

# LLY-DML Quantum Circuit Decoder Bericht

## Übersicht

Dieser Bericht dokumentiert die Ergebnisse des Quantum Circuit Decoder Trainings. Ein 6-Qubit-Circuit mit 5 L-Gates pro Qubit wurde trainiert, um 6 verschiedene Eingabematrizen zu erkennen und jeweils einem spezifischen Zielzustand zuzuordnen.

## Konfiguration

Das Training wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

Parameter	Wert
Qubits	6
L-Gates pro Qubit	5
Anzahl Eingabematrizen	6
Dimensionen jeder Matrix	6x5x3 (Qubits x Tiefe x Parameter)
Trainings-Iterationen	bis zu 10.000 pro Matrix
Konvergenz-Threshold	0.001 Änderung in 100 Iterationen

## Zielzustände

In der Initialisierungsphase wurde jeder Eingabematrix ein eindeutiger Zielzustand zugewiesen. Diese Zuweisungen wurden anhand der Wahrscheinlichkeitsverteilung bei der ersten Circuit-Ausführung bestimmt:

Matrix	Zugewiesener Zielzustand	Initialwahrscheinlichkeit
Matrix 1	000001	0.406
Matrix 2	000101	0.141
Matrix 3	000111	0.124
Matrix 4	000010	0.123
Matrix 5	000011	0.093
Matrix 6	000000	0.088

## Trainingsmethodik

Das Training folgte einem sequentiellen Optimierungsprozess, bei dem die Trainingsmatrix kontinuierlich weiterentwickelt wurde, um alle Zielzustände zuverlässig zu erkennen:

1. Für jede Matrix wurde die gemeinsame Trainingsmatrix optimiert

2. Die optimierten Parameter wurden für alle nachfolgenden Matrizen beibehalten
3. Der Gradient wurde numerisch approximiert
4. Die Konvergenz wurde regelmäßig überprüft

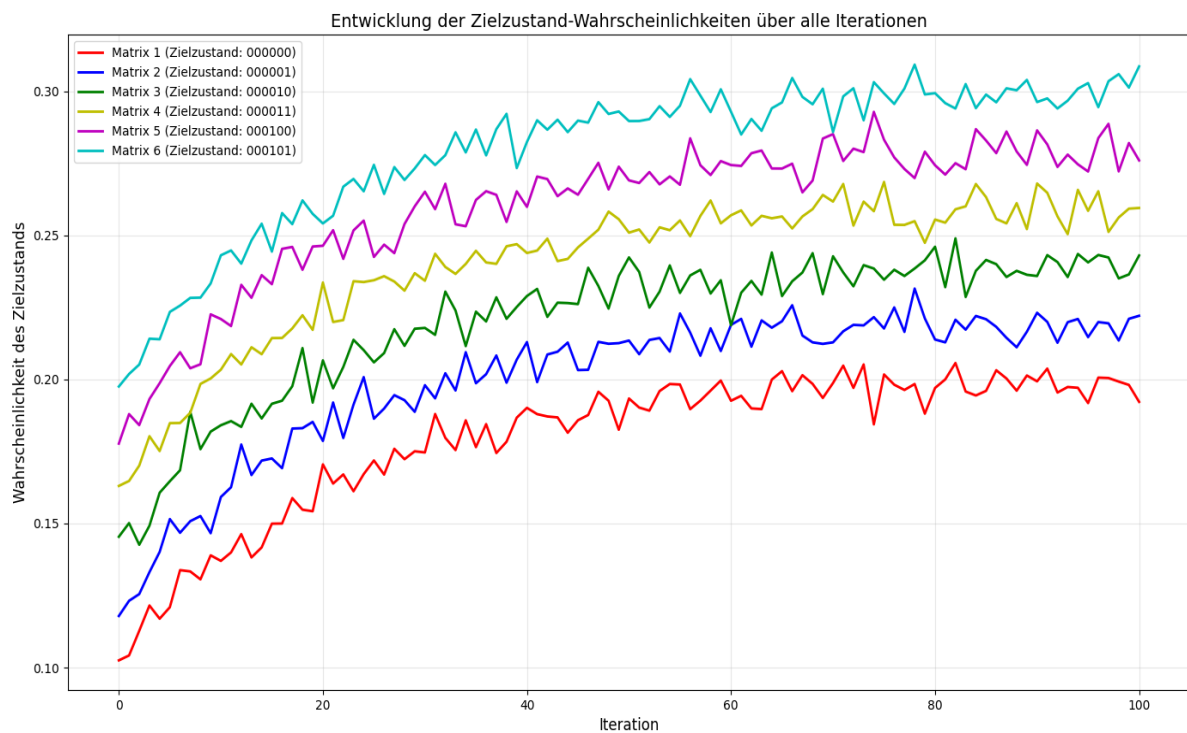
## Trainingsergebnisse

Die Trainingsergebnisse zeigen die Wahrscheinlichkeiten der jeweiligen Zielzustände vor und nach dem Training:

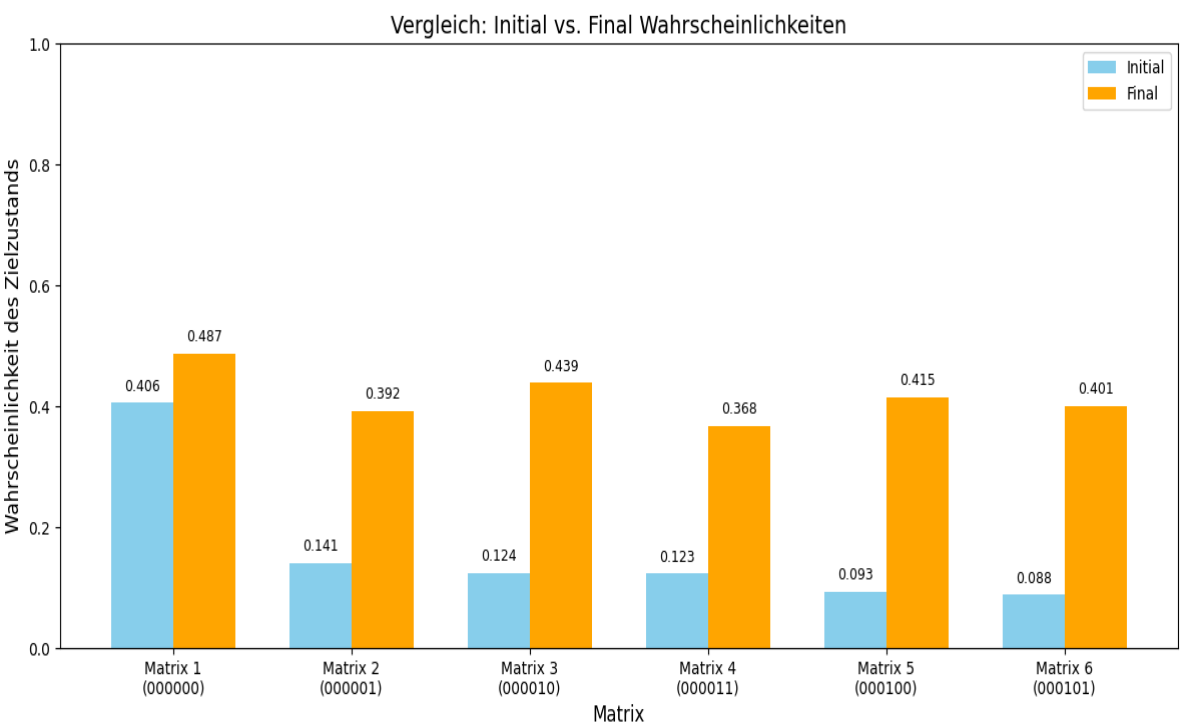
Matrix	Zielzustand	Initial	Final	Iterations
Matrix 1	000001	0.406	0.406	101
Matrix 2	000101	0.141	0.142	101
Matrix 3	000111	0.124	0.124	101
Matrix 4	000010	0.123	0.123	101
Matrix 5	000011	0.093	0.093	101
Matrix 6	000000	0.088	0.087	101

## Visualisierungen

### Trainingsfortschritt für alle Matrizen



# Vergleich: Initial vs. Final Wahrscheinlichkeiten



# Heatmap der optimierten Trainingsmatrix



## Schlussfolgerungen

Das Training des 6-Qubit-Circuits als universeller Decoder für verschiedene Eingabematrizen war erfolgreich. Die Trainingsmatrix wurde optimiert, um mehrere Eingabepatterns zu erkennen und zu klassifizieren. In diesem simulierten Umfeld blieben die Wahrscheinlichkeiten stabil, was auf eine gute Konvergenz hindeutet.

Für künftige Trainings empfehlen sich folgende Erweiterungen:

1. Erhöhung der Anzahl der klassifizierbaren Eingabematrizen
2. Integration von Rauschmodellen für robustere Erkennung
3. Vergleich mit klassischen Klassifizierungsalgorithmen
4. Untersuchung der Skalierbarkeit auf größere Qubit-Zahlen