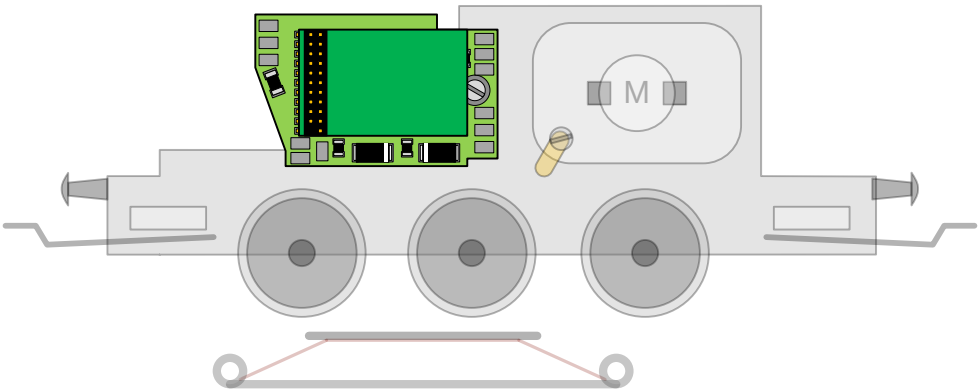
converts

Digitalisierung kann so einfach sein…



Anleitung Version 1.1

Änderungshistorie

Version	Kapitel	Änderung
1.1	Allgemeine Hinweise Basisfunktion Puffer-Option Decoderliste	Zusätzliche Hinweise zur Verwendung von Rauchgeneratoren Verbesserte Beschreibung unterschiedlicher Ausgangstypen Zusätzliche Informationen zur Pufferwirkung Sicherheitshinweise zur Restladung der Kondensatoren Update Decoderliste mit Informationen zur Pufferwirkung, unterstützter Ausgänge und Ausgangstypen
1.0	Basisfunktion	Verwechslung von Anode und Kathode in Beschreibung des Anschlusses einer LED.
0.9	Puffer-Option Aux-Option	Hinweis zu Programmierproblemen verschiedener Decoderhersteller bei Verbau der Puffer-Option eingefügt. Klarstellung der Abhängigkeit der Aux-Option zur Art des Decoderausgangs. Anleitung zur Verwendung der Ausgänge Aux3 und Aux4 bei Decodern mit Treiberausgängen ohne die Verwendung der Aux-Option.
0.8	Funktionen und Optionen Entflacker-Option Anhang	In den Kapiteln zur Beschreibung der Optionen und deren Verdrahtung wurde die Darstellung der Verdrahtung überarbeitet. Einfärbung der Anschluß-Pads nach Kabelfarben. Hinweise zur richtigen Polung der Bauteile eingefügt. Ab Version 1.3 wird die Platine mit bestücktem Stecker und bestückten Dioden D1/D2 der Entflacker-Option ausgeliefert. Neu: Schaltbeispiel Entflacker-Option in Verbindung mit zusätzlichem rotem Schlußlicht. Überarbeitung Kapitel zur Ermittlung des Vorwiderstandes. Neudimensionierung R2, R5, C1, C2. Angabe Bezugsquellen für LEDs
0.7	Stückliste Bestückung Basisoption Stückliste Bestückung Entflacker-Option Einbau Entflacker-Option	Bilder der Bauteile eingefügt Hinweis Index-Pin eingefügt Spannungsangabe für C6 auf 25V erhöht Tippfehler: nicht R4, sondern R5 wird benötigt Hinweis, dass manchmal Unterlegscheiben notwendig sind, eingefügt Das Licht am Flacker-Ausgang darf über den Decoder nicht gedimmt werden. Anleitung zur Bestimmung des Vorwiderstandes für die Dimmung des Lichtes überarbeitet.

Inhalt

1 Was ist *converts*? ... 4
2 Wie benutzt man *converts*? ... 5
3 Funktionen und Optionen ... 6
3.1 Allgemeine Hinweise ... 6
3.1.1 Hinweise zur Benutzung von Rauchgeneratoren ... 6
3.2 Basisfunktion ... 7
3.2.1 Bestückung Basisoption ... 8
3.2.2 Schaltbild Basisfunktion ... 8
3.2.3 Benutzung Aux3 und Aux4 ... 9
3.3 Entflacker-Option ... 11
3.3.1 Bestückung Basis mit Entflacker-Option ... 12
3.3.2 Schaltbild Entflacker-Option ... 13
3.3.3 Dimensionierung Vorwiderstand LED ... 13
3.3.4 Entflacker-Option und rotes Schlußlicht ... 15
3.4 Aux-Option ... 16
3.4.1 Bestückung Basis mit Aux-Option ... 16
3.4.2 Schaltbild Aux-Option ... 17
3.4.3 Deaktivierung der Aux-Option für Decoder mit Schaltausgängen ... 18
3.5 Puffer-Option ... 20
3.5.1 Bestückung Basis mit Puffer-Option ... 21
3.5.2 Schaltbild Puffer-Option ... 22
4 Hinweise zum Auf- und Einbau ... 23
4.1 Bestückung ... 23
4.2 Überprüfung Platine ... 24
4.3 Einbau ... 24
4.4 Verkabelung ... 26
4.5 Inbetriebnahme ... 26
5 Allgemeine Hinweise ... 28
6 Anhang ... 29
6.1 Liste Decoder mit MTC21-Schnittstelle ... 29
6.2 Bezeichnung Pads ... 31
6.2.1 Decoderseite ... 31
6.2.2 Rückseite ... 31
6.3 MTC21 Schnittstelle ... 32
6.4 Bestückungsplan und Bauteile ... 33
6.4.1 Decoderseite ... 33
6.4.2 Rückseite ... 33
6.4.3 Stückliste ... 34

1 Was ist *converts*?

converts ist ein Bausatz, der die Digitalisierung von Märklin®-Lokomotiven vereinfacht. Er besteht aus einer Platine und einer Steckerleiste und benötigt je nach Ausbauoption weitere elektronische Bauteile. *converts* wird anstelle des Umschaltrelais in die Lokomotive geschraubt und angeschlossen. Die Steckerleiste auf *converts* stellt die MTC21-Schnittstelle bereit. Auf diesen Stecker kann man dann einen Decoder aufstecken, der diese Schnittstelle unterstützt.

Zur Digitalisierung der Lok ist außerdem der Umbau des Motors auf Gleichstrom notwendig. Dazu muss die Feldspule durch einen Permanentmagneten ersetzt oder der Motor mit einem Märklin Hochleistungsantrieb umgebaut werden.

Eigenschaften von *converts*:

- *converts* ermöglicht eine einfache Digitalisierung von Märklin® Lokomotiven. *converts* wird anstelle des Umschaltrelais einfach in die Lokomotive geschraubt, die Anschlüsse verkabelt und der Decoder aufgesteckt. *converts* liegt mit allen erprobten Decodern vollständig innerhalb des Lichtraums des Umschaltrelais. Der Decoder ist mechanisch stabil befestigt, die Verdrahtung ist vereinfacht, und der Decoder kann jederzeit ausgetauscht werden.
- *converts* stellt die MTC21 Schnittstelle für Decoder mit der 21-poligen Steckverbindung bereit. Damit ist der Umbau zukunftssicher. Der Decoder kann jederzeit durch einfaches Ab- und wieder Aufstecken ersetzt werden.
  Damit die Anzahl der Kontakte nicht zu unübersichtlich wird und die Anschlusspads ausreichend groß bleiben, werden keine Sensor-Eingänge (nur für Sinus-Motoren o.ä.), kein Zugbus und kein AUX5 bzw. AUX6 der MTC21-Schnittstelle unterstützt. Dies ist im Normalfall keine Einschränkung, da diese Signale bei einem Umbau nicht benötigt und meist von den Decodern auch nicht unterstützt werden.
- Von ESU wurden LokPilot® V3.0, V4.0 und Basic 1.0 erprobt, aber auch LokSound® Decoder lassen sich verbauen. Decoder mit MTC21 der Firmen Lenz und Zimo konnten problemlos eingesetzt werden. Auch die mLD- und mSD-Decoder von Märklin funktionieren. Eine Liste von Decodern ist im Anhang in Kapitel „Liste Decoder mit MTC21-Schnittstelle“ aufgeführt.
- Delta®-Lokomotiven können mit *converts* sehr einfach umgerüstet werden und überzeugen mit einem lastgeregelten Decoder durch optimierte Fahreigenschaften.
- Der Anschluss für die Lokmasse wird durch die Schraubbefestigung sichergestellt.
- Es sind ausreichend große Lötpads für Anschlusskabel an *converts* vorhanden und damit keine "Löt-Akrobatik" am kleinen Decoderbaustein mehr nötig.
- Es gibt eine ausreichende Anzahl von Lötpads für gemeinsame Anschlüsse. So findet jeder Draht – auch der von der gemeinsamen Versorgungsspannung für Beleuchtung, Entkuppler etc. – sein eigenes Lötpad.
- Kein Flackern der Lichter an der Lokomotive mehr bei fest mit Lokmasse verbundenen Fassungen. Mit der Entflacker-Option und handelsüblichen LED-Schraub-Birnchen ist das typische Flackern des Spitzensignals weg. Und das, ohne neue Kabel zu verlegen oder die Fassung auszutauschen!
- Wenn man die Lok-Beleuchtung auf herkömmliche LEDs umrüsten will, kann der notwendige Vorwiderstand bereits auf *converts* bestückt werden. Keine fliegenden Bauteile mehr in der Lokomotive.
- Für die Decoder, die keinen Treiber für Aux3 und Aux4 haben, bietet die Aux-Option den passenden Verstärker. Damit kann der Gesamtstrom der optionalen Aux3- und Aux4-

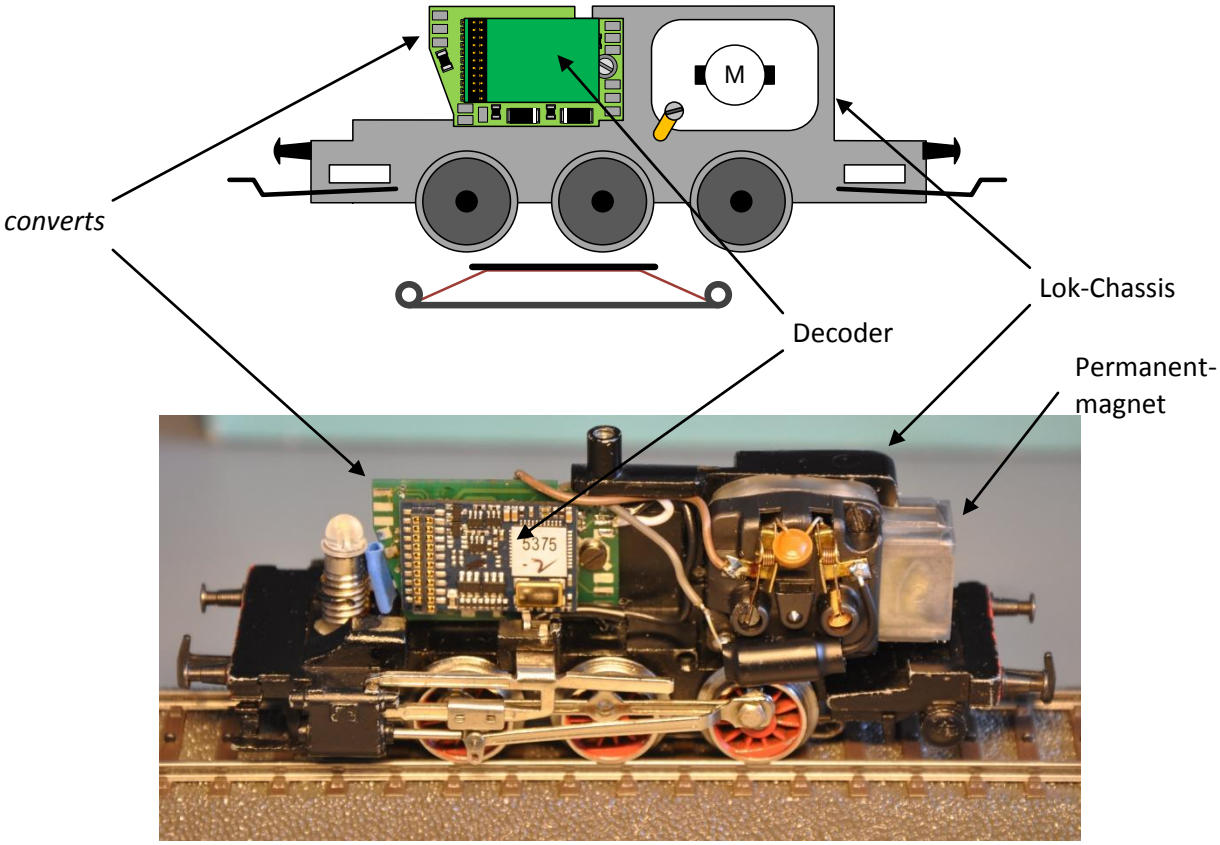
Ausgänge bis zu 500mA betragen. Und dies ohne den Gleichrichter des Decoders zu belasten! Verwenden Sie Decoder mit Treibern für Aux3 und Aux4, so sind nur zwei Drahtbrücken auf der Platine notwendig, um Aux3 und Aux4 benutzen zu können.

- Wenn man die Bauteile für die Pufferoption bestückt, kann man auch direkt an *converts* die Pufferkondensatoren für die Decoderbetriebsspannung (5V) und – bei entsprechenden Platzverhältnissen – für die Versorgungsspannung (20V) von Motor und Licht anschließen. Dies verbessert noch einmal den Betrieb der Lokomotiven, z.B. bei Weichenüberfahrten.
- Alle Optionen sind beliebig kombinierbar. So kann *converts* für jeden Lokumbau individuell aufgebaut werden, unnötige Bauteile werden vermieden und der Bestückungsaufwand wird minimiert.

2 Wie benutzt man *converts*?

converts wird als Bausatz bereitgestellt. Ab Version 1.3 wird die Platine mit bestücktem Stecker ausgeliefert. Je nach Einsatz und Bedarf muss man noch die Bauteile für die Optionen bestücken. Mit etwas Löterfahrung und einem Lötkolben mit feiner Spitze ist dies kein Problem bzw. mit ein wenig Geduld erlernbar. Zu allererst sollte man sich im Klaren sein, welche Optionen man benötigt. Siehe dazu Kapitel „Funktionen und Optionen“. Im Kapitel "Hinweise zum Auf- und Einbau" gibt es wichtige Informationen zum Bestücken und der Inbetriebnahme.

Zur Digitalisierung einer Lokomotive muss diese - wie vom Decoderhersteller beschrieben - umgebaut werden. Dies betrifft vor allem die Umrüstung des Motors auf Permanentmagneten, als auch die elektrischen Anschlüsse. *converts* dient hierbei sowohl als Anschlussplattform und als mechanischer Träger des Decoders. Nach Entfernen des Umschaltrelais wird *converts* mit einer Schraube wie das Umschaltrelais in die Lokomotive verschraubt. Alle Kabel werden an die Pads von *converts* angeschlossen. Dies ist besonders einfach, wenn man zuerst die Kabel anlötet und dann *converts* in die Lok verschraubt.



3 Funktionen und Optionen

3.1 Allgemeine Hinweise

Wir haben uns entschlossen die Kabelfarben zu benutzen, wie sie auch bei NEM (Normen europäischer Modellbahnen) empfohlen werden und wie sie jetzt auch auf den von Märklin mitgelieferten Platinen zu den mLD und mSD-Decodern Verwendung finden. Die früher von Märklin benutzten Kabel sind teilweise zweifarbig und damit nur schwer im freien Handel zu beschaffen. Für alle nicht in der Norm festgelegten Kabelfarben haben wir uns bemüht sinnvolle Farben auszuwählen. Auf jeden Fall sollte man sich für ein Schema entscheiden und vor allem nicht im selben Fahrzeug mixen!

In den Darstellungen der Platine sind die Anschluß-Pads entsprechend der Kabelfarbe dargestellt.

3.1.1 Hinweise zur Benutzung von Rauchgeneratoren

Im Prinzip kann man einen Rauchgenerator einfach an einen der Aux-Ausgänge anschließen. Der benötigte Strom wird in der Regel von allen Decodern bereitgestellt.

Allerdings ist die Betriebsspannung der Rauchgeneratoren zu beachten. Die Rauchgeneratoren für den analogen Betrieb mit Wechselspannung sind für ca. 10-14V ausgelegt. Dies ist auch für den Digitalbetrieb in Ordnung, wenn der Rauchgenerator auf einer Seite mit der Lokmasse verbunden bleibt und nicht auf den gemeinsamen Rückleiter (Decoder+ bzw. Platine+) geführt wird.

Nur wenn man einen Rauchgenerator in einem Modell mit Kunststoffgehäuse nachrüstet und diesen gegen den gemeinsamen Rückleiter verschalten möchte, braucht man einen Rauchgenerator für Digitalbetrieb, der für eine höhere Spannung ausgelegt ist (> 16V).

Bitte vor dem Kauf unbedingt die Spannungsangaben des Herstellers beachten.
Alle Rauchgeneratoren, die von der Firma Märklin angeboten werden, sind für den Analogbetrieb ausgelegt, müssen also einseitig mit der Lokmasse verbunden werden.

3.2 Basisfunktion

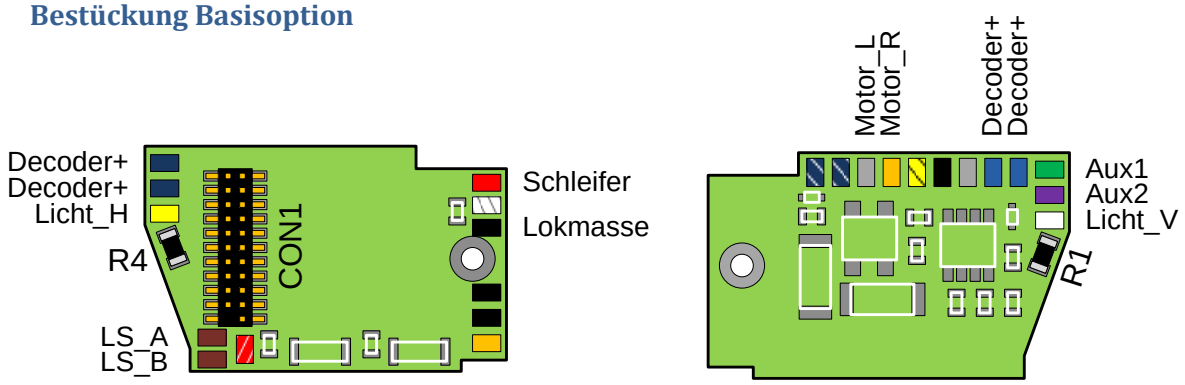
Benötigte Bauteile	Platine Steckerleiste CON1 (ab Version 1.3 bereits bestückt) R1, R4 oder Drahtbrücke Schraube M2x3, evtl. Unterlegscheiben
Funktionen	Bereitstellung MTC21-Schnittstelle und mechanische Befestigung des Decoders Bereitstellung Anschlusspads für Motor, Licht vorne und hinten, Aux1/Aux2, Lautsprecher und Spannungsversorgung
Pads	Stromversorgung (Schleifer, Lokmasse) Motoranschlüsse (Motor_L, Motor_R) Licht (Licht_V, Licht_H) Funktionsausgänge 1+2 (Aux1, Aux2) Funktionsausgänge 3+4 (Aux3, Aux4) (siehe Aux-Option) Versorgungsspannung (4x Decoder+) Lautsprecherausgänge (LS_A, LS_B)[1]

Folgende elektrischen Verbindungen der MTC21-Schnittstelle werden als Lötpads für die Verdrahtung in der Lokomotive bereitgestellt:

- Stromanschluss: Anschlusspad für Stromzuführung (Schleifer).
  Die Lokmasse wird in der Regel über die Schraubverbindung von *converts* sichergestellt. Ein zusätzliches Pad "Lokmasse" ist vorhanden, um ein weiteres Kabel anzuschließen. So kann man in einigen Fällen die elektrische Verbindung von der Schiene zu *converts,* und damit zum Decoder, verbessern.
- Motoranschluss (Motor_R und Motor_L)
- Funktionsausgänge 1+2 (Aux1, Aux2)
  Wenn möglich sollte immer der angeschlossene Verbraucher gegen die Versorgungsspannung (Decoder+) verschaltet werden und nicht gegen die Lokmasse. Eine Verschaltung gegen Lokmasse ist zwar jederzeit möglich (z.B. durch einen direkten Kontakt des Rauchgenerators gegen das Gussgehäuse), jedoch ist damit systembedingt die verfügbare Leistung reduziert, weil die positiven Anteile der Schienenspannung fehlen.
  Bei Beleuchtungsartikeln kommt es bei der Verschaltung gegen Lokmasse zu einem deutlichen Flackern. Dies ist eine Eigenschaft des Märklin-Motorola Systems und wird durch die digitalen Nachrichten auf dem Gleis erzeugt. Abhilfe: siehe "Entflacker-Option"
- Lautsprecherausgänge für Sound-Decoder[1]

[1] erst ab Platinenversion 1.3 – bis Version 1.2 Lautsprecherkabel bitte direkt an die Pads der Steckerleiste löten

3.2.1 Bestückung Basisoption



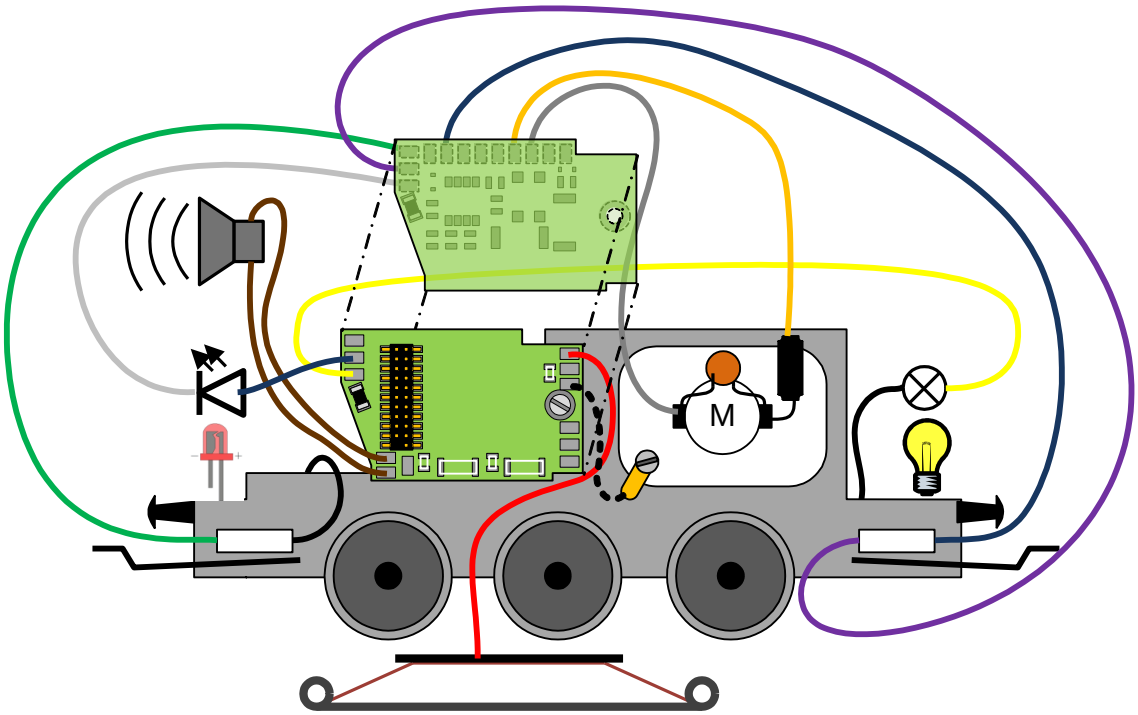
Bei der Bestückung des Steckers ist auf den Index-Pin (hier unten links im Bild) zu achten. Dieser ist mit einem „I“ auf der Platine gekennzeichnet. Der Pin muss nach der Bestückung mit einem Seitenschneider abgezwickt werden.

Für die vordere und hintere Beleuchtung ergeben sich folgende Möglichkeiten:

- Einsatz bisheriger Glühbirnchen oder LEDs mit integriertem Vorwiderstand: Bestückung von R1 und R4 mit 0Ω (oder eine Drahtbrücke).
- Einsatz von LEDs als Beleuchtung: hier kann man für R1(vorne) bzw. R4 (hinten) den passenden Vorwiderstand bestücken. Dadurch vermeidet man die "fliegend" verdrahteten Vorwiderstände in der Lokomotive.

Achtung: Bei der Verschaltung der Lokbeleuchtung gegen Lokmasse tritt ohne die Entflacker-Option das bekannte Flackern der Lokbeleuchtung auf. Abhilfe kann hier die Entflacker-Option bieten.

3.2.2 Schaltbild Basisfunktion



In allen Bildern, welche die Verkabelung zeigen, ist sowohl die Vorder- als auch die Rückseite von *converts* dargestellt. Man schaut praktisch durch die Platine durch, um die Anschlüsse der Rückseite zu sehen, die Ansicht ist damit spiegelverkehrt. Diese Darstellung dient zur Veranschaulichung des Verdrahtungsaufwandes.

Zur Demonstration der verschiedenen Anschlussmöglichkeiten wurde hier

- als vordere Beleuchtung eine herkömmliche LED gewählt. Hier muss unbedingt auf die Polung geachtet werden. Die Anode muss mit dem Ausgang "Decoder+" von *converts* verbunden werden, die Kathode mit "Licht_V".
- als hintere Beleuchtung ein Birnchen gegen Lokmasse verschaltet. Anschluß an den Ausgang "Licht_H". Achtung: technisch bedingt flackert das Licht, wenn ein Pol mit dem Lokchassis verbunden ist. Abhilfe gibt es mit der Entflacker-Option.
- der vordere Entkuppler an "Aux1" angeschlossen und gegen Lokmasse verschaltet.
- der hintere Entkuppler an "Aux2" angeschlosssen und mit der Decoder-Versorgungsspannung ("Decoder+") verbunden.
- ein Lautsprecher an die Ausgänge "LS_A" und "LS_B" angeschlossen.

Bitte beachten Sie, dass sich die Lötpads für das Licht ohne Entflackerfunktion (Licht_V, Licht_H) von denen bei Nutzung der Entflacker-Option (Licht_V_Stab, Licht_H_Stab) unterscheiden.

Die zusätzliche Verbindung der Lokmasse (im Bild gestrichelt eingezeichnet) ist nur dann sinnvoll, wenn dadurch die Masseverbindung zur Schiene verbessert wird (z.B. Anschluss Masse eines zweiten Drehgestells o.ä.). Normalerweise braucht man diesen Anschluss nicht.

Der in der Lokomotive vorhandene Entstörkondensator zwischen den beiden Motoranschlüssen darf nicht entfernt werden. Beachten Sie aber bitte, dass alle anderen Kondensatoren zwischen Lokmasse und Motor herausgenommen werden müssen. Auch wenn es nicht zwingend notwendig ist empfehlen wir die in den Märklin®-Lokomotiven vorhandene Entstördrossel (ca. 2µH) in der Zuleitung zum Motor zu belassen (siehe Bedienungsanleitung des jeweils verwendeteten Decoders).

Wenn man in den Platinenversionen bis 1.2 einen Lautsprecher verwenden will, so kann man die dünnen Anschlussdrähte auch direkt auf die Pads von Pin9 und Pin10 (links neben Index-Pin) der Steckerleiste auflöten. Ab Platinenversion 1.3 sind eigene Pads dafür vorgesehen.

3.2.3 Benutzung Aux3 und Aux4

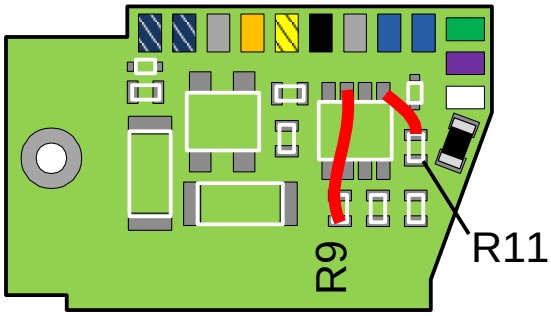
Wenn Sie die Ausgänge Aux3 oder Aux4 benutzen wollen, ist folgendes zu beachten:

Der Standard NEM660 (MTC21-Norm) sieht vor, dass der Decoder die Ausgänge Aux3 – Aux6 mit Logikpegeln ansteuert. Die Leistungsverstärker um Lasten zu schalten müssen also extern bereitgestellt werden. Auf dem Markt gibt es aber auch Decoder, die abweichend vom Standard den Leistungsverstärker schon integriert haben. Andere wiederum unterstützen diese Ausgänge überhaupt nicht. Die Decoderliste, Kapitel 6.1 im Anhang, gibt einen Aufschluss darüber, welchen Ausgangstyp die unterschiedlichen Decoder implementiert haben.

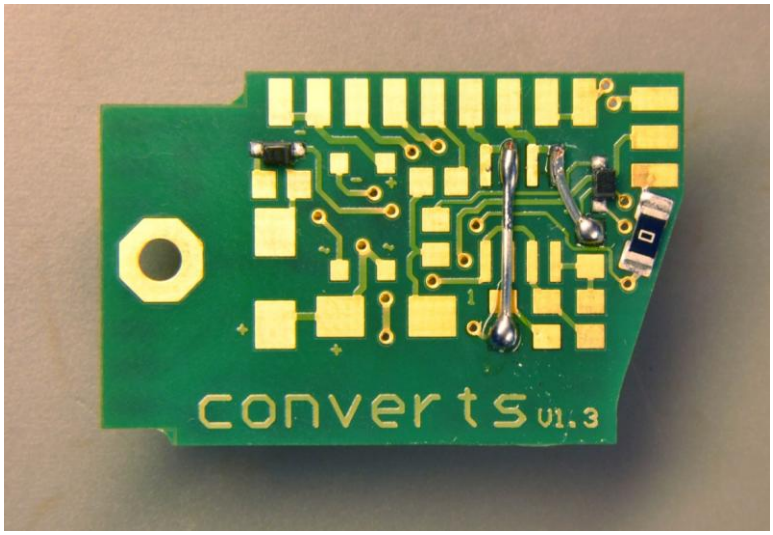
Leider sind die beiden Arten von Ausgängen – Logikausgang und Treiberausgang – nicht kompatibel zueinander, so dass man eine Entscheidung treffen muss, welche Art Decoder man einsetzen will.

Die *converts*-Platine ist so konzipiert, dass sie Decoder mit Logikausgängen für Aux3 und Aux4 unterstützt. Die Aux-Option stellt die Treiberstufe für die beiden Ausgänge bereit. In converts-Platinen ohne bestückte oder überbrückte Aux-Option können gefahrlos sowohl Decoder mit Logikpegel von mtc- Standard konformen Decodern (z.B. LoPi 3, LoPi 4, Zimo MX631C oder mSD-Spezial) als auch Decoder mit herausgeführten Treiberausgängen (Lenz Silver, Zimo MX631D, mLD, mSD) gesteckt werden, ohne dass eine Zerstörung des Decoders befürchtet werden muss. Will man die Ausgänge bestücken legt man sich aber b.a.w. auf einen dieser beiden Typen fest.

Um Decoder einzusetzen, die Treiberausgänge für Aux3 und Aux4 besitzen, wie z.B. die mLD- und mSD-Decoder von Märklin, ist die Aux-Option nicht notwendig. Stattdessen müssen lediglich zwei Drahtbrücken auf die Platine gelötet werden.



Drahtbrücken zur Verwendung von Aux3/4 bei Decodern mit Schaltausgängen



Auf eine Isolierung der Drähte kann verzichtet werden, wenn sie wie gezeigt angebracht werden. Der Kontakt mit darunter liegenden oder benachbarten, freien Pads ist unkritisch.

Achtung: Wegen der Inkompatibilitäten der Ausgangssignale darf auf eine so modifizierte Platine kein Decoder mit Logikausgang (z.B. LokPilot von Esu) aufgesteckt werden. Dies hätte unter Umständen eine Zerstörung des Decoders zur Folge, da über die externe Last die 20V Versorgungsspannung auf den Logikausgang geschaltet wird.
Wir empfehlen auf der Steckerseite der Platine einen Aufkleber anzubringen, der ein versehentliches Aufstecken eines solchen Decoders verhindert!

Vergewissern Sie sich immer, wenn Sie einen MTC21-Decoder tauschen, dass sie einen Decoder mit dem richtigen Typ Ausgang verwenden. Dies betrifft auch Lokomotiven, die ab Werk mit einem 21-poligen Stecker ausgeliefert werden. Ja nach Baureihe und Hersteller sind die Ausgangstreiber für Aux3/Aux4 auf dem Decoder oder auf der Trägerplatine platziert (für Decoder mit Logikausgang, NEM660-kompatibel).

Die Ausgänge Aux5 und höher werden von *converts* noch nicht unterstützt.

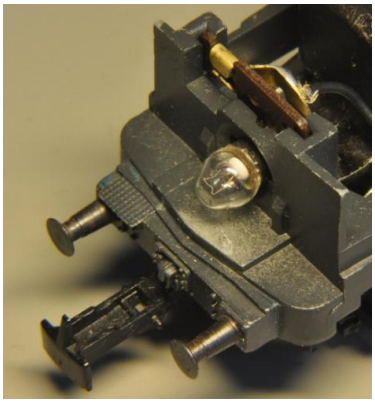
3.3 Entflacker-Option

Zusätzlich zur Basisfunktion:

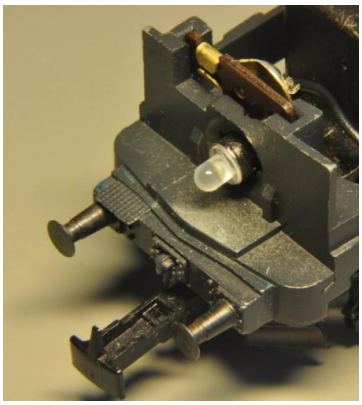
Benötigte Bauteile	R2, R3, R5, R6, D1, D2, C1, C2 Ab Version 1.3 sind D1 und D2 bereits auf der Platine bestückt und müssen nicht mehr aufgelötet werden.
Funktionen	Entflackern des Lichtes vorne und hinten bei Verwendung von LED-Schraubbirnchen
Pads	stabilisierte Lichtausgänge (Licht_V_Stab, Licht_H_Stab)

Eine Bestückung dieser Option ist immer dann sinnvoll, wenn die Fassungen der Lokbeleuchtungen fest mit der Lokmasse verbunden sind. Dies ist besonders bei älteren Lokomotiven von Märklin® der Fall. Da sich die Bezugsmasse (Decoder+) des Decoders von der Lokmasse unterscheidet, entsteht bedingt durch die über das Gleis verschickten Nachrichten eine Verschiebung der positiven und negativen Signalanteile. Diese führt dann zu einem ungleichmäßigen, sehr störenden Flackern der Beleuchtung. Um dieses zu umgehen war es bis jetzt notwendig, die Fassung so umzubauen, dass der zweite Anschluss verfügbar und mit dem Decoder (Decoder+) verbunden werden konnte.

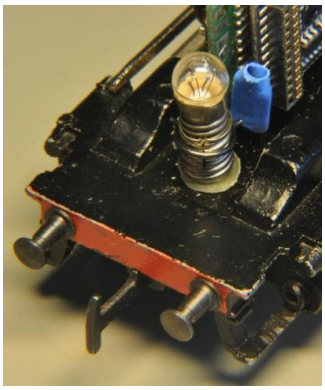
Dies kann man sich mit der Entflacker-Option sparen. Anstelle der Lämpchen werden in die vorhandene Fassung einfach LEDs mit 5,5mm Schraubfassung montiert. Diese LEDs sind im Handel mit weißen oder warmweißen Lichtspektrum (z.B. BRAWA Best.-Nr. 3401) verfügbar. Die Beschaltung auf *converts* speichert für diese LEDs ausreichend Energie, um die stromlosen Phasen zu überbrücken und so das Flackern zu unterdrücken.



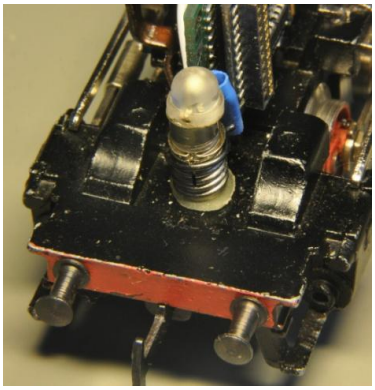
Einsteckbirnchen …



… ersetzt durch Steck-LED



Hier eine E5,5 Birnchen



und hier die nachmattierte LED

Diese Option ist speziell auf LEDs mit Fassung (14V - 19V) dimensioniert. Diese Leuchtdioden enthalten bereits den notwendigen Vorwiderstand.
Es dürfen keine Glühbirnchen am Entflacker-Ausgang betrieben werden, da sonst die Bauteile beschädigt werden.

Verschiedene Ausführungen von LEDs

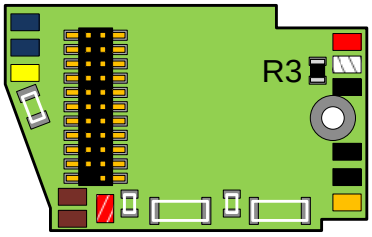
Bezugsquellen für diese LEDs findet man im Anhang.

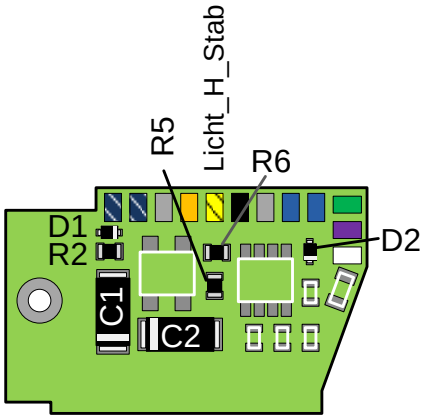
Bitte beachten Sie: wenn Sie Beleuchtung über die Entflacker-Option betreiben, dann darf dieser Ausgang vom Decoder nicht gedimmt sein! Bitte unbedingt die entsprechenden Register (CVs) am Decoder überprüfen und deren Wert so setzen, dass die volle Helligkeit eingestellt ist. (Siehe Anleitung Decoder)

Die Entflacker-Funktion wirkt dem Dimmen des Lichtes über den Decoder entgegen. Wenn der Decoder das Licht dimmt, dann schaltet er den Ausgang periodisch an und aus. Je länger der Ausgang aus ist, desto dunkler das Licht. Der Kondensator der Entflacker-Option versucht die Pausen zu überbrücken, solange bis er leer ist. Dadurch hat er keine Energie mehr, das Flackern zu verhindern.

Die Schaltung ist so dimensioniert, dass i.d.R. die Leuchtkraft der LED in Ordnung ist. Im Kapitel "Dimensionierung Vorwiderstand LED" wird beschrieben, wie man die Leuchtkraft der LED anpassen kann.

3.3.1 Bestückung Basis mit Entflacker-Option





Bei den Kondensatoren C1 und C2 handelt es sich um Tantal-Elkos. Diese haben eine Polung und müssen richtig herum eingelötet werden. Der Plus-Pol ist mit einem weißen Strich auf dem Bauteil gekennzeichnet. (Die Kennzeichnung bei SMD-Kondensatoren ist genau entgegengesetzt zu der üblichen Kennzeichnung bei bedahteten Kondensatoren, bei der die Kathode mit einem Strich markiert ist.) Bitte beachten Sie die richtige Einbaulage wie sie in der obigen Zeichnung dargestellt ist.

Hinweis: unbedingt zuerst C2, dann erst C1 einlöten. Bei eingebautem C1 ist der Minus-Pol von C2 nicht mehr mit dem Lötkolben zugänglich.

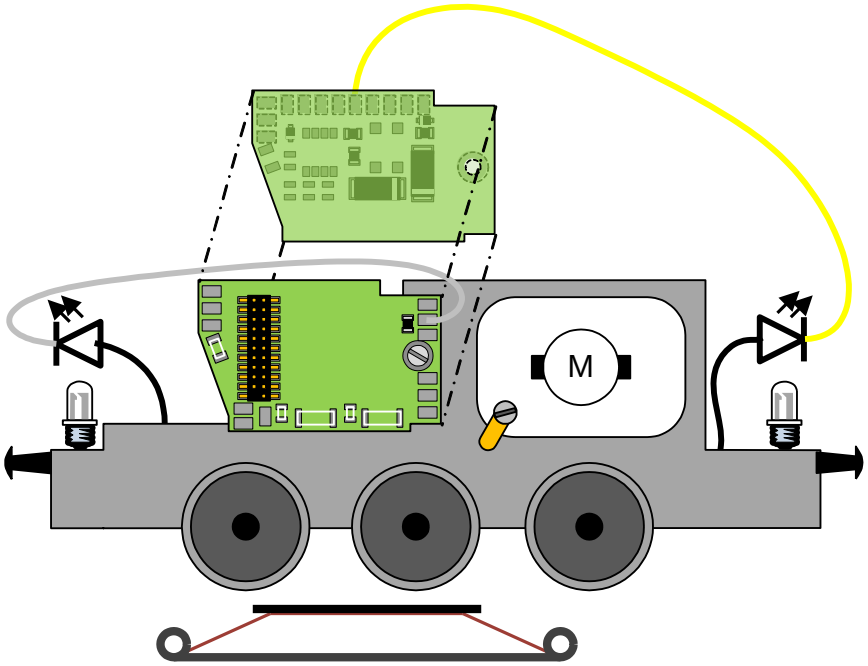
Auch die Dioden D1 und D2 müssen richtig herum eingebaut werden. Die Kathode ist dort mit einer grauen Linie gekennzeichnet. Wie oben dargestellt muss bei D1 die Kathode zur Platinenmitte und bei D2 die Kathode nach unten zeigen.
Diese Dioden werden ab der Version 1.3 bereits auf der Platine bestückt ausgeliefert.

Hinweis: die Bestückung von R1 und R4 der Basisfunktion kann entfallen, wenn die Ausgänge Licht_H und Licht_V nicht parallel benutzt werden.

Eine Möglichkeit, die Ausgänge parallel zu benutzen findet man im Kapitel "Entflacker-Option und rotes Schlußlicht".

Ab der Version 1.3 wurde die Dimensionierung der Widerstände R2, R5 (4,7Ω -> 68Ω)und der Kondensatoren C1, C2 (2,2µF -> 22µF) geändert. Mit der früheren Dimensionierung konnte mit der Märklin Mobilen Station 2 noch ein sehr kurzes, periodisches Flackern beobachtet werden.

3.3.2 Schaltbild Entflacker-Option



Hier die Zuleitung zur vorderen Lampe an "Licht_V_Stab", die Zuleitung für die hintere Lampe an "Licht_H_Stab" anschließen. Die schwarz eingezeichnete Verbindung stellt die elektrische Verbindung der Fassung zum Lokchassis dar.

3.3.3 Dimensionierung Vorwiderstand LED

Um im Bedarfsfall die Leuchtkraft der Beleuchtung zu variieren, kann der Widerstand R3 (vorne) bzw. R6 (hinten) angepasst werden.

Folgende Tabelle zeigt den Strom durch die LED in Abhängigkeit des Widerstandes R3 bzw. R6.

I (mA)	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
R (Ω)	270[2]	330	390	560	680	820	1,0k	1,2k	1,5k	1,8K	2,7k

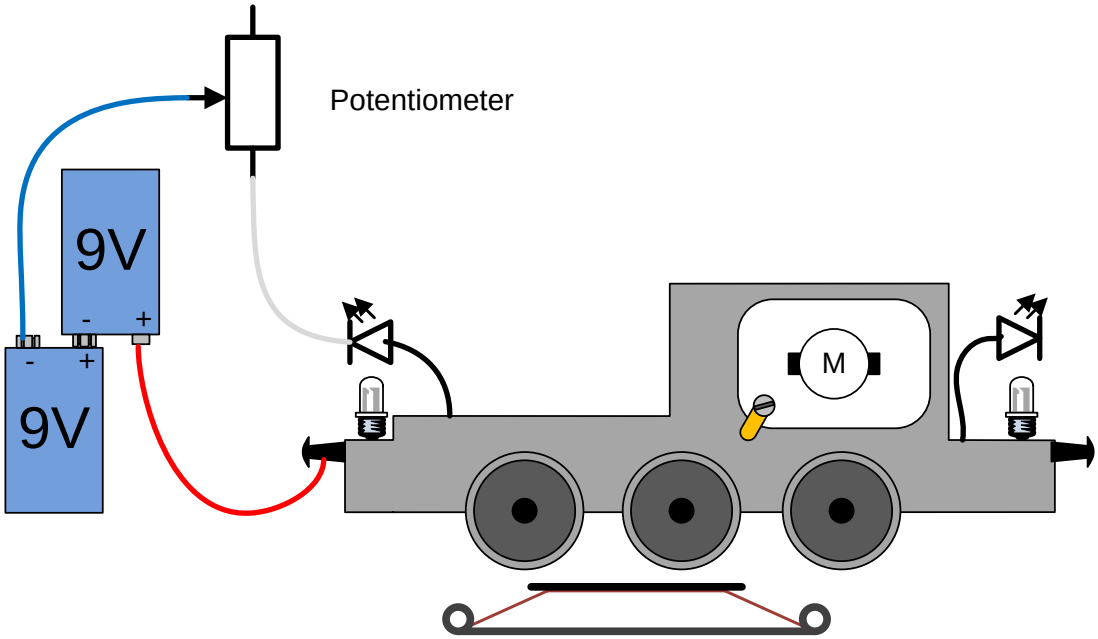
Dies ist ein Richtwert zur Orientierung und ist abhängig von der angeschlossenen LED.

[2] Standard-Wert

Alternativ kann man den Strom durch die LED vorab experimentell ermitteln. Der Vorteil dieser Methode besteht darin, dass man die Leuchtkraft in der Lokomotive ausprobieren kann.

Man braucht dazu eine 18V Spannungsquelle, z.B. zwei 9V Batterien, die hintereinander geschaltet werden. Außerdem ein Potentiometer 5kΩ linear, wie es jeder Elektronikladen anbietet. Einzelwiderstände zwischen 200Ω und 2,7kΩ bzw. eine Widerstandsdekade tun es auch. Bei Verwendung eines Potentiometers braucht man noch ein Ohm-Meter oder Multi-Meter-Messinstrument zur Bestimmung des experimentell ermittelten Wertes.

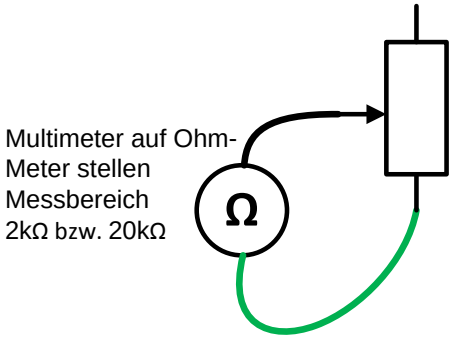
Stellen Sie das Potentiometer in die Mittenstellung! Schaffen Sie eine provisorische Verbindung von der Zuleitung der Lampenfassung zum Potentiometer (rechter oder linker Anschluss). Von der Mittenanzapfung des Potentiometers geht es weiter zum Minus-Pol der Spannungsquelle. Der Plus-Pol wird mit dem Lokchassis verbunden.



Schließen Sie das Lokgehäuse und variieren Sie das Potientiometer oder den Widerstand so lange, bis Sie die gewünschte Helligkeit erreicht haben.

Achtung: drehen sie die Helligkeit nicht zu stark auf! Der Widerstand muss mindestens 270Ω betragen.

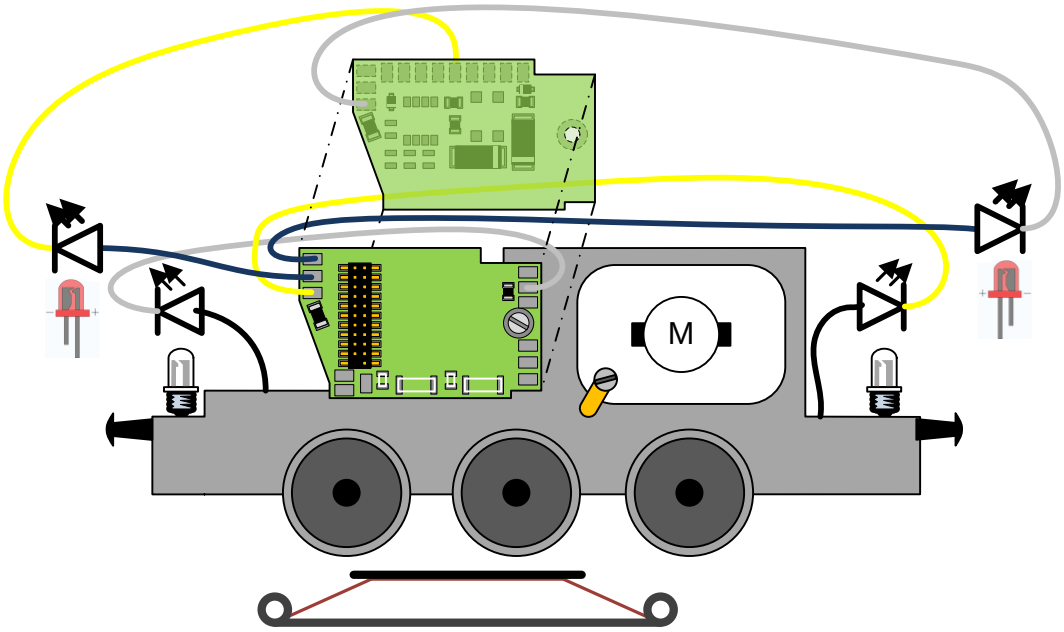
Danach messen Sie den Widerstand des Potentiometers:



R3 bzw. R6 gemäß dem ermittelten Wert bestücken. Die SMD-Widerstände sind im Elektronik-Handel erhältlich.

3.3.4 Entflacker-Option und rotes Schlußlicht

Man kann z.B. die stabilisierten Ausgänge der Entflackerfunktion parallel zu den normalen Lichtausgängen benutzen, um die Lok mit roten Schlusslichtern auszustatten.



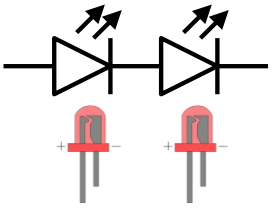
In diesem Bild ist das 3-Licht Spitzensignal mit jeweils einer Schraub-LED an die stabilisierten Ausgänge angeschlossen.

Wenn man eine Lok mit rotem Schlusssignal ausrüsten will, dann muss man den Leuchtkörper im Lokgehäuse so trennen, dass das obere Licht von den unteren beiden Lichtern des 3-Licht-Spitzensignal getrennt ist. Meist lässt sich dazu der Kunststoff-Lichtleiter aus dem Gehäuse drücken und man kann mit einer Kleinbohrmaschine den Leuchtkörper so trennen, dass die weiße LED in der Fassung beide Teile des Leuchtkörpers beleuchtet. Für das rote Rücklicht eine oder zwei kleine LEDs am unteren Teil des Leuchtkörpers befestigen. Diese LEDs können dann - wie oben gezeigt – an den normalen Lichtausgängen angeschlossen werden. Das hintere Schlusslicht an "Licht_H", das vordere Schlusslicht an "Licht_V" anschließen. So erfolgt automatisch die Umschaltung mit dem Fahrrichtungswechsel. Die Anoden der LEDs mit "Decoder+" verbinden.

Unbedingt beachten, dass hier die Vorwiderstände R1 (Licht_V) und R4 (Licht_H) angepasst werden müssen. Sinngemäß kann man auch die Methode von Kapitel "Dimensionierung Vorwiderstand LED" heranziehen.

$$R = \frac{18\text{V}}{I}$$

Für den Strom I durch die LED 5 … 10mA ansetzen.



Verwendet man jeweils 2 LEDs, dann diese hintereinander und nicht parallel verschalten!

Selbstverständlich kann man die LEDs auch an die Ausgänge Aux1, Aux2 anschließen. Dann müssen die zusätzlichen Vorwiderstände in die Verkabelung integriert werden.

3.4 Aux-Option

Die Aux-Option wird bei Decodern benötigt, die Aux3 und Aux4 als Logikausgang ohne Leistungsverstärker bereitstellen (z.B: LokPilot von Esu).

Zusätzlich zur Basisfunktion:

Benötigte Bauteile	R9, R10, R11, R12, B1, T1
Funktionen	Bereitstellung von Aux3 und Aux4
Pads	Aux-Ausgänge 3+4 (Aux3, Aux4) Versorgungsspannung (2x Platine+)

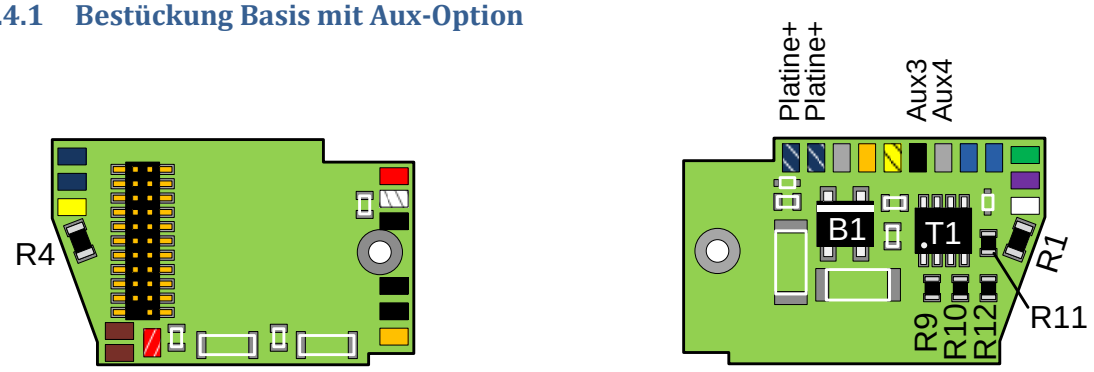
Viele Decoder stellen die Ausgänge Aux3 und Aux4 nur als logische Ausgänge ohne Treiberstufen zur Verfügung. Dies entspricht der Norm NEM660, welche die MTC21-Schnittstelle beschreibt. Bestückt man auf *converts* die Aux-Option kann man mit diesen Ausgängen Lasten schalten. Der maximale Strom ist dabei für Aux3 und Aux4 maximal 500mA. Der Summenstrom beider Ausgänge darf ebenfalls 500mA nicht überschreiten.

Eine Besonderheit dieses Designs stellt ein separat verfügbarer Gleichrichter auf *converts* dar. So wird vermieden, dass der Strom über Aux3/4 den Gleichrichter und die Anschlüsse auf dem Decoder überlasten können.

Hinweis: Die Verbraucher an Aux3 und Aux4 müssen immer gegen Platine+ oder (mit Leistungsverringerung) der Lokmasse verschaltet werden, nicht gegen Decoder+!

Bei bestückter Aux-Option kann man Decoder mit Schaltausgängen an Aux3/Aux4 aufstecken, ohne dass diese Schaden nehmen. Wegen der Inkompatibilität der Signale können diese aber die Endstufe der Aux-Option nicht ansteuern, so dass die Verbraucher an Aux3 und Aux4 nicht aktivierbar sind. Die Aux-Option kann man nachträglich deaktivieren und überbrücken, siehe Kapitel 0.

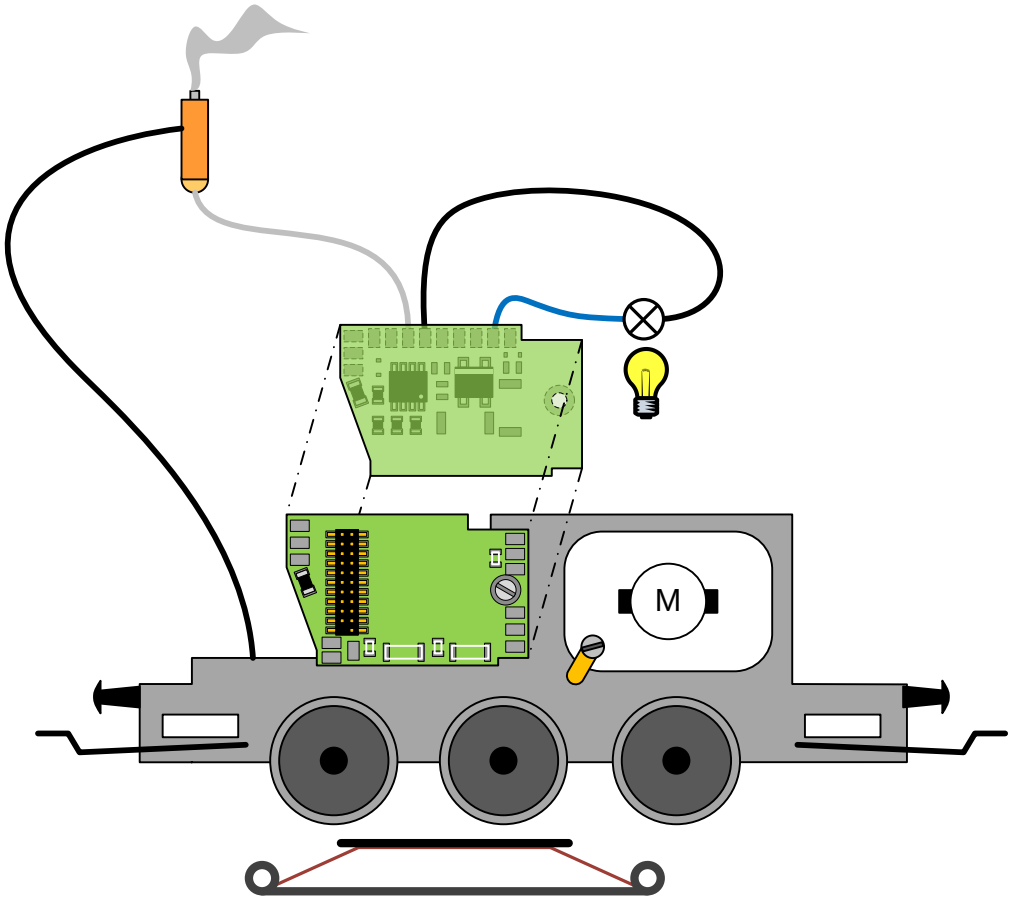
3.4.1 Bestückung Basis mit Aux-Option



Bitte beachten Sie die richtige Polung des Gleichrichters B1. Der weiße Balken auf dem Gehäuse muss nach oben zu den Pads zeigen.

Auch die Leistungstransistoren T1 haben eine Polung. Pin1 ist mit einem Punkt gekennzeichnet, der zur Platinenmitte zeigen muss.

3.4.2 Schaltbild Aux-Option

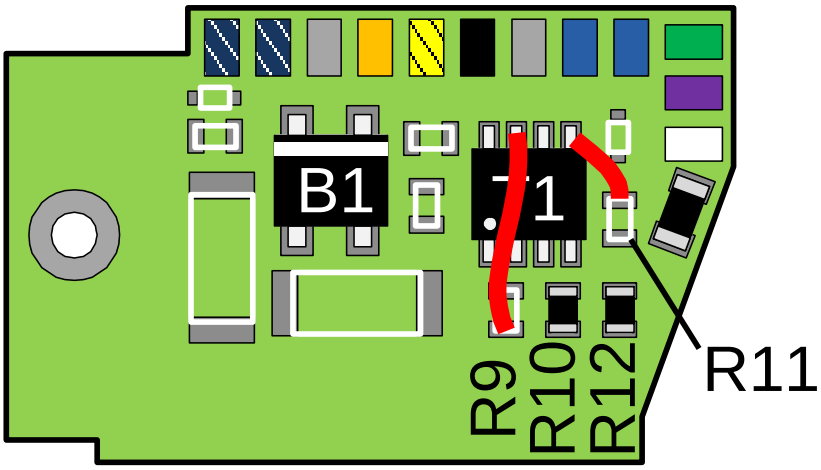


Hier wurde an "Aux4" ein Rauchgenerator angeschlossen, der einseitig über das Gussgehäuse mit der Lokmasse verbunden ist. Wenn möglich, sollte man die Verbraucher von Aux3 und Aux4 – wie mit dem weiteren Licht an "Aux3" dargestellt – gegen "Platine+" verschalten.

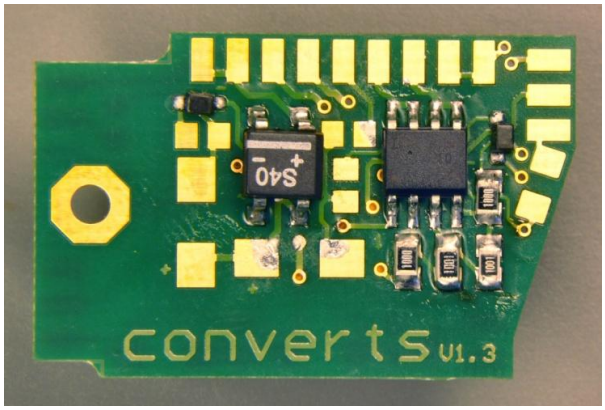
Beachten Sie auch, dass für Aux3 und Aux4 die Versorgungsspannung "Platine+" und nicht "Decoder+" verwendet werden muss. So wird der interne Gleichrichter des Decoders nicht überlastet.

3.4.3 Deaktivierung der Aux-Option für Decoder mit Schaltausgängen

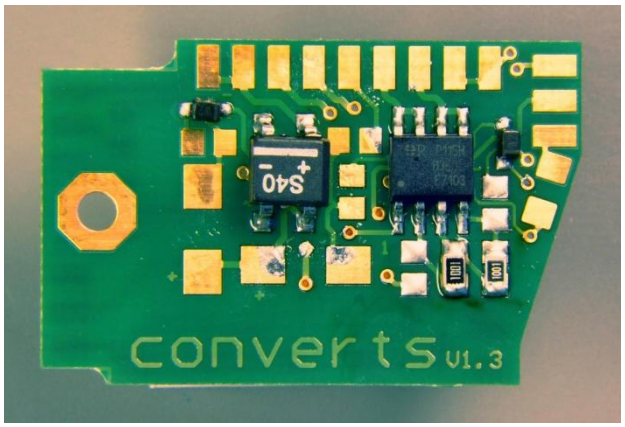
Hat man die Aux-Option bestückt, dann ist *converts* für die Verwendung von Decodern mit Logikausgängen bei Aux3 und Aux4 konfiguriert. Will man nachträglich einen Decoder mit integriertem Verstärker (Schaltausgängen) verwenden, der nicht der Norm NEM660 entspricht, so muss man die Aux-Option deaktivieren und eine direkte Verbindung vom Decoder zum Anschlusspad schaffen.
Dazu sind die Widerstände R9 und R11 zu entfernen und zwei Lötbrücken einzufügen.



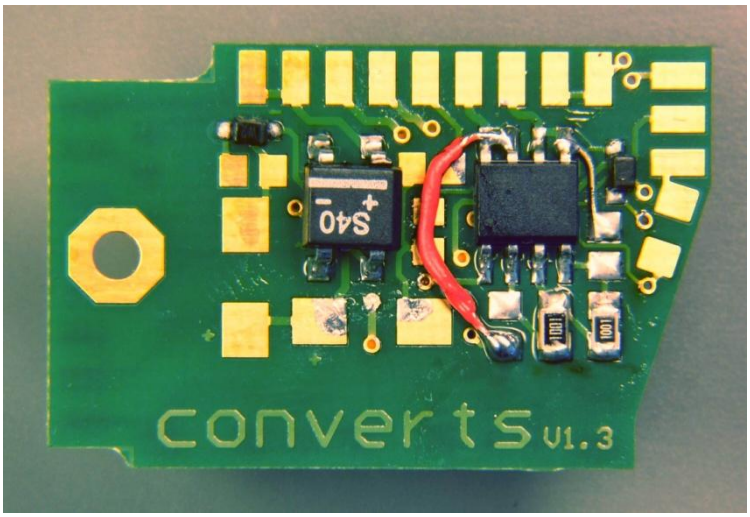
R9 und R11 müssen entfernt und die beiden Drahtbrücken eingelötet werden



converts mit bestückter Aux-Option



R9 und R11 wurden entfernt



Danach die beiden Drahtbrücken einlöten.
Es kann an T1 entweder Pin 5 oder 6, bzw. Pin 7 oder 8 verwendet werden.

Achtung: Wegen der Inkompatibilitäten der Ausgangssignale darf auf eine so modifizierte Platine kein Decoder mit Logikausgang (z.B. LokPilot von Esu) aufgesteckt werden. Dies hätte unter Umständen eine Zerstörung des Decoders zur Folge, da über die externe Last die 20V Versorgungsspannung auf den Logikausgang geschaltet wird.
Wir empfehlen auf der Steckerseite der Platine einen Aufkleber anzubringen, der ein versehentliches Aufstecken eines solchen Decoders verhindert!

3.5 Puffer-Option

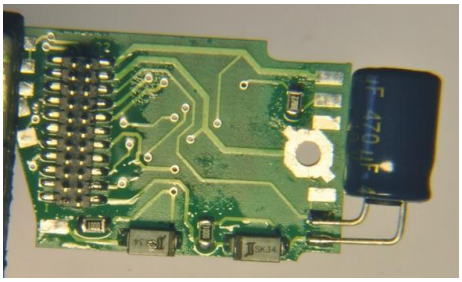
Zusätzlich zur Basisfunktion:

Benötigte Bauteile	R7, R8, D3, D4 Zusätzliche externe Pufferkondensatoren 470µF/10V für Decoder Betriebsspannung 2200µF/25V für Decoder Versorgungsspannung
Funktionen	Puffer der Versorgungsspannungen bei kurzen Stromunterbrechungen
Pads	C für Decoder-Betriebsspannung (C+5V, Decoder_GND) C für Versorgungsspannung (C+20V, Decoder_GND)

Die meisten Hersteller von Decodern empfehlen den Einsatz von zusätzlichen Puffer-Kondensatoren für die Speicherung der Energie, wenn kurzzeitig die Lok keinen Strom mehr erhält. Dies kann z.B. bei oxidierten Gleisen oder der Überfahrt über eine Weiche vorkommen.
Nun sind die Decoder nicht alle gleich aufgebaut. Die hier implementierte Schaltung ist so dimensioniert, dass sie mit allen gängigen Decodern zurechtkommt, die erzielte Wirkung ist aber von Decoder zu Decoder unterschiedlich. Im Anhang befindet sich eine Liste von gebräuchlichen Typen und eine Bewertung, wie gut die Puffer-Option wirkt.

Bitte beachten: Die Kondensatoren werden durch den Decoder nicht vollständig entladen. Niemals den Decoder mit einem metallischen Gegenstand (Schraubenzieher) aus dem Sockel hebeln. Der Kondensator könnte noch Stunden eine Restladung enthalten und ein Kurzschluss könnte somit den Decoder zerstören!

Die Wirkung der Puffer-Schaltung geschieht wirkt prinzipiell auf zwei Ebenen. Zum einen wird die interne Decoderbetriebsspannung (5V), mit dem der Prozessor auf dem Decoder arbeitet, gestützt. Dies soll kurze Spannungsunterbrechungen vermeiden, die einen Reset des Decoders und damit Ruckeln oder plötzliches Anhalten zur Folge haben kann. Dazu dient der 470µF Kondensator, der meist noch im Lichtraum des Umschaltrelais Platz hat und direkt an die Lötpads der converts-Platine angelötet werden kann wie im folgenden Bild dargestellt:



Zum anderen kann auch die Energie für die Verbraucher (Motor, Beleuchtung) während einer Unterbrechung zwischengespeichert werden. Da der Stromverbrauch um Vergleich zum Decoder selbst um ein Vielfaches höher ist, kommt hier ein 2200µF Kondensator zum Einsatz.
Die meisten Decoder generieren sich die interne 5V Betriebsspannung aus der Versorgungsspannung für die Verbraucher, dann wirkt der dieser Kondensator gleichzeitig für die 5V und der 470µF Kondensator muss nicht eingebaut werden. Dies funktioniert leider nicht bei allen Decodern, wie die Testergebnisse in Tabelle 6.1 im Anhang zeigen.

Um einen Kompromiss zwischen Größe und möglichst hoher Wirkung zu schaffen, wurde der Kondensator auf 2200µF dimensioniert. Verwendet man kleinere Kondensatoren (bei gleicher Spannungsfestigkeit), so lassen diese sich unter Umständen leichter in der Lok verbauen, die Pufferwirkung ist aber entsprechend geringer (halbe Kapazität, halbe Wirkung). Im konkreten Fall sollte der Modelleisenbahner selbst herausfinden, was für sein Modell die angemessene Lösung ist.

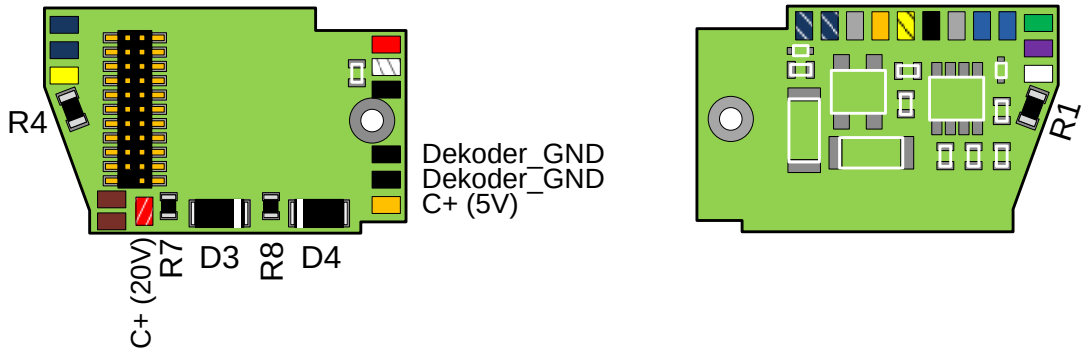
Einige Decoder – wie der mLD von Märklin – entnehmen ca. 150ms nach einer Spannungsunterbrechung keine Energie mehr aus dem 2200µF Kondensator. Die Ladung und damit die Spannung bauen sich nur sehr langsam ab (1/2h und länger). Wird ein Decoder häufig gewechselt, so empfiehlt sich zur Sicherheit parallel zu diesem Kondensator eine LED mit 2,7kΩ Vorwiderstand anzuschließen. Zum einen sieht man dann, dass noch eine Ladung vorhanden ist, zum anderen wird der Kondensator definiert entladen. Die LED vermindert die Wirkung des Kondensators im Betrieb nicht.

Hinweis: einige Decoder (z.B. von ESU) lassen sich nicht mehr über das Gleis programmieren, wenn die Puffer-Option verbaut ist. Dies ist an der entsprechenden Stelle in der Bedienungsanleitung des Decoders vermerkt. Eine Programmierung kann dann nur erfolgen, wenn man jeweils einen Anschluss der Kondensatoren abklemmt. Alternativ kann der Decoder abgenommen werden und entweder über einen Prüfboard oder einer weiteren converts-Basisplatine, die direkt mit dem Programmiergleis verbunden ist, programmiert werden.

Auf *converts* finden die Bauteile Platz, die zum Betrieb der Kondensatoren notwendig sind. Diese begrenzen den Ladestrom, so dass sich keine negativen Auswirkungen auf den Anlagenbetrieb ergeben.

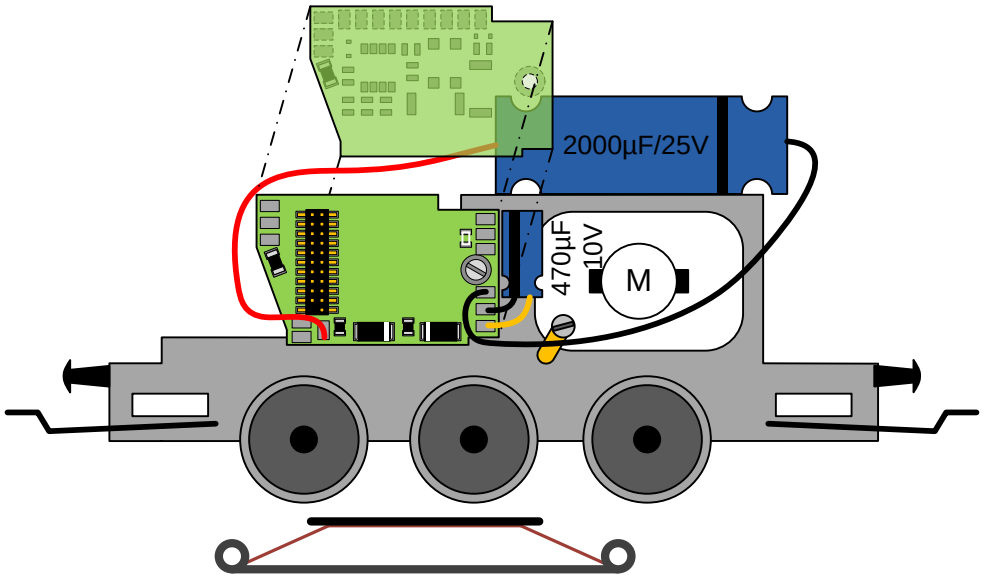
In Platinenversion 1.2 ist das Pad "C+20V" an der Stelle, wo ab Version 1.3 die Lautsprecherpads "LS_A" und "LS_B" platziert sind.

3.5.1 Bestückung Basis mit Puffer-Option



Die Dioden D3 und D4 müssen richtig herum eingelötet werden. Die Kathoden (weiße Markierung auf Gehäuse) müssen zueinander in Richtung R8 zeigen.

3.5.2 Schaltbild Puffer-Option



Der 470µF Kondensator wird direkt an die Platine angelötet. Darauf achten, dass der Minus-Pol des Kondensators mit "Decoder_GND" und der Plus-Pol mit "C+ (5V)" verbunden wird.

Der große Kondensator wird mit dem Minus-Pol am anderen "Decoder_GND" und mit dem Plus-Pol an "C+ (20V)" angeschlossen.

4 Hinweise zum Auf- und Einbau

4.1 Bestückung

Den Bestückungsplan und die Stückliste finden Sie im Anhang unter „Bestückungsplan und Bauteile“.

Achten Sie auf die richtige Polung. Im Bestückungsplan können Sie die Markierungen der Bauteile erkennen. Dies betrifft Con1, C1, C2, D1, D2, D3, D4, T1, B1.

Bei der Bestückung der Bauteile sollte man erst die Rückseite, dann die Steckerseite bestücken und dabei folgende Reihenfolge einhalten:

1. Falls Entflacker-Option: D1 und D2 (nur vor Version 1.3)
2. Widerstände auf Rückseite:
   Basis: R4
   Entflacker-Option: R2, R5, R6
   Aux-Option: R9, R10, R11, R12
3. Falls Aux-Option: B1 und T1
4. Falls Entflacker-Option: C1, C2
   Unbedingt zuerst C2, dann C1 bestücken, da sonst die eine Seite von C2 nicht mehr zugänglich ist.
5. Widerstände auf Steckerseite:
   Basis: R1
   Entflacker-Option: R3
   Puffer-Option: R7, R8
6. Falls Puffer-Option: D3, D4
7. Stecker CON1

Profis arbeiten mit einem geregelten Elektronik–Lötkolben mit SMD-Spitze und wählen eine Temperatur zwischen 300° und 350°. Aber auch mit einem Fein-Lötkolben Nadel 8W 12, den man am Märklin®-Trafo bei 12V Fahrspannung betreibt, funktioniert es, wenn man auf das im Privatbereich noch zulässige bleihaltige Lot zurückgreift. Die größeren Bauteile (Dioden, Kondensatoren) können mit einer mittleren Spitze gelötet werden, da sie relativ viel Wärme abführen können, dies gilt insbesondere auch für die Kabelanschlüsse am Motor, Schleifer und Lampenfassungen. Die Lötspitze vor jedem Lötvorgang von Zunder befreien.

Immer etwas säurefreies Flussmittel verwenden und nicht zu viel Lot auftragen. Deshalb immer Lot mit integriertem Flußmittel verwenden. Mit einem Lötzinn-Durchmesser von 0,6mm kann man die Menge sehr gut dosieren.

Verzinnen Sie die Lötpads mit ein wenig Zinn, bevor Sie ein Bauteil auflöten. Wenn man das Ende der Lötsauglitze mit viel Lot "tränkt", dann kann man damit sehr einfach die Pads der Bauteile verzinnen. Die getränkte Litze auf das Pad halten und mit dem Lötkolben dann aufdrücken. So gibt die Litze auf der Unterseite etwas Zinn ab und verzinnt so die Pads. Dieser Schritt ist nur dann notwendig, wenn die Pads eine Goldoberfläche haben.

Versehentliche Lötbrücken oder zu viel Lot können leicht mit Lötsauglitze entfernt werden. Eine gute Lötstelle erkennt man am gleichmäßigen Glanz. Halten Sie das Bauteil einen Augenblick länger still, nachdem Sie die Lötspitze weggenommen haben. Das Zinn braucht eine Weile um auszuhärten (ca. 5s). Frühzeitiges Wackeln kann Brüche in der Lötstelle erzeugen.

Geben Sie das Lot nicht direkt auf das Bauteil, sondern lassen Sie es unter der Lötspitze nach vorne kriechen. Der Kapillareffekt zieht dann das Lot zwischen Bauteil und Pad. Nicht zu viel Zinn verwenden. Oft ist weniger mehr…

Löten Sie nicht zu lange an einer Stelle der Platine. Dies könnte das Bauteil oder die Leiterbahnen auf der Platine schädigen.

Beim Löten der 2-poligen SMD-Bauteile erst einmal ein Pad der Platine mit ein wenig Lot benetzen und dann das Bauteil an diesem Pad fixieren. Dabei darauf achten, dass das Bauteil gerade sitzt und vor allem bündig auf der Platine aufliegt. Danach wird das Bauteil am zweiten Pad festgelötet. Unbedingt das erste Pad – falls erforderlich mit etwas Flussmittel – nachlöten.

Ähnlich verfährt man auch mit den mehrpoligen Bauteilen. Nach der Ausrichtung sollte man sie allerdings auch am diagonal gegenüberliegenden Pad fixieren, bevor man beginnt, alle Beinchen anzulöten. So wird ein versehentliches Verrutschen des Bauteils vermieden.

An der Steckerleiste kann man mit dünner Lötsauglitze das überschüssige Lot entfernen, das auf den Anschlussbeinchen sitzen kann. Lot sollte hier nur zwischen der Platine und der Anschlussbeinchen sein, da sonst der Dekoder auf dem Lot aufsitzen könnte.

Hinweis: Falls die Lötpads von Con1 auf der Innenseite sehr viel Zinn aufweisen, müssen Sie diese mit einem Isolierband abkleben, um Kurzschlüsse mit der Decoder-Unterseite sicher zu verhindern.

4.2 Überprüfung Platine

Führen Sie eine Sichtprüfung durch:

- Sind alle Bauteile bestückt?
- Haben alle Bauteile die richtige Orientierung?
- Gibt es Lötbrücken auf der Platine?

Dann sollten Sie – falls noch nicht geschehen – an der Steckerleiste (Con1) den Index-Pin entfernen. Dieser Pin ist auf der Platine mit einem I gekennzeichnet (unten links am Stecker). Wenn der Index-Pin nicht entfernt wurde, kann der Decoder nicht aufgesteckt werden. Dieser Pin verhindert eine versehentliche Verpolung beim Aufstecken des Decoders auf *converts*.

Überprüfen Sie die Steckerleiste (Con1) auf Kurzschlüsse: Nehmen Sie ein Ohmmeter mit akustischem Durchgangsprüfton und überprüfen Sie, ob es Kurzschlüsse zwischen den Pins gibt. "Klingeln" Sie die Pins durch…

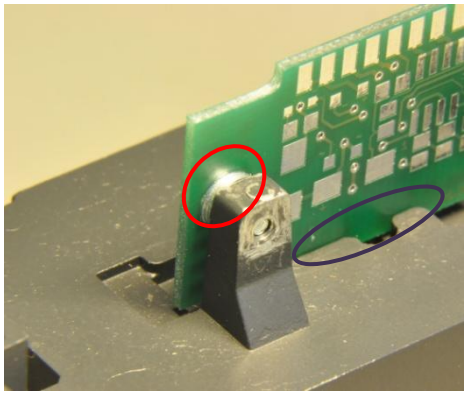
Eingebaute Dioden können noch einmal mit einem Multimeter überprüft werden. Defekte Dioden zeigen einen Kurzschluss in beiden Richtungen auf. Ist die Diode ok, dann hat sie in der Durchgangsrichtung (Comon-Anschluß des Multimeters an der markierten Seite der Diode) einen Widerstand unter 1kΩ, in Gegenrichtung ist der Widerstand unendlich.

4.3 Einbau

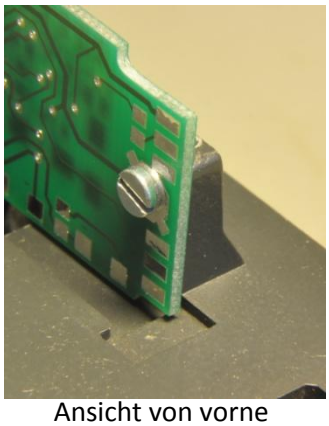
Kontrollieren Sie beim Einbau, dass keine Leiterbahnen der Platine oder Bauteile von *converts* oder des Decoders mit dem Metall-Lokrahmen oder -Lokgehäuse in Berührung kommen. Kleben Sie fragliche Stellen im Zweifel ab, ein Kurzschluss kann jeden Decoder zerstören.

Benutzen Sie eine Schraube M2 mit 4 – 6mm Länge. Die alte Schraube des Umschaltrelais ist i.d.R. zu lang und muss gekürzt werden, damit sie nicht auf der gegenüberliegenden Seite des Chassis hinausragt und die Lok beschädigt oder eine Montage des Gehäuses verhindert.

Manchmal ist es notwendig, zwischen Platine und Chassis Unterlegscheiben einzufügen, damit die Platine gerade und ohne Verspannung eingebaut werden kann. Hier ein Beispiel:

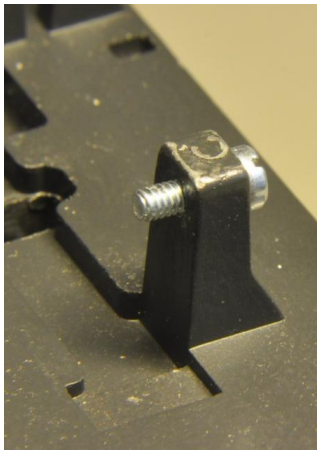


Im blau markierten Bereich liegt die Platine auf. Deswegen sind Beilagscheiben einzufügen, damit *converts* gerade sitzt.

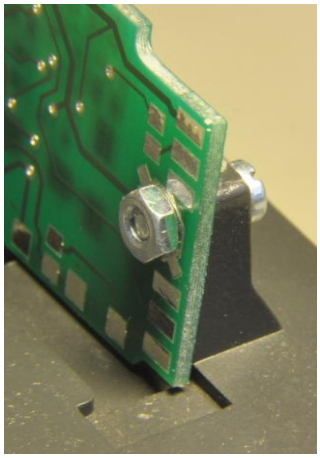


Ansicht von vorne

In Lokomotiven mit sehr kleinem Bauraum und sehr tief sitzender Aussparung für das Umschaltrelais kann es erforderlich sein, zuerst den Decoder aufzustecken und danach *converts* in die Lokomotive zu schrauben. Dies ist bei den normalen Decodern (z.B. ESU LokPilot®) kein Problem. Schwieriger wird es, wenn sehr lange Decoder, wie z.B. LokSound® 3.5, aufgesteckt werden, da diese die Schraube verdecken. In diesem Fall kann man eine Messingmutter M2 auf der Decoderseite von *converts* auflöten und mit einer langen Schraube von der anderen Seite des Lok-Chassis *converts* festschrauben.

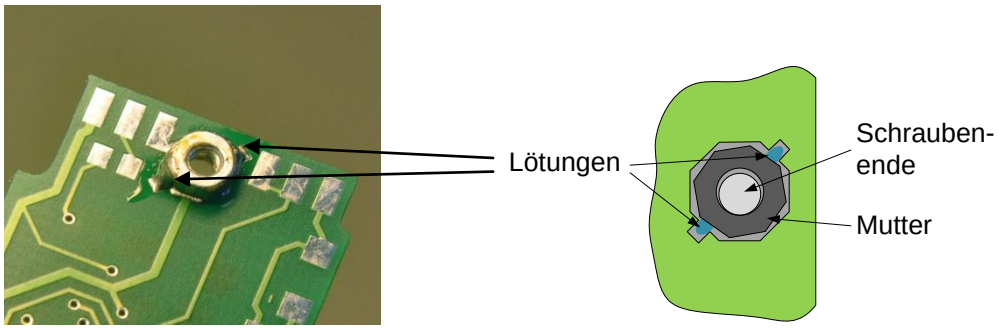


Zuerst von hinten eine Schraube einschrauben



Dann *converts* aufstecken und mit einer Mutter festschrauben

Im Notfall das Schraubgewinde aus dem Lokrahmen ausbohren, eine Senkkopf-Schraube verwenden und soweit ansenken, dass der Kopf gerade im Chassis verschwindet. In diesem Fall empfiehlt es sich die Mutter auf der Platine festzulöten. Dafür sind zwei Pads an der Bohrung vorhanden.



Kürzen Sie auch in diesem Fall die Schraube so, dass sie nicht zu lang ist und einen Kurzschluss am Decoder erzeugen könnte.

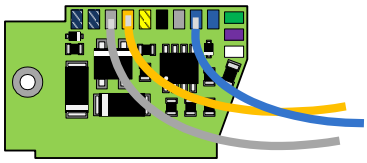
4.4 Verkabelung

Sie können die Verkabelung vor oder nach der Montage von *converts* durchführen. Einige Pads, z.B. der Stromversorgung, lassen sich besser im ausgebauten Zustand verlöten.

Gehen Sie schrittweise vor: verkabeln Sie erst die Versorgungsspannung und dann eine Funktion, die sich relativ leicht testen lässt (z.B. Motor oder Stirnbeleuchtung). Nehmen Sie danach das Gesamtsystem in Betrieb (siehe "Inbetriebnahme") und schließen Sie danach Schritt für Schritt die nächsten Funktionen an (weiteres Licht, Motor, etc.). Testen Sie jede Funktion nach deren Verkabelung.

Bitte beachten Sie bei der Verkabelung noch folgende Tipps:

- Benutzen Sie Kabel mit verschiedenen Farben, um sie unterscheiden zu können.
- Machen Sie die Anschlusskabel nicht zu kurz, damit Sie keinen Zug auf die Kabel erzeugen, wenn Sie das Lokgehäuse schließen. Achten Sie auf Stege im Gehäuse, die Kabel quetschen können.
- Verzinnen Sie das Anschlusspad bevor Sie ein Kabel anlöten. Nehmen Sie dazu ausreichend Lot, da das Kabel oft noch Lot absaugt.
- Verdrillen Sie die Kabelenden nach dem Abisolieren und verzinnen Sie das Kabelende.
- Kürzen Sie das verzinnte Ende auf 2-3 mm.
- Achten Sie beim Anschließen der Kabel darauf, dass das Gehäuse wieder aufgesetzt werden muss. In der Regel ist es ratsam, die Kabel an die Anschlusspads der Platinen-Rückseite von unten heranzuführen.



- Wenn Sie das Kabel anlöten, so achten Sie darauf, dass das Kabelende keinen Kurzschluss mit elektronischen Bauteilen oder den Durchkontaktierungen der Platine verursacht. Diese sind nicht mit Lötstopplack isoliert!
- Verwechseln Sie nicht die Ausgänge von "Licht_V" mit "Licht_V_Stab", bzw. "Licht_H" mit "Licht_H_Stab". Die stabilisierten Ausgänge sind nur für eine Leuchtdiode bis max. 15mA mit integriertem Vorwiderstand ausgelegt. Höhere Ströme führen zur Überhitzung und Zerstörung von Bauteilen.

Überprüfen Sie mit einem Multimeter, ob Sie Kurzschlüsse zwischen benachbarten Pins haben und führen Sie noch eine Sichtprüfung durch, ob die Kabel gut und sicher angelötet sind. Kalte Lötstellen schleichen sich beim Löten von Kabeln schnell ein und führen kurz oder lang zu Problemen.

4.5 Inbetriebnahme

Sie sollten nach der Verkabelung der Stromversorgung und einer einfach anzusteuernden Funktion (z.B. das Licht) die Lok in Betrieb nehmen.

Stellen Sie die Lok auf das Gleis. Schaltet die Digitalzentrale ab, so ist in der Lok ein Kurzschluss aufgetreten. Überprüfen Sie die Verkabelung und die Platine. Eventuell ist eine Lötbrücke am Con1 zwischen den Pins 20 und 21.

Überprüfen Sie mit dem Finger die Decoder-Temperatur. Wird der Decoder schnell heiß, so liegt ein Verdrahtungsfehler oder ein Kurzschluss gegen Lokmasse vor. Überprüfen Sie die Verdrahtung. Berührt die Platine oder ein nicht isoliertes Kabelende die Lokmasse? Gibt es einen Kurzschluss

zwischen zwei benachbarten Leitungen? Haben Sie die Lötpads auch nicht verwechselt (Vorder-/Rückseite, links/rechts)?

Ist es möglich die Lok anzusteuern und das Licht an-/auszuschalten? Wenn nein, vielleicht hilft folgende Checkliste:

- Ist die Digitalzentrale an und der Ausgang mit der Lok verbunden?
  Eventuell durch Birnchen auf der Schiene testen.
- Ist die richtige digitale Adresse der Lokomotive ausgewählt?
  Eventuell Adresse im Handbuch des Decoderherstellers nachlesen oder Decoder resetten.
- Ist das Licht aktiviert?
  Beleuchtung einschalten.
- Wurde vorwärts und rückwärts verwechselt?
  Ggf. Fahrtrichtung umschalten.
- Stromversorgung richtig angeschlossen?
  Mit einem Digitalmultimeter bei abgezogenem Decoder an der MTC21-Stiftleiste nachmessen: zwischen Pin 21 und Pin22 müssen ca. +15V Gleichspannung messbar sein. (Wenn die Anzeige nicht stabil ist, so liegt das an den übertragenen Nachrichten und ist ok). Pin22 (Schleifer) muss im Bezug zu Pin21 (Lokmasse) negatives Potenzial haben!
- Licht richtig verkabelt?
  Verkabelung überprüfen. Die Anschlüsse Platine+ sind nur für Aux3 und Aux4 vorgesehen!
- Haben Sie auch nur kurzzeitig einen Kurzschluss auf einem flackerfreien Lichtausgang erzeugt? Z.B. gegen Lokmasse oder gegen einen anderen Anschluß?
  Überprüfen Sie mit einem Multimeter die Kondensatoren C1 und C2 auf der Platine, ob sie kurzgeschlossen sind. Die gepolten Kondensatoren reagieren sehr empfindlich auf Gegenspannung!
  Ist C1 defekt, dann C1 und R2 austauschen,
  ist C2 defekt, dann C2 und R5 austauschen.

5 Allgemeine Hinweise

Bitte überprüfen Sie sorgfältig die richtige Bestückung, Verkabelung, die ordnungsgemäße Bestückung der Bauteile und den sachgerechten Einbau. Für die Beschädigung von Decodern oder Lokomotive wird keine Gewährleistung übernommen.

Sollten Bauteile in den Bausätzen fehlen, defekt oder falsch sein, so kontaktieren Sie bitte den Lieferanten oder senden Sie eine email an die unten aufgeführte Adresse.

Verwendete Firmenbezeichnungen und Bezeichnungen von Fremdprodukten sind Markenzeichen oder eingetragene Markenzeichen der jeweiligen Hersteller.

Märklin® ist eine eingetragene Marke der Firma Gebr. Märklin und Cie.GmbH, Postfach 860, 73008 Göppingen, DE

DELTA® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Firma Gebr. Märklin & Cie. GmbH, Postfach 860, 73008 Göppingen, DE

LokPilot® ist eine eingetragene Marke der Firma ESU electronic solutions Ulm GmbH & Co. KG, Industriestraße 5, 89081 Ulm, DE.

LokSound® ist eine eingetragene Marke der Firma ESU electronic solutions Ulm GmbH & Co. KG, Industriestraße 5, 89081 Ulm, DE.

Alle Bauteile inkl. der Platine sind RoHS konform.

	Nicht geeignet für Kinder unter 3 Jahren wegen funktionsbedingter scharfer Kanten und Spitzen! Enthält verschluckbare Kleinteile! Not suitable for children under 36 months. Ne convient pas aux enfants en dessous de 36 mois.

CE

Jede Haftung für Schäden und Folgeschäden durch nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch, Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung, bauliche Veränderungen, Gewalteinwirkung, Überhitzung, Überlastung, Feuchtigkeitseinwirkung u.ä. ist ausgeschlossen.

Dipl. Ing. Robert Friedrich

www.converts.eu

info@converts.eu

6 Anhang

6.1 Liste Decoder mit MTC21-Schnittstelle

				unterstützte Protokolle				Puffer-Option		unterstützte Schaltausgänge				
Hersteller	**Decoder-Name**	**Best-Nr**	**Sound**	**DCC**	**MM**	**mfx (M4)**	**SX/SX2**	**470µF?**	**Puffer-wirkung**	**Aux1**	**Aux2**	**Aux3**	**Aux4**	**LxBxH in mm**
Märklin®	mfx-Decoder	60922	ohne	-	ja	ja	-			ja	ja	-	-	22,0x15,6x**7,0**
Märklin®	mLD-Decoder	60942	ohne	ja	ja	ja	-	ja	😐	ja	ja	BR	BR	23,0x**16,6**x5,1
Doehler&Haas	Lokdecoder DHP 260	DHP260	ohne	ja	ja	-	ja/ja			ja	ja	BR	BR	22,2x15,7x5,7
ESU	LokPilot® basic	52690	ohne	ja	-	-	-	nein	☺	ja	-	-	-	25,5x15,5x4,5
ESU	LokPilot® V3.0	52614	ohne	-	ja	-	ja/-	ja	☹	ja	ja	AO	AO	23,0x15,5x5,0
ESU	LokPilot® V3.0 M4	61601	ohne	-	ja	ja	-	ja	☹	ja	ja	AO	AO	23,0x15,5x5,0
ESU	LokPilot® V4.0	54614	ohne	ja	ja	-	ja/-	nein	☺	ja	ja	AO	AO	21,5x15,8x4,5
ESU	LokPilot® V4.0 DCC	54615	ohne	ja	-	-	-	nein	☺	ja	ja	AO	AO	21,5x15,8x4,5
Kühn	T65-21 (*)		ohne	ja	ja	-	-			ja	ja	BR	BR	20,0x15,3x3,4
Lenz	Silver21+	10321	ohne	ja	-	-	-	nein	☺	ja	ja	BR	-	20,5x15,5x3,9
Lenz	Gold21+	10421	ohne	ja	-	-	-			ja	ja	BR	-	20,5x15,5x3,9
Rautenhaus	Decoder SLX 876	SLX876	ohne	ja	-	-	ja/-			ja	ja	-	-	22,0x15,5x5,5
Tams	LDG-33-Plus	41-03334-01	ohne	ja	ja	-	-			ja	ja	AO	AO	25,5x15,5x5,0
Trix	Decoder 66839	66839	ohne	ja	-	-	ja/-			ja	ja	BR	-	22,0x**16,6**x5,5
Uhlenbrock	IntelliDrive Comfort	76330	ohne	ja	ja	-	-			ja	ja	-	-	20,5x15,5x5,0
Zimo	Decoder MX631C	MX631C	ohne	ja	ja	-	-	nein	☺	ja	ja	AO	AO	20,5x15,5x4,0
Zimo	Decoder MX631D	MX631D	ohne	ja	ja	-	-			ja	ja	BR	BR	20,5x15,5x4,0
Zimo	Decoder MX632C	MX632C	ohne	ja	ja	-	-			ja	ja	AO	AO	28,0x15,5x4,0
Zimo	Decoder MX632D	MX632D	ohne	ja	ja	-	-			ja	ja	BR	BR	28,0x15,5x4,0
Märklin®	mSD-Decoder Spezial	60940	mit	ja	ja	ja	-	nein	☺	ja	ja	AO	AO	23,0x**16,6**x5,1

				unterstützte Protokolle				Puffer-Option		unterstützte Schaltausgänge				
Hersteller	**Decoder-Name**	**Best-Nr**	**Sound**	**DCC**	**MM**	**mfx (M4)**	**SX/SX2**	**470µF?**	**Puffer-wirkung**	**Aux1**	**Aux2**	**Aux3**	**Aux4**	**LxBxH in mm**
Märklin®	mSD-Decoder Dampf	60945	mit	ja	ja	ja	-	nein	☺	ja	ja	BR	BR	30,0x15,6x5,8
Märklin®	mSD-Decoder Diesel	60946	mit	ja	ja	ja	-	nein	☺	ja	ja	BR	BR	30,0x15,6x5,8
Märklin®	mSD-Decoder Elektrisch	60947	mit	ja	ja	ja	-	nein	☺	ja	ja	BR	BR	30,0x15,6x5,8
ESU	LokSound® V3.0 M4		mit	-	ja	ja	-			ja	ja	-	-	30,0x15,5x5,0
ESU	LokSound® V3,5		mit	ja	ja	-	-			ja	ja	-	-	30,0x15,5x5,0
ESU	LokSound® V4	54499	mit	ja	ja	-	-			ja	ja	AO	AO	**30,3**x15,5x5,5
ESU	LokSound® V4 M4	64499	mit	ja	ja	ja	ja			ja	ja	BR	BR	**30,3**x15,5x5,5
Tams	LDG-36-Plus		mit	ja	ja	-	-			ja	ja	AO	AO	34,5x16,0x6,0
Uhlenbrock	IntelliSound Decoder	36030/36430	mit	ja	-	-	-			ja	ja	-	-	30,0x15,5x5,7
Zimo	Decoder MX644C	MX644C	mit	ja	ja	-	-			ja	ja	AO	AO	30,0x15,0x4,5
Zimo	Decoder MX644D	MX644D	mit	ja	ja	-	-			ja	ja	BR	BR	30,0x15,0x4,5

Diese Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständig- und Richtigkeit. Änderungen an der Funktion oder den Abmessungen bleiben den Herstellern vorbehalten. Bitte im Einzelfall die Informationen aus der Decoderanleitung benutzen.

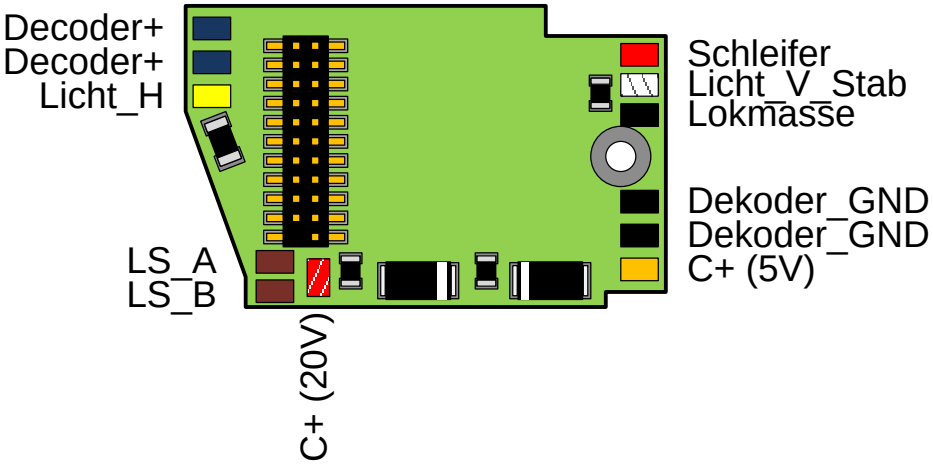
Ist in der Spalte "470µF?" ein "nein", so muss dieser beim Einsatz der Puffer-Option nicht verbaut werden. Die Pufferwirkung wurde qualitativ bei einigen Decodern über verschiedene Messungen ermittelt. ☺ bedeutet eine gute bis sehr gute, 😐 eine mittlere bis mäßige und ☹ eine schlechte bis gar keine Wirkung. Bei Decodern ohne Angaben liegen keine Messwerte vor.

Die Spalten "Unterstützten Schaltausgängen" geben an, ob der Decoder diese Ausgänge ansteuert. Möchte man Aux3 oder Aux4 benutzen, so muss man entweder die Aux-Option (AO) oder die Lötbrücken (BR) implementieren. (–) bedeutet, dass bei dem Decoder generell der Ausgang nicht benutzt werden kann.

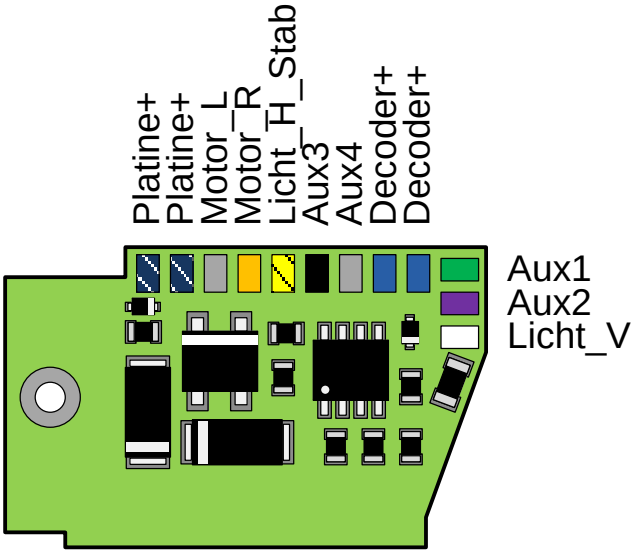
Die bei den Abmessungen fett markierten Werte sind außerhalb der Norm NEM660.

6.2 Bezeichnung Pads

6.2.1 Decoderseite



6.2.2 Rückseite



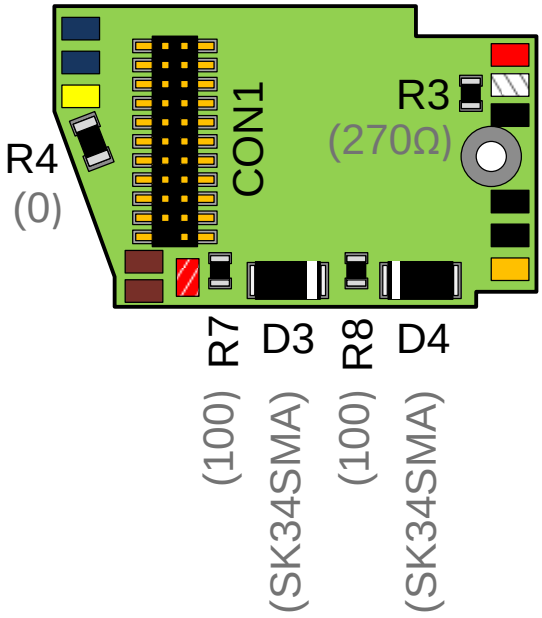
6.3 MTC21 Schnittstelle

Pin	MTC21	Pad-Name	Farbe NEM660	Farbe Märklin	Beschreibung	Unterstützt
1	Input1				Sensor-Eingang 1	nein
2	Input2				Sensor-Eingang 2	nein
3	AUX6				Ausgang 6	nein
4	AUX4	Aux4		braun/weiß	Ausgang 4	ja
5	ZBCLK				Taktgeber Zugbus	nein
6	ZBDTA				Daten Zugbus (TxD, RxD)	nein
7	F0r	Licht_H Licht_H_Stab	gelb	gelb	Licht hinten Licht hinten mit Entflackeroption	ja
8	F0f	Licht_V Licht_V_Stab	weiß	grau	Licht vorne Licht vorne mit Entflackeroption	ja
9	LS/A	LS_A	braun		Lautsprecher Anschluss A	ja (ab v1.3)
10	LS/B	LS_B	braun		Lautsprecher Anschluss B	ja (ab v1.3)
11	Index				Kodierung	ja
12	Vcc	C+ (5V)			Für Puffer-Kondensator interne Decoderspannung	ja
13	AUX3	Aux3		braun/gelb	Ausgang 3	ja
14	AUX2	Aux2	violett	braun/grün	Ausgang 2	ja
15	AUX1	Aux1	grün	braun/rot	Ausgang 1	ja
16	V+	Decoder+ Platine+ C+ (20V)	blau	orange	für Aux1, Aux2, Licht für Aux3, Aux3 für Puffer-Kondensator Betriebsspannung	ja
17	AUX5				Ausgang 5	nein
18	Motor2	Motor_L	grau	blau	Motoranschluss links	ja
19	Motor1	Motor_R	orange	grün	Motoranschluss rechts	ja
20	GND	Decoder_GND		violett	Für Puffer-Kondensatoren	ja
21	Schiene links	Lokmasse	schwarz	braun	Lok- oder Schienenmasse	ja
22	Schiene rechts	Schleifer	rot	rot	Schleiferanschluss	ja

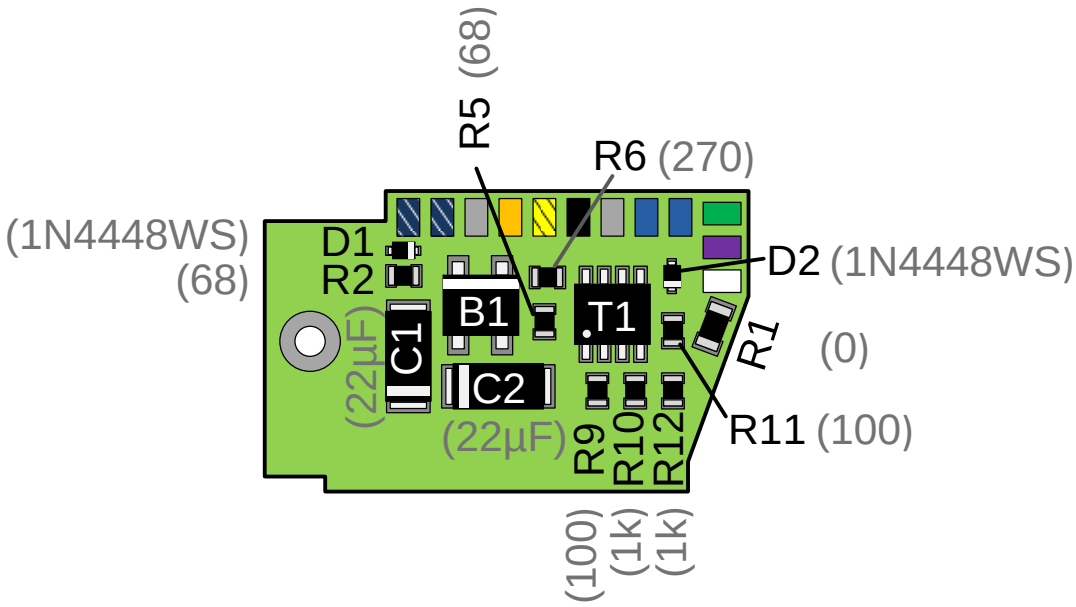
Die in der Spalte „unterstützt“ mit "nein" gekennzeichneten Anschlüsse stehen bei *converts* nur an der Steckerleiste selbst zur Verfügung. Dort kann man im Bedarfsfall am Lötpad des Steckers ein dünnes Kabel anlöten.

6.4 Bestückungsplan und Bauteile

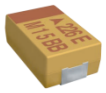
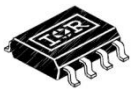
6.4.1 Decoderseite



6.4.2 Rückseite



6.4.3 Stückliste

Bez.	Option	Bauteil	Wert	Bezugsquelle	Bestell-Nr.
B1	Aux	SMD Brückengleichrichter	S 40	BG Electronics	02147
C1, C2	Entflacker	SMD Tantal	22µF 25V 	Bürklin	25D3432
C5	Puffer	Elko extern	470µF 10V	Reichelt	RAD FC 470/10
C6	Puffer	Elko extern	2200µF 25V	Reichelt	RAD 2.200/25
Con1	Basis	SMD-Stiftleiste RM1,27	2x11 polig	Reichelt siehe Fußnote!	SL 2X20G SMD1,27[3]
D1, D2	Entflacker	SMD Diode SOD-323F	1N4448WS	Reichelt	1N 4448 WS
D3, D4	Puffer	SMD Schottky Gleichrichterdiode	SK34SMA	Conrad	161026 - 62
R1, R4	Basis	Widerstand SMD 1206	0 Ω [4]	Reichelt	SMD 1/4W 0.0
R10, R12	Aux	Widerstand SMD 0805	1 kΩ	Reichelt	SMD-0805 1.00K
R2, R5	Entflacker	Widerstand SMD 0805	68 Ω	Reichelt	SMD-0805 68
R3, R6	Entflacker	Widerstand SMD 0805	270 Ω [5]	Reichelt	SMD-0805 270
R7, R8	Puffer	Widerstand SMD 0805	100 Ω	Reichelt	SMD-0805 100
R9, R11	Aux	Widerstand SMD 0805	100 Ω	Reichelt	SMD-0805 100
T1	Aux	Leistungs-MOSFET	IRF 7103 	Reichelt	IRF 7103

[3] Dieser Stecker hat leider nicht die in der MTC21-Norm spezifizierte Höhe. Nicht jeder Decoder lässt sich darauf sauber aufstecken.

[4] Falls als Licht eine LED zum Einsatz kommt, sollte anstelle von 0 auch der entsprechende Vorwiderstand eingefügt werden

[5] Dieser Wert ergibt die maximale Leuchtkraft für die Schraub-LED (BRAWA Best.-Nr. 3401). Durch Erhöhung dieses Wertes kann das Licht hardwaremäßig auf eine niedrigere Helligkeit begrenzt werden. Bei Verwendung anderer LEDs muss darauf geachtet werden, dass der Ausgangsstrom 15mA nicht übersteigt. Dazu kann R4 bzw. R6 angepasst werden.