

ERSTELLUNG UND EVALUIERUNG EINES SYNTHETISCHEN HAUSHALTSLASTPROFIL- GENERATORS FÜR WIRK- UND BLINDLEISTUNG

Marco WAGLER¹, Rolf WITZMANN¹

Einleitung

Zur Nachbildung von Verbraucherlasten werden für die Netzplanung sowohl Wirk- als auch Blindleistungsprofile am Netzanschlusspunkt benötigt, um mit Hilfe von Lastflussrechnungen eine Aussage über das aktuelle Auslastungsmaß der Betriebsmittel treffen zu können. Zu diesem Zweck wurde bereits in den 80er Jahren das Standardlastprofil entwickelt [1], welches allerdings erst ab einer gewissen Anzahl an Haushalten Gültigkeit besitzt [2] und daher nicht für die Bewertung der Spannungsqualität einzelner Stränge herangezogen werden kann. Mit Zunahme der Integration erneuerbarer Energien in die Verteilnetzebene wurden diverse Möglichkeiten zur Erstellung von realitätsnahen haushaltsscharfen Lastprofilen veröffentlicht, welche in ihrer Gesamtheit nach einem Top-down und Bottom-up Ansatz zu unterscheiden sind. Die Blindleistung wurde bisher größtenteils durch konstante $\cos\phi$ -Werte abgebildet, was nach [3] und [4] zu hohen Ungenauigkeiten führt. Eine verbesserte Möglichkeit zur Nachbildung der Blindleistung besteht in der Clusterbildung [5], bei der einem gewissen Wirkleistungsbereich ein bestimmter $\cos\phi$ -Wert zugeordnet ist. Darüber hinaus wird in [6] die Verwendung einer $\cos\phi$ -Verteilungsfunktion in Abhängigkeit des Zeitpunktes und der jeweiligen Wirkleistung diskutiert. In dieser Arbeit wird die Erstellung eines Lastprofilgenerators nach dem Bottom-up Ansatz vorgestellt, der zur Bildung der synthetischen Haushaltsprofilverläufe real gemessene Wirk- und Blindleistungskurven von diversen Haushaltsgeräten verwendet. Auf diese Weise entsteht eine exakte und reale Zuordnung von Wirk- und Blindleistung, welche unabhängig von statistischen Annahmen zur Korrelation ist. Darüber hinaus werden die erstellten Lastprofile mit real gemessenen Haushaltslastprofilen verglichen.

Vorgehensweise bei der Erstellung

Für die Erstellung der Lastprofile wurde ein synthetischer Ansatz gewählt, bei dem alle Gerätekategorien (Fernseher, Waschmaschine, Beleuchtung, Computer, Herd, Backofen, Mikrowelle, Wasserkocher, Kaffeemaschine, Gefriertruhe, Kühlschrank, Umwälzpumpe, Geschirrspüler, Warmwasserspeicher, Durchlauferhitzer und Wäschetrockner) einzeln betrachtet und im Anschluss zu einem Summenprofil überlagert wurden. Die Ermittlung des konkreten Nutzerverhaltens basiert auf statistischen Daten zum Ausstattungsgrad der Haushalte, sowie zur Benutzungshäufigkeit, Einschaltuhrzeit und Benutzungsdauer der einzelnen Geräte. Die tatsächliche mit dem Netz ausgetauschte Wirk- und Blindleistung stützt sich auf real gemessene Verläufe einer Vielzahl von Geräten pro Kategorie.

Evaluierung und Ergebnisse

Mit dem Ziel den Lastprofilgenerator zu evaluieren, wurden die erstellten Wirk- und Blindleistungsprofile mit realen Smart-Meter Daten von 115 Haushalten verglichen. Bezüglich der Wirkleistung wurde eine hohe Übereinstimmung hinsichtlich der Glättung des Summenprofils nachgewiesen, sowie eine hohe Korrelation der Gleichzeitigkeit in Bezug auf die maximal auftretende Last aufgezeigt. Im Hinblick auf die Blindleistung wurden die $\cos\phi$ -Werte der einzelnen Haushalte erfolgreich verifiziert. Darüber hinaus fand ein Vergleich zwischen den $\cos\phi$ Werten der Summenprofile statt, bei welchem gewisse Unterschiede aufgezeigt und begründet wurden. Die sich ergebende Unterschied zeigt sich im Wesentlichen durch das mangelnde Auftreten kapazitiver Blindleistung des realen Summenprofils, wohingegen das Lastprofilgeneratorsummenprofil sowohl kapazitives, als auch induktives Verhalten aufweist. Im Folgenden sind das Wirkleistungs- und $\cos\phi$ -Profil eines beispielhaften Haushalts über eine Dauer von einer Woche dargestellt, welches mit Hilfe des Lastprofilgenerators erstellt wurde. Positive $\cos\phi$ -Werte repräsentieren induktives Verhalten, kapazitives Verhalten wird durch negative $\cos\phi$ -Werte dargestellt.

¹ Technische Universität München, Professur für elektrische Energieversorgungsnetze, Arcisstraße 21, 80333 München, Tel.: +49 89 289 25090, marco.wagler@tum.de, www.een.ei.tum.de

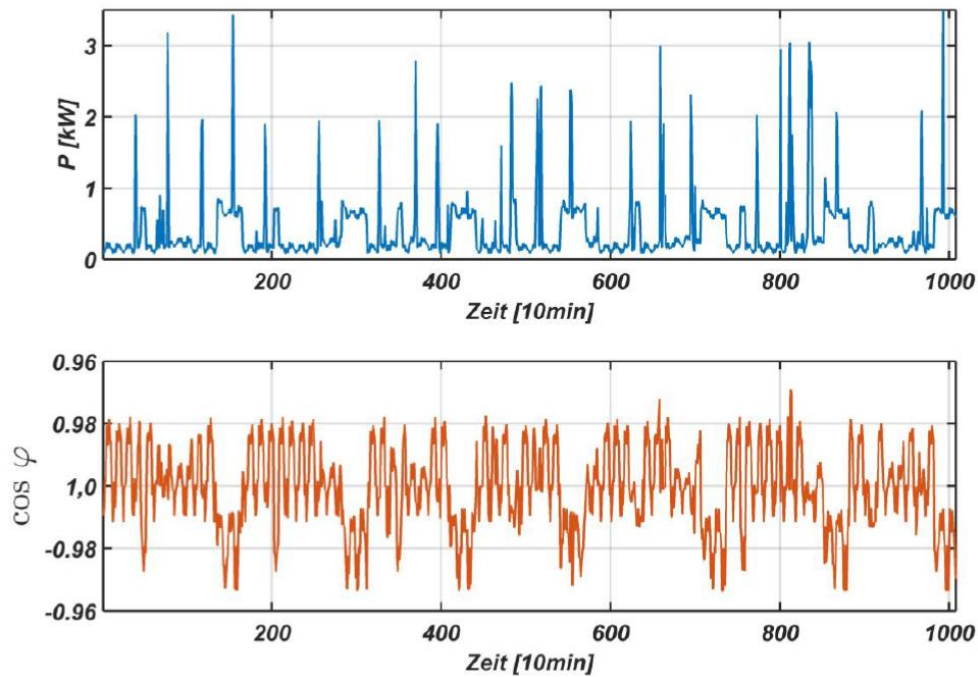


Abbildung 1: Wirkleistungs- und $\cos\varphi$ -Profil eines beispielhaften Haushalts über eine Dauer von einer Woche.

Referenzen

- [1] P. Dünwall, "Ermittlung der Lastganglinien bei der Benutzung elektrischer Energie durch die bundesdeutschen Haushalte während eines Jahres", VDEW, 1985.
- [2] P. Esslinger, R. Witzmann, "Entwicklung und Verifikation eines stochastischen Verbraucherlastmodells für Haushalte", 12. Symposium Energieinnovation Graz , 2012.
- [3] M. Wagler, R. Witzmann, "Untersuchung privater Haushalte hinsichtlich ihres Blindleistungs-verhaltens", ew- Magazin für die Energiewirtschaft, 2014.
- [4] F. Potratz, M. Cramer, "Analyse des Wirk- und Blindleistungsverhaltens von privaten Haushalten", Jahresbericht Institut für Hochspannungstechnik, RWTH Aachen, 2014.
- [5] J. Scheffler, "Bestimmung der maximal zulässigen Netzanschlussleistung photovoltaischer Energie-wandlungsanlagen in Wohnsiedlungsgebieten", Dissertation Universität Chemnitz, 2012.
- [6] C. Bucher, "Analysis and Simulation of Distribution Grids With Photovoltaics", Dissertation ETH Zürich, 2014.