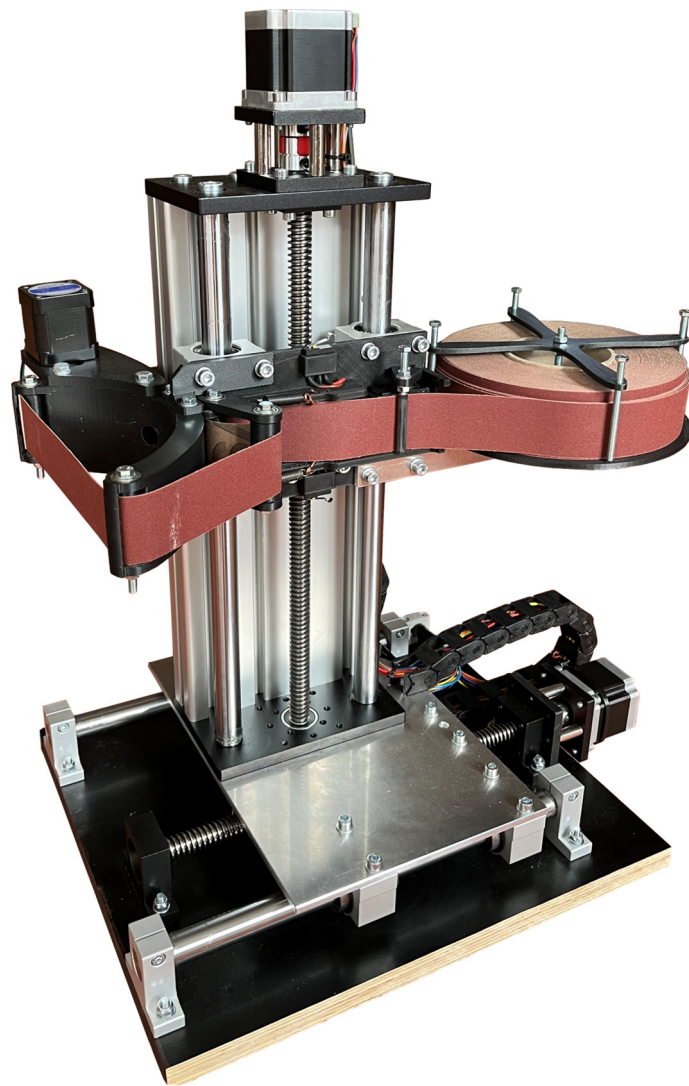


Automatisierung und Optimierung des Schleifprozesses von Urnen aus Ton in drei verschiedenen Größen



Abschlussprojekt der Fachschule Technik der Werner-von-Siemens-Schule
Hildesheim in Zusammenarbeit mit der Völsing KG

Veröffentlichungsdatum: 17.03.2023

Fachrichtung Elektrotechnik - WFSE21
Sion Mild | Mario Rotermund | Bennet Schubert

1 Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	ANFORDERUNGSANALYSE	2
2.1	Darstellung der Ausgangssituation	2
2.2	Anforderungen und Ziele des Projektes.....	2
3	SCHLEIFEN MITHILFE EINES SELBSTENTWICKELTEN SCHLEIFAUTOMATEN	3
3.1	Schleifautomat	3
3.2	Schaltschrank und Elektronik	4
3.3	Softwareprogrammierung und Funktion	5
4	AUSWERTUNG UND FAZIT	6

1 Einleitung

Diese Projektarbeit wurde im Rahmen des Abschlussprojekts der Fachschule Technik der Werner-von-Siemens-Schule Hildesheim erstellt. Sie handelt von der Planung und Realisierung der Optimierung des Schleifprozesses von Tonurnen für die Haustierbestattung und ist in Zusammenarbeit mit der Völsing KG entstanden.

Das Projekt und die dazugehörige Projektdokumentation wurden in einem Team, bestehend aus drei Personen, erstellt. Die Gruppenmitglieder sind Mario Rotermund, 26 Jahre und zuständig für Softwareentwicklung, Sion Mild, 23 Jahre und zuständig für Produktdesign und den elektronischen Aufbau und Bennet Schubert, 25 Jahre und zuständig für die Hardwareentwicklung und den technischen Aufbau. Während unserer Ausbildung zum Elektroniker für Geräte und Systeme konnten wir bereits Erfahrungen im Bereich der Entwicklung und der Kleinserienfertigung sammeln, die diesem Projekt zum Erfolg verhalfen.

Das Projekt war umfangreich und interdisziplinär, da Kenntnisse aus den Bereichen Mechanik, Elektronik und Softwareprogrammierung erforderlich waren.

Das Projektziel bestand darin, einen Fertigungsplatz der Völsing KG, an welchem gebrannte Tonurnen von Hand geschliffen werden, einer Teilautomatisierung zu unterziehen. Wir verfolgten dazu am Anfang unterschiedliche Lösungsansätze. Ein Konzept bestand daraus, einen Roboterarm zu verwenden und diesen mit einem Exzentrerschleifkopf auszustatten. Jedoch verfolgten wir auch das Konzept eines selbstentwickelten Schleifautomaten, welcher in diesem Dokument näher erläutert wird.

2 Anforderungsanalyse

2.1 Darstellung der Ausgangssituation

Die Firma Völsing KG stellt viele verschiedene Urnen her, darunter auch Urnen aus dem Werkstoff Ton. Nach dem in Form pressen und Brennen der Urnen sind oft noch Unebenheiten auf der Oberfläche der Urnen zu sehen. Diese müssen für das Lackieren zuvor weggeschliffen werden. Der Prozessschritt des Schleifens wird derzeit noch manuell von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern durchgeführt. Diese spannen die Urnen auf einem sich drehenden Teller fest und fahren die Kontur der rotierenden Urne händisch mit einem Stück Schleifpapier ab. Auch der Deckel wird manuell geschliffen.



2.2 Anforderungen und Ziele des Projektes

Ziel des Projektes war es den Schleifprozess zum Teil zu automatisieren und so die Produktivität zu steigern und die Mitarbeiter/-innen zu entlasten. Diese sollten dabei nicht vollständig ersetzt werden und die Qualität des Schleifergebnisses sollte erhalten bleiben.

Das Projekt wurde auf zwei Teams aufgeteilt. Die Idee war es eine Anlage zu entwickeln, bei der die Mitarbeiter/-innen die Urnen in eine Art Magazin oder Zwischenlager verladen. Von dort aus werden die Urnen zu einer Schleifstation gefördert, welche die Oberfläche vollautomatisiert abschleift. Nach dem Schleifvorgang werden die Urnen wieder zurück in das Zwischenlager gefördert, wo sie für die weitere Verarbeitung entnommen werden können.

Wir als Team der Fachrichtung Elektrotechnik haben die Entwicklung der Schleifstation übernommen und einen Prototyp aufgebaut.

3 Schleifen mithilfe eines selbstentwickelten Schleifautomaten

Die Konzeptidee ist eine Eigenentwicklung eines Schleifautomatenprototyps. Dieser verfährt mithilfe von Linearschienen und Spindelantrieben auf horizontaler und vertikaler Achse und kann so durch das Abfahren der Kontur der rotierenden Urne das händische Schleifen nachahmen.

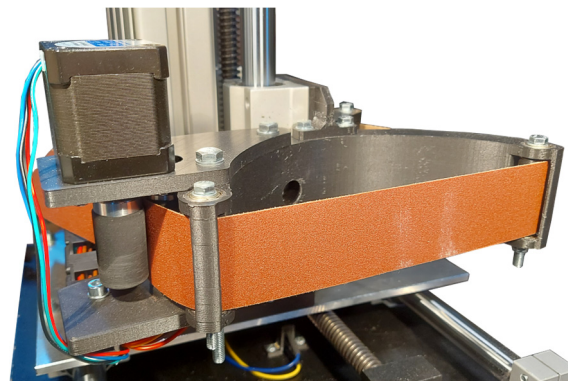
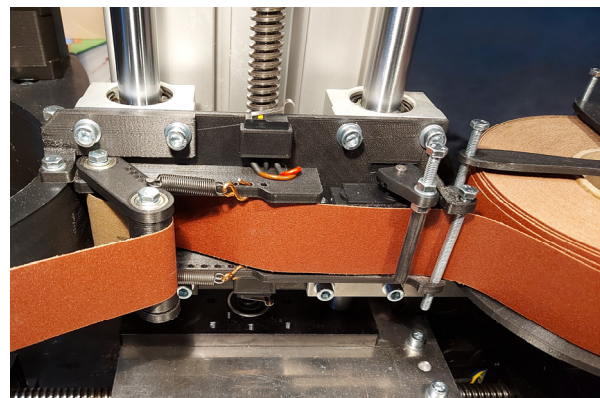
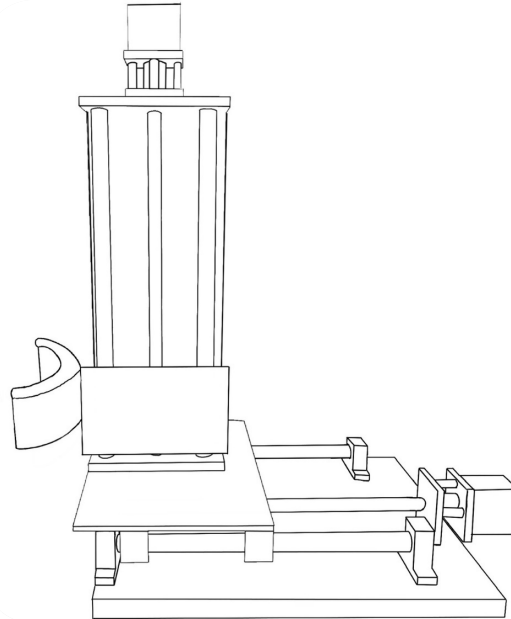
Das Komplettsystem besteht aus zwei Hauptbaugruppen: zum einen dem Schaltschrank mit der enthaltenen Steuerungselektronik und zum anderen dem Schleifautomaten.

3.1 Schleifautomat

Der Schleifautomat besteht aus einer Montageplatte, auf der die horizontale Linearachse montiert ist. Auf dieser ist eine Aluminiumplatte und die vertikale Linearachse befestigt. Die Achsen werden durch Schrittmotoren angetrieben. Zur Positionskontrolle sind Endlagenschalter an den beiden Achsen angebracht. An der vertikalen Linearachse ist wiederum eine Grundplatte montiert. Diese und einige weitere Teile wurden für diesen Prototyp zunächst 3D-gedruckt um einfacher und schneller Änderungen vornehmen zu können. Der Schleifkopf, welcher das Schleifband führt, ist links an der Grundplatte befestigt.

Die Grundplatte ist die Verbindung zwischen dem Schleifbandhalter (rechts), von dem die Schleifbandrolle abgewickelt wird, und dem Schleifkopf (links). Mithilfe eines Servomotors kann das Schleifband fixiert werden. Durch die federgelagerte Umlenkung auf der linken Seite und das Weiterführen des Schleifbandes wird dieses gespannt und kann so Unwuchten der rotierenden Urnen ausgleichen.

Der Schleifkopf wurde in einer Form gestaltet, die der Kontur der Urne ähnelt, um eine möglichst große Auflagefläche auf dem Schleifband zu gewährleisten. An den Enden des Schleifkopfes sind kugelgelagerte Laufrollen befestigt, um ein reibungsarmes Verfahren des Schleifbandes zu ermöglichen. Die Weiterführung und Fixierung des Schleifbandes geschieht durch den Schrittmotor und die gummibeschichtete Rolle.



3.2 Schaltschrank und Elektronik

Im Schaltschrank ist die Steuerungselektronik verbaut. Die Hauptkomponenten sind dabei die drei Schrittmotortreiber zum Ansteuern der Schrittmotoren und der Controllino als speicherprogrammierbare Steuerung. Die Verbindung zum Schleifautomaten erfolgt über einen D-Sub Stecker. Auf der Frontseite des Schaltschranks sind Bedien- und Anzeigeelemente verbaut. Mit diesen kann man den Automaten starten, stoppen, Fehler quittieren und die Größe der Urne auswählen.



Wir entschieden uns für den Controllino als Steuerung, weil er zum einen für uns einfach zu programmieren ist. Es wird keine kostenpflichtige Software benötigt, sondern nur die Arduino IDE und das Programmieren in C/C++ ist uns vertrauter als das TIA Portal von Siemens. Zum anderen besitzt dieser schnelle Ausgänge, mit logischen Pegeln von sowohl 5 V als auch 24 V, welche innerhalb weniger Mikrosekunden schalten können und somit ein Ansteuern der Schrittmotoren ermöglichen. Weiterhin hat er sowohl 24 V Ausgänge, welche zum Ansteuern von digitalen Signalen oder kleinerer Lasten, wie zum Beispiel LED-Anzeigeelementen, genutzt werden können, als auch Relais Ausgänge, welche das Schalten von großen Lasten oder Verbrauchern mit 230V ermöglichen.

3.3 Softwareprogrammierung und Funktion

Die Steuerung der gesamten Anlage geschieht mithilfe des „Controllino“ und der dazu selbst entwickelten Software. Diese wertet die Schalter und Taster aus und steuert die verschiedenen Lampen und Motoren an. Das Programm wurde in C/C++ geschrieben.

Insgesamt lässt sich der Ablauf des Programms in vier verschiedene Phasen einteilen: die Kalibrierphase, das Fahren in die Grundstellung, das Warten auf den Startbefehl und das Abfahren der Kontur der Urne. Je nach Ergebnis der einzelnen Phasen wird die Anlage in einen anderen Zustand versetzt. In der Kalibrierphase werden die Positionen der Achsen durch Anfahren der hinteren und unteren Endlage ermittelt. Nach dem Kalibrieren fährt der Automat in eine vordefinierte Grundposition und wartet auf den Startbefehl durch den Bediener.

Wenn der Starttaster gedrückt wird und ein Schleifband eingelegt ist, wird dieses festgespannt. Dazu wird der Servomotor in die Position bewegt, in der er das Schleifband fixiert und der Schrittmotor, welcher das Schleifband fördert, fährt dieses ein paar Zentimeter weiter. Dadurch spannt sich die federgelagerte Umlenkrolle, über die das Schleifband geführt ist und somit auch das Schleifband. Im nächsten Schritt wird ermittelt, welche Urnengröße geschliffen werden soll. Diese wurde vom Anwender über einen Auswahlschalter eingestellt. Dann fährt der Automat die für die ausgewählte Urnengröße eingestellte Startposition an, um anschließend die Kontur der Urne abzufahren. Während des Betriebsablaufs kann der Bediener jederzeit den Automaten pausieren oder stoppen.

Die Kontur der Urne wurde durch Interpolation als Polynomfunktion konstruiert. Dadurch müssen keinerlei Punkte eingespeichert werden und der Automat kann dennoch jede Position auf der Kontur der Urne berechnen und anfahren. Wenn die Oberfläche der Urne komplett abgeschliffen wurde, wird das abgenutzte Schleifband weitergeführt, gelöst und der Automat fährt zurück in Grundstellung.

Um die Sicherheit der Bediener und der Anlage zu gewährleisten, wurden verschiedene Sicherheitsfunktionen implementiert, welche eine Störung auslösen. Darunter fallen die Betätigung des Not-Aus Schalters, der Endlagentaster und die Auswertung der Störsignale der Motortreiber. Der Zustand der Anlage wird dem Bediener über die verschiedenen Anzeigeelemente auf der Schaltschrankfront mitgeteilt.

4 Auswertung und Fazit

In mehreren Praxistests überprüften wir das Konzept des Schleifautomaten. Wir passten einen der Schleifarbeitsplätze an den Automaten an und führten mehrere Testdurchläufe durch. Dabei variierten wir die Form der Kontur, den Anpressdruck sowie die Verfahrgeschwindigkeit.



Weiterhin verringerten wir die Breite des Schleifbandes, wodurch sich dieses besser an die Kontur anpassen konnte. So erhielten wir ein zufriedenstellendes Schleifergebnis. Die Voraussetzung ein gleichwertiges Schleifbild im Vergleich zu der konventionellen Bearbeitung per Hand zu erzielen, wurde unserer Ansicht nach sogar übertroffen, da durch die konstante Bearbeitungsgeschwindigkeit des Automaten ein gleichmäßigeres Schleifbild erzielt wurde.

Aus den Tests und weiterführenden Überlegungen ermittelten wir einige Verbesserungsmöglichkeiten, welche für einen Serieneinsatz in der Fertigung durchgeführt werden müssten. So müsste die 3D-gedruckte Hardware auf das schmalere Schleifband angepasst und für eine höhere Stabilität durch CNC gefrästes Aluminium ersetzt werden. Weiterhin sollte man den Schleifkopf weiter nach vorne auslagern um den Automaten kapseln und somit vor dem Schleifstaub schützen zu können. Zudem müssten auch die vorhandene Absauganlage und der Motor des Drehtellers von dem Automaten gesteuert werden, um den Prozess vollständig zu automatisieren.

Zum Abschluss des Projektes können wir sagen, dass das gesteckte Ziel ein Konzept zu erstellen, sowie daraus einen Prototyp zu entwickeln und aufzubauen, erreicht wurde und das Projekt ein voller Erfolg ist.