

# V. 2. Röntgenstrahlung

$1 \text{ nm} > \lambda > 0,01 \text{ nm}$   
 $1 \text{ keV} < E = h\nu < 100 \text{ keV}$

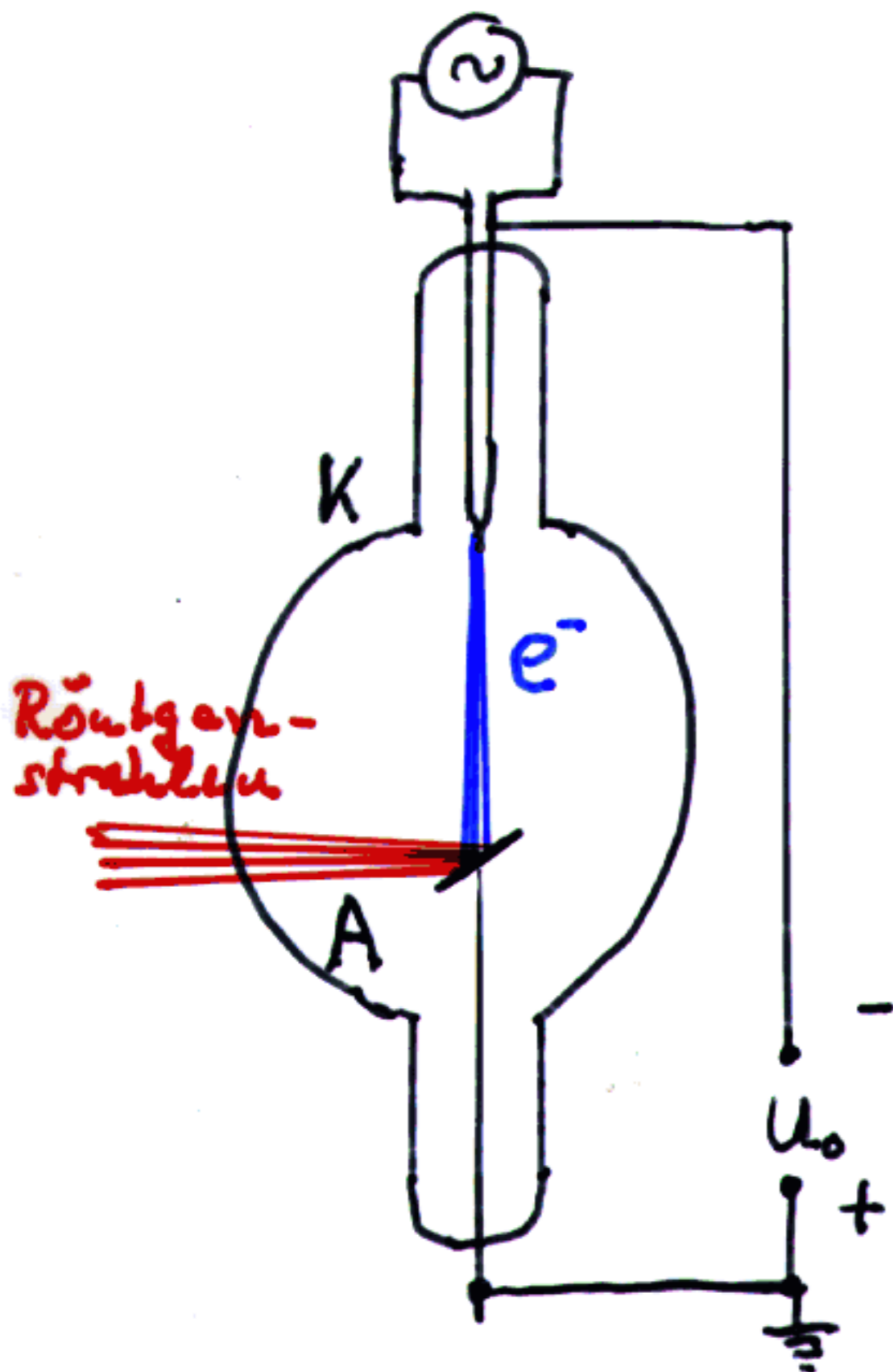
V/2.1

## V. 2. A Bremsstrahlungsspektrum

### a) Röntgenröhre

Wilhelm Conrad Röntgen (N) 1901

↘ für Atomphysik eigentl. "uninteressant", da nicht element-spezifisch



"Inverse" lichtelektrischer Effekt:  
 Korpuskeln einheitlicher Geschwindigkeit erzeugen Wellenstrahlung.

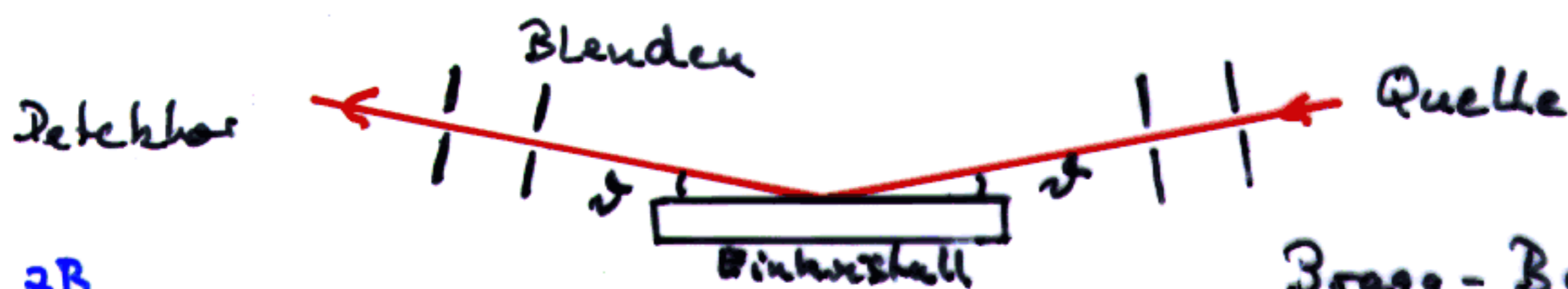
Vakuumröhre  $\left\{ \begin{array}{l} p \leq 10^{-6} \text{ mbar} \\ \bar{l}_e > d_{K-A} \end{array} \right.$

K: Hearnadelkathode / indirekt geheizt / Wehnelt-Zylinder

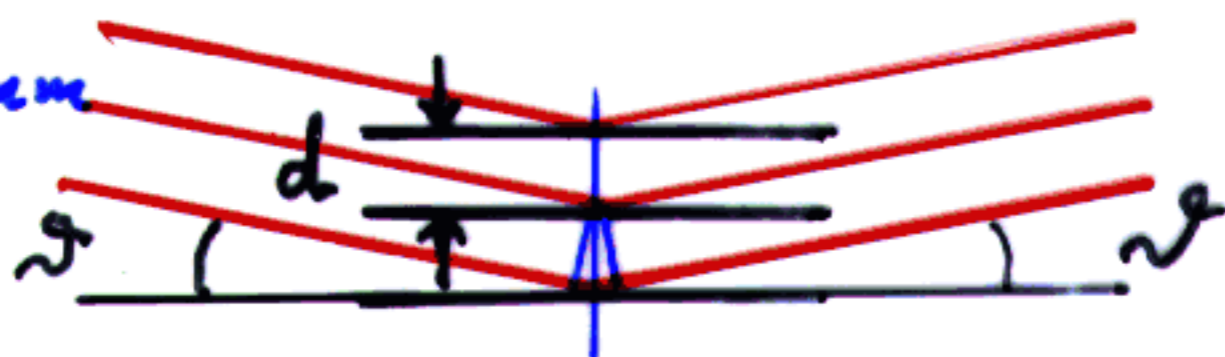
A: gekühlte Anode (Antikathode)  
 bei  $I_{\text{max}} \approx 100 \text{ mA}$ ,  $U_0 = 100 \text{ kV}$   
 nur 0,1-1% Röntgenausbeute

### b) Röntgen-Spektrometer

Röntgen-Beugung (Max von Laue 1912; Bragg)



zB  $d(\text{LiF}) = 0,4026 \text{ nm}$



Bragg-Bedingung

$2d \sin \vartheta = n\lambda$

zB  $5^\circ \leq \vartheta \leq 80^\circ$ ;  $n=1$

$\leadsto 0,03 \text{ nm} \leq \lambda \leq 0,6 \text{ nm}$

(oder: Energie-Messung / Photoeffekt)

### c) Bremsstrahlungsspektrum

"beschleunigte Ladung strahlt"

(Coulombpotential der Kerne)

kontinuierliches Röntgenbremspektrum

Grenz-Wellenlänge  $\lambda_{min}$

Grenz-Frequenz  $\nu_0$

unabhängig von Anodenmater.

Energieaustausch  $\rightarrow$  1 Quant

$$W_{kin,el} = eU_0 = h\nu_0$$

$$\lambda_{min} \cdot U_0 = \frac{hc}{e} = konst.$$

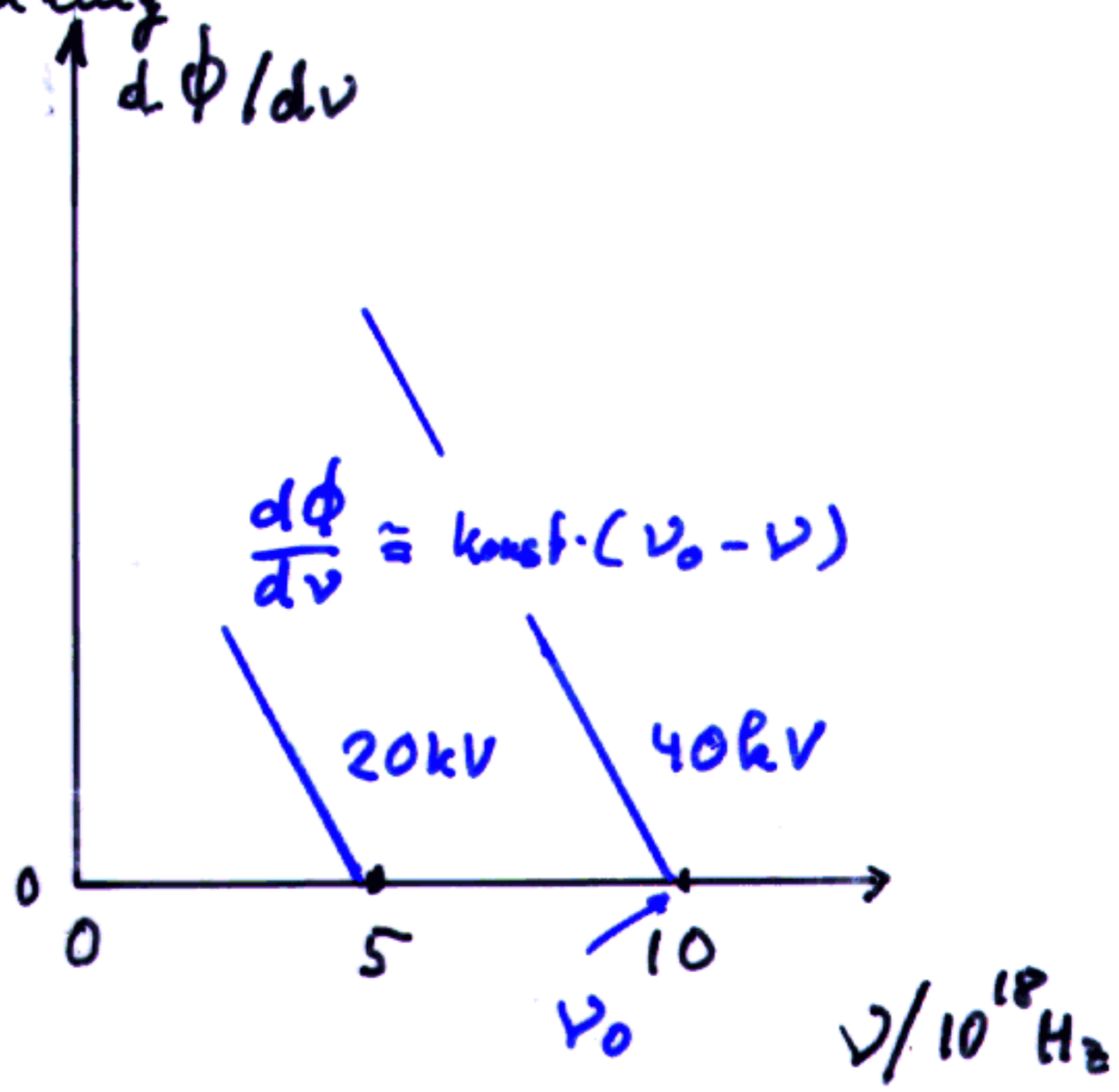
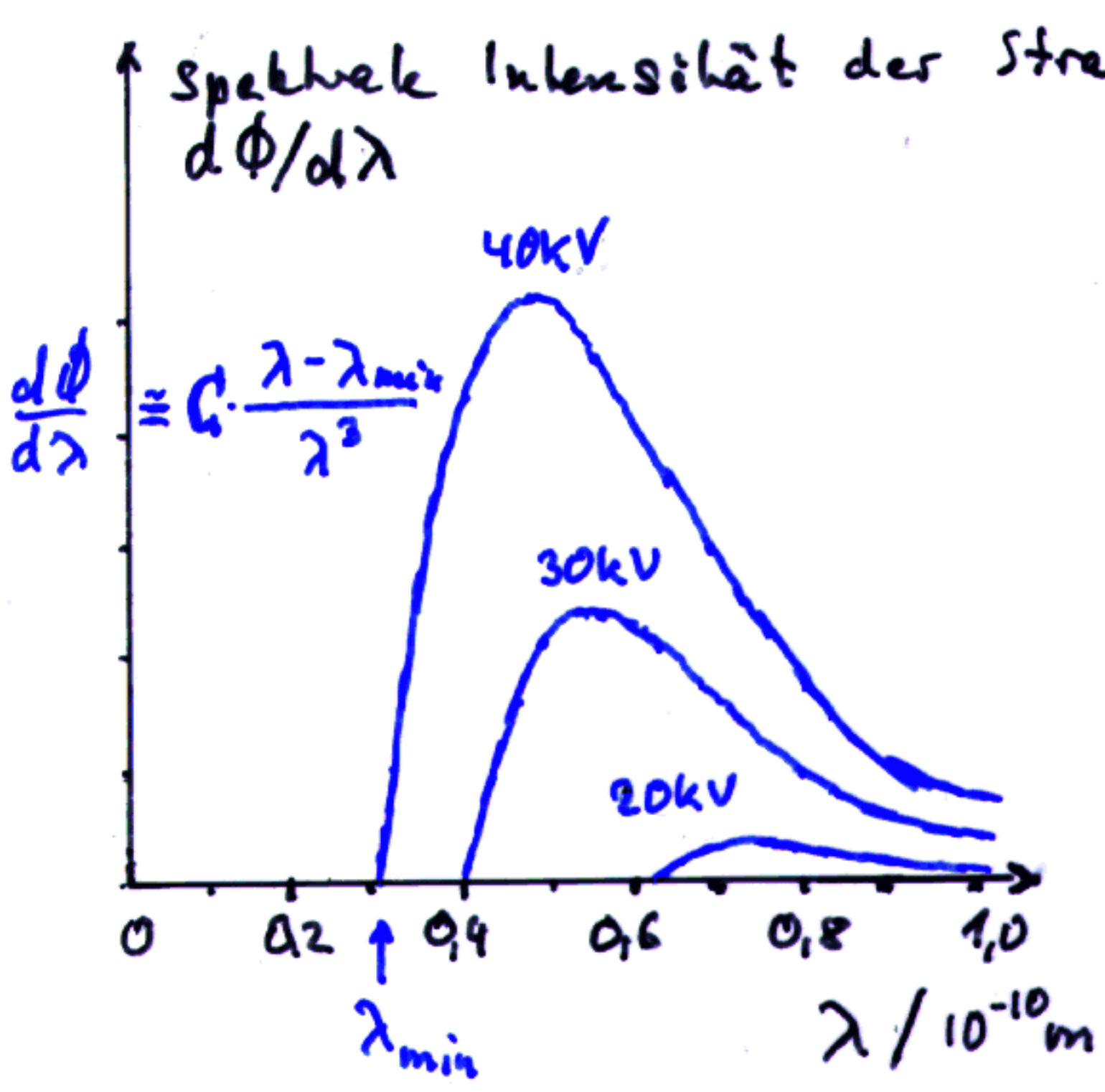
Duane-Hunt'sches Verschiebungsgesetz (1916)

$$\lambda_{min} \approx \frac{1240 \text{ nm}}{U/V}$$

$$\nu_0 = \frac{e}{h} U_0$$

$$\approx 2,418 \cdot 10^{18} \text{ Hz} \cdot \frac{U_0}{10 \text{ kV}}$$

zB Wolfram-Anode



(Hinweis: IPE (Inverse Photo-Emission) von Oberflächen  $\rightarrow$  Details der Kante analysiert; polarisiert bei  $\lambda_{min}$ )

$U_0 >$  atomspezifische Schwelle: Elektronenhülle ionisiert  
zusätzlich Linien-Spektrum

$\rightarrow$  charakteristische Röntgenstrahlung