

Blauzahn 2 Bauanleitung

Bauanleitung für Platinen der Serie „Blauzahn 2“

Version 2.02
Stand 28.6.2010

I. Einleitung.....	2
II. Zusammenbau der Senderplatine	3
A. Stückliste der mitgelieferten Bauteile.....	3
B. Bestückungsplan Bauteilseite Sender.....	3
C. Montagematerial, je nach Einbausituation selbst zu beschaffen:.....	4
D. Hinweise zum Aufbau.....	4
E. Schaltplan Sender.....	10
F. Platinenschilder für das Auffinden der Anschlüsse im Sender.....	11
G. Einbau in das Sendergehäuse.....	12
III. Zusammenbau der Empfängerplatine	13
A. Stückliste.....	13
B. Bestückungsplan Empfänger.....	13
C. Hinweise zum Aufbau des Empfängers.....	14
D. Anschlüsse am Empfänger.....	16
1. Anschluss des Bluetoothmoduls.....	16
2. Anschluss von Servos und Schaltfunktionen.....	17
E. Schaltplan Empfänger.....	20
F. IC-Aufkleber für das Auffinden der Empfängeranschlüsse.....	21
G. Technische Daten.....	21
H. Wenn mehr als 8 Schaltausgänge benötigt werden.....	22
IV. Berechnung von LED-Vorwiderständen.....	23
A. Eine LED.....	23
B. Reihenschaltung.....	23
C. Mehr LED's pro Ausgang.....	24
D. Tricks mit LED-Schaltungen 1: Bilux.....	25
E. Tricks mit LED-Schaltungen 2: Nachglimmen	25
F. Komplette Lichtanlage	26
Letzte Änderungen in der Bauanleitung.....	27

I. Einleitung

Der Aufbau beider Platinen erfolgt in rein konventioneller, bedrahteter Bauweise. Es ist kein einziges SMD- Bauteil verwendet worden. Somit können auch weniger Geübte dank der vorhandenen Lötstopmaske die Platinen mit Erfolg zusammenlöten. Gewisse Grundkenntnisse im Löten, und ein nicht zu großer LötKolben mit relativ feiner Spitze sollten aber vorhanden sein.

Wem noch Grundkenntnisse vom Platinen bestücken und löten fehlen, kann diese problemlos z.B. im Internet nachlesen (siehe z.B. die ersten Seiten in den Bauanleitungen für Elektronikbausätze vom großen „C“, die man dort runterladen kann).

Die Leiterplatten entsprechen bereits der EU-Richtlinie ROHS / WEEE. Dies bedeutet, dass die Platinen bleifrei sind. Auch die Bauteile sind in der Regel bleifrei. Das Zusammenlöten kann somit also mit bleifreiem Lot erfolgen. Wer noch altes, bleihaltiges Elektroniklötzinn hat, kann aber auch dieses problemlos verwenden. In den folgenden Abschnitten wird der Aufbau der Sender- und der Empfängerplatine beschrieben. Die Bezeichnungen passen eigentlich nicht ganz, da die eigentlichen Sende- und Empfangsmodule ja fertig mit CE-Zeichen und FCC-Nummer dazu gekauft werden. Aber wer ist schon Funkamateur und darf so etwas selber bauen und auch betreiben. Diese Module werden über Kabel an die Platinen angeschlossen. In der weiteren Beschreibung bleiben wir aber bei den Begriffen Sender- und Empfängerplatine.

C. Montagematerial, je nach Einbausituation selbst zu beschaffen:

Bezeichnung	Menge
Zylinderkopfschrauben M2,5 x12 zur Befestigung des Displays an der Frontplatte	4
Distanzhülsen innen 2,6, 6mm lang als Abstandshalter Display-Frontplatte	4
Zylinderkopfschrauben M2,5 x 6 zur Befestigung der Platine am Display	4
Sechskant-Distanzhülsen M 2,5 x 10mm als Abstandshalter Platine-Display	4
Taster-Verlängerung, Länge nach Abstand zwischen Frontplatte und Platine bemessen	4

D. Hinweise zum Aufbau

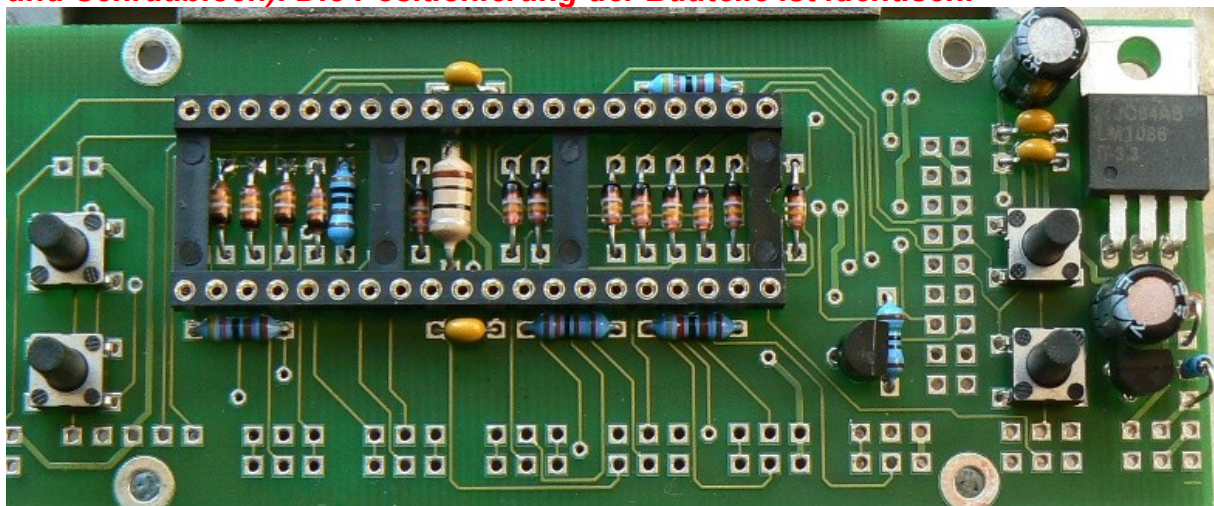
- der Einbau der Senderplatine im Gehäuse kann auch um 180° gedreht erfolgen. Die Displayausrichtung und Tasterbelegung können in der Software angepasst werden.

- beim Aufbau werden zuerst die niedrigen Bauteile in die Platine gesteckt. Dann wird die Platine umgedreht und die Beinchen werden angelötet. Weiter geht es dann mit den nächst höheren Bauteilen usw. Wer den Farbcode für Widerstände nicht beherrscht sieht sich bitte einfach das Bild ganz genau an. Bitte auch die Einbaurichtung der Dioden beachten.

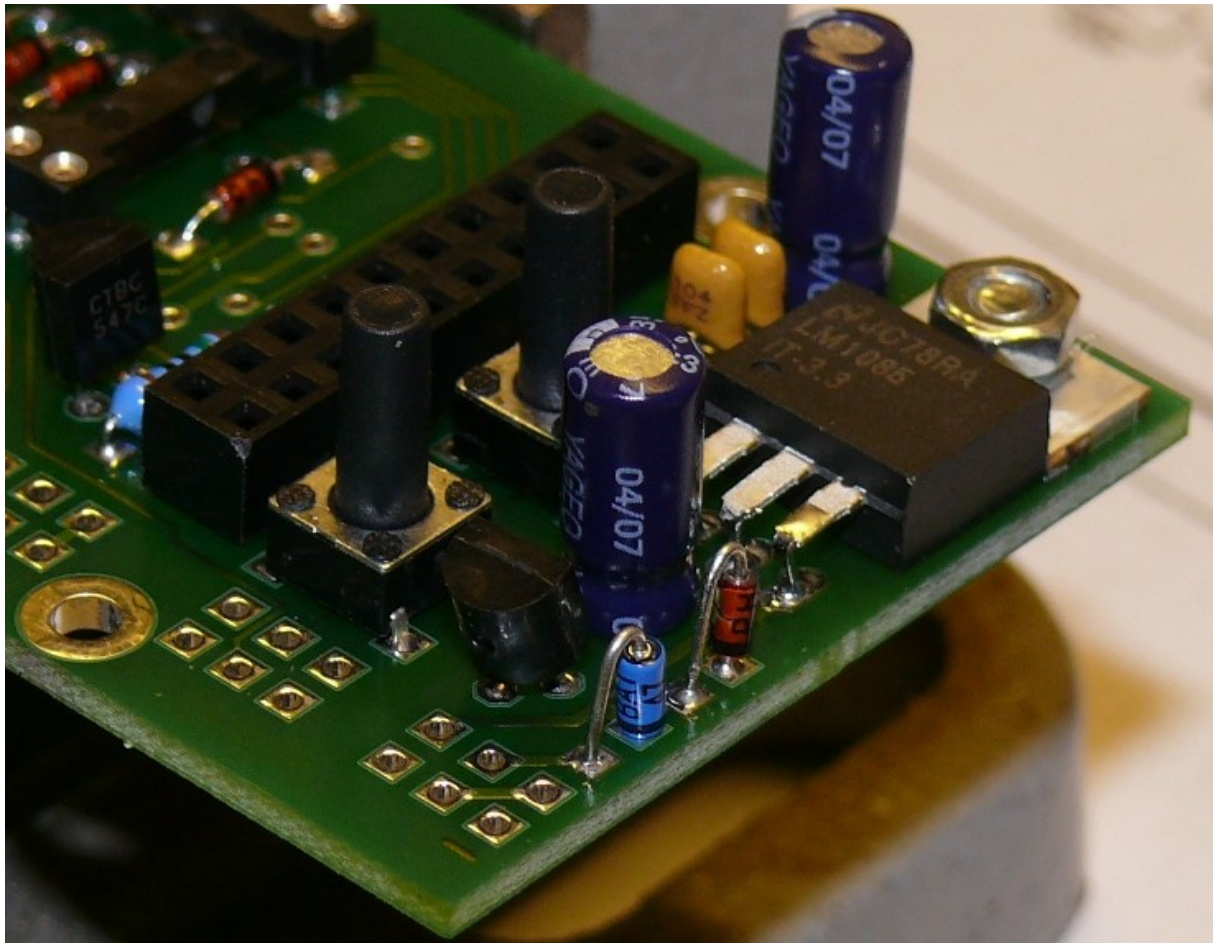
- wer sich bei der Auswahl der Widerstände unsicher ist kann einfach mit einem Multimeter nachmessen. SowaS gibt es ab 9 Euro in Elektronik-Fachgeschäften, die Anschaffung lohnt sich für den Modellbau auf jeden Fall.

Für die Widerstände R2 und R6 ist in früher gepackten Bausätzen der Wert 5k6 statt 4K7 enthalten. Welcher davon eingesetzt wird ist völlig unkritisch, der Wert wurde nur zur einfacheren Lagerhaltung geändert.

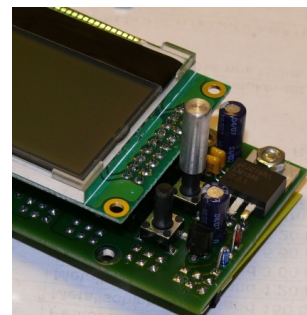
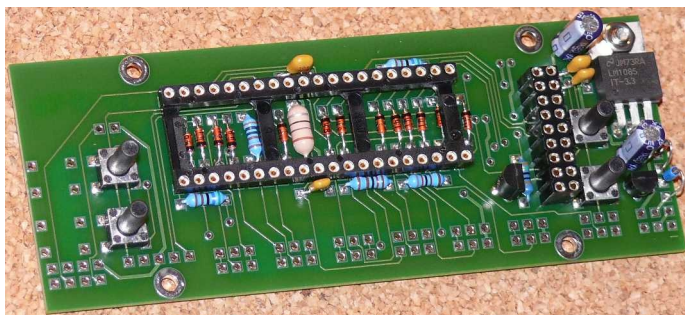
Achtung: Dieses Bild zeigt eine Platine der Serie 1, sie unterscheidet sich jedoch nur im Typ des Spannungsreglers (das Teil rechts mit dem Kühlblech und Schraubloch). Die Positionierung der Bauteile ist identisch.



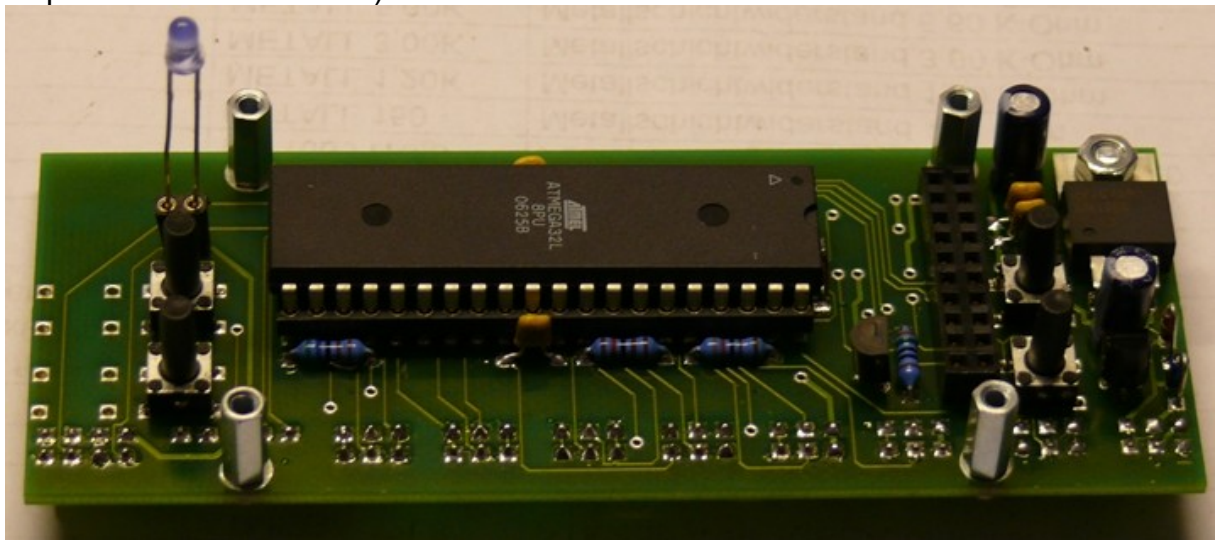
- Die Dioden D8 und D15 werden „stehend“ eingelötet, und zwar so dass der Anschluss mit dem Ring in der Bohrung steckt die dichter am Spannungsregler liegt
- Die großen Kondensatoren müssen unbedingt in der richtigen Richtung eingesetzt werden (Balken mit der „-“ –Markierung zeigt zum Großen IC).



- für die Taster werden je nach Wunsch entweder S1, S2, S3 und S4 oder S1, S2, S3# und S4# bestückt. Sie werden mit leichtem Druck bis auf die Platine gedrückt. Für die Taster werden noch geeignete Verlängerungen benötigt. Diese ragen dann später durch die Frontplatte hindurch.



- für die Led kann man zwei Kontakte eines Dil-IC-Sockels einlöten. So kann man später leichter die Einbauhöhe der Led bestimmen. Sie soll durch die Frontplatte des eigenen Sendergehäuses reichen. Alternativ kann man die Led nicht bestücken und sie an einer anderen, beliebigen Stelle im Sendergehäuse einbauen. Der Anschluss erfolgt dann an einem dafür auf der Rückseite der Senderplatine vorgesehenen Stecker. Die Helligkeit der Led kann durch Verändern von R1 (3K) an die eigenen Bedürfnisse angepasst werden. R1 größer: Led dunkler. R1 kleiner (mindestens 220 Ohm): Led heller.
- für den 40-poligen Prozessor IC1 wird ein Sockel verwendet. Der Baustein muss für Firmware-Updates ausbaubar sein.
- für die Montage der Displaybuchsenleiste werden aus der 20-poligen Buchsenleiste an einem Ende zwei Kontakte entfernt. Das Display benutzt nur 18 Pins, ebenso weist die Platine nur 18 Bohrungen auf. Die Buchsenleiste wird so eingesetzt, dass die dann unbestückten Kontakte nicht die Bohrungen der Anschlussleiste für die Potis und Schalter verdecken.
- Es empfiehlt sich das Display mit 10mm Distanzsäulen sowie der Steckerleiste im Display und der Buchsenleiste auf der Senderplatine zu montieren und dann die Kontakte anzulöten. Hierbei bitte die Buchsenleiste in die Senderplatine und die Stiftheiste in das Display einlöten (diese Anordnung ist wichtig für eventuelle Reparaturen / Teiletausch).

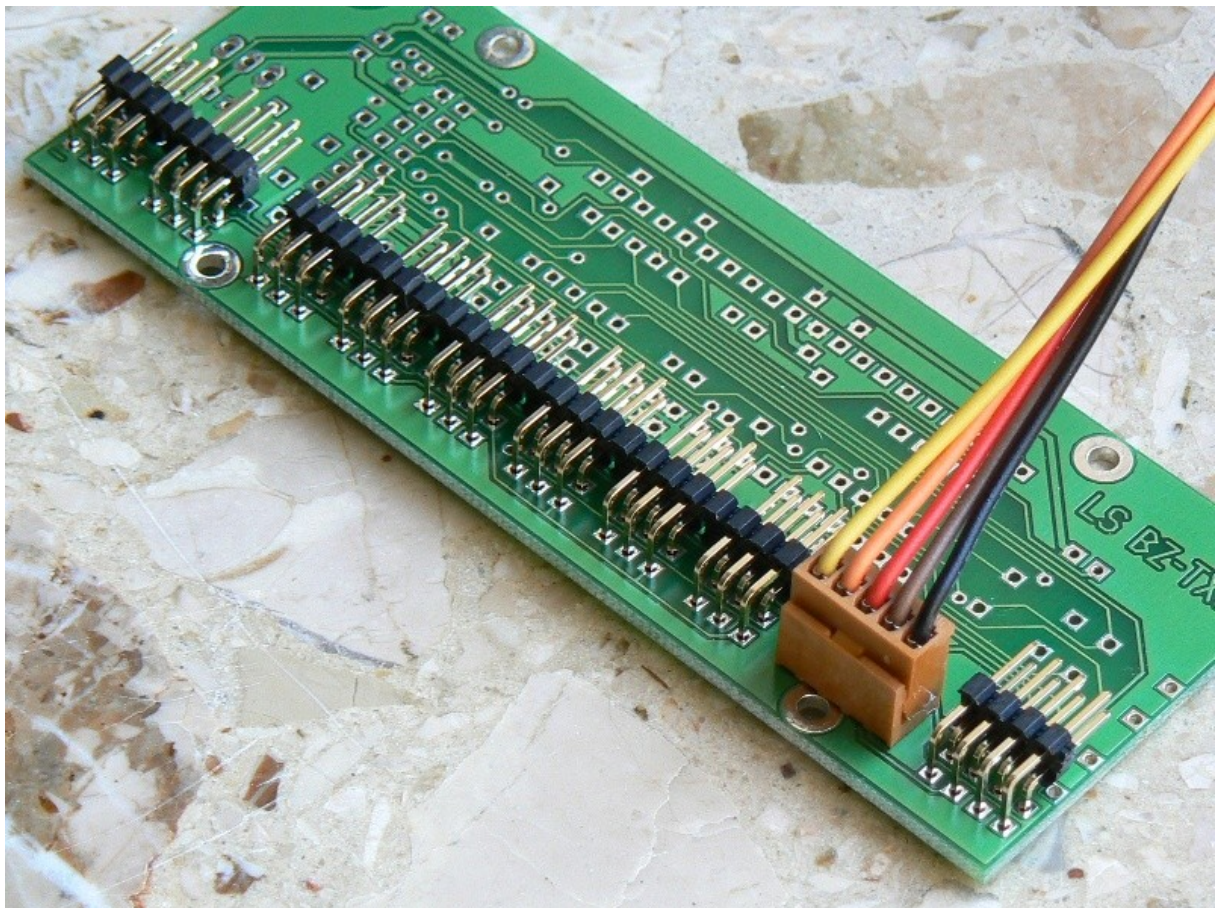


- für die Anschlüsse der Joysticks, Potis, Taster usw. wird auf der Rückseite der Platine eine zweireihige, abgewinkelte Stiftleiste eingebaut. Hierfür werden vor dem Einbau erst einmal die Anschlussbeine auf der Lötseite im Bereich des Steckers zum Display recht kurz abgeschnitten.

Dann wird die Leiste in drei Teile aufgeteilt (siehe Bild unten), und die nicht benötigten Kontakte werden mit einer Spitzzange aus dem Kunststoffkörper gezogen (herausgezogene Kontakte lassen sich - falls man sich verzählt hat – einfach wieder einsetzen, abgeschnittene nicht). Die Leiste kann dann in einem Stück so von unten auf die Platine gelötet werden, dass die Anschlussbeine vom Platinenrand wegzeigen.

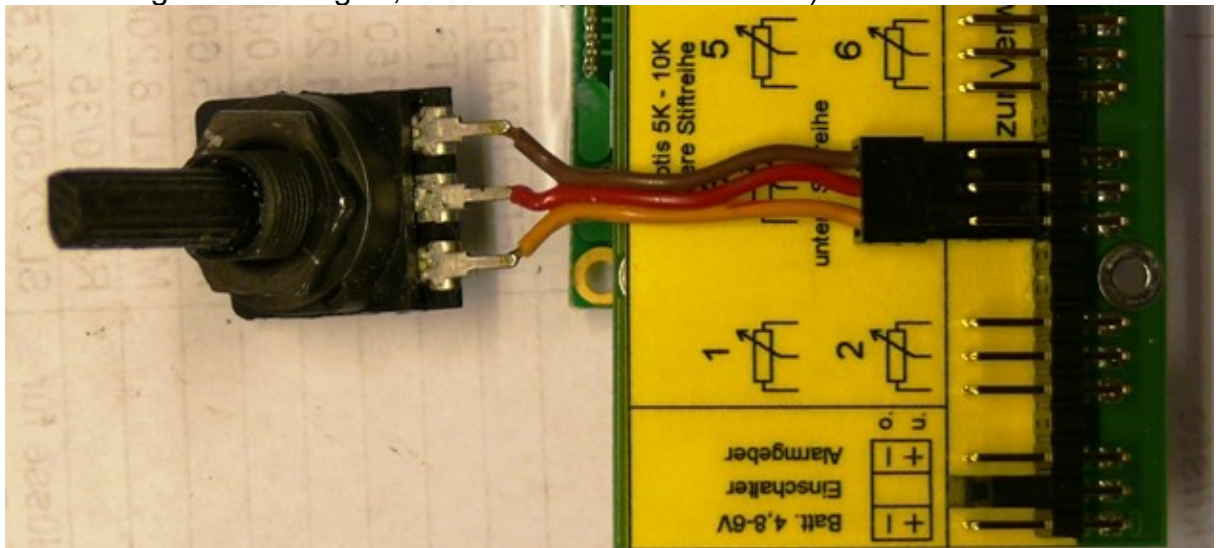
ACHTUNG: die Leiste nur so weit in die Platine hineinstecken, dass die Beinchen auf der Bauteilseite nur ca. 0,5mm weit herausragen. Gelötet wird dann von der Bauteilseite aus. Am besten wird ein Stück Pappe (Spielkartendicke) oder das nach dem Vordruck (siehe Abschnitt G) angefertigte Anschlussschild zwischen den Plastikkörper der Stiftleiste und die Platine geschoben. Damit ist dann sichergestellt, dass später die Bedienelemente mit z.B. Servokabeln JR problemlos angeschlossen werden können. Zum löten lässt sich die Leiste mit Wäscheklammern fixieren. Alternativ kann man die Stiftleiste aber auch weglassen und die Anschlussdrähte direkt in die Platine löten.

Für den Anschluss des Bluetoothmoduls wird am besten der verpolungssichere Sockel genutzt welcher am Kabel des Moduls steckt. Allen Bausätzen liegt ein abgewinkelter Stecker für das Modul bei, die Bauhöhe ist also nicht so extrem wie im Foto. Das Modul wird so aufgesteckt dass der schwarze Anschluss zum Platinenrand zeigt.



Anschluss von Potis/Knüppeln und Schaltern

- An den Anschlüssen J1 bis J7 werden die Bedienelemente für die 7 Proportionalkanäle angeschlossen, also Steuerknüppel oder Potentiometer. Die beiden äußeren Kontakte der 3-Poligen Anschlüsse sind mit je einem Ende des Potentiometers zu verbinden, der mittlere Anschluss kommt an den Schleifer. Für die Verkabelung eignen sich normale Servokabel, die Farben sind ohne Bedeutung. Die Potis können Werte zwischen 2k Ohm und 100k Ohm haben, unterschiedliche Werte dürfen beliebig gemischt werden. Während der ersten Inbetriebnahme lernt die Sendersoftware den Bewegungsbereich der Potis. Als Potis gelten auch Schieberegler. Beispiel für den Anschluss: (das Kabel wird natürlich so lang gewählt wie es im Sendergehäuse nötig ist, es hier nur fürs Foto so kurz)



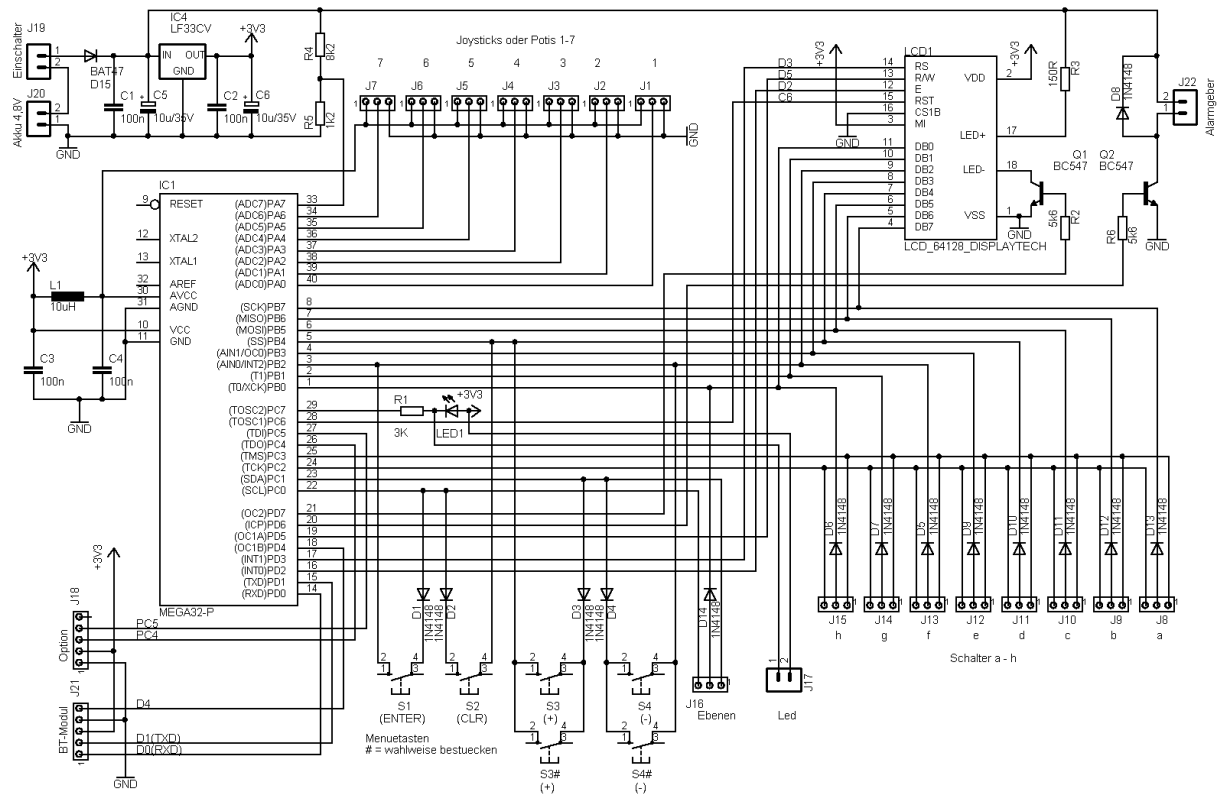
- Im verwendeten Fernsteuergehäuse schon vorhandene Potis können in den meisten Fällen einfach weiter verwendet werden. Bei manchen Fabrikaten sind zusätzlich Festwiderstände auf einer kleinen Platine am Poti angebracht, diese sollten entfernt werden. Das Kabel dann direkt an die Poti-Anschlüsse löten (so wie im Bild oben).

- An den Anschlüssen J8 bis J15 werden die Bedienelemente für die 8 Schaltkanäle angeschlossen. Es können Schalter oder Taster mit 2 oder 3 (mit Mittelstellung) Positionen verwendet werden. Die beiden äußeren Kontakte der 3-Poligen Anschlüsse kommen wieder an die äußeren Kontakte des Schalters, der mittlere Anschluss kommt an den Abgriff. Für die Verkabelung eignen sich normale Servokabel, die Farben sind ohne Bedeutung.
Beispiel für den Anschluss: (das Kabel wird natürlich so lang gewählt wie es im Sendergehäuse nötig ist, es ist hier nur fürs Foto so kurz)



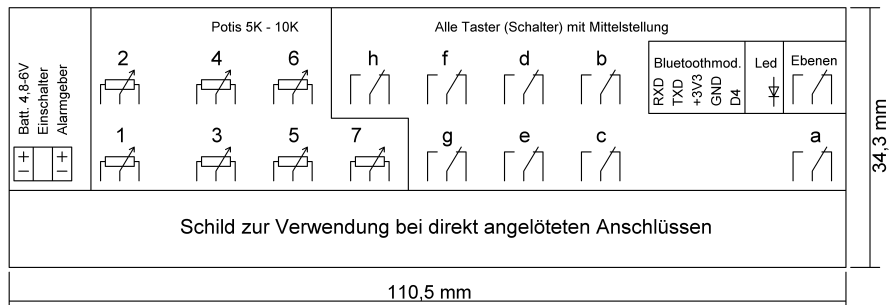
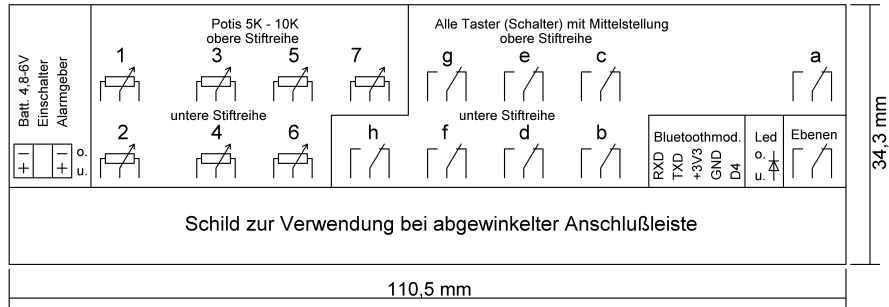
- Im verwendeten Fernsteuergehäuse schon vorhandene Schalter können ebenfalls weiter verwendet werden. Falls sich zusätzliche Festwiderstände am Schalter befinden **müssen** diese entfernt werden. Das Kabel dann direkt an die Schalter-Anschlüsse löten (wie im Foto...).
- Bei der ersten Inbetriebnahme (siehe Anleitung Bedienungsanleitung Software) wird die Bewegungsrichtung aller Proportional- und Schaltkanäle sowie des Ebenenschalters geprüft. Sollte diese nicht der Anzeige im Display entsprechen kann sie durch Umdrehen des jeweiligen Steckers umgekehrt werden. Danach bitte nicht mehr umstecken, die Anpassung an die Verhältnisse im Modell (Servoreverse) erfolgt ausschließlich per Software über die Programmierung im Display.
- Falls später in den Modellen mehrere Ebenen angesprochen werden sollen ist im Sender ein weiterer Schalter am Anschluss „Ebenen“ anzustecken, dieser dient dann beim Steuern zur Anwahl der Ebenen. Anschluss des Steckers wie im Foto oben. Dieser Ebenenschalter muss eine Mittelstellung haben. Wird ein Taster verwendet, so stehen 8 Ebenen zur Verfügung die durch antippen in Richtung „hoch“ oder „runter“ durchgeschaltet werden. Falls ein Schalter mit Rastung verwendet wird stehen nur 3 Ebenen zur Verfügung: Mittelstellung ist Ebene 1, nach oben ist Ebene 2 und nach unten ist Ebene 8.
- Einschalter: auf der Platine ist ein Steckplatz für den „Hauptschalter“ vorgesehen. Dieser liegt elektrisch in Reihe zum Steckplatz für den Akku. Falls der Einschalter bereits anderweitig mit dem Akku verdrahtet ist muss dieser Steckplatz nicht benutzt werden. Allerdings müssen seine beiden Kontakte trotzdem überbrückt werden, sonst bekommt die Platine keinen Strom.
- Am Steckplatz „Alarmgeber“ kann ein Summer oder ein kleiner Elektromotor als Vibrator angeschlossen werden. Stromaufnahme maximal 150 mA. Alarm kommt wenn der Senderakku leer wird oder eine der einstellbaren Alarmbedingungen im Modell auftritt. Der Alarm kann mit der „Eingabe“-Taste jederzeit beendet werden.

E. Schaltplan Sender



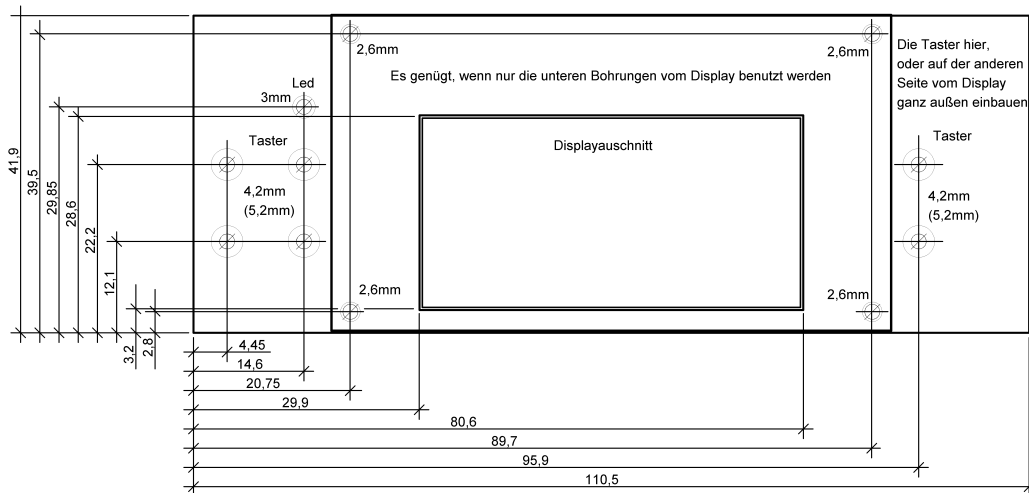
F. Platinenschilder für das Auffinden der Anschlüsse im Sender

Achtung: es gibt zwei Versionen des Schildes. Das erste Schild empfiehlt sich bei Verwendung der gewinkelten Anschlussleiste, das zweite bei direkt angelöteten Anschlussbeinchen. Mit einem Laminator lässt sich ein schönes Schild herstellen das man dann auf die Platine legt und zwischen Stecker und Platine einklemmt. So benötigt man keinen Schaltplan mehr um die Bedienelemente anzuschließen.



G. Einbau in das Sendergehäuse

Für den Einbau der Senderplatine mit bestücktem Display werden gewisse Bohrungen und ein Ausbruch für das Display im Gehäuse benötigt. Es werden natürlich nur die erforderlichen Bohrungen für die gewünschten 4 Programmier Tasten und eventuell die Leuchtdiode gemacht. Hinter der Frontplatte sollte eine Tiefe von ca. 20 mm vorhanden sein.



Ein preiswertes Frontplattenschild, bei dem dann auch das Display geschützt ist, lässt sich z.B. mit einem Laminiergerät zum Einschweißen von Dokumenten herstellen.

Dazu erzeugt man sich ein zum Sendergehäuse passendes Schild mit den Bohrungen und dem Ausbruch für das Display auf Papier oder dünnem Karton. Das Design ist hierbei jedem selbst überlassen.

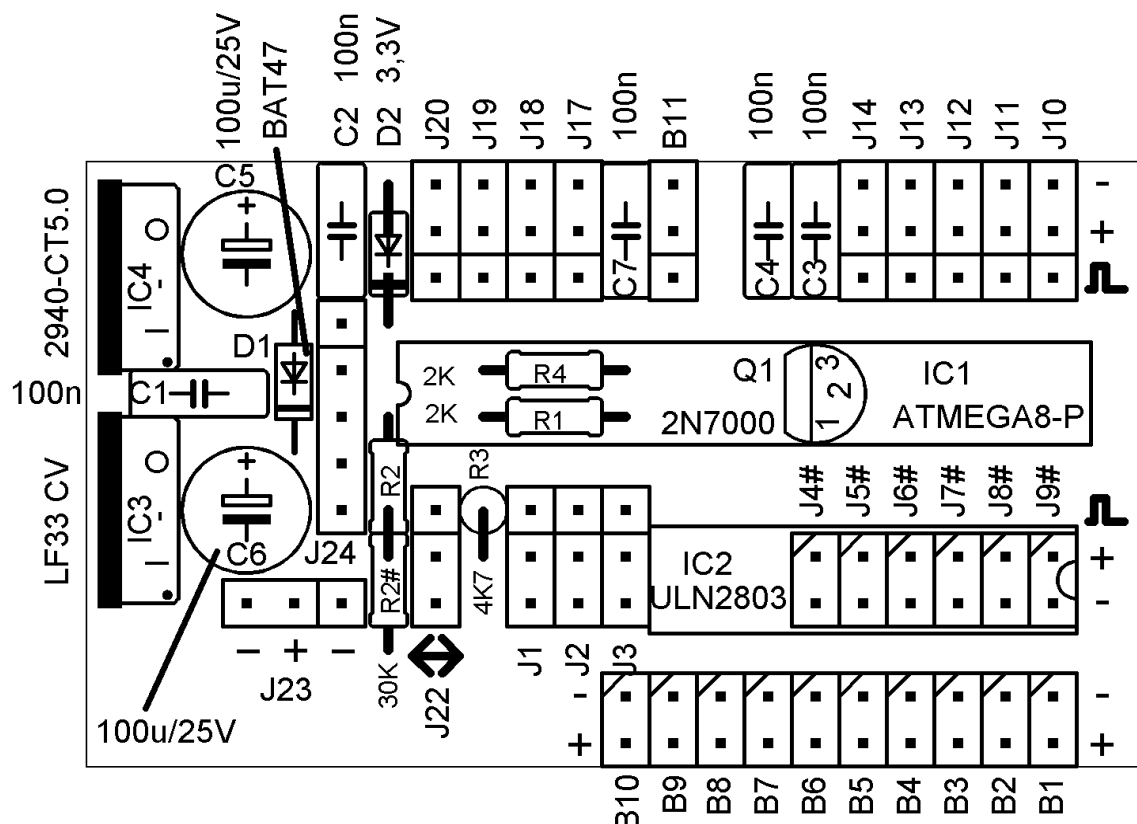
Vor dem Laminieren mit Folie schneidet man den Displayausbruch mit einem Cutter aus. Das ergibt dann nach dem Laminieren eine hinreichend durchsichtige Scheibe. Dann werden noch die Löcher für die Programmier Tasten mit einer Lochzange ausgestanzt und die Fronplatte auf das Gehäuse aufgeklebt.

III. Zusammenbau der Empfängerplatine

A. Stückliste

Pos	Bauteilnummer	Artikel-Nr.	Bezeichnung	Menge
1	Q1	2N 7000	Transistor	1
2	IC1	ATMEGA 168 DIP	ATMega AVR-RISC-Controller, DIL-28	1
3	D1	BAT 47	DIODE	1
4	D2	ZF 3,3	Z-DIODE 0,5W	1
5	für IC2	GS 18P	IC-Sockel, 18-polig, superflach, gedreht, vergold.	1
6	für IC1	GS 28P-S	IC-Sockel, 28-polig, superflach, gedreht, schmal	1
7	IC3	LF33CV	Festspannungsregler +3,3V, 0,5A, TO-220	1
8	IC4	LM 2940 CT5	Festspannungsregler +5,0V, 1A, TO-220	1
9	R1, R4	METALL 2,00K	Metallschichtwiderstand 2,00 K-Ohm	2
11	R3	METALL 4,70K	Metallschichtwiderstand 4,70 K-Ohm	1
13	R2	METALL 30,0K	Metallschichtwiderstand 30,0 K-Ohm	1
14	C5, C6	RAD 100/16	Elektrolytkondensator 100µ, 5x11mm, RM 2,0mm	2
15	alle Platinenanschlüsse	SL 1X50G 2,54	50pol. Stiftheiste, gerade, RM 2,54	2
16	IC2	ULN 2803A	Darlington-Arrays, DIL-18 = TD 62083AP	1
17	C1- C4, C7	Z5U-5 100N	Vielschichtkondensator 100n	5
18	Platine Blauzahn_RX_2		Empfängerplatine	1
19	Bluetoothmodul		mit Empfängerkonfiguration (weißer Stecker)	1

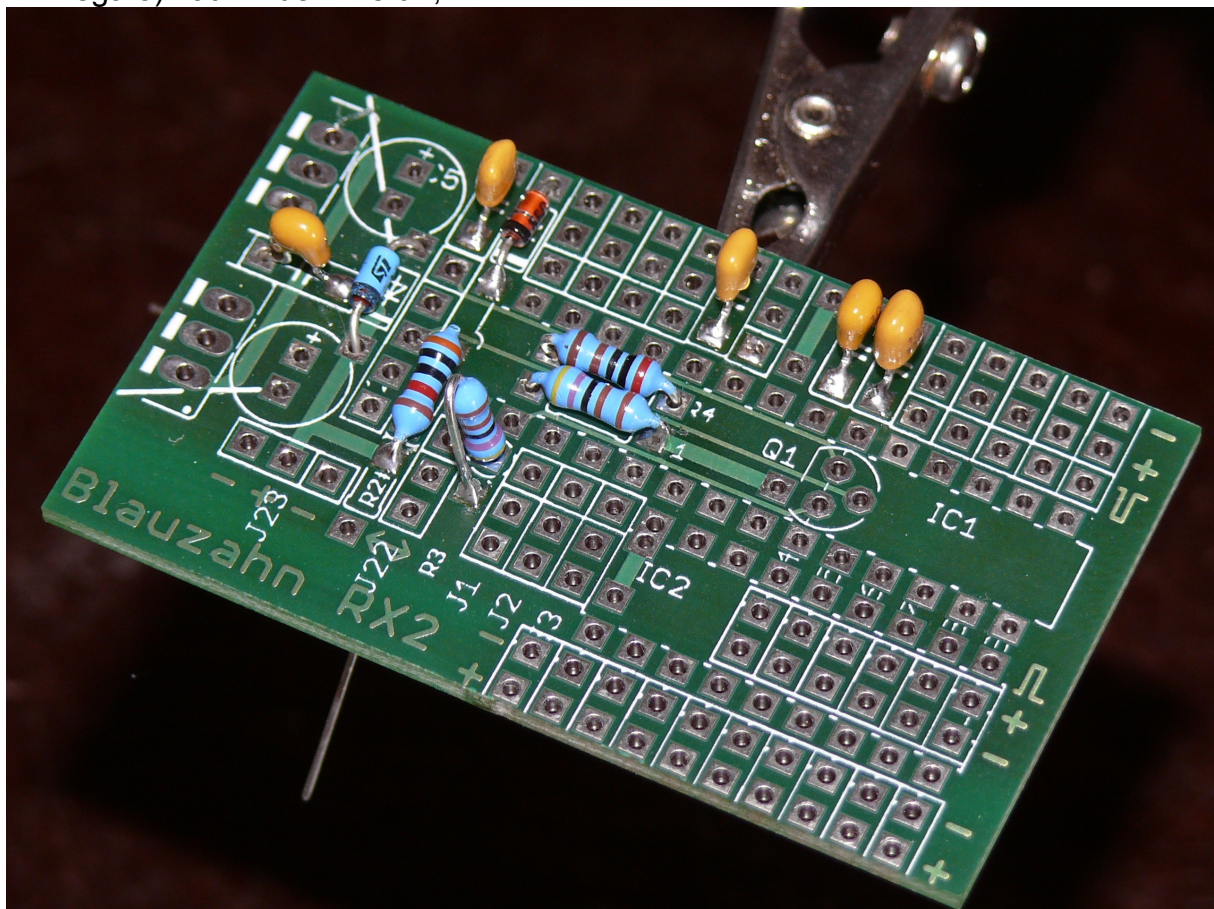
B. Bestückungsplan Empfänger



Abmessungen: 33 x 56,5 mm

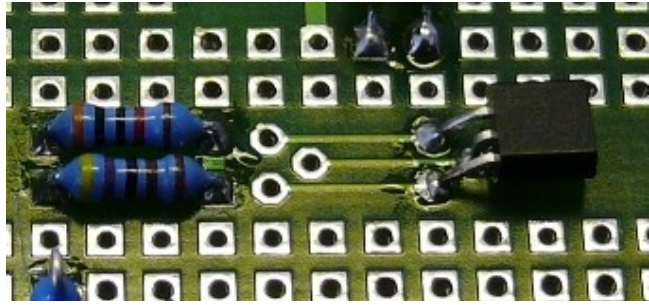
C. Hinweise zum Aufbau des Empfängers

- die Platine kann alternativ ohne IC2 aufgebaut werden. Dann verzichtet man auf die 8 Leistungsausgänge für Lampen und andere geschaltete Verbraucher. Dafür können 6 weitere dreipolige Stiftleisten für Servos (J4# - J9#) in die Platine gelötet werden. Siehe auch „Anschluss von Servos und Schaltfunktionen“.
- Wer Platzprobleme hat kann den äußeren Streifen der Platine (die Seite mit B1 – B10) absägen. Auf der Unterseite der Platine gibt es hierfür eine Linie.
- Wie beim Sender werden zuerst die niedrigen Bauteile bestückt, Farben der Widerstände und Ausrichtung der beiden Dioden wie im Bild. Der Widerstand R3 wird stehend eingebaut.
- Hinweis: Bei Empfängern mit Software-Version ab 3.00 (Prozessortyp ATmega 168) hat der Widerstand R1 den Wert von 2,0 K. Bei früheren Versionen (Prozessortyp ATmega 8) hat R1 den Wert 4,7 K.



- die Spannungsregler (IC4 und IC6) werden stehend eingebaut. Seit der Platinenversion Blauzahn_RX_2 liegen die Metallflächen der Regler auf gleichem Potential (Masse) und dürfen bei Bedarf auch miteinander verbunden werden. Metallteile (Gehäuse, Rahmen etc.) können ohne zusätzliche Isolation als Kühlkörper dienen sofern sie nicht mit anderen Stromquellen verbunden sind.

- der Transistor Q1 wird in die Bohrungen gesteckt, nach rechts umgebogen und dann erst angelötet.



- für den Prozessor IC1 und den Schaltbaustein IC2 wird je ein Sockel verwendet. Die Bausteine müssen für Firmware-Updates oder zur Reparatur ausbaubar sein (Ausrichtung siehe Bild unten, die beiden IC's sitzen **nicht** in der gleichen Richtung). **Der Sockel für IC1 muss im Bereich des Transistors eventuell leicht ausgefeilt werden** um diesem ausreichend Platz zu geben. Das ist leider von Lieferung zu Lieferung verschieden.
- Die Stiftleisten für Servos, Akku, Verbraucher wie im Bild unten bestücken.
- Die beiden Elektrolyt-Kondensatoren C5 und C6 (die beiden stehenden Zylinder bei den Spannungsreglern) sind für den Betrieb der Elektronik lebenswichtig. Falls diese nicht oder nicht richtig eingelötet werden können andere, teure Bauteile beim ersten Einschalten zerstört werden.

D. Anschlüsse am Empfänger

1. Anschluss des Bluetoothmoduls

Das Modul wird mit der 5-poligen Buchsenleiste so auf J24 gesteckt, dass der schwarze Kontakt auf der Seite mit der Schaltverbraucher-Leiste landet.

Abweichend vom hier gezeigten Bild haben die Empfänger-Bluetooth-Module weiße Stecker!



2. Anschluss von Servos und Schaltfunktionen

Der Empfänger hat 19 Anschlüsse die sich Programmieren lassen um irgendetwas im Modell zu machen.

ALLE diese Anschlüsse können Signale erzeugen um damit Servos zu betreiben.

ALLE diese Anschlüsse können als Schaltfunktionen genutzt werden.

Die Anschlüsse F bis R können ein PWM-Signal erzeugen.

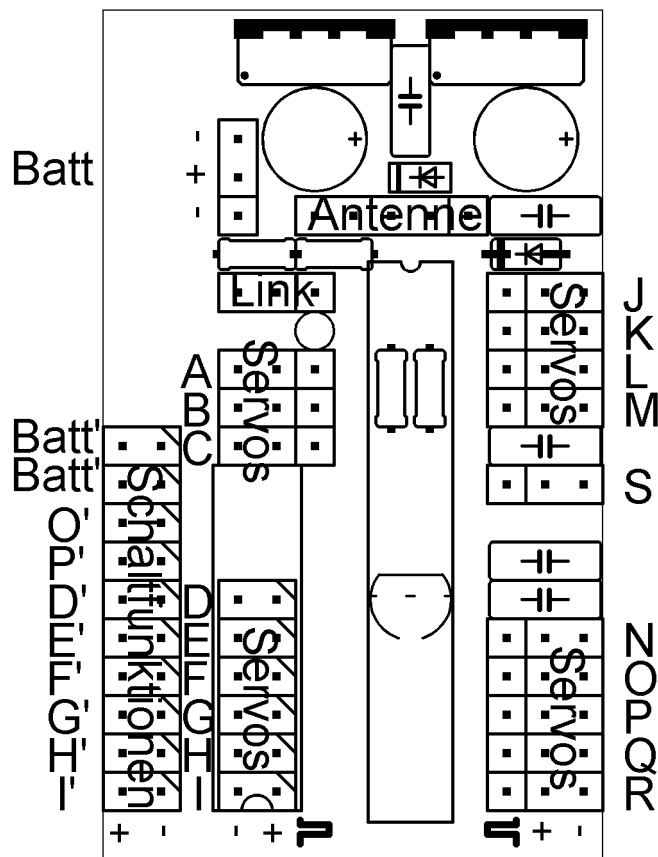
Die Anschlüsse J, K, L, M und S können als Eingang verwendet werden.

Hardware:

Auf der Platine gibt es zwei Bestückungsvarianten:

1. ALLE programmierbaren Anschlüsse werden mit Servosteckern bestückt -> max. 19 Servos, keine Schaltausgänge direkt auf dem Empfänger.

2. Statt der Servostecker D-I wird der mitgelieferte Schalt-IC bestückt. Dann können an A,B,C und J bis S Servos betrieben werden, D bis I werden sinnvollerweise vor Schaltfunktionen benutzt. Bei den Anschlüssen O und P stehen in diesem Fall beide Möglichkeiten offen, Servo (an O / P) oder Schaltfunktion (an O' / P').



- Anschluß externer Verbraucher

An O', P' und D' bis I' (Kontakte B1 bis B8) können Verbraucher (Licht, Hupe etc.) angeschlossen werden. Der zum Platinenrand zeigende Kontakt führt hierbei ständig die Plus-Spannung, der dicht am IC2 liegende Kontakt wird gegen Minus (GND) geschaltet.

Auf den am Platinenrand liegenden Kontakten von Batt' (B9 und B10) liegt direkt die an Batt (J23) angeschlossene Versorgungsspannung (falls nicht wie unten beschrieben getrennt wurde), an den inneren der Minus (GND) dazu.

- Anschluss von Servos

Servos werden so angeschlossen, dass der Signalpin (meistens orange oder weiß) zu IC1 hin zeigt. Der Minus-Anschluß des Servos (oft braun oder schwarz) zeigt zum Platinenrand.

In der Software sind die Anschlüsse des Empfängers mit Großbuchstaben bezeichnet.

Die Anschlüsse O und P können jeweils für ein Servo oder als Schaltausgang benutzt werden. Servos werden dazu an O (oder P) angeschlossen, Verbraucher an O' (oder P'). Wenn Anschluss O und O' (oder P und P') gleichzeitig benutzt werden führt das zu keinem sinnvollen Ergebnis.

Der Anschluss S kann entweder für Servos / Schaltfunktionen oder als Analogeingang zur Strommessung benutzt werden. Der Messwert wird im Senderdisplay unterhalb der Empfängerspannung angezeigt.

Die mit „Link“ und „<->“ bezeichnete Steckerleiste J22 dient dem einfachen Verbinden mehrerer Auswertemodule: einfach per Servokabel 1:1 durchverbinden.

- Spannungsversorgung mit Fahrzeugbatterie

Es gibt zwei Möglichkeiten der Versorgung aus der Fahrbatterie:

Zum einen kann an J23 direkt ein Akku mit 7,2 bis 12 Volt angeschlossen werden. Der Plus-Pol wird am mittleren Kontakt, der Minus-Pol an einem oder beiden äußeren Kontakten angeschlossen. Alternativ kann die Versorgung auch über die Kontakte B9 und B10 der Schaltverbraucher-Leiste erfolgen (hier ist + der äußere Kontakt, - der zur Platine hin liegende).

Die Stecker J23, B9 und B10 sind im Ursprungszustand parallel geschaltet. Das heißt: Die Spannung, die an einem von Ihnen angeschlossen ist liegt automatisch auch an den anderen Beiden an. Ebenso liegt die Versorgungsspannung so auch gleich als Plusspannung für zu schaltende Verbraucher an B1 bis B8 auf der äußeren Stiftreihe.

Das interne BEC ist nur für kurze Stromspitzen bis ca. 1A ausgelegt.

Bei 9,6 Volt Akku-Nennspannung ist es für zwei Standardservos ausreichend, bei 12 Volt Akku-Nennspannung nur noch für ein Standardservo. Eventuell müssen die Spannungsregler mit einem Kühlblech versehen werden!

- Spannungsversorgung mit externem BEC

Ein externes BEC-System (z.B. von einem Fahrtregler) wird einfach auf einen Servoanschluß gesteckt. Das interne BEC des Empfängers ist mit allen externen BEC-Systemen kombinierbar und muss daher nicht abgeschaltet werden.

- Spannungsversorgung mit Empfängerakku

Die Verwendung eines Empfängerakkus mit der Nennspannung von 4,8 Volt ist möglich, aber für den Dauereinsatz nicht empfehlenswert. Auch Dieser wird einfach auf einen Servoanschluß gesteckt. (Die Spannungsanzeige funktioniert in diesem Fall jedoch nicht korrekt, es werden ca. 0,4 Volt zu wenig angezeigt). Achtung: Keine Empfängerakkus mit 6 Volt oder mehr verwenden.

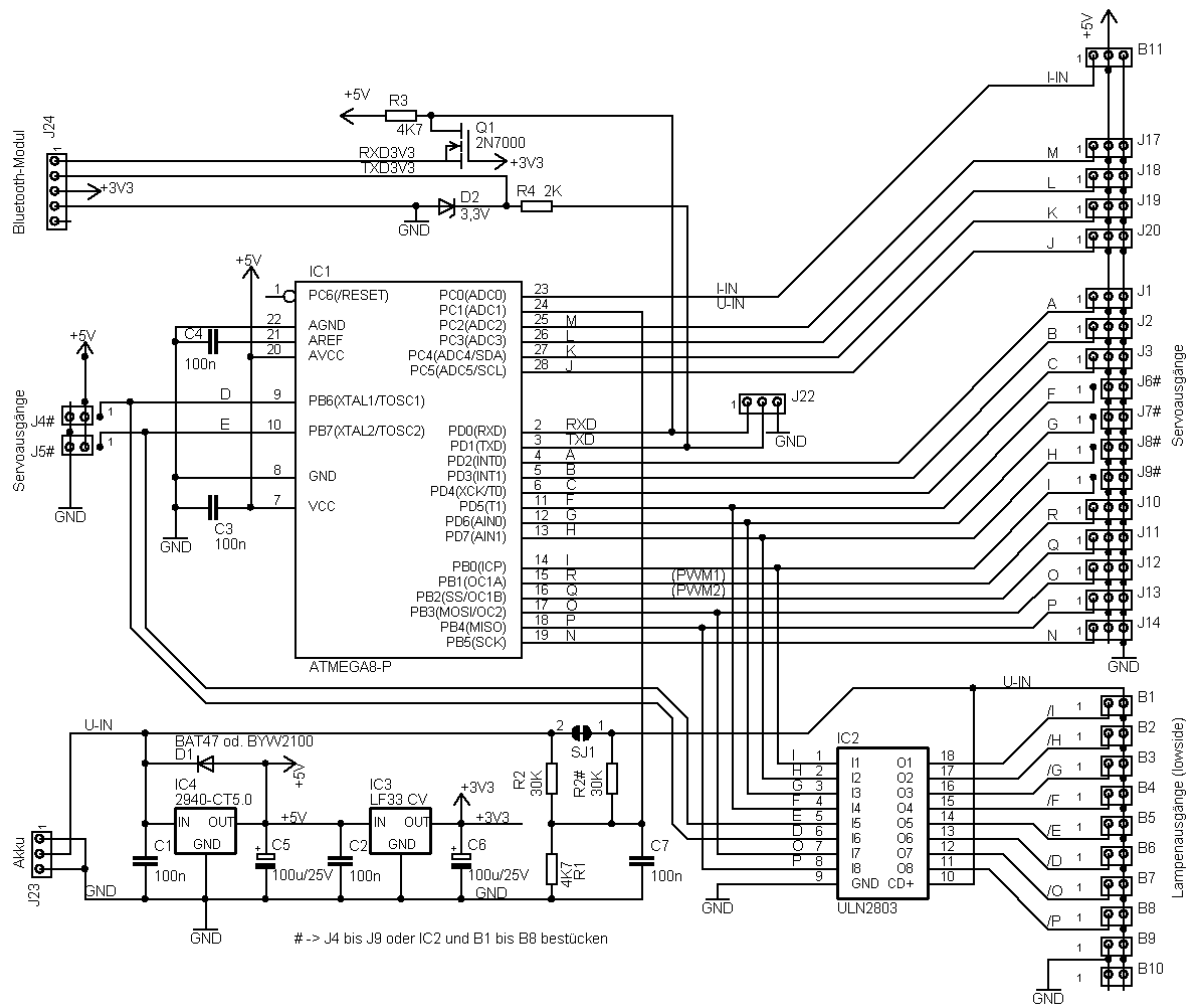
- Spannungsrückmeldung zum Sender und getrennte Stromversorgung für Verbraucher

Die Spannung des Akkus, der den Empfänger über die Anschlüsse B9/10 oder J23 versorgt wird im Display des Senders angezeigt. Ebenso liegt die so zugeführte Versorgungsspannung auch gleich als Plusspannung für zu schaltende Verbraucher an B1 bis B8 auf der äußeren Stiftreihe.

Soll der Empfänger nur mit einem externen BEC oder einem Empfängerakku betrieben werden kann trotzdem die Spannung des Fahrakkus angezeigt werden: Dazu ist der rechte Regler (LM2940) zu entfernen und der Pluspol des anzuzeigenden Akkus wird an den mittleren Kontakt von J23 oder den äußeren Kontakt von B9 / B10 angeschlossen. Mit dieser Modifikation steht auch die Akkuspannung wieder als Plusspannung für zu schaltende Verbraucher an B1 bis B8 auf der äußeren Stiftreihe zur Verfügung.

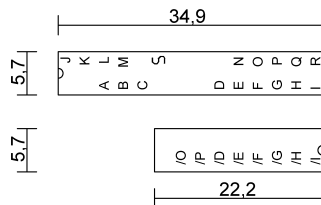
Sollen Empfängerversorgung und Verbraucherversorgung von unterschiedlichen Quellen erfolgen ist auf der Unterseite der Platine (vor J23) der Lötjumper (SJ1) zu trennen. Die Empfängerversorgung wird dann über J23 oder ein externes BEC eingespeist, die Stromquelle für die Schaltverbraucher kommt an B9 / B10. Je nach dem ob R2 oder R2# bestückt wird erscheint nun im Senderdisplay die Anzeige der Empfängerversorgung oder der Verbraucherversorgung.

E. Schaltplan Empfänger



F. IC-Aufkleber für das Auffinden der Empfängeranschlüsse

Diese Aufkleber sollten direkt auf die IC's der Empfängerplatine geklebt werden. Damit lassen sich dann leicht die richtigen Anschlüsse finden.



G. Technische Daten

Stromversorgung Sender: 4,8 bis 9 Volt, 300 mA

Schaltausgang (Alarm): Max 200 mA

Stromversorgung Empfänger: 4,8 bis 12 Volt, 300 mA

Internes BEC (Empfänger):

Eingangsspannung 5,6 bis 15 Volt.

Ausgangsspannung 5,0 Volt.

Strombelastbarkeit max. 1 A (zusätzliche Kühlung erforderlich)

bei 9,6 Volt ohne zusätzliche Kühlung maximal 2 Standardservos gleichzeitig aktiv

bei 12 Volt ohne zusätzliche Kühlung maximal 1 Standard servo gleichzeitig aktiv

Schaltausgänge Empfänger (Schalten gegen Masse):

Spannung: max. 30 Volt

Strombelastbarkeit: 400 mA pro Ausgang, Max. 800 mA pro Baustein

Impulslänge am Empfängerausgang: 1,0 ms bis 2,0 ms bei 100% Servoweg,

0,5 ms bis 2,5 ms bei 200% Servoweg

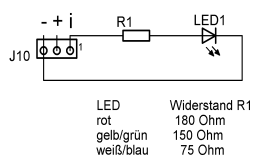
Impuls-Wiederholzeit: 21 ms bis 7 aktive Servos, darüber dynamische Anpassung

H. Wenn mehr als 8 Schaltausgänge benötigt werden

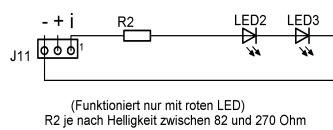
Jeder der mit einem Servostecker versehenen Anschlüsse lässt sich auch als Schaltausgang nutzen. Dazu muss lediglich in der Anschlussprogrammierung der Betriebsmodus entsprechend der gewünschten Funktionsweise eingestellt werden. Ein bis zwei LED's können mit entsprechendem Vorwiderstand direkt an einem Servoausgang betrieben werden (beispielsweise als Bremsleuchten bei Fahrzeugen ohne Anhänger, für die Innenbeleuchtung o.ä.)

Werden mehr als 30 mA oder Spannungen von mehr als 5 Volt benötigt ist zusätzlich ein Transistor als Verstärker vorzusehen. Werden mehrere zusätzliche Ausgänge gebraucht ist es günstiger einen weiteren ULN2803 als Schaltverstärker zu benutzen da Basisvorwiderstände und Dioden bereits integriert sind.

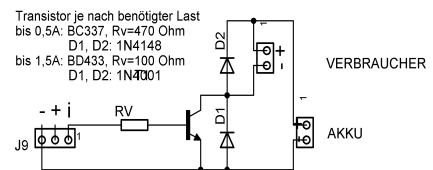
Betrieb einer LED am Servoausgang



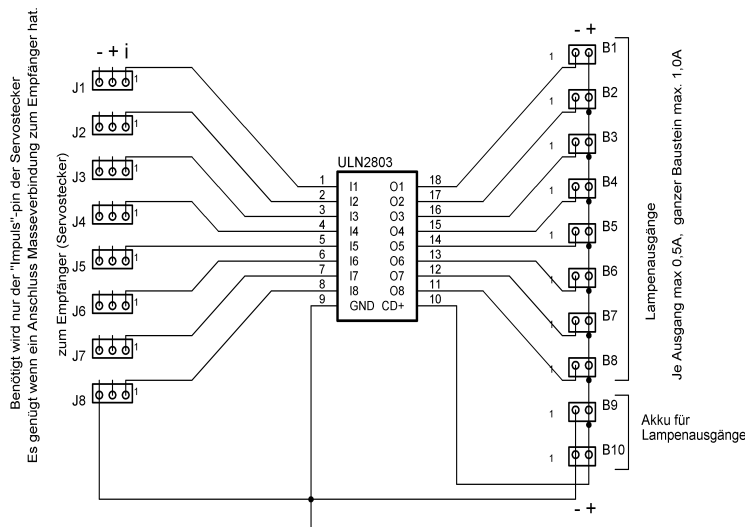
Betrieb von 2 roten LED am Servoausgang



Zusätzlicher Schaltausgang für Verbraucher



Variante für bis zu 8 zusätzliche Schaltausgänge

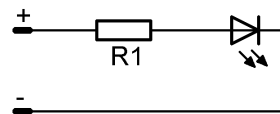


IV. Berechnung von LED-Vorwiderständen

Während Glühlämpchen direkt an einer Spannungsquelle (z.B. Akku oder Schaltausgang der Blauzahn-Empfänger) betrieben werden können, muss bei einfachen Leuchtdioden IMMER ein Vorwiderstand zur Strombegrenzung vorgesehen werden. Grundregel bei LED's ist: der Modellbauer gibt den Strom (und damit die Helligkeit) vor, die Spannung stellt die LED ein. Im Folgenden wird erklärt, wie dies funktioniert:

A. Eine LED

Die einfachste Schaltung mit einer LED besteht aus Spannungsquelle (in diesem Fall an den Kontakten links angeschlossen), dem Vorwiderstand (hier R1) und der LED selbst. Um den Widerstand zu berechnen, brauchen wir die Spannung, welche er „vernichten“ muss, und den Strom, der dabei fließen soll.



Nennstrom für LED's ist $20\text{ mA} = 0,02\text{ A}$. Je nach gewünschter Helligkeit der LED kann man aber auch viel weniger nehmen, manchmal sind schon $5\text{ mA} = 0,005\text{ A}$ genug. Mehr als $30\text{ mA} = 0,03\text{ A}$ sollten normalen LED's nicht auf Dauer zugemutet werden. Besonders leistungsstarke LED vertragen dagegen viel mehr Strom, das steht dann im jeweiligen Datenblatt.

Je nach Farbe und Temperatur stellt nun die LED eine Spannung von ca. 1,5 Volt (rot), 2 Volt (grün und gelb) oder 3,5 Volt (blau, weiß) ein. Diese Spannung über der LED ist fast unabhängig vom Strom. Um den Widerstand zu ermitteln, bildet man einfach die Differenz zwischen Versorgungsspannung und der Spannung an der LED, das ist dann die Spannung, die der Widerstand „vernichten“ soll.

Auf den Widerstandswert kommt man danach, indem diese Spannung durch den gewünschten Strom geteilt wird.

Beispiel: Gelbe LED (also ca. 2 Volt), $20\text{ mA} (=0,02\text{ A})$ Strom und Versorgung aus dem Empfänger-BEC (5 Volt). Über dem Widerstand liegen also 3 Volt ($5\text{ Volt} - 2\text{ Volt}$). Der Wert ergibt sich dann als 3 Volt dividiert durch $0,02\text{ A}$ zu 150 Ohm .

Diesen Wert gibt direkt zu kaufen. Wenn krumme Werte herauskommen, nimmt man einfach den nächstgelegenen Standardwert.

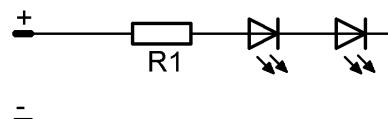
Liste der Standardwerte für Widerstände:

1; 1,1; 1,2; 1,5; 1,8; 2; 2,2; 2,7; 3; 3,3; 3,9; 4,7; 5,6; 6,8; 7,5; 8,2; 9,1; 10...

Diese Werte gibt es in den Zehnerpotenzen von 0,01 bis 1 Million, also 10 Milliohm bis 10 Megaohm.

B. Reihenschaltung

Hat man beispielsweise bei Scheinwerfern oder Rücklichtern mehrere LED's, die stets zusammen in Betrieb sind, dann lässt sich durch Reihenschaltung eine Menge Strom einsparen. Die Berechnung des Vorwiderstands erfolgt wie oben beschrieben, dabei wird aber die Spannung aller in Reihe geschalteten LED's berücksichtigt.



Beispiel: 2 weiße LED's als Scheinwerfer (je 3,5 Volt), 30 mA Strom und 12 Volt Betriebsspannung aus dem Fahrakku. Die LED's brauchen dann zusammen 7 Volt ($= 2 \cdot 3,5\text{ Volt}$), bleiben für den Widerstand noch 5 Volt ($= 12\text{ Volt} - 7\text{ Volt}$). Der Wert ergibt sich (5 Volt durch $0,03\text{ A}$) zu $166,66\text{ Ohm}$. Man wählt 150 oder 180 Ohm.

Man braucht so nur einen Widerstand für 2 LEDs und hat auch noch die Gewähr dass durch beide LED's exakt gleich viel Strom fließt, sie also gleich hell leuchten. Dabei lassen sich aber nicht beliebig viele LED's hintereinander setzen. Im obigen Beispiel ließen sich ja theoretisch noch zwei rote LED als Rücklichter mit in Reihe schalten. Das ergäbe dann mit $2 \cdot 3,5$ Volt plus $2 \cdot 1,5$ Volt gleich 10 Volt, bleiben 2 Volt für den Widerstand – bei Nennspannung des Akkus.

Ein voller Bleiakku hat aber nicht 12, sondern rund 14 Volt. Nun müsste der Widerstand statt 2 Volt plötzlich das Doppelte, nämlich 4 Volt verbraten – das kann er, aber der Strom wird dabei auch doppelt so hoch, aus den 30 mA würden eben 60 mA. Die LED's quittieren das mit deutlicher Wärmeentwicklung und herabgesetzter Lebensdauer.

Was aber noch viel unschöner ist: unter Belastung (Anfahren) bricht die Spannung jeden Akkus etwas ein, man kann mit etwa 10 Prozent rechnen. Wenn dann die Spannung für den Vorwiderstand so knapp kalkuliert ist wirkt sich jede Belastung auf den Strom für die LED's und damit auf deren Helligkeit aus. In dem Beispiel mit den vier hintereinandergeschalteten LED's würde das Licht beim Anfahren oder in Steigungen fast ganz ausgehen – nicht sehr realistisch.

Faustregeln für die maximale Anzahl in Reihe geschalteter LED:

2 weiße LED in Reihe ab 9,6 Volt;

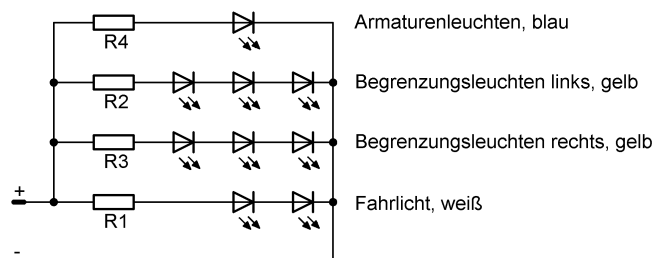
2 rote LED in Reihe ab 5 Volt, 3 rote LED in Reihe ab 7,2 Volt;

2 gelbe LED in Reihe ab 6 Volt, 3 gelbe LED in Reihe ab 9,6 Volt;

C. Mehr LED's pro Ausgang

Wenn mehrere LED's an einem Ausgang betrieben werden sollen können einfach mehrere Zweige parallel geschaltet werden. Wichtig ist dass in jedem Zweig ein Vorwiderstand mit dem richtigen Wert eingesetzt wird:

Hier sind als Beispiel am Ausgang für das Fahrlicht sowohl die Scheinwerfer (2 weiße LED) als auch die seitlichen Begrenzungsleuchten (je Seite 3 gelbe LED) und die Armaturenbeleuchtung (eine blaue LED) angeschlossen.



Bei 9,6 Volt Akku-Nennspannung ergeben sich die folgenden Widerstandswerte:

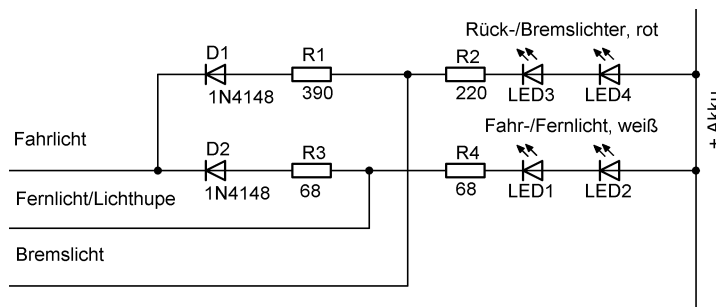
R1: $(9,6V - (2 \cdot 3,5V)) / 0,02A = 130 \text{ Ohm}$, gewählt 120 Ohm;

R2, R3: $(9,6V - (3 \cdot 2,0V)) / 0,02A = 180 \text{ Ohm}$;

R4: $(9,6V - 3,5V) / 0,02A = 305 \text{ Ohm}$, gewählt 330 Ohm;

D. Tricks mit LED-Schaltungen 1: Bilux

Eine beliebte Vereinfachung der Elektrik im Modell sind kombinierte Rück-/Bremsleuchten. Wo im Original Bilux-Birnen nötig sind reicht bei uns eine Diode und zwei Widerstände um mit einem Leuchtmittel beide Funktionen zu realisieren. Ebenso lässt sich die Lichthupe mit den LED's vom Fahrlicht simulieren. Der folgende Plan zeigt eine solche Schaltung der LED's am Blauzahn-Empfänger (die Widerstandswerte sind für 9,6 Volt Akkuspannung berechnet):



Über D1, R1 und R2 bekommen die Rücklichter ca. 10 mA bei eingeschaltetem Fahrlicht. Der Bremslicht-Ausgang speist die roten LED's dagegen direkt über R2, sie bekommen dann unabhängig vom Fahrlicht ca. 30 mA und leuchten heller. Die Diode D1 verhindert dass beim

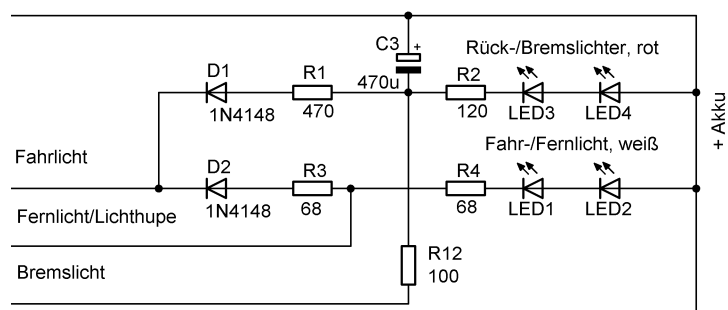
Bremsen die Scheinwerfer aufglimmen. Das gleiche Prinzip kommt auch bei der Lichthupe zur Anwendung: Über D2, R3 und R4 werden die weißen LED's für normales Fahrlicht gespeist (ca. 14 mA). Der Fernlicht/Lichthupe-Ausgang versorgt die Scheinwerfer direkt über R4, sie leuchten dann mit ca. 38 mA deutlich wahrnehmbar heller auf.

Wer selbst rechnen möchte: Zuerst werden R2 bez. R4 berechnet mit dem gewünschten Strom für Bremslicht bzw. Fernlicht. Anschließend werden die Widerstandswerte ermittelt die bei Fahrlicht vor den Rücklichtern bzw. den Scheinwerfern sitzen müssten. Dabei ist jeweils der zusätzliche Spannungsabfall an der Diode mit 0,7 Volt zu berücksichtigen. Die Werte für R1 bzw. R3 bekommt man indem von den eben ermittelten Widerständen die schon vorhandenen R2 bzw. R4 abgezogen werden.

E. Tricks mit LED-Schaltungen 2: Nachglimmen

Für besonders realistische Lichteffekte lässt sich noch mehr Aufwand treiben: Echte Glühlampen im Bremslicht glimmen sichtbar nach, die LED's im Modell gehen aber bisher sofort aus.

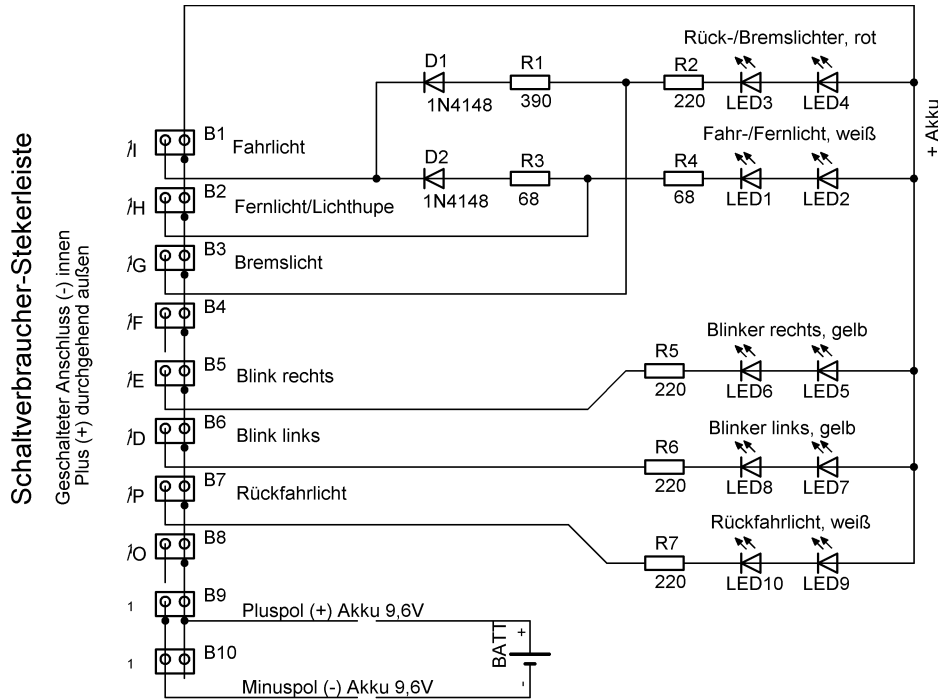
Das lässt sich mit je einem Zusätzlichen Widerstand und Elektrolytkondensator ändern: Der Elko C3 wird beim Einschalten des Bremslichtes über R12 langsam aufgeladen, die Bremslichter leuchten nicht Plötzlich sondern langsam auf (das dauert zwar nur 0,1 Sekunden, ist aber



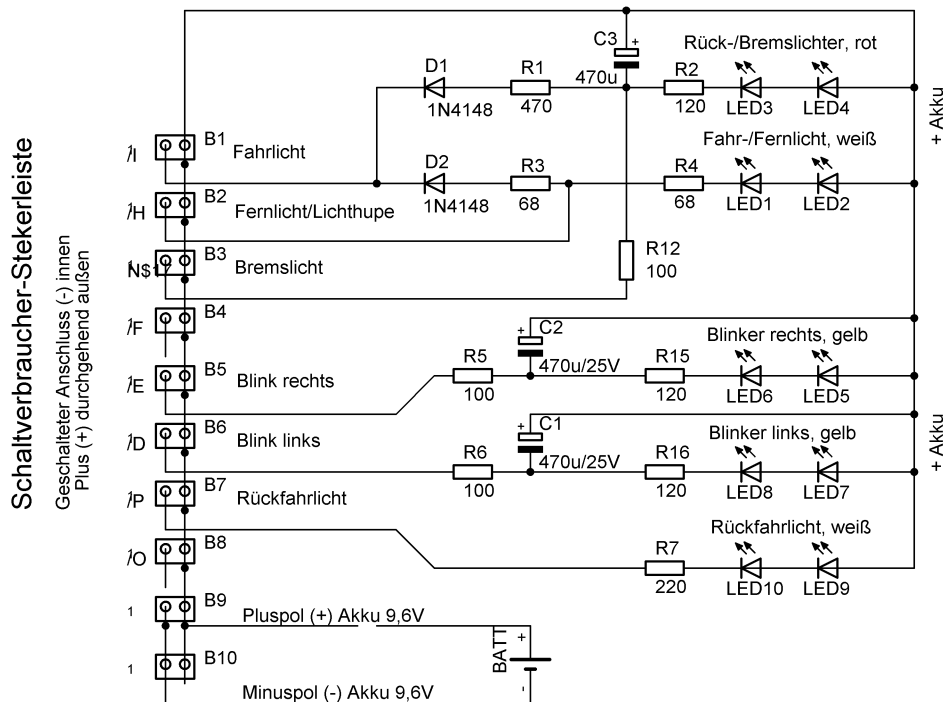
wahrnehmbar). Wenn das Bremslicht wieder abschaltet versorgt der Kondensator die LED's noch kurze Zeit mit Strom, sie „glimmen nach“. Auch das dauert nur Bruchteile von Sekunden, wirkt aber realistisch. In dieser sehr einfachen Schaltung glimmen die Rücklichter auch beim Abschalten des Fahrlichtes nach – was aber nicht weiter stört. Wer will kann das gleiche Prinzip auch bei den Blinkern und sogar bei der Lichthupe anwenden. Der Kondensator muss mindestens die volle Akkuspannung vertragen.

F. Komplette Lichtanlage

Hier die einfachste Version. Fahr/Fernlicht über gemeinsame LED's vorne, Rück/Bremslicht über gemeinsame LED's hinten, Blinker rechts/links und Rückfahrscheinwerfer (die Widerstandswerte sind für 9,6 Volt Akkuspannung berechnet). Für die Blinker sind jeweils die vordere und hintere LED Seitenweise in Reihe geschaltet:



Und hier noch die Luxus-Version mit nachglühenden Blinkern und Bremslicht:



Letzte Änderungen in der Bauanleitung

V2.02 (28.6.2010)

- Anpassung für Software-Version 3
- Fehler in der Empfänger-Stückliste behoben

V2.01 (9.8.2009)

- Schaltungsvarianten für zusätzliche Schaltausgänge
- Berechnung von LED-Vorwiderständen
- Schaltungsvorschläge für die Lichtanlage

V2.0 (6.7.2009)

- Umgestellt auf Platinenversionen Blauzahn_2 (Sender), Blauzahn_RX_2 (Empfänger)
- Neuer 3.3-Volt-Spannungsregler,
- Link-Anschluss
- Strommesseingang jetzt mit Standard-Servostecker anzuschließen
- Einfachere Trennung der Stromversorgung von Empfänger und Verbrauchern
- Wahlmöglichkeit bei der Spannungsmessung
- Options-Anschluss im Sender