



Der photoelektrische Effekt



Florian Trinter

Hearing für die W3-Professur "Molekulare Quantenphysik mit Synchrotronstrahlung"

Der photoelektrische Effekt im Alltag





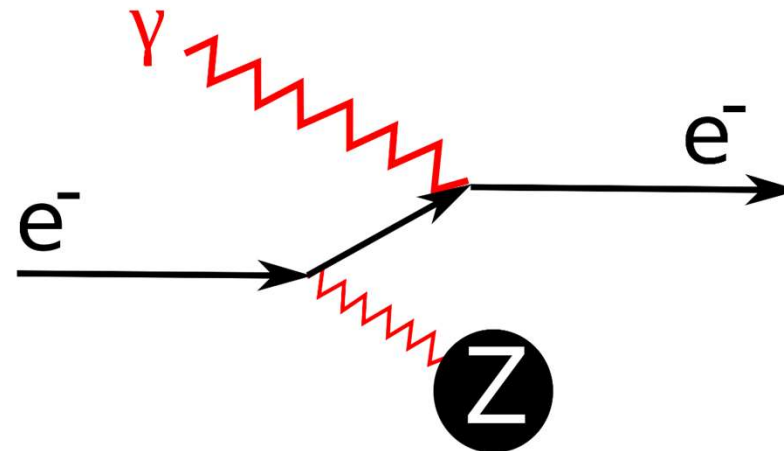
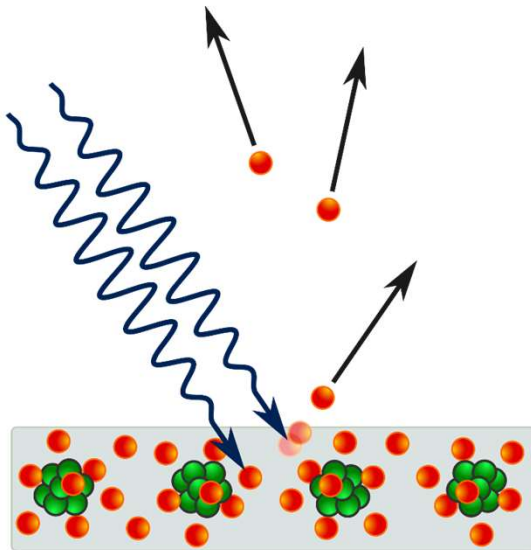
Was ist Licht?



Äußerer Photoeffekt

Der **äußere Photoeffekt** bezeichnet das **Herauslösen von Elektronen** aus einer Metalloberfläche durch die Bestrahlung mit **Licht**.

Die **Photoelektronen** verlassen die Oberfläche mit einer gewissen **kinetischen Energie E_{kin}** .

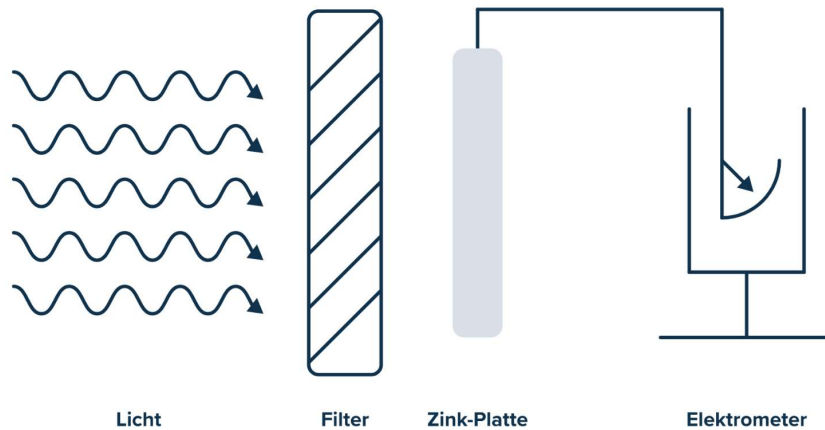


Feynman-Diagramm

Äußerer Photoeffekt



Versuch zum Photoeffekt



- Wilhelm Hallwachs 1887
- Grenzfrequenz f_G
- Austrittsarbeit W_A der Elektronen
- Kinetische Energie: nimmt mit steigender Frequenz zu
- Je höher die Intensität des Lichts, desto mehr Elektronen werden aus der Platte gelöst



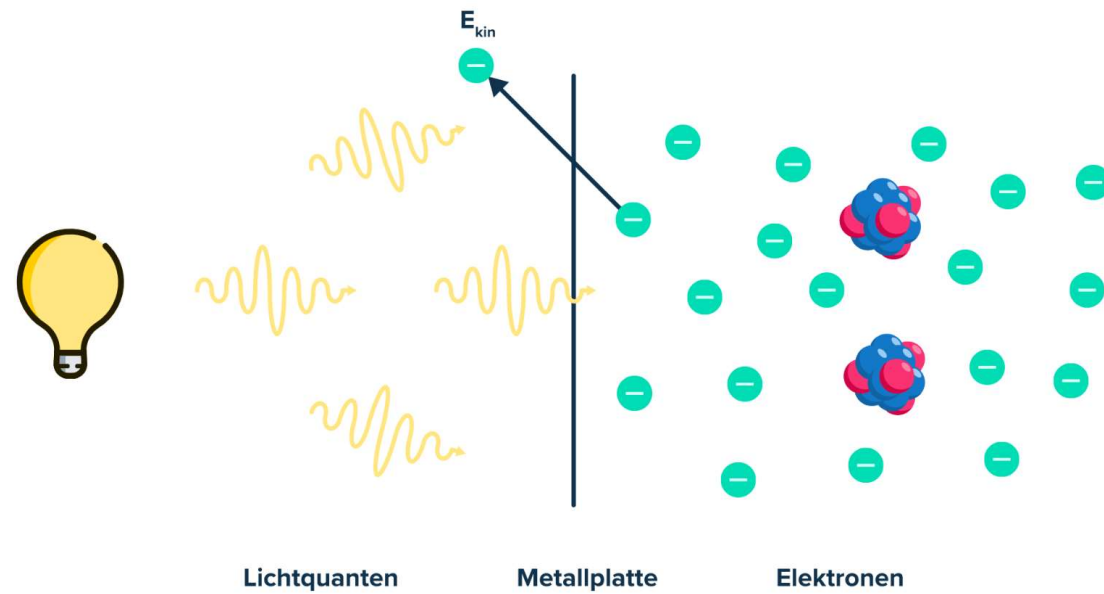
Widersprüche zur Wellenhypothese

Erster Schritt in Richtung Quantenmechanik



Albert Einstein 1905, Lichtquantenhypothese:

Licht besteht aus **diskreten Energiepaketen**, den **Lichtquanten (Photonen)**.



Erster Schritt in Richtung Quantenmechanik

The Nobel Prize in Physics 1921

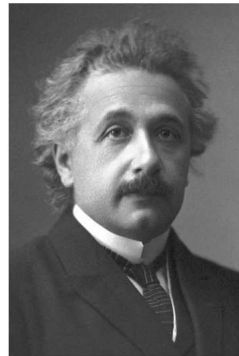


Photo from the Nobel
Foundation archive.

Albert Einstein

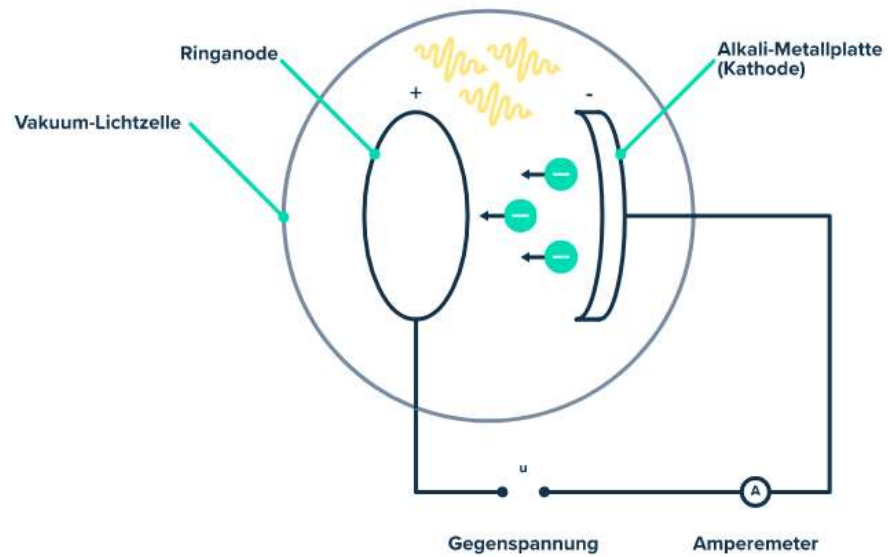
Prize share: 1/1

The Nobel Prize in Physics 1921 was awarded to
**Albert Einstein "for his services to Theoretical
Physics, and especially for his discovery of the law
of the photoelectric effect"**

Albert Einstein received his Nobel Prize one year later, in 1922. During the selection process in 1921, the Nobel Committee for Physics decided that none of the year's nominations met the criteria as outlined in the will of Alfred Nobel. According to the Nobel Foundation's statutes, the Nobel Prize can in such a case be reserved until the following year, and this statute was then applied. Albert Einstein therefore received his Nobel Prize for 1921 one year later, in 1922.

www.nobelprize.org

Gegenfeldmethode



- Photostrom
- Gegenspannung – Gegenfeld
- $E_{\text{kin}} = E_{\text{el}}$

Gegenfeldmethode

The Nobel Prize in Physics 1923



Photo from the Nobel
Foundation archive.

**Robert Andrews
Millikan**

Prize share: 1/1

The Nobel Prize in Physics 1923 was awarded to Robert Andrews Millikan "for his work on the elementary charge of electricity and on the photoelectric effect"

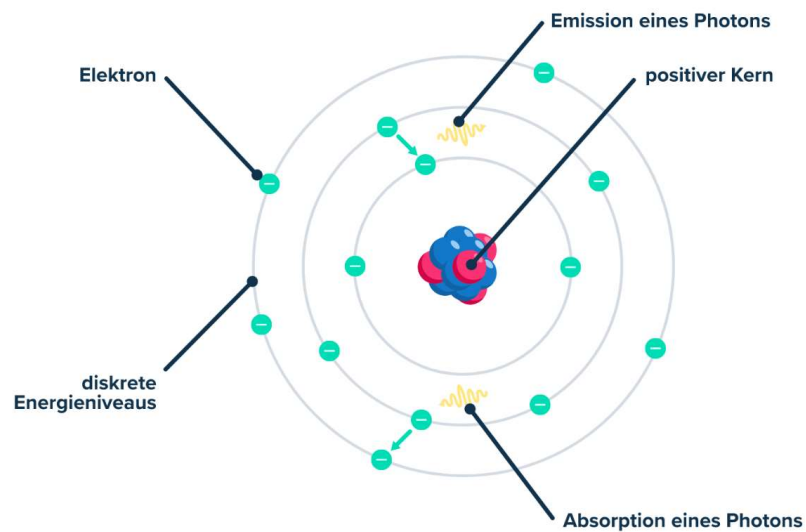
www.nobelprize.org

Photoionisation



Bohrsches Atommodell:

Energieniveaus im Atom

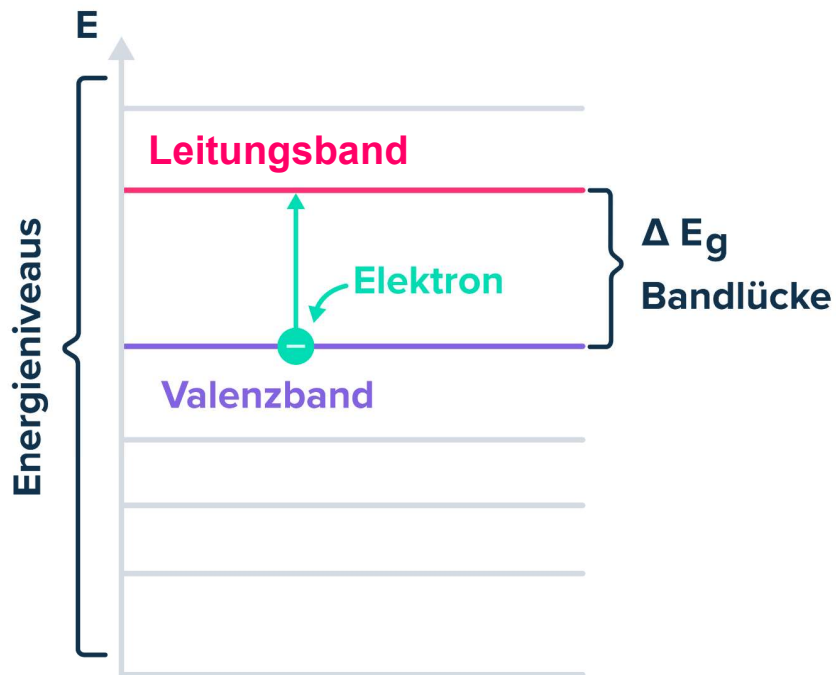


Photonen übertragen ihre Energie an Elektronen, sodass diese das Atom verlassen können. Zurück bleibt ein positiv geladenes Ion.



Innerer Photoeffekt

Energieniveaus im Halbleiter

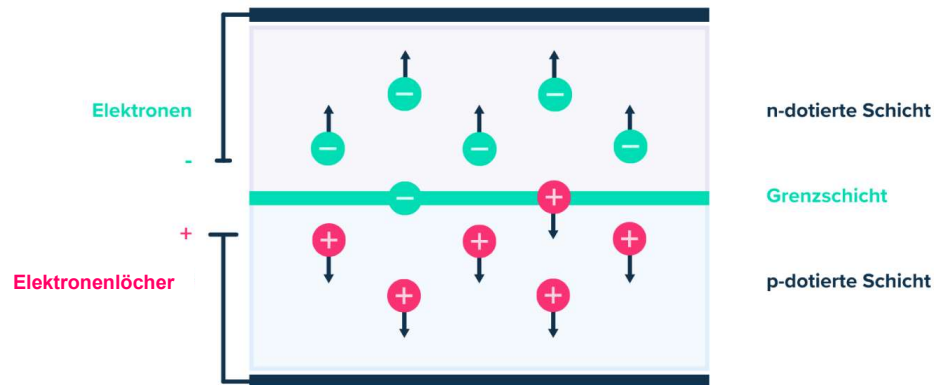
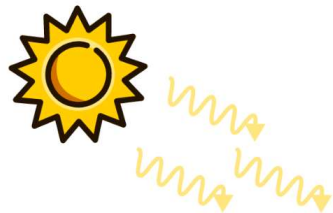


Freie Elektronen: **elektrischer Stromfluss** durch Anlegen eines elektrischen Feldes

Innerer Photoeffekt und Photovoltaik



Solarzelle



Silizium-Halbleiter,
Elektronenüberschuss

in der n-dotierten Schicht (Phosphor),

Elektronenmangel

in der p-dotierten Schicht (Bor)

⇒ **Grenzschicht**

⇒ **elektrisches Feld**

Sonnenlicht: Innerer Photoeffekt in
der n-dotierten Schicht

⇒ **Elektronenlöcher**

⇒ **Stromfluss**

Photovoltaik



Merksätze



- Photoeffekt: Elektronen werden durch Absorption von Licht aus einem Atom oder Medium gelöst – Photoelektronen
- Äußerer Photoeffekt: Herauslösen von Elektronen aus einer Metalloberfläche – kinetische Energie E_{kin}
- Lichtquantenhypothese: diskrete Energiepakete – Lichtquanten (Photonen)
- Gegenfeldmethode: $E_{kin} = E_{el}$
- Photoionisation in Atomen und Molekülen
- Innerer Photoeffekt: Photovoltaik

$$E = h \cdot f = h \cdot c / \lambda = E_{kin} + W_A = E_{kin} + E_B$$



Tafelbild



Was ist Licht?

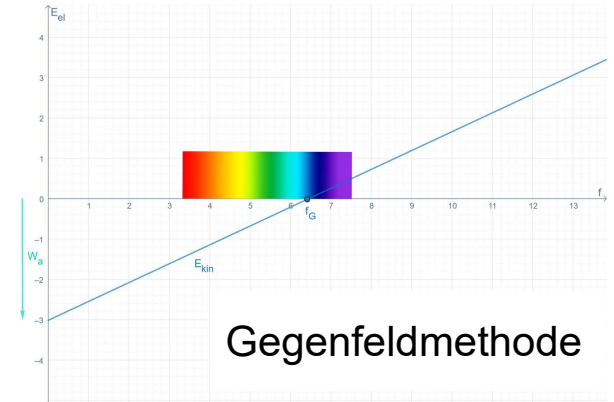
=> Welle-Teilchen-Dualismus

Teilchen – z.B. Reflexion

=> Quantenmechanik

Welle – z.B. Interferenz

$$E = h \times f = h \times \frac{c}{\lambda}$$



Wellentheorie vs. Photoeffekt

$$E = h \times f = E_{kin} + WA$$

• unmittelbar

• $E_{kin} \sim f$

• f_G

$$E = h \times f = E_{kin} + E_B$$

