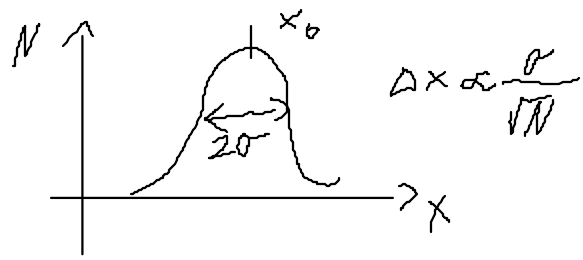


single molecule tracking



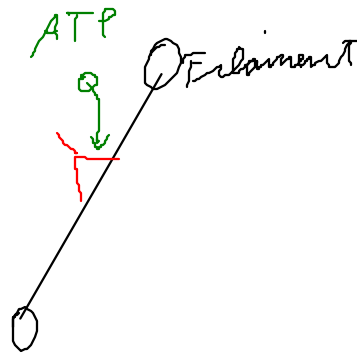
! es darf nicht nur ein
Molekül leuchten

x_0 genau bestimmbar
als $x_0 \pm \sigma$

optical tweezer - optische Pinzette

Bead - transparente Kugel

mit Laser kann diese Kugel "festgehalten" werden
($F \sim \sigma \cdot \rho N$)



Fluorescence Correlation Spectroscopy

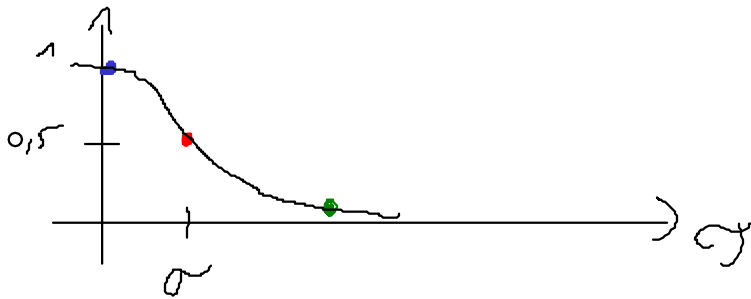
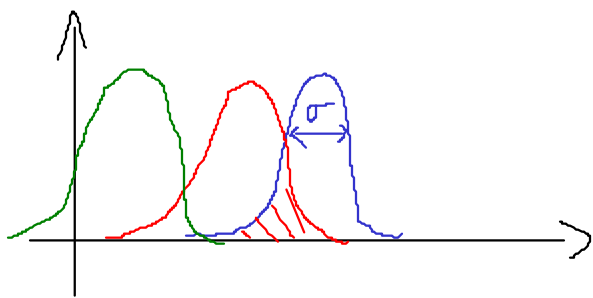


excitation and detection volume

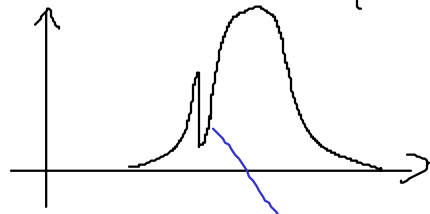
=> Aufenthaltsdauer im Beobachtungsvolumen
messen

Autokorrelation der Funktion $f(x)$

$$F(\tau) = \int f(x) f(x+\tau) dx$$

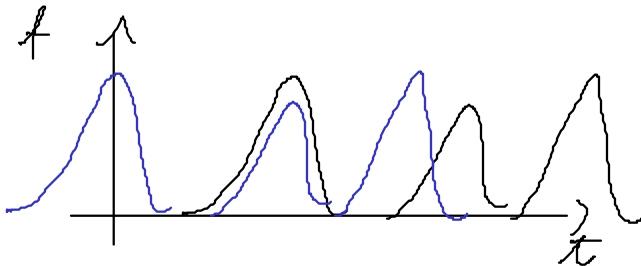


Funktioniert auch für

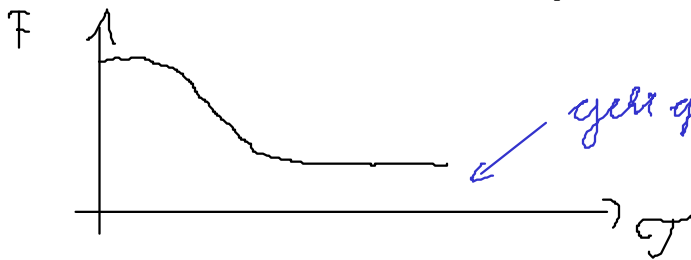


wird weggemittelt

2 Moleküle



liefert auch einen Beitrag ?!



geht gegen Konstante $\langle f(x) \rangle^2$

⇒ Untergrund wegnormieren

$$\delta f = f(x) - \langle f(x) \rangle$$

$$G(\sigma) = \frac{\int \delta f(x) \delta f(x+\sigma) dt}{\langle f(x) \rangle^2} = \frac{\langle \delta f(x) \delta f(x+\sigma) \rangle}{\langle f(x) \rangle^2}$$

Mittelwert

Diffusionskoeffizient

$$\text{div } \vec{j} + \frac{\partial n}{\partial t} = 0$$

- n Teilchenzahl
- \vec{j} Teilchenstromdichte

1. Ficks Gesetz

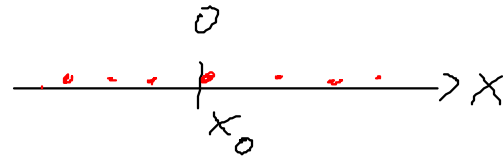
$$\vec{j} = -D \text{ grad } n$$

D Diffusionskoeff.

2. Ficksches Gesetz

$$\nabla^2 n - \frac{1}{D} \frac{\partial n}{\partial t} = 0$$

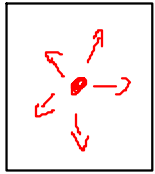
Bsp. 1D Diffusion



$$\langle x_0^2 \rangle = 2 D \Delta t$$

mittlere Position nach Δt

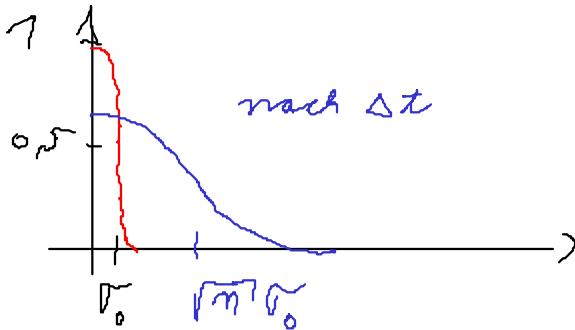
für 3D $\langle \Delta r^2 \rangle = \langle \Delta x^2 \rangle + \langle \Delta y^2 \rangle + \langle \Delta z^2 \rangle = 6 D \Delta t$



$$n(r, t=0) = n_0 e^{-\left(\frac{r}{\sigma_0}\right)^2}$$

$$\Rightarrow n(r, t > 0) = \left(\frac{\sigma_0}{\sigma(t)}\right)^2 n_0 e^{-\left(\frac{r}{\sigma(t)}\right)^2}$$

$$\sigma(t) = \sigma_0 + \sqrt{6 D t}$$



$$n(r) = n_0 W(r)$$

Wahrscheinlichkeitsdichte

Fluktuation im konfokalen Detektorvolumen

$$\delta F(t) = \kappa \int_V \underbrace{I_{ex}(r)}_{\text{W(r)}} \underbrace{S(r)}_{\text{bekannt, } \eta} \delta(\sigma \cdot q \cdot C(r, t)) dV$$

κ Detektionskoeff.

$S(r)$ opt. Transferfunktion

I_{ex} Anregungsintensität

(Mikroskop)

σ Absorpt.-querschnitt

q Quanteneffizienz

C Fluktuationen der Konzentration

$$\delta(\eta \cdot C) = C \delta \eta + \eta \cdot \delta C$$

auch Schwankung der Moleküleigenschaften

Konzentration
vgl. Diffusion

z.B. Triplet (Blitzen)

$$\langle \delta \cdot C(r, t) \cdot \delta \cdot C(r', t + \sigma) \rangle$$

$$= \langle C \rangle \frac{1}{(4\pi D \sigma)^{3/2}} \exp\left(-\frac{(r-r')^2}{4D\sigma}\right)$$

$$\sigma_D = \frac{\tau_0^2}{4D}$$

$$V_{\text{eff}} = \pi^{3/2} \tau_0^2 z_0$$

Volumen

$$G(\sigma) = \frac{1}{V_{\text{eff}} \langle C \rangle} \frac{1}{\left(1 + \frac{\sigma}{\sigma_D}\right)} \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\tau_0}{z_0}\right)^2 \frac{\sigma}{\sigma_D}}}$$

$$\langle N \rangle = V_{\text{eff}} \langle C \rangle$$

mit Modell für Triplett-Zeiten auch diese messbar

Antibündelung - Photonen kommen nimmie Einzelnen heraus

$$\delta C = n(r, t)$$

Anregungsvolumen

Gravß-Fkt



τ_0, z_0 bei $\frac{1}{e^2}$