

Autonome Navigation für FTS

# Basis für die Automatisierung

**In Produktions- und Logistikbereichen gewinnt Automatisierung unter dem Aspekt der Kostenoptimierung zunehmend an Bedeutung. Aufgrund immer schnellerer Veränderungen im Produktionsablauf kann auf Flexibilität jedoch nicht verzichtet werden. Eine von Siemens entwickelte innovative Lösung zur autonomen Steuerung von Transportfahrzeugen ermöglicht nun die effiziente Automatisierung von Transporten, für die heute noch Personal notwendig ist – selbst bei Einzelfahrzeugen.**

- Thomas Dürr
- Walter Beichl

## Stabile Referenzpunkte für die Navigation

Seit vielen Jahren gehören fahrerlose Transportsysteme (FTS) in den unterschiedlichsten Branchen zum Alltag. Vollautomatisch und zuverlässig verrichten sie Aufgaben in Bereichen wie z. B. Materialhandling, Produktionsunterstützung und Warentransport. Der Aufwand für die Planung solcher Systeme ist mit den heute bekannten und eingesetzten Technologien relativ hoch. Je nach der ausgewählten Navigationstechnik sind darüber hinaus bauliche Maßnahmen am Gebäude erforderlich: Entweder werden Induktionsschleifen, Führungsschienen oder Magnete im Boden installiert oder Laserreflektoren an Regalen, Maschinen oder Hallensäulen befestigt.

Ausgangspunkt für die Entwicklung einer neuen Navigationstechnik bei Siemens war die Anforderung, in einer großen, freitragenden Halle ein flexibles Bodenlager mit unbemannten Transportfahrzeugen zu versorgen. Die gängigen Methoden ließen sich hier nicht einsetzen, da die Forderung nach Flexibilität keine spurgeführte Navigation zuließ und für eine Navigation mithilfe von Laserreflektoren keine sinnvollen Befestigungsmöglichkeiten vorhanden bzw. montierbar waren.

Untersuchungen belegten, dass die genannte Anforderung kein Einzelfall ist, sondern sehr häufig vorkommt – wenn auch mit veränderten Rahmenbedingungen. Nicht immer ist es die Hallengröße, die die Montage von Laserreflektoren verbietet – auch das flexible Absetzen von Gütern sorgt in industriellen Umgebungen immer wieder dafür, dass die erforderlichen Reflektormarken verdeckt werden und die Funktionalität nicht gewährleistet ist.

Auf der Suche nach stabilen und wenig veränderlichen Referenzpunkten für die Navigation stieß das Entwicklungsteam der Siemens-Division Industry Automation and Drive Technologies in Stuttgart auf einen Bereich, der fast überall nur sehr wenigen Veränderungen ausgesetzt ist: die Hallendecke. Die Zielsetzung für den neuen Lösungsansatz zur Automatisierung war folglich die Entwicklung einer Navigationstechnologie, die sich ausschließlich an natürlichen Strukturen von Hallendecken oder deckennahen Wand- und Säulenbereichen orientiert. Um die planerischen Aufwände im Vorlauf zu minimieren, wurde darüber hinaus festgelegt, dass das Navigationssystem über ein sog. „Teach-In“-Konzept die Fahrtrouten speichern soll. Eine weitere Rahmenbedingung war die Vorgabe, ausschließlich am Markt verfügbare Standardprodukte einzusetzen. Damit soll im künftigen Einsatz eine einfache und kostengünstige Wartung sichergestellt werden.

## Lasertechnologie als Basis

Unter diesen Randbedingungen begann das Entwicklungsteam im Jahr 2004 mit der grundlegenden Konzeption eines solchen Navigationssystems. Zur Erfassung der Deckenstruktur in Hallen wurde von Beginn an die Standard-Lasertechnologie favorisiert. Der Laserscanner wurde auf einem Schwenkmotor montiert, wodurch die Aufnahme eines räumlichen Abbildes der Umgebung als Grundlage für die freie Navigation möglich war. Die hauptsächliche Aufgabe der Navigationssoftware besteht darin, auf der Basis des erfassten räumlichen Abbildes eine Positionsbestimmung vorzunehmen. Um den Speicherbedarf nicht übermäßig groß werden zu lassen, galt es intelligente Vereinfachungen zu entwickeln, die sich auf die Extraktion der für die Navigation unbedingt erforderlichen Daten konzentrieren. In der realisierten Lösung werden dem Fahrzeug vor Beginn der ersten Teach-Fahrt einmalig die für die Navigation relevanten Höhenebenen mitgeteilt. Damit wird gleichzeitig sichergestellt, dass Höhenebenen, die veränderbar sind (z. B. wegen eines Portalkrans), nicht einbezogen werden. Die Navigationssoftware erfasst bei der manuell durchgeführten Teach-Fahrt die relevanten Objekte in den angegebenen Höhenebenen und definiert intern die erforderlichen Referenzen. Diese Referenzen dienen dann bei den Fahrten als Bezugsobjekte zur Ermittlung der tatsächlichen Raumposition des Fahrzeugs. Die Auflösungsgenauigkeit wurde so eingestellt, dass zwar eine hin-

reichende Exaktheit für die Navigation erreicht wird, geringfügige Änderungen an der Decke jedoch nicht zum Systemausfall führen. Das bedeutet, dass ein nachträglich angebrachter Kabel- oder Lüftungskanal aufgrund der Programmintelligenz nicht zum Ausfall des Systems führt.

Unterstützt wird die Navigation von verschiedenen Fahrzeuginformationen, z. B. von odometrischen Werten (Fahrgeschwindigkeit und Lenkwinkel) und Daten zur Fahrzeugachse. Die gesamte Navigationsintelligenz steckt in einem wartungsfreien Industrie-PC Simatic Microbox PC 427B, der sich an Bord des Fahrzeugs befindet. Zur Kommunikation zwischen Fahrzeugregelung und Navigation dient eine fehlersichere Steuerung S7-300F von Siemens. Diese übernimmt auch die sicherheitsrelevanten Anforderungen, die für frei fahrende Transportfahrzeuge notwendig sind. Abhängig vom Konzept der Integration des Systems in die bestehende Fahrzeugplattform können die Aufgaben der S7 im Bedarfsfall auch durch eine vorhandene Fahrzeugsteuerung übernommen werden.

## Ausreichende Navigationsqualität

Mit diesem Gesamtkonzept wird heute eine Navigationsqualität erreicht, die den meisten Logistik-Anforderungen genügt. Die exakten Werte von Positionier- und Fahrgenauigkeit sind jedoch immer von der Umgebung und den verwendeten Fahrzeugen abhängig. Aktuelle Entwicklungs- und Projekterkenntnisse zeigen, dass durch ausschließliche Verwendung der Deckennavigation eine Positioniergenauigkeit im Bereich von  $\pm 20$  mm erreicht werden kann.

Gleichsam als Nebenprodukt der Navigations-Entwicklung bietet das Gesamtkonzept durch den schwenkenden Scanner eine Hinderniserkennung für Fahrzeug inklusive Last. Hierbei handelt es sich zwar um keine „sichere“ Hinderniserkennung im Sinne des Personenschutzes, wohl aber werden statische Hindernisse, beispielsweise die Handbedientafel eines Portalkrans, erkannt und daraus folgend ein Bremsvorgang eingeleitet.

Das Teach-in-Konzept basiert auf dem „manuellen Erlernen“ der Fahrkurse. Vor der Aufzeichnung einer neuen Fahrtroute werden dem Navigationssystem per Touch-Panel die Namen für Start- und Zielpunkt sowie der Routenname mitgeteilt. Das Fahrzeug begibt sich dann in einen Teach-Modus: Der Scanner beginnt zu schwenken und startet die Aufzeichnung. Der Bediener führt das Fahrzeug manuell über die neue Route und teilt – wieder per Eingabe am Touch-Panel – der Software



*Das Navigationssystem ANS ist flexibel auf unterschiedlichen Fahrzeugmodellen einsetzbar, hier die Installation auf einem Gegengewichtstapler*

dann das Ende der Route mit. Ab diesem Zeitpunkt ist das Fahrzeug in der Lage, die gelernten Routen selbstständig zu fahren. Weitere Informationen, wie Lasthandling, Warnsignale, Temporeduzierung usw., werden dem Navigationssystem in einer zweiten Fahrt – die schon selbstständig ausgeführt wird – an den entsprechenden Wegpunkten über die Touch-Panel-

Schnittstelle mitgeteilt. Verschiedene Routen lassen sich bei Bedarf zu Gesamtrouten verknüpfen. Damit können komplexe Gesamtabläufe direkt am Fahrzeug eingestellt werden. Je nach Ausprägung der Anforderungen kann dann das Fahrzeug Gesamtabläufe autonom abwickeln oder durch eine Leitebene mit verschiedenen Transportaufgaben beauftragt wer-

den. Komplexe Möglichkeiten der Routenführung, die von klassischen FTS-Techniken bekannt sind, werden somit bei Bedarf auch durch die neue Technik abgedeckt. Das Produkt – bei Siemens inzwischen unter dem Namen „ANS“ (Autonomous Navigation System) geführt – ist unabhängig von Fahrzeugtyp oder -hersteller. Mit dem ANS können sowohl Standardfahrzeuge, wie Gegengewichtstapler oder Niederhubwagen, als auch Sonderfahrzeuge ausgerüstet werden. Weitere Ausstattungsmerkmale, wie WLAN, Integration von Personenschutzeinrichtungen und Lademittelhandling, lassen sich flexibel und nach Kundenwünschen in das Gesamtsystem integrieren.

#### **Im Praxiseinsatz bewährt**

Seit Juni 2007 bewährt sich die Technologie in verschiedenen Praxiseinsätzen und Branchen. Folgende Aspekte erwiesen sich dabei für die Nutzer als besonders relevant:





Der auf dem Dach montierte Laserscanner erzeugt in Verbindung mit dem Schwenkmotor die räumliche Aufnahme der Hallenumgebung

**Die Navigationslösung basiert hardwareseitig auf technischen Standardkomponenten**

(Bilder: Siemens)

ter Verzicht auf derartige vorausgehende Aufwänden in Betrieb zu nehmen, lassen sich selbst solche Fahraufgaben wirtschaftlich automatisieren.

Beim Drei-Schicht-Betrieb kann mit dem Ersatz eines bemannten Staplers durch ein Fahrzeug mit ANS-Technik allein durch die Personalkosteneinsparung eine Amortisationszeit von unter einem Jahr realisiert werden. Darin sind viele andere wirtschaftliche Vorteile des automatisierten Betriebs noch gar nicht mit eingerechnet:

- ▶ reduzierte Kosten durch weniger Schäden an Transportgut und Fahrzeugen
- ▶ reduzierte Kosten in der Logistik durch zuverlässige Transportabwicklungen
- ▶ längere Lebensdauer der Fahrzeuge durch schonenden, gleichmäßigen Betrieb
- ▶ geringerer Lagerflächenbedarf durch kontinuierliche Abwicklung von Transportaufträgen.

Die ANS-Technik versetzt die Verantwortlichen für Fabrik- und Logistikplanung in eine komfortable Position: Viele innerbetriebliche Transporte, die planbarer Kontinuität unterliegen und nicht im Freien stattfinden, sind potenziell für diese Form der Automatisierung geeignet. Dabei sind gerade die Weglängen oder häufig wechselnde Anforderungen an Übernahme- oder Übergabestellen keine Kriterien, die sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit auswirken. □

▶ **Flexibilität der Routen**

Eine Umbaumaßnahme an einer Produktionsanlage ließ bei einem Betreiber einige Wochen lang die Verwendung der gelernten Fahrspur nicht zu. Innerhalb kürzester Zeit wurde dem Fahrzeug eine alternative Route „beigebracht“ – ein Vorgang, den das Instandhaltungspersonal des Nutzers heute selbst durchführen kann.

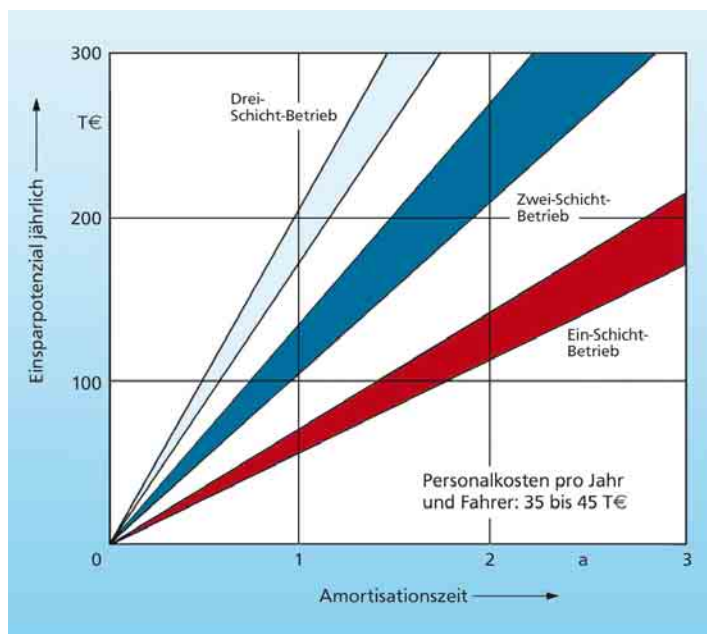
▶ **schnelle Inbetriebnahme**

Die schnelle Inbetriebnahme vor Ort ist für Anwender immer wieder ein wichtiges Kriterium für die Qualität der Gesamtlösung. Gerade in bestehende Produktions- oder Logistikabläufe lässt sich die beschriebene Lösung schnell und unkompliziert implementieren. Eine Be-

hinderung der laufenden Prozesse kann nahezu ausgeschlossen werden, und die Inbetriebnahme ist in sehr kurzer Zeit möglich.

**Wirtschaftlichkeit auch bei Einzelfahrzeugen**

Bei der Automatisierung von Einzelfahrzeugen ist Wirtschaftlichkeit oftmals nicht erreichbar: Umbauten oder nachträgliche Einbauten am Gebäude sowie ein hoher Anteil an Vorbereitungsarbeiten, z. B. für die Layoutplanung der Routen per CAD oder bauliche Maßnahmen an Gebäuden, erzeugen einen Aufwand, der sich für Einzelfahrzeuge nicht auszahlt. Durch die Möglichkeit, auch einzelne Fahrzeuge un-



**In Abhängigkeit von Einsatzhäufigkeit und Personalkosten amortisiert sich das Autonomous Navigation System in kurzer Zeit und bietet ein hohes Einsparpotenzial**

**Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Thomas Dürr**

ist Vertriebsbeauftragter für ANS in der Division Industry Automation and Drive Technologies der Siemens AG in Stuttgart



**Dipl.-Ing. (FH) Walter Beichl**

ist verantwortlicher Projektleiter für ANS in der Division Industry Automation and Drive Technologies der Siemens AG in Stuttgart

