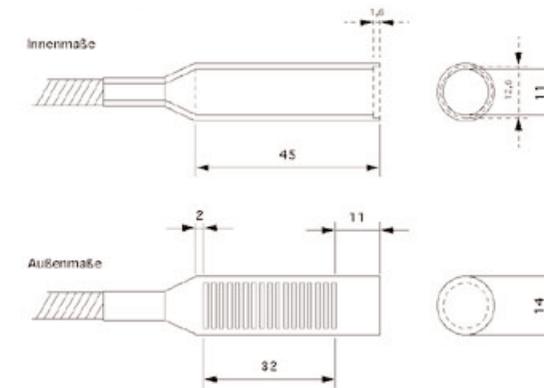
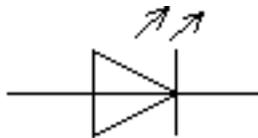


LEDLUX

Mobile Office

LED-Leselampe fürs Auto



Ein Entwurfsprojekt von Florian Hauk

Betreut durch Prof. Burkhard Schmitz,
Prof. Barbara Tietze und Dr. Adrian Mahlkow

Universität der Künste Berlin 2004/05

Inhalt

Exposé

LED-Technik

Projektplanung
von Ledlux zur Leselampe

Recherche
mobile Leselampen

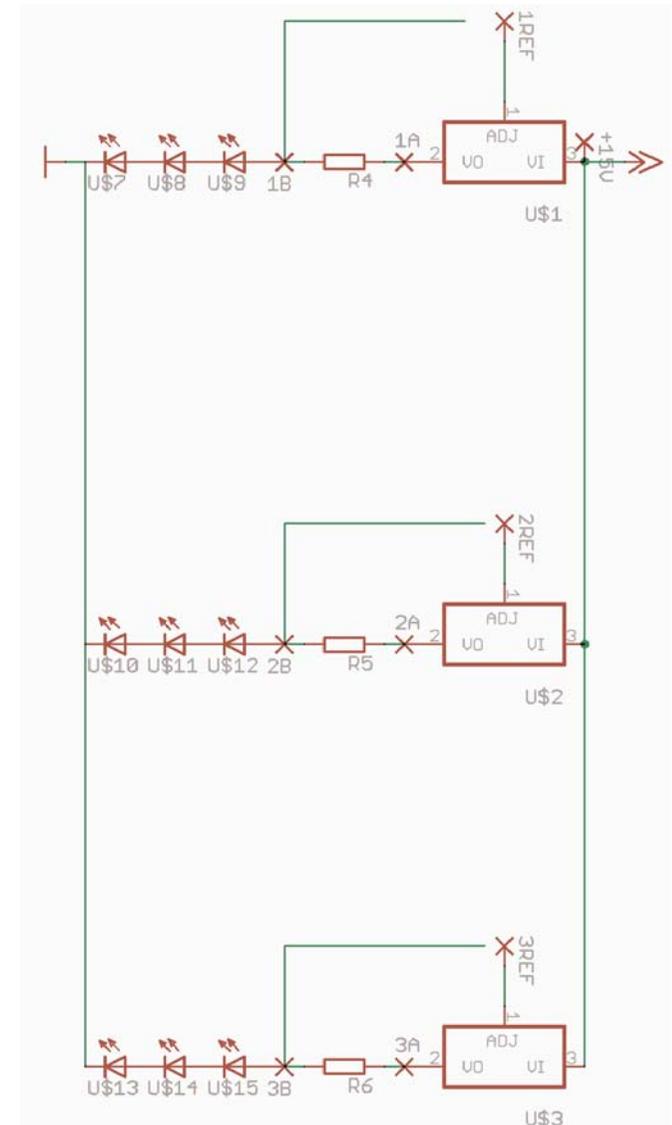
Entwurfsskizzen

Modellbau
Umsetzung im Modell 1:1

Anhang
Datenblätter der Hochleistungs-LEDs

Quellenverzeichnis

Schaltplan des
Lampenentwurfs



Exposé

Projektidee

Dieses Projekt beginnt im Wintersemester 2004 unter dem Titel "Ledlux". Das gewählte Thema ist die Fragestellung der theoretischen und praktischen Auseinandersetzung mit dem Lichtmedium der Leuchtdiode (LED) und deren technisch- und gestalterischen, innovativen Einsatz.

Ziel ist es, einen Leuchtenentwurf zu realisieren, der sowohl technischen, als auch ästhetischen Ansprüchen gerecht wird.

Das Thema Licht soll dabei gründlich reflektiert werden und damit zu einer Qualifizierung des Designs von Licht und Leuchten beitragen.

Das Interesse an der Leuchtdiode ist groß, spezifische Informationen sind jedoch nicht leicht zu finden. Dieses Thema ist schließlich relativ neu und gibt Leuchtenherstellern, Lichttechnikern und -planern, Designern und Konstrukteuren noch viel Raum, die LED-Technik und deren Möglichkeiten zu entdecken und marktfähig zu machen.

Geplante Vorgehensweise

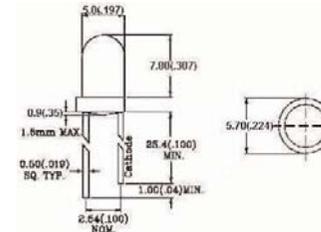
1. Recherche
Am Anfang steht eine ausführliche Recherche zum Thema Leuchtdioden (LEDs). Hierzu sollen erste Ideen unmittelbar als Versuchsmodelle gebaut werden, um das Feld der technischen Funktionsweise, deren Wirkung und Effekte die sich hierbei erzielen lassen, genauer zu untersuchen.
2. Vorentwurf
Der gestalterische Ansatz mit ersten Entwurfsüberlegungen umfasst Skizzen, Scribbels und kleine Mocup-Modelle.
3. Entwurf
Entscheidung für eine Entwurfshypothese und ihre Ausarbeitung.
4. Konstruktion
Festlegung der entwurfsrelevanten Daten und Merkmale.
5. Funktionsmodell 1:1
6. Dokumentation
7. Präsentation



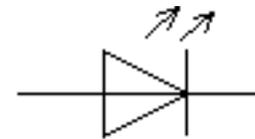
LED-Technik

Die Glühbirne von Edison führte vor 120 Jahren zu einschneidenden Veränderungen. Ihre Nachfolgerin, die Leuchtdiode, ist gerade dabei, zumindest einen Teil der Beleuchtungswelt zu revolutionieren. Als Einsatzgebiete sind z.B. der Automobilbau, und Produkte wie Taschenlampen, usw. zu nennen.

Leuchtdioden oder LEDs (light emitting diodes) basieren auf Halbleiterverbindungen, die den Strom direkt in Licht umwandeln. Bezogen auf Größe, Effektivität und Lebensdauer verhalten sich die Leuchtdioden zu konventionellen Glühlampen wie Halbleiterdioden zu Röhrendioden. Sie werden die Beleuchtungstechnik in ähnlicher Weise verändern, wie die Halbleitertechnologie schon die Elektronik verändert haben. Bei LEDs erfolgt die Strahlungserzeugung durch Rekombination von Ladungsträgerpaaren in einem Halbleiter mit entsprechendem Bandabstand. Leuchtdioden gehören zu den Elektrolumineszenzstrahlern. Sie sind Halbleiterdioden, die nach Anlegen der Durchlassspannung aus der Sperrschicht heraus Licht emittieren. Sie basieren auf Halbleiterverbindungen; am häufigsten vertreten sind dabei die III/V-Halbleiter, die aus Elementen der III.ten und V.ten Gruppe des Periodensystems bestehen, weil sie passende Bandabstände haben und weil ihre Bandstruktur effektiv strahlende Rekombinationen ermöglicht. Dazu gehören Verbindungen wie Galliumphosphid (GaP), Aluminiumgalliumarsenid (AlGaAs) oder Indiumgalliumnitrid (InGaN).



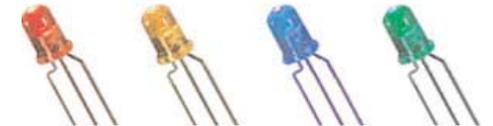
Techn. Zeichnung, Standard LED



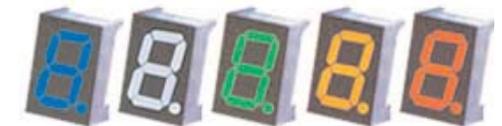
LED, Schaltplansymbol



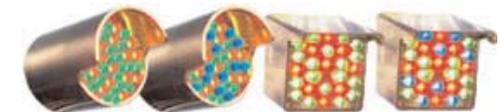
Standard LEDs 3mm, 5mm



Bi- bzw. Tri-Color LEDs 3mm, 5mm



7 Segment LED-Digitalanzeige



RGB LED-Spots



LED Matrixdisplays



Der Bandabstand und damit die Wellenlänge des Lichtes ist durch die Wahl der Halbleiterstoffe in Zusammenhang mit dem entsprechenden Dotiermaterial bestimmt.

Die LEDs dienen zur Erzeugung einer (im Vergleich zu Temperaturstrahlern) schmalbandigen Strahlung im nahen UV-, im sichtbaren oder im Infrarot - Bereich. Auch die Laserdiode beruht auf dem LED-Konzept. Lumineszenzdioden sind bis zum MHz - Bereich modulierbar (Optoelektronik) und benötigen nur niedrige Spannung. Im Gegensatz zur Glühwendel sind sie unempfindlich gegen mechanische Stöße, sie haben keinen Hohlkörper, die implodieren könnte. Die Größe der Leuchtfläche liegt bei etwa 10^{-3} mm^2 bis 1 mm^2 (z.B. $0,4 \text{ mm} \times 0,4 \text{ mm}$). Praktisch hat man also eine punktförmige Strahlungsquelle verfügbar. Diese lässt sich ggf. durch einen Kollimator (Lichtbündel - Linse), wie er oft bei Taschenlampenbirnchen zum Einsatz kommt, bündeln und richten.

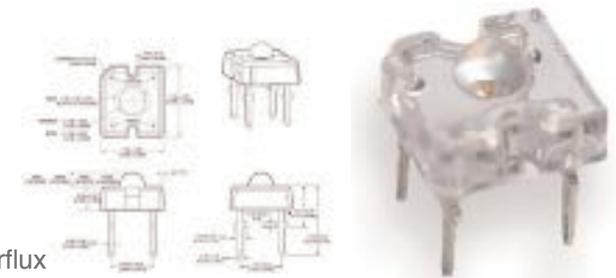
Durch die Steigerung der Effektivität und der Entwicklung, nicht nur blauer, wie z.B. bei Taschenlampen, sondern auch weißer LEDs ist der Einsatz der Leuchtdioden in vielen Gebieten möglich geworden. Neben LED-Signalanlagen und tageslichtfähigen Großdisplays werden LEDs auch für die Beleuchtung eingesetzt.



Luxeon LEDs 1W, 5W



SMD-LEDs



Superflux



Projektverlauf

von “Ledlux” zur Leselampe

Nach einem experimentellen Ausflug zeigte sich, daß ein qualitativ hochwertiges und starkes Licht mit normalen Mitteln unter Einsatz der derzeitigen Technik nicht machbar erscheint. LED-Leuchten werden in Zukunft immer mehr unseren Alltag bestimmen. Doch bis es soweit ist, muss sich die Technik noch weiter entwickeln, aber letztendlich auch die Nachfrage nach LED-Produkten steigen, um zu einem vertretbaren Preis-Leistungsverhältnis zu kommen.

Um den Entwurf dennoch zu realisieren, stellt sich die Frage nach einem praktikablen Ansatz. Was sich nach dem jetzigen Stand der Technik anbietet, ist eine Anwendung als Lichtobjekt, beispielsweise als Leselampe. Hier ist die Entscheidung für den Entwurf einer Leselampe auf LED-Basis gefallen. Die bekannten Vorteile wie sehr geringer Stromverbrauch, hohe Haltbarkeit und dabei klares, gerichtetes Licht sprechen für diese Anwendung. Im Folgenden soll eine mobile Leselampe für unterwegs entstehen. Da diese auch mit Batterien betrieben werden kann, ist die Lampe unabhängig und universal einsetzbar.

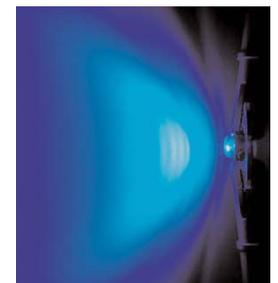
Unter der Themenstellung “Mobile Office” wird nun der “Entwurf einer Leselampe fürs Auto” als Entwurfsthema konkretisiert.

Wo und wie bitte soll man denn im Innern eines Autos angenehm lesen und schreiben?

Während man ein Fahrzeug steuert, ist keine andere Beschäftigung zulässig, das steht außer Frage. Wer wie Berufsfahrer selbst viel allein unterwegs ist, kann im stehenden Auto seine Arbeiten erledigen.

Für Beifahrer und auf den Plätzen im Fond bleibt die Möglichkeit, die Fahrzeit z. B. zum Lesen zu nutzen. Da sich bei Autofahrten die Lichtverhältnisse ständig ändern, sind starke Leselampen sinnvoll. Auch für den Fahrer, z.B. zum Kartenlesen unterwegs. Genau hier setzt die Entwurfsidee an: Die Konzeption einer blendfreien und flexibel justierbaren Leselampe für das Auto.

Luxeon LED 1W, blau



Recherche

mobile Leselampen

Bei der Umschau auf dem Markt für mobile Leselampen stößt man auf recht unterschiedliche Angebote. Zum einen wären da die zum Einbau bestimmten Nachrüst-Kits zu nennen, zum anderen solche Lampen, die über den Zigarettenanzünder betrieben werden.

Mobile Leselampen fürs Auto sind im Zubehörhandel für Preise zwischen 10 und 30 Euro erhältlich und lassen sich je nach Bauart über das Autostromnetz auf 12V (Volt) - Basis anschliessen.



Kartenleselampe für Cockpit, 2 Leselampen aus einem Überkopffach

Lampe mit Kordel für Zigarettenanzünder



Lampenserie mit Schwanenhals (Osram)



Recherche

Buch-Spots

Als Leselampen für unterwegs werden u.a. spezielle Buch-Spots angeboten. Sie werden über ein Batteriepack betrieben und liefern je nach Bestückung mit LEDs ganz unterschiedliche Leuchtkraft, was an dieser Stelle einen großen Unterschied macht. Unbedingt ausprobieren!



1-LED-Spot



LED-Buchclip Leseleuchte

Computer-Spots

Die Bilder rechts zeigen zwei ähnliche Computer - Spots: eine einzelne LED beleuchtet in beiden Fällen den Text oder das Keyboard etwas spärlich. Durch einen Schwanenhals lässt sich das Licht zwar genau ausrichten, aufgrund der einzelnen LED "schwächelt" der Spot in seiner Leuchtkraft jedoch ein wenig und erinnert dabei eher dem Schein einer Feuerzeugflamme.

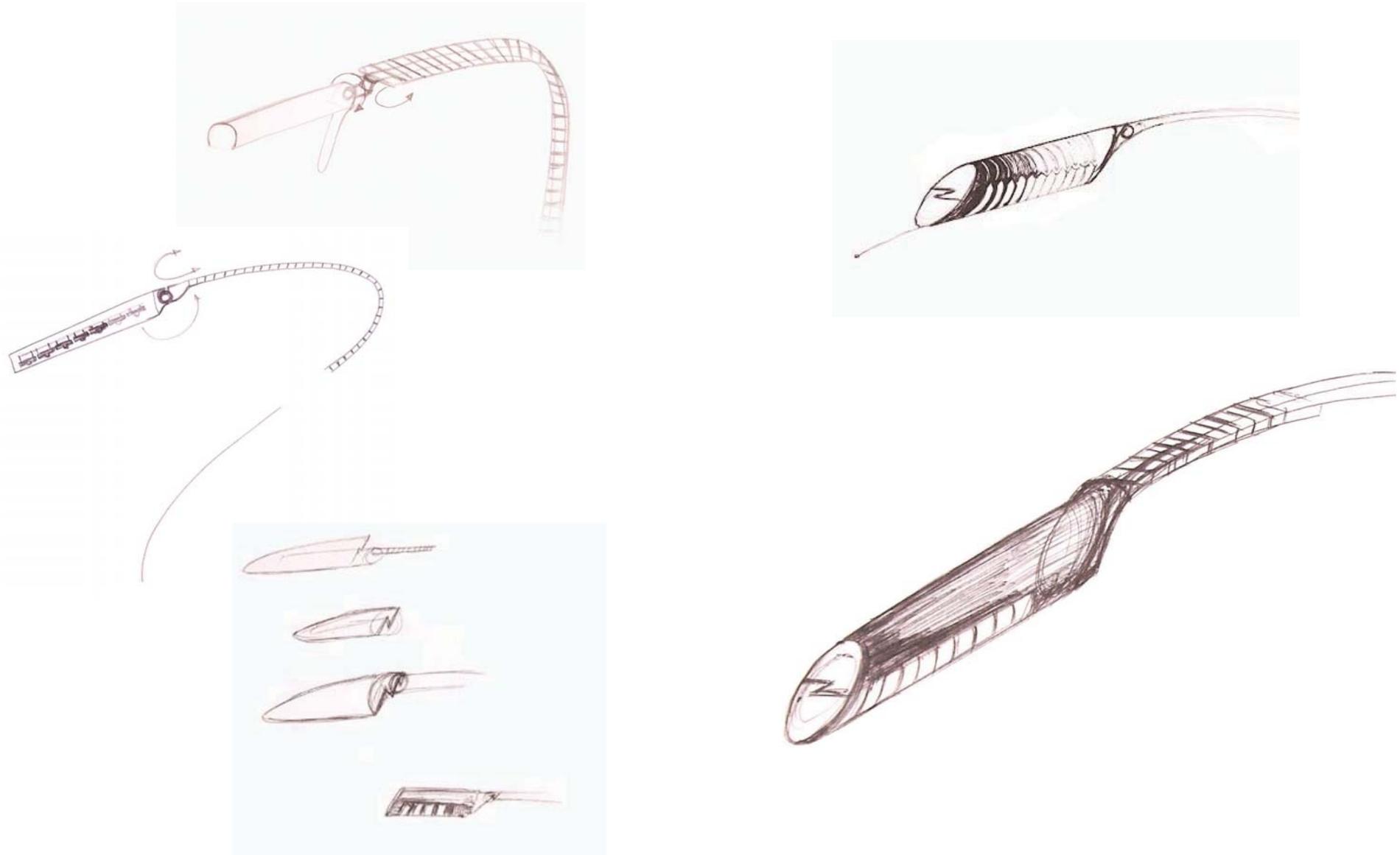
Die Stromversorgung läuft, wie unschwer im äußeren Bild zu erkennen, über den USB-Anschluß des Rechners.



USB-LED-Spots mit Schwanenhals



Entwurfsskizzen

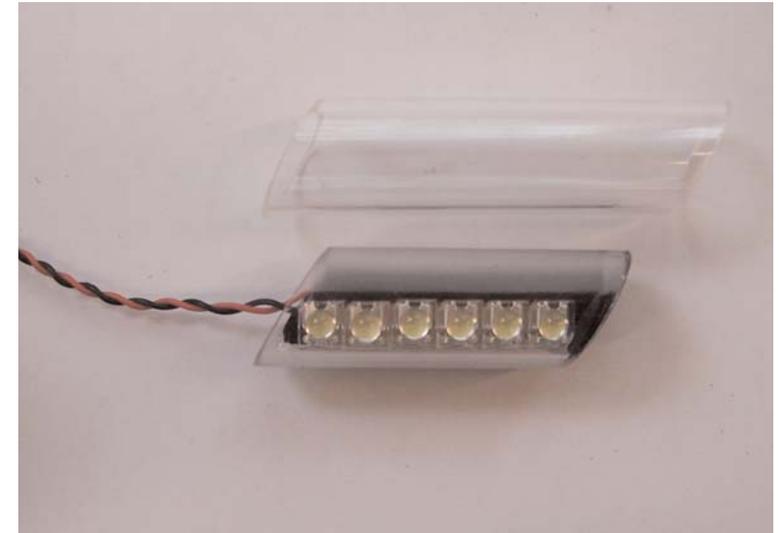


Modellbau

Erstellung eines Leuchtmittels

In der Werkstatt werden die Entwürfe als Mockups realisiert. Ein Leuchtmittel soll erstellt werden:

Das erste Leuchtmittel erscheint hell genug und in den Dimensionen stimmig. Dennoch reizt es mich, die Bauform nochmals zu verkleinern. Außerdem soll ein Schwanenhals die erwünschte flexible Einstellmöglichkeiten bringen.



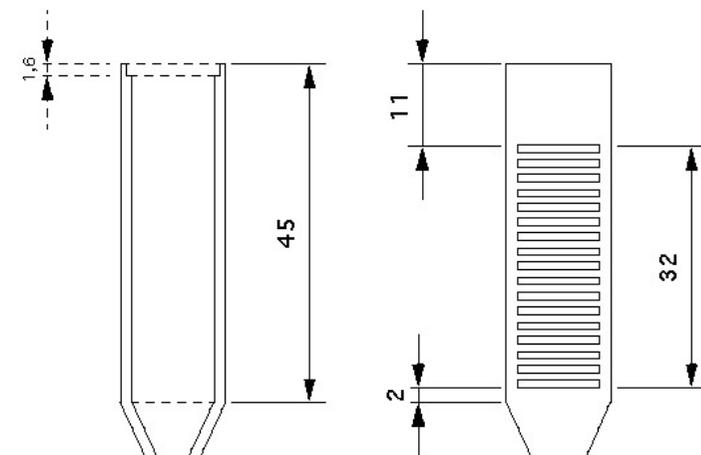
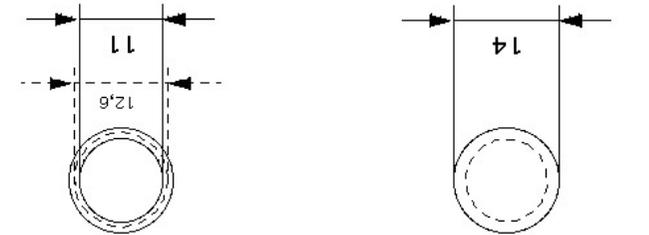
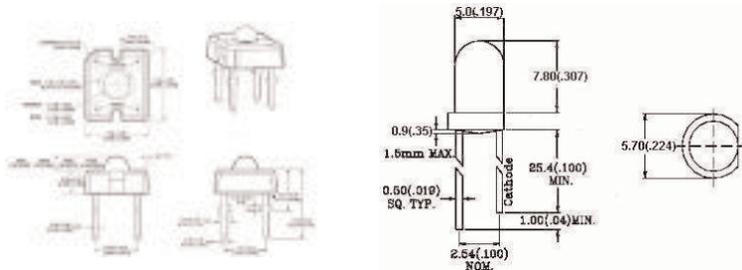
Umsetzung Mockup

Konstruktion und technische Zeichnung

Die individuell einstellbaren Lampen sind für den Beifahrer an der B-Säule, bzw. für den Fond an der C-Säule integrierbar. So scheint jedem die Leuchte über die Schulter.

Die LED-Leselampe ermöglicht so ein blendfreies Lesen, auch zahllose andere Tätigkeiten im Auto. Der flexible Schwanenhals macht die Leselampe zu einem Multitalent. Das superhelle, strahlendweiße LED-Licht begeistert.

Ein genauer Bauplan für das Lampengehäuse wird mit Vectorworks erstellt (siehe Zeichnung). Als Leuchtmittel kommen Superflux-LEDs zum Einsatz.



LED-Leselampe fürs Auto

Innenmaße

Außenmaße



Umsetzung 1. Modell mit Superflux-LEDs, Standard-LED

Zunächst wird die Leuchte ist mit vier superhellen Superflux LEDs (18.000 mcd, s. Bild oben rechts) und einer weißen 5mm LED (9200 mcd, s. Bild unten links) als Spot bestückt. Später soll sie über das 12V-Netz im Auto angeschlossen werden.

Die Lampe gibt ein gutes Licht, wird aber recht heiß. Dies ist bald auch der Grund, daß nach bereits ein-stündigem Betrieb eine der Superflux Leds durchbrennt. Es ist also nur eine Frage der Zeit, bis eine Led nach der anderen ausgeht. Dieses Problem erforderte einen gesonderten Lösungsansatz.



Umsetzung 2.Modell

Schaltung und Layout der Platinen für Hochleistungs-LEDs

Bei dem ersten Mockup-Modell hatte sich gezeigt, dass die tatsächliche Lichtstärke zwar ein ausreichendes, aber kein optimales Licht geben konnte. Es war nötig, besonders das Leuchtmittel, d.h. die Elektronik und Anordnung der LEDs zu überdenken.

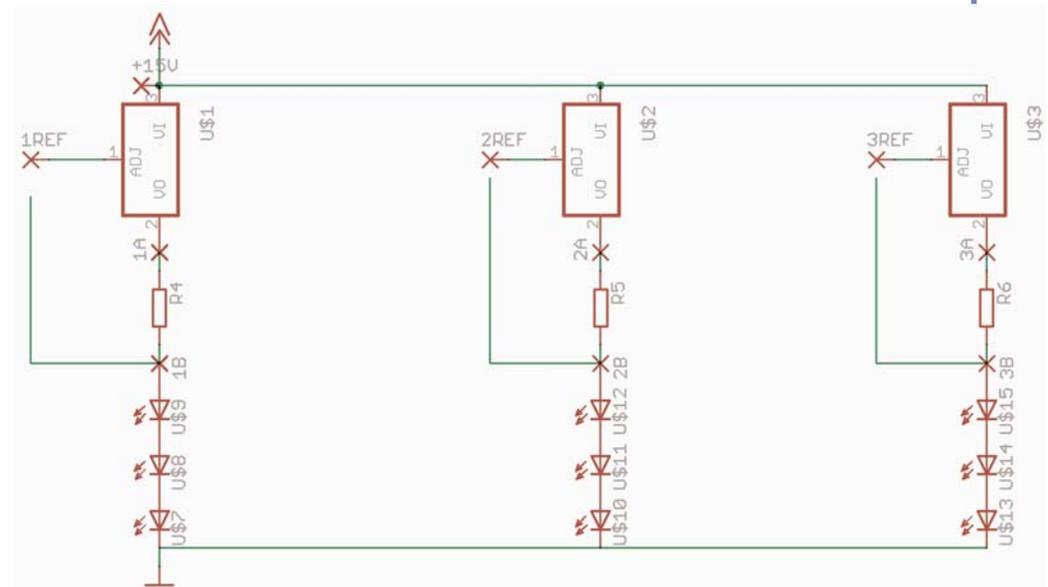
In Dr. Adrian Mahlkow vom OUT e.V. habe ich einen hochkompetenten Partner für diese Fragestellung gefunden. In Zusammenarbeit haben wir mit Konstantstromquellen und Hochleistungs LEDs (OHL-LEDs von OSA Opto Light) eine abgesicherte Schaltung aufgebaut. Diese versorgt die LEDs gleichmässig mit dem erforderlichen Strom, wodurch eine Überhitzung oder überhöhte Flussspannung -und damit ein Durchbrennen der Halbleiter- vermieden werden kann.

Die Arbeit begann mit der Erstellung des Schaltplans und der Vorbereitung der Ätzvorlage.

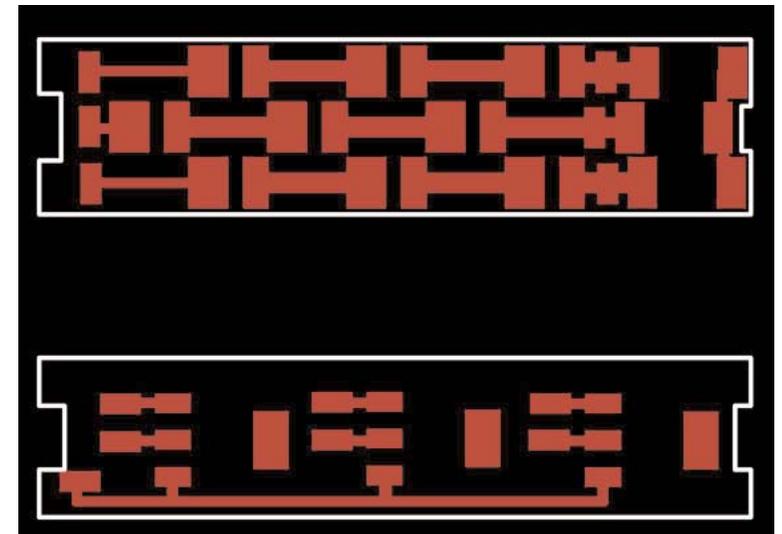
Das Platinenlayout zeigt die zu belichtenden Leiterbahnen (rot), die später im Ätzbad auf die Platinen gebracht werden.

Schaltplan und Platinenlayout wurden mit der Software "Eagle 4.14" (übrigens als Freeware im Netz zu haben) entworfen.

Im Folgenden dokumentiert eine Bilderreihe die Herstellung und den Einbau der Platinen ins Lampengehäuse, schließlich eine exemplarische Installation im Auto.



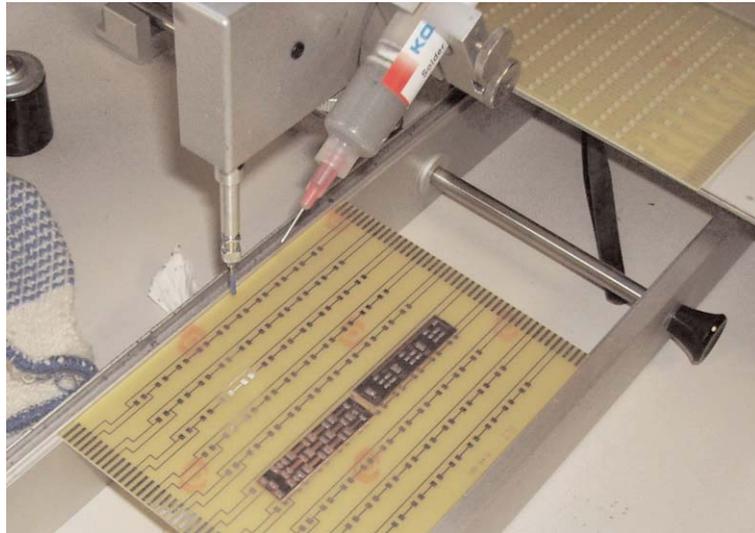
Schaltplan des Lampenentwurfs



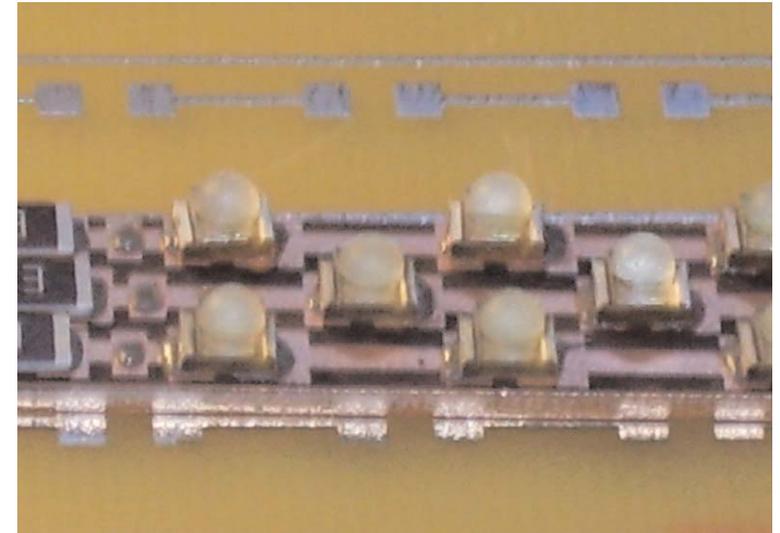
Platinenlayout und Ätzvorlagen



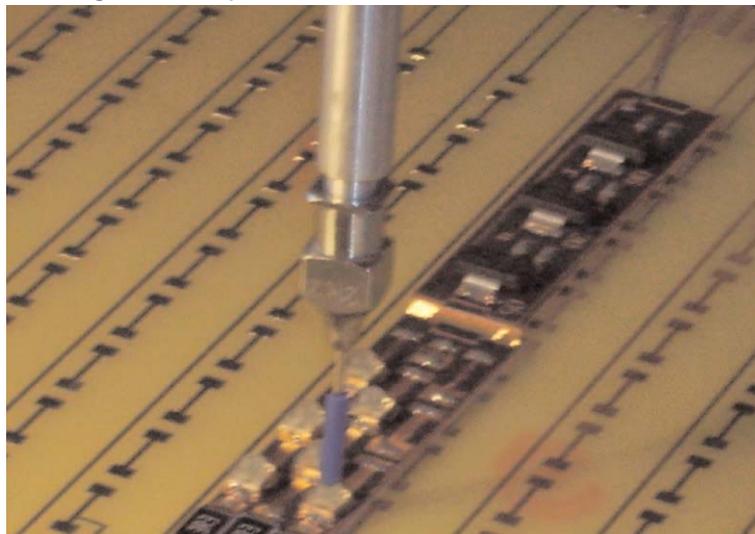
Bestückung, Löten der Platinen



Aufbringen der Lötunkte auf der Platine



Fertig bestückte Platine mit HL-Leds



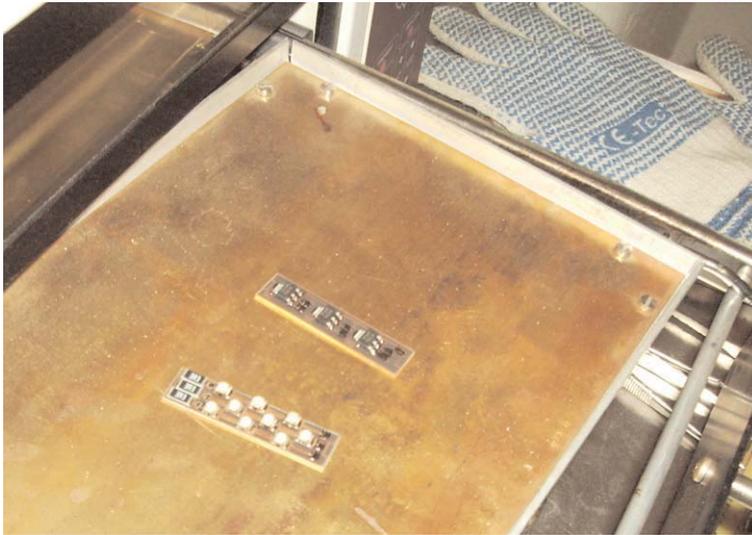
Bestückung mit Bauelementen;
LED-Platine und Platine mit den Spannunggleitern



Löten der Platinen im Ofen bei 245°C



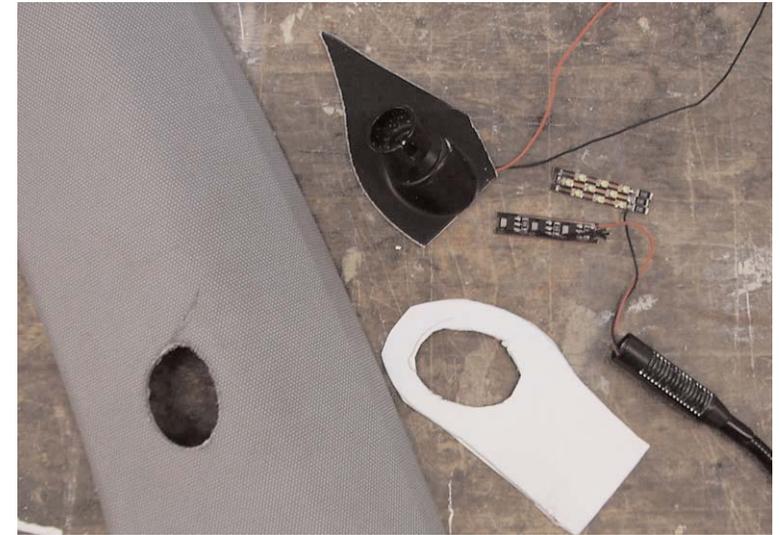
Einbau, Einpassung



Nach dem Ofen, fertig verlötete Platinen



Einbau der beiden Platinen in das Lampengehäuse



Vorbereitungen zum Einbau im Auto, Abdeckung, Schablone



Einpassung und Einbau in die Abdeckung im Auto.
Ausschnitt: Lampenstecker, Schalter



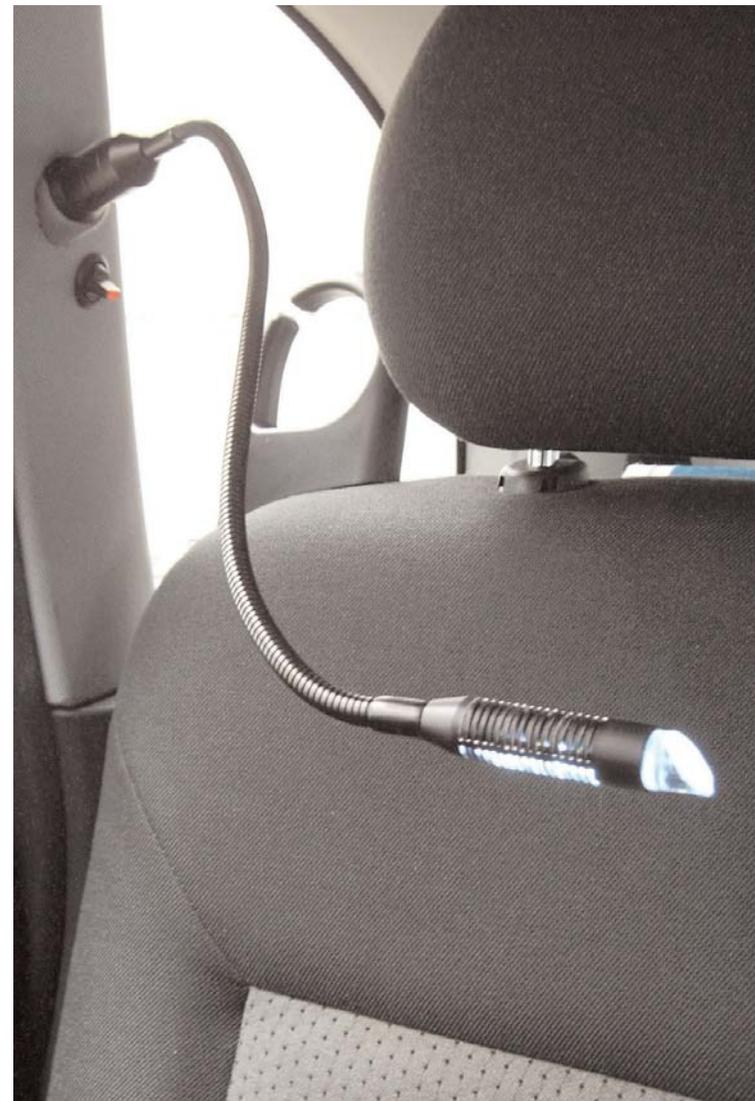
Installation im Auto



Die neue Lampe: 9 OHLs geben alles...



Lampe nach oben geklappt



Heruntergeklappte Lampe, Schalter



Quellenverzeichnis

Literatur:

“Experimente mit superhellen Leuchtdioden”, von Bo Hanus, Franzis Verlag
“Light Measurement Handbook”, Alex Ryer, International Light Inc.

Links zu LEDs

www.led1.de
www.ledmuesum.org
www.segor.de
www.conrad.de
www.leds.de
www.winger.de
www.osa-opto.com
www.out-ev.de

Links zu Leselampen:

www.zweibrueder.com
www.atu.de
www.car-a-fun.de/p5950

Danksagung

Mein besonderer Dank für die Betreuung und Unterstützung meiner Arbeit gilt Prof. Barbara Tietze, Dr. Adrian Mahlkow und Nina Jerock, die mir immer mit Rat und Tat zur Seite standen und somit wesentlich zum Gelingen beigetragen haben.

