

Lernfähiges Assistenzsystem zur Optimierung der Planung maritimer Großprojekte in der Anbahnungsphase

vorgelegt von: Benjamin Illgen, M.Sc.

Ziel der vorgelegten Arbeit war die Entwicklung eines lernfähigen Assistenzsystems basierend auf einer Materialflusssimulation (**Simulationskern**), mit dem die Planung von maritimen Großprojekten in der Anbahnungsphase unterstützt werden kann. Als Voraussetzung dafür musste eine Methodik entwickelt werden, mit der die in frühen Projektphasen noch unvollständige Datenbasis komplettiert werden kann. Dabei fanden Methoden des Machine Learnings (**ML-Modul**) Anwendung. Um die beiden funktionalen Hauptbestandteile zu einem ganzheitlichen Assistenzsystem zu verknüpfen und zur dessen Einbettung in die Softwarelandschaft des einsetzenden Unternehmens wurden zudem diverse Schnittstellen (**Data Interface**) umgesetzt. Das auf diesen drei Säulen fußende Konzept des Assistenzsystems zur Unterstützung der Planung im Rahmen der Anbahnung maritimer Großprojekte zeigt Abbildung 1 schematisch.

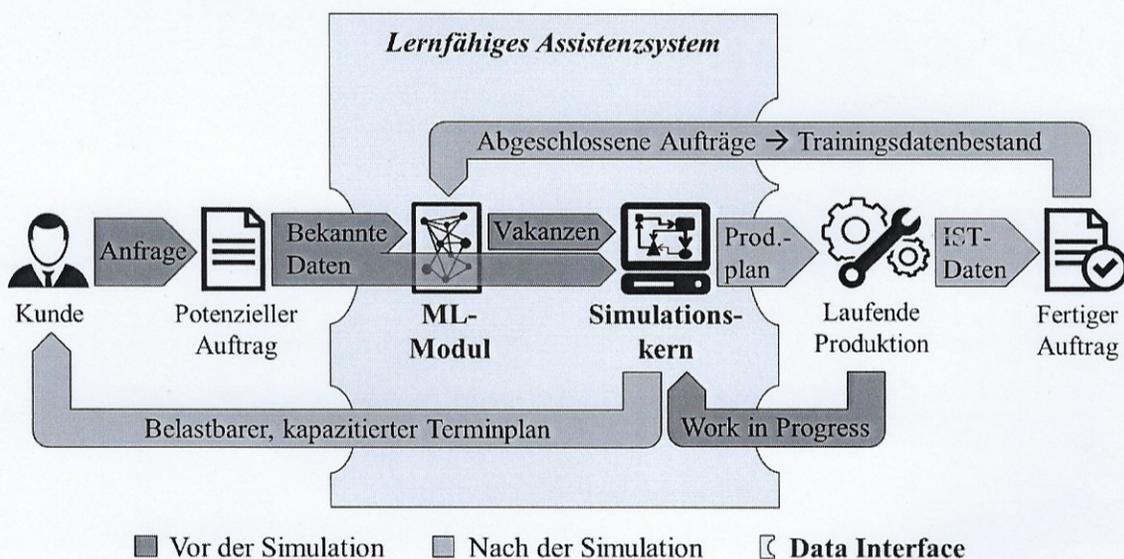


Abbildung 1: Konzept des lernfähigen Assistenzsystems

Zu Beginn der Arbeit wurden die theoretischen Grundlagen und der Stand der Technik ausführlich analysiert und systematisiert. Auf Basis dieser Untersuchungen wurden die vorherrschenden Entwicklungsdefizite identifiziert und darauf aufbauend die Forschungslücke herausgearbeitet. Von dieser wurde dann das Anforderungsprofil an das lernfähige Assistenzsystem abgeleitet. In diesem Zuge wurden auch die drei Hauptaufgaben, bei denen der Planer durch das Assistenzsystem unterstützt werden soll, definiert:

1. Terminbestimmung bzw. -evaluierung
2. Maßnahmenableitung zur Termineinhaltung
3. Kostenbestimmung

Um die Lösung dieser Hauptaufgaben unterstützen zu können, wurde ein simulationsbasiertes Planungsmodell (Simulationskern) entwickelt. Mit diesem können das in Anbahnung befindliche Projekt geplant, Termine definiert bzw. evaluiert sowie Interdependenzen im Produktionssystem vollumfänglich abgebildet werden. Der Simulationskern repräsentiert dabei die Infrastruktur des Assistenzsystems, mit dessen Hilfe Planungsfehler und die daraus resultierenden Fehlerfolgekosten reduziert werden können. Dabei wird ein Abstraktionslevel gewählt, welches bei möglichst geringem Aufwand noch gute Ergebnisse ermöglicht. Eine beispielhafte Darstellung eines solchen Simulationsmodells zeigt Abbildung 2.

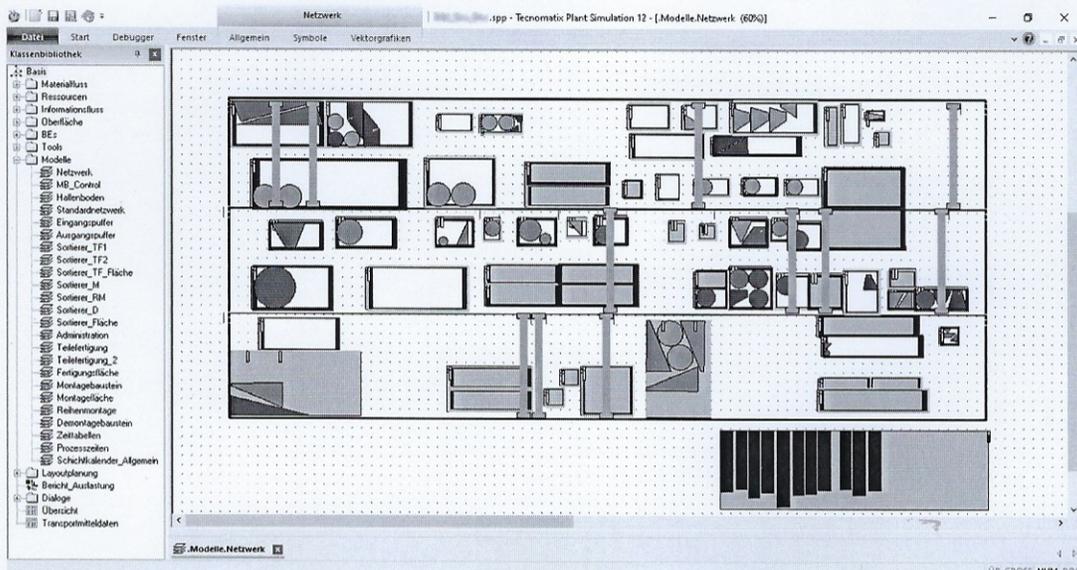


Abbildung 2: Simulationsbeispiel

Elementar für den Einsatz einer Simulation ist die Vollständigkeit der Eingangsdaten, was bei der Anbahnung maritimer Großprojekte nicht als gegeben angesehen werden kann. Diesem Umstand trägt das entwickelte ML-Modul Rechnung, indem auf Basis von Vergangenheitsdaten fehlende Datenpunkte näherungsweise ermittelt werden. Das ML-Modul bildet somit den Innovationskern der Arbeit. Zunächst wurde dabei mithilfe einer Literaturrecherche ein Zielwert für die zu erreichende Schätzgenauigkeit ermittelt. Dabei wurde festgestellt, dass Schätzungen mit einer Abweichung vom Realwert von weniger als 10 % für die Praxis eine Verbesserung des Status Quo bedeuten, sodass dieser in der Folge als Referenzwert zur Bewertung einer hinreichenden Schätzgenauigkeit herangezogen wurde. Im nächsten Schritt wurden dann diejenigen Daten ermittelt, die es in der Praxis näherungsweise zu ermitteln gilt. Diese Untersuchung brachte die folgenden vier Typen von Produkt- und Prozessdaten (Tab. 1) hervor.

Tabelle 1: Typen von Produkt- und Prozessdaten

Kriterien	Typ I	Typ II	Typ III	Typ IV
Dimensionalität	Singulär	Plural	Plural	Plural
Einflussgrößen	Numerisch	Numerisch	Numerisch & kategorial	Numerisch & kategorial
Zielwert	Numerisch	Numerisch	Numerisch	Kategorial

Im nächsten Schritt wurden zur Vorhersage dieser Datentypen prinzipiell geeignete ML-Algorithmen identifiziert. Diese wurden dann unter Verwendung von beispielhaften Datenbeständen aus der industriellen Praxis im Rahmen von Benchmark-Tests auf die unterschiedlichen Datentypen angewendet. Als Ergebnis konnte festgestellt werden, dass sich mittels ML Datenpunkte vorhersagen lassen, deren Abweichungen vom Realwert im einstelligen Prozentbereich liegen und damit besser sind als die in der Praxis üblichen Schätzverfahren.

Damit die Planung stets auf einer aktuellen Datengrundlage beruht, wurden Schnittstellen etabliert (.XLSX- bzw. ODBC-basiert), mit deren Hilfe das Assistenzsystem Informationen von beliebigen Datenbanksystemen beziehen kann. Dies ist die Voraussetzung dafür, dass auch die bereits in Bearbeitung befindlichen Aufträge in die Planungen einbezogen werden können. Zudem wird auf diese Weise sichergestellt, dass sich die Vorhersagealgorithmen im Zeitverlauf durch den Einbezug von Realdaten ständig selbst optimieren können, indem die Trainingsdaten stetig um Ist-Daten erweitert werden. Auch umfasst das Assistenzsystem eine umfangreiche und hinsichtlich softwareergonomischer Gesichtspunkte optimierte Benutzeroberfläche zur Parametrierung des betrachteten Szenarios. Die nachfolgende Abbildung zeigt die erläuterten Schnittstellen und Informationsflüsse des Gesamtkonzeptes.

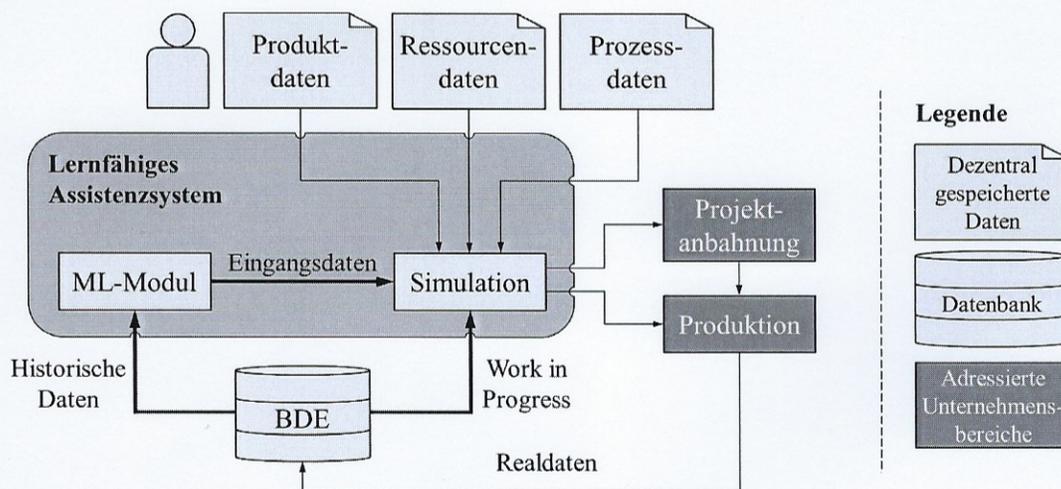


Abbildung 3: Schnittstellen und Informationsflüsse des Gesamtkonzeptes

Schließlich wurde der Einsatz des Assistenzsystems anhand eines Beispiels aus der maritimen Industrie demonstriert, wobei dessen Praxistauglichkeit nachgewiesen werden konnte.