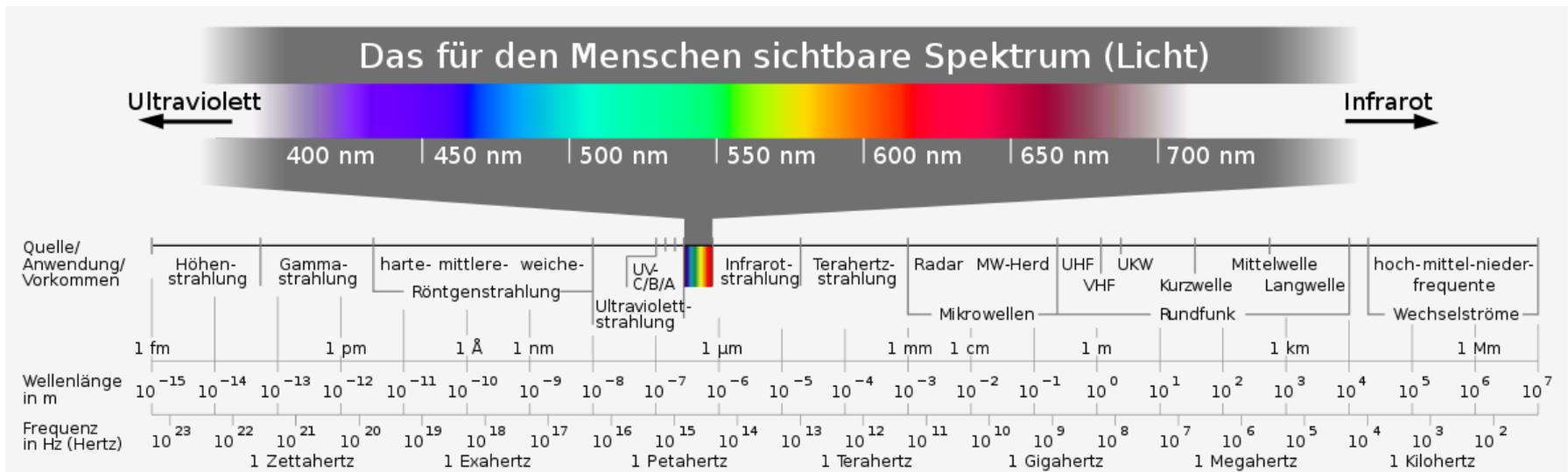


Was ist Licht ? → Resümee:

- Licht zeigt typische Welleneigenschaften wie Beugung und Interferenz
- Licht verhält sich infolge der Polarisation wie eine Querwelle
- Licht breitet sich mit maximaler Geschwindigkeit $c \approx 300000 \text{ km/s}$ aus
- Für Licht gilt das Grundgesetz der Wellenausbreitung $c = \lambda \cdot f$
- Licht benötigt für seine Ausbreitung keinen stofflichen Träger

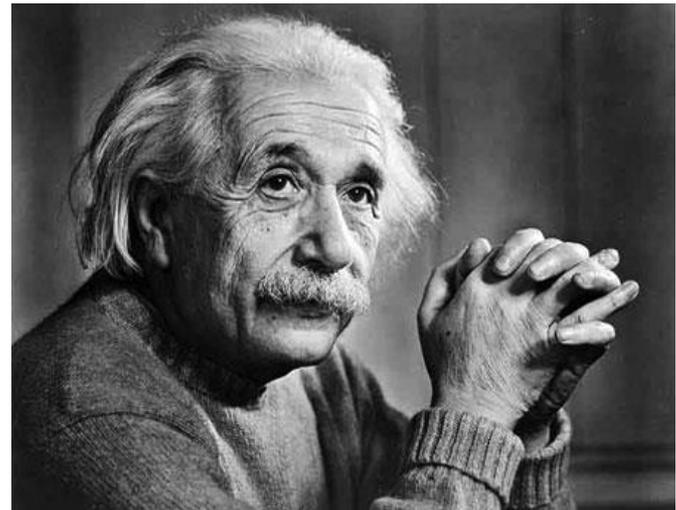
... das gilt auch für Hertzische Wellen ...

Licht ist eine elektromagnetische Welle und nur ein kleiner Bestandteil des gesamten elektromagnetischen Spektrums



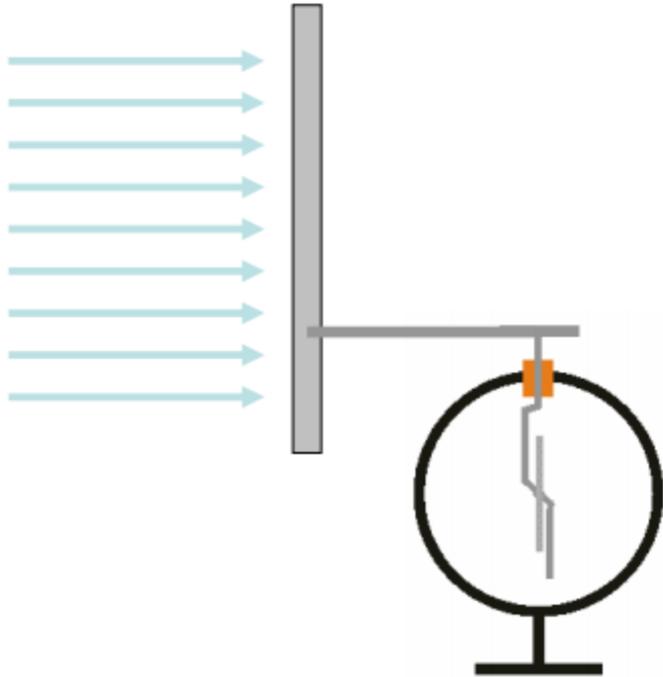
Quantenphysik

Wechselwirkung von Licht und Materie



1921 – Nobelpreis

Historischer Versuch von Wilhelm Hallwachs (1888)



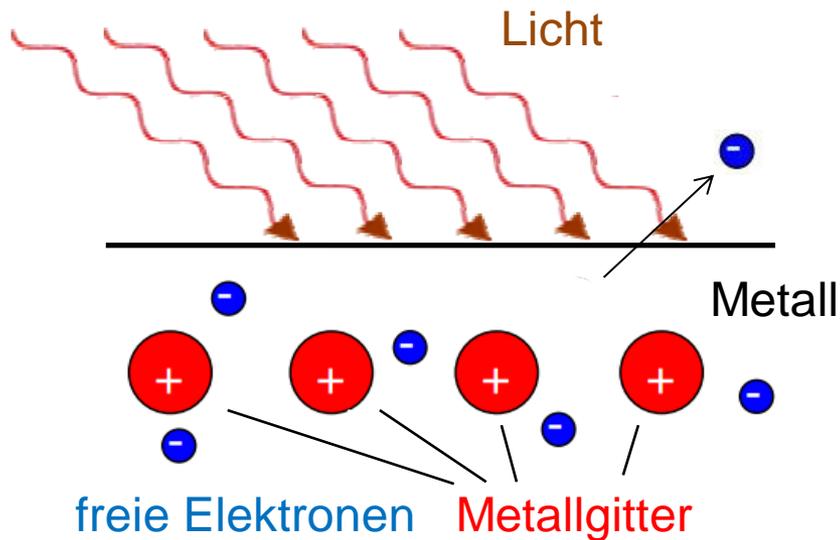
*Bestrahlung von verschiedenen
Metallplatten unterschiedlicher
Ladung mit verschiedenen
Lichtquellen.*

Ergebnis:

Eine negativ geladene Zinkplatte wird bei
Bestrahlung mit Licht entladen.

→ **Hallwachs Effekt**

(mögliche) Erklärung:



Bestrahlt man ein Metall mit Licht, so können aus der Oberfläche Elektronen herausgelöst werden.

Diese Erscheinung nennt man den **äußeren lichtelektrischen Effekt**, oder auch **Fotoeffekt**.

Die heraus gelösten Elektronen werden als **Fotoelektronen** bezeichnet.

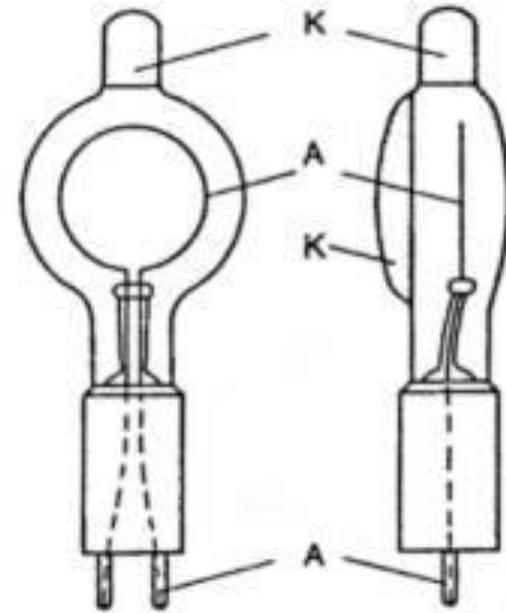
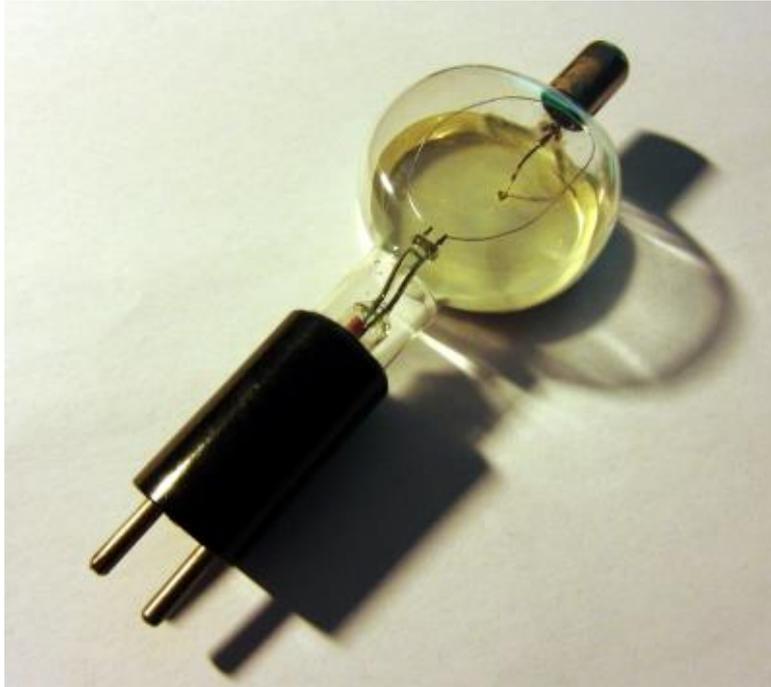
physikalische Deutung:

Die Lichtwelle „rüttelt“ an den Elektronen der Metallplatte und überträgt dabei ihre Energie auf die Elektronen ...

Nachweis:

- ▶ *Mit den heraus gelösten Fotoelektronen müsste beim Anlegen eines elektrischen Feldes ein Stromfluss nachweisbar sein.*

Die Fotozelle



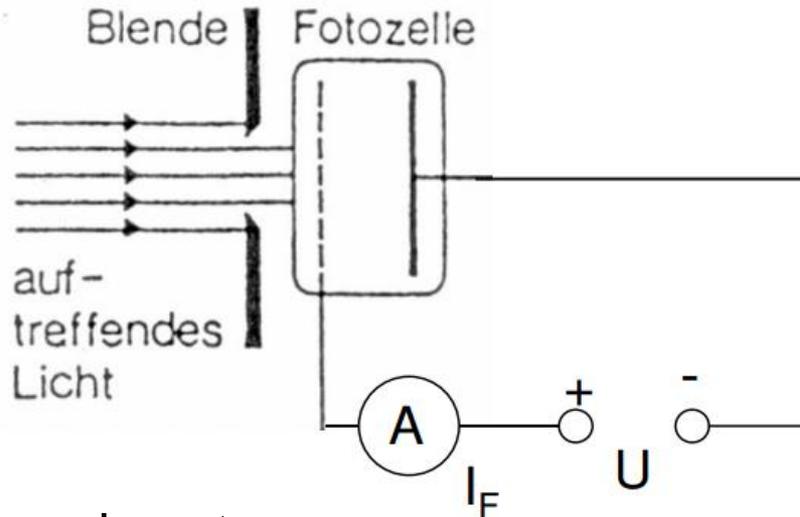
Die Fotozelle besteht aus einem evakuiertem Glaskolben.

→ *Infolge des Vakuums werden die herausgelösten Elektronen in ihrer Bewegung nicht behindert*

Eine Seite des Glaskörpers ist im Inneren mit einer Metallschicht versehen, sie bildet die Fotokathode K.

Ein Metallring bildet die Anode A (zum Auffangen der Elektronen).

Untersuchung des lichtelektrischen Effektes:



Zwischen Fotokathode (-) und Anode (+) wird über einen Strommesser eine elektrische Spannung U angelegt.

Experiment:

Für $U > 0$ fließt ein elektrischer Strom, der **Fotostrom I_F** .

(→ es sind tatsächlich Fotoelektronen vorhanden 😊)

Die Erhöhung der Lichtintensität (Helligkeit) ergibt eine Zunahme von I_F .

(→ helleres Licht erzeugt mehr Fotoelektronen)

Auch bei $U = 0$ fließt ein kleiner Fotostrom ($I_F \neq 0$).

(→ Fotoelektronen sind auch bei $U = 0V$ in Bewegung und besitzen Bewegungsenergie)



Oh, woher kommt die Energie?

(erste) experimentelle Ergebnisse beim Fotoeffekt:

- (1) Die beim Fotoeffekt aus einer Metallplatte heraus gelösten Fotoelektronen besitzen Bewegungsenergie.
- (2) Beim Fotoeffekt findet ein Energieaustausch des Lichtes auf die Fotoelektronen statt.
- (3) Je stärker die Intensität (Helligkeit) des Lichtes ist, desto mehr Fotoelektronen werden herausgelöst.

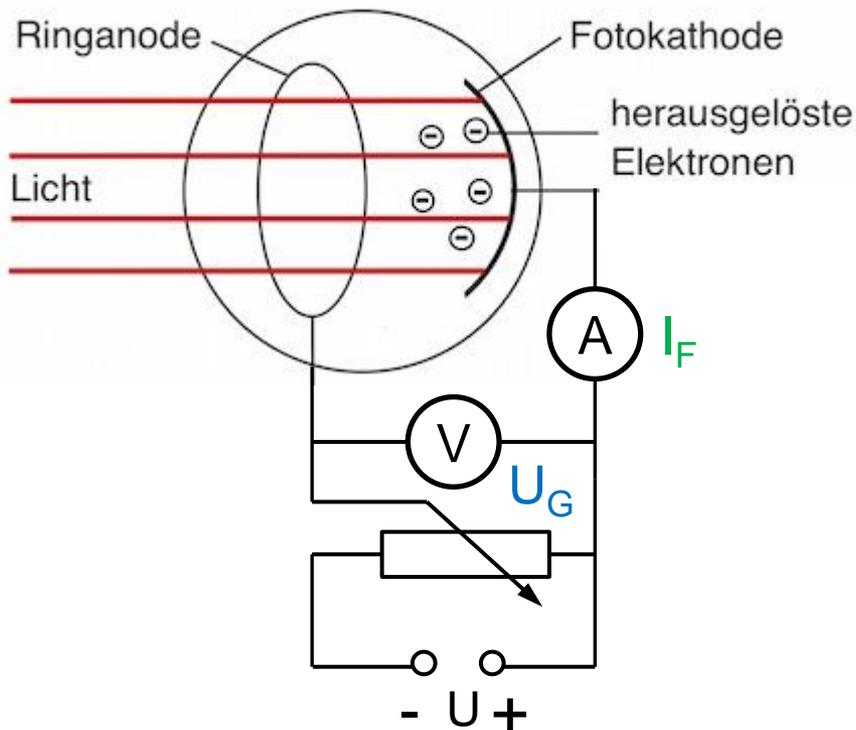
(neue) Fragestellungen:

- (A) Wie groß ist die Bewegungsenergie der Fotoelektronen?
(Wie kann man sie messen?)
- (B) Wovon hängt die Bewegungsenergie der Fotoelektronen ab?
- (C) Wie viel Energie überträgt das Licht bei Fotoeffekt?
(→ Wie findet der Energieaustausch statt?)
(→ Welche Energie besitzt das Licht?)

Energiemessung der bewegten Fotoelektronen:

Idee: Messung der Energie beim Abbremsen ihrer Bewegung ...

► Gegenfeldmethode:



Die Fotozelle wird so an eine regelbare Spannungsquelle (Potenziometer) angeschlossen, dass der Pluspol mit der Kathode und der Minuspol mit der Anode verbunden sind.

Das elektrische Feld ist so gerichtet, dass die Feldkraft der Bewegung der Elektronen entgegen wirkt !

Die Elektronen werden von der positiven Fotokathode angezogen (festgehalten).

Experiment: Messung von Gegenspannung U_G und Fotostrom I_F

Versuchsdurchführung/Ergebnis:

	Beobachtung	Erklärung
1.	$U_G=0V$ Bei Bestrahlung mit Licht fließt ein konstanter Fotostrom I_F	Die herausgelösten Fotoelektronen bewegen sich infolge ihrer Bewegungsenergie zur Anode
2.	Erhöhung von U_G Der Fotostrom I_F wird kleiner	Die Fotoelektronen werden abgebremst. Immer weniger Elektronen erreichen die Anode
3.	Bei einer bestimmten Gegenspannung U_{Gmax} fließt kein Fotostrom mehr ($I_F=0$)	Kein Fotoelektron kann das Gegenfeld überwinden und die Anode erreichen.

Bei U_{Gmax} ist die **Energie der Elektronen im elektrischen Feld** betragsmäßig gleich der **Bewegungsenergie** der schnellsten Fotoelektronen.

$$E_{el} = E_{kin}$$



$$E = e \cdot U_{Gmax} = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v^2$$

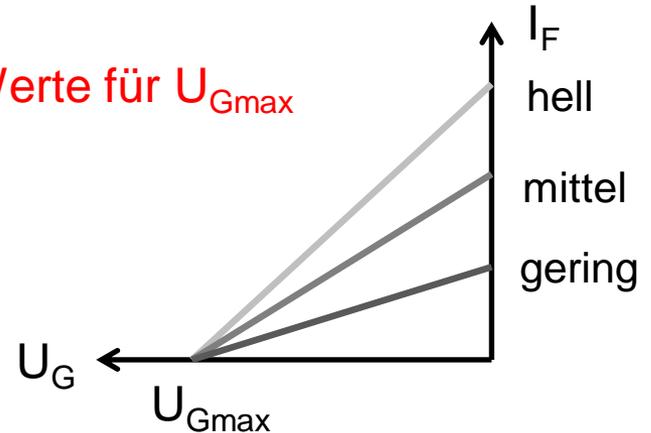
Abhängigkeit der Energie der Fotoelektronen:

$$(1) U_{Gmax} = f(\text{Intensität})$$

($\lambda = \text{konstant}$)

→ gleiche Werte für U_{Gmax}

Die Intensität (Helligkeit) hat keinen Einfluss auf die Energie der Fotoelektronen

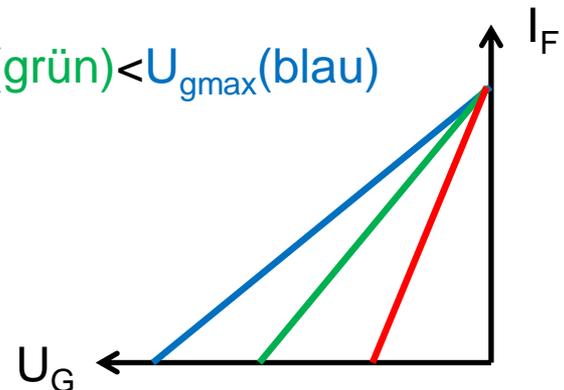


$$(2) U_{Gmax} = f(\lambda)$$

(konstante Intensität)

→ $U_{Gmax}(\text{rot}) < U_{Gmax}(\text{grün}) < U_{Gmax}(\text{blau})$

Je kleiner die Wellenlänge des Lichtes, desto größer die Energie der Fotoelektronen



► Die Energie des Lichtes wird nur durch die Wellenlänge bestimmt.

Links im INTERNET:

Versuch von HALLWACHS auf leifiphysik

Photoelektrischer Effekt auf serlo

Animation zum Lichtelektrischen Effekt auf PhET