



Atac Imamoglu, Ph.D.

Professor der Physik

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Born in 1964 in Minneapolis, USA
Studied Electrical Engineering and Physics at the Middle East Technical University, Ankara, and at Stanford University

SCHWERPUNKT

ARBEITSVORHABEN

Quantum Photonics

My research focuses on the use of quantum optical techniques for studying mesoscopic physics and solid-state quantum information processing. I am particularly interested in understanding and controlling non-equilibrium dynamics of many-body systems. Even though my research group has a predominantly experimental orientation, I am also actively involved in theoretical work.

Recommended Reading

- Latta, C., F. Haupt, M. Hanl, A. Weichselbaum, M. Claassen, W. Wuester, P. Fallahi, S. Faelt, L. Glazman, J. Von Delft, H. E. Tureci, and A. Imamoglu (2011). "Quantum quench of Kondo correlations in optical absorption." *Nature* 474: 627-630.
- Latta, C., A. Hogege, Y. Zhao, A. N. Vamivakas, P. Maletinsky, M. Kroner, J. Dreiser, I. Carusotto, A. Badolato, D. Schuh, W. Wegscheider, M. Atature and A. Imamoglu (2009). "Confluence of resonant laser excitation and bidirectional quantum-dot nuclear-spin polarization." *Nature Physics* 5: 758-763.
- Hennessy, K., A. Badolato, M. Winger, D. Gerace, M. Atature, S. Gulde, S. Falt, E. Hu, and A. Imamoglu (2007). "Quantum nature of a single quantum dot-cavity system." *Nature* 445: 896-899.

Warum sollten wir uns für Quantenverschränkung interessieren?

Seit ihrer Entwicklung in den 1920er Jahren hat die Quantenmechanik die Phantasie der Physiker und Philosophen unablässig in ihren Bann geschlagen. Die radikal andere Art, in der physikalische Prozesse mit ihrer Hilfe beschrieben werden, war vielen Physikern unbehaglich, allen voran Albert Einstein. Die Wellenfunktion Ψ ist in der Quantenmechanik ein neues Schlüsselement in der Beschreibung von Objekten oder Systemen.

Die erste Frage, mit der ich mich befassen möchte, lautet: Sollte man Ψ als etwas Ontologisches oder Epistemologisches betrachten? Die meisten Physiker stellen sich vor, dass jedes isolierte Objekt oder System sein eigenes, einzigartiges Ψ hat - und damit behaupten sie, dass Ψ ontisch ist. Während Ψ all die Informationen in sich trägt, die die Natur über das Objekt preisgibt, ist es unmöglich, Ψ zu messen oder zu bestimmen, ohne es grundlegend zu verändern; wenn man eine Messung macht, verändert sich Ψ tatsächlich jedes Mal abrupt, und zwar so, dass es mit dem Messergebnis vollkommen konsistent ist. Das lässt darauf schließen, dass Ψ epistemisch ist. Obwohl man bisher davon ausgegangen ist, dass entweder der eine oder der andere der beiden extremen Standpunkte eingenommen werden kann und die theoretische Vereinbarkeit mit den Beobachtungen aus den Experimenten gewahrt wird, wird in neueren theoretischen Arbeiten behauptet, es sei ein Experiment gefunden worden, das zwischen den beiden gegensätzlichen Standpunkten entscheiden könne.

Das grundlegende Thema des Vortrags ist die Existenz von Quantenkorrelationen zwischen zwei (oder mehr) physikalischen Objekten - Verschränkung genannt -, die stärker als das sind, was in der klassischen Physik möglich ist. Die Verschränkung steht im Zentrum vieler der überraschenden Vorhersagen der Quantenphysik, darunter auch eine absolut sichere Kommunikation und Quantencomputer, die Probleme lösen können, die für klassische Computer nur schwer zu handhaben sind. Eine Implikation der Quantenmechanik, die der Intuition wohl am stärksten zuwiderläuft, wurde von Erwin Schrödinger beschrieben: Er zeigte, dass die orthodoxe Quantenmechanik mit einer Situation vereinbar ist, in der eine isolierte Katze gleichzeitig tot und lebendig sein kann. Obwohl solche Zustände auf der Verschränkung auf makroskopischer Ebene beruhen, wird das implizierte Paradoxon - also der Grund, warum es praktisch unmöglich ist, sie im wirklichen Leben zu beobachten - ebenfalls durch Verschränkung gelöst.

Motiviert von potentiellen Anwendungen in Quantenrechnern und dem potentiellen Einsatz von Verschränkung in der Messung extrem schwacher Magnetfelder, sind Physiker auf der ganzen Welt im Begriff, Werkzeuge zu entwickeln, mit denen man Atome und Photonen verschränken kann. Eine interessante Frage, die erst vor kurzen aufgeworfen wurde, lautet: Macht sich die Natur Quantenkohärenz oder Verschränkung zunutze, um bestimmte biologische Prozesse zu beschleunigen? Diese Idee steht im Zentrum unserer Schwerpunktgruppe, die wir am Wissenschaftskolleg gebildet haben.

PUBLIKATIONEN AUS DER FELLOWBIBLIOTHEK

Imamoglu, Atac (2015)

Photoactivated biological processes as quantum measurements

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1048661865>

Imamoglu, Atac (2012)

Observation of entanglement between a quantum dot spin and a single photon

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=81898404X>

Imamoglu, Atac (Ridge, NY, 2009)

Cavity QED based on collective magnetic dipole coupling : spin ensembles as hybrid two-level systems

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=81898290X>