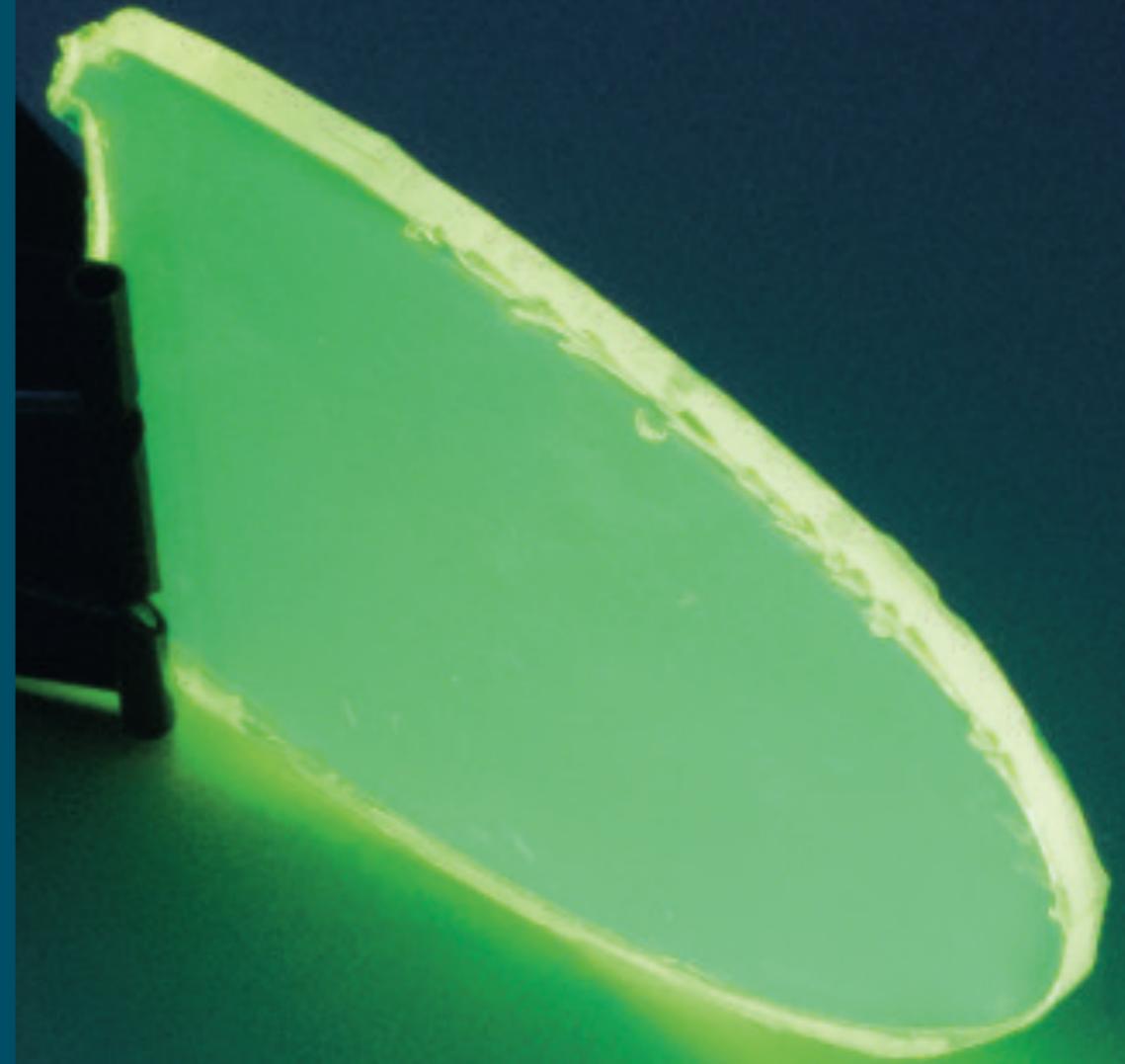


Chemie-Labothek

# INTELLIGENTE KUNSTSTOFFE

BLOCK 1

Der klassische Kunststoff (ein Isolator) & Fluoreszenz

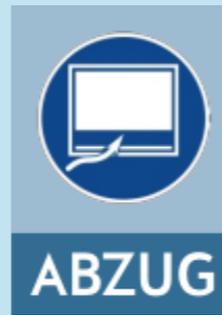


## BLOCK 1

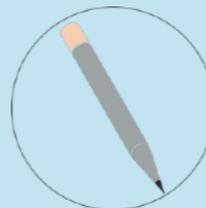
# ANLEITUNG & HINWEISE

Im folgenden Abschnitt finden Sie die Anleitungen zu den Versuchen. Versuchsdurchführungen sind mit ein V gekennzeichnet (z. B. V 2.1). Anschließend sind einzelne Auswertungsfragen/-aufgaben angefügt (z. B. A 1.2).

Zwischendurch werden Sie diverse Symbole und Piktogramme erkennen.



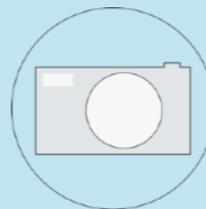
Dieses Symbol weist Sie darauf hin die beschriebenen Arbeiten im Abzug durchzuführen.



Stellen, an denen Sie etwas ausfüllen oder ergänzen sollen, sind mit diesem Symbol markiert.



Mit einem Klick auf dieses Symbol werden Sie auf eine Quelle im Internet geleitet, die Ihnen zusätzliche Informationen bietet.



Dieses Symbol signalisiert, dass Sie an dieser Stelle mithilfe der Kamera Aufnahmen tätigen sollen.

## Der klassische Kunststoff (ein Isolator)

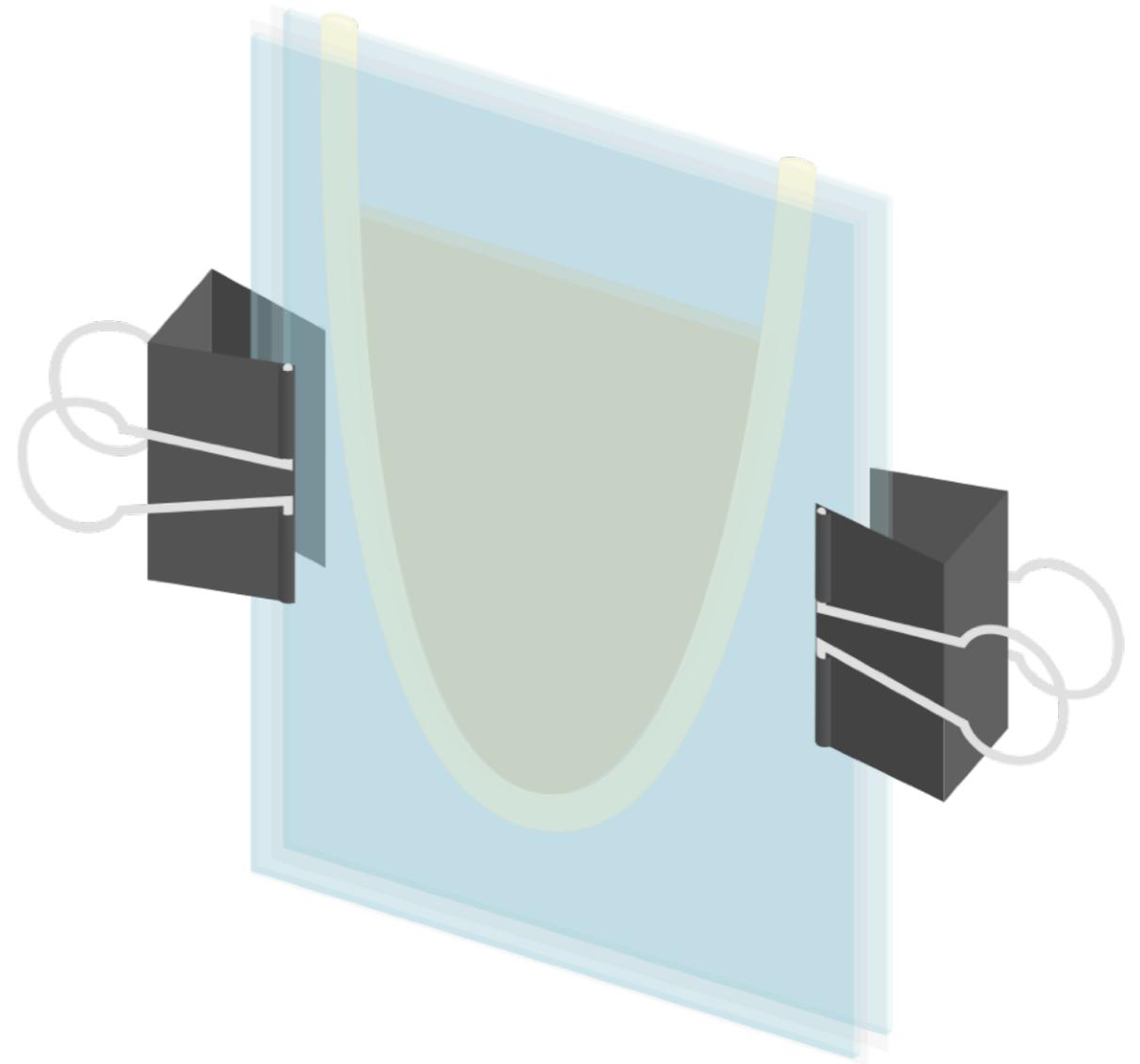
### Arbeitsmaterialien

50-mL-Becherglas, Pipette, 2 Glasscheiben, Silikon-Schlauch mit  $\varnothing = 3$  mm und Länge ca. 15 cm, 2 Wäscheklammern, 2 UV-Handlampen ( $\lambda = 365$  nm), UV-Taschenlampe, Textmarker (nicht gelb), 2 PET-Folien in der Größe der Glasscheiben, Rundfilter mit  $\varnothing = 55$  mm

### Chemikalien

ca. 10 mL Methylmethacrylat, ca. 90 mg DMPA (2,2-Dimethoxy- $\alpha$ -penylacetophenon)

### Versuchsskizze



### V 1.1



ABZUG

Der Rundfilter wird auf einer Seite vollständig mit dem Textmarker eingefärbt. In das Becherglas werden ca. 10 mL Methylmethacrylat MMA gegeben, dann wird das Filterpapier in die Flüssigkeit getaucht und bewegt, bis die Flüssigkeit Farbe angenommen hat.

*Hinweis:* Alternativ kann auch ein Fluoreszenzfarbstoff wie 9,10-Diphenylanthracen DPA verwendet werden.

Es werden ca. 90 mg DMPA (Radikalstarter) in der Lösung gelöst. Die Lösung wird abgedeckt im Abzug gelagert, während V 1.2 durchgeführt wird.



Größenvergleich der DMPA-Menge

### V 1.2



ABZUG

Auf eine Glasplatte wird eine der PET-Folien gelegt und darauf der Silikon-Schlauch in U-Form. Auf der anderen Seite wird eine zweite PET-Folie gelegt und abschließend mit der zweiten Glasplatte fixiert. Die Wäscheklammern werden genutzt, um das Glas-Folie-Schlauch-Folie-Glas-Sandwich zusammenzuhalten.

Die Flachkammer wird auf ein Papiertuch gestellt und die gefärbte Lösung wird vorsichtig in die gebildete Kammer gegossen (vgl. Versuchsskizze).

Die Scheiben werden von außen mit einem mit Aceton befeuchteten Papier gesäubert. Die Flachkammer wird so zwischen zwei UV-Handlampen (Langwelle, LW,  $\lambda = 365 \text{ nm}$ ) gestellt, dass die Flüssigkeit vollständig beleuchtet wird und der Abstand zwischen Glas und Lampe ca. 5 mm beträgt.

Die Bestrahlung wird ca. 30 - 40 Minuten lang durchgeführt.

V 1.3

Verschiedene Gegenstände, wie Kleidung, Textmarker, ein weißes Blatt Papier, Geldscheine, Ausweise und anderes werden unter Tageslicht und im Dunkeln unter UV- Licht betrachtet.



Gegenstand	Tageslicht	UV-Licht

# Fluoreszenz

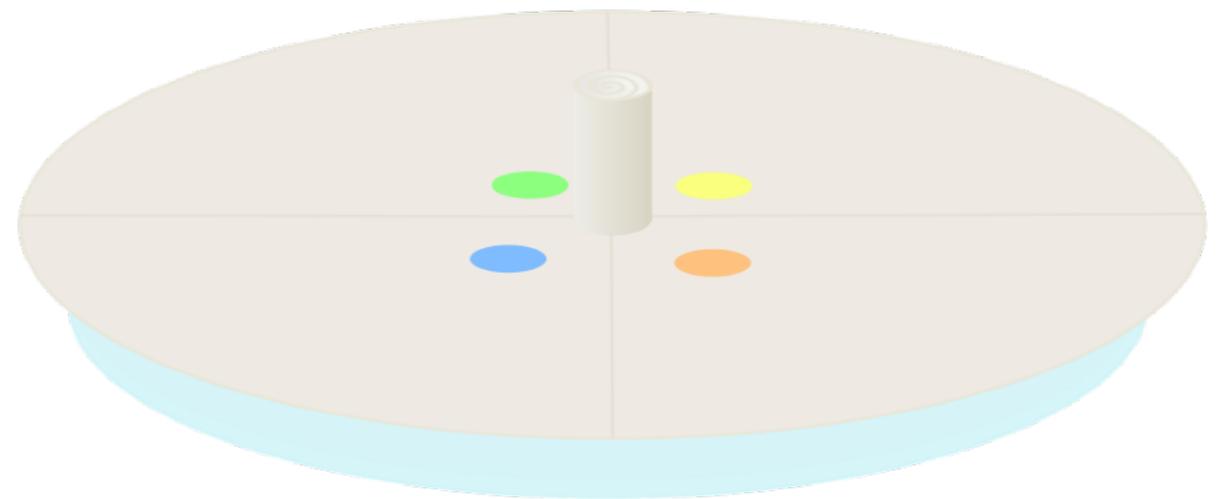
## Arbeitsmaterialien

mehrere Rundfilter,  $\varnothing = 110$  mm, verschiedene Textmarker (gelb, grün, blau, orange), Petrischale,  $\varnothing = 100$  mm

## Chemikalien

Wasser

## Versuchsskizze

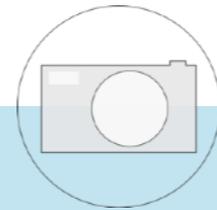


## Versuchsdurchführung - Chromatographie von Textmarkerfarbe

- V 2.1 Ein Rundfilter wird zwei mal in der Mitte gefaltet, so dass vier gleich große Kreissegmente entstehen. In die Mitte des Filters wird ein Loch gestochen und auf den Durchmesser eines typischen Bleistifts vergrößert. In jedes der vier Segmente wird etwa 0,5 cm vom mittleren Loch entfernt eine der vier Textmarkerfarben aufgetragen, indem die Ecke des Textmarkerfilzes mehrmals auf einen Punkt aufgesetzt wird.

Aus einem viertel Rundfilter wird durch Rollen ein Docht geformt. Dieser Docht wird in das Loch des ersten Rundfilters gesteckt.

Der Rundfilter wird mit dem Docht mittig auf eine halb mit Wasser gefüllte Petrischale gelegt, sodass nur der Docht in das Wasser reicht.



*Ergänzen Sie hier Fotos von Ihrem  
Ergebnis*

## Auswertung

In dem Versuch wird Plexiglas über eine radikalische Polymerisation von Methylmethacrylat hergestellt. Der Mechanismus kann vereinfacht, wie in Abbildung 1 gezeigt, dargestellt werden.

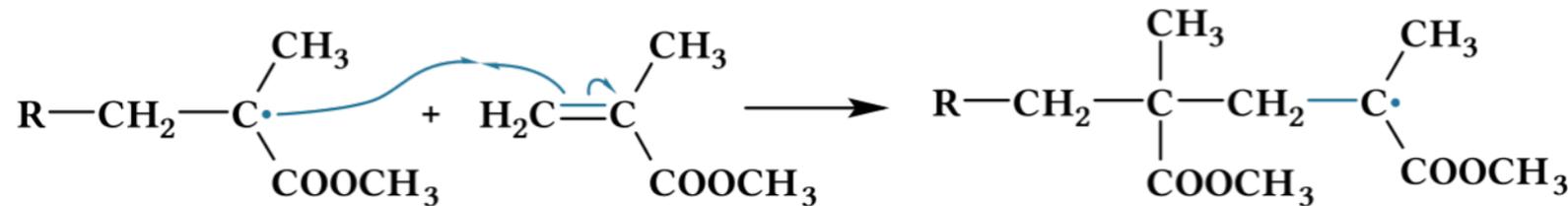
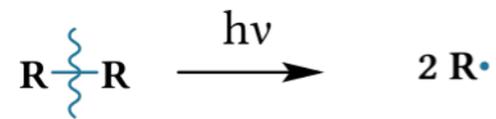


Abbildung 1: Mechanismus der radikalischen Polymerisation von Methylmethacrylat MMA.

Die Startreaktion ist der UV-induzierte Zerfall von Initiator-Molekülen in zwei Starter-Radikale (hier vereinfacht als  $R-R$  bzw.  $R\cdot$  bezeichnet).

Der Radikalstarter ist in diesem Fall das DMPA, das im letzten Schritt in V 1.1 in der Lösung gelöst wird.

A 1.1 Formulieren Sie einen weiteren Schritt der Kettenfortpflanzung (Polymerisationsschritt).



Empty light blue box for writing the answer to A 1.1.

A 1.2 Betrachten Sie Abbildung 2. Formulieren Sie mithilfe des dort abgebildete Beispiels die Wiederholungseinheit (Strukturelement) einer Strukturformel von Polymethylmethacrylat PMMA.

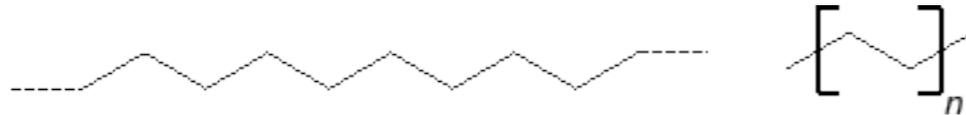
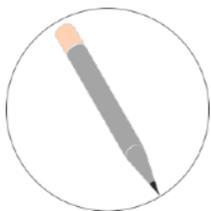


Abbildung 2: Darstellungsweisen von Polyethylen PE.

Links ist der Ausschnitt der Strukturformel eines Polyethylen-Moleküls dargestellt, rechts die Wiederholungseinheit (Strukturelement).



Empty light blue box for writing the answer to A 1.2.

A 2.1 In Abbildung 3 ist die Relation von Lichtfarbe zu Wellenlänge und zur Energie, die in den Photonen des Lichts enthalten ist, dargestellt. Vergleichen Sie die Energie des Lichts, das von der UV-Lampe ausgesendet wird, mit der Energie des Lichts, das die Gegenstände aussenden, die im Licht der UV-Lampe leuchten.

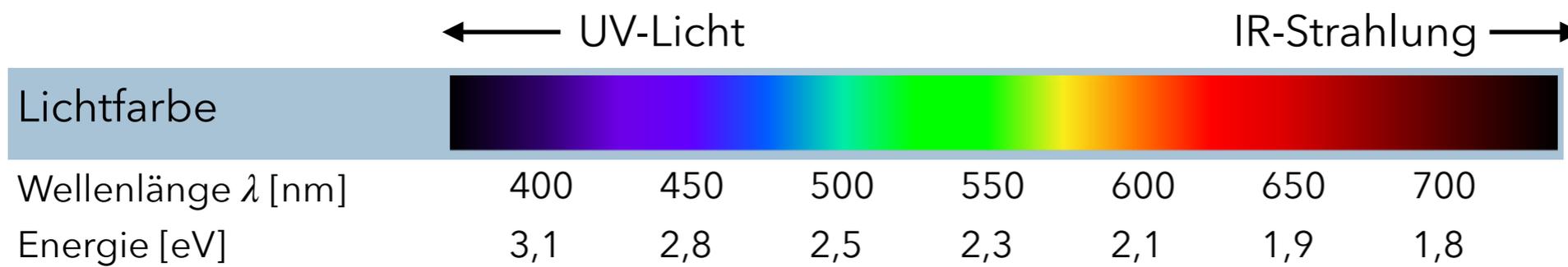
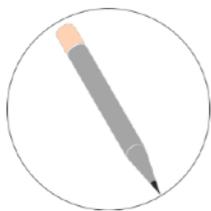


Abbildung 5: Korrelation zwischen wahrgenommener Lichtfarbe Wellenlänge und Energie. Dargestellt ist der für das menschliche Auge wahrnehmbare sichtbare Bereich der elektromagnetischen Strahlung. Weißes Licht enthält alle Lichtfarben.

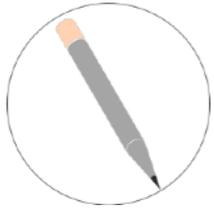
A 2.2 Leiten Sie aus Ihren Beobachtungen und Erkenntnissen aus A 2.1 einen Zusammenhang zwischen absorbiertem und emittiertem Licht bei der Fluoreszenz her.



---



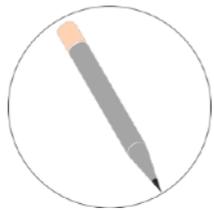
---



---

---

A 3.1 Betrachten Sie das Chromatogramm der Textmarker-Farben unter Tages- und unter UV-Licht. Stellen Sie eine Vermutung darüber auf, ob die Farben des grünen, gelben orangenen und blauen Textmarkers Reinstoffe (bestehen aus nur einer Farbe) oder Stoffgemische (bestehend aus mehreren Farben) sind.



---

---

---

---

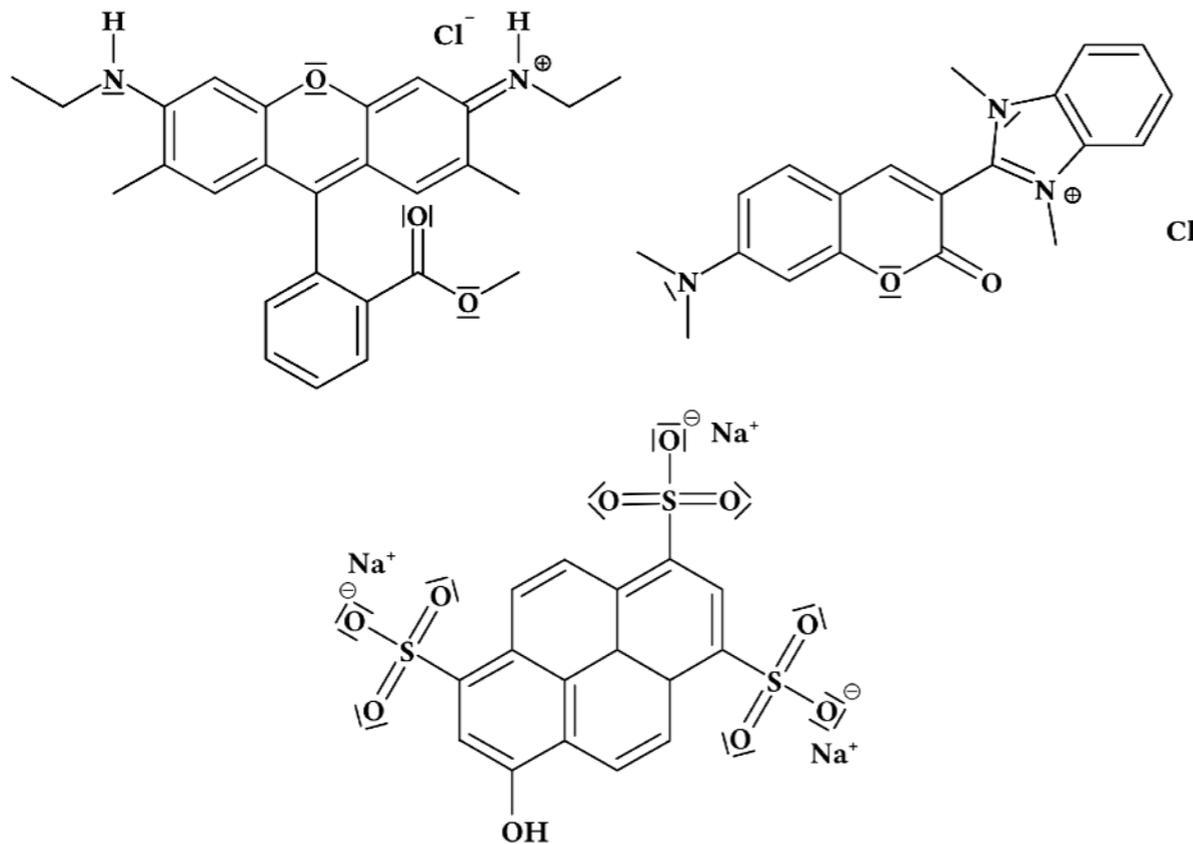


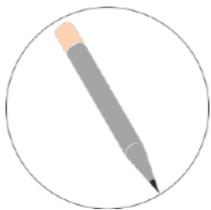
Abbildung 4: Molekülstrukturen der Farbstoffe in orangefarbenen und gelben Textmarkern.

Oben: Orange (Basonyl Red 485 und Fluorescent Yellow AA216)

Unten: Gelb (Pyranin)

A 3.2

In Abbildung 4 sind die Molekülstrukturen der Farbstoff-Moleküle des orangenen und des gelben Textmarkers abgebildet. Entscheiden Sie anhand der Molekülstrukturen, ob der gelbe oder der orangene Textmarker besser dazu geeignet ist, um die MMA-Lösung (vgl. Abbildung 1) anzufärben.




---



---

## Versuchsdurchführung - Lösen der Kunststoffscheibe und Untersuchung

- V 3.1 Die Kammer wird vorsichtig angehoben. Durch schwaches Kippen wird geprüft, ob die Masse noch flüssig, dickflüssig oder fest geworden ist. Ist die Masse noch nicht fest, wird die Kammer wieder zwischen die Lampen gestellt. Der Test wird nach 5 bis 10 Minuten wiederholt.
- V 3.2 Ist die Masse fest geworden, werden die Lampen ausgeschaltet und die Klammern entfernt. Der Kunststoff wird vorsichtig von der Folie abgezogen.
- V 4.1 Die Kunststoffscheibe wird anfangs in einem gut belüfteten Raum näher untersucht.



---

---

---

---

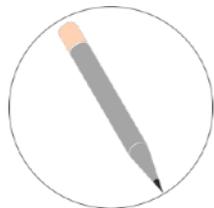
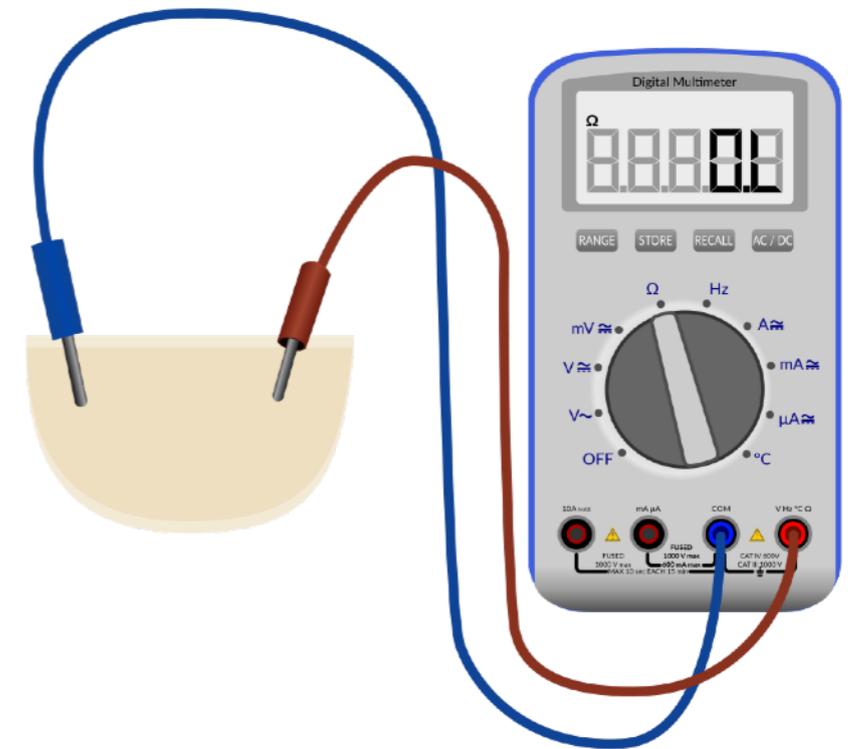
V 4.2

Der elektrische Widerstand der Kunststoffscheibe wird mithilfe eines Multimeters bestimmt.

V 4.3

Die Scheibe wird im Dunkeln mithilfe einer UV-Taschenlampe auf ihr Fluoreszenz-Verhalten überprüft. Dabei wird auf die Kanten geachtet.

### Versuchsskizze



---

---

---

- A 4.1 Markieren Sie die konjugierten Doppelbindungen in der Strukturformel des Pyranin-Moleküls (vgl. Abbildung 4).

*Hinweis:* Unter konjugierten Doppelbindungen versteht man die abwechselnde Abfolge von -C-C-Einfachbindungen und -C=C-Doppelbindungen.

- A 4.2 In Abbildung 5 ist das Energiestufenmodell für ein Molekül im Grundzustand und im angeregten Zustand dargestellt. Die Linien innerhalb der Energiestufen stellen einzelne Schwingungszustände dar, die sich in ihrer Energie unterscheiden.

Die unterste Linie stellt den Schwingungsgrundzustand der jeweiligen Energiestufe dar. Innerhalb der Schwingungszustände können sich die Elektronen durch Wärmeaustausch bewegen.

Beschreiben Sie mit Hilfe Ihrer Beobachtungen aus Versuch 1.3 und den Informationen aus Abbildung 4 den Vorgang der Fluoreszenz. Gehen Sie dabei auch auf das folgende Phänomen ein:

Das eingestrahlte UV-Licht ist energiereicher als das emittierte Fluoreszenz-Licht.

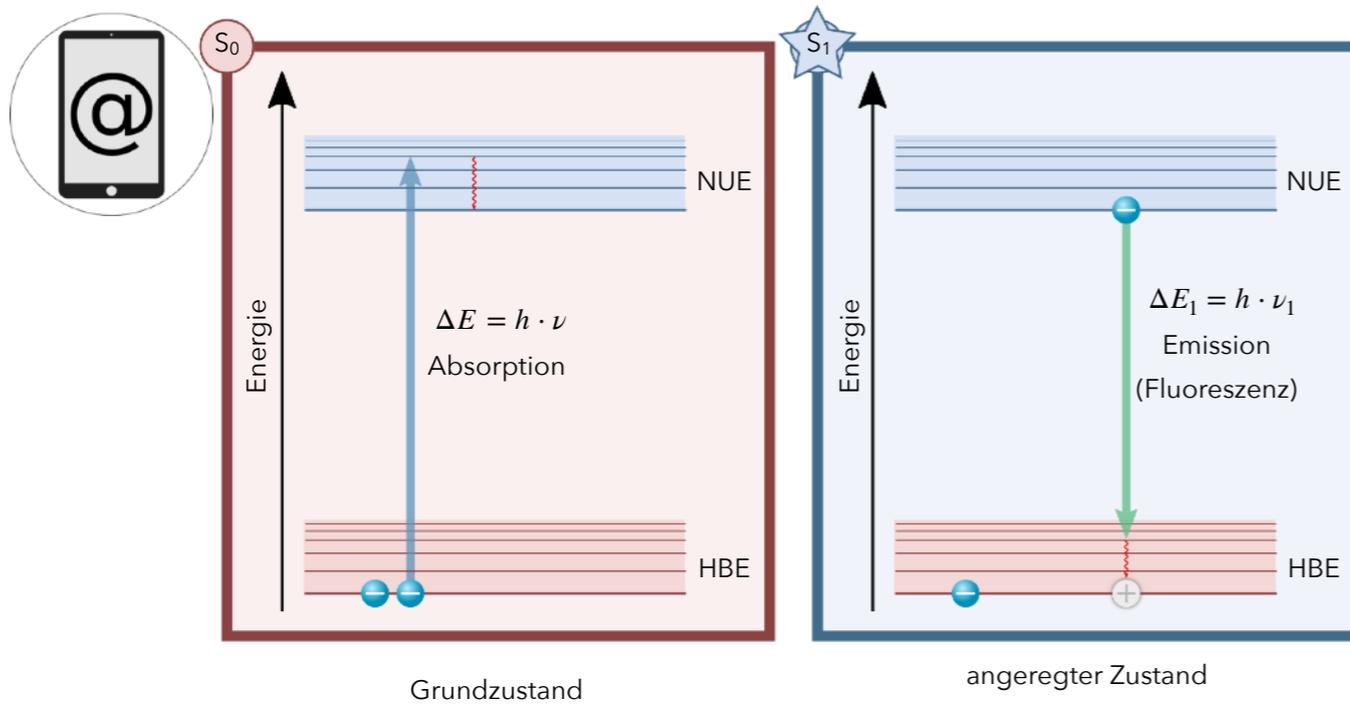


Abbildung 5: Das Energiestufen- Modell: Die Erzeugung von Fluoreszenz.

Die kleinen blauen Kugeln ( $\ominus$ ) stellen Elektronen dar. Wird ein Elektron von der höchsten besetzten Energiestufe in die niedrigste unbesetzte Energiestufe angehoben, so bleibt in der höchsten besetzten Energiestufe ein Elektronen-"Loch" ( $\oplus$ ) übrig. Dieses ist, vereinfacht ausgedrückt, durch das Fehlen der negativen Ladung, positiv.

NUE: Niedrigste Unbesetzte Energiestufe

HBE: Höchste Besetzte Energiestufe

SR: Schwingungsrelaxationen

A 4.3 Erklären Sie mithilfe von Abbildung 6, weshalb die Kanten bei der hergestellten Kunststoffscheibe stärker fluoreszieren als die Fläche.

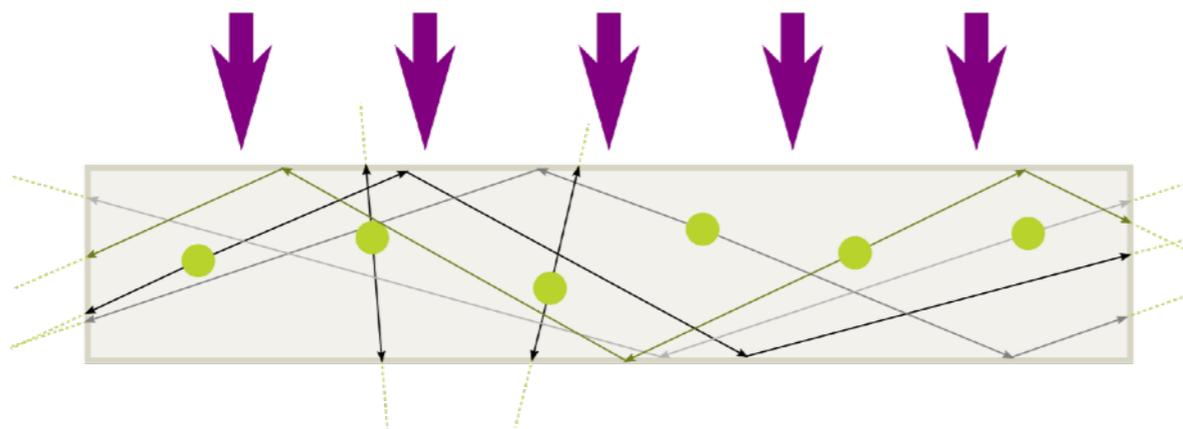
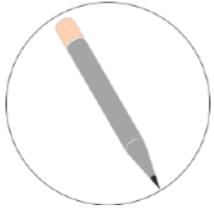


Abbildung 6: Prinzip eines Fluoreszenz-Kollektors.

Das emittierte Fluoreszenzlicht (dünne Pfeile) verlässt den Kunststoff erst, wenn es in einem steilen Winkel auf die Grenzfläche trifft. Bei einem zu flachen Winkel kommt es zur sogenannten Totalreflektion.



---

---

---

A 4.4 Betrachten Sie das Energiestufenmodell für den angeregten Zustand für Abbildung 4. Stellen Sie eine Vermutung darüber auf, welche Ladung das Molekül hat, wenn das Elektron aus der niedrigsten unbesetzten Energiestufe auf ein anderes Molekül übertragen würde.



---

---

---

## BLOCK 1

# VORSTELLUNG DER ERGEBNISSE

Sie haben nun alle Versuche durchgeführt. Im Folgenden finden Sie weitere Seiten, die Sie dazu nutzen sollen, um Ihren Mitschülerinnen und Mitschülern nicht nur Ihre Ergebnisse zu präsentieren, sondern auch die chemischen Inhalte „dahinter“ zu erläutern.

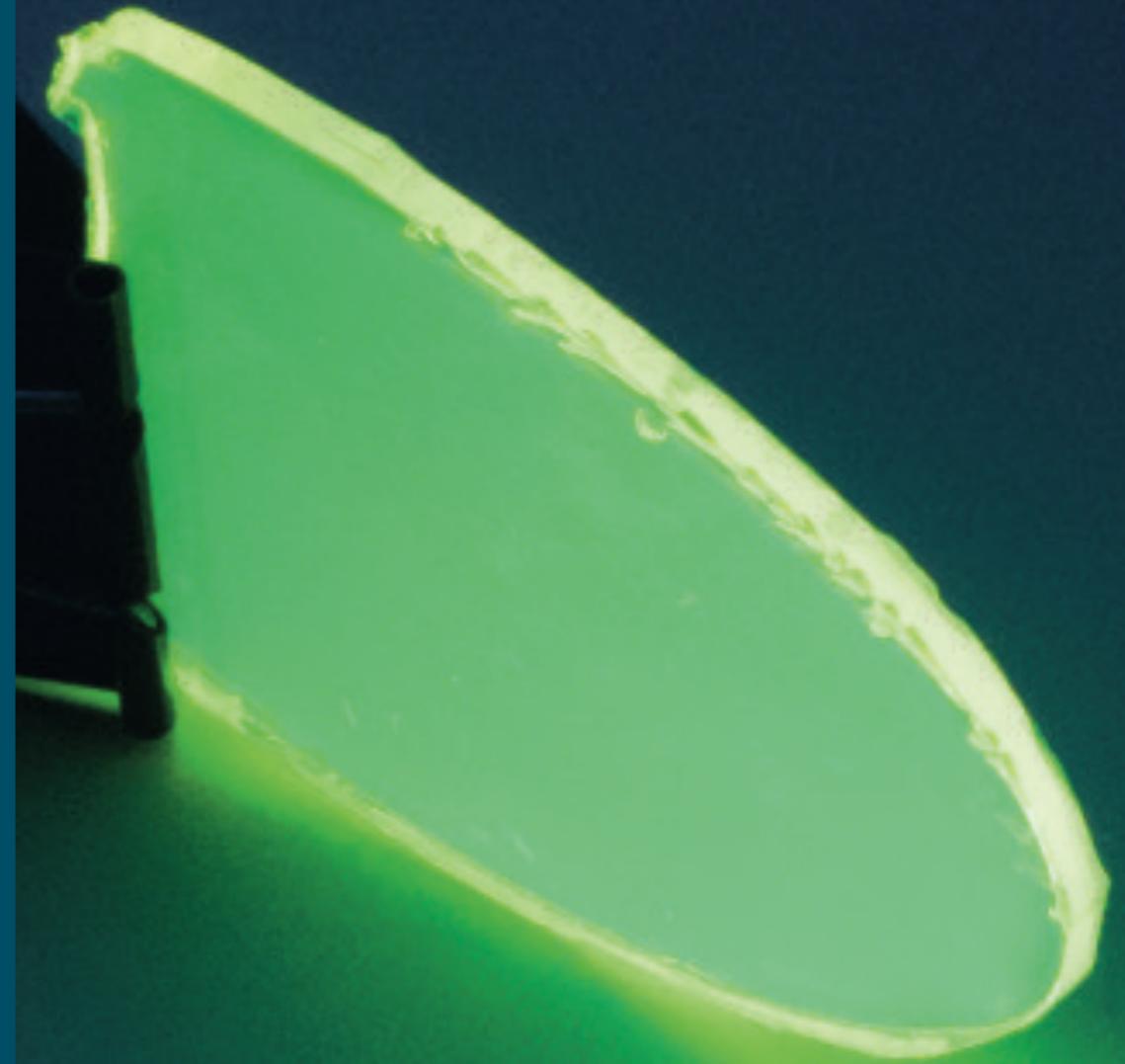
Sie können und sollen die Seiten ergänzen und anpassen. Wie Sie den Vortrag bzw. die Präsentation gestaltet ist Ihnen überlassen. Ihr Betreuer kann Sie bei Fragestellungen und Schwierigkeiten unterstützen.

Chemie-Labothek

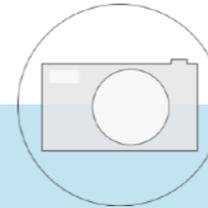
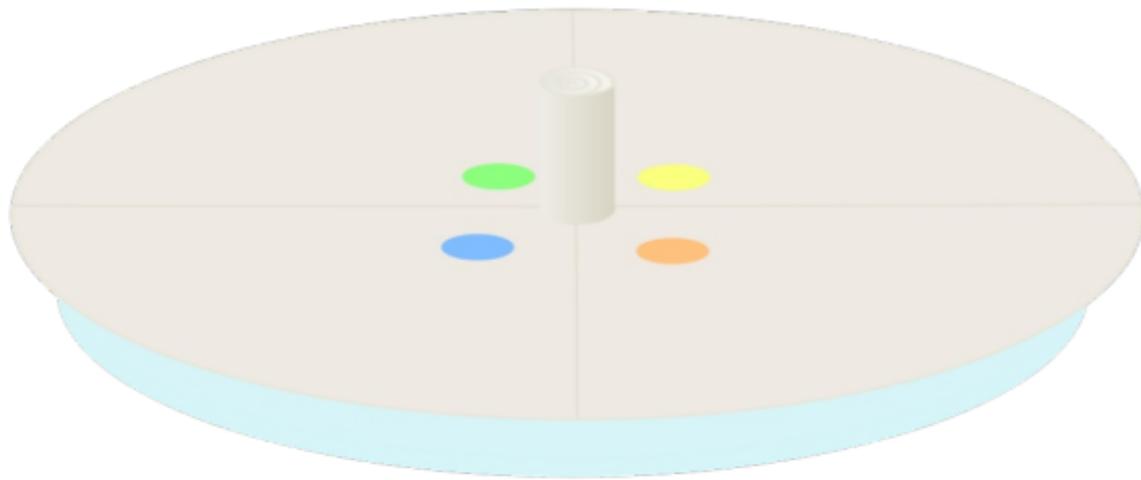
# INTELLIGENTE KUNSTSTOFFE

BLOCK 1

Der klassische Kunststoff (ein Isolator) & Fluoreszenz



# CHROMATOGRAPHIE



*Ergänzen Sie hier ein Foto von  
Ihrem Ergebnis*

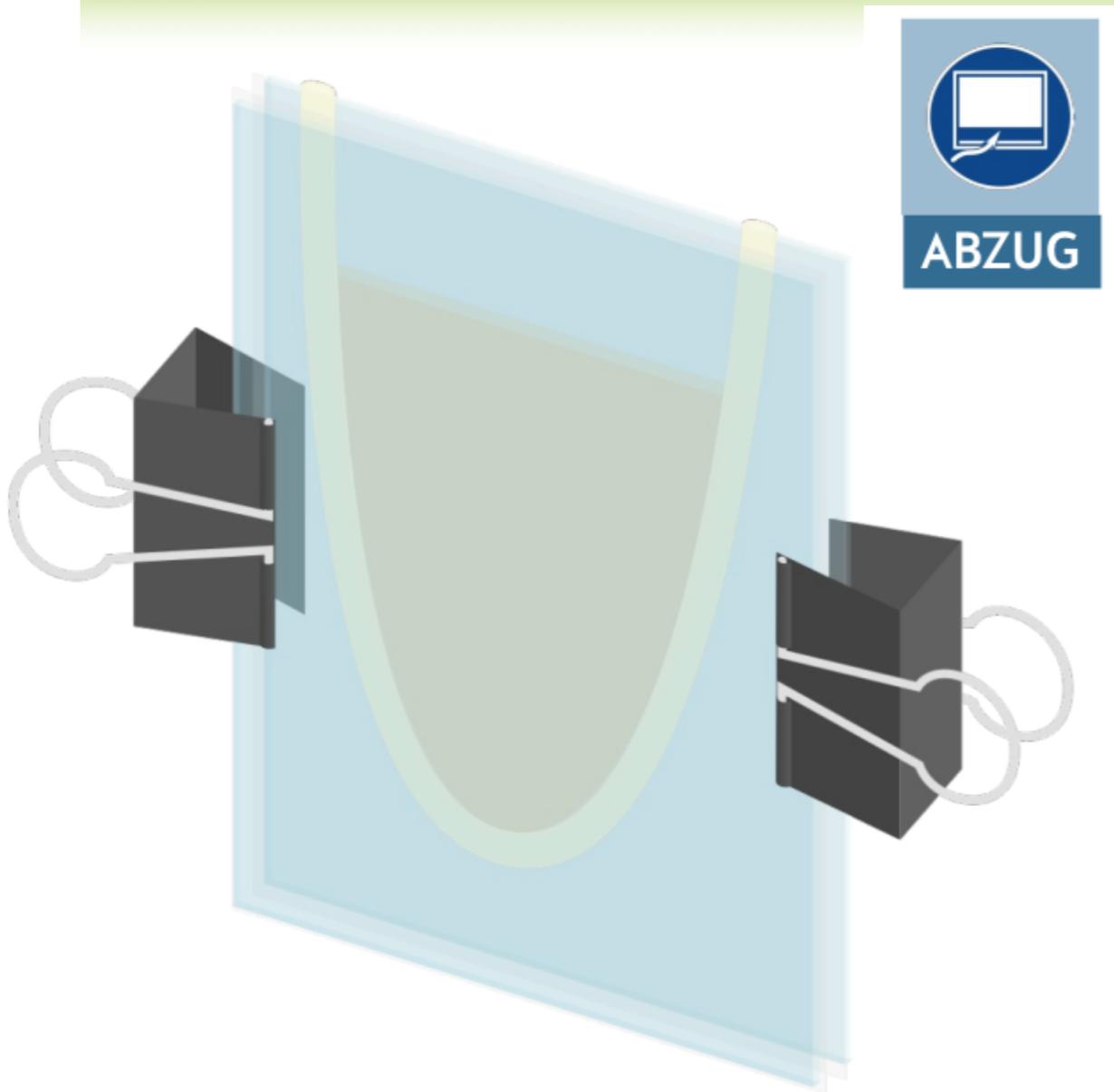


**BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL**

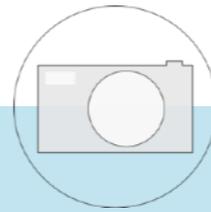


**DIDAKTIK  
DER  
CHEMIE**

# KLASSISCHER KUNSTSTOFF - DURCHFÜHRUNG



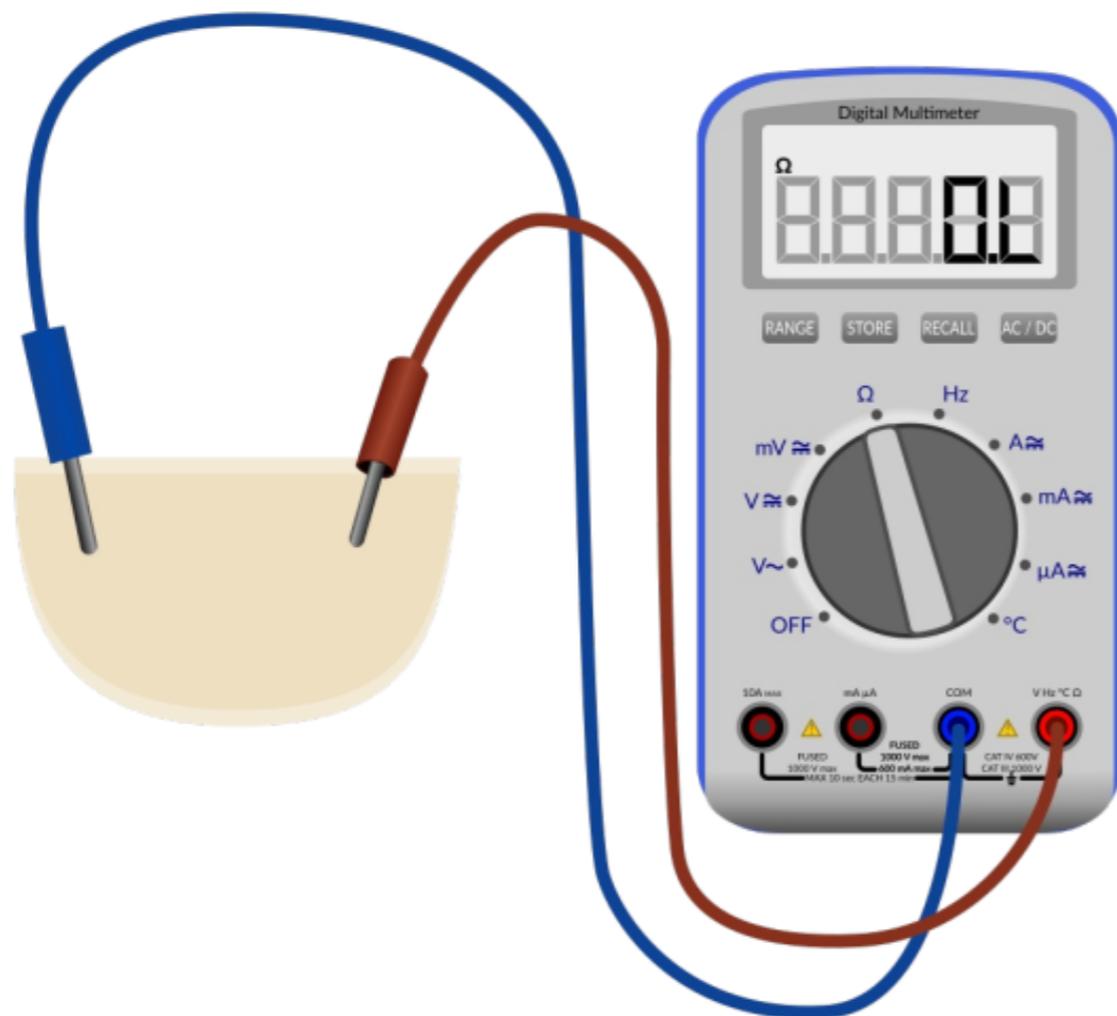
# KLASSISCHER KUNSTSTOFF - ERGEBNIS



*Ergänzen Sie hier ein Foto (oder  
Mehrere) von Ihrer Scheibe*



# KLASSISCHER KUNSTSTOFF - UNTERSUCHUNG



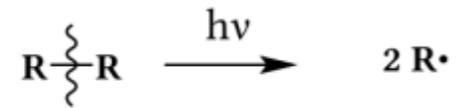
BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL



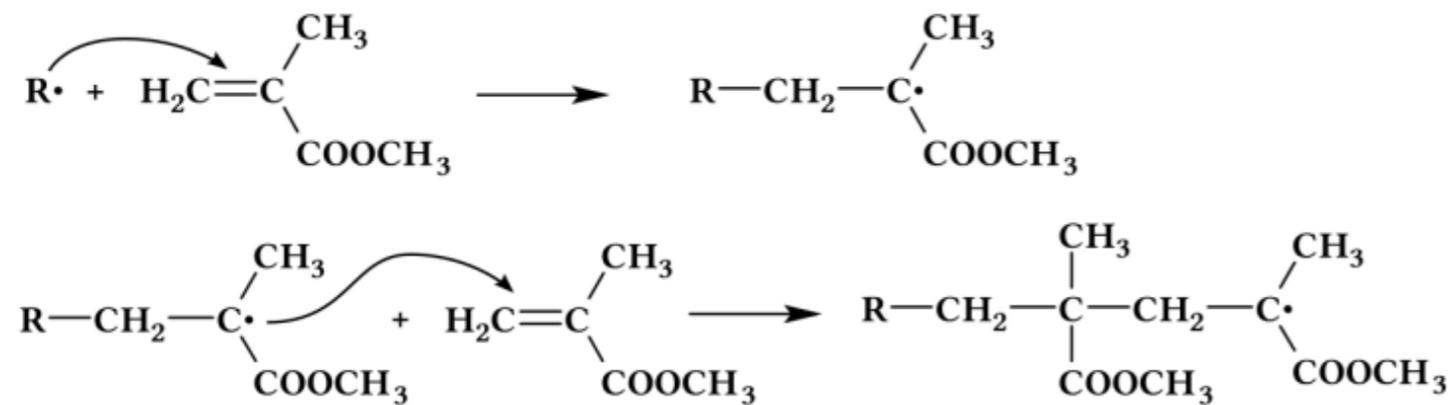
DIDAKTIK  
DER  
CHEMIE

# KLASSISCHER KUNSTSTOFF - MECHANISMUS

Startreaktion



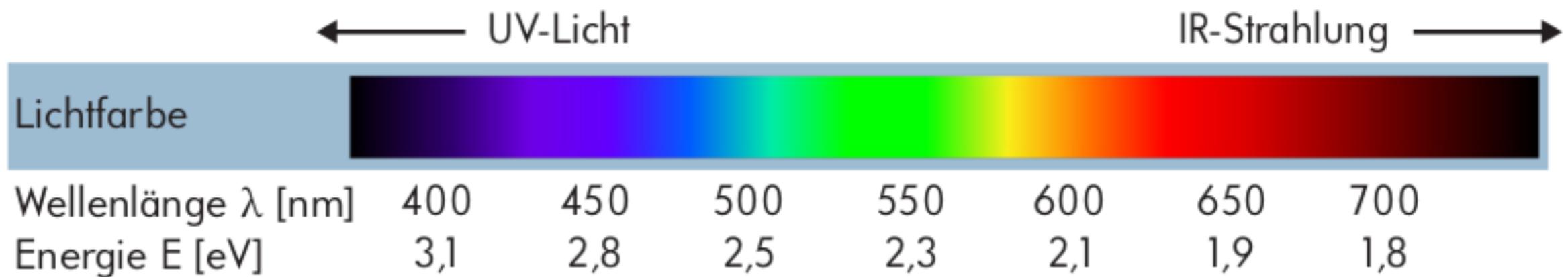
Kettenfortpflanzung (Polymerisation)



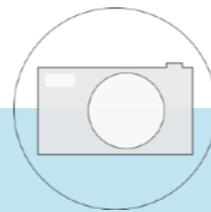
Kettenabbruch



# ZUSAMMENHANG: LICHT UND ENERGIE



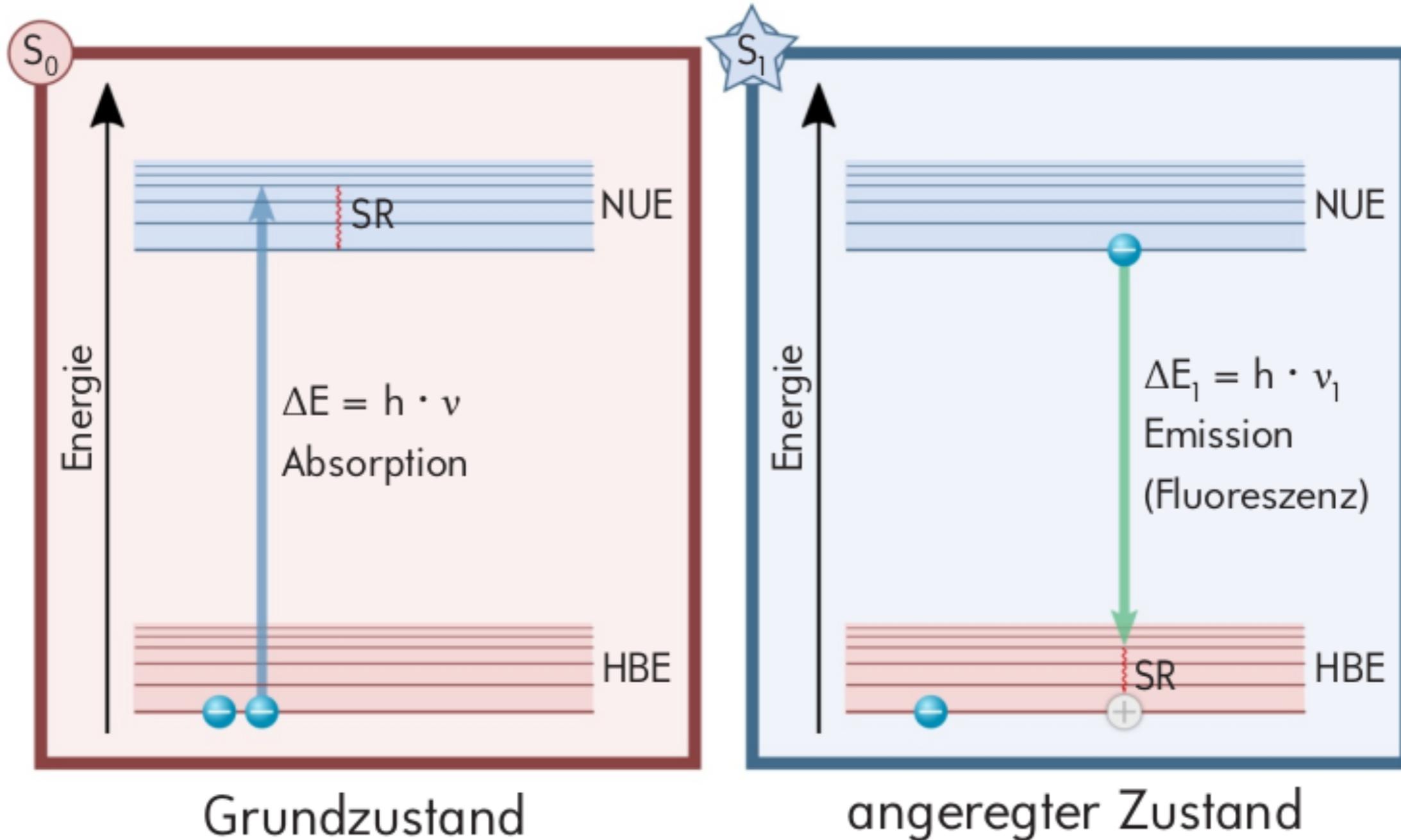
# VERSUCH: FLUORESZENZ



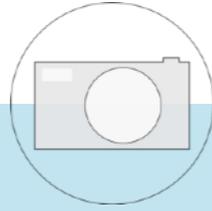
*Ergänzen Sie hier Fotos von  
fluoreszierenden Gegenständen*



# ERKLÄRUNG: FLUORESZENZ



# PHÄNOMEN: FLUORESZENZKOLLEKTOR



*Ergänzen Sie hier ein Foto von Ihrer fluoreszierenden Scheibe*

