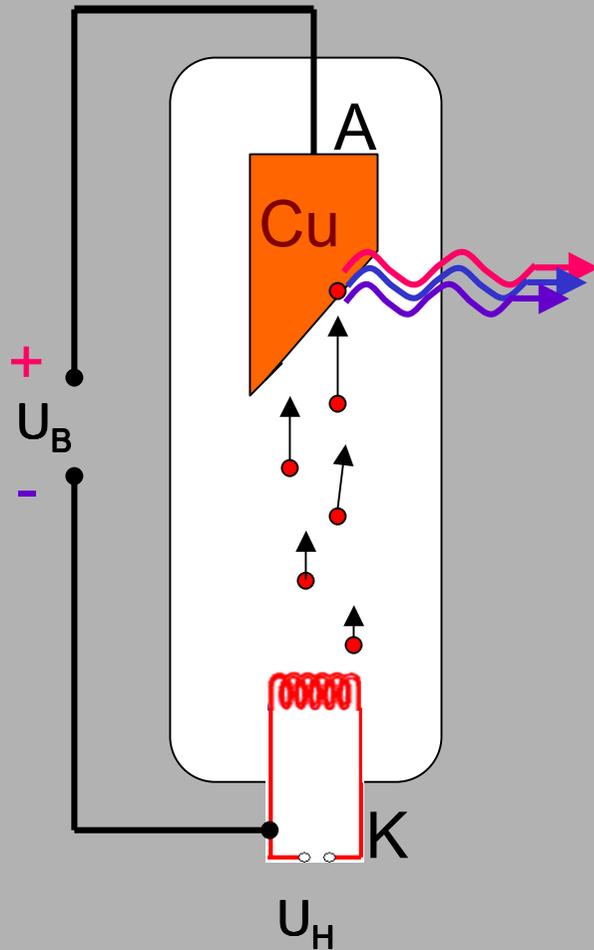
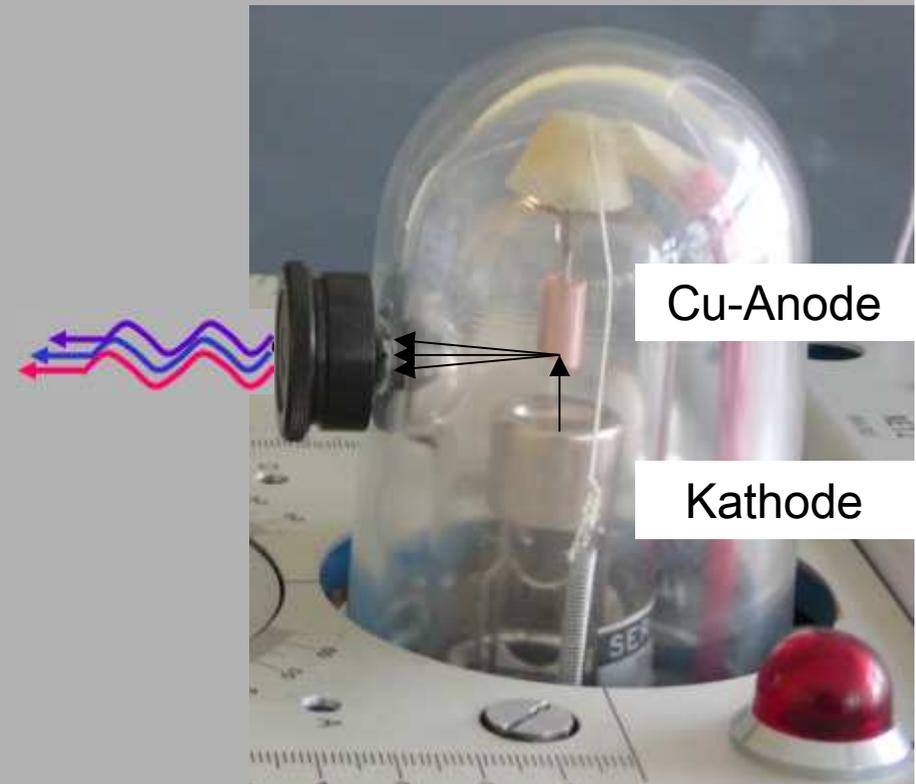




# Röntgenröhre

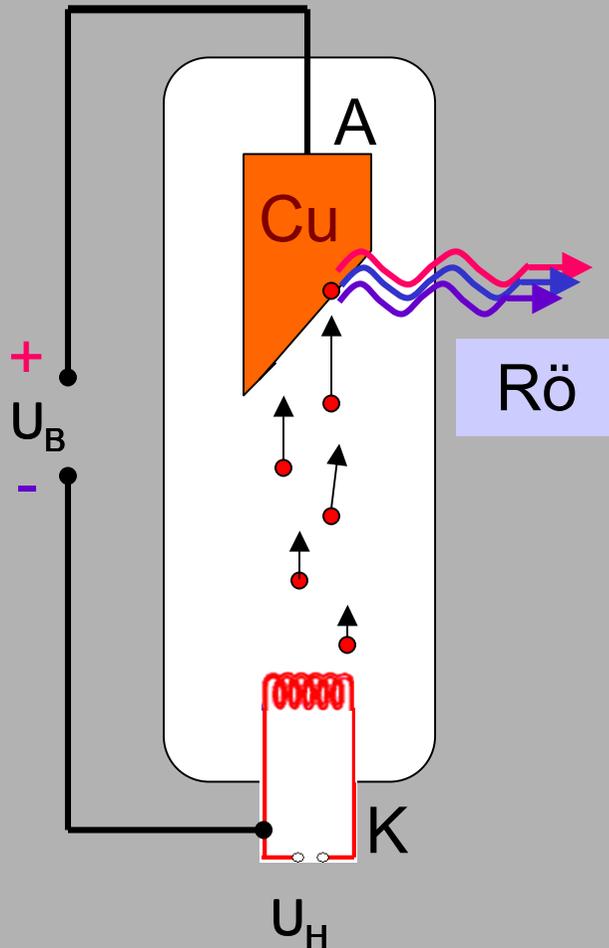


Röntgenstrahlung  
unterschiedlicher  
Wellenlänge





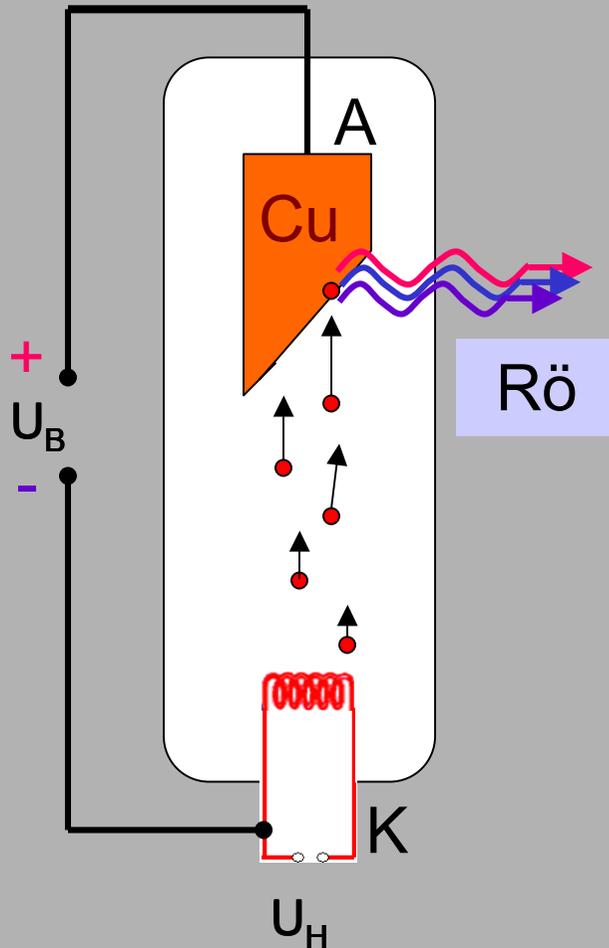
## Bremsstrahlung



Die Elektronen werden an der Anode abgebremst und geben einen Teil ihrer Energie in Form von Röntgenstrahlung ab. Der andere Teil wird in Wärme umgewandelt.



## Bremsstrahlung



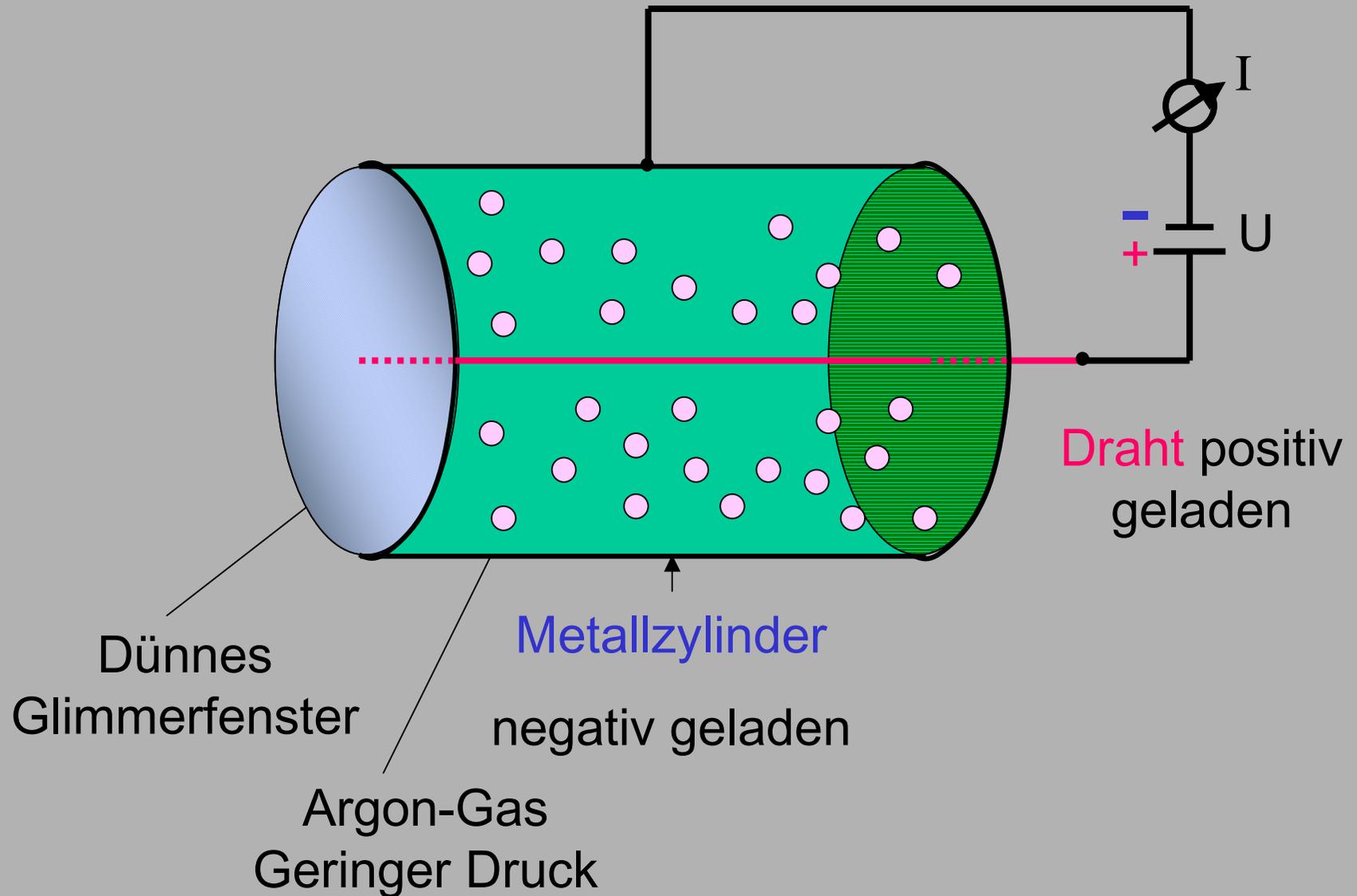
Die Elektronen werden an der Anode abgebremst und geben einen Teil ihrer Energie in Form von Röntgenstrahlung ab. Der andere Teil wird in Wärme umgewandelt.

Wir wollen untersuchen, wie das Wellenlängenspektrum bzw. das Frequenzspektrum dieser Strahlung aussieht.





## Geiger-Müller-Zählrohr





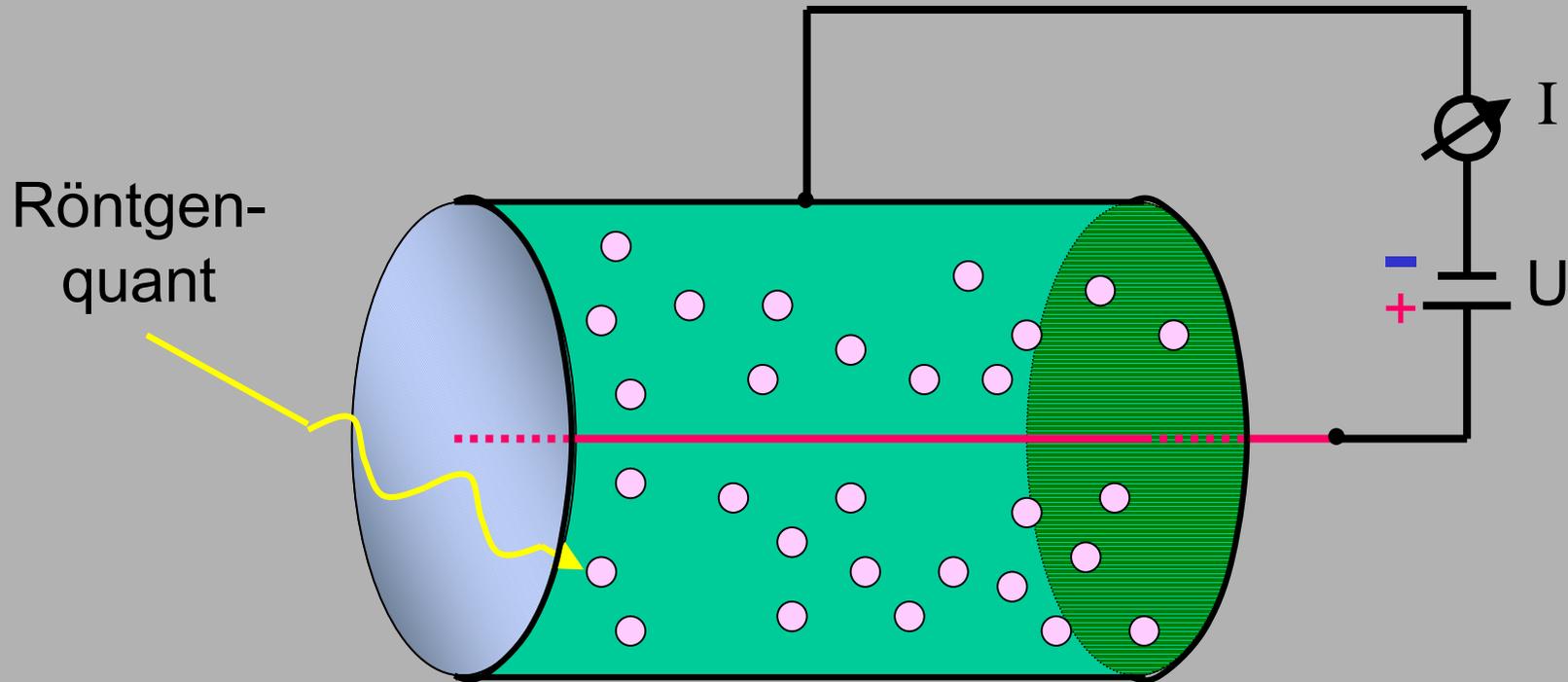
## Geiger-Müller Zählrohr



Geiger-Müller-Zählrohr, mit sehr dünnem Glimmerfenster, das auch die Registrierung weicher  $\beta$ -Strahlung ermöglicht.

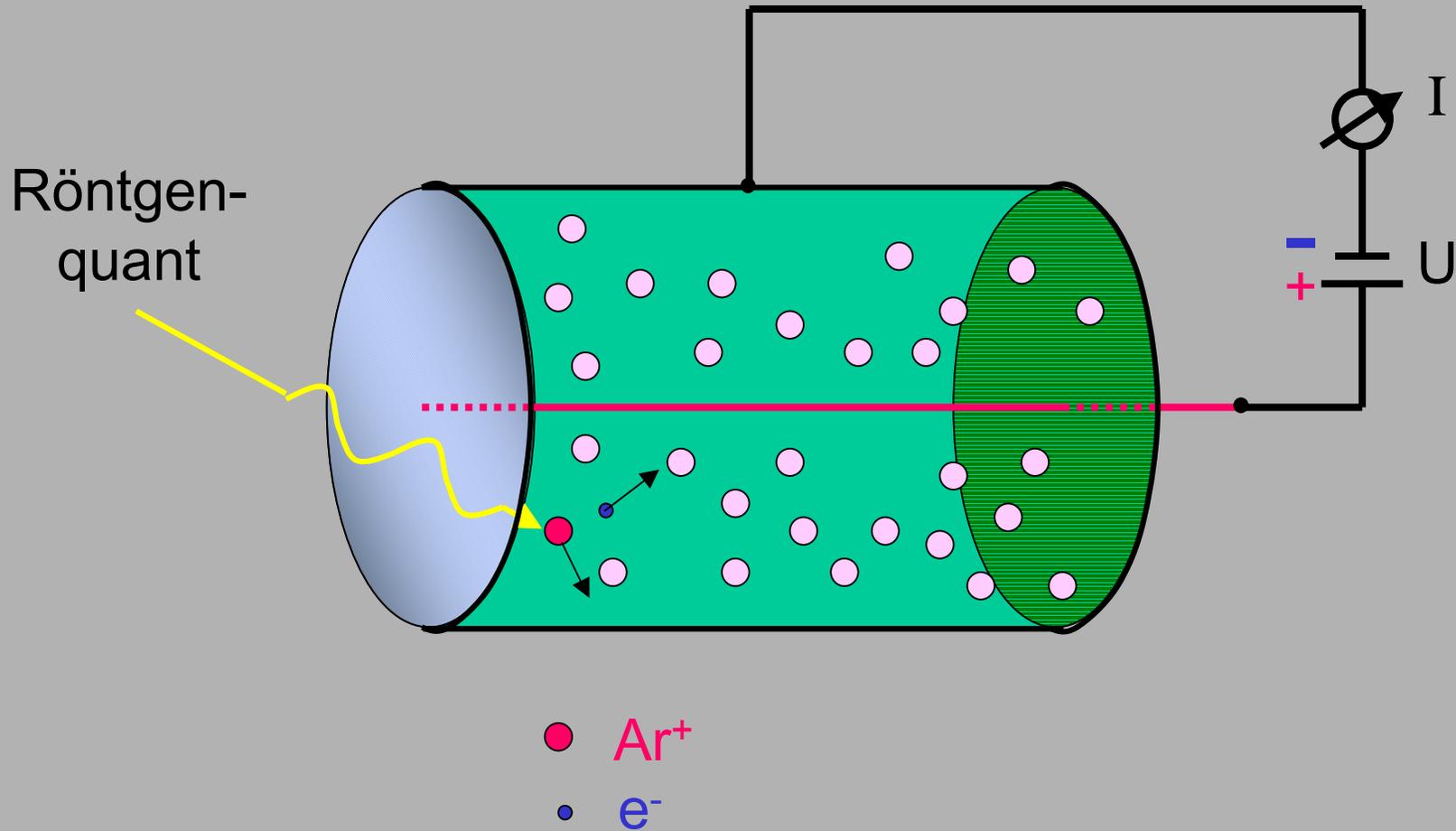


# Geiger-Müller-Zählrohr



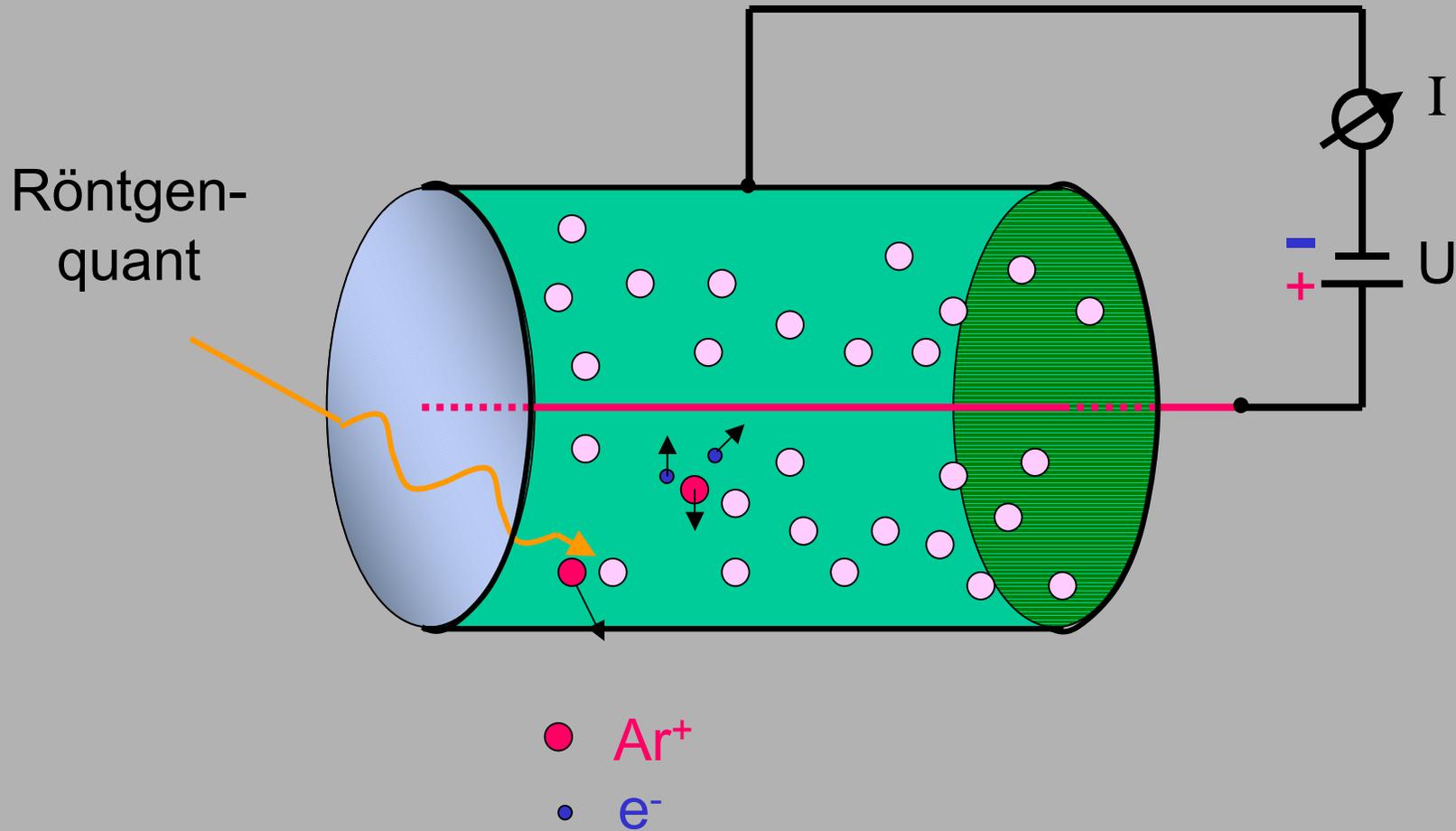


# Geiger-Müller-Zählrohr Ionisation



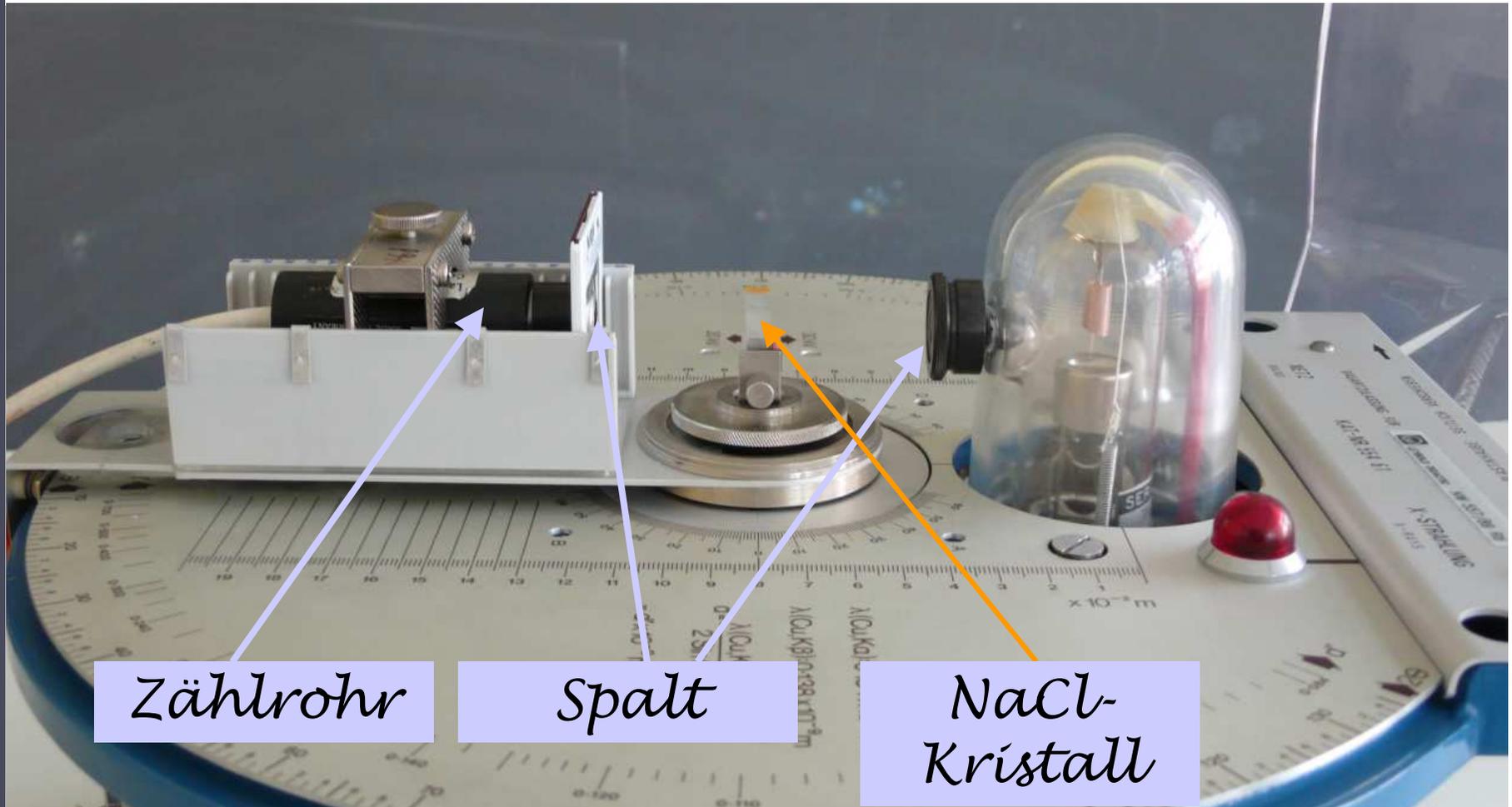


## Stoßionisation



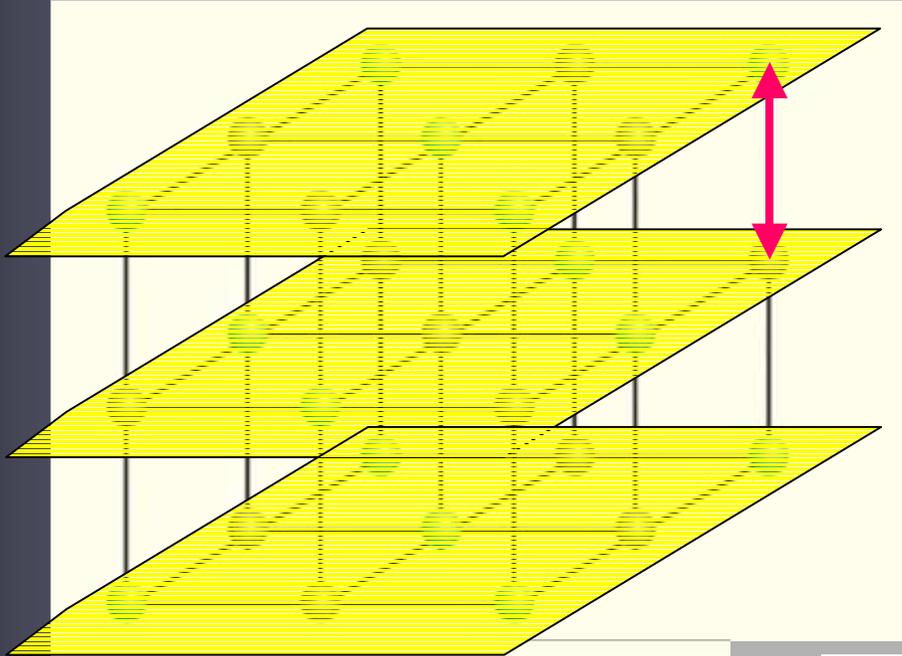


## Röntgenröhre mit Zählrohr

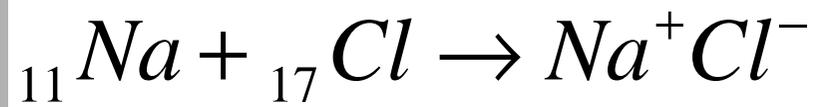
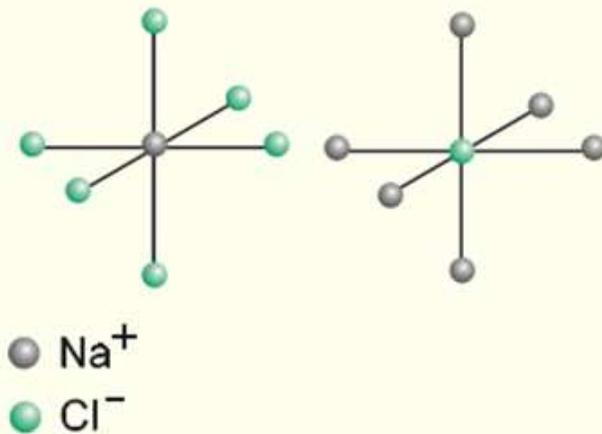




## NaCl-Kristall



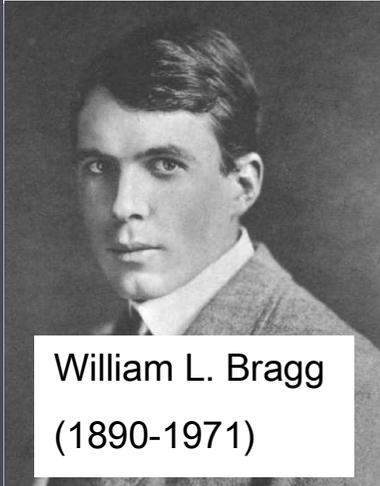
Netzebenen-  
abstand  
 $d=282\text{pm}$



Ionenbindung

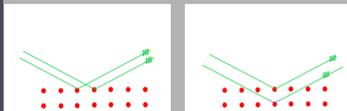
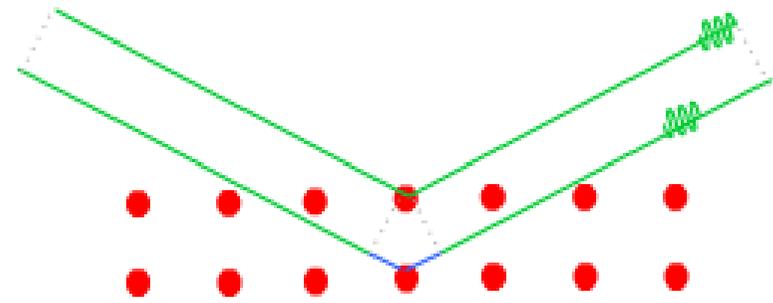
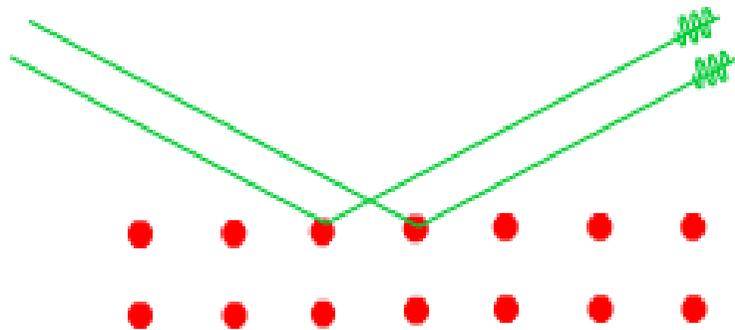


## Bragg-Reflexion



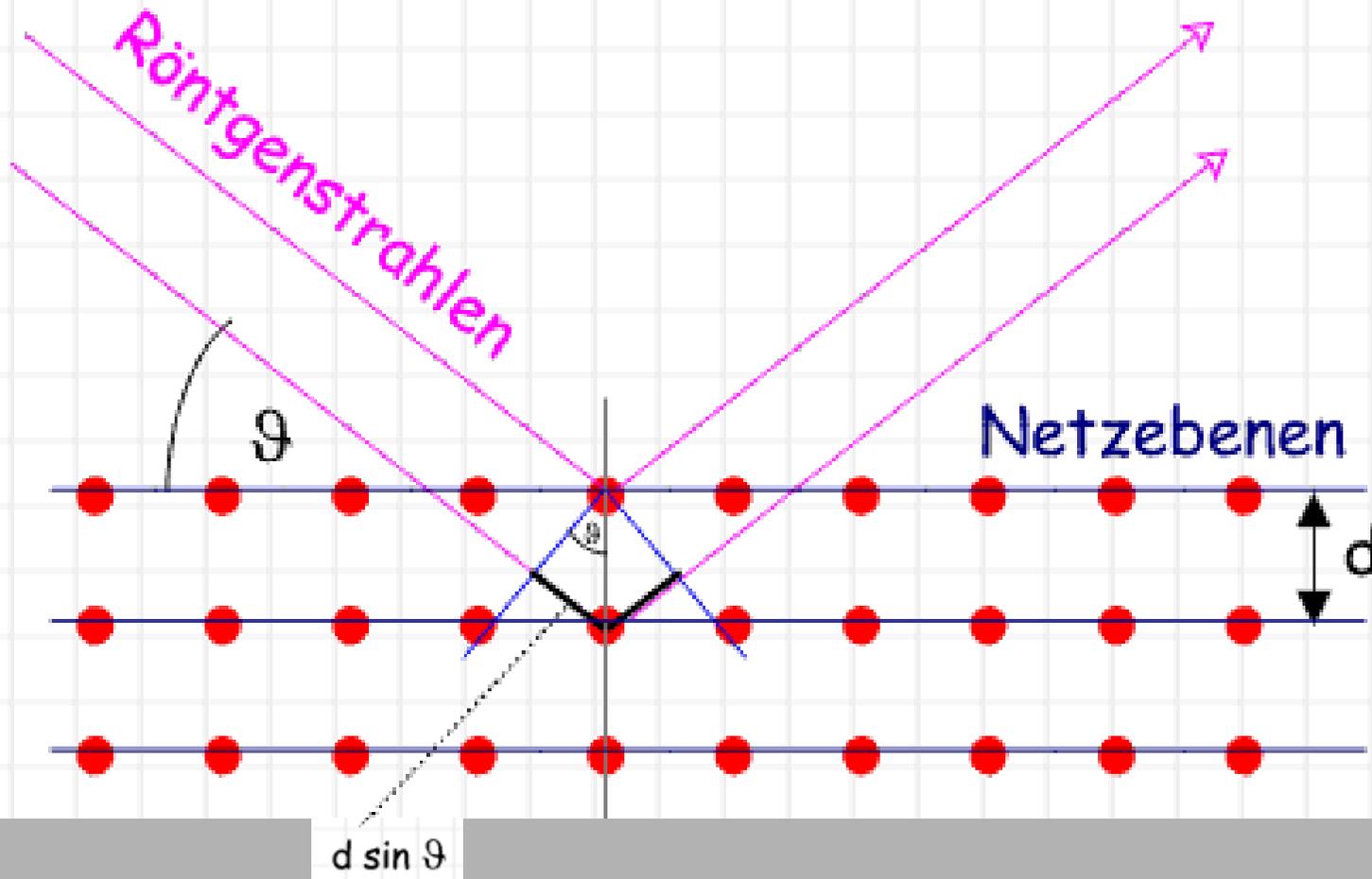
William L. Bragg  
(1890-1971)

Röntgenstrahlen werden an den Netzebenen eines Kristalls wie Licht an einem Spiegel reflektiert.





## Bragg-Reflexion

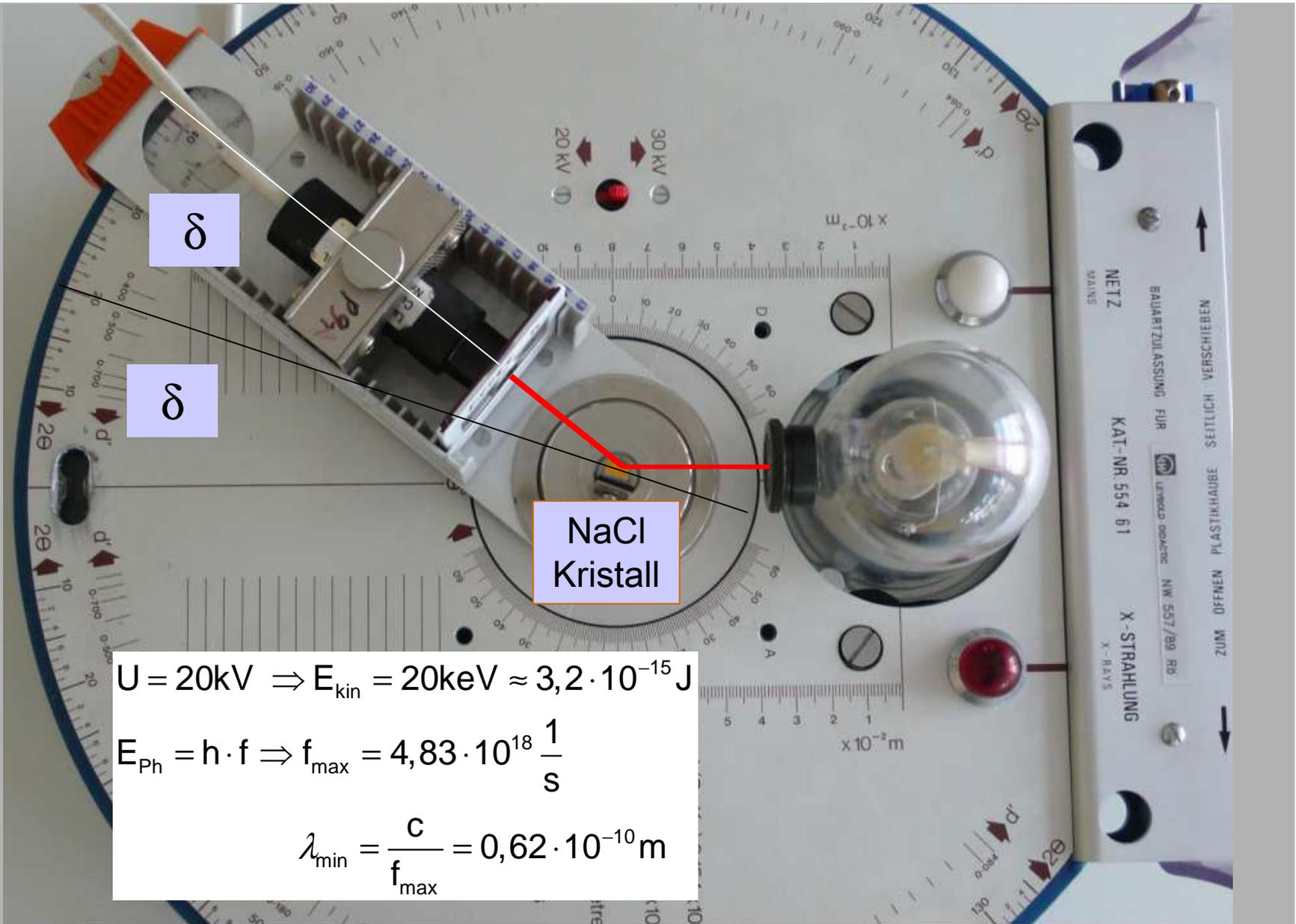


Konstruktive Interferenz wenn

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



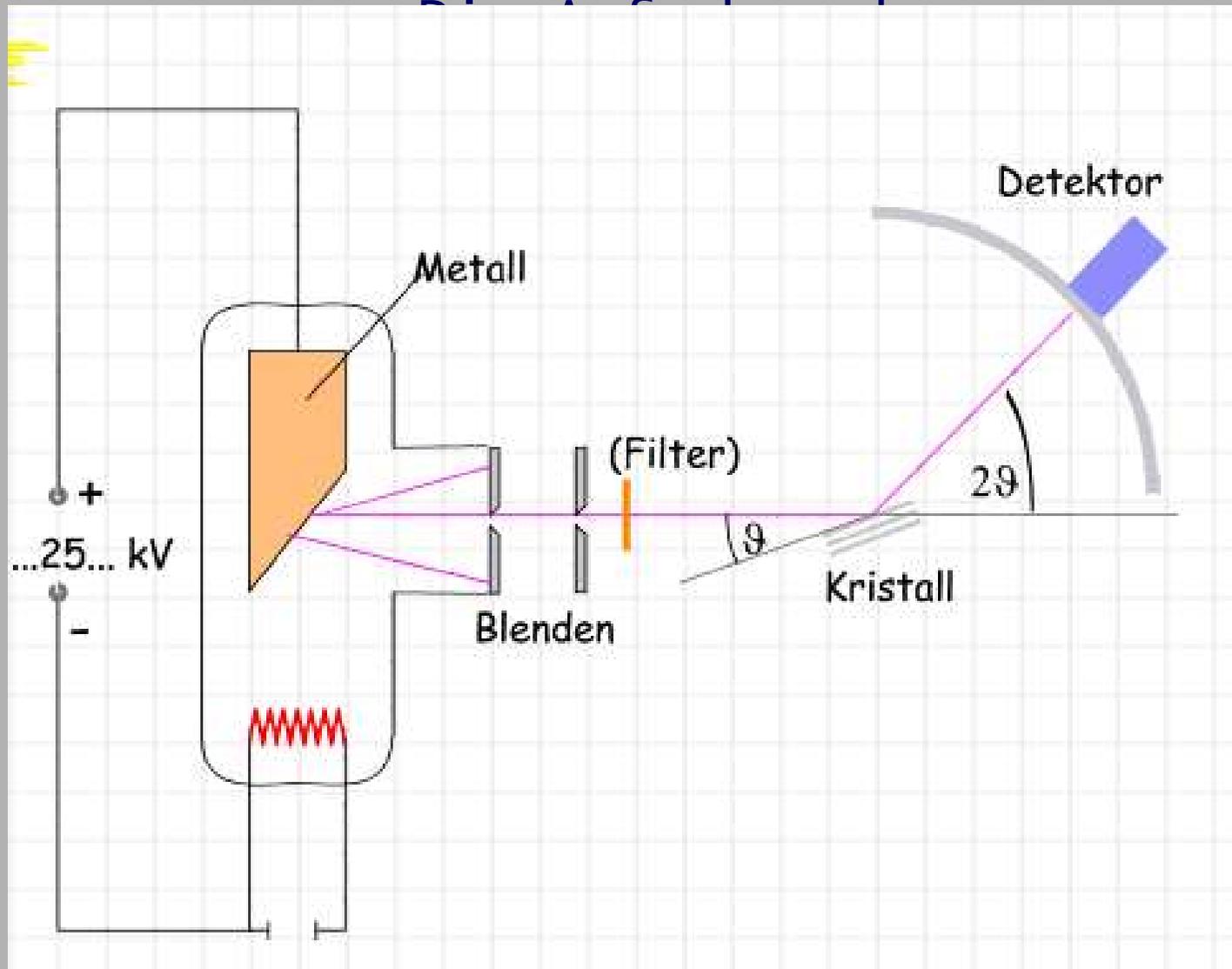
# Röntgenröhre



$$U = 20\text{kV} \Rightarrow E_{\text{kin}} = 20\text{keV} \approx 3,2 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

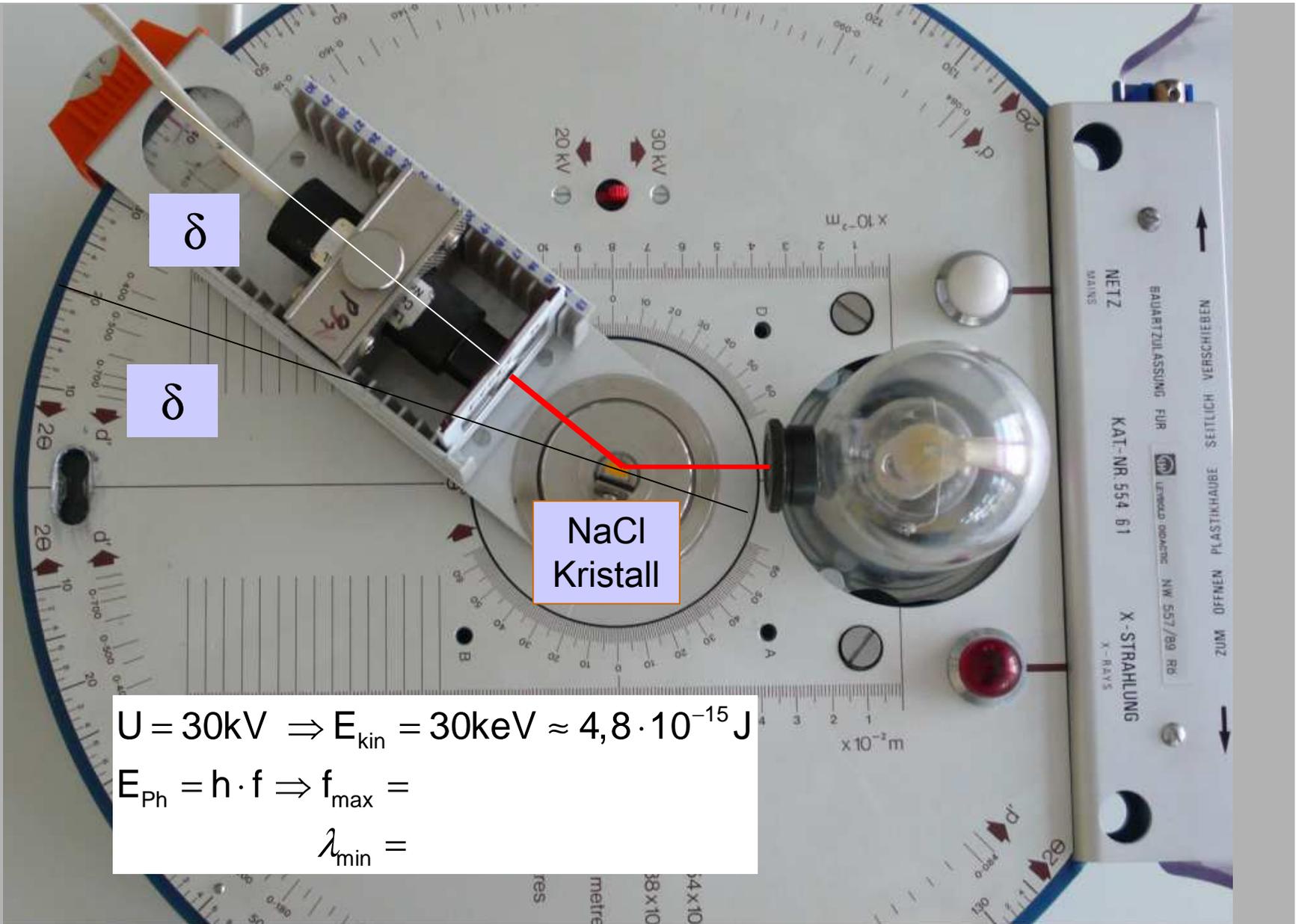
$$E_{\text{Ph}} = h \cdot f \Rightarrow f_{\text{max}} = 4,83 \cdot 10^{18} \frac{1}{\text{s}}$$

$$\lambda_{\text{min}} = \frac{c}{f_{\text{max}}} = 0,62 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$





# Röntgenröhre



NaCl  
Kristall

$$U = 30\text{kV} \Rightarrow E_{\text{kin}} = 30\text{keV} \approx 4,8 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

$$E_{\text{ph}} = h \cdot f \Rightarrow f_{\text{max}} =$$

$$\lambda_{\text{min}} =$$



## Aufnahme des Röntgenspektrums

Cu – Anode NaCl – Kristall  $d = 282\text{pm}$

$$\lambda_{K_\alpha} = 155\text{pm} \quad \lambda_{K_\beta} = 138\text{pm}$$

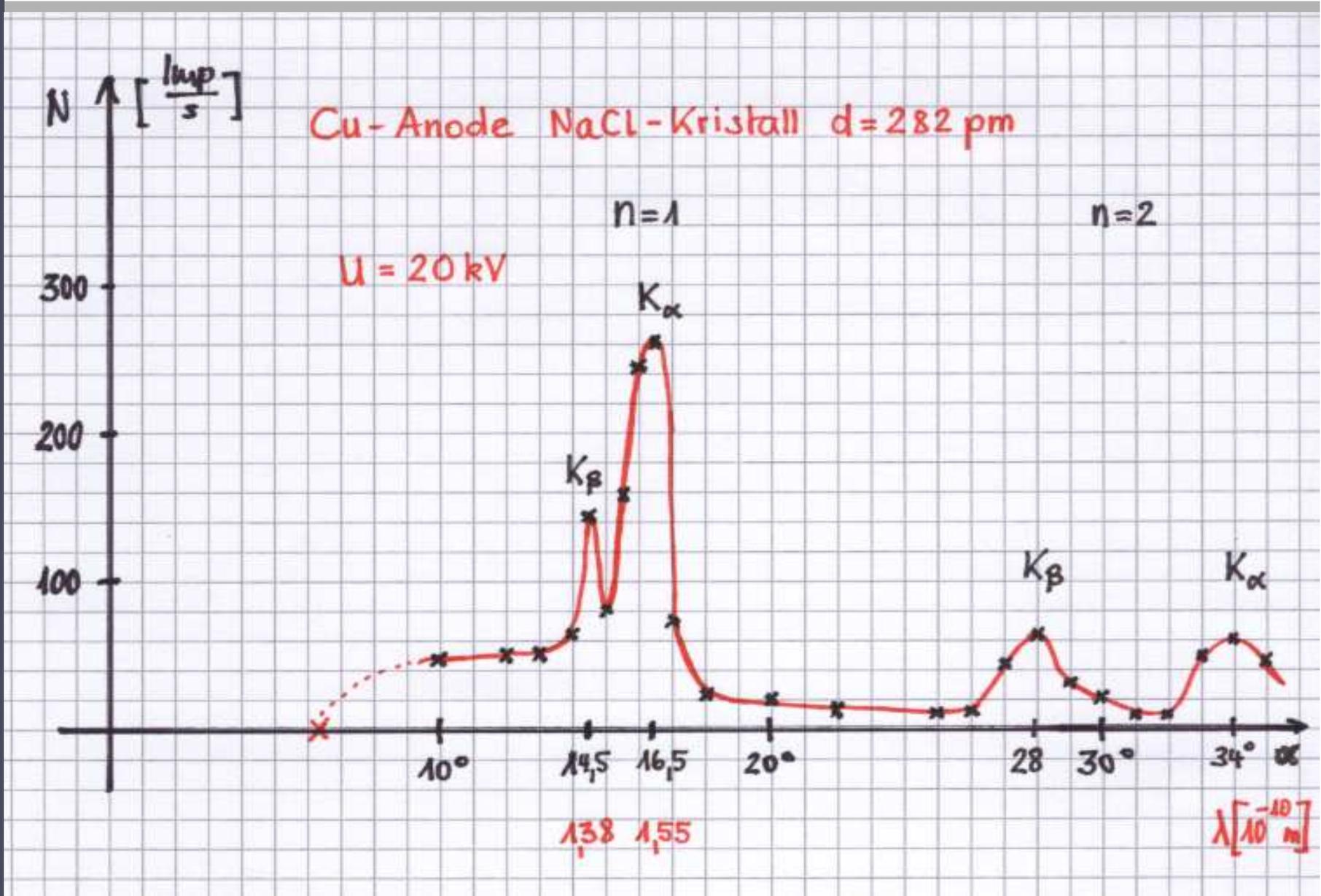
$\alpha$	$[\circ]$	10	12	13	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17
N	$\frac{\text{Imp}}{\text{s}}$	47	50	55	66	144	102	160	245	262	75

$\alpha$	$[\circ]$	18	20	22	25	26	27	28	29	30
N	$\frac{\text{Imp}}{\text{s}}$	24	20	14	14	17	43	66	35	24

$\alpha$	$[\circ]$	31	32	33	34	35	40	45	50	55	56	60
N	$\frac{\text{Imp}}{\text{s}}$	13	10	53	60	48	8	6	8	23	13	9



# Röntgenspektrum





## Bestimmung der Winkel, wenn man $\lambda$ kennt

Cu –Anode

$$\lambda(K_{\alpha}) = 155 \text{ pm}$$

$$\lambda(K_{\beta}) = 138 \text{ pm}$$

NaCl – Kristall :

$$d = 282 \text{ pm} \quad 2d = 564 \text{ pm}$$

n=1:	$\alpha(K_{\alpha})=15,9^{\circ} \quad 2\alpha=31,7^{\circ}$ $\alpha(K_{\beta})=14,5^{\circ} \quad 2\alpha=28,5^{\circ}$
n=2	$\alpha(K_{\alpha})=33,3^{\circ} \quad 2\alpha=66,2^{\circ}$ $\alpha(K_{\beta})=27,7^{\circ} \quad 2\alpha=59,1^{\circ}$
n=3	$\alpha(K_{\alpha})=55,5^{\circ} \quad 2\alpha=110^{\circ}$ $\alpha(K_{\beta})=48,6^{\circ} \quad 2\alpha=95,4^{\circ}$



# Röntgenspektrum

