

ÖKONOMISCHE BEWERTUNG HYBRIDER ANLAGEN MITHILFE VON LASTPROFILPROGNOSEN

Ekrem KÖSE¹, Alexander SAUER²

Ausgangssituation

Der steigende Anteil erneuerbarer Energieträger am Stromnetz hat Auswirkungen auf die Netzstabilität. Im Jahr 2017 stiegen die Kosten für Redispatch-Maßnahmen mit Markt- und Netzreservekraftwerken in Deutschland auf 901 Millionen Euro [1]. Hybride, bzw. bivalente Produktionsanlagen – also Maschinen, die binnen kurzer Zeit dynamisch zwischen zwei Energieträgern wechseln können – können mit ihrer Flexibilität einen enormen Beitrag zur Stabilisierung des Stromnetzes beitragen [2]. Da die Einnahmen und Ausgaben stark vom Lastprofil abhängen muss vor der Investitionsentscheidung ein valides Lastprofil erzeugt werden, um eine sichere Entscheidungsgrundlage über die Erlöse zu erzeugen.

Lastprofile sind eine zeitliche Darstellung der genutzten Leistung über einen bestimmten Zeitraum, wie z.B. eine Woche oder ein Jahr. Solch ein Verlauf kann z.B. für eine einzelne Maschine oder für ein ganzes Unternehmen erstellt werden. [3] Grundsätzlich muss davon ausgegangen werden, dass Lastprofile nicht täglich den gleichen Verlauf haben. Es gibt bereits Ansätze, wie der Energieverbrauch einer Anlage auf Grundlage von Produkten [4], Maschinenzuständen [5], oder Vergangenheitswerten und Algorithmen [6] prognostiziert werden kann. Beim Regenergiemarkt wird die Energieflexibilität je nach auktioniertem Leistungs- und Arbeitspreis vergütet. Die zu berücksichtigenden Anforderungen bei der Generierung von Lastprofilen sind bspw. die Höhe der angebotenen Leistung und die zeitliche Verfügbarkeit.

Methode zur Lastprofilprognose

Die vom IPA gemeinsam mit dem EEP entwickelte Methode zur Erzeugung und Prognose eines Lastprofils – mit der Energieflexibilität von hybriden Anlagen am Regenergiemarkt vermarktet werden kann – untergliedert sich in vier Unterschritte (siehe Abbildung 1).

1. Aufnahme des Ist-Lastgangs

Im ersten Schritt muss das aktuelle Lastprofil der Produktionsanlage aufgenommen werden. Hier wird je nach Anlage das reale Lastprofil zwischen einem Tag und mehreren Wochen aufgenommen. Die Aufzeichnungslänge hängt von der Komplexität der Anlage ab. Werden Produkte mit signifikant unterschiedlicher Energieintensität produziert, so sollte die Messaufzeichnung entsprechend länger sein.

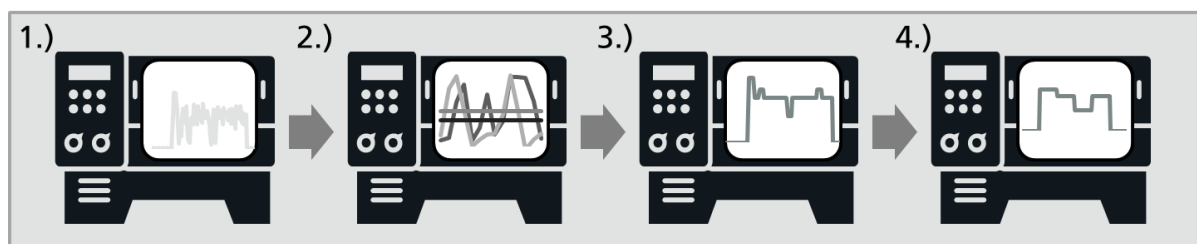


Abbildung 1 Ablauf der Methode zur Lastprofilprognose in Abhängigkeit vom Regenergiemarkt

2. Analyse des Ist-Lastgangs

Sind innerhalb der Aufzeichnungsdauer bestimmte Maschinenzustände mit stark abweichender Leistungscharakteristik, wie bspw. zeitlich längerem Werkzeugwechsel, Produkte mit stark abweichender Energieintensität, oder eine mögliche Abhängigkeit von Jahreszeiten, nicht aufgenommen, müssen diese Maschinenzustände für die Lastprofilprognose über ein Jahr hinweg berücksichtigt werden.

¹ Fraunhofer Institut für Produktions- und Automatisierungstechnik, Nobelstr. 12 in 70569 Stuttgart, Telefonnr. +49 711 970-3624, ekk@ipa.fraunhofer.de, www.ipa.fraunhofer.de/de/Kompetenzen

² Universität Stuttgart, Institut für Energieeffizienz in der Produktion, Nobelstr. 12 in 70569 Stuttgart, Telefonnr. +49 711 970 3600, aes@eep.uni-stuttgart.de, www.eep.uni-stuttgart.de

3. Erstellung von EnergyBlocks

Wenn alle Maschinenzustände mit unterschiedlicher Leistung, Produkt- und Jahresabhängigkeiten ermittelt wurden, können für diese Zustände „EnergyBlocks“ nach dem Prinzip von Weinert erzeugt werden [4]. Diese Blöcke dienen als Grundlage zur Generierung des späteren Lastprofils. Für jeden Maschinenzustand wird entsprechend der Leistungscharakteristik ein EnergyBlock erzeugt. Durch das Zusammensetzen und der Ermittlung der Häufigkeit kann ein Jahreslastprofil prognostiziert werden.

4. Erzeugung eines vermarktbaren Lastprofils

Durch die Restriktionen des Regelenergiemarkts, bspw. das Anbieten von Zeitscheiben von vier Stunden bei Sekundärregelleistung, oder das Vorhalten von Mindestleistungen, muss das vermarktbare Lastprofil entsprechend den Vorgaben angepasst werden.

Ergebnis am Beispiel eines Tiegelofens

Die Abbildung 2 zeigt am Beispiel eines Magnesium-Tiegelofens das Resultat einer Lastprofilprognose mit Berücksichtigung der Restriktionen vom Sekundärregelenergiemarkt. Dabei ist links das reale Lastprofil von einem Tag als Mittelwert von fünf Produktionstagen im 15-Minuten-Intervall (grau) und rechts ist die Lastprofilprognose für eine Woche (schwarz) abgebildet. Ganz deutlich zu sehen in der Abbildung ist der Aufheizvorgang des Tiegelofens (links) mit einem maximalen Peak von 140°kW. Durch die Restriktion von vier Stundenblöcken, kann lediglich nur ein Teil der Energie als Flexibilität vermarktet werden.

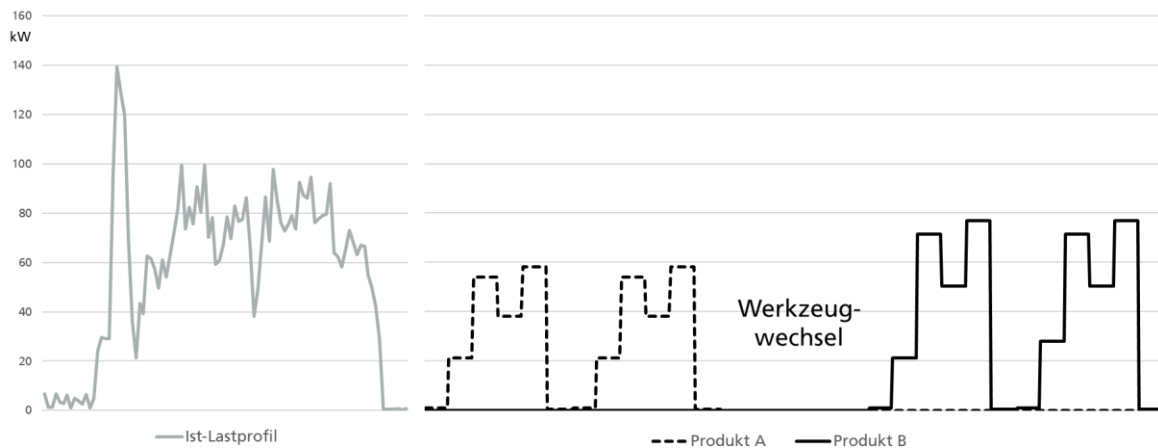


Abbildung 2 Ergebnis der Lastprofilprognose zur Vermarktung von Regelenergie

References

- [1] Bundesnetzagentur, "Monitoring report 2018: Key findings," Bundeskartellamt, Bonn, 2018. [Online] Available: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/DatenaustauschundMonitoring/Monitoring/Monitoringberichte/Monitoring_Berichte_node.html. Accessed on: Mar. 05 2019.
- [2] E. Köse, A. Sauer, and C. Pelzel, "Energieflexibel durch bivalente Produktionsanlagen: Mit bivalent ausgelegten Produktionsprozessen Energiekosten senken und das Stromnetz stabilisieren," (de), vol. 107/2017, no. 107, pp. 366–372, 2017.
- [3] U. Peters, "Höchstlastregelungen bei Elektrizitätsfremdversorgung industrieller Betriebe," Düsseldorf, Fortschrittsbericht 16, 1987.
- [4] N. Weinert, S. Chiotellis, and G. Seliger, "Methodology for planning and operating energy-efficient production systems," CIRP Annals, vol. 60, no. 1, pp. 41–44, 2011.
- [5] P. Eberspächer, "Zustandsmodellbasierte, steuerungsnaher Energieverbrauchsoptimierung von Werkzeugmaschinen," Dissertation, Universität Stuttgart, Stuttgart, 2016.
- [6] M.-A. Richard, H. Fortin, A. Poulin, and Leduc, Marie-Andrée, Fournier, Michaël, "Daily load profiles clustering a powerful tool for demand side management in medium-sized industries," in ACEEE summer study on Energy Efficiency in Industry, Denver, 2017, pp. 160–171.