

Prognose Warmwasserverbräuche – Regression

Einleitung

Der Energieverbrauch pro Person für Warmwasser macht je nach Nutzerverhalten zwischen 500 und 1000 kWh pro Jahr aus. Zum Vergleich dazu liegt der Stromverbrauch in Haushalten bei ca. 500-1500kWh pro Haushalt + 500 kWh * Anzahl Bewohner. Der Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung liegt also je nach Nutzerverhalten ungefähr in der gleichen Größenordnung wie der Stromverbrauch.

Wasser hat eine relativ hohe Wärmekapazität, d.h. es wird viel Energie benötigt, um es zu erwärmen. Insbesondere in den USA, England oder auch Frankreich erfolgt die Erwärmung fast ausschließlich elektrisch. Aufgrund der hohen Wärmekapazitäten sind sehr hohe Leistungen von über 20 kW für einen Durchlauferhitzer notwendig. (Vergleich: normale Steckdose maximal 3,6 kW). Um das Stromnetz und die Kraftwerke zu schonen, wird das warme Wasser daher zunächst in Speichern mit niedriger Leistung erwärmt und dann bei Bedarf aus dem Speicher abgezogen. Allerdings muss der Speicher dabei ständig auf 60+°C gehalten werden, wodurch auch ständige Verluste anfallen. Diese Verluste sind zwar dank relativ ausgereifter Isolierung nicht groß (ca. 0.5-1 kWh/Tag), aber summieren sich im Laufe der Jahre.

Eigentlich besteht aber kein Bedarf, den Speicher ständig auf so hohen Temperaturen zu halten. Stattdessen würde es ausreichen, mit dem Heizen des Speichers erst anzufangen, wenn demnächst auch ein Verbrauch stattfindet. Aber dafür muss bekannt sein, wann genau denn der nächste Verbrauch stattfinden wird, denn empirische Beobachtungen haben gezeigt, dass Leute im Allgemeinen nur begrenzt begeistert auf eiskaltes Wasser beim Duschen reagieren. Daher gilt es einen Prognose-Algorithmus zu finden, welcher hinreichend gute Ergebnisse liefert, um damit einen Warmwasserspeicher ansteuern zu können. Zudem muss der Algorithmus lernfähig sein, sich selbstständig an veränderndes Nutzerverhalten anpassen und vorzugsweise für die Berechnung keinen Großrechner erfordern.

Herausfordernd wird das Ganze durch eine Reihe von Faktoren. Einige davon sind:

- Wochenenden und Wochentage haben völlig unterschiedliches Benutzerverhalten.
- Leute nehmen Urlaub variabler Dauer.
- Händewaschen ist sehr stochastisch verteilt.
- Schichtarbeiter haben jede Woche ein anderes Nutzerverhalten
- Die einzelnen Zapfvorgänge sind diskrete Ereignisse variabler Länge, d.h. viele klassische und schön einfache Prognoseansätze (gleitender Mittelwert o.ä.) funktionieren überhaupt nicht.

Aufgabenstellung

Sie erhalten mehrere Zeitreihen in verschiedenen zeitlichen Auflösungen zwischen 1s und 15 min für einige Monate bis hin zu einem Jahr. Bei den Zeitreihen handelt es sich um sowohl reale Messwerte als auch synthetische Lastprofile. Ihre Aufgabe besteht darin, ein Prognose-Programm zu schreiben. Dieses muss online, basierend auf den vergangenen Daten, zu jedem Zeitpunkt in der Zeitreihe eine Prognose abgeben für die nächsten 24h.

Als Methode könnte z.B. ein ganzzahliger ARMA-Prozess, eine Frequenzanalyse oder auch eine Clusterbildung und eine Analyse der zeitlichen Häufigkeiten eingesetzt werden.

Als Vergleich für die Güte der Prognose dient die naive Prognose, nämlich: Der Verbrauch in der Zeitperiode ist genau so groß wie letzte Woche um die gleiche Zeit.

Als Programmierumgebung wird MatLab vorgeschlagen.

Anforderungen

- Einlesen der Daten
- Erstellen der naiven Prognose
- Erstellen einer Prognose mit dem von Ihnen programmierten Prognosealgorithmus
- Bewertung der Prognosen mit einer geeigneten Methode

Beispiele für solche Zeitreihen sind:

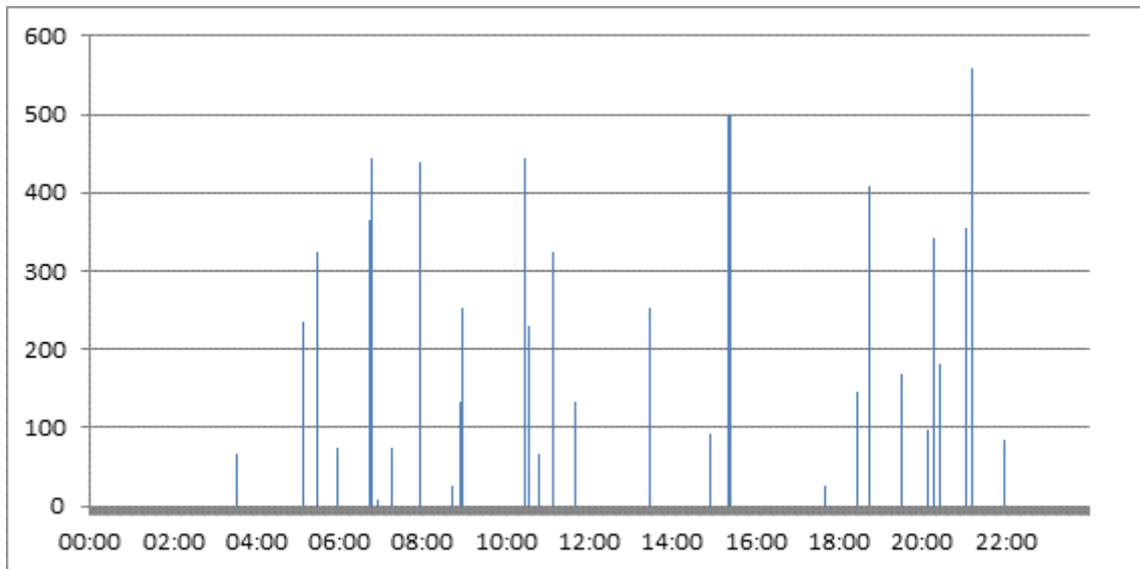


Abbildung 1: Warmwasser-Zapfprofil für einen Tag in einem 4-Personen-Haushalt

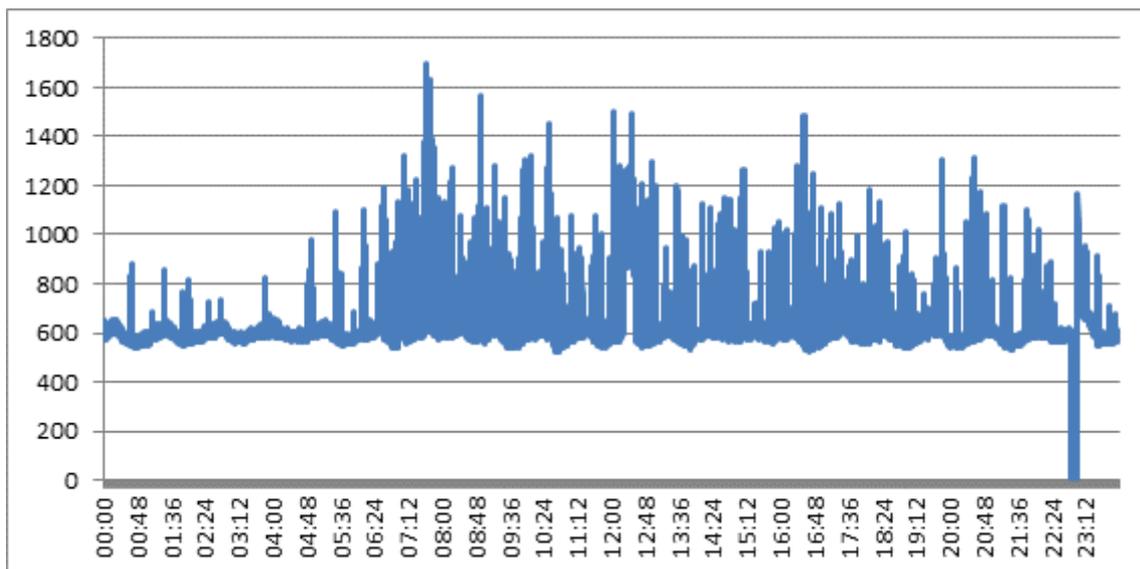


Abbildung 2: Warmwasser-Verbrauch in einem Mehrfamilienhaus an einem Tag mit aktiver Zirkulationspumpe