

Das Lichtschwert

Der Wunsch meines Enkelsohnes war ein **Lichtschwert** aus dem Star Wars Filmen. Es war eine Herausforderung so ein Gerät zu günstigen Preisen selbst zu bauen.

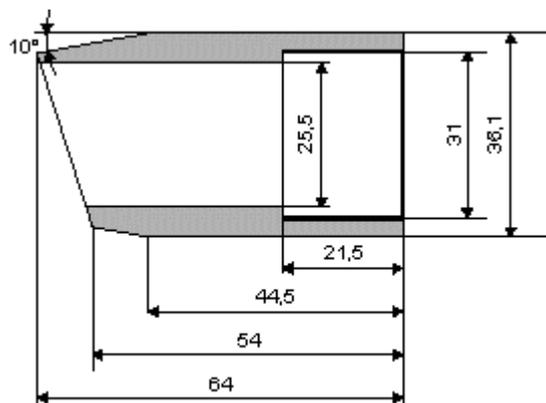
Das Kunststoffrohr für die „Klinge“ gibt es käuflich zu erwerben (etwa € 30.-) und auch die zugehörige Leistungs-LED in verschiedenen Farben ist im Elektronikhandel erhältlich (unter €20.-). Der Rest wurde selbst hergestellt.

Es war auch der Wunsch, dass bei dem Schwert auch den Original-Sound zu hören ist und auch zwei Startfunktionen, ein Start mit Intro eines ohne. Dazu aber später in der Bauanleitung.

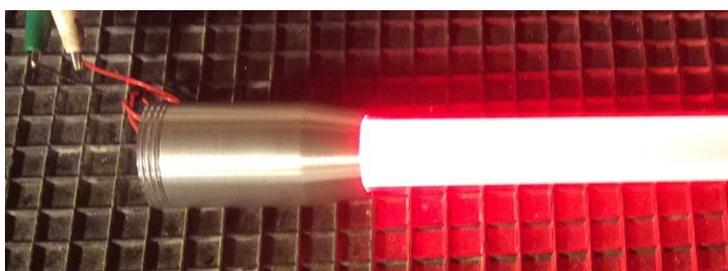
Zunächst wurde die Aufnahme für das Kunststoffschwert und der Leistungs-LED aus Aluminium hergestellt.



Links die Spannungs- und Strombegrenzung für die Power-LED, daneben die LED, daneben die Linse und rechts die Aluminiumhülse für Klinge und LED.



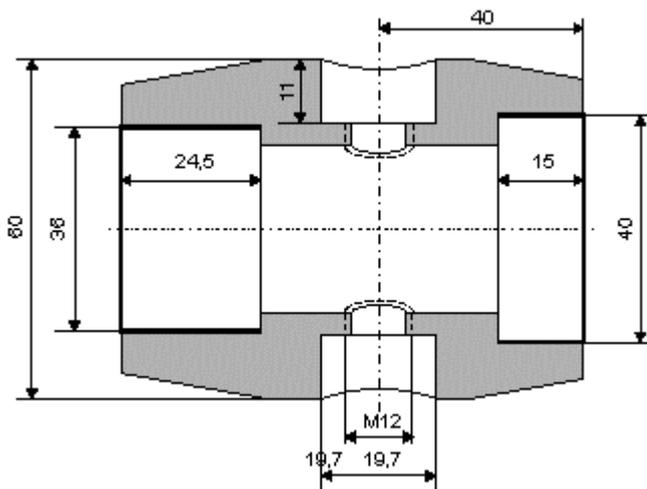
Die Elektronik ist im anschließenden Kunststoffkopf untergebracht. Die Power-LED wird warm und so ist ein guter Wärmekontakt zu der Hülse wichtig, damit diese auch als Kühlfläche zur Verfügung steht.



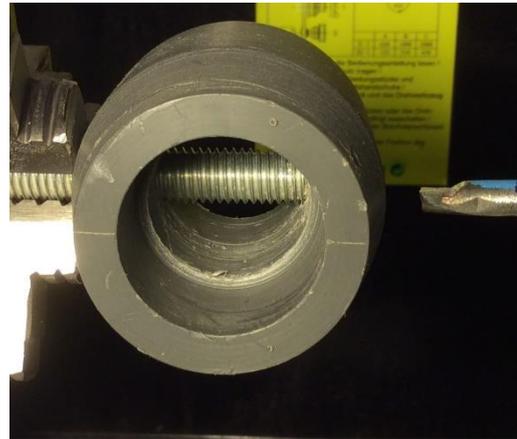
Ein Probetrieb an einem Labornetzgerät mit 700mA Strombegrenzung zeigt erstmalig den optischen Effekt dieser Klinge.

Als nächster Teil wird der eigentliche Kopf des Schwertes aus PVC gefertigt. Das Schwert hat zwei

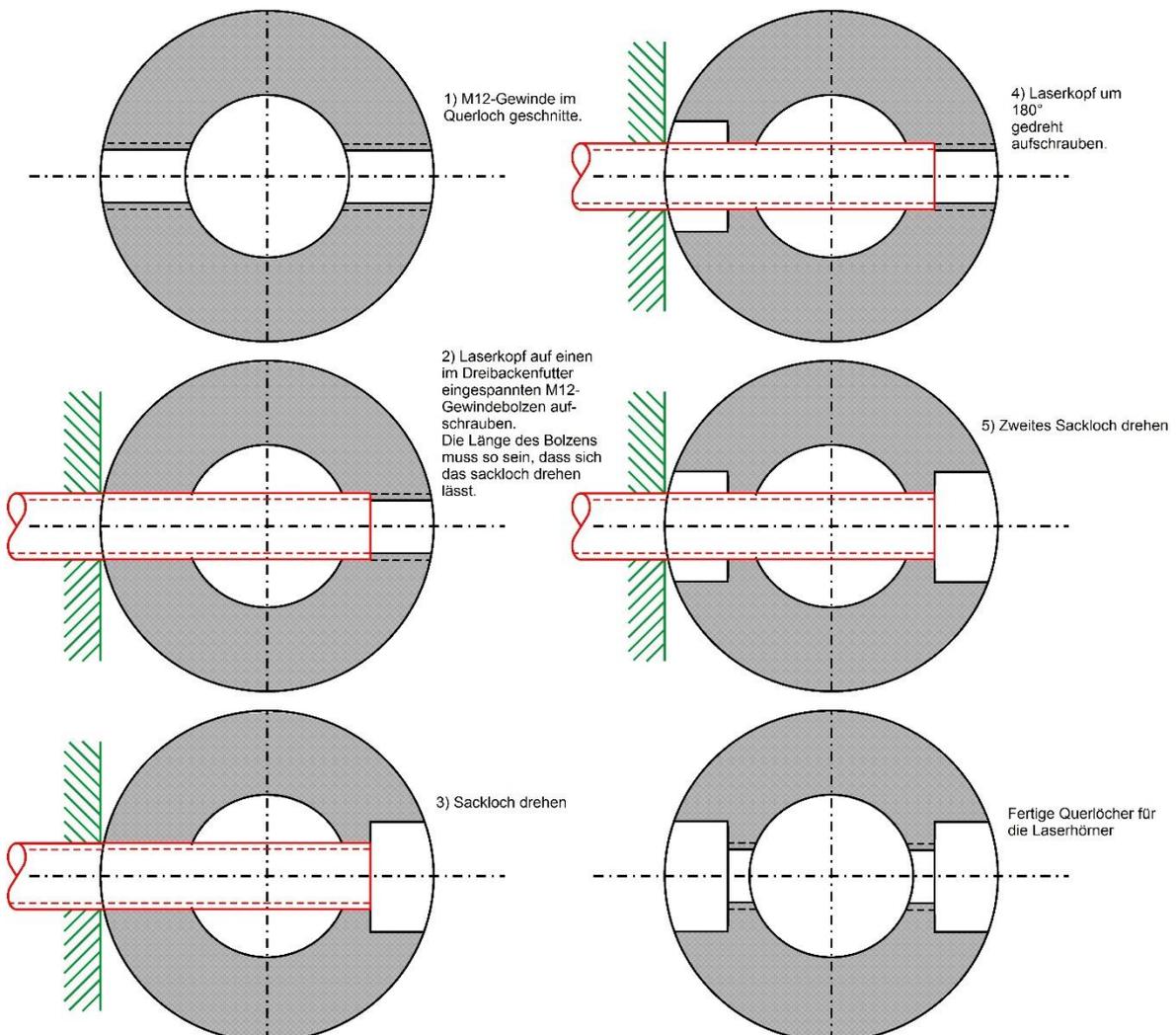
Seitenklingen, die etwas zeitlich zur Hauptklinge versetzt „gezündet“ werden sollen. Die Fertigung dieser Seitenbohrungen ist etwas komplizierter als der Grundkörper des Kopfes und wird in Einzelschritten erklärt.



Es ist notwendig den Kopf auf einen M12-Dorn aufzuschrauben, um beidseitig die Bohrungen für die Seitenklingen drehen zu können.



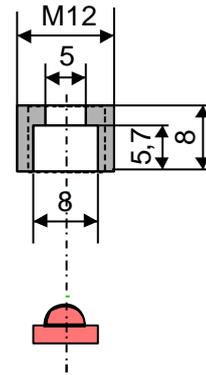
Querlöcher für Laserhörner



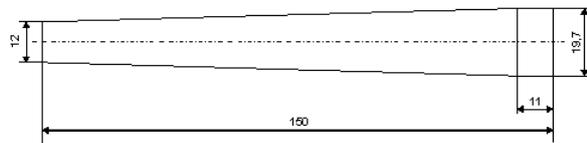
Für die Seitenklingen auch Laserhörner genannt, sind auch Leistungs-LED erforderlich, die in die M12-Gewindebohrungen eingeschraubt werden.



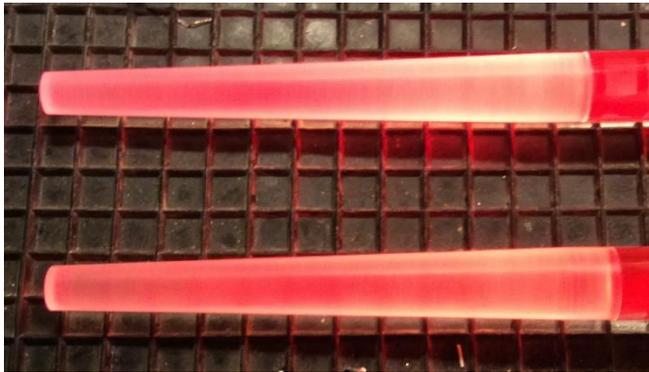
Die LED werden in die Kunststoffhülse (rechts) eingeklebt und dann mit einem kleinen Hilfsbügel justiert (links).



Die Seitenklinge selbst ist aus Acrylglas gedreht, das aufgeraut wurde, um einen besseren optischen Effekt zu ergeben.



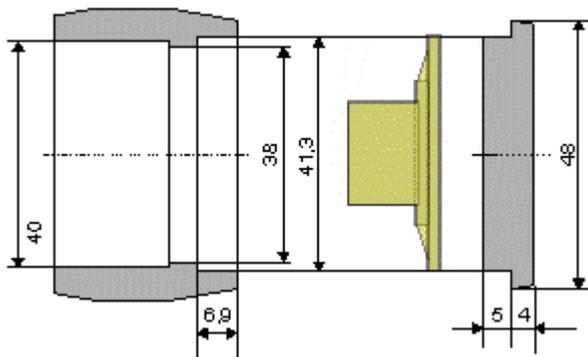
In einem Probetrieb wurde dieser Effekt optimiert.



Für die beiden Seiten-LEDs ist eine eigene Spannungs- und Stromregelung erforderlich, die mit der für die Hauptklinge im Kopf untergebracht ist.

Nun ist der vordere Teil des Schwertes mit Kopf, Haupt- und Seitenklingen samt Elektronik fertig. In den Kopf wird nun der Aluminium-Griff mit 40mm Durchmesser und einer Länge von 180mm eingesteckt. In diesem befinden sich die beiden Li-Ionen-Akkus und die Steuerungselektronik.

Am Ende des Griffes ist der Lautsprecher mit dem Soundmodul angebracht.



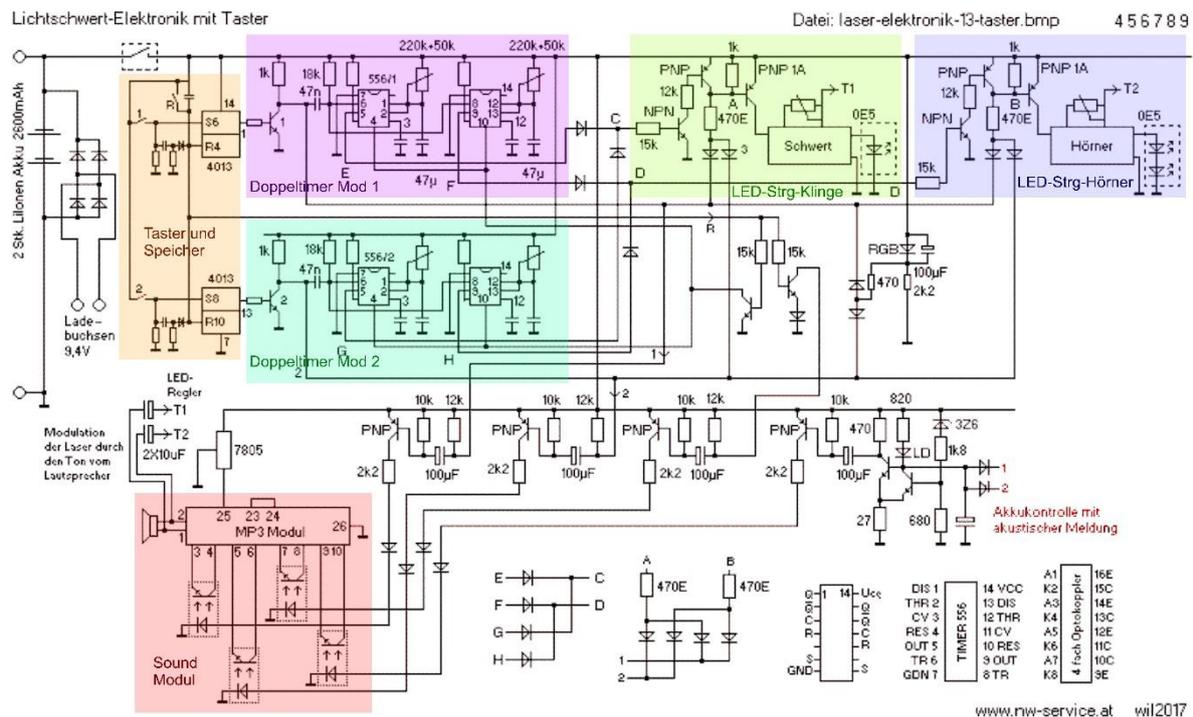
Alle Teile sind so gefertigt, dass sie fest zusammengesteckt werden können und nur mit großer Kraft wieder lösbar sind. Wird diese Genauigkeit nicht erreichen kann, kann sich mit seitlich angebrachten Wurmschrauben abhelfen, die die jeweils inneren Zylinder klemmen.

Alle **mechanischen** Teile sind nun gefertigt, nun kommt die Elektronik an die Reihe.

Ohne Sound wäre es einfach die LEDs zu schalten, vielleicht noch die Seitenklingen etwas verzögert.

Die Anforderungen an die Elektronik mit Sound:

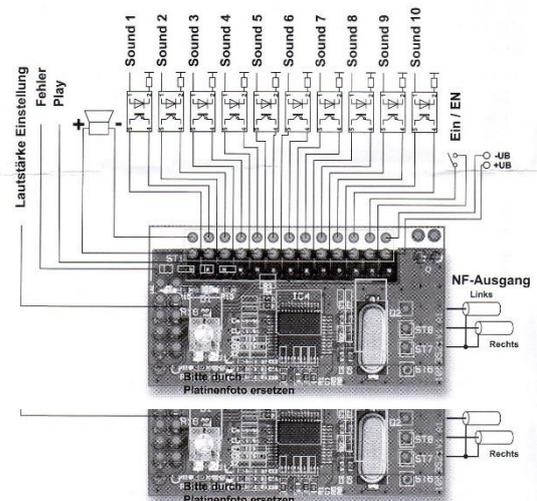
- 1) MP3-Soundmodul mit fünf Sounds
- 2) Entsprechend des jeweils gewählten Sounds eine zeitverzögerte Einschaltung von Haupt- und Seitenklinge.
- 3) Entsprechend der Amplitude des Sounds soll die Helligkeit der LEDs leicht „flackern“.
- 4) Lademöglichkeit des Akkus.
- 5) Option 1, bei niedriger Akkuspannung sollte eine akustische Warnung gegeben werden.
- 6) Option 2, bei Bewegung des Schwertes soll der charakteristische Klang dazu zu hören sein



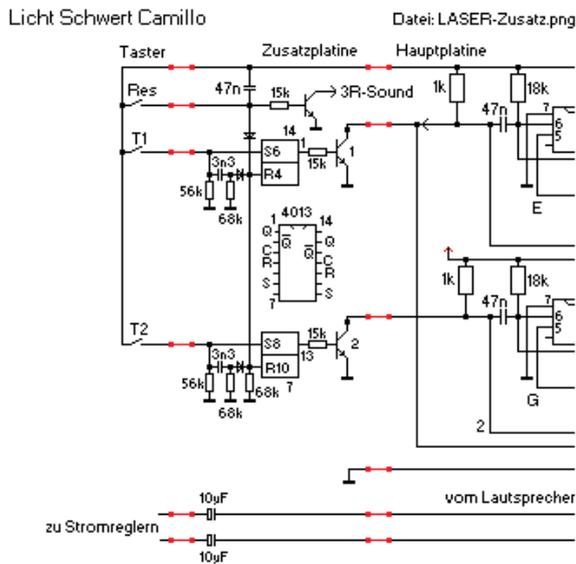
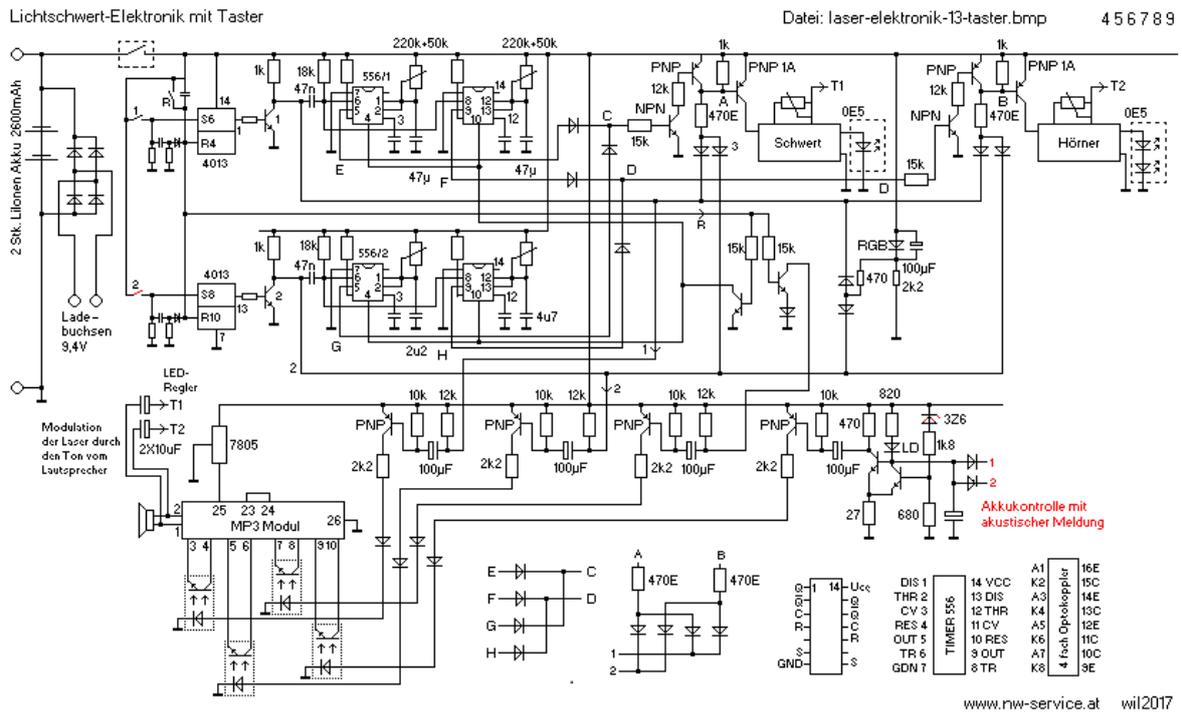
Der Ausgangspunkt der Entwicklung war das Soundmodul der Fa. ELV. Es war das kleinste, das in den Griff des Schwertes gepasst hat. Es kann 10 Sounds direkt ansteuern. Allerdings sind die Sounds etwas verzögert nach dem jeweiligen Einschalten zu hören.

Damit waren für die beiden Grundsounds (mit und ohne Intro) und mit der Zeitverzögerung der Seitenklingen jeweils zwei Doppelmonoflops 556 erforderlich.

Wichtig: Auch die Stille (Ruhe) ist ein Sound - das Soundmodul kann nicht aus- und eingeschaltet werden kann, da nach dem Einschalten das Modul eine Initialisierungszeit benötigt und nicht sofort Sounds wiedergeben kann. Nach 8 und weiteren 5 Minuten Stille, kommt akustisch eine Aufforderung zum Abschalten mit folgendem Schlusssound.

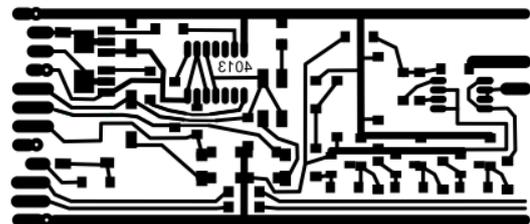


Detaillierter Schaltplan für die Bedienung mit Taster samt Speicher.

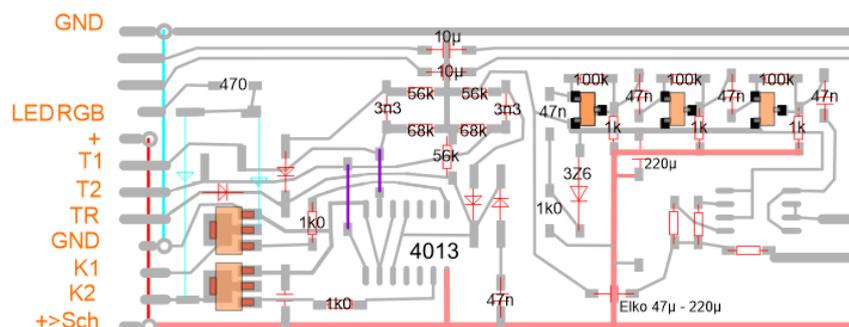


Die verschiedenen Ausführungen des Lichtschwertes (mit und ohne Seitenklingen, mit Schalter- oder Tasterbedienung) machte eine Ergänzung für die Tasterbedienung erforderlich. Die Verbindung zur Hauptplatine erfolgt über kurze Litzendrahtbrücken.

Hier das Layout für die SMD-Bestückung:



Rechts der Bestückungsplan mit den Anschlüssen über kurze Drahtbrücken zur Hauptplatine und die Anschlüsse „+, T1, T2, TR“ zu den Tastern.

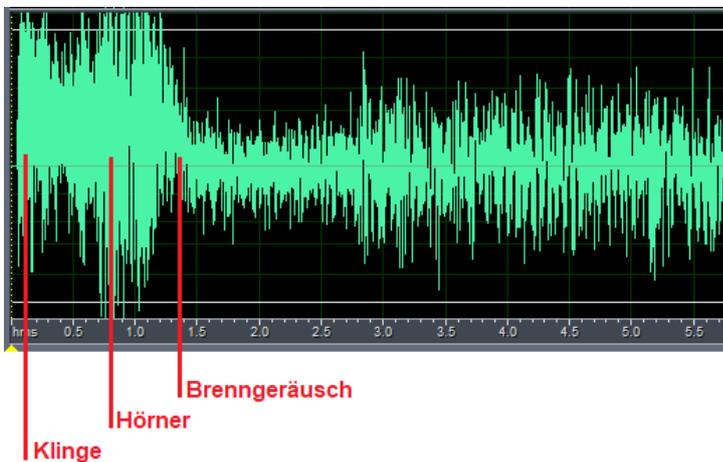


Detaillierte Schaltungsbeschreibung:

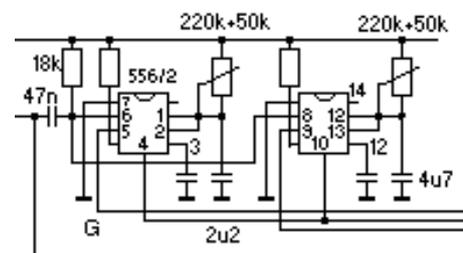
In der Digitaltechnik gibt es drei Arten von Kippstufen, BISTABILE mit zwei stabilen Zuständen, diese Art wird in der Schaltung als Tastenspeicher (IC 4013) verwendet, MONOSTABILE mit einem stabilen und einem temporärem Zustand, diese wird als Zeitelement vierfach verwendet (2xIC 556) und ASTABILE mit permanentem Wechsel der Zustände (Rechteckgenerator mit IC 555), derzeit nicht in der Schaltung verwendet.

Es gibt 2 Betriebsmodi, Sound1 – ohne Intro und Sound 2 – mit Intro. Zusätzlich Sound 3 – kein Sound (mit späterer Abschaltaufforderung) für die Abschaltung der beiden ersten Sounds. Bei den ersten beiden Modis muss das Licht der Klinge und der Hörner verspätet „gezündet“ werden, bis im jeweiligen Sound der Zündvorgang hörbar wird.

Diese Zeitverzögerung wird mit 2 monostabilen Kippstufen (IC 556) realisiert, eine für die Klinge und die zweite für die Hörner. Da es zwei verschiedene Soundverläufe sind, sind auch pro Modus 2 monostabile Kippstufen erforderlich.

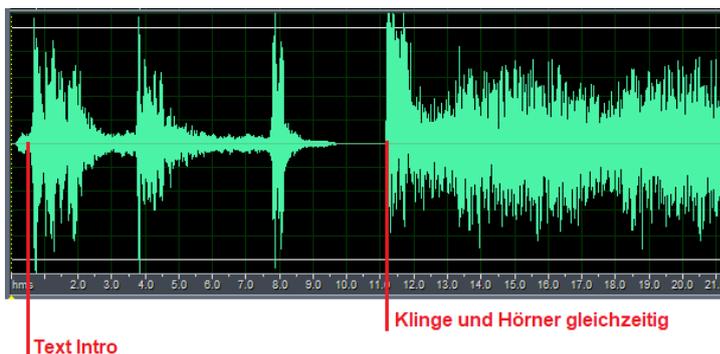


Im linken Bild ist der Verlauf vom Sound ohne Intro zu sehen. Der Sound der Klinge beginnt etwa nach 200ms, der Sound der Hörner nach 1,4s.

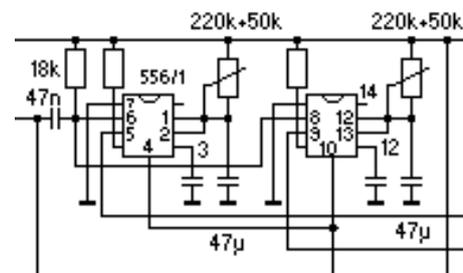


Die zeitbestimmenden Elemente sind

die Kondensatoren $2\mu 2$ und $4\mu 7$ mit den jeweilig darüberliegenden Reglern $220k+50k$. Mit letzteren können die gewünschten Zeiten exakt eingestellt werden.



Im linken Bild ist der Verlauf vom Sound mit Intro zu sehen. Die Zeitverzögerung für Klinge und Hörner beträgt 11,2s.

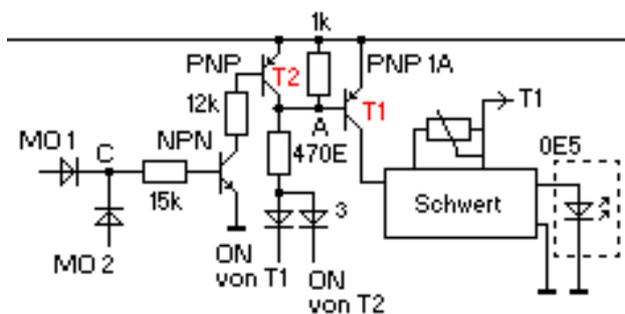


Die zeitbestimmenden Elemente sind die beiden Kondensatoren 47μ mit den jeweilig darüberliegenden Reglern $220k+50k$. Mit letzteren können die gewünschten Zeiten exakt eingestellt werden.

Ein grundsätzliches Problem verursacht das Soundmodul der Fa ELV, das allerdings das kleinste erhältliche Modul ist. Nach dem Einschalten der Stromversorgung benötigt das Modul eine Initialisierungszeit, von etwa 1 Sekunde. Danach können bis zu 10 Sounds direkt aufgerufen werden. Allerdings vergehen vom Tastendruck bis zum Beginn des Sounds etwa 100ms. Um die Initialisierungszeit zu umgehen soll nach dem Einschalten des Lichtschwertes nach etwa 1 Sekunde die Reset-Taste gedrückt werden, dann läuft der „Ruhesound“ und die Umschaltung auf Sound 1 und 2 erfolgt exakt nach 100ms nach Tastenbetätigung.

Nun zum etwas komplizierteren Teil der Funktionserklärung. Eine monostabile Kippstufe hat einen exakt einstellbaren temporären Zustand und fällt danach wieder in einen Dauerzustand zurück. Die Schaltung erfordert eine **zeitverzögerte** Einschaltung der Lichteffekte.

Somit muss nach dem Tastendruck der Sound und das Licht gemeinsam gestartet werden, der temporäre Zustand verhindert aber die eingestellte Zeit lang das „Zünden“ von Schwert und Hörner. Der dauerhafte Zustand der monostabilen Kippstufe gibt das „Leuchten“ danach dauerhaft frei.



Der Transistor T1 schaltet den Leistungs-LED-Regler ein. Dieser wird über zwei Dioden von „ON von T1“ und „ON von T2“ ange-steuert, also direkt vom Tastenspeicher.

Der Transistor T2 sperrt T1 und er wird von den monostabilen Kippstufen, MO1 und MO2 angesteuert, die das „Leuchten“ temporär verhindern.

Die gleiche Schaltung ist für die Hörner-LED-Steuerung vorhanden.

Wird die Reset-Taste betätigt, wird „ON von T1“ und „ON von T2“ gelöscht und der Leistungs-LED-Regler wird über T1 ausgeschaltet.

Norbert Willmann, Email: info@nw-service.at