Mehrzeiger_wandern_Elektron

In einem vorangehenden Modell untersuchte man die Folgen für die $|\Psi|^2$ - Verteilung, die sich ergeben, wenn man z.B. acht Zeiger überlagert, deren Frequenzen (oder in anderer Darstellung: Wellenlängen) sich um jeweils 1/8 eines Intervalls Delta_f unterscheiden, um die Unbestimmtheitsrelation zu gewinnen. Mehrzeiger.doc Mehrzeiger.ggb

Im hier vorliegenden Modell wird untersucht, wie sich die damals gefundene Ψ^2 - Verteilung *mit der Zeit* verändert.
Dabei verhalten sich Photonen und massive Quantenobjekte verschieden. In diesem Modell wird die zeitliche Entwicklung eines „Wellenpaketes" für Elektronen untersucht.
MehrzeigerWandernElektron.ggb MehrzeigerWandernPhoton.ggb

Zum besseren Verständnis der Hintergründe etwas Mathematik:

Man beschreibt einen Zeigerzustand in Raum und Zeit durch Winkelfunktionen des Terms

(1) $$\frac{2\pi}{T}\cdot t-\frac{2\pi}{\lambda}\cdot x$$

Dabei verwendet man sin für die y-Komponente, cos für die x-Komponente des betreffenden Zeigers.

Nun will man eine Überlagerung von Zuständen aus dem Frequenzintervall $f_0+\Delta f$ erzeugen.

Man benutzt wegen $\lambda=\frac{c}{f}=\frac{c}{f_0+\Delta f}$ $dieUmformung$ $\frac{1}{\lambda}=\frac{f_0}{c}+\frac{\Delta f}{c}$.

Entsprechend gilt für $\frac{1}{T}=f_0+\Delta f$.

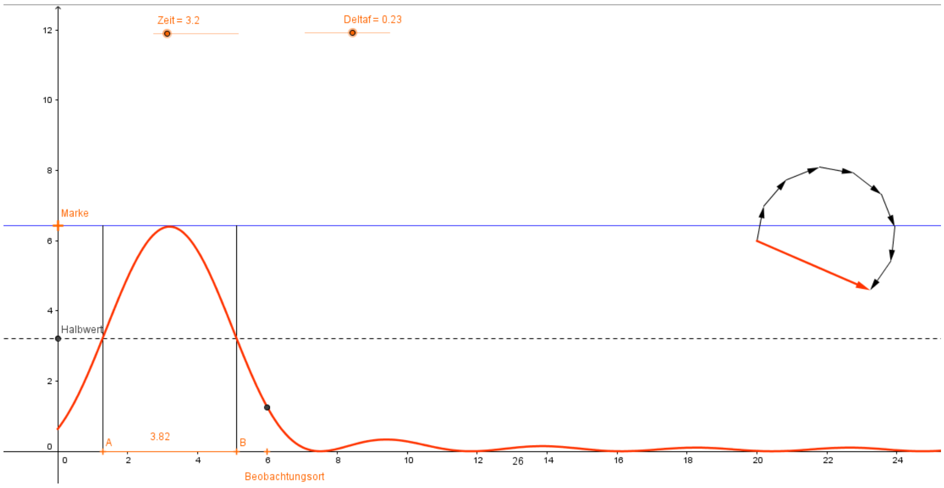
Wenn man der Einfachheit wegen in der Simulation c=1 setzt, für λ=4 cm wählt und statt des Bogenmaßes das Winkelmaß verwendet, erhält man anstelle von (1)

(2) $$360°\cdot(f_0+\Delta f)\cdot t-360°\cdot(\frac{f_0}{c}+\frac{\Delta f}{c})\cdot x=360°\cdot(f_0+\Delta f)\cdot(t-x)$$

Darin wird x durch Messung des Abstandes Beobachtungsort – Ursprung und t durch einen mit ZEIT gekennzeichneten Schieberegler gewonnen.

In der Simulation wird mit acht Zeigern gearbeitet, die Terme Δf sind von der Art n*1/8*Frequenzbreite mit n zwischen 0 und 7.

Das Programm kann über die Registerkarte Animation automatisiert ablaufen.
Man erkennt dann, dass sich der bei x=0 liegende Peak nach rechts verschiebt.



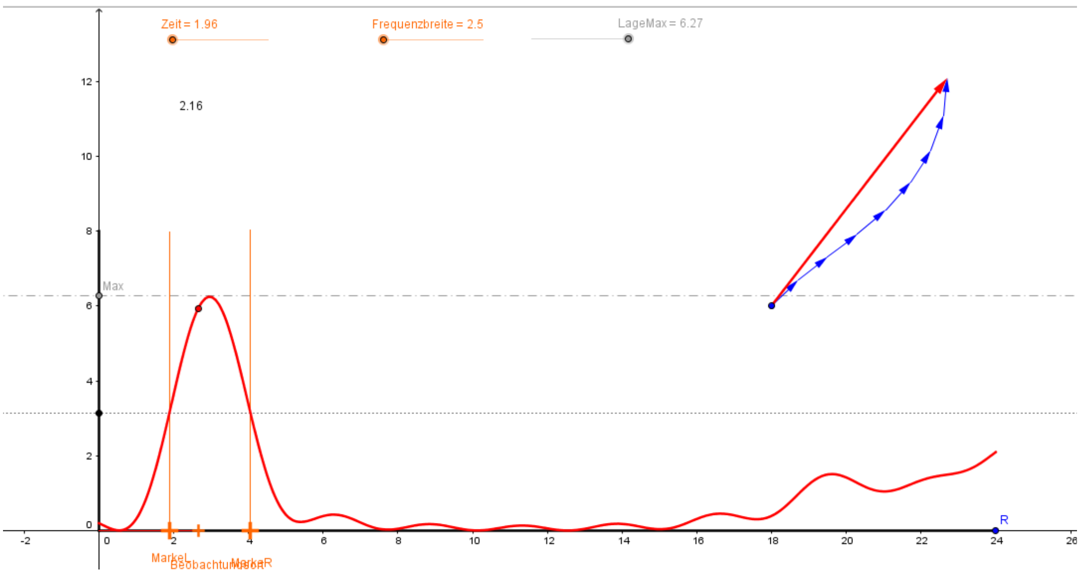
Für Elektronen als massive Quantenobjekte gilt wegen der DEBROGLIE- Relation, dass Zustände mit verschiedener Frequenz verschieden schnell wandern. Eine am Startort zur Startzeit einmal vorliegende Phasenbeziehung zwischen den acht Zeigern wird sich also mit der Zeit auflösen, der einmal vorhandene Peak wird also zerfließen.

Im Term $2\pi \cdot (f \cdot t - \frac{1}{\lambda} \cdot x)$ ersetzt man λ .

Wegen $\lambda = \frac{v}{f}$ und $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$ gilt mit den Annahmen *h*=*m*=1 die Aussage $\lambda = \frac{1}{\lambda \cdot f}$, also

$\lambda = \sqrt{\frac{1}{f}}$.

Also wird der Term zu $2\pi \cdot ((f + \Delta f) \cdot t - \sqrt{(f + \Delta f)} \cdot x)$.



Ausführung:

- Beginne bei t=0, Frequenzbreite=2,5. Dann liegt der Peak am linken Bildrand.
- Animation, Zeit als Steuerobjekt, Delta_t=0,05. Der Peak beginnt zu wandern. Anmders als beim Photon zerfließt er aber.
- Peakform zu verschiedenen Zeitpunkten vermessen mit waagrerechter Marke LageMax auf Peakhöhe, zwei lotrechten Marken auf Halbwertsbreite.