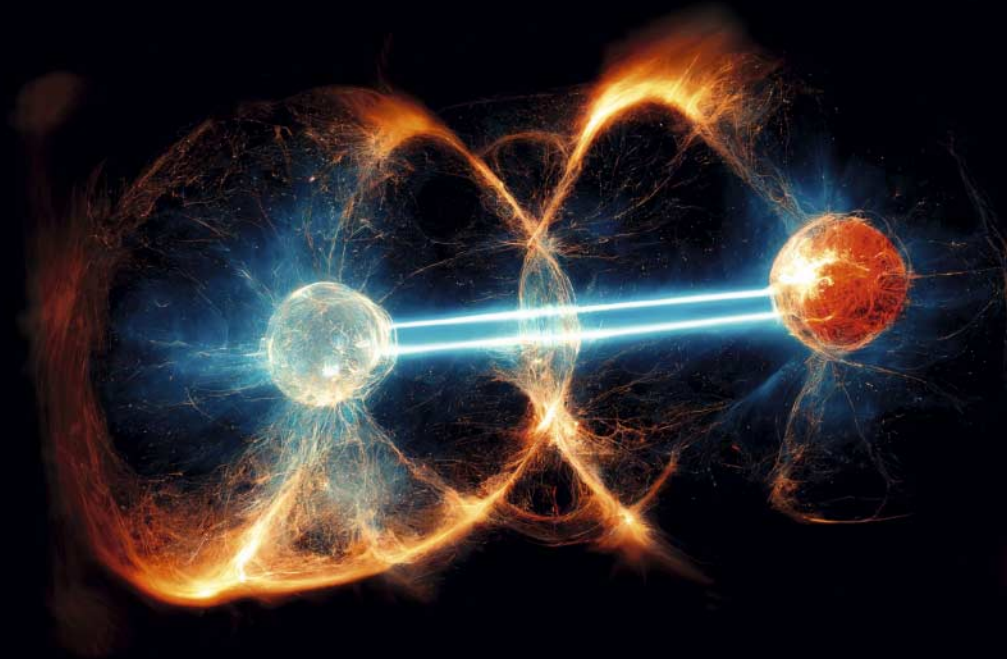


Naturwissenschaften im Blick

Von unscharfen Größen und verschränkten Teilchen Aufbruch ins nächste Quantenjahrhundert



Internationale Tagung
Donnerstag, 5. – Freitag, 6. Februar 2026

EINSTEIN
FORUM

Konzeption / Conception

Franziska Bomski und Amber Carpenter (Potsdam)

Einstein Forum

Am Neuen Markt 7

14467 Potsdam

Tel.: 0331 271 78 0

<https://www.einsteinforum.de>

einsteinforum@einsteinforum.de

Referent:innen sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.
Die Vorträge werden in der Sprache des Titels gehalten.
Deutsche Vorträge werden simultan ins Englische übertragen.

Speakers listed in alphabetical order.
Talks in the language of the title.
The German talks will be simultaneously translated into English.

Seit ihren Anfängen vor über einhundert Jahren hat sich die Quantentheorie von einer paradoxen Denkmöglichkeit zu einem der theoretisch und technologisch fruchtbarsten Gebiete der Naturwissenschaften entwickelt. Sie gehört heute zu den Grundlagen der Physik und wird zugleich intensiv weiter erforscht. Ihre Anwendungen durchdringen immer mehr Lebensbereiche: Atomuhr und Quantensensorik prägen Messtechnik und Medizin; der Quantencomputer erfordert neue Verschlüsselungstechnologien, um die digitale Sicherheit im privaten und öffentlichen Rahmen zu gewährleisten. Nicht zuletzt hat die Quantentheorie auch immer schon Künste und Medien fasziniert.

Die Tagung blickt zurück auf die Anfänge der Quantenwissenschaften und fragt danach, welche Auswirkungen quantentechnologische Innovationen zukünftig auf unseren Alltag und unsere Gesellschaft haben werden.

Since its inception more than a century ago, quantum science has embarked on an unsteady but inexorable journey from paradoxical possibility to one of the most fecund scientific and technological frontiers. While quantum theory has quietly set the agenda for some of the toughest problems in theoretical physics, quantum science begins to pervade our daily lives via technologies such as atomic clocks and quantum brain imaging. The apparently approaching advent of stable quantum computing looks set to overturn digital security systems developed since everyday shopping and banking went online, to say nothing of national security systems. And yet awaiting such a quantum computer has no small air of waiting for Godot.

This conference looks back at the past century of quantum science, and its place in the popular imagination; and it looks forward, as we stand apparently on the brink of multiple application breakthroughs, at how quantum science—with all its dangers and possibilities—promises to affect the social world and lived realities of everyone.

Janet Anders (Potsdam)

Quantenmechanik und die Verletzung der Bell'schen Ungleichung

In der Entstehungsphase der Quantenmechanik entdeckte Schrödinger die mathematische Möglichkeit der Verschränkung, eine ungewöhnlich starke Art von Korrelation, die einiges philosophisches Kopfzerbrechen verursachte. Albert Einstein nannte das Phänomen „spukhafte Wechselwirkung“ und argumentierte, dass es nicht in der physikalischen Wirklichkeit auftreten könne. Später brachte John Bell die von Einstein formulierten Ideen – Lokalität und Realismus – in mathematisch präzise Form. Auf deren Grundlage etablierte er eine Art Spukhaftigkeits-Ungleichung, die heute seinen Namen trägt. Je stärker die Verletzung der Ungleichung, desto größer der Spuk. In diesem Vortrag erkläre ich die Herleitung der Bell-Ungleichung. Wie Einstein werden wir sehen, dass die Befolgung der Bell-Ungleichung ausdrückt, was wir in unserem täglichen Leben als normal empfinden. Nur die Quantenmechanik hält sich nicht daran ...

Janet Anders studierte Physik an der Universität Potsdam und wurde 2008 mit einer Arbeit zur Quanten-Verschränkung an der National University of Singapore promoviert. Danach arbeitete sie am University College London (UCL), zuerst als Postdoc, später als unabhängige Forscherin mit einem Royal Society Dorothy Hodgkin Fellowship. 2013 gründete sie eine unabhängige Forschungsgruppe an der University of Exeter mit dem Schwerpunkt Quantenthermodynamik. Seit 2019 ist sie Professorin an der Universität Potsdam und leitet die Abteilung Theoretische Quantenphysik. Mit ihrer Gruppe forscht sie zu Quantenthermodynamik und Quantentechnologien, insbesondere zur Struktur von offenen Quantensystemen, Spin-Dynamik in magnetischen Materialien und Quantensensorik.

In the early days of quantum mechanics, Schrödinger discovered the mathematical possibility of entanglement, an unusually strong type of correlation that caused not a few philosophical headaches. Albert Einstein called the phenomenon “spooky action at a distance” and argued that it could not occur in physical reality. Later, John Bell put Einstein’s ideas—locality and realism—into a mathematically precise form. Based on these, he established a kind of spookiness inequality that now bears his name: The greater the violation of the inequality, the greater the spookiness. In this lecture, I explain the derivation of Bell’s theorem. Like Einstein, we will see that adherence to Bell’s inequality expresses what we consider normal in our daily lives. Except that quantum mechanics does not adhere to it...

Janet Anders studied physics at the University of Potsdam and received her doctorate in 2008 from the National University of Singapore with a thesis on quantum entanglement. She then worked at University College London (UCL), first as a postdoc, and later as an independent researcher with a Royal Society Dorothy Hodgkin Fellowship. In 2013, she founded an independent research group at the University of Exeter focusing on quantum thermodynamics. Since 2019, she has been a professor at the University of Potsdam, where she heads the Department of Theoretical Quantum Physics. With her group, she conducts research on quantum thermodynamics and quantum technologies, in particular on the structure of open quantum systems, spin dynamics in magnetic materials, and quantum sensor technology.

Tommaso Calarco (Bologna/Jülich/Köln)

Die zweite Quantenrevolution – vom Labor zur Industrie

Der Vortrag führt aus, wie zentrale Konzepte, die in der Grundlagenforschung der Quantenphysik entwickelt wurden, in neue Technologien wie Quantencomputing, Quantensimulation, Quantenkommunikation und Quantensensorik umgesetzt werden: Was können diese Technologien leisten und was nicht? Wie wird die Grenze zwischen akademischer Forschung und technologischer Anwendung durch Industrie, Start-ups und öffentlich-privaten Partnerschaften neu definiert? Schließlich wird es um weiterreichende Folgen der zweiten Quantenrevolution gehen: wirtschaftliche und arbeitsmarktpolitische Herausforderungen, Fragen der technologischen Souveränität, ethische und gesellschaftliche Überlegungen sowie die Notwendigkeit neuer Formen des interdisziplinären Dialogs zwischen den Naturwissenschaften und politischen Entscheidungsträgern.

Tommaso Calarco ist Direktor des Peter Grünberg Institutes for Quantum Control am Forschungszentrum Jülich und Professor für Quantum Information an den Universitäten Köln und Bologna. Zuvor hatte er leitende Positionen an der Universität Ulm und am BEC Center in Trient inne und forschte in Innsbruck sowie an der Harvard University. Er gehört zu den ersten Wissenschaftlern, die optimale Kontrollmethoden auf Quantum Computing und Vielkörpersysteme anwendeten. Er ist Autor des Quantum Manifesto, das die Grundlage für das Quantum Flagship der Europäischen Kommission schuf, und fungiert dort als Chair des Quantum Community Network. Zudem ist er Secretary des Top-Level Advisory Board on Quantum Technologies der Europäischen Kommission und Mitbegründer des European Quantum Industry Consortium. Seit 2025 vertritt er als wissenschaftlicher Delegierter Italien in der G7 Working Group on Quantum Technologies unter kanadischer Präsidentschaft.

My talk will explain how key concepts developed in basic research in quantum physics are being translated into new technologies such as quantum computing, quantum simulation, quantum communication, and quantum sensor technology: What can these technologies achieve, and what can't they achieve? How is the boundary between academic research and technological application being redefined by industry, start-ups, and public-private partnerships? Finally, I will address the wider implications of the second quantum revolution: economic and labor market challenges, questions of technological sovereignty, important ethical and social considerations, and the need for new forms of interdisciplinary dialogue between the natural sciences and political decision-makers.

Tommaso Calarco is Director of the Peter Grünberg Institute for Quantum Control at Forschungszentrum Jülich, and Professor of Quantum Information at the Universities of Cologne and Bologna. Previously, he held senior positions at the University of Ulm and the BEC Center in Trento, and conducted research in Innsbruck and at Harvard University. He is one of the first scientists to apply optimal control methods to quantum computing and many-body systems. He is the author of the Quantum Manifesto, which laid the foundation for the European Commission's Quantum Flagship, where he serves as Chair of the Quantum Community Network. He is also Secretary of the European Commission's Top-Level Advisory Board on Quantum Technologies and co-founder of the European Quantum Industry Consortium. Since 2025, he has represented Italy as scientific delegate in the G7 Working Group on Quantum Technologies under the Canadian presidency.

Bob Coecke (Oxford)

*From Quantum Picturalism to Education, Cognition,
AI, and Music*

In 1935 John von Neumann denounced his own Hilbert space-based quantum formalism. Alternatives had been proposed, including by von Neumann himself, but none play a significant role in quantum theory today. Over some 20 years we have developed a diagrammatic quantum formalism, sometimes referred to as quantum picturalism. It follows Schrödinger's focus on composition of systems rather than von Neumann's focus on measurement. This quantum formalism was shown to enable secondary school students to perform exceptionally well on an Oxford University post-grad quantum exam; and quantum picturalism is now widespread in quantum technology research, and in quantum foundations. The same formalism has been used as the basis for cognition with applications for AI interpretation and generalization, and underpins the first piece of music to ever have been produced with a quantum computer.

Bob Coecke is Emeritus Fellow at Wolfson College Oxford, and Distinguished Visiting Research Chair at the Perimeter Institute for Theoretical Physics. He was Chief Scientist at Quantinuum (2020–2025), Professor of Quantum Foundations, Logics and Structures at the Department of Computer Science at Oxford University (2011–2020). He pioneered ZX-calculus and Quantum Natural Language Processing. He co-authored *Picturing Quantum Processes* (with Aleks Kissinger, 2017) and *Quantum in Pictures* (with Stefano Gogioso, 2022). He received the 2024 IEEE LiCS Test-of-Time Award. Coecke is also a composer and musician who has pioneered both industrial music and the employment of quantum computers in musical composition. He is the inventor of a quantum guitar.

1935 verwarf John von Neumann seinen eigenen, auf dem Hilbert-Raum basierenden Quantenformalismus. Von den vorgeschlagenen Alternativen, darunter auch von von Neumann selbst, spielt heute keine eine bedeutende Rolle in der Quantentheorie. Über einen Zeitraum von etwa zwanzig Jahren haben wir einen diagrammatischen Quantenformalismus entwickelt, der auch als Quantenpikturalismus bezeichnet wird. Wie Schrödinger fokussiert er die Zusammensetzung von Systemen anstatt wie von Neumann die Messung. Dieser Quantenformalismus ermöglichte es Schülern der Sekundarstufe, bei einer Quantenprüfung für Postgraduierte der Universität Oxford außergewöhnlich gute Leistungen zu erzielen. Der Quantenpikturalismus ist heute in der Quantentechnologieforschung und in den Grundlagen der Quantenphysik weit verbreitet. Er dient dem allgemeinen Verständnis von Künstlicher Intelligenz und bildet die Grundlage für das erste Musikstück, das jemals mit einem Quantencomputer produziert wurde.

Bob Coecke ist Emeritus Fellow am Wolfson College Oxford und Distinguished Visiting Research Chair am Perimeter Institute for Theoretical Physics. 2020–2025 war er Chief Scientist bei Quantinuum und 2011–2020 Professor für Grundlagen, Logik und Strukturen der Quantentheorie am Fachbereich Informatik der Universität Oxford. Er leistete Pionierarbeit im Bereich des ZX-Kalküls und der Quanten-Sprachverarbeitung. Er ist Ko-Autor von *Picturing Quantum Processes* (mit Aleks Kissinger, 2017) und *Quantum in Pictures* (mit Stefano Gogioso, 2022). 2024 wurde er mit dem IEEE LiCS Test-of-Time Award 2024 ausgezeichnet. Coecke ist auch Komponist und Musiker, der rückblickend als Pionier der Industrial Music bezeichnet wird. Als einer der ersten hat er Quantencomputer in der Musik angewendet und eine Quantengitarre erfunden.

Dietmar Dath (Frankfurt am Main/Freiburg)

Dirac (2006)

Lesung und Gespräch mit **Franziska Bowski** (Potsdam)

„Wie macht man Literatur aus Physik? Am besten läßt man es bleiben; hier wurde es nirgends versucht“, schreibt Dietmar Dath im Nachwort zu seinem Roman *Dirac* (2006). Er nimmt damit einerseits ironisch Bezug auf die Denkmöglichkeiten der Quantenphysik, würdigt andererseits Literatur und Physik als jeweils eigene Formen der Welterschließung. In seiner „biographischen Phantasie“ über den britischen Pionier der Quantenphysik Paul Adrien Maurice Dirac (1902–1984) erzählt Dath von den Anfängen der physikalischen Moderne. Bei ihren Protagonisten findet er ethische, erkenntnistheoretische und ästhetische Inspirationen für eine Zukunftsvision, die er in einer turbulenten Mischung aus Wissenschaftsgeschichte, Pop und Science Fiction entfaltet.

Dietmar Dath ist Autor, Journalist und Übersetzer. Spätestens seit seinem 2008 für den Deutschen Buchpreis nominierten Roman *Die Abschaffung der Arten* ist er einem großen Publikum bekannt und inzwischen der wohl produktivste deutschsprachige Theoretiker und Praktiker politisch-engagierter Science Fiction. Sein Konzept der *Science Fiction als Kunst- und Denkmaschine* entfaltete er 2019 in der monumentalen Schrift *Niegeschichte*. In seinen literarischen Texten spielen Mathematiker:innen und Physiker:innen und ihre Theorien immer wieder eine prominente Rolle: *Die Mathematik des 20. Jahrhunderts in zwanzig Gehirnen* porträtierte Dath in *Höhenrausch* (2003), neben *Dirac* (2006) stellt er jüngst in seinem Kalkülroman *Gentzen oder betrunken aufräumen* (2022) den Logiker Gerhardt Gentzen ins Zentrum der Handlung.

“How do you turn physics into literature? It’s best if you don’t; I have not attempted it here,” Dietmar Dath writes in the afterword to his novel *Dirac* (2006). His remark is at once an ironic reference to the paradoxes of quantum physics and a tribute to literature and physics as autonomous forms of understanding the world. In his “biographical fantasy” about the British pioneer of quantum physics Paul Adrien Maurice Dirac (1902–1984), Dath recounts the beginnings of modern physics in the 20th century. He finds in its protagonists ethical, epistemological, and aesthetic inspiration for a vision of the future that he unfolds in a turbulent mixture of scientific history, pop culture, and science fiction.

Dietmar Dath is an author, journalist, and translator. Since his novel *Die Abschaffung der Arten* (*The Abolition of Species*) was nominated for the German Book Prize in 2008, he has become known to a wider audience and is today one of the most prolific German-language theorists and practitioners of politically engaged science fiction. He developed his concept of science fiction as an artistic thinking machine in his monumental 2019 work *Niegeschichte*. Mathematicians and physicists as well as their theories repeatedly play a prominent role in his literary texts: Dath portrayed 20th-century mathematics in twenty brains in his collection *Höhenrausch* (2003), and he recently placed the logician Gerhardt Gentzen at the center of the plot in his calculus novel *Gentzen oder betrunken aufräumen* (2022).

Markus Krutzik (Berlin)

Wie Quantensensoren den Sprung aus dem Labor schaffen

Quantentechnologien zählen zu den spannendsten Innovationsfeldern unserer Zeit – mit Potenzial von der Grundlagenforschung bis hin zu industriellen Anwendungen. Zunehmend berühren sie auch Fragen der technologischen Sicherheit und Souveränität. Besonders greifbar wird ihre Leistungsfähigkeit bei Quantensensoren: Sie messen physikalische Größen mit extremer Präzision und eröffnen damit neue Möglichkeiten in Bereichen, in denen klassische Messverfahren an Grenzen stoßen: von der Navigation und Datensynchronisation über die biomedizinische Bildgebung und Diagnostik bis hin zur zerstörungsfreien Materialprüfung. Damit sie unseren Alltag von morgen tatsächlich begleiten können, müssen die Systeme einen entscheidenden Schritt machen: Sie müssen vom Prototyp zur praxistauglichen Lösung reifen – kompakt, robust, und zuverlässig. Die zentrale Frage lautet: Welche Anwendungen lassen sich bereits umsetzen und wie kurz stehen Quantensensoren vor dem praktischen Einsatz?

Markus Krutzik entwickelt am Ferdinand-Braun-Institut und an der Humboldt-Universität zu Berlin (HU) mit seinem Team kompakte Quantensensoren für Anwendungen in Metrologie, Sensorik und Informationsverarbeitung. Ein Schwerpunkt liegt auf Systemen, die auch im Weltraum funktionieren. Nach seiner Promotion 2014 an der HU forschte er u.a. an der University of California, Berkeley, und dem NASA Jet Propulsion Laboratory, Pasadena. *Capital* wählte ihn unter die „Top 40 unter 40 – Junge Elite“ (2018), der *Tagespiegel* unter die „100 Köpfe der Hauptstadt-Wissenschaft“ (2025). Krutzik ist zudem Brain City Berlin Botschafter für Quantentechnologien und initiierte den ersten Quantentechnologie-Hub in der Hauptstadt mit. Um Forschungsergebnisse in die Anwendung zu überführen, hat er ein Start-up mitbegründet, ein weiteres ist in Planung.

Quantum technologies are among the most exciting fields of innovation of our time—with potential ranging from basic research to industrial applications. Increasingly, they also touch on issues of technological security and sovereignty. Their capabilities are particularly evident in quantum sensors: they measure physical quantities with extreme precision, opening up new possibilities in areas where classical measurement methods reach their limits, from navigation and data synchronization to biomedical imaging and diagnostics to non-destructive material testing. In order for them to truly become part of our everyday lives, however, the systems must take a decisive step: they must mature from prototypes into practical solutions—compact, robust, and reliable. The central question is: Which applications can already be addressed—and how close are quantum sensors to actual practical use?

Markus Krutzik and his team at the Ferdinand Braun Institute and Humboldt University of Berlin (HU) are developing compact quantum sensors for applications in metrology, sensor technology, and information processing. One focus is on systems that also function in outer space. After completing his doctorate at HU in 2014, he conducted research at the University of California, Berkeley, and the NASA Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, among other places. *Capital* magazine named him one of the “Top 40 under 40 – Young Elite” (2018), and *Der Tagesspiegel* listed him as one of the “100 Heads of Capital City Science” (2025). Krutzik is also Brain City Berlin Ambassador for Quantum Technologies and co-founded the first quantum technology hub in Berlin. To transfer research results into practical applications, he co-founded a start-up, with another in the pipeline.

Michele Reilly (Cambridge, Mass.)

Memory, Time, and the Physical Limits of Computation

Computing is often described as the abstract manipulation of symbols. In fact, however, every computation is a physical process that unfolds over time and is subject to corresponding limitations. This lecture argues that memory, not logic or inference, sets physical limits on computing. Using the example of quantum random access memory (qRAM), memory is understood as a thermodynamic object: a structured store of correlations that must be generated, stabilized, addressed, and renewed. From this perspective, computational performance depends less on algorithmic depth than on the ability to maintain and access memory states without thermal degradation. The familiar distinction between classical and quantum computing is thus reframed in terms of temperature, stability, and memory bandwidth. The result is a shift from algorithm-centered models to a memory-centered, physically grounded theory in which the limits of computing reflect the structure of time itself.

Michele Reilly is a quantum information theorist reshaping the foundations of quantum security by treating memory, not algorithms, as the central physical constraint on computation. She pioneered early designs for quantum random access memory (qRAM) and now develops frameworks that integrate thermodynamics, complexity, and cryptography to explain both quantum advantage and its limits. Her work explores how quantum computation simultaneously expands what can be computed and destabilizes prevailing assumptions about secure communication. Working across the Massachusetts Institute of Technology and advising government and national security stakeholders, including U.S. defense organizations, Reilly brings a rare perspective linking foundational physics to the long-term viability of post-quantum security and intelligent systems.

Rechnen wird häufig als abstrakte Manipulation von Symbolen beschrieben. Tatsächlich ist jedoch jede Berechnung ein physikalischer Prozess, der sich in der Zeit entfaltet und entsprechenden Beschränkungen unterliegt. Dieser Vortrag argumentiert, dass das Gedächtnis, nicht Logik oder Inferenz, dem Rechnen physikalische Grenzen setzt. Am Beispiel des Quantum Random Access Memory (qRAM) wird Gedächtnis als thermodynamisches Objekt verstanden: als ein strukturierter Vorrat von Korrelationen, der erzeugt, stabilisiert, adressiert und erneuert werden muss. Aus dieser Perspektive hängt rechnerische Leistungsfähigkeit weniger von algorithmischer Tiefe ab als von der Fähigkeit, Speicherzustände ohne thermische Degradation zu erhalten und zugänglich zu machen. Die vertraute Unterscheidung zwischen klassischem und quantenmechanischem Rechnen wird so neu gefasst in Begriffen von Temperatur, Stabilität und Speicherbandbreite. Das Ergebnis ist eine Verschiebung von algorithmuszentrierten Modellen hin zu einer speicherzentrierten, physikalisch fundierten Theorie, in der die Grenzen des Rechnens die Struktur der Zeit selbst widerspiegeln.

Michele Reilly ist Professorin für Quanteninformation und Sicherheit. Ihre Forschung begründet die Quantensicherheit neu, indem sie Gedächtnis als zentrale physikalische Randbedingung des Rechnens versteht. Sie gehörte zu den frühen Pionierinnen von Architekturen für qRAM und entwickelt heute theoretische Rahmen, die Thermodynamik, rechnerische Komplexität und Kryptographie integrieren, um sowohl den quantenmechanischen Rechenvorteil als auch dessen Grenzen zu erklären. Reilly arbeitet am Massachusetts Institute of Technology und berät Regierungs- und nationale Sicherheitsakteure, darunter US-Verteidigungsorganisationen. Sie bringt eine seltene Perspektive ein, die physikalische Grundlagenforschung mit Sicherheitsfragen von Quantensystemen und intelligenten Technologien verbindet.

Arne Schirrmacher (Berlin)

Weder ein Akt der Verzweiflung noch ein Sonnenaufgang über Helgoland. Mythos und Geschichte der Quantenphysik

Nicht nur die Phänomene der Quantenphysik und ihre Theorien sind oft schwer zu verstehen, auch ihre historische Entstehung und theoretische Formulierung sind komplex und lassen sich nicht auf wenige Geistesblitze oder entscheidende Experimente reduzieren. Die Ergebnisse der intensiven Forschung von Historikerinnen und Historikern der letzten zwanzig Jahre haben es nach wie vor schwer, sich gegen die Anekdoten und liebgewonnenen Heldengeschichten durchzusetzen. Wie sollte eine angemessene Geschichte der Quantenphysik aussehen, die sowohl den Physiktreibenden und -studierenden wie der interessierten Öffentlichkeit eine realistische und produktive Sicht auf die Entstehung des Quantenzeitalters vermittelt?

Arne Schirrmacher ist Wissenschaftshistoriker mit den Schwerpunkten Geschichte der modernen Naturwissenschaften und Geschichte der Wissenschafts- und Technikkulturen des 20. Jahrhunderts, speziell deren Vermittlung durch Kommunikations- und Ausstellungsmedien. Hierzu forscht er an der Humboldt-Universität zu Berlin (HU) und lehrt zugleich als Professor für Wissenschaftsgeschichte an der Technischen Universität Berlin. Nach der Promotion in mathematischer Physik in München wechselte er an der University of California, Berkeley, zur Wissenschaftsgeschichte, 2015 folgte die Habilitation an der HU. Weitere Stationen waren das Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin, u.a. als Principal Investigator in der Forschergruppe zur Geschichte der Quantentheorie, und das Forschungsinstitut für Technik- und Wissenschaftsgeschichte des Deutschen Museums in München. 2019 erschien seine Studie *Establishing Quantum Physics in Göttingen. David Hilbert, Max Born, and Peter Debye in Context, 1900–1926*.

Not only are the phenomena of quantum physics and its theories often difficult to understand, but their historical origins and theoretical formulation are also complex and cannot be reduced to a few flashes of inspiration or decisive experiments. Despite intensive research over the past twenty years, historians still struggle to prevail against anecdotes and beloved heroic tales.

What should an appropriate history of quantum physics look like, one that provides physicists, physics students, and the interested public with a realistic and productive view of the emergence of the quantum age?

Arne Schirrmacher is a historian of science specializing in the history of modern natural sciences and the history of science and technology cultures of the 20th century, particularly their communication through media and exhibitions. He teaches and conducts research on these topics at Humboldt University in Berlin (HU) and at the Technical University of Berlin. After a doctorate in mathematical physics in Munich, he studied history of science at the University of California, Berkeley, and completed his habilitation at HU in 2015. He has worked at the Research Institute for the History of Technology and Science at the Deutsches Museum in Munich, and was principal investigator at the Max Planck Institute for the History of Science in Berlin, leading a research group on the history of quantum theory. In 2019 he published his study *Establishing Quantum Physics in Göttingen: David Hilbert, Max Born, and Peter Debye in Context, 1900–1926*.

Manouchehr Shamsrizi (Berlin)

Chancen und Risiken der Quantentechnologien zwischen Außen-, Wirtschafts- und Kulturpolitik

Regierungen, Zivilgesellschaft, Kulturschaffende, Familienunternehmen und (Social) Entrepreneure, Forschende – kein Wirkungskreis bleibt gegenwärtig von den Entwicklungen in den Quantenwissenschaften und -technologien unberührt. Daher versuchen sich Akteure aus diesen und weiteren gesellschaftlichen Sphären aktuell klug zu positionieren. Diese Bemühungen sind eingebettet in größere Trends und Transformationen, die unsere Außen-, Wirtschafts-, und Kulturpolitik beschäftigen. In einem für solche Vorhaben notwendigen „interdisziplinären Wagnis hart an der Grenze der Kompetenzüberschreitung“ (Dirk Baecker) kartographiere ich Chancen, Risiken und einige (überraschende) dazwischenliegende Nachbarschaften der Quantentechnologien in Zeiten der Zeitenwenden.

Manouchehr Shamsrizi ist Co-Direktor von leap.berlin, dem Zentrum für Quantentechnologien innerhalb von Berlin Quantum, Mitbegründer von gamelab.berlin und des Yunus Centre for Social Business and Values an der Leuphana Universität, einer Zusammenarbeit, die er mit dem Friedensnobelpreisträger Prof. Muhammad Yunus initiiert hat. Er arbeitet an der Schnittstelle von Wissenschaft, Technologieunternehmertum und Politik, u.a. als Fellow der Deutschen Gesellschaft für Auswärtige Politik und Berater des Auswärtigen Amtes. Shamsrizi wurde 2017 von *Capital* unter die „Top 40 unter 40 – Junge Elite“ gewählt, ist Global Shaper des Weltwirtschaftsforums, FERD's List Honouree und Fellow der Royal Society of Arts. Er lehrt als Dozent für Emerging Technologies and their Impact on Society an der Leuphana Universität Lüneburg und als Dozent für Philosophie an der Hochschule für Künste im Sozialen Ottersberg.

Governments, civil society, artists, family businesses, social entrepreneurs, researchers—no sphere of influence remains untouched by developments in quantum science and technology. That is why actors from these and other social spheres are currently trying to position themselves wisely. These efforts are embedded in larger trends and transformations that occupy our foreign, economic, and cultural policies. In an “interdisciplinary venture that pushes the boundaries of competence” (Dirk Baecker), which is necessary for such projects, I map the opportunities, risks, and some (surprising) intermediate neighborhoods of quantum technologies in times of change.

Manouchehr Shamsrizi co-directs leap.berlin, the capital’s hub for quantum technologies within Berlin Quantum, and he co-founded gamelab.berlin and the Yunus Centre for Social Business and Values at Leuphana University, a collaboration he initiated with Nobel Peace Laureate Prof. Muhammad Yunus. He works at the intersection of academia, tech entrepreneurship, and policy, e.g., as a Fellow of the German Council on Foreign Relations and advisor to the Federal Foreign Office. In 2017, Shamsrizi was named one of Germany’s “Top 40 under 40” by *Capital*, is a Global Shaper of the World Economic Forum, a FERD’s List Honouree, and a Fellow of the Royal Society of Arts. He is a lecturer on emerging technologies and its impact on society at Leuphana Universität Lüneburg and a lecturer on philosophy at Hochschule für Künste im Sozialen Ottersberg.

A. Douglas Stone (New Haven)

The Weirdness is the Point:

Understanding the Second Quantum Revolution

The UN declared 2025 the World Year of Quantum Science due to a major conceptual shift in our understanding of quantum theory in the past thirty years. This change in perspective and research focus is so dramatic that it is termed the Second Quantum Revolution. The key new insight is that the processing of information using the weird features of quantum theory can be uniquely powerful, leading most notably to a worldwide effort to demonstrate a large-scale quantum computer, with capabilities far beyond any current machines. More generally, there is a new impetus to think of quantum systems in terms of their ability to extract from and about the environment information that was previously beyond our reach. In this new quantum information science, the features of the theory which Einstein decried, particularly entanglement, are seen as resources to be harnessed for information-related tasks. No longer are the uncertainty principle or the randomness of quantum systems seen purely as limiting properties, but rather as properties of nature which can be exploited to advance scientific knowledge and even economic/social good. I will survey these extraordinary developments at a non-technical level, attempting to explain the basic concepts and their significance.

A. Douglas Stone is Carl A. Morse Professor of Applied Physics at Yale University, and Deputy Director of the Yale Quantum Institute. He has done pioneering research on the quantum physics of electrical circuits and has made fundamental contributions to laser physics. His book, *Einstein and the Quantum: The Quest of the Valiant Swabian*, was selected as the 2013 science book of the year by National Public Radio. He has lectured widely to diverse and international audiences about Einstein's science and the Second Quantum Revolution.

Die Vereinten Nationen haben 2025 zum Jahr der Quantenwissenschaft erklärt, da sich unser Verständnis der Quantentheorie in den letzten dreißig Jahren grundlegend gewandelt hat. Diese Veränderungen sind so gravierend, dass sie als zweite Quantenrevolution bezeichnet werden. Eine der wichtigsten Innovationen besteht darin, Informationen unter Nutzung der seltsamen Eigenschaften der Quantentheorie ungemein leistungsfähig zu verarbeiten. Dies führte zu weltweiten Bemühungen, einen Quantencomputer zu entwickeln, dessen Fähigkeiten weit über die der derzeitigen Maschinen hinausgehen. Generell werden Quantensysteme aktuell im Hinblick auf ihre Fähigkeit hin erforscht, Informationen aus und über die Umwelt zu gewinnen, die bisher außerhalb unserer Reichweite lagen. In dieser neuen Quanteninformationswissenschaft werden die von Einstein kritisierten Eigenschaften der Theorie, insbesondere die Verschränkung, als Ressourcen für informationsbezogene Aufgaben gesehen: So gelten Unschärfeprinzip oder die Zufälligkeit von Quantensystemen nicht mehr als erkenntnistheoretische Einschränkungen, sondern als Eigenschaften der Natur, die genutzt werden können, um wissenschaftliche Erkenntnisse und sogar wirtschaftliches/soziales Wohl voranzubringen. Ich werde diese außergewöhnlichen Entwicklungen auf einer nicht-technischen Ebene untersuchen und die grundlegenden Konzepte erläutern.

A. Douglas Stone ist Carl A. Morse-Professor für Angewandte Physik an der Yale University (New Haven) und stellvertretender Direktor des Yale Quantum Institute. Er hat bahnbrechende Forschungen zur Quantenphysik elektrischer Schaltkreise und grundlegende Beiträge zur Laserphysik geleistet. Sein Buch *Einstein and the Quantum: The Quest of the Valiant Swabian* wurde vom National Public Radio zum Wissenschaftsbuch des Jahres 2013 gewählt. Für die interessierte Öffentlichkeit hat er international zahlreiche Vorträge über Einsteins Wissenschaft und die zweite Quantenrevolution gehalten.

Marika Taylor (Birmingham)

The Case for Quantum Artificial Intelligence

In this talk we will introduce quantum artificial intelligence (AI) and explain the key motivations for developing it. An important application of quantum AI is in the context of quantum technologies, particularly quantum sensors. Quantum sensors use quantum effects to make measurements with high precision. We will explore why quantum sensor data is most effectively processed with quantum AI techniques. We will also discuss why quantum AI is important in the context of scientific discovery: quantum AI mirrors Nature, and Nature computes better.

Marika Taylor is a professor of mathematics, physics, and AI at the University of Birmingham. After completing her PhD with Stephen Hawking in Cambridge, she held research positions in Harvard and Utrecht Universities before joining the University of Amsterdam as an assistant professor. She later moved to the University of Southampton to found a new research center bringing together mathematics and physics, before moving to Birmingham in 2023. Her research interests span theoretical physics, particularly gravity and quantum theory, as well as geometry and artificial intelligence. She has also collaborated with sociologists and philosophers on research on the culture, the history, and the philosophy of science.

In diesem Vortrag geht es um eine Schnittstelle der Forschung zu Quantencomputern und Künstlicher Intelligenz (KI): die Quanten-KI. Ich erläutere die wichtigsten Motivationen für ihre Entwicklung und wende mich dann ihrer zentralen technologischen Anwendung im Bereich der Quantensensorik zu. Quantensensoren nutzen Quanteneffekte, um Messungen mit hoher Präzision durchzuführen. Ich werde darlegen, warum Quantensensordaten am effektivsten mit Hilfe von Quanten-KI verarbeitet werden, und diskutieren, warum Quanten-KI im Zusammenhang mit wissenschaftlichen Entdeckungen wichtig ist: Quanten-KI spiegelt die Natur wider, und die Natur rechnet besser.

Marika Taylor ist Professorin für Mathematik, Physik und KI an der Universität Birmingham. Nach ihrer Promotion bei Stephen Hawking in Cambridge hatte sie Forschungsstellen an den Universitäten Harvard und Utrecht inne, bevor sie als Assistenzprofessorin an die Universität Amsterdam wechselte. Später ging sie an die Universität Southampton, um dort ein neues Forschungszentrum zu gründen, das Mathematik und Physik miteinander verbindet, bevor sie 2023 nach Birmingham kam. Ihre Forschungsinteressen umfassen theoretische Physik, insbesondere Gravitation und Quantentheorie, sowie Geometrie und KI. Darüber hinaus hat sie gemeinsam mit Soziolog:innen und Philosoph:innen an Forschungsprojekten zur Kultur, Geschichte und Philosophie der Wissenschaft gearbeitet.

Vorschau: Vortrag am Dienstag, 10. Februar, 19:00

Peter von Becker (Berlin)

„Ich bin ein Magnet für alle Verrückten“. Die Einstein-Protokolle

Albert Einsteins letzte Lebensjahre bergen einen lange verborgenen Schatz: Seine enge Freundin Johanna Fantova protokollierte täglich, was Einstein ihr anvertraute. Diese erstmals im Wortlaut veröffentlichten Notizen eröffnen einen einzigartigen Blick auf die Gedankenwelt des Jahrhundertgenies – über Wissenschaft, Politik, Liebe und das Altern. Bis wenige Tage vor seinem Tod im Frühjahr 1955 spricht Einstein mit unvergleichlichem Witz, Scharfsinn und Weitsicht. Entstanden ist ein Zeitpanorama von ebenso großer historischer Bedeutung wie berührender Aktualität: Amerikas innere Zerrissenheit, der Konflikt zwischen Israelis und Palästinensern, die Gefahr neuer Aufrüstung zwischen Ost und West sowie die Rolle Deutschlands im langen Schatten der NS-Vergangenheit. Peter von Becker erzählt die ebenso faszinierende wie bewegende Geschichte von Einsteins später Liebe, enthüllt die Rätsel um Johanna Fantovas Schicksal und zeichnet die Spuren des Mythos Einstein bis in unsere Zeit nach – mit verblüffenden Entdeckungen und überraschenden Einsichten.

Peter von Becker lebt als Publizist und Schriftsteller in Berlin. Nach Veröffentlichungen u.a. in der *Süddeutschen Zeitung*, der *ZEIT* und der *FAZ* war er Mitherausgeber der Zeitschrift *Theater heute* und Feuilletonchef des *Tagesspiegels*. Er lehrte an der Berliner Universität der Künste, ist Autor von Romanen, Lyrik, einem Theaterstück und den Drehbüchern für die international erfolgreiche Fernsehserie *Das Jahrhundert des Theaters*. Zuletzt erschienen die Neufassung seiner Biografie *Eduard Arnhold. Reichtum verpflichtet – Der Unternehmer und Kunstmäzen* (2025) sowie *„Ich bin ein Magnet für alle Verrückten“. Die Einstein-Protokolle – Sein Leben, seine letzte Liebe, sein Vermächtnis* (2025).

Programm

Donnerstag, 5. Februar

13:30

Franziska Bomski (Potsdam),
Amber Carpenter (Potsdam)
*Einführung und Begrüßung/
Introduction and Welcome*

14:00

Arne Schirrmacher (Berlin)
*Weder ein Akt der Verzweiflung noch ein
Sonnenaufgang über Helgoland. Mythos und
Geschichte der Quantenphysik*

15:00

A. Douglas Stone (New Haven)
*The Weirdness is the Point: Understanding
the Second Quantum Revolution*

16:00 Pause/Break

16:30

Tommaso Calarco (Jülich)
*Die zweite Quantenrevolution –
vom Labor zur Industrie*

17:30

Michele Reilly (Cambridge, Mass.)
*Memory, Time, and the Physical Limits
of Computation*

18:30 Pause/Break

19:00

Dietmar Dath (Frankfurt a.M./Freiburg)
Dirac (2006)
Lesung und Gespräch mit
Franziska Bomski (Potsdam)

Freitag, 6. Februar

11:00

Marika Taylor (Birmingham)
The Case for Quantum Artificial Intelligence

12:00 Pause/Break

12:30

Markus Krutzik (Berlin)
*Wie Quantensensoren den Sprung
aus dem Labor schaffen*

13:30 Pause/Break

15:00

Manouchehr Shamsrizi (Berlin)
*Chancen und Risiken der Quantentechnologien
zwischen Außen-, Wirtschafts-
und Kulturpolitik*

16:00

Bob Coecke (Oxford)
*From Quantum Pictorialism to
Education, Cognition, AI, and Music*

17:00 Pause/Break

17:30

Janet Anders (Potsdam)
*Quantenmechanik und die Verletzung
der Bell'schen Ungleichung*

18:30 Pause/Break

19:00

Bob Coecke (Oxford)
Konzert mit Quantengitarre