

IMMOBA

Integrating Machine Learning and Mathematical Optimization in Business Analytics: Theories and Applications in SCM

Programm / Ausschreibung	Dissertationen FH OÖ, Dissertationsprogramm FH OÖ, Dissertationsprogramm der FH OÖ 2026	Status	laufend
Projektstart	30.06.2027	Projektende	01.05.2030
Zeitraum	2027 - 2030	Projektlaufzeit	36 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 118.554		
Keywords	Machine Learning (ML), Mathematical Optimization (MO), Business Analytics (BA), Supply Chain Management (SCM), Data-Driven Decision Making		

Projektbeschreibung

Unternehmen verfügen heute über umfangreiche Datenbestände, stehen jedoch vor der Herausforderung, diese für qualitativ hochwertige Entscheidungen unter Unsicherheit zu nutzen. Prädiktive Analytik, insbesondere Machine Learning (ML), ermöglicht präzise Prognosen; präskriptive Analytik, insbesondere mathematische Optimierung (MO), leitet daraus optimale Handlungsempfehlungen ab. Obwohl beide Ansätze in der Praxis weit verbreitet sind, fehlt bislang eine systematische und anwendungsorientierte Integration beider Methoden im Kontext des Supply Chain Managements (SCM). Diese Lücke zwischen Prognose und Entscheidung stellt ein zentrales ungelöstes Problem für SCM-Forschung und -Praxis gleichermaßen dar.

Das Dissertationsprojekt entwickelt einen strukturierten Rahmen zur Integration von ML und MO für datengetriebene Entscheidungsunterstützung in SCM. Erstmals wird eine umfassende Taxonomie aller ML-MO-Integrationstypen für den SCM-Kontext erarbeitet. Darauf aufbauend werden datengetriebene Ansätze zur Integration von ML und MO für zwei reale Anwendungsfälle entwickelt, implementiert und empirisch verglichen: ein datengetriebenes Lageroptimierungsmodell unter Nachfrageunsicherheit sowie ein datengetriebenes Framework für die Produktionsplanung unter operativer Unsicherheit. Der Innovationsgehalt liegt in der ersten systematischen Verbindung theoretischer Kategorisierung und praktischer Anwendung von ML-MO-Integration im SCM-Kontext.

Das Projekt liefert eine publizierte Taxonomie von ML-MO-Integrationstypen, zwei implementierte und evaluierte Modelle für reale SCM-Anwendungsfälle, einen empirischen Vergleich datengetriebener ML-MO-Integrationsansätze sowie fünf wissenschaftliche Publikationen in internationalen Fachzeitschriften und Konferenzen. Die Ergebnisse bieten sowohl methodische Beiträge zur wissenschaftlichen Weiterentwicklung als auch konkrete Handlungsempfehlungen für SCM-Praktiker, die ML und MO zur Optimierung ihrer Entscheidungsprozesse einsetzen möchten.

Abstract

Organizations today have access to increasingly large volumes of operational data, yet face a persistent challenge in translating this data into high-quality decisions under uncertainty. Predictive analytics, in particular machine learning (ML), enables accurate forecasting of uncertain parameters, while prescriptive analytics, in particular mathematical optimization (MO), determines optimal courses of action. Despite the widespread use of both approaches, a systematic and application-oriented integration of ML and MO in supply chain management (SCM) remains largely absent. The gap between prediction and decision-making represents a central unresolved challenge for both SCM research and practice.

This dissertation develops a structured framework for integrating ML and MO to support data-driven decision-making in SCM. A comprehensive taxonomy of ML-MO integration types is established for the first time in the SCM context. Building on this foundation, data-driven approaches integrating ML and MO are developed, implemented, and empirically compared across two real-world use cases: an integrated inventory model for material classification and safety stock optimization under demand uncertainty, and a data-driven framework for production planning under operational uncertainty. Real-world industry data and use cases are accessible through the existing industry partnerships of the Data Analytics & Foresight research group at FH OÖ.

The project delivers a published taxonomy of ML-MO integration types, two implemented and evaluated models for real-world SCM use cases, an empirical comparison of data-driven ML-MO integration approaches, and five scientific publications across international peer-reviewed journals and conferences. Results provide methodological contributions to the academic literature on business analytics as well as actionable insights for SCM practitioners seeking to leverage the integration of machine learning and mathematical optimization in operational decision-making.

Projektpartner

- FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH