

## Kompetenz-U ... „Optik“

---

Der Unterricht beginnt in der Klassenstufe 7 ... und als Herausforderung könnte man in der ausgehenden Klasse 10 (G8) die Problemstellung „Phosphoreszenz“ stellen

- Sehen  
... man kann Licht nur sehen, wenn es direkt in das Auge fällt ...
- Körperfarben – Lichtquellen ... beleuchtete und selbstleuchtende Körper  
... beleuchtete Körper haben kein eigenes Spektrum ... sie verändern nur das Spektrum des auffallenden Lichts durch Absorption und Emission
- Atombau ... Kern und Hülle  
... die Hülle besteht aus Elektronium ... erstaunlicher Weise kann man nur bestimmte Portionen aus diesem Elektronium heraus- oder hinzugeben. Diese Portionen nennen wir Elektronen.
- Energieniveaus  
... die Atomhülle kann angeregt werden ... und damit verschiedene Energieniveaus erreichen. Wesentlich ist dabei, dass die SuS den Energieraum nicht als Ortsraum interpretieren ... UND die Elektronen als „klassische Teilchen“ in einer Atomhülle herumschwirren lassen ... oder dass gar angenommen wird, dass sich die Elektronen auf bestimmten Bahnen um den Kern bewegen ... und bei einer Anregung auf eine weiter außen liegenden Bahn um den Kern laufen.  
Hilfreich ist hierbei ein Schwamm, der die Atomhülle symbolisieren soll. Eine Anregung der Atomhülle bedeutet, dass der Schwamm „verdreht“ wird ... und nach dem Loslassen wieder in seine Ausgangsform – also seinen Grundzustand – zurück kehrt. Selbstverständlich nur eine Modellvorstellung!
- Anregung, spontane Emission,  
... diese Prozesse werden im Energieraum diskutiert ...
- induzierte Emission → Laser ( ... mit Blick auf die Grenzen der klassischen Physik)  
... an Hand des Stickstofflasers wird die Funktionsweise des Lasers besprochen ... Besetzungsinversion und stimulierte Emission sind hierbei wesentlich.

Nach dieser Vorarbeit stellt die Physiklehrkraft ein Material vor, dass man in 1€-Läden als „nachleuchtender Sternhimmel“ kaufen kann. Wenn man dieses Material dem Sonnenlicht aussetzt und dann in einen dunklen Raum bringt, leuchtet es sehr lange nach. Diese Erscheinung nennt man Phosphoreszenz.

### Phosphoreszenz

Die SuS führen folgendes Experiment mit diesem Material durch:

- [ 01 ] Sie beleuchten das Material mit weißem Licht und bringen es anschließend in einen dunklen Raum <sup>1</sup>
- [ 02 ] Sie deuten das Verhalten des Materials in dem vorhandenen „Atomhüllen-Bild“ <sup>2</sup>
- [ 03 ] Sie legen die Leuchtdioden auf der h-Mess-Platte auf das phosphoreszierende Material und beobachten die Auswirkung <sup>3</sup>
- [ 04 ] Sie diskutieren das Ergebnis und versuchen es in das im Schritt [03] modifizierte „Atomhüllen-Bild“ einzubauen. <sup>4</sup>

Ganz wesentlich ist hier die Selbstständigkeit bei der Teamarbeit ... ganz wesentlich die Zurückhaltung der Lehrkraft keine allzu hilfreichen Impulse zu geben ... denn damit zerstört man den „Lernprozess“. Wenn das bisher erworbene Wissen (Kompetenz im Sinne von Fachwissen) tragfähig ist und Kompetenzen im Sinne von Fachmethoden vorhanden sind, gelingt der Transfer und die Erweiterung der vorhandenen Modellvorstellungen.

---

<sup>1</sup> Man beobachtet ein faszinierendes leuchten ... dieser Vorgang wird „Laden“ der Schicht genannt.

<sup>2</sup> Ohne Schwierigkeiten werden Energiezustände, Energieniveaus „erfunden“, die eine längere Lebenszeit haben ... d.h. wenn die Atomhülle so angeregt wurde, dass diese Energiezustände mit dieser langen Lebenszeit angenommen werden, die Rückkehr in den Grundzustand sehr verzögert auftritt ... diese Energiezustände nennt man „metastabile Zustände“.

<sup>3</sup> Man stellt fest, dass die Beleuchtung durch rotes, hellrotes oder IR-Licht zu einer spontanen Entladung führt ... d.h. die metastabilen Zustände werden sofort „entleert“. Bei grünem und gelbem Licht kann man nichts beobachten ... blaues Licht führt zu einer noch stärkeren Aufladung

<sup>4</sup> Die Teams diskutieren mit Erfolg den Mechanismus ... eine ideale Lernzielkontrolle bzgl. der Kompetenz im Sinne von Fachmethoden und im Sinne von Fachwissen ...

## Hinweise

Blau	470nm	2,64eV	lädt die Leuchtschicht auf
Grün	565nm	2,19eV	kein Unterschied in der Leuchtintensität
Gelb	590nm	2,1 eV	kein Unterschied in der Leuchtintensität
Rot	635nm	1,95eV	geringe Entladung der Leuchtschicht
Hell-Rot	660nm	1,88eV	deutliche Entladung der Leuchtschicht
IR	950nm	1,3eV	starke Entladung der Leuchtschicht

Licht mit genügender Anregungsenergie – blaues Licht - führt zur Anregung.

Übergang durch Emission in den Grundzustand – Fluoreszenz

Übergang in den metastabilen Zustände – Aufladung der Schicht ... – Phosphoreszenz ... das Anregungsniveau liegt im Bereich von 2,6eV ... Bei der Phosphoreszenz existiert also unterhalb des angeregten Zustandes ein metastabiler Zustand (1,3eV tiefer als der angeregte Zustand), der einen Übergang in den Grundzustand nur nach längeren Verweilzeiten ermöglicht ... lange Phosphoreszenz

Das Rote Licht ist nicht in der Lage, die Atomhülle mit 2,6eV anzuregen ... es kann die Leuchtschicht also nicht aufladen. Aber es kann Atomhüllen, die sich in einem metastabilen Zustand befinden (1,3eV tiefer) in das höhere Energieniveau bringen, von dem aus die Rückkehr in den Grundzustand sehr schnell erfolgen kann .. diesen Vorgang nennt man Entladung der Leuchtschicht.