

Projekt SaLSA: Automatisierte Fahrzeuge im Außenbereich

Neuartiges Sicherheitskonzept

Die intelligente Verknüpfung von umgebungserfassenden Sensoren und die vorausschauende Bestimmung der Bewegungen von Verkehrsteilnehmern ergibt neue Ansätze für den effizienten Betrieb fahrerloser Fahrzeuge in öffentlichen Verkehrsräumen. Das aktuell durchgeführte Projekt SaLSA betrifft nicht nur die technische Umsetzung, sondern auch die Auseinandersetzung mit der Standardisierung von Sensoren und die Bearbeitung von rechtlichen Fragen.

■ Thomas Neugebauer
 ■ Stefan Rührup

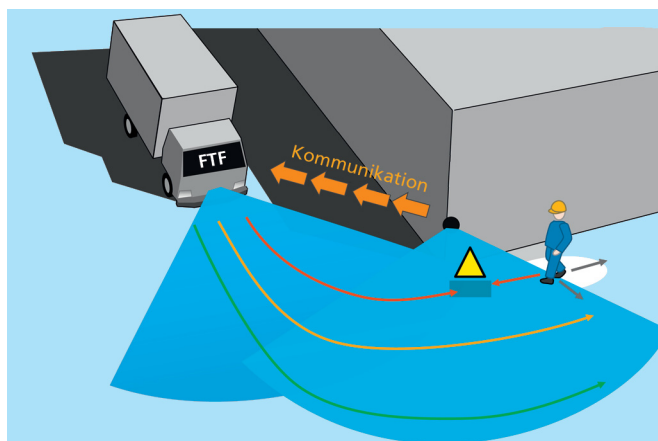
Fahrerlose Transportsysteme im Außenbereich

Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) sind bereits seit mehr als 50 Jahren bekannt, seit etwa 30 Jahren werden sie in zunehmendem Maße für den innerbetrieblichen Materialfluss in Fahrerlosen Transportsystemen (FTS) eingesetzt. Solche Systeme werden oft als Anlagen mit speziellen, auf den Anwendungsfall zugeschnittenen Transportfahrzeugen (z. B. Coil-Transport) entworfen und installiert. Zunehmend kommen jedoch standardisierte Fahrzeuge z. B. für den Palettentransport zum Einsatz, die mit entsprechender Sensorik und Spurführtechnik ausgerüstet sind. Mithilfe von FTS kann für viele Transportaufgaben inzwischen ein hoher Automatisierungsgrad erreicht werden, die Herausforderungen liegen jedoch in der weiteren Flexibilisierung.

Flexibilität ist dort gefragt, wo FTS nicht in abgegrenzten Bereichen in Lager- und Umschlaghallen oder Produktionsanlagen eingesetzt werden. Dies ist z. B. auf größeren Betriebsgeländen

Das Projekt SaLSA

„SaLSA – Sichere autonome Logistik- und Transportfahrzeuge im Außenbereich“ ist ein Projekt im Rahmen des Technologieprogramms „Autonomik – Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand“ und wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen 01MA09037 gefördert.



1 Szenario für das Zusammenspiel von Outdoor-FTF und Umgebungs-sensorik

(Bilder: OFFIS)

der Fall, wo Transporte zwischen den Hallen notwendig sind und Außenbereiche befahren werden. In solchen Fällen hat der Einsatz von automatisierten Serienfahrzeugen im Vergleich zu speziell entwickelten FTF große Vorteile. Bei Serienfahrzeugen handelt es sich um „Proven Technology“, d. h. Systeme, die sich im rauen Alltag bereits in großer Stückzahl zuverlässig bewährt haben. Bei Wartung und Service kann auf die Strukturen der Werksniederlassungen der Fahrzeughersteller vor Ort zurückgegriffen werden. Für die Automatisierung werden diese Fahrzeuge dann um die entsprechende Sensorik und Aktorik ergänzt. Durch den verhältnismäßig geringeren Entwicklungsaufwand ergeben sich beim Einsatz von Serienfahrzeugen deutliche Kostenvorteile im Vergleich mit speziellen Fahrzeugentwicklungen für geringe Stückzahlen.

Anforderungen für FTS im Außenbereich

Die Herausforderungen für den Einsatz im Außenbereich liegen im Personenschutz bzw. in der Absicherung der

Fahrwege. Im Außenbereich existieren beispielsweise FTS in Häfen zum Transport von Containern. Allerdings sind die Areale abgesperrt, und beim Zutritt von Personen muss die Anlage vorübergehend stillgelegt werden, um Gefährdungen der Personen auszuschließen. Diese Trennung zwischen Materialtransport und Personen- und Fahrzeugverkehr lässt sich jedoch nicht immer einhalten. Gerade dort, wo keine spezialisierten Großanlagen installiert werden, sondern sich flexible Automatisierungslösungen in den bestehenden Materialfluss integrieren sollen, operieren fahrerlose Fahrzeuge in gemeinsamen Bereichen mit Personen und personengeführten Fahrzeugen. Der dafür notwendige Personenschutz wird in DIN EN 1525 definiert und umfasst Sicherheitssensoren, die sowohl den Fahrweg nach vorn als auch die Seiten des Fahrzeugs absichern und ggf. eine Bremsung einleiten.

Für die Absicherung des Fahrzeugs existieren sowohl berührende Sensoren („Bumper“) oder berührungslose Sensoren (z. B. Laserscanner) mit entsprechenden Schutzklassen, deren Reichweite jedoch auf wenige Meter

Tafel Systemvergleich zwischen dem klassischen FTS und dem Konzept SaLSA

Klassische FTS im Außenbereich

Trennung von Fahrwegen der FTF und Personenverkehr. Zutritt bei Wartung erfordert Abschaltung der Anlage.

Die eingeschränkte Reichweite der Fahrzeugsensorik erfordert langsame Geschwindigkeit.

Der Personenschutz wird durch zertifizierte Sensorik realisiert, die direkt mit dem Notbremsystem gekoppelt ist.

Systemkonzept im Projekt SaLSA

Einsatz von FTF in gemeinsamen Bereichen mit Personen und personengeführten Fahrzeugen, dadurch bessere Integrationsmöglichkeiten in den innerbetrieblichen Materialfluss.

Die Reichweite der Fahrzeugsensorik wird durch externe Umgebungs-sensorik komplementiert. Dadurch können höhere Fahrgeschwindigkeiten erreicht werden.

Mehrere Systemkomponenten sind an der Einhaltung sicherer Fahrwege beteiligt. Dies erfordert ein umfangreicheres Sicherheitskonzept, das die Sicherheit von eingebetteter Software umfasst.

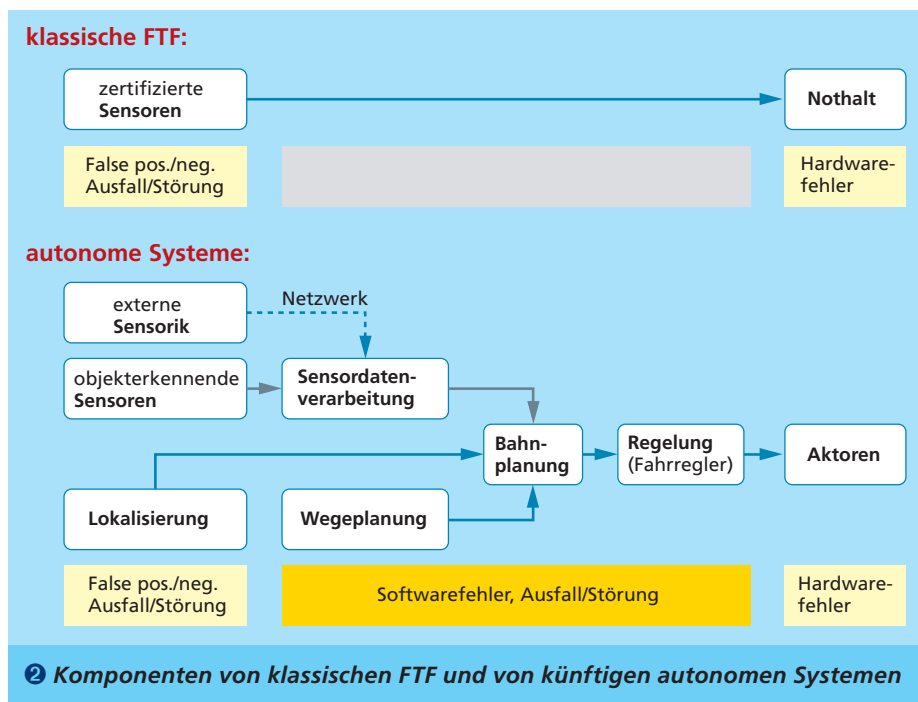
eingeschränkt ist. Da das Fahrzeug nach der Detektion eines Hindernisses in weniger als dieser Reichweite zum Stehen kommen muss, sind geringe Geschwindigkeiten (Schrittgeschwindigkeit) üblich. Im Außenbereich, wo Strecken bis zu einigen Kilometern über ein Betriebsgelände führen, steckt in der Überwindung dieser Geschwindigkeitsbeschränkung ein hohes ökonomisches Potenzial. Daher wird gefordert, die Fahrten mit höherer Ge-

FTS-Sicherheit im Projekt SaLSa

Im Projekt „SaLSa – Sichere autonome Logistik- und Transportfahrzeuge im Außenbereich“ (s. Info-Kasten) werden neue Konzepte und Methoden für die Sicherheit von flexiblen FTS-Lösungen im Außenbereich entwickelt. Um die o. g. Anforderungen an höhere Geschwindigkeiten von FTF bei ausreichender Sicherheit zu erfüllen, reichen die Sensoren am Fahrzeug zur alleini-

toren für eine Kollision belegt werden. Daraufhin wird der risikoärmste Pfad mit einer angepassten Geschwindigkeit gewählt (Bild 1).

Dadurch, dass in diesem Konzept das Fahrzeug autonom und situationsabhängig über Fahrwege, jedoch mindestens über die Geschwindigkeitsanpassung entscheidet, findet in der Sicherheitsarchitektur ein Paradigmenwechsel zur Absicherung von klassischen FTF statt (Bild 2). Das autonome System ist so ausgelegt, dass sämtliche Komponenten von der Umgebungserkennung durch die externe und fahrzeuginterne Sensorik bis hin zur Aktorik bei der Einhaltung sicherer Fahrwege eingebunden sind. Dies erfordert eine entsprechend redundante Auslegung von Sensoren und Zustandsüberwachung von Komponenten. Fällt eine Komponente aus, muss sichergestellt werden, dass das System rechtzeitig in eine sichere Rückfallebene übergeht. Die Rückfallebene kann durch Schrittgeschwindigkeit unter Verwendung der klassischen Absicherung von FTF realisiert werden, bei der die Abstands- oder Hindernissensorik direkt eine Bremsung auslöst. Durch dieses Sicherheitskonzept wird nicht das Fahrzeug selbst mit Sensorik hochgerüstet, sondern es wird für eine intelligente Umgebung gesorgt, in der sich FTF sicher bewegen können. Die Vorteile liegen darin, dass stationäre Sensorik im Normalfall bessere Erkennungsraten liefern kann und auch unübersichtliche Bereiche zuverlässig abgedeckt werden können. Für den Einsatz im Außenbereich wird mit diesem Ansatz Neuland betreten, denn es existieren noch keine Richtlinien für die Auslegung derartiger Anlagen zur Gewährleistung der funktionellen Sicherheit. Mit dem Projekt SaLSa wird das Ziel verfolgt, die Grundlagen für die Erstellung von Richtlinien zu schaffen. □



schwindigkeit als z. B. 6 km/h durchzuführen, um effektive Transporte zu gewährleisten. Gleichzeitig müssen jedoch besondere Vorkehrungen getroffen werden, um Personen und personengeführte Fahrzeuge in diesen Bereichen zu schützen.

Im Außenbereich kommen erschwerend die Beeinträchtigungen durch witterungsbedingte Einflüsse, wie Regen, Staub, Schnee, Eis und Temperaturunterschiede hinzu. Dies kann z. B. zu Veränderungen der Anhaltewege führen, da sich die Haftreibung verändert. Optische Systeme, die oft zur Hinderniserkennung eingesetzt werden, können durch Staub oder Sonneneinstrahlung in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Diese Sensoren haben für den Außenbereich aktuell keine Zertifizierung. Daher besteht hier besonderer Bedarf an einem Sicherheitskonzept, das über die bisherige Sicherheitssensorik am Fahrzeug hinausgeht.

gen Absicherung und Hinderniserkennung nicht mehr aus bzw. sind unter wirtschaftlichen Aspekten nicht darstellbar. Daher stützt sich das Sicherheitskonzept im Projekt SaLSa auf externe, stationäre Sensorik, mit der die Fahrwege der FTF auf einem Betriebsgelände vollständig oder teilweise überwacht werden. Diese Umgebungssensorik kommuniziert ihr Lagebild an das FTF, das daraufhin seine Geschwindigkeit anpasst oder einen alternativen, weniger risikobehafteten Fahrweg wählt. Im einfachsten Fall erteilt die Umgebungssensorik eine Freigabe für schnellere Fahrt an das FTF, falls sichergestellt werden kann, dass keine Hindernisse in einem ausreichenden Abstand um den Fahrweg vorliegen. Sobald die Umgebungssensorik in der Lage ist, statische und bewegliche Objekte zu detektieren, so kann deren Bewegung fortgeschrieben werden. Außerdem können geplante sowie alternative Pfade des FTF mit Risikofak-

Dipl.-Ing. Thomas Neugebauer
ist Entwicklungsleiter bei der Götting KG in Lehrte und Koordinator im Projekt SaLSa



Dr. rer. nat. Stefan Rührup
ist Gruppenleiter „Kooperierende Mobile Systeme“ am OFFIS – Institut für Informatik in Oldenburg

