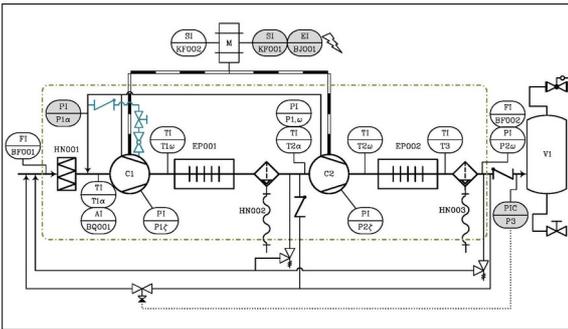




Robin Leonhard

Diplomand	Robin Leonhard
Examinator	Prof. Dr. Markus Friedl
Experte	Beat Frefel, Haug Sauer Kompressoren AG, St. Gallen, SG
Themengebiet	Energy and Environment

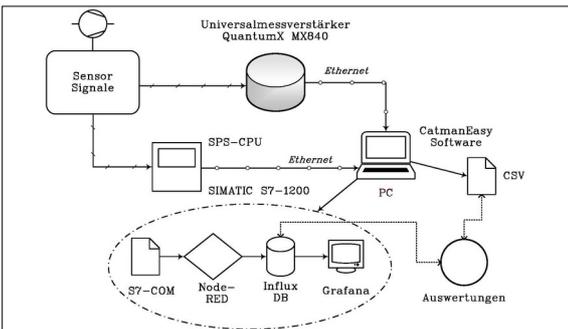
## Kolbenkompressor und sein Digital Twin



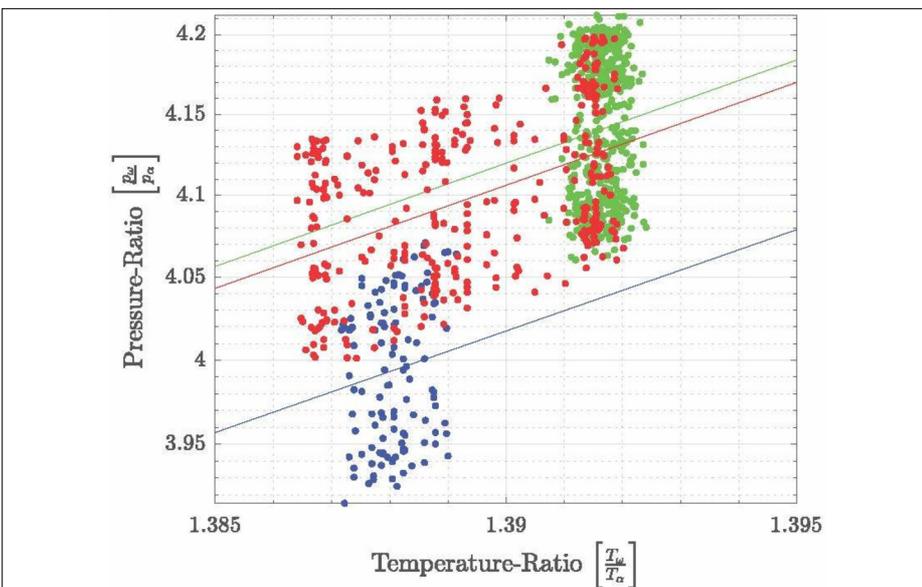
Fließbild der Anlage mit eingezeichneten Messstellen. Grau schraffierte Sensoren waren bereits vom Hersteller verbaut. Eigene Darstellung

**Ziel der Arbeit:** Das Ziel dieser Masterarbeit war es, den Praktikums-Versuchsstand eines Kompressors zu erneuern, der von Studierenden im Rahmen des Moduls Thermo- und Fluidodynamik 2 (TFD) genutzt wird. Es konnte eine Maschine übernommen werden, die am Ende eines Forschungsprojekts, an dem das IET mitwirkte, nicht weiter genutzt wurde und den Bedürfnissen entsprechend mit Sensoren ausgerüstet werden. Neben den für das Praktikum relevanten Untersuchungen wurde zusätzlich das Thema "Digital Twin" erschlossen und in die Arbeit integriert. Wichtig dabei war es, ein solides Framework für weiterführende "Digital Twin"-Projekte am IET aufzubauen.

**Ergebnis:** Mit der Installation dieses Kompressors steht im Thermolabor eine zeitgemässe Maschine, die den Studierenden einen Praxisbezug zu einigen Fachmodulen bietet, die sie besuchen. Als Beispiel aus dem Studiengang EEU sei hier neben TFD, Steuerungs-, Messtechnik und Datenerfassung, sowie Anlagenbau genannt. Mit den Messdaten, die in einer Datenbank auf einem Raspberry Pi aufgezeichnet werden, wurden Untersuchungen zum thermodynamischen Prozess der Maschine gemacht (z.B. Polytropenexponent, volumetrische und elektrische Effizienz). Durch den Anbau eines Nadelventils am Zylinderflansch des Kolben konnte die Verdichtung manipuliert und Undichtigkeiten simuliert werden, wie sie in der Realität wahrscheinlich erst nach langen Betriebszeiten auftreten würden. Die dabei entstandenen Leistungseinbußen wurden im Vergleich mit dem "normalen" und einem Referenz- Betriebspunkt anhand des Polytropenmodells mittels orthogonaler Regression untersucht (siehe Abbildung unten). Auf den ersten Blick konnten signifikante Unterschiede der Modellparameter festgestellt werden, die darauf hindeuten, dass man Verluste durch bspw. Verschleiss der Kolbenringe mit einem "Digital Twin"-Konzept frühzeitig erkennen könnte. Um diese Zusammenhänge jedoch abschliessend zu bestätigen, müssen mehr Experimente durchgeführt und der Code sollte für dynamische Auswertungen erweitert werden.



Datenmanagement Framework der Versuchsanlage mit zwei verschiedenen Messdatenerfassungssystemen (QuantumX / SPS) Eigene Darstellung



Regressions Analyse des Polytropenmodell (x-Achse: Temperaturverhältnis, y-Achse: Druckverhältnis, beide aus den Messdaten). Grün: Volllast, Rot: Volllast "undicht", Blau: Teillast  
Eigene Darstellung