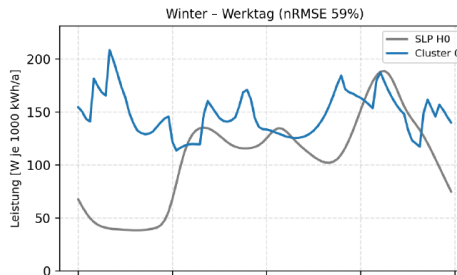
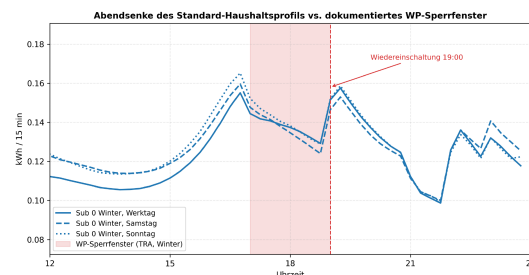


Clustering von Smart-Meter-Messdaten

Wie viel und wann beziehen Schweizer wirklich ihren Strom? Diese Arbeit durchforstet 3,6 Milliarden Smart-Meter-Messwerte mit maschinellem Lernen und wandelt sie zu typischen Lastprofile um. Diese weichen deutlich von den Standardlastprofile der heutigen Netzplanung ab.



Geclusteres Haushaltsprofil (blau) und Standard-Lastprofil H0 (grau) an einem Winter-Werktag



Fernsteuerung im Kollektivverbrauch sichtbar: Im Wärmepumpen-Sperrfenster (rot) sinkt die Last der Haushalte und springt bei der Freigabe wieder zurück.

Ausgangslage

Wer Stromnetze mit Wärmepumpen, Elektroautos und Solaranlagen planen will, muss wissen, wie Endkunden tatsächlich Strom beziehen. Bis heute werden für die Netzplanung Standard-Lastprofile aus dem Jahr 1999 verwendet. Dank dem Smart-Meter-Rollout liegen nun flächendeckende Messdaten vor. Für dieses Projekt wird ein anonymisierter Datensatz vom Schweizer Verteilnetzbetreibers CKW genutzt, mit über 100'000 Kunden im Viertelstundentakt.

Vorgehen

Jeder Kunde wird durch sieben Kennzahlen (KPI) beschrieben: Jahresverbrauch, Lastspitze und die

Verteilung des Verbrauchs über den Tag in vier Fenster. Darauf sucht ein unüberwachtes Lernverfahren (Mean-Shift-Clustering) in zwei Schritten selbstständig nach Clustern mit ähnlichen Verhalten, ohne dass die Anzahl der Cluster vorgegeben werden musste. Um mit dem vorhandenen Arbeitsspeicher auszukommen, wurden die Messdaten in Chunks von 3 Millionenzeilen eingelesen und verarbeitet.

Resultate

Rund 95 Prozent der Kunden folgen einem einzigen Standard-Haushaltmuster. Zusätzlich hat das Verfahren Sondergruppen entdeckt, wie nachts geschaltete Elektroboiler und Speicherheizungen, Gewerbe mit Bürozeiten sowie ausgepräg-

te Abendverbraucher. Der Vergleich mit dem Standardprofil zeigt markante Lücken auf. Die reale nächtliche Grundlast ist im Winter zweibis dreimal höher und die Boiler-Nachtspitze fehlt dort ganz. So gar die täglichen Schaltbefehle der Rundsteuerung sind im Verbrauch von 95'000 Haushalten sichtbar und bestätigen die Resultate unabhängig.

Nutzen

Das Ergebnis ist ein Katalog von 18 empirisch belegten Lastprofilen im VDEW-Format. Diese können nun direkt in die Netzanalysen vom Auftraggeber einfließen und helfen dabei Zukunftsszenarien für die Energiewende realitätsnäher zu planen.

Technische Eckdaten

- Datensatz: 103'573 Zähler, Kalenderjahr 2022, 15-Minuten-Auflösung (3,6 Mrd. Messwerte)
- Methode: zweistufiges Mean-Shift-Clustering auf sieben KPIs
- Ergebnis: 18 repräsentative Lastprofile im VDEW-Format, normiert auf 1000 kWh Jahresverbrauch
- Validierung: Klassifikator (Accuracy 98.9%) und öffentlich dokumentierte Rundsteuer-Schaltzeiten

Arbeitsgruppe:

Richard Ringquist

Auftraggeber:

Institut für Elektrische Energietechnik, FHNW, Windisch

Betreuer:

Prof. Dr. Martin Geidl, Dirk Schmidt