

Programm "Elektrizität"



A New Methodology for Establishing a System for Cross-Border Transmission Tariffication in the Internal Electricity Market

ausgearbeitet durch

Prof. Dr. Hans Glavitsch
Professor em. für Energieüber-
tragungssysteme der ETH Zürich
Hombergstrasse 14
5415 Nussbaumen
Tel. 056/282 16 58
Email: haglav@bluewin.ch

Prof. Dr. Göran Andersson
Professor of Electric Power Systems
Laboratory for Electric Power Systems
ETH Zürich
ETH Zentrum
8092 Zürich
Tel. 01/632 08 16
Email: andersson@eeh.ee.ethz.ch

Im Auftrag des

Bundesamts für Energie

Vertragsnummer: 39 628

Projektnummer: 79 405

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassungen

1. Einleitung	1
2. Problemstellung	2
3. Zielsetzungen.....	3
4. Ergebnisse.....	3
5. Referenzen.....	5

Zusammenfassung

Mehrere Organisationen bemühen sich um ein Konzept für die Tarifierung grenzüberschreitender Flüsse wie aus dem sogenannten Florenz-Forum hervorgeht. Bis jetzt hat sich ein provisorisches Konzept etabliert, das von ETSO ausgearbeitet wurde. Es ist auf Kostendeckung ausgerichtet, aber ist nicht ganz verursachergerecht und produziert keine ökonomischen Signale für die Marktteilnehmer. Im vorliegenden Projekt wurde ein flussorientiertes Modell und eine entsprechende Methodologie entwickelt, die Netznutzungsgebühren (Kompensationen) innerhalb von Superknoten ableitet, die für die aggregierten Ersatznetze von Ländern stehen. Dabei werden die Gebühren entlang Transitzpfaden und Pfaden für die lokale Versorgung erhoben. Die spezifischen Gebühren (Briefmarken) werden von den Gesamtkosten der Netze abgeleitet, können jedoch auf flexible Weise auf das horizontale Netzwerk angewendet werden, um die realistische Nutzung durch Transite und die lokale Versorgung nachzubilden. Die Umlegung der Kosten kann in Richtung der Verbraucher oder der Erzeuger erfolgen. Eine Kombination aus den Kosten, die ursprünglich für Verbraucher und Erzeuger bestimmt wurden, ist ebenso möglich. Auf diese Weise ist das Modell auf flexible Art in der Lage, die Anforderungen von Regulatoren, Operatoren und der Europäischen Gemeinschaft zu erfüllen. Stündliche Messwerte des UCTE-Netzes wurden für das Austesten der Methode zur Verfügung gestellt. Verschiedene Richtungen wurden verfolgt, so z.B. für gleiche Briefmarken oder individuelle Briefmarken, für eine Vergütung der Nutzung der Transitzpfade allein oder für speziellere Konfigurationen von Superknoten. Die Methodik ist auch in der Lage Kreisflüsse innerhalb des realen UCTE-Netzes zu behandeln. Sie ist im besonderen für eine dezentrale Anwendung geeignet, in dem der Netzbetreiber nur mit den Nachbarnetzen kommunizieren muss, d.h. eine zentrale Clearingstelle ist nicht erforderlich.

Abstract

Several organizations are working on a scheme for cross-border tariffication as the so-called Florence forum indicates. So far a provisional concept created by ETSO evolved which is oriented towards covering costs but is not quite cost-reflective and does not produce economic signals for the market players. In the present project a flow oriented model and a corresponding methodology has been developed which derives compensations within supernodes standing for aggregated networks of the countries along transit and domestic paths. Specific fees are derived from overall network costs but may be applied in a flexible way to represent the realistic usage of the horizontal network for transits and domestic supply. Charging of costs can be oriented towards consumers or generators. A combination of shares of costs originally determined for consumers and generators is also possible. In such a way the model is flexible to fulfill the requirements of regulators, operators and the European Commission. Measured flow data of the UCTE network have been provided to check the concept in various directions, i.e. based on different parameters such as uniform and individual postage stamps, compensations for transits only and more elaborate networks of supernodes. The concept is also able to cope with circular flows within the real UCTE network. The methodology is suited for an application in a decentralized fashion as the transmission system operator needs to communicate with its neighboring operator only, i.e. there is no need for a centralized clearing office.

1. Einleitung

Das Europäische Höchstspannungsnetz ist innerhalb der UCPTE (heute UCTE) in enger Zusammenarbeit der Länder zum Zweck des Stromaustausches im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit und Sicherheit installiert worden. Die ursprüngliche Motivation war der Austausch von hydraulischer und thermischer Energie zwischen der Alpenregion und den hochindustrialisierten Ländern von Deutschland und Frankreich. Darüber hinaus erschien als Nutzen die erhöhte Zuverlässigkeit der Versorgung, die mögliche Verzögerung des Baus von Kraftwerken und die Verwertung von Überschussenergie. Der Austausch wurde auf der Basis des Frequenz-Leistungs-Prinzips konzipiert, in dem alle Partner aufgrund gleicher Rechte teilnehmen. Dieses dezentrale System erlaubt Sollwerte für die auszutauschenden Leistungen in definierten Regelzonen zu setzen, wodurch bei konsistenten Vorgaben in allen Regelzonen die realen Leistungen exakt den Sollwerten entsprechen. Was dabei nicht vorgegeben werden kann, sind Leistungen auf den einzelnen grenzüberschreitenden Stromkreisen, sondern nur die Summenleistungen aus oder in die Regelzonen. In der Vergangenheit wurden die Stromkreise zwischen den Ländern den Bedürfnissen angepasst, so dass der Austausch ohne grosse Schwierigkeiten bewerkstelligt werden konnte. Die Statistiken zeigen, dass der Austausch über die letzten Jahrzehnte kontinuierlich gestiegen ist, d.h. im selben Masse wie der Gesamtstromverbrauch. Tatsache ist aber, dass bisher keine speziellen Abgaben für die Nutzung der grenzüberschreitenden Stromkreise erhoben wurden, abgesehen von solchen, die in Langfristverträgen eingeschlossen wurden. Somit war der grenzüberschreitende Stromaustausch praktisch frei von Abgaben.

Mit der Öffnung der Strommärkte wird der Austausch über die Grenzen erwartungsgemäss zunehmen. Das bestehende Verbundnetz bietet sich für den Strommarkt an. Innerhalb der Länder haben sich Tarifschemata auf der Basis von Regeln und Vorschriften der Regulatoren und Regierungsstellen herausgebildet. Danach werden Verbraucher und Erzeuger für die Nutzung der nationalen Netze (Übertragung und Verteilung) mit Gebühren belastet. Da nun grenzüberschreitende Flüsse die nationalen Netze ebenso nutzen und Verluste verursachen, erscheint es selbstverständlich, dass sich die externen Marktteilnehmer an den Kosten für die Nutzung beteiligen.

Regulatoren, Lastverteiler, Vertreter von Regierungen und der Europäischen Gemeinschaft treffen sich regelmässig im sogenannten Florenz-Forum, um Tarifkonzepte zu diskutieren. Die Vorschläge, die in der Vergangenheit vorgebracht wurden, reichen vom Nulltarif über Tarife für Transite allein, über eine Vergütung aufgrund der Verluste allein und solche nur ausgerichtet auf Ausbauten und zu einer Belastung der Exporte. Daraus haben sich zwei Methoden herauskristallisiert, die eine gewisses Mass an Reife erreicht haben. Die eine ist schliesslich so weit ausgearbeitet worden, dass sie als provisorisches Verfahren [1] (ETSO-Konzept) zum Einsatz im UCTE-Netz vorgesehen ist. Der Einsatzzeitpunkt ist aufgrund verschiedener Unstimmigkeiten hinausgeschoben worden, zuletzt auf den 1. Januar 2002, der jedoch nach letzten Informationen aber ebenso nicht zum Tragen kommt. Die Europäische Gemeinschaft hat eine Richtlinie und eine Verordnung [2] für den Elektrizitätsbinnenmarkt veröffentlicht, die ein Rahmenkonzept und gewisse Prinzipien

vorgeben, jedoch keine genaue Vorgehensweise für eine Tarifierung liefern. Das erstgenannte ETSO-Konzept ist vornehmlich auf die Kostendeckung und weniger auf eine Verursacherbezogenheit ausgerichtet. Es wird von ETSO selbst als provisorisch, d.h. gültig für ein Jahr bezeichnet.

2. Problemstellung

Aus den einleitenden Bemerkungen geht hervor, dass die bisherigen Vorschläge für eine Tarifierung grenzüberschreitender Flüsse unzulänglich sind. Kostendeckung steht wohl im Vordergrund, eine ursächliche Entschädigung und Belastung und damit ein ökonomisches Signal für eine wirtschaftlich optimale Nutzung der Netze fehlt. Da Länder global behandelt werden, ergeben sich von vornherein Verzerrungen, was vor allem für die Gewichtung von Transiten zutrifft. Eine topologisch genaue Abbildung der Netze für die Zwecke der Tarifierung erscheint zu diesem Zeitpunkt noch nicht gegeben. Daher ist es erforderlich, durch eine geeignete Modellierung der Netze die notwendige Kostenwahrheit zu erreichen. Dazu einige Prinzipien, die im Projekt verwirklicht wurden:

Wenn davon ausgegangen wird, dass grenzüberschreitende Flüsse aufgrund von Transaktionen zwischen Ländern die Übertragungsnetze benutzen, dann muss auch akzeptiert werden, dass die Nutzung im ausreichenden Masse kompensiert wird, was nun für die Marktteilnehmer im UCTE eine neue Problemstellung ergibt. Grenzüberschreitende Flüsse umfassen Importe, Exporte und Transite, die den lokalen Flüssen im horizontalen Übertragungsnetz überlagert sind. Importe und Exporte sind selbstredend für die lokalen Marktteilnehmer von Nutzen, dagegen sind Transite gegebenenfalls eine zusätzliche Belastung. Letzere sind für die externen Benutzer von Vorteil, wobei es von vornherein nicht klar ist, auf welche Weise dieser Nutzen zu bewerten, d.h. abzugelten ist. Das Problem liegt darin, dass in einem ersten Schritt die topologischen Details der Netze nicht zur Verfügung stehen. Das gilt sowohl für die Nutzung als auch für die Verluste. Demnach war ein vereinfachtes Vorgehen erforderlich, in dem Ersatzgebilde geformt und Mittelwertbildungen angewendet werden mussten. Dabei ist auf eine einfache Handhabung, gerechte Kostendeckung, Nichtdiskriminierung der Marktteilnehmer Wert gelegt worden. Zudem wurde auf die Kompatibilität mit den bestehenden Methoden der Netznutzung im lokalen Netz abgezielt.

Kostendeckung allein ist eindeutig einfacher umzusetzen, wie das genannte ETSO-Konzept zeigt. Für den Marktmechanismus genügt es jedoch nicht, nur die Kosten zu decken. Es muss auch ein ökonomisches Signal geliefert werden, das den Marktteilnehmern die Information vermittelt, ob die Transaktion wirtschaftlich vorteilhaft ist oder nicht. Dafür ist die Ausrichtung auf die physikalischen Flüsse unabhängig von Transaktionen notwendig. Der Ausgangspunkt des Projekts hatte in dieser Hinsicht einschränkende Elemente, als nur grenzüberschreitende Flüsse als Messgrößen zur Verfügung gestellt wurden und zwar Import- und Exportflüsse für die bilateralen Übergänge. Wenn auch durch die Ausrichtung auf physikalische Flüsse eine Abstützung auf Transaktionen ausgeschlossen ist, so bleiben die Marktteilnehmer die Kostenträger. In der Konzeptentwicklung ging es daher um die verursachergerechte Zuordnung von Kosten. Im allgemeinen wurde die Leitlinie verfolgt, dass der Stromhandel gefördert wird und den Operateuren keine Handhabe für einen Missbrauch zu bieten.

3. Zielsetzungen

Als oberste Zielsetzung für die Ausarbeitung einer Methode wurde die Ausrichtung der Tarifierung auf die physikalischen Flüsse vorgegeben. Damit ist auch die Verursachergerechtigkeit eingeschlossen. Als Beispiel wird der Export herangezogen. Die Lieferung von Strom aus einem Land in ein Nachbarland belastet das Übertragungsnetz des Exporteurs und zwar in der selben Masse wie eine Stromlieferung an einen lokalen Verbraucher. Letztere ist durch Regelungen für die Netznutzung nach dem Wälzprinzip abgedeckt. Demnach ist es folgerichtig, wenn für die Exportlieferung entsprechende Vergütungen im Exportland geleistet werden. Die Zuordnung von Kosten muss nichtdiskriminierend erfolgen, d.h. weder der lokale Verbraucher noch der externe Bezüger dürfen benachteiligt werden. Daher wurde darauf Wert gelegt, dass das Tarifierungssystem transparent dargestellt wird und mit den lokalen Netznutzungsregelungen kompatibel gestaltet werden kann. Wenn von physikalischen Flüssen die Rede ist, so sind solche gemeint, die in der Tagesprognose (day-ahead) erscheinen, damit Netznutzungskosten unmittelbar mit dem Energiegeschäft abgewickelt werden können. Dabei muss in einer ersten Phase eingestanden werden, dass vorerst eine buchhalterische Nachrechnung im nachhinein erfolgt, bis alle Hilfsmittel für eine online-Tarifierung zur Verfügung stehen. Bei der Ausarbeitung einer solchen Methodologie ist nicht zu erwarten, dass die Anwender diese unmittelbar in der vorgelegten Form übernehmen. Daher sind die Ergebnisse so gestaltet, dass die Flexibilität der Methodologie offensichtlich wird und damit eine weitgehende Anpassung an die realen Bedürfnisse gegeben ist.

4. Ergebnisse

Es wurde ein Tarifierungskonzept für grenzüberschreitende Flüsse im horizontalen Übertragungsnetz ausgerichtet auf UCTE-Verhältnisse ausgearbeitet. Es berücksichtigt die allgemein akzeptierten Richtlinien und Prinzipien wie Verursachergerechtigkeit, Nichtdiskriminierung und Unabhängigkeit von Transaktionen. Netznutzungskosten werden von Flüssen, die real gemessen werden, abgeleitet. Erzeugung und Lasten werden als konsistente Werte mit einbezogen. Betreiber bzw. Eigentümer des horizontalen Netzes haben ein Anrecht auf eine angemessene Entschädigung für die Nutzung und bestimmen die Kosten. Für die Zuordnung von Kosten wurden verschiedene Möglichkeiten im Rahmen der Entwicklung ausgearbeitet und in Betracht gezogen. Demnach lassen sich Netzkosten den Verbrauchern, den Erzeugern oder beiden Marktteilnehmer nach frei wählbaren Anteilen zuordnen. Das Besondere der ausgearbeiteten Methode liegt darin, dass für die Abrechnung von Netzkosten die Netzbetreiber (TSO – transmission system operators), die als Akteure für die Finanzen vorgesehen sind, nur jeweils mit den Nachbarn verkehren müssen. D.h. eine Zentralstelle, wie bei anderen Konzepten, ist nicht erforderlich. Die Methodologie baut auf aggregierten Netzen, sogenannten Superknoten auf, die das horizontale Übertragungsnetz eines Landes umfassen. Dabei sind Erzeugung und Verbraucher in kompakter Form eingeschlossen. Innerhalb des Superknoten wird ein internes Netz eingesetzt, das Pfade für Transite und die lokale Versorgung aufweist. Importe und Exporte werden über vorgegebene Knoten abgewickelt. Vergütungen für die Netznutzung entstehen mit den Flüssen über die genannten Pfade, wobei spezifische Kosten, d.h. Briefmarken angewendet werden. Deren Bestimmung leitet sich von den allgemeinen Netzkosten (Investitionen, Verlustkosten, Unterhalt, usw.) der entsprechenden Netzteile

ab. Kosten bzw. Vergütungen werden entsprechend der Anteile der Leistungsflüsse weitergegeben, d.h. verursachergerecht. Mit einer unterschiedlichen Zuordnung von Briefmarken zu den Pfaden für Transite und die lokale Versorgung bestehen mehrere Möglichkeiten an Tarifierungsmodellen. In einem Fall können Importe, Exporte und Transit in einem integrierten Prozess belastet bzw. vergütet werden. In einem anderen Fall lassen sich Transite allein vergüten oder mit einem unterschiedlich Ansatz gegenüber der lokalen Versorgung. Diese Möglichkeiten sind wesentlich für die Flexibilität des gesamten Konzepts.

Das Tarifierungsverfahren kann offline angewendet werden, wie es für einen Clearingprozess nach Ablauf der Geschehnisse notwendig ist. Das Verfahren eignet sich aber auch für den Angebotsprozess (day-ahead), wie es für die Betriebsplanung und Fahrplanfestlegung erforderlich ist. Wie schon erwähnt, ist das Verfahren als dezentrales Vorgehen in den einzelnen Lastverteilern einsetzbar ohne eine Zentralstelle.

Von der UCTE wurden stündliche Messwerte von grenzüberschreitenden Flüsse für das hydrologische Jahr 1998/99 zur Bearbeitung zur Verfügung gestellt und zwar Werte für 24 Stunden der Samstage, Sonntage und Dienstage (52 Wochen). Daraus konnte unter Gewichtung der Dienstage mit dem Faktor 5 das gesamte Jahr realistisch nachgebildet werden. Ziel war dabei die Veranschaulichung der Auswirkung unterschiedlicher Parameter, d.h. Briefmarken und Konzepte. Beispiele sind die Anwendung einer einheitlichen Briefmarke für alle Länder und für den Transit- und lokalen Pfad, sodann von Briefmarken abgeleitet von den Kosten der ETSO. Der Transitzpfad wurde ebenso allein gewichtet, ebenso wie mit abgestuften Werten im Vergleich zur Briefmarke des lokalen Pfades. In einigen Fällen wurde das Winter- und das Sommerhalbjahr getrennt analysiert.

In allen diesen Fällen wurde die Zuordnung der Kosten einmal auf Verbraucher, einmal auf die Erzeuger und in einer Kombination hälftig auf Verbraucher und Erzeuger gezeigt. Die letztgenannte Variante wurde im Vergleich zu Vorgehensweisen im Rahmen des Florenz-Forums ausgearbeitet. Es stellt sich dabei ein Mittellungseffekt ein, der die Kosten für dominante Importeure und Exporteure geringer erscheinen lässt.

Was nun das Modell der Tarifierung pro Superknoten betrifft, so sind Erweiterungen in Betracht gezogen worden, um die Flexibilität des Ansatzes herauszustreichen. Ziel war in jedem Fall, damit einen Schritt näher an die realen vermaschten Netze heranzukommen. Ein Punkt war die Unterteilung des Superknotens in mehrere Knoten pro Land. Der Zweck ist eine realistischere Darstellung der Transite, die sich bei einem ausgedehnten Land offensichtlich nicht über das ganze Land erstrecken. Mit unterteilten Knoten lassen sich begrenzte Transite besser nachbilden, was zu niedrigeren Transitvergütungen führt. Ein weiterer Punkt war die unterschiedliche Gewichtung des Transitzpfades, wobei bei der Bestimmung der Briefmarke dies bereits zu berücksichtigen ist. Man hat dafür einen Faktor α für die Veränderung der Transitbriefmarke gegenüber derjenigen für die lokale Vergütung eingeführt. Damit lassen sich unterschiedliche Beanspruchungen der horizontalen Netze durch Transite berücksichtigen, wenn von den vorgegebenen Messwerten an den Übergabestellen ausgegangen wird. Unter diesen Messwerten befinden sich nämlich Importe und Exporte nebeneinander, die offensichtlich zu keinen Transiten netto führen.

Für die Durchführung der Simulationen hat sich ein Problem ergeben, das sich bei serienmässiger Bearbeitung ursprünglich als störend erwiesen hat. Es ist dies das Auftreten von Kreisflüssen über mehrere Superknoten. Physikalisch lassen sich solche Kreisflüsse durch den Einsatz von Querreglern erklären. Für die Berechnung von Netzkosten bedeutet dies jedoch, dass mit den Transiten Kosten ebenso im Kreis weitergegeben werden. Das Problem konnte durch eine adhoc-Strukturänderung im Netz der Superknoten behoben werden. Eine ursprüngliche Befürchtung, dass damit die Netzkosten ungebührlich anstei-

gen, hat sich dabei nicht bewahrheitet, obwohl die Anzahl von Betriebsstunden, in denen Kreisflüsse auftreten, beachtlich ist.

Alle Ergebnisse wurden als Kosten- bzw. Einkommensanteile für Importe, Exporte, Transite und für Verbraucher, sowie Erzeuger jeweils für die betrachtete Zeitperiode ausgewiesen. Von besonderer Bedeutung ist dabei das Nettoeinkommen pro Superknoten und die Belastungen für die in Anspruch genommenen Nettoimporte (bei gegenläufiger Zuordnung für Nettoexporte). Nicht überraschend sind die zahlenmässigen Ergebnisse für Länder mit hohen Transiten, hohen Importen und hohen Exporten. In einzelnen Fällen wurden Vergleiche mit den Ergebnissen der ETSO-Methode [1] angestellt.

Abschliessend kann gesagt werden, dass die einzelnen Funktionalitäten des Modells und die Simulationsergebnisse die Möglichkeiten des flussorientierten Konzepts klar herausstellen. Damit ist ein flexibles und leistungsfähiges Instrument für die Tarifierung von grenzüberschreitenden Flüssen im horizontalen Übertragungsnetz geschaffen worden, das den Anforderungen von Regulatoren, Operatoren und Netzbetreibern entgegenkommt.

5. Referenzen

- [1] ETSO – European Transmission System Operators
Proposal for the implementation of the Cross-Border Tariffs for the year 2001
Version 27.03.2000
Cross-Border Tariffs for the Internal Market of Electricity in Europe (IEM)
Version 19.03.2000

- [2] Commission of the European Communities
Communication from the Commission to the Council and the European Parliament

Proposal for a
Directive of the European Parliament and of the Council
amending Directives 96/92/EC and 98/39/EC concerning common rules for
the internal market in electricity and natural gas

Proposal for a
Regulation of the European Parliament and of the Council
on conditions for access to the network for cross-border exchanges in
electricity
Brussels, 13.3.2001 COM(2001) 125 provisional version