

# Digitalisierung eines Trowalgerätes: Optimale Betriebspunktfindung

## Student



Odin Peter

**Ausgangslage:** Für diese Arbeit steht ein kompaktes Trowalsergerät zur Verfügung, welches über eine funktionierende Maschinensteuerung verfügt. Die Maschine kann über ein HMI im Webbrowser bedient werden. Die Drehzahl des Vibrationsmotors kann vorgegeben und eine Einschalt- und Ausschaltverzögerung vergeben werden. Trowalisieren (Gleitschleifen) ist ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken. Dabei wird ein Behälter, gefüllt mit Schleifsteinen und der zu bearbeitenden Werkstücke, in Schwingung versetzt. Durch diese Schwingungen reiben die Schleifsteine an den Oberflächen der Werkstücke und erzeugen so einen regelmässigen Schliff.

**Ziel der Arbeit:** Das Hauptziel der Arbeit ist es ein Lernsystem auszuarbeiten, welches den optimalen Betriebspunkt (Motordrehzahl) der Maschine selbstständig findet.

Zudem sollen ein Review der aktuellen IoT-Architektur durchgeführt, das HMI und die Mechanik verbessert werden.

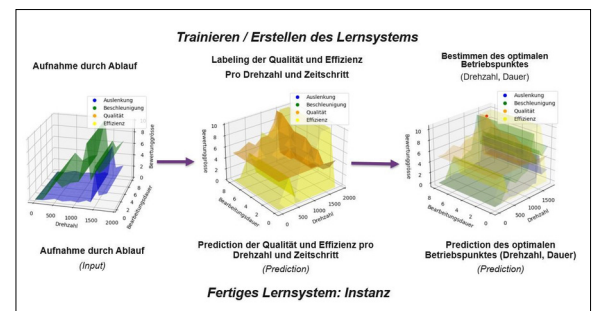
**Ergebnis:** In dieser Arbeit ist ein stetig optimierbares Lernsystem entstanden. Das Lernsystem ist in der Lage die optimalen Drehzahlen des Vibrationsmotors für eine Behälterbeladung zwischen 0-7 kg zu schätzen. Das Lernsystem basiert auf einem Ablauf und einem Prediction Teil. Im Ablauf wird der Motor in einer adaptiven Geschwindigkeit aus dem Stillstand hochgefahren. Während dem Hochfahren werden die Beschleunigungen der Vibrationsplatte aufgenommen und in diverse Grössen umgerechnet. Die Maschine erkennt anhand eines Abbruchkriteriums selbst, wann die Drehzahl zu hoch wird und die Maschine somit im Sperrbereich betrieben würde. Im Sperrbereich beginnen die Schleifsteine herumspringen und können die Werkstücke dadurch beschädigen. Nachdem der mögliche Drehzahlbereich abgefahren ist, werden die Messkurven in das Prediction-Modell gegeben. Es sind vier verschiedene Modelle erstellt worden, wobei das Modell auf der Basis der Nicht-linearen Regression die besten Ergebnisse erzeugt hat. Aus den erfassten Messkurven kann das Modell schliesslich die optimale Drehzahl abschätzen und gibt diese weiter an das allgemeine Maschinenprogramm. Das Lernsystem ist mit drei gelabelten Datensätzen trainiert worden. Die Datensätze sind mit Versuchsreihen erstellt worden, in welchen bei verschiedenen Beladungen und Drehzahlen ein Standardwerkstück bearbeitet worden ist. Neben dem Lernsystem konnten in dieser Arbeit noch weitere Resultate erarbeitet werden. Es sind drei weitere IoT-Architekturen entstanden, welche die Flexibilität der Maschine bezüglich Programmierfreiheit, Updatebarkeit und Skalierbarkeit erhöhen. Zudem sind Massnahmen erarbeitet worden, um die Schwächen der jetzigen Architektur auszubessern. In einem Dauertest vor dieser Arbeit

sind diverse Verbesserungsvorschläge für die Mechanik aufgenommen worden, welche nun umgesetzt wurden. Mit den Verbesserungen konnte auch der Verkaufspreis näher zum Zielwert von 5'000 CHF gebracht werden. Statt der Optimierung des HMIs, wurde eine genaue Kostenrechnung durchgeführt. Das kompakte Trowalgerät konnte in dieser Arbeit näher an die Serienreife gebracht werden. Um das Produkt auf Serienreife weiterzuentwickeln wird ein weiterer Aufwand von zirka 1'000 Stunden erwartet.

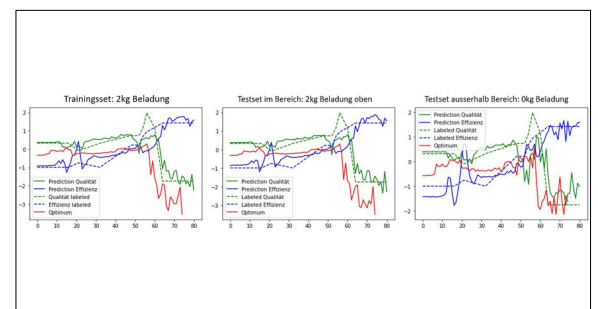
## Kompaktes Trowalgerät Eigene Darstellung



## Ansatz Lernsystem Eigene Darstellung



## Finales Modell Eigene Darstellung



## Examinator Prof. Dr. Felix Nyffenegger

## Themengebiet Mechanical Engineering, Mechanics and Automation, Business Engineering, Data Science