

Nr. 27

Zeeman-Effekt

Sara Krieg
sara.krieg@udo.edu

Marek Karzel
marek.karzel@udo.edu

Durchführung: 22.02.2021

Abgabe: 22.02.2021

Inhaltsverzeichnis

1	Theorie	3
1.1	Versuchsziel	3
1.2	Elektrondrehimpulse und daran gekoppelte magnetische Momente	3
1.3	Verschiedene Drehimpulskopplungen	3
1.3.1	jj-Kopplung	3
1.3.2	LS-Kopplung	3
1.4	Zeeman-Aufspaltung im Magnetfeld	4
1.5	Auswahlregeln	5
1.6	Normaler Zeeman-Effekt	5
1.7	Anormaler Zeeman-Effekt	6
2	Durchführung	7
3	Vorbereitungsaufgaben	8
3.1	Dispersionsgebiet und Auflösungsvermögen der Lummer-Gehrcke-Platte .	8
3.2	Termschemata zu den Spektrallinien	8
4	Auswertung	9
4.1	Eichung des Magnetfeldes	9
4.2	Untersuchung der roten Spektrallinie	10
4.3	Untersuchung von sigma-polarisiertem Licht der blauen Cadmium-Linie .	13
4.4	Untersuchung von pi-polarisiertem Licht der blauen Cadmium-Linie . . .	15
5	Diskussion	17

1 Theorie

1.1 Versuchsziel

Ziel des Versuches ist es, die Zeeman-Aufspaltung und Polarisation atomarer Spektrallinien unter Einfluss eines äußeren Magnetfeldes zu untersuchen. Die Größe und Vielfalt der Aufspaltung werden für rote und blaue Cd-Spektrallinien der zugehörigen optischen Übergänge analysiert.

1.2 Elektrondrehimpulse und daran gekoppelte magnetische Momente

Atomare Hüllenelektronen besitzen einen Bahndrehimpuls \vec{l} und Spin \vec{s} mit den zugehörigen Beträgen

$$|\vec{l}| = \hbar \sqrt{l(l+1)} \quad |\vec{s}| = \hbar \sqrt{s(s+1)} \quad (1)$$

und Quantenzahlen l und $s = 1/2$. l kann dabei abhängig von der Hauptquantenzahl n , welche das Energieniveau der Elektronen angibt, ganzzahlige Werte zwischen 0 und $n-1$ annehmen. Über die Spin-Bahn-Kopplung können den Drehbewegungen der Elektronen die magnetischen Momente

$$\vec{\mu}_l = -\frac{\mu_B}{\hbar} \cdot \vec{l}, \quad |\vec{\mu}_l| = -\mu_B \sqrt{l(l+1)} \quad (2)$$

$$\vec{\mu}_s = -g_s \frac{\mu_B}{\hbar} \cdot \vec{s}, \quad |\vec{\mu}_s| = -g_s \mu_B \sqrt{s(s+1)} \quad (3)$$

mit dem Bohrschen Magneton $\mu_B = -\frac{e_0 \hbar}{2m_0}$ zugeordnet werden. Der Landé-Faktor $g_s \approx 2$ beschreibt die magnetomechanische Anomalie des Elektrons.

1.3 Verschiedene Drehimpulskopplungen

1.3.1 jj-Kopplung

Die jj-Kopplung dominiert in schweren Atomen hoher Ordnungszahl. Bahndrehimpulse \vec{l}_i und Spin \vec{s}_i der einzelnen Elektronen wechselwirken jeweils miteinander und ergeben die Gesamtdrehimpulse $\vec{j}_i = \vec{l}_i + \vec{s}_i$. Diese wechselwirken mit jenen anderer Elektronen und summieren sich zu einem Gesamtdrehimpuls der Elektronenhülle

$$\vec{J} = \sum_i \vec{j}_i. \quad (4)$$

1.3.2 LS-Kopplung

Die LS-Kopplung hingegen dominiert in leichten Atomen niedriger Ordnungszahl und ist daher von größerer Bedeutung für diesen Versuch. In der Elektronenhülle wechselwirken im Gegensatz zur jj-Kopplung jeweils die Bahndrehimpulse \vec{l}_i der Elektronen stärker untereinander und das gleiche gilt auch für die Spins \vec{s}_i . Danach ergeben sich der Bahndrehimpuls \vec{L} und der Spin \vec{S} der gesamten Elektronenhülle als Summen der Einzelmomente zu

$$\vec{L} = \sum_i \vec{l}_i, \quad |\vec{L}| = \hbar \sqrt{L(L+1)} \quad (5)$$

$$\vec{S} = \sum_i \vec{s}_i, \quad |\vec{S}| = \hbar \sqrt{S(S+1)} \quad (6)$$

mit der ganzzahligen Quantenzahlen L und S , wobei S auch halbzahlige sein kann. An \vec{L} und \vec{S} koppeln die magnetischen Momente

$$|\vec{\mu}_L| = \mu_B \sqrt{L(L+1)}, \quad |\vec{\mu}_S| = g_S \mu_B \sqrt{S(S+1)}. \quad (7)$$

Der Gesamtdrehimpuls der Elektronenhülle ergibt sich schließlich zu

$$\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}, \quad |\vec{J}| = \hbar \sqrt{J(J+1)}. \quad (8)$$

Die Quantenzahl J ist abhängig von S ganz- oder halbzahlige. Dem Gesamtdrehimpuls wird das magnetische Moment

$$\vec{\mu}_J = \vec{\mu}_L + \vec{\mu}_S, \quad |\vec{\mu}_J| = g_J \mu_B \sqrt{J(J+1)} \quad (9)$$

zugeordnet. Allerdings stimmen die Richtungen von \vec{J} und $\vec{\mu}_J$ meist nicht überein und nur die zu μ_J parallele \vec{J} -Komponente wird berücksichtigt - mit dem zugehörigen Landé-Faktor

$$g_J = \frac{3J(J+1) + S(S+1) - L(L+1)}{2J(J+1)}. \quad (10)$$

1.4 Zeeman-Aufspaltung im Magnetfeld

Im äußeren Magnetfeld \vec{B} ist eine Richtungsquantisierung des magnetischen Moments μ_J zu beobachten, welche durch die ganzzahlige magnetische Quantenzahl m beschrieben wird. Die Komponente $\mu_{J,z}$ ist dabei ein Vielfaches des Bohrschen Magnetons mit

$$\mu_{J,z} = -m g_J \mu_B, \quad \text{mit } m = -J, -J+1, \dots, 0, \dots, J-1, J. \quad (11)$$

Im Magnetfeld \vec{B} erhält $\vec{\mu}_J$ abhängig von seiner Orientierung zu \vec{B} die zusätzliche Energie

$$E_{\text{magn}} = -\vec{\mu}_J \cdot \vec{B} = m g_J \mu_B |\vec{B}|. \quad (12)$$

Für verschiedene Orientierungen spalten sich die Energieniveaus eines Atoms jeweils in $2J+1$ äquidistante Unterniveaus auf. Daraus resultiert eine Aufspaltung der möglichen Übergänge zwischen den verschiedenen atomaren Energiezuständen und deren zugehörigen Spektrallinien, was als Zeeman-Effekt bezeichnet wird.

1.5 Auswahlregeln

Optische Übergänge zwischen verschiedenen Zeeman-Linien der angeregten Zustände und Grundzustände gehen unter der Beachtung der Auswahlregeln des elektrischen Dipolübergangs mit einer Änderung der magnetischen Orientierungsquantenzahl um $\Delta m = 0$ oder ± 1 einher. Für die Fälle $\Delta m = \pm 1$ werden linkszirkular σ^+ - oder rechtszirkular σ^- -polarisierte Photonen emittiert, welche eine Drehimpulsänderung des Atoms mit Abführung ihres eigenen Drehimpulses ausgleichen, sodass der Gesamtdrehimpuls erhalten bleibt. Andernfalls wird linear π -polarisiertes Licht emittiert, welches keine Drehimpulsänderung überträgt.

1.6 Normaler Zeeman-Effekt

Der normale Zeeman-Effekt liegt vor, wenn der Gesamtspin der Hüllenelektronen $S = 0$ beträgt und somit der Landé-Faktor für spinlose Zustände immer $g_J = 1$ beträgt. Es ergibt sich nach Gleichung (12) die Zeeman-Verschiebung der Niveaus um

$$\Delta E = m\mu_B |\vec{B}|. \quad (13)$$

Die daraus resultierende Zeeman-Aufspaltung ist in Abbildung 1 dargestellt. Die optischen Übergänge sind nach ihrer Lichtpolarisation zur Magnetfeldachse geordnet.

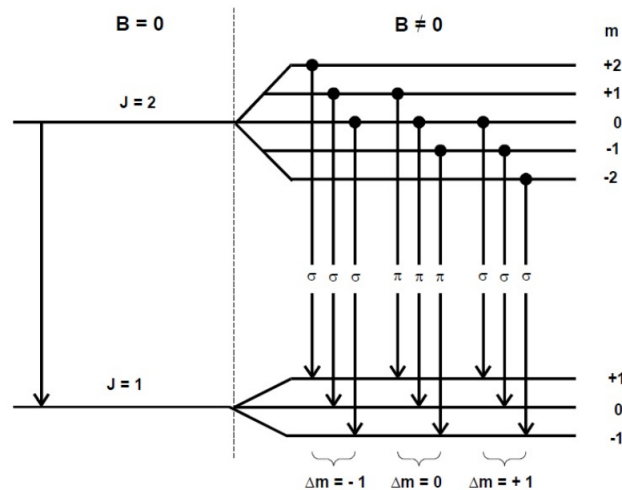


Abbildung 1: Schema des normalen Zeeman-Effekts [1].

Die Spektrallinien sind abhängig von ihrer Polarisation und vom Beobachtungswinkel unterschiedlich wahrnehmbar. In \vec{B} -Richtung bzw. longitudinaler Richtung ist das linear π -polarisierte Spektrallicht nicht zu erkennen, jedoch kann die Händigkeit des zirkular σ^+/σ^- -polarisierten Lichtes unterschieden werden. In transversaler Richtung, senkrecht zu \vec{B} ist das π -polarisierte Licht zu sehen, allerdings erscheint zirkular polarisiertes Licht ebenfalls linear polarisiert. Dieser Sachverhalt ist auch in Abbildung 2 dargestellt. Ohne angelegtes Magnetfeld wird nur π -polarisiertes Licht beobachtet.

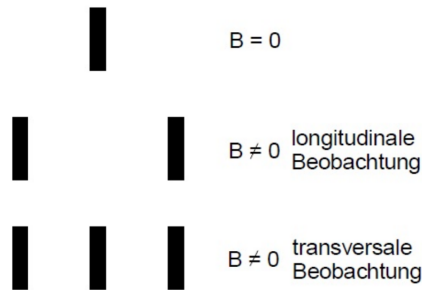


Abbildung 2: Aufspaltungsbilder abhängig vom Beobachtungswinkel [1].

1.7 Anormaler Zeeman-Effekt

Der anormale Zeeman-Effekt berücksichtigt Zustände, deren Gesamtspin der Elektronenhülle nicht verschwindet: $S \neq 0$. Es finden dieselben optischen Auswahlregel des normalen Zeeman-Effektes Anwendung. Anders als beim normalen Zeeman-Effekt ist die Aufspaltung zwischen den Unterniveaus vom Spin abhängig, da der Landé-Faktor auch andere Werte als $g_J = 1$ annimmt. Die Energieverschiebung bei Übergängen ergibt sich demnach zu

$$E = (m_1 g(L_1, S_1, J_1) - m_2 g(L_2, S_2, J_2)) \mu_B |\vec{B}| + E_0 \quad (14)$$

mit der Energie E_0 ohne eingeschaltetes Magnetfeld und den Landé-Faktoren und magnetischen Ordnungszahlen m_i der beiden Übergangsniveaus. Ein beispielhaftes Termschema des anormalen Zeeman-Effektes ist in Abbildung 3 dargestellt.

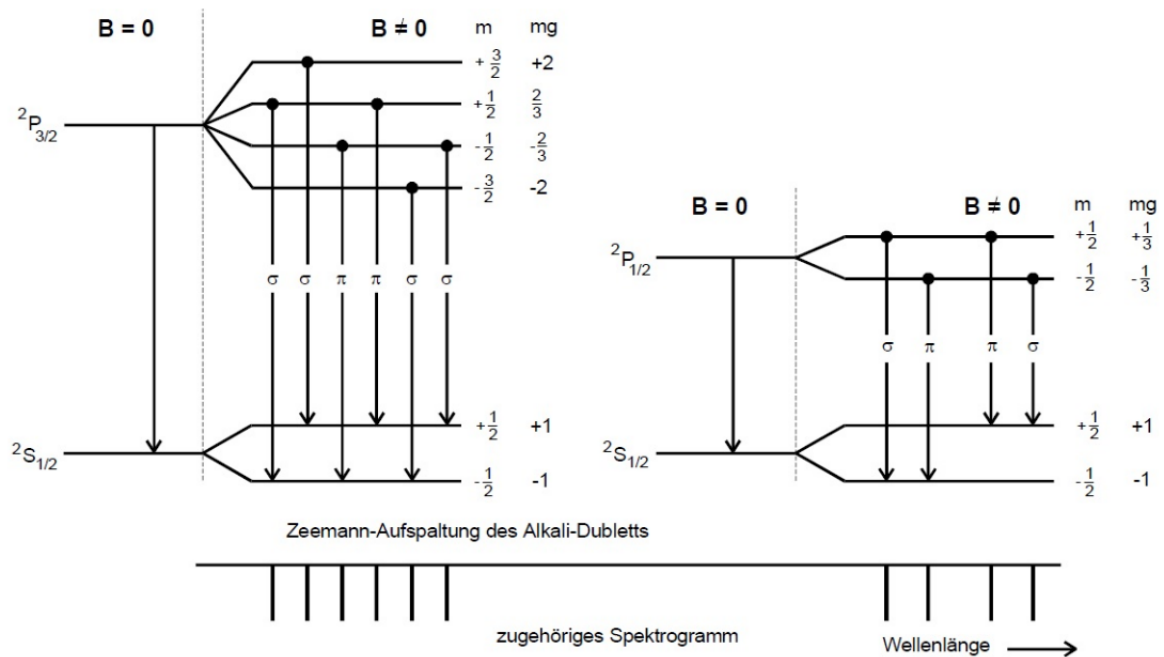


Abbildung 3: Schema des anormalen Zeeman-Effekts [1].

2 Durchführung

Der Versuchsaufbau ist in Abbildung 4 schematisch dargestellt. Eine Cadmium-Spektrallampe ist dem äußeren magnetischen Feld des Elektromagneten ausgesetzt. Der restliche optische Aufbau dient zur Analyse ihres Lichtes. Der Strahl wird senkrecht zur Magnetfeldrichtung kollimiert und trifft auf ein Geradsichtprisma, welches das Spektrum räumlich nach den Wellenlängen auflöst. Über den zweiten Spalt kann eine Spektrallinie ausgewählt werden und der Polarisationsfilter filtert eine zu untersuchende Polarisation dieser Linie heraus.

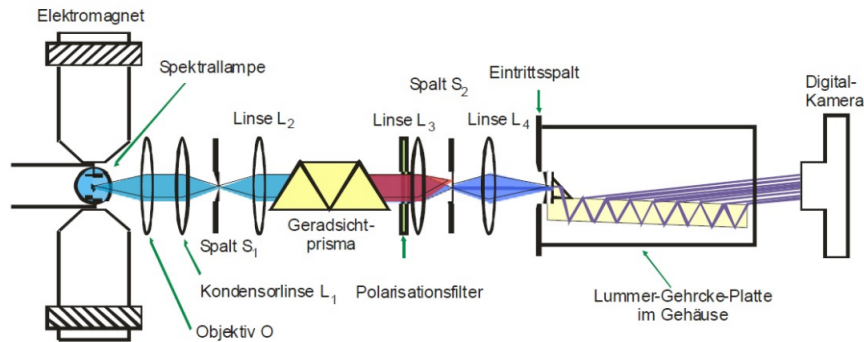


Abbildung 4: Versuchsaufbau der Messung [1].

Für Cadmium sind im wesentlichen zwei Spektrallinien zu beobachten - eine rote und eine blaue. Anhand der roten Linie soll der normale Zeeman-Effekt und anhand der blauen der anormale Zeeman-Effekt untersucht werden.

Die Wellenlängen λ der einzelnen Spektrallinien können mithilfe der Lummer-Gehrcke-Platte bestimmt werden, indem ihr Interferenzverhalten verschiedener teilreflektierter Strahlen analysiert wird. Konstruktive Interferenz tritt auf, sobald die Bragg-Bedingung

$$2 \cdot d \cdot \cos(\beta) = n \cdot \lambda, \quad n = \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} \quad (15)$$

mit der Plattendicke d und dem Brechungsindex n erfüllt ist. Mit eingeschaltetem Magnetfeld verschieben sich die Wellenlängen der optischen Übergänge um $\partial\lambda$ und daraus resultierend die Interferenzmaxima um ∂s . Die maximale Differenz, die zwischen den Wellenlängen zweier Strahlen bestehen darf, ohne dass sie sich überlagern sollen, ist definiert als Dispersionsgebiet

$$\Delta\lambda_D = \frac{\lambda^2}{2d} \sqrt{\frac{1}{n^2 - 1}}. \quad (16)$$

Das Auflösungsvermögen der Platte lässt sich dann als

$$A = \frac{\lambda}{\Delta\lambda_D} = \frac{L}{\lambda} (n^2 - 1) \quad (17)$$

bestimmen, wobei L die Plattenlänge angibt. Zur Eichung des Elektromagneten wird die Hysterese des Magnetfeldes \vec{B} in Abhängigkeit des Feldstromes I gemessen. Schließlich werden zur Bestimmung der Zeeman-Aufspaltung der Wellenlängen die Interferenzbilder beider Spektrallinien mithilfe einer Digitalkamera für die verschiedenen gefilterten Polarisationen aufgenommen. Damit ist auch eine Berechnung der Landé-Faktoren möglich.

3 Vorbereitungsaufgaben

3.1 Dispersionsgebiet und Auflösungsvermögen der Lummer-Gehrcke-Platte

Nach den Gleichungen (16) und (17) lassen sich mithilfe der Angaben $L = 0,12 \text{ m}$, $d = 4 \text{ mm}$, $n_{\text{rot}} = 1,4567$ $n_{\text{blau}} = 1,4635$ die Dispersionsgebiete und Auflösungsvermögen der beiden Spektrallinien berechnen zu

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{rot}} &= 643,8 \text{ nm} : & \Delta\lambda_{\text{D,rot}} &= 48,91 \text{ pm} , & A_{\text{rot}} &= 208\,749 , \\ \lambda_{\text{blau}} &= 480 \text{ nm} : & \Delta\lambda_{\text{D,blau}} &= 27,0 \text{ pm} , & A_{\text{blau}} &= 285\,458 . \end{aligned}$$

3.2 Termschemata zu den Spektrallinien

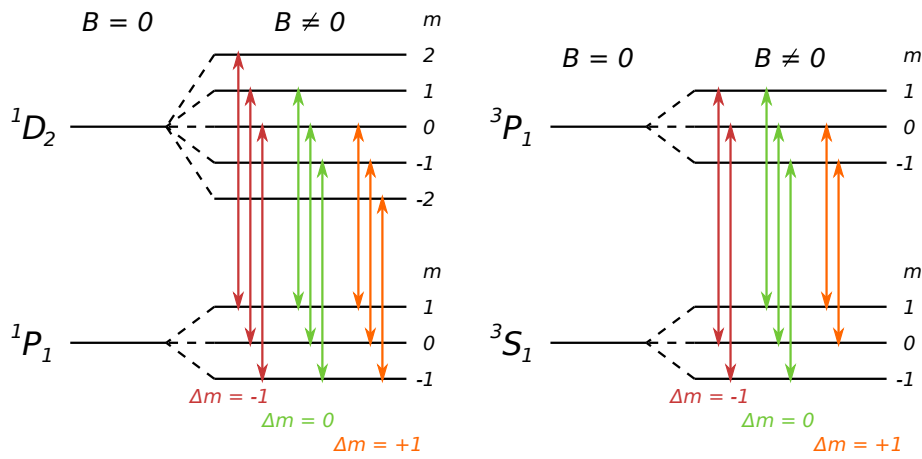


Abbildung 5: Die Termschemata der möglichen optischen Übergänge.

Die beiden Cadmium-Spektrallinien entsprechen Übergängen zwischen Zuständen verschiedener Elektronenkonfigurationen. Dabei entspricht die rote Linie den Übergängen $^1P_1 \leftrightarrow ^3S_1$ und die blaue den Übergängen $^3S_1 \leftrightarrow ^3P_1$.

Die zugehörigen Quantenzahlen und daraus nach Gleichung (10) berechneten Landé-Faktoren g_J der verschiedenen Zustände sind in Tabelle 1 aufgezeigt. Die Aufspaltungen der Zeeman-Linien $\Delta E = g_{kl}\mu_B|\vec{B}|$ können nach Gleichung (14) und mit der Kurzschreibweise $g_{kl} = m_k g_k - m_l g_l$ bestimmt werden und sind für ausgewählte Niveaus in Tabelle 2 aufgelistet. Schließlich sind die Termschemata der beiden Spektrallinien in Abbildung 5 dargestellt.

Tabelle 1: Quantenzahlen und Landé-Faktoren der Zustände.

Zustand	L	S	J	g_J
1P_1	1	0	1	1
1D_2	2	0	2	1
3S_1	0	1	1	2
3P_1	1	1	1	$3/2$

Tabelle 2: Energieniveauunterschiede für ausgeählte Anfangsniveaus mit m_1 und optische Übergänge mit Δm .

	$\Delta m = -1$	$\Delta m = 0$	$\Delta m = +1$
rot	$-\mu_B B$	0	$\mu_B B$
blau, $m_1 = +1$	$3/2\mu_B B$	$-1/2\mu_B B$	-
blau, $m_1 = 0$	$2\mu_B B$	0	$-2\mu_B B$
blau, $m_1 = -1$	-	$1/2\mu_B B$	$-3/2\mu_B B$

4 Auswertung

4.1 Eichung des Magnetfeldes

Zunächst wird eine Eichung des Magnetfeldes vorgenommen. Zu diesem Zweck werden die Stromstärken zwischen 0 bis 5 Ampere eingestellt und das entstehende Magnetfeld mittels einer Hallsonde gemessen. Die aufgenommenen Messwerte sind in Tabelle — zu sehen.

Tabelle 3: Messwerte für die Eichung des Magnetfeldes.

I / A	B / mT
0	0
0,51	45
1,01	90
1,53	139
2,00	182
2,52	231
3,02	276
3,50	318
4,03	363
4,51	402
4,99	435

Diese Messwerte sind in Abbildung 6 graphisch dargestellt. Dabei wird eine linear Regression mit

$$B(I) = a \cdot I + b$$

durchgeführt. Die Parameter ergeben sich dabei zu

$$a = (88,68 \pm 0,93) \frac{\text{mT}}{\text{A}},$$

$$b = (2,88 \pm 2,77) \text{ mT}.$$

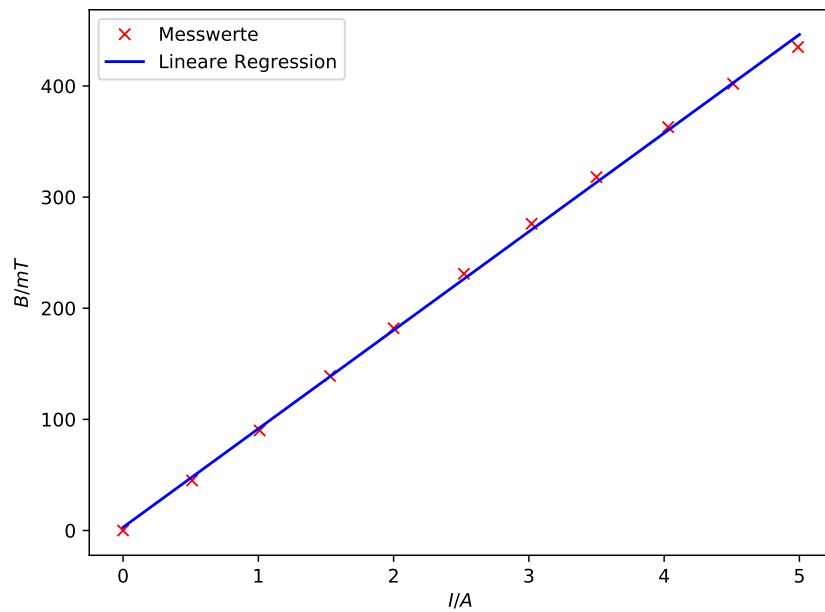


Abbildung 6: Lineare Regression des Magnetfeldes B in Abhängigkeit der angelegten Stromstärke I .

4.2 Untersuchung der roten Spektrallinie

Um den Lande-Faktor des linear polarisierten Lichtes der roten Cadmium-Linie zu bestimmen wird das Interferenzmuster aufgenommen. Dieses ist in Abbildung 7 zu sehen. Die Spule wird dabei mit 5 A betrieben. Die eingezeichneten gelben Punkte 1 bis 8 werden zur Bestimmung der Abstände zwischen den Linien ohne Magnetfeld verwendet. Ihre Positionswerte sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4: Messwerte zur Abstandsbestimmung der roten Cadmium-Linie ohne Magnetfeld.

Punkt	x / px
1	1574
2	1706
3	1846
4	1990
5	2142
6	2300
7	2474
8	2652

Daraus ergibt sich

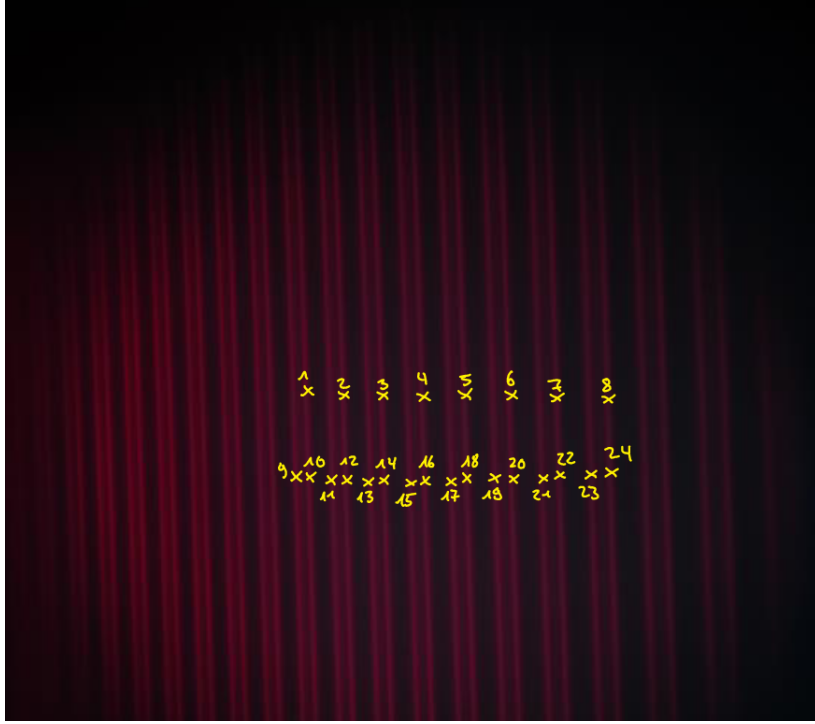


Abbildung 7: Interferenzmuster der roten Cadmium-Linie mit eingeschaltetem Magnetfeld.

$$\Delta s_{\text{rot}} = 154,0 \pm 15,9 \quad \text{px.}$$

Zur Bestimmung der Linienauftrennung durch das Magnetfeld werden die Punkte 9 bis 24 genutzt. Die Messwerte ihrer Position befinden sich in Tabelle 5.

Tabelle 5: Messwerte zur Abstandsbestimmung der roten Cadmium-Linie mit Magnetfeld.

Punkt	x / px
9	1536
10	1582
11	1664
12	1716
13	1804
14	1854
15	1946
16	1998
17	2094
18	2146
19	2248
20	2306
21	2412
22	2476
23	2588
24	2658

Mit diesen Messdaten folgt

$$\delta s_{\text{rot}} = 55,5 \pm 7,5 \quad \text{px.}$$

Werden diese Werte in

$$\delta\lambda = \frac{\delta s}{\Delta s} \frac{\Delta\lambda}{2}$$

eingesetzt, ergibt sich

$$\delta\lambda = (8,8 \pm 1,5) \text{ pm.}$$

Nun kann mittels

$$g = \frac{hc \cdot \delta\lambda}{\lambda^2 \mu_B B} \tag{18}$$

der Lande-Faktor zu

$$g = 1,04 \pm 0,18$$

bestimmt werden.

4.3 Untersuchung von sigma-polarisiertem Licht der blauen Cadmium-Linie

Zunächst werden erneut die Abstände der Interferenzlinien der blauen Cadmium-Linie ohne Magnetfeld bestimmt. Das aufgenommene Interferenzbild ist in Abbildung 8 zu sehen.

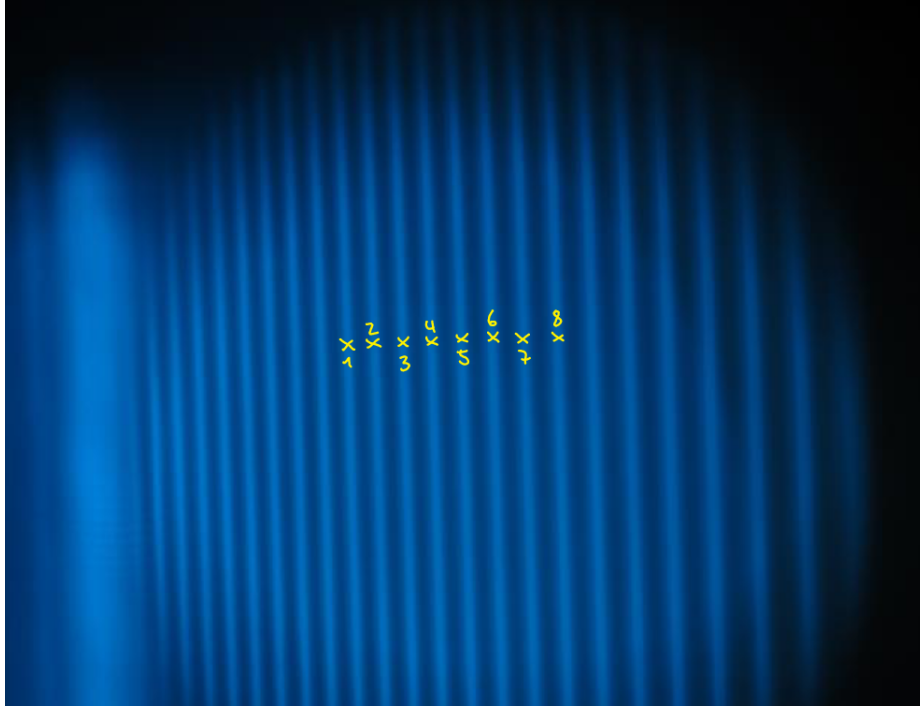


Abbildung 8: Interferenzmuster der blauen Cadmium-Linie ohne Magnetfeld.

Die Positionen der Punkte sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6: Messwerte zur Abstandsbestimmung der roten Cadmium-Linie ohne Magnetfeld.

Punkt	x / px
1	1510
2	1606
3	1706
4	1810
5	1914
6	2024
7	2140
8	2260

Damit ergibt sich

$$\Delta s_{\text{blau}} = 107,14 \pm 7,99 \text{ px.}$$

Nun wird ein Magnetfeld von $B = 318 \text{ mT}$ angelegt und das Interferenzbild fotografiert. Dieses ist in Abbildung 9 zu sehen.

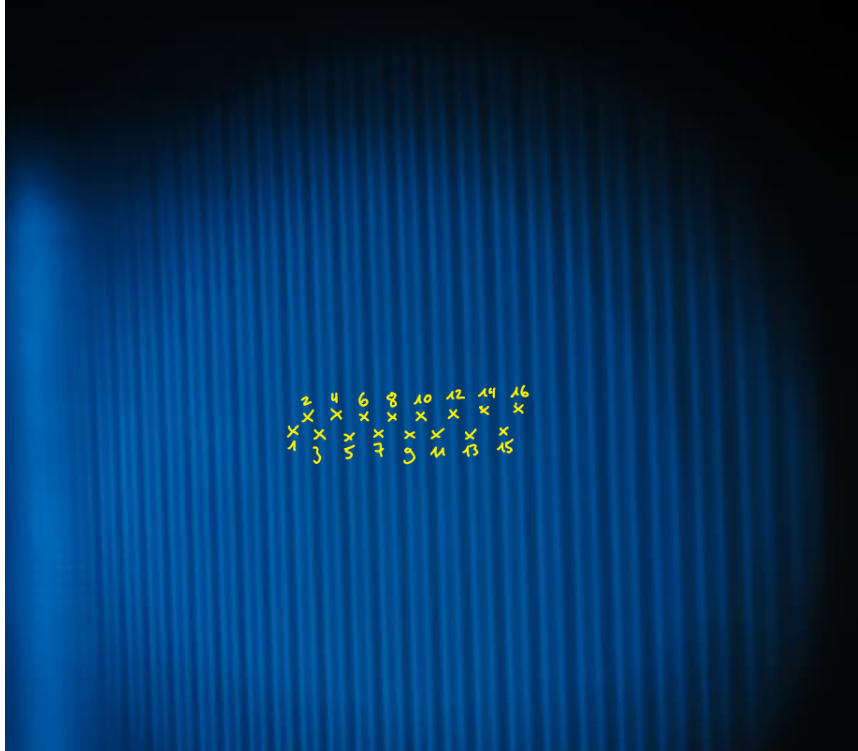


Abbildung 9: Interferenzmuster der blauen Cadmium-Linie mit Magnetfeld.

Die Positionen der Punkte ergeben sich zu den Messwerten in Tabelle 7.

Tabelle 7: Messwerte zur Abstandsbestimmung der roten Cadmium-Linie mit Magnetfeld.

Punkt	x / px
1	1488
2	1538
3	1588
4	1636
5	1690
6	1736
7	1792
8	1840
9	1896
10	1950
11	2004
12	2060
13	2122
14	2172
15	2242
16	2294

Mit diesen Werten folgt

$$\delta s_{\text{blau}} = 50,50 \pm 3,12 \text{ px.}$$

Damit lässt sich erneut $\delta\lambda$ folgern zu

$$\delta\lambda = (6,4 \pm 0,6) \text{ pm}$$

und damit der Lande-Faktor bestimmen zu

$$g = 1,85 \pm 0,18.$$

4.4 Untersuchung von pi-polarisiertem Licht der blauen Cadmium-Linie

Um den Lande-Faktor des linear polarisierten Lichtes der blauen Cadmium-Linie zu bestimmen wird das Interferenzmuster aufgenommen. Dieses ist in Abbildung 10 zu sehen.

Die Spule wird dabei mit 5 A betrieben. Die eingezeichneten gelben Punkte 1 bis 5 werden zur Bestimmung der Abstände zwischen den Linien ohne Magnetfeld verwendet. Ihre Positionswerte sind in Tabelle 8 aufgeführt.

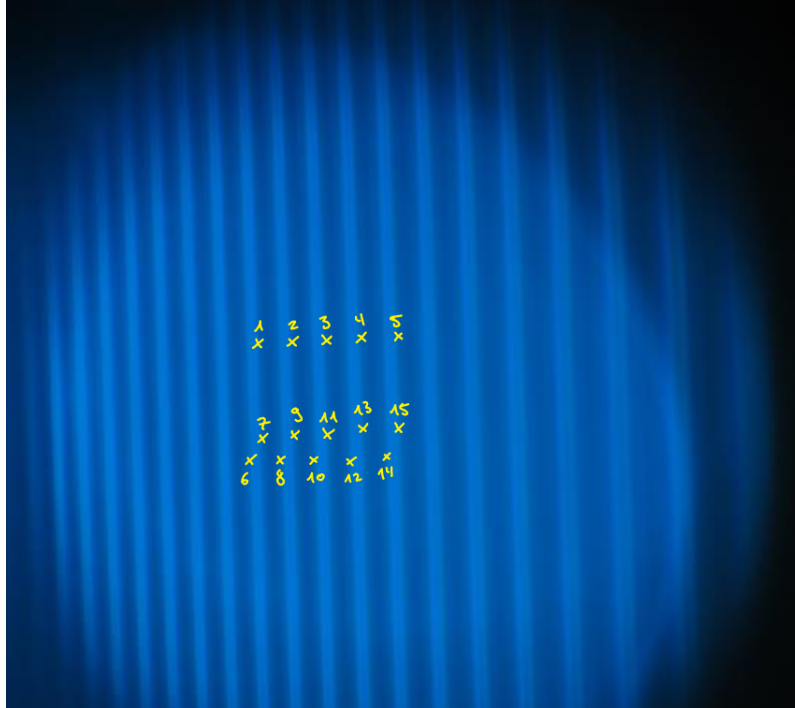


Abbildung 10: Interferenzmuster der blauen Cadmium-Linie mit eingeschaltetem Magnetfeld.

Tabelle 8: Messwerte zur Abstandsbestimmung der blauen Cadmium-Linie ohne Magnetfeld.

Punkt	x / px
1	932
2	1048
3	1164
4	1290
5	1426

Daraus ergibt sich

$$\Delta s_{\text{rot}} = 123,50 \pm 8,29 \text{ px.}$$

Zur Bestimmung der Linienauftrennung durch das Magnetfeld werden die Punkte 6 bis 15 genutzt. Die Messwerte ihrer Position befinden sich in Tabelle 9.

Tabelle 9: Messwerte zur Abstandsbestimmung der blauen Cadmium-Linie mit Magnetfeld.

Punkt	x / px
6	892
7	932
8	1008
9	1048
10	1126
11	1164
12	1254
13	1290
14	1384
15	1426

Mit diesen Messdaten folgt

$$\delta s_{\text{rot}} = 39,20 \pm 2,04 \text{ px.}$$

Werden diese Werte in

$$\delta\lambda = \frac{\delta s}{\Delta s} \frac{\Delta\lambda}{2}$$

eingesetzt, ergibt sich

$$\delta\lambda = (4,3 \pm 0,4) \text{ pm.}$$

Nun kann mittels

$$g = \frac{hc \cdot \delta\lambda}{\lambda^2 \mu_B B} \quad (19)$$

der Lande-Faktor zu

$$g = 0,91 \pm 0,08$$

bestimmt werden.

5 Diskussion

Der experimentell ermittelte Wert für den Lande-Faktor der roten Cadmium-Linie liegt bei

$$g_{\text{rot}} = 1,04 \pm 0,18.$$

Der Theoriewert für linearpolarsiertes Licht der roten Cadmium Linie liegt bei $g_{\text{theo, rot}} = 1$. Damit ergibt sich eine Abweichung von 4 %.

Der experimentell ermittelte Wert für den Lande-Faktor für zirkular polarisiertes Licht der blauen Cadmium-Linie liegt bei

$$g_{\text{blau,}} = 1,85 \pm 0,18.$$

Der Theoriewert für zirkularpolarisiertes Licht der blauen Cadmium Linie liegt bei $g_{\text{theo, blau,}} = 1.75$. Damit ergibt sich eine Abweichung von 5,7 %.

Der experimentell ermittelte Wert für den Lande-Faktor für linear polarisiertes Licht der blauen Cadmium-Linie liegt bei

$$g_{\text{blau,}} = 0,91 \pm 0,08$$

Der Theoriewert für linearpolarisiertes Licht der blauen Cadmium Linie liegt bei $g_{\text{theo, blau,}} = 0.5$. Damit ergibt sich eine Abweichung von 82 %.

Die beiden ersten Versuchsteile haben dabei sehr gut funktioniert, da die Abweichungen sehr klein sind. Bei der Bestimmung des Lande-Faktors des linearpolarisierten Lichtes der blauen Cadmium-Linie trat eine deutlich größere Abweichung auf. Dafür kommt als Fehlerquelle das Magnetfeld in Betracht. Dieses konnte insbesondere bei der linearpolarisierten blauen Linie nicht hoch genug eingestellt werden. Somit ist keine optimale Trennung der Linien vorhanden. Außerdem sind weitere Fehlerquellen in unzureichender Justierung zu verorten.

Literatur

- [1] TU Dortmund. *Altanleitung zum Versuch 27: Zeeman-Effekt*.