

BEWERTUNG UND NOMINIERUNG VON GAS BEZUGSVERTRÄGEN

Dr. Christian Menn und Dr. Daniel Oeltz
RIVACON GMBH
www.rivacon.com

December 9, 2015

Gasmärkte und Gasbeschaffung Auf deregulierten Märkten für Gas werden typischerweise zwei Arten von Standardprodukten gehandelt. Erstens ein Spot, mit Lieferung am Folgetag ($d + 1$) relativ zum des Tag des Preis-Settlements. Zweitens Swap Kontrakte, die für ihre Lieferperiode (Tenor) die tägliche Lieferung einer bestimmten Gasmenge kontrahieren. Dabei sind die Lieferperioden irregulär, und reichen von wenigen Tagen (weekend, working days next week) am kurzen Ende, über Wochen und Monate bis zu längeren Perioden (quarter, season, year, gas year) am langen Ende der Swapkurve. Hinzu kommt, dass sich die Tenorstruktur über die Zeit ändert, weil Swaps mit längeren Tenoren in Swaps mit kürzeren Tenoren kaskadieren, zum Beispiel ein Quartal in seine drei Monate. Auch kann es sein, dass sich eine handelbare Swap Spezifikation täglich ändert, zum Beispiel der "balance of month" (BOM), der die tägliche Gaslieferung des aktuellen Restmonats beschreibt. Ein BOM morgen gehandelt hat eine um einen Tag

kürzere Lieferperiode als der BOM heute (vorausgesetzt, es hat keinen Monatswechsel von heute auf morgen gegeben).

All diese Kontrakte mit Lieferperioden von mehr als einem Tag könnten mit dem laufenden Spot-Kontrakt "gesourced" – also beliefert – werden, insofern sind es Swapkontrakte, auch wenn sie umgangssprachlich oft als Forwards bezeichnet werden¹.

Bereits die einfachsten strukturierten Produkte, Strips von Forwards mit täglicher Lieferungen (sog. Fahrpläne oder load schedules), benötigen als Bewertungsgrundlage eine tägliche Forwardkurve für die Gaspreise (daily forward curve, DFC). Diese täglichen Forwards werden nicht alle gehandelt – meist nur wenige am kurzen Ende – und sind deswegen nicht vollständig am Markt beobachtbar. Allerdings weiß man, dass relativ zum jeweils aktuellen Preislevel im nächsten Jahr (heute gegeben durch den entsprechenden Swap Kontrakt) ein normaler Wochentag im Winter

¹Diese können zwar ebenfalls mit einem Spot bedient werden, haben aber nur ein Fixing.

einen höheren Spotpreis haben sollte, als ein normaler Wochentag im Sommer. Dies ergibt sich aus der natürlichen Abhängigkeit der Gasnachfrage vom Wetter, insbesondere den Temperaturen. Analoges gilt für die Relation zwischen Wochentagen und Wochenende, sowie Feiertagen und Arbeitstagen, aufgrund der unterschiedlichen Nachfrage der Industrie und der privaten Haushalte je nach Typ des Tages. Darüber hinaus gibt es mittel- und langfristige Faktoren, wie Konjunktur (industrielle Gasnachfrage) oder Infrastrukturänderungen beim Gastransport (z.B. Ausbau der Transportkapazität von Flüssiggas, LNG). Aus diesen Gründen würde kein Anbieter einen täglichen Fahrplan mit konstanten Preisen, also gleich den Swappreisen, anbieten, sondern aufgrund historischer Relationen, individuellen Einschätzungen und Wetterprognosen eine tägliche Struktur (Shape) in die Preiskurve einbauen. Dieses Shape transferiert die flachen Preislevels der Swaps in eine tägliche Forwardkurve (DFC).

Solch eine DFC ist unterschiedlichen Risiken ausgesetzt.

- Preislevel-Risiken

Veränderungen im Preisniveau über langfristige Perioden (Tenore) können zum Teil über die entsprechenden Swaps abgesichert werden. Beispiele hierfür sind: Änderungen im Preisniveau für ganze Jahre, oder Verschiebungen im Winter-Sommer Spread.

- Preisstruktur-Risiken

Strukturelle Änderungen in der täglichen Forwardkurve können im allgemeinen nicht abgesichert werden. Beispiele hierfür sind: Verschiebungen von

Wochentag- zu Wochenend-Preisen. Sinkende Q3-Q4 Spreads, wegen eines kühlen Spätsommers aber wärmeren Winters als "normal". Diese Niveaushiftungen können auch meist erst im Nachhinein anhand der realisierten Spot-Preise identifiziert werden.

- Risiken der Nicht-Handelbarkeit

Gas Bezugsverträge werden auf institutioneller Ebene oft mit langen Laufzeiten strukturiert. Solche Kontrakte beinhalten zusätzliches Preisrisiko aufgrund von Nicht-Handelbarkeit der Hedgeinstrumente. Je nach Markt werden Jahreskontrakte, deren Lieferperiode 2-5 Jahre in der Zukunft liegt eventuell noch quotiert, aber nicht mehr liquide gehandelt. Ansätze mit Proxy-Hedges können möglicherweise noch eine teilweise Absicherung bieten.

Volatilitätsrisiken können ebenfalls gar nicht oder nur mit großen Bid/Ask Spreads gehedged werden.

- Volumen-Risiken

Nicht nur die Preise für Gas, sondern auch das Liefervolumen unterliegt bei Voll- und Teilversorgungsverträgen Unsicherheiten. In einem warmen Winter sind nicht nur die Preise niedrig, sondern auch die Nachfrage nach Gas liegt vermutlich unter dem Durchschnitt. Umgekehrt korrelieren in kalten Wintern hohe Nachfragemengen mit hohen Preisen ("wrong way risk").

Gasbezugsverträge bieten eine Möglichkeit diese Risiken zwischen Käufer und Verkäufer des Vertrages zu strukturieren. Ein vere-

infachtes Beispiel für einen solchen Swing-Vertrag (oder auch Swing-Option) könnte wie folgt aussehen:

Es kann auf täglicher Basis eine Gaslieferung ausgeübt werden, unter Berücksichtigung folgender Bedingungen:

- Es gibt eine Mindest-Abnahmemenge ("min take"), sowie maximale Abnahmemenge ("max take") bezogen auf die Gesamtlaufzeit des Vertrages. Geht dieser über 1 Jahr, sind dies die "annual contract quantities" (ACQ).
- Entsprechend gibt es monatliche (MCQ) und tägliche (DCQ) Mindest- und Maximal-Abnahmemengen.
- Der Abnahmepreis (Strike) ist ein festgelegter Preis für den Energiewert in EUR/MWh oder die Gasmenge in EUR/m³.

Eine Swing Option ist somit ein Strip von Call Optionen mit diversen Nebenbedingungen über die Laufzeit. Es sind diese Nebenbedingungen, die eine korrekte Bewertung wesentlich schwieriger machen, als einfach die Summe der Call-Optionswerte zu berechnen.

Ansätze zur Bewertung von Swing-Optionen Die Entscheidung der Bewirtschaftung eines Swing-Vertrages für "heute" hat theoretisch Auswirkungen bis zum Vertragsende. Als extremes Beispiel kann man sich vorstellen, dass wenn für den Rest der Vertragslaufzeit nur noch 1 m³ bezogen werden kann, der Vertrag mit der Entscheidung diesen Kubikmeter zu nominieren final bewirtschaftet ist. Bei manchen Restriktionen verhält es sich so, dass die Auswirkung einer Entscheidung "heute" mit zunehmender Zeit wieder an Bedeutung für die Zukunft verliert. Zum Beispiel

beginnt irgendwann wieder ein neuer Monat und das MCQ kann von neuem ausgeschöpft werden.

Es ist diese Kombination von Unsicherheit bezüglich der Preise und von vertraglichen Restriktionen, die die Art und die Qualität eines Bewertungsverfahrens definiert.

MYOPIC POLICIES ("kurzsichtige Strategien") berücksichtigen bei der Entscheidungsfindung "heute" bezüglich der Auswirkungen in die Zukunft einen verkürzten Zeitraum. Diese Bewertungsmethodik approximiert somit auf der Ebene der Restriktionen. Der Extremfall, dass gar keine zukünftigen Abhängigkeiten berücksichtigt werden, resultiert in der Strategie, dass immer wenn der Spread von Gaspreis zu Bezugspreis positiv ist, der Bezug nominiert wird.

Unter dieser extremen Approximationsannahme könnte man einen Swing-Vertrag auch direkt als unabhängigen Strip von Call Optionen darstellen und die üblichen Methoden der Finanzmathematik verwenden. Alternativ werden Spotpreispfade simuliert, und eine myopische Strategie mit anderen Methoden wie PERFECT FORESIGHT oder DYNAMISCHE PROGRAMMIERUNG kombiniert. Um eine vertragskonsistente Bewirtschaftung zu erhalten, müssen letztendlich die Vertragsbedingungen respektiert werden, so dass der resultierende Wert der myopischen Optimierung typischerweise zu niedrig ist, weil die kurzfristige Sicht nicht die optimale Strategie unter den zulässigen Strategien findet.

Der Ansatz mit PERFECT FORESIGHT approximiert auf der Ebene der Unsicherheit zukünftiger Preise. Es wird vereinfachend angenommen, dass der sich ergebende Spotpreispfad vollständig bekannt ist. Für diesen wird

dann (idealerweise) eine Bewirtschaftung unter Berücksichtigung aller vertraglichen Restriktionen berechnet. Durch Mittelwertberechnung über alle Simulationen kann so ein Wert des Vertrages bestimmt werden.

Der resultierende Wert ist tendenziell zu hoch, weil in der realen Bewirtschaftung der zukünftige Spotpreispfad nicht vollständig bekannt ist, und mit der letztendlich unter Unsicherheit wirklich realisierbaren optimalen Strategie weniger erwirtschaftet wird.

Beide genannten Methoden sind relativ leicht und effizient umzusetzen, sie benutzen aber starke Vereinfachungen zur Approximation, die wesentliche Teile des Swing-Vertrages (myopic policy) bzw. die Nicht-Prognostizierbarkeit von Spot Preisen in der Zukunft (perfect foresight) vernachlässigen. Auch wenn beide Methoden zusammen einen Wertebereich für den fairen Wert angeben, ist dieser in der Regel zu breit für eine solide Preisabschätzung.

Die folgenden beiden Ansätze sind einiges komplexer, kommen aber auch der theoretisch optimalen Strategie (und damit auch dem fairen Wert) deutlich näher.

Die STOCHASTISCH-DYNAMISCHE PROGRAMMIERUNG versucht das Gesamtproblem der Optimierung in zeitlich sequentielle Teilprobleme zu zerlegen, die einzeln effizient lösbar sind, zum Beispiel mit Linearer Programmierung oder Mixed-Integer Programmierung. Das Verfahren basiert auf Szenarien, die üblicherweise durch einen Szenarienbaum spezifiziert sind. Analog zu Baumverfahren in der klassischen Finanzmathematik sind Szenarienbäume diskret, und die Anzahl der Szenarien muss für eine effiziente Bewertung beschränkt sein. Dies kann entweder durch Rekombination des Baumes, oder aber auch durch Auswahl

repräsentativer Szenarien erreicht werden. Das Verfahren wurde bereits zur Bewirtschaftung von mehrstufigen Wasserspeicher-Kraftwerken und auch bei der Optimierung von Gasspeichern und Swing-Optionen eingesetzt.

Ein Ansatz mit DYNAMISCHER PROGRAMMIERUNG (DP) und Least-Squares Monte Carlo (LSMC) versucht die optimale Strategie mittels Simulationen und Regressionen zu schätzen. Das Resultat sind Handlungsanweisungen, die für jeden Zeitpunkt und jeden Zustand (restliche nominierbare Gasmenge, Marktpreise etc.) angeben, welche Menge an Gas optimalerweise nominiert werden soll. Aus dieser Strategie lässt sich ein Preis und eine adäquate Absicherungsstrategie berechnen.

Dazu wird zu jedem Zeitpunkt für jede sofortige Bezugsmenge und für jedes verbleibende Restvolumen, unter Berücksichtigung der Nebenbedingungen, ein Gesamtwert bestehend aus dem aktuellen Cash Flow und dem erwarteten Restwert des Vertrages bestimmt. Diejenige Strategie, die den Gesamtwert aus allen über die Zeit kumulierten Einzelwerten maximiert, ist die optimale Strategie.

Je nach Zeit- und Zustands-Diskretisierung kann die Berechnung sehr aufwändig sein. Allerdings ist diese Technik seit den ersten Arbeiten von Carriere und Longstaff/Schwartz über Jahrzehnte hinweg stark weiterentwickelt worden, und wurde außer in der Assetoptimierung auch für Zinsprodukte (callables) erfolgreich eingesetzt. Die Steigerung der Rechenleistung über die letzten Jahrzehnte, sowie die Weiterentwicklung parallelen Rechnens auf GPUs und multi-core CPUs, hat ebenfalls zur Verbreitung dieser Methode stark beigetragen.

DP mit LSMC tendiert dazu den Wert

einer Swing-Option etwas zu unterschätzen, denn wie bereits bemerkt, wird die optimale Bewirtschaftungsstrategie mittels Regression geschätzt, was aufgrund von stochastischen Effekten und Diskretisierung nicht perfekt gelingt. Jede nicht-optimale Strategie ist aber automatisch sub-optimal für das vorgegebene Entscheidungsproblem. Es gibt allerdings mehrere Verfahren zusätzlich zum oben beschriebenen LSMC Wert als untere Schranke eine obere Schranke zu bestimmen. Diese ist in den meisten Fällen auch kleiner als eine obere Schranke, die durch PERFECT FORESIGHT ermittelt wurde, und definiert ein brauchbares Intervall, in dem der faire Wert liegt.

Weitere Besonderheiten in Bezugsverträgen Für viele Bezugsverträge (insbesondere mit langen Laufzeiten) sind vertragliche Ergänzungen üblich, die eine Bewertung und Optimierung erschweren. Typisch sind:

- Preisindices und Abwälzungsformeln

Der Bezugspreis (Strike) ist nicht fix vorgegeben, sondern an Preisindices für Gas gekoppelt. Meist werden diese Indices durch Abwälzungsformeln vertraglich definiert, die aus einem Gaspreis (zum Beispiel Swap Front-Monat), durch Mittelung (averaging) und Verzögerung (lagging) einen Bezugspreis ermitteln, der dann für einen definierten Zeitraum (zum Beispiel die nächsten drei Monate) gilt. Diese Variante verhindert, dass durch starke Änderungen des Preislevels Verträge stark aus dem Geld, oder auch weit ins Geld laufen.

Ein variabler Bezugspreis verkompliziert das Modell hinsichtlich Konvergenz in

Preisberechnung und Bestimmung der optimalen Strategie.

- Preisbindung des Bezugspreises

Zusätzlich zur Bindung an einen Preisindex für Gas werden manchmal auch die Preise anderer Primärenergieträger wie Kohle und Öl in die Bezugspreisberechnung einbezogen. Auf diese Weise kann die Wirtschaftlichkeit eines Energieträgers an andere Energieträger gekoppelt werden, was Sicherheit sowohl für Up- und Down-Stream Unternehmen schafft. Die starke Entkopplung von Gas- zu Kohle- und Öl-Preisen hat diese Methodik inzwischen unpopulärer werden lassen.

Ein zusätzlicher Preis-Risikofaktor macht ein Modell komplizierter und die Berechnungen aufwändiger, da zusätzliche Simulationen von Preispfaden benötigt werden.

- Carry-Forward and Make-up Gas

Carry-forward und make-up Regeln erlauben es dem Abnehmer (Swing-Optionshalter) unter Verletzung der ACQ die Abnahme einer bestimmten Menge von Gas in das nächste Jahr zu verschieben (carry-forward) oder vorzuziehen (make-up). Gegebenenfalls muss der Abnehmer eine Strafgebühr bezahlen. Diese Variante tritt nur bei Mehrjahresverträgen auf.

Durch diese zusätzliche Bedingung über lange Zeiträume hinweg kann sich die Berechnung der optimalen Bewirtschaftung des Vertrages erheblich verkomplizieren.

Unterschiede zu Stromlieferverträgen

Für die Bewertung von Stromlieferverträgen kommen im Prinzip dieselben Methoden wie für Gasbezugsverträge in Betracht, allerdings sind aufgrund der vertraglichen Unterschiede einige Aspekte zu beachten.

Zunächst sind die wesentlichen vertraglichen Unterschiede zu Gas Swing-Verträgen:

- Strom wird stündlich oder sogar viertelstündlich geliefert.
- Die Restriktionen, die in den Verträgen eingebaut sind, resultieren aus den grundlegenden physikalischen Eigenschaften von Kraftwerken (daher auch oft der Name VPP, virtual power plant, für solche Verträge)
- Anstelle von DCQ, MCQ und ACQ tritt eine maximale Kapazität (in MW), die pro Stunde abgerufen werden kann. Darüber hinaus gibt es eine minimale Kapazität, die der Minimalleistung des Kraftwerkes entspricht, bei der das Kraftwerk noch Strom produziert. Üblicherweise kann auch Null Leistung bezogen werden (Kraftwerk ist aus).
- Es gibt Rampen, die definieren in welchen Leistungsschritten das Kraftwerk von einer zur nächsten Stunde hochgefahren werden kann (bis zur maximalen Kapazität), bzw. runtergefahren werden kann (bis zur minimalen Kapazität).
- Es gibt eine minimale Anzahl von Stunden, die ein Kraftwerk laufen muss, bevor es wieder ausgeschaltet werden darf. Ebenso muss es eine bestimmte Anzahl von Stunden ausgeschaltet sein, bevor es wieder angefahren werden kann.
- Da das Anfahren eines Kraftwerkes immer erhöhten Verschleiss bedeutet, gibt es oft eine tägliche und auch jährliche Anzahl von maximalen Starts des Kraftwerkes, die nicht überschritten werden darf.

Die Physik der Kraftwerke induziert noch eine Vielzahl von weiteren Bedingungen, die in solche Verträge zum Teil eingearbeitet sind, oder auch ignoriert werden. Die Punkte oben geben nur eine Auswahl einiger wichtiger Bedingungen.

Die stündliche (oder sogar viertelstündliche) Optimierung von Verträgen mit einem oder mehreren Jahren Laufzeit macht eine reine DP/LSMC Berechnung schwierig. Allerdings bewirkt die hochfrequente Struktur von Strompreis-Forwardkurven, mit ausgeprägtem Base/Peak und Wochentag/Wochenende Muster, dass eine Bewertung durch Kombination von myopischer Betrachtung und dynamischer Programmierung mit least-squares Monte-Carlo sehr gute Ergebnisse hinsichtlich Preis und Hedge-Strategie erzielen kann.