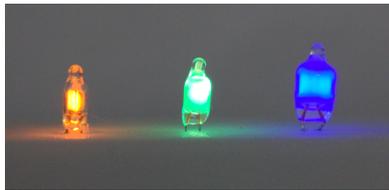


Spektroskopie an Glimmlampen

Glimmlampen dienen noch heute in vielen Elektrogeräten als Signallampen zur Anzeige des Betriebszustandes, obwohl diese allmählich durch Leuchtdioden (LEDs) abgelöst werden. Diese Glimmlampen sind in Anschaffung und Betrieb sehr preiswert und eignen sich gut für einfache spektroskopische Messungen. Die hier gezeigten Messungen wurden mit dem Spektrometer aufgenommen, welches wir im »Anwendungsbeispiel Czerny-Turner-Spektrometer« vorgestellt hatten. Der in der genutzten Zeilenkamera e9u-LSMD-TCD1304-STD verbaute Sensor TCD1304DG ist durch seine länglichen Pixel sehr lichtempfindlich, so dass auch bei den geringen Lichtleistungen der Glimmlampen spektroskopische Messungen z. B. im Lehrbetrieb sehr einfach durchgeführt werden können.



1 Physikalische Grundlagen



Farbige Glimmlampen

Der Glaskolben einer Glimmlampe ist mit einem Gas mit niedrigem Druck gefüllt, in der bei Anlegen einer Spannung von etwa 100 Volt eine Glimmladung zwischen den zwei kalten Elektroden auftritt. Die Farbe des emittierten Lichtes hängt vom Gas ab. In Anzeigelämpchen wird häufig das Edelgas Neon verwendet, das die Farbe Orange-Rot ergibt. Durch Verwendung anderer Füllgase können aber auch andere Farben erzielt werden, zum Beispiel Weiß durch Krypton und Blaugrün durch Argon. Eine weitere Möglichkeit z. B. weißblaues Licht zu erzeugen, besteht in der zusätzlichen Verwendung von fluoreszierenden Leuchtstoffen, die durch Emissionen im UV angeregt werden.

2 Versuchsaufbau

Zum Betrieb der Glimmlampen wurde ein batteriebetriebener Inverter (Spannung > 100 V, Sicherheitshinweise beachten!) mit einem Stückpreis von unter 10 € genutzt. Als Glimmlampen wurden verschiedenste Varianten getestet, die alle für unter 1 € pro Stück bei diversen Elektroniklieferanten zu beziehen sind. Je nach Lieferant und Typ fanden sich hier eine große Bandbreite an unterschiedlichen Spektren, von denen wir hier exemplarisch drei Varianten präsentieren.

Der Lichtleitereingang des Spektrometers wurde hierbei einfach per Hand an die Glimmlampe gehalten, was gut demonstriert, wie einfach spektroskopische Messungen mit Hilfe von Lichtleitern und ausreichend empfindlichen Spektrometern sind.



Inverter mit Glimmlampe

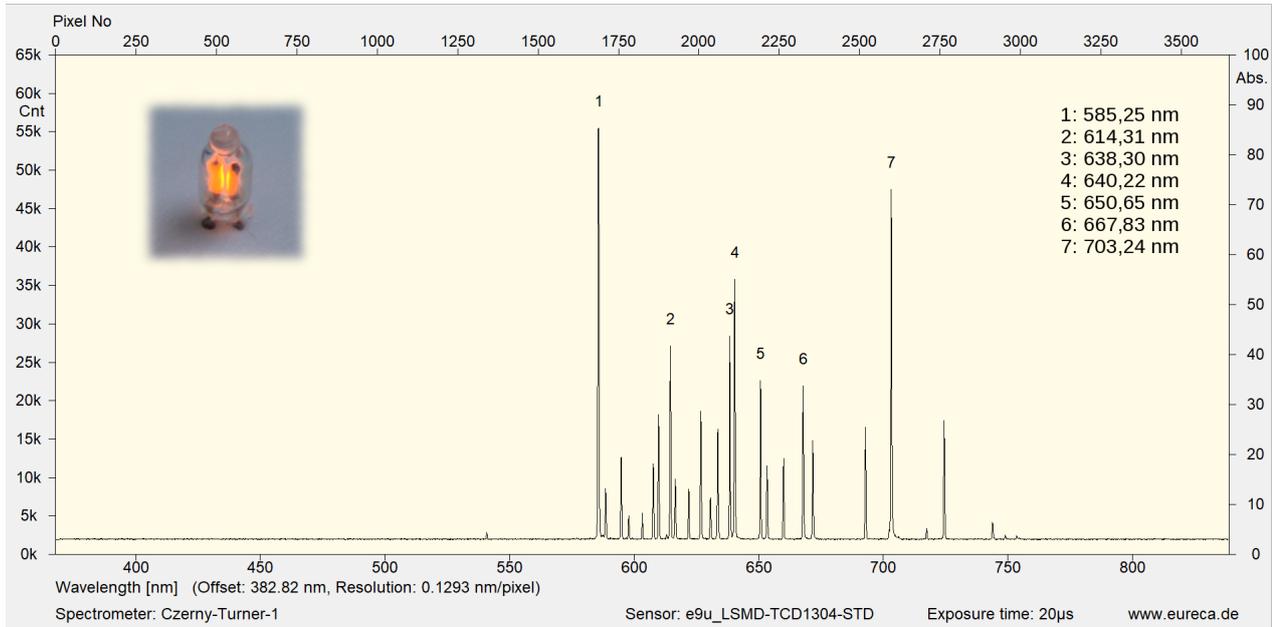
Wie bei allen unseren Anwendungsbeispielen erhalten Sie auf Anfrage ausführliche Anleitungen und Bauteillisten. Beim Nachbau bitte die Sicherheitshinweise des Inverters beachten, da die Betriebsspannung der Glimmlampen mit ca. 100 V Wechselfspannung nicht mehr im Bereich der ungefährlichen Kleinspannung liegt!



3 Aufgenommene Spektren

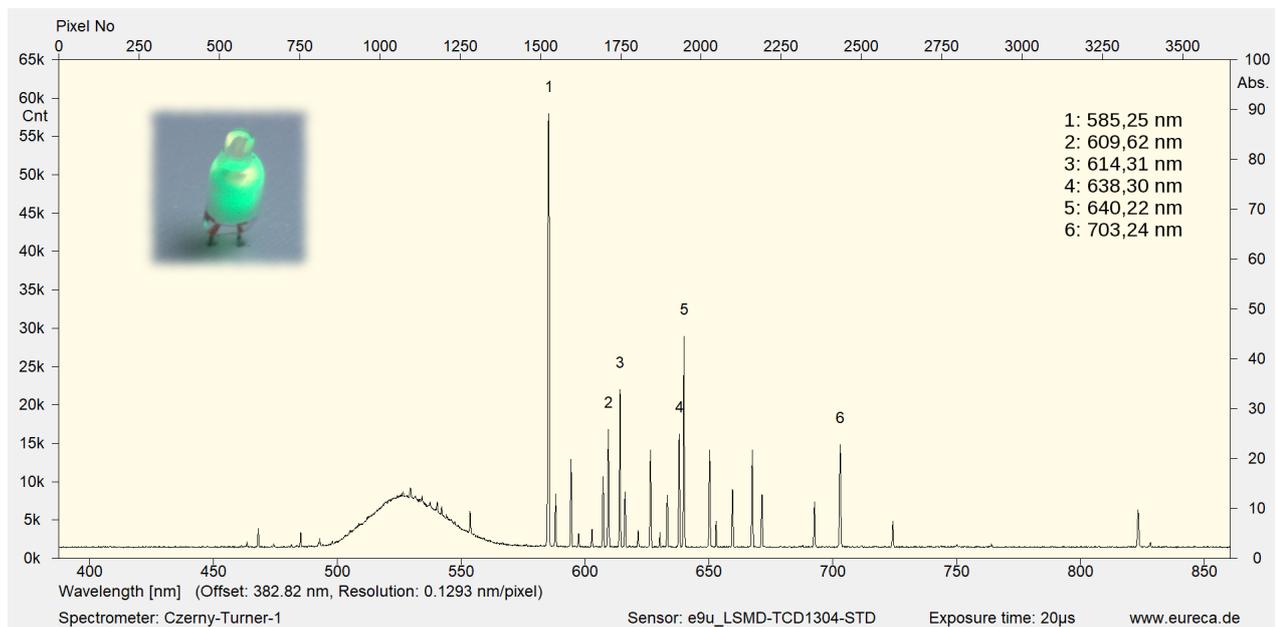
3.1 Neon-Glimmlampe

Das aufgenommene Spektrum einer Glimmlampe mit reiner Neonfüllung zeigt die bekannten Emissionslinien des Neons. So können diese sogar zur schnellen Kalibrierung von Spektrometern verwendet werden.



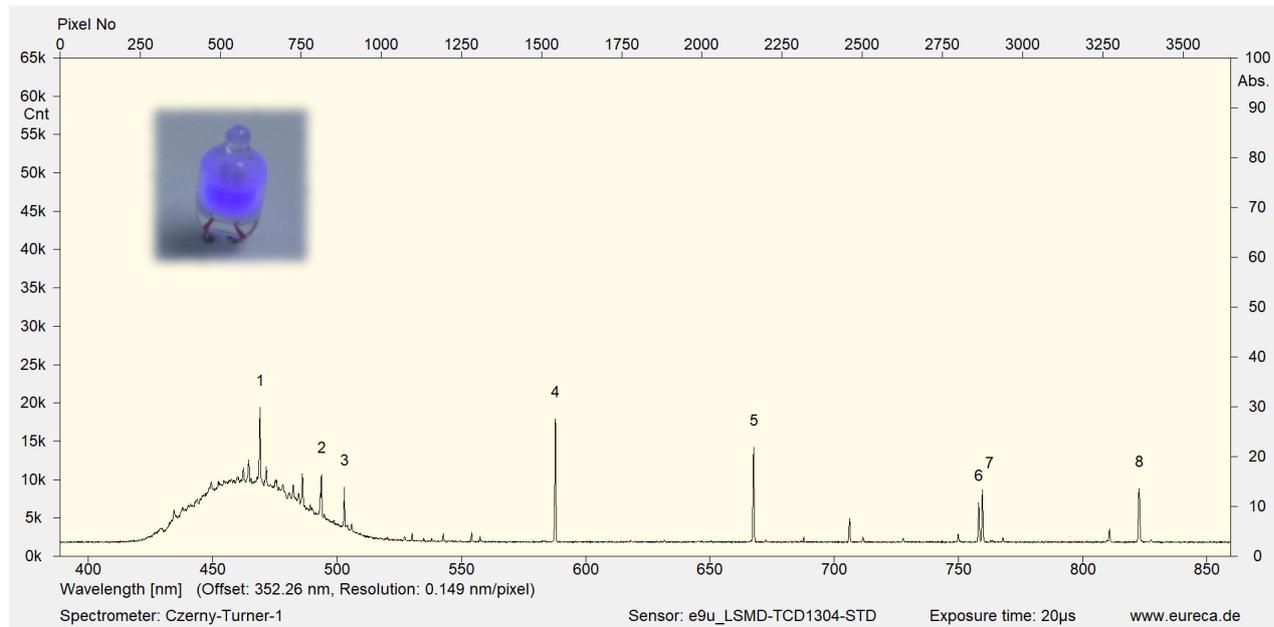
3.2 Grüne Neon-Glimmlampe

Das aufgenommene Spektrum einer grünen Glimmlampe zeigt neben den bekannten Emissionslinien des Neons noch einen breitbandigen Emissionsbereich zwischen 500 nm und 550 nm eines Leuchtstoffes.



3.3 Blaue Glimmlampe

Das aufgenommene Spektrum der blauen Glimmlampe zeigt neben Emissionslinien von Edelgasen und wahrscheinlich Quecksilber eine breitbandige Emission im Bereich um 465 nm. Glimmlampen dieses Typs nutzen fluoreszierende Leuchtstoffe zur Erzeugung des blauen Lichts. Die Identifikation solcher Spektrallinien kann herausfordernd sein (siehe Didaktik).



4 Didaktik

Die Spektroskopie an Glimmlampen bietet eine Vielzahl an Möglichkeiten, um hiermit in der Lehre Experimente durchzuführen. Beispiele hierfür sind:

4.1 Kalibration mittels linearer bzw. polynomischer Regression

Die Abhängigkeit von Wellenlänge zu Pixelposition ist beim Czerny-Turner-Spektrometer bei geeigneter Positionierung der Komponenten in erster Näherung linear. Bei gewünschter höherer Genauigkeit können aber auch Polynome höherer Ordnung für eine Kalibration hinzugenommen werden.

Das Neonspektrum bietet bekannte Emissionspeaks, die einfach zu identifizieren sind und an denen die Methoden der Kalibration erarbeitet werden können.

4.2 Zuordnung von Emissionslinien

Schmale Emissionslinien, die bestimmten Elementen zugeordnet werden können, finden sich nicht nur im Spektrum von Glimmlampen, sondern auch in den Spektren anderer Lichtquellen, wie z. B. Leuchtstoffröhren oder Energiesparlampen. Die Identifikation und Zuordnung solcher Linien kommt teilweise einem Detektivspiel gleich und stärkt das Verständnis der physikalischen Hintergründe der Photonemission des jeweiligen Leuchtmittels. Eine sehr umfangreiche Quelle für Wellenlängen von Emissionslinien ist z. B. die Atomic Spectra Database des National Institute of Standards and Technology (NIST) der USA: https://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines_form.html

Mehr auf unserer Webseite: <https://www.eureca.de/LSCde/>.

29. März 2023 – Version 1.1

