

OHP 2.0 - Recycling über Kopf

eine Arbeit für

Jugend forscht

von

Leonard Bertram

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung / Ziele	S. 3
2. Vorüberlegungen	S. 4
3. Durchführung	S. 5
1. OHP – der alte Projektor	S. 5
2. LED – ein neues Leuchtmittel	S. 6
3. LCD – der Bildschirm	S. 8
4. Ergebnisse / Fazit	S. 9
5. Literaturverzeichnis	S. 10

1. Einleitung

Ich habe bereits mehrfach an „Jugend forscht“ bzw. vorher „Schüler experimentieren“ mit unterschiedlichem Erfolg teilgenommen. Nach der letzten Teilnahme entschied ich mich dafür, künftig nicht mehr mitzumachen – aus verschiedenen Gründen. Vor allem, weil andere Projekte wichtiger wurden und mich mehr beanspruchten.

Das tun sie nach wie vor, und das ist auch der Grund, weshalb ich nicht so viel Zeit in dieses Projekt investieren konnte, wie ich gerne investiert hätte. Denn als mein Physiklehrer mir von seiner Idee berichtete, aus einem OHP und einem alten Bildschirm einen Beamer zu bauen, war ich begeistert; entspricht dieses Projekt doch gerade meinen Interessen: Elektronik, Licht und Film.

Also stimmte ich zu, das Projekt in Angriff zu nehmen; gerade rechtzeitig für die Anmeldung im November 2015.

Ziel dieses Projektes war es, herauszufinden, ob sich aus einem OHP und einem LCD-Bildschirm ein Beamer zusammenbauen lässt. Des weiteren sollte bei positivem Resultat festgestellt werden, in welchem Rahmen sich der Aufwand des Umbaus bewegt, ob und mit welchen zusätzlichen Aufwendungen er verbunden ist sowie ob und wie sich das Ergebnis in der Praxis einsetzen lässt.

Dass die Idee nicht ganz neu ist, stellte ich nach kurzer Zeit bei einer Internetsuche fest: Auf verschiedenen Seiten gibt es Berichte und teilweise sogar Anleitungen für einen solchen Eigenbau. Die Herausforderungen waren also gestellt:

Neben einer guten Auflösung sollte der zu bauende Beamer eine hohe Lichtleistung bei gleichzeitig hohem Kontrast und Schwarzwert haben, und sogar ein Projektionswinkelausgleich schwebte mir vor, um den Beamer auch schräg nach oben statt nur orthogonal nach vorne ausrichten zu können.

Warum diese Anforderungen nicht oder nur zu kleinen Teilen erfüllt werden konnten, soll im Folgenden beschrieben werden.

2. Vorüberlegungen

Auf der Internetseite www.tomshardware.de wird bereits das Problem der **Kühlung** angesprochen: Ein LCD verträgt nicht viel Wärme und geht bei zu viel Hitze kaputt. Also muss er ordentlich gekühlt werden – eine Sammlung diverser CPU- und PC-Lüfter sollte die Basis hierfür stellen.

Eine ausreichende Leuchtkraft und somit Helligkeit des Bildes sollte auch gewährleistet sein, bei möglichst geringer Wärmeentwicklung des Leuchtmittels selber. Das im OHP bereits verbaute 250W Halogenleuchtmittel war hierfür eher suboptimal. Also machte ich mich auf die Suche nach einer besseren Alternative.

Ebenfalls störte mich als Semiprofessioneller Kameramann die Vorstellung, einen Beamer mit Kunstlicht als weiß zu betreiben. Einige Zeit zuvor hatte ich das Internet nach bezahlbaren LEDs für Veranstaltungsrequisiten durchsucht – und erinnerte mich nun daran. Schnell waren die Angebote wiedergefunden, und ich hatte die Wahl zwischen einer 50W und einer 100W LED. Nach weiterer Recherche und vor allem wegen der Empfehlung meines Physiklehrers entschied ich mich für die 50W-Version, zumal diese auch mit 3500lm laut tomshardware.de ausreichend hell war – zumindest in der Theorie.

Mit der Wahl einer LED als Leuchtmittel war somit auch die Frage nach einem hellen, (hoffentlich) nicht zu warmen Leuchtmittel geklärt.

Als Stromquelle hierfür sollte ein altes Computernetzteil dienen, von denen ich einige herumzuliegen habe. Die Spannung sollte dann per Step-Up-Modul auf die benötigten 34V erhöht werden und über ein weiteres Modul der Strom auf 1,5A begrenzt werden.

Für den optimalen Schwarzwert wollte ich einen Controller einsetzen, der bei einem dunklen Bild über einen Transistor die Spannung und somit die Leuchtkraft der LED herunter regelt und dadurch ein dunkleres schwarz zeigt, die Leuchtkraft bei hellen stellen aber nicht beeinträchtigt – ein dynamischer Kontrast also, wie er heutzutage durchaus üblich ist...

Als erste Methode wollte ich das Abfilmen und Auswerten des Bildes selber nehmen, wie Georg Friedrich es mit seiner Fernseh-Hintergrundbeleuchtung getan hatte. Allerdings kann man als Steuersignal für eine Modifikation nicht das auswählen, was man modifizieren möchte – worauf ich glücklicherweise auch rechtzeitig kam. Das dunkle Bild wäre durch die dynamische Dimmung noch dunkler geworden, wodurch das Licht noch mehr gedimmt worden wäre, was wiederum das Bild dunkler gemacht hätte...

Ich hätte also das Bildsignal direkt abgreifen müssen. Aber es gab ein ganz anderes Problem – Ich habe es nach wie vor nicht geschafft, mich in die Mikroprozessorprogrammierung einzuarbeiten. Sonst hatte ich für solche Probleme ja auch Georg Friedrich, der bei diesem Projekt leider nicht zur Verfügung stand. Somit fiel diese Teilaufgabe als erste aus dem Projekt heraus.

Nun waren alle Voraussetzungen geschaffen bzw. Teilvorhaben verworfen, und die Bastelarbeit konnte beginnen!

3. Durchführung

3.1 OHP – der alte Projektor

Als erstes erhielt ich aus der Schule einen alten Overheadprojektor. Zuhause wurde der nach kurzer Inspektion von außen und entsprechendem Auffinden aller Schließmechanismen auseinandergenommen. Werkzeuge hierfür waren ein Multitool, ein Schlitzschraubenzieher und ein Staubsauger. Alle Einzelteile wurden grob gereinigt und sorgfältig drapiert.



Abb. 3.1a



Abb. 3.1b

Eine gewisse Herausforderung stellten die im oberen Rahmen des Projektors verborgenen und an diversen Stellen herausgeführten Kabel dar – sie vorsichtig und ohne versehentliche Beschädigung herauszulösen, dauerte eine Weile. (s. Abb. 3.1b)

Der Spiegel-Linsen-Kasten sowie der vertikale Verstellarm samt Fokussierapparatur wurden erst einmal zur Seite gelegt. Der unglaublich schwere Trafo, der zum Herunterregeln der Netzspannung auf die von der Lampe benötigten 24V diente, wurde ebenso entfernt wie der Wechselstromlüfter.

Diverse Kleinteile wie Schalter, eine Sicherung oder ein Schalter, der den Stromkreis automatisch unterbricht, wenn der Deckel geöffnet wird, wurden auch entfernt und in einer Kiste gelagert. Sie sollten ursprünglich später wieder in die Konstruktion eingesetzt werden, was dann leider aus Zeitgründen nicht möglich war.

Nach eingehender Begutachtung wurde dann auch der Lampenkasten entfernt, eine faszinierende Konstruktion, die jedoch keine Verwendung im fertigen Projekt finden kann. (s. Abb. 3.1c)

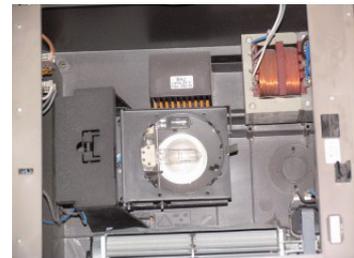


Abb. 3.1c

Zum Schluss sind dann auch alle Kabel aus dem Gehäuse gelöst, und der Projektorkasten ist ziemlich leer und ziemlich leicht. (s. Abb. 3.1d)



Abb. 3.1d

Allerdings kommt er nun erst ein mal auf den Dachboden – weder das neue Leuchtmittel noch der Bildschirm für das LCD sind bis jetzt da.

3.2 LED – ein neues Leuchtmittel

Die LED sowie ein Step-Up- und ein Step-Down-Modul, letzteres für einen konstanten Strom, wurden Anfang Dezember 2015 bei Amazon bestellt. Angekommen sind sie dann erst Mitte Januar, was bedeutete, dass mir nicht mehr viel Zeit zum Experimentieren blieb.

Als dann alle Komponenten endlich da waren, schloss ich sie probeweise zusammen, um die Konverterboards einzustellen und einmal die Leuchtkraft der LED zu beurteilen. (s. Abb. 3.2a) Die ist ziemlich beeindruckend – allerdings fing es schon nach kurzer Zeit leicht nach Verbranntem zu stinken an, und ich nahm die LED schleunigst vom Strom, führte ich den Geruch richtigerweise auf eine Überhitzung der LED zurück. Eine spontane Messung ergaben denn auch knapp 80°C, die sich glücklicherweise rasch verringerten.

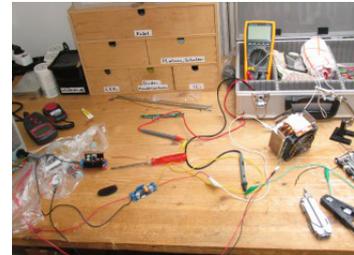


Abb. 3.2a



Abb. 3.2b

Den Kühlkörper hatte ich schon vorbereitet, einen alten CPU-Kühler mit Lüfter. Auf der früheren Prozessorseite klebte ich die LED mit Wärmeleitpaste fest und schloss den Lüfter an 12V an. Den Gleichstrom bezog ich noch von meinem Tischnetzteil, ebenfalls einem alten Computer-Netzteil.

Dann schloss ich die LED wieder an den Strom an, diesmal mit ständiger Temperaturüberwachung. Diese bewegte sich nunmehr konstant bei ca. 48°C. Allerdings war der Lüfter sehr laut, und so wurde er an 5V angeschlossen, wo er deutlich leiser war und immer noch für eine konstante Temperatur von 51°C sorgte, die für die LED vollkommen ausreichten.

Die LED war mit 1,5A bei 32-34V spezifiziert. Es zeigte sich allerdings, dass die Lichtausbeute bei 1A / 32V nur geringfügig kleiner war als bei 1,5A / 32V, sodass ich mich zu Gunsten der geringeren Temperatur für diese Einstellung entschied.

Der Aufbau sah nun folgendermaßen aus:

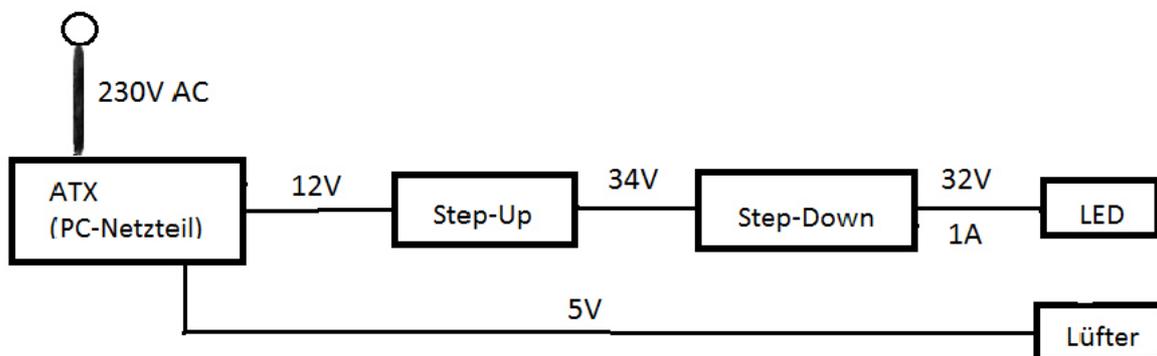


Abb. 3.2c

Die Messungen des Gleichstroms (12V / 2,8A zu 32V / 1A) ergaben einen Wirkungsgrad von etwa 95% - bei 2 Konverterboards ein annehmbares Ergebnis. Den Gesamtwirkungsgrad konnte ich leider bis jetzt nicht errechnen, da ich kein

Messgerät zum Messen des Stromverbrauchs des Netzteils habe.

Weitere Messungen ergaben, dass die Lichtleistung der LED in etwa der angegebenen von 3500lm entsprach – und das für unter 3€.

Der Abstrahlwinkel der LED ist mit ca. 120° angegeben – zu groß für das Projekt. Eine Sammellinse wäre optimal, und im ausgebauten Lampenkasten des Projektors war sogar eine gute und von der Größe her passende enthalten. Eine Messung ergab ein Mehr an Lichtausbeute in gewünschter Richtung von ca. 30%. Allerdings fand ich keine Möglichkeit, die Linse ordentlich zu montieren. Bloßes Auflegen auf die LED fiel aus, heizte diese sich dadurch doch um etliche Kelvin auf. Und eine Konstruktion zur Befestigung über der LED gelang mir nicht, sodass ich letztlich davon absehen und mich mit dem suboptimalen Abstrahlverhalten der LED abfinden musste.

Der LED-Kühler-Lüfter-Verbund musste nun in den leeren OHP eingesetzt werden. Dabei erwies sich die mittige Ausrichtung als recht schwierig, doch mit einigen Kabelbindern und Bauklötzen als Abstandhaltern funktionierte es schließlich.

Nun wurde auch noch ein altes Netzteil in den Korpus eingesetzt, immer darauf achtend, die Lüftungs- und Lüfteröffnungen frei und in Richtung der Lüftungsschlitze des Projektors zu positionieren. Das Netzteil hatte ich zuvor geöffnet und von innen einmal grob mit dem Staubsauger gereinigt.

Für den Lüfter wurden ein Mal Masse und +5V abgezweigt und Kabelenden mit Pins für den Lüfteranschluss verlötet. Für die Konverterboards wurden Masse und +12V abgezogen.

Dann noch die Boards selber rein und sporadisch mit Isolierband fixieren. Die Enden der Verbindungslitzen, die in den Schraubklemmen stecken, sind allesamt verzinkt – Das ist zwar keine gute Elektrikerschule, mangels geeigneter Aderendhülsen und aufgrund der geringen Leistung aber nicht sonderlich schlimm, zumal es sich lediglich um einen Prototypen handelt, der ohnehin ständig gewartet wird.

Ein Kaltgerätekabel wurde nach außen gezogen, das grüne Kabel des Netzteils mit der Masse des selben kurzgeschlossen, und – nichts passierte.

Einige Versuche später musste ich einsehen, dass dieses Netzteil schon lange den Geist aufgegeben hatte. Also das Netzteil wieder ausbauen, die Kabel lösen und ein neues Netzteil, diesmal vorher auf Funktionsfähigkeit getestet, einbauen. Die entsprechenden Kabel von ihren Steckern trennen und verzinnen bzw. mit den Kabelenden verbinden. Strom an – und es funktioniert.

Ich setzte den Deckel des Projektors probeweise auf und maß eine Zeit lang die Temperatur der LED: Sie stieg nicht merklich an.

Dann musste die LED noch ein wenig besser ausgerichtet werden, um möglichst die Mitte der Projektionsfläche zu treffen. Perfekt ist dies nicht gelungen, aber für das Projekt reicht es aus.

Die Lampe leuchtet also – schön im Tageslichtspektrum. Fehlt nur noch das Bild.

3.3 LCD – der Bildschirm

Bis hierhin hatte eigentlich alles recht reibungslos geklappt, wenn man von der enormen Lieferzeit der LED und Boards und einem defekten Netzteil absieht. Nun ging es daran, ein Bild auf die Projektionsfläche zu bringen.

Zwei alte TFT-Monitore standen mir zur Verfügung, die ich nacheinander vorsichtig auseinandernahm und alle Teile sorgfältig ordnete. (s. Abb. 3.3a)



Beim ersten Bildschirm sah ich schon beim Auseinanderbauen, dass das Inverterboard irgendwann einen Kurzschluss erlitten hatte. Nicht nur einige Verbindungen auf der Platine, auch mehrere Kabel zur

Abb. 3.3a

Knopfleiste des Bedienpanels waren durchgeschmort. Und auch wenn ich versuchte, die entsprechenden Verbindungen mit Lötbrücken wiederherzustellen, der Monitor und damit auch das LCD funktionierten nicht.

Der zweite Bildschirm hatte keinen Netz-, sondern einen 19,5V-DC-Anschluss. Nach langem Suchen fand ich ein 18,5V-Netzteil und lötete einen geeigneten Stecker an. Allerdings hatte ich auch diesen Bildschirm vor dem Auseinanderbauen nicht

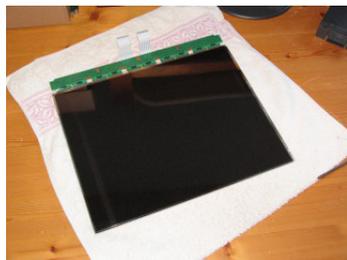


Abb. 3.3b

getestet, und als ich nun alles anschloss, funktionierte auch der nicht. Es lässt sich nur spekulieren, warum er nicht ging; möglicherweise war auch hier irgendetwas kaputt, wengleich ich alle Verbindungen und Kondensatoren so gut es mir möglich war untersucht habe und keine sichtbaren Defekte feststellen konnte; vielleicht waren auch einfach die 18,5V (bzw. 18V, was eine Messung des Netzteils ergab) zu wenig.

Jedenfalls hatte ich keinen Bildschirm, und erst kurz vor den Winterferien in der ersten Februarwoche erhielt ich einen neuen alten Monitor von der Schule.

Diesen testete ich vorher, und er funktionierte.

Also nahm ich auch ihn vorsichtig auseinander, testete die Inverter-Controller-LCD-Konstruktion und erhielt ein Bild! Dann legte ich das LCD probenhalber auf den Projektor und erhielt ein, wengleich schwaches, so doch sichtbares und nach der Fokussierung klares Bild.

Gerne hätte ich das LCD-Controllerboard an das verbaute Netzteil statt über das Inverterboard erneut ans Stromnetz angeschlossen, aber ich konnte die Strombelegung weder über die Markierungen auf dem Board noch durch Messungen herausfinden, und Ausprobieren war ein zu hohes Risiko. Also verpackte ich beide Boards in Folie und Isolierband und befestigte sie an der Außenseite des Projektors, denn für eine Befestigung im Gehäuse ist das LCD-Kabel zu kurz.

Das LCD liegt auch nur auf der Projektionsfläche auf, es ist nämlich zu groß für diese und steht an zwei Seiten über, was ein Festkleben verhindert.

4. Ergebnisse / Fazit



Abb. 4

Am Tag lässt sich mit dem Projektor nur schwer etwas sehen. Man erkennt zwar ein Bild, aber nur sehr schwach.

In der Nacht oder bei ausreichend abgedunkelter Umgebung schafft der selbstgebaute Beamer jedoch ein sehr schönes Bild mit guter Auflösung und ordentlichem Kontrast.

Einige Vorhaben konnte ich aus Mangel an Material oder Wissen, vor allem aber aus Mangel an Zeit nicht umsetzen. Trotzdem ist die

Idee aufgegangen und ich konnte aus einem alten OH-Projektor und einem alten Monitor einen Beamer bauen.

Wo jedoch liegt der Nutzen dieses Projektes?

Eine Idee war, solcherlei Umbauten in größerer Zahl vorzunehmen und somit ein sinnvolles Produkt aus alten und nicht mehr genutzten Projektoren und Monitoren zu schaffen. Meiner Meinung nach ist dies in der von mir probierten Form weder möglich noch erstrebenswert. Zu viele Faktoren gilt es zu berücksichtigen, zu viele Variablen treten beim selbstständigen Umbau auf, jeder Beamer würde ein Unikat und deshalb eine allgemeine Anleitung schlicht unmöglich.

Allerdings zeigt das Projekt doch, dass ein solcher Umbau überhaupt möglich ist, trotz begrenztem Vorwissen und sehr begrenzter Mittel.

Gerne hätte ich noch ein paar weitere Modifikationen vorgenommen, wie zum Beispiel die Zusammenlegung der Stromanschlüsse auf einen Anschluss. Aus Zeit- und Materialgründen war dies leider nicht möglich, aber daraus entsteht ein ganz anderer Vorteil: Ich war bei der Arbeit an dem Projekt nicht ein Mal einer gefährlichen Stromquelle ausgesetzt, ausgenommen dem vor Anschluss ordentlich isolierten Inverterboard des Monitors. Somit sehe ich durchaus einen schulischen Nutzen:

Der Umbau eines OH-Projektors von halogen- auf LED-Leuchtmittel könnte durchaus ein Projekt für den WAT-Unterricht sein, möglicherweise sogar für den Physikunterricht. Die benötigten LEDs kosten nur ein paar Euro, und alte Computer-Netzteile und CPU-Kühler gibt es auch in genügend Haushalten.

5. Literaturverzeichnis

<http://www.tomshardware.de/Beamer-Eigenbau-TFT-Panel,testberichte-952-3.html>

15.11.2015, Autor unbekannt

<http://binaryblogger.de/hue-ambiente-light-fuer-jeden-bildschirm/> September 2015,

Georg Ansgar Friedrich

Saremba, Christoph: Physiklehrer am Paulus-Praetorius-Gymnasium Bernau,
Projektbetreuer und Konsultant