

Stochastische und deterministische Optimierung, Bewertung, Day-Ahead-Einsatzplanung und Risiko-adjustierte Terminvermarktung von thermischen Kraftwerken und Erzeugungspotfolios

Stochastische Optimierung von Kraftwerken und thermischen Erzeugungspotfolios

Zur Bewertung und Bewirtschaftung von Erzeugungspotfolios in der Energiewirtschaft, insbesondere zur Bewertung von thermischen Kraftwerken, werden zunehmend Instrumente und Methoden aus der Finanzmathematik angewendet. Zukünftige unsichere Entwicklungen der Strom-, Gas-, Kohle- und Ölpreise, aber auch Kraftwerksausfälle haben erheblichen Einfluss auf den Wert einer Anlage. Daher ist es für eine marktgerechte Realoptionsbewertung erforderlich, nicht nur mit Prognosekurven der relevanten Einflussfaktoren zu arbeiten, sondern eine möglichst realistische Szenariobetrachtung zu Grunde zu legen. Besonders, wenn mehrere alternative Erzeugungskapazitäten und Primärenergiequellen im Portfolio bewirtschaftet werden, ist eine deterministische Methodik ohne Berücksichtigung der Volatilität der Marktpreise zur Erstellung von Optionsbewertungen und zur optimalen Steuerung des Erzeugungspotfolios nicht mehr hinreichend. Während der Realoptionswert für Kraftwerke ohne Brennstofflimitierung und ohne Restriktionen der An- und Abfahrten auch mit Verfahren der Monte-Carlo-Simulation ermittelt werden kann, müssen für Erzeugungskapazitäten, die solchen Restriktionen unterliegen, Szenariobaum-basierte Optimierungsverfahren angewendet werden.

Decision Trees hat DT.Plantval, ein stochastisches Optimierungstool zur Bewertung und Einsatzplanung von thermischen Erzeugungspotfolios, entwickelt. Dieses Modell integriert die adäquate Modellierung zukünftiger Unsicherheiten mit der Modellierung aller technischen, vertraglichen und marktspezifischen Eigenschaften von thermischen Kraftwerken, Brennstoffverträgen und Energiemärkten.

Zur Generierung der Szenarios werden stochastische Prozesse verwendet, die speziell an die Eigenschaften von Energiemarktpreisen angepasst sind. Neben der Generierung von Szenariobäumen zur Abbildung der zukünftig unsicheren Entwicklungen werden alle technischen und vertraglichen Nebenbedingungen der Portfolioelemente, wie z.B. von Kraftwerken, Gasspeichern, Brennstoffverträgen detailliert modelliert. Das schließt Wirkungsgradabhängigkeiten, Mindestfahr- und Stillstandzeiten, verschiedene An- und Abfahrtrampen oder Startzahlrestriktionen genauso ein wie die Einhaltung von Revisionsplänen und die Berücksichtigung ungeplanter Ausfälle. Die gemeinsame Abbildung von Kraftwerken, Fernwärmenetzen, von Brennstoffverträgen mit komplexen Preisformeln, Gasspeichern, Strom-, Brennstoff- und CO-Märkten ermöglicht die integrierte stochastische Optimierung komplexer Erzeugungspotfolios mit DT.Plantval. Eine gemeinsame Modellierung der Assets ist erforderlich, wenn z.B. gemeinsame Brennstoffbezugsverträge genutzt werden, wenn Kraftwerke in ein gemeinsames Fernwärmenetz einspeisen oder gemeinsam an Regelenergiemärkten angeboten werden sollen.

Über die optimale Day-Ahead-Einsatzplanung von Erzeugungspotfolios hinaus kann DT.Plantval auch für die Langfristoptimierung des Portfolios an Terminmärkten eingesetzt werden. Zudem bietet DT.Plantval eine Optimierung von Regelenergieangeboten an.

Risiko-adjustierte Portfoliosteuerung, Terminvermarktung

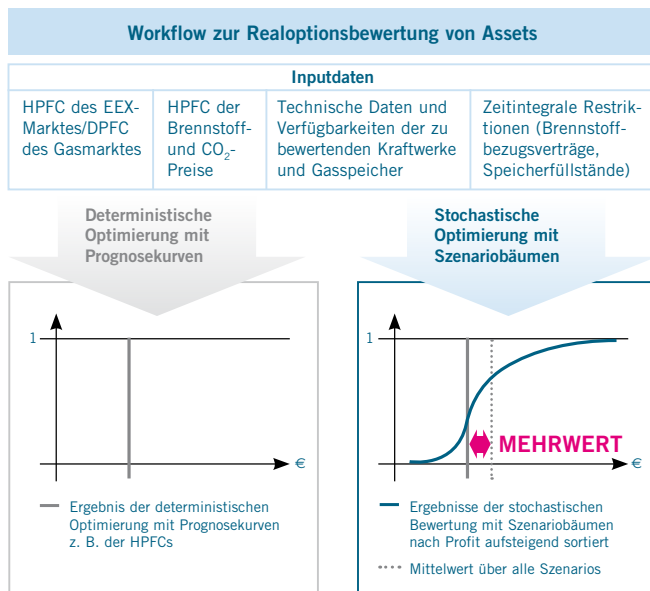
Im Ergebnis liefert jede stochastische Optimierung eine Profitverteilungsfunktion, aus welcher Risikokennzahlen wie z.B. Value-at-Risk (VaR) oder Conditional-Value-at-Risk (CVaR) abgelesen werden können. DT.Plantval bietet zudem die Möglichkeit, im Vorfeld der stochastischen Optimierung Vorgaben hinsichtlich der Risikobereitschaft in einem Portfolio zu machen, die in der Optimierung zu berücksichtigen sind. So können z.B. Grenzwerte des CVaR vorgegeben werden, die eingehalten werden müssen. Die stochastische Optimierung bestimmt dann die Schließung von Positionen so, dass der Deckungsbeitrag über alle Szenarios maximiert, jedoch die Risikovorgaben hinsichtlich des CVaR eingehalten werden.

Optimierung der Brennstofflogistik

Die Beschaffung, die Verteilung und die Lagerung von Brennstoffen, insbesondere von Steinkohle gestalten sich im Umfeld volatiler Strom-, Brennstoff- und CO₂-Märkte immer schwieriger. Daher werden Modelle der Einsatzplanung von thermischen Kraftwerken mit Modellen, die die logistische Kette der Brennstoffbeschaffung abbilden, verknüpft. DT.Plantval bietet die Möglichkeit, Portfolios von thermischen Erzeugungseinheiten, Brennstofflager, Transporte per Schiff oder Bahn sowie verschiedene Brennstoffmärkte (z.B. API2 in Rotterdam) gemeinsam abzubilden und stochastisch zu optimieren.

Delta-Hedging von thermischen Kraftwerken

Die Vermarktung von thermischer Erzeugung im Terminmarkt wird aufgrund des Verfalls der Terminmarktpreise immer schwieriger. Während die Vermarktung von Peakprodukten in der Vergangenheit davon ausgehen konnte, dass thermische Kraftwerke im Peak mit hoher Wahrscheinlichkeit am Netz sind, muss bei der heutigen Unsicherheit der Dark/Spark Spreads ein Stillstand der Kraftwerke im Peak einkalkuliert werden. Die optimale Position in den einzelnen Terminmarktprodukten vor dem Hintergrund der Unsicherheit der Erzeugungsspreads ist die Delta-Position. Diese wird basierend auf der stochastischen Optimierung mit Hilfe einer hinreichend hohen Anzahl korrelierter und kointegrierter Szenarios von Strom-, Brennstoff- und CO₂-Preisen ermittelt. Zunächst werden für jede Stunde des Vermarktungszeitraums Delta-Positionen bestimmt, die dann mit Hilfe von Algorithmen zur Fahrplanzerlegung in handelbare Terminmarktprodukte umgewandelt werden. Bei einem Delta-gehedgeten Terminmarktportfolio führen Veränderungen in den Spreads dann zu wertneutralen Veränderung der einzugehenden Terminmarktpositionen.





Produktfeatures

- ▶ **Modellierung und Optimierung von Erzeugungspotfolios bestehend aus thermischen Kraftwerken, Brennstoffbezugsverträgen, Gasspeichern, Kohlelagern, Strommärkten (Spot und Termin), Brennstoffmärkten (Spot und Termin), Emissions-Zertifikatmärkten**
 - Stochastische (Szenariobaum-basierte) Optimierung zur Ermittlung von zukünftigen Ressourcenwerten (Schattenpreisen)
 - Stochastische Optimierung zur risiko-adjustierten Portfoliosteuerung an Terminmärkten (Delta-Hedging)
 - Deterministische Langfristoptimierung zur Ermittlung von Langfrist-Fahrplänen
 - Deterministische Kurzfristoptimierung für den Day-Ahead-Einsatz

- ▶ **Modellierung von thermischen Kraftwerken (Auszug)**
 - An- und Abfahrtrampen
 - Mindestbetriebs- und Stillstandszeiten
 - Startzahlrestriktionen
 - Maximal-/Minimalleistungen und Wirkungsgrade in Abhängigkeit von Umgebungsbedingungen
 - Revisionspläne
 - Unterschiedliche Starttypen und Startkosten
 - Fixe und variable Betriebskosten
 - Stochastische Kraftwerksausfälle

- ▶ **Modellierung von Gasspeichern, Kohlelagern und Brennstofflogistik**
 - Ein- und Ausspeisekennlinien (linear, nicht-linear)
 - Ein- und Ausspeisekosten,
 - Netzzugangskosten
 - Maximale und minimale Füllstände (zeitvariabel)
 - Wartungspläne
 - Maximale Ein- und Ausspeiseleistung pro Stunde und/oder pro Tag
 - Initialer Füllstand
 - Maximales Arbeitsgasvolumen (zeitvariabel)
 - Minimales Arbeitsgasvolumen (zeitvariabel)
 - Nicht geplante Nicht-Verfügbarkeiten
 - Transportkosten (Schiff/Bahn)
 - Be- und Entladekosten von Binnenschiffen
 - Be- und Entladerestriktionen von Binnenschiffen

- ▶ **Modellierung von Bezugsverträgen**
 - Vertragsdauer
 - Bezugspreis
 - Ölindizierte Preisformeln
 - Gasmarktindizierte Preisformeln
 - Bezugspreis in Abhängigkeit von der bezogenen Menge
 - Stündliche/tägliche/monatliche/quarterweise/saisonale/jährliche maximale und minimale Begrenzung der Bezugsmengen
 - Make-Up
 - Carry-Forward
 - Temperaturabhängige Volumengrenzen

- ▶ **Modellierung von Spotmärkten**
 - Strompreisstochastik mit 5 Preisbändern, Up- und Down-Jumps, Langfristtrend (zwei-Faktor-Modell, Pilipovic)
 - Gasspotmarktstochastik
 - Emissionspreisstochastik

- ▶ Modellierung von Forwardmärkten
- ▶ Modellierung von Regelenergiemärkten (sekundär, tertiär)
- ▶ Integrierte Modellierung und Optimierung von Asset-Portfolios mit mehreren Commodities unterschiedlicher Granularitäten (Strom in stündlicher oder viertelstündlicher Granularität, Gas, Kohle, CO₂ in täglicher Granularität)
- ▶ Realloptionsbewertung von Erzeugungsportfolios
- ▶ Realloptionsbewertung von thermischen Kraftwerken
- ▶ Bestimmung optimaler Day-Ahead Fahrpläne für den Kraftwerkseinsatz
- ▶ Bestimmung von Schattenpreisen (Zukunfts-Ressourcenwerten) für zeitintegrale Restriktionen (z.B. Kraftwerksstarts, Brennstoff- Take-or-Pay-Mengen, Speicherbegrenzungen)
- ▶ Bestimmung von Profit&Loss Verteilungen, Value-at-Risk und anderen Risikokennzahlen
- ▶ Optimierung von Forwardvermarktung und -beschaffung
- ▶ Risiko-adjustierte CVaR Steuerung des Portfolios
- ▶ Systemintegration:
 - Datenbanksystem: MSSQL-Server oder Oracle
 - Flexible Schnittstellen zu Marktpreis- und Assetdatenbanken
 - Archivierung aller Ergebnisse
 - Wahlweise vollständige Automatisierung und Prozessintegration