

Bestimmung des Planckschen Wirkungsquantums

Die Messung der kinetischen Energie von Elektronen, die durch Einstrahlung von monochromatischem Licht aus einer photoempfindlichen Oberfläche emittiert werden, kann zur Bestimmung von h/e benutzt werden. Da die Elementarladung e durch andere Experimente (z.B. Millikan-Versuch) bestimmbar ist, kann auf diese Weise das Plancksche Wirkungsquantum h ermittelt werden. Darüber hinaus erlaubt das Experiment die Messung der Austrittsarbeit der Elektronen der Photokathode.

Stichworte für die Vorbereitung:

- Machen Sie sich mit dem Aufbau des Experiments vertraut. Sie sollten in der Lage sein, den Photoeffekt und die Gegenfeldmethode zu erläutern und in wenigen Sätzen zu erklären, wie die Größen h und W_A bestimmt werden.
- Bei dem Versuchsaufbau wird das Licht der Hg-Hochdrucklampe mit einem Monochromator in seine spektralen Komponenten zerlegt. Machen Sie sich anhand der Gerätebeschreibung mit der Funktionsweise des Monochromators vertraut.

Aufgabenstellung:

1. Aufbau der Schaltung zur Messung des Photostromes für verschiedene Gegenspannungen. Achten Sie auf eine gute Erdung der gesamten Schaltung. Optimieren Sie den Photostrom durch möglichst scharfe Abbildung der Lichtquelle auf den Eintrittspalt des Monochromators.
2. Messen Sie den Photostrom als Funktion der Gegenspannung für die verschiedenen Hg-Linien ($U_G = -4 \dots +4 \text{ V}$) mit einem Messverstärker. Im Bereich des Nulldurchganges sollten möglichst viele Punkte gemessen werden.
Nehmen Sie zur Einstellung des Monochromators das Gehäuse der Photozelle ab und stellen Sie die Wellenlänge ein, indem Sie den Lichtaustritt mit einem weißen Blatt Papier am Austrittspalt kontrollieren.
3. Prüfen Sie für verschiedene Hg-Linien, ob U_{\min} von der Intensität des Lichtes abhängt, indem Sie die Lichtintensität mit einem Drahtnetz abschwächen.

Auswertung:

- Bestimmen Sie das Plancksche Wirkungsquantum und die Austrittsarbeit der Photokathode aus einem U_{\min} /Frequenz-Diagramm mittels Ausgleichsrechnung. Ermitteln Sie den Fehler ihrer Ergebnisse.



Versuchsaufbau
im Physiklabor

Literatur:

- Allgemeine Lehrbücher der Physik (z.B. Gerthsen/Gneser/Vogel: Physik)
- W. Walcher, Praktikum der Physik, Teubner (1979)
- Kohlrausch, Praktische Physik, Band 2
- Becker/Jodl Physikalisches Praktikum

Wichtige Hinweise zur Versuchsdurchführung:

- Schalten Sie die Quecksilberhochdrucklampe rechtzeitig ein, sie benötigt einige Minuten bis sie die volle Intensität erreicht.
- Vor dem Wiedereinschalten der Hg-Lampe muss unbedingt bis zur vollständigen Abkühlung der Lampe gewartet werden!
- Bei den beiden schwarzen Stecker der Photozelle handelt es sich um die beiden Enden des Anodenringes, diese werden in der Regel kurzgeschlossen verwendet! Der Kathodenanschluss befindet sich oben am Gehäuse der Photozelle.

Physiklabor 2

Der Photoelektrische Effekt **-Überarbeitung-**

Marc Baumann, Matr. 13855
Kai-Uwe Berroth, Matr. 13842

Weingarten, 17.11.2004

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Technische Grundlagen	3
3. Versuchsaufbau	4
4. Versuchsdurchführung	5
5. Auswertungen	6
6. Bestimmung des Planckschen - Wirkumsquantum	13
7. Fehlerrechnung	14
8. Diskussion	15

Der photoelektrische Effekt

1. Einleitung

Der photoelektrische Effekt, kurz Photoeffekt, wurde 1887 von Heinrich Hertz entdeckt. Plancks Idee von der Energiequantisierung wurde 1905 von Albert Einstein aufgegriffen um den Photoeffekt zu erklären. Hierfür wurde ihm 16 Jahre später der Nobelpreis verliehen.

2. Technische Grundlagen

Wird den Elektronen eines Metall-Atomgitters genügend Energie zugeführt, so können diese aus dem Metall heraustreten. Wird die Energie in Form von Lichtquanten zugeführt, spricht man bei den ausgetretenen Elektronen von Photoelektronen. Die hierfür benötigte Energie können sie von kurzwelliger Strahlung absorbieren, das Photonenquant wird hierbei ausgelöscht. Wenn der Photonenquant eine höhere Energie hat als die benötigte Austrittsarbeit W_a (Materialkonstante), so erhält das Photoelektron eine zusätzliche kinetische Energie $E_k = 1/2mv^2$. Die Energie des Lichtes $E_{ph} = hf$ ist proportional zu der Frequenz, die Proportionalitätskonstante ist h , das plancksche Wirkungs-Quantum.

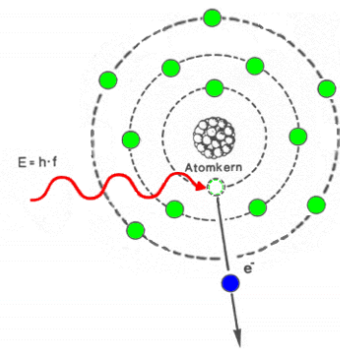


Abbildung 1: Photoeffekt

Gegen die kinetische Energie kann ein elektrisches Feld wirken. Als Pole des Feldes dienen die Photokathode und eine Anode, mit der die Photoelektronen aufgefangen werden können. Je nach Polarisation und Stärke des Feldes können die Photoelektronen die Anode erreichen bzw. werden wieder zur Photokathode zurückgezogen. Erreichen die Photoelektronen die Anode, so lässt sich dies in einem Photostrom zwischen Anode und Photokathode nachweisen. Dieser Strom befindet sich je nach Intensität des auftreffenden Lichtes im Nano- bzw. Pikoamperebereich.

Bei einer bestimmten Gegenspannung U_g in Abhängigkeit von der Lichtfrequenz, bricht der Photonenstrom zusammen. Dies bedeutet, dass die Photoelektronen die Anode nicht mehr erreichen. Ihre kinetische Energie $E_{k,max} = 1/2mv^2$ wurde im Gegenfeld abgebaut und betrug somit $E_{k,max} = eU_g$.

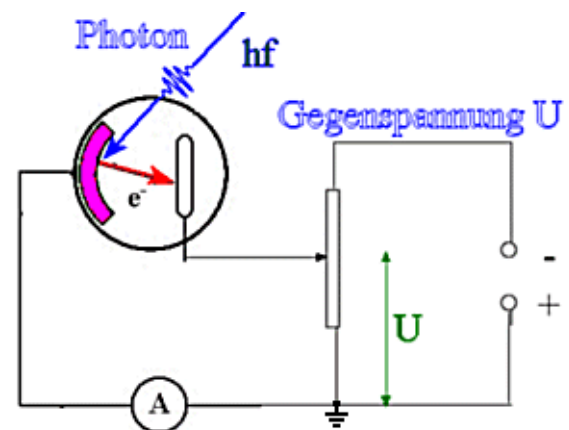


Abbildung 2: Prinzipskizze

Einsteins photoelektrische Gleichung:

$$E_{k,\max} = \left(\frac{1}{2} m v^2 \right)_{\max} = eU_g = hf - W_a$$

Zusätzlich verdampfen beim Photoeffekt Metallatome aus der Photokathode und setzen sich auf der Anode nieder. Hier können sie, wenn sie von Lichtquanten getroffen werden, ebenfalls Photoelektronen erzeugen. Dies führt zusätzlich zu einem nicht erwünschten sehr kleinen Photostrom. Beginnend von der positiven Sättigungsspannung, bei der die Elektronen auf die Anode zurückfallen bis zur negativen Sättigungsspannung, bei der nur noch dieser Strom von der Anode zur Photokathode fließt, wächst der Wert von Null zu seinem vollen negativem Wert.

Um dies weitestgehend zu verhindern, muss versucht werden, dass keine Photonen die Anode treffen. Leider ist dies nur sehr schwer zu realisieren. Es existiert jedoch die Möglichkeit, die Anode auszuheizen, um die angelagerten Fremdatome abzdampfen.

Wird der Versuch mit unterschiedlichen Frequenzen durchgeführt, ergibt sich eine lineare Beziehung zwischen U_g und f . Aus der Steigung der Geraden lässt sich das Plancksche Wirkungsquantum ermitteln.

$$h = e \frac{U_{g1} - U_{g2}}{f_1 - f_2} = e \cdot \tan(\alpha)$$

3. Versuchsaufbau

Mit Hilfe einer Quecksilberlampe wird ein Quecksilberspektrum erzeugt. Diese wird mit Hilfe eines Linsensystems auf den Spalt des Monochromators abgebildet, welcher das Spektrum in seine Spektrallinien zerlegt (Prisma). Am Monochromator kann an einer Stellschraube die gewünschte Wellenlänge des Quecksilberspektrums eingestellt werden. Somit können die einzelnen Spektralfarben auf die Photokathode projiziert werden. Photokathode und Anode sind in einer speziell gefertigten Photozelle integriert. Mit Hilfe eines Drehwiderstandes (1 k Ω) und einer Spannungsquelle (3 V) können variable Spannungen an die Photozelle angelegt werden.

Mit einem Multimeter und einem Pikoamperemeter werden die Gegenspannung und der Photostrom gemessen. Auf guten Masseschluss ist bei der Anordnung zu achten (Pikoampere!).

Auf die exakte Verkabelung der Anordnung soll hier nicht eingegangen werden.



Abbildung 3: Versuchsaufbau

4. Versuchsdurchführung

1. Mittels des Monochromators wird eine Spektrallinie des Quecksilbers eingestellt.
2. Kontrolle der Spektralfarbe durch Projektion des Lichts auf ein Blatt Papier und anschließende Feinjustierung des Monochromators.
3. Photozelle so dicht wie möglich an den Monochromator schieben und Einrichtung vor äußerem Lichteinfall schützen.
4. Mit Drehwiderstand unterschiedliche Spannungen einstellen und Wertepaare (Kathoden– Anodenspannung \leftrightarrow Photostrom) aufnehmen.
5. Im Bereich der Grenzspannung U_g mehrerer Wertepaare ermitteln.
6. Versuch für alle Spektrallinie der Quecksilberdampf Lampe wiederholen.
7. Versuche mit einigen Spektrallinien wiederholen, allerdings mit geringerer Intensität.

5. Auswertungen

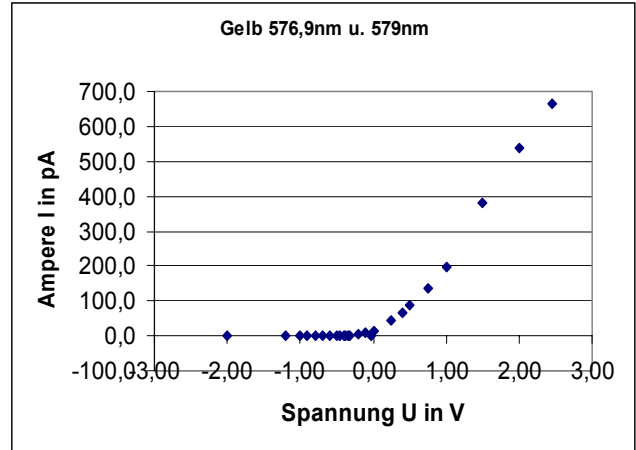
Messdaten:

Wellenlänge
Gelb **576,9nm u. 579nm**

U_g **-0,35**

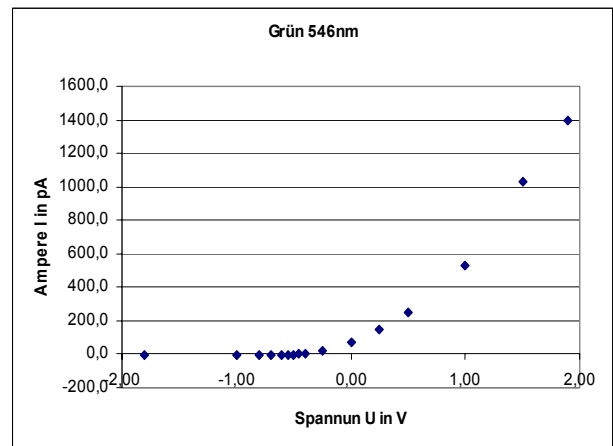
f **5,20E+14**

Spannung in V	Sp. Fehler	Photostrom in pA	A. Fehler
2,45	0,001	664,0	5,0
2,00	0,001	540,0	5,0
1,50	0,001	380,0	5,0
1,00	0,001	198,0	5,0
0,75	0,001	138,0	2,0
0,50	0,001	88,0	2,0
0,40	0,001	68,0	1,0
0,25	0,001	43,0	1,0
0,00	0,001	15,2	0,2
-0,10	0,001	8,2	0,1
-0,20	0,001	3,5	0,1
-0,03	0,001	0,8	0,1
-0,32	0,001	0,5	0,1
-0,35	0,001	0,0	0,2
-0,38	0,001	-0,2	0,1
-0,40	0,001	-0,4	0,2
-0,45	0,001	-0,7	0,1
-0,50	0,001	-0,8	0,1
-0,60	0,001	-1,1	0,1
-0,70	0,001	-1,2	0,1
-0,80	0,001	-1,3	0,1
-0,90	0,001	-1,4	0,1
-1,00	0,001	-1,4	0,1
-1,20	0,001	-1,5	0,1
-2,00	0,001	-1,6	0,1



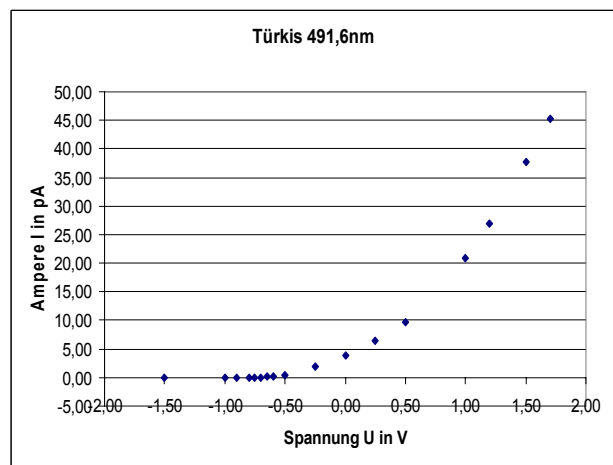
Wellenlänge
Grün 546nm U_g **-0,47** f **5,50E+14**

Spannung in V	Sp. Fehler	Photostrom in pA	A. Fehler
1,90	0,001	1400,0	10,0
1,50	0,001	1030,0	50,0
1,00	0,001	530,0	5,0
0,50	0,001	248,0	5,0
0,25	0,001	148,0	5,0
0,00	0,001	68,0	0,5
-0,25	0,001	18,0	1,0
-0,40	0,001	3,3	0,5
-0,45	0,001	0,5	0,1
-0,50	0,001	-0,7	0,1
-0,55	0,001	-1,6	0,1
-0,60	0,001	-2,2	0,1
-0,70	0,001	-2,9	0,1
-0,80	0,001	-3,2	0,1
-1,00	0,001	-3,5	0,1
-1,80	0,001	-3,8	0,1



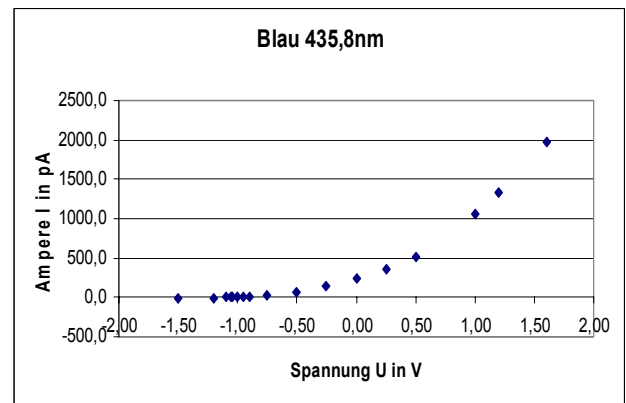
Wellenlänge
Türkis 491,6nm U_g **-0,75** f **6,10E+14**

Spannung in V	Sp. Fehler	Photostrom in pA	A. Fehler
1,70	0,001	45,20	0,50
1,50	0,001	37,60	0,50
1,20	0,001	27,00	0,50
1,00	0,001	20,80	0,50
0,50	0,001	9,70	0,50
0,25	0,001	6,50	0,10
0,00	0,001	3,80	0,20
-0,25	0,001	1,80	0,20
-0,50	0,001	0,50	0,10
-0,60	0,001	0,20	0,10
-0,65	0,001	0,10	0,10
-0,70	0,001	0,05	0,05
-0,75	0,001	0,00	0,05
-0,80	0,001	-0,05	0,05
-0,90	0,001	-0,10	0,05
-1,00	0,001	-0,10	0,05
-1,50	0,001	-0,10	0,05



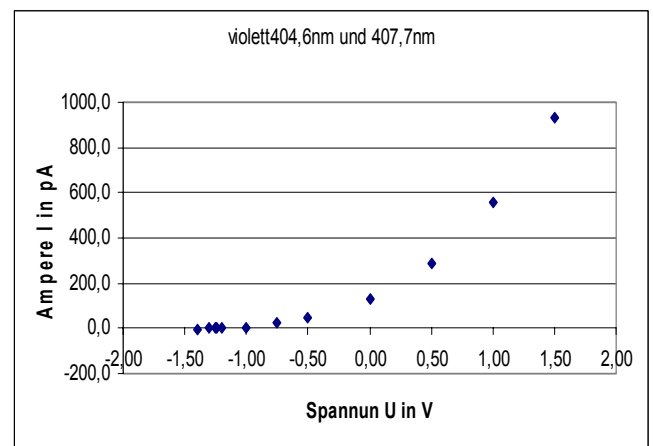
Wellenlänge
Blau 435,8nm U_g **-1,04** f **6,88E+14**

Spannung in V	Sp. Fehler	Photostrom in pA	A. Fehler
1,60	0,001	1970,0	10,0
1,20	0,001	1330,0	10,0
1,00	0,001	1050,0	10,0
0,50	0,001	520,0	10,0
0,25	0,001	358,0	1,0
0,00	0,001	240,0	1,0
-0,25	0,001	147,0	1,0
-0,50	0,001	70,0	1,0
-0,75	0,001	25,0	1,0
-0,90	0,001	8,2	0,1
-0,95	0,001	4,9	0,1
-1,00	0,001	1,8	0,1
-1,04	0,001	0,0	0,1
-1,05	0,001	-0,4	0,1
-1,10	0,001	-2,1	0,1
-1,20	0,001	-4,2	0,1
-1,50	0,001	-6,4	0,1

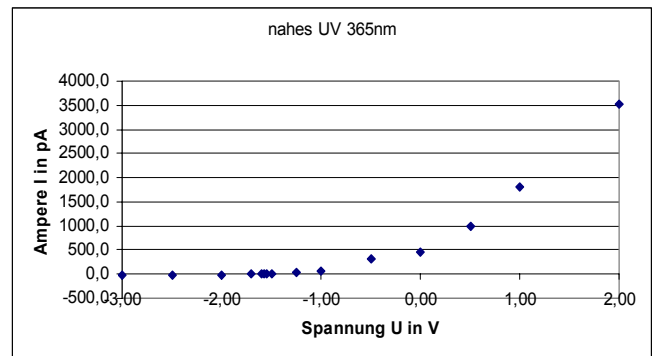


Wellenlänge
violett 404,6nm u. 407,7nm U_g **-1,24** f **7,42E+14**

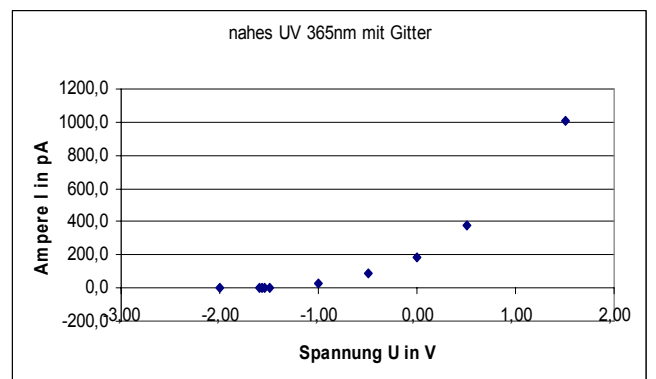
Spannung in V	Sp. Fehler	Photostrom in pA	A. Fehler
1,50	0,001	933,0	20,0
1,00	0,001	560,0	4,0
0,50	0,001	284,0	2,0
0,00	0,001	133,0	1,0
-0,50	0,001	48,0	1,0
-0,75	0,001	23,0	1,0
-1,00	0,001	6,0	1,0
-1,20	0,001	0,6	0,1
-1,24	0,001	0,0	0,1
-1,25	0,001	-0,1	0,1
-1,30	0,001	-0,9	0,1
-1,40	0,001	-2,0	0,1



Wellenlänge		Ug	f
nahes UV	365nm	-1,57	8,22E+14
Spannung in V	Sp. Fehler	Photostrom in pA	A. Fehler
2,00	0,001	3520,0	20,0
1,00	0,001	1800,0	20,0
0,50	0,001	1000,0	20,0
0,00	0,001	470,0	5,0
-0,50	0,001	320,0	5,0
-1,00	0,001	69,0	1,0
-1,25	0,001	25,0	1,0
-1,50	0,001	3,0	1,0
-1,55	0,001	0,7	0,1
-1,57	0,001	0,0	0,1
-1,60	0,001	-1,0	0,1
-1,70	0,001	-4,0	0,1
-2,00	0,001	-8,0	1,0
-2,50	0,001	-10,5	1,0
-3,00	0,001	-11,0	1,0

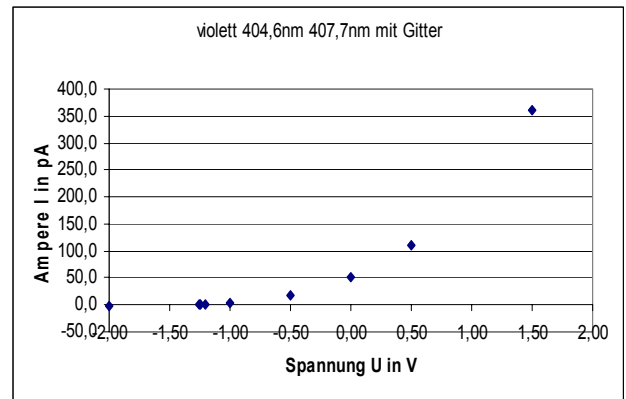


Wellenlänge		Ug	f
Nahes UV	365nm mit Gitter	-1,57	8,22E+14
Spannung in V	Sp. Fehler	Photostrom in pA	A. Fehler
1,50	0,001	1010,0	20,0
0,50	0,001	380,0	10,0
0,00	0,001	188,0	5,0
-0,50	0,001	85,0	5,0
-1,00	0,001	26,0	5,0
-1,50	0,001	1,0	1,0
-1,55	0,001	0,5	0,3
-1,57	0,001	0,0	0,3
-1,60	0,001	-0,5	0,3
-2,00	0,001	-3,0	1,0



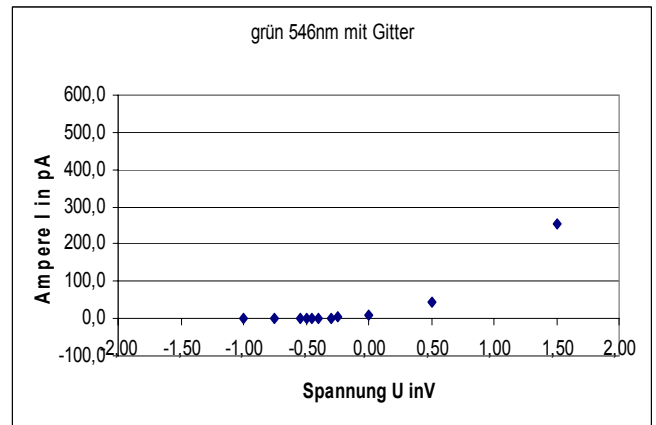
Wellenlänge
404,6nm u. mit
Violett 407,7nm Gitter U_g $-1,26$ f $7,42E+14$

Spannung in V	Sp. Fehler	Photostrom in pA	A. Fehler
1,50	0,001	360,0	5,0
0,50	0,001	109,0	20,0
0,00	0,001	50,0	10,0
-0,50	0,001	18,0	5,0
-1,00	0,001	2,5	5,0
-1,20	0,001	1,4	1,0
-1,25	0,001	0,1	0,3
-1,26	0,001	0,0	0,1
-2,00	0,001	-1,6	0,3
-3,00	0,001	-2,0	1,0

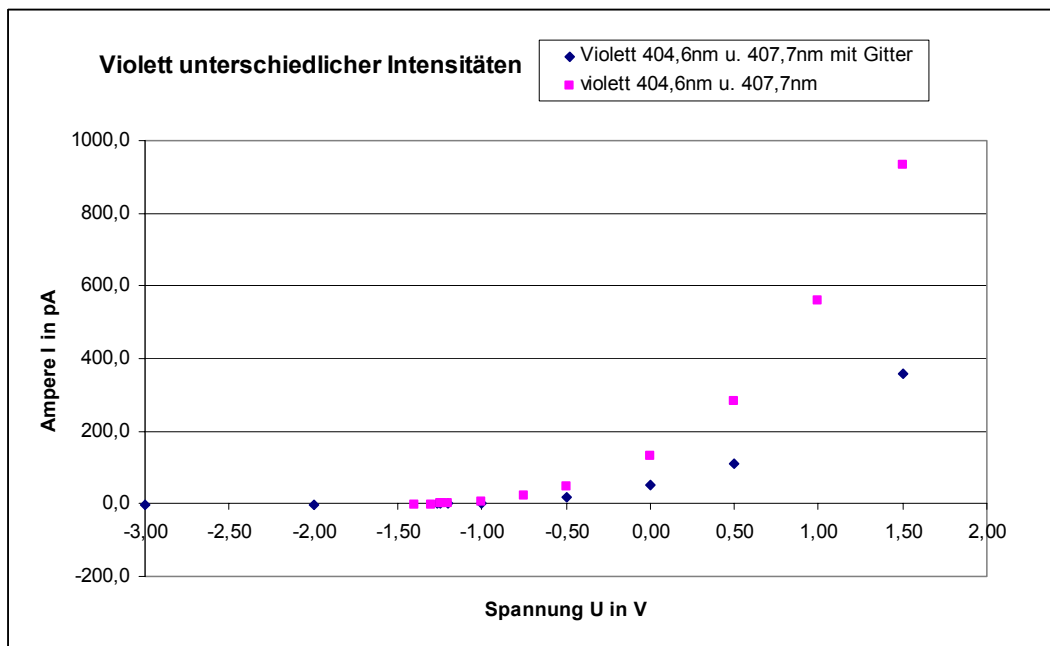
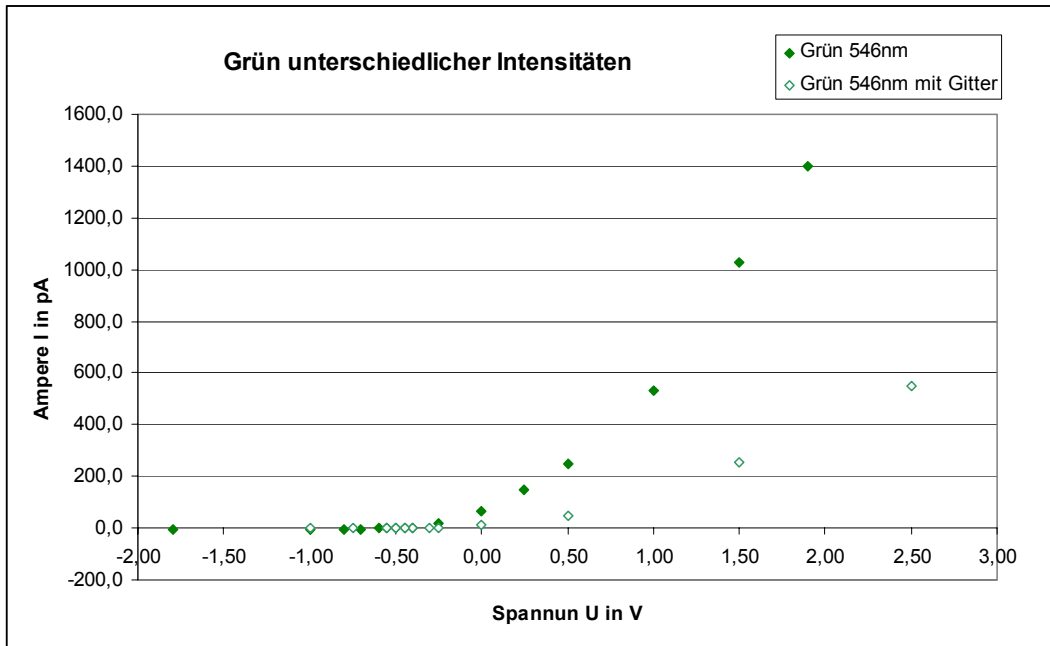


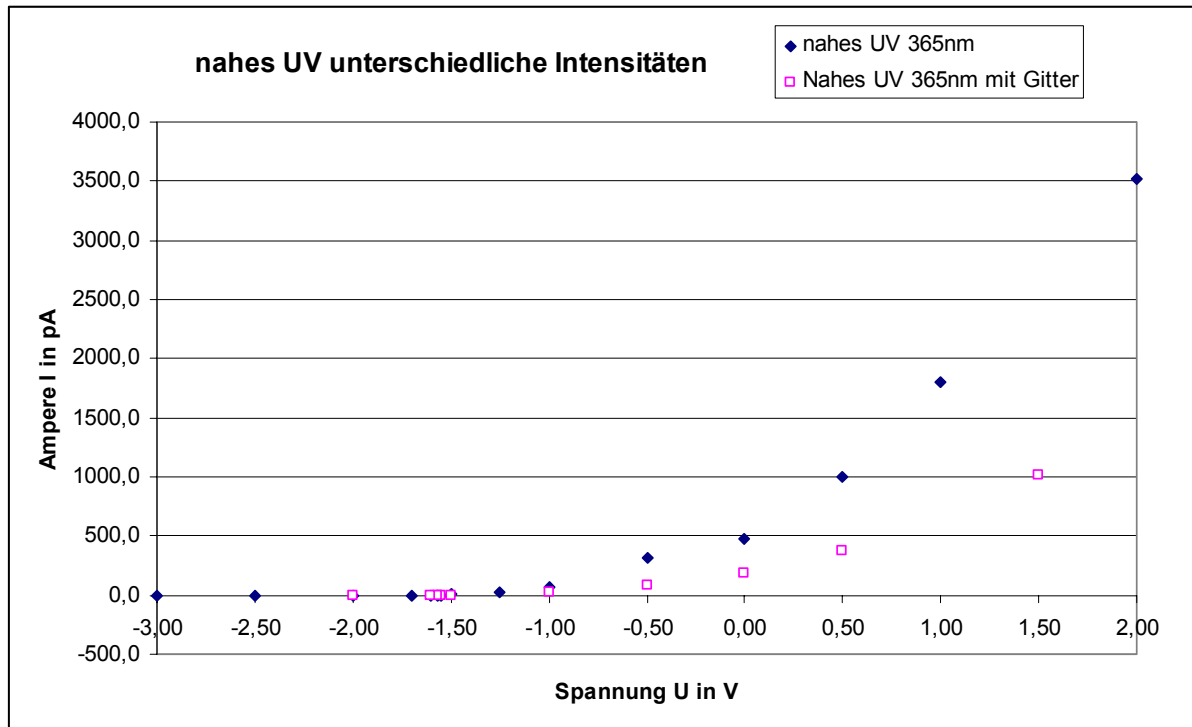
Wellenlänge
grün 546nm U_g $-0,55$ f $5,50E+14$
mit Gitter

Spannung in V	Sp. Fehler	Photostrom in pA	A. Fehler
2,50	0,001	550,0	10,0
1,50	0,001	255,0	20,0
0,50	0,001	45,0	10,0
0,00	0,001	10,5	5,0
-0,25	0,001	3,5	1,0
-0,30	0,001	2,0	1,0
-0,40	0,001	1,0	0,5
-0,45	0,001	0,5	0,5
-0,50	0,001	0,3	0,1
-0,55	0,001	0,0	0,1
-0,75	0,001	-0,6	0,1
-1,00	0,001	-1,0	0,1
-3,00	0,001	-1,7	0,5



Vergleich gleicher Spektrallinien mit unterschiedlicher Intensität:





	Wellenlänge	Intensität	U_g in V	f in Hz
Gelb	576,9nm u. 579nm	ohne Gitter	-0,35	5,20E+14
Grün	546nm	mit Gitter	-0,55	5,50E+14
Grün	546nm	ohne Gitter	-0,47	5,50E+14
Türkis	491,6nm	ohne Gitter	-0,75	6,10E+14
Blau	435,8nm	ohne Gitter	-1,04	6,88E+14
Violett	404,6nm u. 407,7nm	mit Gitter	-1,26	7,42E+14
Violett	404,6nm u. 407,7nm	ohne Gitter	-1,24	7,42E+14
nahes UV	365nm	mit Gitter	-1,57	8,22E+14
nahes UV	365nm	ohne Gitter	-1,57	8,22E+14

Vergleicht man den Photostrom einer Spektrallinie mit und ohne Intensitätsabschwächung, so stellt man fest, dass bei höherer Intensität der Photostrom höher ist. Dennoch besitzt die Spektrallinie annähernd die gleiche Gegenspannung U_g um die kinetische Energie der Elektronen zu kompensieren.

Widersprüche zur klassischen Theorie:

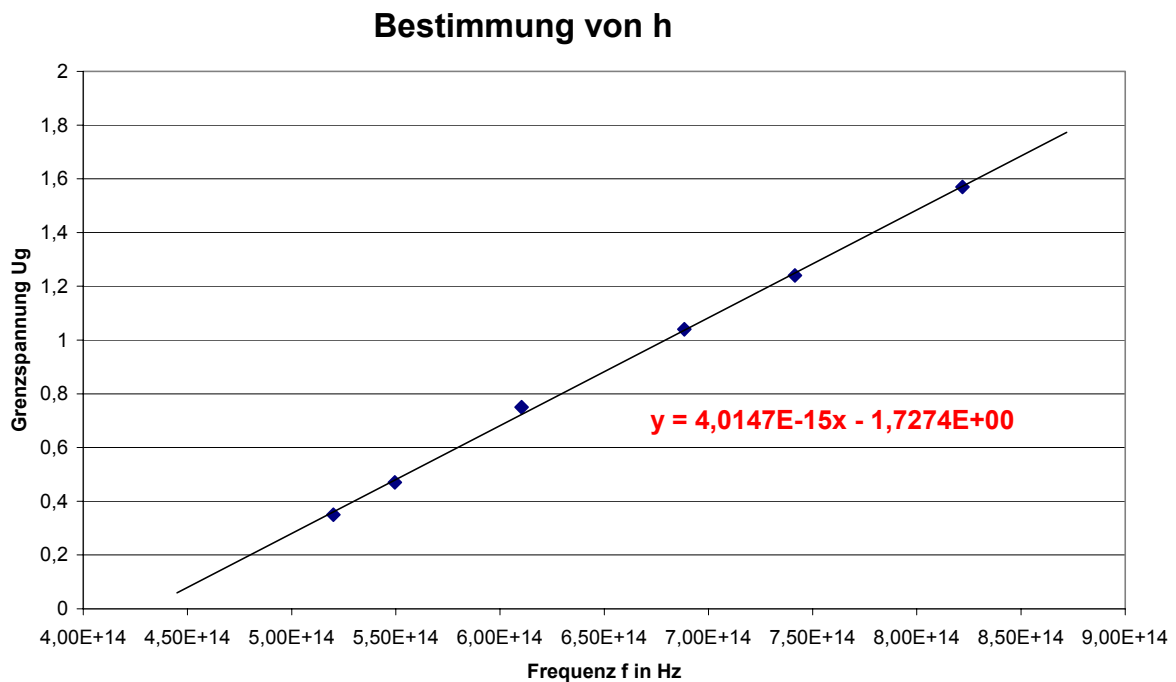
Die kinetische Energie der Elektronen müsste sich bei Beleuchtung mit intensiverem Licht erhöhen, was nicht beobachtet wird. Beleuchtet man die Photokathode mit höherer Intensität, erhöht sich zwar der Photostrom (also die Anzahl der Elektronen, die pro Zeiteinheit die Photokathode erreichen), jedoch nicht deren Energie. Für beide Beleuchtungsintensitäten verschwindet der Strom bei derselben Gegenspannung.

Der Photoeffekt müsste bei genügend hoher Intensität bei jeder Frequenz des eingestrahlt Lichts beobachtbar sein. Auch dieser Effekt kann nicht beobachtet werden. Beleuchtet man die Photokathode mit Licht unterschiedlicher Frequenzen, so stellt man fest, dass die Energie der Elektronen mit steigender Lichtfrequenz zunimmt, eine größere Gegenspannung ist nötig um die Elektronen daran zu hindern auf die Kathode zu gelangen.

- **Die kinetische Energie der Fotoelektronen ist unabhängig von der Lichtintensität, jedoch abhängig von der Lichtfrequenz.**
- **Die Energie ist bei der Lichtausbreitung nicht kontinuierlich über den Raum verteilt, sondern auf eine endliche Zahl von Energieportionen (Quanten, Photonen) konzentriert, die sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegen.**
- **Intensiveres Licht bedeutet nicht höhere Quantenenergie, sondern höhere Quantenzahl.**

6. Bestimmung des Planckschen - Wirkumsquantum

Wie in den **Technischen Grundlagen** bereits eingeführt, soll nun das Plancksche Wirkumsquantum ermittelt werden. Hierzu wurden alle ermittelten Grenzspannungen U_g gegen ihre entsprechenden Frequenzen f dargestellt. Mit Excel wurde eine lineare Trendlinie hinzugefügt und die Formel ausgegeben.



Für h ergibt sich folgender Wert:

$$h = e \cdot \tan(\alpha) = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 4,0147 \cdot 10^{-15} \frac{\text{V}}{\text{Hz}} = 6,4324 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

Der wahre Wert für h beträgt laut Tipler:

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

Des Weiteren lässt sich aus der linearen Annäherung die Austrittsarbeit der Photokathode bestimmen.

Sie beträgt: **1,73 eV**

Verglichen mit den Daten der Photokathoden aus Alkali-antimoniden im Taschenbuch der Physik, handelt es sich in unserem Versuch um eine Cs₃Sb bzw. Cs₃Sb auf MgO Photokathode mit einer Austrittsarbeit von 1,6 eV und einer Quantenausbeute von 15-20%.

7. Fehlerrechnung

Wenn wir davon ausgehen, dass e fehlerfrei bekannt ist, unsere Gegenspannungen U_g auf $\Delta 1\text{mV}$ und die Wellenlängen mit einem Fehler von $\Delta 1\text{nm}$ genau eingestellt werden konnten, ergibt sich ausgehend von folgender Formel:

$$h = \frac{e}{f_2 - f_1} \cdot (U_{g2} - U_{g1}) \quad \text{mit } f = \frac{c}{\lambda}$$

Einen Fehler von h , Δh als:

$$\Delta h = \sqrt{\left(\frac{e}{\frac{c}{\lambda_2} - \frac{c}{\lambda_1}} \cdot \Delta U_{g2} \right)^2 + \left(\frac{-e}{\frac{c}{\lambda_2} - \frac{c}{\lambda_1}} \cdot \Delta U_{g1} \right)^2 + \left(\frac{e \cdot \lambda_1^2 \cdot (U_{g2} - U_{g1})}{c \cdot (\lambda_1 - \lambda_2)^2} \cdot \Delta \lambda_1 \right)^2 + \left(\frac{e \cdot \lambda_2^2 \cdot (U_{g2} - U_{g1})}{c \cdot (\lambda_1 - \lambda_2)^2} \cdot \Delta \lambda_2 \right)^2}$$

$$\Delta h = 2,34 \cdot 10^{-35} \quad \text{bei Violett und UV}$$

Setzen wir die Werte von Violett und UV ein, so stellen wir fest, dass Δh für diesen Fall $2,34 \cdot 10^{-35}$ Js beträgt. Der Fehler liegt, verglichen mit dem realen Wert von h , in der Messtoleranz unserer Versuchsanordnung. Wird eine exakte Wellenlängeneinstellung am Monochromator angenommen, ergibt sich ein Fehler von nur $2,832 \cdot 10^{-36}$ Js. Er ist erheblich kleiner als die tatsächliche Abweichung. Die Hauptfehlerquellen liegen also hauptsächlich an den nicht exakt eingestellten Wellenlängen am Monochromator.

8. Diskussion

- Aufgrund der stark abfallenden Batterie zur Erzeugung der Gegenspannung konnte die obere Sättigung des Photostroms (alle Photoelektronen werden zur Anode hingezogen) nicht ermittelt werden. Dies wurde leider erst in der Mitte des Versuchs festgestellt. → Anschließend wurde eine gewöhnliche Spannungsquelle verwendet. In folge davon können wir den Anoden-Kathoden-Strom nicht bestimmen. Dieser Strom verschiebt unser U_g etwas näher zur Mitte, da sich die Ströme gegeneinander ausgleichen, bei U_g deswegen noch ein geringer positiver Kathoden-Anoden-Strom besteht.
- Nicht nur die gewünschte Wellenlänge: zum einen, war unsere Abdeckung nicht perfekt, da die Plane min. 1 Riß hatte. Des Weiteren hatten wir beim Einstellen des Öfteren den Eindruck, dass wir einen kleinen violetten Anteil hatten, auch wenn wir eine andere Farbe eingestellt haben. Beides kann dazu führen, daß wir Photonen mit höherer Energie (d. h. kürzerer Wellenlänge) mit der Messapparatur aufgenommen haben. Dies würde bei U_g zu einem größeren negativen Wert führen. Theoretisch hätten wir gesagt, daß bei dem Steigungsdreieck von UV nach Violett dieser Fehler am geringsten ist, da die fremde Photonen eher mit der gleichen Energie oder einer geringeren auf die Photokathode treffen. Unsere Formel nur auf diese zwei Wellenlänge angewendet, bringt allerdings ein schlechteres Ergebnis von $6,409 \cdot 10^{-34}$ Js. Mit einem Glasfilter hätte dieser Effekt verringert werden können.
- Eingestellte Wellenlänge: der Monochromator hatte eine Digitalanzeige für die Wellenlänge, es steht in der Versuchsbeschreibung die Empfehlung, den Monochromator von Hand nachzujustieren, so dass man die maximale Intensität an der Photokathode erreicht. Die von uns verwendeten Wellenlängen//Frequenzen stammen aus unserer Versuchsanleitung, diese Werte sollten eigentlich stimmen.
- Fremdatome: da es keine absolute Reinheit gibt, hatten wir auch eine unreine Photokathode. Die Austrittsarbeit ist eine Materialkonstante, d. h. es ist durchaus möglich, daß wir Photoelektronen mit einer größeren kinetischen Energie bekommen, wodurch U_g negativer wird.
- Innere Elektronen: Es ist möglich, dass die Atome auf der Photokathode mehrfach ionisiert werden, oder an Stelle der äußeren, ein näher am Atomkern gelegenes Elektronen herausgeschossen wird. In beiden Fällen ist die Austrittsarbeit höher, weswegen diese Elektronen bei der Bestimmung von U_g keine Rolle spielen.