

Fluoreszenz



Abb. 1: Möglicher Versuchsaufbau

Geräteliste:

UV-Lampe – Geldscheintester, Schwarzlicht-Leuchtstofflampe, Halogenlampe, UV-Bandpass, Granulat mit fluoreszierendem Farbstoff, Fluoreszenzproben, LED's, ggf. Uranin in Alkohol gelöst (abgefüllt in eine Quarz-Küvette), Phosphoreszenzplättchen, Fernbedienung, IR-Nachweisfolie, 50 Euro Schein, Fluoreszierendes Papier,

Versuchsbeschreibungen:

a) Kunststoffgranulat leuchtet bei Bestrahlung mit UV-Licht in einer anderen Farbe als es ursprünglich erscheint.



Abb. 2: Oranges Granulat leuchtet unter UV-Licht in einem hellen Gelb.



Abb. 3: Fluoreszierendes Granulat bei Beleuchtung mit einer blauen und einer roten LED. Das Licht kürzerer Wellenlänge regt das (helle) gelbe Leuchten, die Fluoreszenz an.

b) Fluoreszenzsignale werden direkt gemessen. Dafür werden verschiedene Proben mit einem Laserpuls der Wellenlänge $\approx 355\text{ nm}$ angeregt und senkrecht dazu hinter einem optischen Longpass-Filter (UV wird geblockt) mit einem „geeigneten“ Detektor gemessen. Das Signal wird auf dem Oszilloskop abgebildet.

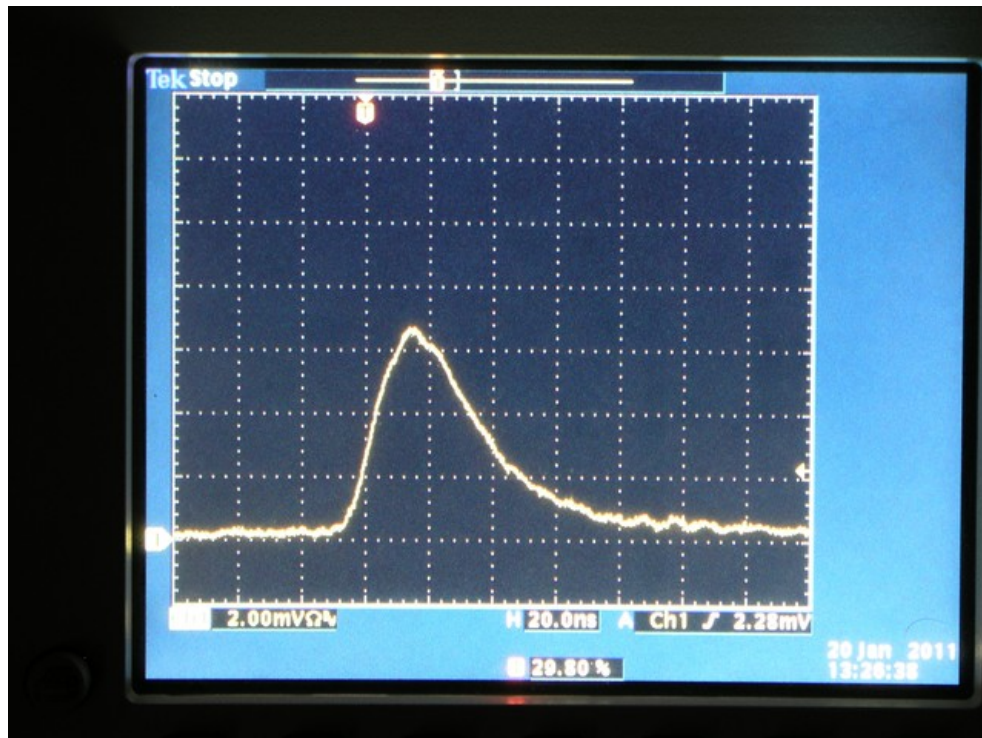


Abb. 4: Fluoreszenzsignal der Uranin-Probe, gemessen mit einer Photodiode.

Der Verlauf des Signals lässt allerdings bei dieser Messung keine Rückschlüsse auf das Zeitverhalten der Fluoreszenz zu. Die meisten Detektoren können Signale mit Strukturen kürzer als 10 ns nicht auflösen. Entweder der Detektor selber ist langsamer oder die nachgeschaltete Elektronik. Darüber hinaus ist bei der Messung in Abb. 4 die zeitliche Struktur des anregenden Pulses nicht bekannt.

c) Ein Plättchen wird mit einer IR-Fernbedienung „beleuchtet“, das Licht wird plötzlich sichtbar.



Abb. 5: Nachweis infraroter Strahlung

d) Ein phosphoreszierendes Plättchen auf dem Farbgranulat liegt wird mit Licht vom kurzwelligeren Ende des sichtbaren Spektrums beleuchtet, es leuchtet nach dem Ausschalten des Lichts weiter.

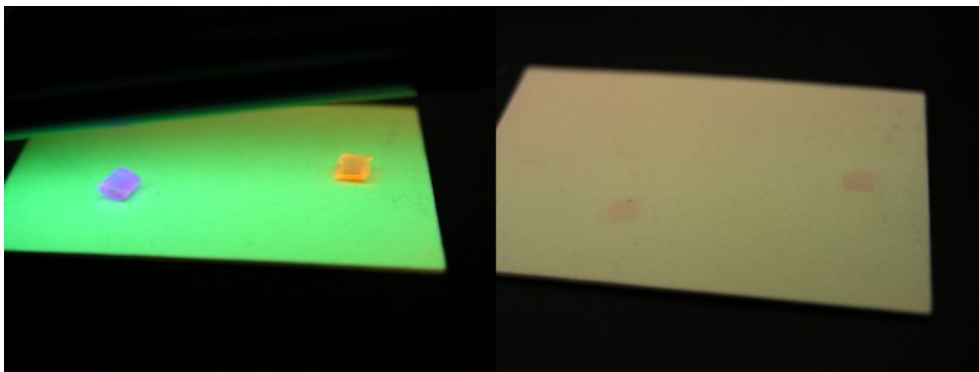


Abb. 6: UV-Licht wird in den Granulatkörnern absorbiert, der Rest der Fläche leuchtet nach

e) Ein Teil des UV Spektrums einer HG Dampfampe kann mit Fluoreszierendem (also gebleichtem) Papier sichtbar gemacht werden. Abb. 10 und Abb. 11.

f) Die so genannten Sicherheits Merkmale von Banknoten werden unter Schwarzlicht gut erkennbar Abb. 7.

Bemerkungen:

Der Oberbegriff für die Versuche lautet Lumineszenz. Absorption von Licht kürzerer Wellenlänge führt bei manchen Stoffen zum Aussenden von Licht einer niedrigeren Wellenlänge, dieser Vorgang wird als Fluoreszenz bezeichnet und ist gemeinhin ein beliebtes Mittel zur effektvollen Beleuchtung, das Licht scheint nicht von der Lampe zu kommen sondern die Stoffe selber leuchten. Auch in Euro Banknoten sind Fluoreszierende Streifen in das Papier eingearbeitet, die bei Bestrahlung mit UV-Licht verschiedenfarbig leuchten. Des Gleichen zeigen auch viele Papiersorten auf Grund von Bleichzusätzen eine Reaktion auf UV-Licht.

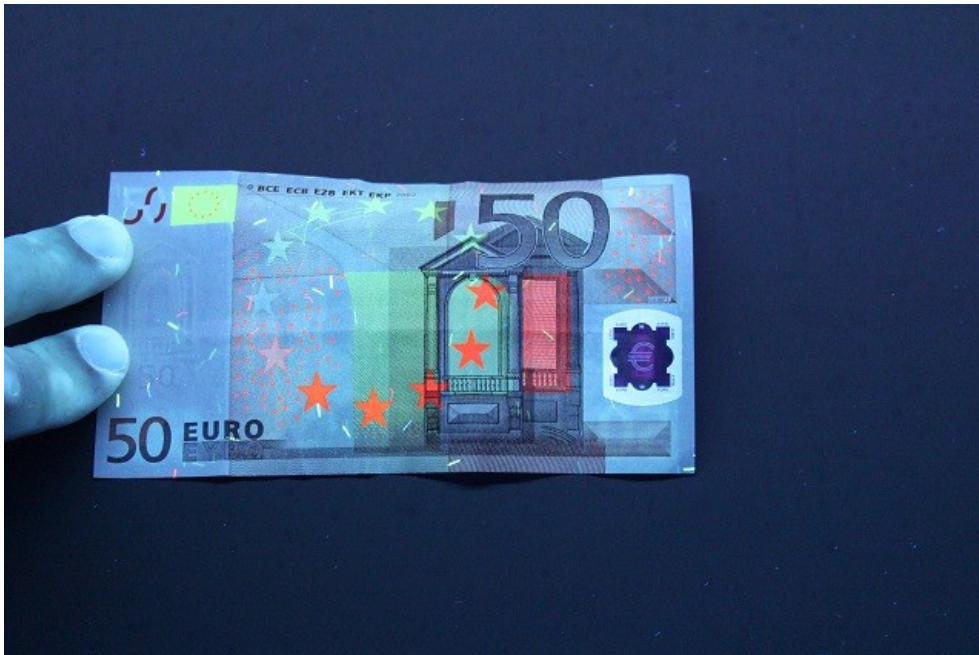


Abb. 7: € 50 Banknote unter UV-Licht.

Die Phosphoreszenz hingegen ist eine Leuchterscheinung bestimmter Stoffe, die ein Nachleuchten hervorruft. Die Relaxation der angeregten Zustände erfolgt wie bei der Fluoreszenz über Zwischenniveaus, wird aber durch metastabile Zustände bei denen Wechselwirkungen des Elektronenspins eine Rolle spielen von den typischen Zeitskalen der Fluoreszenz (10^{-8} s) auf Millisekunden bis hin zu Stunden ausgedehnt.

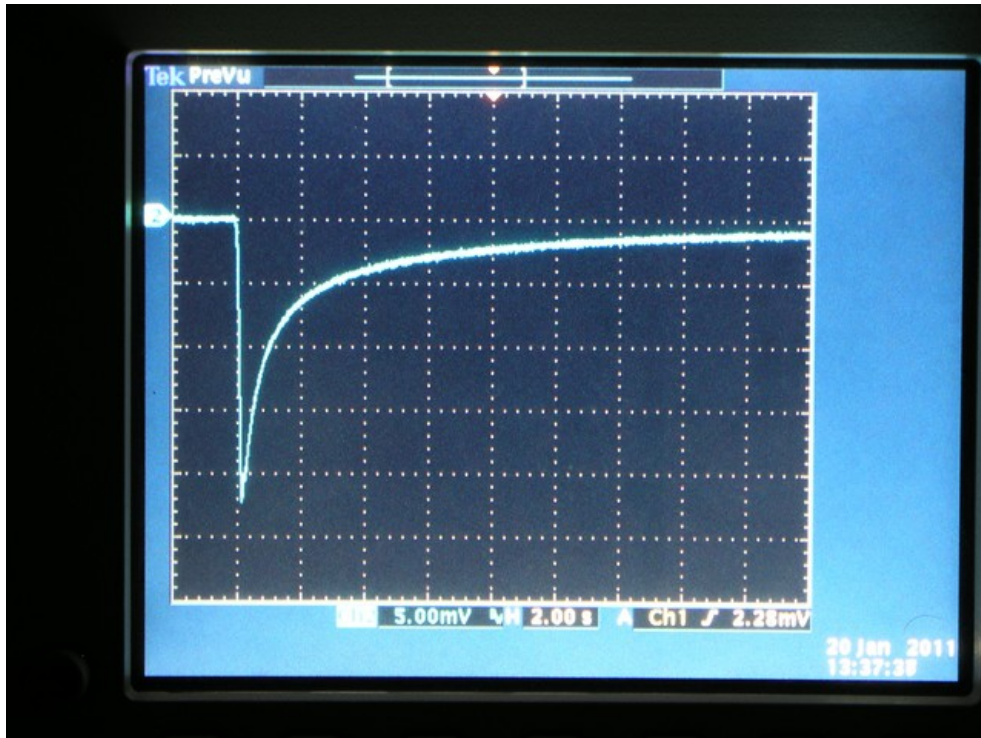


Abb. 8: Zeitlicher Verlauf der Phosphoreszenz des verwendeten Plättchens, gemessen mit einer Photozelle. Die Zeitkonstante liegt in der Größenordnung 1 s .

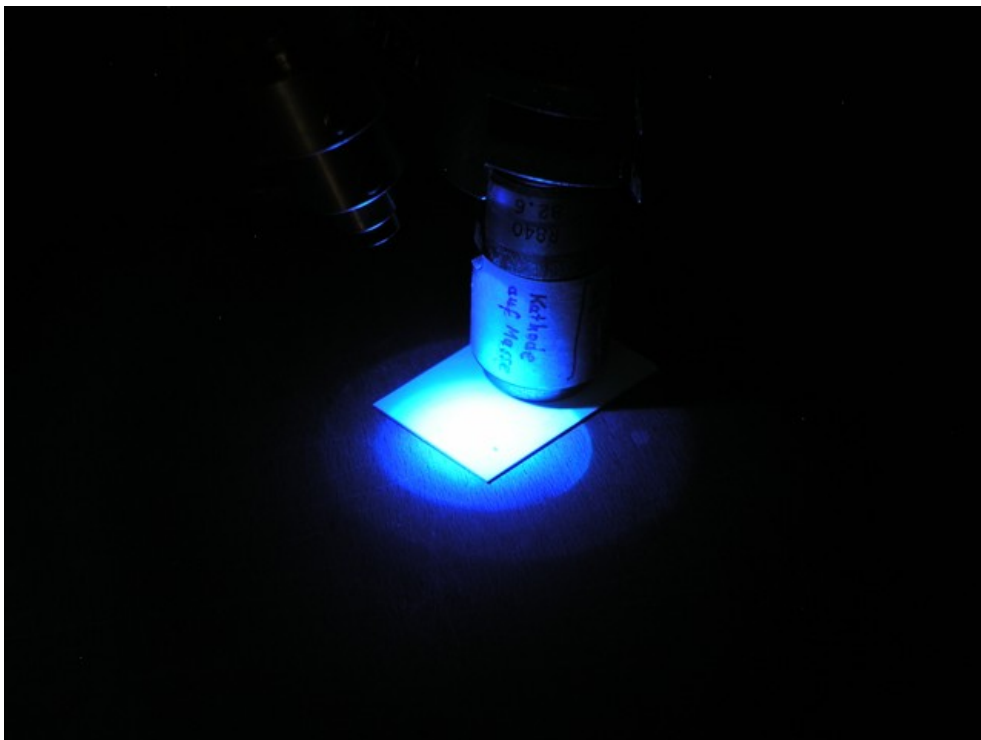


Abb. 9: Versuchsaufbau zur Phosphoreszenz. Das Plättchen wird mit Licht einer blauen LED angeregt und dann unter die Photozelle gezogen.

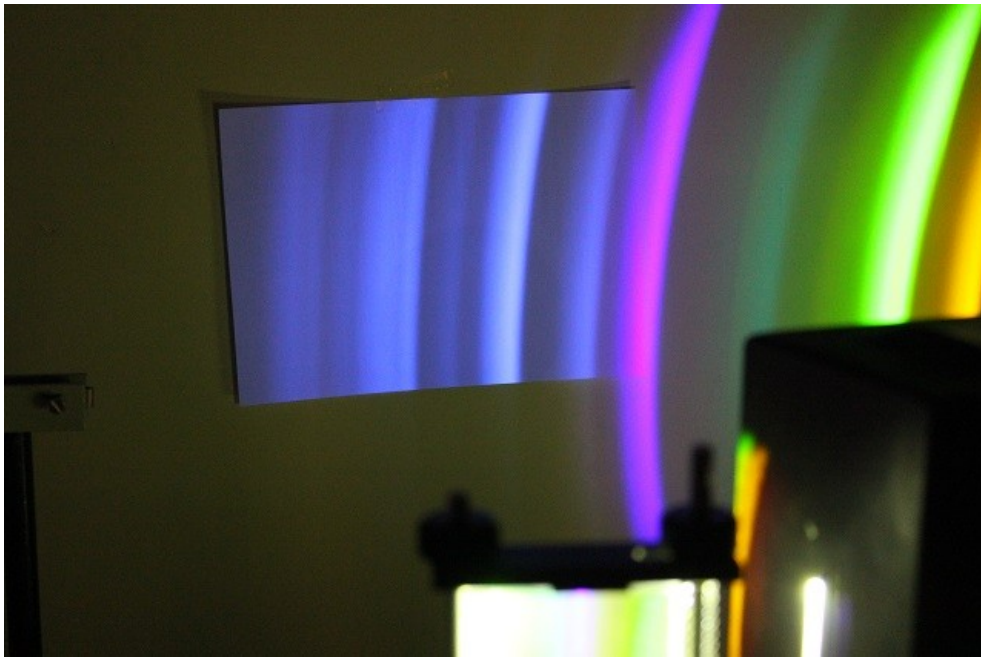


Abb. 10: Spektrum einer Quecksilberdampf Lampe ohne Glaskolben.

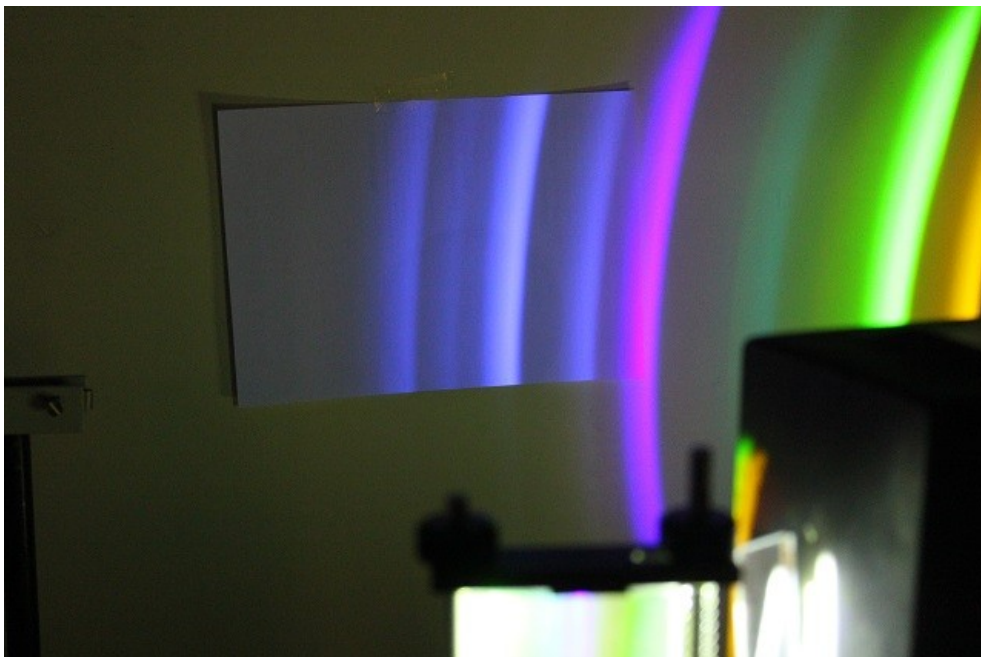


Abb. 11: Einfügen einer dünnen Glasplatte (Objektivträger).

Viele ältere Zeiger von Weckern oder anderen Uhren waren bis in die 1950er Jahre mit Radiumhaltigen Substanzen beschichtet, diese Stoffe zeigen besonders lange Phosphoreszenz bis hin zum Dauerleuchten, welches durch die Radioaktiven Zerfälle hervorgerufen wird. In diesem Fall wird auch von Radiolumineszenz gesprochen.

Um die Farben bei verdunkeltem Hörsaal mit der Kamera einzufangen sollte der Fokus bei eingeschaltetem Licht fixiert werden.
Das Signal der Fotodiode wurde mit 50Ω - Eingangswiderstand gemessen, zusätzlich wurde Rauschunterdrückung (Begrenzung der gemessenen Bandbreite) verwendet.

Die Infrarot Sensorkarte funktioniert über eine mehrfache Anregung. Zunächst muss sie mit kurzwelligem Licht beleuchtet werden, diese Energie hat eine längere Lebensdauer und relaxiert thermisch oder im Infraroten. Werden diese so angeregten Atome weiter mit langwelligem Licht (IR) angeregt, reicht die Energie um über eine Fluoreszenz im sichtbaren zu relaxieren.