

## THESE: INVESTITIONEN IN DIE ZUKUNFT: Europa holt auf

650 Millionen Euro stellt die Bundesregierung bis 2022 für das Programm „Quantentechnologien von Grundlagen zum Markt“ zur Verfügung. Eine Milliarde Euro stellt die EU mit ihrer Quantum-Flagship-Initiative bereit. In diesem Kontext entwickelt beispielsweise die Quantum Internet Alliance (QIA) einen Prototyp für ein Quanten-Netzwerk. Die Datenkommunikation, die 2020 zwischen Amsterdam, Leiden, Den Haag und Delft probenhalber aufgebaut werden soll, wäre per se abhörsicher. Bis Ende 2021 wollen die Fraunhofer-Gesellschaft und das US-Unternehmen IBM den ersten kommerziellen Quantencomputer als offene Forschungsplattform in Deutschland installieren.

## Die Akademie

Der Akademie der Wissenschaften in Hamburg gehören herausragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Disziplinen aus Norddeutschland an. Sie trägt dazu bei, die Zusammenarbeit zwischen Fächern, wissenschaftlichen Hochschulen und anderen wissenschaftlichen Institutionen zu intensivieren. Sie fördert Forschungen zu gesellschaftlich bedeutenden Zukunftsfragen und wissenschaftlichen Grundlagenproblemen und macht es sich zur besonderen Aufgabe, Impulse für den Dialog zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit zu setzen. Die Grundausstattung der Akademie wird finanziert von der Freien und Hansestadt Hamburg. Präsident der Akademie ist Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Edwin J. Kreuzer.

### Kontakt

Akademie der Wissenschaften in Hamburg  
Edmund-Siemers-Allee 1  
20146 Hamburg  
Telefon 040/42 94 86 69-0  
Telefax 040/42 94 86 69-25  
E-Mail [veranstaltungen@awhamburg.de](mailto:veranstaltungen@awhamburg.de)  
[www.awhamburg.de](http://www.awhamburg.de)

# AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN HAMBURG

## Quantencomputing auf dem Sprung in den Alltag? Von der wissenschaftlichen Vision zur wirtschaftlichen Relevanz

### Akademie im Gespräch

Mittwoch, 21. Oktober 2020, 19:00 Uhr

Business Club Hamburg, Villa im Heine-Park, Elbchaussee 43,  
22765 Hamburg



## VORBEMERKUNG

In der Welt der kleinsten Teilchen, der Elektronen, Atome und Moleküle ist nichts wie im Alltag, in dem die Gesetze der klassischen Physik gelten. Im Kleinen zeigen sich vielmehr die Gesetze der Quantenphysik, der Albert Einstein sehr skeptisch gegenüber stand. Doch nun erreicht die Quantenphysik unsere Lebenswirklichkeit. Sie könnte Produkte hervorbringen, wie wir sie bislang nicht kennen: Quantencomputer, deren Leistungsfähigkeit mächtiger ist, als es die eines konventionellen Superrechners je sein wird; Magnetsensoren, mit denen sich Computer per Gedanken steuern lassen; Quantensensoren, die das Gehirn beim Denken und Fühlen begleiten, oder abhörsichere Kommunikation, sind einige der Ideen. Die Möglichkeiten dieser Technik sind kaum absehbar. Quantentechnologien werden, darin sind sich die Experten einig, unsere Welt grundlegend verändern.

### THESE: NEUE SCHLÜSSELTECHNOLOGIE: KI & Quantencomputer

Künstliche Intelligenz (KI) ist im Alltag längst angekommen. Die Technik, die diesen rasanten Fortschritt möglich gemacht hat, trägt die Bezeichnung „Künstliche Neuronale Netze“. Inzwischen haben Informatiker diese Technik so weit entwickelt, dass diese Netze realistische Bilder aus wortreichen Beschreibungen malen, Klaviermusik oder Gemälde aus Angaben über Kunststile erzeugen, Gesichter in Videos auf fremde Körper montieren, Röntgenbilder höchst effizient auf Krankheitsbilder scannen, Anlagendepots erfolgreich managen, Kredite vergeben, logistische Abläufe optimieren, Windräder in schwindelerregenden Höhen reparieren, Autos oder Waffen steuern. Aber sie brauchen viel Rechnerleistung, damit das möglich ist. Quantensysteme, die viele Möglichkeiten gleichzeitig berechnen und komplexeste Fragestellungen extrem effizient erfassen können, verfügen über eine deutlich höhere Lernleistung als bisherige KI-Systeme, die auf konventionelle Computer angewiesen sind. Das macht Quantencomputer zum zentralen Treiber für die Künstliche Intelligenz. Die Verbindung von Quantenrechnern und KI wird eine Schlüsseltechnologie werden.

### THESE: NEUES FORSCHUNGSGEBIET: Quanten-Maschinelles-Lernen

Die Verknüpfung von Quantencomputer und Künstlicher Intelligenz führt auf ein neues Forschungsgebiet: das Quanten-Maschinelle-Lernen (QML). Gegenstand der KI-Forschung ist, komplexe Probleme wie die Optimierung von Lieferketten, des Verkehrs, des Klimageschehens, die Entwicklung von neuen Materialien oder Medikamenten zu lösen. „Mathematisch betrachtet sind viele KI-Probleme sogenannte kombinatorische Optimierungsprobleme, etwa optimale Lieferrouten zu bestimmen. Wenn solche Probleme komplex sind, also viele Variablen enthalten, ist es heute auf digitalen Computern schwer bis unmöglich, optimale Lösungen in vertretbarer Zeit zu finden. Quantencomputer hingegen könnten dies in kürzester Zeit bewältigen“,

erläutert Prof. Christian Bauckhage (Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme). Allerdings bedarf es dafür auch der Entwicklung neuer Algorithmen und neuronaler Netze.

### THESE: QUANTENCOMPUTER ist nicht Quantencomputer

Unterschieden wird zwischen universellen Quantencomputern und solchen, auf denen spezielle Simulationstechniken ausgeführt werden. Diese sogenannten Quanten-Annealer nutzen Autobauer wie VW oder BMW, um in ihren Forschungslaboren Prozesse im Transport oder der Fertigung zu optimieren.

### THESE: DIE KONKURENZ SCHLÄFT NICHT: China ist im Geschäft

China hat bereits 2016 den ersten Quantensatelliten ins All geschossen. 2017 bauten die chinesischen Experten den ersten Prototypen einer quantenkryptografisch gesicherten, 2.000 Kilometer langen Kommunikationsstrecke zwischen Peking und Shanghai. Es wird vermutet, dass China bislang mehr als zehn Milliarden Euro in die Entwicklung der Quantentechnologie investiert hat.

### THESE: DER MARKT DER ZUKUNFT

Analysten von Morgan Stanley gehen davon aus, dass sich der Markt für High-End-Quantencomputer bis 2025 auf zehn Milliarden Dollar pro Jahr verdoppeln wird.

IBM, Google, Alibaba, Novarion, Rigetti und D-Wave sind Unternehmen, die sich der Herstellung von Quantencomputern widmen. IBM stellte im Januar 2019 den ersten kommerziellen Quantencomputer vor, der außerhalb eines Labors arbeitet. Die Entwicklung dieser Computer ist sehr aufwändig, da es immer noch erhebliche technische Hürden für den Betrieb von Quantencomputern gibt.

### THESE: TECHNISCHE HERAUSFORDERUNGEN

Die heutigen Rechner arbeiten mit Nullen und Einsen, mit Bits und Bytes. Quantencomputer arbeiten mit Recheneinheiten, die nicht nur Null und Eins oder Schwarz und Weiß kennen, sondern zusätzlich auch Grau. Quantenbit nennt man diese Recheneinheit, die sich unserer Intuition entzieht. Quantenbits erlauben das Rechnen in parallelen Welten. Aber sie sind sehr empfindlich gegenüber äußeren Störeinflüssen wie etwa elektromagnetischer Strahlung. Quantencomputer arbeiten derzeit nur unter Vakuumbedingungen und benötigen für ihre Arbeit eine Temperatur, die fast beim absoluten Nullpunkt von minus 273 Grad Celsius liegt. Doch es werden auch schon sehr viel robustere, topologisch geschützte Quantenbits erforscht, wie beispielsweise bei Microsoft, an der TU Delft oder der Universität Hamburg.