

Stromnetze werden Energienetze Investitionen und weitere Anforderungen

Alfons Haber

Plaut Economics, Engelsberggasse 4/1, 1030 Wien, +43 1 23 000 12,
alfons.haber@plaut.com, www.plaut-economics.com

Kurzfassung:

Die zukünftigen Stromnetze schaffen die technischen Voraussetzungen dafür, einen jährlich steigenden Anteil dezentraler regenerativer bzw. erneuerbarer Energie in das bestehende System integrieren zu können. Der Begriff „Smart Grids“ bezeichnet u.a. intelligente Netze mit zentralen und dezentralen Energiequellen: sowohl dezentrale Erzeugungseinheiten als auch zentrale Einheiten (z.B. Wasserkraftwerke, Gaskraftwerke, Blockheizkraftwerke etc.) bilden mit den zentralen und dezentralen Verbrauchern (Industrie, Gewerbe, Haushalte etc.) ein Netz mit unterschiedlichen Spannungsebenen. Koordiniert werden diese Netze mit Hilfe komplexer Informations- und Technologiekomponenten. Beispielsweise sind die Haushalte nicht mehr lediglich Endkonsumenten im klassischen Elektrizitätssystem sondern erzeugen mit kleinen Anlagen selbst elektrische Energie und/oder Wärme, die sie entweder selbst verbrauchen oder in das Netz einspeisen.

Die Netze erfordern für die zukünftigen Anforderungen umfangreiche Investitionen. Die Stromnetze werden zu „Energienetzen“, denn es werden neben dem eigentlichen Stromtransport bzw. der Stromverteilung ebenfalls Energiemanagementmaßnahmen gesetzt. Hierzu stellen sich neue Herausforderungen an die Zukunft der Netze.

Wesentlich gilt es zu klären, wie Investitionen im regulierten Umfeld, aber auch im Markt (z.B. Erzeugung) gesichert bzw. Anreize hierfür geschaffen werden können.

Keywords: Stromnetze, Energienetze, Investitionen, Netze der Zukunft

1 Einleitung

Investitionen in die Infrastruktur sind notwendig, um die zukünftigen Netze mit den neuen Anforderungen bauen und die Versorgungssicherheit gewährleisten zu können. Zusätzlich wird hier auf den Markt hingewiesen.

Ein reibungslos funktionierender Elektrizitätsbinnenmarkt sollte die Erzeuger unter besonderer Beachtung der Länder und Regionen, die vom Energiemarkt der Gemeinschaft am stärksten isoliert sind, durch geeignete Anreize zu Investitionen in neue Energieerzeugung, einschließlich aus erneuerbaren Quellen, veranlassen. Der Markt sollte auch die Verbrau-

cher durch geeignete Maßnahmen zu einer effizienteren Nutzung der Energie motivieren, wofür eine gesicherte Energieversorgung Grundvoraussetzung ist [1]¹.

Eine der Anforderungen an den elektrischen Stromnetzbetrieb besteht darin, der österreichischen Bevölkerung und Wirtschaft kostengünstige Elektrizität in hoher Qualität zur Verfügung zu stellen [2]². Damit ergeben sich auch Herausforderungen für das Asset- und Regulierungsmanagement. Es kann sich als Vorteil herauskristalisieren, frühzeitig eine technisch-ökonomische Kombination zu forcieren, um so ein Optimum von regulatorisch-ökonomischen Aspekten und Versorgungssicherheit zu erreichen.

Diskussionen über ausreichende Investitionen in der Regulierungstheorie werden erst seit einigen Jahren geführt, wobei gesonderte neue Anforderungen losgelöst betrachtet werden müssen. Die Investitionsförderung kann beispielsweise über einen sogenannten Investitionsfaktor oder Investitionsbudgets erfolgen. Durch diese Förderungen soll eine rechtzeitige Erneuerung und Erweiterung der Betriebsmittel möglich sein, sowie eine Überalterung und damit verbundene Verschlechterung der Versorgungssicherheit verhindert werden. Dennoch ist im Sinne der Kosteneffizienz darauf zu achten, dass die Investitionsförderungen bzw. Investitionsbudgets bei der Regulierung gesondert betrachtet werden. Die Entscheidung, wann und welche Investitionen in die Netzinfrastruktur getätigt werden, soll unter Berücksichtigung der Versorgungssicherheit durch den Netzbetreiber erfolgen [3]. Parallel hierzu kann es hilfreich sein, einen Anreiz zur Minimierung der Kosten für Erneuerungen, z.B. über die Berücksichtigung des Anlagenalters, zu schaffen.

Wie weit jedoch regulatorische Investitionsförderungen zielgerichtet für neue Technologien (hier z.B. für Smart Grids) angewandt werden können bzw. sollen, ist ebenfalls ausführlich zu diskutieren. Denn Erfahrungen zeigen, dass insbesondere aufgrund von unterschiedlichen Vorgaben (z.B. Richtlinien) der Umfang und der Zeitpunkt von neuen Anforderungen oft nicht mit den Regulierungen bzw. den Regulierungsperioden korrelieren.

2 Investitionsplanung

Einleitend kann festgehalten werden, dass Investitionen aus gesamtwirtschaftlicher Sicht dann optimal sind, wenn die Grenzkosten der Investition gleich ihrem Grenzerlös sind, wobei dieser sich z.B. bei den Ersatzinvestitionen aus verminderten Instandhaltungskosten sowie der (erwarteten) Nutzensteigerung der Kunden infolge der Qualitätsverbesserung zusammensetzt.

Bei allen Investitionen gilt, dass die Kapitalgeber (Eigen- und Fremdkapitalgeber) für das Überlassen des Kapitals eine angemessene Rendite in Form eines marktgerechten Kapitalertrags erwarten. Aus Unternehmenssicht sind die resultierenden Kapitalkosten für das eingesetzte Kapital zu berücksichtigen.

¹ vgl. Richtlinie 2009/72/EG [3], Ziffer 6, Seite 1

² Siehe §4 Z1 EIWOG (2010)

Bei der Investitionsplanung müssen der Zeitpunkt, die Auswahl und der Umfang von Investitionen auf Rentabilitätsziele ausgerichtet sein. Hier gilt es, sich nicht nach technischen „Wünschen“ zu orientieren, sondern die Wirtschaftlichkeiten immer im Auge zu behalten.

Insbesondere bei den Investitionen in leitungsgebundene Energieformen ist hier weiterführend zu berücksichtigen, dass Investitionen die Erlöse beeinflussen, wenn sich die Anzahl der Kundenanschlüsse erhöht, die Kostenelemente in die Regulierung verändern und Qualitätsstandards in die Ermittlung der Entgelte miteinfließen. Zusätzlich sind nicht unmittelbare Auswirkungen von „innovativen Netzen“ zu berücksichtigen, hierzu zählt beispielsweise das Image des Unternehmens.

Aus strategischer Sicht empfiehlt es sich, bei der Investitionsplanung die Prognose der Umsätze (u.a. Abgaben), der Kostenentwicklung, die Sicherung der Umsätze sowie die Ausbauplanung der Kundenanlagen (inkl. der benachbarten Netze) zu berücksichtigen.

Für die nachfolgenden Betrachtungen wird festgehalten, dass aufgrund der differenzierenden Anforderungen zwischen folgenden Investitionen unterschieden wird:

- Ersatzinvestitionen
- Erweiterungsinvestitionen
- „Technologieinvestitionen“

Ersatzinvestitionen: hierzu zählen der Ersatz von Anlagen bzw. Betriebsmitteln durch andere. Dieser ist insbesondere bei Erreichen der technischen Nutzungsdauer von Betriebsmitteln der Fall. Anzumerken ist, dass sich hier der Ersatzzeitpunkt vorwiegend über das Alter und den Zustand der Anlage bestimmen lässt.

Erweiterungsinvestitionen vergrößern eine bereits vorhandene Kapazität bzw. den Anlagenumfang. Diese sind z.B. aufgrund von Verbrauchs- oder Erzeugungszuwächsen im Netz notwendig, oder den dadurch resultierenden Beanspruchungen in benachbarten Netzen, d.h. die Ursache kann somit auch in einem anderen Netz liegen.

Als sogenannte „Technologieinvestitionen“ werden hier all jene Maßnahmen verstanden, die aufgrund von geänderten Vorgaben (z.B. Förderungen, EU-RL, gesetzliche Vorgaben, usw.) erforderlich sind. Hierzu zählen z.B. auch Maßnahmen zur Steigerung der Energie- und Leistungsautarkie, wobei sich im Rahmen dieser Ausführungen diese Begriffe auf die Stromversorgung beziehen. Beispielhaft können als „Technologieinvestitionen“ netztechnische und netzbetriebliche Investitionen verstanden werden, die für ein umfassendes Monitoring und Informationen von Netz-, Verbraucher- und Erzeugungsdaten notwendig sind. Als Überbegriff werden die Anforderungen an die „Informations- und Kommunikationstechnologie“ (IKT) verstanden.

Aufwendungen für Instandhaltungen werden hier nicht gesondert betrachtet.

2.1 Investitionsplanungen und Anforderungen

Der Bedarf an Investitionen, im Konkreten bei Ersatz- und Erweiterungsinvestitionen, richtet sich stark nach dem Anlagenalter und dem Anlagenzustand. Diese beiden Informationen über die Anlagen sind in Kombination zu sehen. Hier ist das Asset-Management gefordert, denn durch umfassende Kenntnis des Assets kann sehr gut ein zugehöriges Management implementiert werden. Parallel dazu gilt es, die unternehmerischen bzw. regulatorischen Vorgaben zu berücksichtigen. Die Regulierungsfolgen bzw. der regulatorische Rahmen ist z.B. bei der Anreizregulierung planbar. Eine Abstimmung des Asset- und Regulierungs-Managements ist somit von großer Bedeutung.

2.1.1 Beispielhafte Anforderungen an die zukünftigen Stromnetze

Die zukünftigen Stromnetze (auch häufig Smart Grids genannt) werden dadurch charakterisiert sein, dass über ein abgestimmtes Management ein energie- und kosteneffizienter Betrieb des Systems ermöglicht wird. Der notwendige Informations- und in weiterer Folge Betriebsbedarf erfordert neben den rechtlichen Möglichkeiten auch eine Reihe von Anforderungen, welche insbesondere den Netzbetreiber, Erzeugungsanlagenbetreiber und den Betreiber solcher Systeme erfassen. Als Betreiber von Systemen wird hier der Verantwortliche verstanden, der neben den netztechnischen Informationen über die Verbrauchs- und Erzeugungsinformationen verfügt und so das Management von Last und Einspeisung übernehmen kann. Dieses Management kann vom Ein- und Ausschalten, bis hin zu Leistungsregelungen reichen.

Dieser systembezogene Ansatz von Smart hat Auswirkungen auf die Übertragungs- und Verteilernetze, die Erzeugung und die Verbraucher und somit auch auf den Strommarkt.

Es werden sich unterschiedliche Themenschwerpunkte ergeben, die von der Erzeugung, dem Markt, den Netzen, der Regulierung, dem Systembetrieb sowie System- und Datenmanagement, der IKT-Struktur bis hin zu den notwendigen (intelligenten) Komponenten reichen.

Ungeachtet von den noch ausstehenden Adaptierungen und Konkretisierungen im bestehenden Marktsystem ist es sehr empfehlenswert, so rasch wie möglich die umfassenden Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zwischen Netzkomponenten, Erzeugern, Speichern und Endverbrauchern zu definieren, welche eine zeitnahe und bidirektionale Kommunikation zwischen den genannten Akteuren ermöglicht. Hierzu zählen in weiterer Folge auch die Beschreibungen der Anforderungen an die Verbraucher und Erzeuger, welche Schnittstellen zum Netz verfügbar sein müssen. Dies ist insbesondere für die Investitionssicherheit von Erzeugungsanlagen von großer Bedeutung.

Aufgrund künftiger technischer Anforderungen an das Netz im technischen Systemmanagement bzw. Systembetrieb ist es erforderlich, so früh als möglich über deren Umsetzungen zu diskutieren, um so auch die notwendigen Investitionen tätigen zu können. Es müssen heute bereits die rechtlichen, regulatorischen und technischen Grundlagen für die Netze der Zukunft geschaffen werden. Nur dadurch kann gewährleistet werden, dass beispielsweise seitens der Investoren in Erzeugungstechnologien die notwendigen technischen Anforderungen für eine bidirektionalen Informations- und Systembetrieb, aber auch für den Einsatz (z.B.

Erzeugungsmanagement) implementiert werden können. Die Netzbetreiber im regulierten Umfeld müssen laut den technischen Regeln für den Parallelbetrieb ebenfalls die notwendigen Investitionen tätigen können, um nicht zu letzt auch mögliche kundenseitige Maßnahmen (z.B. Abschaltungen von Betriebsmitteln – über Elektroinstallationen) setzen zu können. Hierdurch wird die Basis gelegt, dass über die Netze der Zukunft „Energienetze“ geschaffen werden, die ein Management von Last und Erzeugung ermöglichen.

2.2 Investitionen im regulatorsichen Umfeld

Die Kosten des Netzbetriebes setzen sich zu unterschiedlichen Teilen aus den jeweiligen Kostenteilen zusammen. Vereinfacht dargestellt kann unter Berücksichtigung des Anlagenalters für die Zukunft davon ausgegangen werden, dass sich der Anteil der Kosten von Investitionen ändert bzw. erhöht, die störungsbedingten Kosten inklusive Instandsetzung ebenfalls ändern und die Instandhaltungskosten nahezu konstant bleiben werden. Hierdurch soll gezeigt werden, dass sich die Kosten für die Stromnetze zukünftig verändern und auch Auswirkungen auf die Kostenbasis für die Ermittlung der Tarife haben werden [1].

Die Kostenbasis spielt neben den wirtschaftlichen Aspekten ebenfalls in der Regulierung und hier insbesondere bei der Festlegung z.B. der Erlöse eine wichtige Rolle. Netzbetreiber mit einem nahezu abgeschriebenen Netz weisen geringere Kapitalkosten auf als ein Netzbetreiber mit einem „jungen“ Netz. Werden im Laufe der Regulierungsperiode Investitionen fällig, wirkt die Obergrenze de facto wie eine Budgetrestriktion. Investitionen können unter Umständen nicht im notwendigen Umfang getätigt werden. Mit den Investitionen steigen die kalkulatorischen Kosten, die z.B. erst zu Beginn der folgenden Regulierungsperiode anerkannt werden. Notwendige Investitionen können somit für den Netzbetreiber mit Verlusten verbunden sein. Hierzu ist es von Bedeutung, den Investitionsverlauf im Konnex mit der Regulierung bzw. der Regulierungsperiode zu betrachten. Grundsätzlich kann eine resultierende Einschränkung der Investitionen durch eine Anpassung z.B. der Erlöse innerhalb einer Regulierungsperiode reduziert werden. So kann eine Anpassung zu Beginn der Regulierungsperiode erfolgen; z.B. wird die Kostenbasis um die in der vergangenen Periode durchgeführten Investitionen bereinigt. Der Anreiz zu Investitionen während der Regulierungsperiode ist jedoch nicht gegeben. Um laufende Anpassungen der Netzentgelte durch die Investitionen zu vermeiden, besteht die Möglichkeit der Einrichtung eines sogenannten Regulierungskontos, wie z.B. in Deutschland, welches am Ende der Regulierungsperiode aufgelöst wird.

Der Erhalt der Infrastruktur kann als wesentlich im Zusammenhang mit der Versorgungssicherheit bzw. der Versorgungsqualität gesehen werden. Eine zugehörige langfristige Planung des Bedarfs an Investitionen in Erzeugungs-, Übertragungs- und Verteilungskapazität zur Deckung der Elektrizitätsnachfrage des Netzes, sowie zur Sicherung der Versorgung der Kunden ist notwendig [1].

Für Investitionen werden im Rahmen der Kostenbasis Abschreibungen sowie Kapitalkosten berücksichtigt. Laut der österreichischen Regulierungsbehörde ‚E-Control‘³ können über den Investitions- und Betriebskostenfaktor angekündigte Investitionsvorhaben in die Netzinfrastruktur und somit zum Wohle der Versorgungssicherheit für Österreichs Stromkunden getätigt werden. Die Berücksichtigung der höheren Kapitalkosten erfolgt nur, wenn die entsprechenden Nachweise durch die Unternehmen erbracht werden können. Die Auswirkungen der Investitionen auf die zukünftigen Leitungskapazitäten, die Versorgungssicherheit und die Preise spiegeln sich ebenfalls in den volkswirtschaftlichen Aspekten wider und zeigen die Wichtigkeit von Investitionen auf. Denn bezogen auf die Tarife und die damit verbundenen Aspekten können Investitionen zu hoch oder zu niedrig sein [4].

Zwei wesentliche finanzielle Wirkungsmechanismen sind im Zusammenhang mit Investitionsförderungen zu nennen:

- Investitionsbudgets sind dauerhaft nicht-beeinflussbare Kosten, es gibt also keine Erlösabschmelzung durch die Effizienzvorgaben. Weiters schaffen diese Budgets eine erhöhte Sicherheit bezüglich der zukünftigen Investitionsrückzahlungen.
- Investitionsbudgets erhöhen die Erlösobergrenze auch während einer Regulierungsperiode, es kommt zu einem geringeren Zeitverzug als bei regulären Investitionen.

Die Bedeutung der Investitionsbudgets wird als dementsprechend hoch eingeschätzt [5].

Genehmigte Investitionsbudgets, welche nicht den Effizienzanforderungen unterliegen, ergeben somit in der Regel höhere Erlöse. Weiterführende Überlegungen und Ansätze sind jedoch zu berücksichtigen; dies betrifft insbesondere die Berücksichtigung der Verteilernetze.

Es kann festgehalten werden, dass durch die kurz beschriebenen Investitionsbudgets Investitionsstaus in einer Anreizregulierung vermeidbar sind, wenn Investitionsanreize in das jeweilige Regulierungssystem integriert werden.

Der Investitionsfaktor in Österreich berücksichtigt die tatsächliche CAPEX (Capital Expenditure)-Entwicklung innerhalb der zweiten Periode. Es erfolgt in den Folgejahren eine jährliche Anpassung der Kostenbasis unter Berücksichtigung der IST-CAPEX und ein Anreiz für die Neuinvestition wird durch den Mark-Up auf gewichtete durchschnittliche Kapitalkosten (Weighted Average Cost of Capital – WACC) für Investitionszugänge geschaffen. Die Basis des verzinslichen Kapitals kann somit erhöht und Investitionen belohnt werden.

Wie eingangs beschrieben wird hier zwischen den Ersatz-, Erweiterungs- und „Technologieinvestitionen“ unterschieden. Im Zusammenhang mit der Planung der Netze der Zukunft, welche auch immer mehr durch rechtliche und regulatorische Vorgaben beeinflusst werden, können diese genannten Investitionen im Netzbereich unterschieden werden. Hier gilt es zu berücksichtigen, dass es unterschiedliche Treiber für die Investitionen gibt, so ist u.a. im Sin-

³ E-Control: Spürbare Senkung der Netznutzungstarife für Strom ab 1. Jänner 2010 (Presseaussendung, am 23.12.2009), abgefragt am 31.1.2010
http://portalapp.e-control.at/portal/pls/portal/portal.kb_folderitems_xml.redirectToItem?pMasterthingId=727231

ne der rechtlichen Vorgaben ein sicherer Betrieb zu gewährleisten, der beispielsweise die Ersatzinvestitionen unter Berücksichtigung des Alters und Zustands der Anlagen beeinflusst. Basierend auf Untersuchungen und Analysen kann davon ausgegangen werden, dass sich der Umfang der Ersatzinvestitionen aufgrund der Inbetriebnahme der Anlagen und des Zustands, aber auch aufgrund der eingesetzten Technologiegenerationen, erhöhen wird.

Weiterführend ist beispielsweise aufgrund der Zunahme des Verbrauchs, welcher in Österreich mit dem Bruttoinlandsprodukt (BIP) korreliert, mit einer Zunahme der Erweiterungsinvestitionen zu rechnen.

Als dritte Komponente ist der Ausbau aufgrund von technologischen Anforderungen (z.B. für Smart Grids) zu berücksichtigen. Es kann davon ausgegangen werden, dass hier u.a. aufgrund der Aufwendungen für IKT und resultierenden netztechnischen und netzbetrieblichen Aspekten mit Investitionsanforderungen gerechnet werden muss. Beispielhaft wird hier auf die nachfolgende Abbildung 1 verwiesen. In dieser Abbildung sind die unterschiedlichen Investitionen dargestellt. Dass es in den letzten Jahren zu Investitionsstaus gekommen ist, lässt sich über die häufig genannte regulatorische Unsicherheit erklären. Zukünftig gilt es die Investitionsstaus abzubauen, parallel dazu aber „Technologieinvestitionen“ für die Netze der Zukunft zu tätigen. Wie sich der genaue Zusammenhang auf die unterschiedlichen Investitionen auswirken wird, gilt es individuell für die Unternehmen zu betrachten.

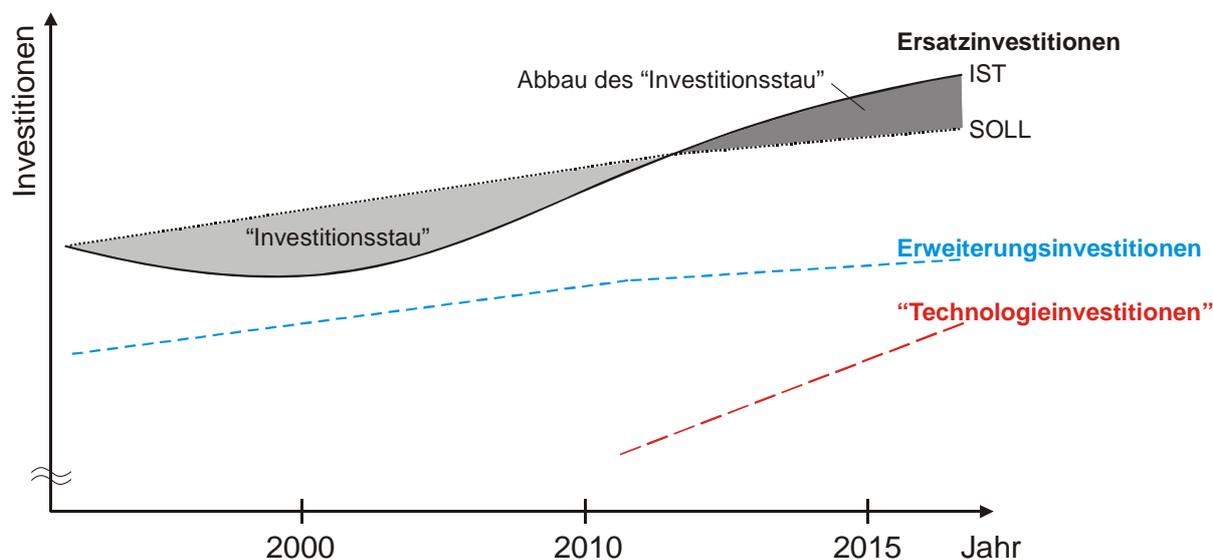


Abbildung 1: Beispiel von Investitionen in der Vergangenheit und in der Zukunft – unterteilt nach Ersatz-, Erweiterungsinvestitionen und „Technologieinvestitionen“

3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Um Netze der Zukunft zu ermöglichen, bedarf es einer Umstrukturierung des Elektrizitätssystems, insbesondere im Mittelspannungs- und Niederspannungsbereich. Intelligente Stromnetze stellen jedoch nicht nur aus technischer, sondern auch aus ökonomischer Sicht eine bedeutende Änderung gegenüber der heutigen Struktur der Stromwirtschaft dar.

Die Kostenbasis spielt neben den wirtschaftlichen Aspekten ebenfalls in der Regulierung eine wesentliche Rolle. Die Herausforderung der zukünftigen Unternehmensplanung im regulierten Bereich liegt auch darin, den zukünftigen Investitionsbedarf unter Berücksichtigung der Eigentümer-, Unternehmens-, Regulierungsstrategie zu erfüllen. Investitionsstaus können in der Regulierungspraxis über Investitionsanreize, wie z.B. individuelle Budgets oder Faktoren in der Regulierungsformel, vermieden bzw. abgebaut werden. Dies kann somit zu einer Investitionssicherheit und einer aus Sicht der Investoren zufriedenstellenden Verzinsung des eingesetzten Kapitals führen.

Nicht nur aufgrund der oben angeführten Anforderungen (wie z.B. Erzeugungs- bzw. Energiemanagement), welche durch reale Umsetzungen und Implementierungen verwirklicht werden sollen, ergeben sich eine Reihe von Herausforderungen. Auszugsweise wird hier auf die Gewährleistung des Zusammenspiels zwischen den Marktteilnehmern (u.a. Erzeugung, Netz, Handel, Börse), die Informationsbeschaffungen von den einzelnen Marktteilnehmern, sowie die Informationsweitergabe an verantwortliche Stellen genannt. Damit können anschließend auch weiterführende Marktmodelle und Geschäftsmodelle für z.B. dezentrale Erzeugungstechnologien und Laststeuerungen entwickelt werden. Hierdurch werden technische Voraussetzungen für die Integration des jährlich steigenden Anteils dezentraler regenerativer bzw. erneuerbarer Erzeugungsanlagen geschaffen. Die Stromnetze werden zu „Energienetzen“. Das bedeutet, dass neben dem eigentlichen Stromtransport bzw. der Stromverteilung ebenfalls Energiemanagementmaßnahmen gesetzt werden.

Aufgrund künftiger technischer Anforderungen an das Netz im technischen Systemmanagement bzw. Systembetrieb ist es erforderlich, so früh als möglich über deren Umsetzungen zu diskutieren, um so auch die notwendigen Investitionen tätigen zu können. Es müssen heute bereits die rechtlichen, regulatorischen und technischen Grundlagen für die Netze der Zukunft geschaffen werden.

Literatur

- [1] Richtlinie 2009/72/EG des Europäischen Parlamentes und Rates vom 13. Juli 2009 über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Aufhebung der Richtlinie 2003/54/EG
- [2] EIWOG (2010): Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010, idF BGBl 110, ausgegeben am 23. Dezember 2010
- [3] Haber, A. (2010): Investitionen im regulierten Bereich – Modell für regulierte Unternehmen zur Simulation von gegenseitigen Einflussfaktoren auf den Unternehmenserfolg am Beispiel Österreich, Masterarbeit, TUAS, 2010
- [4] Haffner, R.; Helmer, D.; van Til, H. (2010). Investment and Regulation: The Dutch Experience, The Electricity, Volume 23, Issue 5, June 2010, ISSN 1040-6190
- [5] Finger, H. (2010). Wirkungsmechanismen der Investitionsbudgets in der Anreizregulierung, Kommunales Infrastruktur-Management 2010, TU Berlin, www.kim.tu-berlin.de, abgefragt am 26.08.2010
- [6] Haber, A. (2009): Wie können Kostenoptimierungen erzielt werden? Strategische Ausrichtung bei Netzinvestitionen, Bulletin SEV/VSE, Bulletin-Nummer 0912s, 2009