

## ZUSAMMENFASSUNG

---

Durch den Defekt einzelner Komponenten in Anlagen können durch Stillstand, Qualitätsmängel in dem Endprodukt oder Funktionsfehler Schäden in Millionenhöhe entstehen. Zeitgleich ist der Betrieb sicherheitskritischer Komponenten essentiell, um die Gefährdung von Leben und Gut zu minimieren. Intensive Wartungsmaßnahmen erzeugen neben ihrer Sicherheit aber auch enorme Kosten. Durch die prädiktive Wartung von kritischen Komponenten kann eine optimale operative Sicherheit bei gleichzeitiger Minimierung der Wartungskosten erreicht werden.

In der vorliegenden Arbeit wird ein Konzept für die prädiktive Wartung von wasserbetriebenen Löschanlagen, welche in fertigen Betrieben eingesetzt werden, entwickelt. Dazu gehören die Datenakquise, -transport, -verarbeitung, sowie das Anlernen diverser Modelle für die Erkennung von Anomalien und Defekten. Zusätzlich wird auf die unterschiedlichen Methoden und notwendigen Grundlagen eingegangen und diese evaluiert. Die Modelle werden durch dessen Hyperparameter optimiert und durch eine eigen definierte Sicherheitsverlustfunktion miteinander verglichen. Hierzu wird mit der Lösung Databricks innerhalb der Microsoft Azure Cloud Plattform gearbeitet. Anschließend werden die Modelle in einem Proof of Concept Dashboard implementiert, um Maschinenbetreibern die einfache Möglichkeit der Interaktion und Visualisierung der Vorhersagen zu liefern. Zudem werden Möglichkeiten der Datenübertragung und -speicherung in die Cloud ermittelt und miteinander verglichen, um eine kosteneffiziente Architektur zu entwickeln.

Eindimensionale Faltungsnetze, welche auf Basis der aufgenommenen Zeitreihen Vorhersagen treffen, liefern eine sehr hohe Verlässlichkeit bezüglich Defekten bei zeitgleichen Fehlalarmen unter 1%. Hierbei spielt vor allem die Druckdifferenz zwischen Eingangs- und Ausgangsdruck eine wichtige Rolle für die Erkennung von Anomalien. Auch naivere Modelle, welche auf den Öffnungs- und Schließzeiten basieren, liefern eine Alternative für ältere Anlagen, wo die Installation von neuen Messgeräten nicht möglich ist. Durch das Dashboard können berechtigte Nutzer über eine Web-Oberfläche Daten zu dem aktuellen Anlagenzustand oder den aufgenommenen Zeitreihen erhalten. Mit Microsoft Azure als Cloud Plattform, können bei 10.000 zu überwachenden Maschinen durchschnittlich jährliche Kosten von 30 \$ct pro Maschine erwartet werden, wenn die vorgeschlagene Datengranularität und Architektur verwendet wird.

## ABSTRACT

---

Defects of individual components in systems can result in millions of euros in damage due to downtime, quality issues in the end product or malfunctions. At the same time, the operation of safety-critical components is essential to minimize possible harm to life and firm property. Besides creating a safer environment, intensive maintenance measures also generate enormous costs. Through the predictive maintenance of critical components, optimal operational safety can be achieved while minimizing maintenance costs.

In this work, a predictive maintenance concept for water based extinguishing systems, which are used in manufacturing plants, is developed. This includes data acquisition, transport and processing, as well as the training of various models for the detection of anomalies and defects. In addition, the different methods and necessary basics are discussed and evaluated. The models are optimized using its hyper-parameters and are compared with one another using a self-defined security loss function. For this purpose, Databricks within the Microsoft Azure Cloud platform is used as a solution. The models are then implemented in a proof of concept dashboard to provide machine operators with an easy way to interact with the predictions and visualize the data. In addition, options for data transmission and storage in the cloud are identified and compared in order to develop a cost-efficient architecture.

One-dimensional convolution networks, which make predictions based on the measured time series data, provide a very high level of reliability with regard to defects while keeping false alarms simultaneous lower than 1%. The pressure difference between the inlet and outlet pressure plays an important role in the detection of anomalies. Naive statistical models based on the opening and closing times provide an alternative for older systems, where the installation of new measuring devices is not feasible. The dashboard allows authorized users to receive data on the current system status via a web interface and have insights into the time series data. With Microsoft Azure as the cloud platform, average annual costs of 30 \$ct per machine can be expected for monitoring 10,000 machines when using the proposed data resolution and architecture.