

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
DORTMUND

ANFÄNGERPRAKTIKUM PHYSIK
SOMMERSEMESTER
2014

V500
Photoeffekt

06.05.2014

1. ABGABE: 13.05.2014

Johannes Schlüter
Joshua Luckey

johannes.schlueter@udo.edu
joshua.luckey@udo.edu

1 Einleitung

2 Theorie

3 Durchführung

4 Auswertung

Im folgenden Abschnitt sind die während des Versuches aufgenommenen Messwerte und die aus diesen berechneten Ergebnisse tabellarisch aufgeführt. An entsprechender Stelle sind Erklärungen und Anmerkungen zu den angestellten Rechnungen und Ergebnissen gegeben. Die Fehler der Messwerte wurden allgemein mit der kleinsten Skaleneinteilung des jeweiligen Messgerätes abgeschätzt. Die für die Fehlerrechnung verwendeten Fehlergleichungen befinden sich im Abschnitt 4.3 und werden mit römischen Ziffern referenziert.

4.1 Messung des Photostroms für die Spektrallinien von Quecksilber

Die Messwerte für die fünf untersuchten Spektrallinie des Quecksilbers sind in den Tabellen 1 bis 5 aufgeführt.

Photostrom I [pA]	Bremsspannung U [V]	Photostrom I [pA]	Bremsspannung U [V]
$0,0 \pm 0,5$	$0,368 \pm 0,001$	$5,0 \pm 0,5$	$0,139 \pm 0,001$
$1,0 \pm 0,5$	$0,293 \pm 0,001$	$6,0 \pm 0,5$	$0,114 \pm 0,001$
$2,0 \pm 0,5$	$0,250 \pm 0,001$	$7,0 \pm 0,5$	$0,101 \pm 0,001$
$3,0 \pm 0,5$	$0,183 \pm 0,001$	$8,0 \pm 0,5$	$0,076 \pm 0,001$
$4,0 \pm 0,5$	$0,157 \pm 0,001$	$9,0 \pm 0,5$	$0,065 \pm 0,001$

Tabelle 1: Messwerte der orangenen Spektrallinie

Photostrom I [pA]	Bremsspannung U [V]	Photostrom I [pA]	Bremsspannung U [V]
$0,0 \pm 0,5$	$0,398 \pm 0,001$	$16,0 \pm 0,5$	$0,206 \pm 0,001$
$2,0 \pm 0,5$	$0,348 \pm 0,001$	$18,0 \pm 0,5$	$0,194 \pm 0,001$
$4,0 \pm 0,5$	$0,318 \pm 0,001$	$20,0 \pm 0,5$	$0,182 \pm 0,001$
$6,0 \pm 0,5$	$0,293 \pm 0,001$	$30,0 \pm 0,5$	$0,126 \pm 0,001$
$8,0 \pm 0,5$	$0,268 \pm 0,001$	$40,0 \pm 0,5$	$0,095 \pm 0,001$
$10,0 \pm 0,5$	$0,250 \pm 0,001$	$50,0 \pm 0,5$	$0,057 \pm 0,001$
$12,0 \pm 0,5$	$0,237 \pm 0,001$	$60,0 \pm 0,5$	$0,027 \pm 0,001$
$14,0 \pm 0,5$	$0,219 \pm 0,001$	$70,0 \pm 0,5$	$0,000 \pm 0,001$

Tabelle 2: Messwerte der grünen Spektrallinie

Photostrom I [pA]	Bremsspannung U [V]	Photostrom I [pA]	Bremsspannung U [V]
$0,0 \pm 0,5$	$0,460 \pm 0,001$	$3,0 \pm 0,5$	$0,200 \pm 0,001$
$1,0 \pm 0,5$	$0,411 \pm 0,001$	$4,0 \pm 0,5$	$0,157 \pm 0,001$
$1,5 \pm 0,5$	$0,355 \pm 0,001$	$4,5 \pm 0,5$	$0,100 \pm 0,001$
$2,0 \pm 0,5$	$0,300 \pm 0,001$	$5,0 \pm 0,5$	$0,070 \pm 0,001$
$2,5 \pm 0,5$	$0,250 \pm 0,001$	$6,0 \pm 0,5$	$0,000 \pm 0,001$

Tabelle 3: Messwerte der cyanen Spektrallinie

Photostrom I [pA]	Bremsspannung U [V]	Photostrom I [pA]	Bremsspannung U [V]
$0,0 \pm 0,5$	$0,825 \pm 0,001$	$112,0 \pm 0,5$	$0,367 \pm 0,001$
$10,0 \pm 0,5$	$0,752 \pm 0,001$	$160,0 \pm 0,5$	$0,259 \pm 0,001$
$24,0 \pm 0,5$	$0,677 \pm 0,001$	$185,0 \pm 0,5$	$0,206 \pm 0,001$
$44,0 \pm 0,5$	$0,590 \pm 0,001$	$245,0 \pm 0,5$	$0,101 \pm 0,001$
$84,0 \pm 0,5$	$0,455 \pm 0,001$	$300,0 \pm 0,5$	$0,000 \pm 0,001$

Tabelle 4: Messwerte der ersten violetten Spektrallinie

Photostrom I [pA]	Bremsspannung U [V]	Photostrom I [pA]	Bremsspannung U [V]
$0,0 \pm 0,5$	$0,943 \pm 0,001$	$34,0 \pm 0,5$	$0,400 \pm 0,001$
$4,0 \pm 0,5$	$0,819 \pm 0,001$	$46,0 \pm 0,5$	$0,306 \pm 0,001$
$10,0 \pm 0,5$	$0,721 \pm 0,001$	$58,0 \pm 0,5$	$0,206 \pm 0,001$
$18,0 \pm 0,5$	$0,615 \pm 0,001$	$70,0 \pm 0,5$	$0,115 \pm 0,001$
$26,0 \pm 0,5$	$0,515 \pm 0,001$	$88,0 \pm 0,5$	$0,000 \pm 0,001$

Tabelle 5: Messwerte der zweiten violetten Spektrallinie

In den Abbildungen 1 bis 5 sind die radizierten Messwerte des Photostroms gegen die Bremsspannung und die mit Hilfe der Python-Bibliothek *SciPy* [1] erstellte Regressionsgerade eingetragen. Die Regressionsparameter für den Ansatz

$$I_w(U) = a \cdot U + b \quad (1)$$

sind für die fünf Spektrallinien in Tabelle 6 zusammen mit den ebenfalls eingezeichneten Grenzspannungen zu finden.

Die berechneten Werte für die Grenzspannungen aus Tabelle 6 sind in ?? gegen die jeweilige Frequenz der Spektrallinie aufgetragen und wiederum eine lineare Regression durchgeführt.

Die Regression mit dem Ansatz

$$U_g(f) = c \cdot f + d \quad (2)$$

Wellenlänge λ [nm]	Frequenz f [PHz]	Steigung a	y-Achsenabschnitt b	Grenzspannung U_g [V]
578	0,519	$-9,5 \pm 0,5$	$3,59 \pm 0,05$	0,379
546	0,549	$-20,7 \pm 0,3$	$8,29 \pm 0,04$	0,401
492	0,609	$-3,5 \pm 0,1$	$2,47 \pm 0,02$	0,705
436	0,688	$-18,3 \pm 0,2$	$17,39 \pm 0,05$	0,949
405	0,740	$-8,5 \pm 0,1$	$9,37 \pm 0,04$	1,097

Tabelle 6: Regressionsparameter der Untersuchung der Spektrallinien

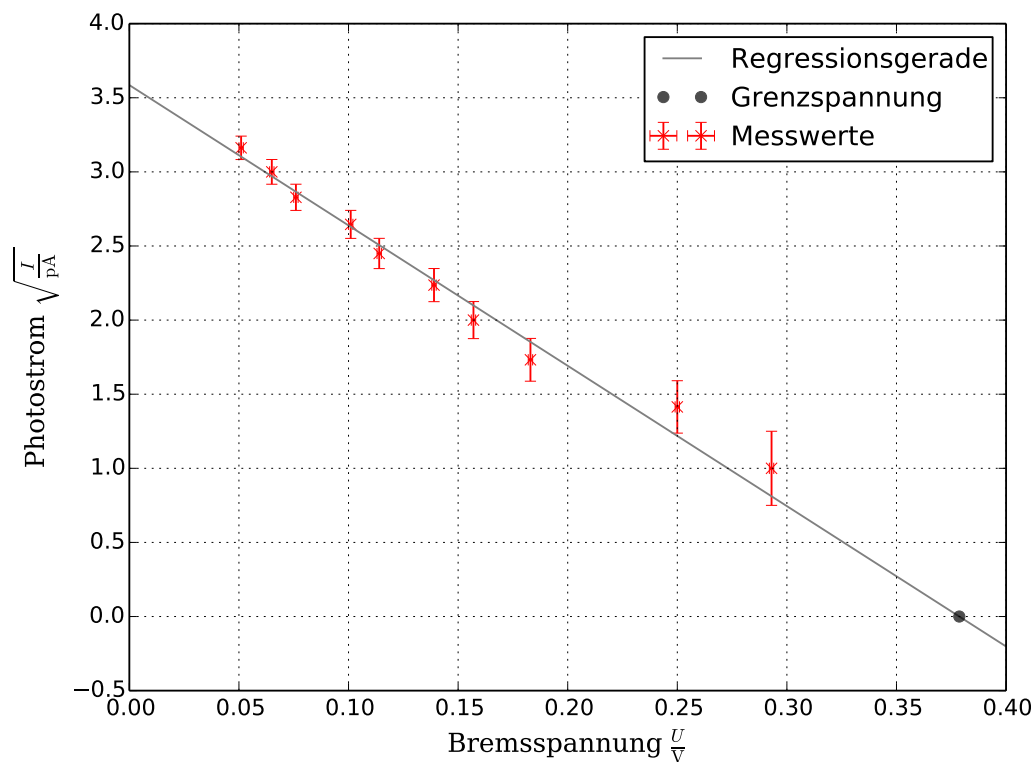


Abbildung 1: Messwerte und Regression der orangenen Linie

$$c = (3,4 \pm 0,2) \cdot 10^{-15} \text{ V s} \quad (2a)$$

$$d = (-1,4 \pm 0,2) \text{ V} \quad (2b)$$

Durch Umformung von ?? erhält man eine Gerade der Form $U_g = \frac{h}{e_0} f - \frac{A_k}{e_0}$. Daraus ergibt sich, dass die Steigung der Regressionsgeraden c dem gesuchten Wert für $\frac{h}{e_0}$ und der Betrag des berechneten y-Achsenabschnitts d , dem des Quotienten aus Auslösearbeit und Elementarladung entspricht.

$$\frac{h}{e_0} = (3,4 \pm 0,2) \cdot 10^{-15} \text{ V s} \quad (3)$$

$$A_k = (1,4 \pm 0,2) \text{ eV} \quad (4)$$

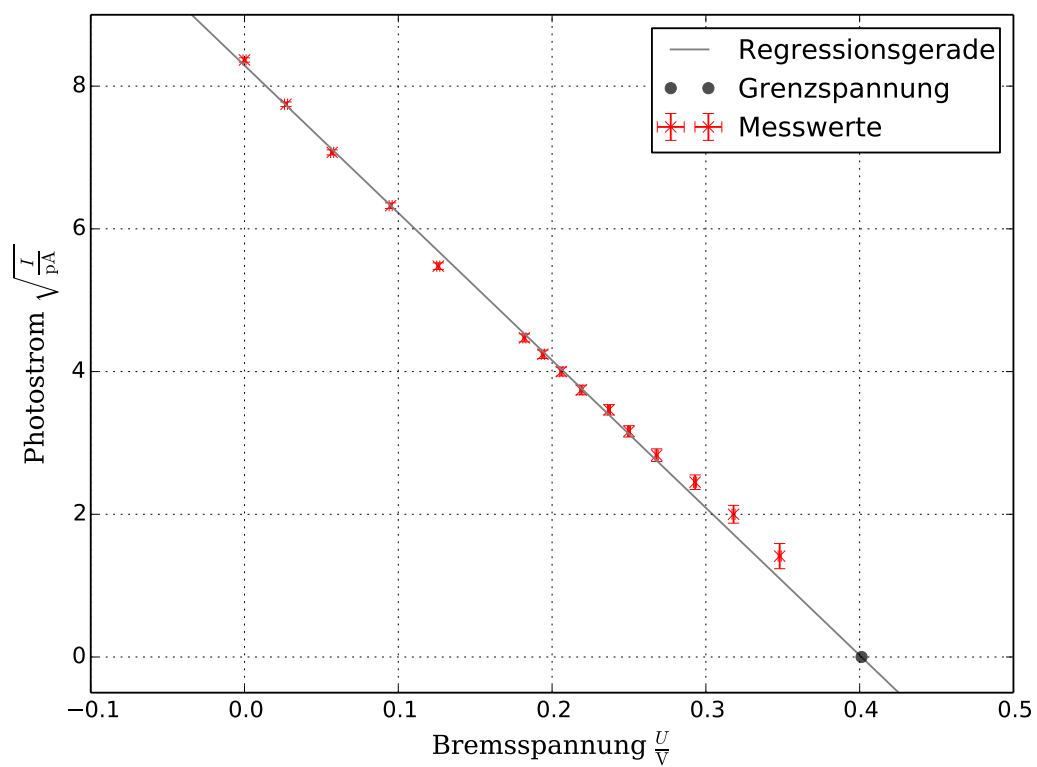


Abbildung 2: Messwerte und Regression der grünen Linie

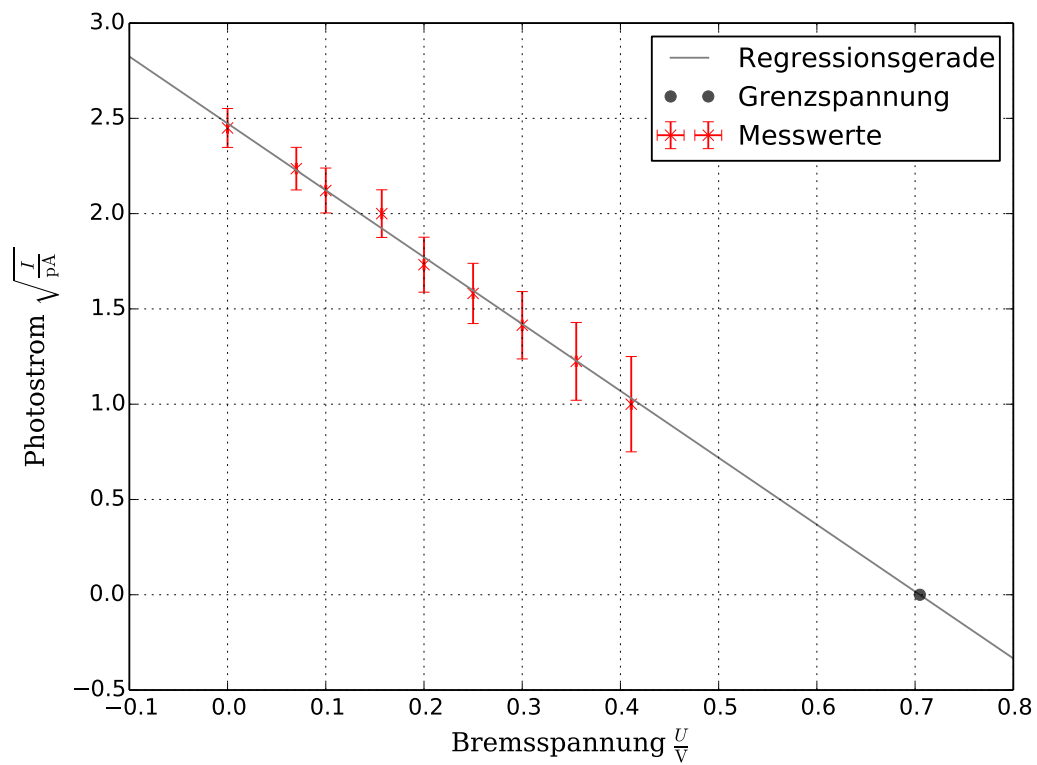


Abbildung 3: Messwerte und Regression der cyanen Linie

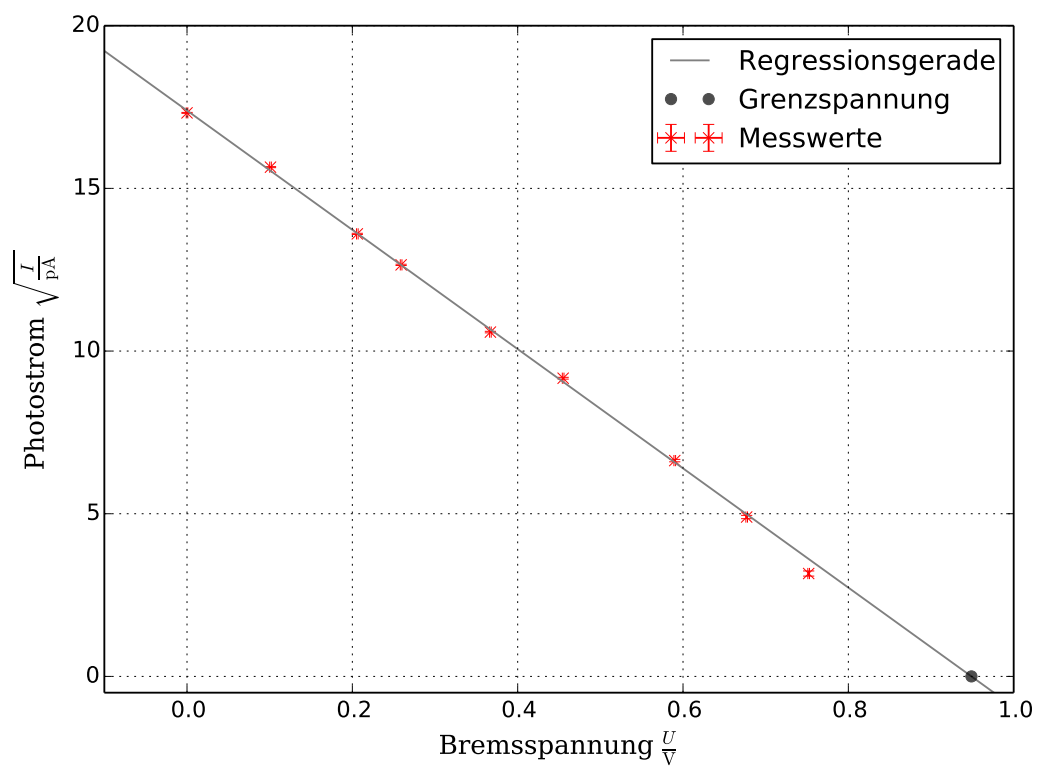


Abbildung 4: Messwerte und Regression der ersten violetten Linie

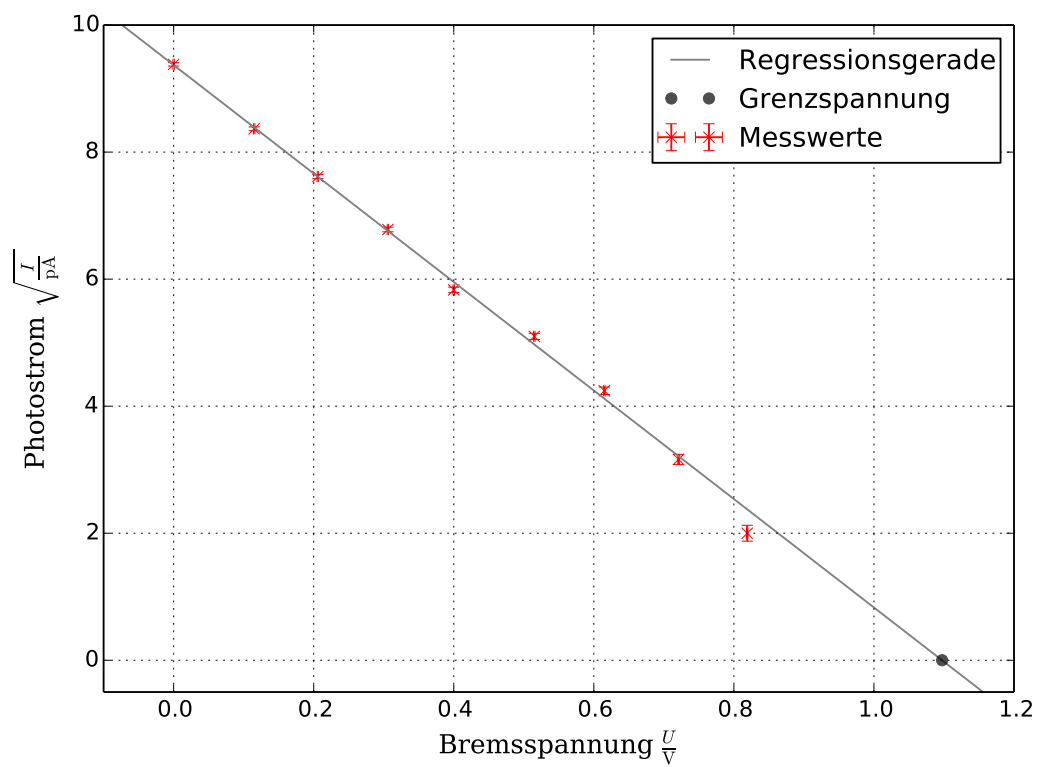


Abbildung 5: Messwerte und Regression der zweiten violetten Linie

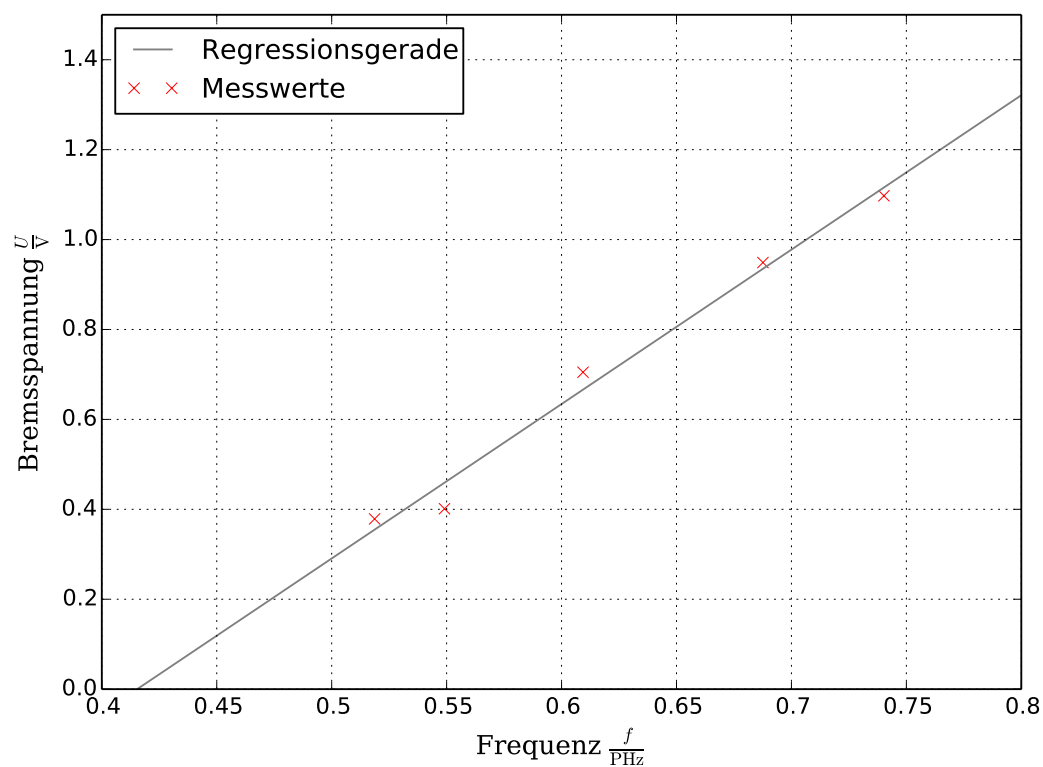


Abbildung 6: Grenzspannung in Abhängigkeit der Frequenz

4.2 Messung der Abhängigkeit des Photostroms von der Bremsspannung

Die in diesem Versuchsteil aufgenommenen Werte sind in Tabelle 7 eingetragen. Die grafische Darstellung dieser Messwerte findet sich in Abbildung 7 wieder.

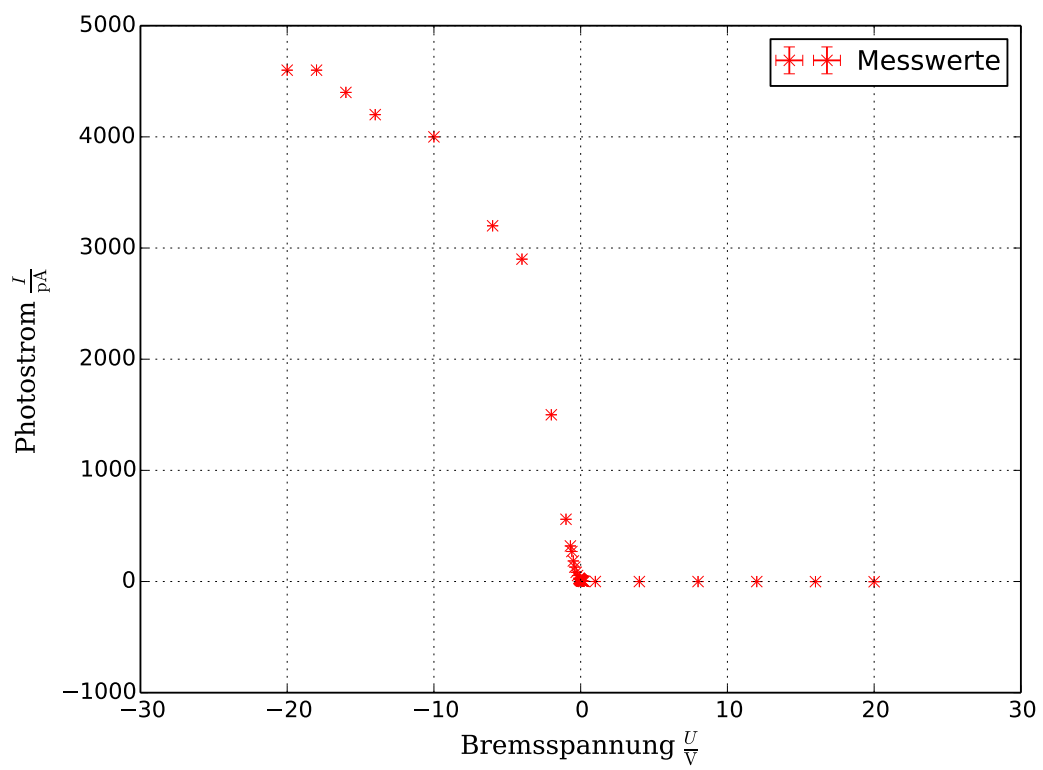


Abbildung 7: Abhängigkeit des Photostroms von der Bremsspannung

4.3 Fehlerrechnung

Photostrom I [pA]	Bremsspannung U [V]	Photostrom I [pA]	Bremsspannung U [V]
$-2,0 \pm 0,5$	$20,000 \pm 0,001$	$20,0 \pm 0,5$	$-0,052 \pm 0,001$
$-1,0 \pm 0,5$	$16,000 \pm 0,001$	$22,0 \pm 0,5$	$-0,070 \pm 0,001$
$-0,5 \pm 0,5$	$12,000 \pm 0,001$	$24,0 \pm 0,5$	$-0,080 \pm 0,001$
$-0,5 \pm 0,5$	$8,000 \pm 0,001$	$27,0 \pm 0,5$	$-0,095 \pm 0,001$
$-0,5 \pm 0,5$	$4,000 \pm 0,001$	$30,0 \pm 0,5$	$-0,114 \pm 0,001$
$0,0 \pm 0,5$	$1,000 \pm 0,001$	$54,0 \pm 0,5$	$-0,213 \pm 0,001$
$1,0 \pm 0,5$	$0,237 \pm 0,001$	$83,0 \pm 0,5$	$-0,305 \pm 0,001$
$2,0 \pm 0,5$	$0,200 \pm 0,001$	$130,0 \pm 0,5$	$-0,400 \pm 0,001$
$3,0 \pm 0,5$	$0,151 \pm 0,001$	$185,0 \pm 0,5$	$-0,500 \pm 0,001$
$4,0 \pm 0,5$	$0,126 \pm 0,001$	$270,0 \pm 0,5$	$-0,600 \pm 0,001$
$5,0 \pm 0,5$	$0,107 \pm 0,001$	$320,0 \pm 0,5$	$-0,700 \pm 0,001$
$6,0 \pm 0,5$	$0,086 \pm 0,001$	$560,0 \pm 0,5$	$-1,000 \pm 0,001$
$7,0 \pm 0,5$	$0,070 \pm 0,001$	$1500,0 \pm 0,5$	$-2,000 \pm 0,001$
$8,0 \pm 0,5$	$0,052 \pm 0,001$	$2900,0 \pm 0,5$	$-4,000 \pm 0,001$
$9,0 \pm 0,5$	$0,045 \pm 0,001$	$3200,0 \pm 0,5$	$-6,000 \pm 0,001$
$10,0 \pm 0,5$	$0,033 \pm 0,001$	$4000,0 \pm 0,5$	$-10,000 \pm 0,001$
$11,0 \pm 0,5$	$0,020 \pm 0,001$	$4200,0 \pm 0,5$	$-14,000 \pm 0,001$
$12,0 \pm 0,5$	$0,000 \pm 0,001$	$4400,0 \pm 0,5$	$-16,000 \pm 0,001$
$16,0 \pm 0,5$	$-0,027 \pm 0,001$	$4600,0 \pm 0,5$	$-18,000 \pm 0,001$
$18,0 \pm 0,5$	$-0,039 \pm 0,001$	$4600,0 \pm 0,5$	$-20,000 \pm 0,001$

Tabelle 7: Messwerte der orangenen Spektrallinie bei verschiedenen Bremsspannungen

5 Diskussion

Literatur

- [1] *SciPy*. URL: <http://docs.scipy.org/doc/> (besucht am 21.04.2014).