

Energieeffizienz für die Praxis

Demand Side Management: Entscheidung leicht gemacht

Mit Demand Side Management lassen sich Energieverbrauchsprofile in der Industrie flexibilisieren und Leistungsspitzen reduzieren. Das Projekt DSM_OPT hilft dabei, die beste Option zu finden – von der Bäckerei bis zum Stahlwerk.

Den Backofen vorheizen“ lautet der erste Satz vieler Brot- und Kuchenrezepte. Dass dieses Vorgehen viel Energie verschlingt und oft überflüssig ist, ist den meisten Hobbybäcker:innen klar. Großbäckereien stehen im Grunde vor ähnlichen Problemen. Doch während man Zuhause ausprobieren und auch mal einen verspäteten oder teigigen Kuchen verschmerzen kann, muss bei den Profis das Ergebnis stimmen.

Digitales Entscheidungstool in der Bäckerei

Das Forschungsinstitut AEE INTEC aus Gleisdorf in Österreich entwickelt daher ein digitales Decision Support System für die Bäckerei Albin Sorger „zum Weinrebenbäcker“ GmbH in Graz: Eine nutzerfreundliche Software soll Prozesse energetisch optimieren und zugleich die Anforderungen des Betriebs erfüllen. Diese Fallstudie ist Teil des Projekts DSM_OPT, das vom Lehrstuhl der Energieverbundtechnik an der Montanuniversität Leoben geleitet wird. DSM_OPT wiederum ist eines von 21 Projekten innerhalb der Vorzeigeregion New Energy for Industry (NEFI). Gefördert vom Klima- und Energiefonds Österreich bringt NEFI fast 100 Partner aus Industrie, Wissenschaft und öffentlichen Einrichtungen zusammen, um schwerpunktmäßig in der Steiermark und Oberösterreich innovative Energietechnologien im realen Einsatz bis zur Marktreife weiterzuentwickeln.

Energieeffizienz und Preismanagement in Echtzeit

Eine Möglichkeit, innovative Technologien anzuwenden, bietet das Demand Side Management (DSM). Es beschreibt eine Reihe von Techniken, um das nachfrageseitige Energiebedarfsmuster gezielt zu beeinflussen. Dazu

zählen zum Beispiel die Steigerung der Energieeffizienz, das Ausnutzen von zeitabhängigen Energietarifen oder die Reaktion auf dynamische Preise auf dem Energiemarkt in Echtzeit. Effizienzsteigerungen im Backbetrieb können zum Beispiel realisiert werden, wenn Prozesse gemäß ihrer Temperatur zeitlich eingetaktet werden, und so unnötiges Auskühlen und Aufheizen vermeiden. Auch Lastspitzen können mithilfe von DSM vermieden oder verlagert werden. Hohe Lastspitzen, die zum Beispiel beim gleichzeitigen elektrischen Aufheizen von Anlagen entstehen, bedeuten in der Regel eine hohe Belastung für das Stromnetz. Im Bestand schlägt sich das in hohen Netzgebühren nieder. Da die betrachteten Öfen bei der Bäckerei Sorger mit Gas betrieben werden, wird das Lastmanagement erst bei einer perspektivischen Elektrifizierung interessant, während die Effizienzsteigerung durch optimiertes Temperaturmanagement sofort Energie und somit Geld spart.

Gutes DSM braucht eine solide Datenbasis: Software von AEE INTEC

Um das Prinzip des DSM in der Praxis umzusetzen, sind zunächst viele Informationen über die Prozesse in der Bäckerei notwendig. Einige davon sind bekannt – zum Beispiel die jeweilige Backdauer, die benötigte Temperatur und um welche Uhrzeit die Produkte fertig sein müssen. Aus diesen Eckdaten erstellt die Bäckerei einen Backplan. Die von AEE INTEC entwickelte Software soll diesen künftig energetisch optimieren. Dafür muss der Algorithmus zusätzlich die Verbrauchsprofile der Öfen kennen: Wie viel Energie benötigt man, um einen Ofen auf eine bestimmte Temperatur zu bringen? Wie viel, um diese Temperatur zu halten? Und ändern sich diese Daten, wenn der Ofen mit dicken Brotlaiben statt mit luftigem Kleingebäck gefüllt ist? Diese Daten hat AEE INTEC im Betriebsalltag erhoben. Im nächsten Schritt werden die im Backplan festgelegten Anforderungen und die erfassten Verbrauchsprofile miteinander verknüpft.



Der Backplan der Bäckerei Sorger soll energetisch optimiert werden. Zugleich muss sichergestellt werden, dass alle Backwaren zum gewünschten Zeitpunkt fertig sind.

Das geschieht auf Grundlage von physikalischen Zusammenhängen. Welche Faktoren dabei die wichtigsten sind, untersuchte das Team von AEE INTEC in einer Sensitivitätsanalyse mit Hilfe von maschinellem Lernen. Das Decision Support Tool soll direkt bei der Bäckerei installiert werden, zum Beispiel als lokale Browser-App, die den Vorteil bietet, von verschiedenen Computern innerhalb eines lokalen Netzwerks leicht zugänglich zu sein. Auf Grundlage des jeweils aktuellen Backplans soll das Decision Support Tool Vorschläge liefern, um die Verbrauchsspitzen der gasbefeuerten Backöfen zu kappen und Standby-Verbräuche zu reduzieren. Über eine intuitiv bedienbare Nutzeroberfläche können die Angestellten der Bäckerei die Ergebnisse zusätzlich individuell anpassen, wenn zum Beispiel kurzfristige Großbestellungen eingehen.

- **Erster Schritt: Optimierung.** Im ersten Schritt sollen sechs mit Erdgas betriebene Backöfen mit dem Tool optimiert werden. Werden sie zu einem späteren Zeitpunkt auf Strom umgestellt, um Wind- und Solarenergie besser nutzen zu können, steigt das Optimierungs- und Dekarbonisierungspotenzial.
- **Preise verfolgen:** Auch aktuelle Preisentwicklungen auf den Energiemärkten können berücksichtigt werden – dafür wird allerdings eine Datenanbindung an die Außenwelt benötigt.
- **Windstrom ist veränderlich:** Eine weitere Möglichkeit zur Entwicklung des Tools ist die Einbindung von Wetterdaten. Auf eine sich abzeichnende Windfront und ein dementsprechend größeres Angebot an günstigem Windstrom kann reagiert werden, indem bestimmte Backvorgänge zeitlich verschoben werden. So könnte die Bäckerei von einem günstigeren Strompreis profitieren. Ähnlich sähe die Kopplung mit einer eigenen Photovoltaik-Anlage aus. Hier würde der Algorithmus zum Beispiel prüfen, ob die Kipferln auch dann rechtzeitig fertig werden, wenn man noch darauf wartet, dass die Sonne über den Giebel des Nachbarhauses steigt und günstigen Solarstrom liefert.



Elektrolichtbogenofen im Stahlwerk Marienhütte während der Feinungsphase: Thermische Prozesse bieten fast in jeder Industrie Potenzial zur Lastverschiebung. Zugleich müssen spezifische – und oft komplexe – Randbedingungen eingehalten werden, um die Produktqualität sicherzustellen.

Für jede Industrie das passende Konzept

Weil die Möglichkeiten für das Demand Side Management in jedem Industriezweig anders sind, untersucht DSM_OPT neben dem Use-Case der Bäckerei einen weiteren in der energieintensiven Eisen- und Stahlindustrie. Das Team des Lehrstuhls für Energieverbundtechnik und der Software-Entwickler ENEXSA GmbH für Planung und Optimierung von Energieanlagen suchen im Stahl- und Walzwerk Marienhütte in Graz nach Möglichkeiten, den Energiebedarf zu optimieren. Obwohl die Ziele in den beiden Use-Cases ähnlich sind, unterscheiden sich die Methodik und die Umsetzung deutlich voneinander. Das ist den jeweiligen spezifischen Prozesscharakteristika und Randbedingungen geschuldet, die berücksichtigt werden müssen, um ein praxisnahes Decision Support Tool zu entwickeln. Bei der Vorgehensweise gilt jedoch trotzdem folgender roter Faden: Daten erfassen, Modelle bilden, Flexibilität identifizieren und Entscheidungen treffen.

Auf Basis der Erkenntnisse wird DSM_OPT auch Erkenntnisse zur Übertragbarkeit von Methoden auf weitere Industriezweige und –prozesse liefern. Das Projekt läuft noch bis Ende des Jahres 2024 und die entwickelten Tools sollen möglichst über die Laufzeit hinaus von den Unternehmen genutzt werden. ●

Infos: [AEE-Link](#)

Über die Autorinnen:

- **Jasmin Pflger** wissenschaftliche Mitarbeiterin bei AEE INTEC mit Schwerpunkt Digitalisierung für die Dekarbonisierung sowie innovative Prozess- und Versorgungssysteme.
- **Jana Reiter** wissenschaftliche Mitarbeiterin am AEE im Bereich „Industrielle Systeme“.
- **Vanessa Zawodnik** Lehrstuhl für Energieverbundtechnik an der Montanuniversität Leoben, Projektkoordinatorin des NEFI-Projekts („new energy for industry“) „DSM_OPT“.



Drⁱⁿ Drⁱⁿ Jasmin Pflger (AEE)

j.pflger@aee.at



Drⁱⁿ Jana Reiter (AEE)

j.reiter@aee.at



Drⁱⁿ Vanessa Zawodnik (Uni Leoben)

vanessa.zawodnik@unileoben.ac.at