

Revenue Management in liberalisierten Energiemärkten

Peter Stagge und Wolfgang Konen, Thinking Networks AG

1. Liberalisierte Märkte

1.1. Energiemarkt

Die Deregulierung und Liberalisierung der Energiemärkte führt zu einer weitreichenden Veränderung des Marktgeschehens mit dabei neu entstehenden Aufgaben und Chancen für alle Marktteilnehmer. Den Erzeugern, Netzbetreibern, Vertriebern und Händlern bieten sich nun vielfältige Handelswege und neue Handelspartner. Der geschickte Umgang mit den neuen Instrumenten erlaubt es, Gewinn- und Umsatzpotenziale auszuschöpfen und den dafür nötigen Einsatz von Ressourcen zu optimieren. Der rechtliche Rahmen stellt nur eine Voraussetzung für die Erweiterung der Geschäftsabläufe dar, ergänzend sind die entsprechend neu aufgebauten Handelswege, standardisierte Produkte an den Börsen, z.B. EEX in Frankfurt, und die technologische Umsetzung bei den Marktteilnehmern im Gange, die im Zuge des Wettbewerbs und der Informationstransparenz möglich werden.

Die spezifischen Eigenschaften des Energiesektors bleiben dabei weiterhin Grundlage des Geschäfts, die Liberalisierung sorgt für eine Weiterentwicklung, nicht für eine Neuentwicklung des Bereichs.

In dieser veränderten Situation können Energieunternehmen von Entwicklungen in anderen Branchen profitieren, in denen Liberalisierung schon vor Jahren ähnliche Problemstellungen und Chancen definierte und sehr erfolgreiche Lösungen hervorbrachte. Solche Entwicklungen sind beispielsweise **Revenue Management (RM)** oder Risikomanagement.

1.2. Was verbindet Energieunternehmen, Fluggesellschaften und Hotelgewerbe?

Der Anstoß zur Entwicklung neuer Methoden war die Liberalisierung des amerikanischen Flugmarktes in den späten 70ern. Die damalige Situation hat zu einer gänzlichen Umstrukturierung des Marktes geführt; für die beteiligten Unternehmen ergaben sich neue Möglichkeiten, aber auch Gefahren (PanAM) und viel Bedarf nach Verfahren zur Steuerung der unbekannteren, neuen Handlungsoptionen. Dies war die Geburtsstunde von RM als einer systematischen Vorgehensweise zur Anpassung von Angebot und Nachfrage mit dem Ziel, den Ertrag zu maximieren.

Dieses Ziel ist natürlich nicht in aller Allgemeinheit zu erreichen. Statt dessen beschäftigt sich RM mit der Disposition und dem Verkauf von Produkten, die ähnliche Eigenschaften haben, wie sie sich aus dem Bereich der Linienfluggesellschaften ergeben.

Für solche Produkte stehen nun voll entwickelte Verfahren zur Verfügung, ein systematisches Vorgehen ist möglich, und die Übertragung auf andere Geschäftsbereiche hat sich als praktikabel und vielfach sehr erfolgreich erwiesen.

Die Voraussetzungen für einen Einsatz von RM lassen sich extrahieren, sie betreffen Branchen mit folgenden Charakteristika (nicht alle davon müssen erfüllt sein):

- Die Produkte sind verderblich, sie können nicht gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt verkauft werden; das bezieht sich beispielsweise auf einen leer gebliebenen Sitzplatz im Flugzeug, eine nicht verkaufte Netzkapazität oder MWh.
- Die Produkte werden geordert, bevor sie gebraucht (konsumiert) werden. Es ergibt sich ein Buchungs- oder Planungsverlauf für Sitzplätze ebenso wie für Energiemengen.

- Verschieden Kunden konkurrieren um ein limitiertes Angebot. Das Angebot lässt sich nicht zu gleichbleibenden Kosten beliebig erweitern. Zusätzliche Flug- oder Energiekapazitäten sind nicht beliebig verfügbar.
- Der Bedarf variiert stark in der Zeit und kann nicht exakt vorhergesagt werden. Energiebedarf ist eine stochastische Größe, ebenso wie der Nachfrage nach Flugreisen.
- Physisch identische Produkte, Sitzplatz, Gas oder Strom, können als unterschiedliche Produkttypen, beispielsweise kurzfristig verfügbar oder langfristig vorgebucht, verkauft werden.
- Die Produkte haben für unterschiedliche Marktsegmente unterschiedlichen Wert.
- Die Produkte haben zu verschiedenen Zeiten unterschiedliche Preise.

Vor diesem Hintergrund lässt sich die allgemeine Aufgabenstellung des RM viel anschaulicher formulieren: Wann und zu welchem Preis sollen Produkte, die an einem bestimmten Zeitpunkt verfallen, ertragsoptimal verkauft werden?

Nachdem die Methoden für Fluggesellschaften entwickelt worden waren, haben andere Branchen die Chancen dieses Ansatzes für sich umgesetzt und führen heute, teilweise flächendeckend RM durch.

Aus dem alltäglichen Erfahrungsbereich sind das unter anderen Autovermieter oder Hotelketten: ein Hotelzimmer kann oftmals zu ganz unterschiedlichen Konditionen gebucht werden, der Hotelier maximiert damit seinen Profit, denn die Bereitstellung des Zimmers kostet immer denselben Betrag. Auch die Pauschalreiseanbieter passen ihre Angebote genauer auf die Nachfragen der Kunden an; wegen der im Vergleich zu Linienfluggesellschaften komplexeren Produkte werden die Methoden in dieser Branche erst jetzt umgesetzt.

Die aufgezeigten Analogien in der Problemstellung ergeben für den Energiesektor eine ebensolche Chance, wie sie andere Branchen bereits realisiert haben. Einen Einblick von Herangehensweisen und Bestandteilen im RM-Prozess soll dieser Beitrag liefern.

2. Was ist RM?

2.1. Bestandteile

Eine breit angelegte Übersicht über RM-Prozesse mit vielen Beispielen aus der Praxis und den erreichbaren Erfolgen findet sich in Cross[1]; 2-8% werden dort als typische Umsatzsteigerung genannt. Da diese Umsatzsteigerung allein durch eine erfolgreiche Entscheidungsunterstützung erreicht wird, schlägt er direkt in Profit um. Dieser Profit kommt durch die Optimierung des Verkaufsvorgangs zustande. Es ist systematisch erzielbarer Profit, der innerhalb der betrieblichen Randbedingungen zusätzlich erwirtschaftet wird.

Das Verfahren, um diese Potenziale auszuschöpfen, beruht darauf, mit analytischen Werkzeugen die Nachfrage für verschiedene Produkttypen zu erfassen und zu modellieren und den Verkaufsprozess so zu steuern, dass die aktuelle Marktlage und schnelle Veränderungen gewinnbringend umgesetzt werden.

Methoden der IT, der Datenanalyse und der Optimierung werden dabei eingesetzt, um die relevanten Prozesse zu modellieren und optimale Handlungsvorschläge automatisiert zu generieren. Diese stehen für die Entscheidungen des Middle und Front Office jederzeit aktuell zur Verfügung.

Die relevanten Vorgänge des Geschäftsablaufs abzubilden und angemessene Modellierungs- und Optimierungsverfahren aufzubauen ist Kernaufgabe von RM Systemen. Bei der Umsetzung, speziell der Datenauswertung, kommt der Energiewirtschaft ihre spezifische Erfahrung mit den eigenen Datenmodellen zu Gute. So bleiben die etablierten Handwerkzeuge der Unternehmen, wie Lastprofile, weiterhin eine Grundlage des RM Prozesses.

2.2. Beispiele für RM-Konzepte

Eine Aufgabe des RM ist es, den sogenannten **Displacement** Effekt bei der Annahme von Nachfragen zu berücksichtigen. In Worten bezeichnet er die Situation, dass Kapazitäten frühzeitig zu einem günstigen Preis verkauft wurden, und spätere Nachfragen, die einen größeren Profit eingebracht hätten, nicht bedient werden konnten. Für diese Situation wurde das Konzept des Bid Price Controls entwickelt, zwei Beispiele sollen es erläutern:

Beispiel 1:

In folgender Situation für den Verkauf von Transportkapazität gibt es ein einfaches Netzwerk (Gas, Strom) mit zwei Segmenten S1 und S2, Kapazität jeweils 1000 Einheiten. Für einen bestimmten Transportzeitpunkt liegen folgende (mengenvARIABLE) Angebote vor:

1. 300 Einheiten via S1 für 2.4 EUR/Einheit.
2. 1000 Einheiten via S1 & S2 für 3 EUR/Einheit.
3. 400 Einheiten via S2 für 2 EUR/Einheit.

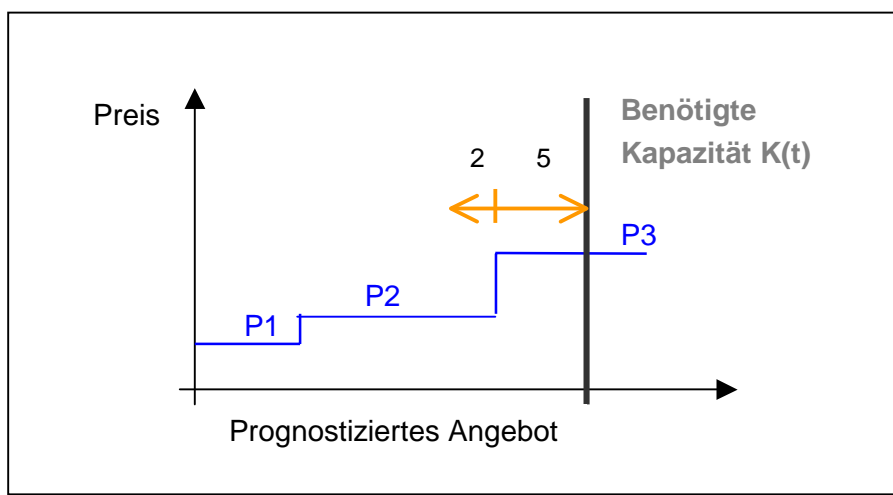
Angebot 2 könnte angenommen werden, denn es erzielt den höchsten Umsatz pro Einheit und insgesamt (3.000 EUR). Ein genauerer Blick auf die Situation zeigt jedoch, dass es eine bessere Alternative gibt:

- a. 300 Einheiten via S1 von Angebot 1
- b. 300 Einheiten via S2 von Angebot 3
- c. 700 Einheiten via (S1&S2) von Angebot 2

Wird die Netzkapazität zu diesen Konditionen verkauft, so ergibt sich ein Umsatz von 3.420 EUR, eine Steigerung von mehr als 10% gegenüber der ersten Lösung. Auch wenn dieses Beispiel sich noch leicht ohne Computer lösen lässt: Bei realistischen Netzwerken (viele Segmente, schnelle Entscheidungen) lässt sich die profitabelste Zusammenstellung der Angebote nicht mehr so einfach überblicken; effiziente RM-Systeme sind hier geeignet, um optimale Handlungsabläufe zu finden.

Beispiel 2:

Ein weiteres Beispiel adressiert den Energiebezug. Für einen Zeitpunkt t soll eine Kapazität $K(t)$ eingekauft werden. Über die zu erwartenden Energieangebote in (hier 3) verschiedenen Preissegmenten gibt es Vorhersagen; sie sind in der Abbildung dargestellt. Aus diesen Vorhersagen soll abgeleitet werden, ob ein Angebot über eine Menge M zu einem bestimmten Preis P angenommen werden soll.



Der einfachste Fall ist, dass 1 Einheit zu einem Preis $P \leq P3$ angeboten wird. Das Angebot wird nach obigem Beispiel angenommen. Ein weiterer Fall ist, dass 7 Einheiten zum Preis $P3$

angeboten werden. Vordergründig paradox aber schlüssig ist es, dieses Angebot nicht anzunehmen. Die Erwartung ist, dass nur 5 Einheiten zum Preis P_3 benötigt werden, nicht aber 7. Der Preis für 7 Einheiten muss also geringer sein, als der für 5. Die vergebene Chance, 2 Einheiten zu einem günstigeren Preis zu erhalten (Displacement), muss sich in dem Preis des Angebots niederschlagen.

Das zugehörige Steuerungsverfahren ist unter dem Namen **Bid Price Control** bekannt. Auch wenn die im Beispiel vorgestellte Grundidee einfach erscheinen mag: Zur Umsetzung dieser und anderer Ansätze in der Realität, wenn es z.B. um komplexere Displacement-Zusammenhänge mit vielen Produkten und variablen Preisen geht, sind moderne Optimierungs- und Vorhersageverfahren unerlässlich. Neben den Standardverfahren der Statistik und linearen Optimierung haben sich hier neue Methoden aus dem Bereich *computational intelligence* etabliert, mit deren Hilfe die nichtlinearen Zusammenhänge modelliert und komplexe Optimierungsaufgaben gelöst werden.

Die Festlegung von optimalen Preisen, um Angebote anzunehmen, wird durch die Methoden des RM erreicht. Oft erzielen sie, wie in Beispiel 1, Umsatzsteigerungen, die keine nennenswerte Steigerung der Ressourcen erfordern. Erfahrungen aus anderen Industrien haben gezeigt, dass häufig ca. 80% der durch RM erzielten Umsatzsteigerung direkt dem Gewinn zugute kommen. Das Schema des Bid Price Control lässt sich außerdem auf Situationen übertragen, wo die Vorhersage mit statistischen Unsicherheiten versehen ist. Es liefert eine konkrete Entscheidungsunterstützung, mit der sich im laufenden Betrieb schnell die aktuellen Positionen bewerten lassen.

2.3. Die einzelnen Bestandteile

Welche einzelnen Komponenten umfasst nun ein typisches RM-System? Die wesentlichen Teile sind Modellierung, Marktsegmentierung, Prädiktion, Optimierung und Risikomanagement.

Bevor die Modellierung als einer der Kernpunkte des RM-Systems durchgeführt werden kann, müssen ganz wesentliche Vorarbeiten geleistet werden: In einer Business Understanding Phase werden die Voraussetzungen und Ziele aus der Sicht des Energiegeschäfts in eine RM Sicht übertragen, und damit eine formale Zielsetzung definiert. Die formale Beschreibung der Abläufe zu generieren ist Aufgabe der Modellierung. Die Methoden dazu beruhen auf fundamentalen, mikroökonomischen Überlegungen; sie verbinden die Größen, die für Nachfrage- und Kaufentscheidungen zuständig sind, miteinander. Aus diesen prinzipiellen Größen werden die Variablen abgeleitet, von denen die Entscheidungen abhängen, ebenso die Randbedingungen, die dabei eingehalten werden müssen. Die Modelle haben teilweise beschreibenden Charakter, z.B. um Informationen über schwer zugängliche Variablen zusammenzuführen, andererseits werden mit ihnen die notwendigen Vorhersagen durchgeführt.

Die Modellierung ist die ausschlaggebende Teilkomponente des RM-Prozesses. Dafür stehen sehr unterschiedliche Modelltypen zur Verfügung, angefangen von linearen Modellen, über neuronale Netze bis zu Support Vektor Maschinen; welche angemessen sind, hängt von der abzubildenden Funktionalität und den vorhandenen Daten ab. Um die nötigen Prozesse zu beschreiben, müssen große Datenmengen effizient handhabbar sein und viele Teilmodelle schnell berechnet und gut verwaltet werden. Ergebnis der Modellierung ist die Prognose relevanter Variablen, beispielsweise des Angebots in den einzelnen Marktsegmenten. Neben dem reinen Prognosewert ist für die Integration von Risikoabschätzungen die Angabe eines Konfidenzintervalls unerlässlich. Diese Größen dienen als Grundlagen der Optimierung und ihre Güte bestimmt ganz wesentlich die Profitsteigerung, die tatsächlich erreicht wird. Es ist das Ziel, durch geschickte Problemdefinition die Optimierungsaufgabe einfach zu gestalten, daher ist der Prognoseteil maßgeblich für den Erfolg des RM.

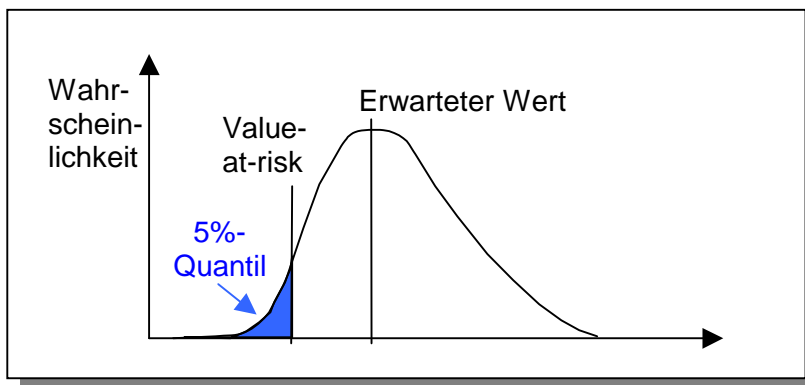
In Punkto Daten stehen für die Energiemärkte einerseits aufbereitete und langjährige Daten zur Verfügung, wie Lastgänge, Lastprofile, meteorologische und kalendarische Daten. Die

mit der Liberalisierung einhergehenden vielfältigen Handelsformen erzeugen zudem neue Daten über gehandelte Produkte mit den entsprechenden Preisen. Allerdings sind die Märkte noch relativ jung, so dass die Daten nicht weit in die Vergangenheit zurückreichen. Für herkömmliche Prognosemodelle ist es oft schwierig, auf dieser Grundlage zuverlässige Prognosen zu erstellen. Das Problem wird verschärft durch die hohe Dynamik der neuen Märkte, die noch recht häufig strukturellen Veränderungen (z.B. neue Energiebörsen) unterworfen sind. Es sind also robuste Modelle gefragt, die mit weniger Daten auskommen.

Optimierung und Risikomanagement sind eng miteinander verwandte Thematiken, die aus zwei Zielfunktionen resultieren: Welche Auswahl treffe ich unter verschiedenen Handlungsalternativen mit dem Ziel der Ertrags- und Gewinnmaximierung? und: Welche Auswahl treffe ich mit dem Ziel der Risikominimierung?

Eine zentrale Bedeutung kommt dem Risikomanagement bei Versorgungsdienstleistungen zu, mit dem sich die Versorger gegen Preis-, Nachfrage- und andere Schwankungsrisiken absichern. Dies ist nur möglich, wenn die Prognose neben dem Prognosewert auch ein Gütemaß oder eine Risiko-Streubreite liefert. Beispielsweise ist es für den Versorger wichtig zu wissen, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein prognostizierter Verbrauch von 100 Einheiten in der Realität über 110 Einheiten steigen oder unter 90 Einheiten sinken kann. Es gehört zu den Besonderheiten der von Thinking Networks eingesetzten Technologie, dass solche Konfidenzintervalle automatisch aus den Prognosen mitgeliefert werden, und dies auch für nichtlineare Modelle.

Unter dem 95%-Konfidenzintervall versteht man zum Beispiel dasjenige Intervall um den Prognosewert, das den wahren Wert mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit einschließt. Wird dieses Intervall an die Deckungsbeitragsrechnung durchgereicht, so lassen sich unmittelbar die zugehörigen "**value-at-risk (VaR)-Werte**" des 5%-Quantils ermitteln.



Ausgehend von den verschiedenen Marktsegmenten und der Modellierung (Prädiktion) bieten Optimierung und Risikomanagement Lösungen für verschiedene konkrete, jedoch schwierige Fragestellungen des RM:

- Soll eine Nachfrage nach einem bestimmten Produkt zu einem bestimmten Preis angenommen werden?
- Ist es optimal Energie an dem Knoten jetzt zu verkaufen?
- Mit welchen Produkten sichere ich optimal meinen Bedarf ab, ausgehend von einer bestimmten VaR-Vorgabe?
- Was ist die beste (risikoärmste) Struktur für ein Portfolio von Verträgen?
- Wie werden die vorhandenen Speicherkapazitäten optimal genutzt, insbesondere wenn die Preise auf dem Gasmarkt starken Schwankungen unterliegen?

Auch hier werden systematische mathematische Optimierungsverfahren eingesetzt, wie Lineare Programmierung (LP) und gemischt-ganzzahlige lineare Programmierung (GLP), Dynamische Programmierung und dessen stochastische Variante, sowie neuere Verfahren

wie beispielsweise Evolutionäre Algorithmen. Optimale Ergebnisse werden nur erzielt, wenn zur guten Optimierung eine korrekte Vorhersage vorliegt.

3. Die Anwendung von RM für den Energiemarkt

Die vorstehenden Ausführungen haben deutlich gemacht, weshalb Techniken des Revenue Managements (RM) für den Energiemarkt von Bedeutung sind. Durch die vielfältigen Änderungen auf den liberalisierten Energiemärkten müssen tradierte Handlungsabläufe neu überdacht und gestaltet werden; RM liefert hierfür das richtige Framework, das sich in anderen Industrien bereits bewährt hat.

Verschiedene Unternehmen in der Energiebranche haben dies bereits erkannt und investieren in den Aufbau von RM-Technologien. Solche Anwendungen beinhalten die optimale Steuerung von Speichersystemen (z. B. Gas), den Handel von Energie-Kontrakten verschiedenster Art oder Strategien für das Dynamic Pricing im Energie-Einkauf oder -Verkauf, an Handelsplätzen oder in Auktionen. Grundlage und zugleich Hauptschwierigkeit bei der Realisierung solcher Anwendungen sind die genaue Analyse der den spezifischen Markt kennzeichnenden Daten und die daraus zu erstellenden robusten und präzisen Vorhersagen.

Grundsätzlich haben Unternehmen der Energiebranche hier zwei Handlungsalternativen: Erstens können sie auf ein Standardprodukt setzen, das IT-Lösungen für Prognose und Optimierungen anbietet, und daraus intern eine Lösung für ihren spezifischen Anwendungsfall gestalten. Wenn praktikabel, dann liegen die Vorteile in einer schnellen Umsetzbarkeit und einem oft existierenden Proof-of-Concept. Schwierigkeiten entstehen jedoch dann, wenn das Standardprodukt den unternehmensspezifischen Business-Prozess nicht adäquat abbildet, was zu suboptimalen Lösungen wenn nicht gar zum Scheitern des Projektes führt. Zweitens können sie auf anpassbare IT-Lösungen setzen, die einerseits Standards dort benutzen wo dies Sinn macht, bei denen andererseits durch IT-Consultants der Business-Prozess genau analysiert wird und gemeinsam mit dem Energieunternehmen eine optimale Lösung entwickelt wird. In Zeiten schärferen Wettbewerbes und sinkender Margen wird sich oftmals nur so der entscheidende technologische Vorsprung vor dem Wettbewerber erzielen lassen.

Fazit: Der Energiemarkt befindet sich in einer Umbruchsituation. Es ist faszinierend zu betrachten, mit welcher Dynamik sich einerseits auch die Geschäftsprozesse im Energiemarkt ändern – zum Teil auch gerade hervorgerufen durch die Anwendungen von RM-Techniken – und wie dies andererseits zusammentrifft mit einer anderen IT-Revolution, dem internetbasierten e-Commerce. Letzterer schafft eine ganz neue Verfügbarkeit zielgenauer Marktdaten, die es auch für kleinere Unternehmen möglich macht, in professioneller Weise sehr detaillierte Daten für ihre Geschäftssteuerung heranzuziehen.

4. Literatur

[1] Robert Cross, "Revenue Management", Broadway Books, New York, 1997.