

Wettbewerbsjahr: **2015**
Bundesland: **Thüringen**
Sparte: **Jugend forscht**
Fachgebiet: **Physik**
Betreuer: **Uwe Gehlert, Ingenieurbüro Gehlert**
Uwe Wolfram, Erasmus-Reinhold-Gymnasium
Patentanmeldung: **nein**
Tierversuche: **nein**
Projektnummer: **135354**

bedarfsgerechte Lichtsteuerung von Straßenlaternen

(Projekttitel)

1. Teilnehmer

Vorname: **Paul**
Name: **Siemann**
Geb.-Datum: **20.10.1996**
E-Mail: **paulsiemann@web.de**
Schule/Betrieb/Uni: **Erasmus-Reinhold-Gymnasium**

2. Teilnehmer

Vorname: **Eric**
Name: **Wahl**
Geb.-Datum: **20.02.1997**
E-Mail: **ericwahl@web.de**
Schule/Betrieb/Uni: **Erasmus-Reinhold-Gymnasium**

Der/die Teilnehmer versichere/n, dass er/sie die Teilnahmebedingungen des Wettbewerbs unter www.jugend-forscht.de und die Vorgaben des Veranstalters anerkenne/n. Er/Sie hat/haben die Arbeit selbstständig angefertigt und alle verwendeten Quellen sowie alle unterstützenden Unternehmen, Institutionen und Personen und die Art der Unterstützung in der Arbeit genannt. Bei Forschungsarbeiten mit Tieren wurden alle Vorgaben der Tier-, Natur- und Artenschutzgesetze eingehalten und insbesondere das "Formular für Forschungsarbeiten mit Tieren" unterschrieben eingereicht.

Kurzfassung:

Wir haben unsere letztjährige Forschungsarbeit im Bereich der Straßenbeleuchtung fortgesetzt. Nachdem wir uns damals ausschließlich mit den Leuchtmitteln beschäftigt haben, kamen wir zu dem Ergebnis, dass die Gasentladungslampen weiterhin eingesetzt werden sollten, da ein Umstieg nicht rentabel wäre. Dieses Jahr haben wir diese Thematik fortgeführt und uns mit der Dimmung dieser Gasentladungslampen auseinandergesetzt. Dies ist aus unserer Sicht eine sinnvolle Variante, um Energie und somit Kosten einzusparen. Speziell haben wir diese Forschungen mit Bewegungsmeldern betrieben.

Bedarfsgerechte Lichtsteuerung von Straßenlaternen



Paul Siemann

Eric Wahl

Jugend forscht

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	Seite 3
2. Methode und Vorgehensweise.....	Seite 4
3. Ergebnisse & Diskussion.....	Seite 7
4. Literaturverzeichnis.....	Seite 8

1. Einleitung

Wir, Paul Siemann und Eric Wahl, haben uns im Rahmen unserer Jugend forscht Arbeit dem Thema Bedarfsgerechte Lichtsteuerung von Straßenlaternen gewidmet. Wir haben uns für dieses Thema entschieden, da es im Zeitalter der Energiewende eine sehr relevante Thematik bezüglich der Energieeffizienz darstellt. Dabei suchten wir nach einer Lösung, um die Straßenbeleuchtung bedarfsgerecht zu steuern, ohne dass dabei die Lebensqualität der Bürger beeinträchtigt wird. Um diese Frage zu beantworten, stützten wir uns auf unsere letztjährige Forschung, in welcher wir analysierten, welches Leuchtmittel sich für die Straßenbeleuchtung am besten eignet. Zu diesem Zweck führten wir mit einer Leuchtdiode, einer Gasentladungslampe und einer Glühlampe mehrere Tests durch. Schlussendlich kamen wir zu dem Ergebnis, dass ein Umstieg von Gasentladungslampen auf Leuchtdioden in der Straßenbeleuchtung momentan noch nicht sinnvoll ist, da die Leuchtdiode nur einen geringfügig besseren Wirkungsgrad als eine Gasentladungslampe vorweist, aber in der Produktion deutlich kostenaufwendiger ist und sich daher der Umstieg nicht rentieren würde.

In diesem Jahr versuchten wir nun diese theoretischen Ergebnisse auch ins praktische umzusetzen. Um dies zu verwirklichen beschäftigten wir uns mit der Bewegungsmeldersteuerung eines Dimmers und wie man mithilfe eines Mikrocontrollers eine Leuchtdiode ansteuern kann. Desweiteren führten wir verschiedene Messreihen durch, um die Vorteile des Dimmens zu ermitteln.

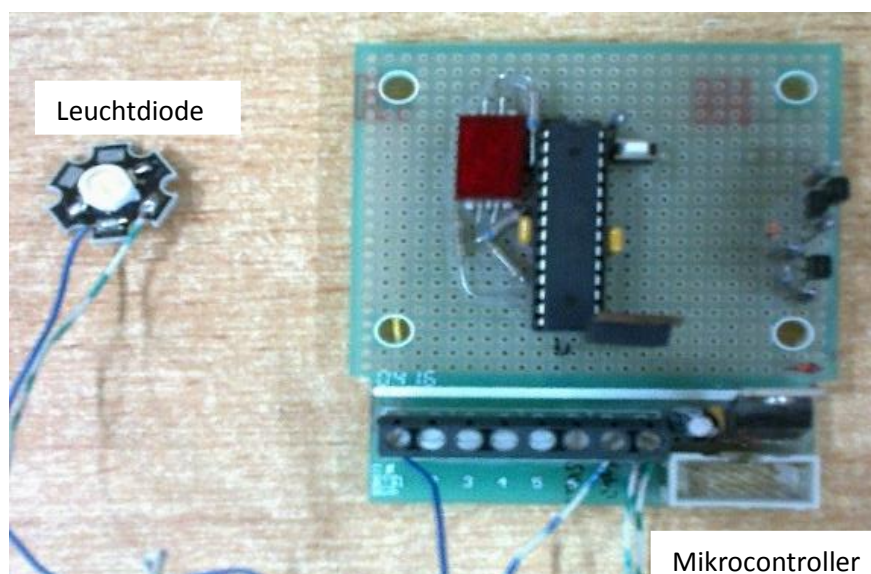


Abb.1: Mikrocontroller

2. Methode und Vorgehensweise

Bewegungsmeldersteuerung

In unserem ersten Arbeitsschritt haben wir uns mit der Wirkungsweise eines Bewegungsmelders vertraut gemacht. Dies gelang uns mit Hilfe mehrerer Versuche, welche wir in einem bewegungslosen Umfeld durchführten. Für unsere nachfolgende Versuchsreihe verwendeten wir eine Bewegungsmelderapparatur, welche auf dem Prinzip der Passiv-Infrarot-Technik basierte. Für unsere verschiedenen Versuche brachten wir den Bewegungsmelder an einer Wand an und stellten den Auslöseradius auf acht Meter ein. Im ersten Versuch durchschritt Eric den Raum in einer Entfernung von sieben Metern zum Bewegungsmelder, dieser löste sofort aus. In einem zweiten Versuch überprüften wir nun, ob der Bewegungsmelder tatsächlich nur innerhalb der eingestellten acht Meter auslöst. Zu diesem Zweck bewegte sich Eric nun in einer Entfernung von neun Metern am Bewegungsmelder vorbei. Dieses Mal zeigte der Sensor keine Reaktion. Wir haben insgesamt zwei Bewegungsmelder eingesetzt und diese durch eine elektrische Parallelschaltung „Oder“-verknüpft. Wenn einer der beiden Bewegungsmelder anspricht, wird die Lichtstärke durch den Dimmer von Minimum auf Maximum geändert.

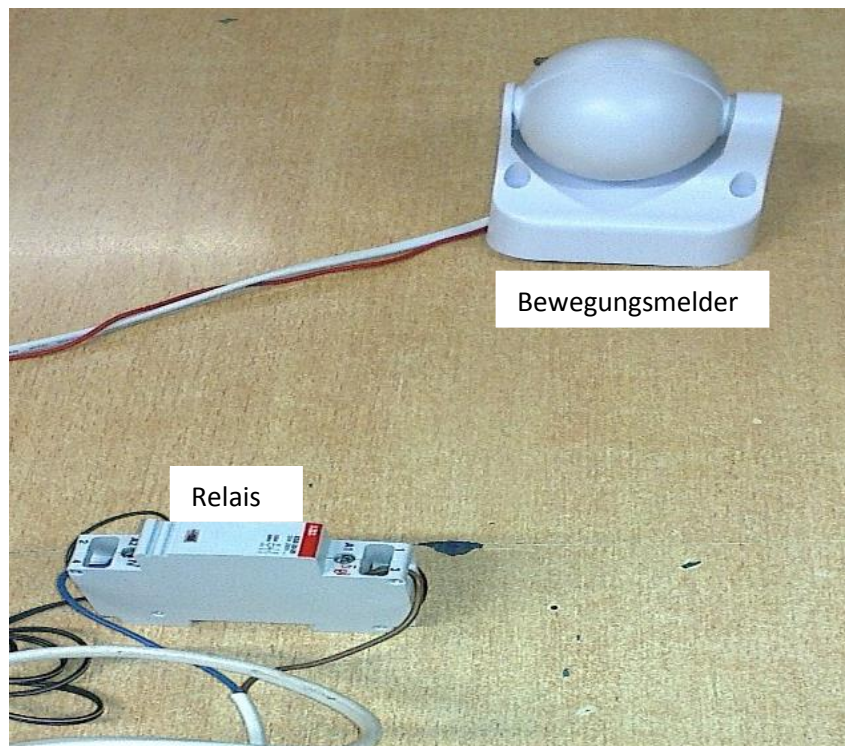
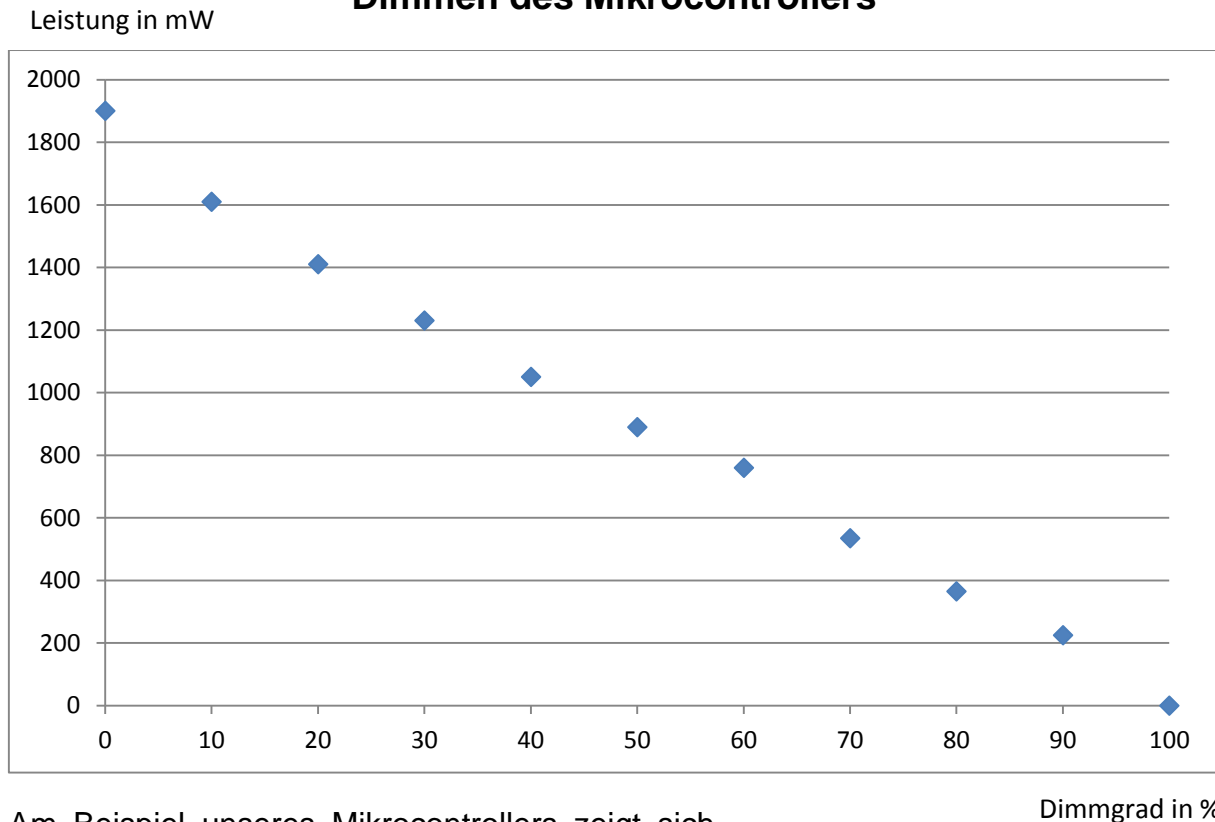


Abb. 2: Bewegungsmelder

Dimmen des Mikrocontrollers



Am Beispiel unseres Mikrocontrollers zeigt sich das enorme Potential des Dimmens, um Energie zu sparen und somit reelle Kosten zu mindern.

Abb.3: Diagramm Dimmen des Mikrocontrollers

Am Mikrocontroller war eine konstante Spannung von fünf Volt angelegt. Mithilfe des programmierten Tastverhältnisses, welches zehn unterschiedliche Stufen vorweist, konnten wir den Dimmgrad verändern und somit die Stromstärke beeinflussen, welche direkten Einfluss auf die Helligkeit der eingebauten Leuchtdiode besitzt. Da die anliegende Spannung konstant bleibt, ist die aufgewendete Leistung ausschließlich von der Stromstärke abhängig, da sie sich aus dem Produkt von Spannung und Stromstärke zusammensetzt. Die Frequenz der gepulsten Spannung beträgt 504,7 Hz. Der Dimmgrad von 50% wird mit dem Tastverhältnis 0,5 eingestellt. Aus dieser Messreihe geht hervor, dass das Dimmverfahren ein guter Kompromiss ist, um Leistung einzusparen und dennoch eine ausreichende Helligkeit zu erzeugen.

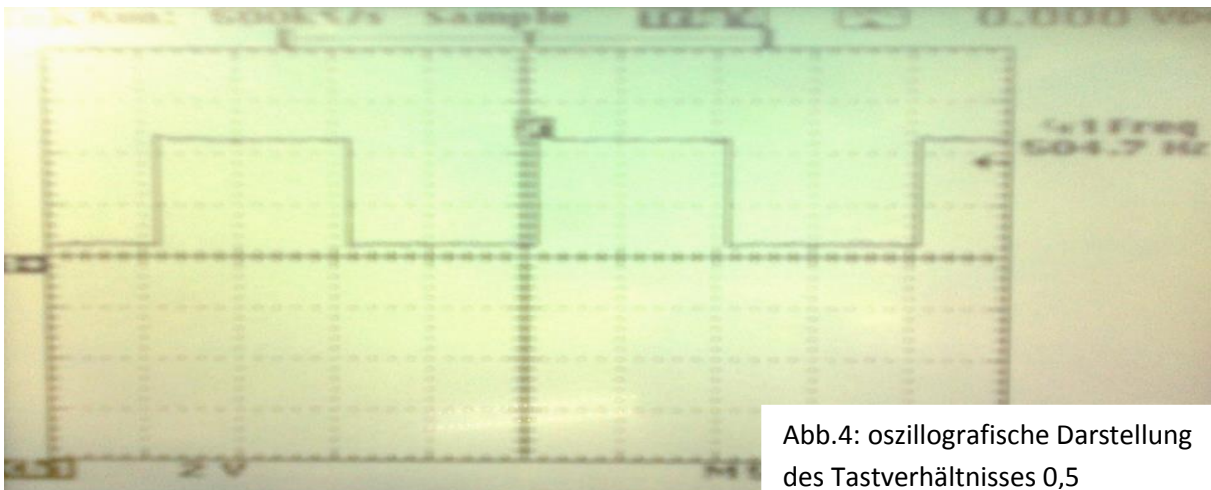
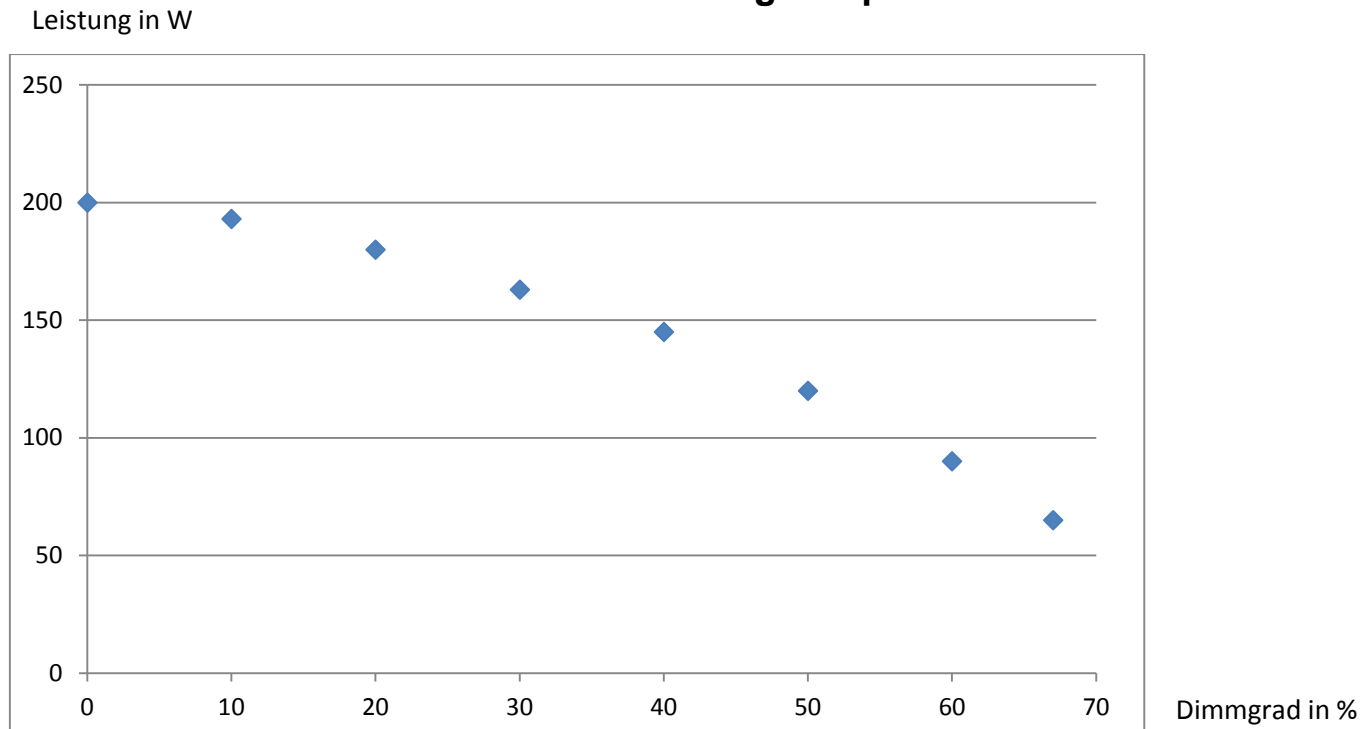


Abb.4: oszillografische Darstellung des Tastverhältnisses 0,5

Dimmen der Gasentladungslampen



Bei dieser Messreihe haben wir drei verschiedene Gasentladungslampen gleichzeitig im Betrieb gehabt und diese gedimmt.

Abb.5: Diagramm Dimmen der Gasentladungslampen

Zum Einsatz kamen zwei NAV (Natriumdampflampen) mit jeweils 50 und 70 Watt und eine HQL (Quecksilberdampflampe) mit 80 Watt. Insgesamt ergibt sich daraus, wie auch im Diagramm erkenntlich ist, eine Gesamtleistung von 200 Watt. An diesen lag eine konstante Spannung von 230 Volt an (Netzspannung). Die verbrauchte Leistung der Lampen haben wir dann mithilfe eines Dimmers gesteuert. Die Leistungselektronik des Dimmers regelt diesen Vorgang, weshalb die Spannung keinen Einfluss auf die Messungen hat. Der Dimmvorgang geschah über die Veränderung der Frequenz von anfangs 50 Hertz bis zum Dimmgrad von 67%, bei dem die Frequenz 100 Hertz beträgt. Aus dem Diagramm ist erkenntlich, dass eine deutliche Leistungseinsparung zu verzeichnen ist, aber dennoch eine ausreichende Helligkeit von den Gasentladungslampen ausgestrahlt wird. Ein positiver Nebeneffekt des Dimmens dieser Lampen ist die Schonung des Brenners, welcher sich im Inneren befindet. Da dieser im Schonbetrieb läuft, wird er weniger belastet, was die Lebensdauer der Gasentladungslampen erhöht. In der Praxis bedeutet das, dass die eingesetzten Lampen seltener ausgetauscht werden müssen und dadurch, neben dem eigentlichen Effekt der Leistungseinsparung, zusätzliche Kosten gemindert werden.

3. Diskussion & Ergebnisse

Aus unserer Sicht ist die sinnvollste Alternative, die Gasentladungslampen weiterhin in der Straßenbeleuchtung einzusetzen und diese nicht durch die moderneren Leuchtioden zu ersetzen. Da die LEDs durch die enthaltenen seltenen Erden sehr teuer in der Herstellung sind, müssten sie diese in Form von Energieeinsparung wieder ausgleichen, damit sie auch wirklich lohnenswert sind. Sie besitzen aber aufgrund der hohen Wärmeentwicklung nur einen Lichtwirkungsgrad von 20%, was insgesamt einen Verbesserungsfaktor von 1,4 gegenüber der Gasentladungslampe ausmacht, hinsichtlich der Lichtausbeute bei gleicher aufgebrachter Leistung. (Lichtausbeute LED 100 lm/W, NAV 80 lm/W) Somit eignet sich die Gasentladungslampe deutlich besser für den Einsatzbereich der Straßenbeleuchtung. Die sinnvollste Alternative, um eine hohe Energieeinsparung zu bewirken, ist das Anbringen von Leistungselektronik in Form eines Dimmers, um die Gasentladungslampen zu dimmen. Diese Annahme hat sich auch in unseren Messergebnissen bestätigt. Allerdings muss dabei zwischen zwei verschiedenen Möglichkeiten des Dimmens differenziert werden. Dabei gibt es bedarfsgerecht angepasst zum Einen die Möglichkeit des Einsatzes eines Bewegungsmelders, wie wir es auch praktisch umgesetzt haben. Diese Variante eignet sich in der Praxis am besten an den Orten, die nachts einen niedrigeren Lichtbedarf besitzen. Sinnvoll wäre dies beispielsweise an Parkplätzen, die einen niedrigen Verkehr aufweisen, da das Licht jeweils nur über einen kurzen Zeitraum und in großen Zeitabständen benötigt wird. Hierbei kann man durchschnittlich eine Einsparung von 50% erreichen. Die andere Möglichkeit der Dimmsteuerung ist das Zeitprofil. Hierüber kann man im Voraus einrichten, zu welchen Zeiten jeweils weniger bzw. mehr Licht ausgestrahlt werden soll. Dazu muss man allerdings vorher Beobachtungen durchführen, um diese Zeiträume zu erfassen und später elektronisch festzulegen. Diese Möglichkeit eignet sich besonders an Orten, die nachts einen höheren Lichtbedarf haben, da das Licht über längere Zeiträume und in geringeren Zeitabständen benötigt wird. Als Gesamtfazit lässt sich aus unserer Sicht festhalten, dass das Dimmen eine sehr gute Alternative zur Energieeinsparung darstellt und vermehrt im Einsatzbereich der Straßenbeleuchtung Verwendung finden sollte.

4. Literaturverzeichnis

Zum Zusammenstellen unserer Arbeit haben wir folgende Abbildungen verwendet:

Abbildung Titelseite:

<http://www.sgb.ch/uploads/pics/nacht-strassenlaternen-nachtarbeit.jpg>

Alle weitere Abbildungen haben wir selbst fotografiert bzw. erstellt.

Zum Zusammenstellen unserer Arbeit haben wir folgende Quellen verwendet:

Unsere letztjährige Jugend forscht Arbeit „Straßenbeleuchtung“

Wir möchten uns außerdem bei Uwe Gehlert und Uwe Wolfram für ihre tatkräftige Unterstützung an unserem Forschungsprojekt bedanken.