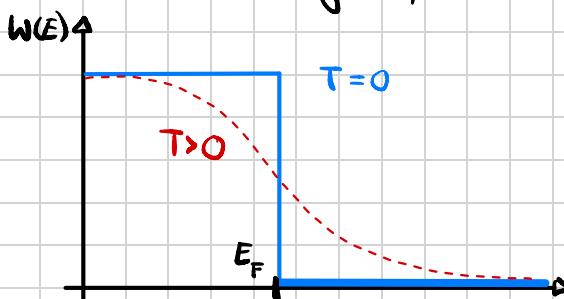


Ziel: Messung der Strom-Spannungskennlinie von Photozelle, Bestimmung von Planckschem WQ mit Gegenfeldmethode

Theorie:

- dichtelektrischer Effekt: Auslösen von Elektronen aus Material mithilfe von dicht
- Planck'sches Wirkungsquantum: Proportionalitätsfaktor zw. von Strahlungsenergie E_γ und Frequenz ν an
- Photostrom instantan bei Bestrahlung des Materials (**intensitätsunabhängig**)
- Anzahl ausgelöster Elektronen \propto dicht Intensität bei fester Frequenz ν
 - absorbierte Energie des dichts ist
 - \propto Intensität
 - \propto bestrahlte Fläche
 - \propto Bestrahlungszeit
- charakteristische Grenzfrequenz der Photonenemission für jedes Material
- Energieverteilung der Elektronen abhängig von Frequenz
- Betrachtung von Metall als Material, da Valenzelektronen frei beweglich
 - Elektronen \rightarrow Fermionen: im thermischen Gleichgewicht zum Metallgitter, unterliegen Fermi-Dirac-Statistik



\Rightarrow bei $T=0$ werden noch Zustände oberhalb Fermi-Energie E_F besetzt
 \rightarrow zum Auslösen muss zusätzliche Energie aufgebracht werden

Auslösen von Elektronen:

- Auslösearbeit Φ : benötigte Energie zum Auslösen eines Elektrons
 - charakteristisch für Material
- fällt monochromatische Strahlung $E_\gamma = h\nu$ auf Elektron
 - Energie wird an Elektron abgegeben
 - Wenn $E_\gamma = \Phi \rightarrow$ Elektron wird ausgelöst
 - Wenn $\Phi < E_\gamma = \Phi + \underbrace{\frac{1}{2}mv^2}_{E_{kin}} \rightarrow$ Elektron wird ausgelöst, erhält zusätzlich E_{kin}

Gegenfeldmethode:

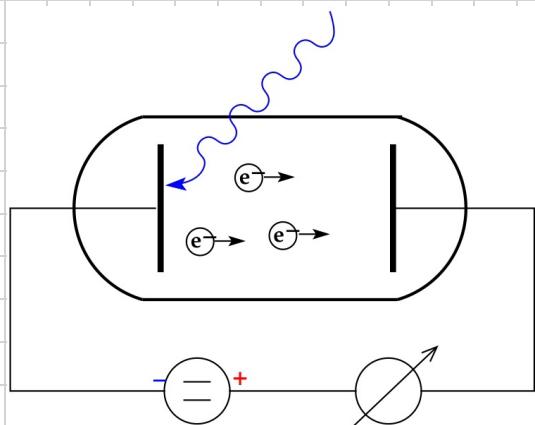
- Abbremsen der Elektronen durch Gegenfeld
 - Elektronen können irgendwann die Anode nicht mehr erreichen

$$\Rightarrow \Phi = E_\gamma - eU_g \quad U_g: \text{Gegenfeld}$$

$= E_{kin}$

man sieht: Φ unabhängig von Intensität I

Φ abhängig von Frequenz ν



Quecksilberdampf-Lampe:

- Warum Quecksilberdampf-Lampe?
 - emittiert ein diskretes Spektrum
 - diskrete Spektrallinien verschiedener Frequenzen

• Emissionspektrum:

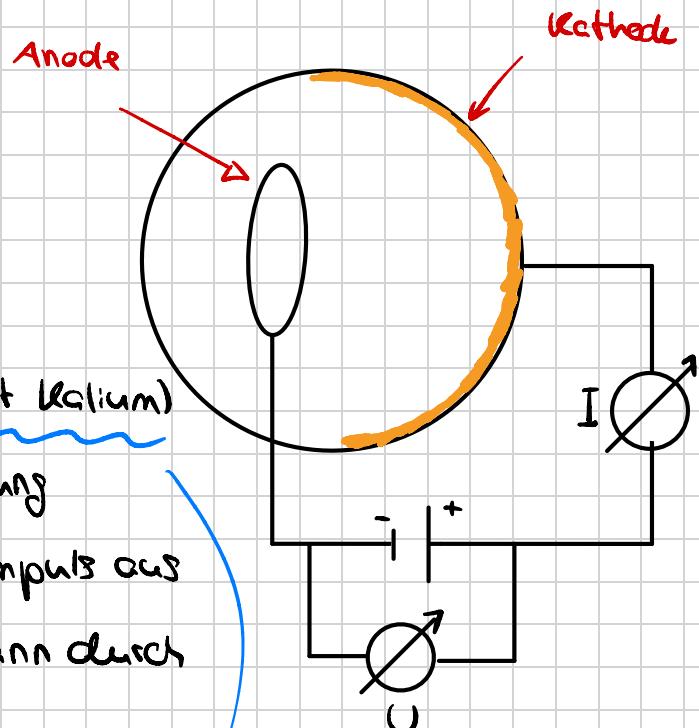
- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| - violett $\approx 400\text{ nm}$ | - grün $\approx 550\text{ nm}$ |
| - blau $\approx 450\text{ nm}$ | - orange $\approx 580\text{ nm}$ |
| - cyan $\approx 500\text{ nm}$ | - rot $\approx 620\text{ nm}$ |

Geraedsichtprisma:

- Warum Geraedsichtprisma?
 - dispersiert einfallendes Licht (Zersetzung in Spektrallinien)
 - Ohne seitliches Ablernen

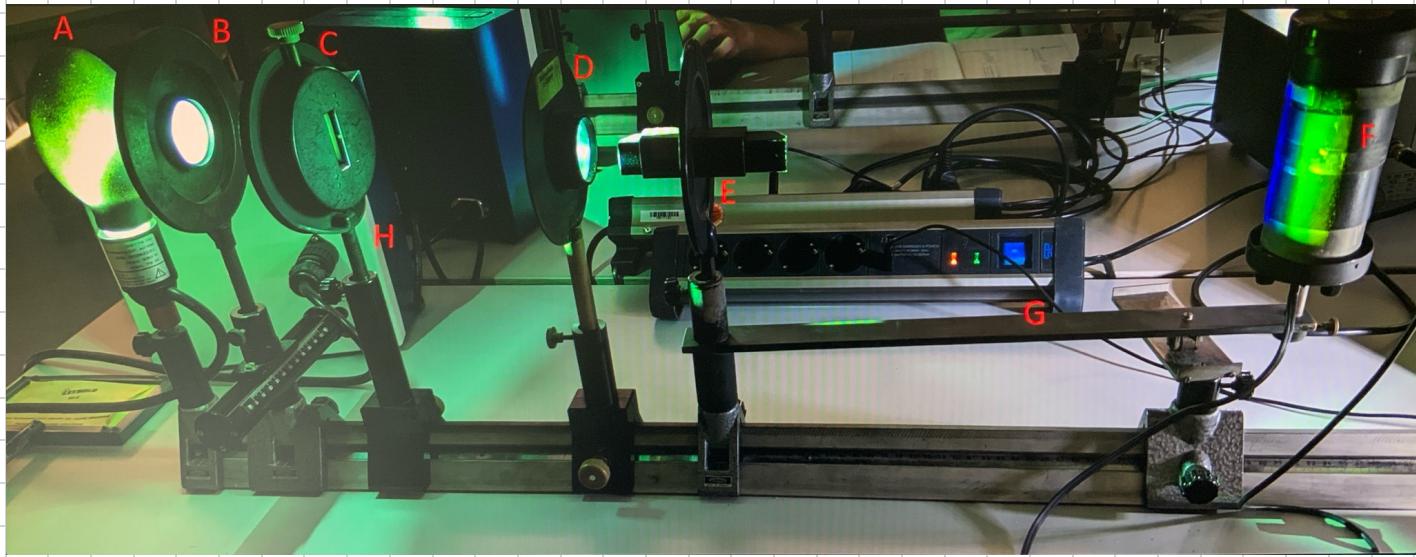
Photozelle:

- Glasholzen mit Kathode
- Anodenring vor Kathode
- Photonen lösen bei Einfall Elektronen aus Kathode (oxidiertes Silber, mit Kalium)
 - wandern durch angelegte Spannung zur Anode, lösen elektrischen Impuls aus
- Impuls schwach ($1\mu\text{A} - 1\text{mA}$), kann durch Edelgas verstärkt werden
- Betriebsspannung ($10\text{V} - 200\text{V}$)



Silberoxid verringert Φ (später)

Durchführung:



- Hg - Hochdrucklampe ^A generiert Spektrum monochromatischer Frequenzbereiche
- Linsen (**B**) fokussieren dicht auf Spalt (**C**), der Intensität des Lichts regelt
- Bündelung durch weitere Linsen (**D**)
- Gesichtsprisma (**E**) bricht dicht in Frequenzbereiche auf, getrennt nach Wellenlänge (von links nach rechts)
- Photzelle (**F**) auf beweglichem Schwenkarm, um Spaltreihen analysieren zu können
- Ampermeter zum Vermessen des Photostroms

Kennlinie der Hg-Hochdrucklampe:

Messung des blauen Spektrallinie:

- maximale Spaltöffnung \rightarrow maximale Intensität
- Anlegen eines Gegenfeldes was zunächst alle Elektronen abbremst \rightarrow Photostrom verschwindet
- Verringern des Gegenfeldes, Aufnahme von Messwertpaaren (U_g [V], I [nA])
- bei 0 V wird das Gegenfeld umgedreht \rightarrow Beschleunigungsfeld, \rightarrow hochregeln bis 20V

Strom-Spannungs-Kurve:

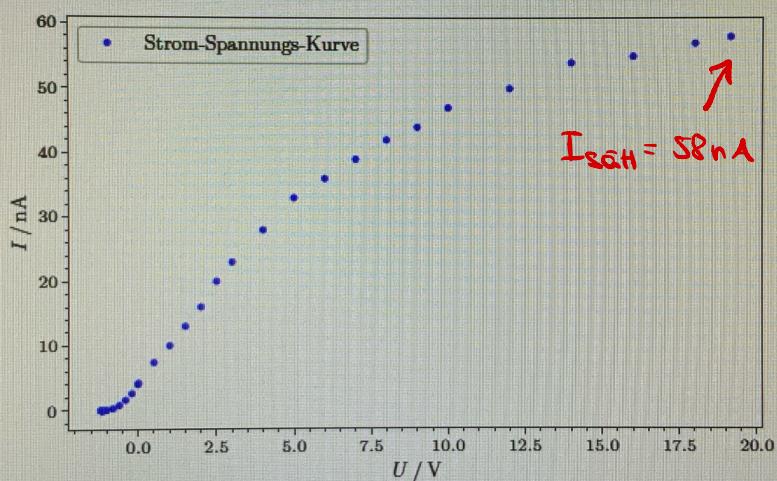


Abbildung 6: Strom-Spannungs-Kurve von violettem Licht (435 nm).

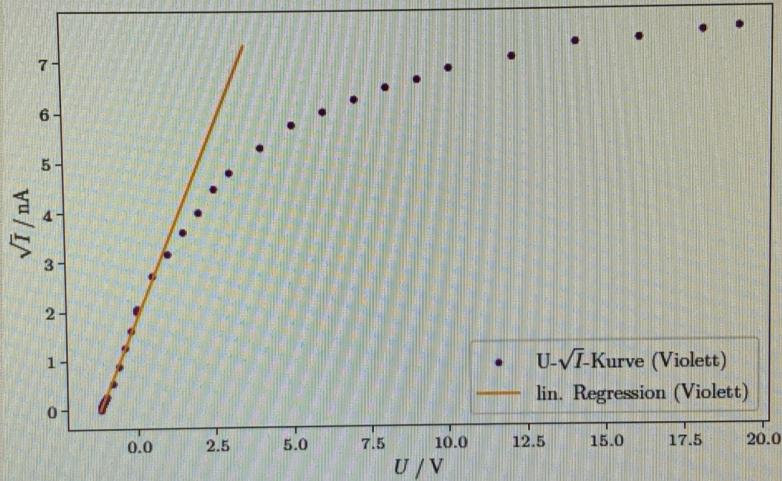


Abbildung 7: Lineare Regression zur Bestimmung der Grenzspannung.

lineare Ausgleichsrechnung: $\alpha x + \beta$

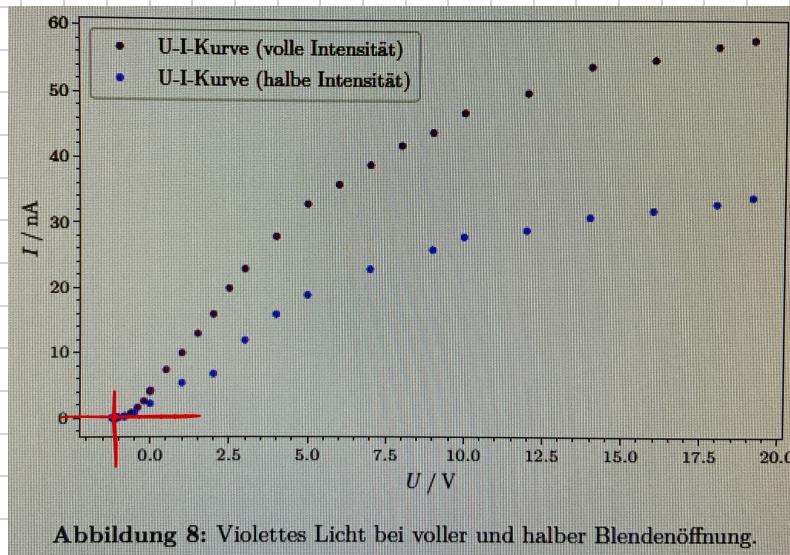
$$U_g = -\frac{\beta}{\alpha} \approx -1.2 \text{ V}$$

$$U_{g,exp} \approx -1.18 \text{ V}$$

gute
Bestimmungs-
möglichkeit

Abhängigkeit von der Dichtintensität:

- Einstellen einer Beschleunigungsspannung von 20 V
→ $I_{\text{sat}} \approx 58 \text{ nA}$
- Verringern der Spaltbreite bis $I_V = \frac{I_{\text{sat}}}{2}$
- Aufnahme der Strom-Spannungskennlinie wie zuvor

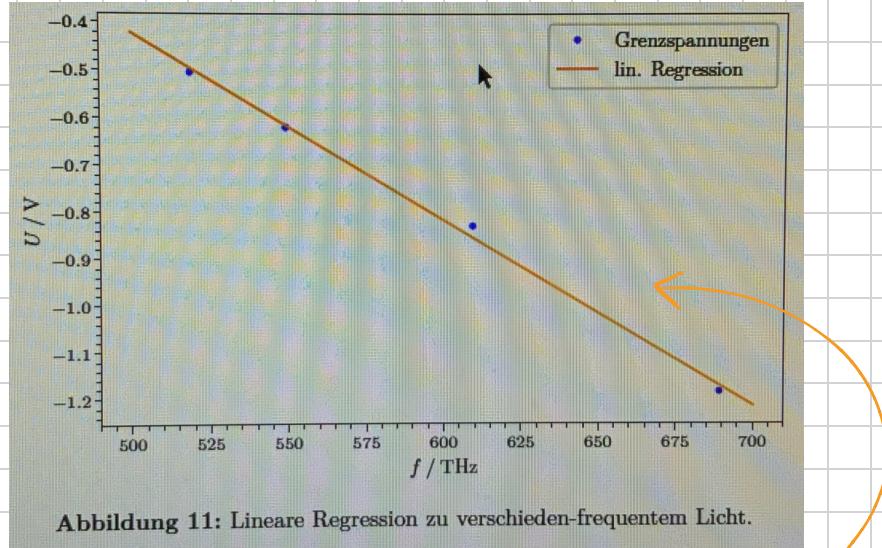


- Verlauf / Form der Kurven bleibt gleich
- Strom I abhängig von Spaltbreite (→ Intensität)
- Grenzspannung intensitätsunabhängig

Spektrale Abhängigkeit:

- Bestimmung der Grenzspannungen
- Aufnahme der Strom-Spannungskurven verschiedener Spektrallinien
- Ermittlung der Grenzspannungen $U_{c,i}$ durch lin. Ausgleichsrechnung wie zuvor
- Berechnung der Austrittsarbeit und Planckkonstante mit den experimentell aufgenommenen Werten

$$D = \frac{C}{\lambda}$$



$$h\nu = \Phi + eU_G \Leftrightarrow U_G = \frac{h}{e}\nu - \frac{\Phi}{e}$$

- ähnliche Werte bei Berechnung mit linearer Regression