

Systeme, die eigenständig Probleme lösen – Künstliche Intelligenz macht das möglich



Sergey/stock.adobe.com

# Selbstständig und selbstlernend

Methoden und Verfahren der Künstlichen Intelligenz automatisieren funktionale Prozesse der Logistik-Software. **Algorithmen selbstlernender und -entscheidender Intelligenz** decken Zusammenhänge auf und erschließen neue Optimierungspotenziale.

Das Stichwort lautet: selbstlernend“, bringt Thomas Gries, Vorstandsmitglied von Inconso, den Sachverhalt bei der Frage nach Künstlicher Intelligenz (KI) auf den Punkt. Automatisierung und Digitalisierung, mithin die Zukunftsprojekte Industrie/Logistik 4.0, sind in ihren Dimensionen noch kaum erfasst, geschweige in intelligente Datenvernetzung umgesetzt. Da geben rund 50 Prozent der Großunternehmen in Europa in aktuellen Untersuchungen an, dass sie KI „in irgendeiner Art“ bereits einsetzen. „Offenbar werden die Begriffe gegenwärtig etwas leichtfertig verwendet“, urteilt Jens Leveling, Teamleiter Data Driven Logistics in der Abteilung Software & Information Engineering beim Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) (s. Interview, S. 7). „Im Grunde sind die KI-Entwicklungen erst noch am Anfang.“

Was also bedeutet KI tatsächlich – und wo sind entsprechende Anwendungen bereits im Einsatz? Wo sie in der Intralogistik künftig sicher zum Einsatz kommen werden, zeigte bereits vor zwei Jahren ein Modellprojekt von Google und der Universität von Kalifornien in Berkeley: Zwei Monate lang ließen sie 14 Roboter insgesamt mehr als 800.000 Greifversuche an verschiedenen Alltagsgegenständen durchführen. Ohne Vorwissen. Ausschließlich auf Basis der Bilderfassung integrierter Kameras mussten sie so lange probieren, bis sie den richtigen Zugriff gefunden und ihn eigenständig erlernt hatten. In darauffolgenden Anwendungen lag die Fehlerquote schließlich zwischen zehn und 20 Prozent. „Durch KI lassen sich Systeme entwickeln, die eigenständig Probleme lösen“, sagt Wolfgang Albrecht, Managing Director IT Development and Delivery von Vanderlande Industries B.V. „Praktisch bedeutet dies beispielsweise, dass sich die Systeme in Zukunft eigenständig in eine Umge-

bung einbinden, sich in ihr zurechtfinden und zugleich an neue Bedingungen anpassen werden.“

## Roboter greift stückgenau zu

Wie weit der Weg dorthin noch ist, mag das Beispiel des Kommissionier-Roboters „Toru Cube“ von Innovationstreiber Magazzino belegen. Der als fahrerloses Transportfahrzeug in Regalgassen fahrende Pick-Roboter ist auf das Handling quaderförmiger Objekte ausgelegt. Integrierte 2D- und 3D-Kameras identifizieren und lokalisieren einzelne Objekte im Regal und ermöglichen stückgenauen Zu-

## „NICHT DER EINSATZ VON ROBOTER-TECHNIK KENNZEICHNET KI-ANWENDUNGEN, SONDERN DIE SOFTWARE“

Giovanni Prestifilippo,  
Geschäftsführer PSI Logistics

griff. Beim Buch-Distributeur Sigloch kommissioniert der Roboter Pick-Aufträge für die Auftragsfertigung aus einer Fachbodenregalanlage, in Logistikzentren von Fiege unter anderem Kartons mit Schuhen.

Allein: Für den Griff in die Kiste, also die Kommissionierung von Einzelartikeln unterschiedlichster Formate, reicht die Bilderfassung nicht aus. Daran arbeiten die Magazzino-Entwickler noch. „Roboter, Sensorik, Bilderfassung oder Rechnerhardware sind ‚nur‘ Instrumente“, erklärt Giovanni Prestifilippo, Geschäftsführer PSI Logistics. „Nicht der Einsatz von Robotertechnik kennzeichnet KI-Anwendungen, sondern die Software dahinter, ihre Programm- beziehungsweise Funktionsmuster mit neuronalen Netzen für selbstlernende Systeme, das Machine

Learning (ML).“ Mit unterschiedlichsten Hardware-Komponenten werden dabei Informationen erfasst und von der Software konvertiert, vernetzt und analysiert, Handlungsoptionen abgeleitet und schließlich ihre Ausführung angestoßen. Mit Verfahren und Methoden der KI, etwa Fuzzy Logic, neuronalen Netzen und Deep Learning, erfolgt dies eigenständig und selbstlernend. Die Systeme speichern Informationen als Erfahrungswerte, verarbeiten auch neue, unbekannte Daten und treffen dann eigenständig Entscheidungen.

## Rechenleistung rasant gewachsen

„Die rasanten technologischen Entwicklungen der vergangenen Dekaden bieten uns jetzt die Möglichkeit, KI-Anwendungen zu realisieren“, erklärt Peter Frerichs, Leiter des Geschäftsbereichs Inventory & Supply Chain bei Inform. Minimalisierung und die Entwicklungen bei den Prozessoren hätten die Speicher- und Rechenleistung in den vergangenen 25 Jahren um das 2,8-Millionenfache beschleunigt: „Berechnungen, für die 1991



PSI Logistics sorgt für die Verteilung der Gepäckstücke am Flughafen Hamburg



Vanderlande hat einen „Cobot“ entwickelt, der neben menschlichen Bedienern arbeitet

noch 91 Jahre benötigt wurden, erfolgen heute in einer Sekunde“, so Frerichs. „In den 1990er-Jahren fehlten noch die Datenmengen, die Rechenleistungen waren noch geringer und der aufwendige Lernprozess für unsere Bedürfnisse somit nicht umsetzbar“, erklärt Markus Klug, Team Leader Data Analysis & Simulation bei SSI Schäfer IT Solutions. Moderne Hardware

und hohe Performance der Chips würden dies heute ermöglichen. Big Data bringe die IT-Entwickler in die komfortable Lage, Systeme mit künstlichem Wissen zu versorgen und kontinuierlich weiterlernen zu lassen. Deep Learning, die hierarchische Anpassung von neuronalen Netzen für das maschinelle Lernen, sei ausgereift. „Schlussendlich sind wir heute besser und

### Adaptive Verhaltensmuster und Künstliche Intelligenz

Die Automatisierung von Software-Prozessen gewinnt an Bedeutung. Dies erfolgt einerseits durch die Einbindung adaptiver Verhaltensmuster in die Systemfunktionalitäten und, in einem weiteren Entwicklungsschritt, durch die Nutzung von Methoden und Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI). Mit adaptiven Verhaltensmustern reagieren die IT-Systeme in sich wiederholenden Anwendungsprozessen eigenständig auf veränderte Bedingungen dynamischer, komplexer Umgebungen. Dazu werden ihnen Referenzpunkte vorgegeben. Parallel zur koordinierten Prozesssteuerung erfassen, kontrollieren und lösen sie damit die jeweiligen Anlagenerfordernisse. Mit den adaptiven Verhaltensmustern balancieren die IT-Systeme Auftragsfertigungsprozesse und Anlagenauslastung nach konfigurierbaren Parametern aus und sorgen für eine gleichmäßige Auslastung der Arbeitsbereiche unter Berücksichtigung aller definierten Restriktionen. Die Prozessanpassungen werden automatisiert und selbstständig durchgeführt – aber nach vorgegebenen Schwellenwerten. In der Königsdisziplin, der Einbindung von Verfahren und Methoden der KI, ermitteln die Systeme die erforderlichen (Re-)Aktionen hingegen vollkommen eigenständig und selbstlernend. *rb*

flexibler unterwegs“, so Klug. „Jetzt können wir über die Theorie hinausgehen und die Technologien in die tägliche Arbeit aufnehmen.“

### KI-Projekt am Flughafen Hamburg

Vor diesem Hintergrund spielt die Automatisierung der Software-Prozesse selbst zunehmend eine immer wichtigere Rolle (s. Kasten, S. 6). Dies geschieht unter anderem durch die Nutzung von Methoden und Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI). In diesem Fall ermitteln die Systeme die erforderlichen (Re-)Aktionen eigenständig und selbstlernend. Doch selbstständig Entscheidungen zu treffen, erfordert eine anspruchsvolle Programmierung.

Für ein KI-Projekt zum Gepäck-Handling am Flughafen Hamburg hat die PSI Logistics ein „Proof of Concept“ aufgelegt, demzufolge das neuronale Netz für das Deep Learning zunächst mit mehr als 2000 Bildern von Gepäckstücken in unterschiedlichen Lagen und aus verschiedenen Perspektiven „gefüttert“ wird. Auf dieser Basis „erkennt“ die Software alle weiteren Varianten von Gepäckstücken – inklusive ihrer individuellen Merkmale. 200 hochauflösende Kameras, die an der Gepäckförderanlage installiert sind, verfolgen und überwachen dann den Transport jedes einzelnen Gepäckstücks. Mit ihrer hohen Auflösung erfassen sie sogar den Barcode – mit einer höheren Lesquote als herkömmliche Scanner. Die Software verknüpft die Bildaufnahmen der individuellen Gepäckstücke mit den Barcodeinformationen, verifiziert die Gepäckstücke als solche und steuert ihren Weg auf der Förderanlage. Alle relevanten Gepäckstückdaten werden von einer Kommunikationsbox empfangen und gebündelt. Parallel dazu kämen in der Kommunikationsbox die digitalisierten Aufnahmen der Kameraüberwachung an der Gepäckförderanlage zusammen. Die Box konvertiert die Informationen, verknüpft sie miteinander und überträgt sie in Echtzeit zur weiteren Vernetzung an das überlagerte Softwaresystem.

„Die Vorteile liegen auf der Hand und sind auch auf Anwendungen zur Prozesssteuerung in Logistikzentren übertragbar“, urteilt Prestifilippo. So könnten Investitionen für zusätzliche Scanner-Technik entfallen, die Fehlerquote sinke, Ressourcen für Nachbearbeitungen würden entfallen und der Servicelevel steige. Überdies ließen sich Gepäck-Handling sowie der Zustand der Koffer lückenlos



dokumentieren und archivieren. Darüber hinaus erkenne die KI-Lösung etwaige Beschädigungen der Gepäckstücke, melde automatisch entsprechende Veränderungen und unterstütze die Ursachenermittlung. „Die PSI Logistics arbeitet unter anderem bereits an KI-Lösungen für gänzlich unterschiedliche Packstücke und die Einbindung von sprachbasierten Applikationen“, so Prestifilippo. „Bei der Behältererkennung und Unterstützung von Anwendungen der Qualitätssicherung ist der Aufwand für das Deep Learning bereits vertretbar.“

### Chancen für neue Strategien

Gleichwohl: Gegenwärtig fokussieren die Entwickler bei der Einbindung von Methoden und Verfahren der KI vor allem Algorithmen zur Unterstützung von Entscheidungsfindungen. „Bisherige Strategien könnten unter Einbeziehung von Prognosedaten, virtuellen Zwillingen und Optimierungsverfahren deutlich dynamischer gestaltet werden, während sich auch Chancen für völlig neue Strategien ergeben“, urteilt Inconso-Vorstand Gries. „Funktionell betrachtet sprechen wir von einer Kombination intelligenter Prognose-, Optimierungs- und Analyseverfahren, die auch neue Standards für das Warehouse Management setzen“, sagt er. „Es geht um die Entwicklung von Prognoseverfahren, die etwa Ist-Daten analysieren und sie unter Berücksichtigung aller relevanten Faktoren wie Wetter, Saison und Artikeldaten auf die Zukunft hochrechnen“, erläutert Inform-Geschäftsbereichsleiter Frerichs. „Es werden Grundmuster klassifiziert, Zusammenhänge ermittelt, die richtigen Verfahren für Vorhersagen ausgewählt und in operativen Prozessen umgesetzt.“ Für den Aachener Kosmetikhersteller „Dr. Babor“ hat Inform eine Installation realisiert, die sich von der Absatzplanung über die Produktionsplanung und -steuerung bis hin zur Intralogistik über die gesamte interne Supply Chain erstreckt. „Babor optimiert durch die Prognosen unter anderem den Ressourceneinsatz und reduziert die Sicherheitsbestände“, so Frerichs.

### Probleme frühzeitig diagnostizieren

Einen weiteren Aspekt für Anwendungen mit smarten Prognosen führt SSI-Teamleiter Klug mit Prescriptive Maintenance an. Sie werde beispielsweise eine frühzeitige Einschätzung der (Rest-)Lebensdauer von Maschinen ermöglichen. „Prescriptive Maintenance hat zum Ziel, die Intel-

## „Enormer Wissenstransfer nötig“

**Jens Leveling**, Teamleiter Data Driven Logistics in der Abteilung Software & Information Engineering beim Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML), spricht im Interview über Künstliche Intelligenz (KI) und ihre aktuellen Optionen für die Intralogistik.

**Das Thema Künstliche Intelligenz ist inzwischen in sehr vielen unterschiedlichen Zusammenhängen präsent. Worauf führen Sie diesen Boom zurück?**

Mit den Entwicklungssprüngen vieler Basistechnologien lassen sich sukzessive KI-Anwendungen entwickeln. Sie benötigen allerdings hohe Kompetenzen und einen enormen Wissenstransfer.

**Wissenstransfer in welcher Hinsicht?**

Die Entwicklung praktizierbarer KI-Anwendungen erfordert ein Wechselspiel von Anwendungswissen, IT-Expertisen und Statistiken. Allein das Expertenwissen für die Aufnahme und Erzeugung der erforderlichen Trainingsdaten ist enorm.

**Aber die Daten sind doch vorhanden, und KI ist eine Arbeit der Software!?**

Jein. Die Daten bestehen in der Regel aus erfassten Prozessdaten, aber durch die intelligente Analyse und Auswertung werden die neuen Informationen erst generiert. Sehr wichtig ist für viele Anwendungsfälle die synthetische (per Algorithmen) Erzeugung weiterer Daten, die dann viele Variationen der Anwendungsfälle darstellen.

**Untersuchungen zufolge lassen knapp 50 Prozent der befragten Großunternehmen in Europa verlauten, dass sie KI, in irgendeiner Art bereits einsetzen. Halten Sie diesen Anteil vor diesen Hintergründen für realistisch?**

Nun, offenbar werden die Begriffe gegenwärtig etwas leichtfertig verwendet. Im Grunde sind die KI-Entwicklungen erst noch am Anfang. Gegenwärtig wird die Bezeichnung KI für Anwendungen benutzt, die eigentlich eher auf Teilgebiete der KI, konkret etwa Machine Learning, zielen. Es ist ein Ansatz für das Clustering von Informationen, um Wissen abzubilden und anzuordnen. Beim Machine Learning lernen IT-Systeme aus Beispielen, etwa Bilddaten und Bildsymbolen, die sie nach Beendigung der Lernphase verallgemeinern und unterliegende Muster, Gesetzmäßigkeiten und markante Zusammenhänge aufdecken können. Die Zielvorgabe dabei liegt bislang vornehmlich darin, entsprechendes Wissen zu generieren und Optimierungen zu ermöglichen.

**Ist das nicht ein Big-Data-Ansatz?**

Machine Learning ist keine Data Analytics. Es kann als paralleles Instrument betrachtet werden, um bestehendes Wissen in IT-Systemen abzubilden oder um Zusammenhänge in Daten zu erkennen.

**In welchen Anwendungen lässt dieses Instrument sich in der Intralogistik nutzen?**

In der Intralogistik bietet Machine Learning gegenwärtig neue Ansätze vor allem im Bereich der Anlagenwartung, in der Früherkennung von Anlagenzuständen und der vorausschauenden, proaktiven Wartung durch Analyse der Maschinendaten – der Predictive Maintenance. Machine Learning bietet eine Art Toolbox an Assistenzsystemen, mit denen sich auf Basis von Maschinen erhobener Echtzeitdaten bisherige Logiken der reaktiven oder präventiven Wartung ersetzen und Maschinenausfälle proaktiv verhindern lassen. *rb*



Fraunhofer IML

ligenz auf Hard- und Softwareebene zu kombinieren“, resümiert Klug. „Probleme werden vorausschauend diagnostiziert, sodass rechtzeitig mit Wartungen und proaktiv durch angepasste Lagerabläufe reagiert werden kann, ohne die Anlagenleistung spürbar einzuschränken.“ Die Einbindung von Methoden und Verfahren der Künstlichen Intelligenz für die Prozessoptimierung in der Intralogistik, so das Fazit dieser Momentaufnahme,

steckt noch in den Kinderschuhen. Ihr zunehmender Einsatz bei der Analyse und Planung von Prozessen und Systemen bietet weitreichende Potenziale für die Prozesssteuerung und Disposition, die Bestandssteuerung oder das Ressourcenmanagement. Mit zunehmenden Projektrealisierungen werden weitere Entwicklungen erfolgen und neue Anwendungen erschlossen. KI wird Alltag in der Intralogistik. Rainer Barck