

BESCHLEUNIGTE LAGERAUTOMATISIERUNG

Case Study

durch digitale Zwillinge und synthetische Daten

Erfahren Sie, wie Toyota Material Handling Europe und SoftServe KI-Simulationen und digitale Zwillinge auf Basis von NVIDIA Omniverse™ für den sicheren und effizienten Einsatz autonomer Gabelstapler einsetzen.



Elite
Partner

softserve

TOYOTA
MATERIAL HANDLING

Table of contents

Executive Summary	3
Projekt: Beschleunigte Entwicklung autonomer Gabelstapler	4
Stream 1: Hochdetaillierter digitaler Zwilling für Gabelstaplersimulationen	5
Ergebnisse	5
Stream 2: Optimierung von KI-Modellen durch verbesserte synthetische Daten	6
Training und Evaluierung auf Basis von drei Datensätzen	7
Ergebnisse	7
Resultate: Schnelle und kosteneffiziente Inbetriebnahme von FTS	8
Tech Stack	8
Fazit	9

Executive Summary

Toyota Material Handling Europe zählt zu den führenden Anbietern von Technologien für die Lagerlogistik – von fahrerlosen Transportsystemen (FTS) bis hin zu automatisierten Logistiklösungen. Angesichts dynamischer Marktanforderungen wurde für das Unternehmen eine Weiterentwicklung seines Angebots für Lagerautomatisierung zur obersten Priorität. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, setzte Toyota auf eine enge Zusammenarbeit mit NVIDIA und SoftServe – mit dem Ziel, mittels digitaler Zwillinge die Zukunft der Intralogistik maßgeblich zu prägen.

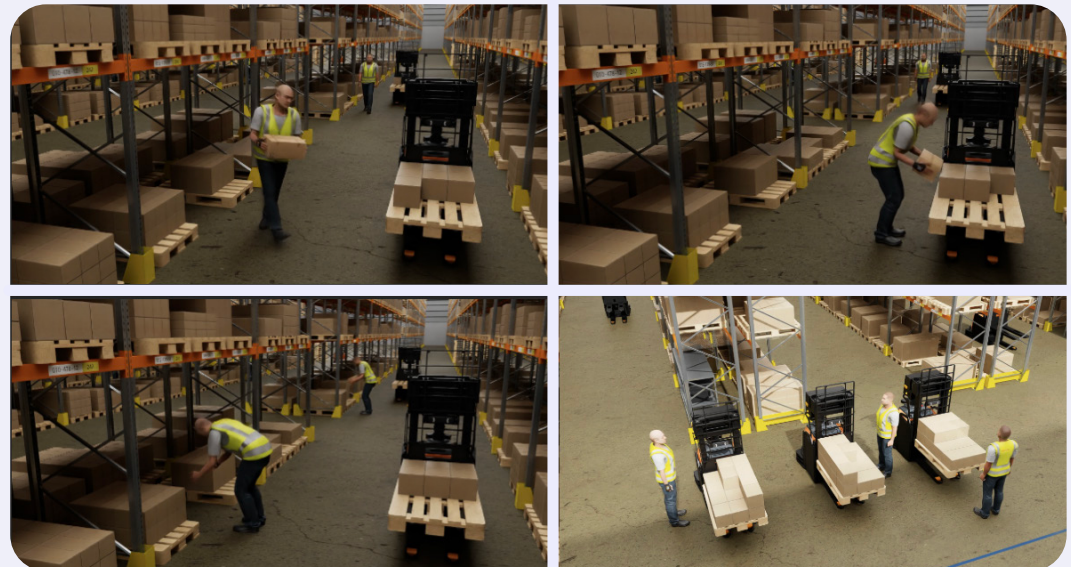
“**Die Nutzung von Omniverse für die Entwicklung digitaler Zwillinge eröffnet uns die Möglichkeit, verschiedenste Testszenarien realitätsgetreu und flexibel abzubilden – weit über das hinaus, was vor Ort beim Kunden umsetzbar wäre.**

— **Johan Brynås**,
Director Head of Research & Innovation
at Toyota Material Handling Europe

Im Fokus stand die modellbasierte Simulation der kollaborativen Kommissionierung, ein Schlüsselfaktor moderner Lagerlogistik. Mit zunehmender Automatisierung gewinnen effiziente Abläufe zwischen Mitarbeitenden und fahrerlosen Transportsystemen immer stärker an Bedeutung. Um diese komplexen Prozesse umfassend zu analysieren und weiterzuentwickeln, wurden zwei technologische Schwerpunkte gesetzt:

- 1 Aufbau eines digitalen Zwillings auf Basis von NVIDIA Omniverse zur realitätsnahen Abbildung von Lagerszenarien**
- 2 Training leistungsfähiger KI-Modelle mithilfe synthetisch generierter, durch NVIDIA Cosmos-Transfer optimierter Daten**

Dank dieses zweigleisigen Ansatzes ist es Toyota Material Handling gelungen, die Entwicklung sicherer und effizienter FTS für die Lagerlogistik entscheidend zu beschleunigen und die Position des Unternehmens als Innovationsführer weiter auszubauen.



Projekt: Beschleunigte Entwicklung autonomer Gabelstapler

Die Entwicklung autonomer Systeme stellt Unternehmen vor erhebliche Herausforderungen – insbesondere im Hinblick auf den effizienten Test und die verlässliche Validierung neuer Systeme. Konventionelle Testmethoden erweisen sich dabei häufig als zeitintensiv, kostenaufwendig und in ihrer Anwendbarkeit limitiert. Eine Folge: Innovationszyklen verzögern sich und die Zeit bis zur Marktreife verlängert sich spürbar.

Für Toyota Material Handling war daher klar, dass eine Lösung in der Entwicklung von autonomen Gabelstaplern notwendig war, die folgende Anforderungen erfüllt:



Deutliche Reduzierung der Abhängigkeit von aufwendigen und kostenintensiven physischen Tests

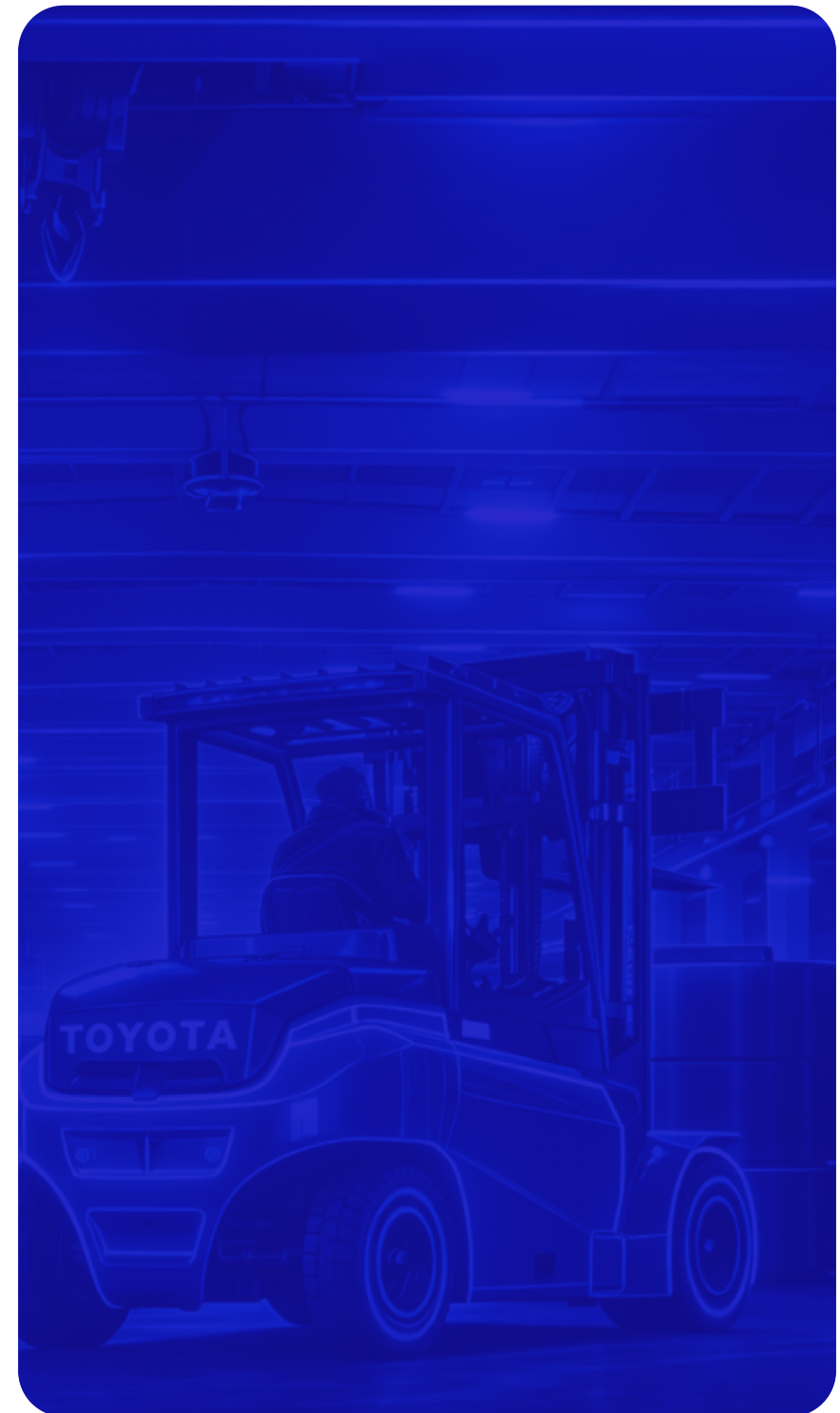


Möglichkeit, hochkomplexe Lagerumgebungen zur Optimierung von Navigation und Interaktion abzubilden



Integration fortschrittlicher Technologie, um Herausforderungen im Materialfluss gezielt und proaktiv zu adressieren

Durch den Einsatz präziser Simulationen und den Aufbau digitaler Zwillinge ermöglicht Toyota eine effiziente Erprobung und Optimierung neu entwickelter Systeme – und das, bevor eine physische Implementierung erfolgt.



Stream 1: Hochdetaillierter digitaler Zwilling für Gabelstaplersimulationen

In Zusammenarbeit mit SoftServe und NVIDIA startete Toyota Material Handling eine Initiative für einen digitalen Zwilling, der physische KI und die Generierung synthetischer Daten (SDG) nutzt. Ziel ist die Simulation, Validierung und Optimierung autonomer Gabelstapleroperationen innerhalb hochdetaillierter virtueller Nachbildungen von Lager- und Produktionsumgebungen. Das System verwendet KI, um Palettenkomponenten zu erkennen, Tiefeninformationen von Etiketten zu interpretieren und die vollständige Handhabungssequenz zu steuern. Dies schließt die präzise Positionierung der Gabel und die komplette Bewegung ein, die für das sichere Aufnehmen oder Absetzen von Paletten mit Ladung erforderlich ist.

Durch diesen Ansatz werden das Beschädigungsrisiko erheblich gesenkt und die betriebliche Effizienz in dynamischen, realen Logistikszenarien gesteigert.



Ergebnisse:

Den Kern dieser Lösung bildet die NVIDIA Omniverse-Plattform, ein Echtzeit-Simulations- und Kollaborations-Framework zur Erstellung hochpräziser, physikalisch exakter digitaler Zwillinge. Toyota Material Handling arbeitete mit SoftServe zusammen, um folgende Komponenten zu entwickeln und zu integrieren:



Digitale Repliken autonomer Gabelstapler

Es wurden hochdetaillierte digitale Zwillinge der Gabelstaplermodelle von Toyota Material Handling erstellt, die reale physikalische Gegebenheiten und Betriebsabläufe exakt widerspiegeln.



KI-gesteuerte Simulationen:

Die Initiative integrierte echte Software-in-the-Loop-Fähigkeiten, die es KI-Systemen ermöglichen, tatsächliche Betriebsbedingungen zu simulieren und die Aufgaben der Gabelaufnahme und des Materialumschlags zu bewerten.



Mensch-Roboter-Interaktionsszenarien

Kollaborative Szenarien, wie beispielsweise die Kommissionierung, wurden getestet, um sichere und effiziente Interaktionen zwischen menschlichen Mitarbeitern und Robotersystemen zu gewährleisten.

Stream 2: Optimierung von KI-Modellen durch verbesserte synthetische Daten

Die KI-Modelle, welche das Herzstück der fahrerlosen Transportsysteme (FTS) bilden, mussten so trainiert werden, dass sie zwei entscheidende Metriken maximieren: ihre Präzision (der Anteil korrekter positiver Vorhersagen) und ihren Recall (der Anteil der tatsächlich erkannten positiven Instanzen).

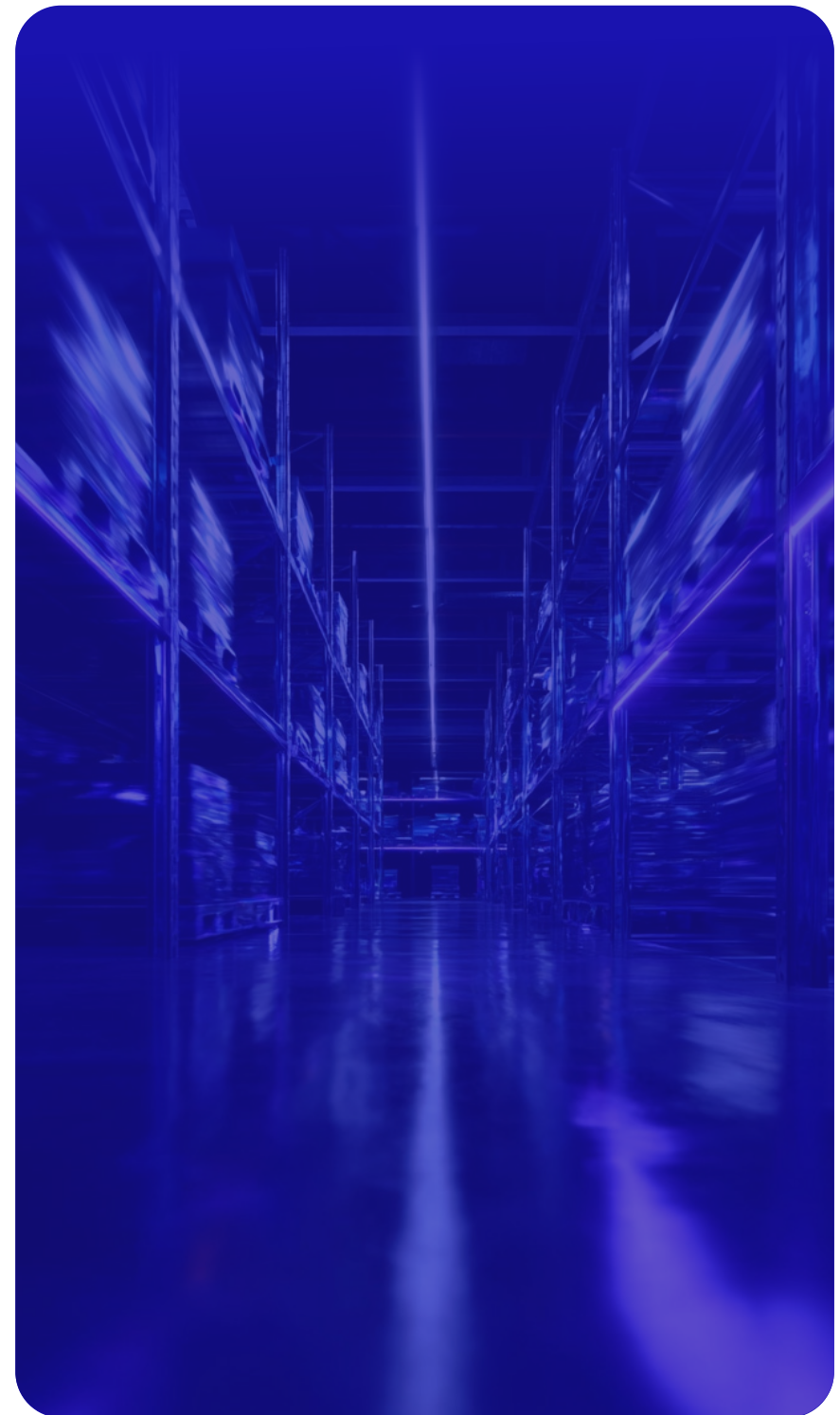
Um Kosten und Zeit für die Beschaffung knapper realer Daten zu minimieren, arbeitete Toyota eng mit SoftServe zusammen, um die Qualität synthetischer Trainingsdaten für die Objekterkennung im Lagerumfeld signifikant zu steigern. Unter Einsatz von NVIDIA Cosmos-Transfer konnten die Projektteams belegen, dass KI-Modelle, die auf diesen optimierten Daten trainiert wurden, rein simulatorbasierten Modellen in realen Szenarien deutlich überlegen sind – ohne dabei an Leistung auf synthetischen Datensätzen einzubüßen.

Das Projekt gliederte sich in zwei strategische Phasen:

- 1 NVIDIA Cosmos-Transfer:**
Durch die Implementierung von NVIDIA Cosmos-Transfer auf OVX-Systemen wurden ultra-realistische synthetische Daten generiert. Dies diente als entscheidender Schritt, um die Lücke zwischen Simulation und Realität (Sim-to-Real-Gap) für die autonomen Gabelstapler von Toyota Material Handling zu schließen.
- 2**

NVIDIA Cosmos Post-Training:

Zur weiteren Minimierung der Diskrepanz zwischen virtueller und realer Welt erfolgte ein gezieltes Nachtraining (Post-Training) des Cosmos-Modells. Bemerkenswert ist hierbei die Effizienz: Auf der NVIDIA DGX Cloud Lepton-Plattform waren lediglich 15 Minuten Videomaterial aus dem realen Lagerbetrieb des Kunden erforderlich, um die Modelle final anzupassen.



Training und Evaluierung auf Basis von drei Datensätzen

Zur Bewertung der Modellleistung setzten Toyota Material Handling und SoftServe spezifische Datensätze ein.



Simulierter Datensatz

Generiert mit dem NVIDIA Isaac Sim™ Simulator als Satz von 50 Videos, die unverpackte Kartons zeigten. Als Grundlage für das synthetische Training bot dieser Datensatz eine perfekte Kennzeichnung in einer kontrollierten Umgebung.



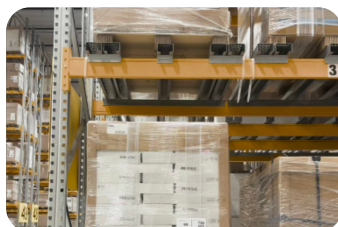
Cosmos-erweiterter Datensatz

Entstand durch die Verarbeitung der ursprünglichen 50 Videos mit Cosmos-Transfer. Jedes Video wurde dreifach verarbeitet, wodurch 150 Videos entstanden, die realistische Stretchfolien- und Folienverpackungen simulierten, um praxisnahe Bedingungen nachzubilden.



Echtdaten-Datensatz

Zusammengestellt aus vom Kunden bereitgestelltem Videomaterial aus dem Lager. Er enthielt 137 manuell gekennzeichnete Bilder von tatsächlichen Kartons mit Stretchfolie, die lebensechte Lichtverhältnisse sowie reale Lagerumgebungen abbildeten.



Cosmos-Transfer Post-Training-Datensatz

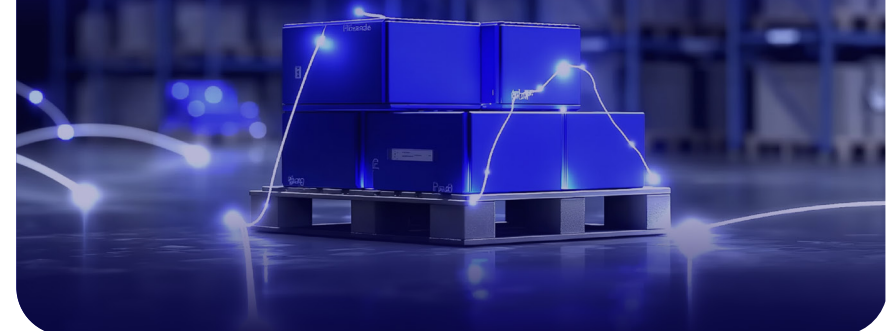
Umfasste 141 Videos (jeweils 5 Sekunden lang), die direkt in der realen Lagerumgebung aufgenommen wurden. Der Datensatz verbesserte die Genauigkeit der Kennzeichnung, die Farbtreue sowie die Darstellung von Bodenmerkmalen und Schatten.

Ergebnisse:

Die Resultate dieser vergleichenden Analyse unterstreichen die Effektivität des gewählten Ansatzes. Das mit NVIDIA Cosmos™ trainierte Modell erreichte auf der DGX Cloud Lepton-Plattform eine **Präzision von 89,6 %** und einen **Recall-Wert von 84,7 %** bei der Auswertung von **Echtdaten**. Im Vergleich dazu erzielten Modelle, die ausschließlich mit Simulatordaten trainiert wurden, lediglich einen Recall von 49,4 %.

Eine nochmals dramatische Leistungssteigerung zeigte sich beim nachgeschulten Cosmos-Modell. Durch die gezielte Anpassung an visuelle Merkmale der Kundenumgebung – wie Etiketten, Farben, Bodenbeschaffenheit und Schatten – erreichte dieses Modell eine **Präzision von 99,5 %** und einen **Recall von 92,8 %** auf **realen Daten**.

Diese fortschrittliche Individualisierung führte zu einer überlegenen Erkennungsqualität und -abstimmung, die sowohl rein simulatorbasierte als auch standardmäßig mit Cosmos trainierte Modelle übertrifft. **Dank dieser Initiative ist Toyota nun in der Lage, KI-Modelle in seinen fahrerlosen Transportsystemen einzusetzen, die nachweislich eine höhere Leistungsfähigkeit bei kritischen Aufgaben in der Mensch-Roboter-Interaktion aufweisen.**



Resultate: Schnelle und kosteneffiziente Inbetriebnahme von FTS



Der Erfolg von Toyota Material Handling zeigt eindrucksvoll, wie fortschrittliche Simulation und synthetische Daten autonome Systeme auf ein neues Leistungsniveau heben. Bei SoftServe sind wir stolz darauf, diese Expertise zu teilen und Innovationen für unsere Partner voranzutreiben.

— **Lyubomyr Demkiv,,**
Director, Robotics & Advanced Automation, SoftServe

Die Implementierung dieses fortschrittlichen Simulations-Frameworks wird für Toyota Material Handling zu erheblichen Vorteilen führen:



Gesteigerte Betriebseffizienz

Die vorausschauenden Simulationen werden die Risiken von Beschädigungen während des Gabelstaplerbetriebs stark reduzieren und somit die Gesamtsicherheit sowie die Effizienz der Arbeitsabläufe erhöhen.



Schnellere Markteinführung

Durch die Simulation komplexer Szenarien in einer virtuellen Umgebung wird Toyota den Entwicklungszyklus autonomer Gabelstapler beschleunigen und so in die Lage versetzt, schnell auf Marktanforderungen zu reagieren.



Kostensenkungen

Die Initiative zum digitalen Zwilling ermöglicht es Toyota, die mit physischen Tests, Ausfällen und Schäden verbundenen Kosten zu minimieren, indem Tests in einer risikofreien Umgebung vor dem Einsatz durchgeführt werden.

Tech Stack

Technologies:

- Physische KI
- Generative KI
- Synthetische Daten (SDG)
- Digitale Zwillinge
- KI-Fahrerassistenzsystem
- Computer-Vision

Tech stack:

- NVIDIA Omniverse™
- NVIDIA Isaac Sim™
- NVIDIA Cosmos-Transfer
- ROS/ROS2
- C++
- Python



Diese Zusammenarbeit markiert einen Wendepunkt für die Industrie in der EMEA-Region. Durch den Einsatz der Digital-Twin-Technologie von NVIDIA liefert Toyota Material Handling bewährte, virtuell getestete Automatisierungslösungen. Für die Kunden von Toyota bedeutet dies sicherere, effizientere Abläufe und einen schnelleren Weg zur Innovation – noch bevor ein System in der Werkhalle implementiert wird.

— Olha Moroz,
Executive Vice President EMEA, SoftServe



Fazit

Mithilfe der innovativen Technologien von NVIDIA und der Expertise von SoftServe positioniert sich Toyota als Vorreiter in der Lagerautomatisierung, bestens gerüstet für die Dynamiken der modernen Lagerlogistik. Durch die strategische Zusammenarbeit mit SoftServe und NVIDIA hat Toyota Material Handling Europe nicht nur seine betrieblichen Herausforderungen gemeistert, sondern auch neue Maßstäbe im Bereich der Lagerautomatisierung gesetzt.

Die Initiative zum digitalen Zwilling verdeutlicht das Potenzial, das in der Kombination aus innovativen Technologien und operativer Fachexpertise liegt. Gleichzeitig demonstriert die Optimierung von KI-Modellen durch synthetische Datengenerierung (SDG) die Möglichkeiten, die Lücke zwischen der virtuellen und der physischen Welt zu schließen. Dies ebnet den Weg für eine Zukunft der automatisierten Logistik, die effizienter, sicherer und reaktionsschneller auf Marktanforderungen eingeht.

Ist Ihr Unternehmen an der Entwicklung fortschrittlicher Automatisierungslösungen interessiert? SoftServe unterstützt Organisationen dabei, hochentwickelte Digital-Twin-Technologien und KI-gesteuerte Simulationen zu nutzen, um neue Standards für Sicherheit und Produktivität zu etablieren – noch bevor der erste Roboter physisch zum Einsatz kommt.

VEREINBAREN SIE EINEN BERATUNGSTERMIN

Über SoftServe

SoftServe erweckt Physical AI und Agentic AI zum Leben, indem es die gesamte Bandbreite des NVIDIA-Technologie-Stacks nutzt. Dies ermöglicht es Unternehmen, über reine KI-Experimente hinauszugehen und skalierbare, ergebnisorientierte Lösungen in die produktive Anwendung zu überführen.

Als NVIDIAs „**Service Delivery Partner of the Year 2025**“ und „**Advanced Technology Partner**“ liefert SoftServe durch High-Fidelity-Simulationen, Robotik und Automatisierung, intelligente kollaborative Agenten sowie skalierbare Computer Vision echten geschäftlichen Mehrwert. Da die Komplexität von KI über Technologien und Anwendungsfälle hinweg zunimmt, liegt unser Fokus darauf, Kunden bei der Priorisierung und Integration der richtigen Fähigkeiten in End-to-End-Architekturen zu unterstützen.



Soziale Medien



info@softserveinc.com
www.softserveinc.com

Kontakt

NORTH AMERICAN HQ

201 W 5th Street, Suite 1550
Austin, TX 78701
+1 866 687 3588 (USA)
+1 647 948 7638 (Canada)

EMEA HQ

30 Cannon Street
London EC4 6XH
United Kingdom
+44 333 006 4341

GERMANY

Taunusanlange 9-10
Marienurm
60329 Frankfurt am Main
+49 (0) 69 505060 4281

Einsteinstrasse 174
81677 Munich

softserve

TOYOTA

MATERIAL HANDLING

