

Grundlagenforschung - "Man muss Neues machen, um Neues zu sehen."

Ausreichend gesundes Essen, moderne Medizin, Computer & Internet: Das meiste, was unser Leben heute gegenüber dem unserer Vorfahren komfortabler, sicherer, und gesünder macht als jenes unserer Vorfahren, haben wir Forschung und Technik zu verdanken. Meistens denken wir hier bei Forschung an sogenannte angewandte Forschung, welche neue Technologien entwickelt oder verbessert, die direkt für uns nützlich sind, z.B. umweltfreundlichere Autos, bessere Medikamente und so weiter.

Es gibt aber noch eine andere Art von Forschung, ohne die angewandte Forschung nicht möglich wäre: die Grundlagenforschung (engl. *basic research* oder *fundamental research*). Wer Grundlagenforschung macht, will herausfinden, wie die Welt im kleinsten Detail und im größten Ganzen funktioniert. Die Forschenden denken dabei nicht zuerst daran, ob die Antworten auf ihre Fragen unmittelbar nützlich sind, sondern sie folgen ihre Neugierde. Oder ihrem Instinkt, was vielleicht irgendwann in Zukunft nützlich sein könnten. Manche sagen, Grundlagenforschende sind wie groß gewordene Kinder, die nie aufgehört haben, Fragen zu stellen.

Jede Art von Anwendung hat ihren Anfang als Grundlagenforschung. Oft konnten Leute nicht im Entferntesten erahnen, wofür die Antwort auf Fragen, die sie spannend fanden, einmal gut sein könnten. So fragte sich Einstein, wie es wohl wäre auf einem Lichtstrahl zu reiten, der sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegt. Er ließ bei dieser Frage nicht locker, und stieß mit einer Kombination aus viel Kreativität und knochenharter Mathematik auf die berühmte Formel $E=mc^2$. Diese Formel ist die Grundlage von Kern- und Fusionskraftwerken, aber auch von Atombomben. Daran hatte Einstein anfangs wohl nicht gedacht.

Weil sich die Ergebnisse von Grundlagenforschung nicht direkt als neue Produkte verkaufen lassen, braucht es andere Geldquellen, um sie zu finanzieren. Das machen meistens große Förderorganisationen von Staaten oder der EU, aber auch z.B. Stiftungen. Nur eine Gesellschaft, die sich Grundlagenforschung leistet, kann in Zukunft bei der technologischen Entwicklung vorne mit dabei sein. Verkürzt gesagt: „Man muss Neues machen, um Neues zu sehen.“

Quantentechnologie – heißes Forschungsfeld, eiskalte Qubits

Ein Feld, wo derzeit besonders viel Grundlagenforschung stattfindet, weil man sich bald nützliche Anwendungen erhofft, ist das der Quantentechnologie. Vor über 100 Jahren begann eine der großen Revolutionen der modernen Physik: Nachdem einige Leute dachten, dass man im 19. Jahrhundert eigentlich die gesamte Physik schon verstanden hatte, kam es zu einer Reihe unerklärlicher Beobachtungen. Es zeigte sich, dass im ganz Kleinen, im Reich von Atomen und Molekülen, die Dinge anderen, seltsamen Gesetzen folgten: jenen der Quantenmechanik.

Nachdem die Quantenmechanik über Jahrzehnte verfeinert wurde, begann in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine weitere Entwicklung, in der viele revolutionäres Potential sehen. Wissenschaftler_innen hatten Ideen, wie man die seltsamen Phänomene der Quantenwelt (z.B. der Welle-Teilchen-Dualismus oder sogenannte Superpositionen) nützen könnte, z.B. für neuartige Messgeräte oder für Computer, die bestimmte schwierige Berechnungen viel schneller schaffen als herkömmliche Computer. Die Idee des Quantencomputers war geboren.

Das Herzstück des Quantencomputers sind die sogenannten Qubits, die Berechnungen durchführen können. Es gibt mehrere konkurrierende technische Ansätze, Qubits herzustellen. Sie alle benötigen schwierig herzustellende Laborbedingungen wie z.B. extreme Kälte und Staubfreiheit. Nachdem im Labor einzelne oder ein paar wenige Qubits

schon erfolgreich gebaut werden konnten, liefern sich unterschiedliche Akteure auf der Welt derzeit ein Rennen um die ersten tatsächlich brauchbaren Quantencomputer. Für Quantencomputer braucht man aber nicht nur Qubits selber, sondern auch das ganze Drumherum – die Zusammenschaltung mehrerer Qubits, Möglichkeiten mit einem Quantencomputer zu interagieren usw. All das sind heiße Forschungsgebiete.

Grundlagenforschung am IST Austria

Das IST Austria ist ein junges und ungewöhnliches Forschungsinstitut. An ihm findet ausschließlich von Neugierde getriebene Grundlagenforschung statt. In allen Bereichen der Naturwissenschaft, Mathematik und Informatik arbeiten die besten Köpfe der Welt an unterschiedlichsten Fragen: Wie wird aus einem Ei ein Fisch? Wie funktioniert unser Gedächtnis? Wie kann man Computern das Sehen beibringen? Und auch: Wie kann man einen Quantencomputer bauen?

Um diese und viele Fragen mehr zu beantworten, arbeiten über 800 Leute am Campus des IST Austria in Klosterneuburg bei Wien. Sie kommen von allen Kontinenten der Welt, alle sprechen miteinander Englisch. Es gibt besonders viele junge Forschende am IST Austria, die hier ihr Doktorat machen oder nach dem Doktorat als Postdoc ihre Expertise vertiefen. Diese jungen Leute befinden sich in einem spannenden, aber auch anstrengenden Lebensabschnitt. Wer in der Forschung erfolgreich sein will, muss oft umziehen, um internationale Erfahrung zu sammeln. Wegen der Pandemie ist all das schwieriger geworden, zudem konnte viele seit Monaten ihre Familien nicht sehen. Zumindest zwischendurch haben Sie aber am IST Austria eine Heimat gefunden, die es Ihnen erlaubt, ihrer Leidenschaft nachzugehen: Fragen zu stellen, die noch nie ein Mensch zuvor gestellt hat, und Antworten zu finden, die noch nie ein Mensch zuvor gefunden hat.

Wenn ihr mehr wollt:

Seht euch auf Youtube die Reihe zu Quantentechnologie von Mr. Watson an:

<https://www.youtube.com/watch?v=Jn97QC2EOc>

Schaut euch ein kurzes Video über das IST Austria an und seht den Quantencomputerforscher

Giorgios Katsaros (Englisch): https://www.youtube.com/watch?v=mCnJ4y_DE9k

Aufgabe:

Du lernst einen jungen Physiker des IST Austria kennen, dem du deine Fragen stellen kannst. Das können Fragen zur Quantentechnologie, aber auch darüber sein, wie es ist Wissenschaftler auf einem dynamischen Gebiet und einem internationalen Umfeld zu sein.

Bereite mindestens drei Fragen vor, die du stellen könntest.

Du bist bei den Fragen ganz frei – Wenn ihr wollt, könnt ihr aber auch die folgenden Fragen zuerst in der Gruppe besprechen. Eure Ideen dazu und neue Fragen, die daraus auftauchen, könnt ihr dann im Gespräch mit dem Physiker diskutieren.

- Was glaubst du, machen Quantenphysiker_innen den ganzen Tag?
- Hast du Ideen, für welche Art von besonders schwierigen Rechnungen ein Quantencomputer nützlich sein könnte?
- Glaubst du, wird es einmal Quantencomputer für zu Hause geben?
- Was denkst du macht Quantenphysiker_innen am meisten Spaß in ihrer Arbeit? Was ist für sie am schwierigsten?