

**Press release****Universität Bremen****Kai Uwe Bohn**

09/28/2022

<http://idw-online.de/en/news802020>Research projects, Research results  
Information technology, Physics / astronomy  
transregional, national**Mehr als 500.000 € für KI-Forschung mit Quantensystemen und Quantenphotonik**

**Maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz (KI) werden heute in vielen Bereichen unseres Lebens eingesetzt – die Bezeichnung KI findet sich auf alltäglichen Produkten vom Saugroboter bis zur Waschmaschine, und KI kennt unser Konsumverhalten vermeintlich besser als wir selbst. Zwei Projekte am Institut für Theoretische Physik der Universität Bremen, die sich mit quanten-maschinellern Lernen und Technologieentwicklung beschäftigen, werden jetzt mit insgesamt mehr als 500.000 € gefördert.**

Die Grundidee des maschinellen Lernens ist einfach: Durch Trainieren „erlernt“ ein komplexes System, Verhalten auch jenseits der Trainingsdaten vorherzusagen, ohne die zu Grunde liegenden Gesetzmäßigkeiten dafür kennen zu müssen. Oft verschlingt das Training dabei viel Computerleistung, denn es werden tausende von Parametern genau optimiert, um brauchbare Vorhersagen treffen zu können.

Eine Alternative können physikalische Systeme mit ausreichender Komplexität darstellen, die selbst als künstliches neuronales Netzwerk fungieren, also in ihrer Funktionsweise vom menschlichen Gehirn inspiriert sind. So wie Informationen über den Sehnerv in das Gehirn gelangen, werden Informationen in das künstliche neuronale Netz gespeist und regen dort komplexe Schwingungen an. Durch den Trainingsprozess lernt das System, diese Schwingungen zu interpretieren, wie auch das Gehirn aus den eingehenden Daten unsere Wahrnehmung von Bildern erzeugt.

Ein anschauliches Beispiel für solch ein künstliches Netzwerk ist eine gefaltete Origami-Struktur, die durch ein Eingangssignal zu Schwingungen angeregt wird. Verfolgt man die Bewegung einzelner ausgewählter Falten des Origamis in der Zeit, so kann diese dazu genutzt werden, Rückschlüsse über Eigenschaften des Eingangssignals zu ermöglichen. Diese Art von maschinellern Lernen bezeichnet man als Reservoir-Computing.

Arbeitsgruppe überträgt Konzept auf aller kleinste Größenskalen

In der Arbeitsgruppe Quantenoptik von Halbleiter-Nanostrukturen für Anwendungen in den Quanteninformationstechnologien, geleitet von Professor Christopher Gies am Institut für Theoretische Physik der Universität Bremen, wird dieses Konzept nun auf die aller kleinsten Größenskalen übertragen, in denen die Gesetze der Quantenmechanik zu Tage treten. In dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und der französischen Agence nationale de la recherche (ANR) co-geförderten Kooperationsprojekt PhotonicQRC wird an der Universität Bremen, der TU Berlin, dem Laboratoire Kastler Brossel/ENS in Paris und dem Centre national de la recherche scientifique (CNRS)/FEMTO-ST erforscht, inwieweit die Quantenmechanik Vorteile für maschinelles Lernen in sich trägt und wie diese nutzbar gemacht werden können.

„Verschränkung“ spielt hierbei eine zentrale Rolle. Dieser Begriff bezeichnet einen Zustand in einem komplexen Quantensystem, der mehr ist als das Produkt seiner einzelnen Bestandteile. „Das ist ein Konzept, das die klassische Physik nicht kennt und auf dem die Überlegenheit neuer Quantentechnologien und auch der Quantencomputer basieren soll“, erläutert Christopher Gies. „Ein verschränktes Quantensystem nutzt exponentiell viele interne Freiheitsgrade, weshalb bereits kleine Quantennetzwerke, beispielsweise mit nur fünf Quanten- oder ‚Qubits‘, komplexe Aufgaben lösen können.“ Das Fördervolumen des Projektes beträgt rund 1 Million Euro, wovon 215.000 € an die Universität Bremen gehen.

#### Atomar dünne Halbleiter als neue Quelle einzelner Photonen

Um Quanten-Reservoir-Computer tatsächlich zu realisieren, kommen einzelne Lichtquanten zum Einsatz – die sogenannten Photonen. Sie dienen in den Quanteninformationstechnologien als Informationsträger, die diese mit Lichtgeschwindigkeit übertragen können. In dem europaweiten Forschungsprojekt EQUAISE sollen atomar dünne Halbleiter als neue Quelle einzelner Photonen etabliert werden. Diese könnten dann genutzt werden, um quantenmechanisch kodierte Information in einen Quanten-Reservoir-Computer einzuspeisen. Dazu arbeitet die Universität Bremen eng mit Forschern an der Universität Oldenburg, der Firma Nanoplus sowie mit Kooperationspartnern an Universitäten in Italien, Spanien und Polen zusammen. Das Projekt wird über das QuantERA Programm mit ca. 2 Millionen Euro gefördert, davon gehen rund 330.000 € an die Universität Bremen.

Weitere Information zu den Projekten:

[www.itp.uni-bremen.de/ag-gies/project-based-research-and-external-funding/](http://www.itp.uni-bremen.de/ag-gies/project-based-research-and-external-funding/)

Information zu atomar dünnen Quantenmaterialien im Science-Blog der Universität in drei Teilen:

- <https://blogs.uni-bremen.de/scienceblog/en/2021/01/26/graphene-as-thin-as-nature-allows/>
- <https://blogs.uni-bremen.de/scienceblog/2021/04/24/materialien-nach-geschmack-aus-einem-baukasten-in-2d/>
- <https://blogs.uni-bremen.de/scienceblog/2021/08/14/den-richtigen-dreh-raus-neueste-2d-materialien-gleich-dreimal-in-bremen/>

Video-Demonstration des genannten Miura-ori Origami Reservoir-Computers:

[www.nature.com/articles/s41598-021-92257-1#Sec24](http://www.nature.com/articles/s41598-021-92257-1#Sec24)

Fragen beantwortet:

Prof. Dr. Christopher Gies  
Institut für Theoretische Physik (ITP)  
Universität Bremen  
Tel.: +49 421 218-62052  
E-Mail: [gies@uni-bremen.de](mailto:gies@uni-bremen.de)

contact for scientific information:

Prof. Dr. Christopher Gies  
Institut für Theoretische Physik (ITP)



Universität Bremen  
Tel.: +49 421 218-62052  
E-Mail: [gies@uni-bremen.de](mailto:gies@uni-bremen.de)

**idw - Informationsdienst Wissenschaft**  
Nachrichten, Termine, Experten

