

Berichte aus dem Lehrstuhl Automatisierungstechnik  
BTU Cottbus-Senftenberg  
Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Ulrich Berger

**Volker Zipter**

**Entwicklung eines Planungs- und Optimierungssystems für den Einsatz sensibler Roboter in der flexiblen Montage - Robot Farming -**

Shaker Verlag  
Aachen 2014

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Cottbus-Senftenberg, BTU, Diss., 2013

Copyright Shaker Verlag 2014

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-2526-2

ISSN 1864-5789

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

---

## Kurzfassung

In der Automobilindustrie rücken Montagesysteme aufgrund des hohen Anteils an der Gesamtfertigungszeit und an den anfallenden Kosten in den Fokus. Dabei müssen die Systeme, neben dem steigenden Produkt- und Variantenspektrum, vor allem an die Volatilität in der Nachfrage anpassbar sein, um eine hohe Produktivität zu erreichen. Bestehende Montagesysteme sind jedoch nur für ein eingeschränktes Stückzahlenspektrum wirtschaftlich. Planung und Optimierung der Systeme sind dahin gehend ausgerichtet. In diesen Bereichen existieren Defizite, die die Motivation der vorliegenden Arbeit begründen. Nachfolgend wird das Robot Farming vorgestellt, das ein Verfahren zum Betreiben der Systeme, die Planung und die Optimierung für den Einsatz sensitiver Roboter in der flexiblen Montage beinhaltet. Das entwickelte Planungs- und Optimierungssystem (POS) berechnet die Ausbau- und Skalierungsstufen für Robot Farming, die lokale Optima der Produktivität für verschiedene Stückzahlenszenarien darstellen. Planung und Optimierung werden im Rahmen dieser Arbeit wie folgt dargelegt:

In den Kapiteln 1 und 2 wird das Ziel dieser Arbeit definiert und die Problemstellung analysiert. Dies erfolgt anhand einer Marktanalyse, die die Volatilität in der Nachfrage aufzeigt. Bestehende Montagesysteme und Lösungen zur Anpassung dieser Systeme, wie z.B. eine Modulstrategie, sind nicht ausreichend, um diese Herausforderung zu bewältigen. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse wird in Kapitel 3 eine Anforderungsanalyse durchgeführt, welche die Basis zur Bewertung bestehender Lösungen aus dem Stand der Technik und der Forschung in Kapitel 4 darstellt.

In Kapitel 5 wird Robot Farming vorgestellt. Die Einbindung der Mitarbeiter in die Montagesysteme, die bidirektionale Skalierbarkeit, die Erstellung und Anpassung von Montageabläufen der sensitiven Roboter und die Planung der Ausbau- und Skalierungsstufen, die auf die optimale Austaktung der Mitarbeiter ausgerichtet ist, sind die Kernelemente dieses Konzeptes. Die Planung von Montagesystemen und einzelner Stationen wird dabei auf Robot Farming ausgerichtet.

Kapitel 6 umfasst Konzept und Systementwurf des POS. Die technische Realisierung des POS wird in Kapitel 7 beschrieben. Neben den grafischen Ein- und Ausgabeschnittstellen wird detailliert auf die notwendigen Schritte zur Berechnung der Ausbau- und Skalierungsstufen eingegangen. Nach der Analyse des vorliegenden Algorithmus werden Optimierungen integriert und die Leistungsfähigkeit des POS in Versuchsreihen ermittelt.

Anschließend werden in Kapitel 8, mithilfe eines Robot Farming Demonstrators in der Montage, die Ergebnisse des POS validiert. Anhand dieser Montagelinie werden die Ausbau- und Skalierungsstufen durch das POS berechnet. Der Abgleich mit einem Simulationsmodell dieser Stufen zeigt vergleichbare Ergebnisse, die auch durch empirisch ermittelte Daten des Demonstrators bestätigt werden.