

# FLUKTUIERENDE ENERGIEERZEUGUNG ERFORDERT FLEXIBLE PRODUKTION

CHRISTOPH SENZ / ASTRID BECKERS

**Angesichts hoher Strom- und CO<sub>2</sub>-Preise sucht die energieintensive Industrie in Deutschland und Europa nach Entlastung, um ihre Produktion abzusichern, international wettbewerbsfähig zu bleiben und darüber hinaus erneuerbare Energien stärker einzusetzen. These: Ab 2024 werden zwischen März und Oktober die niedrigsten Spot-Strompreise in Deutschland zuverlässig in den sonnenreichen Stunden von 10 bis 15 Uhr liegen. Industrieunternehmen sollten sich darauf einstellen und diesen Preisvorteil für sich nutzen.**

Um von den niedrigen Börsenstrompreisen zu profitieren, müssen Unternehmen die eigenen Prozesse dahin gehend optimieren, dass genau in den preisgünstigen Mittagsstunden möglichst die stromintensiven Prozesse unter Vollast laufen, wohingegen in den teuren Morgen- und Abendstunden nur in Teillast oder möglicherweise gar nicht produziert wird. In den meisten Industrieparks und Produktionssystemen gibt es mehr Flexibilität als auf den ersten Blick erkennbar. „Die Lastverschiebung von 1 MW um nur zwei Stunden auf der Zeitachse kann zwischen 15.000 und 50.000 € pro Jahr einsparen“, erläutert Dr. Olaf Syben, Leiter des Bereichs Optimierung und Energy Analytics bei Kisters. Voraussetzung dafür ist, dass die Unternehmen Strom am Spotmarkt beschaffen anstatt über langfristige Lieferverträge.

Bei der täglichen, an Preis- und Lastprognosen orientierten Planung der Prozesse unterstützen Einsatz-Optimierungssysteme. Damit lassen sich zum Beispiel Strom-Großverbraucher strompreisgeführt einplanen. Besonders die sogenannte Batch-Produktion (Chargenproduktion) bietet sich hier an.

Zur Verlagerung von Produktionslasten in die preisgünstigen Stunden mit einem hohen Angebot an PV-Energie ist es wichtig, nicht nur in den Kategorien „Prozess an“ oder „Prozess aus“ zu denken, sondern auch deren Teillasten in Betracht zu ziehen. Auch können lagerbare Zwischenprodukte als „Energiespeicher“ dienen und in der Optimierung berücksichtigt wer-

den. Insgesamt ist die Produktion so zu planen, dass das Tagesproduktionsziel eingehalten wird und es nicht zu Vorzieh- oder Nachholeffekten kommt. Durch die Vielzahl an Möglichkeiten wird die Rechenaufgabe, wie alle Anlagen unter Einhaltung von unter anderem Zielvorgaben und Verträgen am besten zu fahren sind, sehr komplex. Berechnungen mit Excel stoßen hier an ihre Grenzen und sind fehleranfällig.

Die software-gestützte Optimierung unter Berücksichtigung von Eigenerzeugungsanlagen, Speichern, Fremdbezügen sowie der Vermarktung überschüssiger Energien erzielt deutliche ökonomische und ökologische Vorteile wie zum Beispiel:

- geringeren Schadstoffausstoß,
- geringeren Bedarf an konventionellen Primärenergien,
- Steigerung des Anteils an erneuerbaren Energien,
- niedrigere Bezugskosten bei Fremdbezug,
- niedrigere Betriebskosten sowie

---

**Bildet man alle wesentlichen Anlagen-  
daten und Prozesse eines Unternehmens  
in einem Optimierungsmodell ab, tun  
sich häufig Möglichkeiten zur flexibleren  
Produktion oder Effizienzsteigerung auf.**



© Adobe Stock / Map

► Optimierungssysteme zeigen auf, wie Unternehmen mehr volatile erneuerbare Energien nutzen können

- höhere Erlöse zum Beispiel an den Strombörsen und am Regelleistungsmarkt.

„Die Erfahrung zeigt, dass solche Optimierungssysteme einen ROI von deutlich unter einem Jahr haben. Bezogen auf die Brennstoffkosten sind Einsparungen von 2 bis 3 % realistisch“, so Syben weiter.

### Mit IT-Unterstützung zur strompreisgeführten Produktion

Damit Unternehmen der energieintensiven Industrie das volle Flexibilisierungspotenzial, das in ihren eigenen Prozessen steckt, aufdecken können, zeigen Optimierungssysteme (z.B. Belvis Resopt des IT-Anbieters für die Energiewirtschaft Kisters) unternehmensindividuelle realitätsnahe Möglichkeiten auf, wie mehr volatile erneuerbare Energien beziehungsweise die besonders preisgünstigen Stunden mit hohem PV-Angebot am besten genutzt werden können.

Bildet man alle wesentlichen Anlagendaten und Prozesse eines Unternehmens sehr detailliert in einem Optimierungsmodell ab, integriert Vertragsdaten/Lieferverpflichtungen, Strompreisprognosen und weitere externe Datenströme und optimiert das Gesamtmodell, so tun sich häufig größere Möglichkeiten zur flexibleren Produktion oder Effizienzsteigerung auf. Solch ein mathematisches Modell kennt technische Restriktionen (unter anderem Anlagendaten und prozessuale Abhängigkeiten), den Bedarf an Rohstoffen und Medien zu allen Zeiten, vertragliche Verpflichtungen (zum Beispiel Fernwärmelieferung, Zielvorgaben an die Tagesproduktion) und Randbedingungen aus Gesetzgebung, Wirtschaft und Markt (unter anderem Emissionsbeschränkungen, Preise). Auf dieser Basis kann

die Software praxisnahe und umsetzbare Vorschläge und Szenarien berechnen.

Das Flexibilitätspotenzial entsteht aus der geschickten Kombination vieler Stellschrauben, etwa erzeugte Energiemengen durch Speicherung in andere Tages- oder Jahreszeitbereiche zu verschieben, eine Vielzahl von Kleinerzeugern gebündelt als virtuelle Kraftwerke einzusetzen, abschaltbare Verbraucher zu planen (Demand Side Management, Laststeuerung) und Speicher zur Erbringung von Systemdienstleistungen zur Unterstützung der Versorgungsnetze mitzubersichtigen. Zusätzlich kann eine Erweiterung der Produktionskapazität oder der Rohstoffspeichermöglichkeit in Betracht gezogen werden.

Besonders großes Potenzial bieten Teillasten, wenn beispielsweise ein Verbraucher 30 % seiner möglichen Maximallast um zwei Stunden auf der Zeitachse nach vorne oder hinten „schieben“ darf. Mit dieser Vorgabe plant die Optimierungssoftware den Verbraucher unter Einhaltung des Tagesproduktionsziels strompreisgeführt ein. Auch lagerbare Zwischenprodukte, die unternehmenseigene Erzeugung, die industrielle Abwärmenutzung, Wasserstofftechnologie sowie zukünftige kalte Nahwärmenetze oder neue Erzeugungs- und Speichertechnologien können in die Optimierung mit einfließen.

Wo die Potenziale in den unterschiedlichen energieintensiven Branchen stecken, zeigen folgende Fallbeispiele aus der Praxis.

### Raffinerien

Bei der möglichst gewinnbringenden Umwandlung von Rohöl in Benzin, Diesel, Kerosin und zahlreiche andere Produkte sind Raffinerien stark schwankenden Rohöl- und Produktpreisen ausge-

setzt und müssen versuchen, ihre Prozesse zu adaptieren. Bisher wurden bei der Optimierung häufig die Dampfkessel und Kraftwerke des jeweiligen Standorts außen vor gelassen. Inzwischen können aber aufgrund der stark schwankenden Strompreise neue Fahrweisen der Kessel und Kraftwerke ökonomisch Sinn machen. Die Herausforderung besteht darin, die Vielzahl der anfallenden gasförmigen und flüssigen (also ggf. einfach speicherbaren) Reststoffe so einzusetzen, dass nutzbare Flexibilität entsteht.

Die Optimierungssoftware zeigt den Raffinerien neue Freiheitsgrade, die sie beispielsweise nutzen können, um grünen Wasserstoff stärker in ihre Prozesse zu integrieren und damit den Anteil an erneuerbarer Energie in ihren Produkten zu erhöhen. Zusätzlich können sie überschüssigen Strom an den Kurzfrist-Strommärkten zur Erwirtschaftung von Zusatzerlösen platzieren. Die Software kennt den komplexen unternehmensindividuellen Raffinerieprozess und berechnet Optimierungsmöglichkeiten unter praxistauglichen Rechenzeiten von nur wenigen Minuten.

## Papierindustrie

Um möglichst viel günstigen PV-Strom in den Mittagsstunden zu nutzen, kann man die Papierrezepturen preis- beziehungsweise prognoseabhängig auswählen und die Maschinenauslastung entsprechend planen. Optimierungssoftware findet funktionierende Vorschläge für das Gesamtsystem und hat dabei Zielvorgaben (wie eine bestimmte Tagesproduktion) im Blick.

Neben einer Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien kann die Papierindustrie auch hinsichtlich weiterer, folgender Ziele optimiert werden:

- Zusatzerlöse an den Kurzfrist-Strommärkten
- Optimierung von Gasturbinen mit Zusatzfeuerung und Abhitzeessel, Dampfkesseln (inklusive E-Kessel) und Dampfturbinen
- Optimaler Dampfeinsatz
- Reduzierung/Glättung von Netzbezugsspitzen

Alle Assets und Prozessabhängigkeiten eines Unternehmens sind im Modell abgebildet, zum Beispiel Zellstoffspeicher (mit maximaler Verweildauer, Komfortzone, Absenkzielen), Schleifer (Grinder) und Sortiermaschinen, diverse Stufen der Zell- und Halbstoffherstellung (Bleichen), Papiermaschinen inklusive Rezeptflexibilität, Tambourlager und Streichmaschinen.

## Hüttenwesen

Die Frage, wie man die in den Mittagsstunden im Übermaß vorhandene PV-Energie in der Stahlproduktion einsetzen kann beziehungsweise, allgemeiner, wie man ein Stahlwerk möglichst (energie)effizient betreibt, wird unter Berücksichtigung des thermodynamischen Verhaltens, einer Vielzahl an unterschiedlichen Lieferverpflichtungen sowie sich schnell ändernden Marktpreisen zu einer komplexen Aufgabe, die sich manuell nicht mehr zuverlässig und schnell genug lösen lässt.

Insbesondere Lichtbogenöfen bieten hohes Potenzial zur Anpassung der Produktion an das PV-Angebot, das heißt zur



► Bei der Frage, wie man die in den Mittagsstunden im Übermaß vorhandene PV-Energie am besten nutzt, kann eine Optimierungssoftware helfen



► Um den Anteil an erneuerbaren Energien in energieintensiven Industrien wie Raffinerien zu erhöhen, könnte grüner Wasserstoff stärker in die Prozesse integriert werden



Verschiebung von Produktionslasten auf der Zeitachse. Optimierungsoftware zeigt für diesen Anwendungsfall basierend auf Preisprognosen auf, wie die Öfen optimal einzusetzen sind und wie das gesamte nachgelagerte Produktionssystem reibungslos funktionieren kann.

## Chemie

Häufig findet man in großen Chemieparcs zahlreiche Einzelunternehmen, die unterschiedliche chemische Produkte herstellen. Dabei agieren die Unternehmen oft für sich allein und setzen voraus, dass notwendige Größen wie Energie, Dampf und Druckluft ständig verfügbar sind. Das führt oft dazu, dass Kessel und Turbinen des Vor-Ort-Lieferanten nonstop in Teillast laufen, um zeitnah auf jedwede Änderung reagieren zu können. Hier können Optimierungs- und Prognosesysteme helfen, die Preisanreize der Strommärkte an die Unternehmen des Standorts durchzureichen, um auf diese Weise eine bessere Planbarkeit des Gesamtsystems zu erreichen. So kann beispielsweise mithilfe einer webbasierten Eingabemaske die Produktionsprognose jedes einzelnen Unternehmens am Chemiestandort erfasst und zu einer deutlich verbesserten Gesamtprognose aggregiert werden. Allein dadurch lassen sich deutliche Einsparungen erzielen.

## Teststände

Besonders energieintensiv sind Testlabore und Teststände zum Testen der Lebensdauer der hergestellten Produkte unter Voll- und Teillast. Da diese Tests meist nur wenige Abhängigkeiten mit Prozessen innerhalb eines Unternehmens haben, bieten sie größte Flexibilität, um sie strompreisabhängig durchzuführen. Optimierungsoftware zeigt zusätzlich auf, wie sich die entstehende Abwärme am besten nutzen lässt oder wie nachhaltiger oder energieeffizienter produziert werden kann.

## Fazit

Das Flexibilitätspotenzial in der Industrie ist noch längst nicht ausgeschöpft. Einsatzoptimierungssysteme können Industrieunternehmen dabei unterstützen, weitere Potenziale aufzudecken, zu bewerten und schließlich zu nutzen.

In der Vergangenheit hielt sich das Flexibilitätspotenzial aufgrund der nur stochastisch auftretenden niedrigen Börsen-

# ► LESESTIPP

Wollen Sie mehr zum Thema „Energieeffizienzsteigerung in der Produktion“ erfahren? Auf unserer Plattform Springer Professional haben wir mehrere Beiträge sowie Fachliteratur zu diesem Themenbereich für Sie zusammengestellt. Erfahren Sie mehr unter: [www.springerprofessional.de/link/26966848](http://www.springerprofessional.de/link/26966848)

preise (häufig nur nachts oder am Wochenende) in Grenzen. Durch den massiven Ausbau an Photovoltaik in Deutschland, der sich auch in den kommenden Jahren kaum abschwächen dürfte, werden sich die niedrigsten Strompreise des Tages zumindest in der Sommer-Jahreshälfte zuverlässig in den Mittagsstunden – und damit mitten in der Tagschicht – befinden. Wer diese Zuverlässigkeit nutzen und seine Produktion danach richten kann, profitiert. Optimierungspotenzial steckt in jedem industriellen System. Und ist die Optimierungsoftware einmal im Einsatz und das Berechnungsmodell erstellt, lassen sich damit sowohl unterschiedliche Zielfunktionen (zum Beispiel Kosten oder CO<sub>2</sub>) optimieren, als auch Simulationen durchführen und Szenarien für die Langfristplanung analysieren. ↗



**CHRISTOPH SENZ**

ist Experte für Optimierungslösungen bei der Kisters AG.



**ASTRID BECKERS**

ist Leiterin des Bereichs Marketing und Kommunikation bei der Kisters AG.