



# LOGISTICS INNOVATION

Verein Netzwerk Logistik Schweiz

Ausgabe 1/2024

ISSN 2624-8956 (Print), ISSN 2624-8964 (Online)

## Forschung

100 Jahre Sollzeiten – ein Konzept für die Zukunft?

Künstliche Intelligenz in der Supply Chain

## Technologie

Advanced picking methods and technologies

Virtuelle Zwillinge revolutionieren die Logistik

DAVID: eine IoT-Architektur für die Logistik

## Management

Macht künstliche Intelligenz das Lager intelligent?

Masterstudiengang in Logistik  
Integrierte Planung

Thema:

## Lagersysteme der Zukunft

Wie neue Technologien die Effizienz steigern



LOGISTIKUM 

**vni**  
SCHWEIZ

VEREIN  
NETZWERK  
LOGISTIK



## Die Swiss Logistics Faculty lehrt, forscht und entwickelt mit Ihnen und für Sie!

**Gemeinsam setzen wir kundenorientierte und wettbewerbsfähige Innovationsprojekte um!**

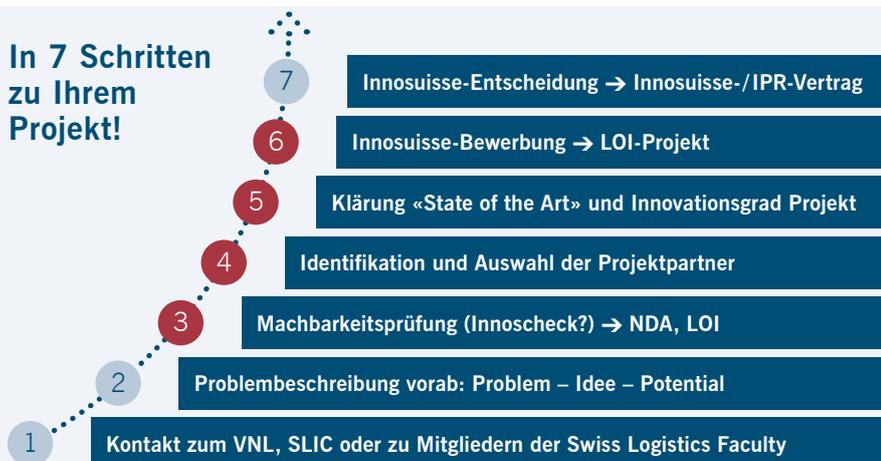
Die Swiss Logistics Faculty hilft dabei, die stark verteilten Kompetenzen und Interessen von Schweizer Wissenschaftlern und Forschungseinrichtungen am Innovationsthema Logistik zu bündeln und den Wirtschaftspartnern transparent vorzustellen. Mit der Gründung der Swiss Logistic Faculty ist eine Schwerpunktbildung von Logistik als Forschungs- und Innovationsthema mit nationaler Ausrichtung und Ausstrahlung umsetzbar.

**Die virtuelle Organisation der Swiss Logistics Faculty umfasst derzeit:**

- 17 Hochschulen
- 20 Institute
- 25 Professoren
- und mehr als 100 wissenschaftliche Mitarbeitende und Assistierende

Die Swiss Logistics Faculty ist offen für Hochschulinstitute, die sich für die Entwicklung zukunftsfähiger Logistik-/SCM-Lösungen einsetzen.

### In 7 Schritten zu Ihrem Projekt!



## Das ist Ihr Forschungs- und Kompetenznetzwerk!



de



### Kontakt

**VNL Schweiz**  
Technoparkstrasse 1  
CH-8005 Zürich

+41 56 500 07 74  
office@vnl.ch  
www.vnl.ch



# LIEBE LESERIN, LIEBER LESER

## Inhaltsverzeichnis

Herbert Ruile: <b>Macht künstliche Intelligenz das Lager intelligent?</b>	4
Logistikum & FHOÖ: <b>Masterstudiengang in Supply Chain Management</b>	9
Anna Drewek, Christian Ordelt, Nima Riahi, Helmut Sedding: <b>100 Jahre Sollzeiten – ein Konzept für die Zukunft?</b>	10
Vorschau: <b>11. Swiss Logistics Innovation Day</b>	14
Swisslog: <b>Advanced picking methods and technologies</b>	16
Calvin Klein: <b>Künstliche Intelligenz in der Supply Chain</b>	20
Thomas Laarz: <b>Virtuelle Zwillinge revolutionieren die Logistik</b>	24
Herbert Ruile, Diego A. Bonetta: <b>DAVID: eine IoT-Architektur für die Logistik</b>	28
VNL: <b>Terminkalender</b>	34

## Impressum

Verein Netzwerk Logistik Schweiz e.V.  
Technoparkstrasse 1, 8005 Zürich  
Telefon +41 56 500 07 74, office@vnl.ch

Redaktion: Herbert Ruile  
Gestaltung und Produktion: filmreif, 5703 Seon  
Titelbild: © AdobeStock, PAOLO (generiert mit KI)  
Druck: click it AG, Seon  
Einzelverkaufspreis: Fr. 25.–

Haftung: Die Autoren übernehmen die Haftung für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit ihrer Artikel.

ISSN 2624-8956 (Print), ISSN 2624-8964 (Online)

**Die Logistikbranche steht durch technologische Innovationen wie Künstliche Intelligenz (KI), das Internet der Dinge (IoT) und Robotik vor einer tiefgreifenden Transformation.** Diese Technologien versprechen eine neue Ära der Effizienz, Flexibilität und Skalierbarkeit in der Lagerhaltung. Die Autoren in diesem Heft beleuchten entscheidenden Veränderungen und Zukunftsperspektiven:



**Künstliche Intelligenz** ermöglicht eine präzise und dynamische Lagerbestandsverwaltung durch die Analyse grosser Datenmengen in Echtzeit. Vorhersagen zur Nachfrage und zu Lagerbeständen werden dadurch genauer, was die Notwendigkeit von Sicherheitsbeständen reduziert und Kosten gesenkt. KI-gestützte Algorithmen verbessern die Transport- und Routenplanung innerhalb des Lagers, minimieren die Zeit für die Kommissionierung, erhöhen die Pickgenauigkeit und steigern so die Lagerproduktivität. Eine ständige Datenanalyse ermöglicht es, Trends und Anomalien frühzeitig zu erkennen und entsprechende Massnahmen zu ergreifen.

Das **Internet der Dinge** vernetzt Geräte und Systeme innerhalb des Lagers und innerhalb der Lieferkette, was eine nahtlose Überwachung und Steuerung der Warenbewegungen ermöglicht. IoT-fähige Sensoren überwachen automatisch das Lager, Transportsysteme und Gebäudeinfrastrukturen. Dies ermöglicht reibungslose und effiziente Abläufe, minimiert Fehler, bietet höhere Auslastung und sichert eine hohe Verfügbarkeit.

Diese **Vernetzung** verbessert die Transparenz, die Prognosefähigkeit und die Rückverfolgbarkeit in der gesamten Lieferkette, da Informationen über den Zustand und Standort von Waren jederzeit verfügbar sind und ausgewertet werden können.

**Künstliche Intelligenz, IoT und Robotik** bieten grosse Chancen, die Lagerhaltung effizienter und flexibler zu gestalten. Unternehmen, die diese Technologien frühzeitig und strategisch einsetzen, werden sich in einer zunehmend digitalisierten Welt behaupten.

**Die Logistikbranche steht am Beginn einer neuen Ära.** Es liegt an uns, diese Technologien verantwortungsvoll und innovativ zu nutzen, um die Herausforderungen der Zukunft zu meistern. Die Zeit für logistische Innovation ist jetzt, und die Zukunft des Lagers ist spannender als je zuvor.

Mit freundlichen Grüssen

**Prof. Dr. Herbert Ruile**  
Präsident VNL Schweiz

# MACHT KÜNSTLICHE INTELLIGENZ DAS LAGER INTELLIGENT?



Prof. Dr.-Ing. Herbert  
Ruile, Vorsitz der  
Geschäftsleitung,  
Logistikum Schweiz  
GmbH

herbert.ruile@logistikum.ch  
logistikum.ch

## Das Lager als lernendes System verstehen und gestalten.

**Künstliche Intelligenz (KI) ist einer der wichtigsten Technologietreiber, von dem erwartet wird, dass er die Arbeitswelt nachhaltig verändern wird. Das Interesse ist gross, jedoch der Einsatz von KI in der Logistik macht sich erst in kleinen, fast unbemerkten Schritten sichtbar. In den Diskussionen unter Experten geht es darum, wie und wo künstliche Intelligenz in der Logistik wirksam wird. Das Lager bleibt weiterhin ein sozio-technisches System, in dem Menschen, Organisation und Technologien interagieren. Der Einsatz von Technologien verändert gleichzeitig Rollen, Aufgaben und Kompetenzen der Mitarbeitenden. Im folgenden Artikel wird das Konzept von intelligenten Systemen vorgestellt und die Anwendung in einer Entwicklungsperspektive der Lagerlogistik diskutiert.**

### Erfolgreich durch Lernfähigkeit

Das Geschäftsumfeld wird heute als dynamischer, komplexer und wettbewerbsintensiver als in der Vergangenheit wahrgenommen. Unternehmen sind mehr denn je gefordert, sich möglichst pro-aktiv und rasch an die veränderten Marktbedingungen anzupassen, soweit es ihre beschränkten Ressourcen und Fähigkeiten zulassen. In den Veränderungen frühzeitig Chancen zu erkennen und nutzen zu können, sowie die Risiken und Herausforderungen effizient zu meistern, wird zur unternehmerischen Pflicht. Es gilt eine organisatorische Trägheit zu überwinden, Agilität und Resilienz abzuwägen und in der Lage sein, die verfügbaren Ressourcen stetig weiterzuentwickeln. Intelligente Systeme sind definitionsgemäss in der Lage, Veränderungen in der Umwelt zu erkennen und selbstständig darauf zu reagieren. Sie können sich anpassen. Alves (2017) konnte aufzeigen, dass anpassungsfähige, also intelligente, Unternehmen erfolgreicher als ihre Wettbewerber sind.

Lager sind sozio-technische Systeme, die durch das Zusammenwirken von Menschen, Organisation und Technologien beschreibbar und gestaltbar sind. Um das Lager als intelligentes bzw. lernendes System zu verstehen, muss das Lernen und die Anpassungsfähigkeit aufgrund neuer externer Impulse erkennbar und gestaltbar werden. Die künstliche Intelligenz als datentechnische Methode kann dabei eine unterstützende Rolle einnehmen.

### Intelligentes System

Der Begriff «Intelligentes System» unterliegt bisher keiner gemeinsamen, abgestimmten und festgelegten Definition. Nach M. Molina (2022) können Intelligente Systeme aber durch ihre Verhaltenseigenschaften beschrieben werden: ein intelligentes System ist demnach ein künstliches System, das (a) als **Agent** fungiert, d.h. es nimmt ihre Umgebung wahr, es handelt in der Umgebung und es interagiert mit anderen Agenten, und (b) zeigt **rationales Verhalten**, d.h. das System handelt rational, um z.B. den Erfolg seiner Aufgaben zu maximieren, und zeigt rationales Denken. Das bedeutet es begründet eigene Überzeugungen durch Argumentation und ist in der Lage zu lernen.

Die Anwendung dieser Definition auf sozio-technische Systeme bedeutet:

- Personen, Organisationseinheiten (funktionale Einheiten, Rollen) und technische Systeme (Fahrzeuge, Software, Roboter, usw.) werden als Agenten beschrieben. Sie sind Teile eines übergeordneten Gesamtsystems, die zueinander in Beziehung stehen.
- Als intelligentes System sind Lager Bestandteil einer Umwelt, in der sie agieren. Sie benutzen Sensoren, um Informationen über den aktuellen Zustand der Umgebung aufzunehmen und Aktoren, um in dieser Umgebung physische oder virtuelle Hand-



(Quelle: AdobeStock)

- lungen auszuführen. Dabei kann die Umgebung als statisch, deterministisch oder auch als unklar oder unbekannt wahrgenommen werden. Als intelligentes System interagieren Agenten mit weiteren Personen, Organisationseinheiten oder technischen Anlagen, die sich in dem gleichen Umfeld befinden. Sie können dabei Aufträge annehmen und Antworten generieren.
- Die Interaktion zwischen den Agenten und insbesondere mit Menschen dienen dazu, die Aufgaben des jeweils anderen Agenten zu unterstützen. Dabei können die Agenten unterschiedliche Rollen wahrnehmen. Zum einen die **Delegationsrolle**, in dem sie eine Aufgabe teilweise oder vollständig übernehmen. Das System handelt dann autonom in dem Umfeld und führt die Aufgabe basierend auf den eigenen Entscheidungen aus. Als intelligentes System ist es gleichzeitig in der Lage Aufträge aus rationalen Gründen zurückzuweisen. Es prüft also Korrektheit und Machbarkeit des Auftrages, bevor der Auftrag ausgeführt wird. Zum anderen kann der Agent auch die **Rolle des Beraters** einnehmen. Der Agent gibt in dieser Rolle dem Nutzer hilfreiche Informationen über den aktuellen und künftigen Zustand des Umfeldes, um seine Entscheidungsfindung zu unterstützen. Die Aufgabe des Agenten sind in diesem Fall die Zustands- und Problemdiagnose, die Planung und Prognose von Ressourceneinsatz, sowie Handlungsoptionen und -empfehlungen auszusprechen.
  - **Rationales Handeln** wird üblicherweise mit Intelligenz assoziiert. Es wird dann unterstellt, wenn Agenten selbstständige Entscheide über ihre Handlungen machen, die auf eine Optimierung einer Leistung abzielen. Das ist beispielweise dann der Fall, wenn autonome Transportfahrzeuge nicht nur einen möglichen Weg wählen, sondern einen, der nach spezifischen Kriterien wie Zeit, Kosten oder Energie optimiert ist. Werden zwei intelligente Systeme mit der gleichen Aufgabe verglichen, so wird der Intelligenzgrad anhand ihrer unterschiedlichen Leistung sichtbar. Um aber in einem

- System **rationales Denken** zu erkennen, muss es in der Lage sein, Argumente für Entscheidungen und Handlungsempfehlungen zum Ausdruck zu bringen. Ein externer Beobachter kann dann diese Argumente hinsichtlich der eigenen Rationalität prüfen und verifizieren. Die Fähigkeit die Gründe für Entscheidungen verständlich zu machen, hilft den Nutzern Vertrauen in das System aufzubauen und Fehlverhalten und Fehlentscheide frühzeitig zu begegnen.
- Eine zentrale wichtige Eigenschaft von intelligenten Systemen ist die **Fähigkeit zu lernen**. Dies erfolgt zum einen über den Erfahrungszuwachs, den ein System erhält, wenn es immer wieder die gleiche Aufgabe ausführt, Abweichungen registriert, Handlungsoptionen nutzt und dabei in der Lage ist, die Leistung dadurch zu verbessern, dass es aus den vielfältigen und häufigen Interaktionen mit dem Umfeld (u.a. Feedbacks) bessere Entscheide treffen kann. Zum anderen lernt das System dadurch, dass es neues Wissen akquirieren und anwenden kann. Der Erwerb von Wissen erfolgt u.a. über die Beobachtung neuer Merkmale in der Umgebung, durch induktive und deduktive Schlussfolgerungen aus anderen Prinzipien oder durch den sprachlichen Austausch von Erkenntnissen. Zur Lernfähigkeit kommen daher die Aspekte des Wissensmanagements, der Klärung der Lernziele, der Entwicklung von Handlungs- und Entscheidungskompetenz sowie die Lernzielkontrolle hinzu.

#### Versuch einer Definition:

Intelligente Lagersysteme sind demnach sozio-technische Systeme, die

- a) in ihrer Umwelt eingebettet sind,
- b) dort agieren,
- c) mit der Umwelt und anderen Systemen interagieren können,
- d) rationales Verhalten und Denken aufweisen und
- e) durch selbstständige Wissensaufnahme einen Lernprozess ausführen können.

**Intelligente Lagersysteme**

Es ist offensichtlich, dass die Intelligenz des Lagers als sozio-technisches System zwar so beschrieben werden kann, dass die Ausprägung der Intelligenz durchaus unterschiedlich ist. Die positive Wirkung dieser Ausprägungen konnten in den Konzepten des Supply Chain Managements und in der lernenden Organisation nachgewiesen werden. Je stärker diese Faktoren ausgeprägt sind, desto höher ist der Wettbewerbsvorteil und Profitabilität.

**System Mensch**

Es fällt uns relativ leicht, sich Menschen als Agenten im Lagersystem vorzustellen, der mit seinen Fähigkeiten in der Lage ist, die Umgebung wahrzunehmen, Handlungen auszuführen und in Interaktion mit weiteren Systemen wie Kollegen, Organisationseinheiten, Geräte oder Software zu stehen. Die Fähigkeiten des Menschen zur Wahrnehmung, Handlungsfähigkeit und Interaktion sind sowohl individuell und unvollständig ausgeprägt als auch in Stellenbeschreibungen und in den Bedienungsanweisungen technischer Einrichtungen festgelegt. Ein ständiger individueller Abgleich zwischen den Anforderungen und Fähigkeiten ist daher notwendig. Unvollständiges Wissen, Ambiguität, emotionale Präferenzen, verzerrte Wahrnehmung und das spontane Entscheidungsverhalten behindern eine vollständige Rationalität.

Schliesslich verstehen wir den Menschen als lernendes Wesen, das sich Lernziele vorgeben kann, das notwendige Wissen dazu beschafft, sein Lernmethodik und Lernplan festlegt und letztendlich auch eine Lernzielkontrolle durchführt. Im Lager sind für Menschen spezifische Kenntnisse und Fähigkeiten gefordert, die sich für die Mitarbeitenden erst über Aus- und Weiterbildung, praktische Anwendung und Theorie erschliessen. Der stetige Wandel in Theorie, Organisation und Technologie erfordern auch eine stetige individuelle und grundsätzliche Weiterentwicklung dieser Fähigkeiten.

**System Organisation**

Es liegt in der Natur von überlebensfähigen Organisationen, dass sie in der Lage sind, sich den Anforderungen der Umwelt anzupassen und Chancen aus dem neuen Wissen über Märkte, Kunden, Methoden und Verfahren, Technologien, Lieferanten usw. rascher nutzen können als ihr Wettbewerb. Organisationen sind virtuelle Artefakte einer planmässigen Arbeitsteilung, das sich in funktionalen Einheiten, Rollen und Prozessen zum Ausdruck bringt. Organisatorische Einheiten wie Teams, Abteilungen, Bereiche oder funktionale Rollen sind in der Lage ihre interne und externe Umgebung zu beobachten und ihre Handlungsweisen (Prozesse) darauf auszurichten. Sie agieren für sich und stehen gleichzeitig im Austausch untereinander. Je nach Führungs- und Managementkultur bzw. Aufgabenstruktur stehen diesen Einheiten unterschiedliche Freiheitsgrade in der Interpretation und Ausgestaltung ihrer Handlungs- und Entscheidungsräume zu. Mit zunehmender Autonomie der Systeme werden

diese als Black Boxes wahrgenommen. Die übrigen Akteure verlieren Transparenz, Vertrauen und Kontrolle über diese Einheiten. Diese Einheiten sind, wie die in ihnen arbeitenden Menschen, nur bedingt zu rationalem Handeln und Entscheiden fähig und verursachen bei zu geringen Interaktionen Ineffizienzen innerhalb des Systems. Es geht dabei um die Zugänglichkeit von verteiltem Wissen, dessen Transparenz und Qualität, verborgene Intentionen und Zielkonflikte sowie um den Einsatz von knappen Ressourcen.

Die Lernfähigkeit von Organisationen, ihren Einheiten oder Rollen drückt sich in der Fähigkeit aus, aus neuem Wissen rasch eigene Produkte, Prozesse, Strukturen und Verfahren zu entwickeln und so umzusetzen, dass daraus die gewünschten Effizienz-, Qualitäts-, Kosten- und Zeitvorteile für das Gesamtsystem erzielt werden. Dazu gehören nachweislich Fähigkeiten der Führung, der Entwicklung, der durchgängigen Prozessqualität sowie eines effektives Kunden- und Lieferantenmanagement.

**Technische Systeme**

Zunehmend wird von Anbietern von Robotik, Software, Transporteinrichtungen, Lagerverwaltungssystemen proklamiert, dass ihr (Teil-)System intelligent sei. Zu dieser Art von Produkttypen gehören fahrerlose Fahrzeuge, Robotik, Softwaresysteme, logistische Objekte und Gebäudeautomatisierung.

**Fahrerlose Fahrzeuge:** AGV (automated guided vehicle), AMR (autonomous mobile robots) und autonome Fahrzeuge des Personen- und Güterverkehrs sind dadurch charakterisiert, dass sie ihre Umgebung wahrnehmen, Personen und Gegenstände erkennen und Verhaltensregeln besitzen (stoppen, ausweichen, signalisieren, usw.). Sie unterscheiden sich darin, ob und wie sie ihren Weg finden, ob und wie sie in ein Leitsystem eingebettet sind, wie umfangreich ihre Sensorik in der physischen und digitalen Welt sind, wie sie ihre Aufträge erhalten und abarbeiten können.

**Kollaborative Robotik:** Kollaborative Roboter bewegen sich im Lager gleichzeitig und am gleichen Ort wie die Menschen. Vorwiegend sind es im Lager «Pick- and Place-Robots». Sie sind dadurch charakterisiert, dass sie in den Arbeitsprozessen mit dem Menschen interagieren. Vor allem die Robotik wird so ausgelegt, dass er mit den Menschen zusammen schnell Arbeitsabläufe lernen kann. Eine selbstständige Optimierung dieser Abläufe, wenn sich die Situation verändert (Produkte, Geschwindigkeit, usw.) ist noch offen.

**Softwaresystem im Lager:** Ein Teil der Intelligenz des Lagers liegt in der Lagerverwaltungssoftware, die u.a. Bestandsmanagement, Ein- und Auslagerstrategie, Transportaufträge, Flottenmanagement usw. beinhaltet. Es ist offensichtlich, dass in den Daten der Lagerverwaltung hohes Potential für künstliche Intelligenz liegt: Wege, Flächen und Lagerplätze, Engpässe und

«Intelligente» Objekte im System Lager	Einbettung	agieren	interagieren	rationales Verhalten	selbstständiges Lernen
Person	ja	ja	ja	bedingt	bedingt
Organisationseinheiten	ja	ja	ja	bedingt	bedingt
<b>Technische Systeme</b>					
AGV	ja	ja	ja	nein	nein
AMR	ja	ja	ja	bedingt	nein
fahrerlose Fahrzeuge	ja	ja	ja	bedingt	bedingt
kollaborative Robotik	ja	ja	ja	bedingt	bedingt
Warehouse Management System	ja	ja	ja	nein	nein
Paletten, Behälter, Regale	ja	nein	ja	nein	nein
Aufzüge, Tore	ja	ja	ja	nein	nein
Gebäudeautomation (HLK)	ja	ja	ja	nein	nein

Abbildung 1: Eigenschaften intelligenter Systeme (eigene Darstellung)

Ressourceneinsatz können durch datenanalytische Verfahren optimiert werden.

**Intelligente Objekte:** Intelligente Objekte sind meist Objekte, die mit Sensoren und Speicher ausgerüstet sind, sich aber nicht aktiv im Raum bewegen können. Diese Objekte können selbst nicht agieren, sind aber über ihre Sensorik eingebettet und interagieren über diese Schnittstelle mit dem übergeordneten System. Dazu gehören Behälter, Paletten, Lagereinrichtungen usw. Sie bilden kein autonomes Teilsystem, sondern sind Bestandteil eines übergeordneten Systems.

**Gebäudeautomatisierung:** Neben der Materialflusstechnologie sind im Lager noch zahlreiche Gebäudeautomatisierungen eingesetzt: Heizungs-, Kühlungs-, Energieanlagen, Brandschutzsysteme, automatische Türen, Tore und Aufzüge sind für die richtige Einlagerung, optimale Arbeitsplatzsituation und effiziente Abläufe installiert. Sie bilden eine weitere Kategorie von automatisierten Teilsystemen im Lager. Ihr Verhalten ist weitgehend durch die Steuerungssoftware bestimmt. In zunehmendem Masse wird die Gebäudeautomatisierung mit den Lagerprozessen verbunden und reduziert damit die menschlichen Interaktionen. Diese Systeme agieren und interagieren selbstständiger, doch fehlt Ihnen die Charakteristik eines lernenden Systems.

### Grenzen des autonomen Systems

Bezugnehmend auf die oben gegebenen Definitionen und Beispielen von intelligenten Systemen lassen sie sich hinsichtlich der oben genannten Kriterien in ihrer Ausprägung beurteilen. Die wesentlichen Unterscheidungsfaktoren liegen in den Ausprägungen des rationalen Verhaltens in Denken, Entscheiden und Handeln sowie in der Fähigkeit zu lernen. Im Lager als intelligentes sozio-technisches System sind von diesen Ausprägungen der Mensch, die Organisation und die technischen

Lösungen gleichzeitig betroffen und nur teilweise erfüllt. In einem vollständig automatisierten Lager werden die Interaktionen des technischen Systems mit den Menschen und der Organisation auf die Rolle des Beobachters, Beraters und Supervisors reduziert (siehe oben). Diese Rolle kann auch aus rechtlichen und versicherungstechnischen Gründen nicht delegiert werden.

### Entwicklungsstufen des Lagers

Wenn lernende Systeme Wettbewerbsvorteile bringen, ist es durchaus hilfreich, den aktuellen Stand des Systems und seine Entwicklungspotential zu kennen.

Das Lager als lernendes System kann dabei unterschiedliche Ausprägungen annehmen. Dabei gelten die Grundprinzipien des Lernens: wahrnehmen, analysieren, Lösungen vorschlagen sowie rationell entscheiden und handeln. Unter dem Gesichtspunkt der Verwendung von datenanalytischen Werkzeugen (Werkzeuge der KI) werden Teile dieses Lernprozesses durch die KI erweitert und vertieft. Die Rollen, Aufgaben und Kompetenzen der Mitarbeitenden in der Interaktion mit der Organisation und den technischen Systemen verändern sich dadurch. In einem von uns entwickelten 5-Stufen Modell können verschiedene Ausprägungsformen von lernenden Lager-systemen beschrieben werden: das operative System, das System der kontinuierlichen Verbesserung, das analytische System, das prognosefähige System und das präskriptive System:

**Operative Systeme** sind durch ihre operativ-strategische Ausrichtung geprägt. Verbesserungen und Entwicklungen finden auf Basis der Investitionsplanung und der Qualitätssicherung statt. Die Organisation tut das dazu Notwendige situativ: Ersatzinvestitionen, Qualifikation der Mitarbeitenden, Zertifizierungen usw.

**Systeme der kontinuierlichen Verbesserung** erweitern die Qualitätssicherung um den Prozess der systematischen, regelmässigen und stetigen Verbesserung von Prozessen, Abläufen und Handlungen. Die Organisation

I Operatives System	II Kontinuierliche Verbesserung	III Analytisches System	IV Pragnosefähiges System	V Präskriptives System
Investitionsplanung	Einfaches Kennzahlensystem	Balanced Score Card	Big Data Analytics	Präskriptive Dispo-Verfahren
Qualitätssicherung	Lean Management	komplexe Ursache-/ Wirkungsbeziehung sind bekannt	Cluster Analysen	Mustererkennung
Qualifikation des Personals	Ideenmanagement	Process Mining	Modellbildung, Szenario und Simulation	Machine learning
Reaktives Verhalten	Regel basierter Unterhalt	Zustandorientierter Unterhalt	Vorausschauender Unterhalt	Recommendation engines
Erfahrungsaustausch	Weiterbildungsprogramm	Wissens- und Kompetenz-Netzwerke	Expert-Development	Robotic process automation
				Innovations-Mmgt

**Abbildung 2:**  
**Ausprägungsformen des Lagers als lernendes System (eigene Darstellung)**

stellt zeitliche, örtliche und infrastrukturelle Räume zur Verfügung, um der regelmässigen Optimierung Platz und Raum zu geben. Die Verbesserungen zielen überwiegend auf die Optimierung der Tätigkeiten am Arbeitsplatz.

**Analytische Systeme** vertiefen das Problemverständnis durch die Analyse von komplexen Zusammenhängen. Der Vernetzungs- und Interaktionsgrad nimmt dabei zu und verlangt verbesserte Analytik, Expertenwissen und funktions- und unternehmensübergreifende Entwicklungs- und Implementierungsfähigkeiten: zum Beispiel kann die Qualität und Effizienz des Wareneingangs durch ein vertieftes Problemverständnis unter Einbezug weiterer interner und externer Akteure verbessert werden.

In **pragnosefähigen Systemen** können die aus der Wirkanalyse gewonnenen Erkenntnisse und den wahrgenommenen Entwicklungen im Umfeld in eine Prognose eines künftigen Zustandes fortgeschrieben werden. Alternative Lösungsansätze lassen sich mit Simulationen abbilden. Die Beurteilung des zukünftigen Zustands, die Identifikation der Lösung und die Umsetzung verbleibt jedoch bei den Verantwortlichen in der Organisation: z.B. ist die optimale Losgrösse über Andler-Formel bestimmt. Durch die Absatzprognose kann die Entwicklung der optimalen Losgrösse, des Lagerbestandes und der Liquidität vorhergesagt werden. Massnahmen daraus werden durch die Verantwortlichen in der Organisation identifiziert, entschieden und umgesetzt.

**Präskriptive Systeme** sind weitgehend technisch bestimmte Systeme, in denen das technische System auf

Grund der wahrgenommenen Veränderungen im Umfeld Empfehlungen für das weitere Vorgehen und Handeln ableiten kann. Die Verantwortlichen in der Organisation sind in der Lage, die Empfehlungen zu beurteilen und zu bestätigen. Z.B. erkennt das System die Nachfrageentwicklung, kennt die Bestandssituation und die Lieferfähigkeit und Lieferleistung der Lieferanten. Auf Grund der Analyse und der Zielvorgabe (hohe Lieferfähigkeit bei minimalen Beständen) schlägt das System vor, den Lieferanten zu wechseln und in kleineren Losen zu bestellen. Als rationales System ist es in der Lage, den Vorschlag argumentativ zu unterlegen. Das Feedback und die definitive Wahl der Lösung des Mitarbeitenden erlaubt es dem technischen System, die Qualität seiner Empfehlung und der Argumentation einzuordnen und seine Empfehlungen zu verbessern.

### Zusammenfassung

Das Lager wird als sozio-technisches System verstanden, dessen Ausprägung als lernendes System über die Kompetenzen und Interaktionen von Menschen, Organisation und Technik geprägt sind. Lernende Systeme werden meist als intelligente Systeme verstanden, die sich an die Veränderungen in der Umwelt rasch anpassen können. Sie erzielen durch ihre Adaptionsfähigkeit Wettbewerbsvorteile. Intelligente Systeme sind weitgehend selbstständig handelnde Einheiten (Agenten), die in ihrer Umwelt eingebettet sind und diese über Sensoren wahrnehmen. Sie interagieren untereinander, können ihre Handlungsweisen rational begründen und sind in der Lage zu lernen. Die heute verfügbaren technischen Systeme in der Lagerlogistik sind mehrheitlich automatisierte Systeme, deren selbstständiger Handlungsraum zwar zunimmt, deren Rationalität aber über die einprogrammierte Logik bestimmt ist.

Das Lager als lernendes System wird unter den Gesichtspunkten Mensch, Technik und Organisation in unterschiedlichen Ausprägungsstufen beschrieben, die eine erste Positionierung und Entwicklungsperspektiven zulässt.

### Quellen

- Ch. Alves, D. Barbieux, F. Reichert, J. Tello-Gamarrá, P. Zawislak, Paulo. (2017). Innovation and dynamic capabilities of the firm: Defining an assessment model. *Revista de Administração de Empresas*, 57. 232–244
- Cannas, V. G., Ciano, M. P., Saltalamacchia, M., & Secchi, R. (2024). Artificial intelligence in supply chain and operations management: a multiple case study research. *International Journal of Production Research*, 62(9), 3333–3360
- Molina, M. (2020). What is an intelligent system? *arXiv preprint arXiv:2009.09083*
- Woschank, M., Rauch, E., & Zsifkovits, H. (2020). A review of further directions for artificial intelligence, machine learning, and deep learning in smart logistics. *Sustainability*, 12(9), 3760

# MASTERSTUDIENGANG IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

## Der erste und einzige Masterstudiengang in Supply Chain Management in der Schweiz startet im Herbst 2024.

**Vom verantwortungsvoll gewonnenen Rohstoff über eine nachhaltige Leistungserstellung zur sauberen Verwendung bei den Endkunden – für eine international vernetzte Gesellschaft ist die Zusammenarbeit von Partnern entlang der Wertschöpfungskette von zentraler Bedeutung. Der «Green Deal», knappe Rohstoffe, instabile Wirtschaftslagen und Umwelteinflüsse stellen Unternehmen vor neue Herausforderungen – Supply Chain Management wird zum unverzichtbaren Rückgrat einer nachhaltigen Wirtschaft.**

Das SCM-Studium bietet Studierenden einen ganzheitlichen Blick auf das Wertschöpfungsnetzwerk und berücksichtigt dabei ökonomische, soziale und ökologische Faktoren. Absolventen und Absolventinnen des Studiums können als Führungskraft ihre Abteilungen oder das ganze Unternehmen auf die neuen Marktgegebenheiten ausrichten. Sie finden dabei neuartige Lösungen zur Zusammenarbeit in Wertschöpfungsketten. Sie tragen damit wesentlich zum Unternehmenserfolg bei.

### Berufsbild

Absolventen des Studienganges verstehen es, Geschäftsmodelle, Prozesse und Netzwerke ganzheitlich und nachhaltig zu gestalten. Sie sind in der Lage, Unternehmen und Unternehmensnetzwerke jeder Art zu managen, neu zu konzipieren und wirtschaftlich zu beurteilen. Sie können so die Erfordernisse des «Green Deal» im Unternehmen umzusetzen. Sie führen Entscheidungen zielgerichtet herbei und stellen eine akzeptierte Umsetzung sicher. Die Palette an Einsatzmöglichkeiten reicht von der Integration von einfachen Kunden-Lieferanten-Beziehungen bis zum Orchestrieren komplexer Wirtschaftsnetzwerke mit der Integration vieler Partner und Kunden. Mit dem SCM-Studium eignen Sie sich die dafür nötigen fachlichen Kenntnisse, Methoden und Werkzeuge an.

### Hohe Qualität und internationale Vernetzung

Das Masterstudium SCM an der FHOÖ erzielt durchgängig Bestbewertungen wird in mehreren unabhängigen Rankings (z.B. Industriemagazin, Format, CHE-Ranking) jahrelang als bestes Logistik-Masterstudium im deutschsprachigen Raum bestätigt. Der Studiengang bietet aktuelles Wissen, neue Perspektiven und vertiefte Einsichten durch die hohe internationale Vernetzungen in der Lehre, in der Forschung, bei den Unternehmungen und Studierenden.



### Studierende in der Schweiz

Das Studium ist beheimatet an der grössten österreichischen Forschungseinrichtung für Logistik an der FHOÖ am Campus Steyr. Die Integration zwischen Forschung, Wirtschaft und Lehre gewährleistet das Einfließen aktueller Forschungsergebnisse in die Lehre und die ideale Vernetzung mit der Praxis. Durch die Kooperation des Logistikums Schweiz mit der FHOÖ ergibt sich für Studierende aus der Schweiz die einzigartige Möglichkeit Teil dieses Studienganges zu werden, sich international zu vernetzen und doch weitgehend in der Schweiz zu studieren.

Die Schweizer Durchführung erfolgt online, als Blockwoche in Steyr und als 14-tägiger Präsenzunterricht jeweils freitags und samstags im Innovation Space des Logistikums Schweiz in Altdorf (Uri).

Das Logistikum Schweiz ist eine ausseruniversitäre Bildungs- und Forschungseinrichtung am Standort Altdorf und betreibt dort den Innovation Space als offene Innovationsplattform für Logistik mit mehr als 30 Industriepartnern.

### Organisatorisches

**Durchführung:** berufsbegleitend, online, Steyr (AT), Altdorf (CH)

**Sprache:** deutsch

**Semestergebühr:** 363.36 € pro Semester

**Dauer:** 4 Semester (120 ECTS)

**Info & Anmeldung:**

[fh-ooe.at/studienangebot/supply-chain-management-master](https://fh-ooe.at/studienangebot/supply-chain-management-master)



**Ihr Ansprechpartner in der Schweiz:**

**Prof. Dr. Herbert Ruile**

+41 79 540 73 54 | [herbert.ruile@logistikum.ch](mailto:herbert.ruile@logistikum.ch)  
[logistikum.ch](https://logistikum.ch)



**Ihr Ansprechpartner in Österreich:**

**Prof. Dr. Matyas Gritsch**

+43 5 0804 33217 | [matyas.gritsch@fh-steyr.at](mailto:matyas.gritsch@fh-steyr.at)  
[logistikum.at](https://logistikum.at) | [fh-ooe.at](https://fh-ooe.at)

# 100 JAHRE SOLLZEITEN – EIN KONZEPT FÜR DIE ZUKUNFT?



**Dr. Anna Drewek,**  
Dozentin für statistische  
Datenanalyse am ZHAW  
Institut für Datenanalyse  
und Prozessdesign (IDP)  
anna.drewek@zhaw.ch

## Können «Sollzeiten» im Umfeld eines modernen, automatisierten Lagerbetriebes bestehen?



**Christian Ordelt,** Diplom-  
Wirtschaftsmathematiker,  
Gründer flumiq AG  
christian.ordelt@flumiq.ch

**Die Sollzeiten-Schätzung durch Zeitstudien wurde durch den amerikanischen Taylorismus, aber auch die REFA, vorangetrieben und zum Teil für (übertrieben) kommerzielle und auch politische Zwecke missbraucht. Mit diesem Bewusstsein diskutieren wir anlässlich des einhundertjährigen REFA-Jubiläums das Potential der Zeitstudien und darauf aufbauender Anwendungen für einen modernen Lagerbetrieb. Wir stellen einen datengetriebenen Ansatz vor, der aufgrund vorhandener Daten des Lagerverwaltungssystems den Normalzustand des Lagerbetriebs lernt und darauf basierend Vorhersagen treffen und Abweichungen erkennen kann. Dafür nutzen wir statistische Modelle kombiniert mit Ausreissererkennung. Das ermöglicht uns eine feinjustierte Auslastungsplanung, Produktivitätsmanagement, Prozessoptimierung und -kostenrechnung in einem manuellen Lager. Für ein vollautomatisches Lager wird ein besonderes Augenmerk auf die Überwachung des Gesamtsystems gelegt.**



**Dr. Nima Riahi,** Dozent  
für Statistik und Maschi-  
nelles Lernen, ZHAW IDP  
nima.riahi@zhaw.ch



**Dr. Helmut Sedding,**  
Dozent für Operations  
Research  
helmut.sedding@zhaw.ch

### Das Konzept «Sollzeit» im Kontext eines modernen Logistikbetriebes

Am 30. September 1924, vor nahezu 100 Jahren, wurde der Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung, kurz REFA, gegründet<sup>1</sup>. Der Begriff «REFA-Studie» steht auch heute noch synonym für Zeitstudien wiederkehrender Arbeitsschritte. Deutsche Gründlichkeit verfeinerte damit den amerikanischen Taylorismus, der in Charlie Chaplins Blockbuster «Moderne Zeiten» kritisch betrachtet wurde. Das auf die Sollzeit<sup>2</sup> oder «Gesamtzeit der Fertigung»<sup>3</sup> aufbauende Konzept des Akkordlohns<sup>4</sup> wurde im Rahmen der fortschreitenden Industrialisierung des frühen 20. Jahrhunderts und insbesondere auch im deutschen Nationalsozialismus für Lohndumping, Ausbeutung

und Diskriminierung verwendet. Um heutzutage eine systematische Benachteiligung der Werker zu vermeiden, werden vielfältige Massnahmen ergriffen. Der Einbezug und die Überwachung durch den Betriebsrat, offener und konstruktiver Umgang mit den Analyseergebnissen und der Grundgedanke, dass eine Verbesserung der Arbeitssituation neben der sozialen Nachhaltigkeit meist auch kommerzielle Verbesserungen nach sich zieht, sind hier bezeichnend. Inwieweit die Daten personalisiert oder anonymisiert verwendet werden, hängt vom Anwendungsfall und den Absprachen ab. Der mögliche positive Nutzen der personalisierten Anwendung ist mittlerweile auch durch Gerichtsurteile<sup>5</sup> bestätigt.

### Anwendungsgebiete im manuellen Lagerumfeld

Nehmen wir zunächst einmal an, wir kennen den erwarteten Zeitaufwand für einen Arbeitsschritt im Lager durch einen durchschnittlichen Mitarbeitenden und dieser erwartete Zeitaufwand berücksichtigt die Aufwandstreiber, wie zurückgelegte Wegstrecke, verwendete Hilfsmittel, Eigenschaften der Ware und Mengengerüste. Der Vergleich von erwartetem Aufwand zu tatsächlichem Aufwand führt zur Berechnung der Effizienz, einer wichtigen Kennzahl des Produktivitätsmanagements. Werden hierbei Abweichungen festgestellt, kann eine Ursachenanalyse durchgeführt werden:

– Nicht erfasste Nebentätigkeiten, die während des Prozesses ausgeführt werden, wie z.B. Entsorgung von Verpackungsmaterial, können Abweichungen herbeiführen. Sollen diese künftig erfasst werden oder werden diese als «gegeben» hingenommen? Einerseits können durch eine genauere Betrachtung Lastunterschiede erfasst werden, andererseits stellt eine Erfassung einen Zusatzaufwand dar. Nach einer

Bewertung muss sichergestellt sein, dass die notwendigen Nebentätigkeiten weiterhin ausgeführt werden und der dafür benötigte Aufwand in der Planung berücksichtigt ist. Die genaue Personen-Zuordnung ist Voraussetzung für einige der weiteren Untersuchungen.

- Weitere Abweichungen lassen sich auf Unregelmäßigkeiten bei den Arbeitsmitteln zurückführen. Batterie-/ Akkuwechsel, Nachfüllen von Druckerpapier, Systemausfälle oder Performanceprobleme sind hier als Beispiele anzuführen. Hier zeigen sich Ansätze für einen strukturierten Verbesserungsprozess. Lohnt sich bei häufigem Batterie-/ Akkuwechsel die Investition in Gerätschaften mit höherer Kapazität? Wenn Häufigkeit und Aufwand bekannt sind, kann die wirtschaftliche Bewertung erfolgen. Auch hier stellt sich die Frage nach der künftigen Erfassung. Als Kompromiss bietet sich oft die Erfassung für einen begrenzten Zeitraum an.
- Auch Prozess- und Abstimmungsproblematiken lassen sich erkennen. Beispielsweise können Verzögerungen in der Kommissionierung zu einem zu niedrigen Arbeitsvorrat am Paktisch und damit zu Leerläufen und Ineffizienzen führen.
- Während Umwelteinflüsse in einem Freiluftlager offensichtlich sein können, kann die räumliche Verteilung der Arbeitsaufträge auch in anderen Bereichen ihren Einfluss nehmen. Zu viele Mitarbeitende zur selben Zeit in derselben Regalreihe führen zu einem «Stau» und damit verringerter Effizienz.
- Letztendlich gibt es sicherlich noch Einflüsse, die auf individuelle Personen zurückzuführen sind. Hier kann Schulungsbedarf herausgefunden werden oder von aussergewöhnlich effizienten Mitarbeitenden «Best Practice» abgeleitet werden. Die Sicht der Mitarbeitenden ist auch relevant, um deren Beobachtungen, Erfahrungen und Ideen in Verbesserungen zu verwandeln. Der weitreichende aktive Einbezug der Arbeitskräfte steht in deutlichem Kontrast zu den Verfehlungen der Vergangenheit.
- Nach Berücksichtigung aller Einflüsse und auch insbesondere derer, die vom Personal genannt wurden, bleibt noch eine individuelle Bewertungskomponente. Die Berechnung der Grundlagen ist dann objektiv erfolgt, fair berechnet, was auch durch das Personal bestätigt werden sollte. Ob die Bewertung als solche als fair empfunden wird, hängt dann von der Art und Weise ab, wie mit den Ergebnissen umgegangen wird und damit ist das Betriebsklima ausschlaggebend. Die ausgewogene Berechnung ist nur die Voraussetzung, dass die Werte überhaupt sinnvoll verwendet werden können.

Während im Produktivitätsmanagement der erwartete Arbeitsaufwand vergangenheitsbezogen verwendet wird, ist die Kapazitätsplanung zukunftsorientiert. Kurz vor und während der Ausführung kann der erwartete Aufwand für die bekannten Aufträge präzise abgeschätzt werden. Dies ermöglicht noch kurzfristige Anpassungen oder auch Priorisierungen, falls das Gesamtvolumen gefährdet ist.



**Abbildung 1:**  
Charlie Chaplin –  
Modern Times  
(Quelle: Wikimedia  
Commons)

Je weiter in der Zukunft, desto weniger Einflussfaktoren oder auch Daten sind bekannt. Durch die Anwendung verschiedener Vorhersagemodelle, je nach verfügbarer Datenlage, kann dennoch zu jedem Zeitpunkt die bestmögliche Schätzung abgegeben werden. Die Effizienz aus dem Produktivitätsmanagement dient dabei als Korrekturfaktor.

Auf Basis des erwarteten Aufwands können auch die Kosten je Auftrag, je Artikel oder je Stück berechnet werden. Statt über pauschalen Umlagen, meist als «zu teuer» empfunden, werden die Logistikkosten verursachergerecht umgelegt und schaffen zusätzliche Entscheidungsgrundlagen für Sortimentsgestaltung und Preisfindung. So lassen sich beispielsweise die Auswirkungen einer neuen Produktverpackung auf den logistischen Aufwand und die damit verbundenen Kosten berechnen. Die Logistik kann damit eine aktive Rolle übernehmen, anstatt nur die Konsequenzen der Entscheidungen aus anderen Unternehmensbereichen tragen.

Die genannten Anwendungsfälle zeigen, wie aus einer Betrachtung von erwartetem und tatsächlichem Aufwand je Arbeitsschritt in einem modernen, manuellen Lagerumfeld weitreichende Nutzen erzeugt werden können. Der folgende Abschnitt beschreibt, wie die Erwartungswerte aus den meist vorhandenen Daten berechnet werden können.

### Neue Berechnungsmethoden

Neben der Nachvollziehbarkeit zählt auch die Steuerung der operativen Tätigkeiten zu den Kernaufgaben des Lagerverwaltungssystems (LVS, engl. Warehouse Management System, WMS). Jede Interaktion der Benutzer hinterlässt Spuren im System und kann verwendet werden, um die Abläufe detailliert nachzuvollziehen. Eine Umfrage des Fraunhofer Instituts<sup>6</sup>, nach der 87 % der

Läger Excel o.ä. für die Ressourcenplanung verwenden, zeigt, dass dieses Potential heute in der Praxis nicht ausgeschöpft wird.

Die Journaleinträge des Lagerverwaltungssystems für Warenbewegungen, ausgeführte Prozessaufgaben oder Scan-Vorgänge (operative Daten) bilden die Grundlage zur Berechnung des erwarteten Aufwands. Aus den verschiedenen Daten werden möglichst detailliert die einzelnen Arbeitsschritte des Gesamtprozesses modelliert (Analysemodell). Hierbei sollten die Zeiten möglichst detailliert für jeden einzelnen Arbeitsschritt ausgewertet werden. Bei der klassischen Kommissionierung kann beispielsweise nach dem Initialaufwand je Kommissionierliste, dem Abarbeiten der einzelnen Positionen einschliesslich zurückgelegter Wege und dem abschliessenden Transport zum Packtisch unterschieden werden. Im täglichen Betrieb entsteht eine hinreichend grosse Datenmenge, welche eine hohe statistische Aussagekraft über den erwarteten Aufwand eines einzelnen Arbeitsschrittes besitzt (Vorhersagemodell).

Die erfassten Zeiten variieren bedingt durch erfassbare Grössen wie auch durch versteckte Einflüsse. Zu den erfassbaren Messgrössen gehören z.B. bei der Kommissionierung der zurückgelegte Weg oder beim Packvorgang die Anzahl Einzelstücke und deren Masse und Gewichte. Zu den komplexeren Einflüssen gehören die Auswirkungen der aktuellen Auslastung und auch die Handhabbarkeit bedingt durch die Produkteigenschaften. Statistische Modelle sind in der Lage, diese beiden Komponenten zu identifizieren und daraus den erwarteten durchschnittlichen Aufwand zu errechnen. Durch die Verwendung der tatsächlichen erreichten Leistungen aller Arbeitskräfte werden Verzerrungen durch die Auswahl einer Referenzperson wie in klassischen Zeitstudien vermieden.

Um im vorliegenden datenbasierten Ansatz die erwarteten Arbeitsaufwände richtig abzuschätzen, ist es wichtig, dass die Daten tatsächlich einer «realistischen Norm» der Vorgänge im Lager entsprechen. Doch Daten aus dem laufenden Betrieb liefern nicht nur Daten zu regulären Vorgängen, sondern auch solche aus atypischen Situationen, die durch Prozessprobleme oder Sonderereignisse entstehen. Um zu vermeiden, dass solche Abweichungen zu einer verzerrten Quantifizierung des erwarteten Aufwands führen, wird vorgängig eine Ausreissererkennung (anomaly detection) ausgeführt. Neben der Verbesserung der Abschätzung von Sollzeiten können die gefundenen groben Abweichungen gleichzeitig auch Hinweise auf Verbesserungspotentiale im Lager liefern. Solange die Ursache der Abweichung nicht abgestellt ist, sollte für die Kapazitätsplanung eine erwartete Effizienz als Korrekturfaktor eingesetzt werden. Die eigentliche Berechnung basierend auf Verfahren der linearen Regression ermöglicht es nicht, die genannten Einflüsse einzurechnen, sondern liefert auch Aussagen über deren Relevanz. Damit sind Anhaltspunkte für Diskussionen über Aufwands-/Kostentreiber gegeben, auf die noch später eingegangen wird. Das Ergebnis

ermöglicht, basierend auf den Produkt-, Auftrags- und Umgebungseigenschaften den erwarteten Aufwand für bereits abgeschlossene Aufträge zu errechnen und Abweichungen zu den tatsächlichen Aufwänden zu analysieren, aber auch die Aufwände noch nicht ausgeführter Aufträge vorherzusagen.

Wir konnten für ein simuliertes, manuell geführtes Lager zeigen, dass der erwartete Aufwand aus historischen Daten eines Monats sehr effizient mit Hilfe eines multiplen linearen Regressionsmodells geschätzt werden kann. Das statistische Bestimmtheitsmass  $R^2$  war in allen Modellen über 90 %, was eine gute Vorhersagekraft bestätigt. Je nach Arbeitsschritt wiesen die passendsten Modelle andere relevante Eigenschaften (features) auf. So waren bei der Kommissionierung der zurückgelegte Weg und die Menge die zwei wichtigsten Einflussfaktoren auf den erwarteten Aufwand, und beim Packen waren neben der Menge auch der Artikel als solches (und damit noch nicht näher erfasste Arteikeigenschaften), aber auch die derzeitige Auslastung relevant.

Die Arbeiten an unserer, durch Innosuisse unterstützten Studie haben gezeigt, dass der gewählte Ansatz zur Analyse vorhandener Logistik-Daten geeignet ist und auch Vorhersagen ermöglicht. Dies verspricht unmittelbaren Praxisnutzen im täglichen Betrieb. Es haben sich aber auch Ansätze gezeigt, welche Gegenstand weiterer Untersuchungen sein sollen. Während sich die hier dargestellten Analysen jeweils auf einen Prozessschritt oder Teilprozess ausgeführt von einer Ressourcengruppe konzentrieren, können weiterführend Netzwerkmodelle entwickelt werden, welche den Ressourceneinsatz des Gesamtbetriebs über Prozessgrenzen hinweg unter dynamischer Berücksichtigung der jeweiligen Auslastung optimieren.

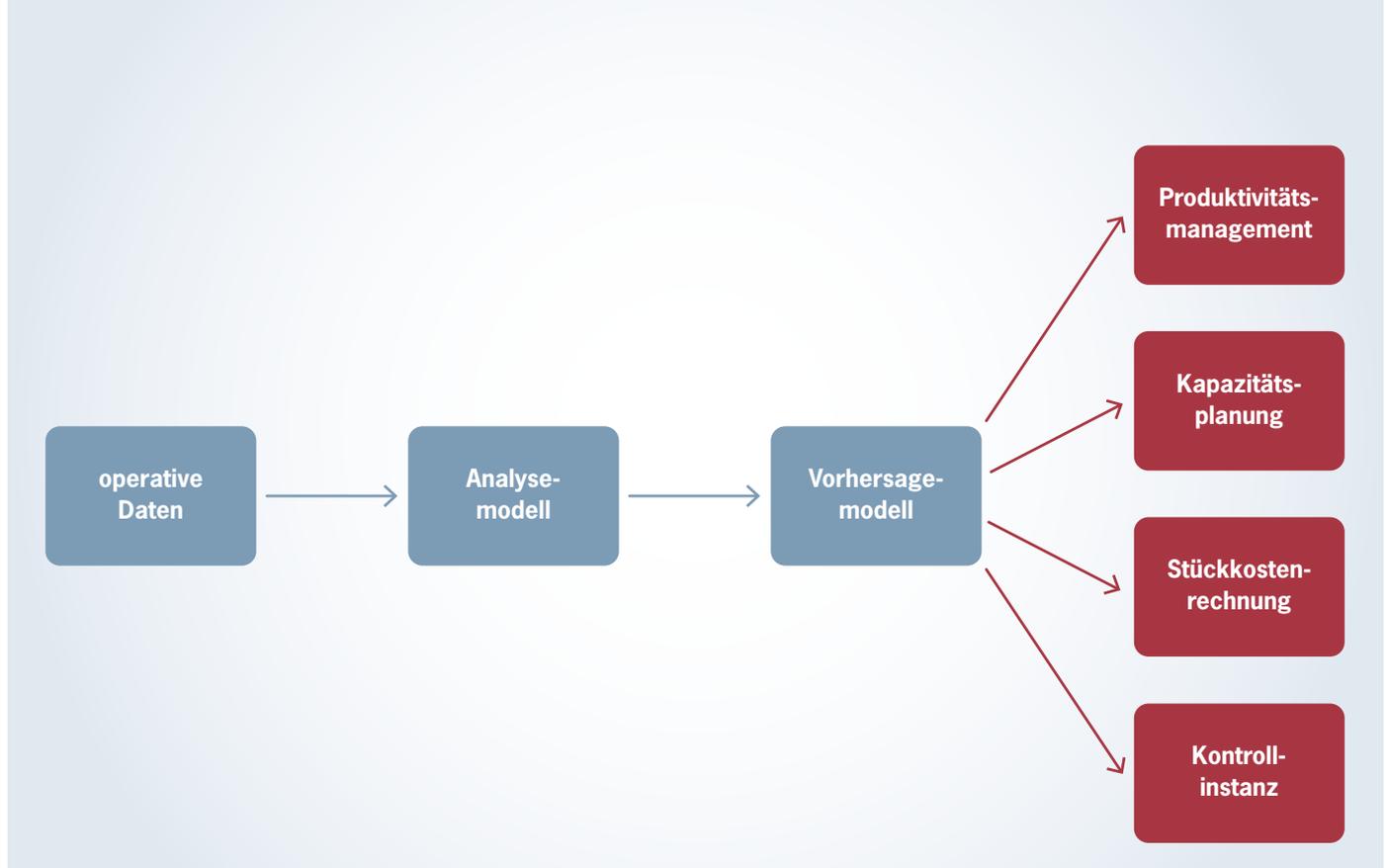
Die 2021 mit dem Wirtschafts-Nobel-Preis<sup>7</sup> ausgezeichneten Forschung zum Thema Kausalität bietet Methoden, um statistische Verfahren um die Betrachtung von Ursache und Wirkung zu erweitern, sowie Praxiswissen besser einzubinden. Eine Anwendung und Anpassung dieser Verfahren könnten die Aufwands- und Kostentreiber-Analyse weiter vorantreiben.

### «Sollzeiten» im Kontext

#### «Intelligent Dark Warehouse»

Während in einem manuellen Lager die Personalkosten rund die Hälfte der Gesamtkosten ausmachen<sup>8</sup>, und damit die Kosten zumindest teilweise flexibel steuerbar sind, sind in einem hochautomatisierten Lager «Intelligent Dark Warehouse» die Kosten zum grössten Teil fix. Die im vorherigen Abschnitt beschriebene Berechnung des erwarteten Aufwands kann auch hier durchgeführt werden, wobei je nach Automatisierung teilweise eher die Auslastung als der Aufwand betrachtet werden sollte. Zur Vereinfachung sprechen wir aber weiterhin von Aufwand. Welche Nutzen können aus der Betrachtung des erwarteten Aufwands gezogen werden?

Im Produktivitätsmanagement verschieben sich die Aspekte. Verzerrungen durch nicht registrierte Nebentätigkeiten



**Abbildung 2:**  
**Modellentwicklung und**  
**Anwendungsfälle**  
 (Quelle: Autoren)

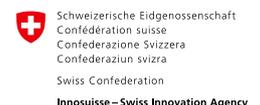
sind im Automatisierungskontext weitgehend ausgeschlossen, Prozess- und Abstimmungsproblematiken treten aber durchaus auf. Steuerungsalgorithmen können beispielsweise gezielt die Geschwindigkeit der Transportfahrzeuge anpassen, um zu gewährleisten, dass die für einen Auftrag benötigten Waren gleichzeitig ankommen. Wenn nun durch die Veränderung von Auftragsstrukturen die Geschwindigkeiten über das erwartete Mass hinaus reduziert werden, kann eine Anpassung erforderlich sein. Umwelteinflüsse, wie Staus, sind in Archiven der einzelnen Automatisierungen vermerkt, die Berechnung der Effizienz zeigt aber die Auswirkungen, kann so auf Veränderungen hinweisen und Korrekturmassnahmen auslösen.

Bedingt durch die geringeren kurzfristigen Anpassungsmöglichkeiten, konzentriert sich der Aspekt der Kapazitätsplanung auf die Bestimmung der Grenzen der Anlage in der derzeitigen Konfiguration. Da die Grenzen bedingt beispielsweise durch Änderungen in den Auftragsstrukturen oftmals weniger starr als angenommen sind, macht hier eine kontinuierliche Betrachtung Sinn. Die kostenrechnerischen Aspekte sind einer höheren Dynamik unterworfen, da die Gesamtkosten weniger dem Geschäftsverlauf angepasst werden können. Daraus

leitet sich sehr anschaulich ab, dass eine gleichmässig hohe Auslastung einer starken saisonalen Schwankung vorzuziehen ist. Leichter gesagt als getan, aber das Belegen mit konkreten Zahlen hilft, ausgleichende Massnahmen zu motivieren.

In einem manuellen Lager interpretieren die erfahrenen Mitarbeitenden ihre Beobachtung und geben Feedback, Hinweise auf Missstände und Anregungen zu Verbesserungen. Im Automatisierungskontext kann die Methodik des Produktivitätsmanagement diese Interpretation vornehmen und so eine umfassende «End-to-End» Bewertung des laufenden Betriebs unterstützen. So stellen die auf den erwarteten Aufwänden basierenden Betrachtungen einen Ansatz dar, der Albert Einsteins Behauptung «Probleme kann man niemals mit derselben Denkweise lösen, durch die sie entstanden sind.» folgt. Ein System kann sich nicht selbst überwachen, sondern benötigt einen Perspektivwechsel auf das Gesamtergebnis, um Auswirkungen unvorhergesehener Änderungen zu bemerken. Inwieweit diese Kontrollinstanz als unabhängiger, aber integraler Bestandteil des «Intelligent Dark Warehouse» als Gesamtsystem angesehen wird, bietet sich als Gegenstand weiterer Diskussionen an.

**Innovation cheque**  
 supported by



#### Quellen

- 1 REFA – 100 Jahre in 100 Wochen (2022, 7. November). 99 bis 100 – Gründung. [www.refa-mv.de/100jahre/99](http://www.refa-mv.de/100jahre/99)
- 2 REFA International (o. D.). Lexikon – Soll-Zeit. [refa-international.com/lexikon/s/soll-zeit](http://refa-international.com/lexikon/s/soll-zeit) (abgerufen 15.5.2024)
- 3 REFA – 100 Jahre in 100 Wochen (2022, 28. November). 96 bis 100 – Erste Übersicht von Kalkulationsmethoden. [www.refa-mv.de/100jahre/97-bis-100-2](http://www.refa-mv.de/100jahre/97-bis-100-2)
- 4 Hachtmann R. (1989). Industriearbeit im «Dritten Reich» – Untersuchungen zu den Lohn- und Arbeitsbedingungen in Deutschland 1933–1945. Vandenhoeck & Ruprecht.
- 5 Verwaltungsgericht Hannover (2023, 14. Februar). Datenerhebung bei Amazon in Winsen ist rechtmässig. [www.verwaltungsgericht-hannover.niedersachsen.de/aktuelles/pressemitteilungen/datenerhebung-bei-amazon-in-winsen-ist-rechtmassig-219664.html](http://www.verwaltungsgericht-hannover.niedersachsen.de/aktuelles/pressemitteilungen/datenerhebung-bei-amazon-in-winsen-ist-rechtmassig-219664.html)
- 6 Wings, L. M., Preetzmann, T. von, Rapatz, V., Schmeltzpfenning, K., Spee, D., Riester, M., & et al. (2021). RPS-Studie – Softwaregestützte Planung personeller Ressourcen im Lager. [warehouse.logistics.org/doi.org/10.24406/iml-n-642366](https://warehouse.logistics.org/doi.org/10.24406/iml-n-642366)
- 7 The Royal Swedish Academy of Science (2021, 11. Oktober). Answering causal questions using observational data. [www.nobelprize.org/uploads/2021/10/advanced-economicsciencesprize2021.pdf](https://www.nobelprize.org/uploads/2021/10/advanced-economicsciencesprize2021.pdf)
- 8 Richards, G. (2022). Warehouse management – the definite guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. Kogan Page



# 11. Swiss Logistics Innovation Day

## Logistik der nächsten Generation KI in der Logistik

19. November 2024, Altdorf

Weitere Informationen und Registration auf:  
[swisslogisticsinnovationday.com](https://swisslogisticsinnovationday.com)



# Herzlich willkommen zum 11. Swiss Logistics Innovation Day

**Open Innovation** ist ein Innovationsansatz, der darauf abzielt, dass Unternehmen nicht nur intern, sondern auch extern Ideen generieren, nutzen und entwickeln. Dabei werden externe Quellen wie Kunden, Lieferanten, Wettbewerber, Forschungseinrichtungen und Startups in den Innovationsprozess einbezogen.

**Open Innovation** bringt verschiedene Perspektiven und Ideen ein, was die Kreativität fördert, und zu innovativen Lösungen führen kann.

**Open Innovation** fördert die Bildung von Netzwerken und Partnerschaften zwischen verschiedenen Unternehmen, was langfristige Vorteile für alle Beteiligten schaffen kann.

**Open Innovation** ermöglicht es Unternehmen frühzeitig Feedback zu neuen Ideen oder Produkten zu erhalten. Dadurch können sie besser auf die Bedürfnisse des Marktes reagieren und Produkte anpassen.

**Open Innovation** fördert das Verständnis von Technologie, deren Optimierung und ihre Anwendungsmöglichkeiten.



## Neue Technologien

... sind Treiber und Hebel für Veränderungen, die wir benötigen, um eine zukunftsfähige Logistik der nächsten Generation zu entwickeln. Sie zu kennen und zu verstehen ist eine Voraussetzung.

## Teilnehmende

Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft, Behörden und Gesellschaft sind eingeladen, an der Entwicklung mitzuwirken.

## Teilnahme

CHF 590 (frei für VNL-Mitglieder)

## Event Sponsoring

CHF 3'500 (10 % für VNL-Mitglieder)

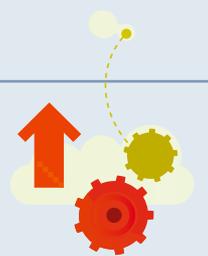
## Was Sie erwartet:

### Key Note

Key Notes geben eine thematische Einführung, zeigen Trends und Herausforderungen und Ergebnisse aus der Forschung

### Pecha Cucha

Pecha Cuchas inspirieren mit der Vorstellung von Technologien und ihre Anwendungen.



### Design Thinking

Mit Design Thinking Workshops wollen wir gemeinsam und interdisziplinär, innovative und nutzerzentrierte Lösungen für komplexe Probleme entwickeln.

# ADVANCED PICKING METHODS AND TECHNOLOGIES

## Making sense of the strategy and technology options.

**Distribution centers (DCs) of all sizes have experienced dramatic changes in throughput and order types because of the growth of e-commerce and a general move to smaller order sizes. Companies of varying sizes and levels of sophistication face distinctive challenges in dealing with these changes, but in all cases their issues become apparent when the limits of their current picking strategies or technologies have been exceeded.**

Smaller companies, those opening an e-commerce channel or retailers pivoting toward e-commerce due to COVID-19, are often challenged to meet continually increasing throughput requirements due to process inefficiencies or inadequate systems. For example, in the grocery sector e-commerce has lagged other industries until recently when it began to ramp up quickly. Grocery operators who had relied on manual picking from store shelves suddenly found themselves unable to keep pace with demand, experiencing aisle congestion and struggling to maintain margins on e-commerce orders. In larger facilities with more advanced picking processes, dissemination of information from the WMS to the pickers in a timely and optimized fashion is critical to performance. Single-order picking, even in a well-designed warehouse, can seriously limit the productivity of the pickers and bottleneck the fulfillment process.

There's also a point at which having pickers travel to the products becomes problematic regardless of the picking technology or software deployed: Walking increases costs and does not add value. In this scenario, automated storage and retrieval systems (AS/RS) or autonomous mobile robots (AMRs) come to the forefront as a logical and efficient option. In virtually all cases, the technologies being deployed must be flexible enough to adapt to short-term peaks and scalable enough to accommodate sustained growth without disrupting operations.

With the multiple choices now available, it is imperative that picking strategies be matched with the right technology and software based on the business's specific challenges. This paper provides an overview of picking strategies and technologies. Changes to operations should be based on an analysis of current and historical warehouse data, including:

- SKU count, projected SKU growth and product mix
- Order sizes and characteristics, including peaks and anticipated changes in consumer ordering behavior
- Type of picking: full pallet, layer, case, split case, each or a mixture
- Breakdown of shipments across wholesale, retail, direct-to-consumer channels
- Existing software systems' capabilities and constraints (ERP, WMS, LMS)
- Current picking technologies
- Size and layout of the distribution center
- Current labor force, local labor pool, wage/benefit costs

### Picking Strategies

The pick methodology impacts the maximum level of productivity achievable per worker. Each methodology has a base amount of time and effort required by the pickers. Automation and software can be applied to alter the productivity, but there's an inherent productivity range to each methodology beyond which another strategy is required. Options include SKU-based picking, location-based picking, zone picking, pick to conveyor.

### SKU-Based Picking

In this strategy a picker is provided a pick list consisting of the SKU or product description or both with no indication of each SKU's pick location. In its simplest form, pickers may work from the shipping list for each new order. However, many organizations cluster SKUs

for multiple orders to improve picker productivity. Pick aisles and shelves are labeled by product style, model number or a distinctive characteristic, and the SKUs are listed on the pick ticket in the same order they are slotted in the DC.

The picker is responsible for knowing where the SKU is slotted, which causes new or temporary employees to be less efficient than more experienced pickers, lowering overall productivity. This strategy also does little to reduce picker travel distances and time. Typically, when picking by SKU, more than 50% of a picker's time is spent traveling to pick areas, between picks and from picking zones to packing or shipping areas.

### Location-Based Picking

In this method the picker is provided with a location from which to pick a specific SKU. Location-based picking is advantageous in many industries because it shortens the learning curve for new pickers. The method enables product slotting to be independent of the SKU sequence, enabling the following options:

- Heavy, difficult-to-handle or fast-moving products can be slotted in the easiest to access locations.
- Higher volume SKUs can be spread throughout pick aisles to reduce congestion and enable workload balance among pickers.

While more efficient than picking by SKU, a significant amount of the picker's time is spent in transit between pick locations. Warehouse management software can enable more sophisticated strategies that improve picking productivity and reduce travel times, including:

- **Multi-order picking** in which multiple orders are picked in a single pass through the pick area and sorted to the order.
- **Batch or cluster picking** where multiple orders are picked into one tote and then sorted into orders at a later time.

### Zone Picking

Location-based picking opens the door to another, more advanced picking methodology: "pick and pass," or zone picking. In this scenario, the travel time of pickers is significantly reduced because workers are assigned to a specific zone inside the DC.

Orders are moved through the warehouse from zone to zone, bypassing zones that do not contain SKUs needed for the order. As soon as all picking in one zone is complete, the order is passed to the next zone that contains required products.

To successfully deploy a zone-picking methodology, warehouse management software (WMS) or warehouse control software (WCS) capable of filtering pick tasks by zone, managing the picking activities and routing of order totes/cartons is required.

To maximize the efficiency of zone picking, many companies have introduced light-directed, RF-directed or voice-directed picking. Voice-directed picking has become more common for organizations using person-to-goods processes while



**Goods-to-Person Picking Technologies: Crane System**  
(Quelle: Swisslog)

pick-to-light technology has emerged as a best practice for automated goods-to-person picking systems.

**Pick-to-light:** A pick-to-light system consists of a network of lights and displays integrated with pick location media. In the typical application, the picker scans a bar-coded tote or shipping carton and light below or above, highlighting every location from which product needs to be picked. An accompanying display shows the unit of measure and quantity required for the order. In goods-to-person automation systems, the pick-to-light technology is integrated into the pick station, allowing the picker to quickly and accurately pick the right products in the right quantities from the bins presented. Accuracy can exceed 99% using pick-to-light technology.

**Voice-directed and RF-directed picking:** Other location-based picking technologies such as RF and voice recognition are viable options for growing companies using person-to-goods picking strategies. Voice technology shares many of the benefits as pick-to-light technology. Workers keep both hands free for picking and handling product, and eye-free operation reduces accidents. As with pick-to-light, order pick accuracy of more than 99% can be achieved and picker productivity is improved. Voice-directed and RF-directed technology can be used in any of the person-to-goods picking strategies to increase efficiency. The improvements in communication of tasks to the pickers are independent of the methodology and yield increased productivity regardless of pick methodology employed.

**Pick-to-conveyor system**

In person-to-goods picking, installation of a well-designed conveyor system can prove beneficial for ergonomics and picker productivity. The pick-to-conveyor system can be deployed for case picking and for split-case picking. Case-pick applications can be simpler and less expensive as they typically consist of a single lane of powered conveyor running through a pick module or zone. Most case picking is done in batch mode, with one pass through a zone to pull cases for multiple orders. The cases are placed on the powered conveyor and transported by the conveyor to a sorter where the cases are sorted to separate lanes for each order. The benefit of being able to pick at extremely fast rates needs to be evaluated along with the need to handle each case a second time to remove it from the sort lane to place it on a pallet.

Split-case pick applications usually comprise three lanes of conveyor, a center powered takeaway conveyor with gravity roller conveyors on each side. Pickers move totes or shipping cartons along the gravity conveyor, picking the appropriate SKUs to the tote/carton using voice, RF or light technology. They can pick single orders or multiple orders in each pass through the pick zone. When a tote/carton is complete for that zone, the picker pushes the tote/carton onto the powered takeaway conveyor.

Split-case picking conveyor systems often employ zone-routing technology, which offers additional productivity benefits. Totes or cartons only enter the zones from which product is needed to fill the order. Zones with no picks required are bypassed, so the pickers in that zone are not required to handle the tote/carton. To enable this bypassing, sophisticated controls and WCS software are needed.

Depending on throughput levels and other factors, early out lanes and recirculation can be incorporated into split-case conveyor systems to enable totes/cartons with no more picks required to exit the pick module and transport to the sorter or other modules. Recirculation allows zones or modules to be bypassed when bottlenecked and returned when the zone has capacity.

**Leveraging Pareto's Principle**

When moving to any form of picking technology, it's not an all-or-nothing proposition – not all SKUs are created equal.

Pareto's Principle, or the "80-20 Rule", can often be productively applied to the picking operation. This rule refers to the fact that 20% of SKUs, referred to as the "vital few," typically generate 80% of order lines (trips to the pick locations). Taking advantage of this principle, DC managers can often put fast movers in a separate area equipped with some form of advanced picking technology. More basic picking strategies or technologies may prove sufficient to pick the remaining 80%, known as the "trivial many."

There are techniques to installing an automated picking system to reap productivity enhancements while cutting the investment requirement. For example, in areas where

slow-moving items are located, a single pick-light module can be used to direct picks for all items in the bay. This approach saves money by requiring fewer light modules than SKUs. The lower investment of RF technology may be more appropriate. Targeting the vital few in this fashion can increase efficiency for the most profitable products without the full investment of bringing picking technology to the entire DC.

**Goods-to-Person Picking Technologies**

Myriad types of systems have been developed to automate the process of delivering the goods to the picker, but the basic idea behind them is the same. Use automation to eliminate picker travel while increasing productivity and order quality. These systems require the most advanced software and control systems to operate at their peak efficiencies and entail a significant investment, but they can provide exceptional productivity and a strong ROI under the appropriate operation parameters.

In operations struggling to keep pace with demand, dealing with compressed order cycles or having trouble recruiting labor, good-to-person automation should be considered.

**Autonomous Mobile Robots**

Autonomous Mobile Robots (AMRs), such as the Swisslog CarryPick system, can be an attractive solution to improve picking productivity because they can be installed without modifications to the warehouse. Products are stored on mobile racks that are moved to pick stations by a swarm of robots that travel autonomously across a grid on the warehouse floor. The robots work together to optimize throughput, and the system can remain operational with a reduced fleet as each robot can step in for another as needed. The system is not dependent on any one robot and maintains a blend of flexibility with reliability. The storage racks can be customized for different sized and shaped products and can blend large products with small ones. Pick stations can use pick-to-light, voice or RF technology and be configured to support multi-order picking. The system is easily scaled by adding more robots and pick stations and can even be moved to another location with minimal cost if the business outgrows its current distribution center.

**AutoStore AS/RS**

Another solution for small items and cartons is the AutoStore system. This system consists of a grid of storage bins that are retrieved by robots traveling across the top of the grid. The robots deliver goods to pick stations integrated into the system where pickers use pick-to-light technology to assemble orders.

Offering unparalleled storage density, AutoStore also has low maintenance requirements and high availability. Any robot can retrieve products from anywhere in the system. That means all products can be retrieved even if a robot has to be taken offline for maintenance. In

addition, fast-moving products naturally migrate to the top of the grid to enhance retrieval times.

AutoStore is also extremely flexible, enabling configuration in unusual shapes and around pillars and other obstructions. The modular design of the system allows additional storage modules, robots or pick stations to be added when needed. Pick stations can be configured for a variety of order fulfillment strategies, including multi order fulfillment, and are spaced to comply with COVID-19 social distancing requirements.

### Robotic Item Picking

The most recent development in goods-to-person picking is using robotic item pickers, such as the Swisslog ItemPiQ, to bring an additional layer of automation to the process. Through continuing advances in robotic technology, the current generation of item picking robots achieves a level of speed and accuracy that allows the last stage of the picking process to be automated. For example, ItemPiQ operates at speeds of up to 1,000 picks an hour in ideal circumstances with a reach that enables it to work with a goods-to-person automation system. The robot's multifunction gripping system features a central suction cup, which is supported by three fingers with smaller suction cups that encircle it. The ability of the central suction cup to work alone or in combination with the supporting fingers allows ItemPiQ to pick a wide range of product shapes and sizes.

### Crane Systems

Crane systems use a floor-to-ceiling pillar on wheels that drives along a dedicated aisle and picks cartons or totes onto its vertically traveling platform. Combined with goods-to-person pick stations, mini-load crane systems can form the basis for automated warehouse systems that cover a wide range of small loads in terms of size and weight. They can support ambient and chilled environments and are heights as high as 24 meters with maximum aisle lengths of 150 meters.

Pallet cranes provide cost-effective automation for distribution centers storing products on pallets or handling large products. Stacker cranes offer similar versatility and density for pallet warehouses. They can reach heights up to 50 meters and, in addition to pallets, are capable of handling large and unusual loads.

### Shuttle Systems

Shuttle systems use mobile carts to transport products in and out of storage. When equipped with goods-to-person picking stations, light goods shuttle systems support goods-to-person picking with high throughput and excellent availability. These systems offer double to quadruple deep storage of totes, trays and cartons in ambient or chilled storage environments.

Pallet shuttle systems are typically used to increase the density of pallet storage; however, they have been customized with goods-to-person pick stations in some applications to support picking of fast-moving products.

### About Swisslog Logistics Automation

Swisslog delivers data-driven & robotic solutions for your logistics automation alongside reliable, modular service concepts. Collaborating with forward-thinking companies, we are committed to setting new standards in warehouse automation to provide future-proof products and solutions. As part of the KUKA Group, our customers trust the competence of our passionate employees – more than 15,000 people working across the globe. **For more information, contact [infona@swisslog.com](mailto:infona@swisslog.com).**

**SWISSLOG**

### Software and Optimizing

Regardless of the advanced picking strategy or technology being considered, software is vital to success. From enabling more effective person-to-goods methodologies to the most advanced goods-to-person technologies that can be deployed, software is a major enabler.

To step beyond the simplest single-order, person-to-goods picking strategies, more advanced warehouse software can be deployed to drive substantial operational improvements – specifically in productivity and order quality. Software can support more effective slotting strategies and it can provide the basis for enabling multi-order and batch-pick methodologies.

Software becomes even more critical when transitioning to goods-to-person technologies. Orchestrating activities across manual and automated picking processes requires not only sophisticated automation control software but tight integration between the warehouse management system and the automation control system.

The best approach is to deploy a WMS with integrated automation controls, or WES (warehouse execution system), that support the leading goods-to-person technologies. Integrating the control software into the WMS enables enhanced order management and synchronization of automated and manual picking. It also ensures a common user interface across processes and systems and delivers local inventory management and material flow strategies that optimize system performance. Integrated WMS and WES platforms are also better able to provide insight into automation system performance and reliability through integrated business intelligence tools.

### Optimizing Picking

The options for structuring picking operations, including the available picking strategies, picking technologies and the related software, can be difficult to navigate. However, with the scarcity of capital in today's business climate and the importance placed on ROI, it's essential that companies think strategically about their moves in the DC. The silver lining for DC operations and logistics managers is that there's often much more life in an existing DC than they might think – even in DCs working well beyond current capacities. With the right strategy, technology and software choices, both throughput and accuracy can be greatly improved to help move businesses to the next level of growth. The right partner can help you navigate the available choice and extend the useful life of your warehouse.

# 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.

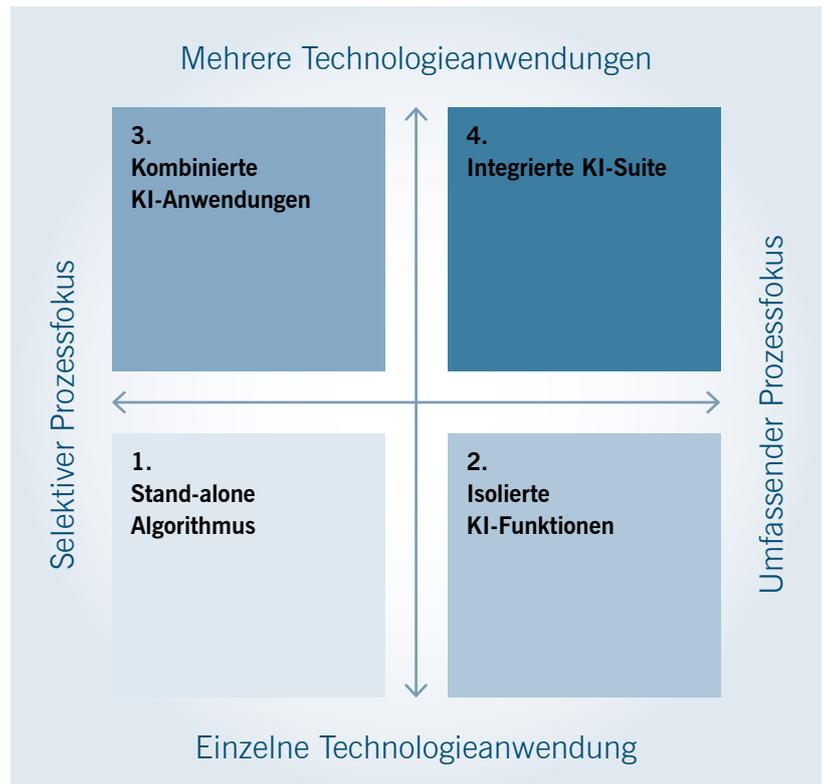


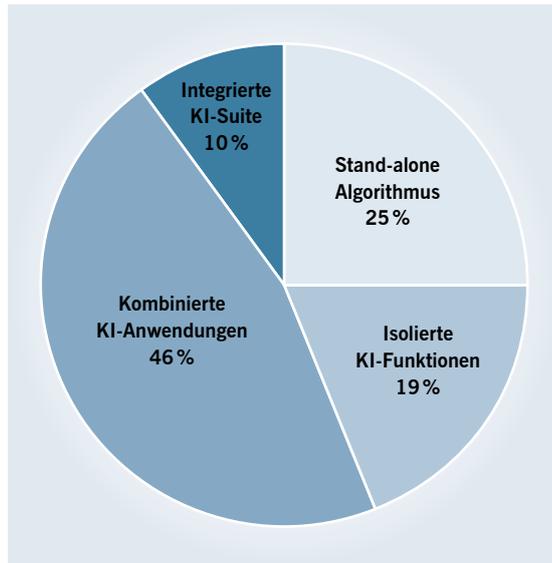
Abbildung 1:  
Matrix des Lösungsspektrums für KI-Lösungen im SCM (Quelle: Klein & Sandfort, 2023)

### 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**: Dies 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.

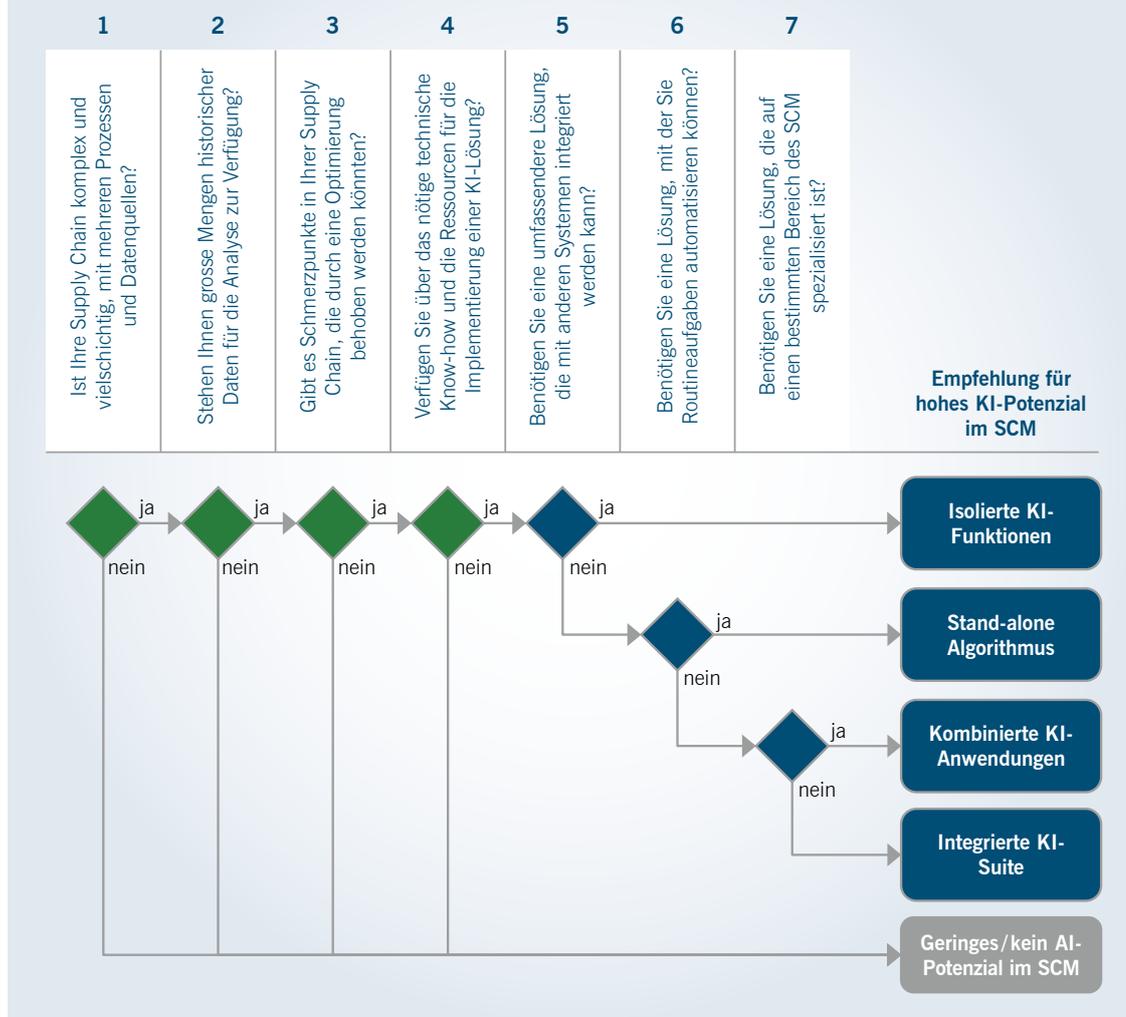
Auf der anderen Seite machen integrierte KI-Suiten, die umfassende SCM-Prozessketten abdecken und mehrere KI-Anwendungen kombinieren, nur 10 % des Marktes aus. Diese geringere Verbreitung kann auf die hohen Implementierungskosten, die technische Komplexität und den erheblichen Ressourcenbedarf solcher 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

# VIRTUELLE ZWILLINGE REVOLUTIONIEREN DIE LOGISTIK



Thomas Laarz,  
Global Senior Logistics  
Solution Strategy Expert  
thomas.laarz@3ds.com  
3ds.com

## Echtzeitoptimierung durch integrierte Daten.

**Der Logistiksektor durchläuft derzeit einen tiefgreifenden Wandel. Schweizer Logistikunternehmen stehen vor Herausforderungen wie Engpässen in der Verkehrsinfrastruktur, strengen Umweltauflagen, dem Mangel an qualifizierten Arbeitskräften und der Notwendigkeit, sich an die digitale Transformation anzupassen, um wettbewerbsfähig zu bleiben.**

In der heutigen agilen und schnelllebigen Welt rücken Dienstleistungen und Fertigungsprozesse wieder näher an den Ort des Verbrauchs heran. Mikroverteilzentren werden in städtischen Umgebungen gebaut, die Logistikdienstleister dazu zwingen, die Auslieferung auf der letzten Meile und den Zugang zu Dienstleistungen zu überdenken und zu optimieren.

Grosse Logistikdienstleistungszentren für Lieferkettenkunden aus der Industrie werden kontinuierlich modernisiert. Dabei kann es sich entweder um bestehende Strukturen handeln, die mit neuen Technologien aufgerüstet werden, oder um neu errichtete Anlagen, die mit fortschrittlichen Technologien und Automatisierung ausgestattet sind. Diese Modernisierung ermöglicht es den Unternehmen, das Kundenerlebnis deutlich zu verbessern, das Wohlbefinden und die Bindung der Mitarbeiter zu steigern, die betriebliche Widerstandsfähigkeit zu erhöhen und die Kosten zu senken.

Virtual-Twin-Technologie kann bei diesem Übergang von manuell gestalteten Lagerhäusern zu vollautomatischen, daten- und KI-gestützten Zentren helfen, die mit dem gesamten Wertschöpfungsnetzwerk aller Beteiligten vernetzt sind.

### **Virtuelle Zwillinge ermöglichen Wandel in der Logistik**

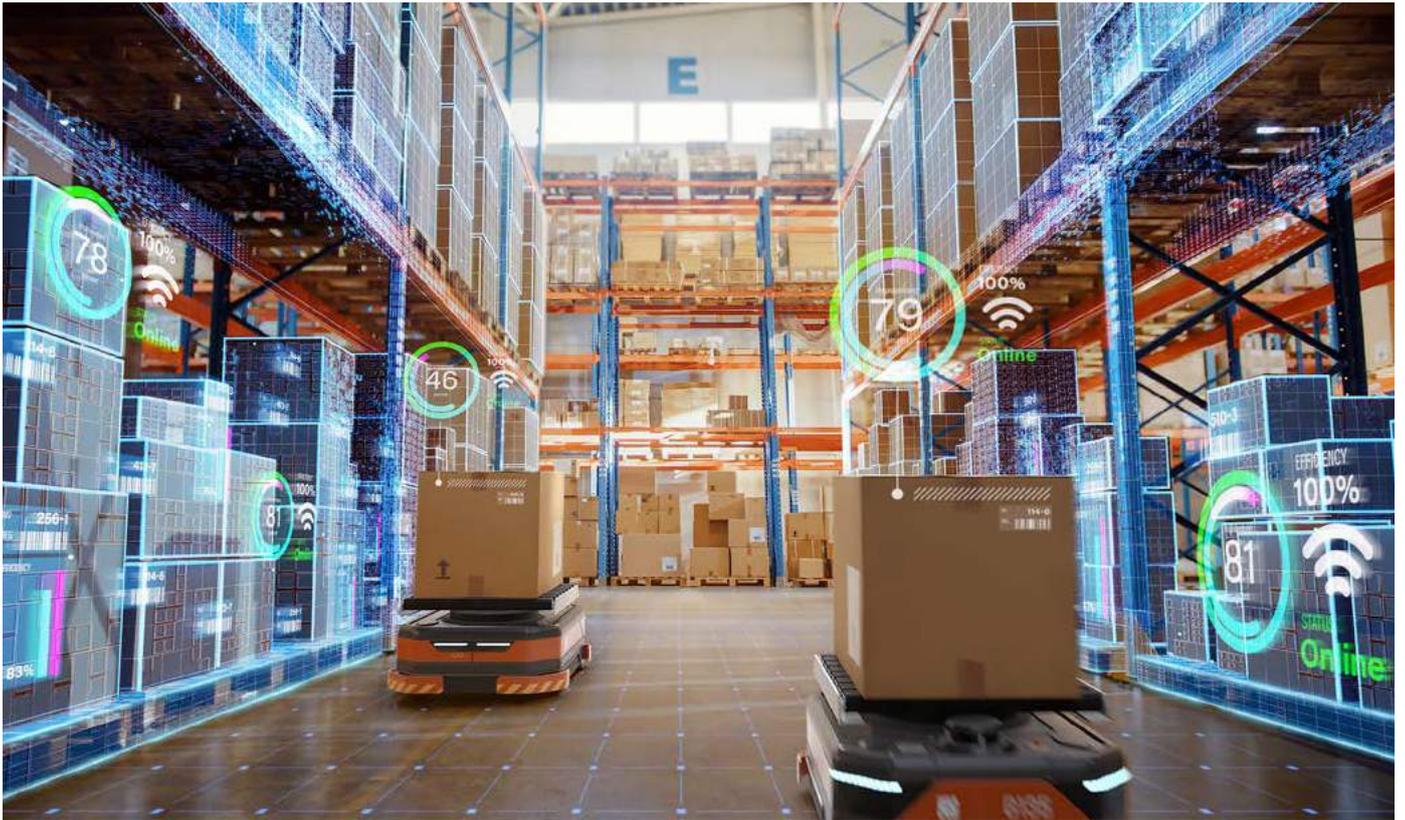
Für die Planung, das Design, die Simulation und die Echtzeitoptimierung von Logistikprozessen ist ein entsprechendes Systemmodell unerlässlich. Logistikorganisationen sollten berücksichtigen, wie Objekte miteinander verbunden sind, wie Systeme interagieren, wo Abhängigkeiten bestehen und welches Datenmodell erforderlich ist.

Kunden, Endnutzer und andere Beteiligte sollten analysiert werden, um die ideale Logistikanlage für die gesamte Lieferkette zu entwerfen, zu simulieren und zu optimieren – von der Entwicklung, dem Bau und der Zertifizierung bis hin zum Betrieb und einer potenziellen Stilllegung.

Dabei ist es erforderlich, die verschiedenen Anforderungen, die Systemarchitektur, die disziplinübergreifende Modellierung und Simulation sowie die Validierung und Verifizierung in eine einheitliche, kooperative und offene Umgebung zu integrieren.

### **Logistikeinrichtungen – Komplexe Systeme von Systemen**

Logistikeinrichtungen verarbeiten den Warenfluss basierend auf Service Level Agreements und Kundenerwartungen. Die Herausforderung besteht darin, einen widerstandsfähigen Lagerbetrieb aufzubauen. Dieser wird als ein aus mehreren Teilsystemen bestehendes System betrachtet, das skalierbar ist, die Punkte zwischen mehreren Datenquellen verbindet und unerwartete Störungen bewältigen kann.



(Quelle: AdobeStock)

Der Einsatz von Systems Engineering-Methoden zur Bewältigung einer noch nie dagewesenen Komplexität in einem stark regulierten und wettbewerbsorientierten Umfeld wird immer wichtiger. In anderen Branchen wie der Luftfahrt- und Automobilindustrie ist modellbasiertes Systems Engineering (MBSE) unerlässlich. Ohne MBSE würden moderne Autos nicht fahren, Flugzeuge nicht fliegen und die Verwaltung miteinander verbundener komplexer Systeme wäre unmöglich.

Der Einsatz von MBSE in der Lagerlogistik ermöglicht es, die zunehmende Komplexität und Verflechtung moderner Lieferketten effektiv zu bewältigen. MBSE bietet einen umfassenden Rahmen für den Entwurf, die Analyse und die Optimierung von Lagersystemen und gewährleistet die nahtlose Integration verschiedener Teilsysteme wie Bestandsmanagement, Transport und Auftragsabwicklung.

Dadurch können Lagerhäuser ihre Skalierbarkeit erhöhen, ihre Widerstandsfähigkeit hinsichtlich Störungen verbessern und strenge Service Level Agreements einhalten. Dieser Ansatz erleichtert auch Innovation und eine bessere Entscheidungsfindung, was zu effizienteren und zuverlässigeren Abläufen in einem stark wettbewerbsorientierten und regulierten Umfeld führt.

### Logistikeinrichtungen – Entwurf und Simulation

In der virtuellen Welt können die Auswirkungen von Szenarien simuliert und bewertet werden, noch bevor sie in die Realität umgesetzt werden. Dies gelingt mit digitalen Lösungen wie der 3DEXPERIENCE Plattform

von Dassault Systèmes. Die Zukunft liegt in der Verlagerung von traditionellen 3D-Anforderungen hin zu einem kognitiven Augmented Design, bei dem Modellierung und Simulation miteinander verschmelzen.

In der Entwurfsphase einer Logistikeinrichtung ermöglicht der Einsatz eines virtuellen Zwillings die Entwicklung optimierter Anlagen und Lagerhausdesigns, in die Automatisierungssysteme nahtlos integriert und miteinander verbunden werden. Darüber hinaus ermöglicht die Technologie die Gestaltung von Produktwegen sowie Fördersystemen und gewährleistet Ergonomie am Arbeitsplatz, um Sicherheit und Gesundheit in einer körperlich anspruchsvollen Arbeitsumgebung sicherzustellen. Sie trägt auch zur frühzeitigen Erkennung von Engpässen, zur Optimierung der Ressourcennutzung und zur Maximierung der Flächeneffizienz bei.

Operations Engineering ermöglicht es Kunden, ihre Betriebsabläufe durch umfassende Prozess- und Ressourcenplanungstools zu verbessern, nachhaltige Systeme zu schaffen und zu optimieren sowie die Gesamteffizienz zu steigern. Sobald die Einrichtung geplant ist, ermöglichen verknüpfte Simulationsfunktionen das Testen und Bewerten verschiedener «Was-wäre-wenn»-Szenarien, z.B. Layout-Konfigurationen, Automatisierungsstrategien, Volumenhypothesen und Logistikparameter. Diese Simulationen helfen dabei verschiedene Volumina zu bewerten, die Kapazität in verschiedenen Lagerbereichen zu beurteilen, Warenfluss-Simulationen zu erleichtern, Engpässe zu identifizieren und die maximale Kapazität zu ermitteln. Sie können menschliche Bewegungsabläufe innerhalb des Lagers modellieren und Interaktionen mit

### Über Dassault Systèmes

Dassault Systèmes ist ein Katalysator für den menschlichen Fortschritt. Durch virtuelle Umgebungen zur Zusammenarbeit ermöglichen wir Unternehmen und Menschen, nachhaltige Innovationen zu realisieren. Mit der 3DEXPERIENCE Plattform und fortschrittlichen Lösungen erstellen unsere Kunden virtuelle Zwillinge der realen Welt. So können sie Prozesse für die Entwicklung, die Produktion und das Lebenszyklusmanagement ihrer Angebote neu definieren und einen bedeutenden Beitrag zu einer nachhaltigeren Welt leisten. Das Besondere an der Experience Economy ist, dass sie den Menschen in den Mittelpunkt stellt. Davon profitieren alle – Konsumenten, Patienten und Bürger. Dassault Systèmes schafft Mehrwert für mehr als 350'000 Kunden aller Größenordnungen in sämtlichen Branchen in mehr als 150 Ländern.

Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.3ds.com](http://www.3ds.com).



fahrerlosen Transportsystemen (AGVs/Automated Guided Vehicles) vorhersehen und steuern.

Die Virtual Twin-Technologie erleichtert auch die Konzeption neuer Gebäude mit dem Ziel der Klimaneutralität und die Modernisierung bestehender Strukturen. Dadurch wird es möglich, Planungen unter Verwendung selbst erzeugter Energie umzusetzen und zu bestimmen, wie diese Energie genutzt werden kann, um Anlagen, Heizung, Klimatisierung und die Flotte von Intra-logistikgeräten und Lieferfahrzeugen zu betreiben. Des Weiteren ermöglicht die Simulation eine Vorhersage der 5G-Netzwerkabdeckung und die potenzielle Integration von Drohnen für Inventur- oder Sicherheitszwecke.

Die Demokratisierung der simulationsbasierten Erkenntnisse ermöglicht die unternehmensübergreifende Anwendung dieser Prozesse. Die daraus resultierende Optimierung eröffnet die Möglichkeit, den gesamten Gestaltungsspielraum zu erforschen und Lösungen zu entwickeln, die sämtliche Designanforderungen erfüllt und zugleich die Leistung und Innovation vorantreibt.

### Vom virtuellen zum Echtzeitbetrieb

Durch den Einsatz virtueller Zwillinge können Betriebsabläufe und Produktivität in Echtzeit verfolgt werden. Dies ermöglicht Transparenz und kontextbezogene Informationen. Virtuelle Abbilder schaffen eine Verbindung zwischen der digitalen Welt und der realen Welt, wobei aktuelle Daten aus dem Internet of Things (IoT) und Sensoren kontinuierlich in das virtuelle Modell übertragen werden.

Dadurch können Lagerbestände, Prozessflüsse und Abweichungen vom geplanten Verlauf sofort erkannt und bewertet werden. Dies ermöglicht die Identifizierung von Problemen, Ursachenanalysen sowie eine fundierte Entscheidungsfindung für die Um- und Neuplanung. Auf Basis von Datenanalysen, Dashboards und Schlüsselkennzahlen können Logistikunternehmen Entscheidungen auf Grundlage zuverlässiger Daten aus allen Organisationsebenen treffen sowie das kontinuierliche Monitoring ihrer Betriebsabläufe sicherstellen. Dadurch wird es möglich Nachfrage- und Lieferunterbrechungen sowie deren Auswirkungen auf die Geschäftskennzahlen proaktiv zu erkennen.

(Quelle:  
Dassault Systèmes)





**Ziel:**  
› Nachhaltig  
› Profitabel  
› Effizient



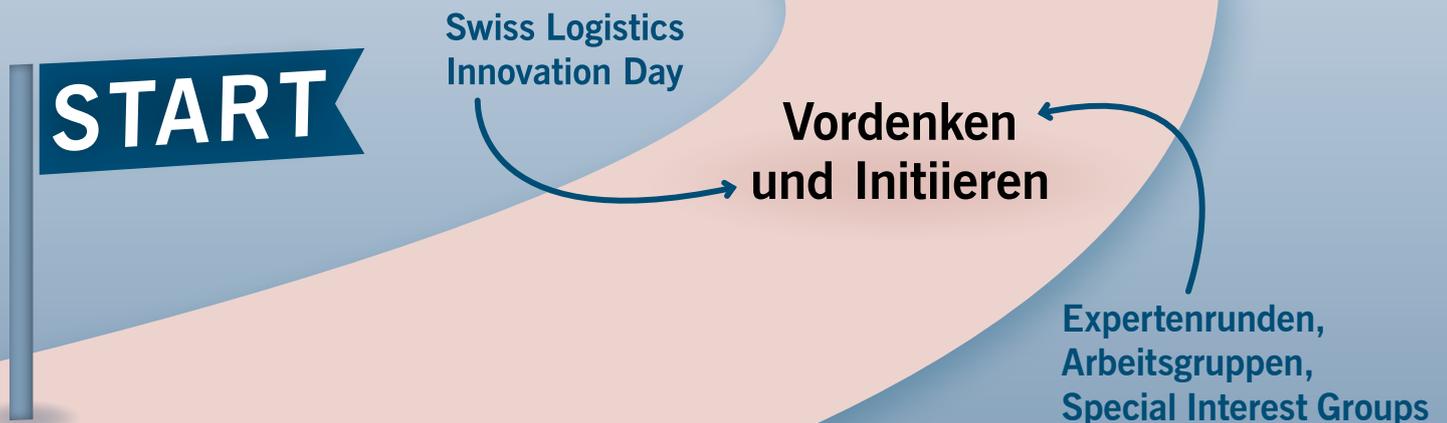
**Phase 2: Projektförderung maximal 50 %**



 Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Innosuisse – Schweizerische Agentur für Innovationsförderung

**Phase 1: KMU-Förderung: Innocheck**



# DAVID: EINE IOT-ARCHITEKTUR FÜR DIE LOGISTIK



Prof. Dr.-Ing. Herbert Ruile, Vorsitz der Geschäftsleitung, Logistikum Schweiz GmbH

herbert.ruile@logistikum.ch  
logistikum.ch

## Entwicklung eines intelligenten, ortsunabhängigen Teleoperating Systems für den Betrieb einer heterogenen Flotte autonomer Transportfahrzeuge.



Diego A. Bonetta, Logistikum Schweiz GmbH

diego.bonetta@logistikum.ch  
logistikum.ch

**Das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) gilt als einer der wichtigsten Trends, Treiber und Befähiger für ökonomische, gesellschaftliche und politischen Veränderungen. Logistik und Supply Chain Management ist von diesem Trend, der Wettbewerbsvorteile und Wachstum verspricht, in vielfältiger Weise betroffen. Dieser Artikel befasst sich mit der konzeptionellen Entwicklung und prototypischen Umsetzung einer IoT-Architektur im System Lager. Der Artikel trägt dazu bei, den Aufbau und die Umsetzung einer IoT-Architektur innerhalb des Logistiksystems zu zeigen und ihre Vorteile nutzbar zu machen. Es hilft Unternehmen bei der Definition, Diskussion und Entwicklung ihres eigenen IoT-getriebenen Geschäftsmodells.**

Die Logistik ist einer der wichtigsten und weiterhin wachsenden Märkte der Welt. IMARC hat drei Hauptfaktoren identifiziert, die das Wachstum des globalen Logistikmarktes vorantreiben: 1) die schnell wachsende E-Commerce-Branche, 2) die zunehmenden gesetzgeberischen und branchenspezifischen Reglementierungen auf Nachhaltigkeit und Compliance, insbesondere Umweltfragen und soziale Verantwortung von Unternehmen (CSR), und 3) die breitgefächerte Integration von neuen Technologien und Automatisierungsmassnahmen. Der zunehmende Einsatz von Kommunikationstechnologien wie zum Beispiel RFID (Radio Frequency Identification), 5G, Cloud, künstliche Intelligenz sowie neuen Transporttechnologien wie zum Beispiel fahrerlose Fahrzeuge und Pick-Roboter erhöhen die Chancen einer Effizienzverbesserung der Logistik und ihrer Dienstleistungen. Aufgrund des ständigen Wettbewerbsdrucks, der begrenzten Infrastrukturen und des Mangels an qualifiziertem Personal in den Industrieländern wird die

Logistik zu einem Engpass in den Wertschöpfungsketten und erfordert innovative Ansätze.

Die digitalen Entwicklungen bieten neue Möglichkeiten für wachsenden Wohlstand sind daher zu einem bevorzugten Ziel für umfangreiche Investitionen von privaten und öffentlichen Institutionen geworden. Sie werden durch eine gemeinsame und wenig differenzierte Verwendung von Begriffen wie «Industrie 4.0», «Internet der Dinge», «Cyber Physical Internet», «Digitale Transformation» oder «Digitalisierung» beschrieben. Das Weltwirtschaftsforum untersuchte 2019 die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Logistik und ermittelte die wirtschaftlichen Gesamtauswirkungen: «1'500 Milliarden Dollar an Wert für die Logistikakteure und weitere 2'400 Milliarden Dollar an gesellschaftlichen Nutzen als Ergebnis der digitalen Transformation der Branche bis 2025».

### Das Internet der Dinge

Die Grundlagentechnologie für unsere Untersuchungen wird als «Internet der Dinge» bezeichnet, das auf Mark Weisers Arbeit im Informatiklabor von Xerox PARC zurückgeht, als er die Vision des allgegenwärtigen Computings formulierte und eine Welt beschrieb, in der Algorithmen eng in unser tägliches Leben eingebettet sind. Später, im Jahr 2009, wurde der Begriff «Internet der Dinge» von Kevin Ashton, RFID-Pionier und Mitbegründer des Auto-ID-Zentrums am Massachusetts Institute of Technology, geprägt. Die nachfolgende Diskussion in diesem Beitrag folgt der IoT-Definition der Internationalen Fernmeldeunion als eine «globale Infrastruktur für die Informationsgesellschaft, die fortschrittliche Dienste durch die Verbindung von (physischen und virtuellen) Dingen auf der Grundlage bestehender und sich entwickelnder interoperabler

Ebene	Bezeichnung	Beschreibung	Beispiel
5	<b>Geschäftsmodell-entwicklung</b>	Entwicklung von Geschäftsprozessen und Services, die das Geschäftsmodell verbessern, erweitern oder innovieren	integrierte Absatz- und Ressourcenplanung, Tourenplanung, Flächenoptimierung, Auftrags- und Bestandsplanung
4	<b>Analytik</b>	Analyse von Daten, um verwertbares Wissen zu schaffen	Big Data Analytics, künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen
3	<b>Konnektivität</b>	Datenanreicherung durch Integration von Daten aus verschiedenen Anwendungen und Quellen	Cloud Computing, Crawler, Semantic Web, Blockchain, API, EDGE
2	<b>Kommunikations-netz</b>	Interoperable Informations- und Kommunikationstechnologien	LAN/WLAN, 5G, NFC, Kommunikationsstandards
1	<b>Endgeräte</b>	physische und virtuelle Objekte mit Sensoren, Speicher und Kommunikationsfähigkeit	Transport- und Lagersysteme und deren Hilfsmittel, Ladungsträger, Verkehrssysteme, Softwaresysteme

**Tabelle:**  
**IoT-Architektur**  
**(eigene Darstellung)**

Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglichen» ...

«Sensoren und Algorithmen bilden ein System von miteinander verbundenen intelligenten Geräten, die eine intelligente Kommunikation in Echtzeit von Mensch zu Maschine, von Maschine zu Maschine und von Unternehmen zu Unternehmen ermöglichen. Der Begriff «Ding» in Bezug auf das IoT ist definiert als ein Objekt der physischen Welt (physische Artefakte) oder der Informationswelt (virtuelle Artefakte), das identifiziert und in Kommunikationsnetzwerke integriert werden kann» ...

«Im Hinblick auf das «Internet der Dinge» ist dieses [Objekt] ein Gerät mit den obligatorischen Fähigkeiten der Kommunikation und den optionalen Fähigkeiten der Erkennung, Betätigung, Datenerfassung, Datenspeicherung und Datenverarbeitung».

### IoT-Architektur

Eine IoT-Architektur lässt sich aus fünf aufeinander aufbauenden und ergänzenden Technologieebenen, die, wenn sie miteinander verbunden und abgestimmt sind, in neue Geschäftsprozesse und Geschäftsmodelle münden. Für die Ebenen 1 bis 3 wird auf die Definition der International Telecommunications Union (ITU, 2012) bezogen. In Ebene 4 und 5 werden Elemente der digitalen Transformation verwendet (u.a. Ruile, 2021).

Ebene 1 repräsentiert die Verankerung in der physischen Welt. Objekte der Logistik wie Güter, Transportmittel, Verkehrsträger, Lager, Ladungsträger usw. sind mit Sensoren ausgestattet, die ihre Umgebung bildgebend oder nach physikalischen Größen wahrnehmen. Zur Ebene 1 zählen auch Softwaresysteme (virtuelle Artefakte), die als Einheit angesprochen werden können und die durch ihre manuellen oder digitalen Schnittstellen Informationen aufnehmen, austauschen und speichern können.

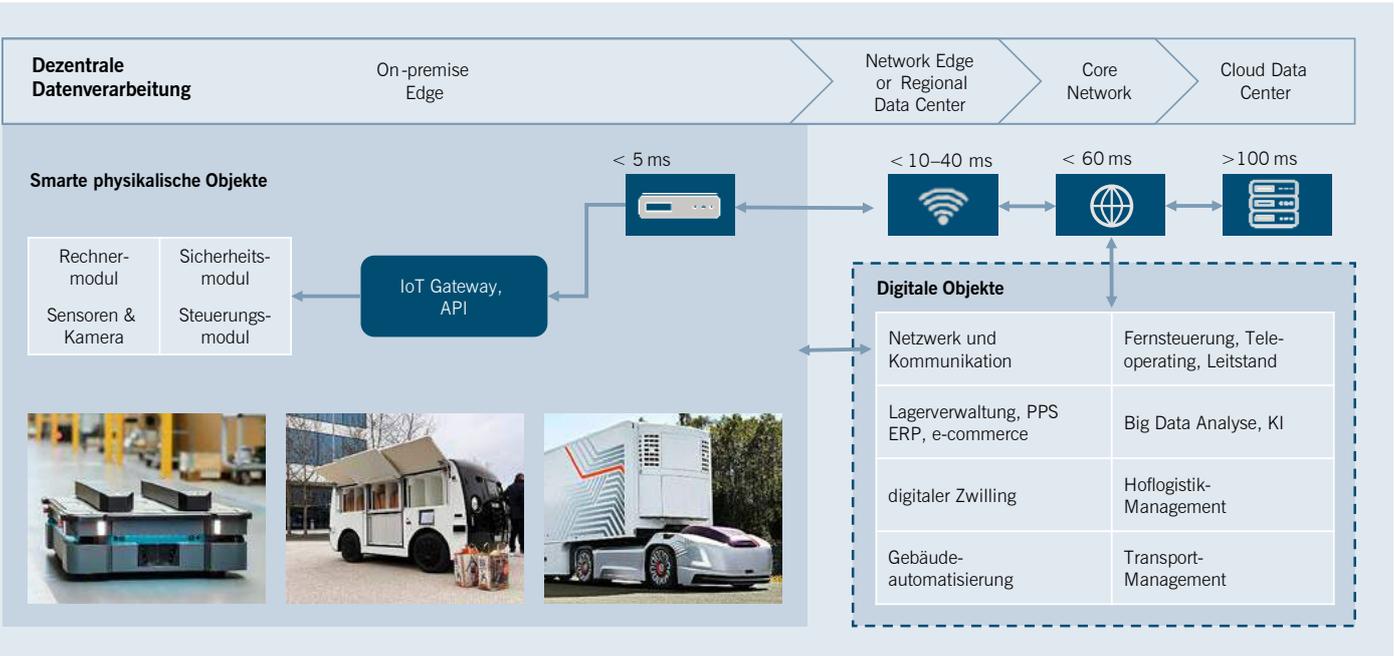
Ebene 2 stellt das leitungs- und funkgebundene Kommunikationsnetzwerk dar, auf dem die Daten zwischen den Anwendungen übertragen und ausgetauscht werden können. Für die Logistik relevant sind die funk-

gebundenen Übertragungstechnologien, die den Objekten grössere Mobilität ermöglichen. Über Edge Technologien ist eine Dezentralisierung der Datenverarbeitung mit hohen Verfügbarkeiten und Reaktionsgeschwindigkeit. Ebene 3 beinhaltet im Wesentlichen die Cloud Services: Datenspeicherung auf Cloud Infrastrukturen oder Blockchain sowie diverse Programmier- und Applikationsplattformen.

In Ebene 4 sind spezifische Anwendungen, die sich auf die Analyse von Daten fokussieren, die in der Ebene 3 in der Cloud vernetzt und verfügbar gemacht wurden. Ebene 5 wird die IoT-Architektur mit der konkreten Anwendung im Geschäftsmodell vervollständigt. Durch die Optimierung bzw. Erneuerung der Geschäftsprozesse in bestehenden oder neuen Geschäftsmodellen wird die betriebswirtschaftliche Umsetzung der technisch-analytischen Struktur IoT-Lösung realisiert.

Hier sei darauf hingewiesen, dass eine IoT-Architektur das Ziel der Vernetzung verfolgt und nicht eine Systemintegration. Die Vernetzung bedeutet, dass der Informationsaustausch zwischen unabhängigen physischen und virtuellen Artefakten durch Übertragungs- und Austauschformate wie z.B. EDI oder API sowie Edge Computing realisiert wird. Edge Computing wird elementares Element der IoT-Architektur in der Logistik. Seit Diego A. Bonetta 2021 die Edge-Architektur für die Logistik vorstellte, hat sich die Digitalisierung der Logistikbranche deutlich weiterentwickelt. Erst durch diese bahnbrechende Architektur wurden offene, reaktionsschnelle und herstellerunabhängige Logistik-Kommunikationsstrukturen möglich, die insbesondere in der Robotik und der autonomen Fahrzeugtechnologie (AV-Technologie) zum Einsatz kommen. Zentral für den Erfolg dieser Systeme sind Datensicherheit (Cybersecurity) und -zuverlässigkeit, die über spezielle APIs gewährleistet werden.

Edge Computing verschiebt die Datenverarbeitung näher an die Quelle der Daten. Im Gegensatz zur traditionellen Cloud-Computing-Architektur, bei der Daten zur Verarbei-



**Abbildung 1:**  
Vernetzung physischer und virtueller Artefakte in Echtzeit über eine Edge Computing (eigene Darstellung)

Die Daten der physischen Objekte können an ein zentrales Rechenzentrum gesendet werden, ermöglicht Edge Computing die Verarbeitung von Daten an oder nahe der Datenquelle. Dies führt zu schnelleren Reaktionszeiten und reduziert die Latenz erheblich.

Vorteile von Edge Computing in der Logistik sind:

- Reaktionsschnelligkeit: durch die lokale Verarbeitung können Entscheidungen in Echtzeit getroffen werden, was für autonome Fahrzeuge und Roboter unerlässlich ist.
- Datensicherheit: Daten können lokal verarbeitet werden, wodurch das Risiko von Datenlecks und Cyberangriffen auf dem Weg zur Cloud minimiert wird.
- Zuverlässigkeit: Edge Computing bietet eine höhere Systemverfügbarkeit und -zuverlässigkeit, da die Datenverarbeitung nicht von einer konstanten Internetverbindung abhängig ist.
- Skalierbarkeit: Lokale Edge-Geräte können flexibel und bedarfsgerecht erweitert werden, ohne dass grosse Investitionen in zentrale Infrastruktur erforderlich sind.

Die Einführung von Edge Computing hat die Digitalisierung der Logistikbranche revolutioniert. Durch die dezentrale Datenverarbeitung und die Nutzung von APIs können Unternehmen reaktionsschnelle, sichere und zuverlässige Logistiklösungen implementieren. Diese Technologien sind nicht nur für autonome Fahrzeuge und intelligente Lagerlösungen von Bedeutung, sondern auch für die gesamte Wertschöpfungskette der Logistik.

**Umsetzung (DAVID) und Aufbau im Labor (Innovation Space)**

Als übergeordnete Zielsetzung von DAVID wurde die Entwicklung eines intelligenten, ortsunabhängigen Teleoperating Systems für den Betrieb einer heterogenen Flotte autonomer Transport- und Lieferfahrzeuge festgelegt. Das entspricht dem automatisierten Fahren der

Stufe 4 auf öffentlichen Strassen, auf dem Werksgelände und als Fahrerboter in Gebäuden.

Als zentrale Nutzenversprechen der IoT-Architektur sind:

- Sicherstellung der Überwachung und Steuerbarkeit von n>1 Fahrzeugen durch 1 Person
- Erhöhung der Flexibilität in Einsatzort und Funktionalität
- Unabhängig vom Hersteller ermöglicht eine gemischte Flotte
- Erhöhung des Vernetzungsgrades und der Interaktionsfähigkeit erhöht die Steuerbarkeit und Lernfähigkeit des Systems
- Ortsunabhängigkeit der überwachenden und steuernden Instanzen
- Höhere Effizienz des Systems durch den kombinierten Betrieb: manuelle, automatisierte und systemgesteuerte Fahrzeugsteuerung

Die Annahme, dass fahrerlose Fahrzeuge immer und überall fehlerfrei automatisch laufen, ist nicht realistisch. Auch wenn AMRs in der Regel mit einer Reihe von Sensoren und Algorithmen ausgestattet sind, um Hindernissen auszuweichen und Kollisionen zu vermeiden, sind sie nicht perfekt. Es kann zu unvorhergesehenen Ereignissen kommen, die das autonome Fahren eines AMRs beeinträchtigen können. Dazu gehören beispielsweise: Unerwartete Hindernisse im Weg, wie z.B. fallende Gegenstände oder Personen, Kommunikationsprobleme zwischen dem AMR und der Infrastruktur oder Softwarefehler.

In solchen Fällen wird Teleoperation ein wichtiges «Sicherheitsfeature». Ein Teleoperator kann den AMR ferngesteuert übernehmen und sicher durch die Situation manövrieren.

Mit DAVID wurde, nach unserem Kenntnisstand, erstmals eine IoT-Architektur nach dem 5-Ebenen Modell für logistische Anwendungen umgesetzt. **DAVID** steht für cutting edge digitalization, adaptive to ever changing

requirements, variable in scope & scaling, intelligent & interconnected via internet und der decentralized power. Zunächst wurde der Laborraum, von ca. 150m<sup>2</sup> Fläche, digital vermessen und Funktionsflächen (Lagerflächen, Hubs, Haltepunkte und Sperrzonen) eingerichtet. Der übrige Bereich wird als freie Verkehrsfläche für Mensch und Fahrroboter genutzt. Den ausgewiesenen Flächen und Haltepunkten (1 bis 8) werden logistische Funktionen zugeordnet (u.a. Entladen, Warenprüfung, Value Added Service, Übergabe, Warenausgang). Die Lagerverwaltungssysteme wurden auf diese Grundstruktur konfiguriert. Sie werden von übergeordneten Auftrags- und Ressourcenverwaltungssystemen angesteuert. Das Lagerverwaltungssystem vergibt Transportaufträge direkt an das Transportfahrzeug. Es gibt keinen Materialflussrechner.

Als Fahrzeug wurde ein Fahrroboter (Autonomous Movable Robot: AMR) eingesetzt, der sowohl manuell gesteuert, im Pendeldienst eines Rundlaufs fahren oder als Fahrzeug für systemgesteuerte Transportaufträge eingesetzt werden kann.

Der technologische Aufbau in den 5 Ebenen erfolgte mit:

**Ebene 1:**

- komplexe Managementsysteme in Kontroll- und Leitwarten: AVS Systeme AG
- Logistiksystemplanung und Beratung für KI in der Logistik: RALOG Engineering AG, ROKA Consulting

**Ebene 2:**

No-/low-code AI als Lösungsplattform: Logiblox AG

**Ebene 3:**

IoT-Lösung mit Edge Entwicklungsstudio:  
Record Evolution GmbH

**Ebene 4:**

Kommunikationsnetzwerk mit u.a. WLAN Router, 5G-Netzwerk: Sunrise AG

**Ebene 5:**

- Robotik Systeme: Wick AG/MIR
- Planungs- und Steuerungs-Softwaresysteme (ERP, WMS): CIM GmbH, Mint System GmbH, LOGWAY Informatik AG

In der aktuellen Ausbaustufe wurde die IoT-Architektur konzeptioniert, die einzelnen Technologiebausteine abgestimmt und in Betrieb genommen. Die Durchgängigkeit des Informationsflusses zur Ansteuerung und Bedienung des Fahrroboters über API konnte realisiert werden. Die Vernetzung mit dem Lagerverwaltungssystem erfolgte ebenso.

Die offene IoT-Architektur des Innovationspace zeichnet sich gegenüber einer «integrierten» Lösungen aus durch:

**Geringere Kosten:** durch den modularen Aufbau, Einsatz von No-/Low code Ansätzen, nutzungsbasierte Abrechnungen, sind Entwicklungs- und Integrationskosten niedriger

**Schnelligkeit in der Entwicklung:** durch Modularisierung, APP-Store, Open Source, vorentwickelte Module

**Höhere Flexibilität** im Einsatz: durch Modularisierung, APP-Store, Open Source

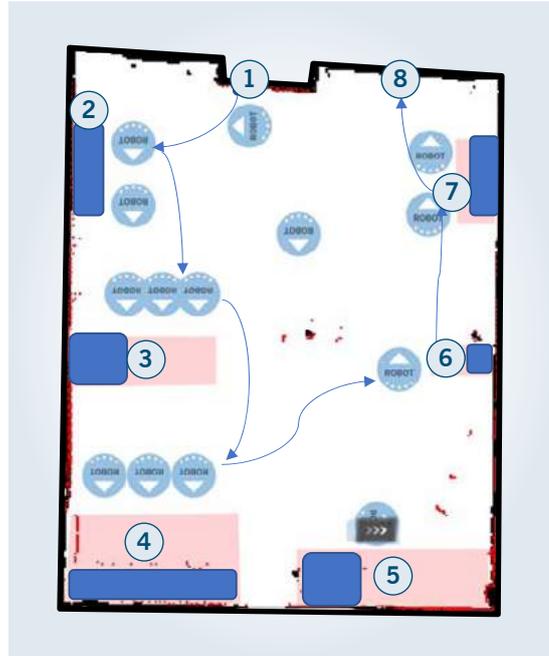


Abbildung 2:  
Referenzlayout  
für die Logistik  
(eigene Darstellung)

**Skalierbarkeit:** als Cloud-Lösung lassen sich Speicherbedarf, Vernetzungsgrad und Anwendungsmodulare schnell erweitern

**Unabhängigkeit** durch die neutrale Plattform, unabhängig von Produkt und Hersteller

**Sicherheit:** Einsatz von Edge Technologien sowie gesicherte Zugänge durch Authentifizierung ist das System weitgehend betriebssicher und vor Cyber-Kriminalität geschützt.

**Echtzeitfähigkeit** durch den Einsatz von API und Edge-Technologien

**Standortunabhängig** durch die IoT-Architektur in der Cloud

**Validierung** durch die funktionale Prüfung im Innovation Space

**Vorgehensweise: in 7 Schritten zum Use Case**

Der Aufbau und Umsetzung der IoT-Architektur im Innovation Space hatte auf Grund des Innovations-, Kooperations- und Integrationsgrades mehrheitlich einen explorativen Charakter, der durch die Lösung der täglichen Herausforderungen geprägt war. Rückblickend lassen sich aber wichtige Schritte zur Entwicklung des eigenen Use Cases identifizieren:

- 1) Target Business Operating Model: Ziel, Prozesse, Entscheidungsstrukturen und erhoffte Wirkung festlegen.
- 2) Data Scouting, Data Sources: verfügbare Daten und Datenqualität sichten. Umfang und Risiko eingrenzen. Reduzierter Aufwand für das Datenmanagement.
- 3) Bi-direktionale Vernetzung von Maschinen, Sensoren und Systemen: Aufbau der IoT-Informationsfluss-Architektur
- 4) Data Enrichment mit externen Daten: Daten aus anderen Systemen, Datenqualität: Arbeiten mit verfügbarer Datenqualität. Schritt- und projektweise Ergänzung und Verbesserung der Datengrundlagen

- 5) KI unterstützte Datenanalyse (Risiken, Prognose) und Entscheidungsoptimierung: Low Code/No code KI (AI democratizing). Kompetenzaufbau, Learning by doing
- 6) Anwenderspezifische Lösung und Interne Optimierung: Spezifität der Lösung entsteht durch die Auswahl und Parametrisierung der Applikationsentwicklung sowie der intuitiven Prozessgestaltung,
- 7) Visualisierung der Ergebnisse: Individuelle Gestaltung der Ergebnisse in Real Time als operativer Leitstand oder strategisches Logistik Controlling

### Zusammenfassung

Das Internet der Dinge für Logistik zeigt sich als eine Vernetzungsaufgabe von unterschiedlichen Technologien, Partnern, Systemen und Objekten. Die IoT-Architektur unterstützt bei der Strukturierung der Aufgaben und bei der Integration der richtigen Technologiepartnerschaften.

### Veranstaltungshinweis

#### Technologietage Logistikum:

Integration von AMR in das Internet der Logistik  
5. September 2024, Altdorf (Uri)

Infos und Anmeldung unter  
[www.logistikum.ch](http://www.logistikum.ch)



Zunehmend sind Entwicklungsplattformen auf Low/no-Code Basis verfügbar, die eine offene, und modulare Architektur ermöglichen und damit eine hohe Flexibilität, Effizienz und Skalierbarkeit bieten. Im Anwendungsfall für autonome Fahrzeuge in der Distributions-, Produktions- und Lagerlogistik konnte in einem Proof of Concept Potential und Entwicklungsbedarf aufgezeigt werden.

### Quellen

Ruile H. (2021): How the Internet of Things Drives Innovation for the Logistics of the Future.  
In: Dornberger R. (eds) *New Trends in Business Information Systems and Technology. Studies in Systems, Decision and Control*, vol 294. Springer, Cham



# G

ZUVERLÄSSIG  
INNOVATIV  
BEGEISTERND

# GILGEN

LOGISTICS SYSTEMS

LAGER- UND FÖRDERSYSTEME  
VERLADETECHNIK  
SERVICE UND SUPPORT

[GILGEN.COM](http://GILGEN.COM)

## VNL-Arbeitsgruppe

# INTEGRATED FINANCIAL, SALES & OPERATION PLANNING

Die Zunahme von unvorhersehbaren Störungen in der Lieferkette erfordern eine flexiblere und adaptivere Planung. Durch die enge Verzahnung der Planungsprozesse können Unternehmen schneller auf Veränderungen reagieren und fundierte Entscheidungen treffen. Durch die Nutzung von Echtzeitdaten und die Implementierung von Resilienz-Strategien reagieren Unternehmen schneller auf liefer-, betriebs- oder nachfrageseitig Veränderungen. Durch die Bildung von variantenreichen Szenarien können sie früher die Auswirkungen von Risiken oder Chancen auf Finanzen, Auslastung und Lieferfähigkeit besser abschätzen.

### Die Herausforderungen

Die Implementierung von integrierten Planungs- und Steuerungsprozessen erfordert eine komplexe organisatorische Transformation, bei der Menschen, Technologie und Strukturen betroffen sind. Die Herausforderungen bestehen darin, eine nahtlose Integration zwischen den Schlüsselbereichen zu schaffen. Dies beinhaltet u.a. die ...

- Förderung einer kooperativen, prozessorientierten Unternehmenskultur und dem Abbau von funktionalen Silos
- Sicherstellung von technischer Kompatibilität, Interoperabilität und Datensicherheit
- Implementierung einer datenbasierten Entscheidungsfindung
- Kompetenzentwicklung der Mitarbeitenden

### Zielsetzung

- Interdisziplinärer Erfahrungsaustausch zu den Herausforderungen und Chancen einer integrierten Planung: Daten, Systeme, Prozesse, Organisation
- Vertieftes Wissen um Aufgaben, Rollen, Werkzeuge, Methoden und Vorgehensweisen
- Übersicht und Prüfung von neuen Technologien (Big Data, künstliche Intelligenz, Maschinelles Lernen, Internet der Dinge)
- Transparenz zu den Erfolgsfaktoren zur Verbesserung der funktions- und betriebsübergreifenden Zusammenarbeit und Entscheidungsfindung

### Wer sollte teilnehmen?

Die Arbeitsgruppe richtet sich an **Führungskräfte** aus den funktionalen Bereichen Finanzen, Einkauf, Produktion, Vertrieb, Logistik/SCM, die ihr Wissen und ihre Kompetenzen im Bereich der integrierten Planung vertiefen wollen. Es wird eine funktions- und industrieübergreifende Teilnehmerschaft angestrebt, um ein möglichst grosses Spektrum an Erfahrungen und Best Practice einzubringen.



Insbesondere sind Unternehmen angesprochen, die ...

- aus Industrie, Handel, Dienstleistung oder Logistik stammen.
- ihre Lieferkette robuster und widerstandsfähiger machen wollen.
- ihre finanziellen und betrieblichen Ressourcen besser aufeinander abstimmen und effizienter einsetzen wollen.
- durch eine integrierte Planung eine höhere Transparenz erreichen und ihre Entscheidungsfindung verbessern wollen.
- ihren Planungsprozess durchgängiger gestalten und dadurch ihre Nachhaltigkeitsziele erreichen wollen.

### Leistungen

- Durchführung 4 «Best Practice»-Tage (mindestens 1 pro Quartal)
- Moderierter Erfahrungsaustausch, Lernen von Peers
- Organisation von Impulsreferaten aus Wirtschaft und Wissenschaft
- Benchmarking & Best Practice Sharing («Go and see»-Events)
- Challenge- und Ideation-Workshops, Potentialanalysen, Lösungsansätze
- Sammlung von Methoden und Werkzeugen
- Dokumentation

### Teilnahmebedingungen

- Kostenbeteiligung CHF 3'200 pro Person, die 2. und 3. Person aus dem gleichen Unternehmen aus unterschiedlichen Funktionsbereichen bezahlen je CHF 600
- VNL-Mitgliedschaft
- Die teilnehmenden Firmen verpflichten sich, sich aktiv und offen durch die Vorbereitung ihrer eigenen Fallstudie in die Workshops einzubringen. Die Informationen unterliegen einem Non Disclosure Agreement.

**Organisation:** Marcus Hapig, VNL, marcus.hapig@vnl.ch

**Fachliche Leitung:** UNITY Consulting & Innovation: Tim Frech, tim.frech@unity.ch; Daniel Mairhofer, daniel.mairhofer@unity.ch

**Wissenschaftliche Begleitung:** Logistikum Schweiz, Prof. Dr. Herbert Ruile

# VNL – AKTIV FÜR INNOVATIVE LOGISTIK

## VNL-Termine

24. April	<b>Best Practice Day: IG After Sales Business (CES)</b>	Burckhardt Compression
29. Mai	<b>Kick off Workshop: IG «Integrierte S&amp;OP»</b>	Zürich, Technopark
6. Juni	<b>Logistik-Forum Schweiz</b>	Verkehrshaus der Schweiz, Luzern
Juli	<b>Best Practice Day: IG Baulogistik</b>	tbd
29. August oder 4. September	<b>Best Practice Day: IG After Sales Business (CES)</b>	tbd
9. September	<b>Go &amp; See: SIG Dark Warehouse</b>	Competec Logistik
September	<b>Kick off Workshop: IG Digitales Transportmanagement</b>	tbd
September	<b>Best Practice Day: Integrierte S&amp;OP</b>	tbd
5. September	<b>Technologietage Logistikum: Integration von AMR in das Internet der Logistik</b>	Altdorf
18. September	<b>Swiss Supply Chain Hall of Fame</b>	Verkehrshaus der Schweiz, Luzern
19. September	<b>Logistikforum Bodensee</b>	Bregenz, Österreich
25. September	<b>SC Innovation Day</b>	St. Gallen
Oktober	<b>Best Practice Day: IG Baulogistik</b>	tbd
9. oder 10. Oktober	<b>Power Day: Dark Warehouse</b>	tbd
22. Oktober	<b>Fachtagung Innovative Beschaffung</b>	Altdorf
November	<b>Best Practice Day: Digitales Transportmanagement</b>	tbd
19. November	<b>Swiss Logistics Innovation Day</b>	Altdorf

Weitere Informationen und Anmeldung unter [www.vnl.ch](http://www.vnl.ch)



## Logistik-Forum Schweiz

Infos folgen auf  
[logistikforumschweiz.com](http://logistikforumschweiz.com)



**19. Juni 2025**

Verkehrshaus der Schweiz,  
Luzern (geplant)

**Save the  
Date!**

PROFITIEREN  
SIE VOM  
EINZIG-  
ARTIGEN  
NETZWERK.

WERDEN  
SIE JETZT  
MITGLIED.

Der Mitgliedsbeitrag ist erstmals sofort und dann jährlich zu Jahresbeginn fällig. Eine Kündigung der Mitgliedschaft ist jederzeit möglich. Nach Kündigung erlischt die Mitgliedschaft am Jahresletzten.

\* Gültig für Absolventen von Hochschulen (ab Bachelor Graduierung für die Dauer von einem Jahr)

\*\* Bis zwei Jahre nach Gründung

## ANTRAG

Hiermit beantrage/n ich/wir, dem Verein Netzwerk Logistik Schweiz als ordentliches Mitglied beizutreten.

Die Statuten habe/n ich/wir zur Kenntnis genommen.

### Mitgliedskategorien/-beiträge

- |   |           |
|---|-----------|
| <input type="checkbox"/> Grossunternehmen (> 250 Mitarbeitende)                   | CHF 2 000 |
| <input type="checkbox"/> KMU (50 bis 250 Mitarbeitende)                           | CHF 1 000 |
| <input type="checkbox"/> Privatpersonen und Kleinunternehmen (< 50 Mitarbeitende) | CHF 500   |
| <input type="checkbox"/> Studenten* & Start-up**                                  | CHF 100   |
| <input type="checkbox"/> Vereine/Verbände   | kostenlos |

Firma (wie im Handelsregister)

Ansprechpartner

Position

oberes Management       mittleres Management       MitarbeiterIn

Funktion

Firmenanschrift

Rechnungsadresse (falls von Firmenanschrift abweichend)

Telefon

Fax

E-Mail

### Branche

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Logistik-Bedarfsträger                 | <input type="checkbox"/> Logistik-Technik-Anbieter                         |
| <input type="checkbox"/> Beratung und IT                        | <input type="checkbox"/> Integrierte Logistik-Anbieter                     |
| <input type="checkbox"/> Bildungs- und<br>Forschungseinrichtung | <input type="checkbox"/> Transport-, Umschlag-,<br>Lager-Logistik-Anbieter |

### Fachbereiche

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Distribution            | <input type="checkbox"/> Einkauf    |
| <input type="checkbox"/> Marketing/Vertrieb      | <input type="checkbox"/> Produktion |
| <input type="checkbox"/> Forschung & Entwicklung |                                     |

Datum

Firmenstempel/Unterschrift



VEREIN  
NETZWERK  
LOGISTIK

Bitte senden Sie die Beitrittserklärung an:

[office@vnl.ch](mailto:office@vnl.ch)

oder

Verein Netzwerk Logistik Schweiz e.V.  
Technoparkstrasse 1, 8005 Zürich

# VNL SCHWEIZ: AKTIV FÜR INNOVATIVE LOGISTIK

Stand Juli 2024

