

# Entwicklung von omnidirektionalen fahrerlosen Transportfahrzeugen

*Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) dienen dem Transport von logistischen Gütern wie Paletten und Behältern. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden zusammen mit der imetron Gesellschaft für industrielle Mechatronik mbH omnidirektionale fahrerlose Transportfahrzeuge entwickelt, welche automatisch Lasten in Lagern, Distributionszentren oder auch in der Produktion transportieren können. Durch ein Mecanum-Fahrwerk wurde die Omnidirektionalität (Flächenbeweglichkeit) der FTF erreicht, die gegenüber herkömmlichen linienbeweglichen FTF eine bessere Navigierbarkeit und damit eine höhere Flexibilität in beengten Umgebungen bietet.*

## Projektleitung

Prof. Dr. Christof Röhrig

## Wiss. Mitarbeit

Daniel Heß  
Frank Künemund  
Matthias Wißing

## Laufzeit

2011 - 2014

## Kooperationspartner

imetron Gesellschaft  
für industrielle  
Mechatronik mbH

## Förderung

Gefördert durch das  
Bundesministerium für  
Wirtschaft und Energie  
im Rahmen des Förder-  
programms „Zentrales  
Innovationsprogramm  
Mittelstand (ZIM)“

## Hintergrund und Zielsetzung

Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) gelten in der Automatisierung des innerbetrieblichen Materialflusses als die Technologie, die dem Anwender ein Höchstmaß an Flexibilität bietet. FTF können sich unabhängig von einem physischen Transportnetz bewegen und Güter transportieren.

Ziel des Projektes war die Entwicklung von omnidirektionalen FTF, welche automatisch Lasten in Lagern, Distributionszentren oder auch in der Produktion transportieren können. Durch ein Mecanum-Fahrwerk wurde die Omnidirektionalität der FTF erreicht und damit eine höhere Flexibilität auch in sehr beengten Umgebungen gewährleistet.

Die Fahrzeuge können die Basis für eine Produktfamilie bilden, welche für innerbetriebliche Logistikprozesse einsetzbar ist. Durch Modularität ist eine Anpassung an unterschiedliche Logistikprozesse möglich. Zusammen mit einer Transportleitsteuerung bilden die Mecanum-angetriebenen FTF ein Fahrerloses Transportsystem (FTS), welches flexibel an die Bedürfnisse der Betreiber angepasst werden kann.

## Lokalisierung und Personenschutz

Das Lokalisierungssystem nutzt Technologien,

die ohnehin für den Betrieb eines FTF notwendig sind, wodurch zugleich Kosten eingespart werden. Kernelement der Lokalisierung ist die Verwendung von Sicherheits-Laserscannern, die ohnehin für den Einsatz in Bereichen mit Personenverkehr notwendig sind, um den Arbeitsschutz zu gewährleisten. Diese werden während der Fahrt mit den Bewegungsinformationen des Roboters (Radencoder, Gyroskop) fusioniert. Dies ermöglicht insbesondere auch präzise Andockvorgänge an den Lastübergabestationen [1].

## Leitsteuerung und Pfadplanung

Die Beauftragung der FTF mit Fahraufträgen geschieht über eine Leitsteuerung. Im Projekt wurde die Fahrzeugleitsteuerung openTCS [2] erweitert, um die volle Funktionalität der omnidirektionalen FTF nutzen zu können [3]. Während die Leitsteuerung Fahraufträge generiert und diese an den Fahrzeugrechner des entsprechenden Fahrzeuges sendet, geschieht das Navigieren autonom auf den Fahrzeugen. Der Fahrzeugrechner folgt dabei möglich genau den von der Leitsteuerung vorgegeben Kurspunkten, verwendet aber eine eigene Pfadplanung, um auch nicht vorhersehbare Pfadänderungen berücksichtigen zu können, die z. B. aufgrund von Hindernissen entstehen [4].



Abb. 1: Behälterfahrzeug

### Regelung der Mecanumantriebe

Im Projekt wurde eine flexible Regelungsstruktur für die Mecanumantriebe entwickelt, welche eine Hardware-Abstraktionsschicht (engl. Hardware Abstraction Layer HAL) nutzt, um verschiedene Hardwareschnittstellen unterstützen zu können. Die Regelungsstruktur hat die Aufgabe, die von der Bahninterpolation gelieferten Positions- und Geschwindigkeitswerte auf die Drehzahlen der Mecanumantriebe umzusetzen und zu regeln. Dabei wird die Verkopplung der Antriebsdrehzahlen berücksichtigt [5].

### Projektergebnisse

Im Projekt wurden zwei Prototypen von omnidirektionalen FTF entwickelt. Das größere FTF ist in der Lage Euro-Paletten zu transportieren (siehe Abb. 1). Innerhalb der kompakten Abmessungen, kaum größer als die Euro-Palette selbst, wurde ein Fahrzeug realisiert, das die maximale Ladung einer genormten Euro-Palette von 2000 kg trägt. Die Fahrdynamik des Paletten-FTF ist sehr robust, kleinere Hindernisse in den Maßen einer Zigarettenschachtel können problemlos überfahren werden, ohne dass das FTF wesentlich seine vorgegebene Bahn verlässt.

Das kleinere Fahrzeug ist dafür ausgelegt, KLT-Behälter (60 cm x 40 cm) zu transportieren (siehe Abb. 2). Durch das Euro-Rastermaß ist es auch möglich, zwei Behälter mit dem Grundmaß 40 cm x 30 cm zu befördern. Es wird von Mecanum-Rädern mit einem Durchmesser von nur 190 mm angetrieben, die im Vergleich zum Stand der Technik einen außerordentlich schwingungsarmen Rundlauf besitzen. Der Durchmesser ist determiniert durch genormte Sicherheitsanforderungen für FTF. So benötigen die Sicherheits-Laserscanner zum Personenschutz eine 360° Rundumsicht auf 200 mm Höhe über dem Boden. Trotz dieser kompakten Abmessung des Rades wurde eine Belastbarkeit von über 270 kg je Rad erreicht. Das Rad ist Bestandteil einer kompakten Mecanum-Rad-Antriebseinheit

die modular in unterschiedlichsten Fahrzeugkonzepten eingesetzt werden kann.

### Verwertung der Projektergebnisse

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes werden von imetron erfolgreich als modulares Baukastensystem vermarktet [6].



Abb. 2: Palettenfahrzeug

### Literatur

- [1] Kirsch, C., Künemund, F., Heß, D., Röhrig, C.: „Comparison of Localization Algorithms for AGVs in Industrial Environments“, In Proceedings of the 7th German Conference on Robotics (ROBOTIK 2012). Munich, Germany. May 2012., S. 183-188.
- [2] Walter, S.: „openTCS - Open Transportation Control System“, 2013, <http://www.opentcs.org/de/index.html>
- [3] Wißing, M., Künemund, F., Heß, D., Röhrig, C.: „Hybrid Navigation System for Mecanum Based Omnidirectional Automated Guided Vehicles“, In Proceedings of the joint 45th International Symposium on Robotics (ISR 2014) and the 8th German Conference on Robotics (ROBOTIK 2014). Munich, Germany. June 2014.
- [4] Künemund, F., Kirsch, C., Heß, D., Röhrig, C.: „Fast and Accurate Trajectory Generation for Non-Circular Omnidirectional Robots in Industrial Applications“, In Proceedings of the 7th German Conference on Robotics (ROBOTIK 2012). Munich, Germany. May 2012., S. 377-382.
- [5] Heß, D., Künemund, F., Röhrig, C.: „Linux Based Control Framework for Mecanum Based Omnidirectional Automated Guided Vehicles“, In Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science (WCECS'13). San Francisco, USA. October 2013., S. 395-400.
- [6] Mayr, M., Mayr, N. M.: „Baukastensystem für mobile Montageplattformen“, MM MaschinenMarkt 49, 2014, S. 36 - 37

### Kontakt

Prof. Dr. Christof Röhrig  
Intelligent Mobile  
Systems Lab  
Fachhochschule  
Dortmund  
Emil-Figge-Str. 42  
44227 Dortmund  
Tel.: 0231 755-6778  
E-Mail:  
[christof.roehrig@fh-dortmund.de](mailto:christof.roehrig@fh-dortmund.de)



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages