Strom als Grenzgänger : Aufbau und Qualität europäischer Netze

Autor(en): **Linke, Klaus**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **91 (2000)**

Heft 22

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-855618

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

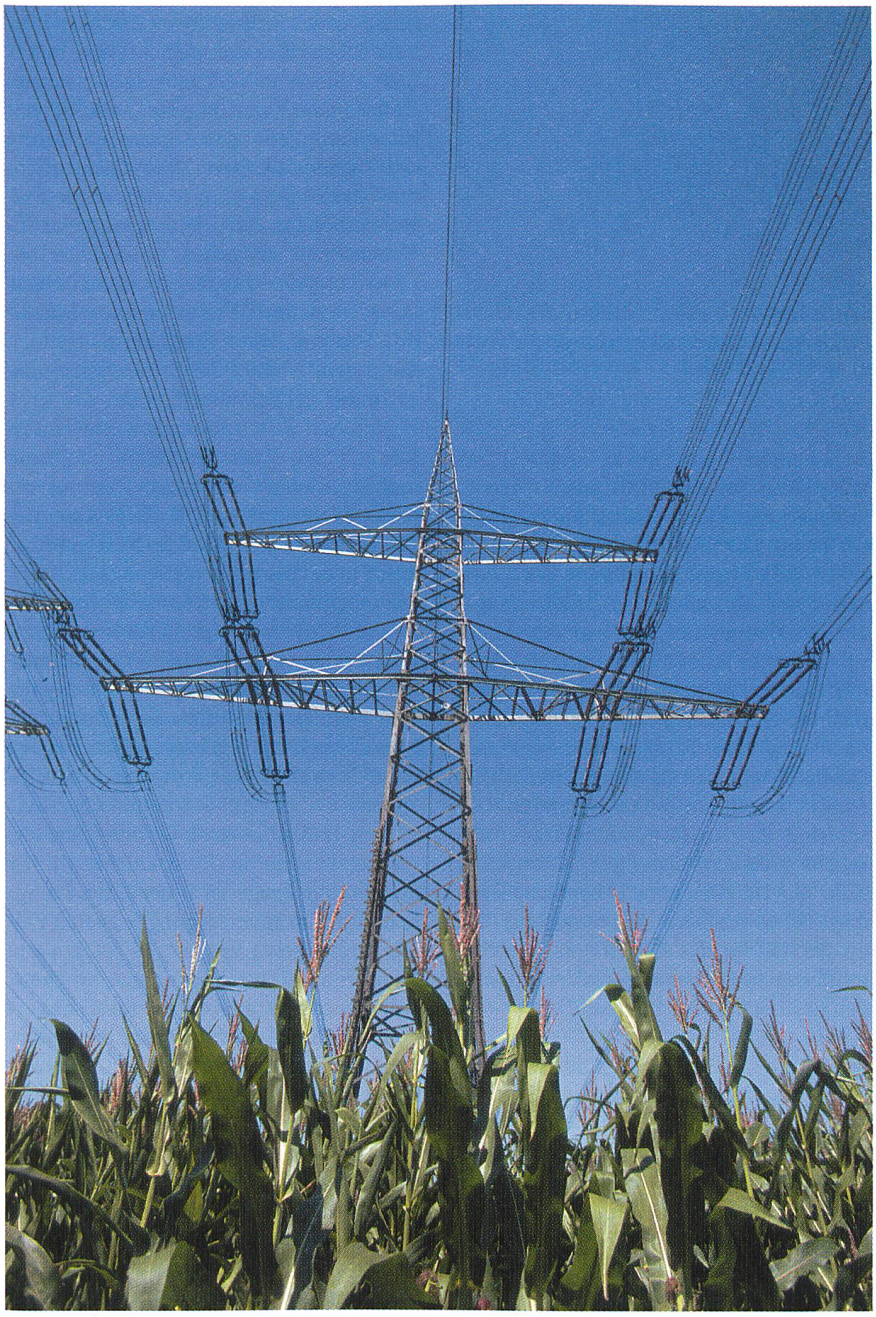
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Strom als Grenzgänger – Aufbau und Qualität europäischer Netze

Der Strommarkt ist in verschiedenen Ländern Europas liberalisiert worden und das Stromnetz steht im Mittelpunkt vieler Diskussionen: Wer darf es nutzen? Welche Bedingungen sind einzuhalten? Was darf es kosten?



Hochspannungsleitungen sind zwar allgegenwärtig, aber ihre geschäftige Tätigkeit sieht man ihnen nicht an (Bilder RWE).

Adresse des Autors
Klaus Linke
VEW Energie AG
Rheinlanddamm 24
D-44139 Dortmund

■ Klaus Linke

Physikalische Grundlagen

Das Stromnetz ist ein hochkomplexes technisches System, dessen physikalische Grundlagen dem Laien nur schwer verständlich sind. Strom ist bislang einfach da gewesen, wenn man ihn brauchte. Technische Systeme rücken häufig erst bei ihrem Versagen in den Blickpunkt der Öffentlichkeit. Hochspannungsleitungen sind zwar allgegenwärtig, aber ihre geschäftige Tätigkeit sieht man ihnen nicht an. So ist es nicht verwunderlich, dass in der öffentlichen Diskussion um geeignete Regelungen zur Öffnung der Strommärkte vor allem Analogien eine Rolle spielen: Was in Amerika, England oder Norwegen möglich ist, funktioniert doch auch in Deutschland! Was bei der Telekommunikation funktioniert, muss doch auch mit dem Stromnetz machbar sein!

Diese Analogien sind nicht abwegig, vereinfachen die Thematik aber zu stark. Diese Analogien sollen daher im Einzelnen näher betrachtet und die jeweils unterschiedlichen Randbedingungen verschiedener Lösungen deutlich gemacht werden.

Akteure im physikalischen Teil eines Energieversorgungssystems sind Kraftwerke, Stromnetz, Händler und Verbraucher. Während Kraftwerke weitgehend steuerbar sind, gibt es im Stromnetz nur wenige beeinflussbare Komponenten: Bestimmte Eigenschaften von Transformatoren können geändert werden, Leitungen lassen sich aus- und einschalten. Der Leistungsfluss durch das deutsche Netz wird aber weitgehend unbeeinflussbar dadurch bestimmt, an welchen Standorten Strom erzeugt und verbraucht wird. Nun liegen die Kraftwerksstandorte aber fest, und Verbraucher entziehen sich fast völlig jedem äusseren Zugriff. Eine Zwangsabschaltung von Verbrauchern (der so genannte Lastabwurf) ist ein Notfallinstrument, das nur bei Gefahr eines grossräumigen Netzzusammenbruchs angewandt wird. In Deutschland musste davon bislang extrem selten Gebrauch gemacht werden. Der Netzbetreiber, der für die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Systems verantwortlich ist, hat daher viel weniger Möglichkeiten zur Abwehr kritischer Situationen als etwa der Betreiber eines Telefonnetzes.

Der Personalabbau, zu dem die Netzbetreiber durch den zunehmenden Kostendruck gezwungen sind, kann bereits heute die Zeit bis zur Wiederversorgung nach einer Störung verlängern.

Das europäische Stromnetz

In Deutschland betreiben sechs Unternehmen (Bewag, EnBW, E.ON, HEW, RWE und VEAG) das deutsche Hochspannungsnetz als systemverantwortliche Übertragungsnetzbetreiber. Die für den Betrieb der deutschen Übertragungsnetze erforderlichen technischen und regulatorischen Absprachen erfolgen auf freiwilliger Basis unter dem Dach der Deutschen Verbundgesellschaft (DVG), Heidelberg.

Auf europäischer Ebene geschieht dies durch den Verband der europäischen Übertragungsnetzbetreiber UCTE, dem die Netzbetreiber der EU-Staaten (ohne Skandinavien, Grossbritannien und Irland) sowie der Schweiz und – noch als assoziierte Mitglieder – die osteuropäischen Staaten Polen, Tschechien, Slowakei und Ungarn (CENTREL) angehören. Am 1. Juli 1999 wurde als gemeinsame Plattform aller Übertragungsnetzbetreiber innerhalb der EU die «Association of European Transmission System Operators» (ET-SO), Brüssel, gegründet, in der seit kurzem also alle systemverantwortlichen Übertragungsnetzbetreiber der EU zusammengeschlossen sind.

Jeder Übertragungsnetzbetreiber in der UCTE betreibt in eigener Verantwortung sein Übertragungsnetz. Auch wenn diese «Netzinseln» durch Kupplungen zu einem elektrischen Gesamtsystem verbunden sind, ist jeder Netzbetreiber verpflichtet, sein Netz im ungestörten Zustand autark betreiben zu können. Das heisst insbesondere, dass jeder Übertragungsnetzbetreiber die Verantwortung für das jederzeitige Gleichgewicht zwischen Bedarf und Erzeugung hat. Zwischen den verschiedenen Übertragungsnetzbetreibern und insbesondere zwischen den in ihren Netzen tätigen Händlern sind Spielregeln wichtig. Das zeigen mehrere Situationen seit 1997, in denen unangemeldete Transite von mehreren tausend Megawatt das europäische Netz wohl erstmals in seiner jüngeren Geschichte an den Rand des Zusammenbruchs brachten. Dies geschah zu einer Zeit, als Händler ohne Absprachen mit den Netzbetreibern eigenmächtig für grosse und für den Übertragungsnetzbetreiber nicht vorhersehbare Veränderungen des Lastflusses sorgten.

Zuverlässigkeit der Stromversorgung

Um Unwägbarkeiten wie Zeitpunkt, Ort und Höhe des Energieverbrauchs abzufangen, haben sich in den vergangenen Jahrzehnten in der deutschen Stromversorgung bestimmte Planungsgrundsätze durchgesetzt. Der wichtigste Grundsatz ist das «n-1-Kriterium»: Die Netze sind so konzipiert, dass der Ausfall eines beliebigen Betriebsmittels nicht zu weiteren Störungen führt. Damit gelang es, schon mit den vor einigen Jahrzehnten verfügbaren elektrischen Anlagen eine hohe Zuverlässigkeit der Stromversorgung sicherzustellen. Inzwischen wurden nicht nur die Gerätetechnik weiterentwickelt – ohne dass die Netzplanung grundsätzlich verändert worden wäre –, sondern auch das Netz durch den über die Jahre gewachsenen Strombedarf immer weiter ausgebaut. Daher ist die Zuverlässigkeit der deutschen Netze auf einen weltweit führenden Standard gestiegen.

Spektakuläre Blackouts grosser Metropolen, wie sie in Amerika immer wieder und kürzlich auch in Neuseeland auftraten, sind im westeuropäischen Verbundnetz unbekannt. Und selbst innerhalb dieses Verbundnetzes nimmt Deutschland eine führende Rolle bei der Zuverlässigkeit der Stromversorgung ein. Diese hohe Zuverlässigkeit ist nicht umsonst zu haben: Wer die vergleichsweise hohen Durchleitungsentgelte in Deutschland diskutiert, sollte dies berücksichtigen. Wer die deutschen Netzkosten auf das Niveau anderer Länder drücken will, wird sich langfristig auch mit deren Qualität der Stromversorgung zufrieden geben müssen.

Nun ist die Zuverlässigkeit quasi in die Struktur der deutschen Netze eingebaut und wird sich nicht in kurzer Zeit wesentlich verschlechtern. Allerdings kann der Personalabbau, zu dem die Netzbetreiber durch den zunehmenden Kostendruck gezwungen sind, bereits heute die Zeit bis zur Wiederversorgung nach einer Störung verlängern. Und bei jeder Instandhaltungsmassnahme wird sich künftig die Frage stellen: Lässt sich die Struktur des Netzes kostensparend vereinfachen, auch unter Inkaufnahme geringerer Zuverlässigkeit?

Den Industrie- und anderen Sondervertragskunden in Deutschland ist die quantitative Frage nach der Zuverlässigkeit ihrer Stromversorgung in vielen Fällen bereits heute vertraut: Wo – etwa in Krankenhäusern – die ununterbrochene Stromversorgung unverzichtbar ist, werden vor Ort Reservekonzepte durch spezielle Netzanschlüsse und Notstromversorgungen realisiert. Auch bei sinkender Zuverlässigkeit der allgemeinen Stromversorgung lässt sich auf diese Weise die lokale Zuverlässigkeit nach wie vor auf ein beliebig hohes Niveau anheben. Die dazu erforderlichen technischen Einrichtungen werden jedoch zunehmend vor Ort vorgehalten und nicht mehr in das Netz der Stromversorger integriert. Damit wird hohe Zuverlässigkeit zu einem Produkt, das ausdrücklich bestellt und natürlich auch extra bezahlt werden muss.

Wie die Analyse von Stromausfällen und kritischen Versorgungssituationen in

Ländern mit fortgeschrittener Marktöffnung zeigt, kann neben dem Nichteinhalten der Spielregeln durch einige Marktteilnehmer auch der schleichende Verfall der Infrastruktur in Netzen und Kraftwerken auf Grund des Preisdrucks problematisch werden. Abbau qualifizierten Personals, Verringerung der Aufwendungen für die Anlageninstandhaltung und Verzicht auf Investitionen sind taktische Massnahmen zur Kostenreduzierung, wenn die Erlöse im Wettbewerb wegbrechen.

Die Stromnetze werden auch künftig nicht dem uneingeschränkten Wettbewerb unterliegen, weil niemand den Aufbau eines konkurrierenden Netzes wünscht. Die bestehenden Netze werden allein aus Durchleitungen finanziert. Die Systemverantwortung verpflichtet die Übertragungsnetzbetreiber, Spannung und Frequenz in zulässigen Bereichen zu halten sowie die Unterbrechungsfreiheit der Stromversorgung sicherzustellen.

Auch nach dem neuen Energiewirtschaftsgesetz von 1998 steht dem Netzbetreiber dafür, wie bisher, eine kostenorientierte Vergütung zu. Die nach diesen Kriterien bisher ermittelten Durchleitungsentgelte stehen bereits in der öffentlichen Kritik und werden vielfach als wettbewerbsfeindlich hoch angesehen. Die Netze sind jedoch in allen Unternehmen inzwischen selbstständige Geschäftseinheiten, die ohne Quersubventionierung positive Ergebnisse erzielen müssen. Dies geht nur bei möglichst grosser Auslastung der Netze, so dass die Netzbetreiber ein vitales Interesse an der Abwicklung von Durchleitungen haben und Durchleitungsbegehren keineswegs etwa prohibitiv behandeln.

Die mittlere Transportentfernung elektrischer Energie wird zunehmen, und eine entfernungsabhängige Entgeltkomponente ist sachlich gerechtfertigt.

Stromnetze im Vergleich

Aus einer Reihe von Gründen haben sich die Stromnetze in verschiedenen Ländern höchst unterschiedlich entwickelt: Jedes Netz verbindet Kraftwerke und Verbraucher miteinander und wird daher von deren Standorten geprägt. Lastschwerpunkte ergeben sich durch Gebiete mit hoher Bevölkerungs- oder Industriedichte. Kraftwerksstandorte sind oft durch die örtliche Verfügbarkeit oder gute Transportmöglichkeit von Primärenergie gekennzeichnet. Hinzu kommen historische und geografische Besonderheiten.

Diesen Unterschieden wird in der öffentlichen Diskussion kaum Rechnung getragen. So weist das amerikanische Netz etwa einen viel geringeren Vermaschungsgrad auf als das deutsche. Lange, hoch belastete Hochspannungsleitungen transportieren in den USA elektrische Energie über grosse Entfernungen. Dieses Netz ist preiswerter zu betreiben als unser eng geknüpftes Verbundnetz. Die Notwendigkeit, bereits im Normalzustand grosse Energiemengen über vergleichsweise wenige Leitungen zu transportieren, birgt aber genau das Sicherheitsrisiko, das in Amerika immer wieder zu Netzzusammenbrüchen führt. Im deutschen Netz liegen dagegen Last- und Erzeugungsschwerpunkte nah beieinander: Kraftwerke wurden meist in der Nähe von Ballungszentren gebaut. Dies erhöht die Zuverlässigkeit und vermindert die Netzverluste. Zudem ist das deutsche Netz völlig anders strukturiert als das Netz der skandinavischen Länder, mit denen Deutschland wegen ihrer bereits weitgehend liberalisierten Märkte immer wieder verglichen wird.

In Skandinavien hat das Stromnetz eine definierte Transportaufgabe von den Wasserkraftwerken im Norden zu den Verbrauchszentren im Süden. Daran ändern auch die Handelsaktivitäten grundsätzlich nichts. Der Neubau von Kraftwerken wird dort durch den Regulator über eine breitengradabhängige Anschlussgebühr so beeinflusst, dass verbrauchernahe Standorte bevorzugt werden. Damit wird das Netz eher entlastet.

Diese verbrauchernahe Kraftwerksstruktur gibt es in Deutschland bereits. Ein entfernungsunabhängiges Durchleitungsentgelt ohne Zusatzregelungen würde neue Kraftwerke an küstennahen oder ausländischen Standorten bevorzugen. Es ist offenbar nicht sachgerecht, mit Hinweis auf den skandinavischen Markt eine Kraftwerksstruktur aufzugeben, die dort angestrebt wird.

Als höchste Spannungsebene hat sich im Bereich der UCTE das 400-kV-Netz durchgesetzt. Die sinnvolle Übertragungsentfernung liegt in dieser Spannungsebene bei einigen 100 km. Länder wie Kanada oder Russland, in denen grosse Energiemengen über weite Entfernungen zu transportieren sind, betreiben ihre wichtigsten Übertragungsleitungen mit weit höheren Spannungen. Das UCTE-Netz ist für Übertragungsaufgaben im kontinentalen Massstab nicht konzipiert und nicht geeignet.

Physikalische Grenzen des Stromhandels

In den vergangenen Jahren wurde immer wieder unter verschiedenen Randbedingungen untersucht, ob ein Stromtransport über grössere Entfernungen wirtschaftlich ist. Das Ergebnis war stets das Gleiche: Die Primärenergieträger Gas, Öl, Steinkohle und Uran lassen sich ökonomisch und ökologisch sinnvoller über grosse Entfernungen transportieren als der aus ihnen erzeugte Strom. Mindestens am ökologischen Teil dieses Vergleichs wird der Wettbewerb nichts än-

Die Netzbetreiber werden auch in Zukunft eine Stromversorgung sicherstellen, die so zuverlässig ist, wie es die Einnahmen aus Durchleitungsentgelten erlauben.

dern. Für Strom aus Wasserkraft sieht die Sache natürlich anders aus. Seekabel durch die Ostsee helfen, skandinavischen Strom aus Wasserkraft zu nutzen.

In dem Moment, wo der freizügige Handel die Lage der Kraftwerkseinspeisungen verändert, wird das Netz physikalisch anders belastet, und dafür gibt es Grenzen. Das Netz kann nicht mehr als Kupferplatte mit unendlicher Übertragungskapazität angesehen werden, die entstehenden Leistungsflüsse sind einzeln auf ihre Zulässigkeit zu prüfen.

Die mittlere Transportentfernung elektrischer Energie wird zunehmen, und eine entfernungsabhängige Entgeltkomponente ist sachlich gerechtfertigt. Ohne entfernungsabhängige Entgeltkomponente werden Kraftwerksstandorte in Ländern mit niedrigen Lohn-, Umwelt- und Sicherheitsstandards bevorzugt und die Netzverluste langfristig steigen. Netzengpässe, die einen geplanten Stromaustausch behindern, können durch Netzausbau in der Regel beseitigt werden. Aber ist das auch sinnvoll? Die Betreiber investieren in ihr Netz, um Strom aus Kraftwerken mit schlechtem Wirkungsgrad und ohne Filteranlagen über verlustbehaftete Leitungen zu importieren. Gleichzeitig legen sie Kraftwerke still, welche die gleiche elektrische Energie mit erheblich weniger CO_2-Ausstoss erzeugen könnten. Aber vielleicht wird den Unternehmen das Stilllegen ihrer Kraftwerke als erfolgreiche CO_2-Minderung angerechnet?

Wettbewerb im europäischen Umfeld

Der Blick auf andere deregulierte Märkte ist sicher hilfreich. In den USA, in Grossbritannien und in Skandinavien gefundene Lösungen lassen sich jedoch nicht ohne weiteres auf Deutschland übertragen. Diese Länder haben eigene, an sie angepasste Entscheidungen getroffen.

Einige Länder begannen früher mit der Deregulierung ihres Strommarktes, aber alle haben sich dabei mehr Zeit gelassen, längere Übergangsfristen geschaffen und die bisherigen Investoren besser geschützt. So haben zum Beispiel Schweden und Finnland die privaten Haushalte für mehrere Jahre vom Wettbewerb ausgenommen, und in den Niederlanden wird der Haushaltskunde trotz Liberalisierung wohl bis 2007 auf die freie Wahl seines Stromerzeugers warten müssen. Andere Länder haben mit der Liberalisierung noch gar nicht richtig begonnen und setzen die EU-Richtlinie nur gerade soweit um, wie es rechtlich unvermeidbar ist. Auf diese Weise schottet zum Beispiel Frankreich seinen Markt praktisch völlig ab, während gleichzeitig französischer Strom auf dem deutschen Markt zu subventionierten Dumpingpreisen angeboten wird. Von einem liberalisierten EU-Strommarkt mit auch nur annähernd gleichen Bedingungen in den einzelnen Ländern ist Europa noch sehr weit entfernt.

Es ist oft die Rede davon, dass der Wettbewerb die Strompreise sinken lässt und die Verbraucher daraus ihren Vorteil ziehen. Offensichtlich ist das jedoch gar nicht das zurzeit in Deutschland verfolgte politische Ziel. Im Gegenteil: Strom wird durch die Ökosteuer gezielt verteuert. Der Preiskampf auf dem Strommarkt und die weitere Anhebung der Ökosteuer könnten zu dem Ergebnis führen, dass der Kunde in Zukunft mehr Geld für das Produkt Strom bezahlt und es ihm zugleich in schlechterer Qualität angeboten wird.

Die deutschen Netzbetreiber werden auch in Zukunft eine Stromversorgung sicherstellen, die so zuverlässig ist, wie es die Einnahmen aus Durchleitungsentgelten erlauben. Auf welchem Niveau sich dies einspielen wird, ist nicht mehr allein die Entscheidung der Betreiber, sondern sie wird sich aus den Anforderungen der Kunden und den politischen Rahmenbedingungen ergeben.

L'électricité transfrontalière – construction et qualité des réseaux européens

Le marché de l'électricité ayant été libéralisé dans divers pays européens, le réseau électrique fait l'objet de nombreuses discussions: Qui peut l'utiliser? Quelles conditions doivent être observées? Que doit-il coûter? Le réseau électrique est un système technique extrêmement complexe dont les bases physiques ne sont que difficilement compréhensibles pour le profane. L'électricité a jusqu'à présent toujours été à disposition au moment où elle était demandée. Ce n'est souvent qu'au moment où ils ne fonctionnent plus, que les systèmes techniques deviennent le centre d'intérêt public. On voit partout des lignes à haute tension, mais ce que l'on ne voit pas c'est leur grande activité. Il n'est donc pas étonnant que des analogies jouent un rôle dans la discussion publique en matière de réglementations appropriées relatives à l'ouverture des marchés de l'électricité: ce qui est possible en Amérique, Angleterre ou Norvège, peut-il également fonctionner en Europe centrale? Ces analogies ne sont pas fausses, mais elles simplifient trop la thématique. Elles doivent donc être vues de plus près et il est nécessaire de mettre nettement en évidence les différentes conditions marginales des diverses solutions.