



12.04.2021

Transkript

„Steht der Quantenrechner vor der Tür? Forschung, Förderung und Blick in die Zukunft bei Quantentechnologien“

Experten auf dem Podium

► **Prof. Dr. Immanuel Bloch**

Professor für experimentelle Physik, Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU),
und Direktor und Leiter der Abteilung Quanten-Vielteilchensysteme, Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching bei München

► **Prof. Dr. Frank Wilhelm-Mauch**

Leiter des Instituts für Quantencomputer-Analytik, PGI-12, Forschungszentrum Jülich,
und Koordinator des Projekts OpenSuperQ

► **Prof. Dr. Peter Zoller**

Professor für Theoretische Physik, Center for Quantum Physics, Universität Innsbruck,
und Forschungsleiter am Institut für Quantenoptik und Quanteninformation, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Innsbruck, Österreich

► **Bastian Zimmermann**

Redakteur für Technik und Digitalisierung, Science Media Center Germany,
und Moderator dieser Veranstaltung

Video-Mitschnitt

- Einen Videomitschnitt finden Sie auf der Website des SMC: <https://www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/press-briefing/details/news/steht-der-quantenrechner-vor-der-tuer-forschung-foerderung-und-blick-in-die-zukunft-bei-quantentechnologien/>



press briefing

Transkript

Moderator: [00:00:00]

Guten Mittag liebe Journalistinnen und Journalisten. Herzlich willkommen hier zu unserem virtuellen Press Briefing zum Thema Quantencomputer und Quantentechnologien. Mein Name ist Bastian Zimmermann, und ich bin Redakteur beim Science Media Center. Ich freue mich, heute auch unsere drei Experten hier willkommen heißen zu dürfen, die ich gleich noch einzeln vorstelle. Man hört immer wieder, wie wichtig Quantentechnologien und insbesondere auch Quantencomputer in Zukunft sein werden. Die möglichen Anwendungsfelder sollen von der Kryptographie über Optimierungsverfahren bis zur Material- und Wirkstoffforschung reichen, um nur einige zu nennen. Aufgrund dieses Potenzials werden Quantentechnologien seit einigen Jahren auch viel stärker gefördert als noch zuvor. Da sollen auch heute noch direkt weitere Informationen zu bekanntgegeben werden. Aber kommt die (Förderung) wirklich da an, wo sie benötigt wird? Wie weit ist die Forschung momentan, welche Durchbrüche und Anwendungsmöglichkeiten sind in naher Zukunft zu erwarten? Und wie stehen Deutschland und Europa im internationalen Vergleich da? Das sind einige der Fragen, die wir heute in unserem Press Briefing klären möchten.

Bevor ich mit dem Vorstellen der Experten beginne, an dieser Stelle noch der Hinweis an Sie da draußen: Wenn Sie Fragen haben, können sie die gerne über die Fragefunktion bei Zoom stellen, also unten auf F&A oder Q&A, je nachdem, wie Ihre Sprache bei Zoom eingestellt ist. So können dann Ihre Kolleginnen und Kollegen auch alle gestellten Fragen sehen. Dann gibt es weniger Dopplungen und die Fragen können noch aufeinander aufbauen. Also bitte die Q&A- oder F&A-Funktion benutzen und nicht den Chat.

Jetzt aber zu den drei Experten, die heute dabei sind. Vielen Dank, dass sie alle dabei sind. Ich stelle Sie jetzt in alphabetischer Reihenfolge vor und fange an mit Prof. Dr. Immanuel Bloch. Herr Bloch, Sie sind Professor für Experimentelle Physik an der Ludwig-Maximilians-Universität in München und Direktor am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching bei München und da auch Leiter der Abteilung Quanten-Vielteilchensysteme. Herr Bloch, können Sie uns zur Einführung einen kurzen Überblick über den aktuellen Stand der Technologie und mögliche Anwendungsfelder für Quantencomputer geben? Und wie beurteilen Sie denn Deutschland oder Europa im internationalen Vergleich?

Immanuel Bloch: [00:02:06]

Ja, also herzlich willkommen auch von meiner Seite. Ich bin froh, heute mit in der kleinen Runde dabei zu sein und mich natürlich auch Ihren Fragen zu stellen, der Diskussion. Quantencomputer werden heute auf verschiedenen Plattformen verfolgt, und es gibt heute Systeme aus supraleitenden Systemen, Ionen, Atomen, vielleicht die führenden Plattformen, die man nennen kann in dem Bereich, die so typischerweise 50 bis 100 Qubits zusammenstellen können und damit erste kleinere Quantenrechnungen durchführen können. Man muss natürlich ganz klar sagen, dass es jetzt noch nichts ist, was einen wirklich vom Hocker reißt, im Sinne von: Wir lösen schon ein Problem, was man nicht lösen kann auf einem klassischen Rechner. Aber es sind erste Demonstrationsbeispiele, was man mit diesem System machen kann. Das ist sozusagen alles auf dem Weg zu dem sogenannten voll fehlerkorrigierten Quantencomputer, den man brauchen wird, um das wirkliche Potenzial dann auszunutzen. Diese fehlerkorrigierenden Quantenrechner, die also auch fehlertolerant sind – die also Fehler, die sich in der Rechnung darstellen werden, unweigerlich auch korrigieren können und mit denen umgehen können – da ist es noch ein recht weiter Weg hin. Und der zeigt auch, dass man nicht früh genug einsteigen kann, um dieses Problem aus dem Weg zu schaffen. Das wird die große Herausforderung in den nächsten 15, 20 Jahren vielleicht – wer weiß das – um auf dem Weg zu diesem fehlerkorrigierten Quantencomputer hinzuarbeiten.

Nichtsdestotrotz, die kleineren Systeme, die man heute hat, sind trotzdem schon spannend. Man lernt dabei, was man mit diesem System machen kann, was man in ihnen programmieren kann, was für neue Algorithmen man auch machen kann mit dem System. Und was Anwendung angeht, kommen wir sicherlich noch darauf zu sprechen. Aber vielleicht ist die Killer-Anwendung noch gar nicht gefunden und wird erst noch im Laufe der Forschung mit diesem System überhaupt rauskommen.



Moderator: [00:04:01]

Was für grobe Anwendungsfelder gibt es denn bei den Quantencomputern? Ist das eher eine begrenzte Klasse von Problemen, oder würden Sie sagen, wenn die erst mal laufen, kann man mit Quantencomputern bei fast jedem rechnerisch zu lösenden Problem große Vorteile erzielen?

Immanuel Bloch: [00:04:15]

Ja, Letzteres mit Sicherheit nicht. Aber da können sicherlich meine beiden Theoriekollegen noch mehr ergänzen dazu. Es gibt Problemklassen, von denen wir wissen, ziemlich sicher wissen, dass Quantenrechner vorteilhaft sein sollten, die Probleme zu lösen. Da geht es um Probleme aus der Materialforschung oder Probleme auch aus der Quantenchemie. Dann gibt es Fragestellungen – Sie haben es schon angesprochen, Herr Zimmermann – aus den Optimierungsfragen, Optimierungsproblemen, also, wie strukturiere ich bestimmte Prozesse, um möglichst kosteneffektiv, energiearm oder zeiteffektiv einen bestimmten Prozess ablaufen zu lassen. Da hoffen wir – da gibt es gute Anzeichen –, dass es so einen Vorteil geben kann. Allerdings ist das noch nicht vollständig bewiesen. Das wird man sehen müssen. Und dann gibt es vielleicht noch experimentellere Bereiche im Quanten-Machine-Learning zum Beispiel, was die Leute schon ansprechen. Kann man das Gebiet des maschinellen Lernens zusammenbringen mit den Quantencomputern? Wie geht das? Das, würde ich sagen, ist noch mehr offen, ob es da wirklich einen Vorteil geben wird. Ich glaube, da wird man sehen, in welchem dieser Bereiche man das auch halten kann, was man vielleicht für die ersten beiden schon genauer kennt.

Moderator: [00:05:28]

Vielen Dank! Dann komme ich jetzt zu Prof. Dr. Frank Wilhelm-Mauch. Sie sind Leiter des Instituts für Quantencomputer-Analytik am Forschungszentrum Jülich und Koordinator des Projekts OpenSuperQ. Herr Wilhelm-Mauch, mit OpenSuperQ sind Sie ja Koordinator eines Projekts, das auch durch das EU-Flagschiff-Projekt zu Quantencomputern gefördert wird, mit dem Ziel, einen europäischen Quantencomputer zu entwerfen und herzustellen. Wie beurteilen Sie denn die momentanen Förderinitiativen? Kommt das Geld auch da an, wo es gebraucht wird, und wo gibt es da Verbesserungsbedarf? Sie haben mir ja auch erzählt, dass wahrscheinlich heute die geplante Umsetzung der Empfehlungen des Expertenrats bekanntgegeben werden soll. Können Sie da auch schon sagen, was da zu erwarten ist? Und wie wichtig sind in dem Bereich der Quantentechnologien internationale Kooperationen?

Frank Wilhelm-Mauch: [00:06:17]

Vielen Dank für die Frage. Ich freue mich, heute dabei sein zu können. Also die Ausschreibung, die für heute erwartet wurde, habe ich beim letzten Überprüfen jetzt noch nicht gesehen. Tatsächlich sind wir sehr gespannt auf die detaillierte Umsetzung dessen, was der Expertenrat dort vorgeschlagen hat. Ich denke, bei der Förderung muss man weiterhin beachten, wo wir gerade stehen, wie das auch der Immanuel Bloch gerade schon gesagt hat. Wir sind gerade an dem Punkt, wo wir von einem akademisch nachgewiesenen Quantenvorteil zu einem wirklich nützlichen Quantenvorteil kommen, wo wir von den isolierten Laborbedingungen auf etwas kommen, was wir tatsächlich nutzen wollen. Das heißt, die Quantenrechner, die jetzt entstehen – die so groß sind, dass es nicht mehr ein Experiment ist, das man irgendwie macht, sondern wirklich der Computer, (die) ich auch nicht mehr anders simulieren kann, die aber im Augenblick noch keine disruptive Anwendung haben – die kann man, glaube ich, am besten als Forschungs- und Entwicklungsgroßgerät fassen. Das sind große Geräte, wo viele Leute zusammenkommen und schauen: Ist meine Anwendung schon weit genug? Und es gibt auch keine andere Möglichkeit, wenn man mal im Bereich des Quantenvorteils ist, das wirklich zu untersuchen. Das heißt, die Förderung sollte dem Rechnung tragen, und die Förderung sollte auch dem Rechnung tragen, dass das Verbessern von Qubits – es geht da, zumindest in meinem Bereich, sehr viel mehr um die Qualität und die geringe Fehlerrate, als um die Zahl von Qubits –, dass das weiterhin ein schweres Problem ist, dass das weiterhin so ist, dass wir da auch gegen die Schwierigkeit des Austricksens von Naturgesetzen arbeiten. Das heißt, die Förderung muss immer so gestaltet sein, dass da die besten Leute zusammenkommen, dass da künstliche Grenzen wie Ländergrenzen oder Bundesländergrenzen möglichst keine Rolle spielen, sondern dass wir an die harte Nuss wirklich rangehen können, dass wir jetzt nicht aufgrund von Artefakten der Förderung irgendetwas verpassen. Das spricht auch für die europäische Dimension. Es gibt da so viele spezialisierte Dinge in der Lieferkette, so viele Geräte und Expertise in der Lieferkette, dass es da wichtig ist, Draht zu den Besten zu haben, auch wenn sie eben in unseren europäischen Partnerländern sind.



Was man auch schon sieht beim Übergang von einem Experiment zu einem richtigen Computer und zu einem Großgerät ist diese ganze Pluralität von Plattformen. Es gibt Plattformen, die schon sehr weit entwickelt sind, die richtig gut sind, und ich denke, es wird noch eine ganze Weile so bleiben, dass eine bestimmte Plattform für eine bestimmte Sorte von Anwendungen Vorteile hat, während für eine andere Anwendung andere Plattformen große Vorteile hätten. Das heißt, das Festlegen auf eine einzelne Plattform – was der Expertenrat nicht antizipiert hat, die wollten eine Pluralität von guten Plattformen fördern –, das wäre falsch. Was der Expertenrat dort gemacht hat, ist richtig. Denn auch bei einfacheren Produkten wie Autos ist es ja so, dass nicht ein Produkt alles löst.

Moderator: [00:09:47]

Und wie ist es momentan zum Beispiel in Deutschland mit der Vernetzung dieser verschiedenen Initiativen? Also aus der Roadmap Quantencomputing des Expertenrats gab es ja auch den Satz, nicht wörtlich, dass es in Deutschland keinen einzigen Akteur oder Wissenschaftsverbund gibt, der die Entwicklung eines Quantencomputersystems übernehmen könnte. Sehen Sie das auch so, und ist das ein Problem? Oder ist das eher irrelevant, weil es eh europäische Kooperationen geben muss?

Frank Wilhelm-Mauch: [00:10:13]

Nein, ich denke, da geht es meines Erachtens vor allen Dingen um die Aufgabe der Systemintegration. Und ich meine, in der Roadmap wurde vor allen Dingen betont, dass es keine Firma gibt, die im Augenblick die Systemintegration übernehmen möchte. Aber die Systemintegration, also die Komplexität des Zusammenspiels der sehr, sehr vielen Komponenten und dass man auch schauen muss, dass man nicht durch vermeintlich banale Komponenten – wir kennen das aus Eisenbahnausfällen und so etwas – aufgehalten wird. Das kann meines Erachtens im Augenblick in diesem Stadium noch sehr, sehr gut von der Wissenschaft geleistet werden, wenn man sich dort clever anstellt, wenn man also sich einerseits, was das Management von Komplexität angeht, noch ein bisschen Hilfe dazu holt. Aber wenn man dann mit dem Fachwissen, das man hat – also Immanuel Bloch hat unendlich komplexe Experimente bei sich im Labor, die funktionieren – und wenn man darauf aufbaut und wenn man auch hergeht und die Stärke des deutschen Systems nimmt, nämlich dass wir sehr, sehr starke Entwicklerinnen und Entwickler von Komponenten haben. Wenn man das also so macht, dass der Systemintegrator sehr stark auch auf der Komponentenebene arbeitet, dass der Systemintegrator in meinem Gebiet nicht die Kältemaschine zusammenschraubt, sondern in eine fertige Kältemaschine den Spezifikationen entsprechend etwas einbaut, dann kann man, denke ich, mit einer leichtgewichtigen Systemintegration auf jeden Fall die Sachen leisten, die man auf die nächsten paar Jahre leisten muss und damit hoffentlich auch die Industrie in eine gute Startposition bringen.

Moderator: [00:11:50]

Vielen Dank. Dann komme ich jetzt zum letzten unserer drei Experten: Prof. Dr. Peter Zoller. Sie sind Professor für Theoretische Physik am Center for Quantum Physics an der Universität Innsbruck und Forschungsleiter am Institut für Quantenoptik und Quanteninformation an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, ebenfalls in Innsbruck, Österreich. Herr Zoller, wie sehen Sie denn die Fortschritte im Bereich der Quantentechnologien in den letzten Jahren? Und was ist vielleicht auch in naher Zukunft an Fortschritten zu erwarten? Und wie beurteilen Sie den Unterschied zwischen privatwirtschaftlicher und akademischer Forschung in dem Bereich? Also mit dem "Quantum-Supremacy"-Paper hat ja Google von sich reden gemacht. Und etwas überspitzt gefragt: Wird die akademische Forschung da gerade abgehängt oder machen die Firmen einfach nur bessere PR?

Peter Zoller: [00:12:37]

Danke auch von meiner Seite für diese Einladung. Zu dem Thema Fortschritte und Zukunft der Quantencomputerei muss ich ein bisschen wiederholen, was vorhin schon kurz erwähnt worden ist. Vor 15 Jahren waren wir vielleicht in einer Phase in unserer Grundlagenforschung, wo wir die ersten kleinen Bauelemente von solchen Quantencomputern im Labor haben demonstrieren können. Und ich glaube, dass wir während der letzten paar Jahre eingetreten sind in eine vollkommen neue Phase, die wird wahrscheinlich die nächsten zehn, 15 Jahre anhalten, wo wir, man nennt das auf Englisch "noisy intermediate-scale quantum devices" bauen. Das heißt also, Quantenmaschinen bauen, die es in der Größenordnung von vielleicht einigen zehn, mehreren hundert Quantenbits (geben) wird, die noch nicht fehlerkorrigiert sind, aber auf denen man doch schon



Quantenrechnungen machen kann. Lang nicht in der Vision, wie man das ursprünglich geplant hatte, wo man dann große Algorithmen hat. Man ist weit von diesen Dingen entfernt, aber wo man doch an diesem Quantenvorteil, der vorhin auch schon kurz erwähnt worden ist, so langsam kratzen kann. Und ich glaube, diese nächste Phase von dieser Entwicklung dieser intermediate-scale quantum devices wird wahrscheinlich unsere Zukunft für die nächsten 15 Jahre hauptsächlich beeinflussen.

Ich möchte noch einmal betonen, was auch vorhin schon kurz erwähnt worden ist, dass wir natürlich meilenweit von dem entfernt sind, wo wir diesen skalierbaren, ultimativen, fehlertoleranten, programmierbaren Quantenrechner bauen, den viele von diesen Quantenalgorithmen, die wir im Hintergrund haben, ich denk an Shor-Faktorisierung oder all diese ganzen Anwendungen jetzt brauchen, die wir auch in Richtung Quantenchemie vielleicht brauchen, oder wenn man dann irgendwelche Medikamente entwickeln will oder solche Dinge – davon sind wir relativ weit entfernt. Ich glaube, eine der zentralen Herausforderungen wird sein, dass, wenn wir heute reden über Anwendungen, dass wir versuchen, Anwendungen zu finden, die der Hardware, wie sie sich momentan entwickelt, angepasst sind. Und ich persönlich, wir können ja später noch näher darauf eingehen, sehe: Der ultimative Quantencomputer ist letzten Endes eine Art digitaler Quantencomputer. Ich glaube, dass wir auf dem Weg dorthin viele analoge Bausteine haben werden, die uns die Skalierung von diesen Sachen erleichtern (werden), dass es hybrid, analog, digital auf der einen Seite und auf der anderen Seite, auf der Seite der Quantenalgorithmen auch Formen gibt, wo man dann zum Beispiel einen klassischen Computer mit einem Quantencomputer kombiniert und so hybrid-klassische Quantenalgorithmen letzten Endes im Hintergrund hat. Das ist eine Art Übergangsphase, und diese Übergangsphase wird während dieser nächsten vielleicht zehn, 15 Jahre sein.

Und um auf die zweite Frage einzugehen, nämlich akademische Forschung und Industrieforschung. Ich glaube, man muss das Eine von vornherein ganz klar sagen, dass, wenn man im Englischen spricht von "quantum science" und "quantum technology" und man eigentlich meint, dass man die Grundlagenforschung verknüpft mit dem, was letztendlich zu einer Technologie wird. Und wenn jemand heute behauptet, man muss nur die Ingenieure rufen, um uns den großen Quantencomputer zu bauen, dann sehe ich das absolut nicht so. Ich glaube, dass viele von den Grundlagenforschungsfragen eigentlich ungelöst sind, dass wir heute vielleicht wissen, wie wir Quantencomputer bauen können mit mehreren hundert Qubits. Aber wie das dann weiter hinaufskaliert – ich glaube nicht, dass wir da die richtigen Antworten haben. Wir haben auch nicht, glaube ich, die endgültigen Antworten, dass diese oder jene Plattform der richtige Weg für diese ganzen Dinge (ist). Aber gleichzeitig (stehen) wir, und Immanuel Bloch hat es vorhin auch schon kurz erwähnt, natürlich auch vor der Tatsache, dass wir heute kleine Quantencomputer im Labor haben und dass natürlich viele von den Dingen, die heute ganze Labors ausfüllen, letztendlich professioneller formuliert gehören im Sinne von einer Ingenieurkunst. Und wenn ich mir die Computer von Rainer Blatt heute anschau, wo auf der einen Seite ein ganzes Labor ist und wo das gleiche Ding in einem einzelnen "rack" drinsteht, dann ist hier ein Übergang, wo wir vielleicht nicht alle Antworten auf die grundsätzlichen Fragen haben, aber wo ein guter Teil von diesen Dingen sehr perfektioniert ist. Und da kommen jetzt natürlich die Fragen von diesen Firmen hinein. Was hat die akademische Forschung jetzt hier noch zu tun, zu Zeiten, wo dann Firmen wie Amazon, Google, Microsoft, IBM und so weiter hier hereinkommen und dann gerade mit supraleitenden Quantenbits zum Beispiel die große Konkurrenz machen? Ich glaube, dass die Antwort von meiner Seite eine relativ einfache ist. Ich glaube, die Sache ist momentan noch offen in vielerlei Beziehung, und ich glaube, dass gerade eben die akademische Seite Grundlagenideen, also diese "game changing ideas" entwickeln kann, während die Industrie auf ihrer Seite viel mehr den Schwerpunkt auf jene Dinge setzen wird: Wenn ich heute eine Halbleiterindustrie habe oder Festkörperphysik habe, weil ich klassische Computer gebaut hab, dann hab ich dort vielleicht Antworten, die ich jetzt natürlich in einen neuen Kontext umsetzen will.

Also ich glaube, Industrie kommt da rein, vorhandene Ideen zu perfektionieren, aber dass diese "game changing ideas" und die offenen Fragen zu lösen, eindeutig von der akademischen Seite her noch kommen werden. Und insofern sehe ich da eine gewisse Komplementarität, aber auch gleichzeitig, dass wir (bei diesen) "game changing ideas" gerade vonseiten des akademischen Umfelds, auch die Möglichkeit (geben), dass man neue Start-ups macht, Start-ups, die nicht konkurrieren mit diesen großen Firmen, die einen bestimmten Weg gehen, sondern die vielleicht auch in ganz neue Richtungen gehen.



press briefing

Moderator: [00:18:30]

Vielen Dank. Dann nochmal der Hinweis an Sie da draußen. Also stellen Sie ruhig Ihre Fragen. Ich weiß, das Thema ist jetzt nicht so super einfach, aber dafür sind wir ja hier. Bisher ist da noch nichts. Ich habe natürlich auch genug, um durchs Press Briefing zu kommen, aber das ist ja eigentlich nicht der Sinn der Sache. Herr Zoller, bei Ihnen wollte ich da noch mal direkt nachhaken, und zwar kursiert ja jetzt seit einiger Zeit dieses Bild von der IBM Roadmap, was die so in den nächsten Jahren in puncto Quantencomputer planen. Und da hatten sie für bis einschließlich 2023 einen Quantencomputer mit 1000 Qubits geplant. Ist das realistisch? Und das ist ja, wenn man andere Sachen anguckt, die hier in Europa geplant sind, was zum Beispiel in der Roadmap Quanten-Computing auch als Ziel gesteckt wird, ist das ja schon um einiges höher.

Peter Zoller: [00:19:29]

Also ich glaube, dass die grundlegenden Technologien heute, wo man in die Gegend von einigen hundert Qubits (kommt) – wenn man daraus tausend macht, dann ist mir das auch recht – glaube ich, dass diese Dinge letztendlich realistisch sind. Aber auch IBM – wie alle anderen – kochen nur mit Wasser in diesem Kontext. Ich würde zum Beispiel sagen, wenn es darum geht, einen großen fehlertoleranten Rechner zu entwickeln, dann brauch ich ja, um ein logisches Qubit abzuspeichern, viele physikalische Qubits. Und gerade in diesem Kontext, wenn man sich anschaut, was da dahinter steckt an Notwendigkeit, um wirklich einen ultimativen Quantenrechner zu bauen, wir eigentlich meilenweit von diesen Dingen entfernt sind. Dass ich sehr beeindruckt bin von dem, was IBM kann und was andere können, ist vollkommen klar. Aber ich glaube letzten Endes die Aussage von mir vorhin, so bei mehreren hundert, vielleicht tausend Qubits, dass dort unsere Kenntnis momentan aufhört und dass hier eigentlich grundlegend neue Ideen in der Sache notwendig sind. Ich würde bei dieser Aussage an der Stelle bleiben.

Moderator: [00:20:37]

Herr Wilhelm-Mauch noch dazu.

Frank Wilhelm-Mauch: [00:20:39]

Ich kann dazu noch ergänzen, dass in der Qubit-Zahl-Roadmap von IBM keine Fehleranfälligkeits-Roadmap integriert war, und wenn man IBMs eigenes Benchmark verwendet, dann werden innerhalb dieser mehr als 50 Qubit-Chips von IBM im Augenblick nur sieben mit anwendungsnahen Benchmarks überhaupt wirklich genutzt. Das ist das sogenannte Quantenvolumen-Benchmark. Insofern muss man bei der Zahl der Qubits wirklich aufpassen. Das ist im Augenblick zumindest in der supraleitenden Plattform nicht das beschränkende Element. Und man könnte ganz ketzerisch sagen, Tausende von Josephson-Kontakten – Josephson-Kontakt ist das Gegenstück zum Transistor, ganz grob gesprochen – hat man schon in den 90er Jahren auf einen Chip gepackt. Die hatten nur keinerlei Qubit-Eigenschaften. Ich würde immer bitten, die Zahl doch [unverständlich]. Was im Arbeitsprogramm der Europäischen Kommission steht, ist in den nächsten paar Jahren 100 Qubits, die alle gleichzeitig nutzbar sind, die also in IBM-Sprache ein Quantenvolumen von 10.000 haben. Und das setzt die Prioritäten meines Erachtens sehr viel besser.

Moderator: [00:21:52]

Das würde ja zu der Frage passen, Firmen machen vielleicht einfach bessere PR. Hier gibt es direkt die Nachfrage dazu. Herr Bloch, dann stelle ich die einfach mal direkt an Sie. Ist zum Beispiel der Quantencomputer von Google auch in dem formulierten Sinn dann experimental, also ohne ausreichende Fehlerkorrektur? Ist das schon bekannt?

Immanuel Bloch: [00:22:10]

Ja, absolut. Das ist genau die Klasse von Systemen, die wir auch diskutiert haben. Vielleicht um ein bisschen den Überblick zu geben, was momentan realistische Zahlen sind. Um ein fehlergeschütztes logisches Qubit zu haben, braucht man wahrscheinlich ein Overhead von 1000 bis 10.000 physikalische Qubits. Das heißt, um ein fehlergeschütztes Qubit zu bauen, brauche ich 10.000 physikalische Qubits. Und da sind wir natürlich bei den Systemgrößen von 30 bis 40, 50 noch weit davon entfernt, natürlich das Google-System auch. Vielleicht reduziert sich diese Zahl nur mit dem Fortschritt in der Theorie, auch dass wir weniger Qubits brauchen, um das eine logische Qubit zu schützen. Aber da sieht man mal, die Zahl gibt so ein bisschen die Herausforderung an, die man da stemmen muss, letzten Endes.



Moderator: [00:22:58]

Und vielleicht dann noch ein bisschen den Vergleich zu der IBM-Geschichte in der Roadmap Quantencomputing, wie realistisch sind da die Ziele? Da (sind die Ziele) grob zusammengefasst innerhalb von fünf Jahren einen Quantencomputer mit mindestens 100 individuell ansteuerbaren Qubits und nach zehn Jahren mit souveräner Technologie mit an der Spitze des internationalen Wettbewerbs stehen. Wie realistisch würden Sie das sehen?

Immanuel Bloch: [00:23:26]

Ich hoffe natürlich, dass wir das schaffen, sonst würde ich mich selber dem Wettbewerb auch nicht stellen in unseren Plattformen. Ich glaube, wir haben in den verschiedenen Systemen schon gute Chancen. Klar, der Wettbewerb durch die Firmen ist knallhart. Die haben natürlich auch andere Ressourcen zur Verfügung, andere Größen, sie sind nicht nach TVÖD-Bezahlung gebunden in den Mitarbeitern, die sie einstellen. Das ist natürlich für uns alles ein Riesenproblem. Das heißt, überhaupt die guten Leute zu finden, die das machen, ist ein Problem. Das zeigt sich eigentlich auch schon für die Firmen. Also das Gebiet ist eigentlich knapp auch an personellen Ressourcen, überhaupt die Leute zu finden, die das machen können, die die Fähigkeiten haben, (das) zu machen. Das wird sicherlich eine Riesenherausforderung. Es zeigt aber natürlich auch, dass wir gerade in den Universitäten eine Riesenherausforderung auch haben im Ausbildungssektor, der gefüllt werden muss in den nächsten Jahren. Wo sollen die Leute alle herkommen, diese Quanteningenieure, -ingenieurinnen, die da arbeiten? Die müssen natürlich ausgebildet werden. Das ist ein Riesenproblem momentan.

Moderator: [00:24:27]

Wie sehr ist das Thema denn politisiert? Also inwiefern ist die Forschung da offen oder in manchen Bereichen auch von militärischer Forschung getrieben? Das wäre jetzt vor allem international, aber auch die Uni der Bundeswehr forscht ja daran, international ist es natürlich vielleicht interessanter. Herr Zoller, Sie waren ja einige Zeit in Amerika. Haben Sie da etwas mitbekommen?

Peter Zoller: [00:24:47]

Ja, es ist natürlich immer so, dass Hochtechnologie – und diese Quantentechnologie ist ja so eine Game-Changing-Sache – immer eine politische oder auch eine militärische Komponente hat. Und ich sehe das Ganze in gewissem Sinne so, dass wir einerseits Grundlagenforschung machen, wie wir da sitzen. Als Physiker sind wir Grundlagenforscher, und Grundlagenforschung ist grundsätzlich offen. (Klar ist), dass natürlich immer mehr ein Geheimnisaspekt hier reinkommt, wo dann eben Länder wie die USA oder China natürlich neben dem, dass man Grundlagenforschung macht, diese ganzen technologischen Anwendungen auch einsetzen wollen. In dem Sinne, dass man eben (wirtschaftliche oder) militärische Anwendungen findet. Das kommt dann dazu. Das hat ja alle anderen Technologien in der Vergangenheit in vollkommen analoger Art und Weise auch so betroffen. Momentan ist eigentlich die ganze Forschung doch eher noch grundlagenbasiert. (Es gibt aber) ganz klar auch Programme, wo sehr große Anstrengungen unternommen werden von den einzelnen Ländern, (die nicht in der Öffentlichkeit sind). Ich würde sagen, es ist halt wie üblich bei diesen ganzen Dingen. Und da ist jetzt keine Besonderheit bei diesen Quantencomputereien vorhanden, die uns vor den anderen Entwicklungen (unterscheidet).

Immanuel Bloch: [00:26:21]

Ich kann hier nur kurz ergänzen, Herr Zimmermann. Es ist sehr schade, wir kriegen das natürlich auch zu spüren. Es fängt ja nicht nur (bei) USA, China (an), sondern es beginnt schon eigentlich bei UK, Israel, momentan Schweiz, wo schon Diskussionen laufen, die nicht mehr an den Programmen der EU partizipieren zu lassen in dem Bereich, weil die sozusagen immer technologieorientierter werden. Was ich aus der Wissenschaft sagen kann, dass ich das sehr schade finde, denn ich glaube, wir brauchen noch so viel Wissenschaft in dem ganzen Problem, wie Peter Zoller das richtig gesagt hat, um die Herausforderungen zu lösen, dass wir an einem guten internationalen Austausch auch sehr interessiert sein sollten, (um) die Probleme zusammen zu lösen. Das macht es momentan wirklich schwieriger. Auch in unseren europäischen Projekten merkt man es immer mehr. Diese Politisierung macht es schon immer problematischer, offen zu forschen auf dem Gebiet.

Moderator: [00:27:13]

Und weiß man, wie die Situation in China ist? Man hört ja auch etwas von akademischen Fortschritten aus der Richtung. Es scheint ja nicht so zu sein, dass die Regierung alles unter Verschluss hält.



Peter Zoller: [00:27:26]

Vielleicht kann ich etwas dazu sagen. China ist grundsätzlich anders strukturiert und – wenn man sich die letzten Jahre anschaut – hat China einige Dinge richtig gemacht. Es hat nämlich versucht, gute Wissenschaftler, die auf diesem Quantengebiet arbeiten, die in den USA waren, wieder nach China zurückzuholen. Von denen erhoffen wir uns sehr, dass sie den entsprechenden Geist mitgebracht haben, wie man diese Forschung betreibt und das auch in einem internationalen Kontext. China ist auf der anderen Seite technologisch zum Teil extrem gut aufgestellt und China wird sicherlich in der Zukunft einer von den Main Playern sein. Die Hoffnung ist, dass es sich einfügt in die Art, wie wir im Westen Wissenschaft betreiben, wo die Grundlagenforschung wirklich offen ist und wir alle an diesen Dingen entsprechend teilnehmen.

Moderator: [00:28:19]

Herr Wilhelm-Mauch dazu?

Frank Wilhelm-Mauch: [00:28:21]

Man darf nicht vergessen, dass es ein weiteres Quanten-Überlegenheitsexperiment mit einer photonischen Basis gab, das letzten Herbst von der chinesischen Akademie der Wissenschaft herausgekommen ist, das meines Erachtens ein noch künstlicheres Benchmark hat als das von Google. Und auch im Bereich supraleitende Qubits haben sie jetzt Augenhöhe mit anderen Ländern erreicht und sie schaffen es tatsächlich, Leute aus sehr, sehr guten Positionen im Westen trotzdem wieder nach China zurückzubringen. Da wird auf jeden Fall sehr gute Arbeit gemacht und da muss man entsprechend mithalten, ohne aber gleich in Schockstarre zu verfallen.

Moderator: [00:29:12]

Sie haben schon einige von den Technologien angesprochen. Es ist vielleicht eine Frage für alle, vielleicht erstmal für Sie, Herr Zoller, wir hatten die Frage im Chat: Setzt Europa auf die richtigen Plattformen, also Ionen oder supraleitende Qubits, was ist mit optischen oder topologischen Qubits, ist das die Wette auf das richtige Pferd momentan?

Peter Zoller: [00:29:34]

Ich glaube, dass es momentan viel zu früh ist, zu sagen, hier ist der Gewinner und die anderen sind die Verlierer. Es gibt keine richtige Plattform, sondern wir sind momentan in einer Phase, wo es verschiedene Plattformen gibt, wie zum Beispiel supraleitende Ionen, die jetzt auf der Ebene Quantencomputing im Labor am meisten gezeigt haben und wo es eben andere Plattformen sind, die vielleicht andere Dinge tun. Wenn ich in die Richtung photonische Plattformen denke, dann sind die eher in Richtung Quantenkommunikation ausgerichtet. Ich sehe all diese Möglichkeiten, die es dort gibt. Man will Quantenrechner haben, die man miteinander vernetzt. Man kann sie entweder zu effektiv größeren Quantenrechnern hinaufskalieren, so wie wir heute in einem normalen Computerchip mehrere Cores haben und diese Cores dann zusammenarbeiten, um einen großen Prozessor darzustellen. Eine solche Vernetzung kann auch Anlass geben, dass man im Sinne eines Quanteninternets hinaufskaliert, dann braucht man Interfaces zwischen einem stationären Quantenbit, das sind die Quantenspeicher, die wir heute in unseren Quantencomputern haben, und auf der anderen Seite Photonen, die Quantenbits sind, die zwischen den Computern die Informationen hin und her tragen, um das Quanteninternet aufzubauen. Ich glaube, dass all diese Dinge grundsätzlich sehr weit offen sind und es ist sicher so, dass man sich auf die vielversprechendsten fokussieren muss. Aber das letzte Wort ist in dem Kontext sicherlich noch nicht gesagt. Man sollte offen sein und wenn es darum geht, Forschungsförderung zu machen, sollte die nicht mit der Gießkanne hineingehen, aber gleichzeitig doch eine gewisse Offenheit haben, dass man jenen Dingen, die nicht traditionell sind und die für Überraschungen gut sind, die Möglichkeit gibt, zu überleben oder sich zu beweisen.

Moderator: [00:31:30]

Herr Wilhelm-Mauch noch dazu. Bei OpenSuperQ planen Sie mit supraleitenden Qubits oder wie war das?

Frank Wilhelm-Mauch: [00:31:37]

Ich will der Einschätzung widersprechen, dass man nicht auf topologische Qubits setzt. Topologisches Qubit hat noch keiner so richtig gesehen, das ist noch sehr früh und benötigt andere Forschungsförderungsinstrumente. Allein in Deutschland gibt es zum Beispiel zwei Exzellenzcluster, einen im Rheinland und einen in



Würzburg, die sich damit beschäftigen. Das ist ein typisches Fördererinstrument der Grundlagenforschung. Das ist da, wo sie noch sind und wenn es gut funktioniert, werden die schnell aufholen. Man kann an den Schwierigkeiten, die es gerade in den Niederlanden bei Microsoft in Delft gab, sehen, dass ein Fördern von Grundlagenforschung mit den Werkzeugen der industrienahen Forschung tatsächlich zu Problemen führt. Da wurde eine sehr prominente Arbeit zurückgezogen und das hat dem Gebiet auch eher geschadet. Man muss anders fördern, aber es wird gefördert.

Immanuel Bloch: [00:32:38]

Es ist wichtig, dass man eine realistische Erwartungshaltung erzeugt und das ist auch das, was Sie heute von meiner Seite aus mitnehmen sollten, dass man von Seiten der Wissenschaft auch industrierealistische Erwartungen kommunizieren muss, was kann da in den nächsten Jahren in dem Feld eigentlich passieren, und nicht von einem Hype in den nächsten Hype fällt. Das tut der ganzen Geschichte nicht gut, das ist eher schädigend, wie man an dem Beispiel aus den Niederlanden sieht, das Frank Wilhelm-Mauch gerade erläutert hat. Da ist der Erwartungsdruck dann doch zu groß und man will unbedingt das Phänomen sehen, was man sehen will, es steckt viel Geld dahinter und der Druck ist hoch und das ist der ganzen Geschichte nicht förderlich.

Moderator: [00:33:20]

Sie haben ja schon angesprochen, was Sie jetzt für wichtig halten an, mitzunehmen. Wie geht es denn in Deutschland weiter, was passiert da jetzt als nächstes, was halten Sie für die wichtigsten Initiativen und auch, was für Schlüsselfragen stehen jetzt offen und sind zu klären, auf die Journalistinnen und Journalisten auch besonders achten sollten?

Immanuel Bloch: [00:33:41]

Wir warten natürlich alle gespannt auf diese Ausschreibung, die jetzt hoffentlich dann mal rauskommen soll. Ich habe gehört, es hängt immer noch und wird wahrscheinlich diese Woche immer noch nichts werden. Also wir hoffen, dass es jetzt mal wirklich schnell vorangeht, dass die Mittel vom Finanzministerium entsperrt werden und das Ganze dann auch umgesetzt werden kann und die Projekte gestartet werden können. Wir sehen ja in der internationalen Konkurrenz: Wir haben nicht die Zeit, ewig zu warten und aufzuholen. Die anderen marschieren forsch voran und wenn wir unsere Anstrengungen nicht intensivieren, dann werden wir das Nachsehen haben. Diese neuen Förderinstrumente vom Wissenschaftsministerium und auch vom Wirtschaftsministerium sind im EU-Kontext ein wichtiger Schritt, auch das Flagship-Projekt und die Nachfolgeprojekte und kombiniert mit anderen nationalen Initiativen in Europa kann da ein abgestimmtes europäisches Handeln doch sicherlich von Vorteil sein. Wir arbeiten alle darauf hin. Ich hoffe, die Politik kann uns gut dabei unterstützen, dass wir das dann auch machen können. Das müssen wir jetzt sehen in den nächsten Wochen.

Moderator: [00:34:48]

Hier hatten wir noch eine Nachfrage aus dem Chat. Wenn Sie von Quantencomputern sprechen, sind da Quantenannealer auch einbezogen und wird in Europa an denen geforscht?

Frank Wilhelm-Mauch: [00:35:00]

Ich arbeite am Quantenannealing. Es gibt das nicht im Flaggschiff, sondern in der normalen EU- Forschungsförderung. Es gibt ein Quantenannealing- Hardware-Projekt in Europa, das aktuell gefördert wird. Das ist angesiedelt am Supercomputing-Zentrum in Barcelona. Und dann gibt es noch eine ganze Reihe weiterer Arbeitsgruppen auf der Theorieseite und auf der experimentellen Seite. Es gibt Innsbruck, es gibt das University College London und man kann auch die optischen Gitter im Prinzip für Quantenannealing einsetzen. Das ist nicht so fokussiert, wie das bei D-Wave ist oder wie das teilweise in Japan ist, allerdings kann man da auch einen Blick auf die Anwendung des Gebiets machen. Es ist relativ klar, dass die D-Wave-Hardware selber längerfristig, so wie sie aufgebaut ist, keinen Quantenvorteil liefern wird, sondern dass auch da die Kohärenz, also das, was die Fehlerrate im gatterbasierten Quantencomputing limitiert, wichtig ist. Und da werden auch in den USA die Karten neu gemischt, sodass die Annealing-Hardware und die gatterbasierte Hardware sich immer ähnlicher werden. Das heißt, ich erwarte im Sinne dessen, was Peter Zoller angesprochen hat, dass man in dieser Noisy-Ära, dieser NISQ-Ära verschiedene Hardware-Eigenschaften von analogem und digitalem Charakter geschickt miteinander verschaltet, dass in diesem Ökosystem Quantenannealing aufgehen wird. Da sind wir in Europa auch holistisch sehr, sehr stark.



press briefing

Moderator: [00:36:51]

Herr Zoller, noch direkt dazu.

Peter Zoller: [00:36:55]

Wir reden jetzt immer über Quantencomputer. Wir sollten darüber reden, einen Quantencomputer hinaufzu skalieren zu einer großen Zahl von Quantenbits. Wenn wir heute die sogenannten Quantensimulatoren bauen, dann versteht man darunter eigentlich einen "Special Purpose Quantencomputer". Es ist ein Quantencomputer, der bereits jetzt eine viel größere Zahl von Teilchen im Labor beinhaltet, aber nicht universell programmierbar ist. Und gerade, wenn wir über Quantenannealing reden, dann ist das ein Musterbeispiel dafür, wo man versucht, ein Optimierungsproblem zu lösen und dabei auf die Methoden der Quantensimulation, die viel skalierbarer sind, in der momentanen Form zurückfällt. Insofern sieht man wunderschön dieses Spektrum, dass wir die ultimative Vision des programmierbaren, fehlertoleranten Quantencomputers haben, aber wir heute im Labor zum Beispiel Quantensimulatoren haben, die mit relativ vielen Teilchen bereits jetzt höchst nicht-triviale Dinge machen können, aber nicht diese universelle Programmierbarkeit haben. Und genau in dieser Kombination, dass wir ein Spektrum haben, von dem einen skalierbaren heute bis zur ultimativen Vision, da gibt es sehr viele Schritte auf dem Weg dorthin, viele Unterteilungen, die insgesamt sehr vielversprechend sind. Ich glaube, dass für die nächsten zehn, 15 Jahre die Entwicklung in diese Richtung geht.

Moderator: [00:38:15]

Noch eine schnelle Nachfrage aus dem Chat an Sie direkt, Herr Zoller. Was ist mit dem Qubit genau gemeint, die logische Einheit in Analogie zum Bit oder die physikalische Realisierung oder beides? Vielleicht können Sie da ganz schnell darauf eingehen.

Peter Zoller: [00:38:37]

Quantenbit ist das, was die Quantenmechanik im sogenannten Überlagerungszustand erlaubt. In einem klassischen Computer hat man eine Null oder eine Eins und quantenmechanisch hat man Zustände, die eine Überlagerung von Null und Eins sind. Da ist eine entsprechende Proposition wie wir das nennen, um dann bei vielen von diesen Qubits in einem sogenannten verschränkten Zustand hinzugehen. Unter Qubit verstehen wir sowohl das Konzept als auch (die) physikalische Implementierung. Je nachdem, wie wir das Wort Qubit verwenden, meinen wir das Konzept oder die physikalische Implementierung, die dann mit superleitenden Schaltkreisen oder mit Ionen zum Beispiel, internen Zuständen, realisiert werden kann.

Moderator: [00:39:22]

Wir haben noch eine Frage, wie die Forschungssituation in der Schweiz momentan aussieht und wie gefährdet die Zusammenarbeit mit EU-Forschung ist. Weiß da einer von ihnen etwas dazu?

Frank Wilhelm-Mauch: [00:39:33]

Der Status der Schweiz in der EU-Forschung pendelt zwischen den verschiedenen Entwürfen des Arbeitsprogramms der EU und nach meinem Kenntnisstand ist der aktuelle Diskussionsstand, dass sie mitmachen dürfen und das ist auch sehr gut. Die Schweiz hat eine sehr gute Grundfinanzierung, hat einfach erstklassige Arbeitsgruppen, erstklassige Hochschulen. Und wenn die nicht dabei sein könnten, macht das sehr viel Arbeit, sie zu ersetzen. Wir sehen kein Leuchtturmprojekt, wie wir das in anderen Ländern sehen, aber zumindest in Open-SuperQ gibt es zwei Schweizer Partner, die in der Neuauflage, wenn sie nicht dabei sein könnten, schwer zu ersetzen wären. Wir würden es schon irgendwie hinkriegen, aber insofern sieht es da gut aus.

Moderator: [00:40:30]

Und direkt noch eine Nachfrage für Sie. Sie haben vorhin das Quantenvolumen erwähnt. Ist das ein gutes Vergleichskriterium, wird hier gefragt und braucht man überhaupt ein einheitliches Maß oder ist das auch von Plattform zu Plattform vielleicht verschieden?

Frank Wilhelm-Mauch: [00:40:44]

Man braucht sicherlich kein einheitliches Maß für alle Fragen und eine einzelne Zahl kann die Leistungsfähigkeit eines Quantencomputer niemals ganz beschreiben und wird vor allen Dingen dem nicht gerecht, dass es auch anwendungsabhängig ist. Wenn man die Ionen und die Supraleiter vergleicht: Die Ionen haben eine unglaublich geringe Fehlerrate und die Supraleiter haben eine etwas höhere Taktfrequenz, die langsamste Operation ist in Nanosekunden gemessen schneller und es kommt dann wirklich auf die Anwendung an, was wie



wichtig ist. Unter den einzelnen Zahlen, würde ich sagen, ist das Quantenvolumen die brauchbarste, weil sowohl ein Mangel an Qubit-Zahlen als auch eine zu hohe Fehlerrate als auch eine schlechte Vernetzung der Qubits gleichsam bestraft werden. Also unter allen einzelnen Zahlen ist das die beste, aber um wirklich was zu lernen, braucht man Benchmark auch an der Anwendung.

Moderator: [00:41:59]

Herr Zoller, noch direkt.

Peter Zoller: [00:42:03]

Sehr häufig ist die Diskussion die, dass man sagt, oh, die haben so und so viele Qubits, da sind sie besser, egal ob das die Zahl der Quantenbits ist und zusammen mit dem Paket Zahl der Quantengatter, die man ausführen kann, das ist das Maß der ganzen Dinge. Auch wenn ich einen kleinen Quantenrechner habe und mehrere hundert Quantengatter ausführen kann, ist es offensichtlich besser, als wenn ich eine riesige Zahl habe, aber nur ein einziges Quantengatter ausführen kann, das vielleicht sogar trivial ist. Also Qubit allein ist nicht das Maß der Dinge.

Moderator: [00:42:35]

Wir haben hier noch eine Frage, die mich persönlich auch interessiert, Herr Bloch, vielleicht an Sie. Also es gab ja in letzter Zeit ein bisschen Kritik an den politischen Vorgängen, dass politische Grabenkämpfe das schwieriger gemacht haben und dass auch seit der Roadmap nicht viel passiert ist, dass die Roadmap zur forschungslastig ist. Wie würden Sie das einordnen, teilen Sie diese Kritik oder würden Sie sagen, dass es eher eine politische Geschichte zwischen Bundeswirtschaftsministerium und Bundesforschungsministerium?

Immanuel Bloch: [00:43:05]

Ich glaube, dass wir uns alle gewünscht hätten, zumindest die, die hier sitzen, dass wir ein abgestimmtes koordiniertes Programm zwischen Wirtschaftsministerium und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung bekommen hätten, so wie das der Expertenrat auch vorgeschlagen hatte. Das sieht jetzt nicht danach aus. Wir werden aber natürlich warten, was kommt. Wir wissen ja noch nichts Offizielles, wir hören ja immer nur Gerüchte aus Berlin und informelle Informationen. Ich finde es sehr schade, muss ich sagen, dass dieses abgestimmte Vorgehen nicht zustande gekommen ist, denn das macht es für alle Beteiligten enorm viel schwieriger, sich da einzusortieren. Ich hätte mir sicherlich sehr gewünscht, dass es da ein abgestimmtes Vorgehen gegeben hätte. Ich glaube, die Anstrengungen gab es wohl, die sind gescheitert aus Gründen, die ich nicht kenne. Aus wissenschaftlicher Sicht, aber auch aus Sicht eines, der solche Projekte koordinieren wird oder soll, (beziehungsweise) möchte, macht es die ganze Situation enorm viel schwieriger.

Frank Wilhelm-Mauch: [00:44:19]

Also ich denke, man hätte die gewünschte Einbindung der Industrie nicht durch ein Aufteilen des Programmes implementieren müssen, um das Programm zu zersplittern, sondern mit dem Programm, wie es der Expertenrat vorgesehen hat, wäre das automatisch in ausreichendem Maße geschehen. Denn wenn man ein großes Projekt hat, hat man Aufgaben, die akademisch schwer zu realisieren sind. Wenn man an der Universität ist, kann man Aufgaben machen, die jemand durchführt, der danach promoviert, habilitiert oder sich auf eine Professur bewirbt, was bestimmte technische Aufgaben (nicht einbezieht). Man muss sehr schnell Menschen mobilisieren, man muss auch Fachfremde entsprechend mit einbinden. Also ich denke, die hehren Ziele einer großen Industriekomponente wären auch in einem Programm, hätte man es den Konsortien überlassen, gut zu realisieren, sehr gut umgesetzt gewesen und ich sehe nicht, wie das, was wir als Gerücht gehört haben, dass ein einzelnes Programm mit einer besten Auslese, wo man wirklich glaubhaft darlegen muss, dass man das leisten kann, diese Ziele erreicht hätte, und zwar mindestens so gut wie das, was wir jetzt haben. Ich bin sehr froh, dass es endlich ein Programm diesen Umfangs und diesen Anspruchs auch in Deutschland gibt. Ich erinnere mich, dass man sich keine Mittel aus dem Ausland holen muss. Ich erinnere mich, als ich 2005 nach der Habilitation meine erste Dauerstelle gesucht habe und Leuten gesagt habe, ich bin Theoretiker, ich will Quantencomputer bauen, galt ich als unberufbar und das hat sich erfreulicherweise geändert.

Moderator: [00:46:06] Immerhin. Wir haben wir noch zwei Fragen. Ich versuche einmal, die ganz schnell durchzukriegen, bis wir zum Abschlussstatement kommen. An Sie, Herr Zoller, analog zur Frage nach der Forschungssituation in der Schweiz, wie sieht es in Österreich aus?



Peter Zoller: [00:46:20]

Ich würde sagen, dass in Österreich eigentlich die Werkzeuge zur Forschungsförderung, was die Quantenbits betrifft, die üblichen sind. Aus unserer Sicht ist es so, dass wir mit großem Interesse verfolgen, was in Deutschland mit diesen zwei Milliarden läuft, die angekündigt sind und diesen ganzen Strukturen und dass wir überlegen, neue Forschungszentren in irgendeiner Form hier aufzubauen. In Österreich kommt alles ein bisschen später. Wir müssen dann üblicherweise durch den Faktor 10 dividieren, um die Gelder hier entsprechend zu skalieren. Wenn Deutschland eine Vorreiterrolle in dem Kontext ausübt, ist es für uns in Österreich extrem wichtig. Ich möchte dem hinzufügen, dass wir in Österreich eigentlich ein Land sind, wo wir gerade in dieser Quantenforschung relativ gut aufgestellt sind, und in dem Kontext würde ich erwarten, dass das auf der österreichischen Seite sein Gegenstück findet.

Moderator: [00:47:19]

Und die letzte Frage an Sie noch, Herr Wilhelm-Mauch, ob Sie etwas näher auf das Projekt OpenSuperQ eingehen könnten. In einer Minute etwas näher würde das jetzt bedeuten.

Frank Wilhelm-Mauch: [00:47:28]

Unser Anspruch ist auf der Webseite opensuperq.eu zu finden. Im aktuellen Stand ist es unser Ziel, wo wir sehr weit sind, tatsächlich den gesamten Stack, also die gesamte Umgebung vom Chip zum Benutzer zu schließen und das mit immer größeren Prozessoren. Wir wurden durch COVID verlangsamt, weil insbesondere die Arbeit im Reinraum sehr viel Präsenz erfordert und haben deshalb auch unser Endrelease-Datum in Form einer Projektverlängerung um ein halbes Jahr nach hinten verschoben. Wir denken, dass wir ab Herbst aber auch einem größeren Kreis von Alpha-Nutzern Zugang zu der Plattform sukzessive geben können.

Moderator: [00:48:17]

Vielen Dank. Dann käme ich jetzt auch schon zur Abschlussfrage an Sie. Ich fange mal mit Ihnen an, Herr Bloch, aber Sie kriegen alle die gleiche Frage. Was halten Sie für den wichtigsten Aspekt, den Journalistinnen und Journalisten jetzt aus dieser Diskussion mitnehmen sollten, sei es in Bezug auf das allgemeine Verständnis des Themas und Erwartungshaltung oder mögliche Durchbrüche und Anwendungen in nächster Zeit oder eben auch Förderungs- und Forschungsstrukturen.

Immanuel Bloch: [00:48:40]

Ich hoffe, Sie können mitnehmen, dass es ein spannendes Forschungs- und Technologiefeld ist und dass es sich unbedingt lohnt, das zu entwickeln, dass wir aber noch vor gewaltigen Herausforderungen stehen, was die Skalierung dieser Technologie betrifft, die wirklich ungelöst sind. Peter Zoller hat es ganz richtig beschrieben, das sehe ich ganz genauso. Das sind nicht rein technische Fragen, sondern wirklich fundamentale Fragen. Der Payoff kann natürlich sehr groß sein und deswegen sollten wir das tun, als Gesellschaft so eine Art Venture Capital zu spielen, die hier investiert, um die großen Chancen, die sich daraus ergeben können, wirklich möglich zu machen. Was Sie vielleicht auch mitnehmen sollten: Die Anzahl der Qubits ist nicht alles. Bitte, bitte, bitte, das erzählen wir immer wieder. Nicht jedem sofort glauben, er ist besser und toller, wenn er Faktor 10 mehr Qubits macht. Es sollte auch rausgekommen sein, es kommt unbedingt auf die Qualität der Qubits an, deswegen sagt die Zahl erst einmal alleine überhaupt nichts aus. Und im Kontext der Forschungsförderung: Verfolgen Sie die nächsten Wochen, wenn das deutsche Programm rauskommt, wenn es sich konkreter formiert und dann vielleicht im Herbst dann die Projekte starten können, dann wird das aktuelle Umfeld in Deutschland sicherlich nochmal wesentlich aktiver werden, aber natürlich auch im EU-Kontext. Das wird sicherlich auch in den nächsten Jahren passieren.

Moderator: [00:49:57]

Herr Wilhelm-Mauch, was halten Sie denn für das Wichtigste?

Frank Wilhelm-Mauch: [00:50:01]

Die Zahl der Qubits, das hat Immanuel Bloch schon gesagt. Ein Aspekt der Tatsache, dass ein Quantencomputer als Forschungs- und Entwicklungsgroßgerät ein komplexes System mit vielen Komponenten ist und die Leistungsfähigkeit durch die schwächste Komponente bestimmt wird, was aber gleichzeitig die Chance für Deutschland ist, wo es eine breite Expertise in sehr vielen technologischen Aufgaben gibt, da auch eine



wichtige Rolle zu spielen und das gesamte Ökosystem abzudecken. Ich bin Nord-Württemberg aufgewachsen, Heimat der Hidden Champions und ich glaube, dieses Mindset kann man auch auf Deutschland übertragen.

Moderator: [00:50:46]

Herr Zoller, was würden Sie noch den Zuschauerinnen und Zuschauern am liebsten mitgeben?

Peter Zoller: [00:50:50]

Aus meiner Sicht ist es wichtig, dass man sich der Rolle Europas in diesem Kontext bewusst wird. Wir haben vorhin betont, dass alle diese Dinge hauptsächlich noch Grundlagenforschung sind und deswegen die internationale Gemeinschaft diese Dinge betreibt. Ich mache mir ein bisschen Sorgen, wo Europa (steht). Auf der einen Seite steht Europa in der Quantenphysik oder Quantum Science in vielen Dingen führend da, europäische Wissenschaftler sind wirklich hervorragend aufgestellt. Aber diese Dinge dann auch in Richtung Industrie zu entwickeln, oder dass dann Start-ups entstehen, da ist das Klima in Europa ein viel schwierigeres, wenn ich meine Kollegen in den USA anschau, die dann ihre Firmen gründen und dann natürlich sehr leicht zu Venture Capital kommen. Zum Beispiel ist es in den USA so, dass es von oben die Entscheidung gibt, wir machen große National Labs und hier Dinge entstehen, dann muss man sich die Frage stellen, sollte vielleicht die EU hier einspringen und so etwas wie einen "National Court of Labs" machen. Ich glaube, die EU ist vermutlich ein bisschen zu politisch aufgestellt und deswegen bleibt es in den einzelnen Ländern. Gerade große Länder wie Deutschland müssen aus meiner Sicht in dem Kontext eine führende Rolle übernehmen. Mich fragen immer wieder Leute, ist es eigentlich schon zu spät in Europa? Die Antwort ist nein, keinesfalls ist es in Europa zu spät, wo wir jetzt unsere Quantenhardware aus den USA oder China einkaufen. Aber ich glaube, wir haben auch nicht mehr allzu viel Zeit und wir müssen wirklich schauen, dass wir diese europäischen Fähigkeiten, die wir in dem akademischen Kontext haben, etwas effizienter auch in diesem Industriekontext mit Start-ups einbringen. Hier sind Mechanismen gefragt, nicht nur, wenn es um Venture Capital geht, sondern auch, dass das ganze Klima in Europa ein bisschen offener wird in diese Richtung. Wir schauen neidvoll in die USA, wo diese Dinge eine lange historische Kultur haben. Ich würde mir sehr erhoffen, dass wir in Europa, gerade in dem Kontext, wo wir momentan sind, eine Chance bekommen, das darzustellen, was wir auf Seiten der Wissenschaft liefern.

Moderator: [00:53:05]

Vielen Dank, damit ist die Zeit für das Press Briefing auch schon rum. Vielen Dank, liebe Kolleginnen und Kollegen, dass Sie dabei waren und danke auch für Ihre Fragen. Und vielen Dank natürlich vor allem an Sie, Herr Bloch, Herr Wilhelm-Mauch und Herr Zoller. Wir stellen heute so schnell wie möglich auch noch die Aufzeichnung des Press Briefings online. Das können Sie dann über unsere Homepage abrufen. Und voraussichtlich morgen früh laden wir dann da auch noch ein Transkript hoch. Wenn Sie eine Audioversion des Mitschnitts brauchen, schreiben Sie uns gerne an redaktion@sciencemediacenter.de. Dann hoffe ich auch noch, dass es für Sie alle so informativ war wie für mich und wünsche Ihnen allen noch einen schönen Tag. Auf Wiedersehen.



press briefing

Ansprechpartner in der Redaktion

Bastian Zimmermann

Redakteur für Technik und Digitalisierung

Telefon +49 221 8888 25-0

E-Mail redaktion@sciencemediacenter.de

Impressum

Die Science Media Center Germany gGmbH (SMC) liefert Journalisten schnellen Zugang zu Stellungnahmen und Bewertungen von Experten aus der Wissenschaft – vor allem dann, wenn neuartige, ambivalente oder umstrittene Erkenntnisse aus der Wissenschaft Schlagzeilen machen oder wissenschaftliches Wissen helfen kann, aktuelle Ereignisse einzuordnen. Die Gründung geht auf eine Initiative der Wissenschafts-Pressekonferenz e.V. zurück und wurde möglich durch eine Förderzusage der Klaus Tschira Stiftung gGmbH.

Nähere Informationen: www.sciencemediacenter.de

Diensteanbieter im Sinne RStV/TMG

Science Media Center Germany gGmbH
Schloss-Wolfsbrunnenweg 33
69118 Heidelberg
Amtsgericht Mannheim
HRB 335493

Redaktionssitz

Science Media Center Germany gGmbH
Rosenstr. 42–44
50678 Köln

Vertretungsberechtigte Geschäftsführer

Beate Spiegel, Volker Stollorz

Verantwortlich für das redaktionelle Angebot (Webmaster) im Sinne des §55 Abs.2 RStV

Volker Stollorz



science
media center
germany