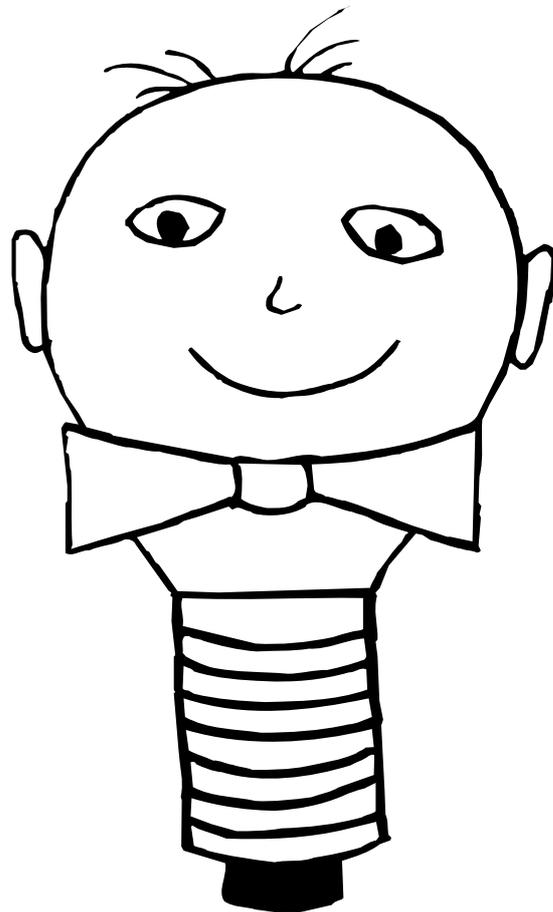


# Wirtschaftlichkeit verschiedener Leuchtmittel

Wettbewerb " Schüler experimentieren" 1998

Karl Nikolas Biedermann (12 Jahre)

Arbeitsgemeinschaft "Jugend Forscht"  
des Christian-Gymnasiums Hermannsburg  
Leitung: StD Thomas Biedermann





# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einführung</b>	<b>3</b>
1.1 Lampen allgemein	3
<b>2.Hauptteil</b>	<b>3</b>
2.1 Die getesteten Lampen	3
2.1.1 Die Glühbirne	3
2.1.2 Die Energiesparlampe	3
2.1.3 Die Niedervolthalogenlampe	4
2.1.4 Die Hochvolthalogenlampe	4
2.1.5 Die Leuchtstoffröhre	5
2.2 Der Versuchsaufbau	5
2.3 Die Messungen	5
2.4 Auswertung der Messergebnisse	6
2.4.1 Leistungsaufnahme der Lampen	6
2.4.2 Herstellungsenergie der Lampen	7
2.4.3 Lebensdauer von Lampen	8
2.4.4 Entwicklung der relativen Helligkeit	9
2.4.5 Entsorgungskosten	9
<b>3. Schluß</b>	<b>10</b>
<b>4. Literaturliste</b>	<b>12</b>
<b>5. Danksagung</b>	<b>12</b>



## **1. Einführung**

### **1.1 Lampen allgemein**

Die erste Lampe erfand 1854 der deutsch-amerikanische Mechaniker Heinrich Goebel. Sie bestand aus einer verkohlten Bambusfaser, durch die der Strom geleitet wurde, in einer luftleeren Glashülle. Doch er baute sie nur für private Zwecke und so kennt den Erfinder und seine Birne fast keiner. 25 Jahre später erfand der Engländer Joseph Swan eine Kohlefadenlampe, die seit dem Jahr 1881 serienweise hergestellt wird. Zur gleichen Zeit erfand der amerikanische Elektroniker Thomas Alva Edison seine Glühbirne und betrieb vier Jahre später schon das erste Kraftwerk, mit welchem er 400 Glühlampen mit Strom versorgte.

Heutzutage sind die Kohlefäden durch Wolfram ersetzt, welches heller leuchtet und länger hält und damit die Wirtschaftlichkeit erhöht. Auch gibt es jetzt andere Möglichkeiten elektrisches Licht zu erzeugen, wie zum Beispiel Hochdruckentladungslampen. Damit sind die Glühlampen von Goebel, Swan und Edison längst schon überholt.

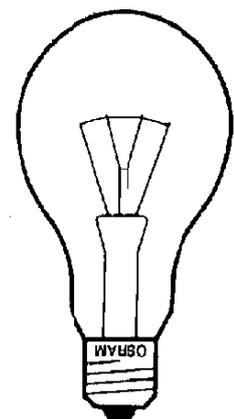
## **2. Hauptteil**

### **2.1 Die getesteten Lampen**

Ich habe mehrere Lampen getestet: Glühlampen, Energiesparlampen, Leuchtstoffröhren, Hochvolt-halogenlampen und Niedervolthalogenlampen. Hier stelle ich die Lampen kurz vor und nenne wichtige Eigenschaften. Die Lampen sind alle in dem gleichen Maßstab abgebildet, so daß man aus den Abbildungen ihre Größen sehr gut vergleichen kann.

#### **2.1.1 Die Glühbirne**

Sie ist die bekannteste unter den elektrischen Leuchtmitteln, besteht aus einem Wolframdraht, der sehr eng gewickelt ist. Um ihn herum ist eine Glashülle, die luftleer ist und somit die Leuchtstärke nicht beeinträchtigt. Das edinsonsche Gewinde\*) hält die Birne in ihrer Fassung und besitzt zwei Anschlusspunkte, mit welchen der Strom für die Lampe zum Wendeldraht geleitet wird. Läuft der Strom durch den Wendeldraht, so glüht dieser und erzeugt Licht. Der Preis einer Glühbirne (rechts) liegt bei etwa 2,50 DM, ihre Lebensdauer bei etwa 1000 Betriebsstunden. Die von mir verwendete Lampe hatte 60 Watt.



#### **2.1.2 Die Energiesparlampe**

Sie funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie die Leuchtstoffröhre: Quecksilberdampf wird durch ein elektrisches Feld zwischen den Elektroden zur Emission von unsichtbarer UV-Strahlung angeregt. Ein auf der Innenseite des Glases angebrachter Leuchtstoff wandelt die für uns unsichtbare UV-Strahlung in sichtbares Licht um. Je nach Leuchtstoff kann die Farbe des Lichtes verändert werden.

\*) von Edison erfundene Lampenfassung mit 2 Anschlüssen im Gewinde, heute immer noch benutzt

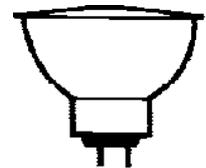


Durch das Biegen der Röhren und das Einteilen in verschiedene Röhren wurde dadurch eine Lampe erreicht, welche nicht viel größer ist als eine Glühbirne. Der Aufbau einer solchen Energiesparlampe (links: Explosionszeichnung) sieht wie folgt aus: Der Sockel beinhaltet eine Elektronik, welche es ermöglicht, die Energiesparlampe oder Kompaktleuchtstoffröhre ohne Flackern und ohne Startverzögerung einzuschalten. Die Lampe setzt den Strom zu fast 100% in Licht um und erzeugt nur einen geringen Anteil an Wärme, nicht so wie bei einer Glühlampe, die nur 4% in Licht umsetzt und 96% in Wärme. Dadurch braucht die Energiesparlampe nur 20% des Stromes, welchen eine normale Glühbirne braucht bei angeblich etwa gleicher Helligkeit. Ein weiterer Teil der Energiesparlampe (rechts) ist wie bei der Glühlampe die edinsonsche Fassung. Der Preis einer Energiesparlampe liegt bei etwa 25,00 DM. Eine Energiesparlampe hält etwa 10 000 Betriebsstunden. Die von mir verwendete Energiesparlampe hatte 7 Watt, das entspricht einer 40 Watt Glühlampe.



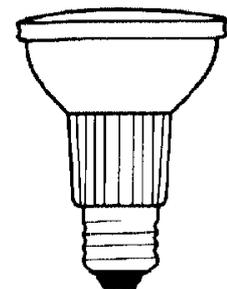
### 2.1.3 Die *Niedervolthalogenlampe*

Diese Lampe, die ich abkürzend als NV-Halogenlampe bezeichne, erreicht eine sehr hohe Lichtstärke. Eine NV-Halogenlampe (rechts) funktioniert in etwa so ähnlich wie eine Glühbirne, denn auch die Halogenlampe wird mit einem Wendeldraht betrieben, welcher allerdings axial ausgerichtet ist und so eine optimale Lichtlenkung schafft. Anders ist allerdings, daß die Helligkeit der NV-Halogenlampe über ihre gesamte Lebensdauer von knapp 8.000 Stunden gleich bleibt. Das wird dadurch bezweckt, daß Halogen zu dem Gas in der Glashülle gegeben wird und somit die Wolframreste des Glühdrahtes bindet. Diese können nun nicht an das Glas kommen und es auf diese Weise verdunkeln. Die Niedervolthalogenlampe wird mit nur 12 Volt betrieben und benötigt deshalb ein teures Vorschaltgerät und eine besondere Fassung. Der Preis einer Leuchte mit Vorschaltgerät liegt bei etwa 90,00 DM. Die von mir verwendete Lampe hatte 20 Watt und kostet etwa 10 DM.



### 2.1.4 Die *Hochvolthalogenlampe*

Hier benutze ich als Abkürzung den Begriff HV-Halogenlampe (rechts). Sie ist im Grunde genauso aufgebaut wie die NV-Halogenlampe. Der größte Unterschied ist aber, dass die HV-Halogenlampe ohne ein teures Vorschaltgerät läuft, sondern mit den normalen 230 V auskommt. Ein weiterer Unterschied ist der, dass man die HV-Halogenlampe auch mit einer normal gebräuchlichen E 27 Fassung\*) bekommen kann. Das ist günstiger, da man dann die normalen E27-Fassungen benutzen kann und nicht extra Fassungen kaufen und installieren



\*) Edinsonsche Lampenfassung mit 27 mm Durchmesser, normale Haushaltsfassung



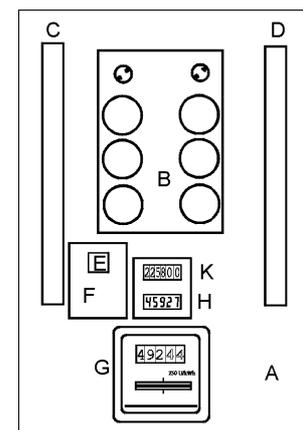
muß. Die Hochvolthalogenlampe erzeugt aber sehr viel Wärme. Deshalb darf man eine HV-Halogenlampe nicht näher als 0,5 m an einen brennbaren Gegenstand halten, es sei denn, es ist nur für eine kurze Zeit. Der axial ausgerichtete Wendeldraht trägt, wie auch bei der NV-Halogenlampe, zu einer optimalen Lichtausrichtung bei. Die von mir verwendete Lampe hatte 50 Watt und kostet etwa 20,00 DM.

### 2.1.5 Die Leuchtstoffröhre

Sie funktioniert, wie schon gesagt, mit Quecksilberdampf, welcher einem elektrischen Feld ausgesetzt wird, dabei UV-Strahlung bildet, die schließlich von einem Leuchtstoff an der Innenseite des Glases zu sichtbarem Licht umgewandelt wird. Die Leuchtstoffröhre (links) besteht aus einem langen Glasrohr und einer Zweistiftfassung an jedem Ende. Zu ihrem Betrieb benötigt man ein Vorschaltgerät, das in der Regel in die Lampenfassung eingebaut ist. Der Preis einer solchen Leuchte liegt bei etwa 19,00 DM, der Preis einer Leuchte mit Fassung bei etwa 105,00 DM. Dieser hohe Preis kommt von dem Vorschaltgerät. Die von mir verwendete Energiesparlampe hatte 18 Watt.

## 2.2 Der Versuchsaufbau

Mein Versuchsaufbau besteht aus einer Holzplatte (A), auf der die Geräte und Lampen befestigt sind. Auf dieser Platte ist ein Metallblech (B) auf zwei Holzleisten befestigt, in dem die Fassungen für die Lampen eingebaut sind. Neben diesem Blech befinden sich die beiden Leuchtstofflampen (C, D). Die Verkabelung der Fassungen ist unter dem Metallblech untergebracht, die Schaltelektronik für die geschalteten Lampen befindet sich zusammen mit dem Relais (E) in dem Kunststoffgehäuse (F). Im unteren Teil der Holzplatte sind Anzeigen befestigt: Stromzähler (G), Zähler für die Schaltvorgänge (H) und der Betriebsstundenzähler (K). Auf der linken Seite der Platte sind die Lampen untergebracht, die geschaltet werden und auf der rechten Seite sind die Lampen montiert, die die ganze Zeit über laufen.



## 2.3 Die Messungen

Meine Messungen machte ich jeden Samstag und immer dann, wenn eine Lampe ausgefallen war, oder wenn der Versuchsaufbau verändert wurde. Ich maß die Lichtstärke in Lux und die Temperatur auf der Lampenoberfläche. Am Anfang benutzte ich ein normales Hausthermometer, aber dieses Thermometer konnte nur bis 70° C messen. Die HV-Halogenlampe war jedoch sehr viel wärmer. So benutzte ich dann ein Digitalthermometer, welches bis zu 350° C



messen kann. Doch dieses neue Thermometer gab die Stelle nach dem Komma nicht mehr an und so wurden die Werte etwas ungenauer, jedoch nur minimal. Zu den Temperaturen auf der Lampenoberfläche maß ich auch noch die Raumtemperatur in einem Abstand von ca. 50 cm von dem Versuchsaufbau, denn der Versuchsaufbau hat einen eigenen Raum im Keller. Da der Meßkontakt des Thermometers ein freier Draht war, mußten wir uns etwas einfallen lassen, damit ich den Draht auf die Oberfläche der Lampe drücken konnte. So führten wir das Messkabel durch eine dünne Pappröhre und knickten den Messkontakt unten ab. Nun konnte ich den Kontakt mit dem Rand der Röhre auf die Lampenoberfläche drücken. Auch bei der Messung der Lichtstärke gab es anfangs einige Probleme, denn wie wollte ich die Lichtstärke messen, ohne daß das Messgerät von den anderen Lampen drumherum beeinträchtigt wird? Doch auch dieses Problem löste ich, indem ich das Luxmessgerät mit dem Messkopf in eine Pappröhre steckt und diese Pappröhre dann auf die Lampe schob die ich messen wollte, oder den unteren Rand auf die Lampe setzte, wenn sie zu groß war, als das ich die Röhre über die Lampe schieben könne. Deswegen muß ich für den Vergleich der Lichtausbeute bei den großflächigen Lampen die gemessene Helligkeit mit einer bestimmten Zahl malnehmen, die von der Größe der leuchtenden Fläche abhängt.

## 2.4 Auswertung der Messergebnisse

### 2.4.1 Leistungsaufnahme der Lampen

Ich habe an einem Tag den Wattverbrauch, also die Leistung der Lampen gemessen. Diesen Wert habe ich dann mit der angegebenen Leistung auf der Lampe verglichen. Der Stromzähler hat eine rote Markierung, welche anzeigt, wann 1 Umdrehung der Scheibe erfolgt ist. Für eine Kilowattstunde vollführt der Stromzähler 750 Umdrehungen. Ich habe die Zeit für eine Umdrehung gemessen und daraus die Leistung errechnet. Eine Umdrehung der Zählerscheibe entspricht 1/750 kWh, das sind 4800Ws, diese Größe nenne ich K. Die Zeit habe ich in Minuten und Sekunden gemessen und anschließend in Sekunden umgerechnet, ich nenne sie t. Dann ergibt sich die Leistung P, indem ich den Wert von K durch die Zeit t teile, also  $P = K / t$ .

Zum Beispiel bei der Leuchtstoffröhre benötigt der Zähler für eine Umdrehung 2 Minuten und 12,4 Sekunden. Also hat t den Wert 132,4 s. Damit rechne ich

$$P = 4800 \text{ Ws} / 132,4 \text{ s} = 36,3 \text{ W}$$

Von diesem Wert muß ich allerdings noch die Leistungsaufnahme der übrigen Meßelektronik abziehen, die ich mit 3 W festgestellt habe, sodaß die Leuchtstoffröhre tatsächlich 33,3 W aufnimmt. Ihre Leistungsaufnahme ist aber mit 18 Watt angegeben, daraus schließe ich, daß das Vorschaltgerät der Leuchtstoffröhre etwa 15 Watt benötigt. Der elektrische Wirkungsgrad der Leuchtstoffröhre beträgt also nur 54%.

Die NV-Halogenlampe verbraucht 24,6 Watt und angegeben waren 20 Watt. Die restlichen 4 Watt verbraucht das Vorschaltgerät, es sei denn, die Angaben auf der Lampe sind nicht genau. Der Verbrauch der NV-Halogenlampe entspricht etwa einem Wirkungsgrad von 81%.

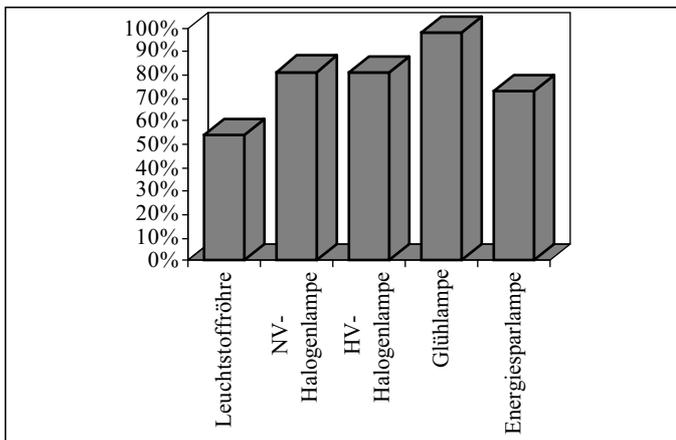
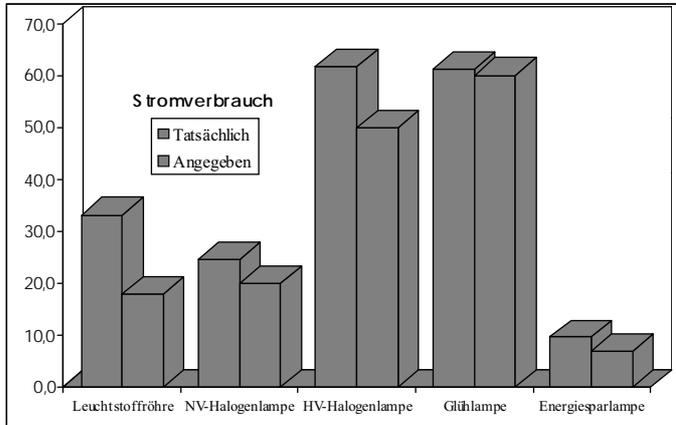


Nun zu der HV-Lampe: Sie verbrauchte 61,8 Watt, auf der Verpackung der Lampe stand jedoch, daß die Lampe nur 50 Watt benötige. Ich finde, daß die Angaben auf der Packung sehr ungenau sind, denn da die Lampe kein Vorschaltgerät enthält, kann dort auch keine Leistung verloren gehen. Der

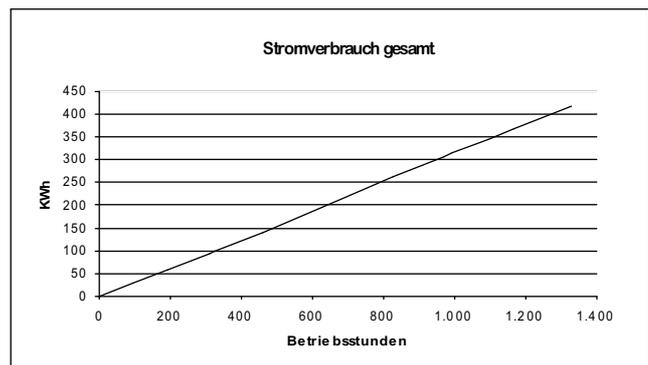
Wirkungsgrad beträgt, wie auch bei der NV-Halogenlampe, 81%.

Der Wirkungsgrad der Glühbirne ist am höchsten: Er beträgt 98%. Die Glühbirne verbraucht 61,3 Watt und ist mit 60 Watt angegeben. Das ist eine Ungenauigkeit von nur 1,3 Watt. Daß die Herstellungsfirmen die Wattangaben runden, ist verständlich und kommt bestimmt dadurch, daß die Herstellung nicht so genau erfolgen kann. Das erklärt diese Ungenauigkeit wohl am besten.

Die beiden Diagramme links zeigen die Zahlenwerte für den angegebenen und den tatsächlichen Leistungsbedarf sowie den Wirkungsgrad noch einmal zusammengefasst.



Der gesamte Stromverbrauch wurde von mir auch gemessen. Der Stromverbrauch blieb die ganze Zeit über ungefähr konstant, was man daran erkennen kann, daß in dem Diagramm rechts die einzelnen Meßwerte auf einer Geraden liegen. Das heißt, daß die Lampen während der Versuchsreihe immer etwa gleich viel Strom verbrauchten. Kleinere Schwankungen lassen sich daraus nicht erkennen.

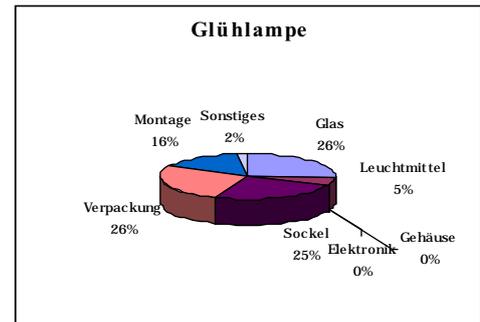
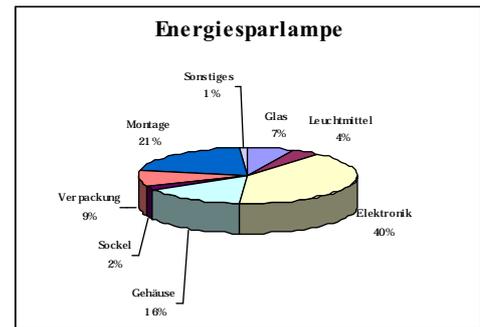


### 2.4.2 Herstellungsenergie der Lampen

Ich habe in einem Heft [1, S.4] die benötigte Herstellungsenergie Energiesparlampen und Glühlampen gefunden. Nach diesem Heft beträgt der Primär-Energieaufwand für die Herstellung von einer 7 Watt Energiesparlampe etwa 7,5 Kilowattstunden. Bei einer 60 Watt Glühlampe beträgt dieser Aufwand 0,8 Kilowattstunden. Die Tabelle gibt an, wie er sich auf die einzelnen Bestandteile verteilt:



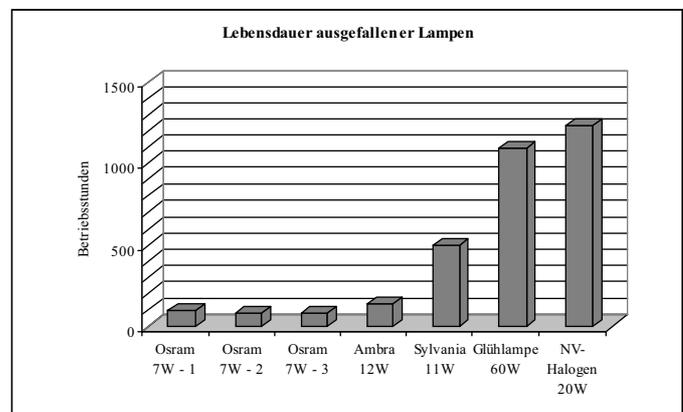
	Energiesparlampe	Glühlampe
Glas	0,5 kWh	0,2 kWh
Leuchtstoffpaste	0,3 kWh	-
Wendel	-	0,04 kWh
Sockel	0,2 kWh	0,2 kWh
Sockelkitt	-	0,02 kWh
Elektronik	3,0 kWh	-
Gehäuse	1,1kWh	-
Verpackung	0,6 kWh	0,2 kWh
Sonstiges	0,3 kWh	0,01 kWh
Endmontage	1,5 kWh	0,15 kWh



### 2.4.3 Lebensdauer von Lampen

Da bei mir einige Lampen kaputt gegangen waren, wollte ich ihre Lebensdauer einmal vergleichen. Die Ergebnisse habe ich in einem Diagramm zusammengestellt. Dabei kam heraus, daß die Energiesparlampen des Herstellers OSRAM keine 10.000 Schaltungen überdauerten. Sie fielen alle im Durchschnitt nach 6.000 Schaltungen aus. Das entspricht etwa 80 Betriebsstunden. Ich fragte bei der

Nebenstelle der Firma Osram in Hannover nach, welche mir auch bald die Antwort zu meiner Frage und dazu noch einige andere Hefte über Lampen sendete. In einer dieser Hefte stand, daß die Lampe mindestens zwei Minuten lang ausgeschaltet sein muß, bevor sie wieder eingeschaltet werden darf, da der Kaltleiter sonst nicht abkühlen kann und dieser dann nach kurzer Zeit ausfällt. Bei meinem Versuchsaufbau war das aber nicht



der Fall, denn ich habe die Lampen ja in einem Rhythmus von 30 s an und 20 s aus geschaltet. Als ich dann nochmal Lampen einer anderen Firma, einer Low Cost-Firma, testete, hielten diese immerhin 10.000 Schaltvorgänge, also knapp 100 Stunden. Doch ich gab mich damit nicht zufrieden und testete noch eine Energiesparlampe des Herstellers Sylvania. Diese hielt dann immerhin fast 500 Stunden lang und erreichte dabei etwa 35.000 Schaltungen. Warum die Lampen des Herstellers Sylvania länger hielten, als die des Herstellers OSRAM weiß ich nicht. Vielleicht liegt es ja daran, daß Sylvania einen anderen Kaltleiter einbaut, oder daß sie eine ganz andere Elektronik eingebaut haben.

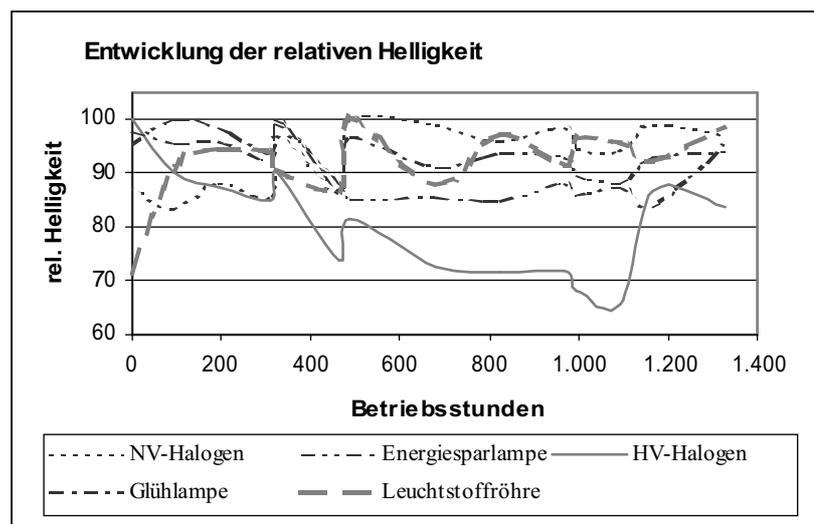
Auch fiel bei mir eine geschaltete Glühbirne aus. Sie fiel nach 1.000 Stunden aus, also nach der Zeit, welche sie auch nach Herstellerangaben halten sollte. Der Glühbirne macht das viele Schalten



anscheinend nichts aus. Es fiel auch noch eine dauerbetriebene Niedervolthalogenlampe aus. Sie hielt circa 1.200 Stunden. Die Firma Osram gibt ca. 2.000 Betriebsstunden an, also hat die Lampe nicht den Erwartungen entsprochen. Warum diese Lampe so früh ausgefallen ist, weiß ich auch nicht. Ich denke, bei der Lampe ist etwas mit dem Wendeldraht passiert oder eine der Anschlussleitungen in Lampensockel ist durchgebrannt.

#### 2.4.4 Entwicklung der relativen Helligkeit

Ich habe ja auch die Helligkeit gemessen und diese wollte ich dann auch in einem Diagramm wiedergeben. Da die Unterschiede aber ziemlich groß waren, NV-Halogenlampe erzeugte 10.000 Lux, Leuchtstoffröhre nur 160 Lux, mußte ich die Werte anders wiedergeben. Mein Vater gab mir dann den entscheidenden Tip, die Werte nur relativ zur jeweiligen maximalen Helligkeit anzugeben. Die Entwicklung der relativen Helligkeit nannte ich dann das Diagramm, in dem folgendes zu sehen ist: Die HV-Halogenlampe hatte die höchste Helligkeit gleich am Anfang, seitdem nimmt die Helligkeit ab. Es sind große Schwankungen zu erkennen. Bei der NV-Halogenlampe ist es anders, denn da ist die Höchstleistung erst nach etwa 500 Betriebsstunden erreicht. Hier steigert sich die Leistung erst leicht, um dann nach der Höchstleistung wieder allmählich abzunehmen. Aber die Leistung blieb alles in allem sehr konstant. Die Leistung der Glühlampe blieb die meiste Zeit ungefähr konstant. Bei der Energiesparlampe ist es ganz anders. Sie erreichte zwar auch nach etwa 250 Betriebsstunden ihre Höchstleistung, aber vorher und nachher sind große Schwankungen in dem Graphen zu erkennen. Die Leuchtstoffröhre erreichte den Höhepunkt ihrer Leistung nach etwa 500 Betriebsstunden. Die Helligkeit der Leuchtstoffröhre ist ziemlich abwechslungsreich. Der entsprechende Graph schwankt deutlich auf und ab. Aus den gemessenen Werten läßt sich das allerdings nicht so deutlich ablesen, denn die Schwankungen innerhalb dieser Werte sind ziemlich gering. Das kommt daher, daß die gemessene Helligkeit der Leuchtstoffröhre auch nicht sehr groß ist. Alles in allem hat die konstanteste Helligkeit wohl die NV-Halogenlampe.



#### 2.4.5 Entsorgungskosten

Über die Entsorgungskosten habe ich leider nur Angaben zu

Entladungslampen, also Leuchtstoffröhren und Energiesparlampen. Von Entladungslampen werden 85-90% wiederverwertet und nur 10-15% wandern auf die Deponie. Die Entladungslampe kann man bei einer der 220 Sammelbetriebe abgegeben werden. Diese geben die dann weiter an die 20



Entsorgungsbetriebe. Hier werden dann die Lampen in ihre Einzelteile zerlegt und wiederverwertet oder auf einer Deponie entsorgt. Die Rücklaufquote beträgt 70-80%, das heißt, daß von 10 Lampen 7-8 zu den Sammelstellen gebracht werden. In Deutschland kostet die Entsorgung der Lampe nichts, man muß eben nur zu einem dieser Sammelbetriebe fahren und dort seine Lampen abgeben. Die meisten Verkäufer von Entladungslampen nehmen aber auch die Lampen an, allerdings nur mit Gebühren, um sie dann zu einem der Sammelbetriebe oder gleich zu einem Entsorgungsbetrieb zu fahren.

### **3. Schluß**

Die wirtschaftlichste Lampe ist die Hochvolthalogenlampe. Sie erreichte bei meiner Rechnung am meisten Punkte, nämlich 1 873. Die Punkteanzahl habe ich auf folgende Weise errechnet: Ich habe die Helligkeit in Lux mit den zu erwartenden Betriebsstunden malgenommen. Diesen Wert merkte ich mir erst einmal. Dann errechnete ich die Stromkosten für die jeweilige Lampe bei einer Betriebszeit von 5 Stunden, weil ich denke, daß dies ungefähr die Zeit ist, die im Haushalt eine solche Lampe im Mittel brennt. Zu diesen Kosten rechnete ich die Kosten der Lampe und, falls nötig, die des Vorschaltgerätes. Nun teilte ich den Wert aus der ersten Rechnung durch den Wert der eben beschriebenen Rechnung. Den nun entstandenen Wert addierte ich mit der Zahl der zu erwartenden Schaltvorgänge. Das Ergebnis war dann allerdings so hoch, daß ich alle Werte durch 1 000 teilte. Dieses Schlussergebnis trug ich in ein Diagramm ein.

Sofort fiel mir der Balken der Hochvolthalogenlampe auf. Der Hauptgrund für den Sieg der HV-Lampe war wohl, daß sie nicht übermäßig teuer ist, sehr oft geschaltet werden kann und sie eine nicht gerade kurze Lebensdauer hat. Der Vorsprung auf die zweite Lampe, der Leuchtstoffröhre mit dem EVG (**e**lektronisches **V**orschaltgerät), betrug etwa 700 Punkte. Ausschlaggebend für den zweiten Platz war, daß die Leuchtstoffröhre mit EVG sich durch Schaltvorgänge kaum etwas anhaben läßt. Auch ist die Lebensdauer der Lampe sehr hoch. Die Leuchtstoffröhre mit dem EVG war etwas besser als die Leuchtstoffröhre mit dem KVG (**k**onventionelles **V**orschaltgerät), da das EVG bewirkte, daß die Lampe mehr Schaltvorgänge überlebt. Natürlich kostet die Leuchtstoffröhre mit dem EVG auch mehr, aber das rechnet sich wieder. Die eben schon erwähnte Lampe mit dem KVG ist zwar billiger als die Leuchtstoffröhre mit dem EVG, doch sie überdauert eben nicht so viele Schaltvorgänge, wie man mir in einem Fachgeschäft versicherte. Hätte ich die Berechnung ohne die Schaltvorgänge gemacht, wäre die Leuchtstoffröhre mit dem KVG vor der Leuchte mit dem EVG gelandet. Die Leuchtstoffröhre mit dem KVG liegt mit 1 116 Punkten nur 16 Punkte hinter der Lampe mit einem EVG.

Mit einem Abstand von 694 Punkten folgt die Glühlampe, diese erreichte 421 Punkte. Bei der Glühlampe ist der Preis nicht sehr hoch und deswegen ist sie wohl noch auf dem vierten Platz gelandet. Wäre ihr Preis höher gewesen, wäre sie ein oder zwei Plätze tiefer platziert gewesen, denn sie hält nur 1 000 Stunden lang.

Den fünften Platz belegte die NV-Lampe mit 45 Punkten Rückstand gegenüber der Glühlampe. Die

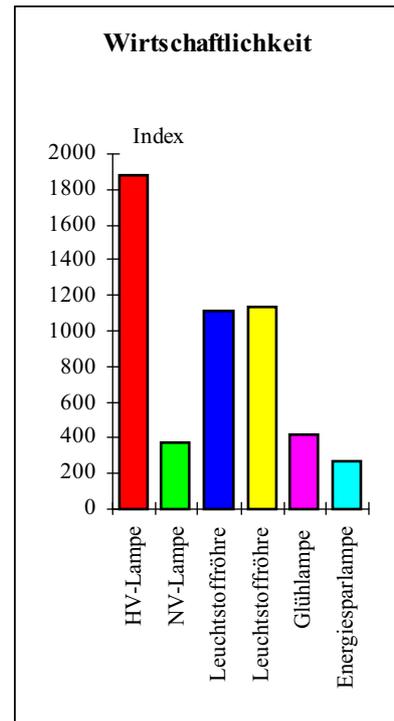


Gründe für ihre nicht sehr gute Platzierung sind wohl das teure Vorschaltgerät und die kurze Lebensdauer. Die Lichtausbeute ist zwar die beste, aber sie ist dennoch nicht gut genug, um die NV-Halogenlampe besser zu platzieren. Wären die Vorschaltgeräte nicht so teuer, dann würde die NV-Lampe wohl weiter vorne liegen.

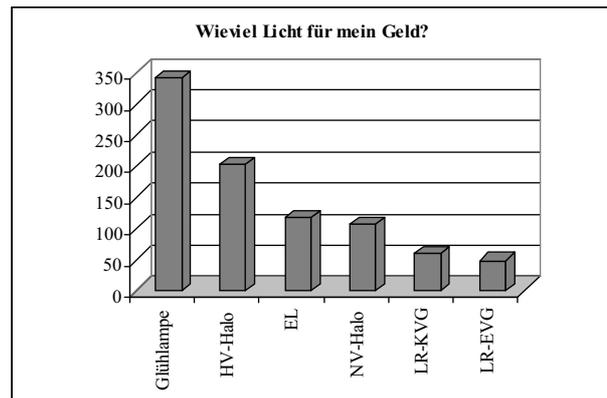
Doch nun zur sechsten und letzten Lampe, der Energiesparlampe. Das größte Hindernis sich weiter vorne zu platzieren ist wohl, daß die Lampe bei diesem schnellen Schaltrhythmus sehr schnell ausgefallen ist. Wäre dieses nicht der Fall, würde die Energiesparlampe wohl auf dem zweiten oder dritten Platz liegen. Positiv bei der Energiesparlampe ist aber der geringe Stromverbrauch. Würde es nur danach gehen, wäre die Energiesparlampe das beste aller Leuchtmittel.

Leider konnte ich in diese Berechnungen nicht die Herstellungs- und Entsorgungskosten mit einbeziehen, da ich diese nur von der Energiesparlampe und der Glühlampe habe. Vor dieser Berechnung hatte ich gedacht, daß die Glühlampe vielleicht die wirtschaftlichste ist, doch ich weiß nun, daß dem nicht so ist.

Die Wirtschaftlichkeit der Lampen habe ich auch auf eine andere Weise errechnen wollen. Ich wollte errechnen, wieviel Luxstunden man pro DM bekommt. Dabei habe ich die entstehende Helligkeit der Lampe pro Stunde ins Verhältnis gesetzt zu den Betriebs- und Anschaffungskosten. Zu den Betriebskosten trägt dabei vor allem der Strombedarf bei. Dabei kam folgendes heraus:



Glühbirne	342 lxh/DM
Hochvolthalogenlampe	203 lxh/DM
Energiesparlampe	117 lxh/DM
Niedervolthalogenlampe	105 lxh/DM
Leuchtstoffröhre mit KVG	58 lxh/DM
Leuchtstoffröhre mit EVG	48 lxh/DM



Auch bei dieser Berechnung war die Hochvolthalogenlampe weit vorne. Erst nach dieser Berechnung fiel mir auf, daß in dieser Berechnung die Lebensdauer gar keine Rolle spielte. Also suchte ich eine andere Methode und kam schließlich auf die Methode, die ich letztendlich auch angewandt habe.



#### ***4. Literaturliste***

- [1] **Firma OSRAM:** Licht und Umwelt
- [2] **Firma OSRAM:** Elektronische Energiesparlampen
- [3] **Firma OSRAM:** Kompakt-Leuchtstofflampen
- [4] **Firma OSRAM:** Lichtprogramm 97/98

#### ***5. Danksagung***

Ich danke meinem Vater, daß er mit mir den Versuchsaufbau gebaut hat. Außerdem stellte er mir einen Computer zur Verfügung, mit dem ich meine Arbeit ungestört schreiben konnte.

Ich danke meiner Mutter, die mich auf von mir übersehene kaputte Lampen aufmerksam gemacht hat und wenn ich mal nicht da war, die Messungen für mich gemacht hat.

Außerdem danke ich beiden, daß sie mich immer wieder zum Schreiben der Arbeit gedrängt haben, denn hätten sie das nicht gemacht, hätte ich wohl meine Arbeit nicht mehr rechtzeitig fertig gekriegt.

Auch danke ich der Firma Kaiser, die die Lampen gesponsort hat und mir so eine Menge Geld erspart hat.

Der Firma OSRAM danke ich dafür, daß sie mir einige Hefte über Lampen aller Art zugeschickt hat. Diese Hefte konnte ich in meiner Arbeit sehr gut gebrauchen.