

Quanten-Zeno-Effekt

Experiment

10.12.08

Nick Hartmann

Gliederung

- Die Grundidee
- Einschub: Rabi-Flopping
- Das Experiment
 - Aufbau
 - Ablauf
 - Ergebnisse
- Andere Experimente
- Zusammenfassung

Die Idee

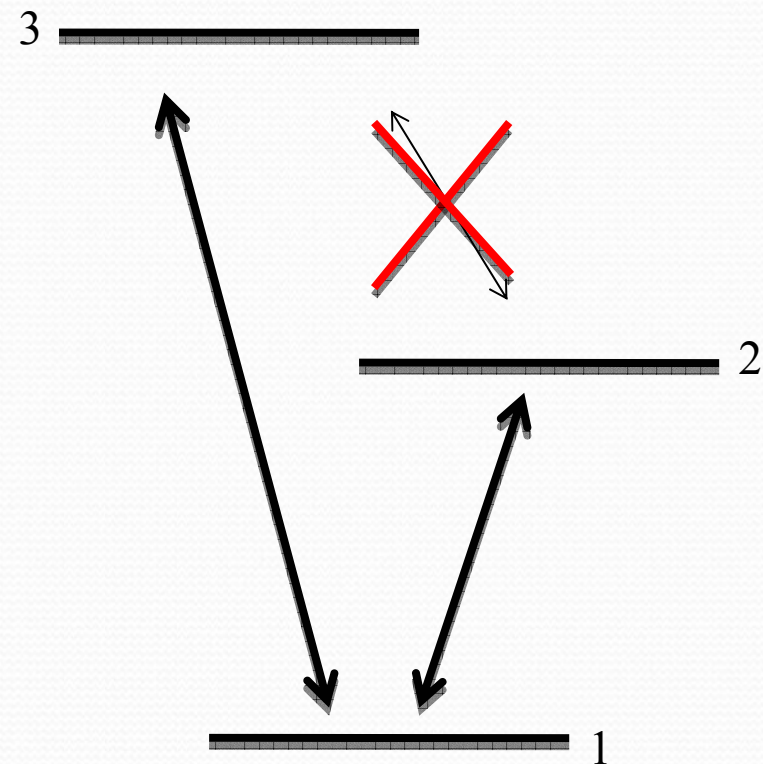
- Einzelnes gefangenes Ion mit Energieniveaus 1,2,3

1: Grundzustand

2: Angeregter metastabiler Zustand

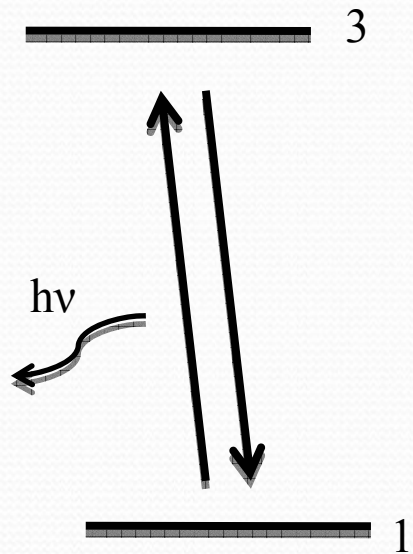
3: Dipolübergang

Kein spontaner Zerfall von
2 -> 1

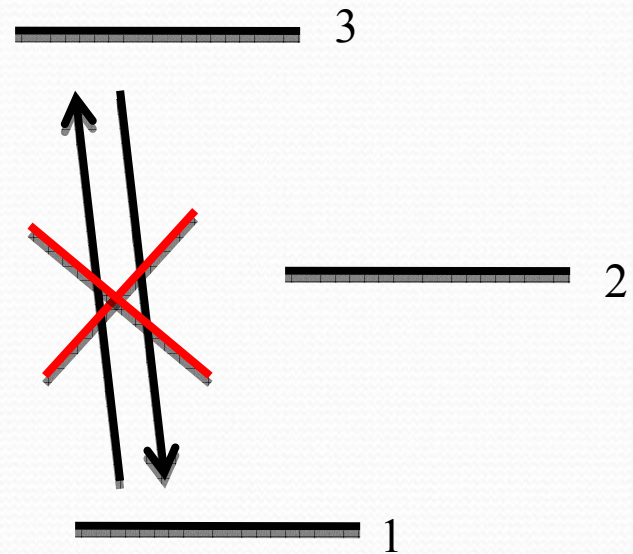


Messung

- Ion im Grundzustand 1



- Ion im metastabilen Zustand 2



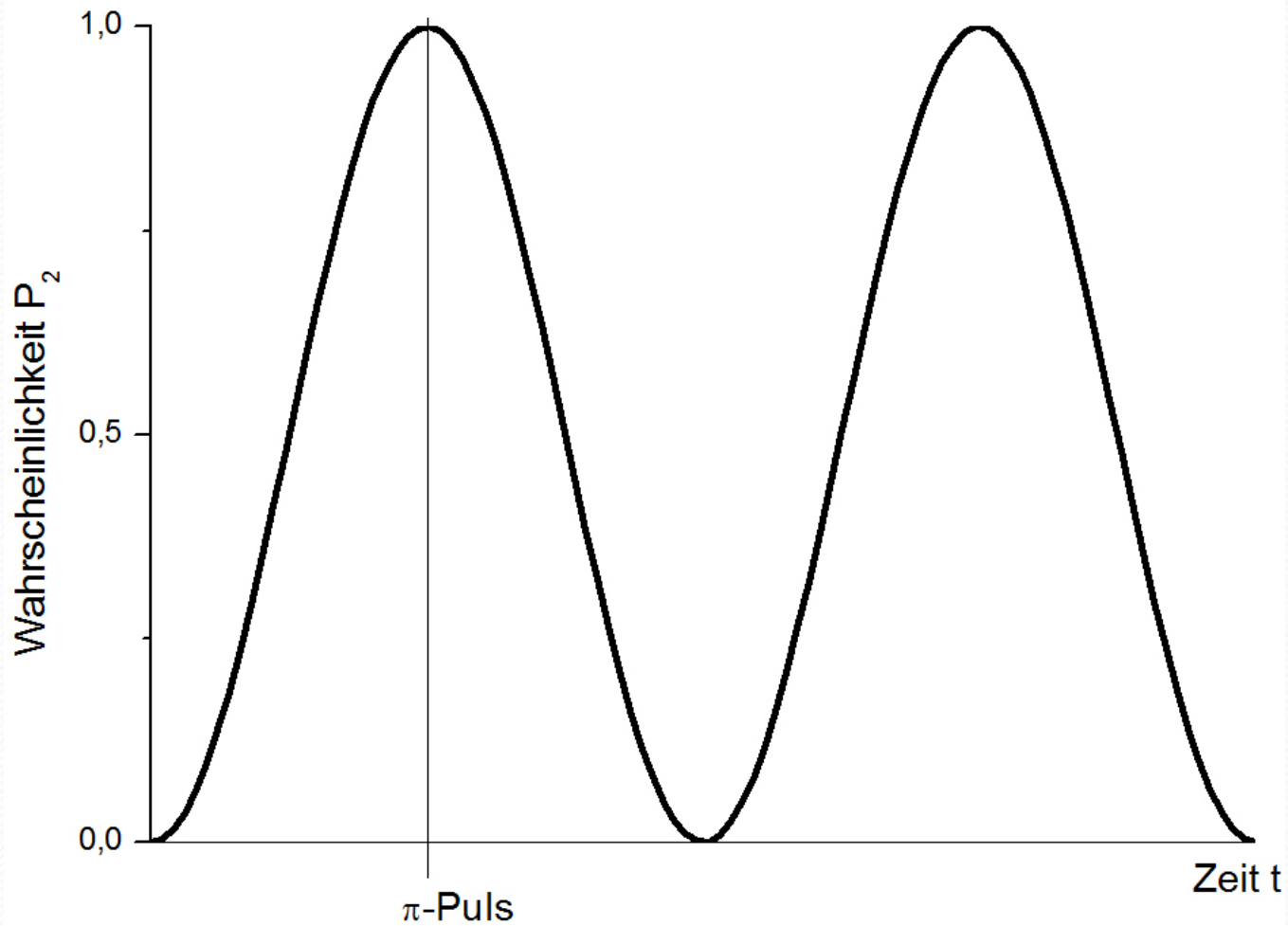
WW: Strahlung - Materie

- Zur Zeit $t=0$ sei das Ion im Grundzustand (1)
- Äußeres Feld mit $\omega_{12} = (E_2 - E_1)/\hbar$
- Wahrscheinlichkeit, dass Ion in Zustand 1 bzw. 2 ist:
 $P_1(\tau) = \cos^2(\Omega \tau / 2)$ $P_2(\tau) = \sin^2(\Omega \tau / 2)$



Oszillation (Flopping)

Verlauf der Wahrscheinlichkeit

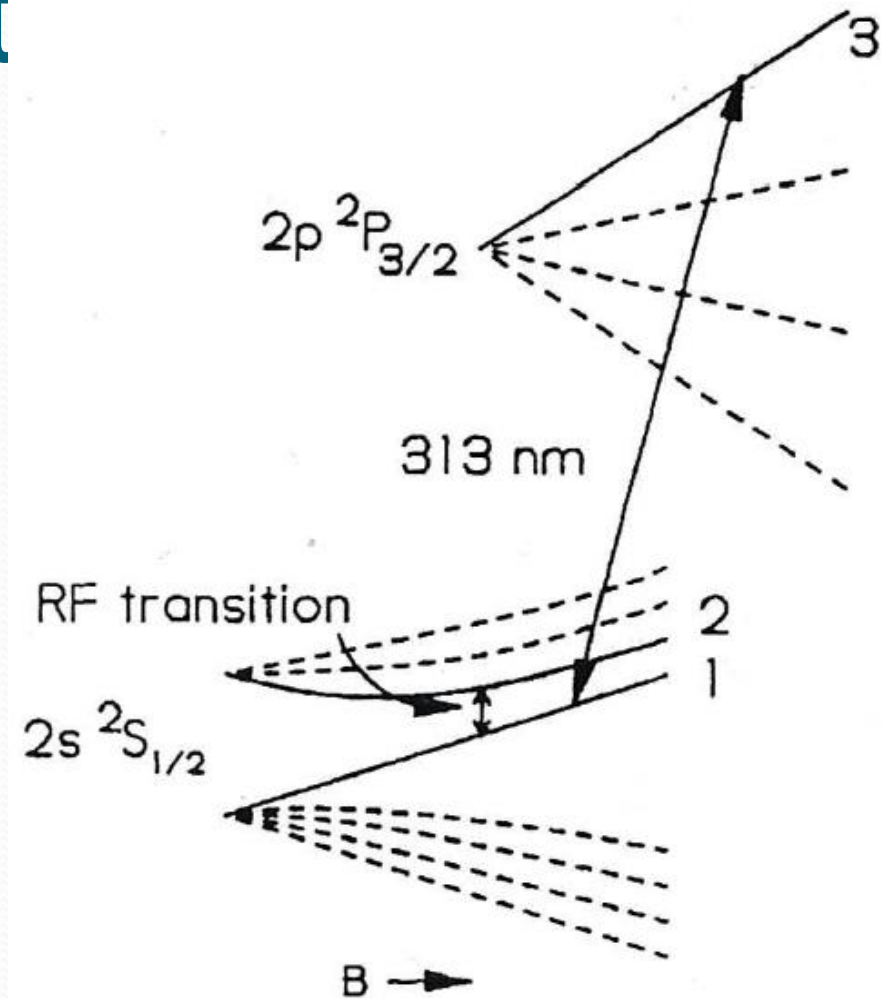


Das Experiment

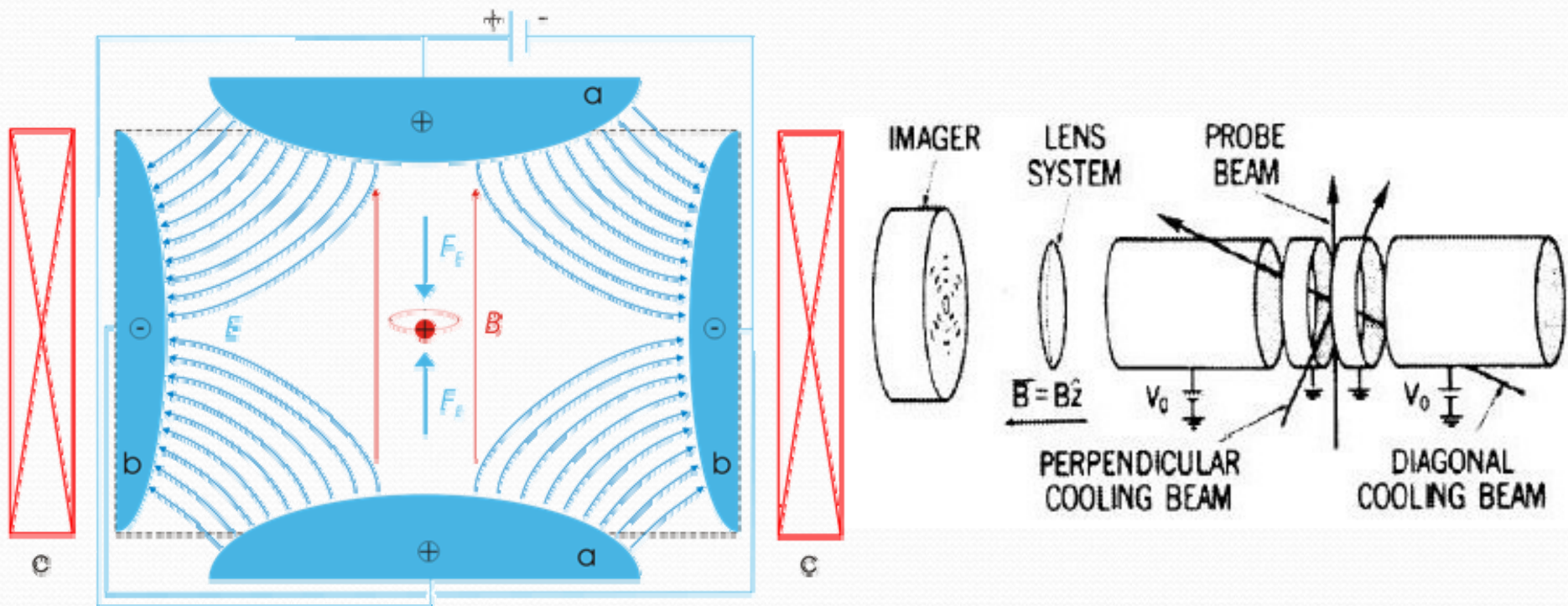
- Ähnliches Experiment führen Itano, Heinzen, Bollinger und Wineland an Beryllium-9 durch



Level	Zustand	(m_I, m_J)
1	$2s^2 S_{1/2}$	$(\frac{3}{2}, \frac{1}{2})$
2	$2s^2 S_{1/2}$	$(\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$
3	$2p^2 P_{3/2}$	$(\frac{3}{2}, \frac{3}{2})$



Ionen fangen: Penning-Trap

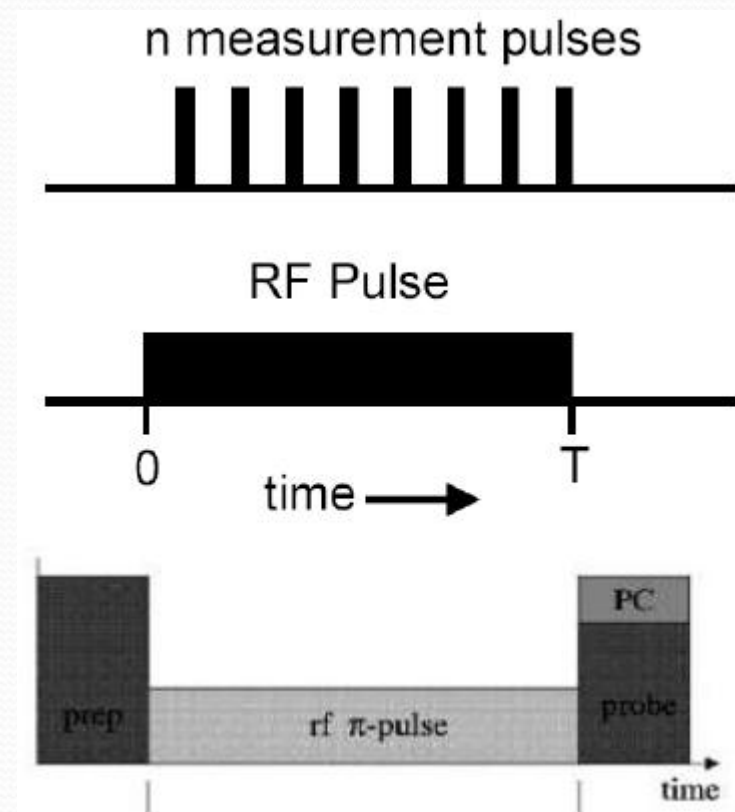


de.wikipedia.org/wiki/Penning-Falle

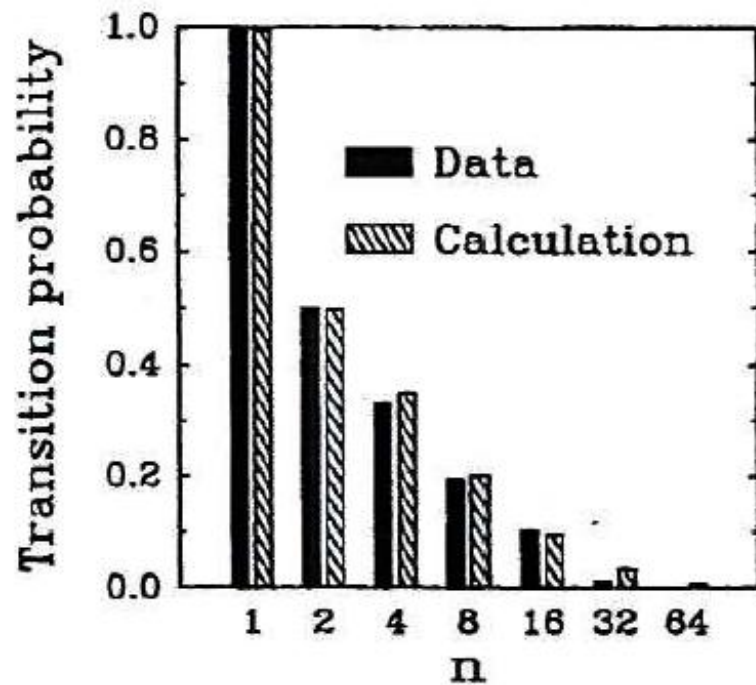
S.L. Gilbert, J.J. Bollinger, and D.J. Wineland, "Shell-Structure Phase of Magnetically Confined Strongly Coupled Plasmas," Phys. Rev. Lett. 60, 2022-2025 (1988)

Ablauf in 3 Schritten

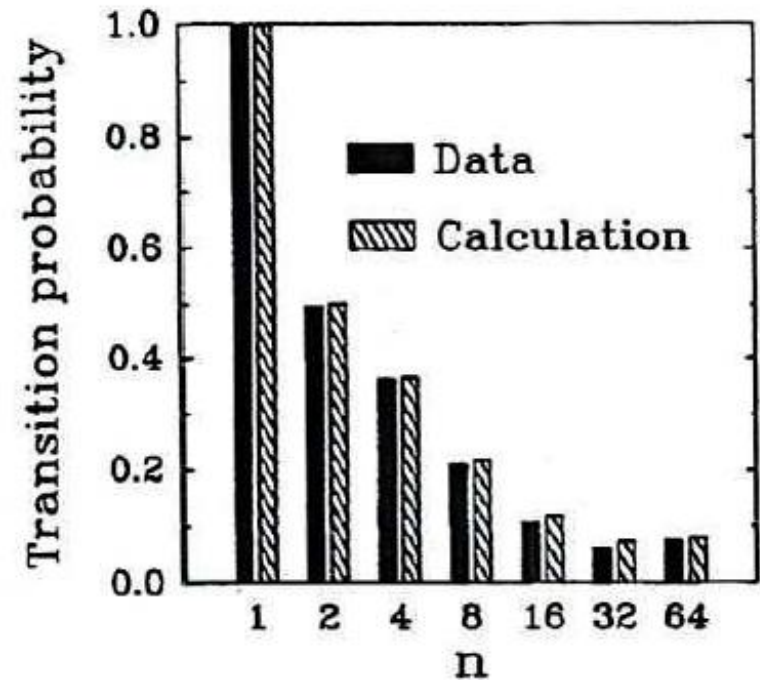
- 1) 313nm-Laser für $t=5s$,
danach aus.
- 2) RF-Feld für $T=256ms$,
Währenddessen n Pulse
mit $t=2,4ms$ (313nm).
- 3) Wenn RF-Feld aus,
313nm an für 100ms,
Detektion der emmitierten
Photonen.



Ergebnisse



Übergang von $1 \rightarrow 2$



Übergang von $2 \rightarrow 1$

Andere Experimente

- Raizen et al.: Zeno und Anti-Zeno Effekt am instabilen System (2001)
- Balzer, Hannemann, Reiß, Wunderlich, Neuhauser, Toschek: Zeno-Effekt an einem einzelnen Yttrium-Ion (2002)

Raizen et al., „Observation of the Quantum Zeno and Anti-Zeno Effects in an Unstable System“, Phys. Rev. 87, 4 (2001),

Balzer, Hannemann, Reiß, Wunderlich, Neuhauser, Toschek, „A relaxationless demonstration of the Quantum Zeno Paradox on an individual atom“, (2002)

Zusammenfassung

- Durch Messungen an einem qm. System lässt sich das Kurzzeitverhalten beeinflussen:
 - Zerfälle/Übergänge können verlangsamt (Zeno-Effekt)
 - Oder beschleunigt werden (Anti-Zeno-Effekt)

 Effekte abhängig von der Messfrequenz

- Beide Effekte experimentell bestätigt an einem einzelnen Teilchen / instabiles System

Quellen und Literatur

- Itano, Heinzen, Bollinger, Wineland, Phys. Rev. A 41, 2295 (1990)
- S.L. Gilbert, J.J. Bollinger, and D.J. Wineland, "Shell-Structure Phase of Magnetically Confined Strongly Coupled Plasmas," Phys. Rev. Lett. 60, 2022-2025 (1988)
- Raizen et al., Phys. Rev. 87, 4 (2001)
- Quanten-Zeno-Effekt, Antonia Karamatskos, 3.12.2007
- Vorlesungsskript „Quantenoptik und Atomoptik“, Klaus Sengstock, Malte Schmidt, Universität Hamburg
- Itano, Heinzen, Bollinger, Wineland, Reply to „Comment on ‚Quantum Zeno Effect‘“, Phys. Rev. A43,9 (1991)
- „Elements of Quantum Optics“, P. Meystre & M. Sargent III
- „Quantum Optics, An Introduction“, Mark Fox



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Ende der Präsentation