

## Operationalisierung Künstlicher Intelligenz im Supply-Chain-Management – Insights aus dem Josef Ressel Zentrum für Predictive Value Network Intelligence (JRC PREVAIL)

Patrick Brandtner<sup>1</sup>, Farzaneh Darbanian<sup>2</sup>, Taha Falatouri<sup>3</sup>, Thomas Fischer<sup>4</sup>, Sina Mirshahi<sup>5</sup>, Mehran Nasser<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Fachhochschule Oberösterreich & JRC PREVAIL, patrick.brandtner@fh-steyr.at

<sup>2</sup> Fachhochschule Oberösterreich & JRC PREVAIL, farzaneh.darbanian@fh-steyr.at

<sup>3</sup> Fachhochschule Oberösterreich & JRC PREVAIL, taha.falatouri@fh-steyr.at

<sup>4</sup> Fachhochschule Oberösterreich & JRC PREVAIL, thomas.fischer@fh-steyr.at

<sup>5</sup> Fachhochschule Oberösterreich & JRC PREVAIL, sina.mirshahi@fh-steyr.at

<sup>6</sup> Fachhochschule Oberösterreich & JRC PREVAIL, mehran.nasser@fh-steyr.at

**Abstract.** Das Josef Ressel Zentrum für Predictive Value Network Intelligence verfolgt das Ziel, Unsicherheiten in Wertschöpfungsnetzwerken mithilfe von Künstlicher Intelligenz und Machine Learning systematisch zu reduzieren. Im Fokus steht die Entwicklung und Implementierung intelligenter Entscheidungsunterstützungssysteme für das Supply-Chain-Management. Durch die Analyse realer Anwendungsfälle bei Unternehmenspartnern wie Internorm, Blum und Vaillant sowie die Ableitung standardisierter Anwendungsfalltypen wird das HOPE-Framework als praxisorientierte Blaupause zur Operationalisierung von KI- und ML-gestützten Predictive Analytics in unterschiedlichen SCM-Kontexten entwickelt. Die Ergebnisse belegen den Mehrwert prädiktiver Intelligenz für die dynamische Lagerstrategie, Prozesssteuerung und Ressourcenzuordnung in industriellen Netzwerken.

**Keywords:** Data Analytics, Supply-Chain-Management, Artificial Intelligence, Machine Learning, Predictive Analytics

## Einleitung

Moderne Wertschöpfungsnetzwerke (Value Networks, VN) operieren in hochdynamischen und zunehmend volatilen Umfeldern, in denen Supply-Chain-Management (SCM) mit einer Vielzahl an Unsicherheiten konfrontiert ist. Diese manifestieren sich in Form von volatilen Kundennachfragen, verkürzten Produkt- und Technologielebenszyklen, unzuverlässigen Lieferantenleistungen und zunehmend komplexen Netzwerkstrukturen. Die Bewältigung dieser Unsicherheiten erfordert den Einsatz modernster Datenanalysetechnologien, wobei Predictive Analytics (PA) als unverzichtbares Werkzeug gilt (Brandtner, 2024; Darbanian et al., 2024).

Obwohl PA das Potenzial bietet, Unsicherheiten in Wertschöpfungsnetzwerken proaktiv zu erkennen und zu minimieren, mangelt es vielen Unternehmen an den notwendigen technischen und organisatorischen Kompetenzen zur erfolgreichen Operationalisierung (Raab et al., 2025). Insbesondere fehlen fortschrittliche, intelligente Entscheidungsunterstützungssysteme (IDSS), die PA-basierte Erkenntnisse in die Praxis umsetzen können (Brandtner, 2023b). Gleichzeitig bestehen signifikante Forschungslücken an der Schnittstelle von SCM, PA und IDSS, die die effektive Unsicherheitsreduktion in VN behindern (Brandtner, 2023a).

Das Josef Ressel Zentrum (JRC) für Predictive Value Network Intelligence (PREVAIL) adressiert diese Lücke, indem es Predictive Analytics für die Unsicherheitsreduktion in Wertschöpfungsnetzwerken operationalisiert und in Form von IDSS in die Entscheidungsprozesse von Partnerunternehmen integriert. Das zentrale Ziel von JRC PREVAIL besteht darin, die Unsicherheitsreduktion in Wertschöpfungsnetzwerken durch den Einsatz von Predictive Analytics und intelligenten Entscheidungsunterstützungssystemen grundlegend zu verbessern.

## Methoden

PREVAIL adressiert Unsicherheiten in Wertschöpfungsnetzwerken aus einer ganzheitlichen Perspektive, die technische, datenanalytische und betriebswirtschaftliche Komponenten integriert. Ausgangspunkt sind konkrete Anwendungsfälle der Unternehmenspartner, aus denen generalisierbare Typen von Unsicherheitsreduktion in Wertschöpfungsnetzwerken (VN) abgeleitet werden. Diese dienen als Grundlage für die Entwicklung des HOPE-Frameworks (Holistic Operationalization of Predictive Intelligence), das schrittweise innerhalb von JRC PREVAIL aufgebaut wird.

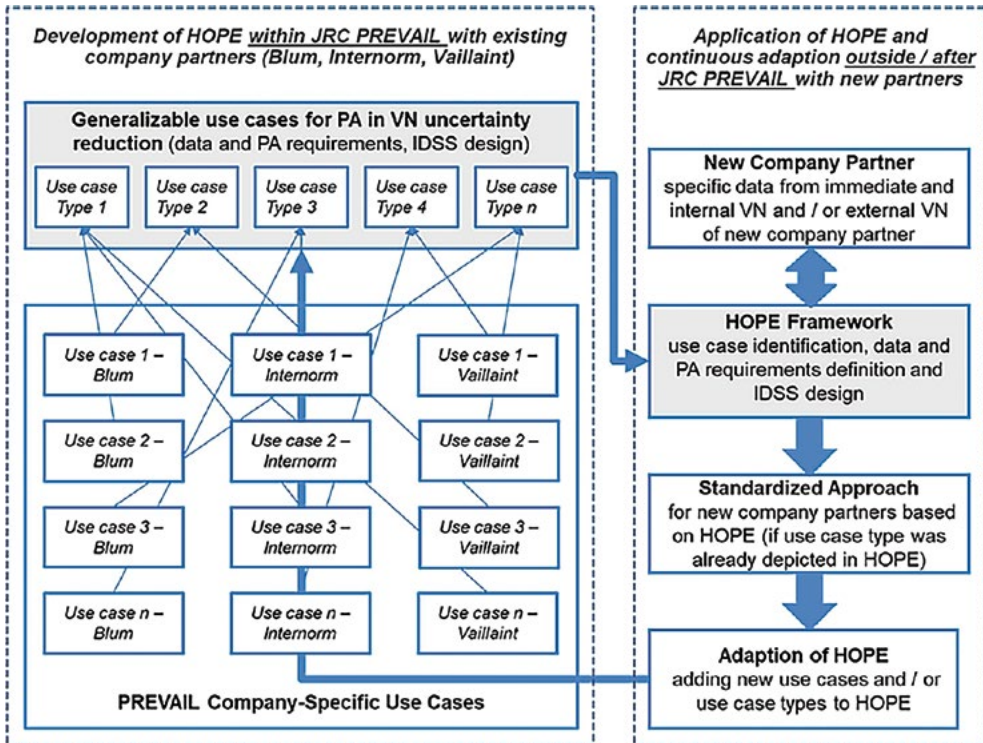
Das HOPE-Framework stellt einen strukturierten Ansatz zur Operationalisierung von Predictive Analytics (PA) für die Unsicherheitsreduktion in Wertschöpfungsnetzwerken dar. Ziel ist es, die Implementierung von PA-basierten Intelligent Decision Support Systems (IDSS) im Supply-Chain-Management zu standardisieren und zu

beschleunigen. Die Entwicklung erfolgt iterativ und basiert auf der systematischen Analyse mehrerer industrieller Anwendungsfälle. Für jeden Unternehmensfall werden drei Kernaspekte detailliert ausgearbeitet:

- ▶ VN-Unsicherheitstypen:
  - ▶ Identifikation und Beschreibung spezifischer Unsicherheiten (Treiber, Quellen, Wirkungen) entlang der Wertschöpfungskette;
- ▶ Daten- und Modellanforderungen:
  - ▶ Bestimmung der benötigten Datenarten, Merkmale und Qualitätsanforderungen sowie Definition geeigneter Machine-Learning-Methoden für PA-Anwendungen, einschließlich Modelltypen, Features und Ergebnisqualität;
- ▶ IDSS-Spezifikationen:
  - ▶ Ableitung der funktionalen Anforderungen an intelligente Entscheidungsunterstützungssysteme, die SCM-Entscheidungsträger bei der Reduktion von Unsicherheiten unterstützen.

Diese Elemente werden in HOPE zu verallgemeinerten Use-Case-Typen zusammengeführt, die als Standardbausteine für zukünftige Anwendungen dienen. Dadurch ermöglicht das Framework die Wiederverwendung bewährter Daten- und Modellkonfigurationen sowie IDSS-Designs in unterschiedlichen, aber vergleichbaren Anwendungsszenarien. Der zentrale Gedanke von HOPE ist die Aggregation möglichst vieler generalisierbarer Use-Case-Elemente, um unternehmens- und branchenspezifische Anpassungen auf das notwendige Minimum zu reduzieren. Dies erlaubt eine beschleunigte, standardisierte und qualitätsgesicherte Implementierung von Predictive-Analytics-Lösungen in unterschiedlichen Kontexten, Branchen und Unternehmensgrößen.

Zugleich ist HOPE als lernendes Framework konzipiert: Jede neue Anwendung liefert Erkenntnisse, die in das Framework zurückfließen, es erweitern und verfeinern. Auf diese Weise entsteht ein sich kontinuierlich entwickelndes Wissens- und Modellrepository, das zusätzliche Use-Case-Typen, Daten- und Modellanforderungen sowie IDSS-Spezifikationen umfasst. Die iterative Logik und Struktur des Frameworks sind in Abbildung 1 dargestellt:



**Abbildung 1:** Ansatz von PREVAIL zur Entwicklung und kontinuierlichen Weiterentwicklung des HOPE-Frameworks

Die methodischen Grundlagen von PREVAIL verbinden domänenspezifisches Wissen aus dem Supply-Chain-Management (SCM) und dem Unsicherheitsmanagement in Wertschöpfungsnetzwerken (VN) mit technischer Expertise in Predictive Analytics (PA), Machine Learning (ML) und Intelligent Decision Support Systems (IDSS). Dabei kommen fortschrittliche Modelle wie Klassifikation, Clustering, Regression und Anomalieerkennung zum Einsatz, ergänzt durch hybride Ansätze und kombinierte Verfahren (Darbanian et al., 2024; Mirshahi et al., 2024; Nasseri et al., 2025).

Abbildung 2 zeigt den Forschungsansatz von JRC PREVAIL und verdeutlicht die methodische Verknüpfung von Datenanalyse, domänenspezifischem Wissen und Entscheidungsunterstützung.

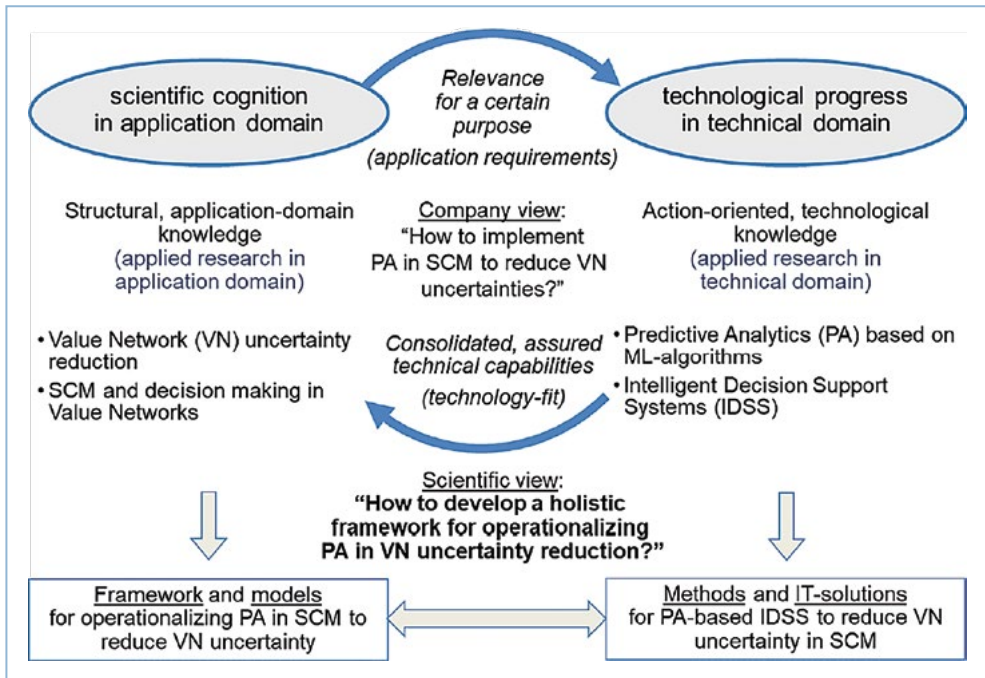


Abbildung 2: Forschungsansatz in JRC PREVAIL

HOPE dient somit als skalierbare Blaupause für die operative Anwendung prädiktiver Intelligenz – von der Identifikation von Unsicherheitstreibern über die Entwicklung ML-basierter Prognosemodelle bis zur Integration von Entscheidungsunterstützungssystemen in industrielle Prozesse.

## Ergebnisse

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass die prädiktiven Ansätze von JRC PREVAIL einen signifikanten Mehrwert für die beteiligten Partnerunternehmen generieren.

Bei Internorm ermöglicht die dynamische Identifikation von Materialbedarfstypen eine differenzierte Anpassung von Sicherheitsbeständen und Lagerstrategien. Dadurch konnte die Verfügbarkeit von Standardprodukten weiter erhöht und die Häufigkeit von Engpässen reduziert werden. Bei Blum führte die Analyse von Abhängigkeiten und Ripple-Effekten innerhalb interner Wertschöpfungsnetzwerke zu einem verbesserten Verständnis der Auswirkungen von Lieferanten- und Prozessunsicherheiten. Auf Basis der ermittelten Vorhersagbarkeit von Produkt- und Materialbedarf wurden die bestehenden Forecasting-Algorithmen gezielt adaptiert, wodurch Lagerhaltungs- und Verpackungsstrategien dynamisch angepasst werden konnten. In einem weiteren industriellen Anwendungsfall führte die Kombination prädiktiver

Modelle mit mathematischer Optimierung („predict-then-optimize“) zu einer effizienteren Ressourcenzuordnung und Einsatzplanung in einem komplexen Service- und Wartungsnetzwerk.

Diese Anwendungsfälle validieren den Nutzen des HOPE-Frameworks, das die in den Einzelprojekten gewonnenen Erkenntnisse systematisch aggregiert und standardisiert. Es bietet damit einen praxisorientierten Ansatz zur Operationalisierung von Predictive Analytics im Supply-Chain-Management und ermöglicht die schnelle, qualitätsgesicherte und wiederverwendbare Anwendung prädiktiver Intelligenz in unterschiedlichen Branchen und Entscheidungskontexten (vgl. Abbildung 1).

## Diskussion

JRC PREVAIL leistet einen wesentlichen Beitrag zur systematischen Einführung und Anwendung von Predictive Analytics im Supply-Chain-Management. Mit dem HOPE-Framework (Holistic Operationalization of Predictive Intelligence) wurde ein praxisorientiertes, generalisierbares Modell entwickelt, das die Überführung datengetriebener Analysen in operative Entscheidungsprozesse strukturiert unterstützt.

Das Framework verbindet datenwissenschaftliche Methoden mit domänenspezifischem Entscheidungswissen und ermöglicht dadurch eine skalierbare Operationalisierung prädiktiver Intelligenz. Durch die Standardisierung von Use-Case-Typen, Datenanforderungen, Modellstrukturen und IDSS-Spezifikationen schafft HOPE die Grundlage für die effiziente und qualitätsgesicherte Implementierung von KI- und ML-basierten Prognoseansätzen in industriellen Wertschöpfungsnetzwerken.

Besonders hervorzuheben ist die enge Verzahnung von Forschung und Praxis. In mehreren industriellen Anwendungsszenarien konnten Unsicherheiten entlang von Beschaffungs-, Produktions- und Distributionsprozessen identifiziert, modelliert und durch prädiktive Entscheidungsunterstützung reduziert werden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse fließen in die kontinuierliche Weiterentwicklung von HOPE ein und erweitern das Framework um neue Anwendungstypen, Datenstrukturen und Entscheidungslogiken.

Damit fungiert HOPE nicht nur als methodisches Referenzmodell, sondern auch als lernendes System, das mit jedem neuen Anwendungsfall an Reife gewinnt. Der iterative Zyklus aus Datenerhebung, Modellierung, Implementierung und Evaluation führt zu einer stetigen Verbesserung der Prognosequalität und Entscheidungsunterstützung.

Insgesamt zeigt sich, dass die konsequente Kombination von Predictive Analytics, Intelligent Decision Support Systems und domänenspezifischem Prozesswissen eine zentrale Voraussetzung für die Reduktion von Unsicherheiten in Wertschöpfungs-

netzwerken darstellt. PREVAIL demonstriert damit exemplarisch, wie die Operationalisierung prädiktiver Intelligenz zur Steigerung von Resilienz, Effizienz und Anpassungsfähigkeit industrieller Netzwerke beitragen kann.

## Referenzen

- Brandtner, P. (2023a). *Enhancing decision-making in SCM: Investigating the status quo and obstacles of advanced analytics in austrian companies*. Hannover: publish-Ing. <https://doi.org/10.15488/15258>
- Brandtner, P. (2023b). Predictive analytics and intelligent decision support systems in supply chain risk management – Research directions for future studies. In X.-S. Yang, S. Sherratt, N. Dey, & A. Joshi (Hrsg.), *Proceedings of Seventh International Congress on Information and Communication Technology* (S. 549–558). Singapore: Springer Nature. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-2394-4\\_50](https://doi.org/10.1007/978-981-19-2394-4_50)
- Brandtner, P. (2024). Digital transformation of supply chain management – Challenges and strategies for successfully implementing data analytics in practice. In *Proceedings of the 2024 8<sup>th</sup> International Conference on E-Commerce, E-Business, and E-Government* (S. 36–42). New York: ACM. <https://doi.org/10.1145/3675585.3675592>
- Darbanian, F., Brandtner, P., Falatouri, T., & Nasser, M. (2024). Data analytics in supply chain management: A state-of-the-art literature review. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 17(1), 1–31. <https://doi.org/10.31387/oscm0560411>
- Mirshahi, S., Brandtner, P., & Oplatková, Z. (2024). Intermittent time series demand forecasting using dual convolutional neural networks. *Mendel*, 30(1), 51–59. <https://doi.org/10.13164/mendel.2024.1.051>
- Nasser, M., Falatouri, T., Brandtner, P., Darbanian, F., & Mirshahi, S. (2025). Enhancing resource assignment efficiency in service industry: A predict-then-optimize approach with XGBoost. *Procedia Computer Science*, 253, 644–653. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.126>
- Raab, C., Fischer, T., & Brandtner, P. (2025). A survey of AI capabilities in Austrian supply chain management. *Procedia Computer Science*, 253, 626–635. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.124>