

**Def. Verschränkung:**

Quantenmechanische Teilchen sind verschränkt, wenn sie nicht als einzelne Teilchen mit definiertem Zustand beschrieben werden können, sondern nur noch als Gesamtsystem.

→ Korrelation bei Messung der Zustände der einzelnen Teilchen.

**Bedeutung:**

- Verständnis des Messprozess (Dekohärenz)
- Tests der Quantentheorie
- Quanteninformationsverarbeitung

**Schrödingers Katze:**

„Man kann auch ganz burleske Fälle konstruieren. Eine Katze wird in eine Stahlkammer gesperrt, zusammen mit folgender Höllenmaschine (die man gegen den direkten Zugriff der Katze sichern muss): in einem Geigerschen Zählrohr befindet sich eine winzige Menge radioaktiver Substanz, so wenig, dass im Lauf einer Stunde vielleicht eines von den Atomen zerfällt, ebenso wahrscheinlich aber auch keines; geschieht es, so spricht das Zählrohr an und betätigt über ein Relais ein Hämmerchen, das ein Kölbchen mit Blausäure zertrümmert. Hat man dieses ganze System eine Stunde lang sich selbst überlassen, so wird man sich sagen, dass die Katze noch lebt, wenn inzwischen kein Atom zerfallen ist. Der erste Atomzerfall würde sie vergiften haben. Die  $\psi$ -Funktion des ganzen Systems würde das so zum Ausdruck bringen, dass in ihr die lebende und die tote Katze zu gleichen Teilen gemischt oder verschmiert sind.“

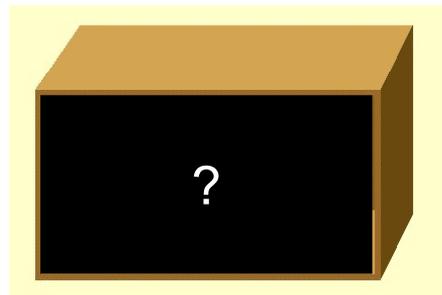
→ Überlagerungszustand:

$$\Psi = a\phi_+M_+ + b\phi_-M_-$$

$\phi_+M_+ \equiv$  Atom zerfallen / Katze tot

$\phi_-M_- \equiv$  Atom nicht zerfallen / Katze lebt

→ Katze besitzt nicht die Eigenschaft tot/lebendig

**Zustandsreduktion durch Wechselwirkung mit Umgebung:**

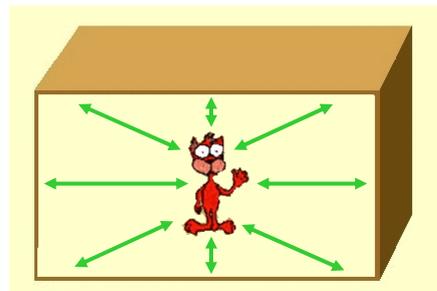
- Streuung von Licht
- Absorption / Emission von Wärmestrahlung
- Kollision mit Luftmolekülen

→ Objekt wird effektiv klassisch

**Falls Isolierung von Umgebung möglich**

→ makroskopische Quantenphänomene:

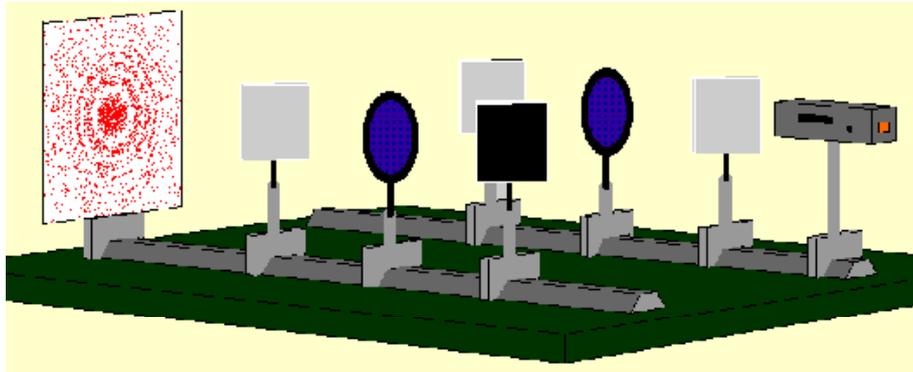
- Supraleitung
- Superfluidität
- Bose-Einstein Kondensation



3-7 / 5

## 1 Photonen Interferenz

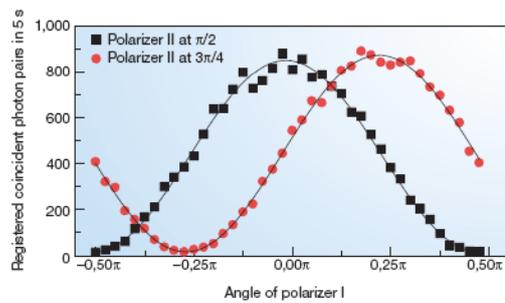
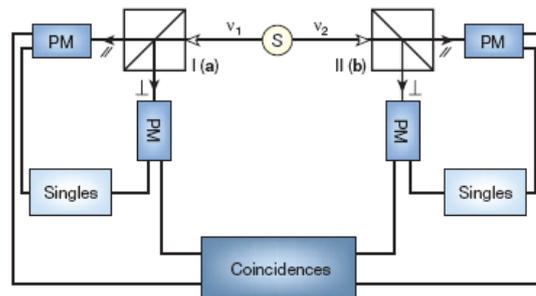
Mach-Zehnder-Interferometer mit einzelnen Photonen



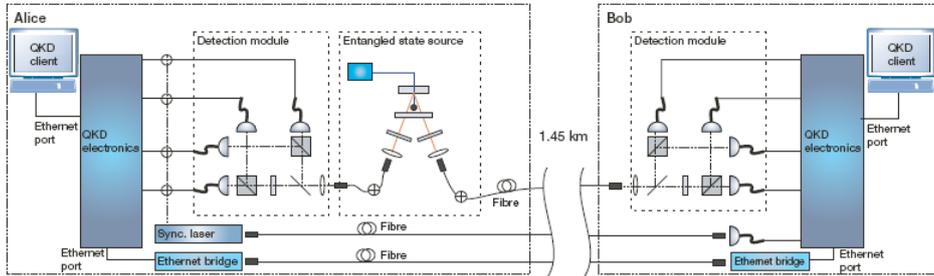
Münchner Internetprojekt zur Lehrerfortbildung in Quantenmechanik  
[http://www.cjp.physik.uni-muenchen.de/~milq/milq\\_basiskursp01.html](http://www.cjp.physik.uni-muenchen.de/~milq/milq_basiskursp01.html)

3-9 / 6

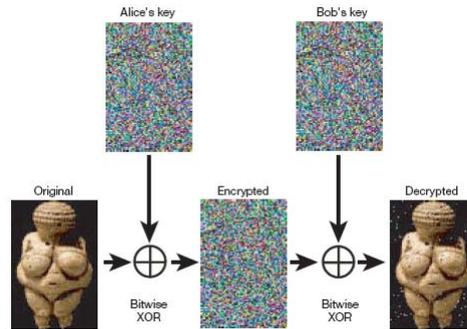
## Einstein-Podolsky-Rosen Experiment



A. Zeilinger et al.,  
Nature 433 (2005) 230



Alice		Bob	
← / →	1	↑ / ↓	1
↑ / ↓	0	↑ / ↓	0
↑ / ↓	1	← / →	0
← / →	0	← / →	0
↑ / ↓	1	↑ / ↓	1
← / →	1	↑ / ↓	0
← / →	1	← / →	1
← / →	0	↑ / ↓	1
↑ / ↓	1	← / →	1
↑ / ↓	1	↑ / ↓	1



A. Zeilinger et al., Nature 433 (2005) 230