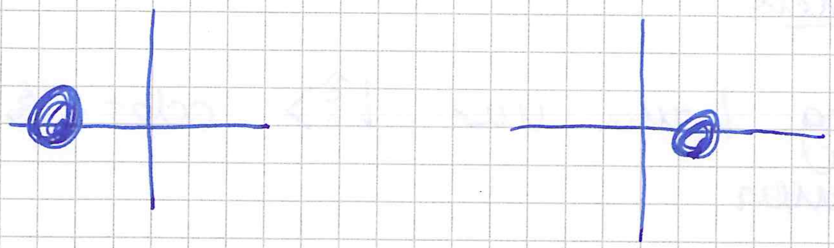
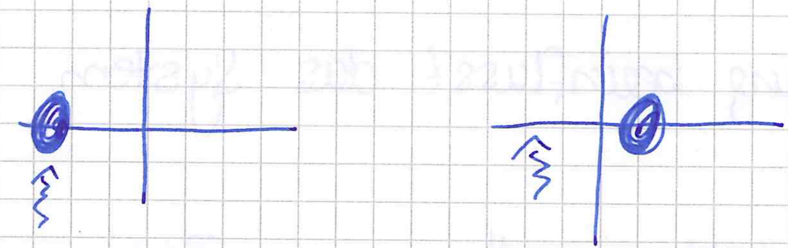


$|L\rangle$ $\qquad\qquad$ $|R\rangle$

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(|L\rangle + |R\rangle\right) \qquad (1)$$

Annehmen dass Superpos. möglich ist

Betrachtung eines Photons



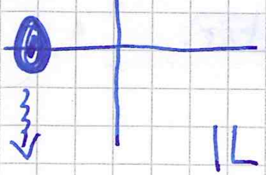
$|L\rangle|\hat{\xi}\rangle$ $\qquad\qquad$ $|R\rangle|\hat{\xi}\rangle$

<u>vor WW</u>

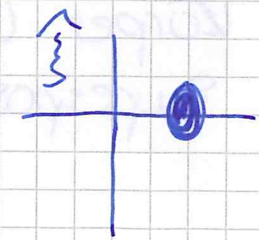
Produktzustand

$$|\psi\rangle_{vor} = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(|L\rangle|\hat{\xi}\rangle + |R\rangle|\hat{\xi}\rangle\right) \qquad (2)$$

<u>nach WW</u>



$|L\rangle|\check{\xi}\rangle$



$|R\rangle|\hat{\xi}\rangle$

$$|\psi\rangle_{nach} = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(|L\rangle|\check{\xi}\rangle + |R\rangle|\hat{\xi}\rangle\right) \qquad (3)$$

Annahmen

- Umgebung kann nur $|\hat{\xi}\rangle$ oder $|\check{\xi}\rangle$ annehmen
- Bei Messung können beide Zustände von einander untesschieden werden

$$\langle \hat{\xi} | \check{\xi} \rangle = 0$$

Eigenschaften der WW

- Die Umgebung beeinflusst das System nicht
- $|\hat{\xi}\rangle, |\check{\xi}\rangle$ bilden orthogonale Basis für das Teilsystem "Umgebung" ($|\hat{\xi}\rangle$ & $|\check{\xi}\rangle$)
- $|\Psi\rangle_{nach}$ (Glg. 3) ist kein Produkt~~zustand~~ ~~mehr~~ aus zwei Teilzuständen (→ Glg. 1 kommt nicht in 3 vor)
- $|\Psi\rangle_{nach}$ ist für einen Beobachter, der seine Messungen auf den großen Körper ($|L\rangle, |R\rangle$) beschränkt keine Supersposition mehr.

Betrachtung eines Teilsystems (entweder $|L\rangle, |R\rangle$ oder $|\xi_\uparrow\rangle\, |\xi_\downarrow\rangle$)
Verwendung von Dichtematrizen

$$\rho_{vor} = |\Psi\rangle_{vor} \langle\Psi|_{vor}$$

$$\rho_{nach} = |\Psi\rangle_{nach} \langle\Psi|_{nach}$$

Dichtematrix eines Teilsystems (<u>reduzierte Dichtematrix</u>) erhält man aus DM des Gesamtsystems durch Bildung der partiellen Spur über das nicht betrachtete Teilsystem

$$\rho_{vor} = Tr_{\xi}(\rho_{vor})$$

$$\rho_{nach} = Tr_{\xi}(\rho_{nach})$$

<u>Es gilt:</u>

$$Tr_{\xi}(\rho_{vor}) = \langle \xi_\uparrow | \rho_{vor} | \xi_\uparrow \rangle + \langle \xi_\downarrow | \rho_{vor} | \xi_\downarrow \rangle$$

da $\langle \xi_\downarrow | \xi_\uparrow \rangle = 0$, ~~außerdem~~ außerdem Normierun
$\langle \xi_\uparrow | \xi_\uparrow \rangle = \langle \xi_\downarrow | \xi_\downarrow \rangle = 1$

$$\rho_{o,\,vor} = \mathrm{Tr}_{\xi}(\rho_{vor})$$

$$= \langle \xi_\uparrow | \rho_{vor} | \xi_\uparrow \rangle + \langle \xi_\downarrow | \rho_{vor} | \xi_\downarrow \rangle$$

$$= \langle \xi_\uparrow | \psi \rangle_{vor} \langle \psi |_{vor} \xi_\uparrow \rangle + \langle \xi_\downarrow | \psi \rangle_{vor} \langle \psi |_{vor} \xi_\downarrow \rangle$$

Glg. 1 ↳ $$= \frac{1}{2} \langle \xi_\uparrow | (|L\rangle + |R\rangle) | \xi_\uparrow \rangle \; \langle \xi_\uparrow | (\langle L| + \langle R|) | \xi_\uparrow \rangle$$

(zweiter Term $=0$ wg. $\langle \xi_\uparrow | \xi_\downarrow \rangle = 0$)

$$\rho_{o,\,vor} = \frac{1}{2}\left(|L\rangle\langle L| + |L\rangle\langle R| + |R\rangle\langle L| + |R\rangle\langle R| \right)$$

$$\rho_{o,\,nach} = \frac{1}{2}\left(|L\rangle\langle L| + |R\rangle\langle R| \right)$$

"makroskopische"

- vor WW : Superposition mit Interferenztermen aus reinen Zuständen

~~nach WW z keine S~~

- nach WW : keine Superposition mehr vorhanden, gemischter Zustand
  ↳ lässt sich nicht durch reinen Zustand darstellen (Glg. 1 nicht enthalten)

Dekohärenz ist nun der Effekt, der WW mit Umgebung bewirkt

→ Grund dafür, dass man Welt klassisch sieht