

# **Text für Video Universal CNC**

## Einleitung / Vorwort (Patrick Suing)

Der Gedankenanstoß für unser Entwicklungsprojekt wurde dadurch gegeben, dass ein Ersatz für die Wasserschneidmaschine des Formula Student Teams gefunden werden sollte. Als erste Idee wurde hierfür eine universelle CNC-Maschine in Betracht gezogen. Diese sollte auswechselbare Werkzeugköpfe aufnehmen können. Aufgrund der Anforderungen des Formula Student Teams wurde eine Laserschneidmaschine als erstes in Erwägung gezogen. Unser Entwicklungsprojekt hatte das Ziel eine Achse dieser Laserschneidmaschine zu realisieren. Herr Walter stellte hierfür eine Linearführungsschiene von IGUS bereit. Diese Achse sollte mit einer geeigneten Messeinrichtung ausgestattet werden, welche die mechanische Durchbiegung und den Verfahrweg des Schlittens bestimmen kann.

## Internet Dokumentation und CAD Modelle (Maximilian Bryg)

Die gesamte Dokumentation ist hier auf der Homepage unter Hit-Informationstechnik und dann unter Forschungsprojekte UniversalCNC zu finden. Wir haben als erstes eine Problemstellung formuliert, dann angefangen den Stand der Technik zu recherchieren und parallel dazu die Aufgabenstellung formuliert. Dann mit einem Brainstorming eine Mindmap erstellt. In der Anforderungsliste haben wir definiert:

Damit haben wir die Definitionsphase abgeschlossen und mit der Konzeptphase weitergearbeitet. In der Konzeptphase haben wir eine Black-Box, eine Funktionsstruktur, eine Morphologie, einen Vorteile- Nachteile Katalog erstellt und die Lösungsalternativen gegenübergestellt.

Mit der Auswahl der Lösung für die gesamte Maschine haben wir ein CAD Modell erstellt welches aus zwei parallelen Igus-Schienen in X-Richtung einer in Y-Richtung und einer in Z-Richtung besteht. Da die Schienen sich durchbiegen müssen wir diese Durchbiegung ermitteln. Das funktioniert mit der Laserquelle und dem PSD Modul an jeder Schiene separat. Parallel ist an jeder Schiene ein Positionsmesssystem von Balluff angebracht damit der Ort der Durchbiegung eindeutig bestimmt werden kann. An der Z-Achse befindet sich ein Werkzeugadapter an welchem beispielsweise einen Laser oder aber auch eine Düse für einen 3D-Drucker montiert werden kann. Im Rahmen ist auch die Auflage für das Werkstück integriert. Dabei haben wir uns von dem Lasertisch vom IMP Informationen geholt.

Jetzt haben wir die ersten Komponenten zusammengetragen welche wir für den Aufbau einer Schiene benötigen wie sie hier als CAD Modell zu sehen ist. Daraus haben wir eine Bestellliste erstellt.

## Aufbau und Elektronik (Raphael Zöhner)

Wir kommen zum elektrischen und mechanischen Aufbau des Systems. Der Schlitten unserer Linearachse hat einen Fahrweg von 2 Metern und wird mit einem Schrittmotor über einen Zahnriemen angetrieben. Die Endpositionen werden durch Endschalter, jeweils am rechten und linken Ende der Schiene, erkannt.

An der Linearachse sind zudem zwei Sensorsysteme angebracht. Das erste System besteht aus diesem Sensor von Hamamatsu und einer Laserquelle, welche fest am Ende der Achse montiert ist. Der Laserstrahl ist parallel zur Achse ausgerichtet und fällt auf die photosensitive Fläche im Gehäuse des Sensors, welcher sich mit dem Schlitten bewegt. Wenn sich die Achse bei Belastung durchbiegt – ändert sich die Position des Laserpunkts auf der Sensorfläche. Anhand des Ausgangssignals kann die Stärke der Durchbiegung ermittelt werden. Um Fremdlicht im Sensor zu minimieren, wurde dieses Lichtschutzrohr konstruiert und im 3D-Druck-Verfahren gefertigt.

Um die Position des Schlittens auf der Achse ermitteln zu können, verwenden wir magnetcodiertes Weglängenmesssystem des Herstellers Balluff. Hierbei wird ein Sensor, welcher am Schlitten montiert ist, relativ zu einem Maßkörper bewegt. Der Maßkörper besteht aus einem magnetischen Material und wurde auf dieser planflächigen Aluminiumleiste angebracht. Das System hat eine Auflösung von 1µm und verfügt zudem über Referenzpunkte.

Die Aktoren und Sensoren unserer Linearachse werden in dieser Steuerung beschaltet. Der Anschluss der Motoren und der Balluff Sensoren erfolgt über SubD-Verbinder direkt an der Steuerung. An diesen Verteilerschaltungen können 6 Endschalter und drei Hamamatsu Sensoren angeschlossen werden. In der Steuerung finden wir eine Schrittmotorendstufe, welche nach dem Takt/Richtungsprinzip arbeitet und das dazugehörige Netzteil welches 48V liefert. Ein weiteres Netzteil liefert die Versorgungsspannungen für die Sensoren und unseren embedded pc. In der Steuerung werden zudem die Quadratursignale des Weglängenmesssystems und die analogen Signale des Hamamatsu Sensors weitergeschleift.

## Bedienung (Patrick Suing)

Die Endstufe des Schrittmotors wird über das Embedded System STM32F7 angesteuert. Als Mensch-Maschine-Schnittstelle dient ein Touchdisplay, welches mit einer grafischen Benutzeroberfläche versehen ist. Wie zu sehen, gibt es einen manuellen und einen Automatikmodus. Die Verfahrensgeschwindigkeit wird über einen Schieberegler eingestellt. Die Endposition des Schlittens wird über induktive Endschalter erkannt. Um Drahtbruchsicherheit zu gewährleisten sind die Endschalter als Öffner ausgelegt. Sobald ein Endschalter betätigt wird, erkennt der Mikrocontroller einen Low-Pegel und stoppt den Motor. Im Automatikmodus wechselt der Mikrocontroller nach dem Erreichen der Endposition den Pegel für den Richtungseingang an der Endstufe und der Schlitten fährt in die andere Richtung.

## Ergebnisse (Stefan Kleinschmidt)

Ziel war es die Durchbiegung mittels des Hamamatsu Sensors zu messen. Dazu wird der Laser auf den Hamamatsu Sensor ausgerichtet und versucht den Laserpunkt in der Mitte des Sensors zu platzieren.

Durch die Durchbiegung der Schiene ergibt sich eine Abweichung vom Mittelpunkt des Sensors. Der Sensor liefert 4 Spannungen, welche die Abweichung zur Mitte des Sensors widerspiegeln. Diese 4 Spannungen kann man an den angeschlossenen Messgeräten erkennen. Über jeweils eine Formel kann die Abweichung in X und Y Richtung errechnet werden.

Zum Vergleich wurde die Durchbiegung zusätzlich mit einer Messuhr nachgemessen. Zur Erkennen ist, dass mit dem jetzigen Aufbau die Durchbiegung nicht zuverlässig gemessen werden kann. Zurückzuführen sind die Ergebnisse auf einen nicht geeigneten Laser. Der Laserdurchmesser ist schlichtweg zu groß für den Sensor. Der Sensor geht in den Anschlag, d.h. er gibt den vollen Ausschlag über den gesamten Fahrweg aus. Zur Verbesserung wurde eine Blende aufgeklebt, um den Durchmesser zu reduzieren. Dies führte zwar zu einer kleinen Verbesserung, allerdings streut das Licht dann zu stark und liefert ebenfalls keine belastbaren Ergebnisse. Größere Abweichungen werden erkannt, kleinere dagegen nur sehr schlecht.

Als letzte Methode wurde der punktförmige Laser auf einen kreuzförmigen Laser umgestellt. Aber auch hier konnte keine Verbesserung festgestellt werden.