

# Wer wird die Früchte erfolgreicher Forschung ernten?

## Grundlagen- und angewandte Forschung am Beispiel der Quantenphysik in Österreich

Peter Zoller

*Universität Innsbruck und Institut für Quantenoptik und Quanteninformation der  
Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Innsbruck, Österreich*

Als Theoretischer Physiker bin ich einer jener Wissenschaftler, die man in Österreich als „die Quantenphysiker“ bezeichnet. In Innsbruck hatten wir vor kurzem einen Gast, der mit der Wissenschaftslandschaft in Österreich vertraut ist. Er vertrat die Meinung, dass es in den Naturwissenschaften in Österreich zwei Gebiete gibt, die international ganz vorne mitmischen: die **Lebenswissenschaften** und die **Quantenphysik**. Vermutlich hat er sogar recht damit. Das soll aber keinesfalls als Herabwürdigung anderer Fachbereiche verstanden werden – tatsächlich gibt es in Österreich in den verschiedensten Forschungsgebieten Exzellenz. Aber die Quantenphysik ist hier wohl ein ganz besonderes „Pflänzchen“, ein Gebiet, auf dem **Österreich in der ersten Liga** spielt und in dem **eine bemerkenswerte kritische Masse** vorhanden ist. Dies betrifft sowohl die Qualität der Forschung der einzelnen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler – von denen viele für sich genommen international ganz vorne dabei sind –, aber auch die Bemühungen, als österreichische Quantenphysik eine Gemeinschaft zu bilden. Als Quantenoptiker tut sich mir hier eine Analogie zum Laser auf: Dieser wird mit inkohärentem Licht gepumpt, erzeugt aber einen gerichteten Lichtstrahl hoher Intensität. Seine herausragende Eigenschaft ist Kohärenz – das im Takt Schwingen elektromagnetischer Wellen. Dabei kommt es zu konstruktiver Interferenz – zu einer Überhöhung, bei der **das Ergebnis mehr ist als die Summe der einzelnen Teile**. In der Quantenphysik haben wir wohl eine ähnliche Situation: In Österreich verfügen wir über hervorragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler – über alle Generationen hinweg und an den zwei Standorten Innsbruck und Wien. Viele für sich genommen spielen in der ersten Liga. Es sind somit Qualität und Kohärenz in der Forschung, aber auch die Bemühung zur Gemeinsamkeit, die zum Erfolg der österreichischen Quantenphysik beiträgt.

Das zeigen allein die Wissenschaftspreise, die in den vergangenen Jahren an die österreichische Quantenphysik gegangen sind. Man kann durchaus behaupten, dass während der letzten zwei Jahrzehnte aus der Quantenphysik etwas ganz Besonderes geworden ist. Offenbar ist in Österreich also etwas **richtig gelaufen**, in der **Forschungsförderung** und als **Anziehungspunkt** exzellenter Wissenschaftler; mit innovativen Elementen, wie der Gründung des IQOQI durch die ÖAW zusammen mit dem Ministerium vor nunmehr elf Jahren, als **Hebel und Anziehungspunkt, und auch als Rollenmodell** nach außen – in der Zwischenzeit häufig kopiert. Zu erwähnen sind auch die START- und

Wittgenstein-Preise, oder die zwei FWF-Spezialforschungsbereiche auf diesem Gebiet; auf europäischer Ebene ganz entscheidend sind der ERC und die vielen EU-Programme.

Wenn ich sage, dass die Förderung der Quantenphysik gut funktioniert hat, dann will ich das mit einem Dank an die Verantwortlichen verbinden. Man hat uns Chancen und entsprechende **Freiräume** gegeben. Diese Freiräume haben wir genutzt, um Neues und Innovatives zu schaffen. Insofern sind wir Quantenphysiker auch durchaus der Verantwortung, die mit diesen Freiräumen einhergeht, gerecht geworden. Das sage ich auch mit einem gewissen Stolz.

Wir hatten bis etwa 2010 unsere Goldenen Jahre, die der Quantenphysik eine Vorreiterrolle ermöglicht haben. Aber offen gestanden sind diese Goldenen Jahre der Forschungsförderung wohl zum Teil vorbei. Es ist zurzeit ganz und gar nicht klar, ob wir unter den momentanen Rahmenbedingungen diese Rolle auch in Zukunft behalten können, auch wenn es uns verglichen mit anderen Fächern noch gut geht. Hier geht es um forschungspolitische Entscheidungen, wie die Einrichtung von Exzellenzprogrammen. Ich werde darauf noch zurückkommen.

### **Das Jahrhundert der Quantentechnologie**

Lassen sie mich zunächst aber zur Quantenphysik selbst kommen. Die Quantenphysik, wie wir sie betreiben, ist insofern etwas Besonderes, als sie zwar zur Zeit **Grundlagenforschung** ist, aber auch gleichzeitig das Potential und konkrete Versprechen hat, die Basis einer neuen Technologie zu werden: **Quantentechnologie** als Anwendung der Quantenphysik, wo die Naturgesetze der Quantenmechanik die Grundlagen von qualitativ Neuem ist. Wir sind zurzeit in der Mitte der sogenannten **Zweiten Quantenrevolution**.

Auch wenn das kein Fachvortrag sein soll und es um forschungspolitische Fragen in Österreich geht, will ich doch einige Worte zur Quantenphysik an sich sowie zur sogenannten Zweiten Quantenrevolution sagen. Die **Quantenphysik** ist eine der großen Erkenntnisse der Physik des 20. Jahrhunderts – neben der Relativitätstheorie. Es geht dabei um das Verständnis der mikroskopischen Welt auf der Ebene von Atomen oder subatomaren Strukturen mit Eigenschaften und Konzepten, die uns – die wir die Welt mit unseren „klassischen“ Augen und Denkvorstellungen sehen – oft als **paradox** erscheint. Ausgehend von Max Planck mit seinem Planck'schen Wirkungsquantum (1900) waren es Werner Heisenberg und Erwin Schrödinger in den 1920er-Jahren, die der Quantenphysik die heutige Form gegeben haben. Dem folgten die Goldenen Jahre der Quantenphysik – die Erste Quantenrevolution – als man zum ersten Mal Atome „verstand“, die Chemie erklärbar und berechenbar wurde, die Kernphysik entstand und all das letzten Endes zur heutigen Elementarteilchenphysik mit einem Standardmodell führte – denken sie an die Entdeckung des Higgs-Teilchens im CERN vor zwei Jahren. **Aber die Quantenphysik hat uns vor allem gelehrt, dass wir über diese mikroskopische Welt anders denken müssen.** Mein Kollege Ignacio Cirac erzählt folgende Geschichte: Während seines Studiums fragte ihn seine Großmutter: Was machst Du eigentlich in deiner Forschung? Seine Antwort war: Ich werde ein Quantenphysiker. Und er erklärte, dass die Quantenphysik so seltsam ist, da zum Beispiel ein Teilchen gleichzeitig an zwei Orten sein kann. Sie meinte darauf hin, das sei zwar sehr interessant, aber er sollte bitte nicht zu vielen Leute davon erzählen.

Aber heute stehe ich hier und erzähle Ihnen, dass Rainer Blatt in seinem Innsbrucker Labor einen zwar kleinen, aber doch funktionsfähigen Quantencomputer betreibt, der nach den paradoxen Regeln der Quantenphysik funktioniert und 0 und 1 gleichzeitig speichern und parallel verarbeiten kann. Oder denken Sie an die Quantenkryptographie-Experimente in Wien, wo Photonen 0 und 1 als Überlagerungszustand kodieren, oder an die Experimente zu ultrakalten Quantengasen als Quantensimulatoren in Innsbruck und Wien (Rudolf Grimm, Hanns-Christoph Nägerl, Francesca Ferlino, Jörg Schmiedmayer), oder auch Experimente, wo es um Quantenphysik in mesoskopischen und makroskopischen Systemen wie Nanooszillatoren (Markus Aspelmeyer) oder großen Molekülen (Markus Arndt) geht.

Momentan ist der **Quantencomputer in Innsbruck** der bestfunktionierende Quantencomputer auf der ganzen Welt. Dennoch ist dieser Quantencomputer **noch ein Baby**. Aber es ist, wie bei menschlichen Babys: Wenn man sie fleißig füttert – Sie sehen, ich spreche schon über Forschungsförderung – werden daraus nützliche Erwachsene. Paradoxe Quantenphänomene werden somit die Grundlage für **neue, nicht offensichtliche Anwendungen**, wie der Quantencomputer, der potentiell viel mächtiger ist als unser klassischer Computer, oder **Quantenkommunikation**, die sichere Datenübertragung verspricht, oder Quantensimulation für das Design neuer Quantenmaterialien wie Hochtemperatursupraleiter. Das ist, was wir als die Zweite Quantenrevolution bezeichnen. Aber es gibt auch sehr handfeste Anwendungen, wie **quantenbasierte Atomuhren** für extrem genaue GPS-Geräte, oder auch **Stickstoffdefektstellen in Diamanten**, die meine Kollegen in Harvard gemeinsam mit Medizinern dazu nutzen, um die Magnetfelder einzelner Atome in lebende Zellen zu messen. Damit werden **Werkzeuge** geschaffen, die auch andere Gebiete in den Naturwissenschaften revolutionieren und unser tägliches Leben verändern können. Vermutlich wird man einmal auf das 21. Jahrhundert zurückblicken und es als das **Jahrhundert der Quantentechnologie** bezeichnen.

Manche von Ihnen werden sich fragen, wie ich als Theoretischer Physiker dazu komme, über Grundlagen- und angewandte Forschung, Industrierelevanz und neue Technologien zu sprechen. In den Augen vieler sind theoretische Physiker Wissenschaftler, die im **Elfenbeinturm** sitzen und von den Realitäten der Welt isoliert ihren Träumen in der akademischen Forschung nachhängen. Da mag ja durchaus ein Körnchen Wahrheit drinstecken. Aber um dieses Bild zurechtzurücken: Wir können es auch anders. Zum Beispiel haben junge Wissenschaftler aus meiner Gruppe vor einigen Monaten ein Patent über eine neue Architektur eines Quantencomputers beantragt. Und finanzkräftige IT-Firmen aus den USA bauen heute mit Millionen- und Milliardeninvestitionen eigene Quantenlabors auf. Hier besteht ganz konkretes Interesse an österreichischen Erfindungen: Grundlagenforschung und industrieller Impact sind also gar nicht so weit entfernt. England hat gerade in Zusammenarbeit mit der Industrie 320 Millionen Pfund an der Schnittstelle Grundlagenforschung/Quantentechnologie investiert. Vor einem Monat haben Microsoft und Intel in einem Fund-Matching mit der Niederländischen Regierung jeweils 50 Millionen für Quantenphysik an der TU Delft investiert. Nebenbei sei festgehalten, dass die USA hier wieder einmal eine Führungsrolle im Hinblick auf den Entrepreneur-Geist übernommen haben – Es stellt sich die Frage: **Wo bleibt Europa, und wo Österreich?**

Österreich ist auf dem Gebiet der Quantenphysik **Vordenker** und führend im **Know-how**, was Ideen, Konzepte und erste Umsetzungen angeht. Die offensichtliche Frage lautet: **Werden die Früchte auch hier geerntet werden?** Oder in den USA, oder in China? Wie wir in

Österreich – und für Europa gilt das gleiche – mithalten können, ist nicht ganz offensichtlich. Es wäre eine wichtige, politische Aufgabe, diese Firmen und diesen Geist über eine Zusammenarbeit mit unseren Universitäten oder über eigene Forschungszentren auch nach Österreich holen – es wäre eine Aufgabe der Politik, hier aktiv mitzuwirken: Österreich intern, aber auch als Teil Europas. Zu einer vielleicht noch wichtigeren Frage: Wir haben offenbar in Österreich ein **Humanpotential** von exzellenten jungen Forscherinnen und Forschern. Die Exzellenz der Quantenphysik in Österreich hat junge Menschen angezogen. Diese jungen Leute werden Teil dieser Exzellenz und tragen zur Sichtbarkeit der österreichischen Quantenphysik bei. Aber wird Österreich und Europa als Ganzes in der Lage sein, diese Elite und Expertise zu halten. Dieses Humankapital und die Frage der Investitionen zu dessen Erhaltung und Vermehrung ist vermutlich **die entscheidende und langfristig tragende Frage** – und nicht, ob ein Patent an die Firma XY verkauft wird oder nicht. Die Frage ist also, ob Österreich - und im Weiteren Europa – eine **Wissenschafts- und Forschungspolitik sowie Forschungsförderung** betreiben kann, mit der die klügsten Köpfe die notwendigen und attraktiven Rahmenbedingungen vorfinden. Denn diese klugen Köpfe wissen um ihre Möglichkeiten und ihren Marktwert in der Welt. Als Wissenschaftler denke ich durchaus in Kategorien, die größer sind als unsere Nationalstaaten; als Österreicher erhoffe ich mir aber natürlich, dass mein Land mit seinen Strukturen in diesem Wettbewerb der Länder mithalten kann: dies ist die **Aufgabe der Wissenschafts- und Forschungspolitik**.

Lassen sie mich diese Diskussion etwas abstrakter formulieren und zusammenfassen:

- **Forschung in den Naturwissenschaften im Allgemeinen und in der Quantenphysik im Besonderen ist ein globaler Wettbewerb der klugen Köpfe.**
- **Wissenschafts- und Forschungspolitik sowie Forschungsförderung ist ein Wettbewerb der einzelnen Nationen um diese klugen Köpfe.**

Es sei aber auch sofort betont, dass Forschungsförderung mehr ist, als nur über Geld zu reden. Es geht hier auch um einen Wettstreit der Strukturen – Strukturen, die national und regional geschaffen werden. Zweifelsfrei, Naturwissenschaften sind teuer. Kein Geld, keine Forschung. Gleichzeitig gilt aber nicht die Regel: Doppelt so viel Geld, doppelt so gute Forschungsergebnisse. Naturwissenschaft ist Wettstreit im Sinne des Darwinismus als *survival of the fittest*. Und ich sagte nicht *survival of the fattest*.

Was sind nun die **Grundkriterien für gute Wissenschafts- und Forschungsförderung**: Die (offensichtliche) Antwort: freier Wettbewerb verbunden mit Evaluation – auf allen Ebenen – auch in all unseren internen österreichischen Strukturen. Allen!

Das bringt mich zu meiner ersten zentralen **Forderung an die Forschungspolitik in Österreich**: Unser wichtigstes Handicap ist **das Fehlen einer Exzellenzförderung im FWF und für Universitäten**.

**Deutschland** hat, wie wir im beeindruckenden Vortrag von Minister Theresia Bauer aus Baden-Württemberg gehört haben, sein Exzellenzprogramm, das die Forschungslandschaft grundsätzlich in Richtung Wettbewerb verändert hat – wobei ich mir den Kommentar erlaube, dass ich nicht Universitäten für exzellent halte, sondern nur Fachbereiche. Sogar **Frankreich** hat nun seine Exzellenzinitiative, und ich habe gerade in **Kroatien** eine Exzellenzinitiative evaluiert; die Liste ist lang.

Österreich hat sich explizit gegen eine solche Initiative entschieden. Geld mag ein Faktor sein, aber ein guter Teil davon ist auch **der fehlende politische Wille**, sich von der Gießkannenpolitik und dem Kleindenken – wo alle am Ende praktisch Nichts bekommen – zu verabschieden. Das bedeutet nicht, dass man Orchideenfächer nicht auch fördern soll.

Ich will ihnen anhand eines **konkreten Beispiels** illustrieren, was unser Problem ist: vor einer Woche hatten wir hier in Wien ein Hearing für die dritte Periode unseres Quanten-Spezialforschungsbereichs FoQus. Ein zentraler Aspekt dieses FWF-SFBs ist es, eine österreichweite Klammer der Quantenphysik entlang der Achse Innsbruck-Wien zu festigen. Mit der Zahl unserer exzellenten Gruppen sprengen wir aber bei weitem den Finanzrahmen dieses Programms in der Höhe von 5 Millionen Euro. Wir müssen deshalb zu Hilfskonstruktionen greifen, bei denen wir einen inneren Zirkel definieren und andere mit Einzelprojekten assoziieren. Wir haben dann größte Problem, diese – für Gutachter auf den ersten Blick unsinnige und asymmetrische Konstruktion – zu erklären. Es bleibt ein Flickwerk, um den **fehlenden Exzellenzcluster** zu ersetzen. Dem FWF fehlen hier Förderungsstrukturen, die in mit uns konkurrierenden Ländern vorhanden sind.

**Vorschlag:** Wenn man in Österreich schon nicht die Mittel für eine breite **Exzellenzinitiative** hat, dann sollte man so etwas zumindest auf **kleiner Skala** – quasi als eine Art Schulversuch – ausprobieren. Die Quantenphysik wäre ein idealer Kandidat für einen solchen Versuch. In diese Richtung geht auch eine Initiative der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in enger Kooperation mit den Universitäten: Der Versuch, dem Ministerium eine Exzellenzförderung am konkreten Beispiel der Quantenphysik in Form eines **Erwin-Schrödinger-Zentrums** naheulegen, die nicht nur einen finanziellen Rahmen für die Zeiten nach dem SFB schafft, sondern auch der Kohärenz und dem österreichweiten Verständnis der Quantenphysik als einer Gruppe Rechnung trägt. Wir hoffen sehr, dass das Ministerium uns hier zuhört. Ein Land, das nicht in der Lage ist, die Besten – und ich spreche hier in erster Linie von einer jungen Generation – zu fördern, wird diese Besten durch Abwanderung verlieren. Ich will aber auch hinzufügen: Es gibt mit den START/Wittgenstein-Programmen und dem ERC gute Beispiele für Exzellenzförderung auf der Ebene von Individuen, die auch großen Einfluss auf die Quantenphysik hat. Aber es gibt sehr viel mehr gute, junge Leute, als nur jene, die einen START-Preis erhalten.

Erlauben Sie mir einen kurzen Exkurs: Ich persönlich war von der **amerikanischen Art der Forschungsförderung** immer sehr angetan. Wenn man sich fragt, warum sich die jungen Top-Forscher von den USA mit einem offenen, rein leistungsorientierten Karrieremodell häufig angezogen fühlen, dann hat das sehr viel mit Folgendem zu tun: Man stellt zentral viele Geldtöpfe auf, bei denen sich jeder mit seinen Projekten – vollkommen unabhängig davon, von welcher Universität man kommt, oder in welchem akademischen Alter man ist – bewerben kann, mit mäßigem bürokratischen Aufwand. Der einzelne Forscher agiert in den USA eher wie ein Unternehmer, der für seine Forschung Geld einwerben muss. Die Relation von Basisfinanzierung zu Drittmitteln ist relativ zu Europa stark verschoben: extrem dynamisch, mit einer ganz starken High-Risk/High-Gain-Komponente. Europäer sind hier viel zögerlicher – vielleicht ein Grund, warum die USA so viele Nobelpreise einfährt. Man kann und soll dieses amerikanische Modell nicht auf Österreich übertragen. Aber **die Frage, ob man nicht das Budget des FWF aufstockt oder Geld umverteilt, um mehr freien Wettbewerb in Österreich zu induzieren, ist durchaus eine legitime Frage.**

Aber lassen Sie mich nun eine weitere Liste von Themen ansprechen, die uns Physiker bewegt.

### **Aufräumen der akademische Landschaft**

Dies ist kein Vortrag, der sich mit der Universitätslandschaft per se befasst. Aber diese ist ein integraler Bestandteil unserer Forschungslandschaft, daher auch dazu einige Bemerkungen: **Räumen sie doch bitte die Higher-Education-Landschaft auf, indem sie die Profile von Universitäten und Fachhochschulen klar festlegen.** Universitäten sollen akademische Institutionen sein, Fachhochschulen sollen diese als praktische und industrieorientierte Gegenstücke ergänzen. Stattdessen sehen sich Fachhochschulen auf dem Weg zu Quasi-Universitäten. Und wenn dies bedeutet, dass man die Universitäten in ihrer Größe reduziert, weil fokussiert, dann wäre mir das persönlich durchaus recht. Es ist die Qualität einer Institution, die entscheidend ist und nicht ihre Größe. Fachhochschulen dürfen sich Studierende aussuchen, Universitäten nicht; Fachhochschulen haben Studiengebühren, Universitäten nicht – ein durch nichts zu rechtfertigender asymmetrischer Zustand. Man kann hier auch noch die Privatuniversitäten erwähnen, die eher dem Ego ihrer Bundesländer dienen. Wenn man diese Geldmittel in ein größeres Ganzes investieren würde, dann könnte hier auch Größeres entstehen. Aber seien wir auch ehrlich: Persönlich mache ich mir keine Illusionen über die Reform unserer Hochschullandschaft. Reformen sind nicht die große Stärke unseres Landes.

Aber **es gibt einen Weg**, und der besteht darin, dass man neue Strukturen und Institutionen aufbaut, als Ergänzung und eventuell auch als Konkurrenz zum Existierenden. Man kann diese auch als Insellösungen sehen, die versuchen, etwas grundsätzlich Neues zu schaffen, das als **Role-Model für eine breitere Entwicklung** dienen kann.

Ich will hier zwei Beispiele herausgreifen: **IQOQI** und **IST**. Das IQOQI ist in der österreichischen Forschungslandschaft etwas ganz Besonderes. Es wurde mit der **Vision** gegründet, Quantenphysik zu betreiben, die längerfristig und eventuell auch risikoreicher als an den Universitäten ist. Das IQOQI wurde als ÖAW-Institut in **direkter Kooperation mit den Universitäten** Innsbruck und Wien gegründet, und auch in unmittelbarer räumlicher Nähe. Die Ausbildung von Studierenden ist damit direkt an das Institut angebunden. Es ist heute ein Role-Model für eine Institution, die (i) wissenschaftliche Exzellenz liefert, (ii) die volle Integration von Studierenden und der akademischen Lehre beinhaltet, und (iii) neben dem Spezialforschungsbereich wesentlich zur innerösterreichischen Kohärenz der Quantenphysik beiträgt. Es ist eine unglaubliche Erfolgsgeschichte, deren 10. Geburtstag wir vergangenes Jahr feiern durften.

Das IQOQI ist heute ein Markenname. Und auch ein Anziehungspunkt. So konnten wir die junge Professorin Francesca Ferlaino aufgrund der Attraktivität des Forschungsstandorts als IQOQI-Direktorin in Innsbruck halten, ein tolles Beispiel für den Wert der Attraktivität des Standorts und des kohärenten Zusammenspiels von Universitäten, ÖAW und Ministerium.

Ein zweites, etwas anderes, aber nicht weniger interessantes Beispiel ist das **Institute for Science and Technology (IST)**, gegründet 2007 als Exzellenzinstitut auf der grünen Wiese in Gugging. Was mich an der Zeilinger-Idee eines IST – als eine österreichische Version des MIT (Cambridge, USA) immer begeistert hat, war der Versuch, eine Uni nach dem Vorbild der

USA mit einem entsprechenden Karrieremodell in Österreich zu installieren. Sie werden vermuten, dass wir als Professoren an den „Normal“-Universitäten dem IST die traumhafte Finanzierung neiden. Sicher, wenn ich meinen ERC am IST hätte, dann würde der Steuerzahler mir aus 2 Millionen Euro 4 Millionen machen – was nicht ganz im Sinne des oben angesprochenen freien Wettbewerbs ist. Aber was ich dem IST wirklich neide, ist das IST-Gesetz mit Karrieremodell etc., etwas, das die Politik den normalen Universitäten vorenthält. Wie die Politik solche Asymmetrien rechtfertigt, war mir nie ganz verständlich, und ist vermutlich auch nicht verständlich zu machen. Aber zur Sache: Ich frage mich, warum man die wirklich tolle Idee des **IST-Modells** nicht **österreichweit** – durchaus in Konkurrenz zu den bestehenden Strukturen wie unseren Universitäten – aufbaut. Beim IST geht es um eine Einrichtung, an der Graduiertenausbildung mit Forschung verbunden wird. Da sind auch enorme Synergien – d.h. nicht nur als Konkurrenz, sondern auch als Ergänzung zu der existierenden Forschungslandschaft – möglich. Warum man hier in Österreich so klein denkt und alles auf Gugging beschränkt, ist eine gute Frage. Momentan ist das IST ja in jeder Beziehung vom Rest der österreichischen Forschungslandschaft isoliert – in erstaunlicher Weise isoliert. Hier gibt es keinen Mehrwert für uns normale österreichische Forscher – Schade! Das Potential und eine Vorbildwirkung wären ganz offensichtlich vorhanden.

Und weil wir gerade über Universitäten sprechen, noch eine Anmerkung zur Schnittstelle Quantenphysik, Quantentechnologie und Industrie. Die Industrie braucht eine zukünftige Generation von Physikern – und wir sollten besser von **Quanten-Ingenieuren** sprechen – die das Know-how der Quantenphysik in zukünftigen Quantentechnologie-orientierten Firmen repräsentieren. Hier ist eine tolle Gelegenheit und die Notwendigkeit gerade für (technische) Universitäten, neue Studienzweige aufzubauen – und **Österreich und die Wirtschaft fit für die Zukunft zu machen**.

### **Forschungsfinanzierung und Forschungsträger**

Die einzige Institution zur Forschungsförderung für Quantenphysik in Österreich ist der FWF. Eine im Prinzip gut funktionierende Einrichtung, offenbar aber unterdotiert, wenn nur etwa 20 % der Forschungsprojekte gefördert werden. Erstaunlicherweise ist der viel besser dotierte FFG nicht auf der Landkarte der Forschungsförderung vertreten: Gerade mit unseren Projekten zur Quantentechnologie wären wir ein idealer Kandidat. Aber mein eigentlicher Wunschtraum wäre es, so etwas wie eine **Max-Planck-Gesellschaft in Österreich** zu gründen. Wir haben die ÖAW als Forschungsträger, und wir am IQOQI fühlen uns in der ÖAW durchaus zuhause (ohne hier eine Debatte darüber führen zu wollen, ob eine Gelehrtenengesellschaft und der Träger von Forschungsinstituten in jeder Beziehung das richtige Paar sind). Aber wenn ich einmal träumen darf, dann würde ich mir eine Organisation wünschen, für die die Kriterien der Max-Planck-Gesellschaft kopiert werden. Vielleicht auf europäischer Ebene.

### **Europäische Ebene**

Und da mir die Zeit davonläuft, will ich hier nur einige Anmerkungen zur europäischen Ebene der Forschungsfinanzierung machen. Der Europäische Forschungsrat ERC versorgt die europäische Forschungslandschaft mit Exzellenzförderung für Individuen und Gruppen – ich selbst bin Mitglied eines ERC-Synergy-Grant (MPQ/College de France/Weizmann/Innsbruck). Aber was wir auf europäischer Ebene wirklich anstreben, ist so etwas wie ein **Flagship-**

**Projekt für Quanteninformation.** Die Vorbereitungen dazu laufen. Aber es wird die Unterstützung Österreichs in Brüssel brauchen, damit wir so etwas in die Tat umsetzen können.

## **Fazit**

Der Titel der heutigen Tagung ist: **Idee – Forschung und Wirklichkeit.** Ideen haben wir genug in der Quantenphysik. Die Wirklichkeit im Labor ist unter Kontrolle. Aber unsere Wirklichkeiten, unsere Ideen und unsere Führerschaft nicht nur zu bewahren, sondern Österreich daraus möglicherweise sogar einen größeren Nutzen ziehen zu lassen, ist eine **Herausforderung für die Politik.** Was wir brauchen, ist eine **Förderung der Exzellenz** in Österreich, ob man dabei das Wort Exzellenz selbst ausspricht oder ein anderes Wort dafür findet, ist nicht die zentrale Frage.