



DEUTSCHE  
GESELLSCHAFT FÜR  
ZERSTÖRUNGSFREIE  
PRÜFUNG E.V.

---

ZfP-Sonderpreis der DGZfP beim Regionalwettbewerb Jugend forscht

## BRANDENBURG WEST

---

Wie viel Licht braucht der Mensch um  
sich gut zu konzentrieren?

Alma Barthold  
Paul Ermler  
Helene Pflugk

Schule:  
Hermann-von-Helmholtz Gymnasium  
Potsdam

# Jugend forscht 2014

*Wie viel Licht braucht der Mensch,*



*um sich gut zu konzentrieren?*

**Schule:** Helmholtz Gymnasium  
**Teilnehmer:** Alma Barthold, Paul Ermler und Helene Pflugk  
Klasse 7  
Mit Unterstützung von Frau Kopischke

## **Inhaltsverzeichnis**

1. Einstieg
2. Hauptteil
  - 2.1 Grundlagen
    - 2.1.1 Licht
    - 2.1.2 Auge- Sehvorgang
    - 2.1.3 Konzentration
  - 2.2 Beschreibung Experimenteller Aufbau
  - 2.3 Messergebnisse
  - 2.4 Auswertung
3. Ausklang
4. Ausblick
5. Quellen- und Bildangaben
  - 5.1 Quellenangaben
  - 5.2 Bildangaben
6. Danksagung
7. Erklärung der selbständigen Arbeit

## 1. Einstieg

Wir Schüler besuchen an unserem Gymnasium die AG Jugend forscht. Unsere Schule befindet sich im Umbau und deshalb müssen wir zum Teil den Unterricht in Containern durchführen. Der Unterricht in diesem Gebäude ist nicht so angenehm, da die Räume oft klein, hellhörig und mit grellem Licht ausgestattet sind. Dagegen haben wir in der alten Schule mit hohen Decken oft nur wenig Licht. Dadurch kamen wir auf die Idee doch mal zu untersuchen, bei welchem Licht man am besten lernen kann. Hier sind unsere Ergebnisse.

## 2. Hauptteil

### 2.1 Grundlagen

#### 2.1.1 Licht

Das Licht ist für das menschliche Auge der sichtbare Teil der elektromagnetischen Strahlung. In dem elektromagnetischen Spektrum wird der Bereich des Lichts von etwa 380 nm bis 780 nm Wellenlänge angegeben.

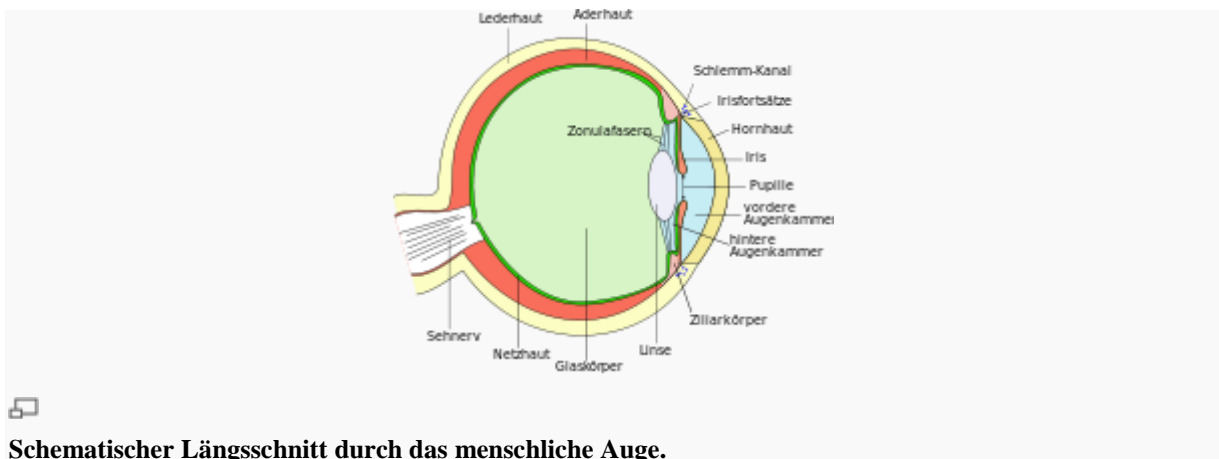
Eine genaue Grenze lässt sich nicht angeben, da die Empfindlichkeit des Auges an den Wahrnehmungsgrenzen nicht abbricht, sondern allmählich abnimmt. Die an das sichtbare Licht angrenzenden Bereiche der Infrarot- und Ultraviolettstrahlung werden häufig ebenfalls als *Licht* bezeichnet.

Lichtstrahlen breiten sich immer geradlinig aus und ändern ihre Richtung nur dann, wenn sie auf einen Körper treffen.

Lichtstrahlen können einander durchdringen, ohne sich gegenseitig dabei zu beeinflussen.

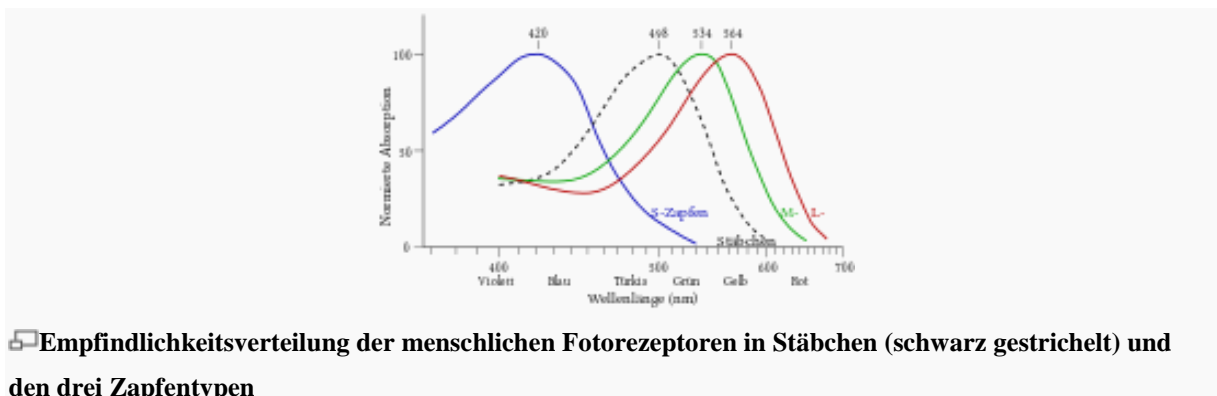
#### 2.1.2 Auge- Sehvorgang

Der adäquate Reiz für das Sinnesorgan *Auge* entsteht beim Menschen durch elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge zwischen etwa 400 und 760 Nanometer. Der anatomische und funktionelle Aufbau des Augapfels stellt sicher, dass die Energie des Lichtes ausgewertet werden kann.



Schematischer Längsschnitt durch das menschliche Auge.

Das Licht, das ins menschliche Auge fällt, wird durch den Brechapparat (bestehend aus Hornhaut, vorderer und hinterer Augenkammer, Linse und Glaskörper) auf die Netzhaut projiziert, wo ein reelles, auf dem Kopf stehendes Bild entsteht. Dadurch werden die in der Netzhaut befindlichen Fotorezeptoren (= Lichtsinneszellen) gereizt, die den Reiz in ein elektrisches Signal übersetzen. Dieses Signal wird über den Sehnerv, in den die einzelnen Nervenstränge der Netzhaut in das Gehirn geleitet, wo die Empfindung entsteht. Die Lichtintensität wird als *Helligkeit* empfunden. Das Auge kann sich durch verschiedenen Mechanismen an Intensitäten anpassen. Die spektrale Zusammensetzung des Lichtreizes wird als Empfindung Farbe wahrgenommen, wobei das menschliche Auge für Licht mit Wellenlängen zwischen ca. 380 nm und 750 nm empfindlich ist. Trennt man weißes Licht (durch ein Prisma) nach den Wellenlängen auf, so erscheinen alle Farben des Regenbogens. Mischfarben rufen unter Umständen ganz andere Farbeindrücke hervor. So erscheint eine Mischfarbe aus grünem und rotem monochromatischem Licht beispielsweise gelb.



Empfindlichkeitsverteilung der menschlichen Fotorezeptoren in Stäbchen (schwarz gestrichelt) und den drei Zapfentypen

Die Netzhaut des Auges ist mit verschiedenen Sinneszellen ausgestattet: Die Stäbchen weisen eine breite spektrale Ansprechbarkeit auf und zeichnen sich durch eine hohe Sensitivität aus. Sie sind daher auf das Sehen in der Dämmerung spezialisiert, können jedoch keine Farben unterscheiden. Die Zapfen hingegen, die an stärkere Intensitäten angepasst sind, kommen in drei verschiedenen Typen vor, die jeweils bei einer anderen Wellenlänge ihr Reaktionsoptimum haben. Ihre Verschaltung ermöglicht letztendlich das Farbsehen.

### 2.1.3 Konzentration

Konzentration (lateinisch *concentra*, „zusammen zum Mittelpunkt“) ist die willentliche Fokussierung der Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Tätigkeit, das Erreichen eines kurzfristig erreichbaren Ziels oder das Lösen einer gestellten Aufgabe.

Fokussierung bedeutet, dass für eine gewisse Zeit auf das momentan Ausgeübte oder Empfundene geachtet wird, je nach Aufgabe auch auf Kommendes. Beim Zeichnen einer Linie, die einen Punkt berühren soll, schauen die Augen bereits auf den Punkt, während die Linie gezogen wird. Konzentration erfordert geistige Anstrengung und lässt mit der Zeit nach. Daher versteht man unter Konzentration das relativ lange andauernde Aufrechterhalten eines Aufmerksamkeitsniveaus.

- Der emotionale Zustand: Befindet man sich in einem positiven emotionalen Zustand, ist man konzentrierter. Dagegen sinkt die Konzentration während einer negativen Stimmung.
- Der physische Zustand.
- Die motorische Aktivierung und das motorische Training.
- Die Ernährung kann die Konzentration beeinflussen.
- Die Umgebungsbedingungen (z. B. die Lichtintensität) wirken sich ebenfalls auf die Konzentration aus.

Die genannten Punkte stehen zueinander in Wechselwirkung.

## 2.2 Beschreibung Experimenteller Aufbau

Wir haben uns aus dem Internet einen Konzentrationstest ausgesucht, indem m`s und u`s in unregelmäßigen Anordnungen dargestellt sind.

In einem Zeitabschnitt von 2 Minuten und bei unterschiedlicher Beleuchtung mussten die Probanden nur die u`s mit einem eindeutigen Strich kennzeichnen. Dieses Experiment wurde immer zur gleichen Tageszeit durchgeführt.

Die Probanden mussten sich mit einem Code identifizieren, damit die Ergebnisse vergleichbar waren.

Nach dem Test wurde die aktuelle Lichtmenge mit dem Luxometer an jedem Arbeitsplatz gemessen und auf dem Testzettel dokumentiert. Danach wurden alle Buchstaben die bearbeitet wurden gezählt, die Fehler vermerkt und alles tabellarisch festgehalten (Siehe Messergebnisse).



Luxometer



Experimenteller Aufbau

## Konzentrationstest

Datum:

Code: (Max Mustermann 2000: MMnn00)

Aufgabe: Streiche alle „u“s im folgendem Text durch. Du hast 2 Minuten Zeit.

u u m u u m u m m u u u m m u u m m m u m m m u u m u u u m m u m u u m m  
m m u u m u m m m u m m m u u m m m u m u m u m m m u u m m m m u u m m m m u u  
m m m u m u m u m m u u u u u u u u m u u m u m m m m m m m u m m u m m m u m  
u m u u u m u m m u m m u u u m m u u m m m u u m u u u u m m u m m u u u m u u u  
m u u u m m u u m m u u u m  
m m m u u m m m u u u u m u u u u m m m u u u m u u u m m m m m m m u m m m m u m  
m m m m u u m u u m m m m u u u m u u u u m m m m m m m m m m m m m m m m m m  
u u u u m m u u m u u m m m m m m m u u u m m u u u u u u m m u m u m m m m m u u  
m m m m u m m u u m m u u u m  
m u m  
u u m u u m m u u m m m m u u m  
m m u u u m u u m  
m  
m m u u m  
u m u u m m u u m u u u u m m m m u u m u u m m m m m m m m m m m m m m m m m m  
m m u u u m u u u m m u u m

Auswertung:

Fehler:

Lux Zahl:

## 2.3 Messergebnisse

### **0 bis 200 Lux**

Teilnehmer	Lux-Zahl	Buchstaben	Buchstaben in %	Fehler
JKrn01	48	433	45,58	0
RZke01	48	385	40,53	1
Gber95	40	460	48,42	0
KMer01	48	410	43,16	2
JSis02	51	496	52,21	2
Ckuß01	51	380	40,00	0
AWel01	80	440	46,32	0
Jmer01	80	440	46,32	0
VANen01	112	443	46,63	3
PEer01	112	459	48,32	1
Abld01	80	459	48,32	0
JFnz01	108	444	46,74	0
NJhn01	108	500	52,63	1
MFch01	21	450	47,37	14
DHen00	21	459	48,32	4
Lkoß01	21	459	48,32	1
CSmm00	28	430	45,26	0
TKpe01	66	430	45,26	3
CErb97	45	459	48,32	33
PMek01	29	366	38,53	0
BStz97	45	640	67,37	13
VMer01	29	412	43,37	1
AGoß00	75	366	38,53	0
FHhl00	29	551	58,00	1
TKpe01	75	410	43,16	1
PSss01	75	414	43,58	1
FSer00	21	459	48,32	0
SOva97	28	366	38,53	0
JHnn97	18	320	33,68	1
JBöl01	28	459	48,32	1
TMrn01	28	470	49,47	0
MKer01	21	505	53,16	0
JHnn00	21	505	53,16	5
AVnn97	40	412	43,37	0
JMus97	40	450	47,37	0
Tsen98	18	597	62,84	15
CSch96	28	505	53,16	0
		449,81	47,35	2,81



## 200 bis 500 Lux

Teilnehmer	Lux-Zahl	Buchstaben	Buchstaben in %	Fehler
JGde99	192	520	54,74	1
NWBE00	241	450	47,37	0
PEer01	440	460	48,42	2
VANen01	440	412	43,37	6
JHnn00	350	459	48,32	1
NJhn01	400	459	48,32	0
JFnz01	400	505	53,16	1
CKuß01	350	450	47,37	3
PMek01	345	366	38,53	2
PSss01	440	505	53,16	3
KMer01	430	459	48,32	1
LKoß01	295	459	48,32	5
PMos01	345	412	43,37	0
Awel01	370	440	46,32	6
NJhn01	295	459	48,32	7
JFnz01	295	450	47,37	3
JMer01	370	450	47,37	0
AGoß00	430	370	38,95	7
PSss01	430	450	47,37	0
Jsis02	345	551	58,00	6
CSmm00	413	500	52,63	4
JBöl01	413	465	48,95	3
MKer01	295	505	53,16	5
FSer00	250	530	55,79	8
DHen00	250	465	48,95	8
GBer95	464	515	54,21	3
TKpe01	430	305	32,11	4
MFch01	250	412	43,37	1
MKer01	350	420	44,21	1
MFch01	320	505	53,16	7
JHnn97	340	430	45,26	6
AVnn97	464	470	49,47	2
JMus97	464	505	53,16	1
FSer00	320	412	43,37	6
JGde99	192	142	14,95	0
Sova97	340	500	52,63	2
CSch96	340	597	62,84	1
		453	48	3

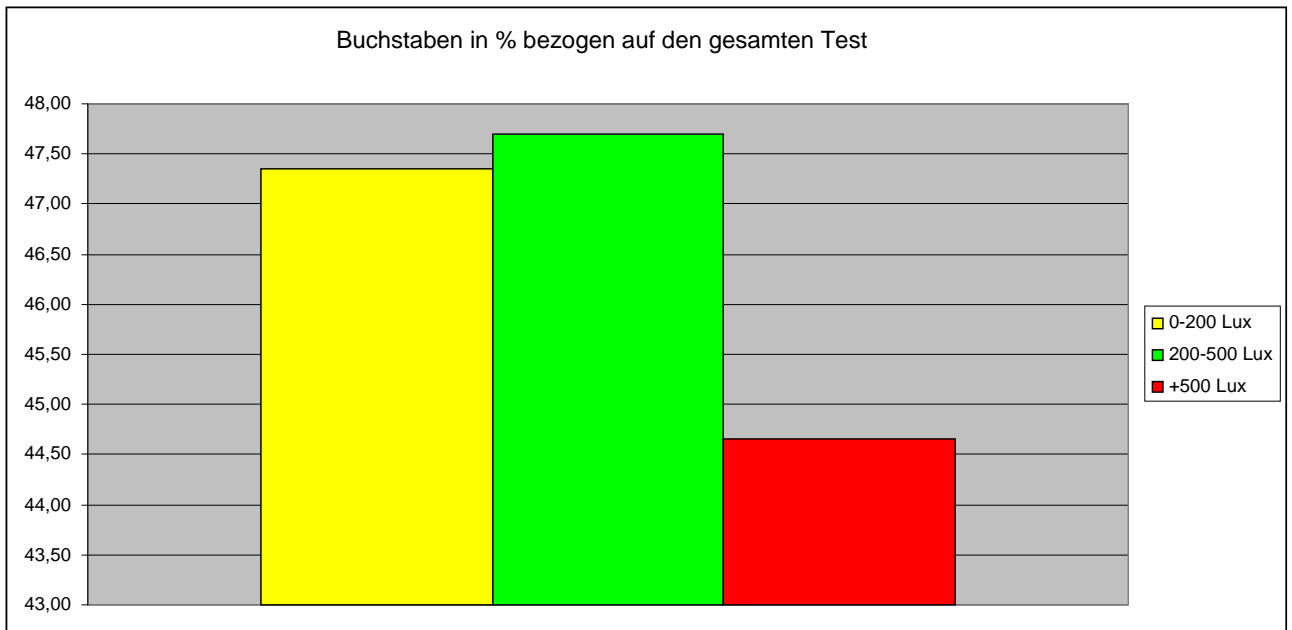
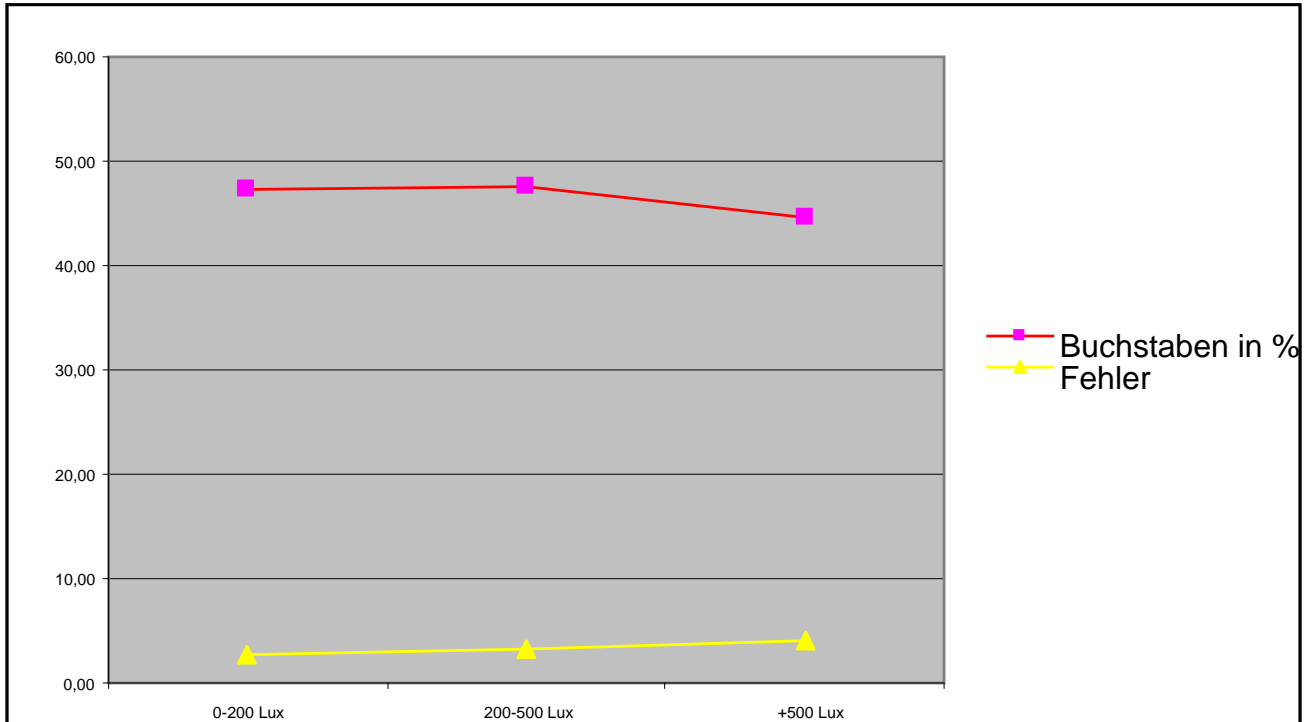
## 500 und mehr Lux

Teilnehmer	Lux-Zahl	Buchstaben	Buchstaben in %	Fehler
VANen01	5000	413	43,47	17
NWBE00	600	472	49,68	0
JSis02	520	428	45,05	1
JMer01	560	405	42,63	3
AWel01	560	430	45,26	7
PMos01	520	383	40,32	0
Abld01	560	240	25,26	0
CSmm00	500	465	48,95	4
CKuß01	520	366	38,53	3
JBöl01	500	505	53,16	8
TMrn01	500	456	48,00	4
AGoß00	520	450	47,37	0
RZke01	510	456	48,00	0
KMer01	510	460	48,42	0
FHhl00	3050	459	48,32	31
KMer01	530	459	48,32	1
KMer01	4100	412	43,37	4
JKrn01	500	459	48,32	1
RZke01	500	400	42,11	0
AGoß00	3500	412	43,37	6
Peer01	5000	459	48,32	0
TKpe01	550	366	38,53	0
TKpe01	520	366	38,53	1
PSss01	760	439	46,32	7
		424,17	44,65	4,08

## 2.4 Auswertung

Für die Auswertung haben wir die Werte wie folgt bearbeitet.

1. die Fehler gezählt
2. die Buchstaben gezählt (alle, auch die m's)
3. den Fehlerquotient errechnet (Buchstaben geteilt durch Fehler)
4. den Mittelwert der einzelnen Spalten errechnet



Unsere Untersuchungen zeigen, dass die Probanden bei einer Beleuchtung bis ca. 200 Lux nur eine geringe Anzahl von Buchstaben bearbeiten konnten, bei ca. 500 Lux die Bearbeitung der meisten Buchstabenkombinationen mit einer geringen Fehleranzahl erfolgte. Eine zu starke Beleuchtung führte zu einer geringeren Anzahl der Buchstabenkombinationen und die Fehlerquote stieg sehr stark an.

Unsere Messergebnisse kann man auch gut an einzelnen Probanden zeigen.  
z.B.:

Teilnehmer	Lux-Zahl	Buchstaben	Buchstaben in %	Fehler
PSss01	75	414	43,58	1
PSss01	430	450	47,37	0
PSss01	760	439	46,32	7

### **3. Ausklang**

Wir waren doch sehr überrascht, dass wir durch diesen doch recht einfachen experimentellen Aufbau so aussagekräftige Ergebnisse erzielen konnten.

Man muss natürlich berücksichtigen, dass die Konzentration bei den Schülern ja auch von vielen Komponenten beeinflusst werden kann (Siehe 2.1.3), aber wir haben versucht alle Probanden immer am gleichen Wochentag und zur gleichen Zeit zu überprüfen.

Es zeigte sich, dass eine optimale Ausleuchtung des Raumes mit einem geeigneten Leuchtkörper sehr wichtig ist.

Ist das Licht zu gering, ist die Leistungsfähigkeit doch sehr vermindert, grelles Licht das blendet erhöht die Fehlerrate.

Wir haben deshalb in unserem Schulgebäude die Räume ausgemessen.

Da das Licht sich ja parallel ausbreitet, konnte nur direkt unter den Lichtkörpern eine optimale Lux-Zahl von 500 erreicht werden. Fast alle Räume sind in den hinteren Reihen zu dunkel (Also sehen und hören die Schüler hinten nicht nur schlechter, sondern sie können sich aufgrund der schlechten Lichtverhältnisse auch schwerer konzentrieren!!!).

Es ist notwendig die Beleuchtungskörper als ein U oder ein geschlossenes U im Raum anzuordnen.

Nur so bekommen alle das richtige Licht.

Natürliche Beleuchtung wird zwar als sehr angenehm empfunden, ist in geschlossenen Räumen allerdings oft auch zu gering.

### **4. Ausblick**

Alles in Allem war es eine sehr interessante Arbeit, wenn auch etwas aufwendig.

Das Auszählen hat doch eine lange Zeit beansprucht.

Unsere Ergebnisse werden wir unserer Direktorin vorstellen, um bei dem Neubau etwas für unsere Mitschüler zu erreichen.

Denn nur bei dem richtigen Licht kann man richtig lernen!

## **5. Quellen- und Bildangaben**

### **5.1 Quellenangaben**

<http://de.wikipedia.org/wiki/Auge> -Bild Deckblatt

<http://de.wikipedia.org/wiki/Strahlengang>

<http://www.welt.de/gesundheit/psychologie/article7246223/Wie-Sie-Ihre-Konzentration-trainieren-koennen.html>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Kategorie:Begriffskl%C3%A4rung>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Licht>

<http://www.licht.de/de/>

### **5.2 Bildangaben**

Alle Bilder wurden von uns selbst angefertigt.

## **6. Danksagung**

Wir möchten uns für die gute Mitarbeit von den Schülern der 7. ,9. und 11. Klassenstufe bedanken.

Außerdem gilt unser Dank unserer Projektbetreuerin Frau Kopischke, die uns bei der Erstellung der Arbeit unterstützte, das Messgerät bereitstellte und den Kontakt zu den Schülern herstellte.

## **7. Erklärung der selbständigen Arbeit**

Hiermit bestätigen wir, dass alle Experimentellen Ergebnisse von uns betreut, erstellt und ausgewertet worden sind.

**Alma Barthold, Paul Ermler und Helene Pflugk**

Potsdam, 16.01.2014