



## IFL-Forschungsvorhaben

Dieses Forschungsprojekt wurde im Auftrag der Forschungsgemeinschaft Intralogistik/Fördertechnik und Logistiksysteme e.V. (FG IFL) durchgeführt und von dieser direkt gefördert.

# Risikoanalyse für die Entwicklung eines Regalbediengerätes auf Basis der Stewart-Gough-Plattform

**Mit der Weiterentwicklung der Technik, beispielsweise durch gestiegene Rechnerleistung und durch energiepolitische Vorgaben werden Innovationen in verschiedenen Bereichen angestoßen. In diesem Zusammenhang entstand die Idee für die Entwicklung eines Regalbediengerätes auf der Basis der Stewart-Gough-Plattform. In einer Forschungsarbeit wurde mit Hilfe einer Risikoanalyse überprüft, inwieweit die neue Technologie Chancen bietet, im Rahmen der Intralogistik eingesetzt zu werden.**

## Problemstellung und Zielsetzung

Für die Lagerung von Kleinteilen sind verschiedene vollautomatische und teilautomatische Systemlösungen im Einsatz. Ein Technologie sind Paternosteranlagen, dieser Lagertyp besteht aus senkrecht umlaufenden Schubladen oder Plattformen. Die Beschickung und Entnahme erfolgt in der Regel manuell. Eine weitere Technologie sind automatisierte Regalbediengeräte in verschiedenen Ausführungen. Diese Technik ist mittlerweile sehr ausgereift und erreicht auch recht hohe Durchsatzleistungen.

Bei der Stewart-Gough-Plattform handelt es sich um eine neue Technologie, wobei ein Arbeitsraum durch eine Plattform bedient wird, die mit Hilfe vorgespannter Seile positioniert werden kann.

Diese Plattform wurde am Lehrstuhl für Mechatronik der Universität Duisburg-Essen im Rahmen von Forschungsprojekten entwickelt. Die unter dem Namen SE-

GESTA und ARTIST durchgeführten Forschungsvorhaben zielten auf die Bereitstellung von Grundlagen für die Technologie ab und befassten sich u. a. auch mit der Arbeitsraumsynthese seilgetriebener Parallelkinematikstrukturen.

## Systemlösung

In automatischen Kleinteillagern erfolgt die Ein- und Auslagerung von Lagereinheiten durch vollautomatisierte Plattformregalbediengeräte. Die Plattform bewegt sich durch vorgespannte Seile zu den Plätzen, in denen die Behälter eingelagert werden sollen und übernimmt gleichzeitig die Funktion des Lastaufnahmemittels (LAM). Zur Einlagerung wird ein Behälter von der Einlagerstrecke (Rollenbahn) übernommen, die als Kettenförderer in die Regalanlage integriert ist. Die Plattform fährt zum E/A-Punkt und erhält den entsprechenden Befehl zum Einlagern der Behälter in einen bestimmten Regalplatz. Am Lehrstuhl für Mechatronik der Universität Duisburg-Essen beschäftigt sich ein Forschungsprojekt mit den Namen SE-GESTA ARTIST mit der seilgetriebenen Stewart-Plattform in der Theorie und mit der Anwendung von Arbeitsraumsynthese seilgetriebener Parallelkinematikstrukturen.

Im folgenden Schaubild sind sämtliche relevanten Systemelemente des Regalbediengerätes dargestellt, wodurch alle Zusammenhänge sowie die Funktionen der einzelnen Elemente für sich und untereinander deutlich werden:

## IFL-Forschungsvorhaben

Dieses Forschungsprojekt wurde im Auftrag der Forschungsgemeinschaft Intralogistik/Fördertechnik und Logistiksysteme e.V. (FG IFL) durchgeführt und von dieser direkt gefördert.

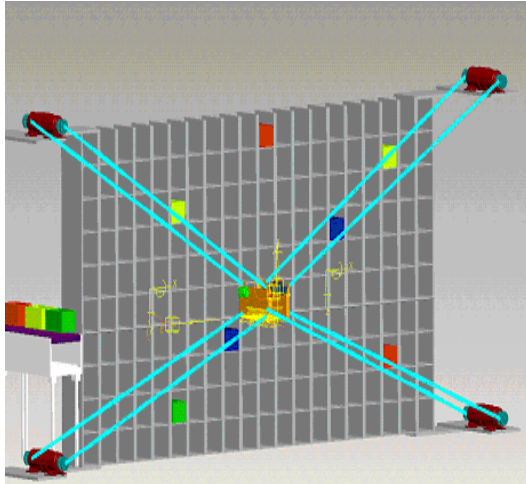


Abb. 2: Prinzipskizze „Regalbediengerät“ mit Hochregallager

Die neun identifizierten Systemelemente Hochregal, Seile, Elektromotoren, Transportplattform, E/A-Punkt, Ladehilfsmittel/Behälter, Rollenbahn, Steuerung und die Umwelt als äußerer Einfluss müssen nun in einen Zusammenhang zueinander gebracht werden.

Die Bewegungen der RBG-Plattform auf der  $x$ -Achse und der Plattform auf der  $z$ -Achse werden synchron ausgeführt. Beide Bewegungen starten gleichzeitig im E/A-Punkt mit Hilfe von Seilen ( $x = 0$ ;  $z = 0$ ), die Bewegungen in horizontaler und vertikaler Richtung sind voneinander unabhängig. Die Plattform kann dadurch simultane Bewegungen ( $x$  und  $z$ ) ausführen.

### FMEA (Risikoanalyse)

Es wurde das Plattform-Regalbediengerät auf seine Zuverlässigkeit mit Hilfe der Fehlzustandsart und Auswirkungsanalyse (FMEA) überprüft. Aufgrund dieser Ergebnisse wurden Verbesserungsmöglichkeiten vorgestellt.

Zur Durchführung der Fehleranalyse wurde ein Team aus einem Moderator und Experten der beteiligten Abteilungen gebildet. Das Team war von entscheidender Bedeutung für den Erfolg der Analyse, da durch die Qualifikation der Teilnehmer Risikopotentiale realistisch eingeschätzt werden konnten. Dabei wurden möglichen Fehler sowie deren Folgen und Auswirkungen aufgespürt und bewertet.

In mehreren Sitzungen mussten die anhand der Strukturanalyse identifizierten Systemelemente kontinuierlich bewertet werden, wodurch in Verbindung mit den Ergebnissen der Funktionsanalyse Hinweise auf mögliche Fehlerquellen herausgearbeitet werden konnten. Nachdem im Team die Fehlerquellen festgestellt worden sind, mussten die jeweiligen Fehlerarten und Auswirkungen konkretisiert werden bevor es zur Bewertung der Fehler kam.

Bewertet wurden die möglichen Fehler hierbei nach drei unterschiedlichen Kriterien: Zum einen nach der Fehlerschwere  $B$ , nach der Auftretenswahrscheinlichkeit  $A$  und nach der Entdeckungswahrscheinlichkeit  $E$ . Insgesamt zeigte die Analyse deutliche Risiken auf, allerdings wurden auch Maßnahmen zur Reduzierung des Forschungs- und Entwicklungsrisikos vorgeschlagen und verabschiedet.

Die Ergebnisse der FMEA-Risikoanalyse wurden in vorbereiteten Tabellenblättern dokumentiert und im Nachhinein in einem Bericht festgehalten.



## IFL-Forschungsvorhaben

Dieses Forschungsprojekt wurde im Auftrag der Forschungsgemeinschaft Intralogistik/Fördertechnik und Logistiksysteme e.V. (FG IFL) durchgeführt und von dieser direkt gefördert.

### Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Einsatz eines Regalbediengerätes auf Basis einer seilgetriebenen Stewart-Gough-Plattform für automatische Kleinteilelager AKL (Behälter) bis 50 kg. Ziel ist die Schaffung und Entwicklung eines schnellen Regalbediengerätes durch neue Ansätze eines regelungstechnischen Steuerungskonzeptes mit höheren Maximalgeschwindigkeiten und Beschleunigungen, um die maximal geforderte Durchsatzsteigerung und den Lagerumschlag zu erreichen. Daraus ergeben sich Forderungen nach erhöhter Betriebsleistung und Kostenreduzierung. Gleichzeitig ergibt sich auf Grund des Aspekts der Energieeffizienz die Notwendigkeit zur Gewichtsreduzierung.

### Projektpartner

Das Forschungsprojekt „Risikoanalyse für die Entwicklung eines Regalbediengerätes auf Basis der Stewart-Gough-Plattform“ wurde in Zusammenarbeit mit den Mitgliedern der Forschungsgemeinschaft Intralogistik-/Fördertechnik und Logistiksysteme e.V. (FG IFL) durchgeführt.

### Literatur

- DFG Projektnummern: HI370/24-1 und SCHR1176/1-2: Arbeitsraumsynthese seilgetriebener Parallelkinematikstrukturen - ARTIST -.
- DFG Projektnummern : HI370/18: Seilgetriebene Stewart-Plattformen in Theorie und Anwendung - SEGESTA -.
- *Bruckmann, Tobias* (2006): SEGESTA ARTIST. A Modular Controller for

Redundantly Actuated Tendon-Based Stewart Platforms. Vortragsdokumentation the first European Conference on Mechanism Science. Obergurgl: 21.-26.02.2006.

- *Bruckmann, Tobias* (2007): SEGESTA ARTIST. URL <http://www.uni-due.de/segesta/index.shtml>, Abruf am 29.04.2008
- *Gudehus, Timm* (2005): Logistik, 3., neu bearbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer.

**Ansprechpartner:** M. Sc.- Ing. Salah Bashir  
Telefon +49 203 379-3046  
Telefax +49 203 379-3048  
E-Mail [bashir\\_180@hotmail.com](mailto:bashir_180@hotmail.com)

Universität Duisburg-Essen, Institut für Transportsysteme und -Logistik  
Lotharstraße 1, 47057 Duisburg

Der Forschungsstelle: Prof. Dr.-Ing. Bernd. Noche.