

Master Thesis – Mechanical Engineering

Dynamische Analyse und mechanische Auslegung eines FHTW-SCARA Roboters mit 4 Freiheitsgraden

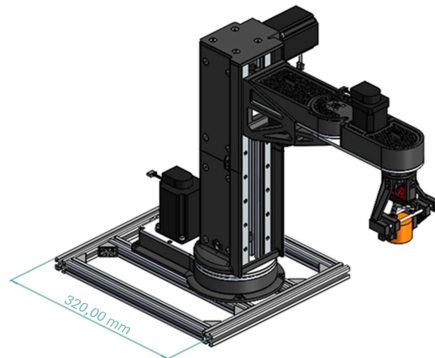


Abbildung 1: FHTW-SCARA-Roboter

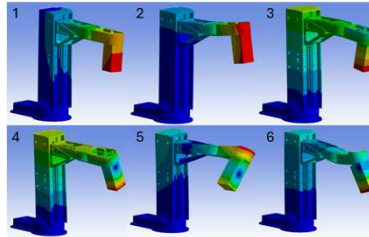


Abbildung 2: Modalanalyse des Grundmodells des Roboters

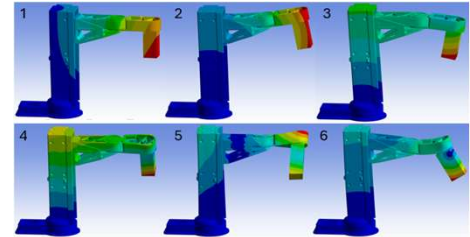


Abbildung 3: Modalanalyse des optimierten Roboters

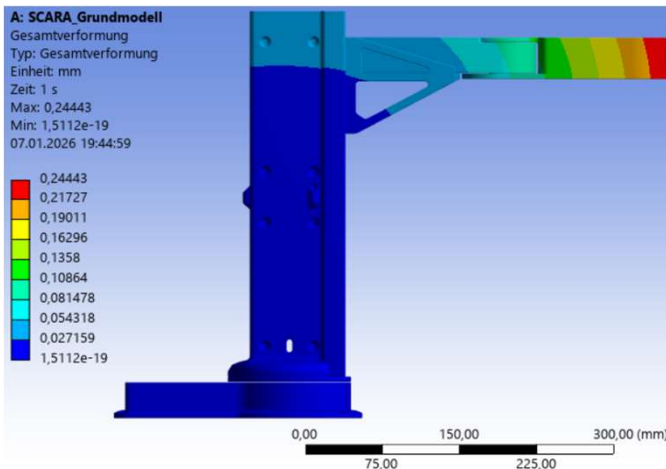


Abbildung 4: FEM-Simulation des Grundmodells des SCARA-Roboters

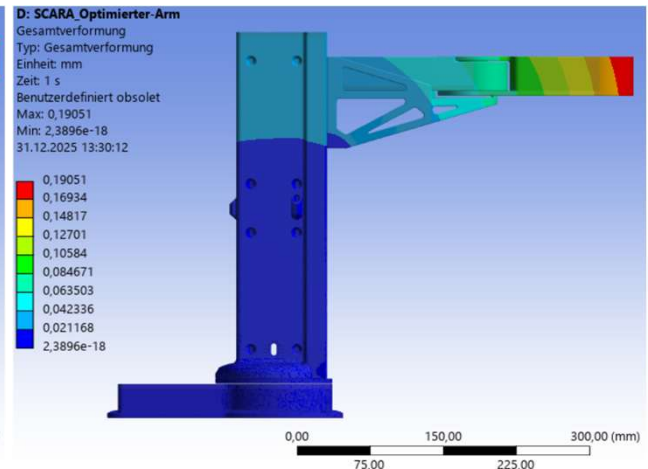


Abbildung 5: FEM-Simulation des optimierten SCARA-Roboters

Problemstellung

Die zunehmende Nutzung additiv gefertigter Robotersysteme eröffnet neue konstruktive Freiheitsgrade, führt jedoch gleichzeitig zu Unsicherheiten hinsichtlich Maßhaltigkeit, Steifigkeit und Positioniergenauigkeit. Insbesondere bei SCARA-Robotern, die für präzise Handhabungs- und Montageaufgaben eingesetzt werden, wirken sich strukturelle Nachgiebigkeit, Lagerluft sowie montagebedingte Ungenauigkeiten direkt auf die Abweichung am Tool Center Point aus. In vielen Fällen ist unklar, welcher Anteil dieser Abweichungen auf die elastische Struktur, auf lagerbedingte Effekte oder auf Montageeinflüsse zurückzuführen ist. Die fehlende Trennung und Gewichtung dieser Einflussfaktoren erschwert eine gezielte konstruktive Optimierung. Vor diesem Hintergrund besteht die zentrale Problemstellung darin, die Ursachen von Spiel und Nachgiebigkeit systematisch zu analysieren, experimentell und numerisch zu bewerten und daraus fundierte Optimierungsansätze abzuleiten.

Lösungskonzept

Das Lösungskonzept basiert auf der Kombination experimenteller 3D-Laserscann-Messungen und FEM-Analysen zur Trennung struktureller, lagerbedingter und montagebezogener Effekte. Darauf aufbauend werden konstruktive Anpassungen abgeleitet und hinsichtlich statischer und dynamischer Steifigkeit bewertet.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass die Positionierabweichung des untersuchten SCARA-Roboters nicht primär durch die strukturelle Nachgiebigkeit, sondern überwiegend durch lagerbedingtes Spiel verursacht wird. Experimentelle Laserscann-Messungen belegen, dass ein wesentlicher Anteil der TCP-Abweichung auf die Lagerung der ersten Rotationsachse zurückzuführen ist. FEM-Analysen bestätigen, dass die rein strukturell bedingten Verformungen deutlich geringer ausfallen und gut mit experimentellen Ergebnissen im lagerlosen Zustand

übereinstimmen. Durch eine gezielte konstruktive Optimierung konnte sowohl die strukturelle als auch die dynamische Steifigkeit des Systems numerisch nachweisbar verbessert werden.

Kelvin Krasniqi, BSc.Advisor
Prof. Dr. Carsten HaackExperte
Dr. Giovanni Mastrogiacono

Kooperationspartner: FH Technikum Wien