

Die ultimative Fahrzeugbeleuchtung

Beschreibung, Aufbau und Prototyp

Michael Schäfer

1 ZIEL UND PLANUNG.....	3
2 REALISIERUNG.....	4
2.1 Gleichrichtung mit Überspannungsschutz.....	4
2.1.1 Einweggleichrichtung.....	4
2.1.2 Brückengleichrichtung.....	5
2.2 Spannungspuffer (optional).....	5
2.3 Verbraucher.....	5
2.3.1 Frontscheinwerfer und Rückleuchten.....	6
2.3.2 Bremslicht.....	6
2.3.2.1 Variante separate Bremsleuchten.....	7
2.3.2.2 Variante integrierte Bremsleuchten.....	7
2.3.2.3 Variante Bremslicht für Brückengleichrichtung.....	8
3 PROTOTYPEN.....	9
3.1 Fahrzeugbeleuchtung mit integriertem Bremslicht.....	9
3.2 Fahrzeugbeleuchtung mit separatem Bremslicht.....	10
4 AUSSICHTEN.....	11

<i>Version</i>	<i>Datum</i>	<i>Autor</i>	<i>Änderung(en)</i>
V0.1	10.12.2004	mos	Initiale Version
V0.2	31.01.2006	mos	Bilder eingefügt
V0.3	27.06.2013	mos	Versionstabelle, -nummer

1 Ziel und Planung

Mein Ziel war die Entwicklung einer stabilen Fahrzeugbeleuchtung für H0-Slotcars.

Dazu ist eine Schaltung für einen großen Spannungsbereich mit minimaler Anzahl von Bauteilen in kleinen Abmessungen notwendig.

Als Grenzdaten gelten 12 Volt [V] (z. B. Faller ams) bis 24 Volt (z. B. Wizzard Patriot) Versorgungsspannung. Der Spannungsverlauf ist typischerweise 0 V im Stand, beginnt dann ab etwa 6 V mit minimaler Reglerstellung und endet bei 13,5 V bzw. 24 V mit Vollgas.

Die Regler können ohne und mit Bremse (Kurzschluss der Schienen) ausgeführt sein, wobei der Einsatz der Bremslichter bei einem Regler mit Bremse besser zur Wirkung kommt.

Anmerkung: Elektronische Regler sind nicht getestet worden, dürften aber keine Probleme bereiten.

2 Realisierung

Die Schaltungen unterscheiden sich in zwei Punkten von mir bis jetzt bekannten Schaltungen:

- optionale Verwendung von Schottky-Dioden zur Reduzierung des Spannungsabfalls von 0,7 V auf etwa 0,3 V je Diode und
- statt LED-Vorwiderständen die Verwendung einer Stromquelle einfachster Bauart, der so genannte Abschnürstromquelle mit FET (Feldeffekt-Transistor).

Dadurch wird das Ziel einer ausreichend konstanten Fahrzeugbeleuchtung für einen hohen Spannungsbereich mit einfachster Beschaltung erreicht. Die Schaltungen sind auch für Slotcars größerer Maßstäbe und Modelleisenbahnen geeignet.

Grenzwerte: **30 Volt Eingangsspannung, 100 mA Stromversorgung**

Ich unterscheide mehrere Komponenten, die in unterschiedlichen Varianten eingesetzt werden können.

2.1 Gleichrichtung mit Überspannungsschutz

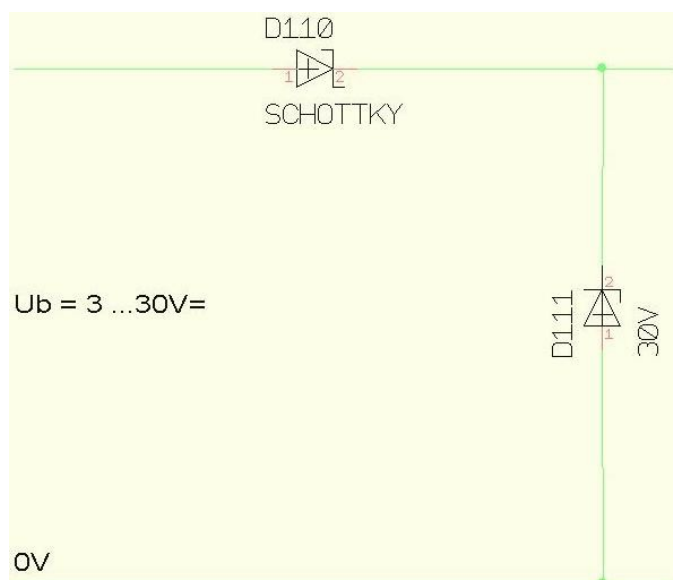
Die Gleichrichtung dient der korrekten Versorgung der verwendeten Bauteile. Zur Verminderung der Spannungsabfälle verwende ich an geeigneten Stellen Schottky-Dioden wegen ihrer geringen Durchlassspannung von etwa 0,3 V. Die Auslegung richtet sich nach der Anzahl der angeschlossenen Verbraucher.

Für die Beleuchtung eines H0-Rennwagens mit maximal 2 Frontscheinwerfer, zwei Rück- und zwei Bremsleuchten reicht ein Dauerstrom von 100 mA. Wird ein Spannungspuffer verwendet, muss der Ladestrom des GoldCaps auf 100 mA begrenzt werden.

Der Überspannungsschutz ist im aggressiven Klima bei Kleinststrommotoren unbedingt notwendig. Er besteht aus einer Zenerdiode mit der Durchbruchspannung von 30 V. Der Wert richtet sich nach der maximalen Drain-Source-Spannung für die FET.

2.1.1 Einweggleichrichtung

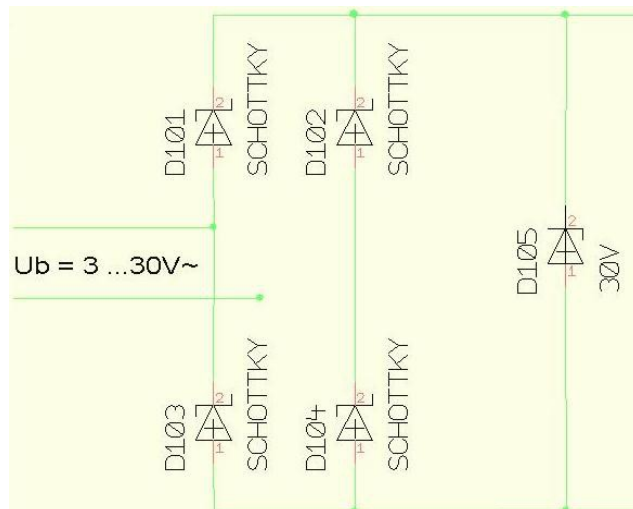
Die Einweggleichrichtung ist in den meisten Fällen ausreichend und kommt mit sehr wenigen Bauteilen aus. Die Fahrzeugbeleuchtung wird nur beim Vorwärtsfahren bedient, in Rückwärtsfahrt spricht sie nicht an.



Schaltplan 1: Einweggleichrichtung

2.1.2 Brückengleichrichtung

Die Brückengleichrichtung ermöglicht das Vorwärts- und Rückwärtsfahren, bzw. die Drehrichtungsumschaltung der Motoren z. B. bei Carrera-Fahrzeugen. Sie kann auch für die Versorgung einer Dauerbeleuchtung im Modellbahnbereich genutzt werden.

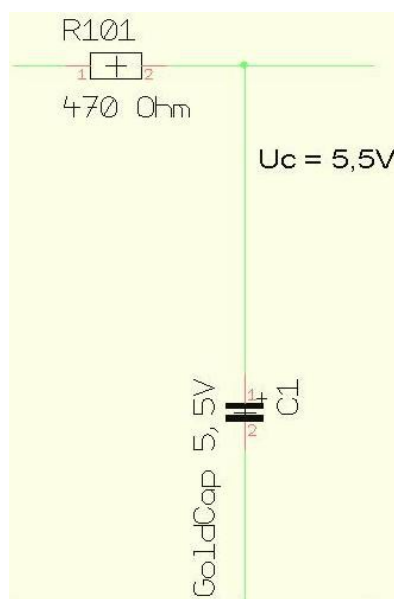


Dann sorgt der Einsatz von Schottky-Dioden für ein Ansprechen der Schaltung schon bei einer um etwa 0,8 V verminderten Spannung gegenüber dem Einsatz der üblichen (Silizium-)Dioden.

Schaltplan 2: Brückengleichrichtung

2.2 Spannungspuffer (optional)

Der Spannungspuffer wird aus einem GoldCap mit Vorwiderstand gebildet. Er dient dem ausreichend konstanten Fahrtlicht. Der Vorwiderstand begrenzt den Ladestrom des GoldCap auf maximal 100 mA.



Der verwendete GoldCap wurde wegen seiner geringen Abmessungen ausgewählt. Versuche mit 2.5 V Typen waren ebenso erfolgreich. Allerdings lagen keine in ihren Abmessungen ausreichend kleinen Typen vor.

Der Spannungspuffer benötigt eine Ladezeit bis zu 1 Minute bei voller Versorgungsspannung. In dieser Zeit ist die Fahrzeugbeleuchtung nicht zu sehen, wird aber immer stärker sichtbar.

Schaltplan 3: Spannungspuffer

2.3 Verbraucher

Verbraucher sind zwei weiße LED als Frontscheinwerfer sowie je zwei rote LED für Rück- und Bremslicht. Bis auf das Bremslicht wird der Strom mit FET begrenzt. Die Bremslicht-LED entfallen, wenn sie im Rücklicht integriert sind.

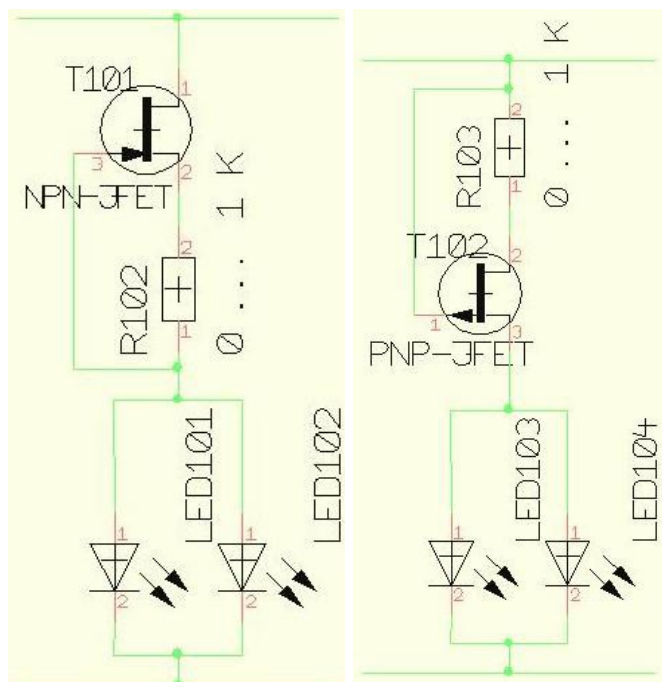
Für die vorliegenden Schaltungsvarianten können je nach Verfügbarkeit sowohl NPN-JFET als auch PNP-JFET benutzt werden. Als FET sind alle Typen mit einem Gate-Strom etwa im Bereich des Stromverbrauchs von LED mit ca. 10 mA geeignet. Ihre maximale Drain-Source-Spannung sollte bei mindestens 30 V liegen. Bei höheren Werten kann die Überspannungsdiode entsprechend höher ausgewählt werden.

Anmerkung: Die FET-LED-Kombination ist für jede andere Anwendung geeignet, die einen Spannungsbereich von ca. 3 V bis 30 V abdecken muss. Unter Umständen ist dann kein Begrenzungswiderstand notwendig und die entsprechenden Anschlüsse des FET werden kurzgeschlossen. Ist die Spannungspolung nicht konstant, muss eine Diode zur Gleichrichtung in Reihe geschaltet werden. Ist die Umgebung vergleichsweise aggressiv, muss eine Zener-Diode als Schutzdiode parallel geschaltet werden.

2.3.1 Frontscheinwerfer und Rückleuchten

Der Frontscheinwerfer werden mit superhellen weißen LED und FET aber ohne Begrenzungswiderstand aufgebaut.

Die Rückleuchten werden mit roten LED in Low-Current Ausführung und FET mit Begrenzungswiderstand aufgebaut. Dadurch wird die geringe Durchlassspannung weitgehend kompensiert.



Schaltplan 4: Frontscheinwerfer und Rücklicht

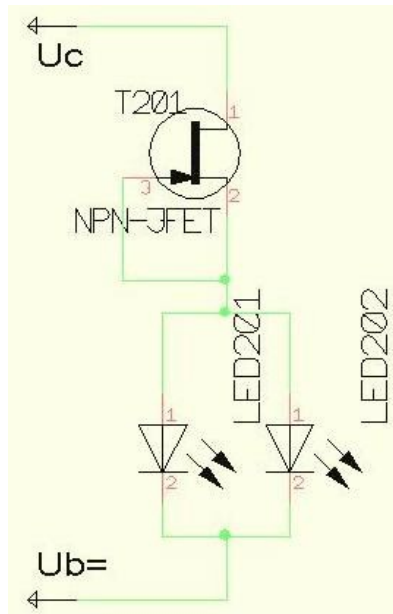
Sowohl für Frontscheinwerfer als auch für das Rücklicht können je nach Vorkommen NPN- oder PNP-JFET eingesetzt werden.

2.3.2 Bremslicht

Das Bremslicht leuchtet hell auf, solange die Versorgungsspannung unterbrochen, der Regler also losgelassen wird. Es erlischt, wenn der Wagen beschleunigt wird, aber auch wenn der Wagen den Kontakt zur Fahrbahn verliert.

2.3.2.1 Variante separate Bremsleuchten

Für Automodelle mit separaten Bremsleuchten steuert die Baugruppe separate rote LED in Low-Current Ausführung an.

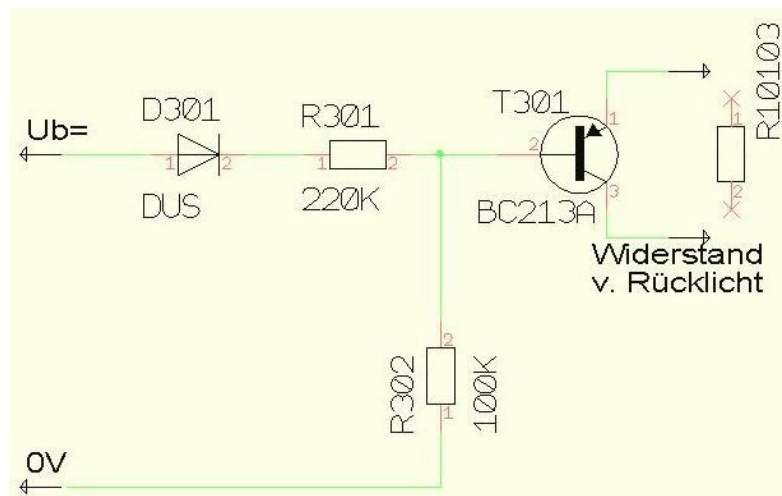


Die LED-Gruppe wird richtig gepolt zwischen der gepufferten GoldCap-Spannung (U_c) und der Versorgungsspannung (U_b) angeschlossen.

Schaltplan 5: Separates Bremslicht

2.3.2.2 Variante integrierte Bremsleuchten

Für Automodelle mit integrierten Bremsleuchten versorgt die Bremsschaltung gleichzeitig die Rückleuchten.



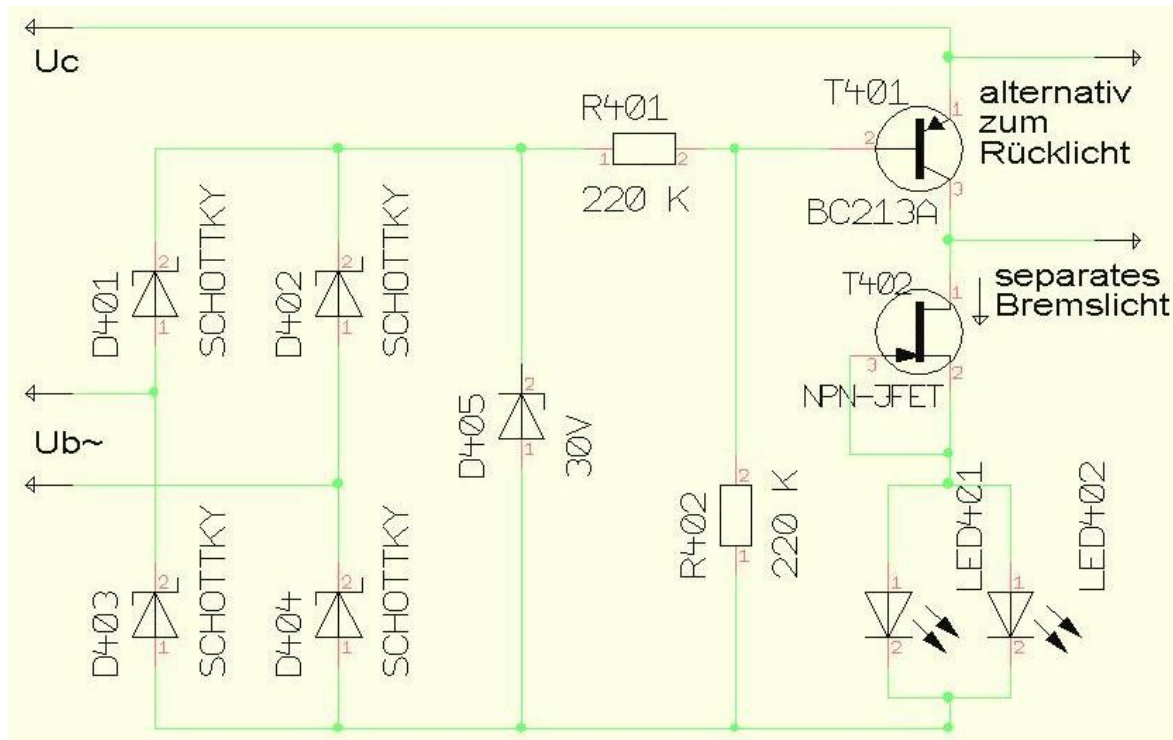
Die Ansteuerung wird an die Versorgungsspannung U_b gelegt.

Der Transistor schaltet den Begrenzungswiderstand des Rücklicht-FET kurz.

Schaltplan 6: Integriertes Bremslicht

2.3.2.3 Variante Bremslicht für Brückengleichrichtung

Auch das Bremslicht für die Brückengleichrichtung benötigt mehr Bauteile als die Einwegvariante.



Schaltplan 7: Bremslicht für Brückengleichrichtung

Bei der integrierten Ausführung ist die Ansteuerung wie mit Einweggleichrichtung durch Kurzschließen des Begrenzungswiderstandes.

Die Ausführung mit separatem Bremslicht benötigt einen zusätzlichen FET.

3 Prototypen

Für die H0-Slotcars ist der Aufbau der einzelnen Komponenten in SMD-Technik ein Muss, da die bedrahteten Bauteile durch ihr Gewicht das Fahrverhalten negativ beeinflussen. Ebenso bei Faller-ams und T-Jets auf Grund ihres geringen Platzangebots.

Die bedrahteten Komponenten lassen sich durchaus fliegend aufbauen. Die SMD-Bauteile sollten mindestens auf einen dünnen Kunststoffträger geklebt werden. Eine Platine müsste entsprechend dünn sein.

Die Hauptplatine mit dem voluminösen GoldCap habe ich direkt über dem Führungsstift platziert. Die restlichen Bauteile - ohne die LED - darauf sind alle in SMD-Ausführung.

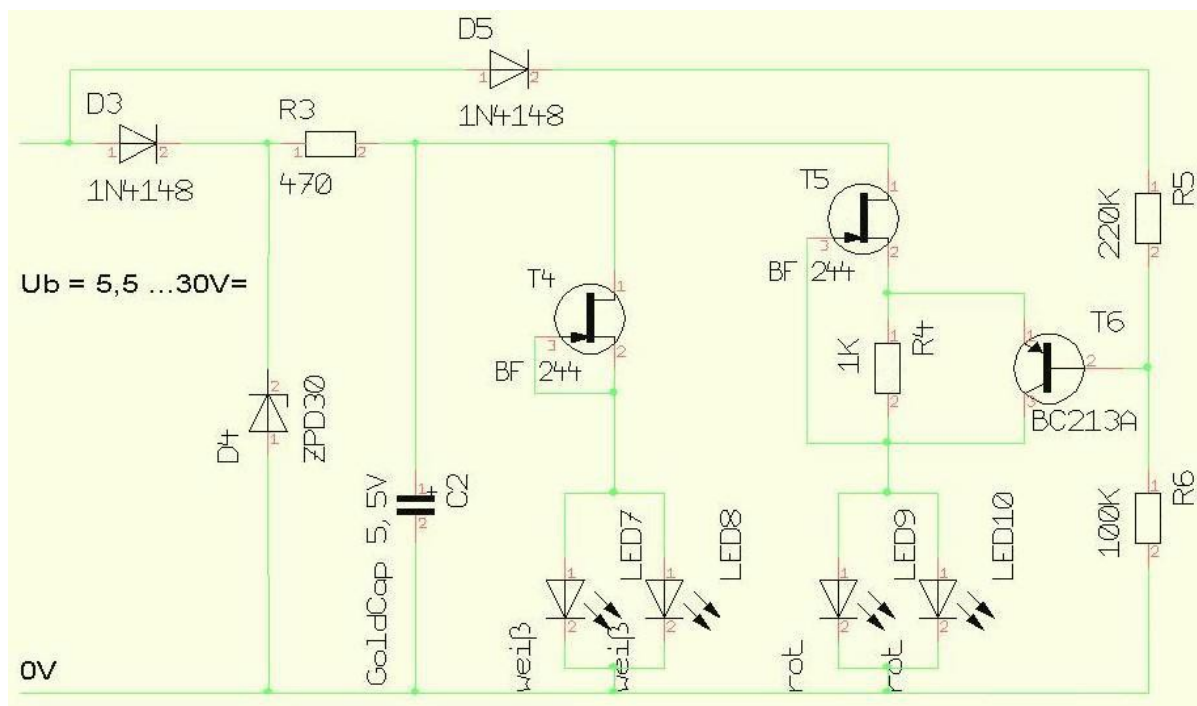
Die LED für die Frontscheinwerfer habe ich direkt auf die Hauptplatine gelötet. Die LED für die Rück- und Bremsleuchten sind auf einem separaten Platinenstreifen im passenden Abstand voneinander gelötet und über Fädeldraht mit der Hauptplatine verbunden.

Die separaten Bremsleuchten kommen im Fahrbetrieb besser zur Geltung als die integrierten, da sich die Fahrzeuge recht schnell bewegen.

3.1 Fahrzeugbeleuchtung mit integriertem Bremslicht

Diese Fahrzeugbeleuchtung ist mit Einweggleichrichtung und Überspannungsschutz sowie einem 0,1 F großem GoldCap versehen. Die Bremsleuchten sind in den Rückleuchten integriert.

Der Prototyp besteht aus einem LifeLike M-Chassis mit Chevrolet Karosserie.

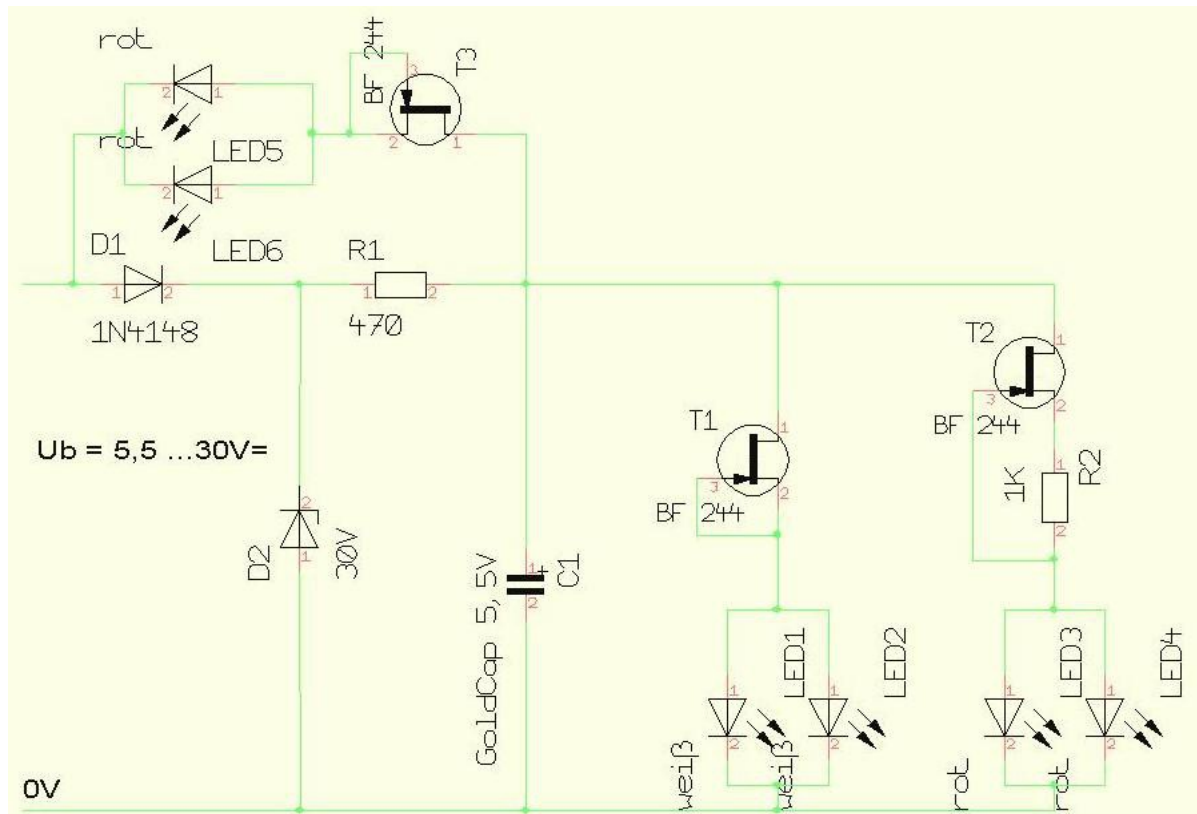


Schaltplan 8: Fahrzeugbeleuchtung mit integriertem Bremslicht

3.2 Fahrzeugbeleuchtung mit separatem Bremslicht

Diese Fahrzeugbeleuchtung ist mit Einweggleichrichtung und Überspannungsschutz sowie einem 0,1 F großem GoldCap versehen. Die Bremsleuchten sind separat ausgeführt.

Als Prototyp habe ich ein LifeLike-M-Fahrwerk mit einer Chevrolet Karosserie verwendet.



Schaltplan 9: Fahrzeugbeleuchtung mit separatem Bremslicht

4 Aussichten

Bei positiver Resonanz und ausreichender Nachfrage kann ein Bausatz und/oder eine entsprechende Platine angeboten werden.