

## **Zusammenfassung**

Das Ziel der Arbeit besteht in der Untersuchung der Fragestellung, wie Verfahren des Maschinellen Lernens (ML) zur Prognose von Ankunftszeiten (engl.: Estimated Time of Arrival, ETA) in multimodalen Transportketten der Logistik eingesetzt werden können. Der Fokus der Betrachtungen wird auf den maritimen Hinterlandverkehr gelegt. In der Arbeit werden zunächst aktuelle Herausforderungen bezüglich der Informationsverfügbarkeit im maritimen Transport sowie mögliche Potentiale von ETA-Informationen zur Verbesserung der Prozesskoordination untersucht. Darüber hinaus erfolgt eine Darstellung der wesentlichen Grundlagen des ML und des Forschungsstandes zur Prognose von Ankunftszeiten im Personen- und Güterverkehr. Basierend auf diesen Grundlagen wird im Anschluss ein allgemeiner Ansatz zur ML-gestützten Prognose von Ankunftszeiten in mehrstufigen Transportketten entwickelt und auf zwei Praxisfälle übertragen. Die Untersuchung umfasst hierbei sowohl die prototypische Implementierung und Bewertung von Prognoseansätzen für mehrere Verkehrsträger und einen logistischen Knotenpunkt als auch einen Vergleich unterschiedlicher Prognoseverfahren des überwachten und unüberwachten Lernens. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse werden abschließend allgemeine Implikationen zur Machbarkeit ML-basierter Ankunftszeitprognosen in Logistik sowie damit verbundener Herausforderungen und Grenzen diskutiert. Im Ergebnis zeigt die Arbeit, dass die ETA-Prognose bei entsprechender Datenverfügbarkeit einen vielversprechenden Anwendungsfall für ML in der Logistik darstellt.

## **Abstract**

This thesis aims to investigate how machine learning (ML) techniques can be used to predict Estimated Times of Arrival (ETA) in multimodal transport chains in logistics. The focus of the research is on maritime hinterland transport. The thesis first examines current challenges regarding the information availability in maritime transport as well as possible benefits of ETA information to improve process coordination. Furthermore, the essential foundations of ML and the state of research on ETA prediction in passenger and freight transport are presented. Next, based on these fundamentals, a general approach for ML-based arrival time prediction for transport chains is developed and applied to two real-world cases. The research includes proof-of-concepts for several transport modes and one logistics node. Different ML methods of supervised and unsupervised learning are compared for each case. Finally, based on the obtained findings, general implications on the feasibility of ML-based arrival time prediction in logistics as well as challenges and limitations are discussed. As a result, the thesis shows that ETA prediction is a promising use case for ML in logistics, if appropriate data is available.