

# **Curriculum Vitae Rainer Blatt**

Institut für Experimentalphysik  
Universität Innsbruck und  
Institut für Quantenoptik und Quanteninformation  
Österreichische Akademie der Wissenschaften



Rainer Blatt (geboren am 8. September 1952) ist deutsch-österreichischer Experimentalphysiker. Er forscht auf dem Gebiet der Quantenoptik und Quanteninformation und hat mit seinem Team als erster eine Teleportation mit Atomen durchgeführt, das erste „Quantenbyte“ erzeugt und einen universellen Quantensimulator gebaut.

**LEBEN** Rainer Blatt studierte Mathematik und Physik an der Universität Mainz und schloss das Physikstudium 1979 mit dem Diplom ab. 1981 promovierte er und war dann Forschungsassistent bei Günter Werth. 1982 ging Blatt mit einem Forschungsstipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für ein Jahr an das Joint Institute of Laboratory Astrophysics (JILA), Boulder zu John L. Hall (Nobelpreis 2005). 1983 wechselte er an die Freie Universität Berlin und ein Jahr später zur Arbeitsgruppe von Peter E. Toschek an die Universität Hamburg. Nach einem weiteren Aufenthalt in den USA habilitierte sich Rainer Blatt 1988 im Fach Experimentalphysik. Von 1989 bis 1994 forschte er als Heisenberg-Stipendiat an der Universität Hamburg und verbrachte in dieser Zeit mehrere Forschungsaufenthalte am JILA in Boulder. 1994 wurde er zum Professor für Physik an die Universität Göttingen berufen. Ein Jahr später erfolgte die Berufung auf einen Lehrstuhl für Experimentalphysik an der Universität Innsbruck. Blatt leitete von 2000-2013 das Institut für Experimentalphysik und ist Mitglied des akademischen Senats. Seit 2003 ist Blatt auch Wissenschaftlicher Direktor am Institut für Quantenoptik und Quanteninformation (IQOQI) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW). Rainer Blatt ist verheiratet und Vater von drei Kindern.

**WIRKEN** Der Experimentalphysiker Rainer Blatt hat wegweisende Experimente auf dem Gebiet der Präzisionsspektroskopie, der Quantenoptik, der Quantenmetrologie und der Quanteninformationsverarbeitung durchgeführt. Er arbeitet mit in Ionenfallen gespeicherten Atomen, die mit Hilfe von Laserstrahlen manipuliert werden. Grundlage für diese Forschungen auf dem Gebiet der Quanteninformation waren gemeinsame Arbeiten mit den Theoretikern Ignacio Cirac und Peter Zoller und deren Konzepte aus der Mitte der 1990er-Jahre. Nach einem von ihnen vorgeschlagenen Prinzip ist es Blatts Arbeitsgruppe 2003 erstmals gelungen, das grundlegende Gatter für einen Quantencomputer zu demonstrieren. 2004 gelang es, die Quanteninformation eines Atoms in vollständig kontrollierter Weise auf ein anderes Atom zu übertragen (Teleportation). Die Wissenschaftszeitschrift Nature widmete diesem Erfolg ihre Titelseite. Zwei Jahre später gelang es, bis zu acht Atome kontrolliert miteinander zu verschränken, das erste „Quantenbyte“ auf dem Weg zum Quantencomputer. 2011 konnte das Team diesen Rekord auf 14 kontrolliert miteinander verschränkte Quantenbits erhöhen und seit 2018 arbeitet die Gruppe routinemäßig mit 20 voll kontrollierten Quantenbits. Seit 2011 unternahm Rainer Blatt wichtige Schritte hin zu einer erfolgreichen Quantenfehlerkorrektur und schaffte es, ein logisches Quantenbit in sieben physikalischen Quantenbits zu kodieren. Außerdem hat er mit seinem Team einen universellen digitalen Quantensimulator realisiert, offene Quantensimulationen durchgeführt und zum ersten Mal eine Gittereichfeldtheorie in einem Quantensystem simuliert. Rainer Blatt gilt als erfolgreicher Förderer des wissenschaftlichen Nachwuchses: Zahlreiche seiner Assistenten erhielten hochrangige Auszeichnungen und wurden auf Professuren im Ausland berufen.

**AUSZEICHNUNGEN** Für seine Leistungen wurde Rainer Blatt bereits vielfach ausgezeichnet. So mit dem International Quantum Communication Award 2016, dem John Stewart Bell Prize (2015), dem Tiroler Landespreis für Wissenschaft (2014), einem Frew Fellowship und dem Humboldt-Forschungspreis (2013), der Stern-Gerlach-Medaille der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (2012), dem Wissenschaftspreis für außergewöhnliche Forschungsleistungen der Stiftung Südtiroler Sparkasse (2011), dem Carl-Zeiss-Forschungspreis (2009, gemeinsam mit Ignacio Cirac), einem „ERC Advanced Grant“ des Europäischen Forschungsrats (2008), dem Kardinal-Innitzer-Preis (2008), dem Schrödinger-Preis der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (2006). Gemeinsam mit seinen europäischen Projektpartnern wurde Rainer Blatt 2007 von der Europäischen Kommission für den Descartes-Preis nominiert. Rainer Blatt ist seit 2008 wirkliches Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

## PERSÖNLICHE DATEN

**PERSÖNLICHE DATEN** Otto Rainer Blatt, geboren am 8. September 1952 in Idar-Oberstein, Deutschland, verheiratet, drei Kinder, deutscher und österreichischer Staatsbürger

**AUSBILDUNG** 1959-1963 Grundschule in Idar-Oberstein, Deutschland  
1963-1971 Gymnasium in Idar-Oberstein, Deutschland  
1971-1973 Militärdienst in Deutschland  
1973-1979 Physikstudium an der Universität Mainz, Diplom 1979  
1979-1981 Doktoratsstudium an der Universität Mainz, Doktorat 1981

**AKADEMISCHER WERDEGANG** 1981-1982 Universität Mainz (Prof. G. Werth), Forschungsassistent  
1982-1983 Joint Institute of Laboratory Astrophysics (JILA), Boulder, CO, USA (Dr. J. L. Hall), DFG-Forschungsstipendium  
1983-1984 Freie Universität Berlin (Prof. E. Matthias), Forschungsmitarbeiter  
1984-1987 Universität Hamburg (Prof. P. Toschek), Forschungsmitarbeiter  
1988 Habilitation, Hamburg, Privatdozent an der Universität Hamburg  
1989-1994 Universität Hamburg, Heisenberg Stipendiat  
1991-1994 JILA, Boulder, CO, USA, mehrere Forschungsaufenthalte  
1994-1995 Universität Göttingen, Professor für Physik, 3. Physikalisches Institut  
seit 1995 Universität Innsbruck, Ordentlicher Professor für Physik  
2000-2013 Vorstand des Instituts für Experimentalphysik, Universität Innsbruck  
seit 2000 Geschäftsführer des Instituts für Quanteninformaton Ges.m.b.H  
seit 2001 Mitglied des Akademischen Senats der Universität Innsbruck  
seit 2003 Wissenschaftlicher Direktor des neu gegründeten Instituts für Quantenoptik und Quanteninformaton (IQOQI) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Innsbruck; von 2003-2009 und seit 2015 Geschäftsführender Direktor des IQOQI  
2003-2008 Korrespondierendes Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften  
seit 2008 Wirkliches Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

**PREISE UND AUSZEICHNUNGEN** 1989 Heisenberg Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)  
1995 Ruf auf eine ordentliche Professur, Universität Jena (abgelehnt)  
1997 Innovations-Preis der Tiroler Sparkasse  
2006 Schrödinger-Preis der Österreichischen Akademie der Wissenschaften  
2007 Descartes Preis Finalist, mit dem QGATES Konsortium  
2008 ERC Advanced Investigator Grant  
2008 Kardinal-Innitzer-Preis  
2009 Carl-Zeiss-Forschungspreis, gemeinsam mit Ignacio Cirac  
2011 Wissenschaftspreis der Stiftung Südtiroler Sparkasse  
2012 Stern-Gerlach-Medaille der Deutschen Physikalischen Gesellschaft  
2013 Ehrenzeichen des Landes Tirol  
2013 Humboldt-Forschungspreis  
2013 Frew Fellow, Australische Akademie der Wissenschaften  
2014 Tiroler Landespreis für Wissenschaft  
2015 John Stewart Bell Preis  
2016 International Quantum Communication Award

<b>BERUFLICHE AKTIVITÄTEN</b>	1997-2003	kooptiertes Vorstandsmitglied der QEOD in der EPS
	1999	Chairman der ICOLS99, International Conference on Laser Spectroscopy
	1999-2003	Mitglied des Herausgeberrats von Journal Phys. B: "Quantum and Semiclassical Optics"
	2000	Chairman der IQEC, Nizza, International Quantum Electronics Conference
	seit 2003	Vorstandsmitglied der QEOD in der EPS
	2003-2009	Vorstandsmitglied der ICQE, International Council of Quantum Electronics
	seit 2004	Mitherausgeber von „Quantum Information and Computation“
	seit 2004	Mitglied des Herausgeberrats von „Quantum Information Processing“
	2005-2013	Mitglied des Herausgeberrats von „Applied Physics B (Lasers and Optics)“
	2005-2006	Mitglied und Vorsitzender (2006) des Schawlow Preiskomitees der APS
	2006	Chairman 20. ICAP, International Conference on Atomic Physics
	seit 1979	Mitgliedschaften:
	seit 1982	Mitglied der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG)
	seit 1996	Mitglied der American Physical Society (APS), Fellow 2003
	seit 1998	Mitglied der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft (ÖPG)
	seit 1998	Mitglied der European Physical Society (EPS)
	seit 2000	Mitglied des Institute of Physics (IOP, chartered physicist)
	seit 2001	Mitglied der Optical Society of America (OSA)
	2004-2010	Mitglied des Fachbeirats am Quantum Information Processing Interdisciplinary Research Collaboration (QIP IRC), Oxford
seit 2006	Mitglied (und Vorsitzender) des Fachbeirats am MPQ, Garching	
seit 2009	Sprecher des FWF Spezialforschungsbereichs F40	
seit 2009	Mitglied des Österreichischen Wissenschaftsrats	
seit 2011	Mitglied des Fachbeirats am ARC Centre of Excellence for Engineered Quantum Systems, Australien	
seit 2012	Mitglied im Kuratorium Lindauer Nobelpreisträgertagungen	
<b>DRITTMITTEL</b>	1982-1983	DFG Forschungsstipendium
	1989-1994	DFG Heisenberg Stipendium
	1989-1995	mehrere DFG Projekte zur Quantenoptik und Quanteninformation
	1996-1999	mehrere FWF Projekte zur Quantenoptik mit gefangenen Ionen
	1996-2003	zwei EU Netzwerkprojekte zur Quanteninformationsverarbeitung
	1999-2008	Förderung im Rahmen des FWF SFB Projekts F15: „Control and measurement of coherent quantum systems“
	seit 2000	Förderung durch das Institut für Quanteninformation Ges.m.b.H., Tirol
	2000-2007	mehrere EU Netzwerkprojekte zur Quanteninformationsverarbeitung
	2003-2009	zwei ARO Projekte zu skalierbarer Quanteninformationsverarbeitung
	2005-2009	EU IP Projekt SCALA: „Scalable quantum computing with light and atoms“
	2005-2007	EU ERA-pilot QIST: „Structuring European Research Area within QI ...“
	2005-2006	Accion Integrada: „Quantum feedback with single ions“
	2006-2009	EU STREP Projekt MICROTRAP: „Development of pan-European tech ...“
	2006-2009	EU NoE QUROPE: QIPC NoE
	2008-2017	Förderung im Rahmen des FWF SFB Projekts F40: „Foundations and Applications of Quantum Science“
	seit 2010	EU Netzwerk AQUTE: „Atomic Quantum Technologies“
	seit 2010	ARO (US) Projekt: „Multi-qubit coherent operations with trapped ions“
	seit 2011	FWF Projekt: „Single Photon Interactions (SINPHONIA)“
	seit 2013	FWF Projekt: „Complex Quantum Simulations (COMQUATS)“
	seit 2013	Commercial Applications for RF-Arrays of Traps (CARAT)
seit 2013	Quantum Simulations in Arbitrary Ion Lattices (Q-Sail)	
seit 2013	Quantum Engineered stats for optical clocks and atomic sensors	
seit 2013	Simulations and Interfaces with Quantum Systems (SIQS)	
seit 2014	Certified Topological quantum computation (CETO)	
seit 2016	Encoded Qubit Alive (eQual)	

## WISSENSCHAFTLICHES WERK

Nach der Promotion 1981 an der Universität Mainz kam Rainer Blatt 1982 in die Arbeitsgruppe von Prof. John L. Hall (Nobelpreis 2005), wo er mit einem Projekt zur Kühlung eines Strahls von Natriumatomen begann. Zu dieser Zeit war dies ein ‚heißes‘ Thema, weil die ersten Ergebnisse zur Atomstrahlkühlung erst 1981 von der Gruppe um Prof. William D. Phillips (Nobelpreis 1998) präsentiert wurden. Zusammen mit Wolfgang Ertmer (heute in Hannover) gelang es Blatt erstmals mithilfe schneller Frequenzverstimmung, Atome aus einem Atomstrahl zu stoppen. Nach seiner Rückkehr nach Deutschland begann Rainer Blatt an der Universität Hamburg (mit Peter Toschek und Werner Neuhauser) mit einzelnen, in Fallen gefangenen Ionen zu arbeiten. Sie waren dabei unter den ersten, die Quantensprünge in einzelnen Atomen beobachten konnten, eine Technik, die heute in der Quanteninformationsverarbeitung und für Messzwecke routinemäßig eingesetzt wird. Mit diesen Arbeiten habilitierte sich Blatt 1988 und setzte seine Arbeit als Heisenberg Stipendiat fort. Die mit dem Stipendium verbundene Freiheit nutzte er dazu, mit einzelnen, gefangenen Barium- und Ytterbium-Ionen fundamentale quantenoptische Experimente durch- und neue Frequenzstandards einzuführen.

Rainer Blatt hat in seiner wissenschaftlichen Laufbahn immer mit den besten Experimentalphysikern zusammengearbeitet und beharrlich versucht, schwierige experimentelle Probleme zu lösen, die zunächst beinahe unlösbar erschienen. Obwohl Experimente mit einzelnen gefangenen Ionen sehr aufwändig sind, liefern sie doch einige der klarsten und fundamentalsten Ergebnisse für die Grundlagenforschung. Als 1994 die Diskussionen über Quantencomputer losgingen, hatte Blatt das Glück und die Möglichkeit mit seinem langjährigen Kollegen Peter Zoller (zu dieser Zeit in Boulder, Colorado) und mit Ignacio Cirac (damals in Madrid, Innsbruck und Boulder) zusammenzuarbeiten. Beide hatten vorgeschlagen, gefangene Ionen für die Quanteninformationsverarbeitung zu verwenden. Rainer Blatt, inzwischen Professor an der Universität Göttingen, Deutschland, begann sofort mit dem Aufbau eines Quantencomputer-Experiments. Er war mit seinem Team damit unter den ersten Wissenschaftlern, die die Ideen von Peter Zoller und Ignacio Cirac umgesetzt und erste Experimente zur Quanteninformationsverarbeitung mit gefangenen Ionen gemacht haben.

Mit seiner Berufung an die Universität Innsbruck im Jahr 1995 gewann diese Arbeit an Bedeutung, weil die Erfinder der Quanteninformationsverarbeitung mit gefangenen Ionen, Peter Zoller und seit 1996 auch Ignacio Cirac, inzwischen ebenfalls in Innsbruck arbeiteten. Obwohl diese Experimente sehr aufwändig sind, nahm Blatt gemeinsam mit einigen hochtalentierten Studierenden und Assistenten die Herausforderung an, entwickelte die Technologie in den 1990er-Jahren kontinuierlich weiter und erreichte erste Durchbrüche, wie die Seitenbandkühlung (1999) und die ersten Quantenoperationen (2001-2002). Gemeinsam mit seinen wissenschaftlichen Kollegen Peter Zoller, Ignacio Cirac und Anton Zeilinger (bis 1999, seit 2000 Rudolf Grimm) konnte Rainer Blatt in Innsbruck ein Arbeitsumfeld und eine Atmosphäre schaffen, die es ihnen ermöglichte, Studierende, Postdocs und Gäste anzuziehen und Innsbruck auf der Landkarte der Quantenforschung zu platzieren. Die mühevoll experimentelle Arbeit zahlte sich aus, und seither gehört die Arbeitsgruppe um Rainer Blatt zu den besten und erfahrensten Forschungsgruppen auf dem Gebiet der Quanteninformation weltweit. Zusammen mit der konkurrierenden Arbeitsgruppe um David Wineland am NIST in Boulder, Colorado, führen sie die Quantencomputerforschung mit gefangenen Ionen an.

Die bemerkenswertesten Durchbrüche der vergangenen Jahre waren die erste Umsetzung des Deutsch-Jozsa-Algorithmus und die erste Rechenoperation mit einem Cirac-Zoller-Gatter (2003), die Teleportation des Zustands eines Atoms (2004), die Erzeugung von W und GHZ Zuständen auf Abruf (2004), die Erzeugung des ersten Quantenbytes (2005), die Anwendung von Verschränkung für die Quantenpräzisionsmetrologie (2006), der Bau von Quantengattern mit einer Güte von über 99 Prozent und die deterministische Verschränkungsübertragung (2008), die Realisierung eines Toffoli-Gatters und die Widerlegung nichtkontextueller Erklärungsversuche von Quantenphänomenen (2009), die Quantensimulation eines relativistischen Teilchens (2010), die elektromagnetische Kopplung von Quantengattern, die kontrollierte Verschränkung von bis zu 14 Quantenbits, die wiederholbare Fehlerkorrektur sowie der Bau eines universellen Quantensimulators (2011), der Bau einer effizienten und frei justierbaren Schnittstelle für Quantennetzwerke (2012), die Quantensimulation von Quasiteilchen und der Bau eines topologisch kodierten 7-Qubit-Registers (2014), die erste Quantensimulation einer Gitter-Eichfeldtheorie und die effiziente Umsetzung des Shor-Algorithmus in einem Ionenfallen-Quantencomputer (2016), die Beobachtung von Verschränkung in einem vollständig kontrollierten System aus 20 Quantenbits und die ersten quantenchemischen Simulationen auf einem Ionenfallen-Quantencomputer (2018).

## WISSENSCHAFTLICHES WERK

All dies führte dazu, dass die Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW) dem Vorschlag zur Gründung eines Akademieinstituts zur Forschung auf dem Gebiet der Quantenoptik und Quanteninformation zustimmte. Das Institut wurde im November 2003 gegründet und in einem in Rekordzeit errichteten neuen Gebäude untergebracht. Den Großteil der wissenschaftlichen Planung für das Gebäude, die Labors und die Experimente wurde von Rainer Blatt und seinem Kollegen Rudolf Grimm durchgeführt. Die notwendigen finanziellen Mittel dafür stellten der Bund, die Länder und die Stadt Innsbruck zur Verfügung. So konnten die neuen Labors 2005 fertig gestellt werden. Seither kommen noch mehr Besucher und Gastwissenschaftler nach Innsbruck und arbeiten hier mit Rainer Blatt und seinen Kollegen zusammen. Auf dem Feld der Quantenoptik und Quanteninformation forschen an der Universität Innsbruck und dem Akademieinstitut nun insgesamt über 150 Wissenschaftler, die sehr eng kooperieren. Innsbruck hat sich damit als weltweit anerkanntes Zentrum der Quantenoptik und insbesondere der Erforschung der Quanteninformationsverarbeitung etabliert.

In den letzten Jahren haben rund 30 PhD-Studenten und mehr als 40 Diplomstudenten der Arbeitsgruppe von Rainer Blatt ihr Studium abgeschlossen. Sein Team zog über 30 Postdocs an und einige der besten jungen Wissenschaftler wurden Assistenten in seiner Forschungsgruppe, wo sie die Chance haben, ähnlich wie ein Assistenzprofessor zu arbeiten, eigene Projekte zu leiten und die eigenen Studierenden zu beaufsichtigen. Sieben seiner frühen Assistenten haben ihre Habilitationen bereits beendet und wurden auf Professuren in Deutschland, den USA und Spanien berufen. Neben zahlreichen Auszeichnungen für PhD-Studenten wurden zwei seiner ehemaligen Assistenten mit dem Rudolf-Kaiser-Preis ausgezeichnet. Drei Assistenten erhielten den prestigeträchtigen ERC Starting Grant mit Förderungen von jeweils knapp 1,5 Millionen Euro. Sechs Assistenten wurden mit der höchsten österreichischen Auszeichnung für Nachwuchswissenschaftler, dem START-Preis ausgezeichnet, der mit 1,2 Millionen Euro für eine Periode von sechs Jahren dotiert ist.

Die wissenschaftliche Arbeit der gesamten Forschungsgruppe ist hoch angesehen und ihre Mitglieder erhalten jedes Jahr regelmäßig über 20 Einladungen zu internationalen Konferenzen. Neben seiner Forschungsarbeit unterrichtet Blatt an der Universität Innsbruck und gibt dort vor allem Einführungskurse in Atomphysik, Quantenphysik und Festkörperphysik sowie Fortgeschrittenenkurse in experimenteller Quantenoptik. Darüber hinaus vermittelt er sein Wissen auch einer breiteren Öffentlichkeit, insbesondere Lehrern und interessierten Schülern. Zusammen mit seinen Kollegen ist er sehr daran interessiert, das Wissen über die Quantenphysik zu verbreiten. Dabei wird er gemeinsam mit Peter Zoller auch von der Tiroler Industriellenvereinigung unterstützt, die ein Unternehmen (Institut für Quanteninformation Ges.m.b.H.) finanziert. Mit dieser Unterstützung können sie Mitarbeiter und Studierende anstellen, Gäste einladen und ganz generell die Verbindungen zwischen Universität und Industrie verstärken. Auf der europäischen Ebene dient das Institut für Quantenoptik und Quanteninformation (IQOQI) als Zentrum für eine European Research Area (ERA) und andere Netzwerkaktivitäten. Rainer Blatt und seine Kollegen waren an der Ausarbeitung einer europäischen Roadmap für die Forschung auf dem Gebiet der Quanteninformationsverarbeitung und Quantenkommunikation (QIPC) federführend beteiligt. Die Innsbrucker Physik spielt eine wichtige Rolle bei der Umsetzung der Flagship-Initiative zur Quantentechnologien (QT) der Europäischen Union, die Europa an die Spitze der zweiten Quantenrevolution setzen und bedeutende Fortschritte für Wissenschaft, Industrie und Gesellschaft bringen soll. Rainer Blatt ist Mitglied der Commission Expert Group on QT.