



Univ. Prof. Dr. Anton Zeilinger

Anton Zeilinger, 1945 in Ried/Innkreis geboren, studierte Physik und Mathematik an der Universität Wien, wo er bei Professor Rauch dissertierte. 1979 Habilitation an der Technischen Universität Wien. Danach zahlreiche Gast- und außerordentliche Professuren, unter anderem am Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.), an der University of Melbourne, am Hampshire College, Amherst, USA, an der Technischen Universität München, am Collège de France, Paris und an der Oxford University. Von 1990 bis 1999 war er o.Universitätsprofessor für Experimentalphysik an der Universität Innsbruck, seit 1999 an der Universität Wien, am Institut für Experimentalphysik. Professor Zeilinger ist Träger vieler internationaler Preise und Auszeichnungen und Mitglied zahlreicher wissenschaftlicher Vereinigungen. Umfangreich ist auch die Liste seiner wissenschaftlichen Artikel und Bücher, zuletzt erschien „Einsteins Schleier. Die neue Welt der Quantenphysik“ (Verlag C.H.Beck).

Anschrift Univ. Prof. Dr. Anton Zeilinger
Institut für Experimentalphysik
Universität Wien
Boltzmannngasse 5
1090 Wien

Es geht um Vorbilder – „University of Excellence“ als Anziehungspunkt für Naturwissenschaftler

Mit seiner Idee einer „Vienna University of Excellence“ möchte der weltbekannte österreichische Physiker Anton Zeilinger unter anderem dazu beitragen, mehr junge Menschen für naturwissenschaftlich-technische Fächer zu begeistern. Im Gespräch mit Martina Goetz ging der Wissenschaftler auf die österreichische Forschungspolitik ebenso ein wie auf seine Forschungen und philosophische Aspekte.

conturen: Ihr Engagement für eine „Vienna University of Excellence“ fand und findet ein breites Echo, im Zuge dessen aber auch etliche Vorbehalte geäußert werden. Kritiker Ihrer Idee befürchten, eine derartige Institution könnte bei anderen Universitäten Geld und die besten Köpfe abziehen. Ist dieser Einwand berechtigt oder hat man Ihre Idee missverstanden? Wie soll die von Ihnen forcierte Einrichtung konkret aussehen?

Zeilinger: Die „University of Excellence“ – man könnte sie auch anders nennen, z. B. „University of Advanced Studies“ – soll eine Postgraduierten-Institution sein. Das heißt, dort werden Leute aufgenommen, die ihre Grundausbildung schon an bestehenden Universitäten gemacht haben. Zweitens: Diese Institution soll qualitativ so hochwertig sein, dass sie Studentinnen und Studenten aus der ganzen Welt anzieht. Somit werden Österreicher dort sicherlich nicht die Mehrheit bilden und das bedeutet, dass die Zahl der von den bestehenden Universitäten abgezogenen guten Studentinnen und Studenten wahrscheinlich relativ gering sein wird. Darüber hinaus erwarte ich mir von einer derartigen Institution einen Impuls, dass sich mehr junge Leute für naturwissenschaftlich-technische Studien begeistern und dass wir dadurch insgesamt mehr gute Köpfe in diese Studien bekommen.

Zur Frage der Finanzierung: Es muss sich dabei selbstverständlich um Geld handeln, das nicht für die anderen Universitäten vorgesehen ist – es wäre sicher nicht zu verantworten, von den bestehenden Universitäten Geld wegzuziehen. Aber ich bin der Meinung, dass eine Verbesserung des Images der Natur- und technischen Wissenschaften in der Öffentlichkeit auch zu einer Verbesserung für alle Universitäten führen wird. Das ist kein Nullsummenspiel, das ist viel zu eng gedacht. Es gibt ja international zahlreiche Beispiele, etwa Zürich: Dort ist die ETH Zürich angesiedelt, die zur internationalen Spitze zählt, und parallel dazu gibt es die Universität Zürich, deren Physik-Bereich zu den besten der Welt gehört, weil die ETH eben gute Leute anzieht und es insge-

Eine qualitativ hochwertige Postgraduierten-Institution

Verbesserung des Images der Natur- und technischen Wissenschaften

Beispiel ETH Zürich

*Sogwirkung durch
„Vienna University
of Excellence“*

samt einfach gut ist, nach Zürich zu gehen. Ich erwarte mir durch eine „Vienna University of Excellence“ eine zusätzliche Sogwirkung und ich erwarte mir, dass für die bestehenden Universitäten mehr herauskommt, gerade weil es diese Institution gibt.

conturen: Von welcher finanziellen und personellen Größenordnung ist auszugehen?

*20-30 Arbeitsrich-
tungen*

Zeilinger: Die finanziellen Dinge sind derzeit Gegenstand von Studien, aber wir sprechen schon von einer Anfangsinvestition in der Größenordnung von 50-100 Millionen Euro. Auszugehen ist von 20 bis 30 Arbeitsrichtungen und insgesamt etwa 300 Studenten, aber das ist alles noch Gegenstand von Studien.

conturen: Wann soll die Machbarkeitsstudie, an der derzeit gearbeitet wird, vorliegen und wie sehen die nächsten Schritte aus?

*Grundsatzent-
scheidung im
nächsten halben
Jahr?*

Zeilinger: Das Ergebnis der von Bürgermeister Häupl in Auftrag gegebenen Studie des Wissenschaftszentrums Wien, bei der ich nur beratend tätig bin, soll noch im November vorliegen. Das ist eine Sache der Stadt Wien. Parallel dazu haben Bundeskanzler Schüssel und Frau Bundesministerin Gehringer eine Task Force eingesetzt. Meiner persönlichen Meinung nach müsste man eigentlich innerhalb eines halben Jahres eine Grundsatzentscheidung treffen, denn das hängt ja auch mit politischen Ereignissen wie den kommenden Wahlen zusammen. Diese Sache ist aber so wichtig für Österreich, dass sie von allen Parteien gemeinsam getragen werden sollte.

conturen: Das Thema wurde aber unter dem Titel „Elite-Universität“ politisch teilweise heftig diskutiert...

*Förderung von Be-
gabten*

Zeilinger: Da gibt es Missverständnisse: Wenn man Elite als etwas versteht, das darauf aufbaut, aus welcher Familie man stammt oder wie der finanzielle Background der Eltern beschaffen ist, dann bin ich hundertprozentig dagegen. Das ist ein völlig falsch verstandener Elitenbegriff. Wenn es aber bei Elite um die Begabten geht, dann ist es doch für jeden Staat selbstverständlich, diese zu fördern. In der Musik fördert man die besonders begabten Musiker und auch beim Schifahren ist es selbstverständlich, dass man den begabten Schifahrern Möglichkeiten gibt, ihr Talent zu entwickeln. Warum man das in den Wissenschaften nicht macht, ist mir ein Rätsel, ich verstehe das nicht. Wenn man sich zum Beispiel Frankreich und seine Eliteschulen anschaut: Die wurden im Zuge der Revolution geschaffen, weil man sicherstellen wollte, dass die Leute diese Ausbildung aufgrund ihrer Qualität und nicht wegen des Status' der Familie bekommen. Das war ein Protest gegen die bestehenden Universitäten, bei denen es wichtig war, aus welcher Familie man stammt. Wenn Elite richtig verstanden wird, ist dagegen nichts einzuwenden.

*Wenn Elite richtig
verstanden wird, ist
nichts dagegen ein-
zuwenden*

conturen: Wie lange könnte es dauern, bis die University of Excellence voll läuft?

Zeilinger: Sollte die Entscheidung nächstes Jahr fallen, dann könnte man innerhalb von weiteren zwei Jahren mit einer vernünftigen Zahl von Arbeitsgruppen starten. In fünf Jahren sollte

eine erste Bewertung stattfinden, bei der man prüft, ob die Richtungen stimmen bzw. was zu adjustieren ist. Nach zehn Jahren sollte die Einrichtung so dastehen, dass man an eine endgültige Beurteilung herangehen kann. Jetzt gibt es ein „window of opportunity“ für eine Einrichtung dieser Art, in fünf Jahren damit zu beginnen, ist sicher zu spät.

Jetzt gibt es ein „window of opportunity“

conturen: Welche weitere Rolle würde der „Impulsgeber“ Zeilinger bei der University of Excellence spielen?

Zeilinger: Ich möchte an dieser Institution nichts werden. Auch andere Unterstützer dieser Idee wollen dort nichts werden, denn eines ist ganz wichtig: Man darf das nicht für sich selbst machen, sondern man macht das für andere. Selbstverständlich bin ich bereit, auch weiterhin beratend zur Verfügung zu stehen. Aber ich möchte dort selbst nichts werden, ich möchte hier an der Universität Wien Wissenschaftler bleiben.

Man darf das nicht für sich selbst machen

conturen: Sie haben auch am Universitätsgesetz 2002 mitgewirkt. Sind Sie mit dem Ergebnis der Universitätsreform zufrieden?

Zeilinger: Für mich ist die Universitätsreform ein Schritt in die richtige Richtung, ich habe das unterstützt und an der Universität auch bei der Implementierung mitgearbeitet. Die Implementierung läuft meiner Meinung nach erstaunlich glatt. Das Wesentliche wird sein, ob man es an den bestehenden Universitäten tatsächlich schaffen wird, die Personalauscheidungen rein aufgrund der Qualität der Bewerber zu fällen. Wenn es gelingt, die richtigen Leute zu holen, dann sehe ich eine sehr positive Zukunft.

Universitätsreform: Schritt in die richtige Richtung

conturen: Was halten Sie als Universitätsprofessor vom freien Hochschulzugang in Österreich – auch wenn Ihr Fach nicht zu den überlaufenen zählt?

Zeilinger: Derzeit haben wir in der Physik das Problem noch nicht, aber wir werden mehr und irgendwann auch damit konfrontiert sein.

Irgendwo muss man schon reglementieren, aber die Frage ist, nach welchen Kriterien. Das Maturazeugnis – wie in Deutschland der Fall – ist sicherlich nicht geeignet. Ich hatte zum Beispiel kein gutes Zeugnis mit nur einem einzigen „Sehr gut“ – und das war in Physik. Man kann meiner Meinung nach ohne formale Zulassungskriterien auskommen, wenn sich die Universitäten bei ihren Studien mehr auf Leistung konzentrieren. In manchen Fächern wird Studenten das Gefühl vermittelt, es handle sich um ein „leichtes“ Studium. Man tut den Leuten keinen Gefallen damit, man sollte durchaus die Leistungsanforderungen erhöhen. Eines geht jedenfalls nicht: Ich kann nicht den freien Hochschulzugang fordern und mich auf der anderen Seite über Studienabbrecher aufregen. Es ist völlig logisch, dass bei freiem Zugang ohne Zulassungskriterium einige ein Studium wählen, für das sie nicht geeignet sind und dann hinausfallen. Wenn ich keine oder wenige Ausfälle haben möchte, dann muss ich Eingangs- oder Aufnahmeprüfungen machen.

Leistungsanforderungen an den Universitäten erhöhen

Eingangs- oder Aufnahmeprüfungen

*Es gibt Umdenk-
bedarf*

conturen: In den angloamerikanischen Ländern sind die Spitzenuniversitäten „Brutstätten“ für Unternehmensgründungen. Sehen Sie diesbezüglich in Österreich Handlungsbedarf?

*Mehr Risiko-
bereitschaft ist
notwendig*

Zeilinger: Es gibt Handlungs- und vor allem Umdenkbedarf. In anderen Ländern ist es viel selbstverständlicher, dass Absolventen wirtschaftlich tätig werden. Die Lage bessert sich hier zwar auch schon, aber da muss mehr geschehen. Wichtig ist es, in die Köpfe der Menschen mehr Risikobereitschaft hineinzubringen, man darf nicht immer nur nach dem Staat rufen. Es muss einfach mehr Bereitschaft geben, die „Ärmel hochzukrempeln“ und etwas auszuprobieren und wenn es schief geht, dann ist es eben schief gegangen, aber man hat daraus gelernt.

conturen: Grundlagenforschung und angewandte Forschung werden in unserem Land von vielen als getrennte Bereiche gesehen. Wie sehen Sie das Verhältnis zwischen den beiden?

*Man braucht einen
gesunden Mix von
Grundlagen- und
angewandter
Forschung*

Zeilinger: Auch da gibt es viele Missverständnisse. Die Fragestellung lautet eigentlich nicht Grundlagenforschung versus angewandte Forschung, sondern es geht um den Zeithorizont, wie schnell die Forschung wirtschaftlich umsetzbar ist. Bei angewandter Forschung setze ich kurzfristig an, da geht es darum, wenige Jahre nach der Investition ein Produkt entwickelt zu haben. Das ist wichtig, das brauchen wir – aber das darf nicht alles sein, man muss auch langfristig denken: Wenn ich langfristig eine Grundlage meiner technischen Entwicklung haben möchte, dann muss es auch Forschung geben, von der heute noch niemand absehen kann, wohin sie führt. Die ganz großen Durchbrüche wurden in Arbeitsrichtungen erzielt, bei denen kein Mensch daran dachte, dass das für etwas gut sein kann. Man braucht einen gesunden Mix von allem.

conturen: Das Zusammenwirken von Wissenschaft/Forschung und Wirtschaft ist – verglichen mit den USA – in Europa und speziell in Österreich deutlich schwächer ausgeprägt. Wie sieht für Sie ein optimales Verhältnis zwischen Wirtschaft und Wissenschaft aus?

*Auch in Österreich
gibt es Sponsoren-
gelder für Wissen-
schaft*

Zeilinger: Da gibt es zum Teil verklärte Vorstellungen vom angloamerikanischen Raum. Wenn ich es von meinem Arbeitsgebiet, der Physik aus betrachte, dann stecken die Amerikaner genauso viel oder genauso wenig Geld in die Wissenschaft hinein wie dies in Europa der Fall ist. Ich selbst kann mich nicht beschweren. Wenn ich mit Vertretern der Wirtschaft zu tun habe, so sind diese durchaus aufgeschlossen. Es gibt Leute in der Wirtschaft, die uns finanziell unterstützen, ohne ein Produkt von uns zu wollen. Sponsorengelder für Wissenschaft gibt es – auch in Österreich. Aber man muss da sicherlich auf beiden Seiten offener denken, auch auf Seiten der Universitäten, wo manchmal eine übertriebene Angst herrscht .

conturen: Wie beurteilen Sie die Forschungspolitik in Österreich? Wo besteht Ihrer Meinung nach Handlungsbedarf?

Zeilinger: Meiner Meinung nach müsste man die Fördermittel, die für Wissenschaftler auf Antrag zur Verfügung stehen, stetig erhöhen. Es werden derzeit zu viele gute Projekte nicht oder zu wenig gefördert. Es sollte ein entsprechendes Klima herrschen, sodass jeder mit einer guten Idee die Möglichkeit hat, Geld dafür zu bekommen. Für unsere Gruppe ist dies kein Problem, wir sind bekannt. Aber bei Jüngeren ist es schwieriger. Den Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung sollte man jährlich um ein paar Prozent steigern. Zuviel darf es nicht sein, denn das würde das System nicht verkraften – man benötigt ja genügend junge Leute, die gut genug sind, um Anträge zu stellen und das muss langsam wachsen. Mein Traum wäre ein nationales Ziel außerhalb des Parteienstreites, das lautet: Den Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung steigern wir jährlich um fünf Prozent, über der Inflationsrate.

Zweitens brauchen wir nationale Initiativen, wo man sich ansieht, auf welchen Gebieten Österreich grundsätzlich wirklich stark ist – das bezieht sich auch auf Gebiete, die nicht unbedingt angewandt sind. Es ist zu fragen: Wo sind wir stärker als andere Länder? Wo können wir viel erreichen? Das muss bottom-up erfolgen. Es gibt Top-down-Initiativen, wie z.B. die Nano-Initiative. Es ist gut, dass es die gibt, aber das sollte auch bottom-up gehen. Für Wissenschaftler sollte es die Möglichkeit geben, interessante Gebiete zu nennen, die von einem unabhängigen Gremium auf Förderungswürdigkeit überprüft werden, wobei die Förderung nur auf Zeit – etwa zehn Jahre – erfolgen sollte.

conturen: Welchen konkreten Handlungsbedarf in punkto Forschungspolitik sehen Sie innerhalb der EU? Was wünschen Sie sich vom 7. Rahmenprogramm?

Zeilinger: Ich würde mir generell von der EU wünschen, noch stärker als bisher auf Qualität zu schauen. Es gibt bei den Netzwerken und Kooperationen einige Topgruppen, einige mäßige und zum Teil auch ganz schwache, wobei sich die EU weigert, zu entscheiden, wer schwach und wer gut ist. Das ist ein falscher Weg, es müsste eine gewisse qualitative Selektion erfolgen. Weiters sollte es mehr Förderung von Einzelwissenschaftlern geben, mehr Bottom-up-Förderung. Die EU konzentriert sich stark auf größere Einheiten, aber es muss auch für die Kleinen Möglichkeiten geben. Das halte ich für ganz wichtig.

conturen: Durch die EU-Mitgliedschaft der zehn neuen Länder ist der europäische Forschungsraum wesentlich erweitert worden. Wie beurteilen Sie die Forschungslandschaft in den mittel- und osteuropäischen Ländern und welche Chancen ergeben sich daraus für Österreich?

Zeilinger: Wir arbeiten seit Jahren konkret mit Kollegen aus Tschechien, aus der Slowakei, aus Polen, aus Ungarn und auch aus Serbien, das noch nicht EU-Mitglied ist, zusammen. Es gibt dort hervorragende Wissenschaftler, unterentwickelt ist allerdings die technologische Infrastruktur. Auf meinem Gebiet kann in diesen Ländern experimentell noch fast niemand auf der internationalen Ebene wirklich mitspielen. Aber im theoretischen Bereich haben

Zu viele gute Projekte werden zu wenig gefördert

Fonds zur Förderung der wissenschaftliche Forschung stetig erhöhen

Bottom-up-Initiativen

EU: qualitative Selektion und mehr Förderung von Einzelwissenschaftlern

In den neuen EU-Mitgliedstaaten gibt es hervorragende Wissenschaftler

Experimentell müssen sie noch aufholen

sie hervorragende Leute und exzellente Gruppen, die zu den Besten weltweit gehören. Experimentell müssen sie noch aufholen. Es ist verständlich, dass hier auch EU-weit entsprechende Maßnahmen angedacht werden. Man muss junge Leute herholen und sie eine gewisse Zeit hier arbeiten lassen. Danach muss man ihnen genügend Geld geben, damit sie in ihrer Heimat ihre eigene Gruppe starten können. Anders geht es meiner Ansicht nach nicht. Das Geld, um die Wissenschaftler herzubringen, ist vorhanden. Woran es mangelt, ist eine Startfinanzierung in ihrem Heimatland.

conturen: Falls der Wissenschaftler oder die Wissenschaftlerin dann überhaupt noch ins Heimatland zurück will, man hört ja immer wieder vom Drang in Richtung USA...

Amerika ist schon lange nicht mehr „das gelobte Land“

Zeilinger: Amerika ist schon lange nicht mehr „das gelobte Land“. Was Forschungsmittel betrifft, sind wir in Europa nicht viel schlechter. In den USA ist der Druck, angewandt zu arbeiten, enorm.

conturen: Was waren Ihre Beweggründe, nach Österreich zurückzukehren und hier zu arbeiten?

Es kommt auf die Arbeitsbedingungen an

Zeilinger: Die Lebensqualität. Für eine gewisse Zeit in den USA zu arbeiten, ist interessant. Ich fahre auch immer wieder gerne in die USA und habe dort gute Freunde, aber auf Dauer dort zu leben, würde mir schwer fallen – man ist einfach Österreicher. Und ich kenne genügend junge Leute, die gerne in Europa bleiben würden, auch in Osteuropa. Die Leute sind dort verwurzelt. Es kommt primär auf die Arbeitsbedingungen an, nämlich dass man als begeisterter Wissenschaftler die Chance hat, seine Ideen umzusetzen.

conturen: Wie lange wird es Ihrer Einschätzung nach dauern, bis die Arbeitsbedingungen für Wissenschaftler in den neuen EU-Mitgliedstaaten adäquat sind?

In 20 Jahren wird man keinen Unterschied mehr merken

Zeilinger: Ich glaube, nicht so lange. Grob gesagt: In experimentellen Gebieten zehn Jahre, bis sie den Anschluss haben und 20 Jahre, bis man keinen Unterschied mehr merkt.

conturen: Man hört hierzulande immer wieder Klagen über einen Mangel an Naturwissenschaftlern. Deckt sich das mit Ihren Erfahrungen? Wenn ja: Wie könnte man mehr Menschen für die Naturwissenschaften begeistern? Was hat Sie persönlich für die Naturwissenschaften begeistert?

Mehr junge Menschen für Naturwissenschaften begeistern

Zeilinger: Die University of Excellence möchte ich unter anderem deshalb verwirklichen, um mehr Leute für die Naturwissenschaften zu begeistern. Es geht um Vorbilder. Außerdem haben wir in Österreich ein bisschen zuwenig Wirtschaft im Bereich der modernen Hochtechnologien und das zum Teil deshalb, weil wir zu wenig Leute in dieser Richtung ausbilden. Das ist ein wenig wie die Katze, die sich in den Schwanz beißt. Man muss mehr junge Leute begeistern und sagen: Da habt Ihr wirkliche Berufschancen! Es gibt sicherlich viel mehr junge Leute, die für Naturwissenschaften begabt wären als die, die es tatsächlich als Beruf wählen. Ich persönlich hatte das Glück, einen Mittelschullehrer zu haben,

der mich für Physik begeistert hat. Die Schulen halte ich in diesem Zusammenhang überhaupt für sehr wichtig.

conturen: Nun zu Ihren Forschungen: Wie geht es mit der Quantenkryptographie weiter? Wo sehen Sie die Grenzen der Quantenkryptographie?

Zeilinger: In den nächsten fünf Jahren wird es soweit sein, dass man sie wirtschaftlich anbieten kann und dann wird es eine Entscheidung der Industrie sein, ob sie das will oder nicht.

conturen: Erlauben Sie einen kleinen Blick in die Zukunft: Was werden bzw. könnten Ihre Forschungsergebnisse – z.B. Teleportation, Quantenkryptographie – in Zukunft für das praktische Leben bedeuten?

Zeilinger: Zur Kryptographie selbst: Ich habe gerade wieder einen Bericht von der Deutschen Bank bekommen, in dem die zunehmende Bedeutung der Verschlüsselungsfrage hervorgehoben wird. In diesen Bereich werden immer mehr Gelder hinein fließen, weil alles immer stärker vernetzt ist und es für Hacker leichter möglich ist, irgendwo hineinzukommen. Das ist eine ganz zentrale Frage, da liegt sehr viel Geld auf der Straße. Hier ist aber noch viel Entwicklungsarbeit zu leisten. Die Grenzen der Kryptographie liegen derzeit darin, dass das Verfahren relativ geringe Datenraten und Entfernungen hat – wir sprechen von Entfernungen von maximal der Größe einer Stadt. Diese beiden Dinge muss man verbessern, aber das sind technische Herausforderungen. Grundsätzliche Grenzen sehe ich keine. Wir selbst arbeiten weniger an den Datenraten, das ist nicht unsere Spezialität. Wir arbeiten an der Entfernung.

Eine weitere Entwicklung ist der berühmte Quantencomputer, der meiner Meinung nach kommen wird, weil er eine logische Entwicklung ist – man denke an die Chips, die immer schneller und kleiner werden. Aber das wird noch länger dauern, wir sprechen hier von Größenordnungen von 20, 25 Jahren. Es gibt da jedoch auch andere Meinungen. Ich zähle zu den optimistischen Leuten, die glauben, dass die ganze normale Computertechnologie eines Tages durch Quantencomputer ersetzt wird, auch im Handy usw. Es ist mir klar, dass das sehr weit in die Zukunft spekuliert ist, aber denken wir zurück: Als ich 1970/71 meine Dissertation schrieb, rechnete ich auf dem größten Computer, den es damals an der Technischen Universität gab. Über diesen Computer würde man heute nicht einmal mehr lachen, jedes Handy verfügt über einen Computer mit einer vielfach höheren Leistung. Und die Entwicklung wird genauso weitergehen. Ich glaube, dass es einmal im Handy einen Quantencomputer geben wird und das Handy werden Sie wahrscheinlich nicht einmal mehr in der Hand halten müssen. Es wird vielleicht im Knopfloch angebracht sein und Sie werden sagen: Ich möchte nun mit Maria sprechen, und der Quantencomputer wird wissen, wen Sie mit Maria meinen, und wird die Verbindung herstellen. Das kommt sicher, da bin ich überzeugt. Kryptographie ist eine Anwendung, das Zweite ist der Computer und Kommunikation zwischen Quantencomputern ist die Teleportation – das, was man gemeinhin als „Beamen“ bezeichnet. Dabei

Wichtige Funktion der Schulen

Quantenkryptographie

Zunehmende Bedeutung der Verschlüsselungsfrage

Technische Herausforderungen

Der Quantencomputer ist eine logische Entwicklung

Telefonieren wir in Zukunft mittels „Handy“ mit Quantencomputer?

Teleportation

geht es nicht um die Übertragung von Menschen oder Gegenständen, sondern um Informationsaustausch. Das ist *der* ideale Informationsaustausch zwischen künftigen Quantencomputern.

conturen: Nun zu einigen natur-philosophischen Fragen: Um eine Situation (Entwicklung) beschreiben zu können, müssen wir die „6 W“-Fragen beantworten können: Wer, Wie, Was, Warum, Wann, Wo. In Bezug auf die Schöpfung/ das Universum/ auf uns können wir das nicht. Wir wissen nicht einmal, auf welchen Koordinaten von Raum und Zeit wir uns befinden. – Haben die Naturwissenschaften versagt?

Welche Erklärung erwartet man von den Naturwissenschaften?

Zeilinger: Diese Frage zu beantworten, heißt den Theologen herauszufordern. Die grundsätzliche Frage lautet: Wie weit helfen uns die Naturwissenschaften, das Universum zu erklären? Und ich glaube, da sind wir schon ziemlich weit gekommen. Wir glauben zum Beispiel nicht mehr, dass die Erde eine Scheibe ist, wo man am Rand hinunterfällt – da hat sich schon Einiges getan. Welche Erklärungen erwartet man? Das ist die Frage. Ich meine, die ganz tiefen Erklärungen können nicht aus der Wissenschaft kommen, das sind Glaubensfragen. Das ist auch zuviel verlangt von den Naturwissenschaften. Die Naturwissenschaften können uns schon immer wieder sagen, welche Bilder von der Welt falsch sind. Aber die fundamentale Frage „Woher kommen wir, wohin gehen wir?“ wird schon noch einige Zeit unbeantwortet bleiben.

conturen: Können wir überhaupt erfahren/ wissen, was ist? Nach Gödel kann ein Element eines Systems dieses ohne eine Art Metaposition letztlich nicht erkennen. – Was können wir erkennen?

Ein in sich widerspruchsfreies Weltbild

Zeilinger: Das ist eine gute Frage, das wüsste ich auch gerne. Wir können uns sozusagen die Welt nicht von außen anschauen, denn wir sind mitten drinnen. Die Frage ist: Was können wir erkennen, wenn wir Teil des Ganzen sind? Und da kann es nur darum gehen, ein Weltbild zu bekommen, das in sich widerspruchsfrei ist und möglichst viel erklärt.

conturen: Die Kosmologischen Theorien werden immer bizarrer, entfernen sich immer mehr von unserer Vorstellungskraft. Viele moderne Physiker meinen, der Kosmos sei ein Hologramm. – Wie stehen Sie dazu? Wenn dies zuträfe, welche Konsequenzen hätte dies?

Hologramm ist mir zu einfach

Zeilinger: Hologramm ist mir zu einfach. Hologramm ist einfach ein Ausdruck dafür, dass man sagt: Alles kann alles beeinflussen. Das ist mir zu kurz gegriffen. Ich bin auch nicht der Meinung, dass die Theorien des Kosmos bizarrer werden.

conturen: Besonders die alten Veden entwickelten Schöpfungsmodelle, die denen der modernen Physik nahe zu kommen scheinen. Wie stehen Sie zu dieser „Annäherungsthese“, wie sie ein Capra, ein Zukav, aber auch ein Wicken und andere immer häufiger vertreten? Sie haben darüber mit dem Dalai Lama diskutiert.

Zeilinger: Erstens: Es wird immer wieder behauptet, dass es viele Parallelen gibt zwischen Physik, insbesondere Quantenphysik und fernöstlichen Lehren. Das kommt mir so vor wie: Im Nachhinein

ist jeder schlau. Das ist eine große Gefahr. Ich persönlich glaube daran noch nicht richtig. Den Leuten, die so etwas behaupten, sage ich immer: Ich glaube Dir in dem Moment, wo Du mir etwas aus den fernöstlichen Lehren nennst, auf das wir als Physiker noch nicht draufgekommen sind und wo wir etwas finden können. Wenn man uns sagt: Passt auf, nach diesem oder jenem müsst ihr suchen, da müsste es etwas geben, dieses Phänomen, dieses Naturgesetz – und wir finden das dann in der Physik, dann bin ich hundertprozentig überzeugt. Aber ex post kann jeder gescheit sein.

Im Nachhinein kann jeder schlau sein

Beim Dialog mit dem Dalai Lama ging es nicht darum, das ist falsch interpretiert. Wir haben dem Dalai Lama einfach erzählt, worum es in der Quantenphysik geht und wir haben von ihm Grundlagen der Erkenntnistheorie und Philosophie des Buddhismus gelernt. Das war sehr spannend und da kann man schon parallele Denkansätze sehen, das ist wahrscheinlich so. Nur bin ich da wahnsinnig vorsichtig. Aber ich sehe grundsätzlich die Religionen als eine der Quellen des Wissens an, das ist überhaupt keine Frage. Denn das waren ja durchaus gescheite Leute, die im Laufe der Jahrtausende nachgedacht haben. Man muss eben zur Essenz vordringen und sich nicht von zeitgebundenen Aussagen blenden lassen.

Dialog mit dem Dalai Lama

conturen: Einstein und Popper meinen, durch die Erkenntnisse der modernen Physik habe sich der Materialismus selbst transzendiert und seine Bedeutung verloren. Was sagen Sie dazu?

Zeilinger: Da kommt es darauf an, was man unter Materialismus versteht. Ich persönlich, wenn man es positiv formuliert, glaube letztlich, dass es nicht um Materie geht. und Das wäre ein zu einfaches Bild einer Wirklichkeit, letztlich geht es um Information. Information ist *der* zentrale Begriff der Zukunft.

Information ist der zentrale Begriff der Zukunft

conturen: Steckt hinter dem Universum (oder den Universa etc.) tatsächlich ein universaler Geist, ein allumfassender, wie immer mehr Forscher annehmen (zB James Jeans)? Ist Gott ein „Solipsist“, in dem wir enthalten sind und den wir holographisch enthalten, der seinen Geschöpfen bei der „Commedia Divina“ zusieht? – Ist „Gott“ ein Voyeur?

Zeilinger: Das ist eine Frage, die jenseits der Wissenschaft steht. Meine persönliche Meinung ist es schon, dass es so etwas wie Geist gibt. Ob ich das jetzt als Gott bezeichne oder nicht, ist eine andere Frage. Es gibt sicherlich mehr als die unmittelbare materielle Erscheinung. Ich glaube, da muss man auch bescheiden sein. Wenn es einen Gott gibt, dann müssen wir ihr oder ihm auch das Recht zugestehen, so zu sein, dass wir sie/ihn nicht verstehen können.

Es gibt sicher mehr als die unmittelbare materielle Erscheinung