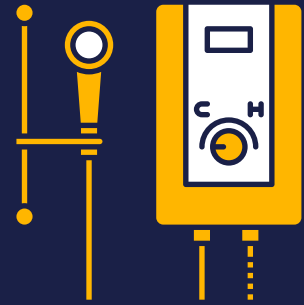


Intelligenter Warmwasserspeicher

Fortgeschrittene Algorithmen zur präzisen
Schätzung von indirekt messbaren Größen



Projektziel

Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage sind in Wohnungen und Gebäuden weit verbreitet, um das gewünschte Raumklima zu schaffen. Infolgedessen ist ein großer Teil des Gesamtenergieverbrauchs von Gebäuden heute direkt auf Raumheizungs- und Warmwassersysteme zurückzuführen.

Um den Gesamtenergieverbrauch zu senken, ist es entscheidend, diese Systeme so zu konzipieren und zu betreiben, dass der Energieverbrauch minimiert wird, ohne den Komfort der Bewohner zu beeinträchtigen. Die Entwicklung von **Heizungssystemen mit intelligenten Steuerungsstrategien** zur Energieeinsparung birgt jedoch mehrere Herausforderungen. Eine der größten Herausforderungen ist der Mangel an Sensoren in Gebäuden, die in der Lage sind, das Raumklima und das Heizsystem zu überwachen, da diese Aufgabe sehr komplex ist. Die verfügbaren Sensordaten liefern daher nur ein begrenztes Verständnis des aktuellen Zustands der Heizungsanlage.

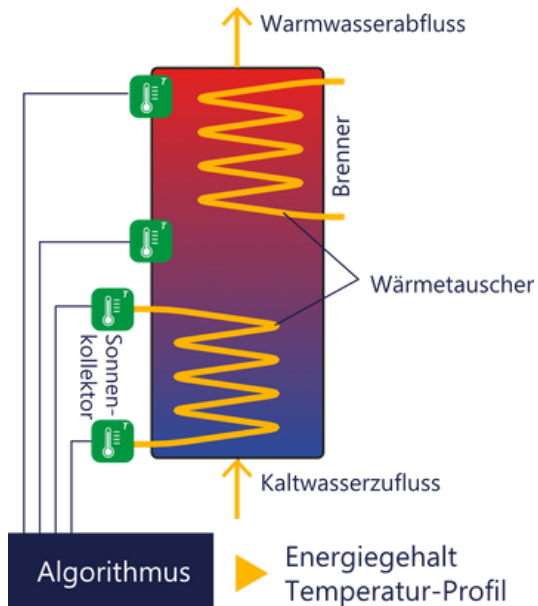
Aus Sicht der Datenverarbeitung besteht die größte Herausforderung darin, den unbekannten Energiebeitrag von Solarkollektoren und Brennerwärmetauschern sowie die Energiereduktion aufgrund von Warmwasserentnahme und Kühlvorgängen zu berücksichtigen. Darüber hinaus beschränkt sich die Temperaturüberwachung auf einige wenige Sensoren, die sich am Wärmetauscher des Solarkollektors sowie in der Mitte und oben am Wassertank befinden.

Ziel dieses Projekts war die Entwicklung von Algorithmen zur Zustandserkennung, zur Schätzung des Energiegehalts und zur Erstellung von Temperaturprofilen in Warmwasserspeichern.

Das Hauptaugenmerk lag auf der **Schätzung des Energieinhalts auf der Grundlage der begrenzten Sensordaten** und der Optimierung der Steuerung des Warmwasserspeichers, um den Gesamtenergieverbrauch zu senken und die Spitzenlast zu minimieren.

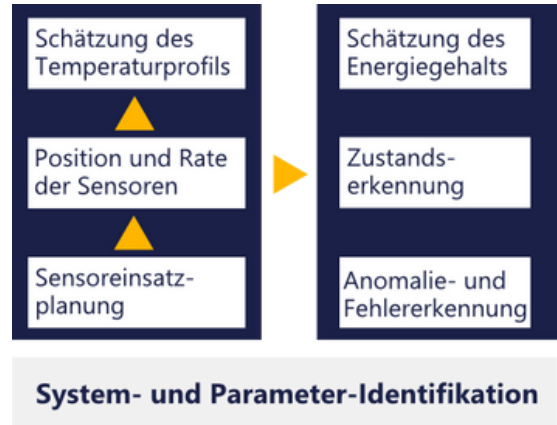
Dies ermöglicht die Bereitstellung zusätzlicher Funktionen für die bedarfsgerechte Warmwasserbereitung, wovon die Endkunden profitieren.





Warmwassertank Diagramm

Ein intelligenter Algorithmus, der in ein Steuerungssystem integriert ist, berechnet permanent den Energiegehalt und das Temperaturprofil eines Warmwasserspeichers anhand von Temperatursensoren.



Schätzung von Größen, die nicht direkt gemessen werden können

Bei Warmwasserspeichern können Größen, die nicht direkt gemessen werden können, durch intelligente Algorithmen geschätzt werden. Beispiele: (a) Temperaturprofil und Energiegehalt im Speicher, (b) Zustand des Warmwasserspeichers, (c) Energiefluss vom Solarkollektor, (d) Warmwasserentnahme durch die Nutzer und (e) Erkennung von Anomalien.

Vorgehen & Lösungsweg

Das Projekt umfasste die Auswahl eines modellbasierten Ansatzes zur Berücksichtigung der physikalischen Bedingungen und die Modellierung des Wärme- und Stofftransports, einschließlich der Wasserzu- und -abflüsse. Die Temperaturprofile im Warmwasserspeicher wurden geschätzt und Messstörungen wurden kompensiert. Der Algorithmus wurde in Python entwickelt, um ein schnelles Prototyping zu ermöglichen. Die endgültige, qualifizierte Software wurde in C für eingebettete Mikrocontroller implementiert und in das Zielsystem des Kunden integriert. Während des gesamten Projekts fand eine enge Abstimmung mit dem Kunden statt.

Ergebnisse & Vorteile



Softwareprodukt mit hervorragender Konfigurierbarkeit, die eine nahtlose Integration in verschiedene Produktfamilien ermöglicht



Benutzerfreundlichkeit mit detaillierten Temperaturprofilen, Energieniveaus, Bilanzen, & präzisen Warmwasserzapfdaten



Das entwickelte Verfahren benötigt nur minimalen Speicherplatz, etwa 5 kByte, und gewährleistet so optimale Leistung und Ressourcennutzung



Zukunftssichere Lösung: Fossile Brennstoffe reduzieren & Energienutzung durch integrierte Solarenergie optimieren