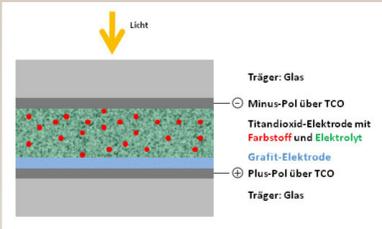


Farbstoffsolarzelle / Grätzel-Zelle

GRUPPENMITGLIEDER: Sophia Henke und Lina Luhser

Datum der Versuchsdurchführung: 08.01.2024. Ort: Uni Duisburg/Essen

Theoretischer Hintergrund



Funktionen der einzelnen Schichten:

- Titandioxidschicht: nimmt Photonen (Lichtteilchen) auf und gibt Elektronen ab → die Lichtaufnahme wird durch Farbstoffe verbessert
- Elektrolytlösung: leitende Material → Förderung Elektronenaufnahme
- Glasplättchen: dienen als Träger/Abdeckung → Schutzfunktion
- Graphitplättchen: Glas leitet keine Elektronen → Graphit als leitende Schicht, damit Elektronen die Zelle „verlassen“ können → **Sonnenlicht einfangen und in elektrischen Strom umwandeln**

Vorteile gegenüber herkömmlichen Solarzellen (Silizium-solarzellen)

- geringe energetische Kosten
- umweltfreundlicher

Photoeffekt – Halbleiter, Valenzband & Leitungsband:

Der Photoeffekt beschreibt die Wechselwirkung von Photonen mit Materie.

Halbleiter sind Materialien, die nur wenige freie Ladungsträger und somit eine geringe Leitfähigkeit besitzen.

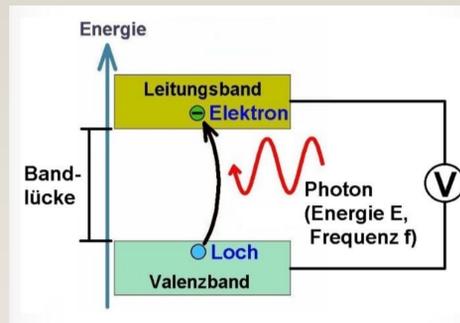
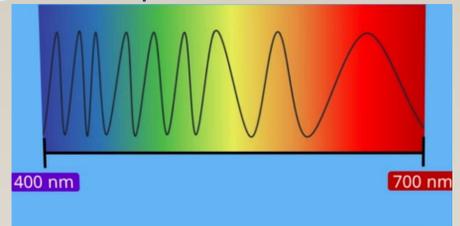
Elektronen können in Festkörpern nur bestimmte Energien annehmen (Bandstrukturen). Dabei zeichnen sich Halbleiter durch eine Bandlücke zwischen dem mit Elektronen gefüllten Valenzband und dem fast nicht gefüllten Leitungsband aus.

Trifft ein Photon auf den Halbleiter, so kann ein Elektron angeregt und auf das Leitungsband gehoben werden. Dann ist im Leitungsband ein Elektron, während im Valenzband ein Defektelektron oder "Loch" zurückbleibt. Dies passiert allerdings nur, wenn das Photon genug Energie besitzt, also die Frequenz des Lichts hoch genug ist.

Die Bandlücke kann durch Dotierung (Einbringen von Fremdatomen) beeinflusst werden:

- p-Dotierung: Element mit weniger Valenzelektronen wird eingebracht → mehr Löcher in Valenzband
- n-Dotierung: Element mit mehr Valenzelektronen wird eingebracht → mehr Elektronen in Leitungsband

Farbspektrum:



Experiment und Durchführung

Materialien

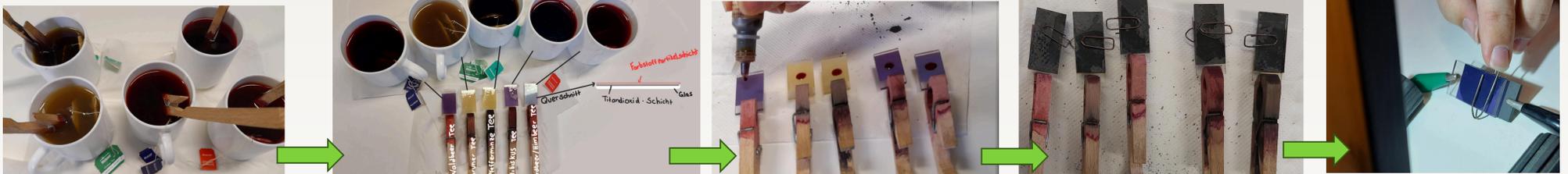
- Glasplättchen mit Titandioxid-Schicht
- Glasplättchen mit Graphitschicht
- Elektrolyt (Kaliumiodid-Lösung)
- Ggf. Graphitspray/Bleistifte
- Tee (verschiedene Sorten)
- Büroklammern
- Kabel mit Krokodilklemmen
- Multimeter
- Licht

Durchführung:

- „Titandioxid-Plättchen“ in den Tee tauchen und „ziehen“ lassen
- Währenddessen Glasplättchen mit Graphitschicht versehen
- Die verfärbten „Titandioxid-Plättchen“ aus dem Tee holen und Elektrolyt (Kaliumiodid-Lösung) auf diese tropfen (1 Tropfen reicht aus) → siehe Bildreihe
- die leitenden Seiten der beiden Plättchen herausfinden, versetzt aufeinander legen und mit Büroklammer befestigen → Siehe Bildreihe
- Krokodilklemmen an die überstehenden Seiten befestigen und mit dem Multimeter die Spannungen messen → siehe Bild

„Graphitplättchen“ erstellen:

- Graphitspray auf die Glasplättchen sprühen



Variationen:

- verschiedene Lichtverhältnisse und verschiedene Teesorten
- Des Weiteren können alle Farbstoffsolarzellen reihe geschaltet werden.

Erkenntnisse und Lernzuwachs

Auswertung der höchsten Werte:

Tee Sorte	Tl.	Rb.	Fl.
Hibiskus :	24 V	107 V	330 V
Pfefferminze:	44 V	124 V	321 V
Erdbeere-Himbeere:	18 V	78 V	345 V
Grüner Tee:	189 V	273V	373 V
Waldbeere:	50 V	144 V	338 V
Alle in Reihe geschaltet			
Erwartet :	317V	689 V	1707 V
Gemessen:	243V	600 V	1120 V

Legende:

- Tl. → im Tageslicht (ohne Raumbeleuchtung) gegen Mittag
- Rb. → im Tageslicht mit Raumbeleuchtung
- Fl. → im Tageslicht mit Raumbeleuchtung unter Flutlicht

Eigentlich sollten die Zellen mit dem roten Farbstoff am effektivsten sein, aufgrund der Wellenlänge des roten Lichtes.

Mögliche Ansätze für die Erklärung der Ergebnisse:

- der Zustand der Titandioxid-Plättchen
 - der Einfallswinkel des Lichtes
 - der Winkel der Zelle
- Für den relativ geringen Wert der Reihenschaltung:**
- nicht alle Zellen hatten den optimalen Zustand und Winkel
 - das Flutlicht hat nicht alle Zellen gleichmäßig erreicht

Lernzuwachs: aus dem Experiment geht hervor, dass die Farbstoffsolarzellen mit dem Grünen-Tee am effektivsten ist.

Weitere Punkte:

- Ausrichtung der Zelle spielt große Rolle, sowie der Einfallswinkel des Lichtes
- auf guten Zustand ist unbedingt zu achten
- weniger effektiv als herkömmliche Solarzelle

Literatur

- <https://www.lehrer-online.de/unterricht/sekundarstufen/naturwissenschaften/chemie/unterrichtseinheit/seite/ue/selbstbau-einer-farbstoffsolarzelle/bau-und-funktion-von-farbstoffsolarzellen/>
 - <https://stoppi-homemade-physics.de/bandluecke-photonenenergie/>
- Unterlagen zur Vorlesungsreihe im Rahmen des Projektkurses <https://studyflix.de/ingenieurwissenschaften/farbspektrum-5005>