

for.MIND

Combined forecast and optimization methods for decision-making in industrial applications

Programm / Ausschreibung	FORPA, Dissertaionen 2024, Industrienaehe Dissertationen 2025	Status	laufend
Projektstart	01.11.2025	Projektende	31.10.2028
Zeitraum	2025 - 2028	Projektlaufzeit	36 Monate
Projektförderung	€ 110.000		
Keywords	Combination of Forecasting & Optimization; Industrial Use Cases; Decision Making under Uncertainty;		

Projektbeschreibung

Industrieunternehmen sehen sich heutzutage einer Vielzahl an Herausforderungen gegenüber, seien es schwankende Energie- und Rohstoffpreise, nachhaltige Ressourcennutzung oder steigender Wettbewerbsdruck. Hinsichtlich dieser Aspekte sind laufend operative Entscheidungen zu treffen, und das in einem dynamischen, sich ständig wandelnden Umfeld. Der Erfolg solcher Entscheidungen hängt oftmals von unsicheren Parametern und externen Einflussfaktoren ab. Um die Entscheidungen in diesen unsicheren Umgebungen zu verbessern, setzt sich das Dissertationsvorhaben for.MIND zum Ziel, Konzepte zur Kombination von Vorhersage- und Optimierungsmodellen an komplexen Problemstellungen im industriellen Kontext zu untersuchen.

Es wird ein neuartiger und praxisnaher Anwendungsfall aus der Beschaffungslogistik definiert mit dem Ziel, Methoden für die Optimierung der Einkaufsstrategien von Rohstoffen bei unsicherer Preisentwicklung zu entwickeln. Preisentwicklungen sind anhand von Vergangenheitsdaten, Währungskursen und ähnlichen Einflussfaktoren einzuschätzen, um darauf basierend Kaufentscheidungen bezüglich des Zeitpunktes und der Mengen zu treffen. Es müssen deterministische Bedarfe abgedeckt werden, wobei begrenzte Lagerkapazitäten bestehen, welche sich die Rohstoffe teilen. Dadurch besteht die Möglichkeit, mit einem angelegten Puffer kurzzeitige Preisspitzen zu überbrücken. Das Ziel, einen kosteneffizienten Einkaufsplan zu entwickeln, soll zur Förderung der Wirtschaftlichkeit und Planungssicherheit von Industrieunternehmen beitragen.

In einem ersten Schritt wird diese Problemstellung durch einen sequenziellen Lösungsansatz behandelt. Die Vorhersage wird dabei als separate Aufgabenstellung betrachtet, in welcher unsichere Parameter durch Methoden aus der Statistik bzw. Machine Learning prognostiziert werden. Das Ergebnis wird in der nachgelagerten Optimierung als fixierter Input angenommen, sodass mittels linearer Programmierung die eigentlichen Entscheidungen getroffen werden. Dem gegenüber wird ein integrierter Ansatz umgesetzt, der Vorhersage und Optimierung gemeinsam betrachtet. Durch Methoden wie datengetriebene Optimierung bzw. Decision-Focused Learning werden so Entscheidungen direkt aus den Rohdaten abgeleitet.

Um die Generalisierbarkeit der entwickelten Lösungsansätze zu untersuchen, wird auch eine innovative Problemstellung aus der Produktionslogistik behandelt. Ziel ist es, Freiheitsgrade von Fertigstellungszeitpunkten zu nutzen, um energieintensive

Produktionsprozesse zu Zeiten hoher Verfügbarkeiten von erneuerbaren und kostengünstigen Energien einzuplanen. Diese Verfügbarkeiten sind vorab nicht bekannt und müssen anhand von Wetterbedingungen, Jahreszeit und ähnlichen Faktoren abgeleitet werden. Der Anwendungsfall soll dadurch die Energieeffizienz von Industrieunternehmen steigern und einen Beitrag zur Klimaneutralität leisten.

Neben der wissenschaftlichen Behandlung von innovativen und praxisnahen Problemstellungen soll for.MIND vor allem methodische Erkenntnisse zu den Modellierungsstrategien und Wissen über das Potential der Kombination von Vorhersage und Optimierung im industriellen Anwendungsbereich erlangen. Hinsichtlich der praktischen Anwendbarkeit der entwickelten Modelle sollen auch Erkenntnisse über deren Skalierbarkeit und über die Anpassungsfähigkeit an sich verändernde Umgebungen gewonnen werden.

Abstract

Nowadays, industrial companies face a variety of challenges, including fluctuating energy and commodity prices, the sustainable use of resources, and increasing competitive pressure. In light of these aspects, ongoing operational decisions must be made in a dynamic and constantly changing environment. The success of such decisions often depends on uncertain parameters and external factors. To improve decision-making in these uncertain environments, the dissertation project for.MIND aims to investigate concepts for combining of forecasting and optimization models for complex problems in an industrial context.

A novel and practical use case from procurement logistics is defined with the aim of developing methods for optimizing procurement strategies for raw materials under uncertain price developments. Prices are to be assessed based on historical data, exchange rates, and similar influencing factors in order to make procurement decisions regarding timing and quantities. Deterministic demands must be met, while limited warehouse capacities, shared by multiple products, exist. This allows a raw material buffer to be built up to bridge short-term price peaks. The goal of developing a cost-efficient procurement plan is to enhance the economic efficiency and planning reliability of industrial companies.

In a first step, this problem is addressed through a sequential solution approach. Forecasting is treated as a separate task, where uncertain parameters are predicted using statistical or machine learning methods. The results serve as fixed input for downstream optimization, where ultimate decisions are made using linear programming. In contrast, an integrated approach is implemented that considers forecasting and optimization jointly. Methods such as data-driven optimization or decision-focused learning derive decisions directly from raw data.

To examine the generalizability of the developed solution approaches, an innovative use case from production logistics is also addressed. The goal is to utilize degrees of freedom in completion times so that energy-intensive production processes are scheduled during periods of high availability of renewable and low-cost energy. Since these availabilities are not known in advance, they must be derived from factors such as weather conditions and seasonality. This use case is intended to increase the energy efficiency of industrial companies and contribute to climate neutrality.

Beyond the scientific examination of innovative and practice-orientated problems, for.MIND aims to provide methodological insights into modelling strategies and to deepen understanding of the potential of combining prediction and optimization in industrial applications. With regard to practical applicability of the developed models, insights into their scalability and adaptability to changing environments should also be gained.

Projektpartner

- RISC Software GmbH