

# Natürliche Lebensdauer angeregter Zustände

Für angeregte Zustände findet man oft:

$$|\psi_e^* \psi_e| = \psi_e^2(0) e^{-t/\tau}$$

exponentieller Zerfall

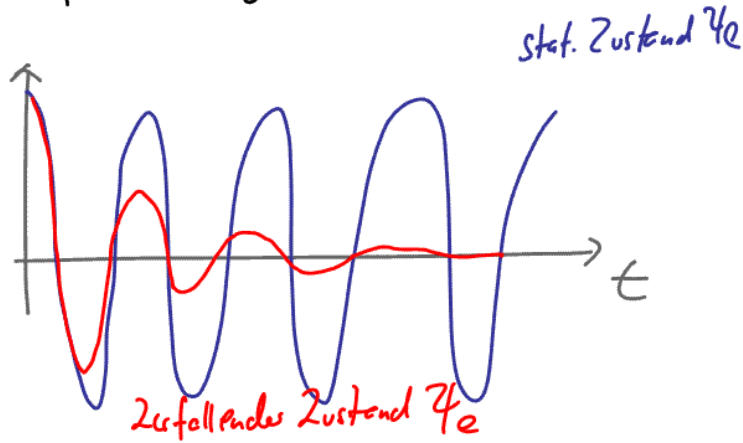
stationärer Eigenzustand  $\psi_e$  hat selber Zeitabhängigkeit:

$$\psi_e(t) = \psi_e(0) \cdot e^{-iEt/\hbar}$$

zufallende Wellenfunktion

$$\psi = \psi_0 \cdot e^{-iEt/\hbar - t/2\tau}$$

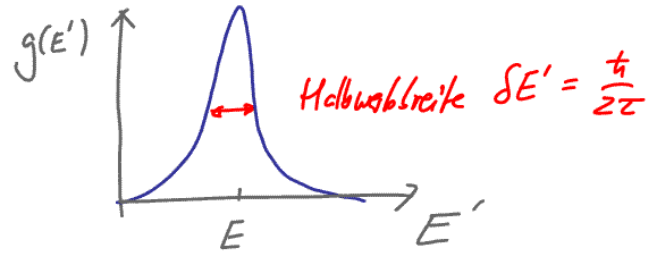
$\text{Re } \psi$



Der gedämpfte Zustand kann als Superposition von Zuständen mit fester  $E$  und Amplitude beschrieben werden

$$e^{-iEt/\hbar - t/2\tau} = \int_{-\infty}^{+\infty} \underbrace{g(E')}_{\text{Amplituden der einzelnen Komponenten}} e^{-iE't/\hbar} dE'$$

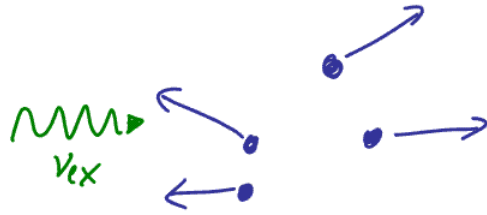
$$g(E') = \frac{(\hbar/2\pi\tau)}{(E-E') + (\hbar/2\tau)^2} \quad \text{Lorentz-Kurve}$$



Je kürzer das ein angeregter Zustand ist, um so ungenauer ist seine  $E$  definiert.

# Dopplerverbreiterung von Spektrallinien

In der Gasphase



Boltzmann Verteilung:

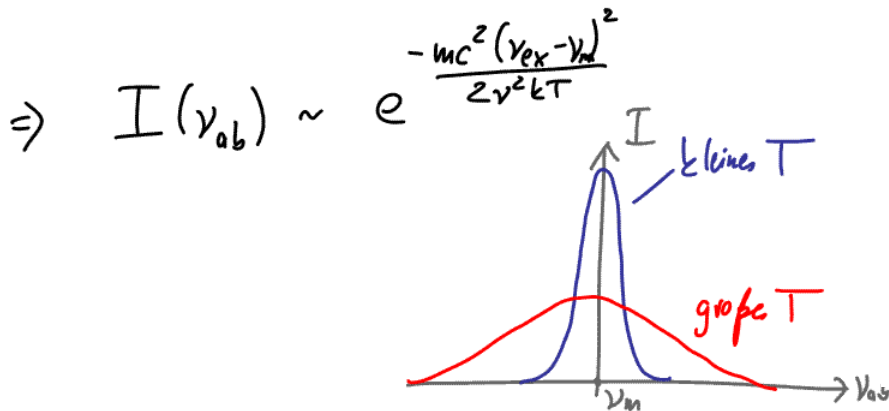
$$W(E) = e^{-E/kT}$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\nu_{ob} = \nu_m \left( \frac{1}{1 \pm v/c} \right) \text{ Dopplerverschiebung}$$

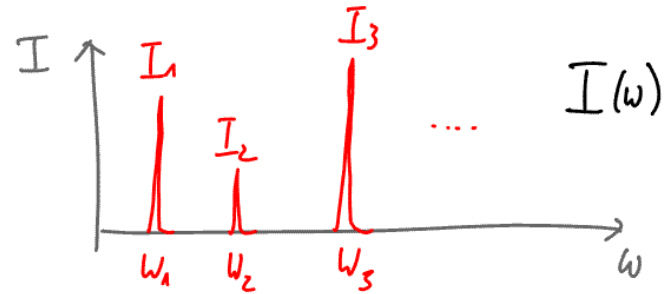
↑  
ohne Bewegung des Moleküls

falls  $v \ll c$ :  $\nu_{ob} - \nu_m \approx \pm \nu_m \cdot \left( \frac{v}{c} \right)$



# Fourierspektroskopie

Ein typisches Spektrum hat folgende Form:



Dieses Spektrum kann als Zeitreihe geschrieben werden:

$$S(t) = \sum_{i=1}^N I_i \cos(\omega_i t)$$

Zeitreihe  $S(t)$  enthält dieselbe Information wie Spektrum  $I(\omega)$

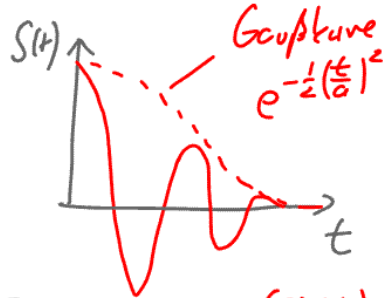
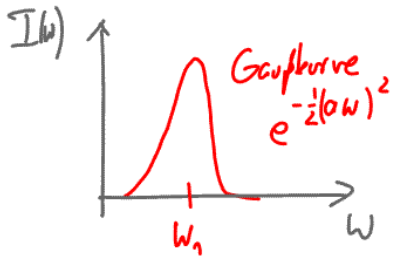
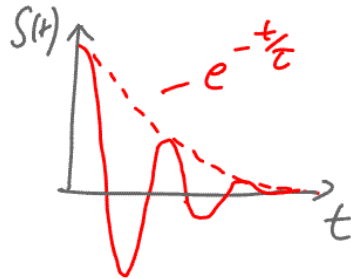
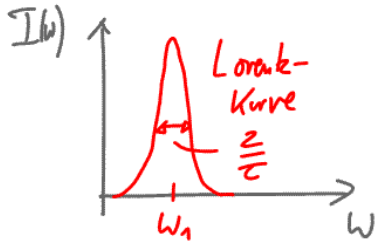
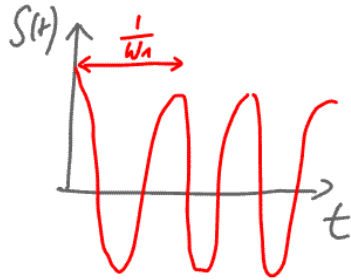
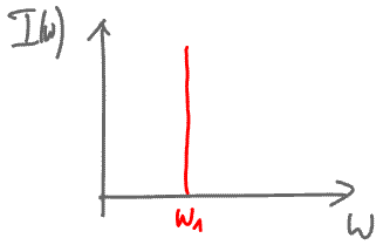
$\Rightarrow$  2 Möglichkeiten Spektrum aufzunehmen:

- a) Variation der Frequenz  $\omega \rightarrow I(\omega)$
- b) Aufnehmen der Zeitreihe als Fktn von  $t \rightarrow S(t)$

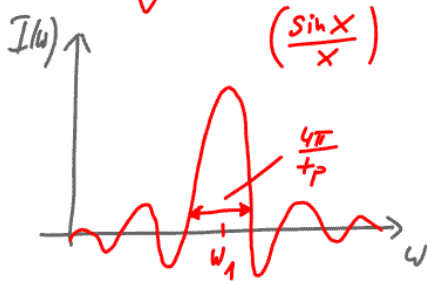
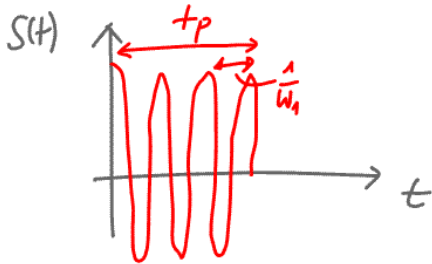
Fourierdarstellung:  $I(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} S(t) e^{i\omega t} dt$

$$S(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} I(\omega) \cdot e^{-i\omega t} d\omega$$

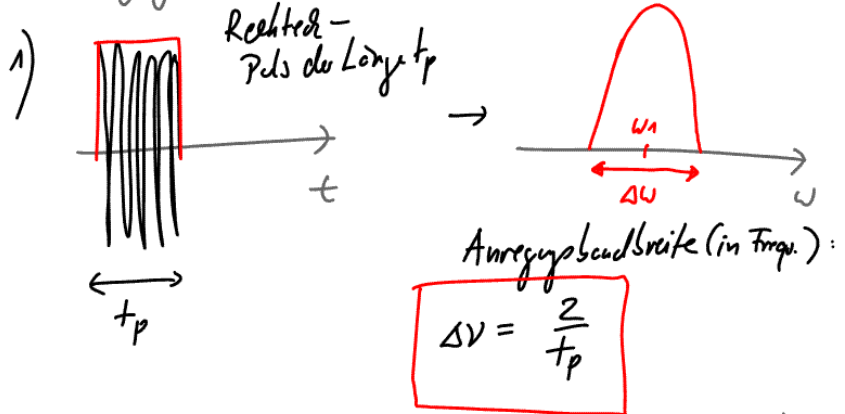
# Beispiele:



andere rum:



Das letzte Beispiel kann für eine breitbandige Anregung verwendet werden



Alle erlaubten Übergänge mit  $\omega_{ex} = \omega_1 \pm \frac{1}{t_p}$  werden gleichzeitig angeregt.

2) Detektion von Zeitsignal  $S(t)$ :

