

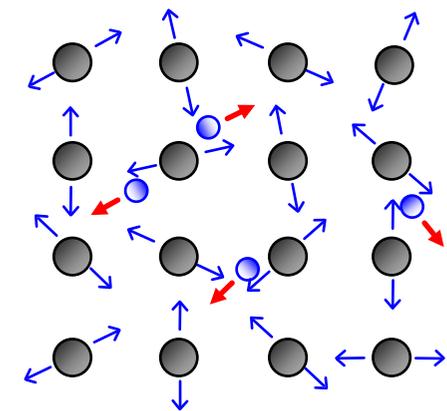
*Elektronenstrahlen sind Bündel von Elektronen im Vakuum oder verdünnten Gasen. Wir nutzen sie, um Elektronen zu untersuchen. Auch in der Bilderzeugung (z.B. Elektronenrastermikroskop) kommen sie zur Anwendung. Um sie ins Vakuum zu bekommen, nutzen wir den Edison-Effekt (siehe Leifiphysik **Teilgebiet Elektrizitätslehre - Glühelektrischer Effekt Grundwissen**).*

## 2. Bewegung von Teilchen in elektrischen Feldern

### 2.1 Bewegung in elektrischen Längsfeldern

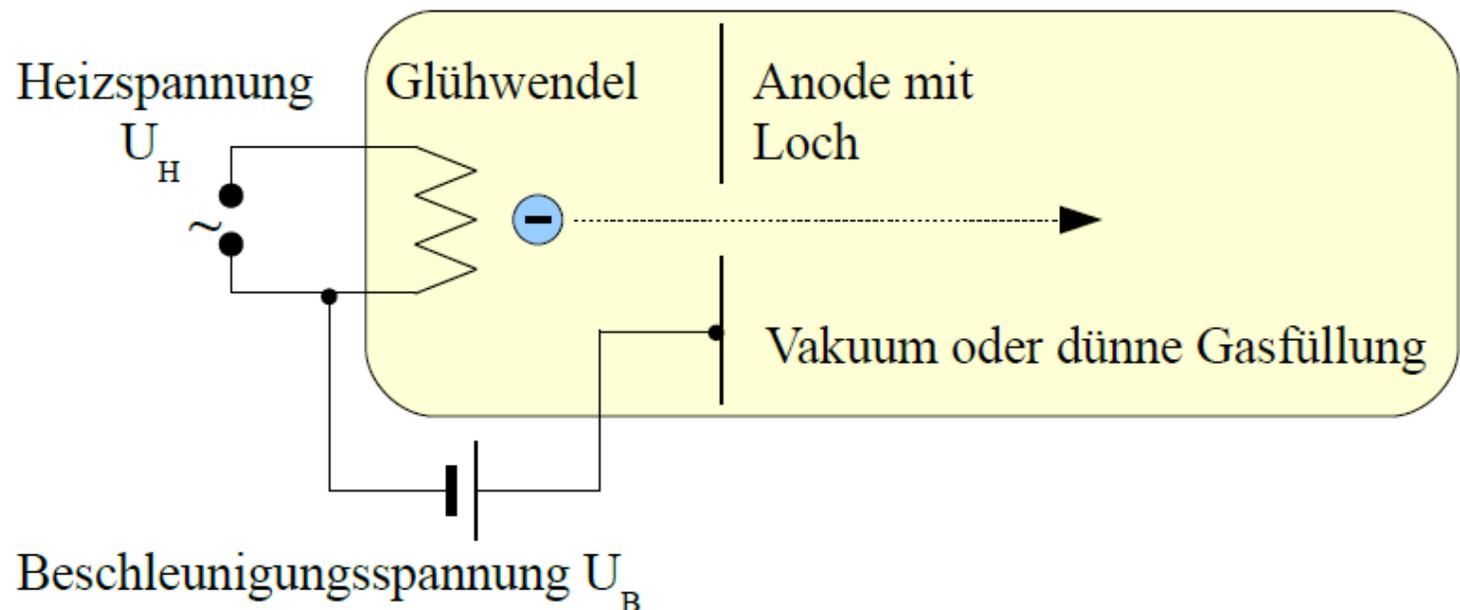
#### Freisetzung von Elektronen

Beim ..... bewegen sich die Atome der Glühwendel ..... und stoßen Elektronen aus dem ..... Diese können sich dann frei im umgebenden ..... bewegen. (Edison-Effekt)



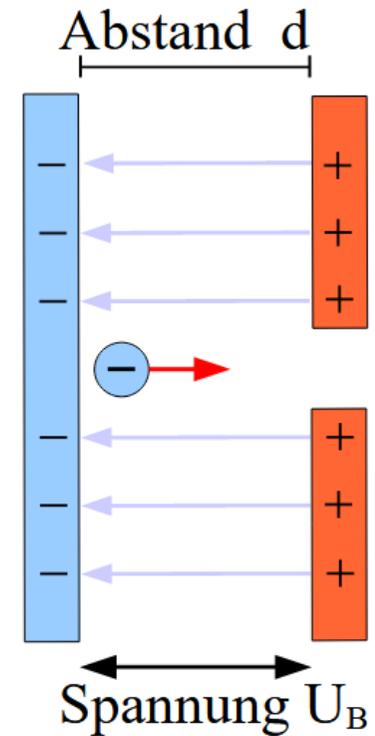
#### Prinzipieller Aufbau einer Elektronenröhre

*Alle unsere Elektronenröhren sind prinzipiell gleich aufgebaut. Eine Glühwendel setzt die Elektronen frei, die dann mit Hilfe eines elektrischen Längsfeldes beschleunigt werden (Beachte die Polung der Beschleunigungsspannung!). Durch ein Loch in der Anode fliegen die Elektronen dann in den Experimentierraum zur weiteren Verwendung.*



## Beschleunigung der Elektronen im homogenen Längsfeld

*In diesem Abschnitt geht es darum, was zwischen Glühwendel und Anode passiert. Die Berechnungen beruhen im Wesentlichen auf dem "Kap. 1.5 Energie und Potential im Feld". Die Zeichnung gibt diesen Bereich idealisiert als homogenes Feld wieder. Beschaffe Dir Formeln für die Kraft, die Beschleunigung und die Geschwindigkeit des Elektrons, berechne diese für  $U_B = 1,0 \text{ kV}$ ,  $d = 2,0 \text{ cm}$ ,  $m$  und  $e$  aus FS/TR.*



### kinetische Energie der Elektronen

### Die Einheit eV ("Elektronvolt")

*Die Geschwindigkeit lässt sich wie meist mit dem Energiekonzept wesentlich leichter berechnen. Hierzu musst Du wieder den Begriff "Potential" hervorkramen. Gib eine Formel für die Arbeit im homogenen Feld an und bestimme die kinetische Energie eines Elektrons, das mit  $1,0 \text{ kV}$  beschleunigt wurde.*

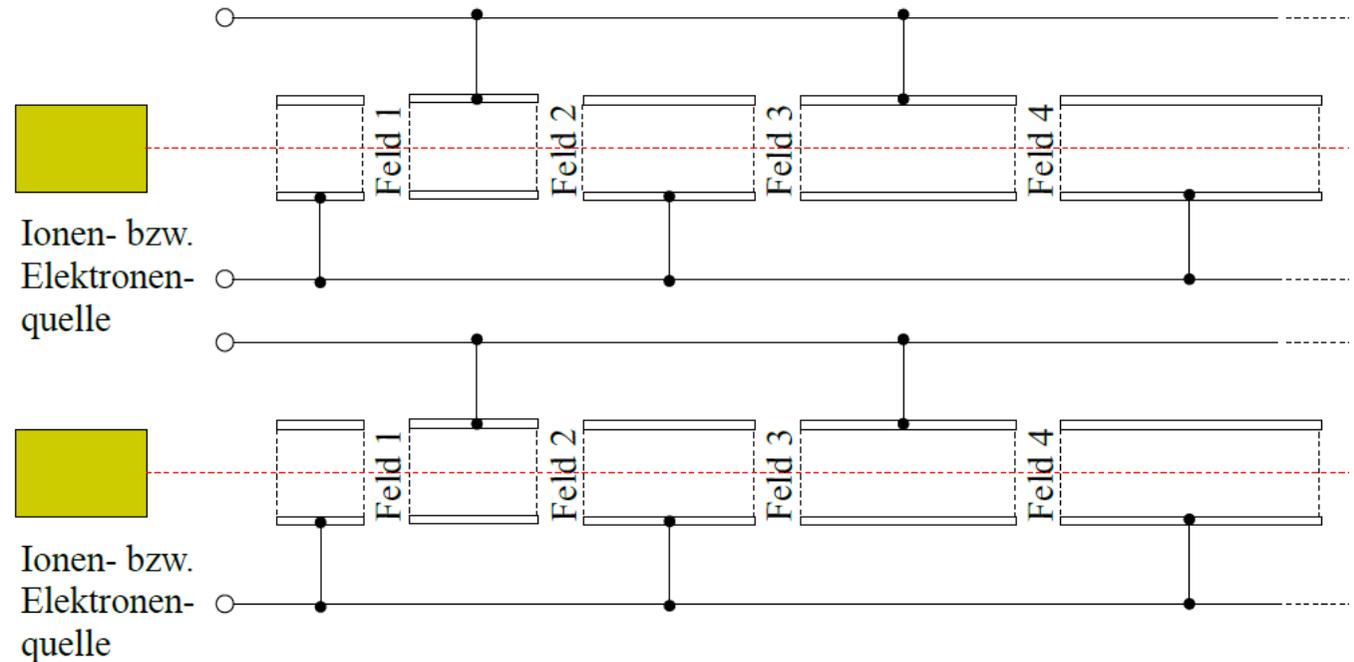
*Leite aus dem letzten Abschnitt eine Formel für die Berechnung der Endgeschwindigkeit her und berechne diese für die Beschleunigungsspannung 1,0 kV. Diskutiere den Einfluss der Beschleunigungsstrecke d.*

## Endgeschwindigkeit der Elektronen (Formel)

Die Endgeschwindigkeit eines geladenen Teilchens in einem Längsfeld mit der Beschleunigungsspannung  $U_B$  lässt sich berechnen als:

*Insbesondere für schwerere Teilchen (Ionen) wurden mehrstufige Beschleuniger entwickelt, einer der einfachsten ist der Linearbeschleuniger. Mit der abgebildeten Vorrichtung werden Protonen beschleunigt. Diese verlassen die Ionenquelle mit einer Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  und durchlaufen dann mehrere Röhren hintereinander (Abb. zeigt ein Schnittbild). Am Zwischenraum zwischen zwei Röhren werden sie jeweils durch ein Feld beschleunigt. **Trage in die erste Zeichnung die Polung für Feld 1 ein, in die zweite Zeichnung die Polung für Feld 2. Erläutere die Art der Spannung, die man an der gesamten Anordnung anlegt.***

## Linearbeschleuniger



## Aufgabe: Linearbeschleuniger

*Eine Animation zum Linearbeschleuniger gibt's auf  
Leifiphysik unter Teilgebiet  
Elektrizitätslehre - Bewegte  
Ladungen in Feldern - Ausblick  
- Linearbeschleuniger.*

*a) In der Zeichnung werden die  
Röhren immer länger.*

*Begründe die Notwendigkeit  
dieser Bauweise.*

*b) Die Protonen treten mit einer  
Geschwindigkeit von*

*$v_0 = 6,0 \cdot 10^6$  m/s ein, der  
Scheitelwert der Spannung  
beträgt 500 kV. Berechne die  
Gesamtenergie und Geschwin-  
digkeit in der 4. Röhre.*

*c) Berechne die passende Länge  
der 4. Röhre, wenn die  
Frequenz  $f = 40$  MHz beträgt.*

### Selbst-Check:

- Edison-Effekt
- Funktionsprinzip von Elektronenröhren
- Beschleunigung und Geschw. im Längsfeld
- Linearbeschleuniger

### Übungsmöglichkeiten:

Auf Leifiphysik eignen sich unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre - Bewegte Ladungen in Feldern - Geladene Teilchen im elektrischen Längsfeld Aufgaben** z.B. die alte Abituraufgabe "**Linearbeschleuniger (1988)**" sowie die Aufgabe "**Teilchen im Längsfeld**" (das Quiz passt hier noch nicht!).