

# BEWERTUNG DER AKTUELLEN STANDARDLASTPROFILE ÖSTERREICHS UND ANALYSE ZUKÜNFTIGER ANPASSUNGSMÖGLICHKEITEN IM STROMMARKT

Michael Hinterstocker, Serafin von Roon, Marina Rau

Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, Am Blütenanger 71, 80995 München,  
info@ffe.de, www.ffegmbh.de

**Kurzfassung:** Die derzeit in Österreich zur Prognose und Abrechnung des Strombezugs nicht leistungsgemessener Kunden verwendeten Standardlastprofile wurden vor etwa 20 Jahren auf Basis von Messungen des VDEW in Deutschland generiert und sind deshalb sowohl aufgrund des unterschiedlichen Bezugsgebiets als auch wegen der mangelnden Anpassung an aktuelle Entwicklungen nicht mehr geeignet. Durch die geplante flächendeckende Einführung von Smart Metern besteht die Möglichkeit, die Smart-Meter-Daten auszuwerten, um die verwendeten Profile zu evaluieren und gegebenenfalls neue Profile zu generieren.

Dazu wurden in einer Studie im Auftrag der E-Control verschiedene Verfahren hinsichtlich Aufwand und Nutzen untersucht. Die Untersuchung erfolgte auf Basis von bereits vorliegenden Smart-Meter-Daten, die im Rahmen von Smart-Meter-Pilotprojekten in Haushalten dreier ausgewählter Regionen erhoben wurden. Die zur Lastprofilerstellung verwendeten Methoden unterscheiden sich hinsichtlich berücksichtigter Eingangsparameter, Aktualisierungsrate und der betrachteten Kundengruppe.

Der Vergleich des derzeit verwendeten Standardlastprofils mit dem realen Haushaltsverbrauch zeigt, dass es wie erwartet zu großen Abweichungen kommt. Durch Erstellung neuer Profile lassen sich diese mit geringem Aufwand stark reduzieren.

**Keywords:** Standardlastprofile, Smart Meter

## 1 Einführung

Am österreichischen Strommarkt werden die bezogenen Strommengen grundsätzlich in Viertelstundenwerten abgerechnet. Bei Verbrauchern mit weniger als 50 kW Anschlussleistung oder weniger als 100.000 kWh Jahresgesamtverbrauch wird in der Regel nur einmal im Jahr der Verbrauch am Zähler abgelesen. Dies trifft insbesondere auf Haushalte zu. Um den tatsächlichen zeitaufgelösten Strombezug dieser Kunden zu prognostizieren, werden sogenannte Standardlastprofile, angepasst für verschiedene Kundengruppen, verwendet [1].

Diese Lastprofile wurden in den 90er Jahren vom deutschen VDEW definiert und für den österreichischen Markt um einige Profile erweitert. Der Verbraucherklasse der Haushalte wird dabei das Standardlastprofil H0 zugeteilt. Die gesellschaftlichen, technischen und

klimatischen Entwicklungen der letzten Jahre lassen vermuten, dass dieses H0-Standardlastprofil nicht mehr zeitgemäß ist und den tatsächlichen Stromverbrauch nicht akkurat abbildet. Zudem wurde das Lastprofil ohne Anpassung an die österreichischen Gegebenheiten aus der deutschen VDEW-Studie übernommen.

Aufgrund aktueller und zukünftiger Entwicklungen, wie beispielsweise erhöhter Einspeisung von Energie aus volatilen Erzeugern, wird der österreichische Energiemarkt großen Veränderungen unterliegen. In dieser Umbruchsphase wäre es denkbar, auch neue, verbesserte Lastprofile einzuführen. Die Zunahme von Smart Metering [2] eröffnet dabei neue Möglichkeiten, Anpassungen der Lastprognose vorzunehmen, um den tatsächlichen Verbrauch genauer nachzubilden. Im Folgenden werden Methoden zur Erstellung neuer Lastprofile vorgestellt, deren Nutzen anhand vorliegender Smart-Meter-Daten getestet und der Aufwand zur Umsetzung diskutiert.

## **2 Methodik**

### **2.1 Datengrundlage**

Als Datengrundlage stehen Smart-Meter-Messwerte von Haushalten aus drei verschiedenen österreichischen Regionen (im Folgenden mit A, B und C bezeichnet) zur Verfügung. Für Region A liegen Smart-Meter-Messdaten von etwa 200 Kunden über einen Zeitraum von zwei Jahren vor. Die Daten aus Region B stammen aus einem Smart-Meter-Pilotprojekt, im Zuge dessen über ein Jahr Messungen bei ca. 300 Kunden vorgenommen wurden. Aus Region C wurden rund 2000 über ein Jahr aufgezeichnete Datensätze verwendet.

### **2.2 Profilverfahren**

Analog zum VDEW-Standardlastprofil lässt sich ein neues, auf den aktuellen Messdaten basierendes Lastprofil definieren. Dabei wird die Einteilung in neun Typtage (je Werktag, Samstag, Sonntag für Winter, Übergang, Sommer) sowie die Dynamisierungsfunktion zur Skalierung des resultierenden Jahresprofils vom derzeitigen Verfahren übernommen. Aufgrund der verfügbaren Daten aus drei Regionen kann hier sowohl ein Gesamtprofil als auch regional angepasste Profile generiert werden.

Zur Verbesserung dieser Profile werden zusätzliche Informationen als weitere Eingangsparameter berücksichtigt. Eine Möglichkeit dabei ist die Verwendung zusätzlicher Typtage für Freitage oder Werktage in Schulferienzeiten [3]. Eine weitere Unterteilung der Verbrauchergruppe Haushalte in Untergruppen [4] anhand verschiedener Merkmale (Jahresgesamtverbrauch, Position der Mittagsspitze, Verhältnis Tag-/Nacht-, Sommer-/Winter-, Vormittags-/Nachmittags-, Wochenend-/Werktagsverbrauch) wurde geprüft, ebenso kürzere Aktualisierungsintervalle der Profile sowie Berücksichtigung von Witterungsdaten (Lufttemperatur, Globalstrahlung) [3]. Die Zuweisung eines individuellen Profils für jeden Kunden setzt eine Smart-Meter-Infrastruktur voraus, die derzeit nicht gegeben ist. Dennoch kann dieses Verfahren zukünftig relevant sein und wurde auch untersucht.

## 2.3 Bewertung der Verfahren

Um die Prognosegüte der verschiedenen Methoden quantitativ bewerten zu können, wird die energetische Abweichung des Profils vom tatsächlichen Verbrauch berechnet. Dazu wird anhand des entsprechenden Verfahrens ein Jahreslastprofil generiert und je Viertelstunde die Differenz der laut Profil bezogenen elektrischen Energie und dem tatsächlichen Messwert bestimmt. Die Summe der Beträge dieser Abweichungen dient als Maß für die Prognosegüte eines bestimmten Profilverfahrens.

Der Aufwand der Prognoseverfahren wird anhand der Kriterien Aktualisierungsrate, Anzahl der resultierenden Profile sowie benötigte Eingangsdaten bewertet.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Vergleich zum Standardlastprofil

Es zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen dem normierten mittleren Verbrauch der Smart-Meter-gemessenen Haushaltskunden und dem VDEW-Profil. Beispielhaft ist dies in Abbildung 3-1 für einen Werktag im Sommer und Region A dargestellt. Hier ist deutlich die Veränderung von Position und Höhe der Verbrauchsspitzen zu erkennen. Auch bei anderen Typtagen und Regionen treten teilweise starke Abweichungen auf. Dies zeigt, dass das derzeitige Standardlastprofil den realen Verbrauch nicht abbildet.

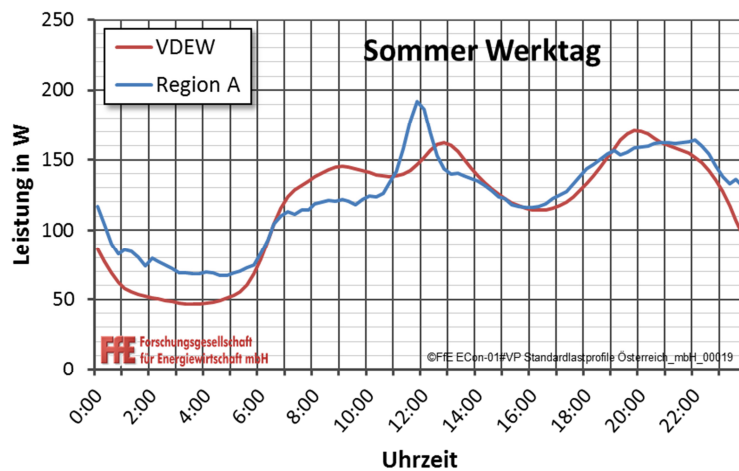


Abbildung 3-1: Typtag Sommer Werktag

### 3.2 Regionale Unterschiede

Auch die Unterschiede zwischen den Profilen der untersuchten Regionen sind erheblich, was ein Hinweis darauf ist, dass sich die Lastprognose durch Anwendung regionaler Profile verbessern lässt. Die Abweichungen, die beim Vergleich der Profile auftreten, werden beispielhaft in Abbildung 3-2 anhand eines Typtags gezeigt. Hier fällt auch auf, dass der Lastverlauf von Region C deutlich glatter ist als die der anderen Regionen. Dies liegt daran, dass hier wesentlich mehr Kunden gemessen wurden und sich durch die Mittelung über eine größere Gruppe ein gleichmäßigeres Verhalten ohne große Fluktuationen einstellt.

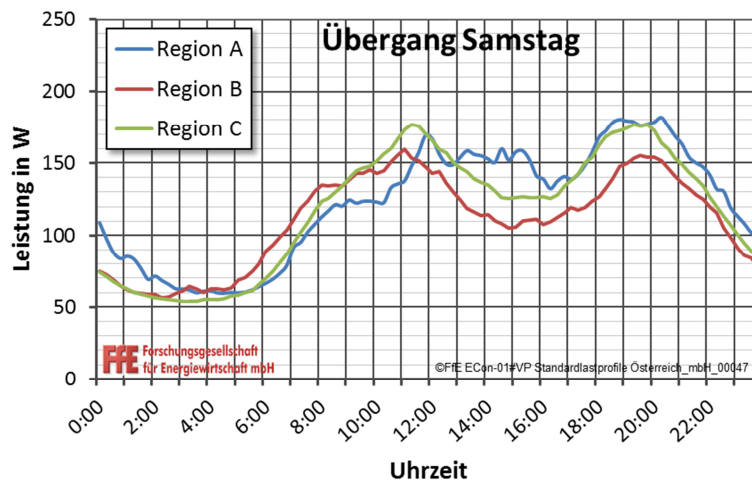


Abbildung 3-2: Typtag Übergang Samstag

Verwendet man diese gemittelten Verbrauchsprofile als neue Lastprofile, lässt sich bereits bei Verwendung eines überregionalen Profils die Abweichung von der realen Last am Beispiel Region A um 35 % verringern. Anwendung eines regional angepassten Profils erhöht dies auf 49 %. Es ist also bereits mit geringem Aufwand möglich, die Prognosegenauigkeit des Lastprofilverfahrens deutlich zu erhöhen.

### 3.3 Erweiterung des Profils um neue Typtage

Die einfache Erweiterung der Profile um weitere Typtage wurde in zwei Varianten untersucht: Werkzeuge in Schulferien als eigene Typtage sowie die Freitage als eigene Typtage. Beispiele der resultierenden Profile sind für Region A in Abbildung 3-3 und Abbildung 3-4 zu sehen. Es fällt auf, dass die Morgenspitze in Schulferien deutlich niedriger ausfällt. Freitags ist der Verbrauch am Nachmittag erhöht im Vergleich zu anderen Werktagen.

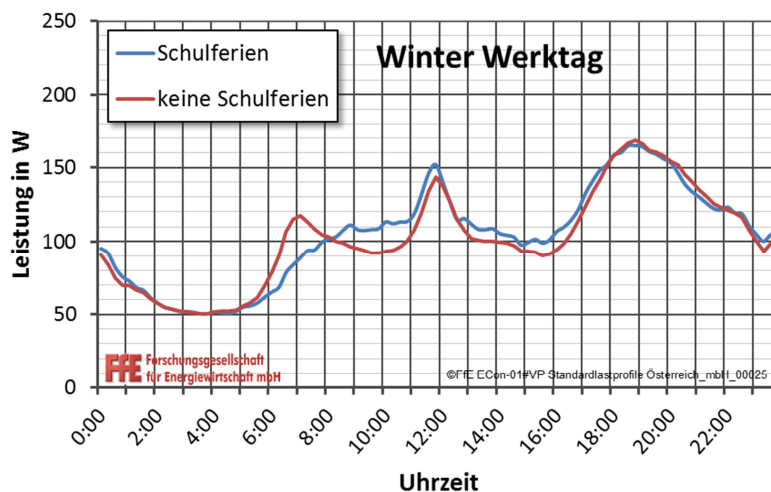


Abbildung 3-3: Schulferienprofil Winter Werktag

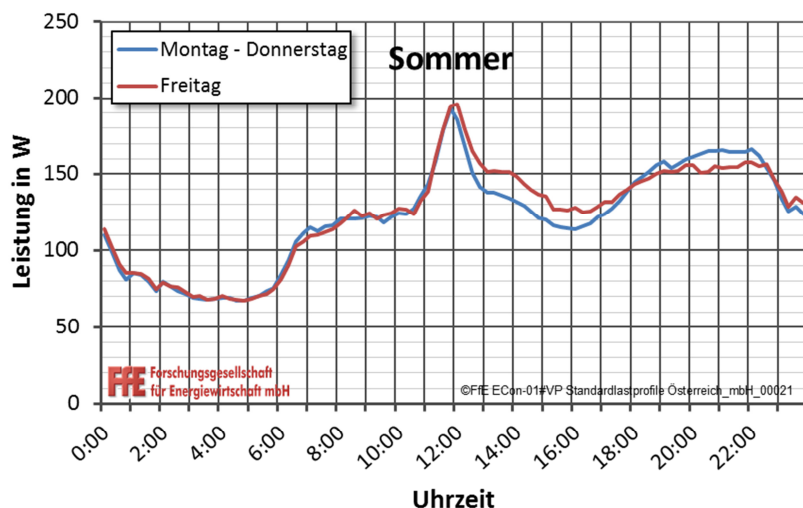


Abbildung 3-4: Freitagsprofil Sommer

Beide Ansätze führen zu einer geringfügigen Verringerung der Abweichungen von 49 % auf 50 %. Der zusätzliche Aufwand zur Erstellung dieser zusätzlichen Typtage ist allerdings auch gering.

### 3.4 Unterteilung der Kundengruppe

Zur Untersuchung des Effekts einer weiteren Unterteilung der Kundengruppe H0 wurden verschiedene Unterscheidungsmerkmale definiert und anhand der Daten aus Region A getestet. Es zeigt sich, dass sich die Genauigkeit der Profile bei Einteilung der Kunden in Untergruppen nur minimal von der Genauigkeit des Profils der ganzen Gruppe unterscheidet. Dieser Unterschied sinkt weiter für eine größere Anzahl von Zählpunkten.

Daraus lässt sich schließen, dass im normalen Anwendungsfall, d. h. eine hinreichend große Anzahl an Kunden pro Bilanzgruppe, kein wesentlicher Gewinn an Prognosegenauigkeit durch Verwendung von Profilen für spezielle Gruppen zu erwarten ist. Der Aufwand der Profilerstellung steigt jedoch stark, da jeder Kunde einer dieser Gruppen zugeordnet und diese Zuordnung nach Möglichkeit auch regelmäßig aktualisiert werden muss.

### 3.5 Wöchentliche Aktualisierung des Profils

Geht man davon aus, dass sich das Verbraucherverhalten der gesamten Kundengruppe saisonal nur langsam ändert und der Wochentag den größten Unterschied in den Tageslastgängen hervorruft, bietet sich eine wöchentliche Aktualisierung des verwendeten Profils an. Dabei sind verschiedene Verfahren möglich, die sich in der Anzahl und Gewichtung der für das Profil berücksichtigten Tage unterscheiden.

Die Auswertung zeigt, dass das beste getestete Verfahren, welches Tage von vier Vorwochen gewichtet berücksichtigt, eine Reduktion der Profilabweichungen von 53 % erreicht. Dies stellt eine weitere Verbesserung im Vergleich zu regionalen Profilen dar, ist allerdings bedingt durch den hohen Aufwand der regelmäßigen Aktualisierung sehr schwierig in der Umsetzung.

### 3.6 Berücksichtigung von Witterungsdaten

Der Energiebedarf von Haushalten, speziell in den Bereichen Heizung, Kühlung und Beleuchtung, wird durch Witterungsbedingungen beeinflusst. Um diesen Einfluss zu bestimmen und für mögliche Verbesserungen der Profilverfahren anzuwenden, wurden Daten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik [5] für Temperatur und Globalstrahlung an den drei untersuchten Standorten genutzt. Mittels eines linearen Regressionsmodells können die Auswirkungen dieser beiden Parameter auf das Verbrauchsverhalten berechnet werden.

Basierend auf diesem Modell lässt sich nun das Profil wiederum der aktuellen Witterung anpassen, was im zu einer Verbesserung von 55 % im Vergleich zum VDEW-Profil führt. Dabei wurden die Prognoseunsicherheiten der meteorologischen Parameter nicht berücksichtigt. In Abbildung 3-5 ist beispielhaft ein Tagesverlauf eines Sommer-Werktages der gemessenen Werte von Region C im Vergleich zum regressionsbasierten Profil und zum Profil ohne Berücksichtigung der Witterung dargestellt.

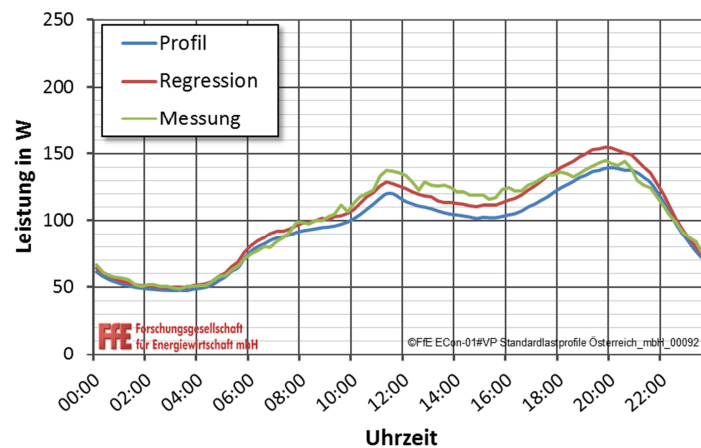


Abbildung 3-5: Beispiel Regression Region C

Es zeigt sich, dass die Temperatur als Eingangsparameter ausreicht und die zusätzliche Berücksichtigung der Strahlung keinen signifikanten Vorteil bringt. Die Unterscheidung in drei Jahreszeiten ist allerdings weiterhin nützlich. Der Aufwand zur Umsetzung ist in diesem Fall äußerst hoch, da in sehr kurzen Intervallen aktuelle Wetterprognosen beschafft werden und die daraus resultierenden Profile allen Marktteilnehmern zur Verfügung gestellt werden müssen.

### 3.7 Individuelle Profile

Die Erstellung von individuellen Profilen pro Kunde kann auch als Unterteilung in Kundengruppen interpretiert werden, wie sie bereits zuvor diskutiert wurde. In diesem Fall besteht allerdings jede Gruppe nur aus einem Zählpunkt.

Wie zu erwarten, zeigt sich auch hier das Verhalten der Gruppeneinteilung. Das Verfahren führt also nicht zu einer Verbesserung der Prognose.

## 4 Fazit

Der Vergleich des VDEW-Standardlastprofils mit dem realen Haushaltsverbrauch zeigt, dass es zu großen Ungenauigkeiten in der Prognose kommt. Jedes der hier untersuchten, auf aktuellen Messdaten basierenden Verfahren führt zu deutlich geringeren Abweichungen. Bereits durch Generierung eines neuen Profils nach dem bisher verwendeten Verfahren lässt sich der Fehler für Region A um 35 % verringern, durch regional unterschiedliche Profile um 49 %. Für die weiteren untersuchten Verfahren liegt er im Bereich von 49 % bis 55 %. Der wesentliche Teil der Verbesserung resultiert demnach aus der Verwendung aktueller und regionaler Smart-Meter-Daten zur Profilerstellung.

Der zusätzliche Aufwand für die Berücksichtigung weiterer Daten, welcher besonders im Fall von häufiger Aktualisierung aufgrund aktueller Last- oder Witterungsdaten äußerst hoch ist, führt nur zu geringer zusätzlicher Senkung der Abweichungen. Die Erstellung neuer Standardlastprofile nach bisherigem Modell, nach Möglichkeit und bei verfügbaren Daten regional angepasst, erscheint also als sinnvollste Lösung für eine Verbesserung des derzeitigen Stands.

## 5 Quellen

- [1] Sonstige Marktregeln Strom - Kapitel 6 Zählwerte, Datenformate und standardisierte Lastprofile. Österreich: E-CONTROL
- [2] Von Roon, Serafin; Gruber, Anna; Buber, Tim; Frei, Johannes; Schönach, Martin: Smart Meter Pilotprojekt SM500 – Einsparpotenziale, Nachhaltigkeit, energiewirtschaftlicher Nutzen - Stromnetze der Zukunft in: IEWT 2013 in Wien. München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, 2013
- [3] Consommation française d'électricité: Caractéristiques et méthode de prévision. Frankreich: Réseau de transport d'électricité, 2011
- [4] Mutanen, Antti; Ruska, Majika; Repo, Sami; Järventausta, Pertti: Customer Classification and Load Profiling Method for Distribution Systems in: IEEE Transactions on Power Delivery. IEEE, 2011
- [5] Meteorologische Messdaten. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2013