

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DER SUPPLY CHAIN



Calvin Klein, M.Sc.,
Projektmanager und
PhD Candidate, Institut
für Supply Chain
Management der
Universität St. Gallen
calvin.klein@unisg.ch

Wie Unternehmen die richtige KI-Lösung identifizieren und ihre Supply Chain optimieren.

Künstlicher Intelligenz (KI) wird das Potenzial zugesprochen, das Supply Chain Management (SCM) grundlegend zu verändern. Da KI eine vielversprechende Lösung zur Analyse grosser Datenmengen, präzisen Vorhersagen und Optimierung der Effizienz in der Supply Chain darstellt, hat dies zu einer verstärkten Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten dieser Technologie geführt. Vor dem Hintergrund der dargelegten Entwicklungen wurde diese Untersuchung initiiert, um verschiedene KI-Lösungen im SCM zu analysieren und deren spezifische Anwendungsgebiete zu identifizieren.

Transformation durch KI im SCM

Die digitale Transformation, unterstützt durch Fortschritte in der Rechenleistung, erweiterte Möglichkeiten der Datenspeicherung und verbesserte Algorithmen, beeinflusst alle Geschäftsprozesse und Funktionen. KI gehört neben Technologien wie Robotik, Blockchain, Internet der Dinge und Virtual Reality zu den aufstrebenden Technologien, die zunehmend in das Management von Supply Chain Prozessen integriert werden (Langner & Hofmann, 2021). Heute sind sich sowohl Praktiker als auch Wissenschaftler einig, dass KI zu einer Schlüsseltechnologie im SCM gereift ist (Sharma et al., 2022). Diese Reife wurde durch eine Kombination aus technologischen Fortschritten sowie einer erhöhten Datenverfügbarkeit erreicht. Die Entwicklung leistungsfähiger KI-Algorithmen hat es ermöglicht, grosse Datenmengen zu analysieren und Vorhersagen über die zukünftige Nachfrage zu treffen. Darüber hinaus haben die Verfügbarkeit von Cloud Computing und die Weiterentwicklung von Edge Computing die Ausführung von KI-Algorithmen in grossem Massstab ermöglicht.

Globale Unternehmen nutzen KI, um Unterbrechungen in der Supply Chain zu vermeiden. Diese Unternehmen setzen auf KI-gestützte Überwachung und Vorhersage, um potenzielle Risiken frühzeitig zu erkennen und proaktiv zu handeln. Es ist jedoch wichtig zu erkennen, dass KI nicht in allen Bereichen gleichermassen nützlich ist. In stabilen Lieferantenmärkten, in denen alternative Lieferanten gut bekannt sind und wenig Unsicherheit herrscht, bietet KI oft nur einen begrenzten Mehrwert. Ebenso sind starke Beziehungen mit Partnern, die bereits detaillierte Informationen austauschen, ein Bereich, in dem KI weniger Mehrwert bieten kann (Van Hoek & Lacity, 2023).

Um die Fähigkeiten der Supply Chain zu verbessern, müssen Unternehmen daher ein Portfolio verschiedener KI-Lösungen aufbauen. Unterschiedliche Aufgaben und Risikoniveaus erfordern unterschiedliche Werkzeuge. Dies führt zu der zentralen Forschungsfrage dieser Studie: Wie können verschiedene KI-Lösungen im SCM effektiv strukturiert und selektiert werden, um spezifische betriebliche Anforderungen zu erfüllen?

Forschungsansatz zur Integration von KI in das SCM

Zur Untersuchung der aktuellen Integration von KI in das SCM wurde ein triangulativer Forschungsansatz gewählt, der verschiedene Datenquellen und Methoden kombiniert. Dies ermöglicht eine umfassende und fundierte Analyse der Komplexität des SCM und der strategischen Ausrichtung der beteiligten Akteure.

1. Literaturrecherche: Um den aktuellen Stand der Forschung sowie bestehende Theorien und Modelle zur Integration von KI in das SCM zu verstehen, wurde

eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt. Diese umfasste wissenschaftliche Artikel, Fachbücher und Branchenberichte.

2. Experteninterviews: Es wurden Interviews mit Experten aus verschiedenen Branchen und Unternehmen durchgeführt. Diese Interviews lieferten qualitative Einblicke in die praktischen Herausforderungen und Erfolge bei der Implementierung von KI-Lösungen.

3. Marktanalyse: Es wurde eine detaillierte Analyse des aktuellen Marktes für KI-Lösungen im SCM durchgeführt. Dazu wurden Daten von KI-Anbietern gesammelt und analysiert, um ein klares Bild der verfügbaren Technologien und ihrer Einsatzmöglichkeiten zu erhalten.

Durch die Kombination dieser Methoden konnte ein umfassendes Bild der aktuellen Herausforderungen und Möglichkeiten der KI-Integration im SCM gewonnen werden. Diese Methodik stellt sicher, dass die Studie sowohl theoretisch fundiert als auch praxisrelevant ist.

Besonderheiten der Integration von KI in das SCM

Die Integration von KI in das SCM ist im Vergleich zu anderen Branchen in vielerlei Hinsicht einzigartig. Supply Chains bestehen aus vielen miteinander verknüpften Prozessen, einschliesslich Beschaffung, Produktion, Lagerung, Transport und Vertrieb. Jeder dieser Prozesse hat spezifische Anforderungen und Herausforderungen, die durch externe Faktoren wie Marktnachfrage, geopolitische Ereignisse und Naturkatastrophen weiter beeinflusst werden können. Diese Komplexität erfordert eine flexible und skalierbare Technologie wie KI, die in der Lage ist, Echtzeitdaten zu verarbeiten und schnelle, fundierte Entscheidungen zu treffen.

Während die Automatisierung einzelner Aufgaben durch KI in vielen Branchen bereits weit verbreitet ist, liegt die Einzigartigkeit des SCM in der Notwendigkeit, ganze Netzwerke von Vorgängen zu optimieren. Dies beinhaltet die Koordination und Synchronisierung von Prozessen über verschiedene Stufen der Supply Chain hinweg, um die Effizienz zu maximieren, die Kosten zu minimieren und gleichzeitig die Servicequalität zu verbessern.

Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit von KI-Algorithmen sind entscheidend für den Erfolg der Implementierung im SCM. Supply Chains generieren riesige Datenmengen aus verschiedenen Quellen. Diese Daten müssen integriert und analysiert werden, um präzise Vorhersagen und Optimierungen zu ermöglichen. Dies stellt hohe Anforderungen an die Datenqualität und -konsistenz. Ebenso spielen ethische und rechtliche Aspekte bei der Implementierung von KI im SCM eine wichtige Rolle. Dazu gehören der Datenschutz, die Transparenz der Algorithmen und die Haftung für Entscheidungen, die durch KI getroffen werden. Unternehmen müssen sicherstellen, dass ihre KI-Systeme diese Anforderungen erfüllen, um das Vertrauen der Stakeholder zu gewinnen und rechtliche Risiken zu minimieren.

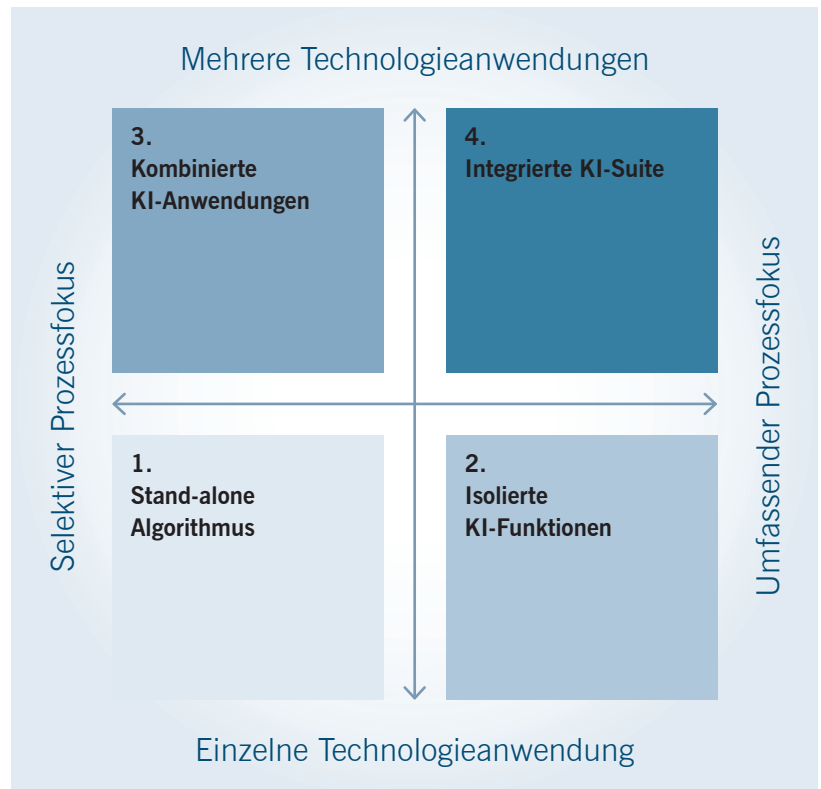


Abbildung 1:
Matrix des Lösungsspektrums für
KI-Lösungen im SCM
(Quelle: Klein & Sandfort,
2023)

Differenzierung von KI-Lösungen

Um die Vielfalt der verfügbaren KI-Lösungen im SCM besser verstehen und strukturieren zu können, wird eine Matrix verwendet, die zwei Hauptdimensionen berücksichtigt: den Prozessfokus und die Technologieanwendung (Abbildung 1).

Der **Prozessfokus** bezieht sich darauf, wie viele aufeinander folgende SCM-Prozesse durch die Lösung abgedeckt werden. Auf der einen Seite des Spektrums stehen Lösungen mit selektivem Prozessfokus, die sich auf bestimmte Bereiche der SCM-Prozesskette konzentrieren, wie z.B. Bestandsmanagement oder Bedarfsprognose. Diese Lösungen sind oft zielgerichteter und effektiver bei der Lösung spezifischer Probleme. Auf der anderen Seite stehen Lösungen mit einem umfassenden Prozessfokus, die die gesamte SCM-Prozesskette von der Beschaffung bis zur Auslieferung und über die Unternehmensgrenzen hinaus abdecken. Diese Lösungen bieten einen umfassenderen Ansatz, benötigen aber möglicherweise mehr Zeit und Ressourcen für die Implementierung.

Der **Technologieeinsatz** bezieht sich darauf, wie viele KI-Anwendungen in der Lösung gebündelt sind. Auf der einen Seite des Spektrums stehen Lösungen mit einer einzigen Technologieanwendung, die sich auf eine bestimmte KI-Anwendung wie prädiktive Analyse oder Verarbeitung natürlicher Sprache konzentrieren. Diese Lösungen sind oft spezialisierter und effektiver bei der Lösung spezifischer Probleme. Auf der anderen Seite gibt es Lösungen mit mehreren Technologieanwendungen, die verschiedene KI-Anwendungen kombinieren, um eine umfassendere Lösung zu bieten. Diese Lösungen bieten eine breitere Funktionalität, sind

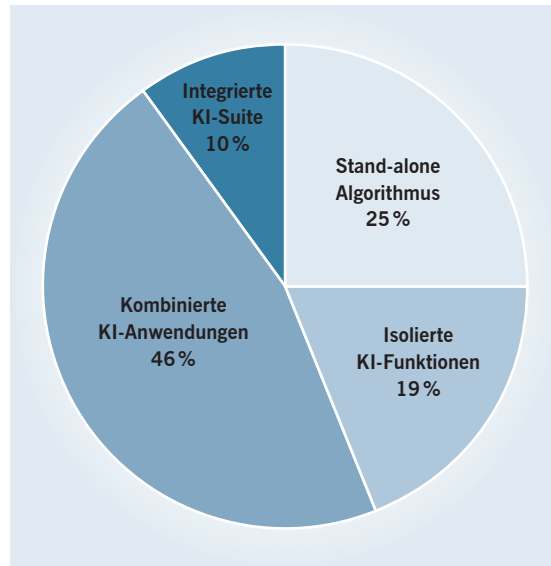


Abbildung 2:
Marktanalyse der
KI-Lösungen im SCM
(Europäischer Markt,
n=200)
(Quelle: Klein & Sandfort,
2023)

aber möglicherweise komplexer zu implementieren und zu verwalten.

Marktanalyse aktueller KI-Lösungen

Die Matrix zur Differenzierung von KI-Lösungen im SCM kombiniert die Dimensionen Prozessfokus und Technologieanwendung und identifiziert vier Hauptkategorien:

1. **Stand-alone Algorithmus:** Diese Lösungen konzentrieren sich auf eine bestimmte Aufgabe innerhalb der Supply Chain. Ein Beispiel könnte ein Algorithmus zur Bedarfsprognose sein, der eigenständig arbeitet und keine weiteren Prozesse abdeckt. Diese Lösungen sind oft einfach zu implementieren und bieten schnelle, zielgerichtete Verbesserungen.
2. **Isolierte KI-Funktionen:** Diese KI-Lösungen zielen auf mehrere SCM-Prozesse mit einer einzigen Technologieanwendung ab. Ein Beispiel wäre eine KI, die sowohl Bestandsmanagement als auch Bedarfsprognosen abdeckt, aber jeweils nur eine Technologie (z. B. maschinelles Lernen) verwendet. Diese Lösungen bieten ein gewisses Mass an Vielseitigkeit, bleiben aber auf einzelne Prozessschritte fokussiert.
3. **Kombinierte KI-Anwendungen:** Diese Lösungen umfassen mehrere KI-Technologien, die auf einen bestimmten Bereich des SCM angewendet werden. Ein Beispiel wäre ein System, das sowohl prädiktive Analytik für die Bedarfsprognose als auch natürliche Sprachverarbeitung für die Kommunikation mit Lieferanten nutzt. Solche Lösungen sind komplexer, bieten aber umfassendere Verbesserungen in spezifischen Bereichen.
4. **Integrierte KI-Suite:** Hierbei handelt es sich um umfassende, anpassbare Lösungen, die mehrere SCM-Prozesse abdecken und verschiedene KI-Technologien integrieren. Ein Beispiel wäre eine End-to-End-Lösung, die alles von der Beschaffung bis zur Auslieferung abdeckt und mehrere Technologien wie maschinelles Lernen, prädiktive Analyse und Automatisierung kombiniert. Diese Lösungen sind am komplexesten und

teuersten, bieten aber das grösste Potenzial für eine umfassende Optimierung der gesamten Supply Chain.

Die detaillierte Marktanalyse zeigt, dass 46 % der europäischen Anbieter auf kombinierte KI-Anwendungen setzen (Abbildung 2). Diese Lösungen bieten einen umfassenderen Ansatz zur Lösung spezifischer SCM-Prozesse, indem mehrere KI-Technologien in einem bestimmten Bereich eingesetzt werden.

Die hohe Prävalenz kombinierter KI-Anwendungen deutet darauf hin, dass Unternehmen nach Lösungen suchen, mit denen spezifische Probleme effizient und zielgerichtet angegangen werden können, ohne dass die Komplexität und die Kosten einer vollständigen End-to-End-Integration anfallen. Dies spiegelt ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Spezialisierung und Vielseitigkeit wider, das für viele Unternehmen attraktiv ist, die praktikable, aber nicht übermässig komplexe KI-Lösungen suchen.

Auf der anderen Seite machen integrierte KI-Suiten, die umfassende SCM-Prozessketten abdecken und mehrere KI-Anwendungen kombinieren, nur 10 % des Marktes aus. Diese geringere Verbreitung kann auf die hohen Implementierungskosten, die technische Komplexität und den erheblichen Ressourcenbedarf solcher umfassenden Lösungen zurückgeführt werden. Sie zeigt jedoch auch ein erhebliches Wachstumspotenzial für Anbieter, die in der Lage sind, diese Herausforderungen zu meistern und umfassende End-to-End-Lösungen anzubieten.

Isolierte KI-Funktionen und Stand-alone-Algorithmen decken den verbleibenden Teil des Marktes ab. Isolierte KI-Funktionen sind Lösungen, die mehrere SCM-Prozesse mit einer einzigen Technologieanwendung adressieren. Sie eignen sich für Unternehmen, die spezifische, aber unterschiedliche Anforderungen haben, aber keine umfassende Integration benötigen. Stand-alone-Algorithmen konzentrieren sich auf einzelne Aufgaben und sind ideal für Unternehmen, die spezifische Probleme schnell und kostengünstig lösen wollen.

Insgesamt zeigt die Verteilung der KI-Lösungen im SCM-Markt, dass die meisten Unternehmen einen Mittelweg zwischen spezialisierter Funktionalität und umfassender Integration bevorzugen. Dieser Trend spiegelt die aktuelle Marktnachfrage nach praktikablen und effizienten Lösungen wider, die ohne übermässigen Aufwand implementiert werden können. Gleichzeitig bleibt der Bereich der integrierten KI-Suiten ein attraktives Wachstumsfeld, da immer mehr Unternehmen die Vorteile einer vollständig integrierten, KI-gestützten Supply Chain erkennen und nutzen wollen.

Auswahl geeigneter KI-Lösungen

Unternehmen können einen Entscheidungsbaum nutzen, um die geeignete KI-Lösung für ihre spezifischen SCM-Anforderungen zu identifizieren (Abbildung 3). Dieser strukturierte Ansatz hilft, die verschiedenen KI-Lösungen auf dem Markt anhand spezifischer Anforderungen und Herausforderungen zu bewerten.

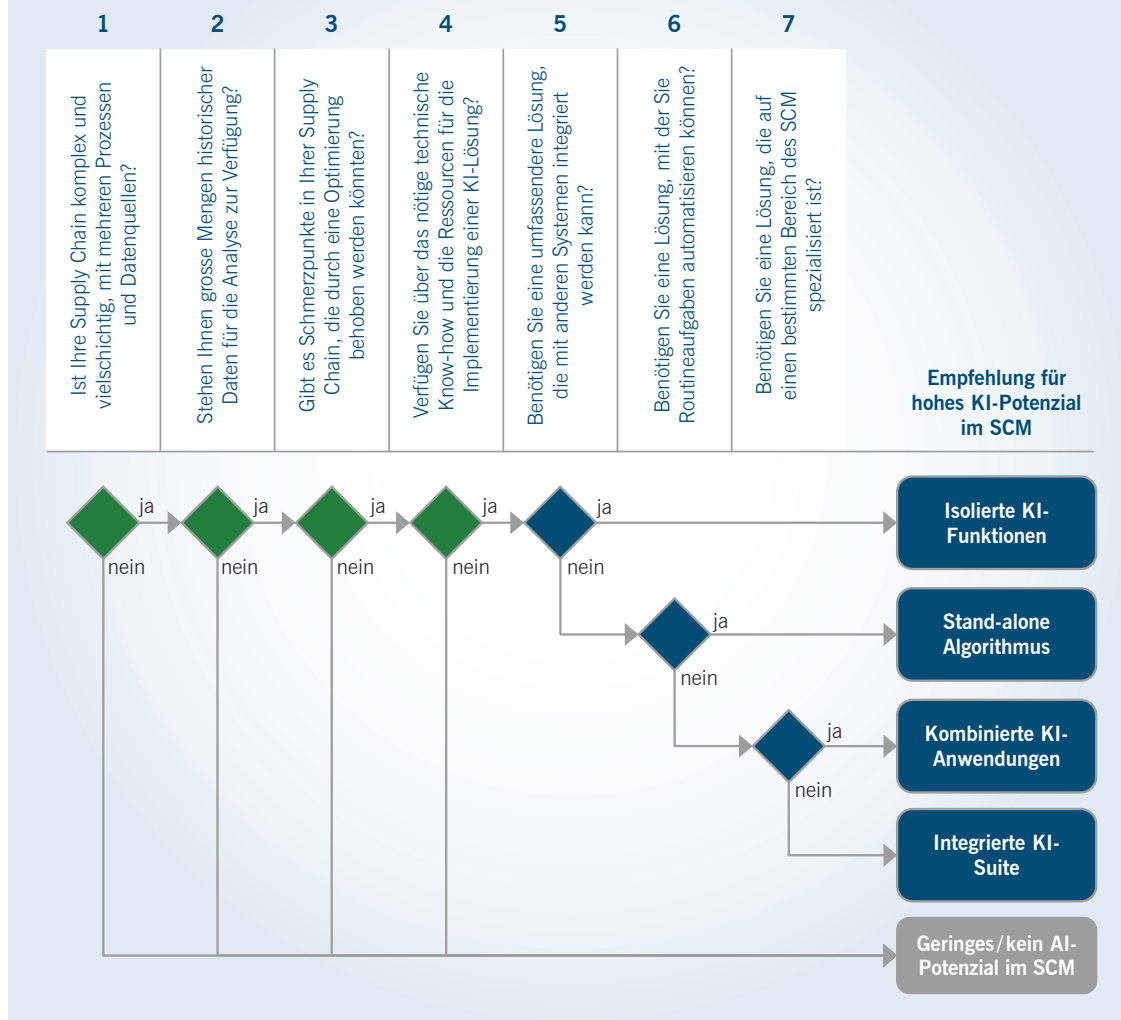


Abbildung 3:
Entscheidungsbaum zur
Auswahl der geeigneten
KI-Lösung
(Quelle: Klein & Sandfort,
2023)

Zunächst sollten Unternehmen die Komplexität ihrer Supply Chain und die Verfügbarkeit historischer Daten analysieren. Eine komplexe Supply Chain mit vielen Datenquellen und vorhandenen Optimierungspotenzialen ist ein guter Ausgangspunkt für die Integration von KI. Unternehmen mit umfangreichen Daten und klar identifizierten Schmerzpunkten profitieren besonders von KI-basierten Lösungen, die genaue Prognosen und Optimierungen ermöglichen. Für Unternehmen, die umfassendere Lösungen benötigen, bieten sich integrierte KI-Suiten an, die mehrere SCM-Prozesse abdecken und verschiedene KI-Technologien kombinieren. Diese Lösungen ermöglichen eine nahtlose Integration in bestehende Systeme und bieten eine breite Funktionalität, die über die Automatisierung einzelner Aufgaben hinausgeht.

Unternehmen, die spezifische SCM-Probleme adressieren wollen, können auf kombinierte KI-Anwendungen setzen. Diese Lösungen nutzen mehrere KI-Technologien, um gezielt Verbesserungen in bestimmten Bereichen der Supply Chain zu erzielen. Sie eignen sich besonders für Unternehmen, die spezialisierte, aber dennoch vielseitige Werkzeuge suchen.

Für Routineaufgaben oder weniger komplexe Anforderungen können isolierte KI-Funktionen oder eigenständige Algorithmen eine effiziente und kostengünstige Lösung darstellen. Diese Werkzeuge sind einfach zu implementieren und ermöglichen schnelle und gezielte Verbesserungen, ohne dass umfangreiche Ressourcen erforderlich sind.

Durch die Nutzung dieser Erkenntnisse und die systematische Anwendung des Entscheidungsbaums können Unternehmen die für ihre spezifischen Anforderungen am besten geeigneten KI-Lösungen auswählen. Dies führt zu einem besseren Abgleich der Erwartungen mit der Realität der KI-Implementierung und letztlich zu effizienteren und effektiveren SCM-Prozessen.

Weiterführende Einblicke

Um die im Beitrag diskutierten Aspekte der KI-Integration im SCM weiter zu vertiefen, möchten wir auf unsere umfassende Studie «Artificial Intelligence in Supply Chain Management - Between Aspiration and Reality» verweisen. Diese Untersuchung, durchgeführt vom Institut für Supply Chain Management (ISCM-HSG) der Universität St. Gallen, beleuchtet detailliert die aktuellen Herausforderungen und Möglichkeiten der KI-Integration im SCM. Sie bietet wertvolle Einblicke und praktische Empfehlungen für Unternehmen, die ihre Supply Chain durch KI optimieren möchten.

Literaturverzeichnis

- Langner, D., & Hofmann, E. (2021). Zukunftsstudie Logistikmarkt Schweiz, Trendbrüche und Supply Chain Trends. *Logistikmarktstudie Schweiz*
- Sharma, R., Shishodia, A., Gunasekaran, A., Min, H., & Munim, Z. H. (2022). The role of artificial intelligence in supply chain management: mapping the territory. *International Journal of Production Research*, 60(24), 7527–7550
- Van Hoek, R., & Lacity, M., (2023). How Global Companies Use AI to Prevent Supply Chain Disruptions. *Harvard Business Review*
- Klein, C. & Sandfort, F.V. (2023). *Artificial Intelligence in Supply Chain Management – Between Aspiration and Reality*. Band 6. Göttingen