

Fahrerlose Transportsysteme benötigen komplizierte Bahnberechnungen

## **Ohne Fahrer die Spur halten: Götting KG plant Trassen für autonome Fahrzeuge vom Kurvenradius bis zur Geschwindigkeit mit spezieller CAD-Software**

**Sie bringen Werkstücke von einer Maschine zur nächsten oder befördern ganze LKW-Ladungen zwischen verschiedenen Fabrikhallen – Fahrerlose Transportsysteme (FTS) erledigen wiederkehrende Logistikprozesse automatisiert und bleiben dabei flexibler als schienengebundene Fahrzeuge. Entscheidend für den reibungslosen Ablauf sind Navigation und Spurführung der eigenständigen Transporter. Die Götting KG, einer der Marktführer in Funk- und Spurführungstechnik für FTS, hat dazu in Kooperation mit der IT-Firma Malz++Kassner eine eigene Erweiterung des Design-Programms CAD6 Studio entwickelt. Damit können Fahrzeugbewegungen einschließlich Schleppkurven anhand einer vorgegebenen Spur simuliert werden. Gleichzeitig wird die Software auch für Bauteilentwürfe genutzt: Dank einer Hilfslinienfunktion lassen sich darin komplexe Geometrien auf einfache Weise konstruieren.**

Ein Sattelzug dockt von der Laderampe ab und macht sich auf den Weg über das Firmengelände – mit leerer Fahrerkabine. Was wie Science-Fiction klingt, gehört in vielen Fabriken längst zum Betriebsalltag. Wo Schienenfahrzeuge oder Förderstraßen zu teuer, zu aufwändig oder zu unflexibel sind, bringen fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) in Form von Gabelstaplern, Frachtplattformen mit eigenem Antrieb oder LKW Waren von A nach B. Die Götting KG ist auf diesem Gebiet führend: Unternehmen vom Klebstoffhersteller bis zum Automobilproduzenten wurden bereits mit ihren Spurführungstechniken ausgerüstet. Die Ingenieure nutzen je nach Anforderung verschiedene Systeme, wie Leitdrähte, optische Markierungen oder GPS. Eine beliebte Lösung sind auch Transponder. „Diese haben den Vorteil, dass man zur Spurfestlegung nicht die ganze Strecke aufreißen, sondern nur wenige Löcher bohren muss“, erklärt

---

**Mehr Info für die Redaktion: Pressebüro Gebhardt-Seele**

Leonrodstraße 68, 80636 München

Tel: 089 500315-0, Fax: 089 500315-15

E-Mail: [pressebuero@gebhardt-seele.de](mailto:pressebuero@gebhardt-seele.de)

**Abdruck honorarfrei, Belegexemplar erbeten**

Matthias Götting von der Götting KG. „Darüber hinaus funktionieren die Transponder unabhängig von Witterung und Belagszustand. Das Fahrzeug weicht auch bei stark verschmutzter Fahrbahn nicht von der Spur ab.“ Dadurch können die FTF sogar in Hafengebieten eingesetzt werden.

### **CAD-Programm um Fahrspursimulation erweitert**

Berechnung und Festlegung der Spuren für die Transpondersysteme stellen allerdings hohe Ansprüche an die Planer. „Das Problem dahinter ist, dass die Kanten eines Fahrzeugs nicht seiner Fahrspur entsprechen. Sie folgen nicht exakt demselben Verlauf. Deshalb kann man zum Beispiel nicht pauschal sagen, dass für einen LKW von 2,55 Meter Breite eine drei Meter breite Spur ausreicht“, erläutert Götting. Daher wurde zur Trassenbestimmung eine eigene Simulationsanwendung nötig. Als Basis diente die im Unternehmen bereits seit Jahren verwendete Zeichensoftware CAD6 der Malz++Kassner GmbH. „Uns war wichtig, dass dieses Programm benutzerfreundlich und leicht zu bedienen ist, da wir die Anwendung auch Kunden zur Verfügung stellen“, so Götting. „Zudem kann man die Software auf verschiedene Sprachen einstellen, wodurch sie sich auch für Auslandsprojekte eignet.“

Entscheidendes Kriterium war allerdings, dass das Programm über offene Schnittstellen verfügt, die es erlauben, eigene Erweiterungen zu implementieren. Dadurch konnten die FTS-Spezialisten der Götting KG die Berechnungsgrundlagen zur Fahrspurbestimmung entwickeln und diese dann von Malz++Kassner in ein Plug-In umsetzen lassen. Dieses Modul ermöglicht das Erstellen, Bearbeiten und Exportieren von Bahnkurven, die von Fahrzeugcontrollern verarbeitet werden können. Die Grundlage bilden dabei Hallen- oder Geländepläne, wie Stefan Malz, einer der Geschäftsführer von Malz++Kassner, erklärt: „Pläne in den CAD-Formaten DXF oder DWG lassen sich direkt importieren und bearbeiten. Eingescannte Papierpläne, die nicht in diesen Formaten vorliegen, können als Hintergrund zur Orientierung eingefügt werden.“ Zusätzlich müssen die genauen Parameter des später verwendeten Fahrzeugs eingetragen werden, wie Typ, Maße, Achsabstand, Lenkwinkel und Ähnliches. Wird dann die Spur als dünne Bahnkurve in den Plan gezeichnet, berechnet das Programm anhand dieser Parameter

---

**Mehr Info für die Redaktion: Pressebüro Gebhardt-Seele**

Leonrodstraße 68, 80636 München

Tel: 089 500315-0, Fax: 089 500315-15

E-Mail: [pressebuero@gebhardt-seele.de](mailto:pressebuero@gebhardt-seele.de)

**Abdruck honorarfrei, Belegexemplar erbeten**

die tatsächlichen Ausmaße der Fahrspur. Dabei wird gewissermaßen das Abfahren der Bahn durch das Fahrzeug simuliert, um Engstellen und kritische Punkte zu lokalisieren.

### **Bahnen mit realisierbaren Kurvenradien und Geschwindigkeiten entwickeln**

Vor allem Kurven, Rückwärtsfahrten und Schlepp-Vorgänge sind berechnungsintensiv, da die Achsen hinter der Lenkachse aus der Spur laufen und dadurch das Fahrzeug eine größere Fläche überstreicht. Die Hinterräder folgen einer so genannten Schleppkurve, wobei der genaue Platzbedarf von Kurvenradius, Länge des Fahrzeugs, Achslage und -zahl sowie der Gliederung des Fahrzeugs bestimmt wird. Je enger die Kurve und je länger das Transportmittel ist, umso größer ist die Fläche, die für die Kurvenbewegung freigehalten werden muss. Die äußere vordere Ecke des Fahrzeugs bestimmt den äußeren Rand des nötigen Raums, die innere hintere Ecke markiert die innere Begrenzung. Ein eventueller Anhänger folgt der Zugmaschine dabei weiter innen im Bogen.

Um die Fahrspur für die Praxis ideal zu gestalten, wird daher ihre Kontur im CAD-Programm mehrfach angelegt, rechnerisch abgefahren, verbessert und erneut abgefahren. Über die Fahrzeugparameter werden dabei die endgültigen Maße der Trasse bestimmt. „Indem die Bahnkurve diese Parameter berücksichtigt und Kurvenradien sowie Lenkbeschleunigungen entsprechend wählt, wird sichergestellt, dass das Fahrzeug später auch alle Kurven bewältigen kann“, führt Software-Entwickler Malz aus. So wird zum Beispiel auch das Nachlaufen von Anhängern mit einbezogen. Die am Ende entstandene Spur setzt sich aus einer Fülle von Knotenpunkten zusammen. Aus diesen ermittelt das Programm eine Anzahl von Stützpunkten, welche die Strecke definieren. Zusätzlich werden auch Beschleunigungen, Geschwindigkeiten und Stopps über das Plug-In via CAD6 in die Bahnzeichnung eingetragen. Stützpunkte und Geschwindigkeiten werden schließlich in eine Transpondersteuerung umgesetzt, über die das Fahrzeug von Knoten zu Knoten navigiert und jeweils Position und Tempo kontrolliert.

## Hilfsliniensystem als Basis für komplexe Konstruktionszeichnungen

Neben dieser Sonderanwendung wird CAD6 bei der Götting KG auch für herkömmliche Konstruktionsaufgaben benutzt. „Wir produzieren einige mechanische Teile selbst, zum Beispiel Gehäuse. Diese können wir mit der Software einfach entwerfen und mit den nötigen Daten für die Fertigung versehen“, berichtet Götting. „Dabei ist die Option des Programms, Hilfskonstruktionen einzusetzen, sehr nützlich.“ Diese Hilfslinien sind eine Besonderheit der Zeichen-Software von Malz++Kassner und ermöglichen es, komplexe Geometrien aus einfachen Formen oder Konstanten abzuleiten. So berechnet das Programm beispielsweise auf Befehl die Seiten- oder Winkelhalbierenden eines Rechtecks, wodurch man seinen exakten Mittelpunkt feststellen kann. Über die integrierte Fang-Funktion können Schnitt- und Eckpunkte dieser Hilfslinien direkt als Ausgangspunkte für die weitere Zeichnung benutzt werden. Auch die einzelnen Linien- und Kurvenabschnitte selbst lassen sich mit einfachen Menübefehlen in die eigentliche Konstruktion einbinden, um etwa Aussparungen oder Winkel zu erzeugen. Malz erklärt die Idee hinter dieser ungewöhnlichen Hilfestellung so: „Das Programm ist in dieser Hinsicht dem realen Arbeiten am Zeichenbrett nachempfunden, was die Handhabung erleichtert und das Gestalten intuitiver macht.“

*(weitere Informationen im Internet: [www.goetting.de](http://www.goetting.de), [www.cad6.de](http://www.cad6.de))*

Die **Götting KG** besteht seit 1965 und hat sich auf die Entwicklung von Funkdaten-Übertragungssystemen und Sensoren zur Spurführung von Fahrerlosen Transportfahrzeugen spezialisiert. Das Portfolio des Unternehmens in diesem Bereich zählt zu den umfangreichsten der Welt. Produziert werden unter anderem Transponderpositionier-Systeme mit Genauigkeiten bis  $\pm 1$  mm, Anlagen mit optischem Sensor, Laserscanner oder induktiver Leitdrahtführung und GPS-Navigationssysteme. Zudem entwickelt die Götting KG Lösungen zur Spurführung mit berührungsloser Energieübertragung und Systeme zur Objekt- und Hinderniserkennung. Weitere Geschäftsfelder sind die HF-Messtechnik, allgemeine Funktechnik und kundenspezifische Entwicklungen. Die Götting KG wurde mit dem VDI Innovationspreis für Logistik 2002, dem Europäischen Transportpreis 2002 und der Trophée de la Biennale Européenne de la Logistique 2003 ausgezeichnet. Das Unternehmen beschäftigt rund 45 Mitarbeiter, davon sind 15 überwiegend in der Entwicklung tätig.

Die **Malz++Kassner GmbH** wurde 1997 als GbR durch Stefan Malz und Olaf Kassner gegründet. Beide Firmengründer befassen sich bereits seit 1985 mit der Entwicklung von Grafik- und CAD-Software und erstellten unter anderem WINCAD, eines der ersten CAD-Programme für Windows. Ihre Software CAD6 hat sich bis heute als einer der Branchenstandards etabliert und ist in verschiedenen Spezifikationen für unterschiedliche Benutzer erhältlich – vom industriellen Anwender über Grafiker bis zum privaten Modellbauer. Über eine offene Schnittstelle kann CAD6 leicht an individuelle Bedürfnisse angepasst werden, dazu stehen bereits diverse Bibliotheken und Plug-Ins zur Verfügung. Zu den Kunden des Unternehmens zählen unter anderem Hydraulika, ADtranz, Bombardier oder das Westpfalz-Klinikum. Im Auftrag der europäischen Raumfahrtagentur ESA wurde eigens eine spezielle Version von CAD6 für den ISS-Besuch des Astronauten Thomas Reiter erstellt.

---

**Mehr Info für die Redaktion: Pressebüro Gebhardt-Seele**

Leonrodstraße 68, 80636 München

Tel: 089 500315-0, Fax: 089 500315-15

E-Mail: [pressebuero@gebhardt-seele.de](mailto:pressebuero@gebhardt-seele.de)

**Abdruck honorarfrei, Belegexemplar erbeten**

**Bildmaterial:**



**Bild-ID:** 2010\_11\_theo\_ii.jpg

**Bildunterschrift:** Fahrerlose Transportfahrzeuge transportieren inzwischen in Industriebetrieben Waren aller Art. Die verschiedenen Spurführungssysteme zur Steuerung der Transporter sind das Spezialgebiet der Götting KG.

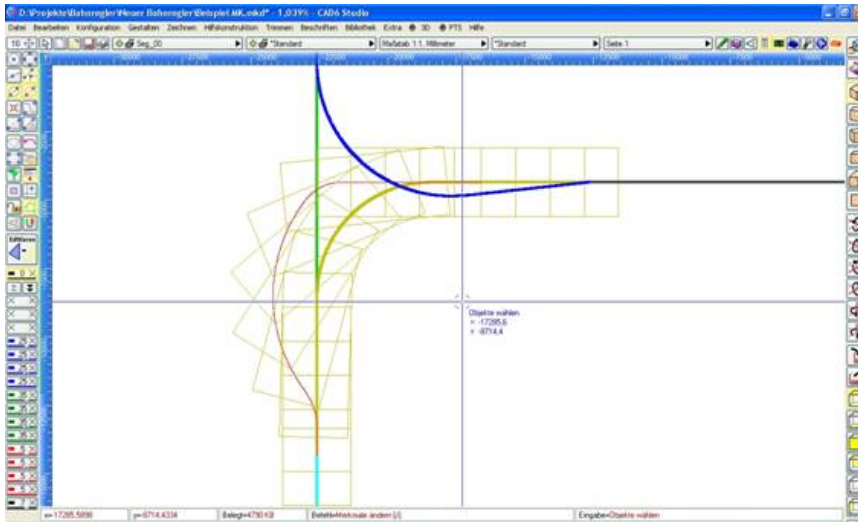
**Quelle:** Götting KG



**Bild-ID:** 2010\_11\_budenheim.jpg

**Bildunterschrift:** LKW lassen sich zum Beispiel mittels im Boden verlegter Transponder ohne Fahrer sicher über das Werksgelände steuern. Wichtig sind dabei die Sicherheitsmaßnahmen, die das Fahrzeug bremsen, wenn sich in der vordefinierten Spur ein Hindernis befindet.

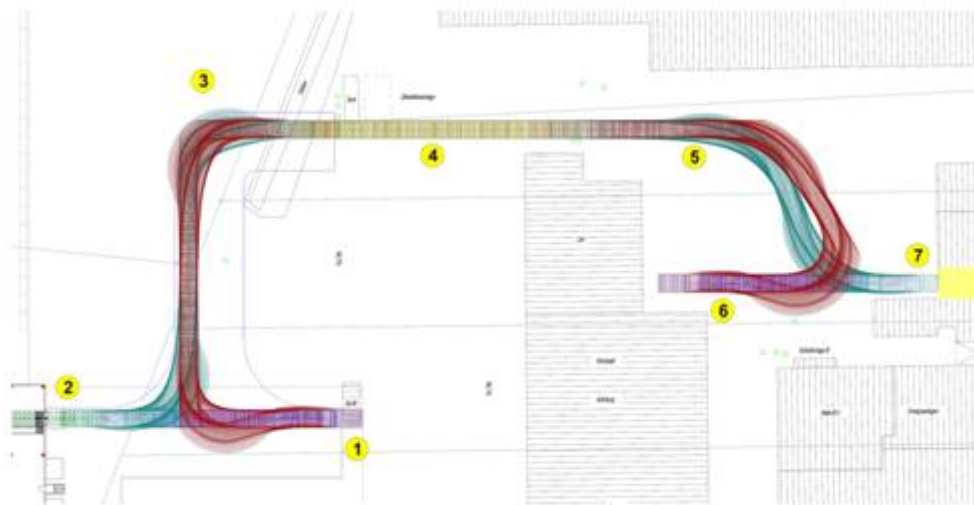
**Quelle:** Götting KG



**Bild-ID:** Screenshot\_Kurve.jpg

**Bildunterschrift:** Zur Planung der Fahrspuren setzt die Götting KG die Software CAD6 von Malz++Kassner ein. Dank eines speziellen Plug-Ins können hier alle relevanten Fahrzeug-Parameter eingegeben werden und fließen direkt in der Berechnung der Routen ein.

**Quelle:** Götting KG



**Bild-ID:** Screenshot\_Kurve.jpg

**Bildunterschrift:** Um Fahrspuren situationsgetreu einzuzichnen, lassen sich ganze Geländepläne in CAD6 importieren. Besonders kompliziert ist die Planung der Kurven, da die Achsen hinter der Lenkachse aus der Spur laufen und dadurch das Fahrzeug eine größere Fläche überstreicht.

**Quelle:** Götting KG



**Bild-ID:** Portrait\_Malz.jpg

**Bildunterschrift:** Eine Besonderheit von CAD6 ist die Möglichkeit, mit Hilfslinien zu arbeiten, um komplexe Geometrien zu erzeugen. „Das Programm ist in dieser Hinsicht dem realen Arbeiten am Zeichenbrett nachempfunden“, erklärt Stefan Malz, einer der beiden Geschäftsführer von Malz++Kassner.

**Quelle:** Malz++Kassner GmbH

**Mehr Info für Leser/Zuschauer/Interessenten:**

**Götting KG**

Celler Straße 5, 31275 Lehrte  
Tel: 05136 8096-0, Fax: 05136 8096-80  
E-Mail: [info@goetting.de](mailto:info@goetting.de)  
Internet: [www.goetting.de](http://www.goetting.de)

**Malz++Kassner GmbH**

Leopoldstraße 7a, 38100 Braunschweig  
Tel: 0531 4001-37, Fax: 0531 4001-38  
E-Mail: [post@malz-kassner.com](mailto:post@malz-kassner.com)  
Internet: [www.malz-kassner.com](http://www.malz-kassner.com)

**Mehr Info für die Redaktion**

Pressebüro Beatrix Gebhardt-Seele  
Leonrodstraße 68, 80636 München  
Tel: 089 500315-0, Fax: 089 500315-15  
E-Mail: [pressebuero@gebhardt-seele.de](mailto:pressebuero@gebhardt-seele.de)  
Internet: [www.gebhardt-seele.de](http://www.gebhardt-seele.de)

**Abdruck unter Nennung der Quelle honorarfrei, Belegexemplar erbeten**

---

**Mehr Info für die Redaktion: Pressebüro Gebhardt-Seele**

Leonrodstraße 68, 80636 München  
Tel: 089 500315-0, Fax: 089 500315-15  
E-Mail: [pressebuero@gebhardt-seele.de](mailto:pressebuero@gebhardt-seele.de)

**Abdruck honorarfrei, Belegexemplar erbeten**