

Versuch 500

Der Photoeffekt

Jonah Nitschke
lejonah@web.de

Sebastian Pape
sepa@gmx.de

Durchführung: 16.05.2017

Abgabe: 23.05.2017

1 Theorie

Wird ein Festkörper mit Licht bestrahlt, werden unter gewissen Voraussetzungen Elektronen aus diesem gelöst. Dieses Phänomen wird im Versuch V500: "Der Photoeffekt" untersucht.

Eine widerspruchsfreie Erklärung von Licht, erlaubt nur die Quantenelektrodynamik. Dieses Modell beinhaltet den Wellencharakter und den Teilchencharakter von Licht als Grenzfälle. Das Wellenmodell zur Beschreibung von Licht ist immer dann sinnvoll, wenn über eine große Anzahl von Photonen gemittelt werden kann. Hingegen eignet sich das Teilchenmodell zur Erklärung der Phänomene, wenn Licht mit Materie wechselwirkt.

Der Photoeffekt lässt sich mit Hilfe des Teilchencharakters anschaulich erklären. Ein Photon trifft mit der Energie $h\nu$ auf ein in der Oberfläche befindliches Elektron. Überschreitet die Energie des Photons die Austrittsarbeit des Elektrons, wird dieses aus der Oberfläche gelöst. Die Energiebilanz des Photoeffektes sieht wie folgt aus:

$$h\nu = E_{\text{kin}} + A_{\text{k}}. \quad (1)$$

Der Photoeffekt tritt unabhängig von der Intensität des Lichtes auf, nur die Frequenz ν ist ausschlaggebend. Intensiveres Licht erhöht lediglich die Anzahl der Photonen, sodass mehr Elektronen ausgelöst werden.

Der Photoeffekt kann mittels einer Photozelle (vgl. Abb. 1) beobachtet werden. Der Glaskolben der Photozelle ist evakuiert, sodass gelöste Elektronen nicht von Luftmolekülen eingefangen werden können. Auf die Innenseite des Kolbens ist eine Metallschicht aufgedampft, die die Kathode darstellt. Vor der Kathodenoberfläche ist eine kreisförmige Anode angebracht, die auf gelöste Elektronen eine anziehende Kraft ausübt.

Die gelösten Elektronen bilden einen Photostrom. Die Energie der Elektronen des Photostroms kann durch die Gegenstrommethode bestimmt werden. Dabei wird an den Kathodenanschluß und den Anodenanschluß (vgl. Abb. 1) eine variable Spannung U angelegt. Wenn die angelegte Spannung den Photostrom kompensiert, gilt folgende Energierelation.

$$e_0 U_{\text{g}} = \frac{1}{2} m_0 v_{\text{max}}^2 \quad (2)$$

Dabei ist e_0 die Elementarladung, m_0 die Ruhemasse der Elektronen und v_{max} die Geschwindigkeit der schnellsten Elektronen des Photostroms. Die rechte Seite von Gleichung (2) beschreibt die kinetische Energie der schnellsten Elektronen. Allgemein gilt für diese nach (1) :

$$h\nu = e_0 U_{\text{g}} + A_{\text{k}}. \quad (3)$$

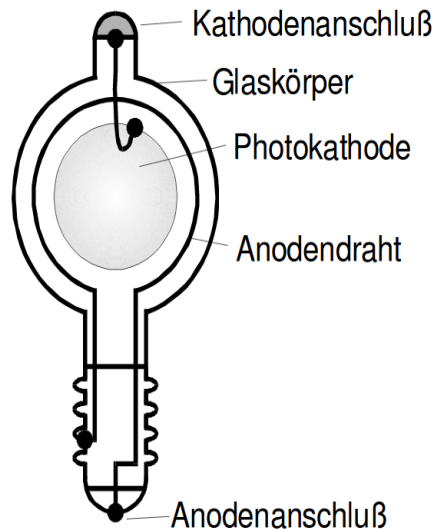


Abbildung 1: Schematische Darstellung einer Photozelle

2 Durchführung

Für den Versuch wird eine Photozelle, eine monochromatische Lichtquelle und ein lichtspaltendes Linsensystem verwendet. Mit lichtspaltend ist gemeint, dass das Licht der Quelle durch das Linsensystem in seine Spektralfarben aufgespalten wird. Eine Hg-Quelle bildet die monochromatische Quelle.

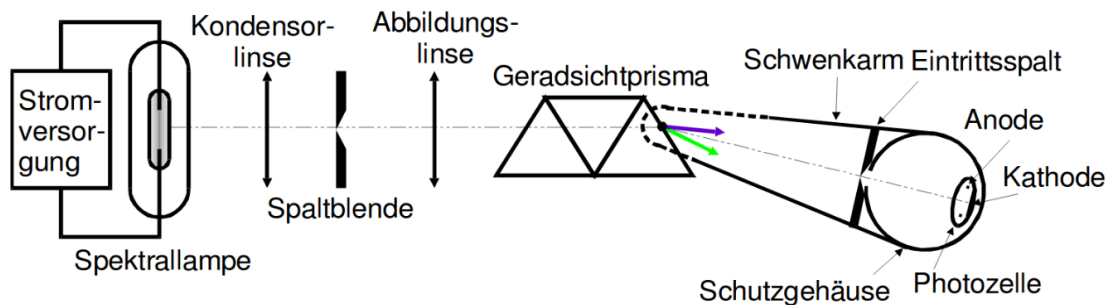


Abbildung 2: Schematische Darstellung des verwendeten Linsensystems

Desweiteren werden für die Messung noch Apparaturen zur Bestimmung des Photostroms und der Gegenspannung benötigt. In Abb. 3 ist ein Schaltplan der verwendeten Messapparaturen dargestellt.

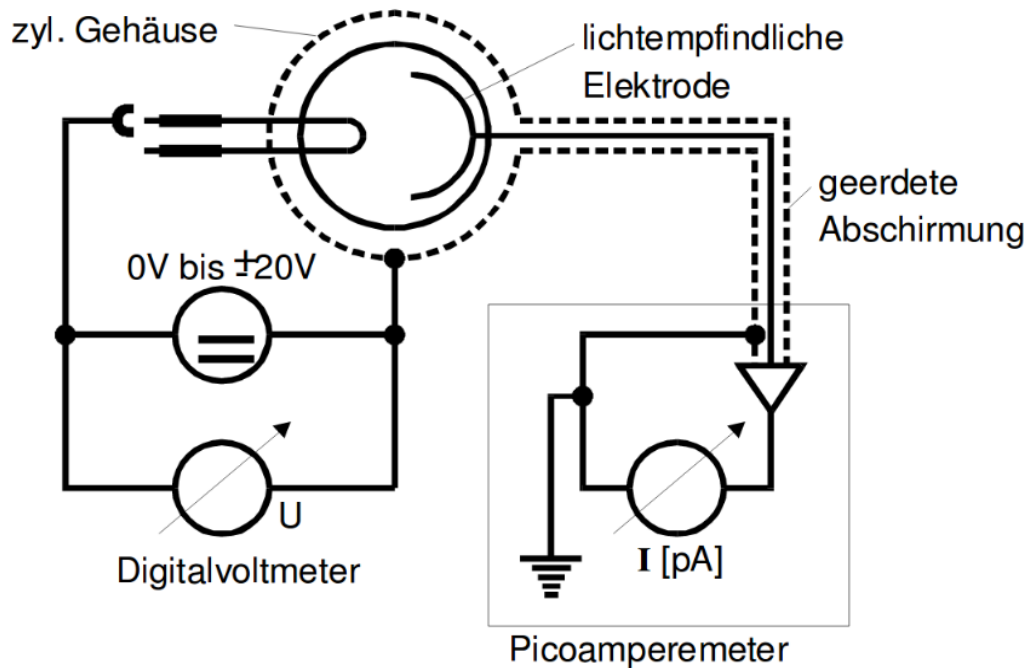


Abbildung 3: Schaltplan der verwendeten Messapparaturen

Das Picoamperemeter misst den Photostrom und das Digitalvoltmeter liefert die variable Spannung.

Zu Beginn der Messung wird das Linsensystem so justiert, dass die Spektrallinien der Hg-Quelle deutlich zu erkennen sind. Dabei ist entscheidend, dass sich die Spektrallinien nicht überschneiden, sodass sie einzeln vermessen werden können. Nach Beendigung der Justage wird die gelbe Spektrallinie für verschiedene Spannungen vermessen. Die Photozelle muss so ausgerichtet werden, dass nur die gelbe Spektrallinie in sie einfällt. Die Spannung wird auf 20 V geregelt, damit die Elektronen beschleunigt werden. Die Spannung wird während der Aufnahme der Messwerte soweit herunter geregelt, bis der Photostrom verschwindet. Als Messwerte werden immer die eingestellte Spannung und der zugehörige Photostrom genommen.

Danach werden die anderen Spektrallinien vermessen. Deren Messung beginnt bei einer Spannung von 0 V und wird herabgeregelt, bis der Photostrom verschwindet. Es wird gleich verfahren, wie bei der Messung der gelben Spektrallinie. Die Anzahl der Messwerte wird nach eigenem Ermessen bestimmt.