ZE
VE
DI

Digitalgespräch Folge 67

Entwicklungssprünge, Zeitenwende und KI:
Neues zum Quanten-computing

Mit Frank Wilhelm-Mauch von der Universität des Saarlandes und dem Forschungszentrum Jülich, 15. Juli 2025
https://zevedi.de/digitalgespraech-067-frank-wilhelm-mauch/

[Der Vorspann mit Musik und Ausschnitten aus dem Gespräch beginnt.]

Marlene Görger [mg]: *Herr Wilhelm Mauch, Sie sind Professor für Theoretische Physik an der Universität des Saarlandes. Sie koordinieren am Forschungszentrum Jülich den Bau eines großen Quantencomputers für Europa. Frischen Sie doch bitte unsere Erinnerung auf. Was ist die Idee beim Rechnen mit Quantensystemen?*

Frank Wilhelm-Mauch [Wilhelm-Mauch]: *Irgendwie ist Quantenwissenschaft faszinierend, aber zur ethischen Bewertung ist vielleicht das Relevante gar nicht der Quantencharakter, sondern was kommt rein, was kommt raus, was bedeutet Beschleunigung und wie gehe ich mit Wahrscheinlichkeitsaussagen um, was wir als Gesellschaft, glaube ich, immer noch schwierig finden.*

Petra Gehring [pgg] *Fällt irgendwann die Grenze von Verschlüsselungen, wie wir sie bisher kennen?*

[Wilhelm-Mauch] *Das wird immer wahrscheinlicher. Das könnte man als Echtzeit-KI beschreiben, wo es wichtig ist, dass man nicht in einem Tag, sondern in einer Stunde oder nicht in einer Stunde, sondern in der Sekunde rauskommt. China, auf staatlicher Seite, und die USA bei einigen Firmen hat auch etablierte Konzerne, die die finanzielle Geduld haben, dieses Thema lang genug zu bespielen. Diese tiefen Taschen gibt es in Deutschland, in Europa nicht.*

[Der Vorspann endet, das Gespräch beginnt.]

[mg] *Die Vereinten Nationen haben das aktuelle Jahr 2025 zum internationalen Jahr der Quantenwissenschaft und Quantentechnologie erklärt. Dass in diesem Titel sowohl von Wissenschaft als auch von Technologie die Rede ist, deutet auf eine eigentlich unglaubliche Entwicklung hin. Vor etwa 100 Jahren hat die theoretische Physik begonnen, mit der Quantentheorie eine faszinierende Wirklichkeit jenseits unserer Vorstellungskraft zu etablieren. Korrekt beschreiben kann man ihre Gesetzmäßigkeiten nur in mathematischen Ausdrücken. Und unsere Alltagssprache kann die Bedeutung dieser Formeln allenfalls bildlich und annähernd begreiflich machen. Dass uns die Sprache hier im Stich lässt, ist kein Wunder, denn unserer unmittelbaren Anschauung sind Quantensysteme nicht zugänglich, wir können ihre Zustände nicht einmal im klassischen Sinne messen. Dass es dennoch gelingt, die theoretischen Erkenntnisse der Quantenphysik, also einer besonders abstrakten Wissenschaft, in konkrete Anwendungen zu überführen, also funktionierende Technologien zu entwickeln, ist eine beeindruckende Leistung. Besonders viel Aufmerksamkeit erhält die Entwicklung von Quantencomputern, die mit ihrer Rechenleistung die schnellsten Supercomputer um Größenordnungen übertreffen. Um Quantensysteme zu kontrollieren, sodass man mit ihnen verlässlich und schnell Rechenoperationen ausführen kann, ist interdisziplinäre Zusammenarbeit von Physik, Informatik und Ingenieurswissenschaft nötig. Hierzu*

entscheidend beizutragen, spornt Forschung und Entwicklung in der ganzen Welt an, motiviert auch internationale Kooperationen von SpitzenforscherInnen. Geld dafür kommt einerseits aus öffentlicher, aber auch aus privater Hand und das nicht nur im Geiste von Wissenschaft und menschlichem Fortschritt, sondern auch, weil politische und wirtschaftliche Interessen mit dem Zugriff auf eine derart machtvolle Technologie verbunden sind. Wer sich gerade fragt, ob wir uns damit nicht schon einmal im Digitalgespräch befasst haben, liegt richtig. Es war Folge 16 aus dem Januar 2022. Seitdem ist viel passiert in der Welt, auch der des Quantencomputing. Es gab entscheidende Durchbrüche. Aber auch neue Rahmenbedingungen für Forschung und Entwicklung. Und, nicht zuletzt, scheint die generative KI dem Quantencomputing in seiner Bedeutung als zentraler Zukunftstechnologie in der öffentlichen Wahrnehmung zumindest ebenwürdig. Welche Anstrengungen heute, also dreieinhalb Jahre später, unternommen werden, wie praxistauglich die Systeme bereits sind, welche Verbindungen zwischen KI und Quanten-Computing bestehen und wie sich Verschiebungen in der Geopolitik auf die Forschung und Entwicklung auswirken. Darüber sprechen wir heute im Digitalgespräch. Mein Name ist Marlene Görger, ich bin Physikerin und Technikphilosophin und arbeite für das Zentrum für verantwortungsbewusste Digitalisierung.

[pgg] *Und mein Name ist Petra Gehring. Ich bin Professorin für Philosophie an der Technischen Universität Darmstadt. Bei uns in unserem virtuellen Podcaststudio dürfen wir heute wieder Prof. Dr. Frank Wilhelm-Mauch als Experten für unser Thema begrüßen. Er ist uns aus dem Saarland zugeschaltet. Herzlich willkommen zurück im Digitalgespräch, Herr Wilhelm-Mauch. Wir sind sehr gespannt, was es Neues gibt.*

[Wilhelm-Mauch] *Ich freue mich zum zweiten Mal hier zu sein. Vielen Dank.*

[mg] *Herr Wilhelm-Mauch, Sie sind Professor für theoretische Physik an der Universität des Saarlandes und betreiben einerseits Grundlagenforschung, sind aber auch Experte für die Anwendbarkeit von Quantentechnologie, denn Sie koordinieren am Forschungszentrum Jülich, den Bau eines großen Quantencomputers für Europa. Das Projekt OpenSuperQPlus ist wie sein Vorgänger OpenSuperQ Teil des von der EU eingerichteten milliardenschweren Quantenflaggschiffs. In Folge 15 haben wir von Ihnen viel darüber gelernt, wie Quantencomputer funktionieren. Und welche Schwierigkeiten damit verbunden sind, sie in die Anwendung zu bringen. Frischen Sie doch bitte unsere Erinnerung auf, was ist die Idee beim Rechner mit Quantensystemen und was unterscheidet einen Quantencomputer von einem klassischen Supercomputer?*

[Wilhelm-Mauch] *Also das Rechnen mit Quantensystemen nutzt als Prinzip der quantenphysikalischen Überlagerung aus. Das bedeutet, in einem bestimmten wahrscheinlichkeitstheoretischen Sinn kann ein Quantenobjekt an mehreren Plätzen gleichzeitig sein und auf die Informatik übertragen. Es kann ein Register, ein Speicherplatz sehr viele Zahlenwerte gleichzeitig einnehmen. Und um mit dem wahrscheinlichkeitstheoretischen Charakter zurechtzukommen, muss der Algorithmus am Ende auch das richtige Ergebnis herausdestillieren. Die Hoffnung ist, und da gibt es auch mathematisch bewiesene Ergebnisse, dass das möglich ist, dass man bestimmte, zeitaufwändige Rechenaufgaben damit qualitativ beschleunigt. Das heißt im Extremfall, dass Aufgaben deren Zeitaufwand auf klassischen Computern, klassische Computer sind für uns immer die Nicht-Quantencomputer, wo der Zeitaufwand exponentiell wächst, dass der nicht exponentiell wächst. Also linear oder mit einem*

schwachen Potenzgesetz, was in vielen Fragestellungen zumindest die praktische Machbarkeit und die Nichtmachbarkeit unterscheidet. Also es gibt Dinge, die, wenn man sie nur in exponentieller Zeit lösen kann, nicht mehr sinnvoll gelöst werden können. Ein Beispiel, das wahrscheinlich unser Gespräch ein bisschen begleitet, was der Urknall war, der die Quantencomputerforschung Mitte der 90er aus der Obskurität herausgeholt hat, ist die Faktorisierung von Zahlen in Primfaktoren. Das ist so ein bisschen Schreck der Mathematik der fünften Klasse. Ist aber tatsächlich relevant zum Beispiel für die Kryptanalyse, also für das Entschlüsseln der aktuellen RSA-Kryptographie. Es gibt aber inzwischen auch viele Aufgaben im Bereich von Simulationen, von zum Beispiel Molekülen und Materialien, wo man davon ausgeht, diese exponentielle Beschleunigung zu haben. Es gibt auch viele Optimierungsaufgaben, technische Simulationsaufgaben. Auch einige Nischen in der KI, wo man zumindest denkt, dass man den Exponenten deutlich verbessert. Das ist da nicht die ganz extreme Beschleunigung, aber wenn man sich anschaut, wie wichtig diese Gebiete sind, ist auch dieses kleine Bewegen der Nadel dort sehr, sehr relevant.

[pgg] *Die Sache mit der Kryptanwendung, das sind die Verschlüsselungstechniken, über die ja auch viel diskutiert wird, fällt irgendwann die Grenze von Verschlüsselungen, wie wir sie bisher kennen?*

[Wilhelm-Mauch] *Das wird immer wahrscheinlicher. Also die Verschlüsselung, die wir kennen, ist ja erstmal eigentlich ein echtes technologisches Wunder. Ich kann mit jemandem verschlüsselt kommunizieren, ohne mich mal unter der Laterne getroffen zu haben und irgendwie ein paar Memory-Sticks mit Code-Zahlen auszutauschen. Und das liegt daran, dass die Verschlüsselung ist durch diese sogenannte Komplexität geschützt. Das heißt, man weiß, wie man entschlüsselt. Man weiß aber auch, dass es exponentiell lange dauert. Das heißt, im Wettrennen gewinnt immer die Verschlüsserin gegen die Entschlüsselerin. Ich gendere per Zufallsgenerator. Und das ist angreifbar mit Quantencomputern. Und sowohl die Anforderungen an die Größe und Leistungsfähigkeit des Quantencomputers versteht man immer besser und sie wird geringer. Da gab es tatsächlich erst letzte Woche einen Preprint von einem Wissenschaftler von Google, der da dramatische Verbesserungen gezeigt hat.*

[mg] *Vor einer Woche, das heißt jetzt zum Aufnahmezeitpunkt, das wäre Mitte Mai gewesen.*

[pgg] *Kurz gefragt, die Größe wird geringer oder die Leistungsfähigkeit?*

[Wilhelm-Mauch] *Beides, weil wir in dem Bereich sind, in dem man die Fehler von Quantencomputern, und das ist das wichtigste Leistungskriterium, wie oft macht eine Operation Fehler, auch aktiv in Software korrigieren kann. Und bei anspruchsvollen Algorithmen wie diesem Kryptoanalyse-Algorithmus, der heißt Shor-Algorithmus nach seinem Erfinder, muss man das auch. Und da gibt es so einen Größe-Qualitäts-Trade-off. Also die Qubit müssen sehr gut sein und wie extrem gut sie sind, kann ich dann teilweise durch Masse ausgleichen. Da gab es eine Veröffentlichung erst letzte Woche, wo sich das um ein Faktor 20 geändert hat. Das ist jetzt was, was zu veröffentlichten Roadmaps von Firmen passt, und zwar auch im nächsten Jahrzehnt. Für uns Bürgerinnen und Bürger bedeutet das, dass die Bemühungen, die es weltweit gibt, eine quantensichere Kryptographie zu etablieren, jetzt priorisiert werden müssen. Denn das ist im Prinzip möglich, man kann andere Verfahren nehmen, gegen die es keinen Quantencomputer-Angriff gibt. Das ist auch eine Frage von internationaler*

Zusammenarbeit. Die wurde und wird immer noch vom National Institutes for Standards and Technology in den USA koordiniert. Man wird sehen, wie die veränderten Bedingungen in den USA das Beeinflussen.

[pgg] *Ich versuch's jetzt noch mal wirklich mir vorzustellen, das klingt ja ziemlich dramatisch. Also technisch gesehen kann man jetzt Verschlüsselungen in absehbarer Zeit tatsächlich angreifen und jetzt muss das Team Schutz sich weltweit zusammentun, um mit anderen robusteren Verschlüsselungstechnologien dagegen zu halten.*

[Wilhelm-Mauch] *Genau, also ich möchte die absehbare Zeit ein wenig qualifizieren. Also die Veröffentlichung hat nach allem, wie wir die bis jetzt alle gerade lesen, keine größten Fehler. Da gibt es ein paar Sachen, wo man vielleicht an fünf bis zehn Prozent ein bisschen Sachen in Frage stellen kann, aber es wurde kein großer Fehler gefunden. Das kann noch passieren. Das hat eine große mathematische Komponente und Begutachtungsprozesse in der Mathematik, dauernd oft sehr, sehr lange. Aber Team-Sicherheit sollte zügig arbeiten. Also da gibt es jetzt auch verschiedene Ideen. Da muss man diese Ideen auf ihre Praktikabilität untersuchen. Man muss untersuchen, ob die wirklich quantensicher sind. Man muss aber auch untersuchen, ob die Implementierung zuverlässig gemacht werden kann. Denn oftmals gibt es Verfahren, die sind eigentlich mathematisch sicher, aber so schwierig zu implementieren, dass dann praktische Ausrüstung Probleme hat oder wenn es zu schwer zu bedienen ist. Da gibt es diese Kryptographenaussagen, die Sicherheitslücke sitzt vor dem Computer. Also man benutzt es dann nicht richtig. Da ist man jetzt im Gange und tatsächlich das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, das BSI, beobachtet es sehr genau. Wir an unserem Institut haben eine Studie geschrieben und pflegen die immer weiter, die das auch hilft, das einzuschätzen. Aber es ist tatsächlich so, nachdem wir auch bis 2023 eine Duschstrecke hatten, nach dem es aussah, als wären wir hinter unseren Roadmaps hinterher, dass man jetzt gerade in diesem Gebiet merkt, dass wir eigentlich aufholen und dass manches sogar ein bisschen schneller geht als vermutet.*

[mg] *Da haben wir jetzt schon ganz viele Stichworte auf dem Tablett, um die wir uns alle vielleicht noch mal einzeln kümmern. Ich wollte noch mal nachfragen, was genau macht das Projekt OpenSuperQPlus, was ist da die Aufgabe und wie ist das in diese vielen Anstrengungen und Bemühungen eingebettet, die Sie schildern?*

[Wilhelm-Mauch] *Also es geht bei uns am Forschungszentrum um eigentlich zwei Projekte, OpenSuperQPlus, und QSolid. QSolid ist unser nationales Projekt. Ich würde es vielleicht auch ein bisschen mehr an QSolid erklären, damit man nicht die extra Komplikation der europäischen Vernetzung noch obendrauf sitzen hat. Da geht es darum, einen Quantencomputer Prototypen zu bauen. Der weitestmöglich technologisch souverän ist. Wo wir also die meisten Technologien, soweit wir das können, selbst entwickeln oder wenigstens aus Europa beziehen. Wo wir das auch Nutzerinnen und Nutzern zur Verfügung stellen. Wo wir das auch sehr eng in eine High-Performance-Computing-Infrastruktur einbauen. Also das ist so der Unterschied zwischen einem ordentlichen Physikinstrument und einem echten Computer. Das sind natürlich schon Leute mit hoher IT-Expertise, die das nutzen, aber nicht unbedingt Leute mit Quantenphysikkenntnissen, dass man das nutzbar macht. Das bedeutet für uns auch, dass man die Kompetenzen, das alles zu bauen, in Deutschland aufbaut bzw. sie dort drin zurückholt. Wir haben jetzt also einen Prototyp, der jetzt in dem Stadium ist, dass wir erst mal interne Nutzer darauf loslassen. Die sind etwas geduldiger, was*

das Bug Reporting angeht, bevor wir das dann schrittweise auch in die freie Wildbahn entlassen. Unser Ziel dort ist es nicht das Wettrennen um die größte Zahl der Quantenbits, also Qubits einzusteigen, sondern wirklich gute Qubits an einer nicht trivialen Größe, also wir sind jetzt gerade bei 10, unser Ziel am Ende sind 30 und dann haben wir noch ein paar Extras, die das leistungsfähiger machen als ein 30-Qubit-System, da muss man schon richtige Systeme aufbauen, aber wir pushen jetzt noch nicht in 3- oder 4-stellige Bereiche. Und es geht aber darum, auch diese Kompetenz zu haben, wirklich von der Physik zum System zu gehen, auch die Komponenten zu entwickeln und das eben transparent zu haben. Dass man bei der Nutzung dieser frühen Rechner nicht sagt, ach, wenn du jetzt wirklich sehr eng auf die Hardware zugreifen willst, das geht nicht, weil da habe ich ein Betriebsgeheimnis oder da gibt es was, das darf ich nicht exportieren. Das wollen wir eben alles vermeiden.

[mg] *Diese vielen Sicherheitsüberlegungen oder auch das Ziel, möglichst selbstständig, ohne im Ausland zukaufen zu müssen und so weiter die Technologie zu entwickeln. Ist das was, was sich verstärkt hat jetzt in den letzten Jahren oder war das immer schon eine Priorität?*

[Wilhelm-Mauch] *Das hat sich auf jeden Fall sehr verstärkt zu Beginn, auch meiner Zeit in dem Gebiet, gab es sehr viele Programme, wo die USA in Europa Quantencomputing gefördert hat. Mit erstaunlich guten Förderbedingungen, auch was Nutzungsrechte angeht. Also man musste denen immer Nutzungsrechte einräumen, man durfte aber selbst verwerten. Was die Nationalität der davon beschäftigten Mitarbeitenden angeht. Das hat sich deutlich reduziert. Es gibt aber auch Exportbeschränkungen, die so graduell kamen. Das ist auch nicht in der Trump-Zwei-Ära erst gestartet. Das startete in der Trump-Eins-Ära. Das ging aber relativ bruchlos. Das wurde auch unter beiden weitergemacht. Das Erste, was man eben gesehen hat, waren Nutzungsrechte von Quantencomputing-Systemen, muss ich da eine Backdoor für jemanden offenhalten, was natürlich bei bestimmten Fragen man nicht möchte. Wenn ich das Management von Energienetzen optimiere, dann möchte ich meine Daten dort souverän halten. Es gab aber auch bei gut Englisch enabling hardware also von verschiedenen mehrfach nutzbaren Bauelementen irgendwann Einschränkungen. Also für eins, was wir benutzen, das ist ein parametrischer Quantenverstärker, das ist ein kleines Gerät, das kann elektrische Signale an der Grenze der Heisenbergschen unscharfen Relation messen. Da hat eine Zeit lang das MIT Lincoln Laboratory die ganze Welt damit beliefert und das ging dann irgendwann nicht mehr so richtig. Da kriegte man nicht mehr die neueste Generation, man musste immer gleich zehn Stück kaufen und man musste eine Nutzungsvereinbarung unterschreiben, dass man mit dem Ding nichts Interessantes macht. Das ging gut. Wir haben jetzt eine Industrie für diese Verstärker in Europa, also mehrere Startups in mehreren Ländern. Aber das wird mehr. Und auch die Bundesrepublik Deutschland hat seit letztem Sommer Exportbeschränkungen, die klug ausgestaltet sind, also Grundlagenforschung kann man weiter sehr, sehr frei machen, die aber zumindest bei uns die Auswirkungen hat, dass ich Veröffentlichungen, die von meinem Institut aufs Archiv, den Priprint-Server gehen, immer frei geben muss. Weil wenn es auf dem Archiv liegt, kann es auch in Nordkorea gelesen werden.*

[mg] *Wie sicher sind die Systeme denn auch vor Cyberangriffen zum Beispiel?*

[Wilhelm-Mauch] *Also da gibt es zwei Komponenten. Das eine ist das High-Performance-Computing-Zugangs-Modell, das diese Rechner absichert, das gibt es*

auch bei uns. Wenn ich einen Quantencomputer nutze, gerade was Sie auch im Vorspann gesagt haben, diese konzeptionelle Schwierigkeit zwischen Menschen und Quantencomputer bedeutet in der Praxis, der Programmcode, die Daten werden alle in einem klassischen Rechner vorgehalten, idealerweise in einem Hochleistungsrechner. Und über den spreche ich mit dem Quantencomputer. Also die praktische Firewall muss einfach so gut sein wie bei einem Hochleistungsrechner. Es gibt eine zweite Komponente, die auch so ein bisschen mit der Frage mit den Geschäftsgeheimnissen zu tun hat. Wenn ich tiefen Zugriff habe, ja, das ist frühe Hardware, noch nicht besonders groß, die ist nicht besonders ausgereift. Ich möchte die eigentlich hacken, ich möchte möglichst direkt auf alles zugreifen, um Leistungsfähigkeit rauszuholen. Wenn ich das schlau mache, kann ich auch Informationen bekommen, die Reverse Engineering erlauben, die mir ein bisschen sagen, was wurden denn für Hardware Design Entscheidungen getroffen, ohne dass ich die Hardware anschauen muss. Und da muss man noch mal extra vorsichtig sein, dass da nicht aus Versehen etwas herausleckt. Das ist etwas, was man zum Beispiel mit Ländern, für die wir Exportbeschränkungen haben, ganz, ganz klar verhindern muss, auch bei kleinen Systemen.

[pgg] *Das heißt, ich stelle mir das jetzt so vor, dass Ihre Forschung so ein bisschen umstellt ist. Auf der einen Seite gibt es Wettbewerb mit kommerziellen Anbietern oder kommerziellen Entwicklern, die natürlich auch an den Bauplänen, dessen, was Sie machen, Interesse haben. Und auf der anderen Seite gibt es andere Länder, die mit ihren Wissenschaftssystemen, also gewissermaßen staatlicherseits, auch auf dem Pfad sind, Quantencomputing entweder zu entwickeln oder vielleicht Entwicklungen zu stören oder mindestens zu kopieren, das ist ja ziemlich komplex.*

[Wilhelm-Mauch] *Ja, also das Kopieren ist, glaube ich, jetzt mal die eine Sache. Mit der Industrie, da würde ich immer ganz pragmatisch sein. Wir haben etwas unterschiedliche Ziele in der Wissenschaft und in der Industrie. Und idealerweise arbeiten wir sinnvoll zusammen. Ja das Jülicher Supercomputing Zentrum hostet auch industrielle Quantencomputer. Die sind größer als das Wesselbau und die sind polierter. Und unsere haben dafür andere schöne Eigenschaften, denn wir sind schon noch in dem Stadium, wo Quantencomputer Forschungsgeräte sind. Die sind nicht so leistungsfähig, dass sie jetzt schon Industrie oder ähnliches wirklich auf den Kopf stellen, und da hat man eben unterschiedliche Nutzungsprofile. Bei uns geht das etwas tiefer rein, man kann etwas detaillierter Dinge machen, man kann Designentscheidungen beeinflussen. Dafür ist es ein bisschen schwerer zu benutzen, dafür ist es nicht ganz so groß. Da, glaube ich, muss man gucken, dass man in eine gute Synergie kommt. Und wir sehen auch, wenn Sie auf Konferenzen mit Kollegen auch der großen Konzerne aus den USA reden, dass die inzwischen mehr von Ingenieurwissenschaft wieder zurück auch in Adressieren von eher grundsätzlichen Fragen gehen mit ihren eigenen Forschungsbudgets. Mit den anderen Ländern ist das eben eine schwierige Sache. Auch gerade bei Kryptoanalyse, wir leben in diesen Zeitenwendezeiten und wenn wir Botschaftskommunikation entschlüsseln können und andere das nicht, da möchte man schon ganz gern drauf aufpassen. Es gibt einen Korrektivartikel, den ich persönlich etwas zu reißerisch finde, aber dem ich jetzt nicht widersprechen würde. Wo es darum geht, wie einer der Pioniere des chinesischen Quantenprogramms von einer deutschen Universität nach China umgezogen ist. Und das ist ein Mensch, der ist so ein bisschen der chinesische Quantenoppenheimer. Also der ist ein vor allen Dingen sehr guter und talentierter Wissenschaftsmanager, der auch diese großen Verbünde in China orchestriert. Und in China findet das tatsächlich auch*

an staatlichen Stellen statt. China hat ja durchaus Unternehmertum, aber das Quantenlabor bei Alibaba ist zugemacht, ist Teil der USTC, University of Science and Technology of China. Und ich glaube auch, dass bei Huawei, da weiß ich jetzt nicht, ob es zugemachte ist oder inzwischen sehr, sehr klein ist. Aber da muss man aufpassen und das, was wir aus China veröffentlicht sehen, das hat schon Hand und Fuß.

[mg] *Sie sagten gerade der Zeitenwendezeiten, wie hat sich denn der Blick auch auf das Dual-Use-Potenzial von quantum computing verändert? Wird das diskutiert?*

[Wilhelm-Mauch] *Das wird diskutiert. Ich habe vorhin gesagt, was Quantencomputer Anwendungen sind und ganz schreckliche, abstrakte Dinge gesagt. Ja, also Optimierung zum Beispiel. Es gibt Ergebnisse aus der theoretischen Informatik, dass in Wirklichkeit alles Optimierung ist. Wenn ich bestimmte Dinge effizient optimieren kann, kann ich alles. Das ist völlig agnostisch, was ich dort optimiere. Ein Logistikproblem kann das umfahren. Von Verkehrsstaus im Rhein-Main-Gebiet sein oder das Zusammenziehen von Truppen oder das Orchestrieren von Drohnen schwärmen. Das haben alle Grundlagenthemen als Eigenschaft und da müssen wir eben aufpassen, was wir kommunizieren, wie wir das Kommunizieren. Und wenn wir das selbst machen wollen, dass wir das eben auch souverän machen. Also Sie sind in der Philosophie, Sie haben wahrscheinlich sehr viel über Dual-Use-Dilemma nachgedacht. Ich bin jetzt selbst auch in unserer Ethikkommission gerade zu solchen Fragestellungen, weil wir natürlich auch verstehen müssen, nicht alles, was vom Militär genutzt wird, findet auf dem Schlachtfeld statt. Da muss man auch vielleicht Zivilklauseln präzisieren und solche Dinge. Wir möchten, glaube ich, als Quantenwissenschaftlerinnen die Probleme der Philosophie nicht selbst lösen müssen, logischerweise. Das können wir auch nicht. Gleichzeitig gibt es dieses wunderbare Zitat aus einem satirischen Lied aus den Fünfzigern über Werner von Braun, so sinngemäß, ich lasse die Raketen steigen, wo die runterkommen, ist nicht meine Abteilung. Auf Englisch reimt sich das sogar.*

[pgg] *Ja, es ist nicht nur Philosophie, sondern natürlich irgendwie auch Politik, die vielleicht wiederum ein Stück weit überfordert ist, denn was Sie beschrieben haben, Grundlagenforschung auf der einen Seite und was hat das dann für Anwendungsfelder, das ist im Digitalbereich ebenso kurz der Weg von der Grundlagen-Forschung zu dem, was man damit machen kann und bei den Quantencomputern bestimmt. Besonders kurz am Ende des Tages, wenn es mal funktioniert, sodass der Durchbruch irgendwo im Labor ganz, ganz schnell super viele Möglichkeiten freisetzt. Wahrscheinlich kann die niemand so wirklich überblicken oder kartieren, diese Möglichkeiten.*

[Wilhelm-Mauch] *In meinem Augenblick sind wir da in einem Stadium, wo wir auch sehr viel mit Quanten-Algorithmen arbeiten und es keine mathematisch rigorose Laufzeitanalyse gibt. Das ist bei 90 Prozent aller Computer-Algorithmen so. Was man dann aber machen kann, ist, man sagt, na ja, ich habe jetzt hier Problembeispiele, die noch relativ klein sind. Ich gucke mal, wie das weitergeht. Und dann kann ich einschätzen Welche Leistungsfähigkeit eines Quantenrechners brauche ich, damit es wirklich nutzbar wird? In meinem Institutsbereich machen wir das für Fragestellungen wie künstliche Intelligenz, wie Simulation von Materialien oder für Simulation von Fräsen oder Laserschneiden. Das ist wesentlich interessanter, als es sich vielleicht am Anfang anhört. Und man würde natürlich hoffen, dass das jemand auch bei Sicherheitsanwendungen so macht, also bei militärischen Anwendungen. Bei diesem kryptoanalytischen Algorithmus ist es etwas anders, weil da gibt es eine rigorose*

Laufzeitanalyse. An der wird noch herum verbessert, aber es gibt da sozusagen klare Aussagen, wo man weiß, wo man sagen kann, naja, ich habe jetzt noch eine bestimmte Leistungslücke, ich weiß ungefähr, wie sich Leistungsfähigkeit von Quantencomputern entwickelt wird, ich kann das jetzt halbwegs schätzen.

[pgg] *Und dann weiß man auch, wo der Punkt der Einsetzbarkeit liegt. Genau. KI. Der Begriff ist gefallen. Wir kennen es vor allem jetzt so, ich sag mal, aus dem Nachrichtenbereich und natürlich auch durch ganz, ganz viele Softwareprodukte, die so im Alltag auch schon nutzbar sind. Gerade generative KI hat auch sowas von so einem neuen Technologiepfad, der da jetzt breit beschritten wird. Wie hängt das zusammen? Sie haben eben angedeutet, sie können mit Quantenverfahren... KI bearbeiten, besser machen, kontrollieren, wie auch immer. KI der Arbeit begleiten, habe ich das richtig rausgehört?*

[Wilhelm-Mauch] *Es gibt da zwei Facetten, die tragfähig sind und über diesen Facetten sitzt ein gigantischer Hype drüber. Das eine ist, dass wir klassische KI in Quantentechnologien im Entwicklungszyklus sehr, sehr routiniert einsetzen. Wir machen dasselbe an meinem Institut. Ich bin auch Mitgründer eines Start-ups. Das einfach das Kalibrieren, das Einstellen, das Aufbauen von Quantentechnologien KI-gestützt macht und damit auch den Innovationszyklus sozusagen deutlich beschleunigt.*

[pgg] *Ich frag nur kurz, das ist dann nicht generative KI, sondern das sind lernende Algorithmen? Das sind*

[Wilhelm-Mauch] *Das sind Lernmethoden und ähnliche Dinge. Dann gibt es die andere Seite, wo wir schauen, wenn es jetzt Quantencomputer gibt, was können wir an KI denn da drauf machen. Und da sind ja Aussagen oftmals nicht sehr belastbar, denn Benchmarking von KI ist unglaublich schwierig. Ob der Klassiker der KI-Leserinnen, die dieses Buch bestellt haben, wollten auch Folgendes lesen. Funktioniert das? Das ist auch fragwürdig. Auf eine Sache sollte man aufpassen, gerade mit LLMs.*

[mg] *Also großen Sprachmodellen.*

[Wilhelm-Mauch] *Genau, große Sprachmodelle. Die Ein- und Ausgabe geht über einen klassischen Rechner. Und die Währung der Größe von Quantencomputern sind Quanten Bits. Nicht Bits, nicht Kilobyte, nicht Megabyte. Dennoch sind die sehr leistungsfähig in bestimmten Anwendungen. Aber am Ende des Tages, wenn ich Big Data in den Quanten Computer reinbekommen und wieder rausbekommen muss, gehe ich durch eine klassische Schnittstelle. Ich brauche auch einen sehr großen Quantenrechner. Da gehen wir davon aus, dass das noch sehr, sehr, sehr lange dauert. Aber es gibt noch eine andere Dimension von KI. Das könnte man als schnelle oder Echtzeit KI beschreiben, wo man kleine Lernprozesse oder Auswertung von KI wirklich zeitkritisch machen möchte. Wo man also keine enorm große Datenmenge hat, wo es aber wichtig ist, dass man da nicht in einem Tag, sondern in einer Stunde oder nicht in einer Stunde, sondern eine Sekunde rauskommt. Beispiele dafür eines, was so ein bisschen auf der Grenze zwischen KI und Optimierung ist, Flughafenmanagement. Wenn Sie ein Flughafen optimieren wollen, sagen Sie, die Flugzeuge sollen möglichst wenig stehen. Aber lange genug, dass sie geputzt betankt, werden sollen und dass die Leute beim Umsteigen an möglichst vielen Geschäften vorbeikommen. Das kann man über Nacht machen. Sobald es morgens eine Panne gibt, macht man das nicht mehr*

mit dem Computer, dann improvisiert man. Quantencomputer können das möglicherweise in Echtzeit ergibt es Studien. Oder erkennen von Bildern in schnellen Entscheidungsprozessen. Zum Beispiel bei selbstfahrenden Autos, da brauche ich auch ein neuronales Netzwerk, das mir jetzt nicht sagt, welche Farbe die Jacke des Menschen hat, den ich gerade sehe, sondern das schnell entscheidet, bremsen oder nicht. Da können Quantencomputer vielleicht einen Geschwindigkeitsvorteil haben, wobei man mit denen in der Cloud kommunizieren muss. So eine Maschine möchte man sich nicht ins Auto schnallen. Oder auch ein Beispiel aus einem Projekt zu verkürzen. Eine Fabrik schickt mir Sensordaten und ich möchte aufgrund historischer Daten wissen, gibt es jetzt in meinem dort hergestellten Auto ein Qualitätsproblem. Großer Unterschied, ob ich das nach einem Tag merke oder ob ich es nach einer Stunde merke. Das sind so schnelle, neue KI-Ideen, wo, glaube ich, Quantencomputer ein Potenzial haben. Das ich noch vor meiner Pensionierung erleben kann. Also Big Data muss man sehr schwierig sein. Da gibt es ein wohlbekanntes einen Ausgabeproblem. Aber schnelle, zeitkritische KI, da sehen wir durchaus Potenzial.

[mg] *Man hat ja dann schon auch gleich die Dual-Use-Fälle auch im Kopf, wenn Sie das so beschreiben. Sie sagten, es gibt auch Ethikkommissionen, die sich befassen mit Problemen, die entstehen können. Hat sich denn auch da die Unbefangenheit verändert in den letzten Jahren? Welche Arten von Entwicklungslinien man verfolgt oder wird das ausgeblendet?*

[Wilhelm-Mauch] *Es wird von einer kleinen, aber steigenden Zahl von Kolleginnen und Kollegen angeschaut. Es ist immer noch so, dass wir einfach sehr an den agnostischen Leistungsdaten interessiert sind, aber es gab jetzt zum Beispiel eine Initiative, Prozentzahlen, das ist jetzt nicht Dual-Use, aber bestimmte Prozentzahlen der Rechnerzeit für humanitäre Zwecke zur Verfügung zu stellen. Vorhersage von Überschwemmungen in Bangladesch, auch ein Echtzeit-KI-Problem. Ich möchte nicht die Überschwemmung eine Woche nachdem sie passiert ist vorhersagen können. Es gibt auch Initiativen zur energieeffizienter Quantentechnologie. Es entwickelt sich einige Länder, speziell die Niederlande, wo es schon eine große Initiative gab, sind dort auch Vorreiter. Mein niederländischer Kollege, mit dem ich sehr eng arbeite, hat mit Ihnen, Frau Gröger, was gemeinsam. Er hat Physik studiert und ging dann in die Philosophie. Ich denke, ja, das Bewusstsein wächst, auch weil wir auf einer anderen Seite eine Version dieser Spannung sehen, nämlich die Spannungen zwischen Open Science und Verwertung und Kommerzialisierung. Diese großen Programme wie das EU-Quantentechnologie-Flaggschiff. Oder das Bundesprogramm bekommt man nur, wenn man eine klare Kommerzialisierungsperspektive hat. Und da beißt einen so ein gewisser Widerspruch auch schon. Ich bin für Open Science, bis ich meinen Konsortialvertrag mit meinen Firmenpartnern aushandeln muss. Vieles von dieser Diskussion wird jetzt auch in diesen ethischen Bereich übertragen. Es gibt auch dann noch solche aktuellen Dinge, wo man sieht, wie nah das ist. Einer meiner Kollegen von der ETH war, glaube ich, der Auslöser davon, dass die ETH eine Anfrage der US-Regierung über ihre DEI-Programme gekriegt hat.*

[mg] *Die Abkürzung DI, das bezieht sich auf Diversitätsprogramme.*

[Wilhelm-Mauch] *Weil er noch Drittmittel aus den USA von DARPA bekommt. Und da merkt man dann, wie nahe solchen Fragen einem sind. Wir arbeiten in die Richtung, wir sind noch nicht so reflektiert, wie wir das sein sollten. Eine Schwierigkeit ist es, wir versuchen eigentlich auch so ein bisschen die Schnittstelle zu solchen Fragestellungen*

klar zu definieren. Irgendwie ist Quantenwissenschaft faszinierend. Aber zur ethischen Bewertung ist vielleicht das Relevante gar nicht der Quantencharakter, sondern die einen Ausgabeanalyse. Was kommt rein, was kommt raus, was bedeutet Beschleunigung und wie gehe ich mit Wahrscheinlichkeitsaussagen um? Was wir als Gesellschaft, glaube ich, immer noch schwierig finden. Mit denen ich aber eigentlich in der KI auch schon umgehen müsste. Was bedeutet das, wenn mir meine KI … In 95 Prozent aller Fälle vernünftige Ergebnisse liefert und meine KI, mit der ich Bewerbungen bewerte, in 5 Prozent der Fälle immer noch minderheitenfeindlich ist, weil sie auf historisch minderheiten-feindlichen Daten trainiert wurde. Also ich glaube, wenn man das in einem gemeinsamen Dialog auch hinbekommt, kann man auch die Eigenschaften des Quantencomputings dort reinbringen, noch gepaart mit der sehr steilen Entwicklungslinie.

[pgg] *Das heißt, wenn wir insgesamt eine bessere Diskussions- und vielleicht auch politische Kultur in dieser Hinsicht entwickeln würden, dann würde das gleich mehreren dieser neuen Technologien letztlich helfen, weil dann die Urteilskraft ja sowieso auch sehr komplexe Systeme und die anwendungsnahe Zone dieser Systeme betrifft. Und oft sind sie ja auch kombiniert, die Systeme.*

[Wilhelm-Mauch] *Ganz genau, ganz genau. Also auch gerade eben der Umgang mit einer Unsicherheit. Da ist es dann immer schwierig, wenn das ein Dialog ist, der sowohl über diese Unsicherheiten stattfindet als auch mit jemandem, der mir Forschungsgelder gibt. Da möchte ich sehr sicher auftreten. Aber wenn man sagt, ja schau her, hier ist der Mainstream, das Wahrscheinlichste, was passiert. Aber es kann folgende extreme Ausreißer, in die eine oder die andere Richtung geben. Und mit denen müssten wir umgehen. Auch in der Bewertung der Pandemie sieht man jetzt, wie man damit auch umgegangen ist, dass man bestimmte Dinge am Anfang der Pandemie schlicht nicht wusste. Und ich glaube, gerade bei solchen Technologien muss man das auch machen. Da kann es halt Entwicklungspfade geben. Wie jetzt, was ich vorhin von Google erwähnt habe, wo jemand plötzlich ein Faktor 20 an den Hardwareanforderungen wegschneidet, da kommt alles sehr viel näher. Und das hat man in seinem Risikokorridor. Und da muss man halt die Bewertung auch wirklich gemeinsam machen. Ja, wir können sagen, was der Risikokorridor ist aus der Naturwissenschaft, aber andere Leute müssen dann sagen, wie man damit umgeht.*

[pgg] *Stichwort Finanzierung, das ist ja auch eine Dimension, die man schon so von außen ahnen kann. Wie sehen Sie das als beteiligter Wissenschaftler? Es gibt einen enormen Wettbewerb dieser spitzen Technologien, nicht nur um Aufmerksamkeit, sondern auch um Fördermittel. Jetzt gibt es KI, auch noch als Zukunftstechnologie, die dringend gefördert werden sollte. Die Quantentechnologie hat enorme Fördersummen. Zugesprochen bekommen von verschiedenen politischen Akteuren. Das konkurriert auch ein Stück weit miteinander, nicht nur in der Aufmerksamkeit, sondern auch, was die Budgets angeht, die überhaupt zur Verfügung stehen. Wirkt sich das aus oder schafft die Politik das einfach, diese Bedürfnisse parallel zu befriedigen?*

[Wilhelm-Mauch] *Also, wenn die EU und die Bundesrepublik das umsetzen, was diskutiert wird, da gab es jetzt eine Quantum Declaration und ähnliche Dinge, dann sehen wir jetzt erst mal diese enorme Konkurrenzsituation nicht so sehr. Und natürlich Forschungsbudgets gemessen in, ich sag mal, Kampfflugzeugen oder Mittelstürmern, sind die ja gar nicht so groß. Wir sehen, dass die Art, wie investiert wird, bisschen unterschiedlich ist. Bei so einem Supercomputer wie in Jülich bauen jetzt gerade auch*

das Jupiter-System auf. Das sind große Forschungsinfrastrukturen, die man gemeinsam mit Firmen entwickelt, wo man natürlich eine Innovationshöhe hat, aber schon auch halbwegs weiß, was man machen muss. In der Finanzierung von Quantencomputing haben wir schon noch eine ganz andere Risikostreuung. Also man weiß, man braucht bestimmte Forschungsinfrastruktur, man braucht Reinräume, man brauchte Kältemaschinen, man braucht den Elektronik-Schaltschrank, der neben dem Rechner steht und die Programmierschnittstelle abbildet. Aber wir müssen in der Förderlandschaft eben auch schauen, dass wir immer noch genügend Komponenten haben für die großen Disruptionen. Für Spekulativere Dinge. Es ist aber durchaus auch schon so, dass weil sehr viele Dinge auch im kommerziellen Bereich geheim geforscht werden, man manchmal Dinge, die jemand anders schon weiß, auch nochmal entwickeln muss. Das sind also gerade bei der Chip-Herstellung Dinge, die sind auch gar nicht patentiert. Weil man, wenn man den Chip sieht, nicht nachweisen kann, dass ein bestimmtes Verfahren benutzt wurde, nur der Chip ist halt besonders gut. Und weil man ins Patent ja auch reinschreiben muss, was man tut oder was das Verfahren ist. Also da gibt es schon auch einen Bedarf, Dinge, die andere schon entwickelt haben, noch mal zu entwickeln. Und wir müssen, glaube ich, wir müssen schauen, dass vor allen Dingen der Mitteleinsatz auch wirklich sachgerecht ist. Also falsch wäre es zum Beispiel. Sich jetzt an symbolischen Meilensteinen abzuarbeiten, das klassische wer hat den größten, ohne gleichzeitig bei der Vergrößerung des Quantencomputers auch die Qualität der Bauelemente zu verbessern. Das muss geduldig weitergeschrieben werden, da müssen Politik, generell Fördergeber und Wissenschaft gut aufeinander hören. Eine gute Forschungsausschreibung ist eine, die die richtigen Themen adressiert. Wo die Ziele für mich leicht unangenehm sind. Ich muss mich gefördert fühlen, aber ich muss mich für Dinge gefördert fühlen, die auch wichtig sind. Eine andere Sache, die wir aber natürlich sehen, ist, wir haben eine gute Start-up-Kultur in Deutschland und Europa, was Quanten Computing angeht, aber bei der Förderung in diesem Bereich haben wir keine so gute Scale-up Kultur. Wenn Unternehmen wachsen, dann müssen sie sehr oft umziehen. Da wird die arabische Welt auch interessanterweise sehr, sehr viel stärker an bestimmten Themen. Die andere Sache, die wir auch in Finanzierung sehen, ist China auf staatlicher Seite und die USA bei einigen Firmen hat auch etablierte Konzerne wie Google und IBM, die die finanzielle Geduld haben, dieses Thema lang genug zu bespielen. Diese tiefen Taschen gibt es in Deutschland, in Europa nicht. Wir haben in Europa eigentlich nur noch einen Computerhersteller, also Arthors Eviden. Wir haben Chip-Hersteller, aber wir haben nicht diese integrierten IT-Konzerne wie Google und IBM, die da auch ihre ganzen Ressourcen reintun können. Also das müssen wir auch auf dem Schirm behalten. Da hat vermutlich der Staat noch länger eine Rolle. Für mich ist da mal ein bisschen das Vorbild, die NASA zu Apollo-Zeiten, wo eine staatliche Behörde letztlich Komponenten und Subsysteme eingekauft hat und dann das System am Ende zusammengebaut hat. Das passt, glaube ich, deutlich besser zu Deutschland.

[mg] *Ich würde gerne nochmal auf einen ganz anderen Aspekt zu sprechen kommen, und zwar diese Interdisziplinarität, die ja wichtig ist in ihrem Feld. Ist es denn noch so, dass die Physik trotzdem die Zügel in der Hand hat oder die führende Disziplin ist oder holt sozusagen die Informatik auf oder entsteht ein ganz neuer Typ von Wissen, vielleicht auch eine eigene Disziplinarität oder Fachsprache?*

[Wilhelm-Mauch] *Ich denke, die Physik dominiert mit stark fallender Tendenz. Wir sehen immer mehr Informatiker, die an Quantencomputing herangehen, die dann oftmals auch der Physik, sozusagen die Randbedingungen und Teile der Sprache*

lernen. Wir sehen aber auch in den Ingenieurwissenschaften immer mehr. Also ein gutes System aufzubauen, wo die Komponenten zusammenführen, ist ein Problem der Elektrotechnik. Es ist teilweise auch ein Problem des Systems Engineering, das ist eine eigenständige Disziplin, die große Blüte auch in der Raumfahrtindustrie hatte. Da ist es wichtig, dass wir auch klar die Schnittstellen beschreiben. Was muss man in der Informatik wissen und was ist eigentlich egal? Was ich sehe, ich halte selbst eine Vorlesung, die auch für Studierende von Informatik und Mathematik zugänglich ist, ist, dass man die Metaphorik, mit der man versucht, Verständnis zu erzeugen, Verständnis durch Analogie sozusagen, mit dem muss man sehr, sehr vorsichtig sein, denn die Studierenden so am Ende des Bachelorbeginns des Masterstudiums haben eine ganz andere Metaphorik im Hinterkopf, als das Studierende der Physik haben. Da kann man nicht sagen, das ist so ähnlich wie in der Optik, weil dann kommt die Frage, wie ist das in der Optik? Da hilft die gemeinsame Sprache der Mathematik und eigentlich ähnlich mit den Ingenieurwissenschaften. Die sind tatsächlich sehr viel mehr auch gewohnt, mit hoher Komplexität umzugehen. Da macht man eine Schnittstellenbeschreibung. Es ist interessant, wenn man sich auch die Geschichte der Quantenphysik anschaut. Bei den Einführungsworten kann man an einem Punkt leicht widersprechen, nämlich es gibt ja diese sogenannten Quantentechnologien 1.0, der Transistor, der Laser, die Kernspinnenresonanz, wo man diese abstrakten Konzepte nicht so richtig braucht, wo man sehr pragmatisch dran geht. Und bei 2.0 bei Quantencomputer, Quantenkrypto und Ähnlichem braucht man auch diese nicht intuitiven Konzepten. In der Zwischenzeit haben wir Vorlesungen mit Begriffen wie Quantenmechanik für Lehramtskandidaten, Quanten- mechanik für Ingenieure erfunden. Blöderweise bringen wir den dann Quanten 1.0 bei. Wir bringen den dann bei, wie man Transistoren und chemische Bindungen versteht. Aber da kann man arbeiten und es gibt tolle europäische Initiativen. Es gibt ein europäisches Kompetenz Framework für Quantentechnologien. Es gibt von der TU Braunschweig ein sehr gut geschriebenes Lehrbuch Quantentechnologien für Ingenieure, geschrieben von der dortigen Fachdidaktik von Franziska Greiner und Rainer Müller. Und das sind genau die Schritte in der richtigen Richtung, auch durch die Notwendigkeit getrieben. Auch wir als Physikerinnen, die wir glauben, alles zu können, müssen zugeben, dass es vielleicht nicht stimmt.

[mg] *Sie sagten ja, man hat den Quantencomputer eher nicht unter der Motorhaube. Es gibt Anwendungen, die sind für die Cloud. Wie wichtig sind denn insgesamt Entwicklungen im Bereich Cloud? Also sehen Sie da die nötigen Kapazitäten auch für die Szenarien, die man vor Augen hat, verwirklich?*

[Wilhelm-Mauch] *Also Quantencomputer sollen ja Dinge tun, wo Hochleistungsrechner Schwierigkeiten haben und Hochleistung Rechner haben immer einen Fernzugang, das altmodische Wort für Cloud Fernzugangs. Das macht man im akademischen Rechnen eigentlich schon immer so. Es ist wichtig, dass die Anbindung dort wirklich gut ist. Zum Beispiel die Frage, wie ich meinen Quantenprozessor optimal nutze, ist sehr anders als im High-Performance-Computing. Da gibt es sehr viel unter der Motorhaube. Aber da, wie ja ich versucht habe bei KI schon ein bisschen zu sagen, da die Ein- und Ausgabedatenströme relativ überschaubar sind. Quantencomputer und Leistungsfähigkeit ist während des Rechnens, ist nicht in den Ein-und Ausgabetatenmengen. Sind wir, glaube ich, nicht die Leute, die die Cloud-Infrastruktur, auch was Glasfaser und so was angeht, jetzt wirklich überstressen. Es gab mal vor kurzem eine Ausschreibung der deutschen Cyberagentur, wo man einmal versucht hat, das so ein bisschen auszutesten. Die Cyberagentur ist eine Agentur des Bundes, die ähnlich wie Sprind Vergabeverfahren macht, aber für die Sicherheitscommunity. Und*

das war eine Ausschreibung für sogenannte mobile Quantencomputer. Mobil heißt, glaube ich, in dem Fall, man hat einen zwölf Meter langen Container und einen Tag, nachdem der aus dem Flugzeug ausgeladen wurde, läuft das Ding. Das ist nicht der Quanten-Computer in der Tasche. Und da wurden Projekte angekündigt. Das ist sicherlich sehr, sehr früh. Ich hätte erst mal hohe Leistungsfähigkeit und dann möchte ich es kleiner machen, aber man schaut sich das schon an.

[mg] *Welche Aufgaben werden, denn jetzt wir Ihnen am Forschungszentrum als nächstes vergeben? Woran stürzt man sich jetzt?*

[Wilhelm-Mauch] *Also, wir hosten immer mehr Quantencomputer-Prototypen verschiedener Größe und verschiedener Plattformen, damit die Menschen, die das nutzen wollen, auch genau auf die richtige Hardware kommen. Auf der Hardware-Entwicklungsseite, was wir selbst machen, wir sind einer der staatlich geförderten Systemintegratoren, also das System, die wir selber aufbauen, gehen auch schon Komponenten von Firmen, von anderen Institutionen ein. Wir wollen, indem wir die Bauelemente immer besser machen und die Systeme gleichzeitig damit wachsen lassen, uns eben auf den Weg machen, dass man einen Quantenvorteil in einer interessanten Fragestellung hat. Quanten-Vorteil heißt, man macht etwas, was klassische Computer nicht mehr sinnvoll können. Die praktische Fragestellung ist für uns nicht das künstliche Benchmark, das Google Ende 2019 veröffentlicht hat, aber vielleicht was aus einem anderen Bereich der Wissenschaft. Das sind so die naheliegenden Ziele, weil die teilweise auch sehr kompakt auf den Quantencomputer übertragbar sind. Und weil wir da auch eine geduldige, nutzenden Community haben. Also wenn wir jetzt mittelfristig dazu kommen, dass in die Workflows der Chemikalienentwicklung Quantencomputer routiniert genutzt werden und ein bisschen die Nadel verschieben, dann haben wir, glaube ich, wirklich was erreicht.*

[Der Abspann mit Musik und Ausschnitten aus dem Gespräch endet.]

[mg] *Und damit ist dieses Digital-Gespräch zu Ende und wir bedanken uns bei Frank Wilhelm Mauch von der Universität des Saarlandes und dem Forschungszentrum Jülich für diese faszinierenden Einblicke und das spannende Gespräch. Viele Grüße in Saarland und wie immer auch vielen Dank an Sie, liebe Zuhörerinnen und Zuhörer, für das Interesse und die Aufmerksamkeit. Wenn Sie mögen, hören wir uns in drei Wochen wieder zur nächsten Folge des Digitalgesprächs, einem Podcast von CWDI, dem Zentrum für verantwortungsbewusste Digitalisierung.*

This work is licensed under CC BY-NC-ND 4.0. To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/