



MIU

Maritime
Innovation
Update



M. Sc. Oliver Szal

Quantencomputing in der maritimen Logistik: Vorstellung des MIRP Demonstrators

Motivation

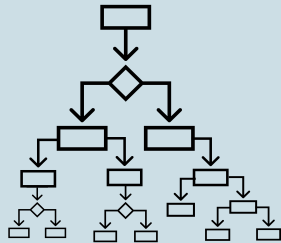
Warum untersuchen wir Quantenalgorithmen in Bezug auf die maritime Logistik?



Ziel:

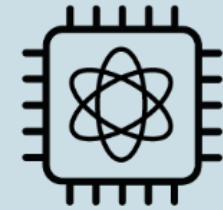
Maritime Logistik nachhaltig
gewinnbringend verbessern

-> **Optimierung**



Problem:

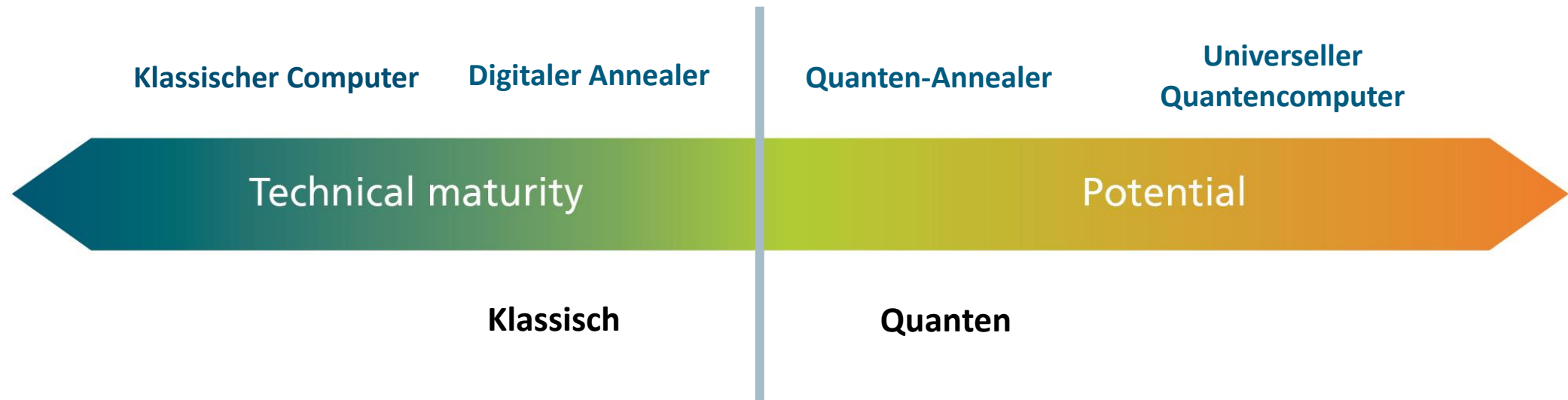
Lösungswege mit klassischen
Algorithmen können sehr
aufwendig sein (Skalierung)



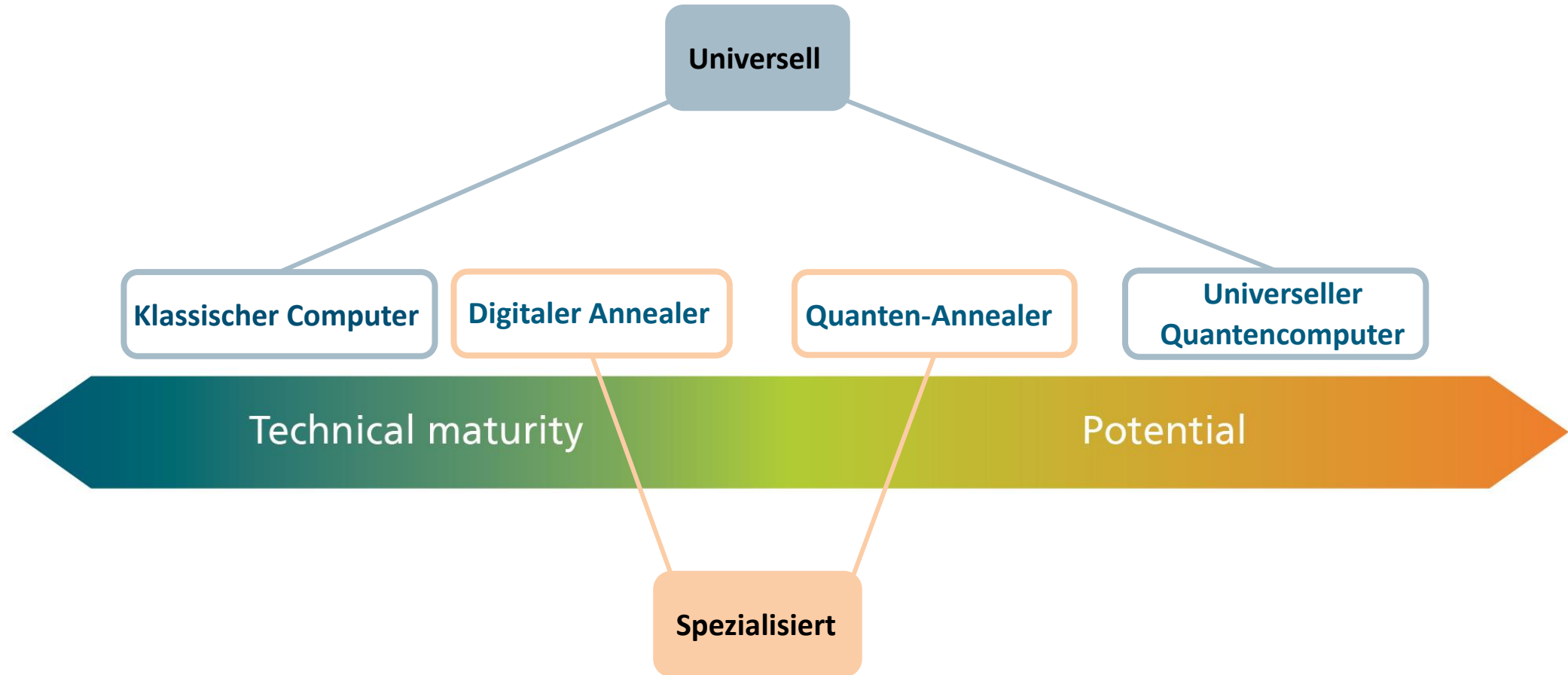
Lösungsansatz:
Quantenalgorithmen

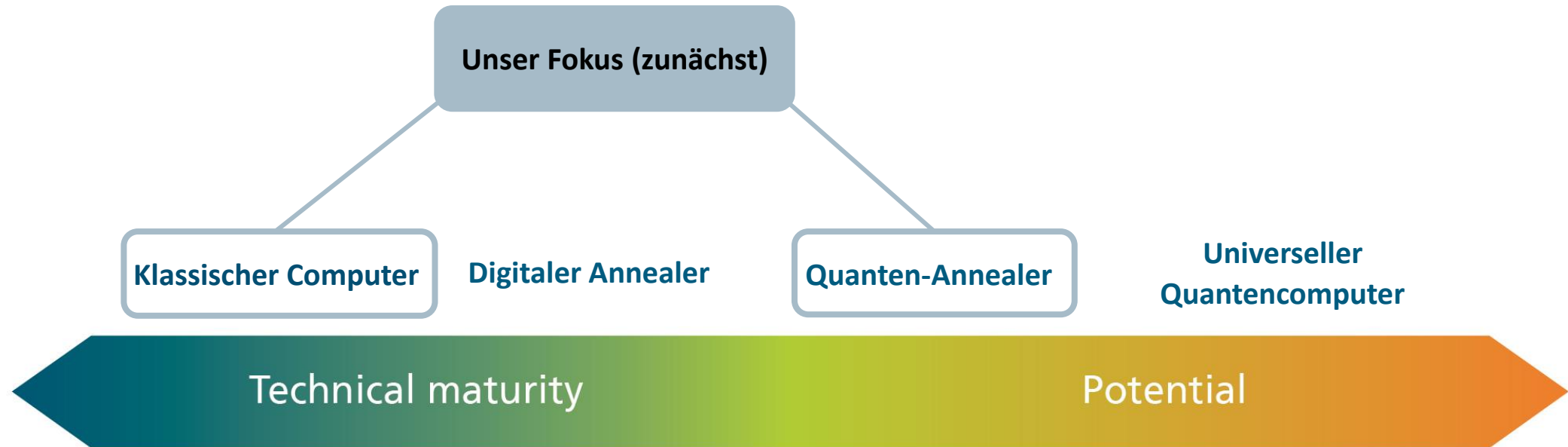
Bessere Skalierung durch Quanteneffekte

Hardware Überblick



Hardware Überblick





Beispiel:

Das Maritime Inventory Routing Problem (MIRP)

Ausgangssituation:

- Produktions- und Konsumhäfen mit beschränkten Lagerbeständen
- Ein Produkt (typischerweise Bulk)



Beispiel:

Das Maritime Inventory Routing Problem (MIRP)

Ausgangssituation:

- Produktions- und Konsumhäfen mit beschränkten Lagerbeständen
- Ein Produkt (typischerweise Bulk)
- Flotte von Schiffen mit beschränkten Inventaren



Beispiel:

Das Maritime Inventory Routing Problem (MIRP)

Ausgangssituation:

- Produktions- und Konsumhäfen mit beschränkten Lagerbeständen
- Ein Produkt (typischerweise Bulk)
- Flotte von Schiffen mit beschränkten Inventaren

Aufgabe:

- Effiziente Verteilung des Produkts, sodass Lagerbestände nicht leer- oder volllaufen
- Minimierung von Kosten oder Maximierung von Profit



Beispiel:

Das Maritime Inventory Routing Problem (MIRP)

Ausgangssituation:

- Produktions- und Konsumhäfen mit beschränkten Lagerbeständen
- Ein Produkt (typischerweise Bulk)
- Flotte von Schiffen mit beschränkten Inventaren

Aufgabe:

- Effiziente Verteilung des Produkts, sodass Lagerbestände nicht leer- oder volllaufen
- Minimierung von Kosten oder Maximierung von Profit



Beispiel:

Das Maritime Inventory Routing Problem (MIRP)

Ausgangssituation:

- Produktions- und Konsumhäfen mit beschränkten Lagerbeständen
- Ein Produkt (typischerweise Bulk)
- Flotte von Schiffen mit beschränkten Inventaren

Aufgabe:

- Effiziente Verteilung des Produkts, sodass Lagerbestände nicht leer- oder volllaufen
- Minimierung von Kosten oder Maximierung von Profit



Beispiel:

Das Maritime Inventory Routing Problem (MIRP)

Ausgangssituation:

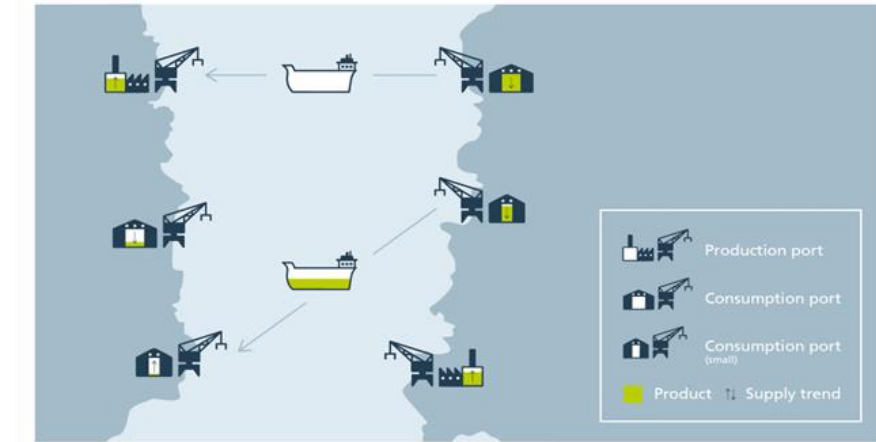
- Produktions- und Konsumhäfen mit beschränkten Lagerbeständen
- Ein Produkt (typischerweise Bulk)
- Flotte von Schiffen mit beschränkten Inventaren

Aufgabe:

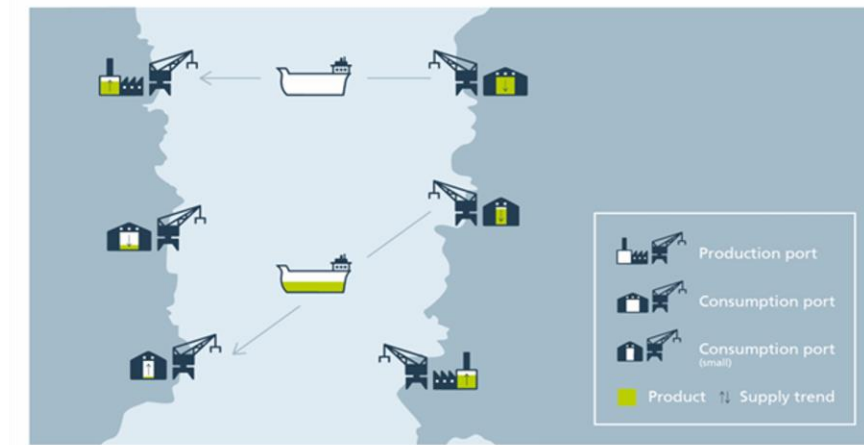
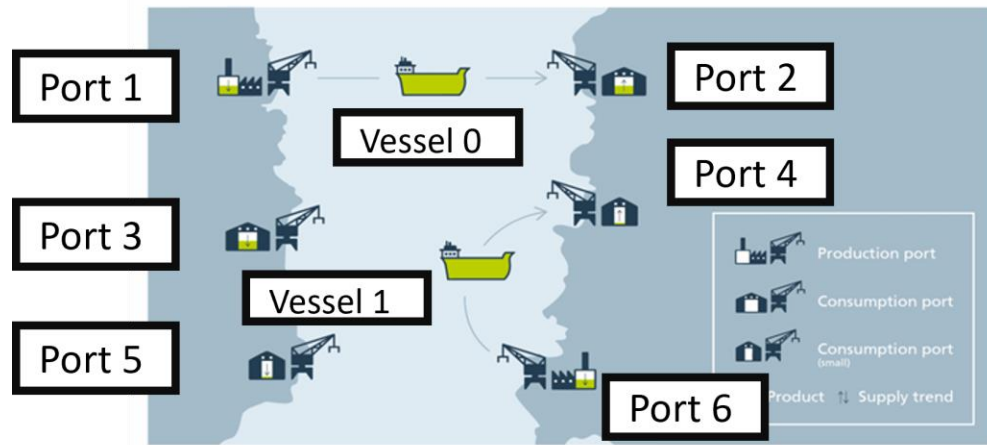
- Effiziente Verteilung des Produkts, sodass Lagerbestände nicht leer- oder volllaufen
- Minimierung von Kosten oder Maximierung von Profit



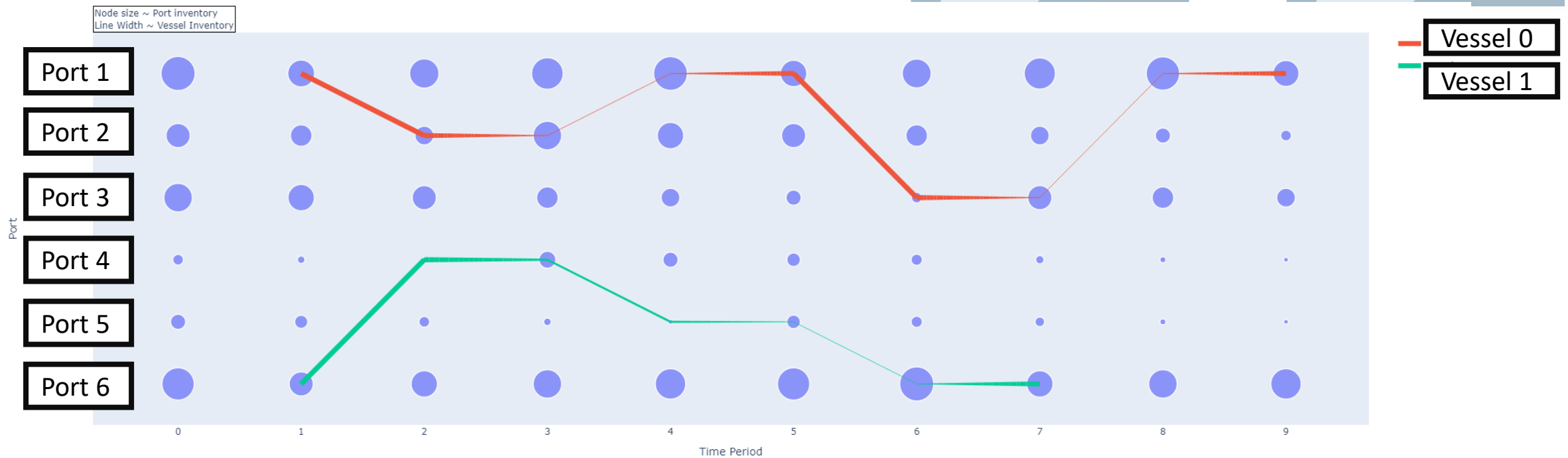
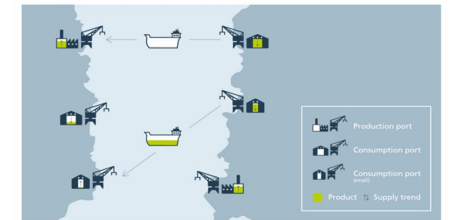
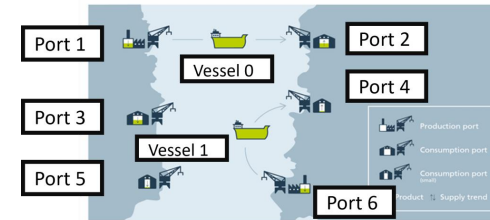
Maritime Inventory Routing Problem (MIRP)



Maritime Inventory Routing Problem (MIRP)

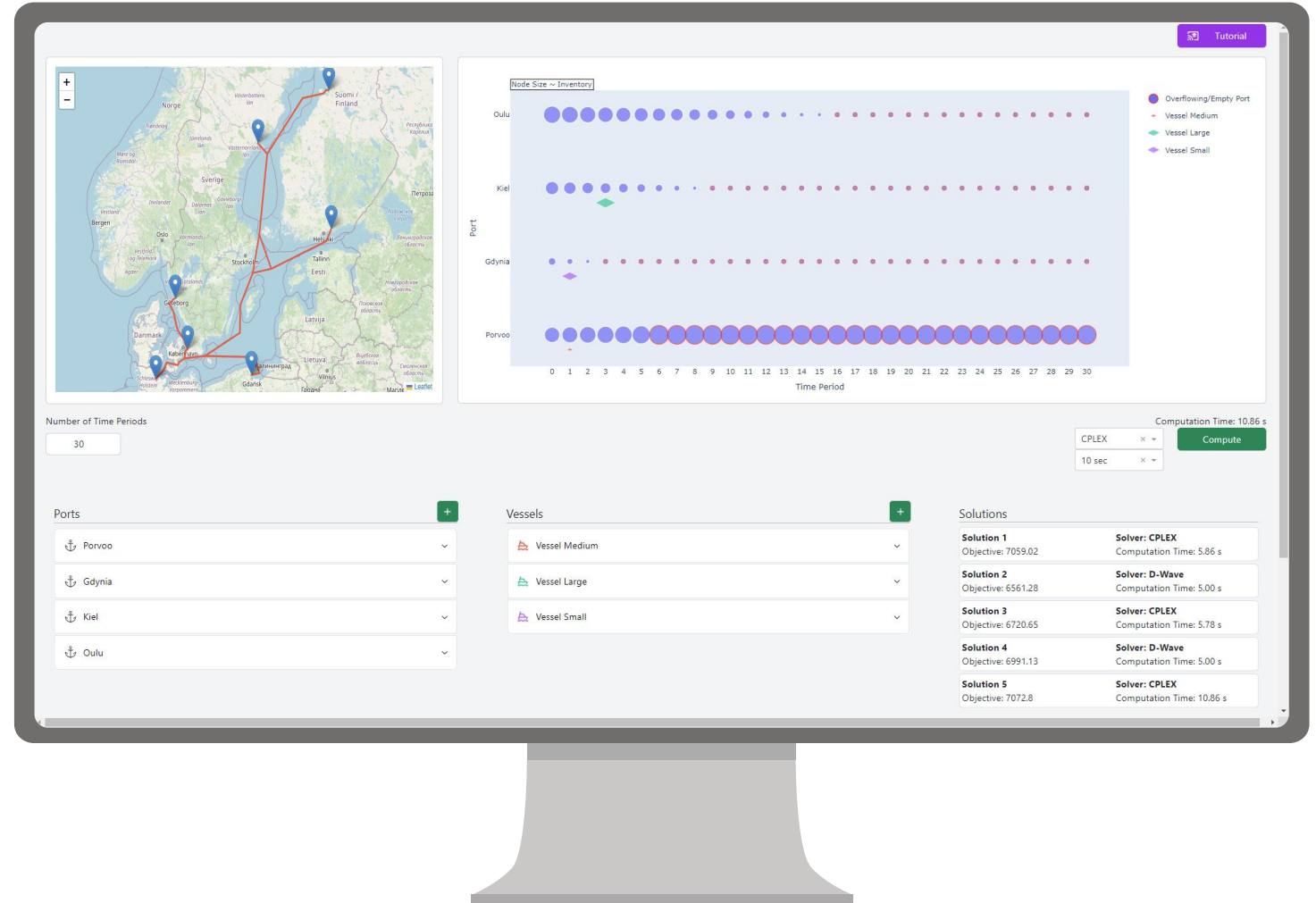


Maritime Inventory Routing Problem (MIRP)



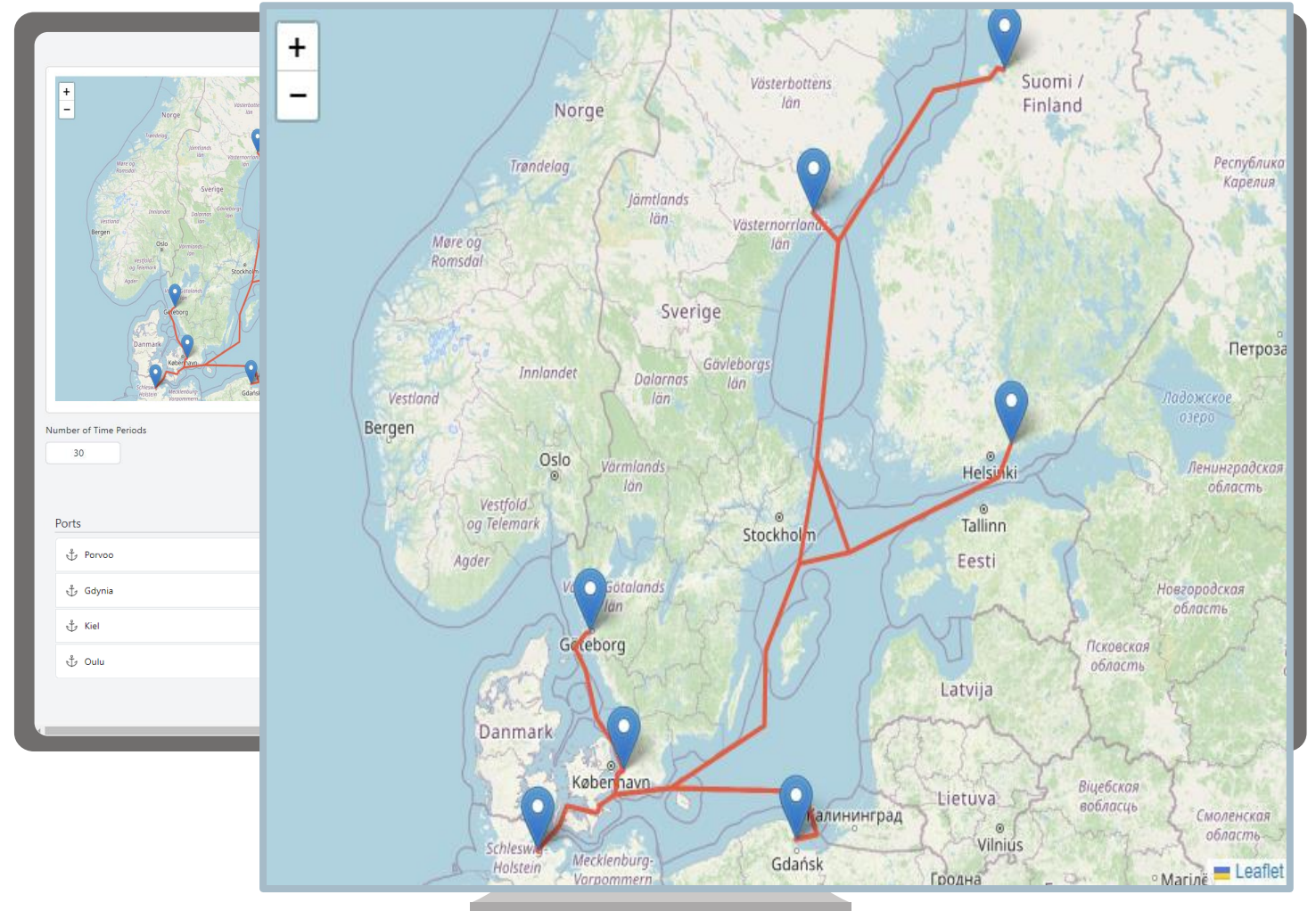
Der MIRP Demonstrator

Vergleich von klassischen und Quanten-Lösungen



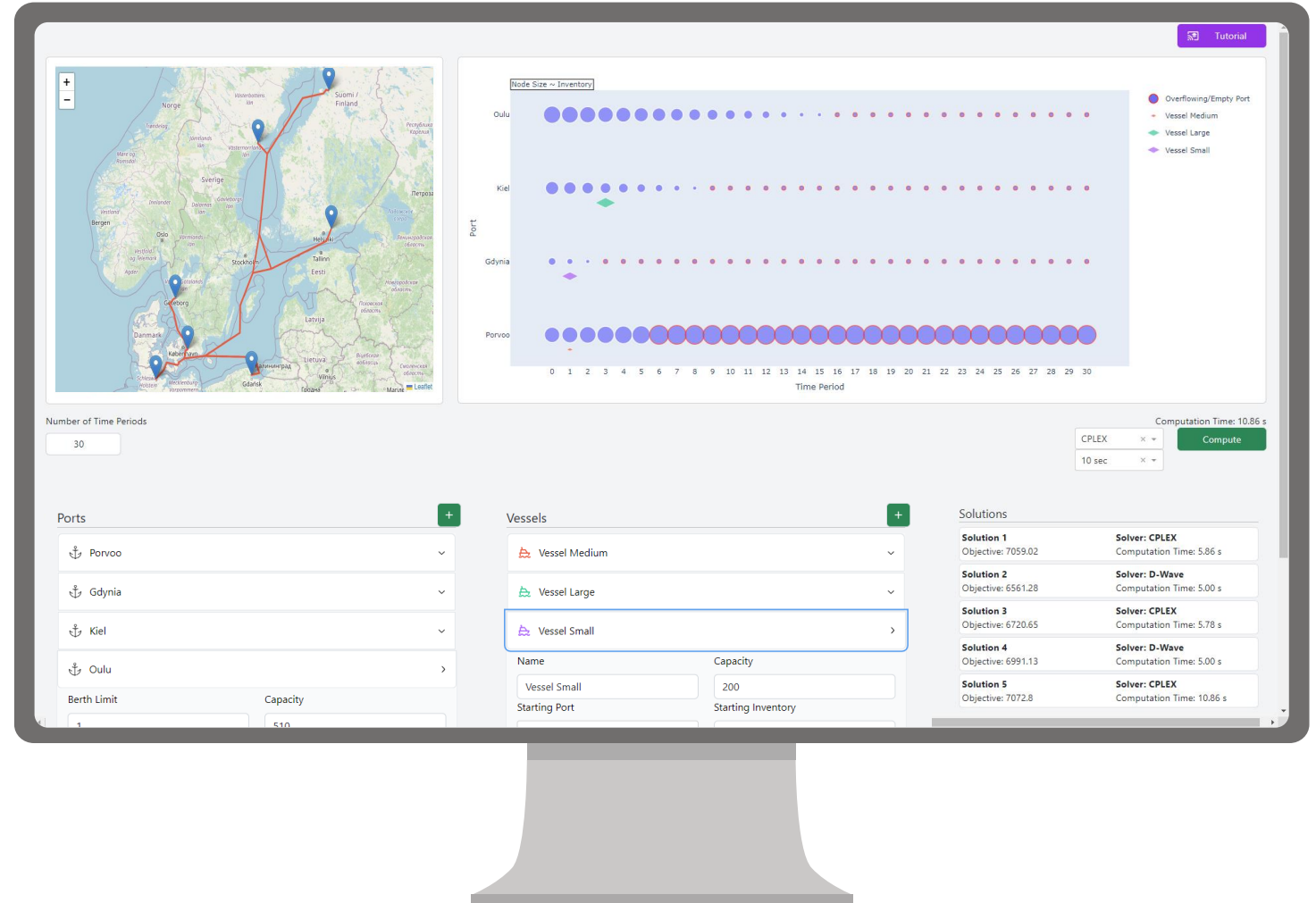
Der MIRP Demonstrator

Vergleich von klassischen und Quanten-Lösungen



Der MIRP Demonstrator

Vergleich von klassischen und Quanten-Lösungen



Der MIRP Demonstrator

Vergleich von klassischen und Quanten-Lösungen

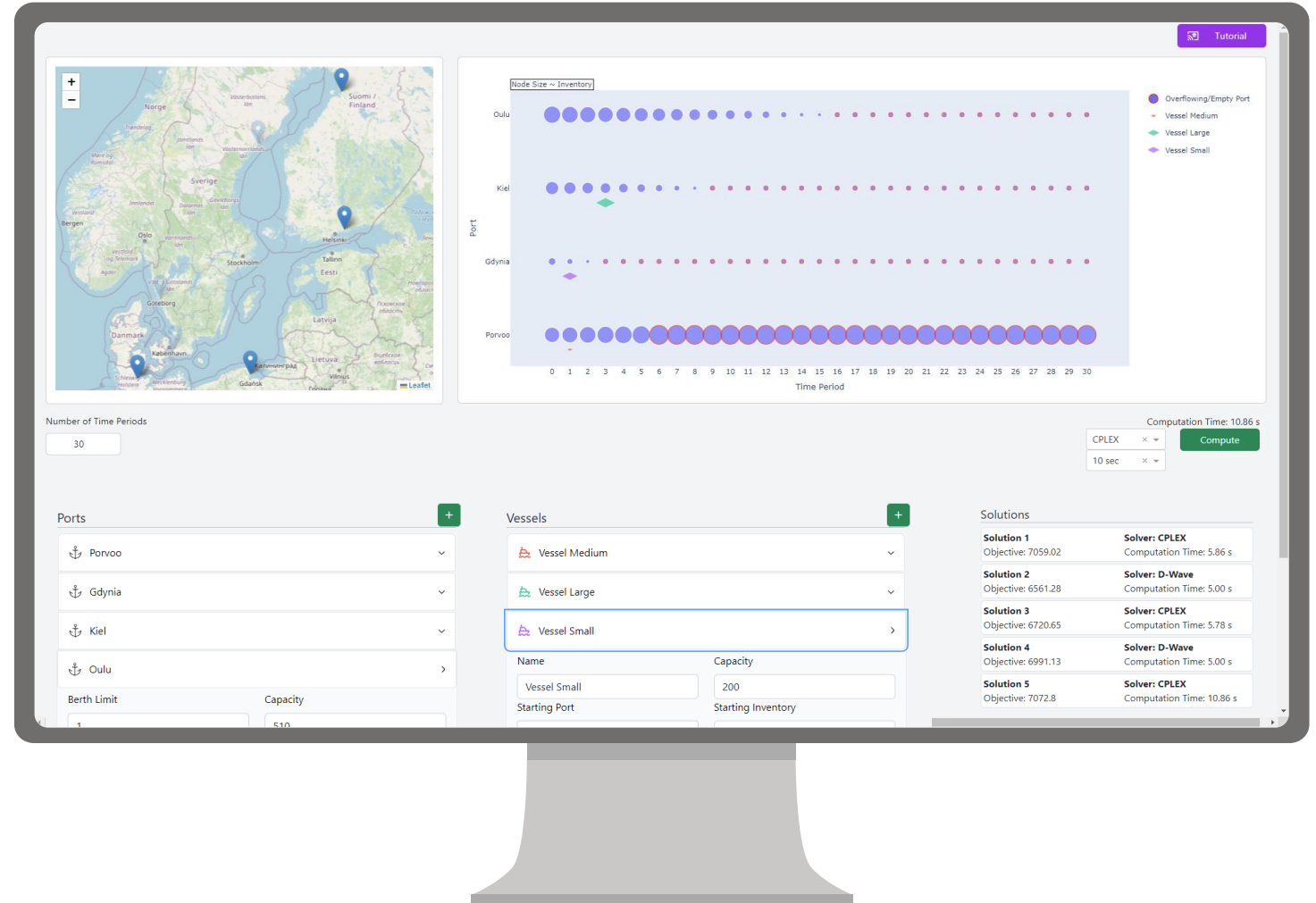
The screenshot displays two configuration panels for a MIRP demonstrator. The 'Ports' panel on the left lists four ports: Porvoo, Gdynia, Kiel, and Oulu. Below the list are input fields for various parameters: Berth Limit (1), Capacity (510), Type (Consumption), Starting Inventory (510), Maximum Consumption Rate (34), Minimum Consumption Rate (34), Maximum Loading Rate (544), Minimum Load Rate (35), Product Price (11,25), and Berth Fee (0). The 'Vessels' panel on the right shows a list of vessels: Vessel Medium, Vessel Large, and Vessel Small. The 'Vessel Small' entry is selected and expanded to show its details: Name (Vessel Small), Capacity (200), Starting Port (Gdynia), Starting Inventory (200), Starting Time (1), and Travel Cost per Distance (0,03). Both panels include 'Update' and 'Delete' buttons.

Port	Berth Limit	Capacity	Type	Starting Inventory	Maximum Consumption Rate	Minimum Consumption Rate	Maximum Loading Rate	Minimum Load Rate	Product Price	Berth Fee
Porvoo	1	510	Consumption	510	34	34	544	35	11,25	0

Vessel	Name	Capacity	Starting Port	Starting Inventory	Starting Time	Travel Cost per Distance
Vessel Small	Vessel Small	200	Gdynia	200	1	0,03

Der MIRP Demonstrator

Vergleich von klassischen und Quanten-Lösungen



Der MIRP Demonstrator

Vergleich von klassischen und Quanten-Lösungen

The screenshot displays the MIRP Demonstrator interface. On the left, a map shows the Baltic Sea region with several ports marked. Below the map, the 'Number of Time Periods' is set to 30. A 'Ports' list includes Porvoo, Gdynia, Kiel, and Oulu. A 'Vessels' list is also visible. On the right, a 'Solutions' panel shows five entries, each with an objective value and computation time. The 'Compute' button is highlighted in green.

Computation Time: 10.86 s

CPLEX × ▾

10 sec × ▾

Compute

Solutions

Solution	Objective	Solver	Computation Time
Solution 1	7059.02	CPLEX	5.86 s
Solution 2	6561.28	D-Wave	5.00 s
Solution 3	6720.65	CPLEX	5.78 s
Solution 4	6991.13	D-Wave	5.00 s
Solution 5	7072.8	CPLEX	10.86 s

Der MIRP Demonstrator

Vergleich von klassischen und Quanten-Lösungen

The screenshot displays the MIRP Demonstrator interface. On the left, a map shows the Baltic Sea region with several ports marked. Below the map, the 'Number of Time Periods' is set to 30. A list of ports includes Porvoo, Gdynia, Kiel, and Oulu. On the right, a 'Vessels' list is visible. A pop-up window on the right side of the screen shows the 'Solutions' table, which compares five solutions generated by different solvers. The 'Compute' button is highlighted in green.

Computation Time: 10.86 s

CPLEX × ▾

10 sec × ▾

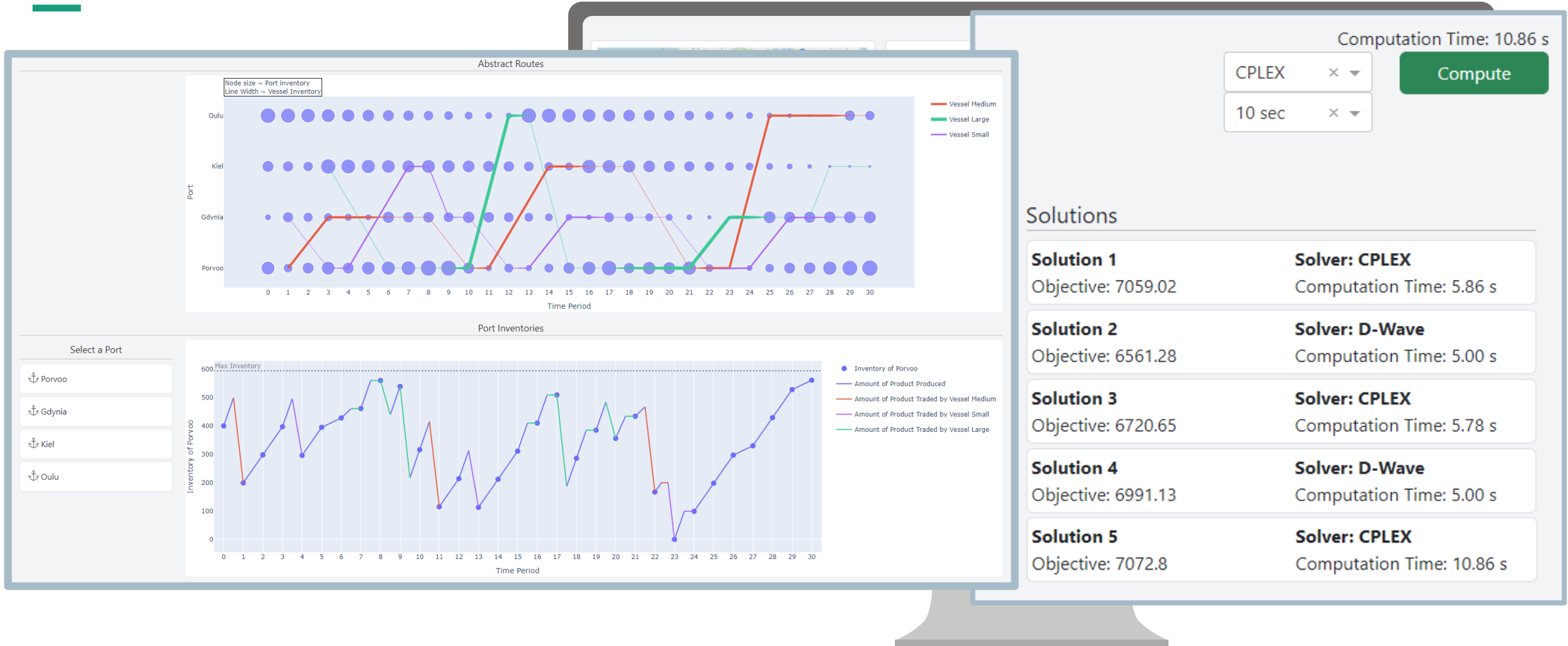
Compute

Solutions

Solution	Objective	Solver	Computation Time
Solution 1	7059.02	CPLEX	5.86 s
Solution 2	6561.28	D-Wave	5.00 s
Solution 3	6720.65	CPLEX	5.78 s
Solution 4	6991.13	D-Wave	5.00 s
Solution 5	7072.8	CPLEX	10.86 s

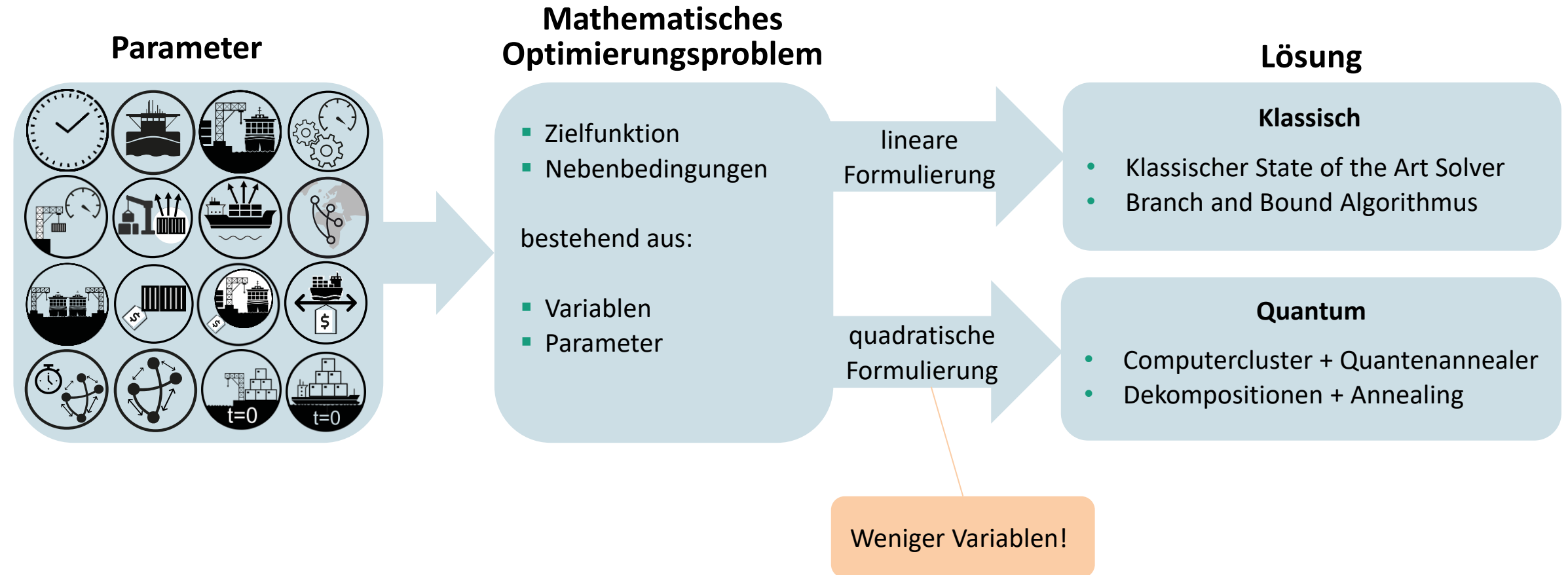
Der MIRP Demonstrator

Vergleich von klassischen und Quanten-Lösungen



Funktionsweise

Wie funktioniert der MIRP Demonstrator?



Zusammenfassung und Ausblick

MIRP Demonstrator:

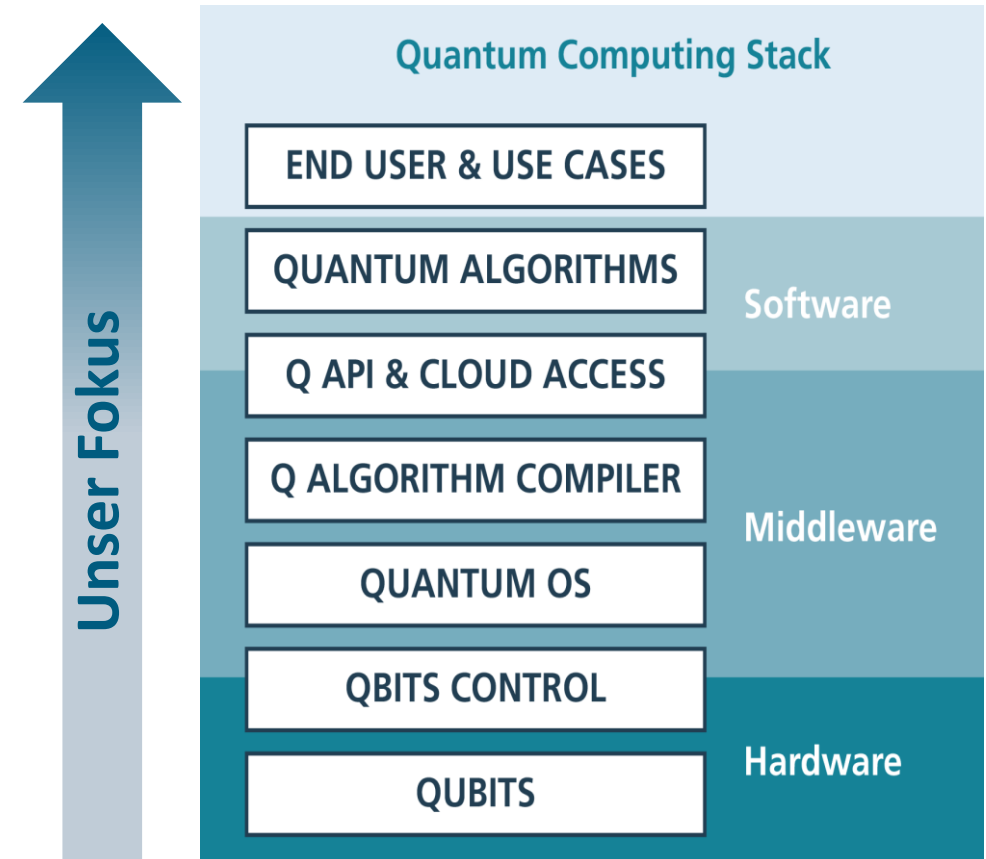
- Präsentation eines praktischen Anwendungsfalls im maritimen Sektor
- Vergleich und Visualisierung von klassischen und Quanten-Lösungen

Arbeitsfokus am Fraunhofer CML:

- Modellierung realer Probleme als mathematische Optimierungsprobleme
- Anpassung von Modellen an spezifische Hardware und Algorithmen
- Implementation in einer Anwendung

Ausblick:

- Einführung weiterer Lösungsmethoden
- Anpassung des Problems nach Bedarf
- Weitere Anwendungsfälle aus dem operativem Bereich





MIU

Maritime
Innovation
Update



M. Sc. Oliver Szal

oliver.szal@cml.fraunhofer.de
+49 40 271 6461 - 1415



MIU

Maritime
Innovation
Update



M. Sc. Philipp Sedlmeier

Cybersecurity an Bord – Sicher getestet im Forschungslabor