

STRATEGISCHE FLEXIBILITÄT IM FOKUS: EINE QUALITATIVE FLEXIBILITÄTSANALYSE ENERGIEINTENSIVER INDUSTRIESTANDORTE IN ÖSTERREICH

Vanessa ZAWODNIK¹, Jasmin PFLEGER², Jana REITER³, Kerstin PFLEGER-SCHOPF⁴, Martin ZAVERSKY⁵, Thomas KIENBERGER⁶

In einem dekarbonisierten Energiesystem der Zukunft spielen Flexibilitäten sowohl auf der Seite der Energieerzeugung als auch des Energieverbrauchs eine entscheidende Rolle. Mit dem verstärkten Ausbau erneuerbarer Energieträger ergibt sich ein Paradigmenwechsel in der Art und Weise, wie Energie bereitgestellt wird. [1] Daher ist Flexibilität einer von mehreren Bausteinen zur Realisierung der Energiewende. In Hinblick auf flexibles Verbraucherverhalten liegt ein besonderes Augenmerk auf der energieintensiven Industrie, die in Österreich etwa ein Drittel des Gesamtenergiebedarfs ausmacht. [2] Im Rahmen des Forschungsprojekts DSM_OPT wird eine Demand Side Management (DSM) Decision Support Toolbox für optimale Prozessplanung entwickelt. Dabei werden zwei Use-Cases – ein Elektrostahlwerk und eine Großbäckerei – betrachtet. Ein Aspekt beschäftigt sich mit der Identifizierung von Flexibilitätpotentialen, um herauszufinden, wie sich diese an den Industriestandorten unterscheiden und ob sie sich für die Anwendung von DSM eignen. Dieser Beitrag konzentriert sich auf die qualitative Analyse von Flexibilitätpotenzialen der beiden Use-Cases.

Flexibilität

Grundsätzlich bezeichnet Flexibilität von Verbrauchern, die Fähigkeit, ihren Energiebezug durch interne Maßnahmen an Markt- oder Systemsignale anzupassen. [3] Im Kontext industrieller Produktionen ist der Begriff Flexibilität jedoch auf verschiedenen Ebenen zu verstehen und zu bewerten. Eine einheitliche Kategorisierung ist in der Literatur nicht zu finden, und je nach Fokus ergeben sich unterschiedliche sinnvolle Kategorisierungen. Die in der vorliegenden Arbeit verwendete Kategorisierung stützt sich auf den Ansatz von Sethi und Sethi (1990) [4], die drei Betrachtungsebenen einführen. Zur besseren Anwendbarkeit auf die zwei Use-Cases wurden die ursprünglichen Bezeichnungen der Ebenen angepasst und in Komponenten-, System- und Gesamtsystemebene umbenannt (Abbildung 1).

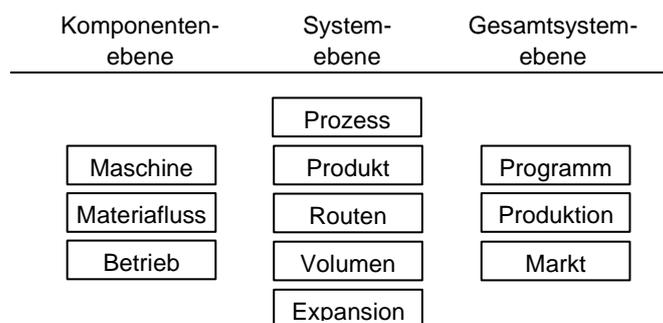


Abbildung 1: Kategorisierung von Ebenen und Flexibilitäten in Produktionsprozessen (in Anlehnung an [4])

Use-Cases

Das untersuchte Elektrostahlwerk ist in zwei Bereiche unterteilt: das Stahlwerk und das Walzwerk und wird hauptsächlich mit zwei Energieträgern, Strom und Erdgas, versorgt, wobei 2/3 des

¹ Lehrstuhl für Energieverbundetechnik, Montanuniversität Leoben, Franz Josef-Straße 18, 8700 Leoben, +43 3842 402 5420, vanessa.zawodnik@unileoben.ac.at, www.evt-unileoben.at

² AEE INTEC, Feldgasse 19, 8200 Gleisdorf, +43 3112 5886 464, j.pfleger@aee.at, www.aee-intec.at

³ AEE INTEC, Feldgasse 19, 8200 Gleisdorf, +43 3112 5886 453, j.reiter@aee.at, www.aee-intec.at

⁴ Lehrstuhl für Energieverbundetechnik, Montanuniversität Leoben, Franz Josef-Straße 18, 8700 Leoben, +43 3842 402 5409, kerstin.pfleger-schopf@unileoben.ac.at, www.evt-unileoben.at

⁵ Lehrstuhl für Energieverbundetechnik, Montanuniversität Leoben, Franz Josef-Straße 18, 8700 Leoben, +43 3842 402 5405, martin.zaversky@unileoben.ac.at, www.evt-unileoben.at

⁶ Lehrstuhl für Energieverbundetechnik, Montanuniversität Leoben, Franz Josef-Straße 18, 8700 Leoben, +43 3842 402 5400, thomas.kienberger@unileoben.ac.at, www.evt-unileoben.at

Gesamtenergiebedarfs durch Strom und 1/3 durch Erdgas gedeckt wird. Der gesamte Produktionsprozess wird von einer Hauptprozesskette dominiert und beginnt mit der Aufschmelzung von Stahlschrott im Elektrolichtbogenofen. Der flüssige Rohstahl wird in eine feuerfest ausgemauerte Pfanne abgestochen und zum Pfannenofen transportiert, in dem die sekundärmetallurgische Behandlung stattfindet. Der Pfannenofen fungiert zusätzlich als Pufferaggregat, um zeitliche Diskrepanzen zwischen Elektrolichtbogenofen und Strangguss auszugleichen. Im Strangguss erfolgt der Phasenübergang von flüssig zu fest und der erstarrte Stahl wird in Knüppel geschnitten. Diese werden entweder direkt ins Walzwerk weitergeleitet oder in einem Zwischenlager gepuffert. Die meisten Aggregate im Stahlwerk werden über eine Entstaubungsanlage abgesaugt.

In der Bäckerei spielen viele Faktoren eine Rolle und beeinflussen somit den Produktionsprozess. Vor allem saisonale Effekte unterschiedlicher Periodizität wie Umgebungstemperatur oder Feiertage haben Auswirkungen auf das Produktionsvolumen, die Produktpalette und damit den Energie- sowie Ressourcenverbrauch. Die Produktion ist sowohl langfristig für Firmenkunden (große Volumina) als auch kurzfristig für Bäckereifachgeschäfte (kleinere Volumina) ausgelegt. Letztere besteht aus einer Backliste, die jeweils für die Produktion des Folgetages ausgegeben wird und damit den Tagesablauf bestimmt. Dadurch ergeben sich für jeden Tag verschiedene Betriebszeiten der Öfen und anderen für die Teigbereitung notwendige Maschinen, abhängig von den benötigten Produkten, Chargen und den Erfahrungen der Bäcker:innen. Diese und der vorgegebene Zeitpunkt zur Auslieferung stellen die Randbedingungen dar, innerhalb derer eine gewisse Flexibilität besteht.

Ergebnisse

Die vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass die Flexibilitätspotenziale im realen Produktionsprozess deutlich aufgrund von Rand- und Nebenbedingungen eingeschränkt werden. Besonders die zeitliche und räumliche Abhängigkeit der Materialflüsse im Stahlwerk limitiert die Flexibilität erheblich. Das Walzwerk hingegen weist gewisse Potenziale auf, vor allem in Bezug auf Prozessflexibilität und Volumenflexibilität. In der Großbäckerei eröffnen sich auf Systemebene insbesondere Produkt- und Prozessflexibilität. Steigende Flexibilität im Elektrostahlwerk geht in vielen Fällen mit sinkender Energieeffizienz einher. Im Gegensatz dazu kann die Energieeffizienz durch Flexibilitätspotenziale in der Großbäckerei gesteigert werden.

Der Ausblick dieser Analyse richtet sich auf die Notwendigkeit, die systematische Kategorisierung um einige Aspekte zu erweitern. Dazu zählt z.B. das Anfahrverhalten der Aggregate, die Flexibilität in Bezug auf Energieträgersubstituierung und die Marktflexibilität auf Komponentenebene. Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass neben der Identifizierung von Flexibilitätspotenzialen auch das Fehlen geeigneter Marktmechanismen als Anreiz für Industrieunternehmen eine Herausforderung für die erfolgreiche Implementierung von DSM darstellt. [5]

References

- [1] P. Finn and C. Fitzpatrick, "Demand side management of industrial electricity consumption: Promoting the use of renewable energy through real-time pricing," *Applied Energy*, vol. 113, pp. 11–21, 2014.
- [2] M. Rahnema Mobarakeh and T. Kienberger, "Climate neutrality strategies for energy-intensive industries: An Austrian case study," *Cleaner Engineering and Technology*, vol. 10, p. 100545, 2022.
- [3] Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung, "Prospektive Flexibilitätsoptionen in der produzierenden Industrie: Bericht zum Projekt "WindNODE - Das Schaufenster für intelligente Energie aus dem Nordosten Deutschlands", p. 97, 2020.
- [4] K. Sethi and S. P. Sethi, "Flexibility in manufacturing: A survey," *The International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, no. 2, pp. 289–328, 1990.
- [5] N. O'Connell, P. Pinson, H. Madsen, and M. O'Malley, "Benefits and challenges of electrical demand response: A critical review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 39, pp. 686–699, 2014.