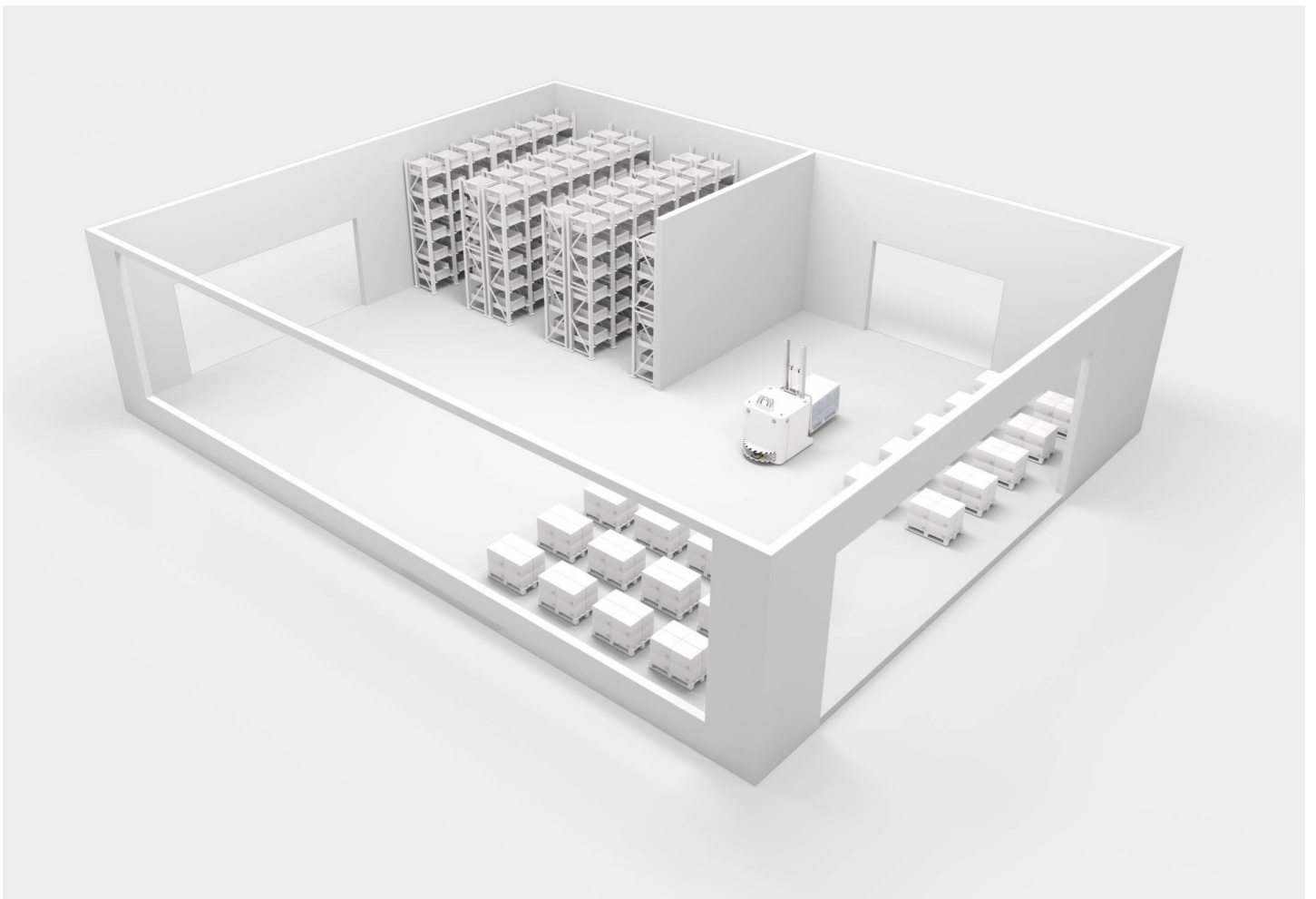


Fünf Navigations- technologien für AGVs im Vergleich

White Paper
04/2024



Navigationstechnologie als Erfolgsfaktor für effiziente AGVs

Automated Guided Vehicles (AGVs) haben die Intralogistik in den letzten Jahren stark verändert, indem sie eine effiziente, automatisierte Lösung für den Materialtransport und die Lagerverwaltung bieten. In modernen Unternehmen, insbesondere in Distributionszentren und Fertigungsstätten, sind AGVs zu unverzichtbaren Elementen geworden. Diese autonom gesteuerten Fahrzeuge übernehmen eine Vielzahl von Aufgaben, angefangen beim Transport von Materialien bis hin zur automatisierten Fertigung. Ihre Einsatzmöglichkeiten erstrecken sich von der Bewegung leichter Produkte bis zum Transport schwerer Lasten, wodurch sie sich als flexible Lösung in den unterschiedlichsten Branchen erweisen.

Dabei hat die Entwicklung autonomer Navigationstechnologien die Möglichkeiten für Unternehmen, die automatisierte Materialtransportlösungen suchen, erheblich erweitert. Ein umfassender Vergleich verschiedener Navigationstechnologien für AGVs verdeutlicht die Vielfalt dieser Technologien sowie ihre jeweiligen Vor- und Nachteile.



Übersicht: Navigationstechnologien für AGVs

- Lasernavigation (Natural Navigation)
- Lasertriangulation
- Optische oder induktive Spurführung
- Rasternavigation
- Kamerabasierte Navigation (Vision Guidance)

1. Lasernavigation (Natural Navigation) für hohe Präzision

- + präzise und flexible Navigation
- + hohe Genauigkeit
- + sichere Erkennung von Hindernissen
- + unabhängig vom Umgebungslicht
- höhere Kosten bei Hard- und Software
- empfindlich gegenüber Verschmutzungen
- begrenzte Reichweite der Laserstrahlen

Lasernavigation, auch Konturnavigation oder Natural Navigation genannt, ist eine hochentwickelte Technologie, die bei AGVs für präzise Navigation verwendet wird. Das Prinzip basiert dabei auf der Verwendung von Laser-Scannern oder Lidar (Light Detection and Ranging). Diese Geräte ermitteln mit einem rotierenden Laserstrahl ihre Umgebung und übergeben die Messdaten an eine dafür geeignete Navigationssoftware. Dabei fährt das AGV zunächst im „Lernmodus“ durch seine Umgebung und speichert sich dabei Säulen, Ecken oder feststehende Maschinen als Fixpunkte in seiner Software ab. Dadurch erstellt das AGV eine präzise Karte seiner Umgebung und kann sich anhand dieser Karte auf allen weiteren Fahrten autonom im Raum orientieren.

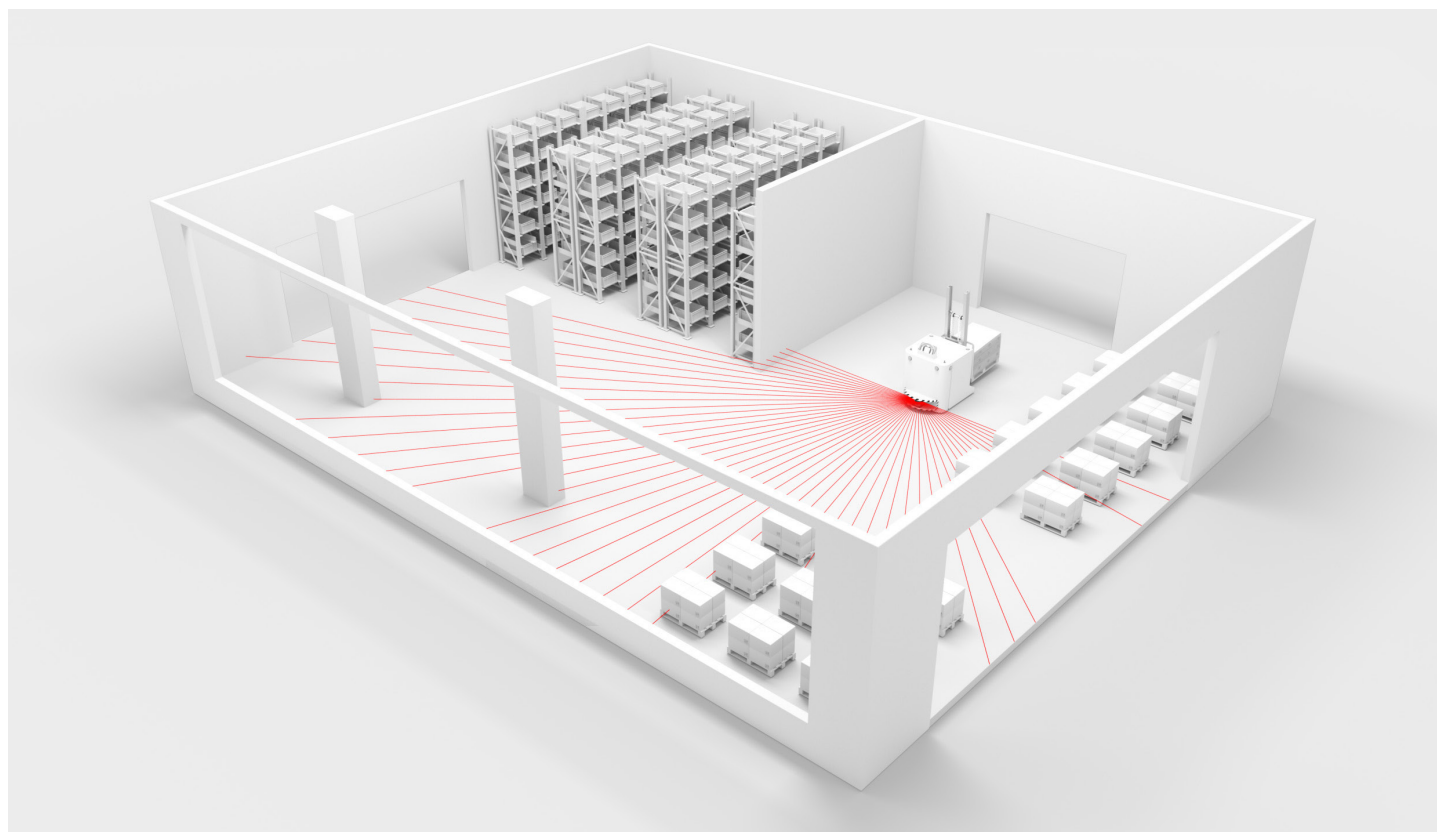
Die Vorteile dieser Technologie liegen vor allem in der präzisen und flexiblen Navigation: Lasernavigation bietet eine hohe Genauigkeit bei der Positionsbestimmung des AGVs. Dies ermöglicht es dem AGV das Transportgut zielgenau an seinen Bestimmungsort zu bringen. Außerdem gewährleistet diese Technologie eine sichere Erkennung von Hindernissen, da Laserstrahlen präzise reflektiert werden. Dadurch können Hindernisse umfahren und Kollisionen vermieden werden.

Im Vergleich zu kamerabasierenden Systemen ist die Lasernavigation nahezu unabhängig vom Umgebungslicht. Sie funktioniert sowohl bei Tageslicht als auch in dunklen Umgebungen oder bei schwierigen Lichtverhältnissen.

Den genannten Vorteilen stehen höhere Kosten bezüglich Anschaffung und Implementierung gegenüber. Lasernavigationssysteme sind in der Regel kostenintensiver bei Hard- und Software als einige andere Navigationsmethoden. Dies kann für kleine Unternehmen eine finanzielle Hürde darstellen.

Die Präzision von Lasernavigationssystemen kann durch das Vorhandensein von Staub oder Verschmutzungen in der Umgebung beeinträchtigt werden. Regelmäßige Wartung und Reinigung sind daher erforderlich, um die Zuverlässigkeit aufrechtzuerhalten.

Darüber hinaus ist die Reichweite von Laserstrahlen begrenzt, was bedeutet, dass Lasernavigationssysteme besser für Umgebungen mit klar definierten Konturen geeignet sind. In weiten, konturlosen Umgebungen muss auf zusätzliche Technologien zurückgegriffen werden.



2. Lasertriangulation für dynamische Umgebungen

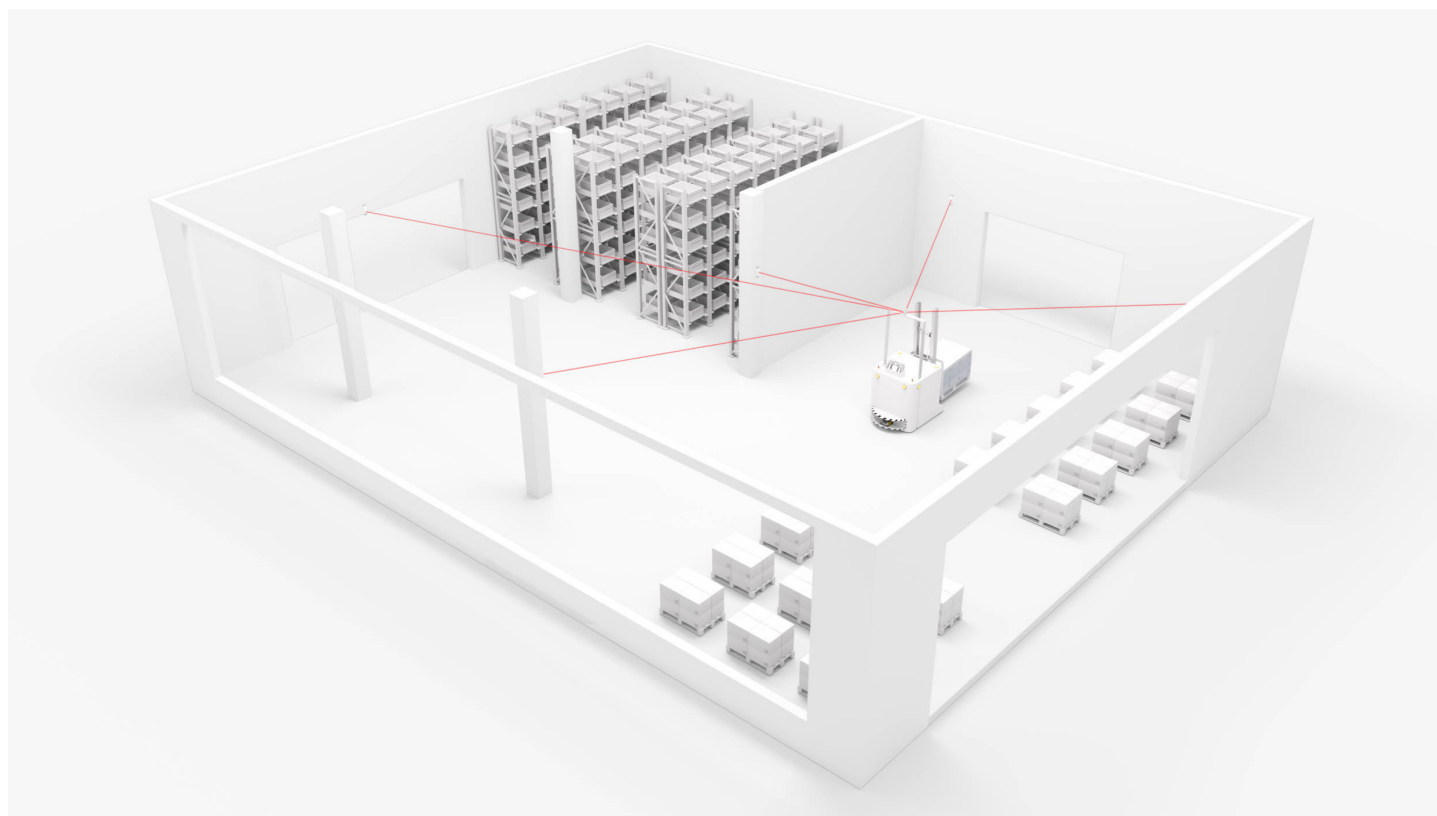
Die Lasertriangulation ist eine Navigationstechnologie, bei der Reflektoren im Raum genutzt werden, um die Position des AGVs mithilfe eines Laserscanners zu bestimmen. Diese Methode ermöglicht eine sehr präzise Navigation und Bewegung des AGVs in der Umgebung. Dabei muss der Laserscanner freien Sichtkontakt zu mindestens drei, in mehreren Metern Höhe angebrachten Reflektoren haben, um seine Position zu ermitteln.

Die Vorteile der Lasertriangulation liegen in seiner hohen Genauigkeit bei der Positionsbestimmung, was für präzise Navigation entscheidend ist. Außerdem erweist sich diese Navigationstechnologie besonders in dynamischen, sich häufig ändernden Umgebungen als effektiv.

Trotz dieser Vorzüge gibt es jedoch auch Nachteile. Die Kostenintensivität ist ein signifikanter Aspekt, da nicht nur der Sensor aufwendig in Reflektorhöhe am

AGV befestigt werden muss, sondern auch Reflektoren im Raum installiert werden müssen. Die Anwendung der Lasertriangulation setzt zudem voraus, dass die Umgebung bestimmte Bedingungen erfüllt. Die Reflektoren müssen erkennbar sein, um eine zuverlässige Positionsbestimmung zu ermöglichen. Darüber hinaus müssen für die Fahrwegabsicherung zusätzliche Sensoren verbaut werden.

- + hohe Genauigkeit bei Positionsbestimmung
- + präzise Navigation
- + effektiv in dynamischen Umgebungen
- hoher Aufwand bei der Installation
- bestimmte Umgebungsbedingungen müssen erfüllt sein
- zusätzliche Sensoren für Fahrwegabsicherung notwendig



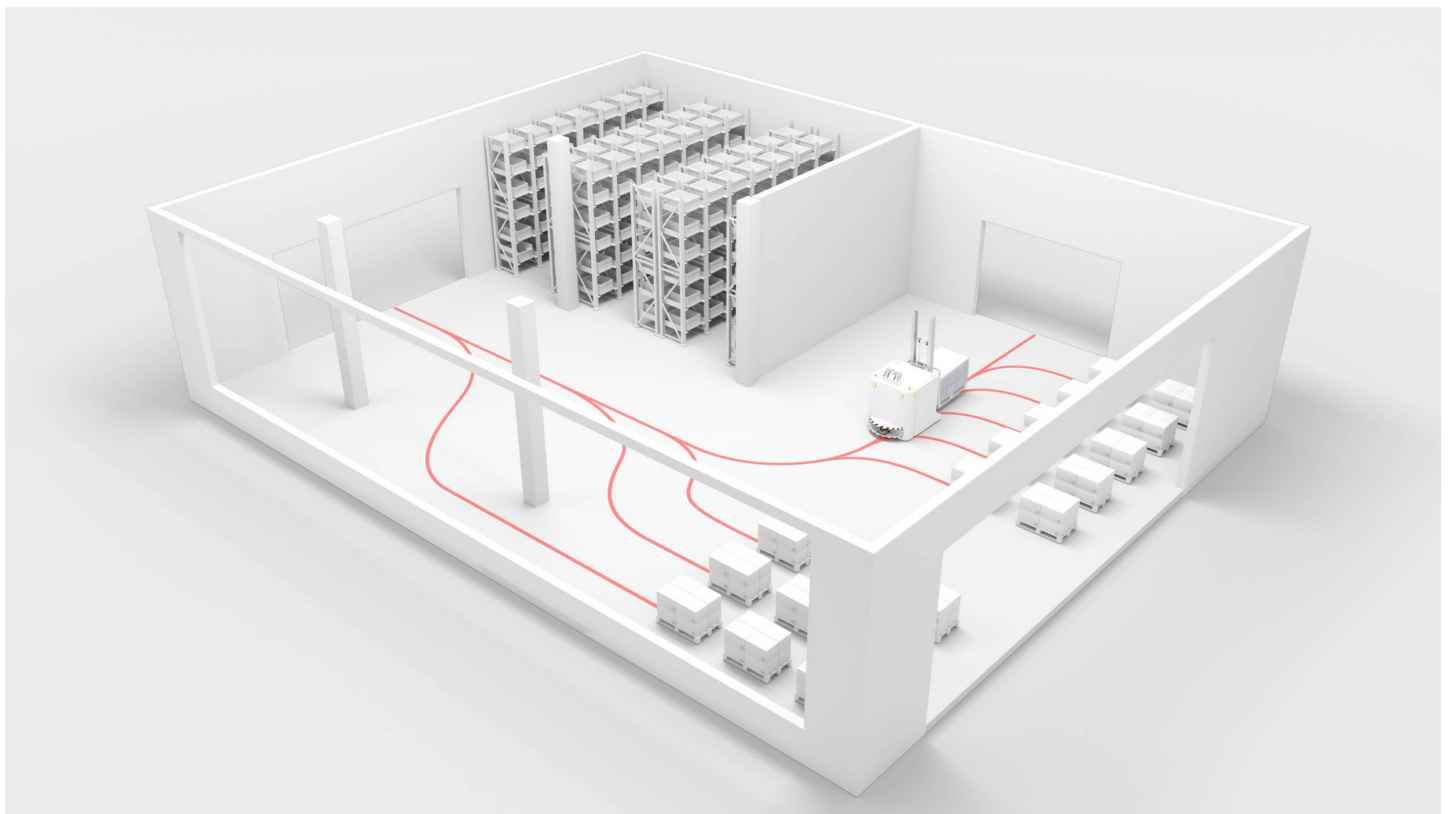
3. Optische oder induktive Spurführung für Umgebungen mit klaren Pfaden

Die optische oder induktive Spurführung bei AGVs basiert auf einer Navigationstechnologie, bei dem die Fahrzeuge einem im Boden verlegten Magnetband oder Induktionskabel folgen. Dieses Band bzw. Kabel fungiert als Leitspur für die AGVs. Sensoren am AGV erkennen das Magnetfeld des Bandes oder Kabels und ermöglichen dem Fahrzeug so die präzise Ausrichtung und Navigation entlang des vordefinierten Pfads.

Im Vergleich zu anderen Navigationsmethoden sind die Kosten für die Sensorik im Hinblick auf Anschaffung und Installation überschaubar. Außerdem hat sich diese Technologie über die Jahre als zuverlässig und robust erwiesen, insbesondere in Umgebungen mit klaren und vorhersagbaren Pfaden. Da der Sensor am AGV mit geringem Abstand zum Boden angebracht wird, ist eine solche Art der Navigation vom gewählten Fahrzeugtyp unabhängig. Allerdings entsteht ein gewisser baulicher Initialaufwand hinsichtlich der Verlegung des Magnetbands oder des Induktionskabels. Da die Fahrzeuge auf die vorher

festgelegte Spur angewiesen sind, ist ihre Flexibilität bei sich ändernden Layouts oder neuen Routen stark eingeschränkt. Die Installation des Magnetbands erfordert dann physische Eingriffe in den Boden, was nicht immer praktisch oder wünschenswert ist – insbesondere in Umgebungen, die häufig umstrukturiert werden. In komplexen Umgebungen mit vielen Kurven oder engen Passagen kann die Genauigkeit der Navigation im Vergleich zu hochmodernen Systemen wie Lidar oder Kamertechnologien begrenzt sein.

- + überschaubare Kosten
- + zuverlässige und robuste Technologie
- + ideal für Umgebungen mit klaren Pfaden
- baulicher Initialaufwand
- eingeschränkte Flexibilität bei häufigen Umstrukturierungen
- begrenzte Genauigkeit bei vielen Kurven



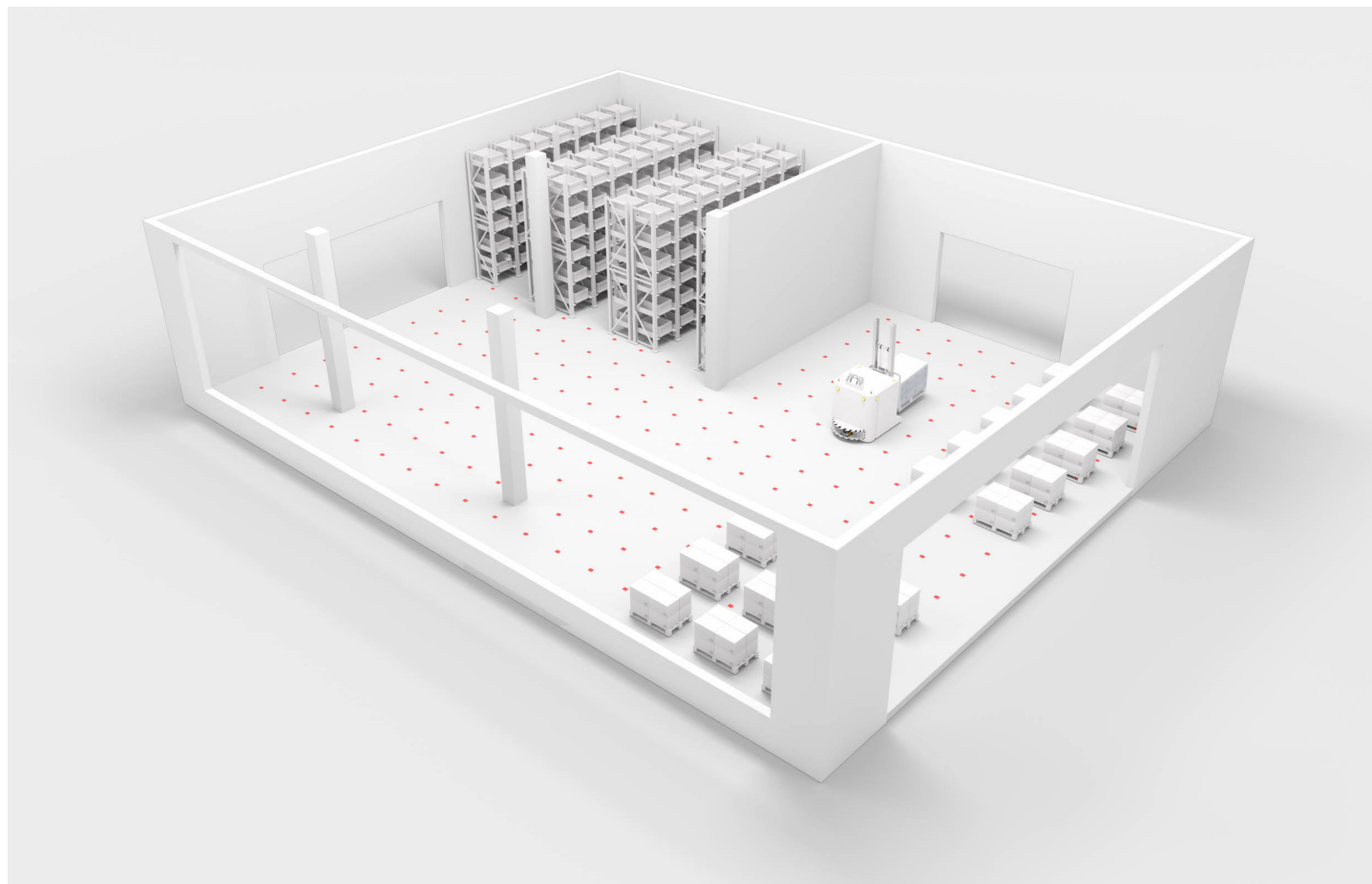
4. Rasternavigation für Umgebungen mit klar strukturierten Wegen

Die Rasternavigation basiert auf einem rasterartigen Koordinatensystem, das entweder aus 2D-Codes auf dem Boden oder in den Boden eingelassenen Transpondern besteht. Diese Codes oder Transponder dienen als Referenzpunkte, über die das AGV seine genaue Position bestimmt. Das Fahrzeug bewegt sich dann auf vordefinierten Rasterwegen, wodurch eine präzise Navigation ermöglicht wird.

Die Installation und Implementierung der Rasternavigation ist vergleichsweise einfach, da sie auf klaren, vordefinierten Codes oder Transpondern basiert. Die Verwendung eines rasterartigen Koordinatensystems ermöglicht eine präzise Positionsbestimmung, was zu einer hohen Navigationsgenauigkeit führt. Die Rasternavigation eignet sich besonders gut für Umgebungen, in denen die Wege vorhersehbar und strukturiert sind, beispielsweise in Lagerhäusern oder Produktionsstätten mit klaren Fahrspuren.

Die Rasternavigation ist allerdings weniger flexibel, wenn sich die Umgebung häufig ändert oder neue Routen erforderlich sind. Die Installation von Codes oder Transpondern erfordert physische Eingriffe in den Boden, was zusätzliche Infrastrukturänderungen bedeutet. Dies kann die Implementierung in bestehenden Umgebungen erschweren.

- + einfache Implementierung
- + hohe Navigationsgenauigkeit
- + ideal bei klaren Fahrspuren
- wenig flexibel bei häufiger Umgebungsänderung
- physische Eingriffe in den Boden für Transponder
- Navigation nur auf vordefinierten Wegen



5. Kamerabasierte Navigation (Vision Guidance) für hohe Flexibilität

Das Prinzip bei der Vision Guidance basiert auf Kameras, um Markierungen oder Muster auf dem Boden oder in der Umgebung zu erfassen und sich daran zu orientieren. Dies können beispielsweise farbige Linien, QR-Codes oder andere visuelle Kennzeichnungen sein. Die Kamera erfasst kontinuierlich die Umgebung des AGVs und interpretiert die visuellen Hinweise zur präzisen Positionsbestimmung und Navigation.

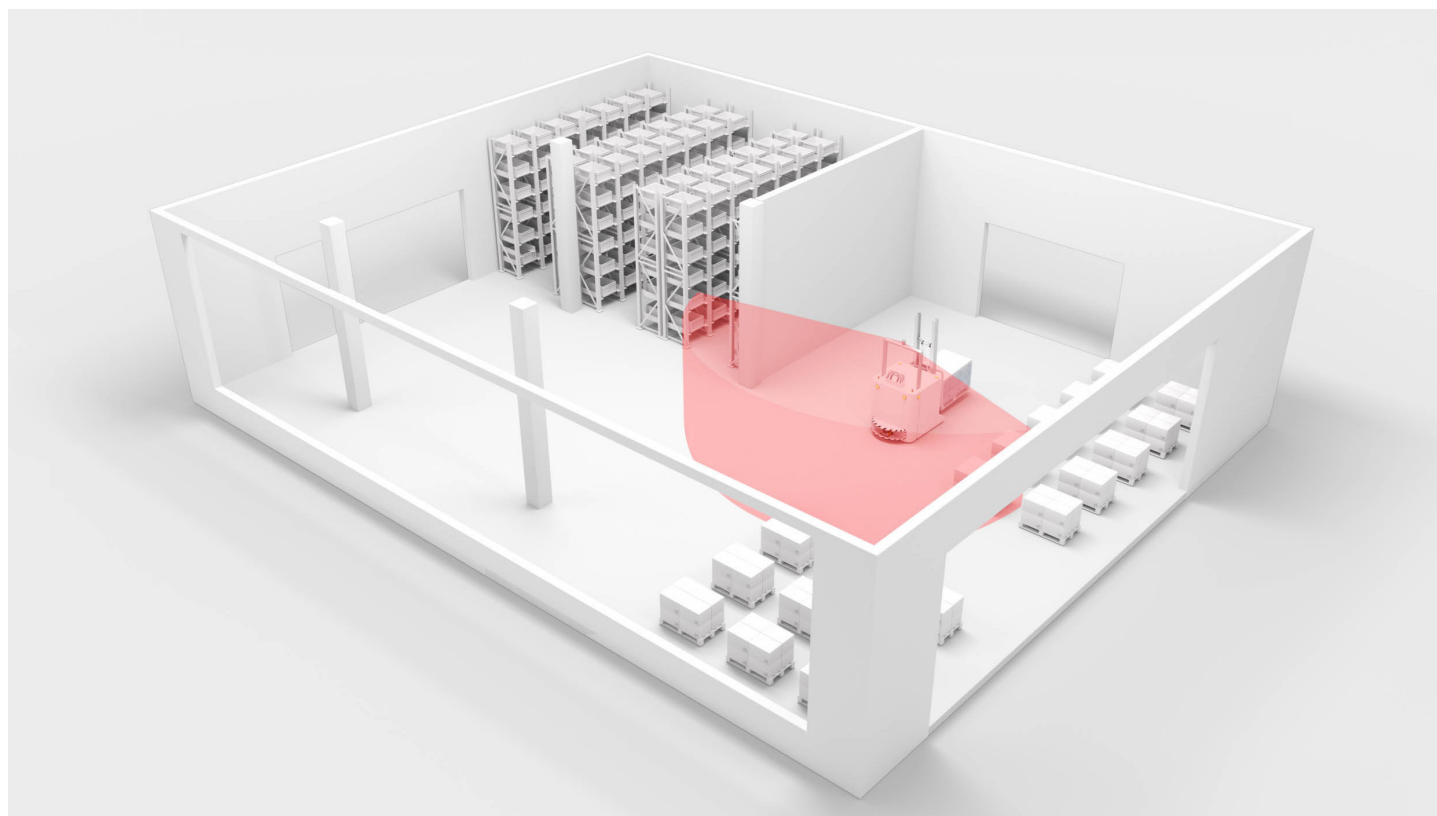
Hauptvorteil der kamerabasierten Navigation ist die hohe Flexibilität, da sie keine spezielle Bodeninfrastruktur erfordert. Dies macht sie besonders geeignet für Umgebungen, in denen sich die Wege häufig ändern.

Vision Guidance ist allerdings anfällig für schwierige Lichtverhältnisse: Kamerabasierte Systeme können in Umgebungen mit schlechten Lichtverhältnissen oder schwachen Kontrasten eingeschränkt sein, da sie auf klare visuelle Informationen angewiesen sind. Die Qualität der Navigation hängt auch von der Klarheit der auf dem Boden vorhandenen Markierungen oder Muster ab. Verschmutzungen oder Beschädigungen können die Genauigkeit

beeinträchtigen. Zudem ist die Reichweite von Kameras begrenzt, was bedeutet, dass kamerabasierte AGVs möglicherweise Schwierigkeiten haben, Objekte in größerer Entfernung präzise zu erkennen. Im Vergleich zu anderen Navigationsmethoden erfordert die Implementierung von kamerabasierten Systemen möglicherweise eine komplexere Integration in das Gesamtsystem.

Während die reinen Installationskosten im Allgemeinen niedrig sind, können die Anschaffungskosten für hochwertige Kameras und die notwendige Bildverarbeitungstechnologie entsprechend hoch sein.

- + präzise Positionsbestimmung
- + sehr flexibel bei sich häufig ändernden Wegen
- + keine spezielle Bodeninfrastruktur erforderlich
- anfällig für schwierige Lichtverhältnisse
- begrenzte Reichweite von Kameras
- höhere Anschaffungskosten für Hard- und Software



Fazit: Sorgfältige Auswahl und Integration der Navigationstechnologie

Der Einsatz von AGVs ermöglicht eine erhebliche Steigerung der Effizienz in der Industrie, indem sie manuelle Arbeitsprozesse minimieren und eine präzise, automatisierte Kontrolle über den Materialfluss gewährleisten.

Die Auswahl der besten Navigationstechnologie für AGVs spielt eine entscheidende Rolle für den Erfolg logistischer Prozesse in Unternehmen. Die individuellen Anforderungen und Gegebenheiten jedes Unternehmens müssen sorgfältig analysiert werden, um die am besten geeignete Technologie auszuwählen.

Entscheidend bei der Auswahl ist die Abwägung von Kosten und Nutzen, wobei Unternehmen sicherstellen müssen, dass die Investition in die Navigationstechnologie einen messbaren Mehrwert für ihre spezifischen Betriebsabläufe darstellt. Dabei spielt auch die Auswahl der pas-

senden Sensorik eine bedeutende Rolle, da die Genauigkeit der Daten wesentlich für eine präzise Navigation ist. Die Umgebungsbedingungen, ob sich ständig verändernd oder statisch, beeinflussen ebenfalls maßgeblich die Wahl der optimalen Technologie.

Flexibilität ist ein weiterer entscheidender Faktor, insbesondere wenn sich die Betriebsanforderungen und Wegeführungen regelmäßig ändern. Eine gut durchdachte und angepasste Navigationstechnologie kann dazu beitragen, dass AGVs reibungslos durch komplexe Umgebungen navigieren und dabei sowohl Effizienz als auch Sicherheit gewährleisten.

AGVs mit der individuell passenden Navigationstechnologie sind ein Schlüsselement für Unternehmen, die auf optimierte, automatisierte Lösungen für den Materialtransport in der Intralogistik setzen.



Matthias Göhner

**Global Industry Manager
Intralogistics**

Leuze electronic GmbH + Co. KG

In der Braike 1, 73277 Owen

T +49 7021 573-0

F +49 7021 573-199

info@leuze.com

www.leuze.de