

Emissionsverhalten von Energiesparlampen



Sowas Gruppe C: Gerrit Mertin, Cedric Nebel, Thomas Nowak, Josephine Oppotsch ; Ruhr-Universität Bochum, Bochum

Motivation

Ziel der Versuche war der Vergleich des Lichtspektrums verschiedener Typen von Haushaltsleuchten. Hierbei wurden die weit verbreitetsten Lampentypen (Glühlampe, Kompaktleuchtstofflampe, LED) untersucht. Grund der Untersuchung war die oftmals verbreitete Meinung, dass das emittierte Licht der energiesparenden Lampen als unangenehm empfunden wird. Ein Maß für die Wahrnehmung von Licht ist dessen Intensitätsverlauf in Abhängigkeit der Wellenlänge.



LED, Kompaktleuchtstofflampe (KLL), Glühlampe

Ansatz

Es erfolgte eine experimentelle Bestimmung des Lichtspektrums verschiedener Modelle des jeweiligen Lampentyps. Dabei wurden auch die Spektren der Lampen mit unterschiedlicher elektrischer Leistungsaufnahme bestimmt. Verglichen wurde die mittlere Wellenlänge in dem für den Menschen sichtbaren Lichtbereich (380-780 nm [1]), die Lage der Intensitätspeaks und der generelle Verlauf der Intensität mit der Wellenlänge des Lichtes.

Grundlagen

- Ein Lichtspektrum beschreibt die einfallende Lichtintensität in Abhängigkeit ihrer Wellenlänge
- Der Verlauf ist ein Maß für die energetische Zusammensetzung des Lichtes
- Zusammenhang Lichtwellenlänge λ und Energie E : $E = \frac{hc}{\lambda}$
- Lichtintensität (Leistung/Fläche); hier als Counts: einfallende Photonen pro Zeit in einem Wellenlängenbereich ist Maß für Leistung; Fläche des Spektrometers ist konstant
- Intensitätspeak: Wellenlängenbereich in dem die Intensität am höchsten ist
- Mittlere Wellenlänge: $\bar{\lambda} = \frac{\int I \cdot \lambda \cdot d\lambda}{\int I d\lambda}$ (Integral nur im sichtbaren Bereich)

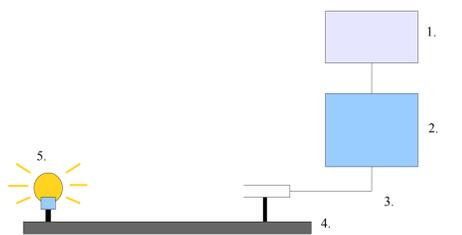
Messaufbau

Untersuchte Lampen:
 Glühlampen:
 15W; 40W; 100W
 Kompaktleuchtstofflampen:
 5W; 10W; 20W
 LEDs:
 0,6 W; 5,5W; 10W

Zur Kalibrierung des Spektrometers:
 Hg-Cd Dampflampe

Spektrometer:
 Ocean Optics USB 4000
 Auflösung ca. 0,2 nm bis zu 60.000
 Counts pro Bereich

Software
 Ocean Optics SpectraSuite



Skizze: Versuchsaufbau (1.: PC; 2.: Spektrometer; 3.: Lichtleiter; 4.: Stativ; 5.: Leuchtmittel)

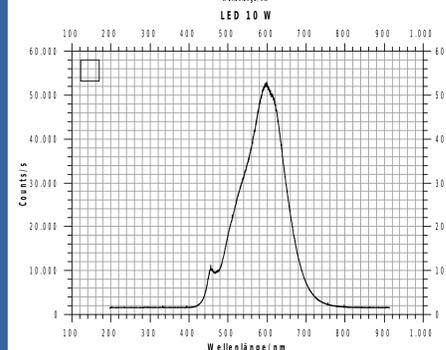
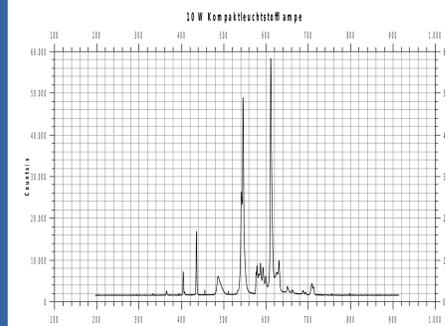
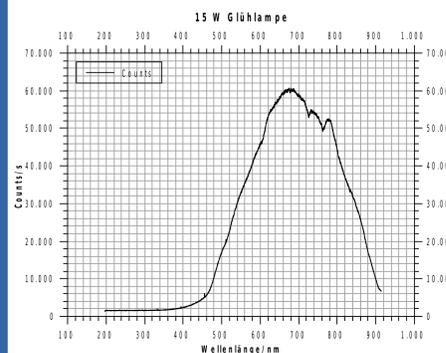
Versuchsdurchführung

- Die Überprüfung der Kalibrierung des Spektrometers und dessen Genauigkeit erfolgte über den Vergleich mit dem bekannten Spektrum einer Hg-Cd Dampflampe (vgl. [2])
- Anschließend wurden für die verwendeten Lampen jeweils 5 Spektren aufgenommen
- Je nach Leistungsstufe wurde der Abstand des Spektrometers zur Lampe variiert um die einfallende Intensität hoch zu halten
- Die Daten wurden digital aufgezeichnet und gespeichert

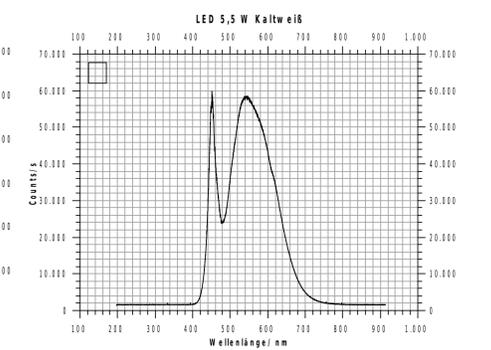
Ergebnisse

	Leistung	Intensitätspeak/nm	Ø-Wellenlänge/nm
Glühlampen	15 W	676	650
	40 W	656	633
	100W	636	632
KLL	5W	612	580
	10 W	611	581
	20W	611	580
LEDs	0,6W	581	601
	5,5W	451	549
	10W	599	586

Spektren:



- Die Intensitätspeaks der Glühlampen liegen in einem hohen Wellenlängenbereich, die der LEDs in einem niedrigen; die Kompaktleuchtstofflampen befinden sich dazwischen angesiedelt
- Die Intensitätspeaks der Glühlampen befinden sich im rötlichen Bereich, Kompaktleuchtstofflampen und LEDs haben eine Verschiebung zu diesen Peaks in Richtung des bläulichen Bereichs
- Die durchschnittliche Wellenlänge im sichtbaren Bereich des Spektrums liegt auch bei der Glühlampe höher, im Mittel lässt sich hier bei der Kompaktleuchtstofflampe im Vergleich zur LED kein Unterschied erkennen
- Eine Leistungsabhängigkeit lässt sich nur bei der Glühlampe feststellen, bei der die Wellenlänge des Peaks mit zunehmender Leistung abnimmt
- Einen Sonderfall stellt die kaltweiße LED dar, bei der der Peak und die durchschnittliche Wellenlänge deutlich in den bläulichen Bereich verschoben sind



Fazit

- Es konnte nachgewiesen werden, dass sich die mittlere Wellenlänge der energiesparenden Leuchtmittel weiter im bläulichen Wellenlängenbereich befinden als die der Glühlampe. Deshalb ist das emittierte Licht der energiesparenden Leuchtmittel bläulicher und damit etwas kälter als das Licht der Glühlampe.
- Die Meinung, energiesparende Lampen hätten generell eine unangenehme Lichtemission (zu kaltes Licht), konnte jedoch nicht bestätigt werden. Denn die energiesparenden Leuchtmittel gibt es in kaltweiß, sowie in warmweiß, was sich deutlich im Spektrum bemerkbar macht. Zudem liegen die durchschnittlichen Wellenlängen doch sehr nahe beieinander.
- Im Gegensatz zu den Kompaktleuchtstofflampen, weisen die LED's ein sehr ähnliches Spektrum zu denen der Glühlampen auf.

Referenzen

- [1] P.A. Tipler und G. Mosca, Physik: für Wissenschaftler und Ingenieure, 6. Auflage (2009)
 [2] W. Walcher, Praktikum der Physik, 9. Auflage (2006)
 [3] Douglas C. Giancoli. Giancoli Physik. Pearson, 3. Auflage, (2010)