

LED-Leuchte für das Mikroskop

Helmut Stadelmeyer, OE5GPL

Nachstehend wird beschrieben, wie man mit einer modernen Leuchtdiode eine leistungsstarke und dabei energiesparende Beleuchtung für ein Auflicht-Mikroskop anfertigen kann, das zum Bestücken von Leiterplatten mit SMD-Bauteilen verwendet wird.

Mit der bisher verwendeten Leselampe kann man durchaus arbeiten, aber der Kopf der Leuchte mit der 20-W-Halogenlampe ist doch hin und wieder im Weg. Zudem kommt das Licht von der Seite, weswegen die Bauteile viel unangenehmen Schatten werfen; das erschwert das genaue Platzieren der Bauteile unnötig. Ideal wäre eine Beleuchtung, die genau in Blickrichtung durch das Objektiv auf das Objekt trifft. Das läßt sich mit ringförmig um das Objektiv angeordneten Lichtquellen erreichen, allerdings ist die Befestigung einer solchen Leuchte gut zu überlegen.

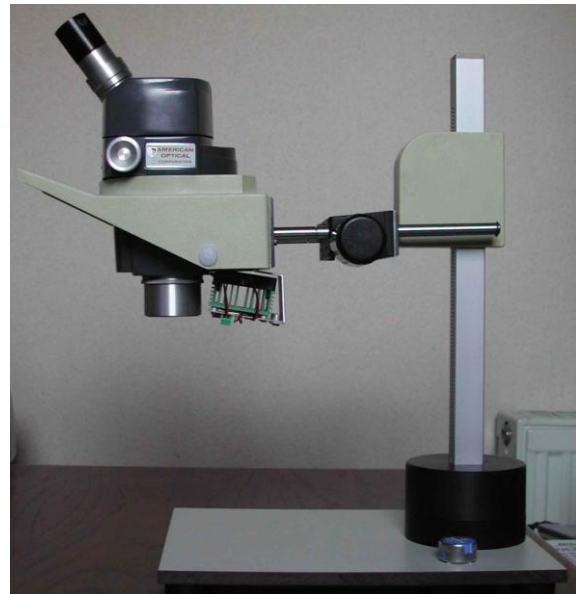


Abb. 1: Mikroskop mit angebauter Beleuchtung

Hier ist versuchsweise ein anderer Weg gewählt worden: Die Leuchte ist so knapp wie möglich hinter dem Objektiv montiert und es wird nur eine einzige LED mit einer Leistung von 8 W bei einer Betriebsspannung von 12 V verwendet. Sie liefert einen Lichtstrom von 600 lm (Lumen), was fast der Hälfte der Lichtleistung einer 60 cm langen Leuchtstoffröhre mit 18 W entspricht.

Der Aufbau dieser LED ist interessant: Auf einem runden Aluplättchen mit 28 mm Durchmesser und einer Dicke von 1 mm sind 16 einzelne Dioden angeordnet. Die zur Strombegrenzung notwendigen Vorwiderstände sind bereits eingebaut, für den ordnungsgemäßen Betrieb reicht deshalb ein normales Netzgerät. Zum mechanischen Schutz der auf der Oberseite montierten Bauteile sind sie mit gelb eingefärbtem, transparentem Silikongummi abgedeckt. Die entstehende Verlustwärme muß unbedingt über die Bodenplatte an einen Kühlkörper abgeführt werden. Ohne Kühlkörper kann wegen der geringen Wärmekapazität der Bodenplatte selbst ganz kurzzeitiger Betrieb mit voller Leistung zur Zerstörung dieses Bauteils durch Überhitzung führen!

Abb. 2 wurde bei einer Versorgungsspannung von 9,8 V aufgenommen; dabei fließt ein Strom von wenigen mA. Unter 9,6 V fließt gar kein Strom, woraus folgt, daß mehrere zu einer Gruppe zusammengefaßte Dioden in Serie geschaltet sind. Wahrscheinlich sind es 4 Gruppen zu je 4 LEDs. Mit zunehmender Spannung nimmt der Strom annähernd linear zu, ebenso die Lichtleistung. Das bedeutet einerseits, daß man die Helligkeit über die zugeführte Spannung einstellen kann, andererseits aber, daß das Bauteil bei zu hoher Spannung überlastet wird und kaputtgeht.

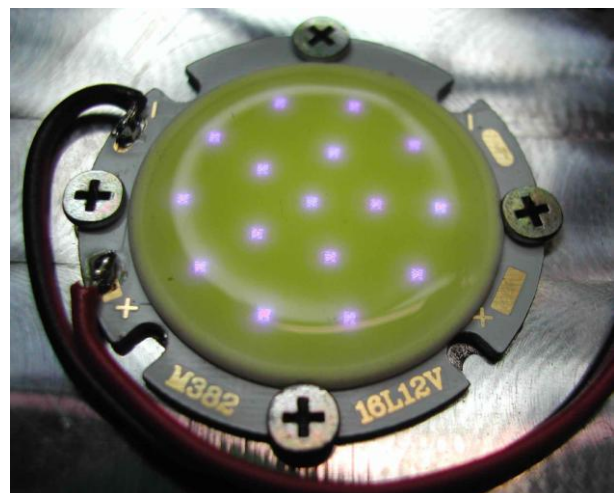


Abb. 2: Betrieb der LED mit geringster Spannung

Wer sich näher für die Entwicklungsgeschichte der Leuchtdioden, ihren Aufbau sowie Lichtausbeute und Wirkungsgrad im Vergleich mit anderen Leuchtmitteln interessiert, findet bei [1] eine Fülle von Informationen.

Die LED wird mit 4 Schrauben M2 auf den Kühlkörper gedrückt (Abb. 2). Damit der Wärmeübergangswiderstand auf den Kühlkörper möglichst gering wird, ist sparsame Verwendung von guter Wärmeleitpaste zwischen LED und Kühlkörper notwendig. Weil die Leuchte so klein wie möglich werden sollte, reicht beim hier verwendeten Kühlkörper die Oberfläche allein zur Abfuhr der Verlustwärme nicht aus, es ist ein Ventilator erforderlich.

LED-Leuchte

Damit der nicht andauernd mit voller Geschwindigkeit läuft, sorgt eine kleine Schaltung, die sich schon vielfach bewährt hat, für temperaturabhängige Drehzahlsteuerung (Abb. 3). Die ist mit SMD-Bauteilen auf einer in den Abmessungen zum Kühlkörper passenden, einseitigen Leiterplatte aufgebaut, für die jedes Material verwendet werden kann. Sie wird mit so viel Abstand auf dem Kühlkörper montiert, daß der Temperaturfühler KTY10-6 dazwischen ein wenig eingeklemmt wird, sodaß er sich nicht bewegen kann (ungefähr 3,5 mm). Der Fühler ist auf seiner ebenen Fläche ebenfalls mit Wärmeleitpaste zu versehen, damit er die Temperatur des Kühlkörpers annimmt. Die in Q3 durch die Gebläse-Spannungsregelung entstehende Verlustleistung von etwa 0,5 W führt das Kupfer der Leiterplatte ab.

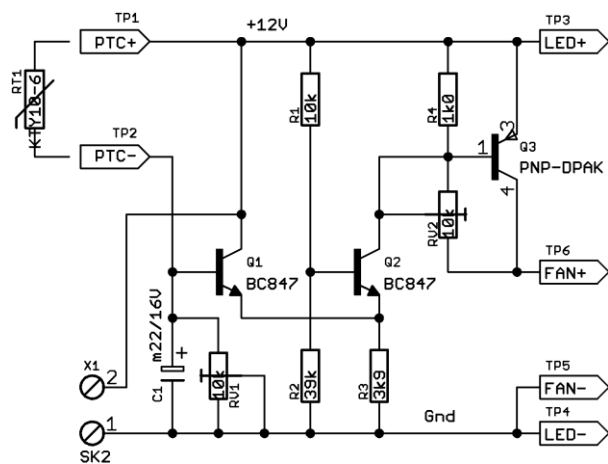


Abb. 3: Schaltplan

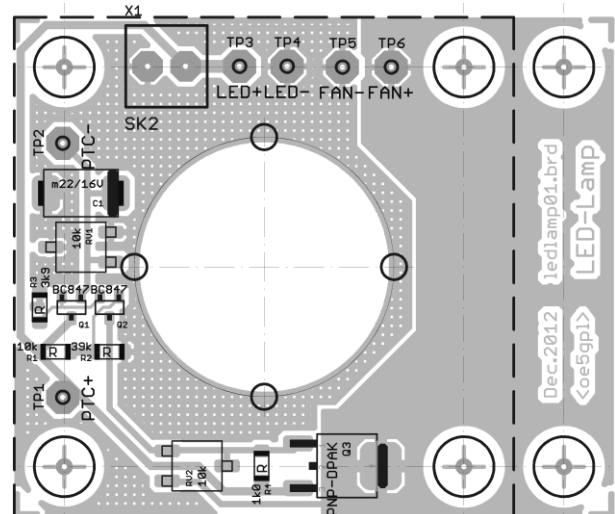


Abb. 4: Bestückungsplan

Verwendete Bauteile

Der Kühlkörper mit 50 * 50 * 19 mm stammt aus einem alten Rechner mit Pentium1-Prozessor, ebenso der dazu passende Lüfter für 12 V / 130 mA. Die LED gibt es bei [2] und [3]. Gewählt wurde die Farbtemperatur 6000K (kaltweiß), weil sie nicht nur die größere Lichtausbeute liefert, sondern auch die Farben besser darstellt als die warmweiße Ausführung und deswegen die Augen weniger ermüden. Anstatt des Fühlers KTY10-6 kann genauso gut der modernere KTY81-2 verwendet werden.

Die Halterung für die Leuchte besteht aus einem Reststück Aluminiumblech, das zurechtgeschnitten und passend gebogen wurde. Das schutzisolierte Schaltnetzteil ist ein Flohmarktschnäppchen, es liefert 12 V und 1 A.

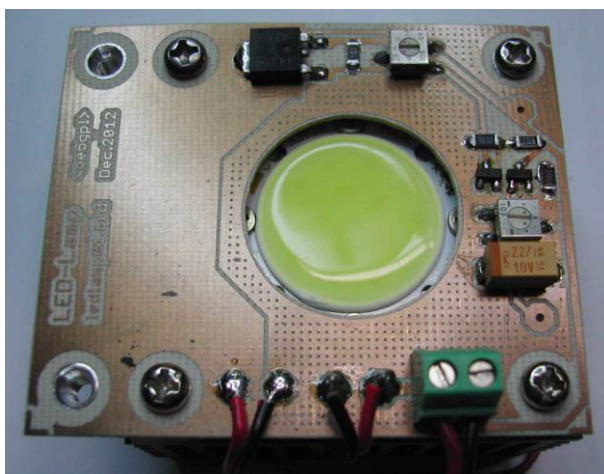


Abb. 5: Unterseite der fast fertigen Leuchte



Abb. 6: Oberseite der fertigen Leuchte

Inbetriebnahme

Beim Zusammenbau ist die LED erst nach dem Abgleich der Drehzahlsteuerung anzuschließen, weil sie so stark blendet, daß man die Einstellregler nicht mehr richtig sehen kann. Spannung anlegen, beide Einstellregler auf kleinste Drehzahl stellen; der Lüfter bleibt dann stehen. RV2 so einstellen, daß er ganz

LED-Leuchte

langsam dreht, dann RV1 in eine Stellung bringen, bei der die Drehzahl gerade ein klein wenig zunimmt - damit ist der Abgleich erledigt, LED anschließen! Weitere Hinweise zu Lüftern und der Drehzahlregelung sind unter [4] zu finden.

Betriebserfahrungen

Der Lüfter ist bei richtiger Einstellung nach dem Anlauf nicht mehr hörbar. Seine Drehzahl nimmt bedingt durch die Erwärmung langsam zu, bleibt jedoch immer im gerade noch hörbaren Bereich. Der Kühlkörper wird im Dauerbetrieb gerade einmal handwarm, Q3 bleibt kalt.

Das Mustergerät wird wegen der guten Kühlung mit einer Versorgungsspannung von 12,2 V betrieben (gemessen an den Klemmen der Leiterplatte), wobei der Strom 760 mA beträgt. Davon entfallen etwa 70 mA auf den Ventilator, sodaß die LED ungefähr 690 mA aufnimmt, was einer Leistung von 8,4 W entspricht.

Laut dem nicht allzu aussagekräftigen Datenblatt [5] sollte ein normales Exemplar dieser LED erst bei 12,8 V einen Strom von 600 mA aufnehmen. Offensichtlich liegt das hier verbaute ziemlich an der unteren Toleranzgrenze, was jedoch kein Nachteil ist: Durch den geringeren Vorwiderstand steigt der Gesamtwirkungsgrad, man muß lediglich die Versorgungsspannung genau einhalten, damit die Leistung nicht viel größer als 8 W wird.

Hinweis: Um eine Überlastung zu vermeiden, sollte jede dieser LEDs daraufhin überprüft werden!

Ausleuchtung: Die Helligkeit ist nicht nur ausreichend, sondern sogar sehr gut; man könnte deshalb vielleicht die Spannung ein wenig verringern. Zudem ist die Helligkeitsverteilung über den Arbeitsbereich sehr gleichmäßig. Die Position der Leuchte hinter dem Objektiv hat den Vorteil, daß die Blendwirkung waagrecht, reflektierender Flächen durch den leicht schrägen Lichteinfall stark verringert ist gegenüber der Anordnung rings um das Objektiv.

Farbwiedergabe: Beim hier beschriebenen Verwendungszweck des Mikroskops kommt es hauptsächlich auf die einwandfreie Unterscheidung der für die Bauteilkennzeichnung verwendeten Farben an, wie das beispielsweise bei MINIMELF-Widerständen der Fall ist. Das Heraussuchen eines bestimmten Wertes aus einer großen Anzahl von Bauteilen wird wegen der guten Farberkennung wesentlich erleichtert.

Das Lesen von waagrecht liegenden, lasergravierten Bauteilbeschriftungen ist hingegen schwierig. Dazu müßte das Licht möglichst schräg einfallen, nur dann ist solche Schrift einwandfrei lesbar. Diese Einschränkung gilt gleichermaßen für eine ringförmig angeordnete Leuchte.

Unterlagen

Schaltbild und Leiterplatten-Layout sind in der gepackten Datei `ledlamp01.zip` enthalten, ebenso ein Vergleichsmaßstab zum Überprüfen der Maßhaltigkeit des Druckers.

Helmut, OE5GPL

Verweise und Quellen:

- [1] WIKIPEDIA, Leuchtdiode: <http://de.wikipedia.org/wiki/Leuchtdiode>
- [2] NEUHOLD Elektronik, LED-Modul DAYLITE COB-W-FLMW11-8W: http://www.neuhold-elektronik.at/catshop/product_info.php?cPath=296_334&products_id=4375
- [3] POLLIN Electronic, LED-Modul DAYLITE COB-K-FLMW11-8W: <http://www.pollin.de/shop/dt/MTEyOTc4OTk-/Lichttechnik/Leuchtmittel/LED-Technik/LEDs/LED-Modul-DAYLITE-COB-K-FLMW11-8W-kal-tweiss.html>
- [4] OAFV-HomePage, Drehzahlgeregelte Lüfter im Computer und anderswo: <http://www.oe5.ovsv.at/opencms/technik/werkstatt/bauvorschlaege/>
- [5] NEUHOLD Elektronik, Datenblatt COB-W-FLMW11-8W: <http://www.neuhold-elektronik.at/datenblatt/N8955.pdf>