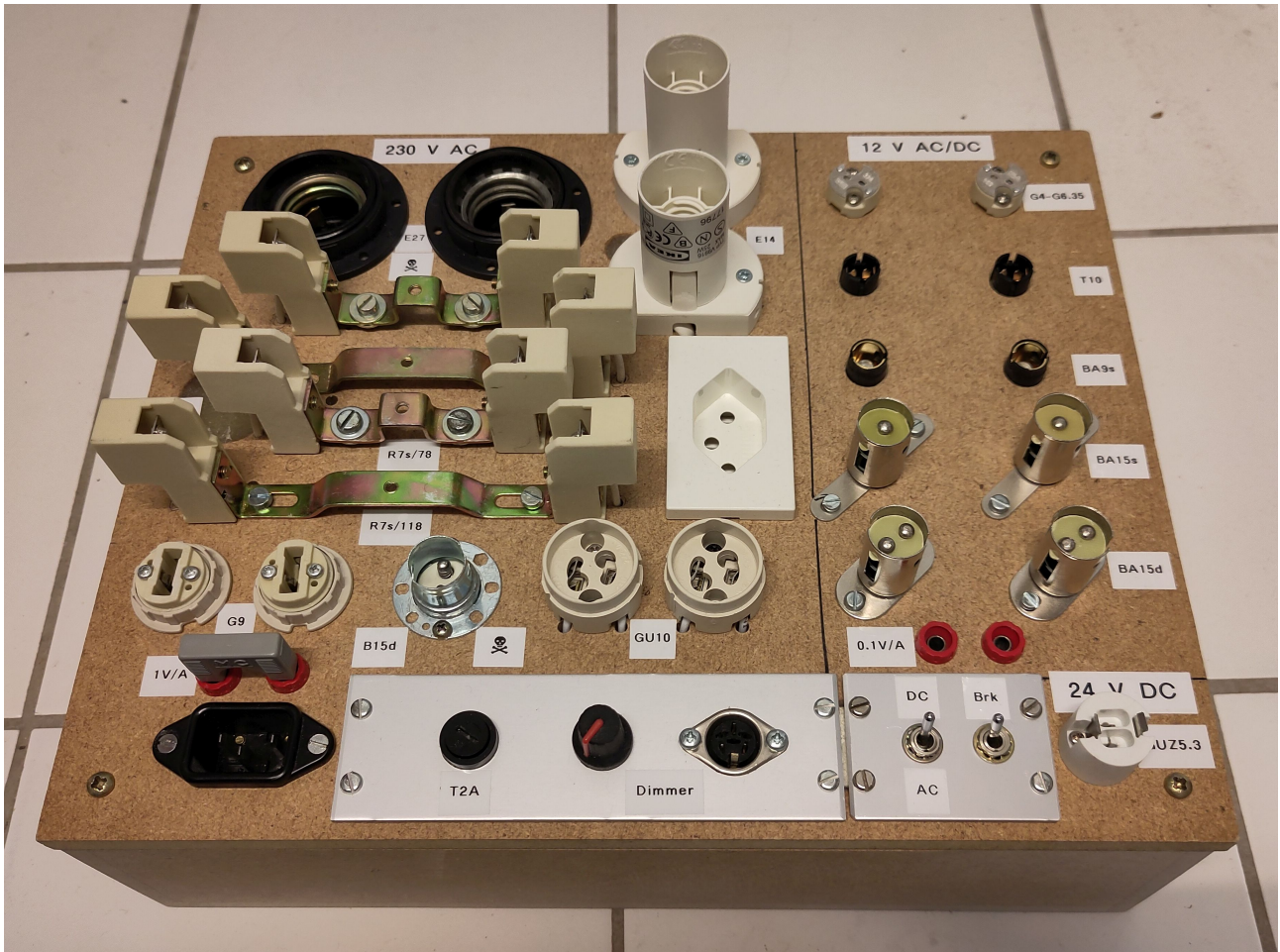


## Universal-Lampen- und Dimmer-Tester



Erst eine kurze Erklärung dafür, weshalb ich dieses hässliche und etwas verrückte Werkzeug generierte - wie schon Shakespeare sagte: "Ist dies schon Tollheit, hat es doch Methode".

An einem Abend pro Woche helfe ich in der Reparaturwerkstatt eines Gemeinschaftszentrums in Zürich mit. Es läuft dort ganz ähnlich ab wie in einem Repair Café, ausser, dass es bei uns keinen Kaffee gibt. Von Zeit zu Zeit erhalten wir - neben anderen Dingen aller möglichen und unmöglichen Geschmacksrichtungen - Leuchten mit Symptombeschreibungen wie "kein Licht", "flackert", "flimmert" oder "Wackelkontakt".

Seit ein paar Jahren sind beinahe alle Glühbirnen vom Markt verschwunden, und es gibt jetzt LED-Ersatzbirnen mit massiv erhöhtem Wirkungsgrad (was gut ist). Meiner Meinung nach sind gute LED-Ersatzbirnen auch besser als Kompakt-Leuchtstofflampen (damals "Energiesparlampen" genannt), und LED-Birnen entwickeln ihre volle Helligkeit sofort nach dem Einschalten - aber die Kompakt-Leuchtstofflampen scheinen ohnehin aus den Geschäften verschwunden zu sein, da sie eine geringe Menge Quecksilber enthalten.



**Dimmable**



**Not Dimmable**

Es kommt jedoch vor, dass jemand eine Glühbirne durch eine LED-Birne ersetzt hat, die mechanisch, aber nicht elektrisch kompatibel ist. Manche LED-Birnen lassen sich (mehr oder weniger gut) dimmen, andere hingegen nicht - Piktogramme (s. oben) auf der Verpackung und auf den Birnen selbst weisen zwar darauf hin, werden aber manchmal von einem unwissenden Kunden übersehen oder ignoriert. Es gibt Dimmer, die mit dimmbaren LED-Lampen harmonieren, aber leider gibt es auch welche, die das nicht tun.

Ausserdem sind Kunden oft dadurch verwirrt, dass der Leistungsbedarf (in W/Watt) einer LED-Birne viel geringer ist als der einer früheren Glühbirne bei gleicher Helligkeit. Die Lumen-Angabe (lm), die die Helligkeit des Leuchtmittels angibt, ist noch zu neu, als dass sie sich ein normaler Endverbraucher einprägen und einfach vergleichen könnte. Schliesslich versuchen wir nicht nur, Leuchten zu reparieren, sondern beraten auch bei der Wahl des Leuchtmittels, wo es zu kaufen ist, und wo man es am günstigsten bekommt.

Da ich mehr als der Kunde über diese Fakten wissen will, vergleiche ich öfter zwei verschiedene Leuchtmittel oder teste einen Dimmer. Dazu bastelte ich mir jeweils mehr oder weniger elektrisch sichere (im Klartext: mehr oder weniger gefährliche) Vorrichtungen - auf die Dauer ein zeitraubendes und unbefriedigendes Unterfangen.

Dies war Grund genug für mich, meinen Lampen- und Dimmer-Tester zu bauen. Ziel war es, damit jedes beliebige 230-V-Leuchtmittel zu testen, die Helligkeit zweier ähnlicher (oder vielleicht auch nicht so ähnlicher) Leuchtmittel mit (mehr oder weniger) identischen Abmessungen und Fassungen zu vergleichen, und auch zu prüfen, ob sie mit dem im Testgerät installierten Lichtdimmer harmonieren. Darüber hinaus kann ich damit auch einen externen Dimmer prüfen und herausfinden, ob er mit den verschiedenen Leuchtmitteln kompatibel ist. Für die Überprüfung einer kompletten Leuchte ist auch eine 230-V-Steckdose vorhanden.

Wie immer habe ich versucht, so viel vorhandenes Material wie möglich aus meiner Bastelkiste weiter zu verwenden; im Handel mag es schönere Fassungen geben, aber diejenigen, die ich benütze, müssen nur ordentlich funktionieren.

Ich gehe davon aus, dass eine ähnliche Vorrichtung auch für die Verwendung in 115 V-Ländern aufgebaut werden kann. Ich bin sicher, dass die meisten, wenn nicht alle Lampenfassungen dort etwas anders aussehen als hier in Europa, aber ich weiss leider nicht genau, worin sie sich unterscheiden. In einem solchen Fall müssen alle Komponenten für 115 V-Betrieb spezifiziert sein.

In einem zweiten Schritt sind auch Bereiche für 12 V AC/DC- und 24 V DC-Lampen geplant, zum Testen und Vergleichen z.B. der kleineren Niedervolt-Halogen- und LED-Lampen, wie sie z.B. für Beleuchtungs-Seilsysteme verwendet werden, oder von Lampen für den Einsatz in Fahrzeugen. Diese Bereiche sind mir weniger wichtig, die Verdrahtung dafür ist noch nicht realisiert.

**Warnung:**

***Da dieses Projekt mit einer Netzspannung von 230 V (oder 115 V, je nach Land) arbeitet, müssen Sie unbedingt wissen, was Sie tun. Dies ist KEIN Projekt für Anfänger, weder im Aufbau noch in der Anwendung. Einige der verwendeten Lampenfassungen sind nicht narrensicher, man kann dort versehentlich einen Finger hineinstecken und elektrisiert werden. Das ist im besten Fall unangenehm und sehr schmerzhaft, im schlimmsten Fall kann es tödlich sein! Abgesehen davon ist es mit diesem Werkzeug natürlich nicht möglich, jeden Fehler jeder Leuchte zu finden.***

### **Verwendetes Material:**

Erstmal braucht man ein Gehäuse, das genügend Platz für alles bietet, was auf der Oberseite und im Inneren installiert werden soll. Ich hatte von einem anderen, früheren Projekt, das nicht zustande kam, ein Gehäuse aus 10 mm dickem MDF (mitteldichte Faserplatte) herumliegen. Für das aktuelle Projekt war es etwas zu gross und musste verkleinert werden. Ein solches Gehäuse wird vorzugsweise aus einem isolierenden Material wie z.B. Holz (Sperrholz, Spanplatte, MDF, von mir aus auch Massivholz) oder Kunststoff hergestellt. Ein Metallgehäuse ist zwar auch denkbar, aber es ist schwieriger zu bearbeiten und muss aus Sicherheitsgründen unbedingt leitend mit dem Schutzleiter (gelb/grün) des Netzanschlusses verbunden werden.

### **Der 230 V AC-Bereich:**

- 1 x Netzanschluss (z.B. "Kaltgerätestecker" IEC-60320 C14)
- 1 x Sicherungshalter mit T2A-Feinsicherung (2 Ampère, träge)
- 1 x 230 V-Dimmer-Modul (z.B. dieses: <https://www.conrad.ch/de/p/tru-components-drehzahl-und-leistungsregler-230-v-ac-15-a-200-w-1-st-1570778.html>)
- 1 x Potentiometer 470 k $\Omega$ , linear bzw. B-Kurve (mit Kunststoff-Achse und -Drehknopf)
- 1 x 5-polige DIN-Buchse, 240°-Variante (diese scheinen für max. 250 V spezifiziert zu sein, im Gegensatz zu den 180°-Versionen)
- 3 x 5-poliger DIN-Stecker, 240°-Variante, mit isoliertem Kunststoffgriff
- 2 x Fassungen E27
- 2 x Fassungen E14
- 2 x Fassungen R7s, 78 mm (für 230 V/80 W-Halogen-/LED-Linienlampen)
- 2 x Fassungen R7s, 118 mm (für 230 V-Halogen-/LED- Linienlampen mit 160+ W)
- 2 x Fassungen G9 (für steckbare 230 V-Halogen-/LED-Glühlampen)
- 2 x Fassungen GU10/GUZ10 (für steckbare 230 V-Halogen-/LED-Lampen)
- 1 x Bajonettfassung B15d (für Glühlampen, die z.B. in Nähmaschinen oder Backöfen verwendet werden)
- 1 x 3-polige Steckdose (in meinem Fall: eine Schweizer Normsteckdose "Typ 13")
- 1 x 3-polige Schraubklemme
- 2 x 4 mm Bananenbuchsen (für die Strommessung im Neutralleiter)
- 1 x Brückenstecker für die oben genannten Buchsen (oder ein kurzes Jumper-Kabel mit 2 Bananensteckern)
- 1 x Widerstand (Shunt) 1  $\Omega$ /5 W
- Einige Schraubklemmleisten ("Lüsterklemmen") oder andere Mittel zur Verdrahtung/Verbindung der verschiedenen Fassungen
- Isolierte Leitungen (Litze und massiv) für die interne Verdrahtung
- Diverse Schrauben/Unterlegscheiben/Muttern M3, M4 und SPAX
- Etwas Aluminiumblech (bei Verwendung eines Holz- oder MDF-Gehäuses)

### **Der 12 V AC/DC-Teil (optional - mehr dazu später):**

- 1 x Netztransformator 230 V/12 V, 2,5 A (30 W)
- 1 x Netzteil 12 V DC, 6 A (72 W)
- 1 x Kippschalter mit 2 Umschaltkontakten (für AC/DC-Umschaltung)
- 2 x Universalfassung G4, GX5.3, G6.35, MR11, MR16 (für verschiedene Halogen-Zweistift-Glühlampen bis 30 W)
- 2 x Bajonettfassung BA15s (Autoglühbirne - Rückfahrleuchte, Blinker etc., 21 W)
- 2 x Bajonettfassung BA15d (Zweifaden-Autoglühbirne - Rückleuchte 5 W + Bremsleuchte 21 W)
- 1 x Kippschalter mit 1 Einschaltkontakt (für Bremsleuchte der BA15d-Fassung)
- 2 x Bajonett-Fassung BA9s (Autoglühbirne 5 W)
- 2 x Steckfassung W5W (Glassockel-Autoglühbirne 5 W)
- 2 x 4 mm Bananenbuchsen (zur Strommessung im Minuspfad)
- 1 x Widerstand (Shunt) 0,1  $\Omega$ /3 W

Einige Schraubklemmleisten ("Lüsterklemmen") oder andere Mittel zur Verdrahtung/Verbindung der verschiedenen Fassungen  
Isolierte Leitungen (Litze und massiv) für die interne Verdrahtung  
Diverse Schrauben/Unterlegscheiben/Muttern M3, M4 und SPAX

**Der 24 V-Gleichstromteil (äusserst optional):**

1 x Netzadapter 24 V, 290 mA (7 W) (exklusiv bei Ikea, siehe Schritt 4)

1 x Fassung GUZ5.3 (exklusiv bei Ikea, siehe Schritt 4)

**Werkzeug:**

Bohrmaschine und/oder Tisch-/Ständerbohrmaschine mit verschiedenen Bohreinsätzen (einige davon ziemlich gross)

Stichsäge

Raspel und/oder Feile

Flachzange

Seitenschneider

Abisolierzange

Kreuzschlitz- und Schlitzschraubendreher, verschiedene Grössen

Etikettendrucker (falls vorhanden)

Holzleim

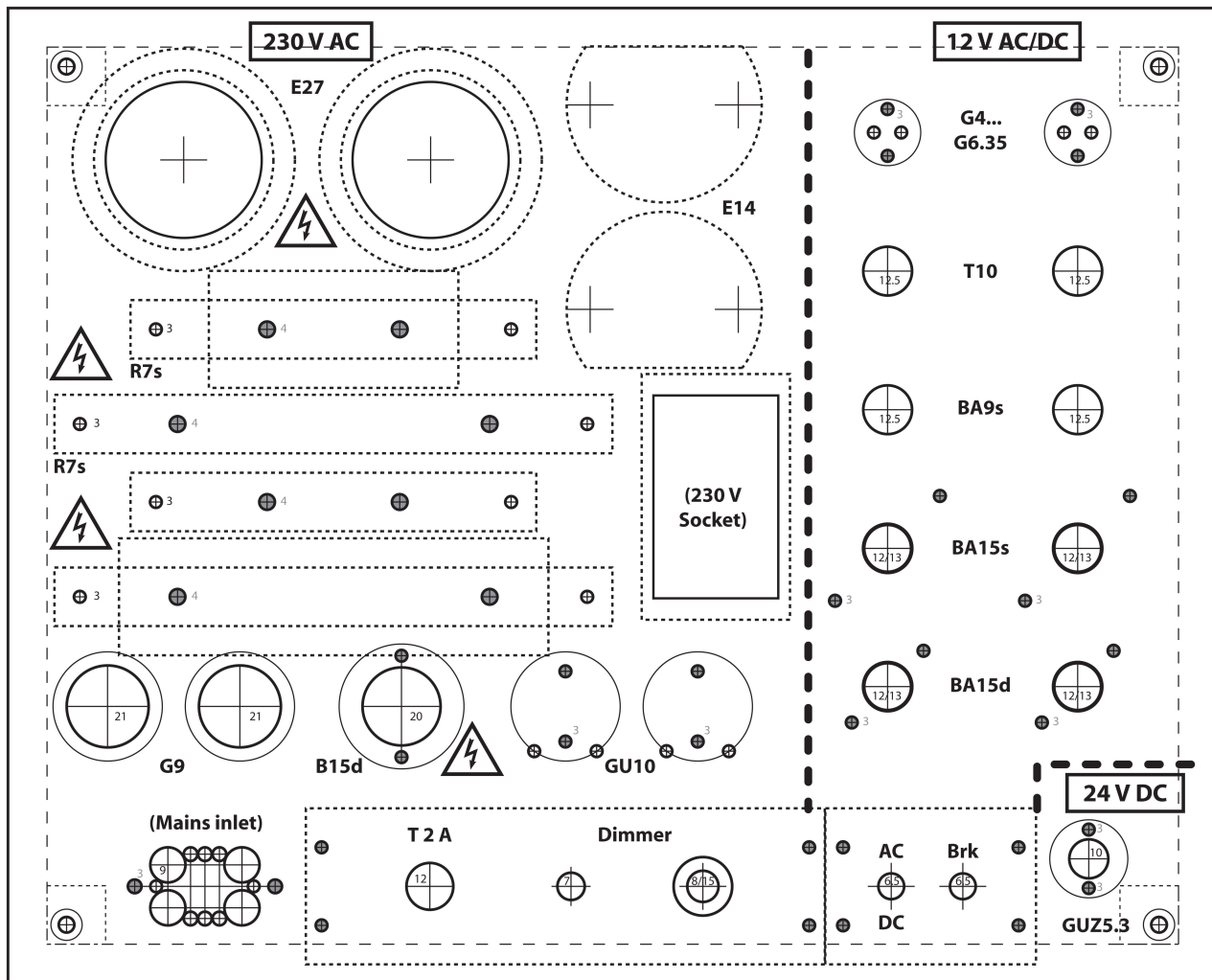
Zweikomponenten-Epoxidkleber

Heissklebepistole

Multimeter mit Durchgangsprüfungs-Funktion (oder einfacher Durchgangsprüfer)

(Sehr) dunkle Brille zum Vermeiden der Blendung beim Helligkeitsvergleich von Leuchtmitteln (z.B. Schweißbrille)

## Schritt 1: Der Aufbau



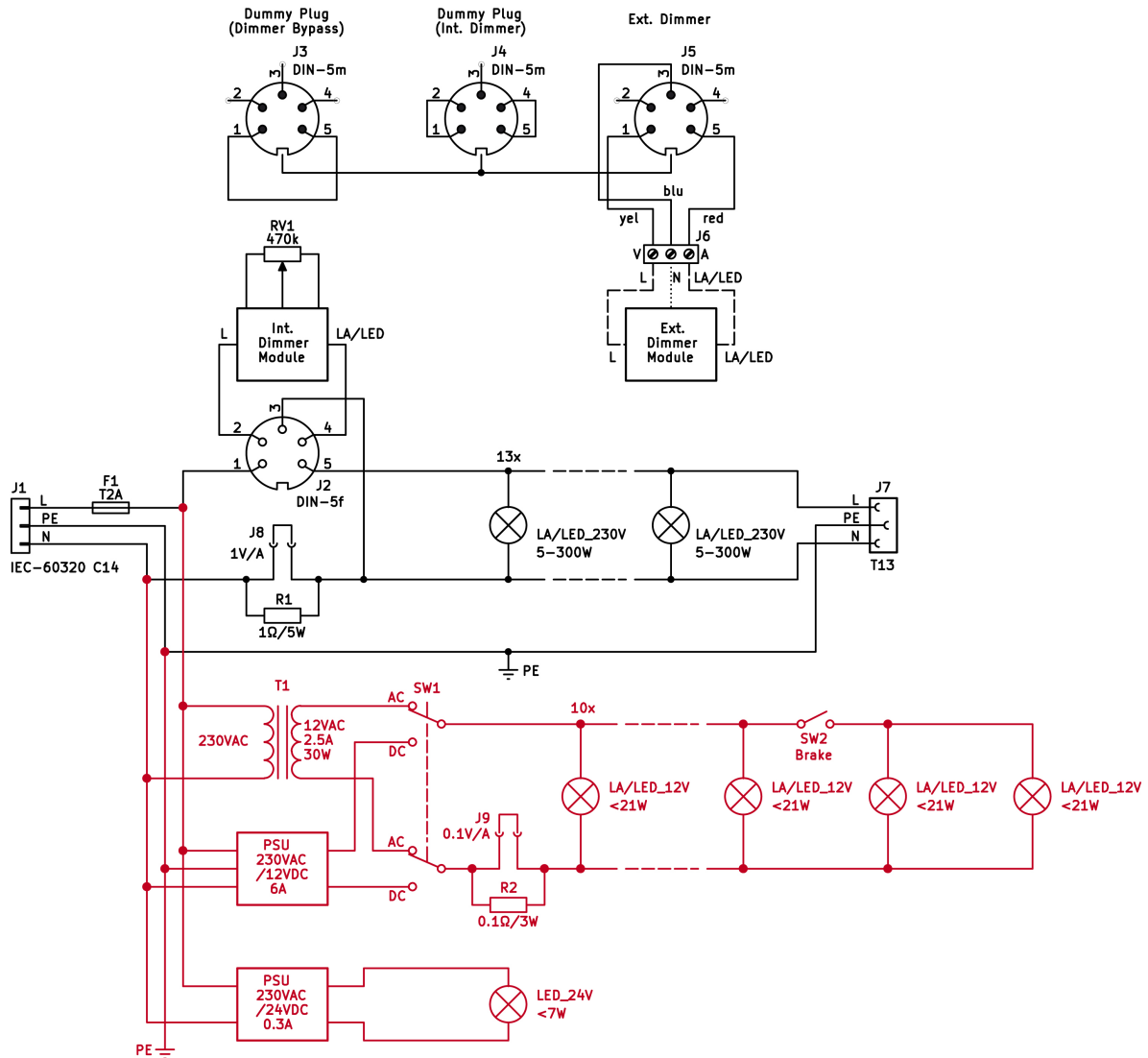
Ich begann damit, die vorhandenen Leuchtmittel-Fassungen aus meiner Bastelkiste zu sammeln. Ich brauchte aber noch mehr, die wurden eingekauft. Als alles beisammen war, begann ich, sie auf dem Deckel des Gehäuses auszulegen. Die Abstände zwischen den verschiedenen Fassungen hängen nicht von den Abmessungen der Fassungen, sondern von denjenigen der Leuchtmittel ab! Ich hatte z.B. in meiner ersten Skizze die beiden GU10-Fassungen viel zu nah beieinander angeordnet; eine davon musste später versetzt werden, wie auf den Fotos in Schritt 7 zu sehen ist.

Wie bereits erwähnt, war das Gehäuse für den Zweck etwas zu gross, also startete ich mein Zeichenprogramm und skizzierte ein Layout, von dem ich dachte, dass es funktionieren könnte (Bild oben), dann schnitt ich das Gehäuse auf der Kreissäge entsprechend zu und verklebte es neu. Natürlich kam mir in den folgenden Tagen noch die eine oder andere Idee, was noch hinzugefügt werden könnte/sollte/musste, so dass diese erste Skizze mehrfach aktualisiert wurde. Da das Gehäuse aber bereits geschrumpft war, wurde es dann etwas eng. Aber das Ganze soll ja bloss ein Werkzeug sein und nicht an einem Schönheitswettbewerb teilnehmen :-)

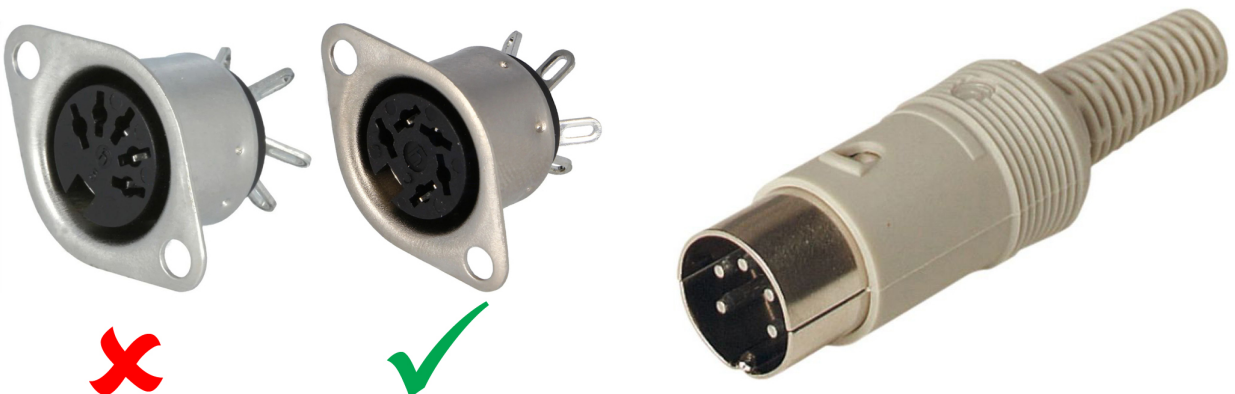
Jedenfalls hätte ich rückblickend für die 12 V AC/DC-Fassungen auf der rechten Seite weniger Platz einplanen können. Naja, vielleicht beim nächsten Mal :-D

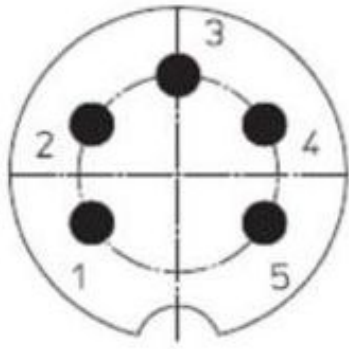
Diese, wie auch eine eher seltene 24 V-Fassung aus einer Ikea-Tischleuchte, sind in der aktuellen Projektphase zwar bereits eingebaut, aber noch nicht verdrahtet - der 230 V-Bereich hat für mich zur Zeit Priorität.

## Schritt 2: Schaltungsbeschreibung



Wie es sich für jedes ordentliche elektrische/elektronische Projekt gehört, habe ich dafür ein Schaltschema entworfen, siehe oben. Die noch nicht implementierten 12 V- und 24 V-Bereiche sind in roter Farbe dargestellt.





**Stecker nach DIN 45322, Ansicht auf Lötseite**

**Der 230 V-Wechselstromteil** besteht im Wesentlichen aus 13 verschiedenen Fassungen, von denen jede bis auf eine doppelt vorhanden ist, um den Vergleich verschiedener Leuchtmittel zu erleichtern. Alle diese Fassungen sind parallel geschaltet. Die Netzversorgung wird über ein IEC-Kabel angeschlossen. Die "heisse" Leitung führt vom Netzanschluss direkt zu einem Sicherungshalter, und von dort zum Pin 1 einer 5-poligen 240°-DIN-Buchse. Ähnliche DIN-Steckverbindungen wurden in europäischen Audio- und Videogeräten verwendet, als ich ein Teenager war, und ich glaube, dass Bang & Olufsen sie immer noch einsetzt; die 5-polige 180°-Version wird auch für MIDI-Datenverbindungen zwischen verschiedenen Musikinstrumenten verwendet, und in den ersten PCs benutzte man sie für den Anschluss der Tastatur. In einem Datenblatt las ich, dass die 240°-Version für den 250 V-Betrieb spezifiziert ist, was ich etwas zweifelnd - und skeptisch - akzeptiere. Ich verwende sie, weil ich sie eine elegante und preiswerte Lösung für die anstehende Aufgabe ist. Sie erspart mir die Verwendung mehrerer Schalter und die erforderliche zusätzliche Verdrahtung (das 2. und 3. Bild oben zeigt eine ungeeignete 180°- und eine gute 240°-Buchse mit dem passenden Stecker). Im Schaltplan ist ersichtlich, dass an dieser Buchse auch ein Dimmer-Modul angeschlossen ist. Es sind insgesamt drei verschiedene Blindstecker notwendig. Bei einem davon ist eine Drahtbrücke von Pin 1 nach Pin 5 eingebaut, welche bloss das interne Dimmer-Modul überbrückt. Der zweite hat zwei Drahtbrücken installiert (eine zwischen Pins 1 und 2, die zweite zwischen Pins 4 und 5); damit wird das interne Dimmer-Modul aktiviert; und der dritte ist mit einer dreipoligen Schraubklemme verbunden, an der ein externer Dimmer angeschlossen wird, gleichzeitig wird das interne Dimmermodul umgangen. Die Pin-Nummern auf den Steckern und der Buchse (sie sind recht klein - man muss sich etwas Mühe geben, sie wirklich zu finden) müssen mit den Nummern im Diagramm übereinstimmen. Die "heisse" Leitung zu jeder der Lampenfassungen wird an Pin 5 der DIN-Buchse angeschlossen, wie im Diagramm angegeben. Die "kalten" Leitungen von den Lampenfassungen, also der Rückweg, ist über einen  $1 \Omega/5 \text{ W}$ -Widerstand mit dem Neutralleiter des Netzanschlusses verbunden. Zwei 4-mm-Bananenbuchsen ermöglichen so die Messung des Stroms, der durch das getestete Leuchtmittel fließt; daran wird ein Multimeter im Wechselspannungsmodus angeschlossen; pro Ampère Stromstärke zeigt es 1 Volt an (1 V/A).

**Der (optionale) 12-V-Teil** verfügt über einen 12-V-Transformator (für Wechselstrom) und ein 12-V-Netzteil (für Gleichstrom), die Umschaltung erfolgt durch einen 2-poligen Kippschalter mit zwei Stellungen. Es gibt LED-Birnen, die nur für Wechselstrom, solche, die nur für Gleichstrom, und wieder andere, die sowohl für Wechsel- als auch für Gleichstrom spezifiziert sind. Es gibt natürlich auch welche, auf deren Verpackung nichts angegeben ist. Damit lässt sich prüfen, was zutrifft. Ausserdem gibt es BA15d-Autoglühbirnen mit zwei Glühfäden im selben Glaskolben, für Rück- (5 W) und Bremsleuchte (21 W). Normalerweise leuchtet nur der 5-W-Glühfaden, und der 21-W-Glühfaden kann mit einem einpoligen Kippschalter dazu geschaltet werden. Im Rückweg von den Fassungen liegt ein  $0,1 \Omega/3 \text{ W}$ -Widerstand. Zwei 4-mm-Bananenbuchsen ermöglichen so die Messung des Stroms, der durch das getestete Leuchtmittel fließt; dort kann ein Multimeter im Gleichspannungsmodus angeschlossen werden; pro Ampere Stromstärke zeigt es 0.1 Volt an (0.1 V/A).

**Der (noch optionalere) 24-V-Gleichstromteil** ist nicht unbedingt notwendig, weil es nur sehr wenige LED-Leuchtmittel für 24 V mit der verrückten GUZ5.3-Fassung gibt. Die einzige, über die ich gestolpert bin, wird von Ikea verkauft, ausschliesslich in ihren eigenen Leuchten - und es ist nahezu unmöglich, Ersatz zu bekommen, wenn dieses Leuchtmittel ausfällt.. In einem meiner früheren Instructables (<https://www.instructables.com/Saving-an-Ikea-Solbo-Lamp/>) habe ich mich schon darüber beschwert, dass man weder bei Ikea noch bei irgend einer anderen Quelle Ersatz finden kann. Der Ikea-Kundendienst schlug mir allen Ernstes sogar vor, einfach die gleiche Lampe noch einmal zu kaufen! Ich ersetzte dort die Fassung und das Netzteil durch eine Standardfassung und einen 12-V-Netzadapter und konnte so eine handelsübliche 12-V-LED-Birne verwenden. Die originale Fassung und das Netzteil lagen danach in meiner Bastelkiste, und in meinem Tester hier fand ich eine mehr oder weniger sinnvolle, vielleicht die einzig mögliche, Verwendung dafür. Da die originale LED-Birne leider bereits entsorgt war, als ich die Leuchte zur Reparatur bekam - und ich nicht daran gedacht hatte, herauszufinden, wo in der ursprünglichen Konfiguration der Plus- und der Minus-Pol war, fehlt mir diese Information jetzt. Irgendwann werde ich das hoffentlich herausfinden. Diesen Abschnitt wird am besten vergessen :-)

### **Schritt 3: Bohren des Gehäuses, Einbau der Fassungen**

Es gibt kein Bild des gebohrten, unbestückten Gehäusedeckels, bitte um Entschuldigung.

Wenn man die Skizze des Gehäusedeckels (siehe Bild in Schritt 1) in Originalgrösse ausdruckt (im Druckmenü "Keine Grössenanpassung" oder so ähnlich), kann sie als Schablone zum Markieren der Mittelpunkte der Löcher verwenden. Sie wird mit Klebstreifen am Deckel befestigt, danach sticht man mit einer Ahle an den entsprechenden Stellen durch das Papier.

Zum Bohren der grossen Löcher für z.B. die E27-Fassungen (40 mm Durchmesser) empfehle ich eine grosse Tisch- oder Ständerbohrmaschine mit einem Holz- bzw. Forstner-Bohrer und eine tiefe Drehzahl. Falls nicht verfügbar, lässt sich dafür natürlich auch eine Stichsäge und eine Raspel/Feile verwenden.

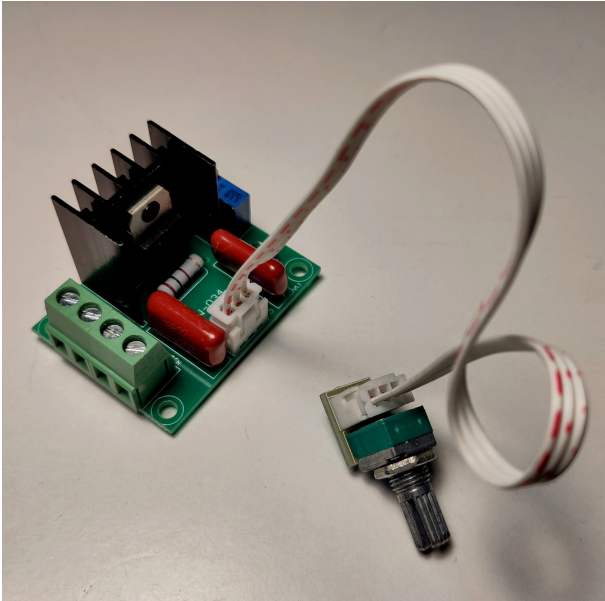
Nach dem Bohren baut man alle Fassungen und die restlichen Komponenten ein. Die Fassungen werden, je nach Typ, durch die entsprechenden Löcher gesteckt und mit M3-/M4- oder passenden SPAX-Schrauben festgeschraubt oder auf der Rückseite grosszügig mit Heisskleber fixiert. Die meisten der Schrauben sind noch altmodische Schlitzschrauben - die ich, etwas widerwillig, verwendete, weil sie nun mal da waren.

Aufgrund von Konzeptänderungen nach dem Bohren waren ein paar der Löcher überflüssig und wurden mit Zweikomponenten-Kleber aufgefüllt - was zugegebenermassen nicht besonders ästhetisch ist, die Funktion aber nicht beeinträchtigt.

Für die Montage des Sicherungshalters, des Potentiometers für das interne Dimmer-Modul, der DIN-Buchse und der beiden Kippschalter war das MDF zu dick. Deshalb benützte ich zwei Aluminiumblech-Reststücke als Montagebasis dafür.

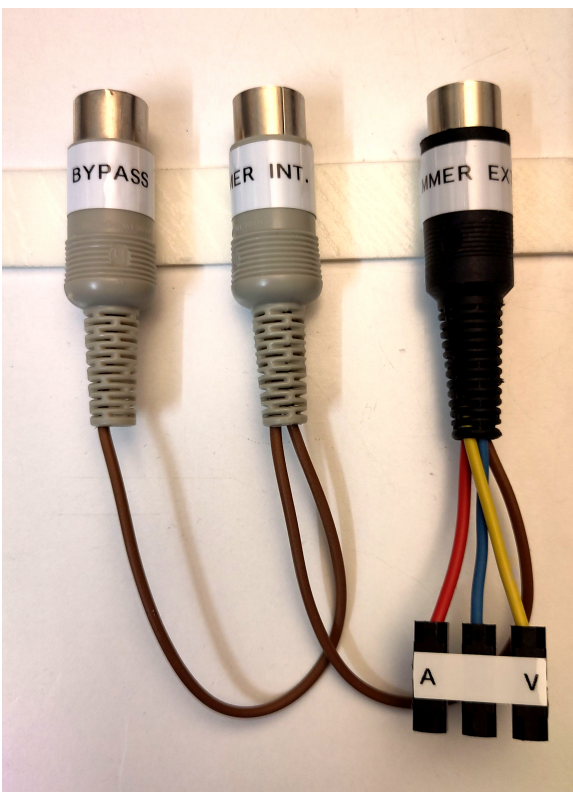


#### Schritt 4: Der Dimmer und die Blindstecker



Zunächst versuchte ich es mit einem sehr preiswerten Dimmer-Modul aus China (1. Bild), das ich bereits zur Reduktion der Leistung (und vor allem des Lärms) meines Werkstattstaubsaugers einsetze. Man kann damit jedoch die Leistung nicht vollständig auf Null herunterregeln. Das ist bei einem Staubsauger nicht unerwünscht, bei Leuchtmitteln jedoch lästig. Also ersetzte ich es durch ein kaum teureres Dimmer-Modul (2. Bild) von Conrad (siehe Link im Abschnitt "Material"; das Datenblatt ist unten im PDF-Format angehängt); dieses Modul muss durch ein Potentiometer und einen kleinen Kühlkörper ergänzt werden. Auch dieses Modul habe ich bereits einmal erfolgreich eingesetzt, in meinem DIY-Nähmaschinen-"Gaspedal".

Selbstverständlich kann man hier auch ein anderes Dimmer-Modul verwenden, sofern es sich für LED-Leuchtmittel eignet.



Die Blindstecker (3. Bild) brauchen keine weitere Erläuterung. Zwei davon sind intern mit Drahtbrücken versehen, der dritte mit einem dreipoligen Schraubanschluss; die Nummern der Pins der Stecker entsprechen denjenigen im Schaltplan. Ich empfehle dringend, DIN-Stecker mit isolierenden (Kunststoff-) Gehäusen zu verwenden, um das Risiko eines Stromschlags auszuschliessen. Alle drei Stecker sind durch Litzen mechanisch miteinander verbunden - bloss eine mechanische, keine elektrische Verbindung, einfach, damit sie zusammen bleiben.

*Beigefügte Datei: Conrad-Datenblatt*

### **Schritt 5: Etwas knifflig: Die Verkabelung**

Das ist nicht wirklich Hexerei, sondern eher ein Geduldspiel, das Vorgehen ist gemäss dem Schaltschema. Die vielen Fassungen werden mit Hilfe von isolierter Litze oder massivem, isoliertem Draht und mehreren Schraubklemmen-Leisten parallelgeschaltet.

Das ist etwas zeitaufwendig. Da ich es recht eilig hatte, entstand ein wirrer Drahtverhau, den ich lieber nicht herzeige. Ich ziehe es vor, darüber den Mantel des Schweigens zu breiten.

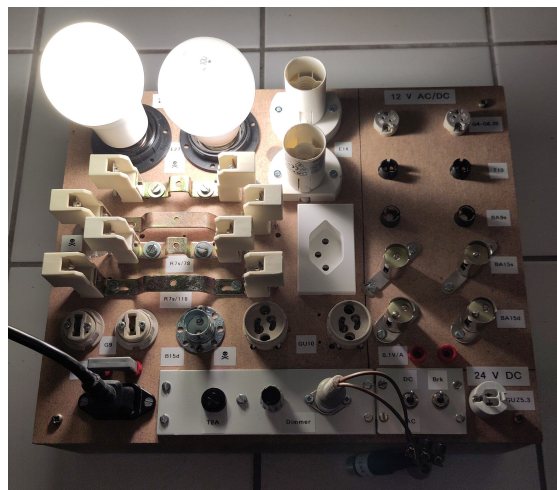
### **Schritt 6: Beschriftung**

Wie auf einigen der Bilder ersichtlich, sind alle Fassungen und die anderen Elemente mit meinem altherwürdigen Brother-Etikettendrucker beschriftet, einschliesslich der Blindstecker und der Schraubklemme für den externen Dimmer (s. Schritt 4). Die Beschriftung dieser Schraubklemme mag zwar wie "V" und "A" aussehen, symbolisiert aber Pfeile, die den Ausgang zum (V) und den Eingang vom (A) externen Dimmer anzeigen. Die gleichen V- und A-"Pfeile" findet man auch im Schaltschema.

### **Update 2024-11:**

*Ich merkte erst später, dass die Ein- und Ausgangsleitungen zum/vom externen Dimmer ohne Beeinträchtigung der Funktion auch problemlos vertauscht werden können, denn wir haben es hier ja mit Wechselspannung zu tun. Falls jedoch der externe Dimmer einen Ein-/Aus-Schalter hat, sind Dimmer und angeschlossene Lampe im ausgeschalteten Zustand nur dann vom Netz getrennt, wenn die Ein- und Ausgangsleitungen so angeschlossen sind wie oben angegeben.*

### **Schritt 7: Prüfen des Geräts**



*Was ich hier erzähle, gilt ebenso für die 12 V AC/DC- und die 24 V DC-Abschnitte, sobald sie implementiert sind, mit einigen kleinen Ausnahmen - dort ist z.B. kein Dimmer vorhanden. Ausserdem besteht in diesen beiden Abschnitten keine Gefahr eines Stromschlags für den Benutzer.*

Nach gründlicher doppelter (besser noch: dreifacher) Sichtprüfung der gesamten Verdrahtung prüft man alle Punkte, die laut Schaltplan miteinander verbunden sein sollten, mit dem Multimeter oder Durchgangspiepser auf Durchgang. Erst wenn diese Überprüfung in Ordnung ist, darf das Netzkabel den Netzeingang mit einer Steckdose verbinden. Der "Bypass"-Blindstecker wird in die Dimmer-Buchse gesteckt, die beiden Testbuchsen mit einem passenden Brückenstecker oder einem Jumperkabel verbunden. Ein Leuchtmittel (entweder eine der altmodischen Glühbirnen oder eine dimmbare LED-Birne) wird in eine der Fassungen eingesetzt. Sie sollte aufleuchten. Ist dies nicht der Fall, ist zu prüfen, ob die Feinsicherung (T2A bzw. 2 Ampère, träge) im Sicherungshalter eingesetzt und gut ist. Wenn noch immer nichts leuchtet, wird das Leuchtmittel in einer anderen Leuchte geprüft. Wenn noch immer nichts leuchtet, Netzkabel abstecken und die Verdrahtung erneut kontrollieren. Das wiederholt man so lang, bis das Leuchtmittel leuchtet :-)

Um wirklich jede Fassung gründlich zu prüfen, muss nacheinander in jede Fassung ein passendes Leuchtmittel eingesetzt werden, von dem bekannt ist, dass es funktioniert.

Wenn alles in Ordnung ist, entfernt man das Leuchtmittel, das zum Prüfen verwendet wurde. Man schliesst eine Leuchte, von der bekannt ist, dass sie funktioniert, an die Steckdose an und schaltet es ein. Sie sollte ebenfalls leuchten.

Die Leuchte wieder entfernen und ein dimmbares Leuchtmittel in eine entsprechende Fassung ein. Der Blindstecker "Bypass" wird nun durch den Blindstecker "Dimmer Int." ersetzt, das Leuchtmittel soll sich mit dem Dimmer-Drehknopf dimmen lassen. Wenn nicht, Netzkabel ziehen und Verdrahtung des Dimmers überprüfen. Die beiden Fotos oben zeigen eine dimmbare LED-Birne (links) neben einer ehemals handelsüblichen 100 W-Glühbirne, erst fast vollständig gedimmt, dann mit "Vollgas". Nicht jeder Typ LED-Birne kann über den gesamten Bereich gedimmt werden, wie von Glühbirnen gewohnt.

Wenn auch dies in Ordnung ist, wird das Netzkabel wieder abgezogen. Ein externer Dimmer, von dem bekannt ist, dass er funktioniert, wird am Blindstecker "Dimmer Ext." angeschlossen. Der Eingang des Dimmers wird an die Klemme "V" (gelbe Leitung) angeschlossen, der Ausgang des Dimmers an die Klemme "A" (rote Leitung). Die Neutralleiter-Klemme (blaue Leitung) muss normalerweise nicht angeschlossen werden, da Standard-Dimmern in der Regel eine Eingangs- und eine Ausgangsleitung genügt (siehe dazu auch 'Update' im vorhergehenden Schritt). Der Blindstecker "Dimmer Ext." wird in die Dimmer-Buchse gesteckt und das Netzkabel wieder angeschlossen. Es sollte möglich sein, das Leuchtmittel mit Hilfe des externen Dimmers zu dimmen.

Netzkabel abziehen und den "Bypass"-Blindstecker wieder einstecken. Multimeter an den "1 V/A"-Bananenbuchsen anschliessen und den 1 V-Wechselspannungsbereich wählen. Da wir es hier mit Wechselstrom zu tun haben, braucht keine Polarität beachtet zu werden. Netzkabel wieder anschliessen. Das Messgerät zeigt eine Spannung an, die proportional zur Stromaufnahme des Leuchtmittels ist.

*Beispiele:*

- Eine stabförmige 300 W-Halogen-Glühbirne in der 118-mm-Fassung R7s nimmt einen Strom von etwa ( $300 \text{ W} / 230 \text{ V} = 1.3 \text{ A}$ ) auf, das Messgerät wird 1.3 V anzeigen.

**Vorsicht! Halogenlampen dürfen NIEMALS mit blossen Händen angefasst werden, auch nicht, wenn sie kalt sind. Es muss immer ein sauberes, weiches (Papier-)Tuch**

**verwendet werden.**

**Halogenlampen werden im Betrieb SEHR RASCH SEHR HEISS, man kann sich daran verbrennen!**

- Eine 7.5 W-LED-Birne in der E27-Fassung nimmt einen Strom von etwa (7.5 W / 230 V = 0.032 A) auf, das Messgerät wird 0,032 V = 32 mV anzeigen.

Je nach Ausführung des Multimeters ist es möglich, dass der Strom durch ein *gedimmtes* Leuchtmittel - unabhängig davon, ob der interne oder ein externer Dimmer verwendet wird - nicht korrekt gemessen wird, da Standard-Wechselspannungsmessgeräte nur für die korrekte Anzeige sinusförmiger Wechselspannungen kalibriert sind.

### **Schritt 8: Betrieb - und ein paar weitere Warnungen**

Der Betrieb wurde eigentlich bereits im Schritt "Prüfen" ausführlich beschrieben, deshalb halte ich es für unnötig, ihn hier zu wiederholen.

**Bitte beachten:** Im Normalbetrieb wird/werden nur eine (oder zum Vergleichen zwei) Fassung/en bestückt. Es ist nicht sinnvoll, mehr als zwei Leuchtmittel auf einmal zu installieren. Tun man dies dennoch, kann es passieren, dass entweder die Sicherung auslöst oder der Widerstand, der zur Strommessung verwendet wird, überlastet wird und durchbrennt.

Wie im Videoclip (Link siehe unten) zu sehen ist, findet man ganz einfach heraus, ob sich eine LED-Birne zum Dimmen eignet oder nicht :-)

***Wichtige letzte Worte: Es muss darauf geachtet werden, dass niemand einen Finger in eine der verschiedenen Fassungen stecken, während das Prüfgerät eingeschaltet ist! In jeder der Fassungen ist Netzspannung vorhanden, die tödlich sein kann!***

***Ideal wäre es, den Tester nur zusammen mit einem Fehlerstrom-Schutzschalter (auch RCCD, Residual Current-operated Circuit-Breaker genannt) zu verwenden. Der schützt den Benutzer zwar auch nicht in jedem Fall vor einem Stromunfall, aber doch meistens.***

***AUGENSCHUTZ: Betrachten einer hell leuchtenden Birne kann Augenschäden verursachen. Beim Vergleich der Helligkeit zweier Leuchtkörper empfehle ich dringend das Tragen eines Augenschutzes. Ich versuchte es mit einer sehr dunklen Brille für Schweissarbeiten. Diese ist jedoch grünlich gefärbt, was das Vergleichsresultat negativ beeinflussen kann. Ich probierte auch eine Brille für die Betrachtung von Sonnenfinsternissen aus, musste aber feststellen, dass diese viel zu stark abdunkeln und deshalb nicht sinnvoll verwendet werden können.***

*Beigefügte Datei: Non-dimmable LED Bulb (left) dimmed.mp4*