

CNC-Steuerung für dynamische Parallelkinematik

Fachgebiet: Mechatronik

Betreuer: Prof. Roland Hungerbühler, Prof. Ulrich Rettenmund

Experten: Dr. Dietmar Kramer, Dr. Peter Paul Knobel

Die Abteilung Maschinentechnik entwickelt einen CNC-Maschentisch, basierend auf einem Patent der Firma Liechti Engineering. Entscheidend für die geforderte hohe Positioniergenauigkeit sind das Messsystem, der Kalibrieralgorithmus sowie eine schnelle und exakte Transformationsvorschrift. Diese Themen wurden zusammen mit der notwendigen Maschinensicherheit im Rahmen dieser Thesis umgesetzt. Zur einfacheren Bedienung wurde zudem ein Handbediengerät in die Steuerung integriert.

Funktionsprinzip

Die drei Führungswagen werden auf ihrer Kreisbahn durch die Antriebe bewegt. Mittels der am Maschinentisch Y-förmig angeordneten Linearführungen wird dieser zwangspositioniert. Diese mechanische Struktur lässt hochdynamische Positionierungen, aufgrund der minimal bewegten Masse, zu.

Ausgangslage

Um mit den Achsen des Maschinentisches gezielt zu verfahren, sind Koordinatentransformationen notwendig. Diese geometrieabhängigen Gleichungen berechnen aus den Antriebspositionen die Maschinentischposition und umgekehrt. Bis anhin wurde die reale Geometrie vernachlässigt und mit der idealen Geometrie gerechnet, wodurch unzulässige Positionierungsfehler entstehen. Diese sind mit einer Kalibrierung zu minimieren.

Zudem hat die Maschine den Maschinensicherheitsrichtlinien zu entsprechen. Durch die Integration eines Handbediengerätes soll die Bedienbarkeit der Maschine erweitert werden.

Ergebnisse

Für die Koordinatentransformation sind insgesamt sieben Geometrieparameter relevant, welche durch eine Kalibrierung zu bestimmen sind. Zur Kalibrierung werden diese Parameter korrigiert, bis mit der theoreti-

schen Transformation und den Messwerten die Kalibrierplatte exakt nachgebildet werden kann. Die Berücksichtigung aller Geometrieparameter führt zu einer analytisch nicht lösaren Gleichung. Deshalb wurde ein numerischer Algorithmus entwickelt und in der Steuerung implementiert, welcher die Koordinatenumrechnung unter den hohen Echtzeit- und Genauigkeitsanforderungen übernimmt. Die Transformation muss mit einer minimalen Rechengenauigkeit von $0.1 \mu\text{m}$ in 10% der Taktzykluszeit von 1 ms die Koordinaten umrechnen. Laufzeittests vom entwickelten Algorithmus ergaben Umrechnungszeiten von maximal $3 \mu\text{s}$ bei einer Genauigkeit von unter $0.05 \mu\text{m}$, womit die Anforderungen weit übertroffen sind.

Mit dem neuen Handbediengerät können sämtliche Achsen im Achs- und Maschinenkoordinatensystem einzeln bedient werden.

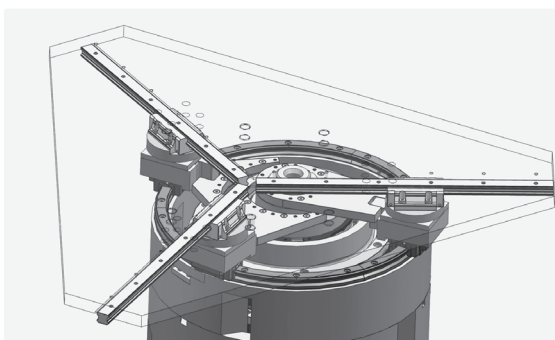
Anhand der Risikoanalyse wurde ein Sicherheitskonzept ausgearbeitet. Der Zugang zu gefährlichen Zonen verhindern mechanische Absperrungen und ein Laserscanner, welcher den offenen Bereich vor dem Maschinentisch überwacht. Erkennt dieser ein Objekt im konfigurierbaren Schutzfeld, wird die Maschine in den sicheren Zustand gesetzt. Mit den getroffenen Massnahmen ist ein sicherer Betrieb der Maschine gewährleistet.



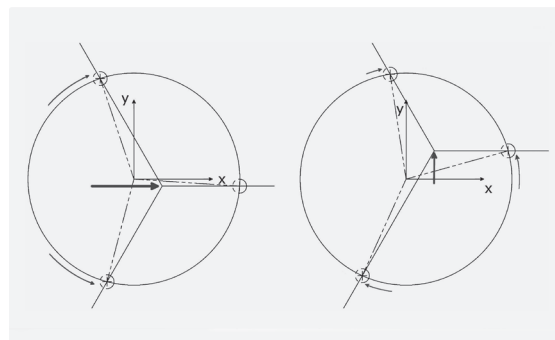
Yannik Müller
yamu6@gmx.ch



Stefan Von Burg
stefan.vonburg@bluewin.ch



mechanischer Aufbau der Parallelkinematik



schematische Darstellung der Kinematik