

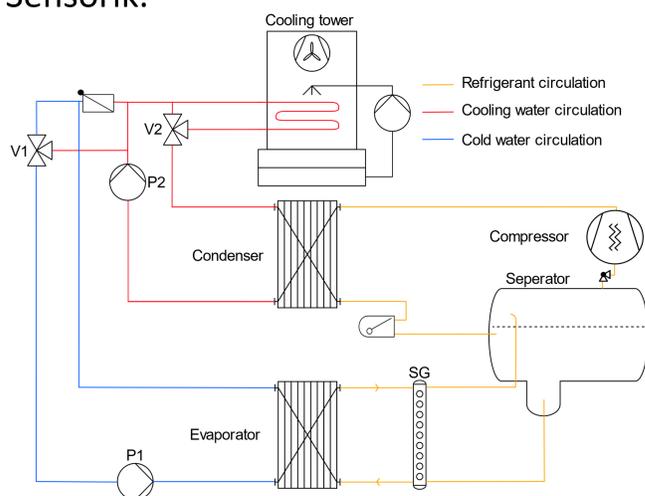
Smart Cooling Control Predictive Maintenance für industrielle Kälteanlagen

Hintergrund

Die Vermeidung von Ausfallzeiten ist für industrielle Kälteanlagen von prioritärer Bedeutung. So wird durch das frühzeitige Erkennen von Störquellen die planvolle Gegensteuerung bzw. Reparatur ermöglicht, wodurch Ausfallzeiten des Systems verringert bzw. vermieden werden. Durch die Prädiktive Instandhaltung (engl. Predictive Maintenance) kann so, im Vergleich zur präventiven oder reaktiven Instandhaltung, ein Großteil an Wartungskosten durch die Verringerung von Ausfallzeiten eingespart werden. Hierbei werden kontinuierlich zustandsbasierte Daten in Echtzeit ausgewertet, wonach Instandhaltungsmaßnahmen nach prognostizierten Ausfallzeiten geplant werden können. So wurden im Rahmen dieses Projektes gängige Defekte und Fehlerfälle in industriellen Kompressionskälteanlagen untersucht und ein Modell zur automatisierten Erkennung von Defekten abgeleitet. Dafür wurde eine Ammoniak (NH₃/R134a) basierte Testanlage aufgebaut und unter einer Vielzahl von verschiedenen Betriebsvarianten untersucht. Die hierbei erhobenen Daten konnten im Anschluss für die Entwicklung eines datengetriebenen Modells zur automatisierten Erkennung und Diagnose von Defekten verwendet werden.

Teststand

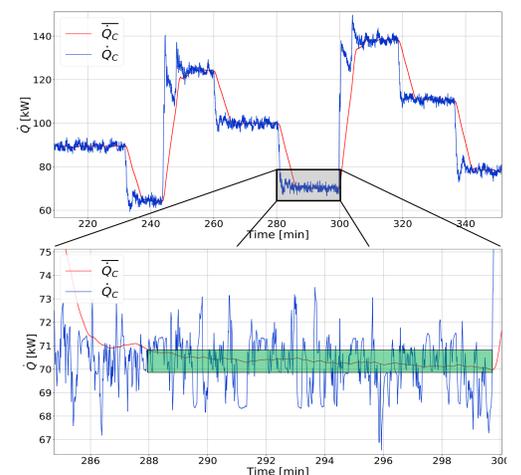
Die Anlage ist so konzipiert, dass eine Vielzahl unterschiedlicher Betriebsvarianten simuliert werden können und besteht im Wesentlichen aus einem offenen Schraubenverdichter, einem wassergekühlten Verflüssiger und einem Kältemittelabscheider mit untergebaute Verdampfer zur Medienkühlung. Durch die Simulation von Defekten in verschiedenen Schweregraden, wie z.B. Verdampferverölung oder Kältemittelverlust, erfolgte die Datenerhebung unter Einbeziehung vorab implementierter Sensorik.



Schematische Darstellung Kältekreislauf

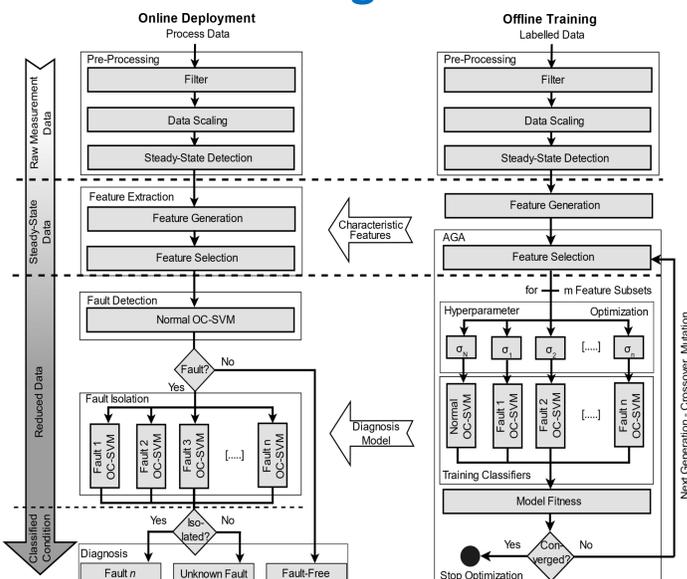


Aufbau-Sicht auf Verdichter, Schaltschrank Verflüssiger und Kältemittelabscheider

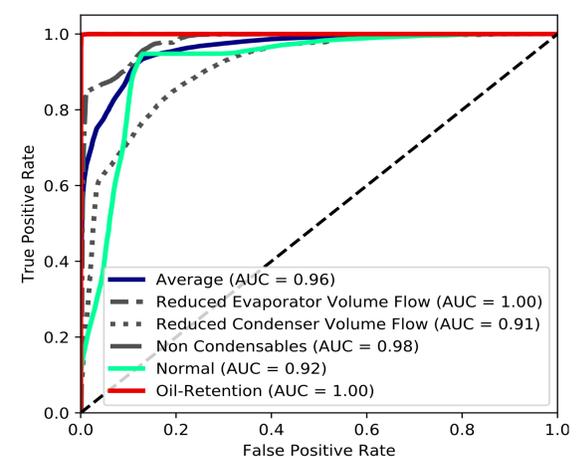


Bsp. Messablauf-Erreichen des stationären Anlagenzustands nach Sollwertänderung

Modellableitung



Das abgeleitete Modell zur automatisierten Erkennung und Diagnose von Defekten basiert auf der Anwendung der One-Class Support Vector Machine in Verbindung mit einem genetischen Algorithmus zur Merkmalsextraktion und einem heuristischen Ansatz zur Bestimmung von σ der radialen Basisfunktion (Kernel). Hierbei wird jeder Defekt (Klasse) durch ein separates Modell dargestellt.



ROC – Defektdiagnose, Schweregrad I