



Liebe Schülerinnen und Schüler,

hier findet Ihr einen Lösungsvorschlag zur Sommerrunde „Im richtigen Licht?“ des Schuljahres 2023/24. Die Musterlösung setzt sich aus Arbeiten zusammen, die die Jury besonders beeindruckten. Vielen Dank an alle, die mit ihren fantastischen Einsendungen dazu beitrugen!

Ihr habt in dieser Runde die schönsten Regenbögen erzeugt und recherchiert, wie diese Farbenpracht entsteht. Dass dies nicht nur mit Wassertropfen in der Luft möglich ist, demonstriert ihr mit kreativen Experimenten! Mit Kreiseln wurden die unterschiedlichsten Farben erzeugt. Die Farbgebung eines Tees lässt nicht nur auf seinen Geschmack schließen. Ihr habt darüber hinaus herausgefunden, dass die Konzentration der gelösten Teilchen damit bestimmt werden kann. Dabei habt ihr mit Smartphones und Tablets experimentiert und stets Durchsicht bewiesen.

An der dritten Runde des Landeswettbewerbs „Experimente Antworten“ nahmen in diesem Jahr mehr als 500 Schülerinnen und Schüler aus ganz Bayern teil. Die Urkunden und Preise wurden bereits verschickt. Bitte fragt nach, falls ihr noch keine Rückmeldung von Eurer Schule erhalten habt!

An dieser Stelle ein großes Dankeschön an alle Lehrerinnen, Lehrer und an Eure Eltern, die Euch unterstützten. Unter allen Einsendungen wählten wir wieder diejenigen aus, die den sogenannten Superpreis bekommen. Wie die Verleihung in diesem Jahr abläuft, werden wir Euch nach den Ferien mitteilen.

Bitte seid nicht allzu traurig, falls Ihr den Superpreis nicht bekommt.

Dass beim Experimentieren und bei der Ausarbeitung nicht immer alles optimal gelingt und letztendlich auch das nötige Quäntchen Glück eine Rolle spielt, gehört gleichermaßen zum Wesen experimentellen Arbeitens und eines Wettbewerbs. Bei der nicht immer einfachen Durchführung von Versuchen und deren Auswertung können sich natürlich ebenfalls jederzeit Fehler einschleichen.

Ihr habt aber alle großes naturwissenschaftliches Interesse, Ausdauer und Durchhaltevermögen gezeigt und darauf kommt es letztendlich an.

So bleibt uns wieder einmal, schöne Ferien zu wünschen, die habt Ihr Euch verdient! Wir hoffen, Ihr seid im Schuljahr 2024/25 wieder dabei – Ende September gibt es die neue Aufgabe!

***Euer Wettbewerbsteam***

# Lösungsvorschlag zur Aufgabenrunde 2023/24 III

## „Im richtigen Licht?“

### Aufgabe 1

1. Ein Regenbogen lässt sich immer wieder beobachten. Recherchiere, wie diese Naturscheinung entsteht, und erzeuge danach im Freien selbst unter geeigneten Bedingungen einen solchen „Regenbogen“. Fotografiere diesen und erstelle eine Versuchsanleitung mit einer sorgfältig beschrifteten Skizze.

**Lösung:** (eingereicht von Clara Mittelmeier aus der Klasse 7b des Elly-Heuss-Gymnasiums Weiden i.d.Opf.) Anmerkung der Redaktion: Der folgende Begriff "Beugung" passt hier allerdings nicht ganz, weil lediglich die Lichtbrechung relevant ist.

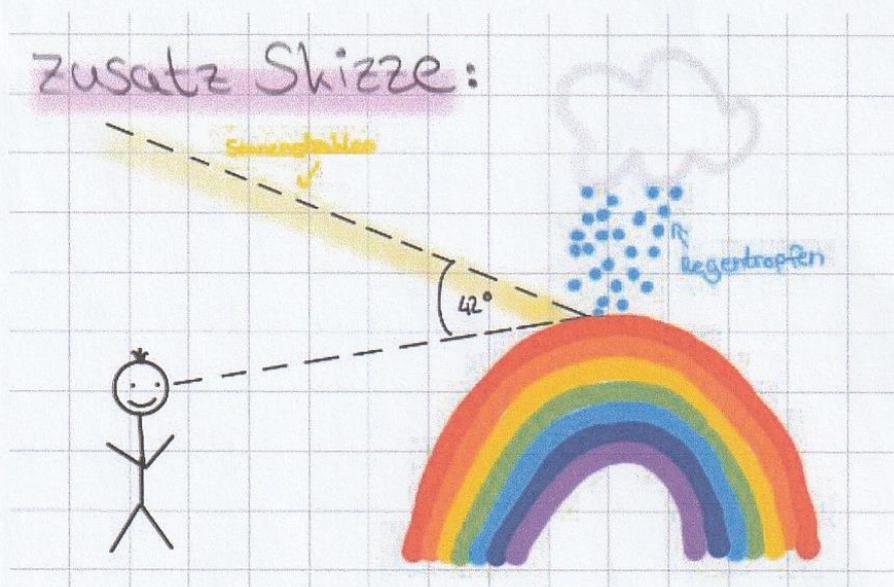
#### 1. Aufgabe – Der Regenbogen

##### 1.1 Wie entsteht ein Regenbogen

Ein Regenbogen entsteht, wenn Sonnenlicht auf Regentropfen trifft und in verschiedene Farben aufgespalten wird. Dieses Phänomen nennt man Dispersion. Ein Regenbogen ist also das Ergebnis von Lichtbrechung, Lichtreflexion und Lichtstreuung. Hier ist eine einfache Erklärung:

- Lichtbrechung: Wenn das Sonnenlicht in einen Regentropfen eintritt, wird es gebrochen (gebeugt), weil Wasser dichter ist als Luft.
- Lichtreflexion: Im Inneren des Regentropfens wird das Licht an der Rückseite des Tropfens reflektiert.
- Lichtstreuung: Beim Austritt aus dem Regentropfen wird das Licht erneut gebrochen und in seine Farben (Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett) zerlegt.

Das meiste Licht gelangt dabei in einem Winkel von  $42^\circ$  in unser Auge: Ein Regenbogen entsteht.



## 1.2 Einen Regenbogen selber machen

Man kann einen Regenbogen auch selber erzeugen, und zwar ganz einfach mit einem Gartenschlauch. Hier ist meine Schritt-für-Schritt-Anleitung:

### Duch brauchst:

- Einen sonnigen Tag
- Einen Gartenschlauch
- Einen Garten oder einen Ort im Freien mit genug Platz

### Schritt-für-Schritt-Anleitung:

- Suche dir einen sonnigen Tag aus: Ein Regenbogen entsteht am besten, wenn die Sonne scheint.
- Stelle dich mit dem Rücken zur Sonne: Das Sonnenlicht sollte direkt hinter dir sein.
- Halte den Gartenschlauch: Drehe den Wasserhahn auf und stelle den Gartenschlauch so ein, dass er feinen Sprühnebel erzeugt. (Vollstrahl funktioniert NICHT!)
- Sprühe Wasser in die Luft: Halte den Schlauch so, dass der Wasserstrahl in einem Bogen vor dir in die Luft sprüht.
- Beobachte den Regenbogen: Schaue durch den Sprühnebel und suche nach dem Regenbogen.

### Versuchsanleitung und Skizze

Hier ist eine Versuchsanleitung und eine Skizze, die dir zeigt, wie du vorgehen musst:

#### Material:

- Gartenschlauch
- Wasseranschluss
- Sonniger Platz im Freien

#### Anleitung:

##### Vorbereitung:

- Schließe den Gartenschlauch an den Wasseranschluss an.
- Stelle sicher, dass es ein sonniger Tag ist.

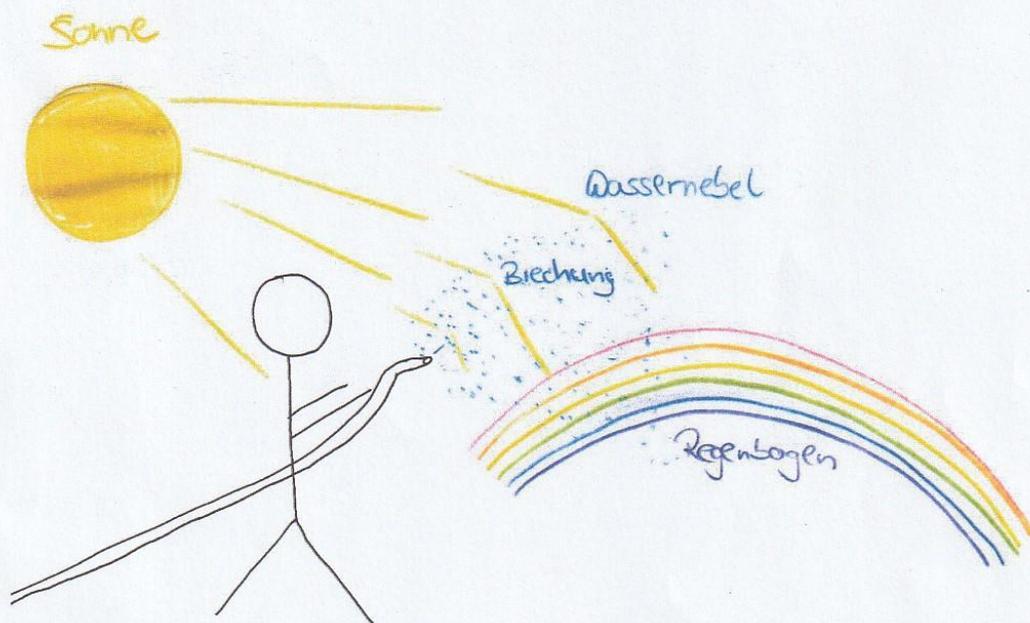
##### Durchführung:

- Stelle dich mit dem Rücken zur Sonne.
- Drehe den Wasserhahn auf und stelle den Gartenschlauch so ein, dass feiner Sprühnebel entsteht.
- Halte den Schlauch in einem Winkel, so dass der Wassernebel vor dir in die Luft sprüht.
- Bewege den Schlauch langsam, bis du den Regenbogen siehst.

**Beobachtung:**

- Schaue durch den Wassernebel und beobachte, wie der Regenbogen entsteht.
- Fotografiere den Regenbogen, wenn du ihn gut sehen kannst.

**Skizze:**



**Beschreibung der Skizze:**

- **Sonne:** Die Sonne steht hinter dir und scheint direkt auf den Wassernebel.
- **Wassernebel:** Der feine Wassernebel aus dem Gartenschlauch bricht das Licht.
- **Regenbogen:** Der Regenbogen erscheint im Wassernebel vor dir.

Viel Spaß beim Ausprobieren und Fotografieren des Regenbogens!

### 1.3 Mein Regenbogen

Und so sah mein eigener Regenbogen aus:



Ergänzend habe ich es auch noch mit Seifenblasen versucht. Auch hier kann man schon die Farben erkennen:

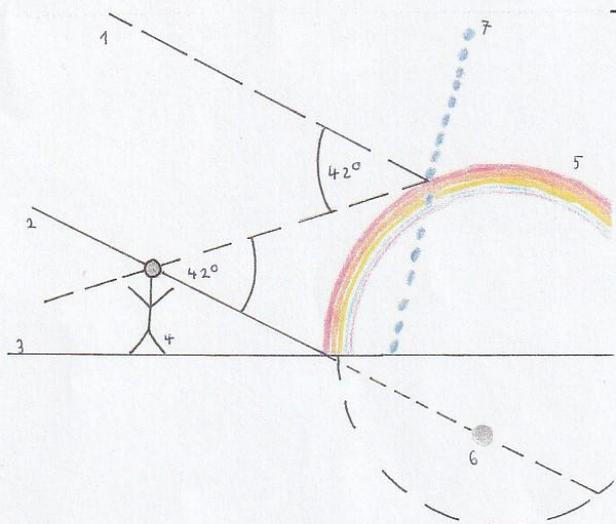


**Erklärung:** (eingereicht von Fabian Reichart aus der Klasse 8c des Gymnasiums Marktoberdorf)

Erklärung eines Regenbogens anhand einer Skizze:

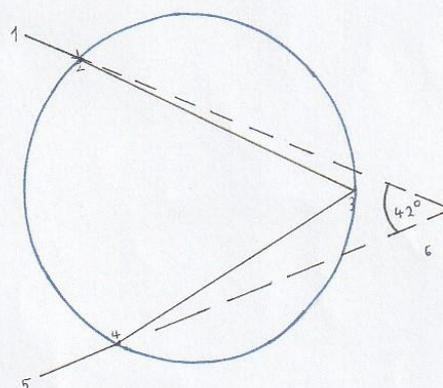
Obere Skizze:

- 1 – Sonnenstrahlen
- 2 – Verbindungslinie zwischen Sonne und Regenbogenbeobachter
- 3 – Horizont
- 4 – ich (Beobachter des Regenbogens)
- 5 – Regenbogen
- 6 – Sonnengegenpunkt
- 7 – Regentropfen



Untere Skizze:

- 1 – Sonne
- 2 – Der Sonnenstrahl trifft auf den Regentropfen auf und wird zum ersten mal gebrochen
- 3 – Das Licht wird an der Rückwand des Regentropfens reflektiert
- 4 – Wenn der Sonnenstrahl aus dem Regentropfen wieder austritt wird er zum zweiten mal gebrochen und der Sonnenstrahl tritt als Farbspektrum wieder aus
- 5 – Hier stehe ich und beobachte den Regenbogen



6 – Der Winkel zwischen dem von der Sonne kommenden Strahl und dem an dem Wassertropfen austretenden Strahl beträgt ca. 42 Grad.

## Aufgabe 2

2. Bei einem Regenbogen wird das Sonnenlicht in seine sogenannten Spektralfarben zerlegt. Finde drei Möglichkeiten, um diese Zerlegung mit Hilfe einfacher Versuchsapparaturen zustande zu bringen. Beschreibe jeweils genau deine Vorgehensweise und erstelle auch Fotos.

**Lösung:** (eingereicht von Mia Seibert, Viktoria Turnwald und Anne Raab aus der Klasse 5f des Gymnasium Höchststadt a.d. Aisch)

### Zerlegung des Lichts

1. Regenbogen mit einem Spiegel

Material: - Schüssel mit Wasser  
- Spiegel  
- Sonne  
- Weißes Papier



Durchführung:  
Den Spiegel haben wir so ins Wasser gehalten, dass das reflektierte Licht vom Spiegel auf das Blatt trifft.



2. Regenbogen mit einer CD

Material: - CD  
- weißes Blatt  
- Sonne

Durchführung:  
Wir haben die CD gegen die Sonne gehalten und die Reflektion auf einem weißen Papier eingefangen.

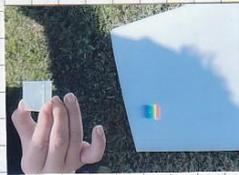


### 3. Regenbogen mit einem Prisma

Material: - Prisma  
- weißes Papier  
- Sonne

#### Durchführung:

Wir haben das Prisma gegen die Sonne gehalten und die Reflektion auf einem weißen Papier eingefangen.



### 4. Regenbogen mit einem Kristall

Material: - Kristall  
- Sonne  
- weißes Papier

#### Durchführung:

Wir haben den Kristall gegen die Sonne gehalten und die Reflektion auf einem weißen Papier eingefangen.



## Aufgabe 3

3. Die Spektralfarben des Sonnenlichts lassen sich mit Hilfe eines sogenannten Farbkreisels wieder zusammenführen. Schneide dazu aus weißem Papier Kreise mit einem Durchmesser von etwa zehn Zentimetern. Unterteile diese in „Tortenstücke“ (Sektoren) und male sie mit verschiedenen Farben aus. Schneide ebenso viele runde Scheiben aus festem Karton und klebe die Farbkreise darauf. Versetze die Farbscheiben auf kreative (und ungefährliche!) Weise in schnelle Rotation und beobachte. Erzeuge mit dem sich schnell drehenden Kreis zwei verschiedene Farben und möglichst auch die „Farbe“ Weiß. Dokumentiere deine experimentelle Anordnung und den Versuchsverlauf mit Skizzen und erstelle Fotos mit Langzeitbelichtung.

**Lösung:** (eingereicht von Melina Michl aus der Klasse 8d des Rudolf-Diesel-Gymnasiums Augsburg)

Aufgabe 3

Ziel:  
Ich versuche die Spektralfarben wieder zusammenzuführen.  
Dazu bastle ich Farbkreise und erzeuge mit ihnen die Farbe weiß, sowie andere Farben.

Materialien und Aufbau:

→ Papier  
→ Karton  
→ viele bunte Farben (Buntstifte)

Und so habe ich die Farbscheiben gebastelt:  
1. Ich habe aus Papier und Karton Kreise mit einem Durchmesser von 10 cm ausgeschnitten.  
2. Den Papierkreis habe ich in Sektoren unterteilt und angeklebt.  
3. Zuletzt habe ich den bunten Kreis auf den Karton geklebt.

Um die bunten Platten in schnelle Rotation zu bringen, habe ich aus Fischer-Technik und einem Fischer-Technik-Elektromotor eine kleine Konstruktion gebaut:

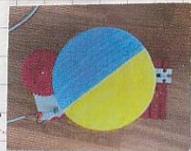
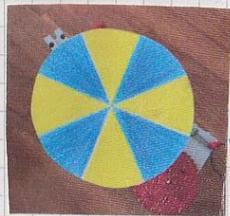
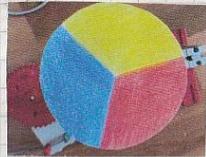
Farbscheibe  
Trafo  
Motor mit Übersetzung  
(=> 1. Version)

→ 2. Version: überarbeitete Version, um mehr Umdrehungen zu erzielen

→ 3. Version

Beobachtungen:

Farbscheiben, Konstruktion



Hier habe ich den Kreis in kleinere, aber dafür mehrere Sek unterteilt.

Hier habe ich den Kreis in 2 Sektoren geteilt.

Fotos mit Langzeitbelichtung



Mit mehreren Sektoren

Mit 2 Sektoren

Farbmischung

Alle Farben zusammen ergeben weiß. Weiß ist die Summe aller Farben.  
Rot + Orange + Gelb + Grün + Blau + Indigo + Violett = Weiß

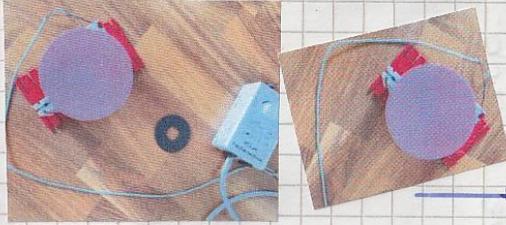
Blau + Gelb + Rot = Grau

Blau + Gelb = Grün

Farbscheiben, Konstruktion

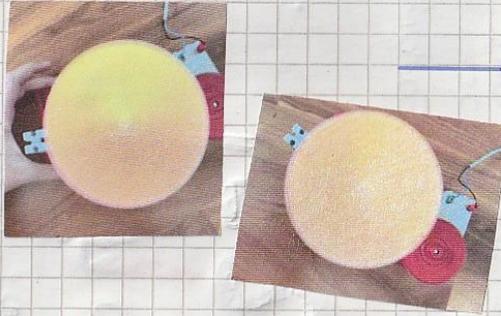
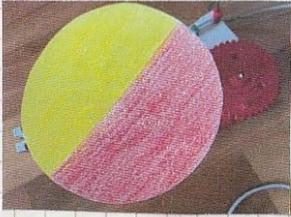


Fotos mit Langzeitbelichtung



Farbmischung

Rot + Blau = Lila/violett



Rot + Gelb = Orange

Aufgabe 3 - Fortsetzung Tabelle

### Erklärung:

Wir nehmen Mischfarben wahr, weil unser Auge die einzelnen Umkehrungen bei einer schnellen Rotation nicht erfassen kann.

Bei der schnellen Drehung der Farbscheibe erreichen sehr viele Informationen das Gehirn in kurzer Zeit. Unser Gehirn kann das alles aber nicht schnell genug verarbeiten. So nehmen wir die Farbe weiß wahr, die sich aus den verschiedenen Wellenlängen von vielen Lichtwellen zusammensetzt.

Das nennt man auch additive Farbmischung.

Wenn durch Überlagerung von unterschiedlichen Wellenlängen des Lichts neue Farben entstehen, dann liegt eine additive Farbmischung vor.

Skizze zur Farbmischung von Licht:



## Aufgabe 4

4. Überbrühe zwei Teelöffel getrocknete Hibiskusblüten mit siedend heißem Wasser (Vorsicht!). Lasse die Blüten mindestens zehn Minuten ziehen und filtriere das Gemisch. Stelle von diesem intensiv rot gefärbten Tee anschließend drei verschiedene Verdünnungen her. Erzeuge auf einem Tablet mit Hilfe einer geeigneten App eine weiße Fläche und stelle die Lösungen in einem abgedunkelten Raum mittig auf das Display (welches du durch eine farblose und durchsichtige Folie schützt). Miss nun mit Hilfe eines Smartphones und einer geeigneten Luxmeter- oder Farberkennungs-App, wieviel Licht jeweils durch die Lösung fällt. Verfahre so mit allen vier Lösungen (Ausgangslösung und Verdünnungen) und stelle die Werte sowohl in einer Tabelle als auch in einem Diagramm dar. Beschreibe, auf welche Weise Messungen dieser Art im Alltag oder in der Industrie Anwendung finden. Dokumentiere deine experimentelle Anordnung und den Versuchsverlauf mit Skizzen und erstelle Fotos mit Langzeitbelichtung.

Ein häufiger Fehler, der leider bei der Durchführung der Messungen gemacht wurde, war die gleichzeitige Veränderung mehrerer Variablen, in diesem Fall von Konzentration und Volumen der vermessenen Lösungen.

**Lösung:** (eingereicht von Charlotte Fouillet aus der Klasse 7a des Emil-von-Behring-Gymnasiums Spardorf)

Charlotte Fouillet, 7a			
Emil-von-Behring-Gymnasium, Spardorf		Seite 18 von 29	

### 4. Hibiskusblütenlösung und ihr Lichtstrom

Material:

- Gläser
- Filter
- Löffel
- Handg.
- Tablet
- Messzylinder
- Folie
- Gefäß
- getrocknete Hibiskusblüten
- Wasserkocher
- Wasser



Experiment: 1.



Ich habe etwa 400ml in den Wasserkocher gegossen und bis zum Siedepunkt, das heißt 100°, das Wasser gekocht.

2.



Die Hibiskusblüten habe ich in der Zwischenzeit in ein Gefäß getan, wo dann auch noch das heiße Wasser reinkommt. Und zwar 2 Teelöffel

Charlotte Fouillet, Za

Emil-von-Behring-Gymnasium, Spordorf

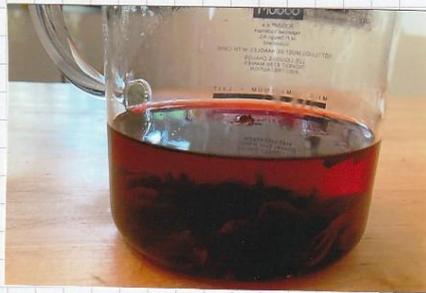
Seite 19 von 24

3.



Nachdem das Wasser fertig gekocht hatte, habe ich die Hibiskusblüten

mit dem heißen Wasser überbrüht und einen 10 Minutentimer gestellt.



4.



Nach den 10 Minuten habe ich anschließend den Hibiskus-tee mit Hilfe

von einem Kaffeefilter gefiltert. So sah es am Ende aus.

5. Mit dem gefilterten Hibiskus-tee habe ich 3 verschiedene Verdünnungen gemacht und eine Referenzlösung hergestellt.



Um die Verdünnungen zu erstellen habe ich zu-erst den Hibiskus-tee in mein Messzylinder gekippt und dann mit dem Wasser immer auf 40 ml er-gänzt.

6.



So sahen dann meine fertigen Hibiskusblütenverdünnungen aus und die Referenz. Ich habe sie mit Lösung 0 bis 3 nummeriert. Das ist das Wasser-Hibiskustee Verhältnis für die entstandenen Lösungen:

Nr. der Lösung	Hibiskustee [in mL]	Hibiskustee [in %]	Wasser [in mL]	Wasser [in %]	Bild
0	40	100	0	0	
1	20	50	20	50	
2	10	25	30	75	
3	5	12,5	35	87,5	

7. Zuerst habe ich mit der App „Mi Canvas“ auf dem Tablet einen weißen Hintergrund erstellt.



8. Um mein Experiment dann durchzuführen, bin ich in einen abgedunkelten Raum gegangen, mit den Hibiskuslösungen.

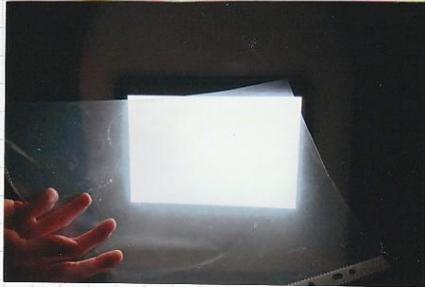


Charlotte Focillet, 7a

Emil-von-Behring-Gymnasium, Spardorf

Seite 21 von 24

9.



Damit das Tablet geschätzt bleibt, habe ich eine durchsichtige Folie drauf gelegt.

10.



Damit ich die Werte aus diesem Experiment messen kann, habe ich die „Lichtmeter“ App auf das Handy heruntergeladen.

11.

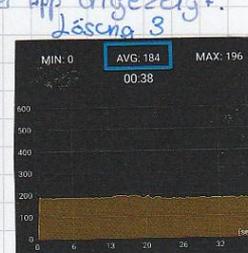
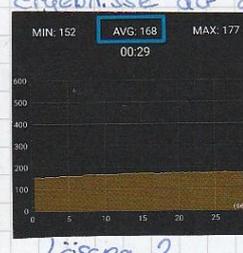
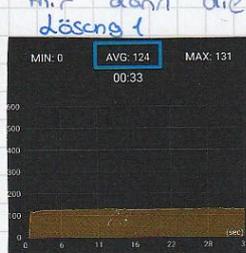
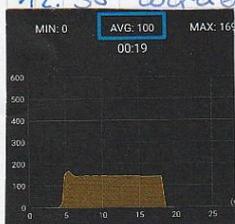


Für das Experiment, habe ich zuerst nur die Lichtstärke vom weißen Display gemessen. Dort kamen bei mir als Mittelwert 276 Lux raus.



Das gleiche habe ich dann bei den restlichen vier Lösungen gemacht. Hierfür habe ich immer das Handy möglichst nah an das Glas gehalten. Um zehn Sekunden abgewartet.

12. So wurden mir dann die Ergebnisse auf der App angezeigt:



Ergebnisse:

Das sind meine Ergebnisse in einer Tabelle dargestellt.

Nr. der Lösung	Hibiskustee [in mL]	Hibiskustee [in %]	Wasser [in mL]	Wasser [in %]	Ergebnis (Beleuchtungsstärke) [in lx]
0	40	100	0	0	100
1	20	50	20	50	124
2	10	25	30	75	168
3	5	12,5	35	87,5	184

Meine Ergebnisse habe ich dann in ein Diagramm eingetragen. Dafür habe ich mich für das Balkendiagramm entschieden, weil man so schnell den Überblick hat und die Ergebnisse leicht miteinander vergleichen kann.



Ich habe festgestellt, dass je größer der Prozentanteil vom Wasser ist, desto mehr Licht durch die Lösung durchdringt!

Charlotte Focillet, 7a

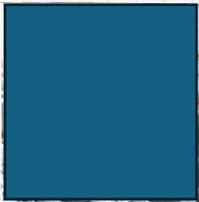
Emil-von-Behring-Gymnasium, Speldorf

Seite 23 von 24

## Die Anwendung vom Luxmeter im Alltag oder in der Industrie:

1.  Der Luxmeter wird zur regelmäßigen Lichtmessung benutzt. Zum Beispiel um zu schauen, dass alle Beleuchtungsnormen eingehalten werden, im Büro oder in der Fertigung. Das heißt sie schauen ob das Licht nicht zu hell oder zu dunkel ist. Dies ist nämlich sehr wichtig für die Gesundheit der Mitarbeiter. Man kann es auch einmal bei sich zu Hause ausprobieren.
2.  Zudem benutzt man auch den Luxmeter in Gewächshäusern. Damit kann man schauen das sie genügend helles Licht bekommen, damit sie anschließend die Photosynthese mit dem richtigen Licht durchführen können. Dies regt auch den Wachstum der Pflanzen an. Falls eine Pflanze zu Hause nicht mehr gesund aussieht, kann man nachschauen, ob sie genügend oder zu viel Licht an ihrem Ort bekommt.:

3.  Ein Fotograf benutzt auch ein Luxmeter in seinem Studio. Dabei misst er zuerst mit dem Luxmeter, im Raum und stellt dann seine Kamera richtig ein.

4.  Auch in der Lebensmittelindustrie kommt ein Luxmeter oft zum Einsatz, vor allem in der Qualitätsabteilung um zu prüfen ob die Anforderungen für den Markt entsprechen. Zum Beispiel bei Säften die richtige Farbe, so wie beim Hibiskusblüten Experiment.

## Ergänzende Lösung zur Anwendung: (eingereicht von Eliah Lean Bollmann aus der Klasse 6d des Gymnasiums Dorfen)

### 4.4.2 Praktische Anwendung

Zum Schluss recherchiere ich noch, wie die Photometrie in Alltag und der Industrie angewendet wird.

„Photometrische Messverfahren gehören neben der pH-Messung zu den wichtigsten Messmethoden. Sie werden in der Forschung und Lehre zur Erkundung neuer Stoffe oder enzymatischer und biochemischer Vorgänge angewandt. Im Umweltbereich dienen sie dem Monitoring von Umwelteinflüssen. In der Qualitätskontrolle finden sie bei Lebensmitteln und Getränken Anwendung. Die Methodik reicht von der Absorptions-/ Transmissionsmessung sowie Konzentrationsbestimmung bis hin zum Scan und der Kinetikmessung.“

Quelle: xylemanalytics.com

- ✚ Zunächst einmal werden Photometer in Schulen und Universitäten verwendet, um Versuche durchzuführen, und Lerninhalte uns Schülern näher zu bringen.
- ✚ Außerdem findet die Photometrie Anwendung in der Untersuchung von medizinischen Proben, z.B. Blut, um Werte wie Blutfette oder die Anzahl bestimmter Blutzellen zu bestimmen.
- ✚ In der Biochemie können Aktivitäten von Enzymen (Stoffwechsellmoleküle) oder die Konzentration von Eiweißen (Proteinen) nachgewiesen werden.
- ✚ Darüber hinaus werden photometrische Methoden auch zur Untersuchung von Wasser- und Bodenproben oder auch Luftproben in der Umwelttechnik verwendet. So können die Wasserqualität kontrolliert und Verunreinigungen gefunden werden. Aber auch das Wasser von Aquarien kann so im Alltag geprüft werden.
- ✚ Auch in der Astrophysik findet die Photometrie Anwendung, z.B. bei der Bestimmung der Helligkeit von Fixsternen durch ein Astrophotometer.
- ✚ Die Ingenieurwissenschaften verwenden Photometrie und verwandte Verfahren zur Qualitätssicherung und Weiterentwicklung von Photovoltaikanlagen sowie zur Entwicklung von Technologien wie Lasertechnik.
- ✚ Industriell werden solche Verfahren zur Qualitätssicherung, z.B. der Farben auf Oberflächen oder zur Sicherstellung der Qualität hergestellter Getränke und Lebensmittel eingesetzt.

Quellen: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), [www.studysmarter.de](http://www.studysmarter.de), [www.studyflix.de](http://www.studyflix.de)