



Whitepaper

# Performante Automatisierung für mobile Roboter: PC-based Control

## AGV und AMR in der Produktion und Intralogistik

Der Markt für AGV (Automated Guided Vehicle) und AMR (Autonomous Mobile Robots) wächst rasant. Schließlich bringen fahrerlose Transportsysteme zusätzliche Flexibilität, Effizienz und Sicherheit in die Intra- und Produktionslogistik. Mit der leistungsstarken, kompakten und flexiblen Automatisierungsplattform PC-based Control von Beckhoff verschaffen Sie sich die entscheidenden technologischen Vorteile.

Von Doug Schuchart,  
Branchenmanagement Lager- und  
Distributionslogistik  
bei Beckhoff Automation

► [www.beckhoff.com/agv](http://www.beckhoff.com/agv)

Schon vor der Pandemie haben sich verschiedenste Unternehmen intensiv mit Industrierobotern beschäftigt – und das aus gutem Grund. Roboter bieten die Möglichkeit, dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken, die Produktivität zu steigern und die Qualität der Arbeit auf einem konstant hohen Niveau zu halten. Roboter übernehmen häufig auch ungeliebte, monotone sowie anstrengende Tätigkeiten, wie z. B. das Heben schwerer Lasten.

Die Pandemie hat den Arbeitskräftemangel noch verschärft und das Interesse am Einsatz von Robotern bei der Bearbeitung von Aufträgen in der Produktion forciert. Denn Endanwender wollen und müssen flexibel auf die sich ändernden Anforderungen ihrer Kunden reagieren. Daher fordern sie verstärkt innovative Konzepte, um die Konfiguration ihrer Anlagen schnell und einfach ändern zu können.

Die Kombination dieser Faktoren ist der Auslöser für einen Trend in Logistik- und Produktionsbetrieben: der Einsatz von

AGVs und Robotern, insbesondere von autonomen mobilen Robotern. Forbes Business Insights prognostiziert für autonome mobile Roboter von 2021 bis 2028 ein durchschnittliches weltweites jährliches Wachstum von 23,7 % auf bis zu 8,7 Mrd. USD (8,07 Mrd. €). Aufgrund des dramatischen Anstiegs von E-Commerce-Transaktionen ist davon auszugehen, dass die Branche der Lager- und Distributionszentren den größten Zuwachs an mobilen Robotern verzeichnen wird, gefolgt von Anwendungen in der Produktion.

In vielen Fällen können die Fähigkeiten mobiler Roboter durch die zugrundeliegenden Technologien eingeschränkt sein, denn die meisten Steuerungsplattformen für autonome mobile Roboter bestehen aus unterschiedlichen Systemen (SPS, Motion Control, Navigationssystem, Sicherheitssystem und Batteriesystem). Diese separaten Bestandteile einer AGV-Steuerung müssen bislang aufwendig kombiniert und in den kleinen Fahrzeugträger eines AGV untergebracht und verdrahtet werden. Hier bietet Beckhoff mit PC-based Control einen entscheidenden Vorteil: Als eine der kompaktesten Steuerungslösungen für mobile Roboter vereint sie alle genannten Funktionen in einer kompakten Maschinensteuerung. Selbst die Navigation, die überwiegend als separate Blackbox realisiert wird, lässt sich mit der offenen, PC-basierten Steuerungstechnik von Beckhoff realisieren, bei Bedarf sogar auf einem eigenen Prozessorkern der CPU oder in einem anderen Betriebssystem in einer virtuellen Maschine auf derselben CPU.

## **AGV Automated Guided Vehicle**

Fahrzeuge, die sich auf einer festgelegten Strecke bewegen. Sie werden automatisch gelenkt, können aber nur die vorgegebene Strecke befahren.

## **AMR Autonomous Mobile Robot**

Fahrzeuge, die sich autonom in ihrer Umgebung bewegen. Sie können Hindernisse selbstständig erkennen und ihnen ausweichen.

## Eine leistungsstarke Steuerungsplattform für AGVs und AMRs

**Beckhoff realisiert offene Automatisierungssysteme auf der Grundlage PC-basierter Steuerungstechnik. Das Produktspektrum umfasst die Hauptbereiche Industrie-PC, I/O- und Feldbuskomponenten, Antriebstechnik, Automatisierungssoftware, schaltschranklose Automatisierung sowie Hardware zur industriellen Bildverarbeitung. EtherCAT als Echtzeit-Ethernet-Feldbus sorgt dabei für die performante Kommunikation.**



Der Komponentenbaukasten von Beckhoff verschafft Ihnen deutliche Wettbewerbsvorteile bei der Automatisierung von AGVs und AMRs.

Für alle Bereiche stehen verschiedene Produktlinien zur Verfügung, die als Einzelkomponenten oder im Verbund als ein vollständiges, aufeinander abgestimmtes Steuerungssystem fungieren – auch für autonome Systeme, wie z. B. AGV, AMR und Shuttles für automatische Lagersysteme. Mit realisierbaren Update-Raten im Sub-Millisekundenbereich und einem Jitter von weniger als 5 Mikrosekunden erhält der Endanwender mit PC-based Control eine deterministische Steuerungsplattform, die eine hochgenaue Steuerung ohne Leistungseinschränkungen ermöglicht.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil von PC-based Control von Beckhoff ist, dass sich die verschiedenen Steuerungsaufgaben eines AGVs auf die einzelnen Kerne einer Multicore-CPU verteilen lassen, um die CPU-Leistung optimal zu nutzen und bei Bedarf sogar einen einzelnen Kern über TwinCAT Core Boost zu erhöhen. So entsteht auf Basis eines einzigen Embedded- oder Industrie-PCs eine vollintegrierte Systemarchitektur, die alle Funktionen des AGVs ausführt: SPS, Motion Control, HMI, Bildverarbeitung, Robotik, Analytik, maschinelles Lernen, alle relevanten

Sicherheitsfunktionen und sogar Software von Drittanbietern, beispielsweise zur Navigation des AGVs. Mit PC-based Control ist keine separate Hardware für jede komplexe Funktion erforderlich, was den Lebenszyklus und die Anbindung des Systems erheblich verbessert und die

synchrone Ausführung von Funktionen unterstützt. Die Integration aller Funktionen auf einer kompakten Steuerungshardware reduziert nicht nur die Kosten, auch der Platzbedarf im Fahrgestell sinkt dramatisch – und Bauraum ist in einem AGV immer knapp.

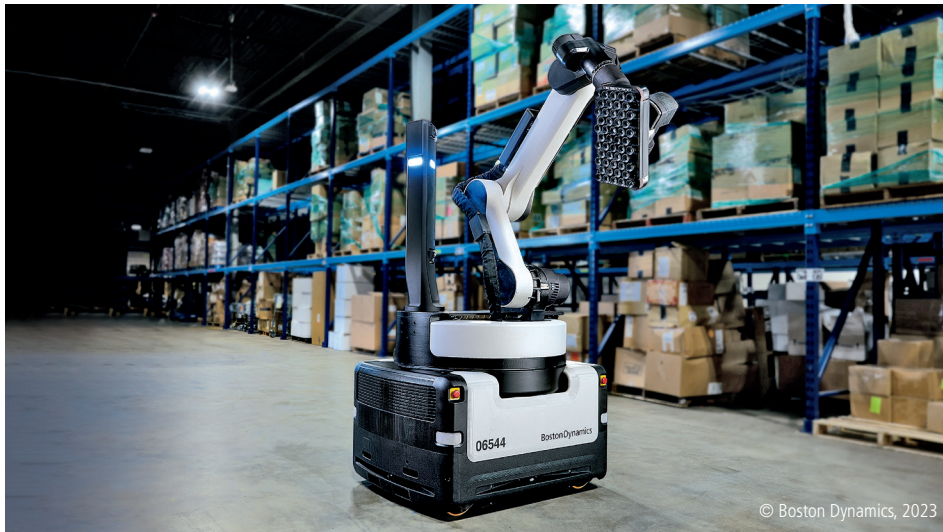
### Auf einen Blick

- + Beckhoff stellt kompakte Komponenten für die Automatisierung von AGVs und AMRs bereit
- + unterschiedliche Formfaktoren und Anschlusskonzepte für Steuerung und I/Os sparen Platz im Fahrzeugrahmen und Installationskosten
- + PC-based Control ermöglicht Integration von bisher getrennten Aufgaben (Motion, Navigation, Safety, Robotik) in einer skalierbaren Plattform
- + einfache Kombination mit bestehenden Antriebskonzepten, Sensorik und Safety-Sensorik



© Studio033, 2023

So automatisiert Oceaneering Mobile Robotics (OMR) ihren hochkompakten, manövrierfähigen Materialhandhabungsroboter für die Fertigung und medizinische Einrichtungen: mit leistungsstarken, platzsparenden Automatisierungstechnologien von Beckhoff.



Stretch™ kombiniert drei Jahrzehnte Forschung und Entwicklung von Boston Dynamics mit Automation und integrierter Sicherheitstechnik von Beckhoff.

## EtherCAT eliminiert Kommunikationsprobleme

Für die Steuerung mobiler Roboter sind auch Kommunikationsprotokolle von entscheidender Bedeutung. EtherCAT als Echtzeit-Ethernet-Feldbus bietet hier erhebliche Vorteile. EtherCAT wurde 2003 von Beckhoff vorgestellt und von Anfang an über die EtherCAT Technology Group (ETG) allen Geräteherstellern zur Verfügung gestellt. Mehr als 7.500 ETG-Mitglieder belegen die breite Akzeptanz des Kommunikationsstandards und sind ein Indiz für die Vielfalt an verfügbaren Komponenten. EtherCAT ermöglicht über eine breite Palette an Kommunikationsinterfaces, z. B. für CANopen, auch die einfache Anbindung von Peripheriegeräten ohne EtherCAT-Anschluss. Auch die Automatisierungsplattform TwinCAT unterstützt über 30 unterschiedliche Kommunikationsprotokolle. Dies ermöglicht z. B. die Integration von Batteriesystemen und anderer Peripheriegeräte sowie die einfache Kommunikation mit lokalen oder Public-Cloud-Diensten.

Eine breite Palette an EtherCAT-Klemmen, EtherCAT-Box-Modulen und EtherCAT-Steckmodulen stellen unterschiedliche I/O-Signale bereit und sorgen dafür, dass praktisch alle Komponenten des AGVs mit minimalem Aufwand an die Steuerung angeschlossen werden können. Beispielsweise gibt es eine spezielle EtherCAT Box mit integriertem Beschleunigungssensor und Gyroskop, die das Schwanken der Last messen und direkt über EtherCAT zur Steuerung übertragen kann.

Für die Serienfertigung von AGVs und AMRs besonders interessant sind die EtherCAT-Steckmodule. In Kombination mit einer kundenspezifisch entwickelten Leiterplatte wird die Punkt-zu-Punkt-Verdrahtung eliminiert. Dies reduziert den Verdrahtungsaufwand und vermeidet Verdrahtungsfehler, was bei größeren Stückzahlen deutliche Kostenvorteile generiert. Weitere Einsparungspotenziale bei der Installation bietet EtherCAT P,

das Kommunikation und Power auf einem 4-adrigen Standard-Ethernet-Kabel vereint.

EtherCAT als modernes Kommunikationssystem realisiert nicht nur die deterministische Übertragung von Steuerungsdaten,

---

” Kommunikationsprotokolle sind für die Steuerung mobiler Roboter entscheidend. Als Echtzeit-Feldbus bietet EtherCAT hierbei erhebliche Vorteile.“

### **Doug Schuchart**

Global Intralogistics Industry Manager,  
Beckhoff Automation

---

sondern ermöglicht auch die Übertragung von sicherheitskritischen Steuerungsdaten nach dem Black-Channel-Prinzip über das gleiche Medium. EtherCAT nutzt für diesen Zweck das Protokoll Safety over EtherCAT (FSoE: FailSafe over EtherCAT). Dessen Safety-over-EtherCAT-Frames werden über den Standard-Kommunikationsweg

geroutet, zum Beispiel über das EtherCAT Automation Protocol (EAP).

Beckhoff nutzt TwinCAT FSoE für die Kommunikation zwischen dem breiten Spektrum an TwinSAFE-Komponenten und der sicheren Antriebstechnik. In Kombination mit dem leistungsfähigen TwinCAT 3 Safety Editor lassen sich alle Funktionen realisieren, die für den sicheren Betrieb von autonomen mobilen Robotern erforderlich sind – inklusive sicherer Geschwindigkeit und sicherer Auswahl von Personenerkennungsfeldern sowie sicherer Hub- und Neigungsüberwachung. Da EtherCAT FSoE nach dem Black-Channel-Prinzip arbeitet, funktioniert TwinCAT FSoE auch bei drahtloser Kommunikation – ein wichtiger Aspekt, um die Sicherheitsbedingungen jedes mobilen Roboters an das Flottenmanagementsystem zu übermitteln.

Unabdingbar für die Automatisierung von mobilen Robotern sind Niederspannungskompaktantriebe mit integrierten Safe-Motion-Funktionen für Stopp, Geschwindigkeit, Position, Beschleunigung und Drehrichtung, wie sie Beckhoff anbietet.

## Software definiert die Funktionalität

Flexibilität und Funktionalität sind bei mobilen Robotern das A und O, daher sollte die zugrundeliegende Technologie einen ähnlichen Fokus haben. Bei TwinCAT können die Basiskomponenten mit weiteren TwinCAT-Funktionen ergänzt werden, einschließlich maschinellem

Lernen und Analytik für die Optimierung von AGV und AMR. Auch für die Diagnose stehen performante Tools zur Verfügung, z. B. das Software-Oszilloskop TwinCAT 3 Scope View für eine umfassende Analyse aller Signalverläufe und Systemzustände. EtherCAT- und Steuerungsdiagnose lassen

sich ohne Engineering-Aufwand über eine API direkt in die Visualisierung des TwinCAT-HMI-Systems integrieren.

Ein weiterer wichtiger Trend, der Flexibilität erfordert, sind mobile Industrieroboter. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um einen mobilen Roboter mit einem Gelenkarm, der Kommissionier- oder Palettieraufgaben übernehmen kann. Durch die Offenheit von TwinCAT und EtherCAT kann die Beckhoff Plattform nahezu jeden Roboter von Drittanbietern unterstützen. Darüber hinaus hat Beckhoff einen modularen Roboter namens ATRO (Automation Technology for Robotics) angekündigt. Diese einzigartige, zukunftsweisende Technologie erhöht die Anpassungsfähigkeit für diese und andere Anwendungen.

ATRO ist ein modulares Robotersystem, bei dem sich aus verschiedenen Link- und Motormodulen Roboter-Kinematiken aufbauen lassen, die optimal an die jeweilige Aufgabe angepasst sind. Leitungen für Kommunikation, elektrische Energie und Pneumatik werden mittig so durch den

Roboterarm geleitet, dass dieser in jede Achse endlos drehen kann. Dadurch entfallen störende außenliegende Kabelführungen, die die Reichweite des Roboterarms begrenzen. Der vielleicht größte Vorteil des ATRO-Systems ist, dass es vollständig in die TwinCAT-Steuerungsarchitektur integriert ist. Es wird also keine separate Robotersteuerung benötigt. Die mobile Robotersteuerung von Beckhoff übernimmt auch die Steuerung der ATRO-Kinematik. ATRO eröffnet neue Möglichkeiten für mobile Roboter mit zusätzlichen Roboterarmen, die die von vielen Endanwendern im Einzelhandel und Paketdienst geforderte Flexibilität ermöglichen.



Der modulare Industrieroboter-Baukasten ATRO vereinfacht das Handling in Intralogistik und Produktion.

---

**Autonome mobile Roboter spielen eine zentrale Rolle in modernen Lager- und Distributionszentren. Entsprechend dynamisch entwickelt sich der Markt, in den immer mehr Anbieter drängen. Unternehmen, die in diesem Bereich tätig sind, müssen wettbewerbsfähiger werden, indem sie kleinere und wendigere mobile Roboter anbieten, die lange Lebenszyklen mit einfacher Wartung kombinieren. Hier ist die Beckhoff Technik mit kompakten, leistungsfähigen und sicheren Steuerungs- und Antriebslösungen ein idealer Partner. Unsere Lösungen verschaffen Ihnen die Wettbewerbsvorteile, die Ihnen eine Spitzenposition in diesem schnelllebigen Markt sichert.**

---