

## Self-Learning, Energy Efficient Indoor Temperature Control

Diese Bachelorarbeit wurde in Zusammenarbeit mit einem Startup-Unternehmen verfasst, das im Bereich von Optimierung und intelligenter Betriebsführung der Gebäudetechnik tätig ist. Dabei stehen datenbasierte Verfahren im Fokus, und mittels bedienungsfreundlicher App ist das ganze Gebäude und sein Energieverbrauch jederzeit in Griffnähe. Ein aktuelles Projekt der Firma ist eine Turnhalle, in der bereits Messgeräte, Regler und die Applikation in Betrieb sind. Jedoch wird die Heizung der Halle, wie in vielen älteren Gebäuden, über Erfahrungswerte vom Hauswart ein- und ausgeschaltet. Dadurch ist die Einschaltzeit sehr ungenau, und häufig wird die gewünschte Solltemperatur beim Bedarfszeitpunkt verfehlt. Daher ist das Ziel dieser Bachelorarbeit, mittels Machine Learning Modelle zu generieren, die in der Lage sind, die Temperatur in der Turnhalle vorherzusagen. Mit diesen Temperaturvorhersagen soll der optimale Startzeitpunkt berechnet werden, sodass bei einer definierbaren Zeit die Solltemperatur in der Halle erreicht ist. In einem ersten Schritt wurden die bereitgestellten Messdaten von der Turnhalle bearbeitet und deren Korrelation analysiert. Im weiteren Projektverlauf wurden erste Vorhersage-Modelle in Python mittels Random Forest und der multiplen linearen Regression generiert, um die Temperatur in der Halle vorherzusagen. Die Modelle wurden stetig erweitert und mit unterschiedlichen Datensätzen trainiert. Mit dem Aufstellen einer Funktion für den Temperatur-Gradienten in Abhängigkeit von Temperaturdifferenzen wurde das Modell abgerundet. So ist man nun in der Lage, den optimalen Startzeitpunkt auf Stundenbasis zu berechnen. Es wurde evaluiert, wie die Trainingsdaten bearbeitet werden müssen und mit welchen Trainingsdatensätzen die genauesten Vorhersagen erzielt werden. Mit dem Trainieren des Modells in den zwei vorangegangenen Monaten ist man in der Lage, stündliche Vorhersagen mit einer Abweichung von 0.4 Prozent und achtstündige Vorhersagen mit einer Abweichung von 4.4 Prozent zu generieren. Ebenfalls wurden die Problemzonen der Turnhalle mit der Datenanalyse aufgedeckt und mit einem einfachen thermodynamischen Gebäudemodell bestätigt. Diese Erkenntnisse könnten für die bevorstehende Sanierung der Turnhalle ebenfalls interessant sein, da das Energiesparpotenzial von solch alten Gebäuden enorm ist. Die Python-Codes können zum jetzigen Zeitpunkt in die Anlage implementiert werden, um damit die Heizungsanlage, basierend auf den Vorhersagen, anzusteuern.



### Diplomierende

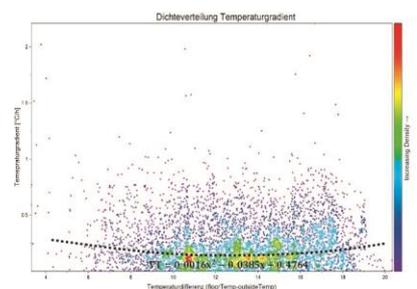
Sven Peter  
Remo Rutz

### Dozentin

Angela Meyer



Innenansicht der Sporthalle



Temperaturgradient