



## Verbundprojekt NeuQuant

# Neuronale Quantennetzwerke für maschinelles Lernen

### Motivation

Künstliche Intelligenz ist derzeit im Begriff, gesellschaftliche Interaktionen, Zugriff auf bestehendes Wissen sowie industrielle Abläufe grundlegend zu verändern. Ein beeindruckendes Beispiel hierfür ist das generative Netzwerk ChatGPT-4. Dieses ermöglicht die Interaktion zwischen Mensch und Maschine auf einer Ebene, die noch vor wenigen Jahren als unvorstellbar galt. Gleichzeitig gibt es derzeit Bestrebungen, Datenverarbeitung und Kommunikation mit Hilfe von Quanteneffekten zu revolutionieren. Quantenmechanische Systeme erlauben die Erzeugung von Überlagerungszuständen und nicht-klassischen Korrelationen und öffnen damit einen Zustandsraum, der konventionellen klassischen Systemen nicht zugänglich ist. Unter Ausnutzung dieser Möglichkeiten lassen sich neuartige Quantenalgorithmen generieren, die bestimmte Probleme exponentiell schneller lösen als klassische Computer. Dies wird auch als Quantenvorteil bezeichnet.

### Ziele und Vorgehen

Das übergeordnete Ziel des Projektes NeuQuant ist es die Möglichkeit der Realisierung eines solchen Quantenvorteils im Bereich des maschinellen Lernens auszuloten. Insbesondere soll geklärt werden, welche Perspektive neuronale Quantennetzwerke – die auf derzeit verfügbarer Quantenhardware implementierbar sind – im Bereich künstlicher Intelligenz bieten und ob sich bereits hier ein möglicher Quantenvorteil manifestiert.

### Innovation und Perspektiven

Die Innovation von NeuQuant besteht in der Verknüpfung der Physik offener Quantensysteme und der Art und Weise wie Daten in einem neuronalen Netzwerk verarbeitet werden. Quantenvorteile können sich dann in der Geschwindigkeit der Datenverarbeitung, z. B. bei der Klassifizierung von Molekülspektren, oder erhöhter Trainingseffizienz der Netzwerke ergeben. Die in NeuQuant angestrebte Demonstration eines neuronalen Quantennetzwerkes soll auf verfügbarer Quantenhardware neue Impulse im Bereich des maschinellen Lernens setzen.



Entwicklung von Computercodes für numerische Simulationen

**Projekttitel:**

Neuronale Quantennetzwerke auf NISQ-Quantencomputern (NeuQuant)

**Programm:**

Forschungsprogramm Quantensysteme

**Fördermaßnahme:**

Anwendungsorientierte Quanteninformatik

**Projektvolumen:**

1,3 Mio. Euro (zu 92 % durch das BMBF gefördert)

**Projektlaufzeit:**

01.01.2025 – 31.12.2027

**Projektpartner:**

- Eberhard Karls Universität Tübingen, Institut für Theoretische Physik, Tübingen
- Forschungszentrum Jülich GmbH, Peter Grünberg Institut (PGI), Jülich
- HQS Quantum Simulations GmbH, Karlsruhe

**Projektkoordination:**

Eberhard Karls Universität Tübingen, Institut für Theoretische Physik  
Prof. Dr. Igor Lesanovsky  
E-Mail: igor.lesanovsky@uni-tuebingen.de