

## Das Messproblem der QM

Betrachte System  $(x_1, \dots, x_m) \in \mathbb{R}^{3m}$

Messapparat  $(y_1, \dots, y_n) \in \mathbb{R}^{3n}$

Zu  $t_1$  (Beginn) hat System  $\Psi(x_1, \dots, x_m)$

Apparat  $\phi(y_1, \dots, y_n)$

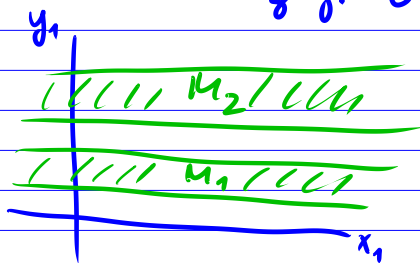
zusammen  $\Psi(x_1, \dots, x_m, y_1, \dots, y_n, t_1)$

$$= \Psi(x_1, \dots, x_m) \phi(y_1, \dots, y_n)$$

$$\Psi(t_2) = e^{-iH(t_2-t_1)/\hbar} \Psi(t_1)$$

↳ Ende

Sei  $M_\alpha = \{ (x, y) \in \mathbb{R}^{3(m+n)} \mid \text{Apparat zeigt Ergebnis } \alpha \text{ an} \}$



dBB : • Ergebnis =  $\alpha \iff$

$$(X(t_2), Y(t_2)) \in M_\alpha$$

• W'keit (Ergebnis =  $\alpha$ )

$$= \int_{M_\alpha} d(x, y) |\Psi(x, y, t_2)|^2$$

Beweis:

•  $\nexists$  Variablen zugehörig zu  $\Psi$

• Was heißt Ergebnis =  $\alpha$ ?

$$\Leftrightarrow \text{supp } \Psi(t_2) \subset M_\alpha$$

Aber: Angem. für  $\psi = \psi_1$  gilt:

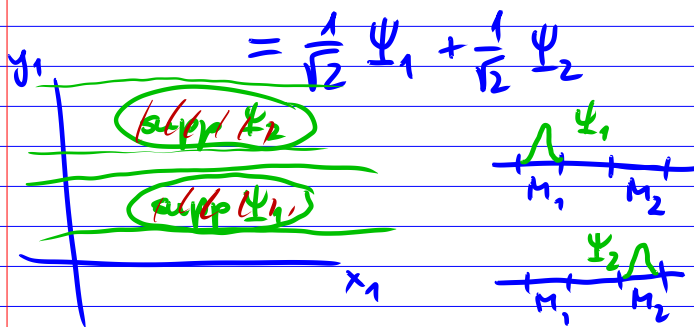
$$\Psi(t_2) = e^{\dots} \psi_1 \phi =: \Psi_1 \text{ hat } \text{supp } \Psi_1 \subset M_1$$

und für  $\psi = \psi_2$  gilt:

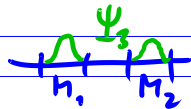
$$\Psi(t_2) = e^{\dots} \psi_2 \phi =: \Psi_2 \text{ hat } \text{supp } \Psi_2 \subset M_2$$

Dann gilt für  $\psi = \frac{1}{\sqrt{2}} \psi_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \psi_2$ :

$$\Psi(t_2) = e^{\dots} \left( \frac{1}{\sqrt{2}} \psi_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \psi_2 \right) \phi =: \Psi_3$$



Fazit:  $\nexists$  Ergebnis



## Problem Aus

- 1)  $\nabla$  Variablen zus. zu  $\Psi$
- 2) Die Zeitentw. von  $\Psi$  ist linear
- 3) Jede Messung hat ein Ergebnis.  
folgt  $\nabla$ .

Gedanke Beobachter außerhalb  
macht Messung der Zeigerstellung  
des Apparates.

## Problem Wdh. mit

$x =$  System

$y =$  Apparat + Rest des  
Universums.