

# **Simulationsgestützte Untersuchung von Steuerungsstrategien für Krane in Parksystemen**

Ein wesentlicher Nachteil von automatischen Parksystemen, im Vergleich zu konventionellen Parkhäusern sind die hohen Investitionskosten, die insbesondere durch die benötigte Fördertechnik entstehen. Eine Möglichkeit zur Reduzierung der hohen Investitionskosten ist der Einsatz von Kranen mit einer Lastpendeldämpfung durch Steuerungsstrategien. Ziel dieser Dissertation ist daher die Untersuchung von Steuerungsstrategien für den Einsatz von automatisierten Kranen in Parksystemen und die Entwicklung einer Positionierungsvorrichtung für eine schnelle Feinpositionierung.

Die Untersuchung und Bewertung von Steuerungsstrategien hinsichtlich der Positionierungsgeschwindigkeit und der Fehleranfälligkeit bei der Anwesenheit von Toleranzen erfolgt in dieser Arbeit mit der Hilfe von Simulationen. Dazu wurden in einem ersten Schritt mathematische Modelle für die Lastpendelbewegung entwickelt und in das Simulationsprogramm SIMULINK implementiert. Die mathematischen Modelle wurden für Krane mit einer parallelen und einer trapezförmigen Trageileanordnung entwickelt. Darüber hinaus berücksichtigen die entwickelten Modelle eine Änderung der Trageilelänge während der Verfahrbewegung des Krans.

Die Simulationsergebnisse zeigen, dass die Steuerungsstrategien mit einem lokalen Lastpendelausgleich die schnellsten Positionierungen ermöglichen. Demgegenüber besitzen diese Steuerungsstrategien eine hohe Fehleranfälligkeit bei kinematischen Toleranzen. Insbesondere die Änderung der Trageilelänge während der Verfahrbewegung besitzt einen großen negativen Einfluss auf die Fehleranfälligkeit der Steuerungsstrategien. In dieser Arbeit werden verschiedene Methoden untersucht, die eine Anpassung der Steuerungsstrategien an eine veränderliche Trageilelänge ermöglichen. Die besten Resultate erzeugt dabei die Methode des Input-Shaping. Ein Nachteil dieser Methode ist die Verlängerung der Positionierungszeiten. Aufgrund dieses Nachteils wird der Einsatz dieser Methode empfohlen, sofern die Anwendung der übrigen Methoden in der Praxis unbefriedigende Ergebnisse erzeugt. Der positive Einfluss einer trapezförmigen Trageileanordnung ist erst bei großen Trageilewinkeln deutlich erkennbar, sodass eine trapezförmige Trageileanordnung nicht sinnvoll ist.

Zur Verifikation der Simulationsmodelle und –ergebnisse wurde ein maßstäbliches Labormodell entwickelt und aufgebaut. Die durchgeführten Experimente mit dem Modellkran zeigen, dass die Simulationsmodelle qualitativ korrekt sind. Neben der Verifikation wurde der Einfluss von geometrischen Toleranzen auf die Fehleranfälligkeit von Steuerungsstrategien mit dem Labormodell untersucht. Anhand der Ergebnisse dieser Untersuchungen konnte schließlich eine Empfehlung für die Breite der Verfahrgasse erarbeitet werden. Zum Abschluss dieser Arbeit wurde auf der Grundlage der Simulationsergebnisse eine Positionierungsvorrichtung entwickelt, die eine schnelle Lastpendeldämpfung nach der Positionierung ermöglicht.