

ENERGIEFLEXIBILITÄT IN PRODUKTIONSSYSTEMEN

Peter SIMON¹, Fabian KELLER¹, Cedric SCHULTZ¹,
Stefan BRAUNREUTHER¹, Gunther REINHART¹

Problemstellung

Strom wird in Zukunft immer weniger in Großkraftwerken erzeugt, sondern mittels erneuerbarer Energieträger zunehmend abhängig von den herrschenden Wetterbedingungen zur Verfügung stehen. Im Zuge der Energiewende wächst dadurch die Herausforderung, Erzeugung und Verbrauch aneinander anzugleichen, um das im Stromnetz notwendige Gleichgewicht aufrecht zu erhalten. Eine Möglichkeit der Synchronisation ist die Flexibilisierung der industriellen Nachfrage nach elektrischer Energie, indem diese Verbraucher ihren Strombedarf in Abhängigkeit des aktuellen Angebots anpassen. Die Fähigkeit zur Nachfrageflexibilisierung des elektrischen Stroms wird als Energieflexibilität bezeichnet. Bisher haben viele produzierende Unternehmen ihr zur Verfügung stehendes Flexibilitätspotential noch nicht gehoben. Daher stellt dieser Artikel eine Vorgehensweise zur Bewertung von Energieflexibilität sowie zu deren Umsetzung in der Produktionsplanung und -steuerung vor.

Inhalt und Ergebnisse

In der Literatur gibt es erste Ansätze zur Bewertung von Energieflexibilität. Diese wurden analysiert und weitere Handlungsfelder identifiziert. Auffallend ist, dass bisherige Ansätze sich auf die Anlagenebene fokussieren und Potentiale des gesamten Produktionssystems nicht ganzheitlich bewertet werden. Dadurch entsteht ein gewisses Risiko, Leistungsveränderungsmöglichkeiten nicht vollständig zu erfassen. Doch gerade die Leistungsveränderung muss im Fokus solcher Bewertungen stehen, da hier einige Barrieren, wie z. B. Mindestwerte für die Teilnahme an Märkten mit Vergütungsmöglichkeiten der Flexibilität, bestehen. Die Betrachtungsebene dieses Beitrags ist daher das Produktionssystem. Für die Bewertung und Umsetzung der Energieflexibilität in einem Produktionssystem wurde die in Abbildung 1 beschriebene Vorgehensweise gewählt.

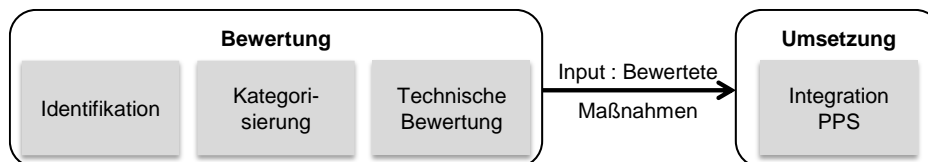


Abbildung 1: Vorgehensweise

Identifizierung

Zur Identifikation der Energieflexibilitätspotentiale bzw. Maßnahmen gibt es in der Literatur bereits einige Ansätze. Oftmals wird als wichtigstes Kriterium hierfür der Energiebedarf der Anlage beschrieben. Andere fokussieren in ihrem Ansatz die Unabhängigkeit des Energiebedarfs einzelner Aggregate einer Anlage bezüglich derer Produktivität, um das technische Energieflexibilitätspotential zu bestimmen. Die genaue Quantifizierung erfolgt hierbei über eine Messung des Verbrauchs der relevanten Aggregate. Des Weiteren werden mathematische Analysen der Energieverbrauchsfunktionen vorgeschlagen. Da bei der Betrachtung der hier genannten Vorgehensweise zur Identifizierung von Energieflexibilitätspotentialen ebenfalls keine vollständige Betrachtung der Ebene des Produktionssystems erfolgt, werden hier weitere Möglichkeiten wie z. B. die Einbindung der Potentialanalyse in bestehende Energieeffizienzanalyse-Methoden vorgeschlagen.

Kategorisierung

Zur übersichtlichen Darstellung und Bewertung der Potentiale empfiehlt es sich, diese anhand von Maßnahmen zu beschreiben. Bevor dies durch eine technische Bewertung detailliert erfolgen kann, ist es notwendig Maßnahmen zu kategorisieren, um unnötigen Bewertungsaufwand zu reduzieren. Die zu beschreibenden Eigenschaften einer Maßnahme können je nach Kategorie variieren.

¹ Fraunhofer IWU Projektgruppe Ressourceneffiziente mechatronische Verarbeitungsmaschinen RMV, Beim Glaspalast 5, 86153 Augsburg, Tel.: +49 821 56883-74, Fax: +49 821 56883-50, peter.simon@iwu.fraunhofer.de, www.iwu.fraunhofer.de/rmv

Die vorgeschlagenen Kriterien zur Kategorisierung sind zum einen eine Unterscheidung aufgrund zeitlicher Aspekte. Zum anderen erfolgt die Einordnung durch eine Zuordnung der Maßnahmen zu den Ebenen Anlage, System, Segment und Fabrik.

Technische Bewertung

Die technische Bewertung von Maßnahmen erfolgt mit dem Ziel, der Produktionsplanung und -steuerung die notwendigen Informationen zur Umsetzung dieser Maßnahmen bereitzustellen. Hierbei sind insbesondere die zeitlichen Dimensionen und die Leistungsveränderung der Maßnahmen relevant. Die zeitlichen Eigenschaften ergeben sich aus der Aktivierungs- und Deaktivierungszeit. Die Zeit, die zwischen der Aktivierung und der Deaktivierung einer Maßnahme vergeht, ist deren Verweildauer. Zusätzlich ist die Zeit zu berücksichtigen die erforderlich ist, um das Produktionssystem wieder komplett in den Ausgangszustand zurück zu führen. Einhergehend mit der Aktivierung und Deaktivierung einer Maßnahme erfolgt eine entsprechende Reduzierung bzw. Erhöhung der Leistungsaufnahme. Des Weiteren müssen die fixen sowie variablen Kosten der einzelnen Maßnahmen aufgenommen werden.

Integration in die Produktionsplanung und -steuerung

Zur Umsetzung der identifizierten und bewerteten Energieflexibilitätspotentiale innerhalb des Produktionsprozesses ist es erforderlich, diese in die zentrale Produktionsplanung und -steuerung (PPS) zu integrieren. Dabei ist es entscheidend, dass sich die Energiekosten in das vielschichtige Zielsystem der PPS aus Logistikkosten und Logistikleistung, wie z. B. der Termintreue von Aufträgen, einfügen. Die Maßnahmen werden abhängig von ihrem Zeithorizont entweder in der mittelfristigen Produktionsplanung oder in der kurzfristigen Produktionssteuerung aktiviert.

Die Produktionsplanung nimmt unter Zuhilfenahme der verfügbaren Energieflexibilitätspotentiale und unterschiedlicher Energiebezugsformen, wie beispielsweise des Börsenhandels oder der Eigenherzeugung, eine Gesamtoptimierung der Energiekosten vor. Indem Vorgabezeiten von Arbeitsgängen mit Leistungsbedarfen verknüpft werden, kann innerhalb jedes Planungsschritts angefangen von Losgrößenplanung über Kapazitätsplanung bis zur Maschinenbelegung eine Lastprognose errechnet und mit dem Energieangebot abgeglichen werden.

Als Ergebnis des um Energie erweiterten Planungslaufs werden als Sollvorgaben für die Produktionssteuerung ein Produktionsplan und ein Energie-Fahrplan generiert. In der Produktionssteuerung findet anschließend ein Abgleich dieser Vorgaben mit den realen Verbrauchs- und Produktionsdaten statt. Dazu wird auf Basis echtzeitnaher Rückmeldungen aus der Produktion eine aktualisierte IST-Maschinenbelegung errechnet und der zu erwartende Lastgang prognostiziert. Sollten sich hierbei Abweichungen ergeben, die einen Anstieg der Energiekosten zur Folge hätten, beispielsweise durch Überschreitung des Fahrplans, so werden von der Steuerung kurzfristige Energieflexibilitätsmaßnahmen initiiert.

Zusammenfassung

Der Beitrag stellt eine Methode vor, anhand derer die Energieflexibilität von Produktionssystemen bewertet werden kann. Dazu werden Maßnahmen der Nachfrageflexibilisierung in einem Produktionssystem identifiziert, kategorisiert und technisch bewertet. Weiterhin werden die ermittelten Maßnahmen systematisch in die Abläufe der Produktionsplanung und -steuerung integriert mit dem Ziel, die Energiekosten zu reduzieren und dabei die logistischen Ziele produzierender Unternehmen zu wahren.