



Ermittlung des Energiegehalts in Warmwasserspeichern

Algorithmen für die Schätzung nicht direkt messbarer Größen

1 Projektziel

Um ein gewünschtes Raumklima bereitzustellen werden in Wohnungen und Gebäuden Heizungs-, Lüftungs- und Klimatisierungssysteme verwendet. Ein großer Teil des gesamten Energieverbrauchs von Gebäuden geht dabei direkt auf das Konto von Raumheizungs- und Warmwassersystemen. Um den Gesamtverbrauch zu reduzieren sollten solche Systeme so entworfen und betrieben werden, dass der Energieverbrauch möglichst gering ist ohne den Komfort der Bewohner zu beeinträchtigen.

Die Entwicklung von Heizsystemen, die eine intelligente Regelstrategie verwenden und dadurch den Gesamtenergieverbrauch senken können, ist

aus mehreren Gründen recht schwierig. Ein Grund dafür ist, dass im Vergleich zur Komplexität nur sehr wenige Sensoren installiert sind die das zugrunde liegende Raumklima und das Heizsystem überwachen. Das bedeutet, dass nur eine sehr eingeschränkte Sicht auf den aktuellen Zustand des Heizsystems verfügbar ist.

Aus Sicht der Datenverarbeitung besteht die größte Herausforderung darin, dass die Wärmetauscher des Sonnenkollektors und des Brenners eine unbekannte Menge an Energie in das System einspeisen und die Ereignisse der Warmwasserentnahme und Abkühlung den Energiegehalt verringern. Darüber hinaus wird die Temperatur nur von wenigen Sensoren überwacht, die sich am Wärmetauscher des Solarkollektors sowie in der Mitte und oben am Wassertank befinden.

Ziel dieses Projekts war es verschiedene Algorithmen zur Zustandserkennung, die Schätzung des Energieinhalts und des Temperaturprofils in Warmwasserspeichern zu entwickeln. Hauptziel war es basierend auf den wenigen Sensordaten den Energieinhalt abzuschätzen und den Warmwasserspeicher so zu steuern, dass der Energieverbrauch reduziert werden kann. Dadurch ist es möglich dem Endkunden zusätzliche Funktionen für eine bedarfsgerechte Warmwasseraufbereitung zur Verfügung zu stellen.

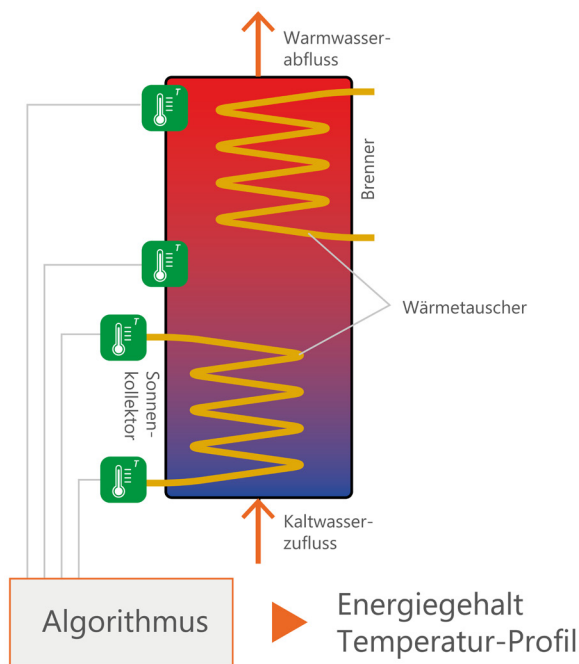
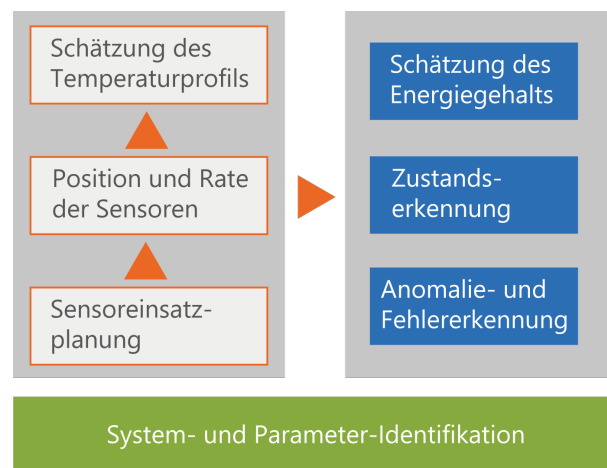


Schaubild Warmwasserspeicher. Ein intelligenter Algorithmus integriert in einer Steuerung berechnet basierend auf Temperatursensoren den Energiegehalt und das Temperaturprofil eines Warmwasserspeichers.

metransport) und Zu-/Abläufe von Wasser (Massetransport).

- Schätzung des Temperaturprofils im Warmwasserspeicher bei jeder Messung.
- Kompensation von Messstörungen.
- Durchführung der Algorithmenentwicklung in einer Rapid-Prototyping-Sprache.
- Durchführung der Softwareentwicklung in C auf Embedded Mikrocontroller und Integration in das Zielsystem vom Kunden.
- Die Algorithmen- und Softwareentwicklung fand in sehr enger Abstimmung mit dem Kunden statt.



Schätzung nicht direkt messbarer Größen. Basierend auf Temperatursensoren die an wenigen Stellen des Warmwasserspeichers angebracht sind können mittels intelligenten Algorithmen nicht direkt messbare Größen geschätzt werden. Beispiele: (a) Temperaturprofil und Energieinhalt im Speicher, (b) Zustand des Warmwasserspeichers, (c) Energiedurchfluss vom Sonnenkollektor, (d) Warmwasserzapfungen durch Nutzer und (e) Anomalieerkennung.

2 Vorgehen/Lösungsweg

- Auswahl eines modellbasierten Ansatzes um die physikalischen Gegebenheiten zu berücksichtigen.
- Modellierung der Wärmeausbreitung über den Ort und über die Zeit, die Energiezu- und abgänge, Wärmeübertrager (Wär-

3 Ergebnis und Nutzen

- Das entwickelte Softwareprodukt ließ sich dank seiner guten Konfigurierbarkeit auf mehrere Produktfamilien erweitern und sehr gut in das Produktsortiment integrieren.
- Das von Knowtion entwickelte Verfahren benötigt lediglich ca. 5 kByte Speicher.

- Endverbraucher erhält weiterführende Informationen gewonnen aus den Temperaturmessungen, wie z. B. ein detaillierter Temperaturverlauf, Energieladezustände, Energiebilanzen und den Zeitpunkt und das Volumen von Warmwasserzapfungen.
- Damit kann zukünftig der Verbrauch an fossilen Brennstoffen reduziert und der Einsatz durch Solarenergie optimiert werden.



Reduktion des Energieverbrauchs. Durch den Algorithmus sind neue Funktionalitäten möglich die dem Endkunden eine bedarfsgerechte Warmwasseraufbereitung zur Verfügung stellen. Dadurch kann der Energieverbrauch in Gebäuden und Wohnungen reduziert werden.