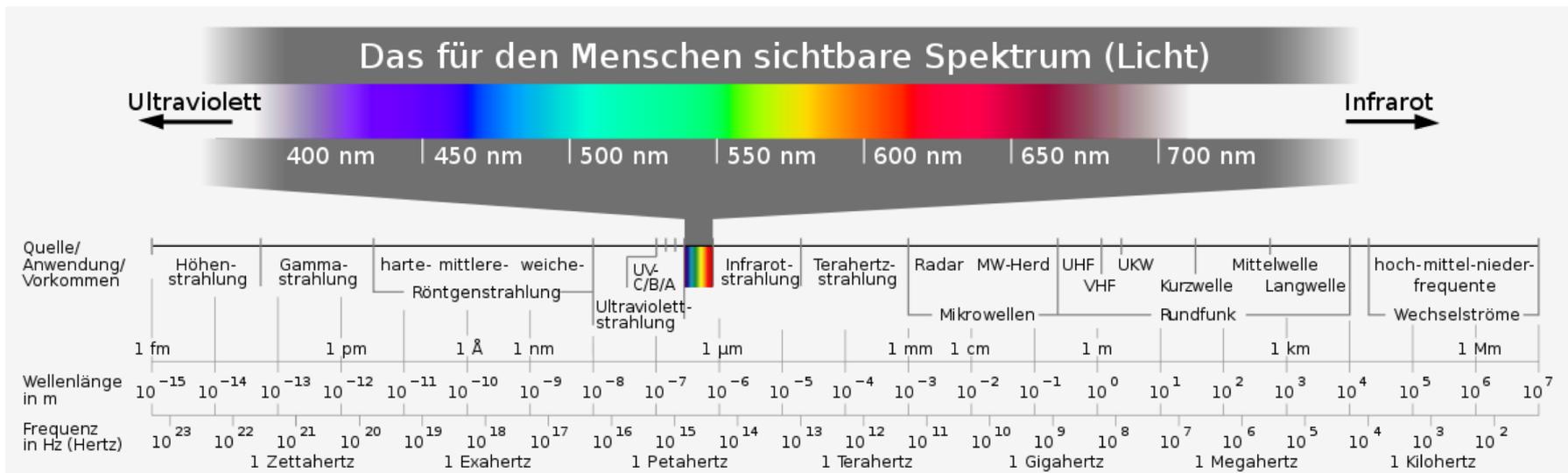


## Was ist Licht ? → Resümee:

- 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

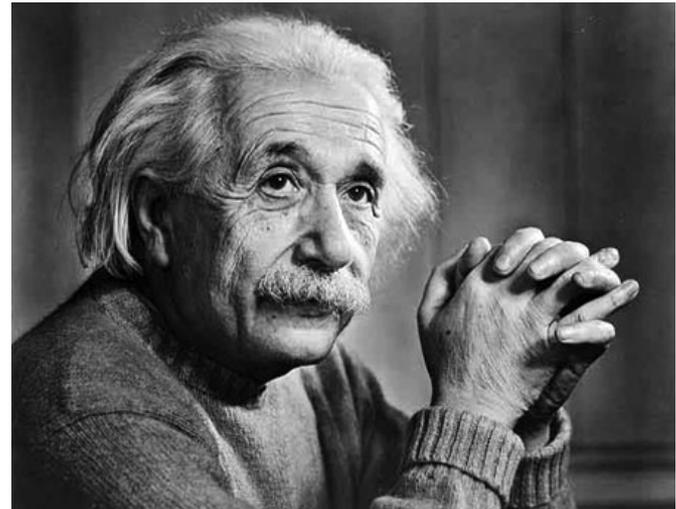
... das gilt auch für Hertzische Wellen ...

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



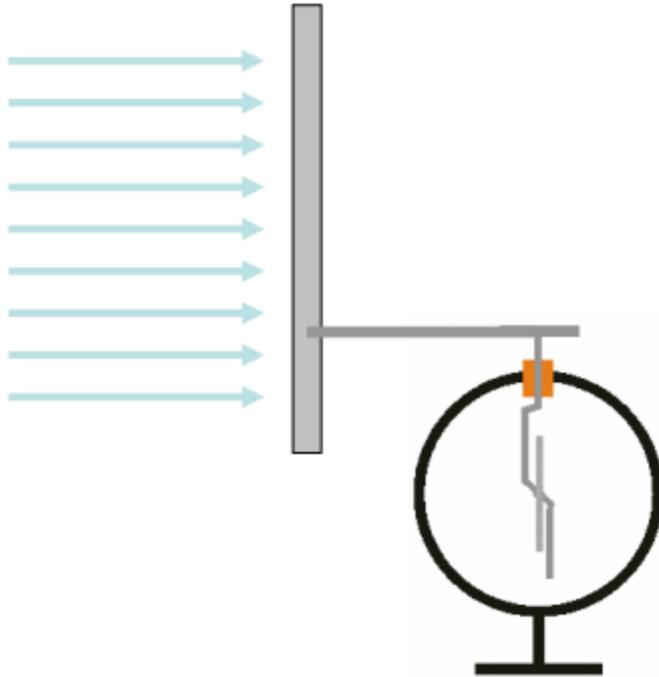
# Quantenphysik

## Wechselwirkung von Licht und Materie



1921 – Nobelpreis

# Historischer Versuch von Wilhelm Hallwachs (1888)



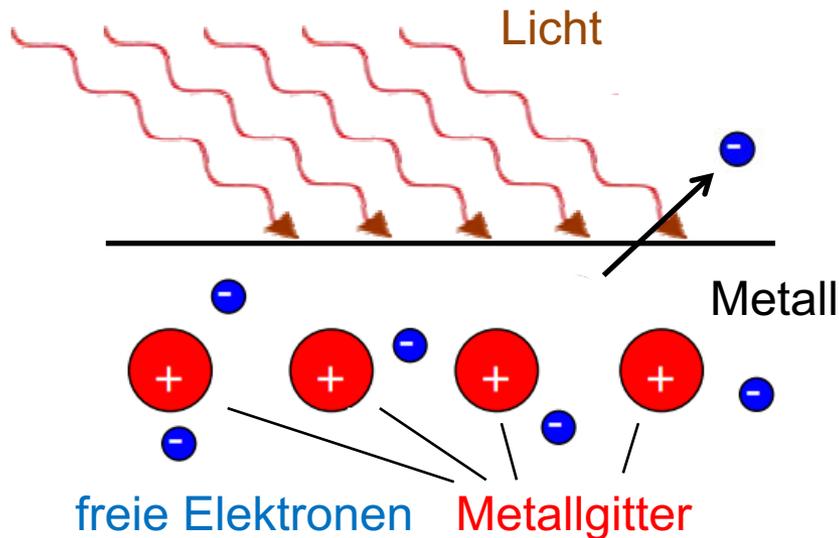
*Bestrahlung von verschiedenen  
Metallplatten unterschiedlicher  
Ladung mit verschiedenen  
Lichtquellen.*

Ergebnis:

Eine negativ geladene Zinkplatte wird bei  
Bestrahlung mit Licht entladen.

→ **Hallwachs Effekt**

## 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**.

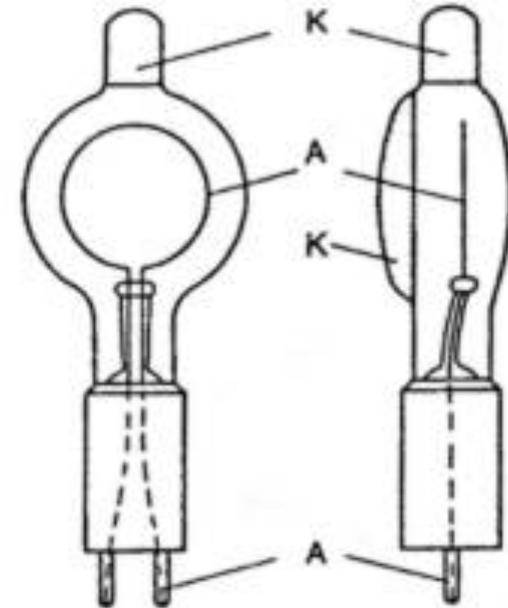
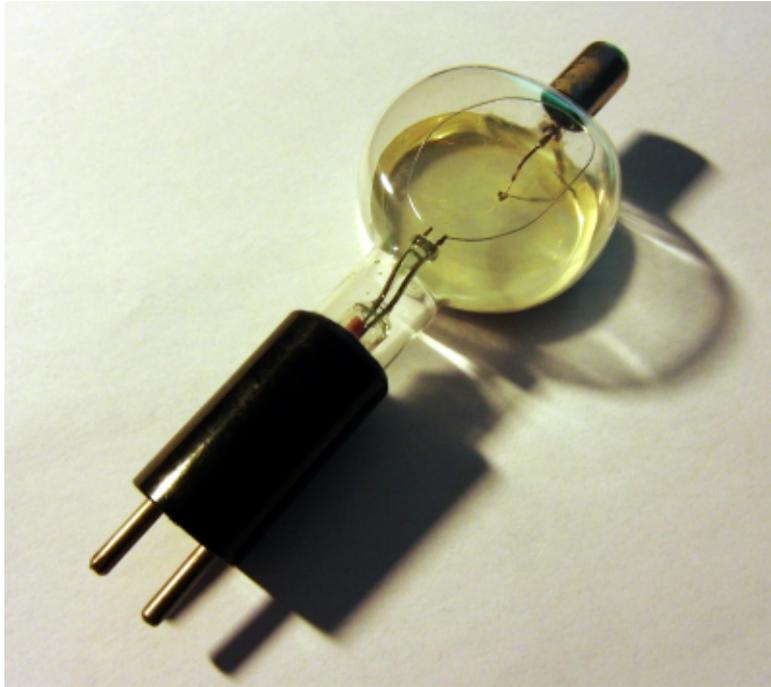
Die heraus gelösten Elektronen werden als **Fotoelektronen** bezeichnet.

## physikalische Deutung:

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

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

# Die Fotozelle

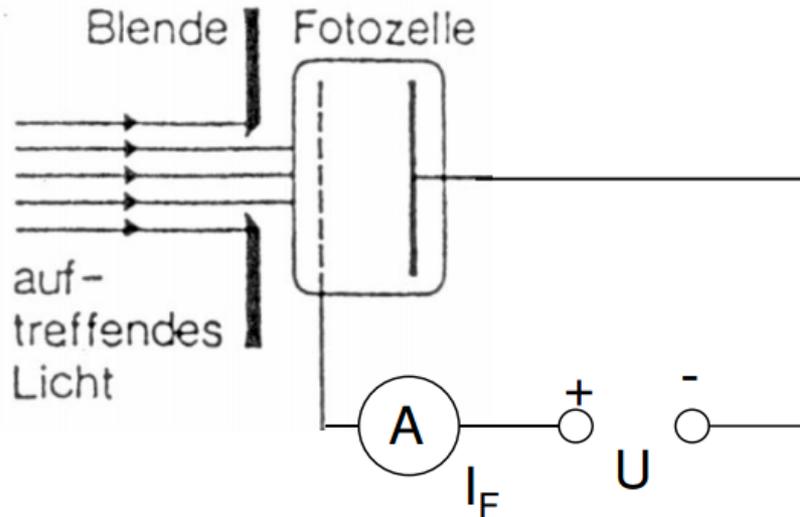


Die Fotozelle besteht aus einem evakuiertem Glaskolben.

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

Ein Metallring bildet die Anode.

## Untersuchung des lichtelektrischen Effektes:



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

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

(→ es sind tatsächlich Fotoelektronen vorhanden 😊)

Bei Vergrößerung der Spannung steigt auch der Fotostrom  $I_F$  an.

(→ Beschleunigung der Fotoelektronen → immer mehr gelangen zur Anode)

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)



Oh !?

## **(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.

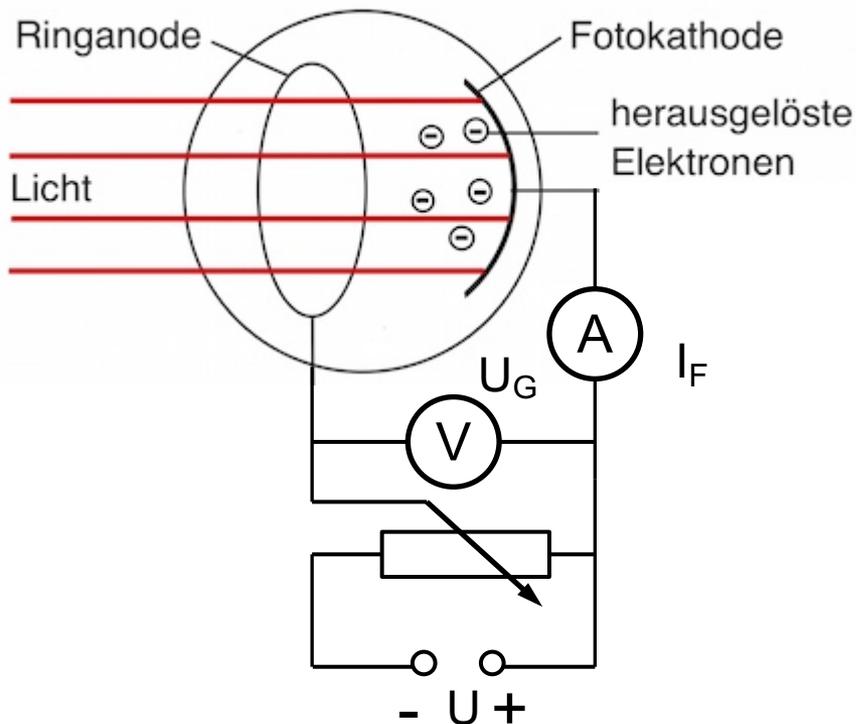
## **Fragestellungen:**

- (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 entgegen der Bewegung der Elektronen gerichtet !*

$I_F$  ... Fotostrom

$U_G$  ... Gegenspannung

## 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 des elektrischen Feldes betragsmäßig so groß wie die Bewegungsenergie der schnellsten Fotoelektronen.

$$E = \frac{m_E}{2} \cdot v^2 = e \cdot U$$

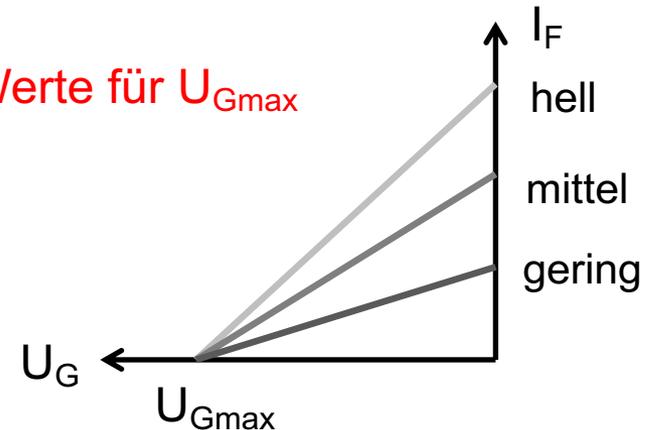
# Abhängigkeit der Energie der Fotoelektronen:

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

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

→ gleiche Werte für  $U_{Gmax}$

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

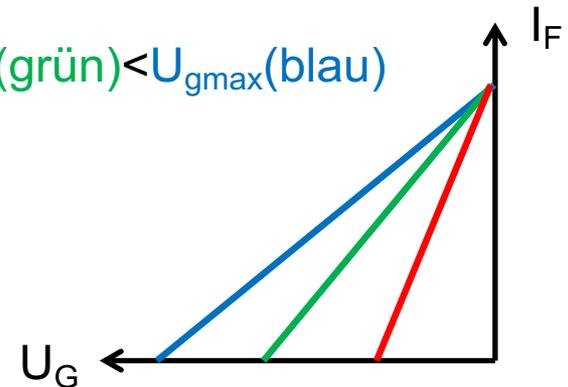


$$(2) U_{Gmax} = f(\lambda)$$

(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 der Fotoelektronen ist von der Wellenlänge (Farbe), nicht aber von der Intensität (Helligkeit) des Lichtes abhängig.