezieht sich auf die „Powerboard Baugruppe“ von **OpenDCC** und **Fichtelbahn**.

Das Powerboard versteht sich nicht als kommerzielles Fertigprodukt, sondern ist eine Entwicklungshilfe oder Bausatz für technisch interessierte Modellbahner zum Eigenbau.

Hier noch einmal ein klarer Hinweis:

Das Powerboard und diese Anleitung wurden sorgfältig geprüft und nach bestem Wissen erstellt. Für die hier dargebotenen Informationen wird kein Anspruch auf Vollständigkeit, Aktualität, Qualität und Richtigkeit erhoben. Es kann keine Verantwortung für Schäden übernommen werden, die durch das Vertrauen auf die Inhalte dieser Anleitung, dem Decoder oder deren Gebrauch entstehen.

Das Powerboard benötigt keinerlei Software.

Gewährleistung

Die Verwendung dieser Betriebsanleitung ist nur für den Nachbau und den Eigenbedarf des beschriebenen Bausteins erlaubt. Eine anderweitige Nutzung bedarf der schriftlichen Einwilligung des Verfassers. Für den Nachbau und dessen Funktionen des beschriebenen Bausteins übernimmt der Verfasser keinerlei Haftung. Für die Einhaltung bestehender Vorschriften und dem vorschriftsmäßigen Einsatz des Produkts ist der Betreiber alleine verantwortlich.

Hinweis:

RailCom® und **RailComPlus®** sind eingetragene Warenzeichen der Firma Lenz Elektronik GmbH und ESU electronic solutions ulm GmbH & Co. KG. Zur Erhöhung der Lesbarkeit des Textes haben wir darauf verzichtet, bei jeder Verwendung des Begriffes darauf zu verweisen.

1. Die Powerboard Baugruppe

1.1 elektrische Parameter und Funktionen

- **empfohlene Eingangsspannung 12-15V DC, bis 26V DC möglich**
- **6 Ausgänge, wählbare Absicherung je Ausgang, max. 4A/Ausgang**
- Jeder Ausgang mit Kontroll-LED, deaktivierte Ausgänge bzw. kaputte Sicherungen sind so auf den ersten Blick zu erkennen
- 2 Gruppen mit je 2+1 Ausgängen; getrennt oder gemeinsam schaltbar
- Netzteilanschluß über direkt aufgeschraubten Kabelringschuh oder 6,3mm Stecker wie im KFZ Bereich (faston)
- anreihbare Platine: Kontakte und Bohrungen liegen übereinander, werden mehr als 6 Ausgänge benötigt, so kann einfach eine zweite Platine drüber/dahinter geschraubt werden
- auswechselbare SMD Sicherungen (verschiedene Werte erhältlich), alternativ dazu selbststrückstellende Polyfuse bestückbar
- Wahlweise Softstart per RC-Glied, damit sind auch Baugruppen mit größeren Kapazitäten (z.B. Mobalister) problemlos einzuschalten, Ausgänge werden nacheinander aktiviert, was Stromspitzen zusätzlich vermindert.
- Betriebsspannungsanzeige per 7-Segment Anzeige, alternativ Kontroll-LED für die Eingangsspannung
- Verschiedene Ausgangsklemmen möglich, siehe Aufbauanleitung
- **Platinengröße: 49x79mm**
- Kleinste verwendete Bauform: 1206 (ca. 3,2x1,6mm), damit auch für SMD Löt-Anfänger geeignet. LEDs alternativ auch als bedrahtete 3mm möglich
- **Durch viele mögliche Bestückungsvarianten sind alle möglichen Einsatzzwecke denkbar. Einige Varianten werden weiter unten vorgestellt**

1.2 Stückliste / Schaltplan zur Baugruppe

Eine ausführliche Stückliste und einen Schaltplan der Powerboard Platine, finden Sie auf der Fichtelbahn Webseite.

http://www.fichtelbahn.de/Adresse_folgt.html



1.3 Hinweise zum erfolgreichen Aufbau

Die verwendeten Bauteile sind zum Großteil in SMD gehalten, durch die moderate Größe (mindestens 1206) reicht aber ein LötKolben mit feiner Spitze und Lötzinn mit max. 1mm Dicke zum Aufbau.

Die LEDs für Betriebsspannung und für die 6 Abgänge können wahlweise in SMD oder in bedrahteter Form bestückt werden. Bei den Sicherungen sind wechselbare SMD Sicherungen vorgesehen, die nach dem Auslösen ersetzt werden müssen, je nach Einsatzzweck sind aber auch selbstrückstellende Sicherungen (Polyfuse) bestückbar.

Alle Bauteile sind auf der Vorderseite angeordnet, lediglich die Schalter werden auf der Rückseite verlötet werden, ebenso (falls eingesetzt) die Polyfuses und die bedrahteten LEDs.

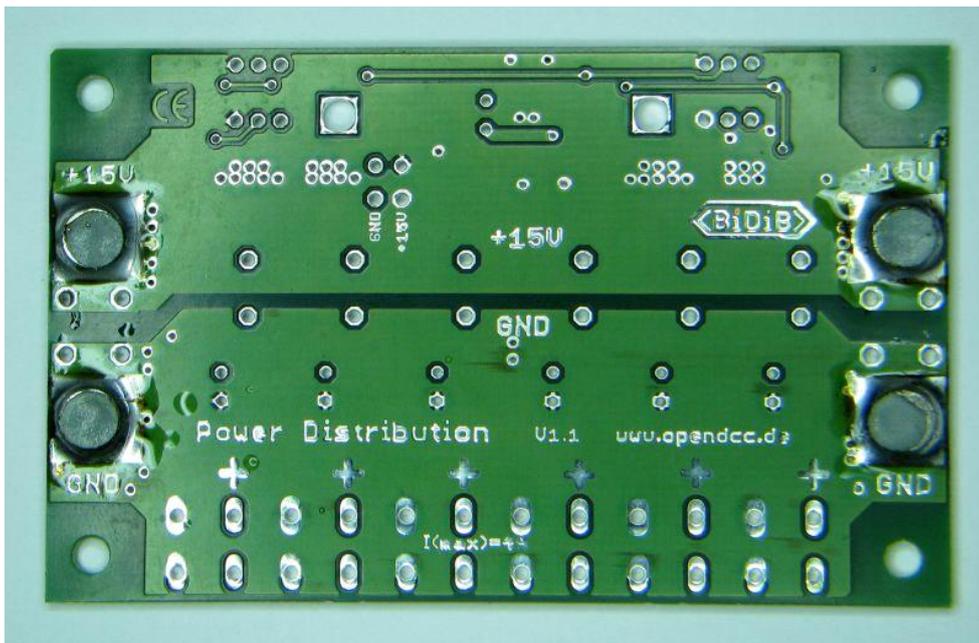
Die folgende Aufbauanleitung beschreibt den Aufbau der Variante mit SMD Sicherungen, Spannungsanzeige über 7-Segment Anzeige und 2 schaltbaren Gruppen mit je 2+1 Ausgängen. Jeder, der in Summe 4 geschalteten Mosfets hat dabei die Softstartfunktion aktiviert, die die Ausgänge sanft einschaltet. Je nach Bestückungsvariante (siehe Kapitel Varianten) können einzelne Bauteile entfallen bzw. übrigbleiben.

Für den Aufbau ist nicht viel nötig, ein LötKolben, Lötzinn maximal 1 mm stark, ein Seitenschneider und ein Ohmmeter / Spannungsmessgerät zur Kontrolle.

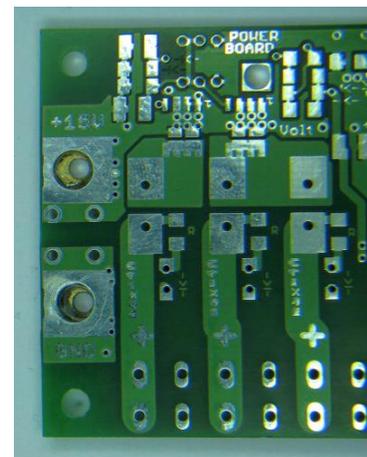
2. Aufbau der Powerboard Baugruppe

Wegen der hohen erforderlichen Wärmemenge beginnt der Aufbau mit dem Einsetzen und Verlöten der Lötmutter in M3. Diese werden von der Rückseite her in die Platine gesteckt, so daß der wie ein kleines Zahnrad aussehende Teil in der Platine steckt. Eventuell ist dafür etwas Druck nötig.

Vorder- und Rückseite sind einfach zu unterscheiden: Auf der Vorderseite befinden sich alle (SMD) Bauteile, auf der Rückseite nur zwei große Flächen für +15V und GND. Wenn die Lötmutter korrekt in die Platine gesteckt wurden, so ist die Vorderseite eben. Anschließend die Lötmutter auf der Rückseite mit ausreichend Lötzinn und ordentlich Wärme einlöten. Die Lötmutter neigen je nach Fertigungstoleranz nach der Zugabe von Lötzinn dazu, sich eventuell abzuheben. Um das zu verhindern kann man sie während des Lötens und bis zum Erhärten des Lötzinns mit einem Schraubenzieher vorsichtig nach unten drücken, dann sollte die Mutter gerade im Loch sitzen. Die grauen Pads auf den Lötmutter können nach dem Verlöten abgenommen werden, sie verhindern, daß während des Lötvorgangs Lötzinn eindringt.



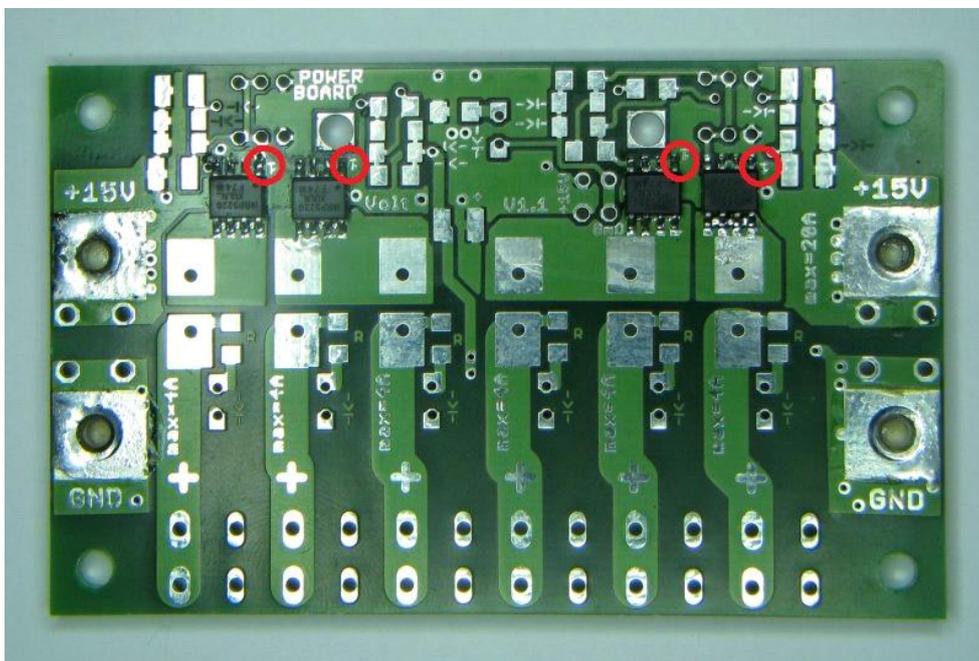
Wenn der M3 Anschluß zu klein ist, der kann als Alternative z.B. eine Messingmutter in M4 auf die Platinenrückseite löten und so einen etwas größeren Kabelringschuh von der Vorderseite festziehen. Die Messingmutter sollte, um besser lötbar zu sein vor dem Verlöten mit Schleifpapier blank geschliffen werden. Wenn die Kaskadierung mehrerer Powerboards vorgesehen ist, so muß man hier besonders auf die Zentrierung über dem Bohrloch achten, dieses mißt ca. 4,6mm im Durchmesser.



Nach den Lötmuttern sind die 4 Mosfets an der Reihe, dieser Schritt erfordert besondere Sorgfalt, da die großen Leiterbahnflächen die zugeführte Wärme schnell abführen. Trotzdem sollte man kalte Lötstellen vermeiden, den Bauteil aber auch nicht überhitzen. Auch auf die richtige Polung ist hier zu achten, Pin1 ist rechts oben (rot markiert) bzw. die abgeschrägte Gehäusesseite muß zum oberen Platinenrand zeigen, sofern die Platine wie im Photo vor einem liegt.

Am besten richtet man das Bauteil aus und fixiert es vor dem finalen Festlöten aller Pins am einzelnen Pin4 (jeweils links oben). Dieser kann schnell verlötet werden da hier keine großen Flächen vorhanden sind.

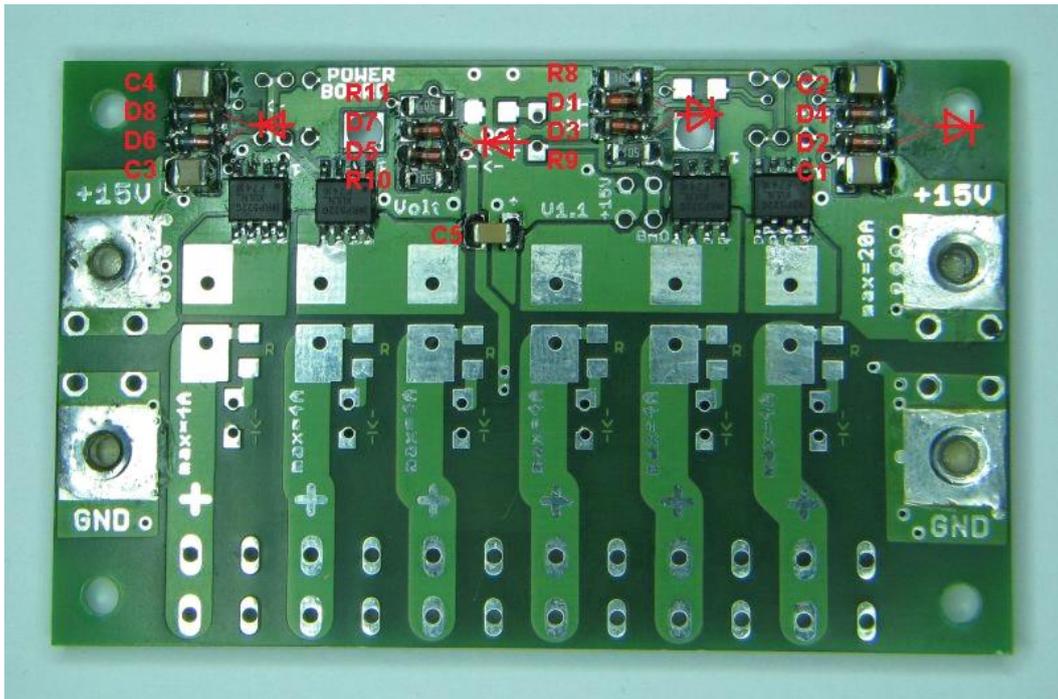
Falls sich Lötbrücken an den Pins 1-3 bzw. 5-8 der Mosfets bilden, so ist das nicht weiter tragisch, diese Pins sind ohnehin auf der Platine jeweils untereinander verbunden. Lediglich Pin 4 sollte keine Verbindung zum Nachbarpin (3) haben.



Weiter geht es mit den Dioden D1, D3, D5 und D7, deren Kathoden (Ring) schauen jeweils zum Platinenrand (siehe Bild).

Wichtig für Spannungen über 15V sind die Zenerdioden D2, D4, D6 und D8, sie dienen zum Schutz der Mosfets Q1-Q4 und können bei weniger als 15V Betriebsspannung auch weglassen werden. Auch ihre Kathoden zeigen jeweils zum Platinenrand.

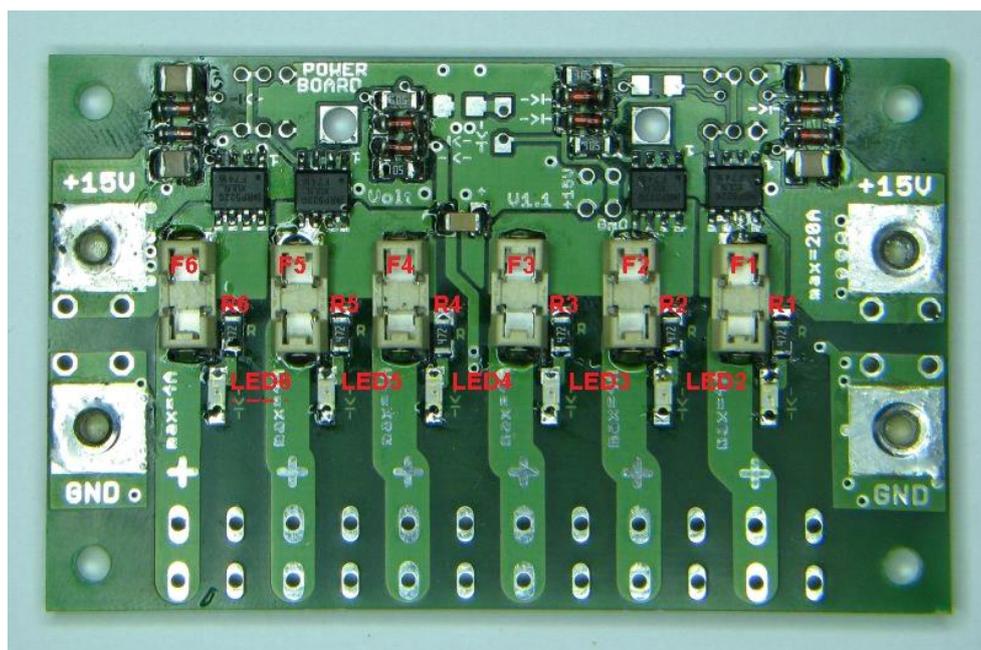
Es folgen die Widerstände R8, R9, R10 und R11, sie sind zusammen mit den Kondensatoren C1, C2, C3 und C4 zuständig für die Einschaltzeit der Mosfets (Softstart). C5 dient als Abblockkondensator.



R12/SJ1 wird in der Standardanwendung nicht bestückt und bleibt frei, mehr dazu: Siehe Kapitel zu den Bestückungsvarianten

Daneben sind R1, R2, R3, R4, R5 und R6, sowie LED1, LED2, LED3, LED4, LED5 und LED6 an der Reihe, die Kathoden der LEDs zeigen alle zu den Klemmen.

Anschließend werden die SMD Sicherungshalter F1, F2, F3, F4, F5 und F6 aufgelötet, auch hier wegen der großen Kupferflächen auf besonders gute Wärmezufuhr achten und evtl. vorher die Sicherungen aus den Halterungen nehmen.



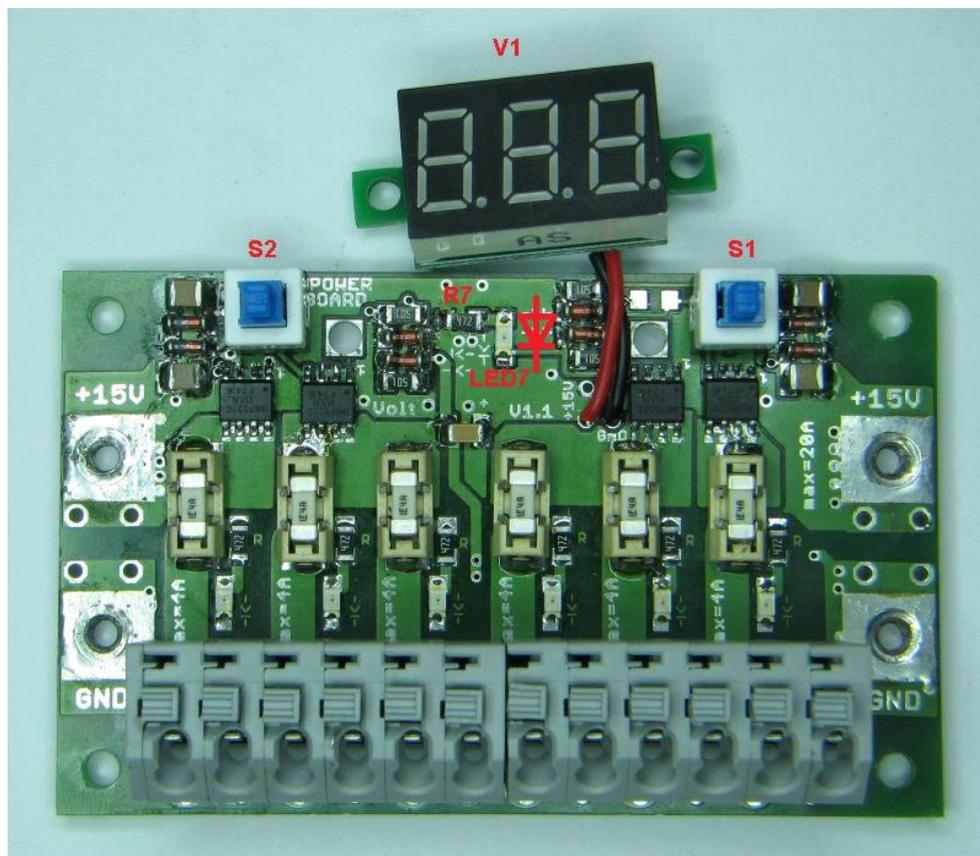
Jetzt folgen die beiden Schalter S1 und S2.

Wenn das LCD Display V1 verbaut wird, so steckt man die beiden Abstandsbolzen durch die Platine und verschraubt sie mit den M3 Muttern. Die Anschlußleitungen des Displays werden gekürzt und in den entsprechenden Anschlußbohrungen verlötet. Dann wird das Display mit den M3 Schrauben von oben festgeschraubt.

Ganz wichtig: Alle Befestigungsteile, die die Powerboard-Platine berühren müssen wegen dem nicht vorhandenen räumlichen Abstand zu Leiterbahnen unbedingt aus Kunststoff sein, sonst könnte es zu Kurzschlüssen kommen!

Die Schrauben beim Display können auch aus Metall sein.

Wenn man nur die LED als Betriebsspannungsanzeige haben möchte, so werden R7 und LED7 verbaut.



Es gibt für die Ausgangsklemmen mehrere Optionen, diese werde im Kapitel 4 beschrieben. Um bei Bestückungsfehlern leichter an die Bauteile heranzukommen, sollte man die Ausgangsklemmen erst nach dem Funktionstest verlöten.

Nachdem die Platine von Lötrückständen gereinigt und nochmal auf eventuelle Kurzschlüsse überprüft wurde kann man sie zum Testen in Betrieb nehmen.

3. Inbetriebnahme des Powerboards

Eine externe Gleichspannungs-versorgung zwischen 12-15V DC und einer Strombegrenzung von 50mA wird richtig gepolt an den seitlichen Schraubanschlüssen (rechts oder links ist dabei egal) angeschlossen.

Nach dem Einschalten sollte das Voltmeter (sofern verbaut) die anliegende Spannung anzeigen bzw. LED7 leuchten.

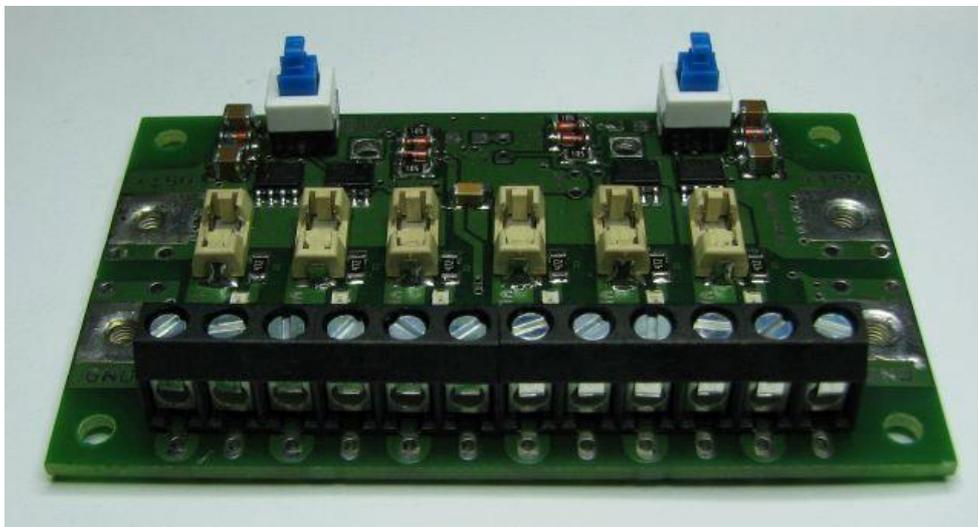
Sind alle Ausgänge aus und das Display verbaut, so sollte man bei 15V ca. 20mA messen. Jeder aktive Ausgang schlägt mit je ca. 3mA zu Buche, bei 6 Ausgängen also in Summe weitere knapp 20mA.

Falls die LEDs der Ausgänge nicht leuchten, so sind diese durch den Schalter ausgeschalten. In diesem Fall den entsprechenden Schalter betätigen und einige Sekunden warten, die LEDs müßten nach ein paar Sekunden von selbst hell werden und so anzeigen, daß Spannung am jeweiligen Ausgang anliegt.

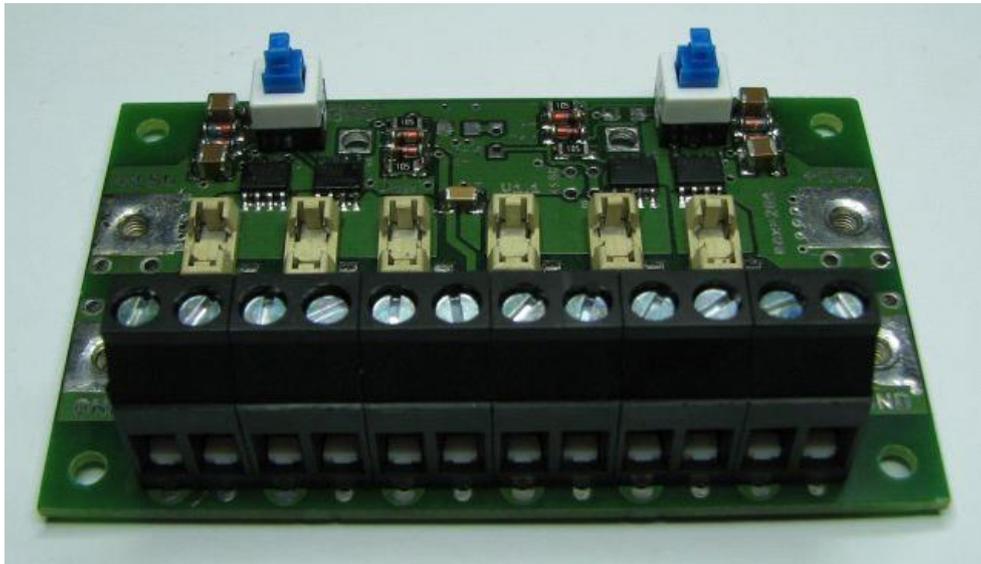
4. Ausgangsklemmen

Ist der erste Funktionstest erfolgreich verlaufen, so kann man die Anschlußklemmen X8 einbauen, folgende Möglichkeiten wurden getestet (Reichelt Bestellnummern):

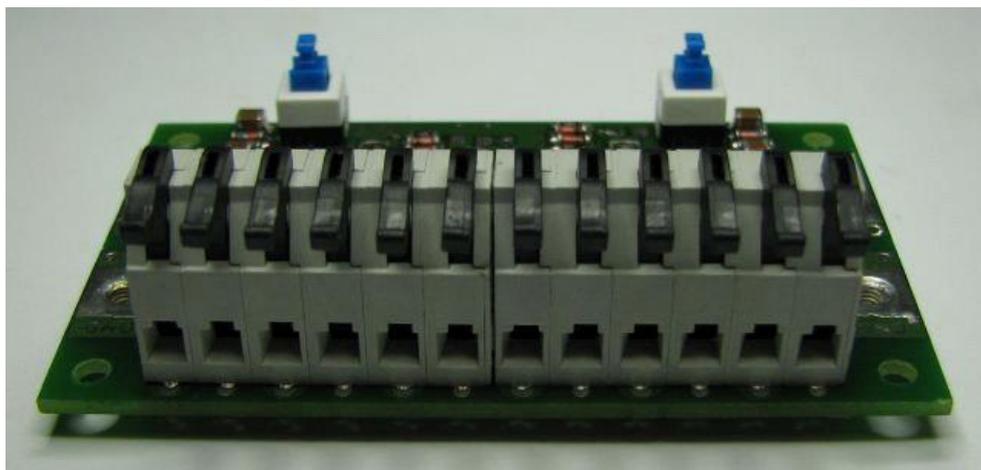
2x AKL 101-06: Schraubklemme bis 1,5mm² Lieze, bis 2,0mm² eindrätig



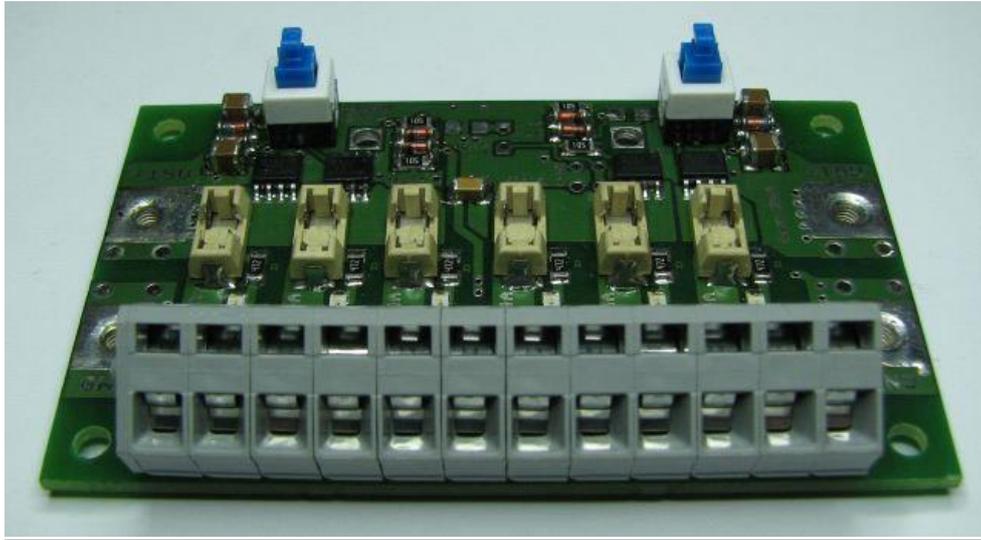
6x AKL 073-02: Schraubklemme bis 2,5mm² Lieze, bis 4mm² eindrätig



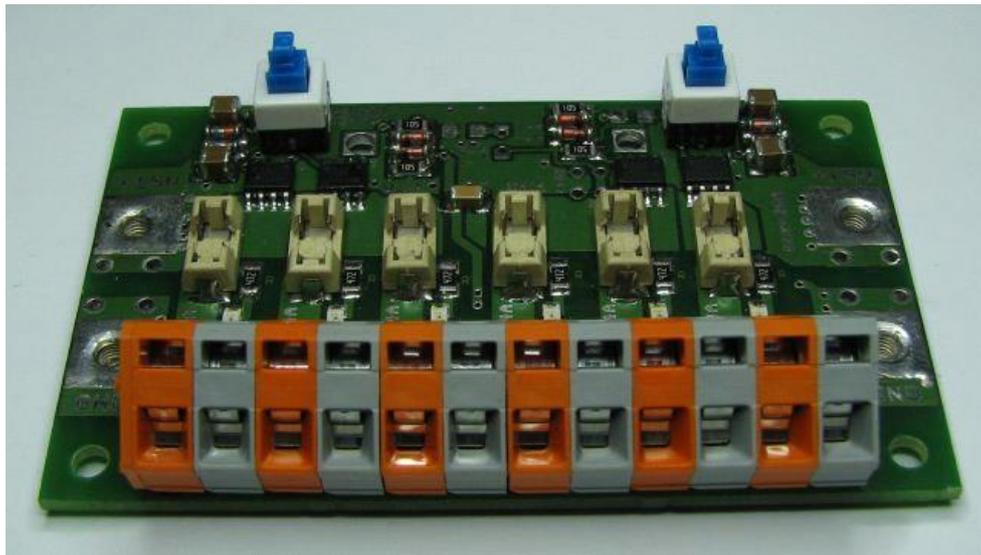
2x AST 025-06: Federkraftklemme 0,08 - 1,0mm² Lieze/eindrätig



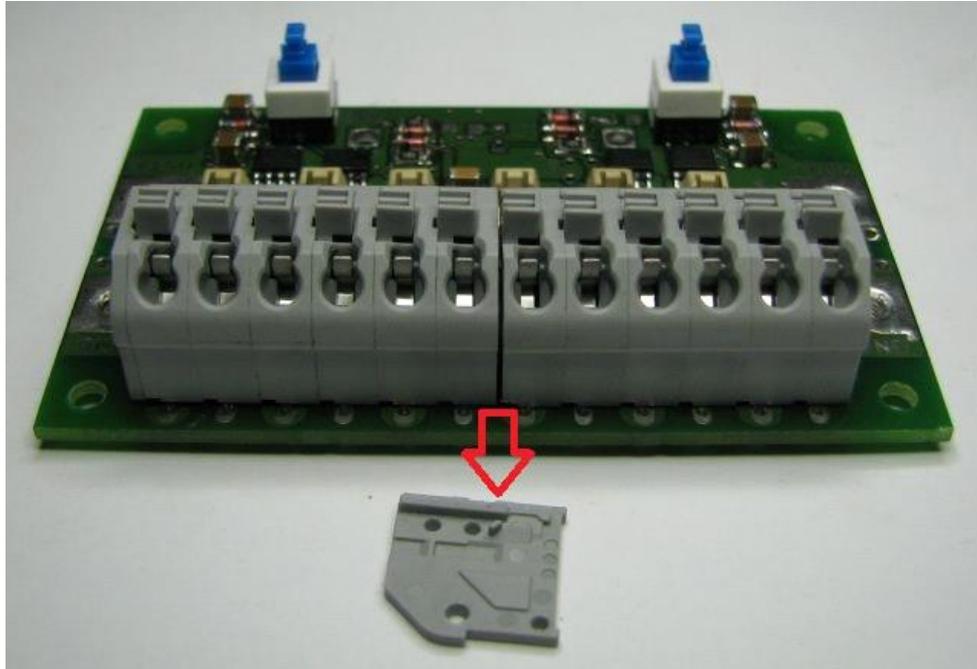
1x WAGO 236-412: Klemmleiste 0,08 - 2,5mm² eindrätig, **2 Lötstifte**



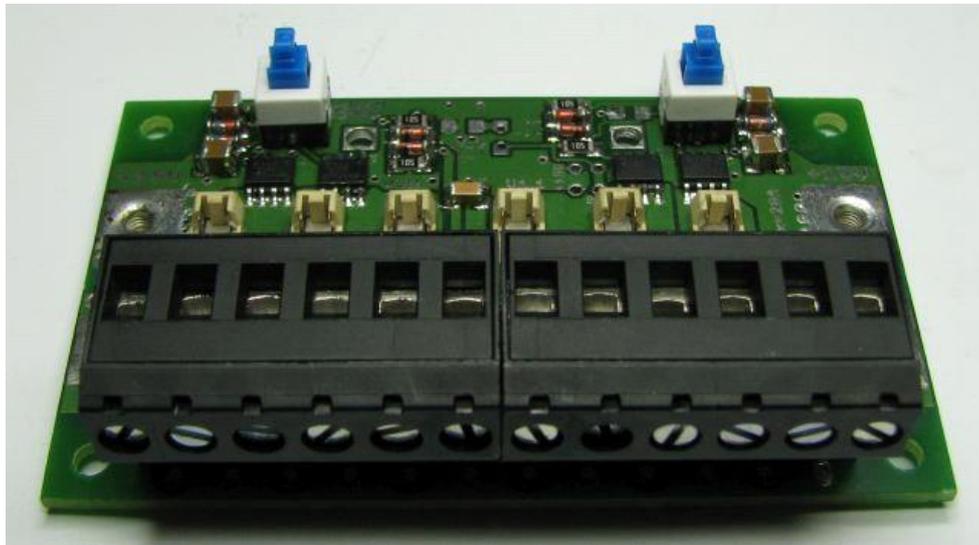
6x WAGO 236-401, 6x WAGO 236-746, 1x WAGO 236-600: Klemmleiste 0,08 - 2,5mm² eindrätig, **2 Lötstifte**, farbliche Kennzeichnung



2x WAGO 250-506: Klemmleiste mit Betätigungsdrückern: 0,5 - 1,5mm² eindrätig, Endplatte einer Klemme muß abgenommen, und die Stifte, die diese gehalten haben mit einem Messer weggeschnitten werden.



2x AKL 220-06, 2x AKL 249-06: Schraubklemme mit Wannenstecker, bis 2,5mm² Lieze, bis 4mm² eindrätig.



Die Stege, wo die beiden Wannenstecker aneinanderstoßen müssen vor dem Einlöten an der im Bild gekennzeichneten Stelle weggeschnitten werden. Die aufgesteckten Buchsen mit den Schraubklemmen passen ohne Änderung.



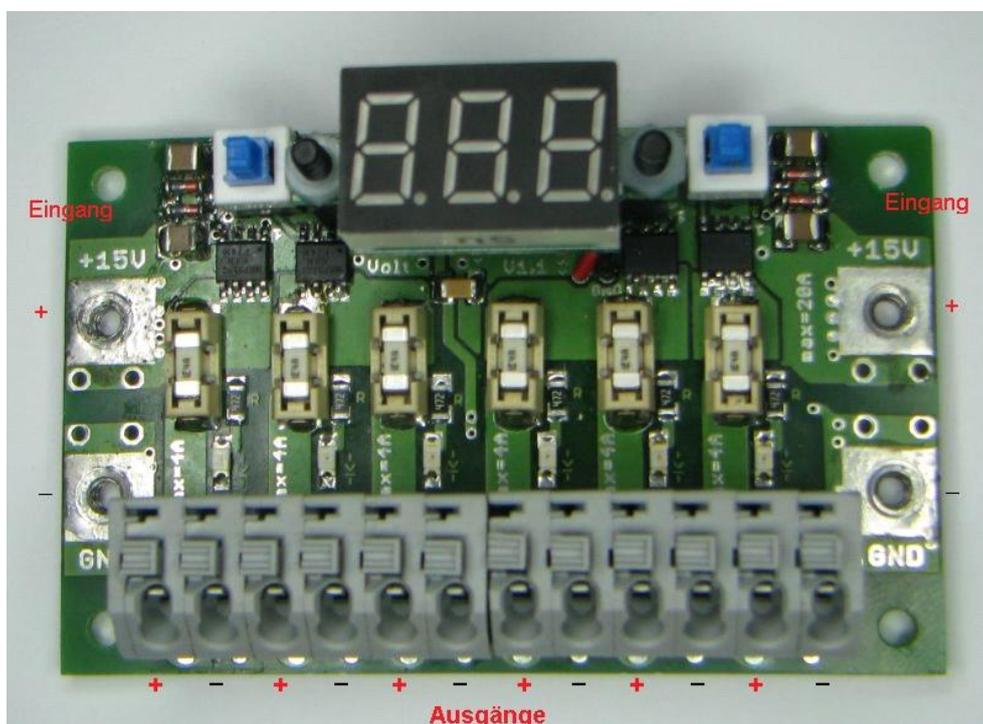
Für die beiden WAGO Klemmleisten mit 2 Lötstiften gibt es zum Öffnen das Werkzeug WAGO236-332. Hier ist eine Verlötlung beider Lötstifte je Klemme zu empfehlen, da die Federkraft der Klemmen und damit die Kraft, die zum Öffnen notwendig ist, recht hoch ist.

Damit ist der Aufbau abgeschlossen und man kann das Powerboard verkabeln.

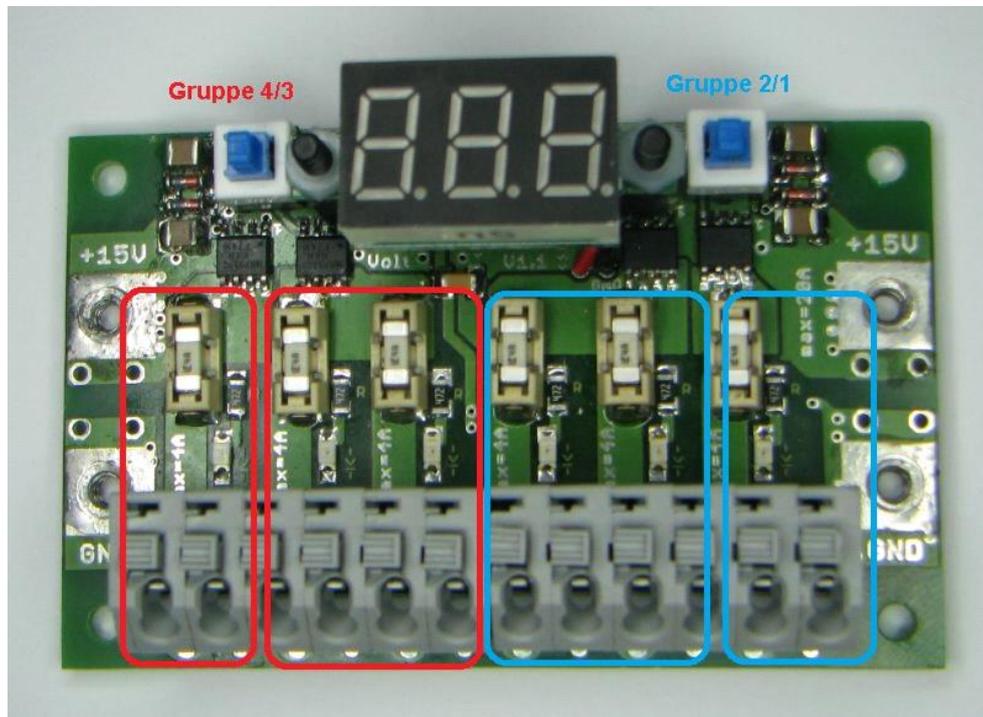
5. Verkabelung

Nach dem erfolgreichen Test der Baugruppe kann diese nun an ein Netzteil angeschlossen werden, die Einspeisung vom Netzteil erfolgt seitlich an einer der kurzen Platinsseiten. Dabei ist es egal ob die Anschlüsse auf der rechten oder linken Seite verwendet werden.

An den Ausgangsklemmen sind abwechselnd Plus und Minus anzuschließen, die Minus-Anschlüsse aller Ein- bzw. Ausgänge führen das gleiche Potential, geschaltet und abgesichert ist jeweils nur der Pluspol, dieser ist auf der Platine auch markiert bzw. ist dort, wo die Leiterbahn zur Sicherung geht.



Die Verbraucher werden über die Anschlüsse an der Längsseite angeschlossen, die beiden äußeren Abgänge sind dabei immer einzeln auf einem eigenen Mosfet, die beiden inneren jeweils zusammen auf einem eigenen Mosfet angeschlossen. Die rechten bzw. linken drei Ausgänge sind dabei dem darüberliegenden Schalter zugeordnet (Gruppe 1/2 bzw. 3/4).



Je nach Belastung der Ausgänge können verschiedene Sicherungsstärken gewählt werden, im Warenkorb sind 6x4A enthalten, wer andere Werte haben möchte kann gleich den Halter mit entsprechender Sicherung bestellen (Bestellnummer SMD-HASF), bis auf 3A sind alle unten angeführten Werte lieferbar.

Ersatzsicherungen gibt es unter der Bestellnummer SMD-SF mit den Werten 0,25A, 0,5A, 1A, 2A, 3A und 4A.

6. Varianten

Prinzipiell sind mit den vorhandenen Bauteilen alle Varianten zu bestücken, je nach gewählter Variante können einzelne Bauteile weggelassen werden.

6.1 Betriebsspannungsanzeige

Variante 1: 7-Segment Display mit Spannungsanzeige

LED7 und R7 entfallen, 7-Segment Anzeige mit Abstandshaltern montieren und Lötpins auf der Platinen-Unterseite verlöten

Variante 2: Betriebsspannungs-LED

7-Segment Anzeige entfällt, LED7 und R7 einlöten

Variante 3: Betriebsspannungs-LED und abgesetztes 7-Segment Display mit Spannungsanzeige

LED7 und R7 einlöten, Kabel der 7-Segment Anzeige auf die gewünschte Länge verlängern und Lötpins auf der Platinen-Unterseite verlöten. So kann man die Baugruppe z.B. an einer nicht so gut sichtbaren Stelle unter der Anlage verbaut haben und die Spannung an einer besser geeigneten Stelle anzeigen lassen.

6.2 Sicherungen

Es können selbstrückstellende Sicherungen (Polyfuse) oder austauschbare Sicherungen in SMD Ausführung verwendet werden, die nach jedem Kurzschluß getauscht werden müssen. Auch eine Mischbestückung ist denkbar.

Variante 1: SMD Sicherungshalter

Die 6 Sicherungshalter F1-F6 werden auf der Vorderseite verlötet. Anschließend kann eine Sicherung mit dem gewünschten Sicherungswert eingesetzt werden. Im Schaltplan jede Sicherung doppelt vorhanden (z.B: F1/F11, F4/F14). Das ist für den Schaltplan und Platinentwurf so notwendig, in der Bestückung wird meist immer von F1-F6 gesprochen.

Variante 2: Polyfuses

Die Polyfuses F1-F6 werden durch die Bohrlöcher gesteckt und auf beiden Seiten (Vorderseite/Rückseite) verlötet. Die überstehenden Drähte auf der Rückseite abschneiden.



6.3 Stromversorgung/Ausgänge

Hier sind exemplarisch 5 mögliche Varianten angeführt. Möglich sind sicher noch einige mehr.

Variante 1: 2 schaltbare Gruppen mit je 2+1 Ausgängen, Softstart:

Bestückung wie in der Anleitung angegeben.

Variante 2: 1 schaltbare Gruppe mit 2x2 und 2x1 Ausgängen, Softstart der Ausgänge nacheinander:
Ausgang 1, 2+3, 4+5, 6.

S2 entfällt, R12 bestücken

Variante 3: 2 schaltbare Gruppen mit 1x1 sowie 2x2 und 1x1 Ausgängen, Softstart. Gruppe 1:
Ausgang 1, Gruppe 2: Ausgang 2+3, 4+5 und 6. Zuerst starten in Gruppe 2 Ausgang 4+5, dann 2+3
und 6.

R9 entfällt, R12 bestücken

Variante 4: 2 schaltbare Gruppen mit je 2+1 Ausgängen, Ausgang 1 schaltet ohne Softstart sofort mit
S1.

C1 entfällt

Variante 5: 2 schaltbare Gruppen mit 1x1 und 1x2+1x1 Ausgängen, Softstart, Ausgang 2+3 permanent
aktiviert (kein Softstart, keine Möglichkeit der Abschaltung)

C2, R9, D3, D4 und Q4 entfallen. Lötpads SJ8 und SJ9 schließen.

6.4 Erhöhte Spannung

Die Empfehlung für die Betriebsspannung des Powerboards V1.1 liegt bei 12-15V. Für größere
Spurweiten oder auch spezielle Anwendungen darf die Spannung auf ca. 24-26V erhöht werden.

Powerboard V1.0, von dem nur wenige Stück in Umlauf sind darf ohne Umbau nur mit max. 16V
betrieben werden. Lötet man 4 Z-Dioden mit max. 16V auf die Kondensatoren auf Powerboard 1.0
und hat C5 die entsprechende Spannungsfestigkeit, so kann auch hier eine Spannung von 24-26V
verwendet werden.

Technische Hintergrund ist folgender:

Um Spannungen $>15V$ verarbeiten zu können sind ab Version 1.1 parallel zu den Kondensatoren C1-C4 jeweils Z-Dioden mit 15V eingebaut. Diese reduzieren die maximale Spannung an C1-C4 und damit auch am Gate von Q1-Q4 auf ca. 15V. Die Mosfets Q1-Q4 können nämlich nur ca. 20V am Gate verkraften und würden bei einer höheren Spannung zerstört.

Um Verwechslungen beim Einbau auszuschließen sind aus diesem Grund im Warenkorb 5 identische Kondensatoren enthalten, die 50V aushalten.

Die Mosfets im Warenkorb können theoretisch bis zu 30V verarbeiten. Aus Sicherheitsgründen sollte die maximal verwendete Eingangsspannung ein paar Volt unter dieser Grenze liegen, um auch bei Spannungsschwankungen (z.B. beim Ein/Ausschalten von Lasten) noch im sicheren Bereich zu bleiben.

Bei größeren Spannungen würden die LEDs auch heller leuchten, man sollte ihre Vorwiderstände also auch entsprechend erhöhen, passende Werte wären z.B. 6,8kOhm, 8,2kOhm oder 10kOhm.

6.5 Spezial-Ansteuerung für größere Lasten

Diese Modifikation ist als Anregung für erfahrene Anwender gedacht, die nach einer Lösung suchen, um einzeln abgesicherte Lasten bis zu 4A über BidiB Baugruppen zu schalten!

Mögliche Ausgänge wären hier z.B. die Ausgänge eines Mobalst oder auch die GPIO Ausgänge einer One-Control, die mit einem GPIO Addon verbunden sind. Ein Softstart ist dabei allerdings nicht möglich.

Die Masse und Versorgungsspannung vom GPIO Addon kann man in dem Fall von den Eingängen des Powerboards nehmen, die Ausgänge werden mit Kabeln mit den Gateanschlüsse von Q1-Q4 verbunden.

Die Kondensatoren C1, C2, C3 und C4, sowie die Taster S1 und S2 entfallen. Die Widerstände R8, R9, R10, R11 werden an auf die Löt pads von C1, C2, C3 und C4 gelötet, damit sperren die Mosfets, bis das GPIO Addon sie auf Masse durchschaltet.

Hinweis: Wenn Spannungen $>15V$ geschaltet werden sollen, so sind zusätzliche Widerstände zwischen GPIO Addon und Gate notwendig, sonst würden die Z-Dioden beim Einschalten zerstört. Passend wäre hier z.B. ein Widerstandswert von 4,7kOhm.

Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler bin ich sehr dankbar.

Auf die Bauanleitung bzw. irgendwelcher Software gibt es keine Haftung für irgendwelche Schäden oder Funktionsgarantie. Ich hafter nicht für Schäden, die der Anwender oder Dritte durch die Verwendung der Software oder Hardware verursachen oder erleiden. In keinem Fall hafter ich für entgangenen Umsatz oder Gewinn oder sonstige Vermögensschäden die bei der Verwendung oder durch die Verwendung dieser Programme oder Anleitungen entstehen können.

Bei Rückfragen steht Ihnen unser Support-Forum gerne zur Verfügung!
(forum.opendcc.de)

Reparatur-Service:

Baugruppen die zur Reparatur oder zur Überprüfung zugeschickt werden, werden von uns überprüft und repariert. Im Gewährleistungsfall ist die Reparatur für Sie kostenlos.

Ist der Schaden auf einen unsachgemäßen Zusammenbau, Einbau oder eine von den Angaben in der Anleitung abweichende Inbetriebnahme zurückzuführen, sind wir berechtigt, Ihnen die Kosten der Reparatur (BiDiB-Doctor Pauschale) in Rechnung zu stellen.

Unseren Support-Center erreichen Sie über: <http://doctor.fichtelbahn.de>



Kontakt:

fichtelbahn.de

Christoph Schörner

Ahornstraße 7

D-91245 Simmelsdorf

support@fichtelbahn.de



© 2016 Fichtelbahn

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten.
Vervielfältigungen und Reproduktionen in jeglicher Form bedürfen der schriftlichen Genehmigung durch Fichtelbahn.
Technische Änderungen vorbehalten.