DISS. ETH Nr. 19069

# Innovation in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft im Spannungsfeld zwischen Versorgungssicherheit und Liberalisierung

Dissertation
zur Erlangung des Titels

DOKTORIN DER WISSENSCHAFTEN

der ETH ZÜRICH

vorgelegt von:

Claudia Wohlfahrtstätter
lic.oec.publ. Universität Zürich
geboren am 29.09.1967
von Rapperswil-Jona SG

Angenommen auf den Antrag von:

Prof. Dr. Roman Boutellier, Referent
Prof. Dr. Volker H. Hoffmann, Korreferent

2010

## Danksagung

Mein Dank gilt Prof. Roman Boutellier, der mich mit viel Interesse an meinem Thema, dem Schweizer Elektrizitätsmarkt, als Doktorandin aufgenommen und während den letzten drei Jahren betreut hat. Seine pragmatische und offene Art war für mich mit meinem Hintergrund von mehr als 20 Jahren Berufserfahrung sehr wertvoll. Die Eingewöhnung in die wissenschaftliche Welt ist mir dank seiner Unterstützung wesentlich leichter gefallen als erwartet. Ich hatte jederzeit Zugang zu einem Partner für meine Dissertation. Ich möchte hier auch die immer freundliche und zuvorkommende Unterstützung durch die Assistentin Margrit Gläss erwähnen. Sie hat mir oft den Weg und die Türen zu Prof. Roman Boutellier geöffnet und geebnet – herzlichen Dank.

Auch für die wertvollen Hinweise zur Einleitung vom Korreferenten Prof. Volker Hoffmann ganz am Schluss der Dissertation war ich dankbar – habe ich doch bald den Wald vor lauter Bäumen nicht mehr gesehen.

Mein Dank gebührt auch meinem Lebenspartner Dr. Jacques Piasko, welcher mir jederzeit mit seinem grossen Expertenwissen im Energiehandel und der Zusammenhänge der europäischen Elektrizitätswirtschaft zur Seite stand. Mit viel Geduld und Engagement hat er alle meine Publikationen kritisch begutachtet und oft zu wichtigen Ergänzungen und Ideen beigetragen. Die Publikation „Derivatehandel“ haben wir schliesslich gemeinsam verfasst.

Ein Dankeschön geht auch an das Team der Bank Vontobel in Zürich, im Speziellen an Eugen, Takis und Andreas. Die Bank Vontobel gab mir die Chance, während meiner Dissertation in einem 40% Pensum als Analystin für den Schweizer Elektrizitätssektor zu arbeiten. Ich habe viel über Zahlen und Märkte gelernt und konnte mir gleichzeitig zusätzliches Wissen über den Schweizer Elektrizitätsmarkt aneignen.

Ich danke auch allen Experten und Interviewpartnern der Schweizer Elektrizitätswirtschaft. Ohne ihre offenen Worte und ihre Zeit für die Gespräche und Antworten zu meinen Fragen wäre die Dissertation in der vorliegenden Form nicht möglich gewesen.

Auch meiner ganzen Familie und meinen Freunden danke ich für die moralische Unterstützung und ihr Interesse. Schliesslich danke ich auch meiner während der Dissertation verstorbenen Mutter, die immer an mich glaubte und mich auf meinen neuen Wegen motivierte.

## Zusammenfassung

Die Schweizer Elektrizitätswirtschaft steht vor einigen Herausforderungen: sie entscheidet über den Ersatz und Aufbau von Kapazitäten zur Sicherung der zukünftigen Versorgung und ordnet sich innerhalb der neuen Regulierungen zur Liberalisierung des Marktes neu. Gleichzeitig übt die Europäische Union Druck auf die Schweiz aus, ihre Bedingungen der Marktordnung zu übernehmen. Alle diese Entscheide beeinflussen den zukünftigen Produktionsmix, die Autarkie und die Einnahmen aus dem grenzüberschreitenden Handel und werden in der Schweiz stark durch den Einfluss der direkten Demokratie vom Bürger mitgestaltet. Im Interesse der Dissertation stand die Innovation im Spannungsfeld von Liberalisierung und Versorgungssicherheit in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft. Die Forschungsarbeit brachte die folgenden Ergebnisse hervor:

- Die Schweiz war in zwei von vier zentralen Elementen nach OECD-Kriterien bereits vor der neuen Regulierung von 2009 liberalisiert: im ‚Grosshandel' seit 1970 und im ‚Netzzugang Dritter' seit einem Bundesgerichtsentscheid von 2003. Die neue Regulierung brachte keine weitere Marktöffnung: in den noch fehlenden zwei zentralen Elementen einer Strommarktöffnung ‚Wettbewerb im Vertrieb' und' Anreizregulierung im Netz' wurde stärker reguliert als zuvor.

- Das Resultat einer breit angelegten Umfrage vom Sommer 2009 zeigte, dass die zukünftige Versorgung das grösste Risiko der Elektrizitätswirtschaft darstellt, gefolgt von den Regulierungen. Lähmung und Unsicherheit beherrschen das Klima und verhindern innovative Ansätze.

- Die Zukunft der Schweizer Stromproduktion scheint rein technologisch betrachtet klar: sie generiert heute Strom $CO_2$-neutral mit den reifen Technologien Wasser und Nuklearkraft und weist darin Jahrzehnte lange Erfahrung auf – so wird es auch bleiben. Dieser Produktionsmix, die zentrale Lage in Europa und innovative Versorgungsunternehmen verhalfen früh zu Handelsopportunitäten und hoher volkswirtschaftlicher Wertschöpfung.

- Eine besondere Rolle spielt in der Schweiz jedoch die soziale Akzeptanz und die Mitbestimmungsrechte der Bürger in der Elektrizitätswirtschaft. Der Bau neuer Kernkraftwerke untersteht dem fakultativen Referendum genauso wie die Öffnung des Marktes für klein- und mittelgrosse Konsumenten. Der Bau von Übertragungsleitungen oder Windkraftwerken können über Jahrzehnte durch Einsprachen von Bürgern, Gemeinden oder auch Non-Profit Organisationen verzögert oder gar ganz verhindert werden, wie Beispiele zeigen. Die soziale Akzeptanz bestimmt weitge-

hend die zukünftige Landschaft der Elektrizitätswirtschaft und nicht die technologische Entwicklung.

- Um die Herausforderungen der Schweizer Elektrizitätswirtschaft zu meistern sind primär Innovationen in der Aufklärung gegenüber dem Bürger und in der Gestaltung von geeigneten Rahmenbedingungen notwendig, die den hohen volkswirtschaftlichen Beitrag der Elektrizitätswirtschaft - primär aus dem Handel mit dem europäischen Ausland - weiterhin gewährleisten und die zukünftige Versorgung sicherstellen. Die heute gesprochenen Forschungsgelder vom Staat und den Versorgern werden jedoch ausschliesslich für technologische Innovation ausgegeben.

## Summary

The Swiss electric power industry faces a portfolio of challenges: how to replace the aging production of nuclear power plants and how to meet the future demand of electricity. These are decisions which need to be taken in the near future. Simultaneously Switzerland is implementing an initial batch of new rules and regulations with regard to the energy market liberalization which is an additional challenge. Furthermore the European Union is pushing Switzerland into taking over their market rules. Any of these pending decisions will have an impact on the future Swiss power production mix, the self- sufficiency and effectiveness of the cross-border trade. In addition many of the decisions might also be subject to referendum polls under the Swiss political system of direct democracy. The goal of this dissertation was to analyze the impact of security of supply discussions and liberalization on innovation. The key results of the studies were:

- Switzerland's electricity market was in two of four main elements (OECD) liberalized before the deregulation of 2009: 'wholesale trading' from beginning of 1970 and 'grid third-party access ' in 2003 after a federal court decision. The new regulation did not further opening up the market: the two remaining elements 'competition in distribution' and 'incentive-based regulation for the grid' are stronger regulated than before.

- The outcome of a recent representative survey (summer 2009) shows that the security of energy supply is considered to be the greatest risk for the Swiss electricity sector, followed by the regulations. Paralysis and uncertainty dominate the climat and prevent innovative approaches.

- From a pure technology point of view the future solutions for the Swiss electric power supply are obvious: they will be based on the experiences with mature and

$CO_2$ neutral production, low-cost technologies like hydro and nuclear power plants. Due to the central location of Switzerland in Europe, together with its production portfolio, and innovative utilities led to trading opportunities and to added value for its economy in the past.

- In Switzerland, however, a specific issue in connection with energy policy is its acceptance by the society in combination with the patterns of direct democracy. Furthermore the construction of a new nuclear power plant or a further step in market opening (retail market) will be subject to an eventual referendum. Also the construction of such installations like transmission lines or aeolic power plants might be delayed for years or even entirely prevented through objections by citizens, communities and NGO's as already experienced in many cases. The design of the future electricity landscape will be shaped first and foremost by the society (the voters) and less by the development of technologies.

- In order to meet the challenges of Switzerland's electric power industry innovative approaches to inform citizens (voters) and politicians need to be taken as well as new patterns to create appropriate framework conditions in order to ensure economic added value, mainly derived from cross-border trading and security of supply within Switzerland.

# Inhaltsverzeichnis

**ZUSAMMENFASSUNG** **2**

**SUMMARY** **3**

**1. EINFÜHRUNG** **6**

1.1 MOTIVATION 7
1.2 AUFBAU DER DISSERTATION 9

**2. HINTERGRUND: DIE SCHWEIZER ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT** **9**

2.1 VERSORGUNG 9
2.2 STRUKTUR 10
2.3 LIBERALISIERUNG 12
2.4 INNOVATIONEN 15

**3. WISSENSCHAFTLICHE LITERATUR** **18**

**4. FORSCHUNGSMETHODIK** **21**

4.1 QUALITATIVE FORSCHUNGSMETHODIK - EXPLORATIVES VORGEHEN 21
4.2 VORGEHEN 24
4.3 DATENSAMMLUNG: UMFRAGE UND NICHT WISSENSCHAFTLICHE LITERATUR 25

**5. PUBLIKATIONEN: ÜBERSICHT UND ZUSAMMENFASSUNGEN** **28**

5.1 ÜBERSICHT DER PUBLIKATIONEN 28
5.2 ZUSAMMENFASSUNGEN DER PUBLIKATIONEN 30

**6. ERGEBNISSE UND DISKUSSION** **38**

**7. LITERATURVERZEICHNIS & ANMERKUNGEN** **40**

**ANHANG I: PUBLIKATIONEN** **45**

**ANHANG II: CURRICULUM VITAE**

# 1. Einführung

Zu Beginn meiner Forschungsarbeit stand die Frage im Vordergrund, wie sich die verschiedenen privaten und staatlich beherrschten Schweizer Elektrizitätsgesellschaften in der auf 2008 angekündigten Liberalisierung verhalten werden. Da die Liberalisierung erklärtermassen Effizienz und Innovation fördern sollte, war die bevorstehende Einführung ein ideales Beobachtungsfeld. Können die privaten Unternehmungen sich schneller auf den Markt einstellen als die staatlichen? Das Erkenntnisinteresse war der Einfluss der Eigentümerstrukturen im liberalisierten Schweizer Elektrizitätsmarkt.

Doch wie oft bei aktuellen Themen nahmen die Ereignisse keine Rücksicht auf die Frage der Wissenschaft und so war ich gezwungen die Fragen und Untersuchungen ständig den neuen Gegebenheiten anzupassen, um die Aktualität nicht zu verlieren. Dies wirkte sich auch auf die Methodik aus: Eine vorgefertigte Forschungsfrage und ihre Überprüfung nach strikten Regeln mussten einem explorativen Verfahren weichen, das ein offenes Vorgehen ermöglichte (Lamnek 2005). Zuerst wurde der Zeitpunkt der Einführung der Liberalisierung auf den 1. Januar 2009 verschoben. Dann wurde der Zusammenschluss der Stromunternehmen Atel und EOS zum neuen Stromgiganten Alpiq bekannt gegeben. Das war Gerüchten zufolge zu erwarten. Überraschend war aber, dass die BKW nicht mit von der Partie war und sich somit anstatt einem Duopol (gegenüber dem Axpo-Konzern) ein Tripol etablierte, unter anderem mit der direkten Folge, dass jeder der drei Grossen im Schweizer Elektrizitätsmarkt ein Kernkraftwerk beansprucht.

So reichte Alpiq im Sommer 2008 unerwartet das erste Gesuch zum Bau eines neuen Kernkraftwerks beim Bund ein. Die Schweiz steht wie viele Länder Europas vor der Herausforderung, wie die meist aus Altersgründen auslaufenden Produktionskapazitäten ersetzt werden und wie die trotz Effizienzgewinnen steigende Nachfrage nach Strom zukünftig gedeckt werden soll. Eine Analyse der Technologieplanung und der Innovationszyklen in der Elektrizitätswirtschaft ergab sehr bald, dass technologische Entwicklung und Reifegrade für die Gestaltung des Produktionsportfolios der Schweiz nicht ausschlaggebend sein werden, sondern die Diskussionen der gesellschaftlichen Bedürfnisse. Entgegen den Erwartungen von einem hoch industrialisierten Land wird gemäss einer energiepolitischen Entscheidungspyramide in Analogie zu Maslow (Frei 2004) mit sehr grundlegenden Defizit-Bedürfnissen wie der Versorgungssicherheit argumentiert – Die Frage stellt sich wieso?

Die Entwicklungen beeinflussten kurzfristige Eingriffe in die Gesetzgebung bzw. die Verordnung zur Liberalisierung Ende 2008. Im ersten Artikel „Der Strommarkt kommt und keiner geht hin“ (2009) wies ich darauf hin, dass die Ausgestaltung der Verordnung zur Einführung eines Marktes dem Geist der Liberalisierung entgegen wirkt. In der Folge ist klargeworden, dass die Liberalisierung nicht ein Systemwechsel im Sinne eines Big Bangs war. Insbesondere in der Schweiz setzt sie einen mehrjährigen Prozess in Gang, der sich sehr wohl auch entgegen den ursprünglich gesetzten Zielen bewegen kann.

Die basisdemokratische Struktur der Schweiz ermöglicht es auch denjenigen Kreisen Einfluss auf den Prozess zu nehmen, die benachteiligt oder auch nur vermeintlich benachteiligt werden. Und wieder andere Kreise sind an einer Ausgestaltung interessiert, die ihnen Vorteile bringen. Zusätzlich nimmt der Druck der EU, ihre Rahmenbedingungen zu übernehmen und sich anzupassen, zu. Diese Einflüsse könnten die Ursache für die oft verwendete Argumentation der Versorgungssicherheit sein. Ob am Ende dieses Prozesses, nennen wir ihn Rahmengestaltungsprozess, in der Schweiz wirklich ein offener Markt entsteht, ist zu diesem Zeitpunkt nicht sicher.

In diesem Umfeld sind vorerst nicht technologische und ökonomische Fähigkeiten gefragt, sondern politische. Es wundert somit nicht, dass die Versorger heute ihre Eigentümerstrukturen von durchschnittlich 80% staatlich nicht hinterfragen, sondern davon profitieren. Alle Beteiligten am Rahmengestaltungsprozess erkannten aber auch das Risiko, dass der Rahmen nicht die gewünschte Gestalt annehmen würde. Nicht nur sie selbst wären dann gefährdet, sondern die Entwicklung der gesamten Schweizer Elektrizitätswirtschaft. Um die Auswirkungen der aktuellen Entwicklungen auf Innovation zu erfahren, entschloss ich mich dann zu einer qualitativen Umfrage im Sommer 2009: Sämtliche Beteiligten wurden nach den Risiken, den risikomindernden Massnahmen und den Innovationen befragt. Die Ergebnisse lassen sich in zwei Worten zusammenfassen: Unsicherheit und Lähmung.

## 1.1 Motivation

Das Interesse der Forschung beruht stark auf den aktuellen, gleichzeitigen Entwicklungen in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft. Die Liberalisierung der Märkte ist im Vergleich zum fast 100 jährigen Bestehen des Monopols eine sehr junge Bewegung, die in der Schweiz soeben erst begann. Gleichzeitig steht die Branche vor der Herausforderung, die Sicherstellung der Versorgung des Landes neu zu überdenken und zu gestalten. Beide Komponenten bieten viel Freiraum für innovative Ansätze und Modelle, wie dies auch Beobachtungen im Ausland zeigen. Von Interesse sind die drei Kategorien

technologische Innovation, Geschäftsmodell- und Marktmodellinnovation (vgl. auch Kapitel 3.4.).

Liberalisierung kann *Geschäftsmodellinnovationen* hervorbringen. Die freie Preisbildung am Markt und die freie Wahl des Anbieters als Folge der Liberalisierung führten in Deutschland beispielsweise zu Wettbewerb neuen Marktteilnehmern, die Preise vergleichen und den Konsumenten den günstigsten Stromanbieter vermitteln. Der Kunde kann seinen Strommix frei wählen und wird neu aktiv umworben. Das bekannteste Beispiel war zu Beginn der Liberalisierung der Aufbau der Marke „Yello“: Man gab Strom ein Gesicht, was im Strommarkt eine neue Art und Weise war, auf Kunden zu zugehen.

Transparente Preise und der vermehrte Kundenwunsch, mit Ressourcen effizienter umzugehen, führten auch zu *neuen Technologien* wie beispielsweise den intelligenten Strommessgeräten. Smart-Metering misst den Verbrauch von einzelnen elektrischen Geräten, bildet ihn sichtbar ab und kann intelligent den Stromverbrauch je nach Bedürfnis steuern. Der Konsument optimiert seinen Verbrauch und spart Strom wie auch Ausgaben.

Liberalisierung im Strommarkt geht einher mit einer regulierten Marktöffnung. Regulierungen können innovativ ausgestaltet sein und *neue Marktmodelle* hervorbringen. Der $CO_2$-Zeritifkate Handel der EU löst beispielsweise Nachhaltigkeitsthemen marktbasiert, eine weltweite Innovation. Der Handel förderte wiederum Geschäftsmodellinnovationen bei den Versorgern und brachte neue Marktteilnehmer hervor. Neue Organisationseinheiten mit Händlern und Risikomanagement-Abteilungen entstanden und die Finanzbranche nimmt aktiv als Händler am Markt teil.

In Kalifornien führten starke Widerstände in der Bevölkerung und restriktive Bewilligungsverfahren beim Bau neuer Produktions- und Transportkapazitäten zu einem innovativen Marktmodell. Ausgereifte Demand-Response-Modelle integrieren die Konsumenten als virtuelle Kraftwerke. Stromverzicht kann am Markt zu einem Preis angeboten werden und Nachfragespitzen werden geglättet. Neu dabei ist, dass der Verzicht auf Strom belohnt wird.

Der Ersatz der altershalber auslaufenden Produktionskapazitäten zu bewerkstelligen bzw. die autarke Versorgung des Landes sicherzustellen lässt den Unternehmungen Spielraum in der Wahl der Technologien. *Technologie-Innovationen* im Bereich der neuen erneuerbaren Energien sind weltweit fortschreitend. Inwieweit werden die Schweizer Versorger solche neuen Technologien anwenden, um die Versorgung zu sichern?

Ziel der Arbeit ist es, den Zusammenhang der laufenden Ereignisse - Liberalisierung und Versorgungssicherheit - auf Innovation in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft herzustellen.

### 1.2 Aufbau der Dissertation

Die Dissertation bildet sich kumulativ aus den einzelnen Publikationen. Die Zusammenfassung ist dem Inhalt vorgelagert. Einer Einführung (Kapitel 1) folgt die Forschungsmethodik (Kapitel 2). Kapitel 3 beschreibt den Hintergrund der Dissertation, die Schweizer Elektrizitätswirtschaft und gibt einen Überblick über die in der Arbeit verwendeten Innovationskategorien. Die Zusammenfassungen der Publikationen sind in Kapitel 4 aufgeführt und in Kapitel 5 die Ergebnisse und Diskussion. Das Literaturverzeichnis folgt in Kapitel 6 und der Anhang beinhaltet die Publikationen sowie einen Lebenslauf.

## 2. Hintergrund: Die Schweizer Elektrizitätswirtschaft

### 2.1 Versorgung

Laut Schweizer Bundesverfassung stehen der Bund und die Kantone in der Pflicht, sich für eine „ausreichende, breit gefächerte, sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung“ (BV Art. 89 Abs. 1) einzusetzen. Bund und Kantone müssen ebenso „mit geeigneten staatlichen Rahmenbedingungen dafür sorgen, dass die Energiewirtschaft diese Aufgabe im Gesamtinteresse erfüllen kann“( EnG Art.4 Abs.2) und dass rechtzeitig neue Produktionskapazitäten geschaffen werden (EnG Art.6a Abs.1). Die Elektrizitätsbranche – die Versorger, Produzenten und Verteiler - ist also verpflichtet, die Versorgungssicherheit des Landes sicherzustellen.

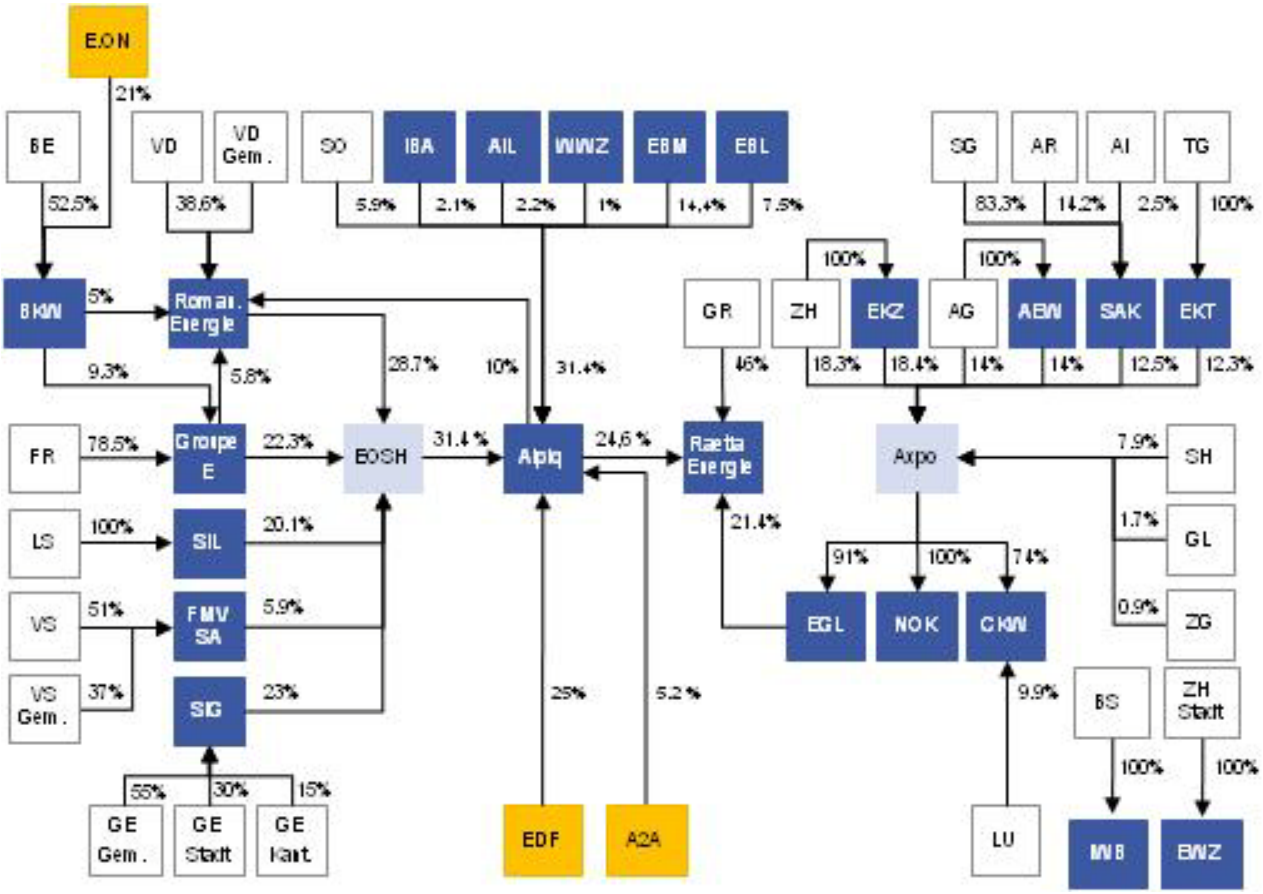
Die Schweiz verbraucht jährlich rund 63 Terawattstunden (TWh) Elektrizität pro Jahr (BFE Energiestatistiken 2008). Die Haupttreiber für den Stromverbrauch sind die konjunkturelle Entwicklung und das Bevölkerungswachstum. Weiter beeinflussen eher zufällig die Temperatur bzw. die Heiz- oder Kühlgradtage die Stromnachfrage. Der Grossteil des Schweizer Stroms wird in abgeschriebenen Produktionsanlagen generiert und basiert auf günstiger Primärenergie (Wasser und Uran) ohne Emissionskosten für $CO_2$. Rund 40% werden thermisch nuklear produziert, 56% stammen aus Wasserkraft. Konventionell thermische und neue erneuerbare Energien leisten einen Beitrag von insgesamt 4%. Aus diesem Strommix resultieren tiefe Gestehungskosten, die meist unter dem internationalen Niveau liegen.

Strom ist in ganz grossen Mengen nicht speicherbar. Um jederzeit zur Verfügung zu stehen, muss daher das Stromangebot mit dem Spitzenverbrauch mitwachsen. Die Schweiz deckt sich heute im Winterhalbjahr mit Strom aus Langfristverträgen mit Frankreich ein (rund 21% der Schweizer Gesamtproduktion an zusätzlicher Energie), welche ab 2017 stufenweise auslaufen. Sie kann als einziges Land im Netzverbund der EU heute diese Kapazitäten privilegiert - vorrangig zu anderen Lieferungen - importieren. Ob dies auch zukünftig möglich sein wird, hängt von der Verhandlungsfähigkeit des Bundes mit der EU ab. Die Schweiz ist historisch aufgrund ihrer Lage in Europa ein Stromdurchgangsland und generiert rund CHF 2 Mrd. Einnahmen pro Jahr aus dem grenzüberschreitenden Handel.

Den neuesten Einschätzungen der Schweizer Versorger zu Folge, wird sich in der Schweiz ab 2025 eine Versorgungslücke öffnen. Der Bundesrat rechnet jedoch bereits ab 2018 mit Engpässen. Aktuell liegen drei Projekte der Versorger zum Bau von neuen Kernkraftwerken zur Bewilligung beim Bund, höchstens zwei Projekten wollen die Politiker zustimmen. Die neuen Anlagen haben mit je 1600 Megawatt rund vier Mal die Kapazität der zu ersetzenden Kraftwerke. Der Bau von Nuklearkraft untersteht in der Schweiz seit dem revidierten Kernenergiegesetz von 2003 (BFE Kernenergiegesetz) dem fakultativen Referendum, was mit grösster Wahrscheinlichkeit ergriffen wird. Die Projekte werden frühestens 2013 in einer Abstimmung vom Volk entschieden und wären bei Annahme gemäss heutigen Schätzungen 2025 bis 2027 betriebsbereit.

## 2.2 Struktur

Die Schweizer Elektrizitätswirtschaft ist in rund 840 Elektrizitätswerke fragmentiert, die zu durchschnittlich 80% im Besitz der Kantone und Gemeinden sind. Die Anzahl der Elektrizitätswerke entspricht in etwa derjenigen vom zehn Mal grösseren Nachbarn Deutschland. Neben den Engagements in Elektrizitätswerken verfügen die Kantone und Gemeinden vor allem auch über Anteile an eigenständigen Kraftwerksgesellschaften. Die tatsächlichen Verhältnisse sind allerdings aufgrund von Kreuz- sowie indirekten Beteiligungen äusserst unübersichtlich. Die Kantone sind in erster Linie direkte Eigner der Elektrizitätswerke. Dazu gehören einerseits regionale Werke wie beispielsweise das Elektrizitätswerk des Kantons Zürich (EKZ) oder das Aargauer Elektrizitätswerk (AEW) und andererseits überregionale Verbundunternehmen wie die Axpo Holding, die Berner Kraftwerke (BKW), die Rätia Energie oder die Alpiq Holding. Über die Beteiligungen der lokalen bzw. regionalen Werke an den Verbundunternehmen sind die Kantone zusätzlich indirekt an diesen beteiligt. Abbildung 3 zeigt schematisch die Komplexität der Besitzverhältnisse einiger wichtiger Elektrizitätswerke (Avenir Suisse 2010). Die Publikumsanteile und Beteiligungen an Kraftwerken sind nicht abgebildet.




*Legende: Versorgungsunternehmen, Ausländische Unternehmen, Kantone, Gemeinden, Holding, Finanzgesellschaft*

*Abbildung 3: Verflechtung in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft: Besitzverhältnisse (Avenir Suisse 2010)*

Die Unternehmen Alpiq, BKW, CKW, Energiedienst, EGL, Rätia Energie und Romande Energie sind an der Schweizer Börse kotiert. Der grösste vom Publikum gehaltene Anteil ist beim Versorger BKW mit 26.5%, bei allen anderen Unternehmungen sind weniger als 10% Publikumsaktionäre investiert.

Für die Kantone und die Gemeinden sind die Versorger über die Dividenden wichtige Einnahmequellen für Steuersubstrate. Meist vertreten Regierungsmitglieder die Interessen der öffentlichen Hand als Verwaltungsräte in den Versorgern. Interessenskonflikte können insbesondere seit der Regulierung des Strommarktes bei den 7% Parlamentariern des Bundes - National- und Ständeräte - entstehen, die gleichzeitig im Verwaltungsrat von Versorgern oder Kraftwerken sitzen (Parlamentsdienste 2009). Die Legislative auf Bundesebene ist für die geeigneten Rahmenbedingungen zuständig, die

Mitglieder müssen jedoch in der Funktion als Verwaltungsrat auch die Unternehmensinteressen wahren.

Die Zentralisierung des Betriebs der Hochspannungsnetze in der Swissgrid bedeutete beispielsweise eine Einschränkung der Kantone und ihrer Überlandwerke in der Hoheit über die Netze. Die Bedingungen der Eigentumsübertragung der Netze im Jahre 2012 an die Swissgrid sind im StromVG geregelt. Die Kantone sind an einer Übertragung der Netze zu einem möglichst hohen Preis interessiert, was ein Kantonsvertreter im Verwaltungsrat eines Überlandwerkes entsprechend vertritt. Als Parlamentarier und Vertreter der Interessen der nationalen Netzgesellschaft Swissgrid müsste der Übertragungswert jedoch möglichst minimal sein.

## 2.3 Liberalisierung

In Europa begann die Liberalisierung 1990 in Norwegen und England. Davor herrschten während fast 100 Jahren die Paradigmen staatliches Eigentum und Zentralisierung. Als zentral für einen funktionierenden, freien Elektrizitätsmarkt gelten Regulierungen, welche den Wettbewerb im Grosshandel und Vertrieb gewährleisten, einen diskriminierungsfreien Zugang zu Übertragungs- und Verteilnetzen sowie Optimierungsanreize im Netz sicherstellen (Jamasb 2008, vgl. Abb. 3). Die EU Elektrizitätsmarkt-Direktive verlangte die volle Liberalisierung ihrer Mitgliedsländer bis 2003. Bis auf Norwegen und England ist heute jedoch jedes europäische Land in einem oder mehreren Teilbereichen noch unvollständig liberalisiert.

Ziel der Schweizer Regierung war, den Strommarkt im Gleichschritt mit Europa bereits per 2003 zu liberalisieren. Das Volk lehnte diesen Schritt in einer Abstimmung ab. Die erste Phase einer regulierten Liberalisierung des Schweizer Strommarktes begann dann juristisch Anfangs 2009. 53% des Marktes, Grosskunden mit einem Verbrauch von mehr als 100 Megawattstunden (MWh) pro Jahr sowie alle Stromverteilunternehmen, können ihren Stromanbieter frei wählen. Die Marktöffnung für Kleinunternehmen und Haushalte ist ab 2013 geplant, was dem fakultativen Referendum untersteht.

Die *rechtlichen Rahmenbedingungen* für den liberalisierten Markt wurden im März 2007 mit dem neuen Bundesgesetz über die Stromversorgung (StromVG) und der revidierte Elektrizitätsgesetz (EleG) vom Parlament verabschiedet. Bereits damals zeichnete sich ab, dass das Gesetz den Strommarkt stärker regulierte als liberalisierte: Sie hat die Strompreiskomponente Energie auf Erzeugungskostenniveau für all diejenigen Konsumenten eingefroren, die bei ihrem bisherigen Versorger blieben. Diese Bestimmungen machten den Eintritt in den freien Markt wenig attraktiv. Die Wechselrate lag denn auch im ersten Jahr unter einem Prozent. *Der Eintritt neuer Marktteilnehmer* wurde damit

vorläufig ebenfalls abgewehrt: Unternehmungen müssten mit den tiefen Gestehungskosten der abgeschriebenen Wasser- und Kernkraftwerke der Schweizer Versorger konkurrieren, was für jeden Neueintretenden im momentanen Preisgefüge Europas ruinös wäre.

Bereits im Herbst 2008 kam bei den Grosskonsumenten Unmut auf, als die Stromunternehmungen für das Jahr 2009 bis zu 20 Prozent Strompreiserhöhungen angekündigt hatten. Der Bundesrat revidierte darauf kurzfristig im Dezember vor Marktöffnung die Stromversorgungsverordnung in den Punkten Netznutzung und Systemdienstleistungen, was zu einer starken Reduktion des Strompreises führte.

Das geforderte *Unbundling der Netze* von Produktion und Vertrieb ist auf den ersten Blick mit der Übernahme des Betriebs durch die nationale Netzgesellschaft Swissgrid seit 2007 umgesetzt. Swissgrid gehört aber den Versorgern - gemäss ihren Anteilen am Hochspannungsnetz. Sie führen die Gesellschaft gemeinsam mit einigen Unabhängigen. Das Expertenwissen liegt jedoch bei den Besitzern der Netze, deren Einfluss daher ausschlaggebend ist. Die Unabhängigkeit der Netzgesellschaft ist nicht gegeben. Das Eigentum soll 2012 an die nationale Netzgesellschaft übertragen werden.

Auch legte der Bund den Kapitalkostensatz des Netzes mit 3.6% für Anlagen, welche vor 2004 gebaut wurden und 4.6% für Anlagen danach sehr tief fest, verglichen mit einem industriellen Durchschnittssatz von 7 bis 9%. Eine Anreizregulierung zur Optimierung der Hochspannungs- und Übertragungsnetze ist in Bearbeitung. Ziele einer Anreizregulierung sind tiefe Verteilgebühren, eine hohe Qualität der Leistungen und die Bereitschaft für Investitionen zu stärken.

Zur Überwachung und Einhaltung der gesetzlichen Grundlagen rief der Bund die ElCom als unabhängige, staatliche Regulierungsbehörde ins Leben. Die Elcom hat umfassende Kompetenzen und die Möglichkeit, Missbrauch zu unterbinden. Sie tat dies beispielsweise im März 2009 und ordnete die Senkung der Tarife des Übertragungsnetzes um rund 40 Prozent für das gesamte Jahr 2009 an (ElCom)!

Der Januar 2009 markierte jedoch nicht den Anfang einer neuen Ära im Schweizer Strommarkt (vgl. Abb. 3). Die Schweiz war in zwei von vier zentralen Elementen bereits vor dem Inkrafttreten der neuen Marktordnung von 2009 teilliberalisiert: im Grosshandel und im freien Netzzugang Dritter.

Die Schweizer Verbundunternehmen sind bereits seit rund 50 Jahren als *Grosshändler* aktiv: Der erstmalige Zusammenschluss der Hochspannungsnetze von Frankreich, Deutschland und der Schweiz im Jahre 1967 in Laufenburg, die geografische Lage der Schweiz und ihr politisch unabhängiger Status förderten dies geradezu. Vor der Einfüh-

rung der deutschen Strombörsen im Jahre 2001, entwickelte sich Laufenburg als zentraler Handelsort europäischer Stromproduzenten. Die Schweiz ist bis heute ein Stromdurchgangsland. Ihre zentrale Bedeutung als Handelsmittelpunkt hat sie seit der fortgeschrittenen Liberalisierung in Europa und der Ostöffnung jedoch eingebüsst.

Die Betriebsübernahme des Hochspannungsnetzes durch die Swissgrid garantiert seit 2007 den diskriminierungsfreien Netzzugang durch Dritte. Nun war dieser Aspekt durch einen Bundesgerichtsentscheid 2003 bereits erfolgt. Der Detailhändler Migros gewann mit einer Klage bei der Schweizer Wettbewerbs-Kommission (WEKO) das Recht, von einem Anbieter ausserhalb des Monopolgebietes mit Strom beliefert zu werden.

Die Schweizer Elektrizitätswirtschaft ist schon seit Anfang ihres Bestehens *teilprivatisiert*. Lange Zeit hielten die Schweizer Grossbanken grössere Anteile an den Versorgern. Als Letzte verkaufte die Credit Suisse AG ihr Engagement in der damaligen Watt Holding AG 2003 der staatlichen Axpo.

| **Schritte einer Liberalisierung** | **Umsetzung in der Schweiz** |
|---|---|
| **Restrukturierung:**<br>Unbundling von Produktion, Übertragung, Verteilung und Vertriebsaktivitäten | Nicht umgesetzt, in Diskussion für Hochspannungsnetze für 2012 |
| **Wettbewerb:**<br>*Wettbewerb im Grosshandel<br>*Wettbewerb im Vertrieb<br><br>Zugang neuer Marktteilnehmer: Produktion und Vertrieb | Im Grosshandel seit 1967 möglich<br>im Vertrieb seit 2009 für rund 50% des Marktes möglich, Strompreis jedoch vollständig reguliert<br>Möglich, aber nicht attraktiv |
| **Regulierungen:**<br>Einen unabhängigen Regulator etablieren<br>*Sicherstellen des Netzzugangs für Dritte<br>*Anreizregulierung für Übertragungs- und Vertriebsnetzwerk | 2009 umgesetzt: Elcom<br>Mit Weko-Entscheid 2003 rechtlich umgesetzt<br>In Diskussion, seit 2009 Kapitalkostensatz vom Bund sehr tief festgesetzt |
| **Privatisierung:**<br>Neue, private Eigentümer zulassen<br>Privatisierung der existierenden, im öffentlichen Eigentum befindlichen Unternehmungen | schon immer möglich<br>Heute zu durchschnittlich 20% umgesetzt. Ist in der Kompetenz der Eigentümer (Kantone und Gemeinden), unabhängig von Liberalisierung |

*Abbildung 3: Stand der Schweizer Liberalisierung im Elektrizitätsmarkt Ende 2009*
*Legende: (*) Zentrale Elemente einer Strommarktliberalisierung (Jamasb 2008).*

## 2.4 Innovationen

Die vorliegende Arbeit betrachtet technologische Innovationen, Geschäftsmodell- und Marktmodellinnovationen (vgl. Abb. 4).

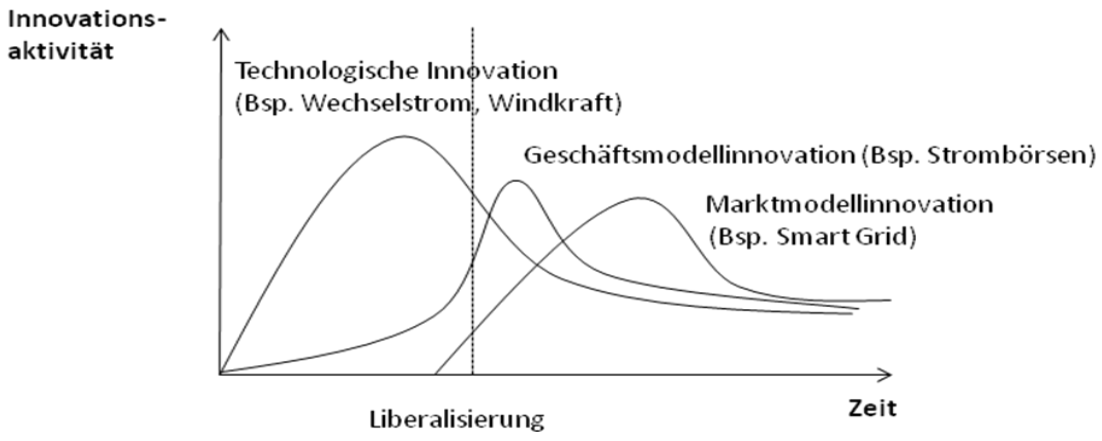



*Abbildung 4: Betrachtete Innovationskategorien in der Dissertation*

Grundlage für die Beschreibung ***technologischer Innovationen*** in der Elektrizitätswirtschaft sind die die typischen Entwicklungsphasen nach Utterback (1996): die Produktinnovation oder Entstehungsphase, die Prozessinnovation oder Wachstumsphase und die Designinnovation oder Reifephase (vgl. Abb. 5).

Die *Entstehungsphase* einer *Produktinnovation* steht am Anfang. Die technologische Entwicklung ist von hoher Aktivität und unterschiedlichen Lösungsprinzipien geprägt. In dieser Phase ist der Fortschritt gross - von der technologisch überlegenen Lösung wird erwartet, dass sie sich durchsetzt und der Unternehmung komfortable Profite generiert. Die radikalste Produktinnovation war in der Elektrizitätswirtschaft 1914 die Entdeckung des Wechselstromprinzips, welcher sich gegen den Gleichstrom durchsetzte. Das Produkt veränderte sich in ihren Grundzügen bis heute kaum.

In der *Wachstumsphase* oder *Prozessinnovation* treten Fragen der Kommerzialisierbarkeit und Kostenoptimierung in den Vordergrund. Konkurrenzunternehmen verlassen den Markt oder werden übernommen, ein „dominantes Design“ beginnt sich zu etablieren. Dieser Konsolidierungsprozess führt bei den verbleibenden Unternehmen zu grösseren Produktionsvolumina und Skalenvorteilen. Dies war in der Elektrizitätswirtschaft die Phase der Kraftwerks- und Leitungsbauten. Prozessinnovationen bekamen mit dem Trend zur Nachhaltigkeit vor rund 15 Jahren einen neuen Schub. Die neuen erneuerbaren Formen der Stromerzeugung werden seither staatlich gefördert und privilegiert.

Die *Reifephase* oder *Designinnovation* ist primär geprägt von Kostenoptimierung. Die Unternehmensgrösse hat bei vielen Technologien einen positiven Einfluss auf die Kos-

tenstruktur der Produktion, sodass in vielen Fällen drei bis fünf grosse Firmen den Markt unter sich aufteilen. Kostenoptimierung ist ein ständiger Kampf mit kleinen Innovationsschritten in der gesamten Wertschöpfungskette. Reife Industrien erreichen damit auch mit bewährten Technologien zwei bis drei Prozent Produktivitätssteigerung pro Jahr über Jahrzehnte hinweg. Dies bedeutet immerhin eine Verdopplung der Produktivität alle 20 bis 30 Jahre. Kostenoptimierung wurde in der Elektrizitätsbranche vor allem in der Automatisierung der Überwachung und Steuerung der Kraftwerke und in der Zusammenführung der Administration und Verwaltung von mehreren Kraftwerken erreicht.

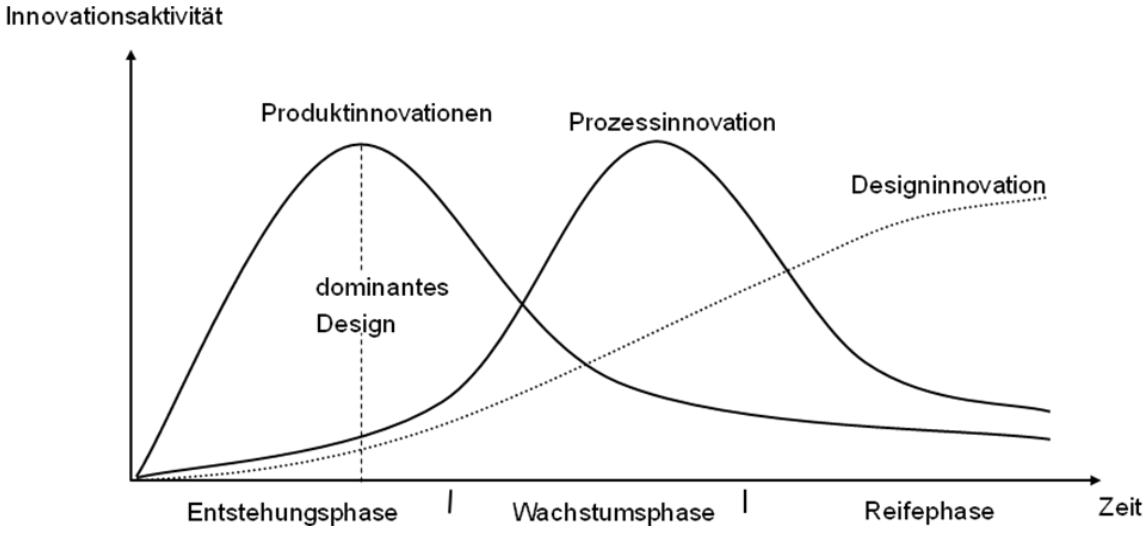



*Abbildung 5: Entwicklungsphasen von technologischen Innovationen nach Utterback (1996)*

Meist folgt auf die technologischen Innovationen die ***Geschäftsmodellinnovationen*** (Boutellier 2010), welche Schumpeter (1987) folgend drei weitere Kategorien umfasst:

- die Entwicklung neuer Märkte: neue Kunden oder Kundenschnittstellen;
- die Entwicklung neuer Ressourcen in der Wertschöpfungskette: neue Lieferanten und Vertriebspartner;
- die Entwicklung neuer organisatorischer Strukturen.

Antrieb für Geschäftsmodellinnovationen in der Elektrizitätswirtschaft war in Europa die Liberalisierung des Strommarktes im Jahr 1990. Ein neues Kundensegment wurde mit dem Trend Nachhaltigkeit und Ökologie geschaffen. Einige Konsumenten sind bereit, für zertifizierten Strom aus erneuerbaren Quellen mehr zu bezahlen, um darüber eine bestimmte Lebenseinstellung auszudrücken. Ein neuer Kunde ist auch der Investor, der direkt in einen Fond für Stromhandel oder andere Stromgeschäfte investiert. Der Kunde bezieht keinen Strom, sondern erwartet Renditen.

Neue organisatorische Strukturen haben sich aufgrund des „Unbundlings“ innerhalb der etablierten Energie-Versorgungsunternehmen gebildet. Verschiedenste Organisationsmodelle wurden zur Trennung von Netz, Vertrieb und Produktion angewendet, die je nach Modell enorme Kostenvorteile brachten oder Mehrkosten verursachten. Die Möglichkeit, Strom als Derivat zu handeln, verlangte nach neuen Strukturen und bisher in der Branche unbekanntem Know-how, welches aus der Finanzindustrie eingekauft und an die Besonderheiten des Strommarktes angepasst und integriert werden musste. Auch hier sind verschiedenste Modelle auf dem Markt, die Wert generieren oder vernichten.

Die Technologie- und Geschäftsmodellinnovationen werden von uns durch eine neue Phase ergänzt: Die ***Marktmodellinnovation***. Technologie- und Geschäftsmodellinnovationen werden meist von Unternehmungen hervorgebracht, mit dem Ziel zusätzlichen Mehrwert für Kunden und Unternehmung zu erreichen. Marktmodellinnovation wird von Regierungen oder je nach politischem System dem Volk initiiert und soll idealerweise der ganzen Volkswirtschaft nutzen. Der Fokus liegt bei der Ausgestaltung des Marktmodells oder den Regeln, welche das Zusammenspiel von Marktteilnehmern bestimmt. Typischerweise sind Marktmodellinnovationen in Krisen oder bei Veränderungen in der Umwelt beobachtbar. Ein Umdenken findet statt und ermöglicht neue Vernetzungen und Abläufe im System, was oft das ganze System verändert. Ein bis anhin gültiges, traditionelles Marktmodell wird abgelöst oder ergänzt. Aktuellstes Beispiel sind die weltweiten Diskussionen zur Neugestaltung des Finanzmarktes als Folge der Wirtschaftskrise, bekannt als Debatte „too big to fail“. Marktmodellinnovationen führen oft zu neuen Impulsen in den vorliegenden Phasen der Technologie-Innovationen und der Geschäftsmodelle.

In der Elektrizitätswirtschaft lassen sich heute Marktmodellinnovationen in drei Bereichen beobachten: in der Liberalisierung von Märkten, im Aufbau eines Marktes für handelbare $CO_2$-Emissionszertifikate im EU-Raum, um Klimaschutzpotenziale effizient zu allokieren und in Demand-Response-Modellen, auch Smart-Grid genannt. Verknappungssituationen beim Stromangebot und daraus folgende Blackouts sowie anhaltende Nachhaltigkeitsdiskussionen haben dafür gesorgt, dass Ressourcen- und Energieeffizienz zum Thema geworden sind. Das seit rund hundert Jahren gültige Marktmodell der Elektrizitätswirtschaft, welches linear und nur in eine Richtung wirkt, hat sich verändert: Strom wird nicht mehr nur im Kraftwerk produziert, über die Leitungen verteilt und dem Kunden in der Steckdose zur Verfügung gestellt. Neu ist in weitgehenden Smart-Grid Systemen wie in Kalifornien beispielsweise der Stromverbraucher ein virtuelles Kraftwerk und Anbieter von $CO_2$-Zertifikaten. Er ist als Teilnehmer aktiv in den Markt eingebunden.

Die ***Schweizer Versorger*** sind traditionell Anwender von technologischen Innovationen. Sie beteiligen sich finanziell an übergeordneten Forschungseinrichtungen. Die Swisselectric-Research unterstützt im Auftrag der Verbundunternehmen die angewandte Forschung in allen Gebieten der Elektrizität. Die Mittel werden den Hochschulen des Landes, hauptsächlich den technischen Institutionen, zur Verfügung gestellt.

Die Schweizer Elektrizitätswirtschaft brachte jedoch früh Innovationen im Bereich der Geschäfts- und Marktmodelle hervor. Der erstmalige Zusammenschluss der Hochspannungsnetze in den 70er Jahren in Laufenburg eröffnete Handelsopportunitäten, welche rege genutzt wurden. Dies förderte auch die Teilnahme am Wettbewerb zu Beginn der europäischen Liberalisierung gegen Ende des letzten Jahrhunderts. Innovative Geschäftsmodelle, meist im Handelsumfeld, entstanden: Die damaligen Schweizer Versorger Atel AG und die EGL AG führten beispielsweise 1998 den ersten kontinentaleuropäischen Strompreis-Index SWEP ein (Swiss Electricity Price Index) ein (Mork 2001). Am Aufbau des europäischen Börsenhandels im Jahre 2000 in Deutschland waren die beiden Schweizer Unternehmungen massgeblich beteiligt. Sie bauten auch eigene organisatorische Einheiten mit den neuen Kompetenzen für Energiehandel und Risikomanagement auf und nahmen am Börsenhandel aktiv teil.

Die Schweiz gab die Vorreiterrolle mit Beginn der Liberalisierung in Deutschland und der Ostöffnung der EU im Bereich von innovativen Geschäfts- und Marktmodellen an die EU ab, die einige innovative Konzepte in den letzten Jahren erfolgreich umsetzte. Die EU löst viele Herausforderungen marktbasiert wie beispielsweise Engpässe an Grenzen durch Auktionen, Transparenz durch den Handel an Börsen, Nachhaltigkeitsthemen durch den $CO_2$-Zertifikate-Handel und Anreizmodelle zur Ausweitung der physischen Vernetzung mit „Merchant-Lines“ auf halbprivater Basis. Auch auf regulatorischer Ebene geht die EU weiter und gründete etwa den neuen europäischen Netzverbund EntsoE oder die Florenz Foren zur Regulierung der Europäischen Strommärkte.

## 3. Wissenschaftliche Literatur

Die aktuelle, wissenschaftliche Literatur zum Schweizer Strommarkt ist sehr beschränkt und keine der Studien berücksichtigt die neuesten Entwicklungen. Einige ältere Studien waren für die Publikationen „Risikobetrachtung der Schweizer Elektrizitätswirtschaft“ und „*Einfluss der Liberalisierung auf Innovation: eine Fallstudie der Schweizer Elektrizitätswirtschaft“* relevant und werden im Folgenden ausgeführt:

Grundlage für die Publikation „*Einfluss der Liberalisierung auf Innovation: eine Fallstudie der Schweizer Elektrizitätswirtschaft*“ war die Studie von Jamasb und Pollitt (2008), die einen Überblick der wissenschaftlichen Erkenntnisse eines möglichen Zusammenhangs von Liberalisierung und dem Rückgang der Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen (F&E) in der Elektrizitätswirtschaft präsentiert. Sterlacchini (2006) illustriert sinkende Forschungs-und Entwicklungsausgaben bei sieben grossen Versorgern in Deutschland, Frankreich und Italien von 20% bis 80% (gemessen in Relation zum Umsatz in den Jahren 2000 bis 2005). Die Effekte einzelner Liberalisierungsschritte auf Innovation analysierten einige weitere Studien:

- Unbundling resultiert in einer reduzierten Unternehmensgrösse, was generell negativ mit F&E-Ausgaben korreliert. Grundlage dieses breit studierten Zusammenhangs in verschiedenen Industrien ist die Hypothese von Schumpeter (1987). Die eher limitierte Literatur aus Amerika bestätigt die Feststellung für den Strommarkt jedoch signifikant (Wilder 1974, Delaney 1976, Mayo 1988, Sanyal 2004).

- Die Einführung von Wettbewerb reduziert gemäss Analysen von Amerika und Grossbritannien die Aufwendungen für F&E (Defeuilly 2000, Sanyal 2004, Lomi 1999). Gleichzeitig verschob sich der Innovationsfokus auf kurzfristigere Lösungen zur Gewinnung von Wettbewerbsvorteilen. Eine steigende Wechselrate der Kunden beeinflusste die Innovationsausgaben jedoch signifikant positiv (Sanyal 2004, Lomi 1999). Wettbewerb wirkt sich im Allgemeinen auch positiv auf organisatorische Neuerungen wie Geschäftsmodelle und Strukturen aus (Jamasb 2008, Markard 2006).

- Unsicherheiten aus dem Reformprozess führten zumindest anfänglich zu tieferen F&E-Ausgaben. Langfristig war dies aufgrund der noch jungen Marktstruktur nicht evaluierbar (Sanyal 2004, Joskow 2002).

- Die verzögerte Einführung einer Anreizregulierung für Übertragungs- und Verteilnetze hat die F&E-Aufwendungen ebenfalls reduziert (Jamasb 2008).

- Eine Studie von Rose (1990) über Privatisierung in Amerika kommt zum Schluss, dass private Versorger neue Technologien eher adaptieren als Versorger in der öffentlichen Hand – eine altbekannte Tatsache (Landes 1998). Munari (2003) beobachtete im italienischen Markt, dass Forschung und Entwicklung in privatisierten Unternehmen abnahm.

- Ein Rückgang des F&E-Budgets der Regierung, gleichzeitig mit Reformen im Elektrizitätssektor, führte gemäss Studien in Amerika und Grossbritannien zu reduzierten Mitteln in der Branche (Mansfield 1984, Becker 2003).

Markard und Truffer (2006) studierten die Effekte auf radikale, technologische Innovationen in der Elektrizitätswirtschaft. Ihre Ausführungen zum weitläufigen, technischen System wie auch diejenigen von Joerges (1998) bildeten die Grundlage für die Erläuterungen der generell tiefen Innovationstätigkeit der Branche. Ein Papier von Mork (2000) erläutert die Voraussetzungen für finanzielle Märkte in der Elektrizitätswirtschaft und eruiert die frühe Entwicklung des Schweizer Grosshandelsmarktes als Beispiel für Wettbewerb ohne Regulierung.

Ergänzend zur Publikation der *Risikobetrachtung in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft* waren vier Studien zum Schweizer Strommarkt in einem Teilaspekt interessant: Sie analysieren das grösste Risiko der Schweizer Elektrizitätswirtschaft, die Versorgungssicherheit, und betrachten das zukünftige Produktionsportfolio genauer. Neueste Entwicklungen relativieren die Resultate jedoch etwas.

Ochoa (2007) sowie Ochoa und Ackere (2009) diskutieren Szenarien eines Ausstiegs der Schweiz aus der Kernenergie und dessen Auswirkungen auf Importe und Exporte. Aus ihrer Studie folgt, dass die Schweiz politisch und technologisch nicht bereit ist, ihre 40%-Kapazität aus Kernenergie zu ersetzen, ohne auf Gaskombikraftwerke zurückzugreifen. Diese Stromproduktion mit höheren Erzeugungskosten würde jedoch von Importen aus Tiefpreisländern rivalisiert, was den Aufbau eigener Kapazitäten verhindern könnte. Ochoa et al. berücksichtigen die neuesten Entwicklungen des Strommarktes nicht. Die Zurückhaltung, Kapazitäten in der Schweiz aufzubauen, beruht seit Anfang 2009 vor allem auf der befohlenen Senkung des Strompreises und dem tiefen Zinssatz der Netzkapazitäten. Grenzkapazitäten waren bereits zum Zeitpunkt der Studie vollständig ausgeschöpft und der Bau von Hochspannungsleitungen ist fast unmöglich geworden. Zukünftig höhere Importe aus günstigen Ländern sind daher eine Illusion. Die Bewilligung von Überlandleitungen dauern heute mindestens so lange, wie diejenige zum Bau eines Kernkraftwerkes.

Jegen und Wüstenhagen (2001) veranschaulichten die Einstellung von Schlüsselpersonen zum Portfolio-Mix der Schweiz aus einer standardisierten Umfrage bei 250 Schweizer Schlüsselpersonen der Elektrizitätswirtschaft: Es herrschte eine breite Akzeptanz für die Wasserkraft-Technologien, für Energieeffizienz und auch für Gaskombikraftwerke. Ein grosses Fragezeichen wurde hinter die Kernkraft gesetzt und auch Windkraft war umstritten. Eine neuere Studie von Roth et al. (2009) untersucht den zu-

künftigen Produktionsmix des grössten Schweizer Versorger-Konzerns Axpo unter Einbezug von 85 Mitarbeitern: Die erneuerbaren Energien waren prioritäre Wahl.

Als Modell zur Diskussion der Resultate der Umfrage vom Sommer 2009 diente eine Analogie zur Maslow-Bedürfnispyramide von Frei (2004), die zwar nach Wahba (1976) in der Organisationslehre kaum mehr akzeptiert wird. Sie liefert jedoch einen einfachen Bezugsrahmen für die laufenden Ereignisse in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft. Die Maslow-Pyramide legt nahe, dass höher geordnete Bedürfnisse erst Beachtung finden, wenn untergeordnete befriedigt sind. Die Beobachtungen von Frei (2004) resultieren in der Hypothese, dass Versorgungssicherheit entscheidend ist und prioritär zu Themen wie ökonomische Effizienz, Nachhaltigkeit und gesellschaftliche Akzeptanz debattiert wird (1).

Für die *Analyse der technologischen Entwicklungen und Innovationszyklen* der Schweizer Elektrizitätswirtschaft dienten die typischen Entwicklungsphasen nach Utterback (1996), ergänzt um alternative Betrachtungen wie Architectural Innovations nach Henderson (1990) und Kodama (1992), Diffusionstheorien nach Rogers (2003) und Samuelson (1992) sowie Überlegungen zur S-Kurve nach Twiss (1995). Grundlage der Geschäftsmodell-Innovationen, eine nicht technische Innovation, beruht auf der Betrachtungsweise von Schumpeter (1987). Eine Übersicht der neuen Marktmodelle „Demand Response“ oder „Smart-Grid“-Lösungen in der Elektrizitätswirtschaft illustriert die Studie von Albadi (2007).

Eine generelle Übersicht zur Geschichte der technischen Entwicklungen in der Elektrizitätswirtschaft gibt das Buch von Boëitus (2006). Die Entwicklung der Nuklearkraft in der Schweiz wird von Wildi (2003) sehr weitreichend beschrieben.

# 4. Forschungsmethodik

## 4.1 Qualitative Forschungsmethodik - Exploratives Vorgehen

Die gewählte Methodenkonzeption der qualitativen Forschung für die vorliegende Arbeit lässt sich am ehesten als *offen*, *kommunikativ* und *typisierend* beschreiben (Kepper 1996). Sie ist offen, da sie auf eine vorhergehende Strukturierung des Untersuchungsgegenstandes und auf einengende Vorgaben verzichtet und so eine möglichst unvoreingenommene Sicht des Forschers gegenüber dem Forschungsgegenstand beibehält (Herrmann 2008). Diese offene Vorgehensweise erlaubte, den Bezugsrahmen und die Forschungsfrage den aktuellen Bedingungen immer wieder anzupassen. Die

gewählte Form einer kumulativen Dissertation unterstützte das Vorgehen zusätzlich. Teilresultate von Forschungen in nur kurzfristig aktuellen Bedingungen konnten sequentiell veröffentlicht werden und bildeten die Grundlage für veränderte Fragen und Rahmenbedingungen.

Der Kommunikationsaspekt der qualitativen Forschungsmethodik in seiner konsequenten Ausrichtung auf die Auskunftsperson, hier der Experten im Schweizer Elektrizitätsmarkt, war Voraussetzung für die Forschung am Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit. Die Datenbasis zur Teilliberalisierung und der Diskussion um Versorgungssicherheit in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft war sehr gering bis teilweise gar nicht vorhanden.

Ein weiterer Vorteil der qualitativen Analyse erwies sich als sehr wichtig. Quantitative Methoden zwingen den Befragten sich an sprachliche und inhaltliche Vorgaben anzupassen. In der qualitativen Analyse sind die Kommunikations- und Interaktionsbeziehungen zwischen Befragten und Forschern nicht Störgrössen, sondern zusätzliche wertvolle Grössen für die Auswertung der Gespräche (Herrmann 2008). Dies erlaubte in der vorliegenden Arbeit zur Untersuchung der Innovationen in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft Aussagen zusätzlich zu gewichten. Der Frage „Was wird getan, um Risiken zu verringern?“ folgte beispielsweis eine längere Gesprächspause. Oft wurde anschliessend laut gedacht und nach Massnahmen gesucht oder davor im Gespräch bereits genannte Risiken wurden wiederholt. Dieses beobachtbare Verhalten gab Hinweise, welche bei einem quantitativen Verfahren unberücksichtigt geblieben wären. Es bestätigte auch die im Gespräch ausgesprochenen weichen Faktoren „Unsicherheit“ und „Lähmung“ als wichtige Elemente, welche Innovation im aktuellen Umfeld beeinflussen.

Die Typisierung in der qualitativen Forschungsmethodik orientiert sich in der vorliegenden Arbeit am explorativen Verfahren (Eisenhardt 1989). Das Vorgehen war nicht von Hypothesen geleitet, wie dies beim klassisch deduktiven Verfahren die Regel ist, sondern die Entwicklung von Zusammenhängen und Hypothesen war zentraler Bestandteil der Forschung (Lamnek 2005). Das explorative Verfahren wird oft für die Untersuchung von fremden Lebensbereichen angewendet. In der vorliegenden Arbeit war der Lebensbereich nicht fremd, Ziel der Arbeit war jedoch eine aktuelle und ungefilterte Untersuchung der Forschungsfrage. Das explorative Vorgehen erlaubte die Einzeldaten ständig zu reflektieren und im Verlauf des Prozesses neue Zusammenhänge herzustellen und zu korrigieren (Lamnek 2005).

Ausgangspunkt einer Forschungsarbeit ist der *Bezugsrahmen*, welcher basierend auf vorhandenem Wissen mit dem Einsatz der empirischen Forschungsinstrumente zu wei-

teren Erkenntnissen führt (Kubicek 1975). Zu Beginn der Analyse Mitte des Jahres 2007 war der Bezugsrahmen durch die angekündigte Liberalisierung zusammen mit dem Erkenntnisinteresse des Einflusses der Eigentümerstrukturen auf Innovation gegeben. Im Laufe der Datensammlung änderten sich die Rahmenbedingungen unerwartet und schnell. Die Erkenntnis war Ende 2008, dass mit der neuen Gesetzgebung der Markt nicht weiter geöffnet sondern stärker reguliert wurde als zuvor. Das erfolgreiche Lobbying von Organisationen der Grosskonsumenten zum Zeitpunkt hoher internationaler Strompreise war die Ursache für das kurzfristige Eingreifen des Bundesrates. Zu diesem Zeitpunkt erhielt die Diskussion um Versorgungssicherheit Auftrieb, nicht zuletzt auch durch die Eingabe zwei weiterer Projekte zum Bau von Kernkraftwerken Anfang Dezember desselben Jahres. Damit änderte sich der Bezugsrahmen und als Folge musste auch die Forschungsfrage angepasst werden.

Neu war der Bezugsrahmen zu Anfang des Jahres 2009, dass die schliesslich verspätet eingeführte Liberalisierung keinen weiteren Wettbewerb brachte und Versorgungssicherheit vermehrt diskutiert wurde. Der zunehmende Druck der EU auf die Schweiz verstärkte die Diskussion um die Versorgungssicherheit zusätzlich. Einerseits begrüsste die EU eine regulierte Einführung der Liberalisierung, andererseits sollen die Bedingungen der Marktordnung an Europa möglichst angepasst werden. In Gesprächen mit Verantwortlichen und aufgrund von Wortmeldungen der EU in der Schweiz auf Konferenzen wurde immer klarer, dass keine Ausnahmeregelungen akzeptiert würden. Dies bedeutete auch, dass zukünftig keine privilegierten Importe mehr möglich sein würden. Vor dem Hintergrund einer bisherigen Sicherstellung der Versorgung der Schweiz von rund 20% aus vorrangigen Importlieferungen aus Frankreich, verschärfte sich die Notwendigkeit vom Aufbau eigener Kapazitäten für eine autarke Versorgung. Beide Komponenten – die verspätet eingeführte Liberalisierung ohne Wettbewerb und das Thema Versorgungssicherheit - könnten in einer anderen Ausgestaltung als anfänglich erwartet Innovation beeinflussen: Das Unterbinden von Wettbewerb würde Innovation eher hemmen und die Diskussionen um zukünftige Produktionskapazitäten diese anregen. Daraus folgte die *angepasste Forschungsfrage* nach der Innovation in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft im Spannungsfeld von Liberalisierung und Versorgungssicherheit.

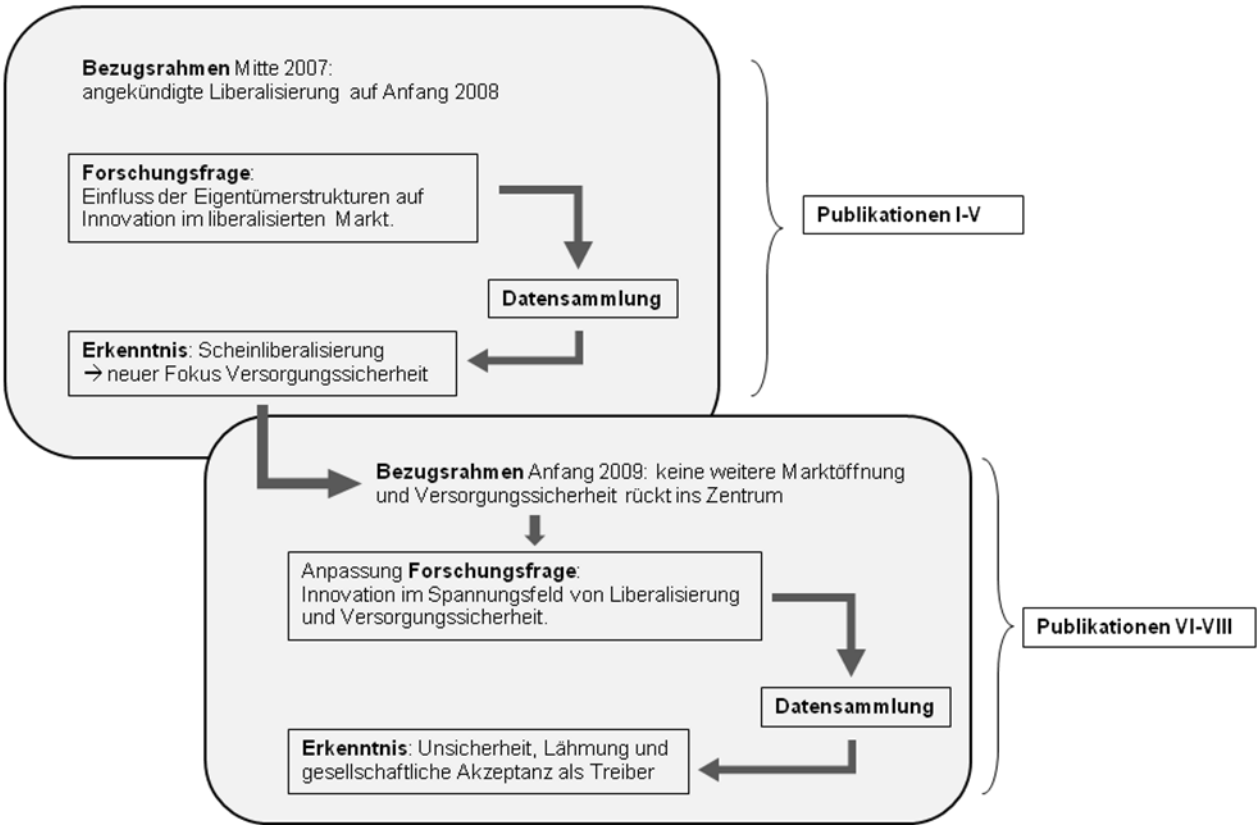



*Abbildung 1: Forschungsmethodik*

## 4.2 Vorgehen

Die Publikationen geben jeweils den aktuellen Stand der Forschung zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wieder. In einer ersten Phase der Dissertation von Mitte 2007 bis Ende 2008 stand die Forschung zur Liberalisierung des Schweizer Strommarktes im Vordergrund (vgl. Abb. 1). Die erste Publikation entstand: „Der Strommarkt kommt und keiner geht hin“. Gegenstand der Forschung in diesem Zeitraum waren auch die Innovationen in der Elektrizitätswirtschaft. Einen Überblick geben die Publikationen zu den Innovationszyklen (Publikation II), Marktmodellinnovationen (Publikation III) und Szenarien einer Technologie-Roadmap in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft (Publikation IV). Eine Innovation in der Elektrizitätswirtschaft, der Derivatehandel an Börsen (Publikation VIII), rückte mit der damals aktuellen, weltweiten Finanzkrise in den Vordergrund.

Die zweite Phase der Forschung von Anfang 2009 bis Februar 2010 war von den Verknüpfungen und Abhängigkeiten der Themen Liberalisierung, Versorgungssicherheit und Innovation geprägt (vgl. Abb. 1). Die Auswertung der Interviews bei den Entscheidungsträgern und Experten der Schweizer Elektrizitätswirtschaft standen im Vordergrund. Nach der Datensammlung im Sommer 2009 wurden die Resultate in drei Publi-

kationen aufgearbeitet: Publikation V: „Risiken der Schweizer Elektrizitätswirtschaft: eine energiepolitische Betrachtung“ und Publikation VI: „Der Einfluss der Liberalisierung auf Innovationen: Eine Fallstudie der Schweizer Elektrizitätswirtschaft“. Ein letzter Aufsatz (Publikation VII) reflektiert einen Teil der Resultate der Forschung: „Welche Technologie wird zukünftig unsere Stromversorgung sichern?“.

## 4.3 Datensammlung: Umfrage und nicht wissenschaftliche Literatur

Die Datensammlung erfolgte mehrheitlich durch Umfragen und Recherchen bei Experten der relevanten Gruppen der Schweizer Elektrizitätswirtschaft. Dies gewährleistete eine möglichst aktuelle Abbildung der Themen. Wichtigste Gruppen waren die Stromproduzenten und Verteiler, deren Eigentümer, die Konsumenten und die Politik als Regulator und politischer Taktgeber.

Recherche-Plattformen waren vor allem Websites der involvierten Institutionen wie der Bundesämter (BfE, BK, ElCom, BfS), der Internationalen Energie Agentur (IEA) und der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD). Wichtige Informationen lieferten auch Studien zum Schweizer Strommarkt der Avenir Suisse. Aktuellste Zahlen zu Strommarktpreisen wurden der Website der für die Schweiz relevanten, europäischen Strombörse EEX und dem Preisüberwacher entnommen. Letztere Informationen übernahm zwischenzeitlich die ElCom. Die Forschungsaufwendungen der Versorger wurden Swisselectric Research sowie den Tätigkeitsberichten von PSEL entnommen. Diverse andere Quellen sind in den jeweiligen Publikationen aufgeführt.

Elementar für die Forschung waren die persönlichen Gespräche mit Entscheidungsträgern und Experten der Schweizer Elektrizitätswirtschaft. Für die Forschungsfrage der Innovation im Spannungsfeld von Liberalisierung und Versorgungssicherheit wurde eine semi-standardisierte qualitative *Umfrage* durchgeführt. Die Resultate sind in den drei letzten Publikationen verarbeitet. Es wurden folgende, offenen Fragen gestellt: Welches sind die Risiken der Schweizer Elektrizitätswirtschaft? Welche Massnahmen werden ergriffen, um die Risiken zu verringern? Wie werden Chancen für Innovationen im momentanen Umfeld wahrgenommen und umgesetzt? Die Interviews wurden rund ein halbes Jahr nach der faktischen Einführung der Liberalisierung ohne weiter Marktöffnung und der gleichzeitig in den Vordergrund gerückten Frage der Versorgungssicherheit geführt. Ziel der Fragen war es zu überprüfen, inwiefern die zwei Themenbereiche die Elektrizitätswirtschaft prägen und ob sie Innovation beeinflussen.

Basis der Umfrage waren Interviews mit 33 Entscheidungsträgern und Experten der Schweizer Elektrizitätswirtschaft aus dem Sommer 2009 (Interviews 2009). Die Klein-

heit des Landes und die Struktur der Branche liess es zu, mit relativ wenigen Interviews ein gutes Bild der Lage zu zeichnen. Die Interviewten erklärten sich einverstanden, mit Namen und Funktion genannt zu werden, Rückschlüsse auf Aussagen sollten jedoch in den Studien nicht möglich sein.

Als wichtigste Gruppen in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft wurden die *Versorger* (Stromproduzenten und Verteiler), deren *Eigentümer*, die *Konsumenten* und die *Regulatoren* sowie die *politischen Taktgeber* befragt. Ergänzt wurde die Reihe durch Interviews mit fünf *Know-how-Trägern*, die den Strommarkt in früheren Zeiten stark prägten (vgl. Abb. 2). Alle Befragten erfüllten folgende Kriterien: Sie sind oberste Entscheidungsträger innerhalb ihrer Gruppe und verfügen über direkte Entscheidungsgewalt in letzter Instanz in ihrem Bereich. Expertenwissen war eine weitere Voraussetzung: 85% der Befragten brachten mindestens 10 Jahre Erfahrung in der Elektrizitätswirtschaft mit.

Die Grundgesamtheit der *Versorger-Gruppe* entspricht der Produktion des Schweizer Landesverbrauchs von 63 TWh. Zu Wort kamen acht Entscheidungsträger mit insgesamt 53 TWh oder einem Anteil von 84% der Jahresproduktion. Die ausgewählten Unternehmungen sind zu 81% in öffentlichem Eigentum, was dem gesamtschweizerischen Durchschnitt entspricht. Es wurden fünf Interviews mit Eigentümern der öffentlichen Hand, Kantons- oder Gemeinderäten, geführt. Die 8% der privaten, meist anonymen *Eigenkapitalgeber* sind durch vier relevante Finanzinstitute der Schweiz repräsentiert (BFE Energiestatistiken 2008). Die Grundgesamtheit dieser Gruppe ist schwierig zu erfassen. Interviewpartner waren einerseits Vertreter der Schweizer Banken, welche die sieben börsenkotierten Versorger professionell bewerten und andererseits Fund-Vertreter, die in der Branche bekannt sind für ihre finanziellen Engagements. Die ausländischen Beteiligungen von rund 9% (BFE Energiestatistiken 2008) wurden in der Befragung nicht berücksichtigt.

*Bund und Regulatoren* sind seit der Teilmarktöffnung neue Mitspieler. Innerhalb der 38 für die Energiebelange zuständigen National- und Ständeräte fokussieren acht auf den Bereich Elektrizität. Die Energiedirektoren sind für die Energiepolitik auf Kantonsstufe zuständig. Zusammen mit der obersten politischen Ebene auf Bundesstufe konnten von 14 Experten sieben befragt werden. Die fünf wichtigsten Parteien der Schweiz werden mindestens durch je einen Interviewpartner repräsentiert.

Die fünf Gespräche mit *Grosskonsumenten und energieintensiven Industrien* vertreten 46% des Stromverbrauchs im freien Markt. Drei Interviews wurden mit Geschäftsführern von Interessenverbänden mit total 80 Mitgliederbetrieben geführt. Die Diversität der Mitglieder repräsentiert die Grosskonsumenten der Schweiz ausreichend.

| Gruppe | Grundgesamtheit | Stellung der Befragten | In % | Anzahl Interviews |
|---|---|---|---|---|
| Versorger | Produktion Landesverbrauch Schweiz: 63 TWh | CEO oder Verwaltungsrats-Präsident oder -Vizepräsident, Jahresproduktion: 53 TWh | 84% | 8 |
| Eigentümer der Versorger: öffentliche Hand | Durchschnittlich zu 83% in öffentlicher Hand | Interviewte von Unternehmungen zu 81% in öffentlicher Hand | 81% | 5 |
| Eigentümer der Versorger: private Kapitalgeber | Durchschnittlich zu 8% im Eigentum von Privatwirtschaft | Alle im Schweizer Markt bekannten Finanzinstitute mit Kompetenzen im Stromsektor | | 4 |
| Politik | Regulatoren, Bund und Kantonspolitik mit Fokus Elektrizität | Präsidium von ElCom und Bundesamt für Energie BFE, Parlamentarier & Kantonsregierung, Swissgrid | 50% | 7 |
| Parteien | SVP, SPS, FDP, CVP, GPS | Mindestens ein Politiker pro Partei vertreten | | |
| Konsumenten | Zugang zum freien Markt – 30 TWh | Vertreter von 13.8 TWh Konsum | 46% | 4 |
| Unabhängige Know-how Träger | unabhängig | grosses Expertenwissen | | 5 |

*Abbildung 2: Interviewgruppen und Repräsentanz der Befragten*

Die *Interviewmethodik* folgte dem explorativen Vorgehen, um auch hier möglichst viel Offenheit zu gewährleisten. Die Befragten sollten nicht durch vorgegebene Hypothesen und Kategorien beeinflusst werden. Das Expertenwissen der Teilnehmer war eine unabdingbare Voraussetzung für dieses Vorgehen. Dies bestätigte der Interviewprozess: Je mehr Erfahrung der Befragte mitbrachte, umso umfangreicher und differenzierter waren die Antworten. Um ungefilterte Aussagen zu erhalten, war das persönliche Gespräch die Interviewform. Einem Interviewpartner wurden die Fragen auf Wunsch zugestellt und schriftlich beantwortet. Das persönliche geführte Gespräch dauerte rund eine Stunde. Alle Gesprächspartner erhielten eine Mitschrift des Interviews, die allenfalls angepasst und genehmigt wurde.

Die *Auswertung der Resultate* orientierte sich an der qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring 2005), die qualitative mit quantitativen Ansätzen kombiniert. Der erste Schritt der Kategorienbildung und die Zuordnung zum Interviewtext waren qualitative Aspekte. Die Zuordnung der Interviewtextteile erfolgte nach Schlüsselworten. Die Quantifizierung erfolgt durch die Erhebung der Kategorienhäufigkeiten. Die Messung der Daten durch Auszählen, wie auch die Zuordnung der Textteile, bergen Unschärfen und Interpretationsspielraum. Die Genehmigung der Abschrift der Interviews durch die Gesprächspartner hat dies stark reduziert.

# 5. Publikationen: Übersicht und Zusammenfassungen

## 5.1 Übersicht der Publikationen

Die Dissertation besteht aus 8 Publikationen, wovon drei im doppelt-verdeckten Gutachterverfahren beurteilt und in wissenschaftlichen Journalen, als Buchbeitrag und an einer Konferenz veröffentlicht wurden. Vier Praxisbeiträge genehmigten jeweils die Schriftleitungen und sind in Zeitschriften veröffentlicht. Der Praxisbeitrag Derivatehandel erschien als Teil eines Lehrgangs zum Thema Strom- und Gashandel und wird nur zusammenfassend in der Dissertation veröffentlicht.

| Nr. | Publikation | Gutachter | Veröffentlicht als |
|---|---|---|---|
| I | Wohlfahrtstätter, C., Boutellier, R.: *Der Strommarkt kommt und keiner geht hin*. In: io new management – Zeitschrift für Unternehmenswissenschaften und Führungspraxis, Nr. 1-2, S. 39-43, Januar 2009. | Schriftleitung | Zeitschrift |
| II | Wohlfahrtstätter, C., Boutellier, R.: *Innovationszyklen in der Elektrizitätswirtschaft.* In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Zeitschrift für Energiewirtschaft – Recht – Technik und Umwelt, Heft 9, S. 38-41, Deutschland, 2009. | Schriftleitung | Zeitschrift |
| III | Wohlfahrtstätter, C., Boutellier, R.: *Marktmodellinnovation in der Elektrizitätswirtschaft – der intelligente Konsument*. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Zeitschrift für Energiewirtschaft – Recht – Technik und Umwelt, Heft 1-2, S. 16-19, Deutschland, 2010. | Schriftleitung | Zeitschrift |
| IV | Wohlfahrtstätter, C., Rohner, N., Boutellier, R.: *Technologieentwicklungen und -akzeptanz in der Elektrizitätswirtschaft: Nuklearkraft und neue erneuerbare Energien.* In: 5. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung Heinz Nixdorf Institut, Berlin- Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Deutschland, Band 265, S. 335-351, 2009 | Doppelt verdecktes Gutachten | Konferenz und Buchbeitrag |
| V | Wohlfahrtstätter, C., Boutellier, R.: *Risiken der Schweizer Elektrizitätswirtschaft: Eine Energiepolitische Betrachtung: Expertenmeinungen*. In: Zeitschrift Führung und Organisation ZFO, Deutschland, Heft 06/10, Dezember 2010. | Doppelt verdecktes Gutachten | Zeitschrift, Status: akzeptiert |
| VI | Wohlfahrtstätter, C., Boutellier, R.: *Der Einfluss der Liberalisierung auf die Innovationen: Eine Fallstudie der Schweizer Elektrizitätswirtschaft*. Vorgesehen in: Zeitschrift Führung und Organisation ZFO, Deutschland, 2010. | Doppelt verdecktes Gutachten | Zeitschrift Status: im Reviewverfahren |
| VII | Wohlfahrtstätter, C., Boutellier, R.: *Schweizer Stromversorgung: Den Bürger im Visier.* In: io new management - Zeitschrift für Unternehmenswissenschaften und Führungspraxis, Nr. 5, S. 38-41, Mai 2010. | Schriftleitung | Zeitschrift |
| VIII | Wohlfahrtstätter, C., Piasko, J.: *Derivatehandel*. In: Kompaktwissen Strom- und Gashandel. Schriftlicher Management-Lehrgang, Lektion 3,Euroforum Verlag Deutschland, März 2009. | Schriftleitung | Praxisbeitrag – Lehrgang Buch |

## 5.2 Zusammenfassungen der Publikationen

Publikation I:

**Die Strommarktliberalisierung kommt und keiner geht hin**

*Wohlfahrtstätter, C., Boutellier, R. In: io new management- Zeitschrift für Unternehmenswissenschaften und Führungspraxis, Nr. 1-2, S. 39-43, Januar 2009.*

Ziel des Artikels ist es, die neue Regulierung zur Strommarktöffnung in der Schweiz aufzuarbeiten. Die erste Phase der Liberalisierung des Schweizer Strommarktes begann faktisch anfangs Januar 2009, 19 Jahre später als in der EU. 53 Prozent des Marktes, Grosskunden mit einem Verbrauch von mehr als 100 Megawattstunden (MWh) pro Jahr sowie alle Stromverteilunternehmen, können ihren Stromanbieter heute frei wählen. Die Marktöffnung für Kleinunternehmen und Haushalte ist ab 2013 geplant. Dieser zweite Schritt untersteht jedoch dem fakultativen Referendum.

Das Parlament auf Stufe des Bundes regelt die rechtlichen Rahmenbedingungen des liberalisierten Marktes: Im März 2007 wurde das neue Stromversorgungsgesetz und das revidierte Elektrizitätsgesetz verabschiedet. Bereits im Herbst waren diese Bestimmungen wieder stark in Diskussion, Stromunternehmungen kündigten für das Jahr 2009 bis zu 20 Prozent Strompreiserhöhungen an. Der Bundesrat revidierte darauf kurzfristig im Dezember vor Marktöffnung die Stromversorgungsverordnung in den Punkten Netznutzung und Systemdienstleistungen, was zu einer starken Reduktion des Strompreises führte. Zur Überwachung und Einhaltung der gesetzlichen Grundlagen rief der Bund die ElCom als unabhängige, staatliche Regulierungsbehörde ins Leben. Die Elcom hat umfassende Kompetenzen und die Möglichkeit, Missbrauch zu unterbinden. Sie reduzierte zusätzlich im Dezember 2008 die Energiepreise stark.

Der Grossteil des Schweizer Stroms wird in abgeschriebenen Produktionsanlagen generiert und basiert auf den günstigen Primärenergien Wasser und Uran ohne Emissionskosten für $CO_2$. In den letzten Jahren hat sich die Schweiz daher im Vergleich zum übrigen Europa zu einem Tiefpreisland entwickelt. Nur Frankreich praktiziert eine ähnliche Preispolitik und gibt den grösstenteils aus Kernkraftwerken generierter Strom günstig an ihre Verbraucher weiter. Die höchsten Preise zahlen die Italiener, sie sind zu einem hohen Anteil von Importen abhängig.

Die Regulierung des Schweizer Strompreises auf Gestehungskostenniveau macht den Eintritt in den freien Markt wenig attraktiv und unterbindet den Eintritt neuer Marktteilnehmer. Die Liberalisierung wurde eingeführt, aber niemand wird hingehen.

Publikation II:

**Innovationszyklen in der Elektrizitätswirtschaft**

*Wohlfahrtstätter, C., Boutellier, R. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Zeitschrift für Energiewirtschaft – Recht – Technik und Umwelt, Heft 9, S. 38-41, Deutschland, 2009.*

Ziel des Artikels ist es, die Literatur zu Innovationszyklen auf die Elektrizitätswirtschaft anzuwenden und zu beschreiben. Innovationszyklen laufen in sich wiederholenden und meist ähnlichen Mustern ab. Die Modelle von Joseph Schumpeter (1987), James M. Utterback und William J. Abernathy (1975) umfassen die Dimensionen der Technologie- und Geschäftsmodellinnovationen, welche auch in der Elektrizitätswirtschaft beobachtbar sind.

Die Produktinnovation steht am Anfang: Das Produkt Elektrizität hat sich seit der Entdeckung und dem Entscheid für das Wechselstromprinzip vor über 100 Jahren bis heute nicht mehr gross verändert. Die Möglichkeit, Strom bis zum Haushalt und in die Fabriken zu leiten und in genügenden Mengen zum Zeitpunkt des Verbrauchs herzustellen, prägte die Phase der Prozessinnovationen in der Elektrizitätswirtschaft. Die erste Grossanlage zur Stromproduktion und eine erste Überlandleitung ist an den Niagara Fällen in den USA 1886 entstanden. Weiteren Grossanlagen und der Verbreitung von Strom stand damit nichts mehr im Wege. Die Forschung von neuen Technologien zur Herstellung von Elektrizität hat in den letzten 20 Jahren durch die Klimadiskussion und die Förderung neuer, erneuerbarer Energien eine neue Phase an Prozessinnovationen eingeleitet.

In der nächsten Phase folgen Geschäftsmodellinnovationen, die in der Stromwirtschaft erst durch die Öffnung der Märkte möglich wurden. Das „Unbundling“ oder die Entkopplung von Produktion, Verteilung und Vertrieb wurde an vielen Orten durchgesetzt. Neue Organisationsstrukturen entstanden wie beispielsweise Börsen zur Abwicklung von Stromderivaten und auf dem freien Markt wurden in Nischen neue Unternehmungen gegründet. Gleichzeitig hat der Trend Nachhaltigkeit neue Kunden hervorgebracht, welche bereit sind, für zertifizierten Strom aus erneuerbaren Quellen mehr zu bezahlen.

Eine neu entwickelte Dimension im Innovationszyklus der Elektrizitätswirtschaft ist die Marktmodellinnovation. Anbieter werden zu Nachfragern und Nachfrager zu Anbietern. Diese neue Dimension führt zu einer Marktentwicklung mit einem flexiblen Marktmodell und ist beispielsweise in Kalifornien weit fortgeschritten.

Publikation III:

**Marktmodellinnovation in der Elektrizitätswirtschaft – der intelligente Konsument**

*Wohlfahrtstätter, C., Boutellier, R. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Zeitschrift für Energiewirtschaf –Recht –Technik und Umwelt, Heft 1-2, S. 16-19, Deutschland, 2010.*

Ziel des Artikels ist die Auseinandersetzung mit einem neu entwickelten Zyklus im Innovationsprozess der Elektrizitätswirtschaft, der Marktmodellinnovation. Sie ergänzt die vorgelagerten Innovationszyklen der Technologie- und Geschäftsmodellinnovation.

Versorgungssicherheit steht auf der Prioritätenliste der meisten europäischen Länder auf den oberen Rängen. Einen Schritt weiter als in Europa gehen beispielsweise die Marktmodelle in Kalifornien: Die Diskussion um Nachhaltigkeit einerseits und Angebotsverknappungen andererseits hat dort in den letzten Jahren zu einem Umdenken geführt. Ein Paradigmawechsel führte dazu, dass neu Systemeffizienz durch Minimierung der Nachfragefluktuation im Vordergrund steht. Marktmodellinnovationen lösen bis anhin gültige, traditionelle Marktmodelle ab oder ergänzen sie. Typischerweise sind solche Innovationen in Krisen oder bei Veränderungen in der Umwelt beobachtbar. Ein Umdenken findet statt und ermöglicht neue Vernetzungen und Abläufe im System. Oft führen sie zu Mehrwert und zu neuen Impulsen in den vorliegenden Phasen der Technologien und der Geschäftsmodelle.

In der Elektrizitätswirtschaft lassen sich heute Marktmodellinnovationen in zwei Bereichen beobachten: Im Rahmen der Klimawandel-Problematik wurde im EU-Raum ein Markt für handelbare CO2-Emissionszertifikate eingerichtet, um Klimaschutzpotenziale effizient zu allokieren. Verknappungssituationen beim Stromangebot und daraus folgende Blackouts haben zudem dafür gesorgt, dass Ressourcen- und Energieeffizienz zum Thema geworden sind. Das Aufkommen und Erstarken dieser Themen hat in der Folge zu einer Veränderung bisheriger Beziehungen zwischen Kunden und Lieferanten geführt.

Demand Response-Modelle in Kalifornien gehen so weit, dass der Konsument seinen Stromverzicht zu einem Preis am Markt anbieten kann. Neu daran ist, dass der Konsument dafür belohnt wird. Erst volle Transparenz und Information über Preise und Mengen des Produktes Strom durch die technologischen Entwicklungen im Bereich Messung und Kommunikation (Smart Metering und Smart Grids) ermöglichten diese Neuerungen. Die Nachfrager werden zu Anbietern im Strommarkt.

Publikation IV:

**Technologieplanung und Technologie-Roadmap in der Elektrizitätswirtschaft: Nuklearkraft und neue erneuerbare Energien.**

*Wohlfahrtstätter, C., Rohner, N., Boutellier, R. In: 5. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung Heinz Nixdorf Institut, Berlin- Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Deutschland, Band 265, S. 335-351, 2009.*

Die Publikation setzt sich mit der Frage der zukünftigen Technologie zur Deckung der Versorgungssicherheit in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft auseinander. Weiter untersucht der Artikel den Einfluss des technologischen Entwicklungsgrades und der sozialen Akzeptanz auf die Wahl der zukünftigen Produktionsform.

Die Elektrizitätswirtschaft ist heute in aller Munde: Prognostizierte, zunehmende Engpässe in der Stromproduktion und bei der Übertragung in ganz Europa sowie das Thema Nachhaltigkeit treiben die Diskussionen an. Die Technologien in der Elektrizitätswirtschaft sind gut prognostizierbar. Fast alle Komponenten sind ausgereift, die Effizienzverbesserungen liegen bei zwei bis drei Prozent pro Jahr. Der Anteil einer neuen Technologie an der Gesamtproduktion, wie derjenige der neuen erneuerbaren Energien, kann deshalb nur durch Verbreitung steigen.

Die Schweiz generiert Strom heute mit den zwei etablierten und reifen Technologien Wasser- und Nuklearkraft. Sie steht vor dem Entscheid, wie sie die ab 2017 auslaufenden Kapazitäten aus den Kernkraftwerken ersetzt. Die Industrie hat drei Projekte zum Bau neuer Kernkraftwerke dem Bund zur Bewilligung vorgelegt. Seit dem revidierten Kernenergiegesetz untersteht der Neubau von Anlagen dem fakultativen Referendum, was aus heutiger Sicht mit grösster Wahrscheinlichkeit ergriffen wird. Eine Alternative zur Deckung des fehlenden Angebots scheinen die Technolgien der Solarkraft, Windkraft oder Geothermie. Die Bedingungen sind in der Schweiz jedoch ungeeignet oder die Technologien zu wenig ausgereift – beides keine Voraussetzungen zur Sicherung der Versorgung.

Welche Technologie sich schlussendlich in der Schweiz durchsetzt und wie die Technologie-Roadmap in der Elektrizitätswirtschaft aussieht, wird weniger von der technologischen Entwicklung abhängen als von der gesellschaftlichen Akzeptanz und diese lässt sich nicht prognostizieren: Die Überraschung in der Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft wird von den Schweizer Bürgern ausgehen. Daher sind Projektionen in die Zukunft grossen Ungenauigkeiten unterworfen: Meistens können nur grundsätzliche Möglichkeiten und Szenarien aufgezeigt werden.

Publikation V:

**Risiken der Schweizer Elektrizitätswirtschaft - Eine Energiepolitische Betrachtung: Expertenmeinungen**

*Wohlfahrtstätter, C., Boutellier, R. In: Zeitschrift Führung und Organisation ZFO, Deutschland, Heft 06/10, Dezember 2010.*

Ziel des Artikels ist die Beschreibung der Risiken und des Risikomanagements der Schweizer Elektrizitätswirtschaft nach der Einführung der Liberalisierung und Erstarkung der Diskussion um die Deckung der zukünftigen Versorgungssicherheit.

Versorgungssicherheit ist in der Energiepolitik von Staaten noch immer prioritär zu Fragen der Effizienz der Märkte – ein Ziel der Liberalisierung –, der Nachhaltigkeit und der sozialen Akzeptanz (Frei 2004). Nun würde man erwarten, dass hoch industrialisierte Länder wie die Schweiz sich grösstenteils in den letzteren Themen aufhalten. Das Resultat einer Umfrage bei 33 Entscheidungsträgern der höchsten Stufe und Experten der Schweizer Elektrizitätswirtschaft vom Sommer 2009 zeigt jedoch, dass das grösste Risiko in einer fehlenden, zukünftigen Versorgungssicherheit liegt – dies obwohl die technischen Voraussetzungen dafür längst gegeben sind. Die Interviewten sehen die sichere Stromversorgung vor allem durch die gesellschaftliche Akzeptanz und Diskussionen um Nachhaltigkeit gefährdet und wenig durch technische Risiken. Das Vertrauen der Befragten in die Technologie scheint wesentlich höher zu sein als in die Wähler.

Auch in der Regulierungsdichte sahen 80% der Befragten Risiken: Einerseits wird der Bau von Kapazitäten durch Auflagen und restriktive Bewilligungsverfahren immer mehr verzögert. Die Errichtung eines Kernkraftwerks dauert heute rund 18 Jahre, fast doppelt so lange wie vor 30 Jahren. Andererseits verunsichern die neuen Richtlinien zur Marktordnung und die kurzfristigen Änderungen stark. Die Regierung gab seither eine Überarbeitung der Regulierungen des Strommarktes bekannt.

Insgesamt wurden 80 verschiedene Risiken und 20 risikoverringernde Massnahmen genannt und die Hälfte der Befragten erkennen keine oder zu wenig Aktivitäten der Verantwortlichen. Allgemein zeigen sich eine Lähmung und ein gedämpftes Bild: Das Risikomanagement in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft ist ungenügend.

Expertenwissen ist primär in der Strombranche vorhanden. Die Umfrage zeigt, dass nach der Planung von Produktionskapazitäten Massnahmen zur Aufklärung und Wissensvermittlung in der Politik und bei den Wählern eine prioritäre Aufgabe wird.

Publikation VI:

**Der Einfluss der Liberalisierung auf Innovationen: Eine Fallstudie der Schweizer Elektrizitätswirtschaft**

*Wohlfahrtstätter, C., Boutellier, R. Vorgesehen in: Zeitschrift Führung und Organisation ZFO, Deutschland, 2010.*

Ziel des Artikels ist die Erforschung der Innovationstätigkeit der Schweizer Versorger und die Auswirkung der Liberalisierung auf Innovation. Wettbewerb existierte in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft schon lange, eine gesetzliche Teilliberalisierung wurde jedoch erst Anfang 2009 realisiert. Die Schweiz war in zwei von vier zentralen Elementen bereits vor dem Inkrafttreten der neuen Marktordnung von 2009 teilliberalisiert: im Grosshandel seit 1970 und im freien Netzzugang Dritter seit dem Bundesgerichtsentscheid der Migros 2003. In den zwei noch fehlenden, zentralen Punkten einer Liberalisierung, dem Wettbewerb im Vertrieb und der Anreizregulierung der Übertragungs- und Verteilnetze, tat sie jedoch 2009 einen Schritt in die entgegengesetzte Richtung: Sie regulierte den Preis stärker als vor der neuen Marktordnung und belohnt diejenigen, welche den freien Markt meiden. Der Anreiz, in Netze zu investieren wurde mit dem Festlegen eines tiefen Zinssatzes fürs erste genommen.

Die Branche der Elektrizitätsversorger gilt allgemein als eine Industrie mit tiefer Innovationsintensität. Ursache ist das weitläufige, technische System der Elektrizitätswirtschaft, dass seiner Natur gemäss stabil aber auch rigide und träg ist. Eingespielte Abläufe und Gewöhnung sowie lange Abschreibungszeiten sind schwierig zu überwindende Hindernisse für die Einführung und Marktdurchdringung neuer Technologien. Zusätzlich hat Unternehmensgrösse einen negativen Effekt auf die Innovationsintensität - Schweizer Unternehmen sind viel kleiner als diejenigen im umliegenden Europa.

Beobachtungen in der Elektrizitätswirtschaft zeigen nun, dass der freie Markt sich generell negativ auf die F&E-Ausgaben und positiv auf organisatorische Neuerungen auswirkt. Dies kann für die Schweiz nur bedingt nachvollzogen werden: Die frühe Möglichkeit, Handel zu treiben führte zu Geschäftsmodellinnovationen und einer Vormachtstellung der Schweiz in Europa, welche sie mit der zunehmenden Liberalisierung im europäischen Umfeld und der Ostöffnung weitgehend verlor. Der Reformprozess in der Schweiz und in Europa verunsichert im aktuellen Umfeld die Branche und die zusätzlich starke, operative Belastung verhindern innovative Ansätze. Forschungsgelder werden trotzdem gesprochen, die zu den technischen Hochschulen des Landes fliessen. Innovative Ansätze für Regulierungen und Marktmodelle sind nicht Ziel dieser Ausgaben, wären jedoch für die Meisterung der anstehenden Herausforderungen notwendig.

Publikation VII:

**Schweizer Stromversorgung: Den Bürger im Visier**

*Wohlfahrtstätter, C., Boutellier, R. In: io new management - Zeitschrift für Unternehmenswissenschaften und Führungspraxis, Nr. 5, S. 38-41, Mai 2010.*

Wie wird die Schweiz die laut einer Umfrage grösste Herausforderung einer fehlenden Versorgungssicherheit mit Elektrizität meistern? Wird sie sich mit Importen versorgen oder baut sie eigene Kapazitäten auf? Welche Technologien werden die Versorgung in Zukunft sicherstellen?

In der traditionell auf Unabhängigkeit pochenden Schweiz erwartet man einen eindeutigen Konsens zu einer autarken Stromversorgung. Bei genauerer Betrachtung steht die Frage jedoch sehr wohl im Raum: Nach dem jahrelangen Widerstand der Bevölkerung und der Aufgabe der Pläne für das Kernkraftwerk Kaiseraugst 1988 ist das Land von Importen aus französischer Kernkraft abhängig. Dies ist ein Risiko, das Experten und Entscheidungsträgern zufolge die Schweizer Elektrizitätswirtschaft zukünftig nicht mehr eingehen möchte: Die Wahrscheinlichkeit von teuren Importen ist gross und die Schweiz würde erpressbar.

Voraussetzung dafür ist eine genügende Versorgung aus eigenen Kapazitäten, was zum heutigen Zeitpunkt nicht ohne Zubau möglich ist. Die Frage nach der Technologie zur Deckung der Nachfrage nach Strom scheint vordergründig klar: Die Schweiz hat Erfahrung mit den etablierten und $CO_2$-freien Technologien Nuklear- und Wasserkraft. Es wäre also zu erwarten, dass die Schweiz neue Kernkraftwerke baut und ihre Wasserkraft optimiert sowie die technologischen Entwicklungen in diesen Bereichen fördert und antizipiert.

Es zeigt sich jedoch, dass die grösste Herausforderung für die Stromversorger und für alle, die sich einer sicheren Versorgung verpflichtet sehen, keineswegs die Technologie ist. Die gesellschaftliche Akzeptanz wird mehrheitlich das zukünftige Produktionsportfolio der Schweizer Elektrizitätswirtschaft bestimmen. Inwieweit die Nuklearkraft als Technologie akzeptiert ist, wissen wir erst nach der Abstimmung zum Bau eines neuen Kernkraftwerks. Wichtig für die Zukunft der Schweizer Elektrizitätswirtschaft ist daher eine glaubwürdige und verständliche Kommunikation der Zusammenhänge gegenüber der Bevölkerung. Im Umgang mit dem Bürger sind neue Ansätze gefragt und wäre Innovation genauso wichtig wie für technologische Entwicklungen.

Publikation VIII: **Derivatehandel**

*Wohlfahrtstätter, C., Piasko, J.: In: Kompaktwissen Strom- und Gashandel. Schriftlicher Management-Lehrgang, Lektion 3, Euroforum Verlag Deutschland, März 2009.*

Die europäische Liberalisierung brachte als neue Geschäftsmodelle Börsen zum Handel von standardisierten Produkten hervor. Unternehmungen sahen sich mit neuen Prozessen und Risiken konfrontiert, die entsprechende organisatorische Anpassungen verlangten, wollte man am Derivatehandel teilnehmen.

Der Buchbeitrag Derivatehandel ist in einem Lehrgang zu Strom- und Gashandel integriert. Obwohl der Fokus auf den Energiederivaten lag, wurden die Derivate breit behandelt. Zum Zeitpunkt der Publikation entwickelte sich die ärgste Finanzkrise der letzten 100 Jahre zu einer Weltwirtschaftskrise. Ein Zitat von Warren Buffet (2006) machte die Runde: „Derivate sind die Massenvernichtungswaffen der Finanzwelt“. Man sprach von Toxic Assets und Brandbeschleunigern. Besonders beunruhigend war der Eindruck, dass nicht nur der Mann auf der Strasse die Zusammenhänge und die Wirkungsweise der Derivate nicht kenne, auch den Chefs der grossen Finanzinstitute seien sie unbekannt. Die Folgen waren Schäden in Billionenhöhe. Die Konklusion: Nichtwissen kostet!

Die gängige Literatur liefert verschiedene Definitionen von Derivaten und allen sind die folgenden, wichtigsten Charakteristika gemeinsam: Flexibilität, Vertragsverhältnis und Ausrichtung auf die Zukunft. Die Palette der Derivate reicht vom einfachen Termingeschäft, Optionen, Swaps, strukturierten Produkten bis zu Optionen auf Optionen. Die gebräuchlichsten Derivattypen im Stromhandel sind die einfachen Energielieferverträge und Futures. Auch die sehr realen Kraftwerke und Leitungen sind Derivate, nämlich Optionen. Jeder Besitzer hat die Möglichkeit Strom zu produzieren, durch zuleiten oder nichts tun. Bei einer Realoption mit zu berücksichtigen sind immer auch technische und andere Risiken, wie beispielsweise Netzengpässe, die es erschweren den realen Wert der Option zu berechnen.

Als Risiken von Derivaten im Energiehandel sind das Marktrisiko, das Kreditrisiko, das operative und das Systemrisiko bekannt. Das Marktrisiko ist das bewusst eingegangene Risiko, um einen Gewinn zu erzielen oder um ein anderes Risiko zu eliminieren. Dem Kreditrisiko versucht der Strommarktteilnehmer normalerweise auszuweichen. Eine Möglichkeit dies zumindest annähernd zu tun ist das Netting oder das Margening. Das grösste, wenn man so will System-Risiko ist fehlendes Know-how im Energie-Derivatehandel und allen damit zusammenhängenden Bereichen. Die Innovation Stromhandel zwingt alle Beteiligten, sich mit Thema auseinander zu setzen.

# 6. Ergebnisse und Diskussion

Ziel der Forschung war, den Zusammenhang der laufenden Ereignisse der Liberalisierung und der Versorgungssicherheit auf Innovation in der Elektrizitätswirtschaft herzustellen. Es zeigte sich, dass beide Entwicklungen in der Schweiz sich negativ auf Geschäftsmodellinnovation auswirken und die Förderung in den aktuell risikobehafteten Bereichen der Rahmenbedingungen und Geschäftsmodelle fehlt.

Die aktuelle Liberalisierung regulierte den Schweizer Strommarkt stärker als zuvor und förderte Wettbewerb nicht. Die Umfrage im Rahmen der Forschungsarbeit brachte hervor, dass die kurzfristigen Anpassungen der Gesetzgebung die Branche stark verunsicherte und ein adäquates Risikomanagement fehlt. Aufwendungen für Forschung und Entwicklungen werden mehr denn je gesprochen, jedoch beschränkt auf technologische Innovation – ausgelagert an die Hochschulen des Landes.

Die Kleinheit der Schweiz und ihrer Versorger sprechen dafür, Forschung und Entwicklung von Technologien den grossen Ländern zu überlassen und diese in einem reifen Stadium zu adaptieren. Eine frühe Stärke der Schweiz war es jedoch, mit innovativen Geschäfts- und Marktmodellen eine Vormachtstellung in der europäischen Elektrizitätswirtschaft einzunehmen. Es zeigte sich in der Arbeit, dass dies jedoch nicht Gegenstand der Forschungsaufwendungen ist.

Ein Blick zu den Tätigkeiten der EU veranschaulicht, dass diese bereits vor einigen Jahren die Vorreiterrolle übernommen hat und mit innovativen Geschäfts- und Marktmodellen wie Auktionen, Börsen, halb-privaten Übertragungsleitungen und einem $CO_2$-Zertifikatehandel aufwartet. Smart-Grid-Lösungen oder nur schon Smart-Meter-Geräte, die den Stromkonsum von Geräten messen und intelligent steuern fehlen in der Schweiz vorwiegend. Voraussetzung für viele dieser innovativen Modelle sind transparente Preise, die sich im Markt durch Nachfrage und Angebot frei bilden.

Die Schweizer Regulierung verhindert durch die Strompreisfixierung zwar fürs Erste Strompreiserhöhungen für Konsumenten, sie hemmt aber auch den Anschluss an die neuesten Entwicklungen – was die Umfrage innerhalb der Forschungsarbeit aufzeigte. Die Frage ist, was sich mittel- bis langfristig auszahlt: Sind es höhere Preise, die durch ihre Signalwirkung neue Prozesse, Stromsparmodelle und Investitionen ökonomisch fördern? Oder ist es ein geschützter Markt, der den Anschluss an die Entwicklungen und Innovation hemmt? Letzteres brachte die Studie klar hervor: die Stimmung in der Elektrizitätswirtschaft ist von Unsicherheit und Lähmung geprägt.

Das Vertrauen in die Bevölkerung und in die Gesetzgeber ist gemäss der Umfrage bei Entscheidungsträgern und Experten der Schweizer Elektrizitätswirtschaft nicht sehr gross. Es hat sich jedoch nicht klar herauskristallisiert, ob die Befragten kein Vertrauen in die Urteilskraft der Stimmbürger und Gesetzgeber haben oder ob sie selbst nicht in der Lage sind, Sachverhalte überzeugend darzustellen. Eine Erkenntnis war jedoch gewiss: Vermehrte und verständliche Kommunikation zu den Stimmbürgern und den Gesetzgebern und deren Aufklärung ist unumgänglich. Die Konzentration von Expertenwissen bei den Versorgern wirkt kontraproduktiv und schürt Vorurteile und alte Vorstellungen der Branche, sich als „Strombarone“ aufzuführen.

Die Auseinandersetzung mit der Thematik zeigt, dass in der aktuellen Phase Innovation vom Staat in der Ausgestaltung des Marktmodells gefragt ist, um Rahmenbedingungen zu schaffen, die Technologie- und Geschäftsmodellinnovation in der Elektrizitätswirtschaft unterstützen.

# 7. Literaturverzeichnis & Anmerkungen

Agarwal, R., Gort, M (2001): First-mover advantage and the speed of competitive entry, 1887-1986, Journal of Law and Economics; Vol.44; pp.161-177.

Albadi M.H, El-Saadany E.F., IEEE (2007): Demand Response in Electricity Markets: An Overview.

Avenir Suisse, Meister U. (2008): Strategien für die Schweizer Elektrizitätsversorgung im europäischen Kontext. In: www.avenir-suisse.ch/Publikationen. Zuletzt geprüft am 22.04.2010.

Avenir Suisse, Meister U. (2008): Die Rolle des internationalen Handels bei der Zukunft der Schweizer Elektrizitätsversorgung. In: www.dievolkswirtschaft.ch/Archive. Zuletzt geprüft am 22.04.2010.

Becker, R., Pain, N. (2003): What determines industrial R&D in the UK? In: National Institute of Economic and Social Research.

Bell, R.A., Schneider, T.R.: Balkanization and the future of electricity R&D. In: The Electricity Journal, 1999, Nr. 12 – 6, S. 87-98.

BFE, Bundesamt für Energie, Energiestatistiken, In: www.bfe.admin.ch/Energiestatistiken/Elektrizitätsstatistik -> Schweizer Elektrizitätsstatistik 2008. Zuletzt geprüft am 12. Februar 2010.

BFE, Bundesamt für Energie, Medienmitteilungen, In: www.bfe.admin.ch/Energie/Medienmitteilungen->Rekord-Stromverbrauch in der Schweiz. Zuletzt geprüft am 12. Februar 2010.

BFE, Bundesamt für Energie, Energiepolitik, zuletzt geprüft am 12. Februar 2010: www.bfe.admin.ch/Energiepolitik -> Die Energieperspektiven 2035.

BFE, Bundesamt für Energie, Stromversorgung, In: www.bfe.admin.ch/Themen/Stromversorgung ->Stromversorgungsgesetz (Strom VG). Zuletzt geprüft am 12. Februar 2010.

BFE, Bundesamt für Energie, Kernenergiegesetz, In: www.bfe.admin.ch/Themen/Energierecht und Wasserrecht->Kernenergiegesetz und Kernenergieverordnungen. Zuletzt geprüft am 12. Februar 2010.

BFE, Bundesamt für Energie, messages, In: www.news.admin.ch/messages ->Bundesrat beschliesst neue Energiepolitik. Zuletzt geprüft am 12. Februar 2010.

Boëtius, H. (2006): Die Geschichte der Elektrizität. Weinheim Basel: Beltz & Gelberg.

Boutellier, R., Eurich, M., Hurschler, P. (2010): An Integrated Business Model Innovation Approach: It is not All about Product and Process Innovation. In: In Kollmann, T., Kuckertz A., Stöckmann C. (Eds.), E-Entrepreneurship and ICT Ventures: Strategy, Organization and Technology. Hershey, PA: IGI Global.

Car-Innovation 2010: http://www.car-innovation.de/management-summary.html. Zuletzt geprüft am 12.04.2010.

Christensen, C. M. (1997): The Innovator's Dilemma, Harvard Business School Press, Boston, USA.

CORE, Eidgenössische Energieforschungskommission: www.bfe.admin.ch ->Themen -> Energieforschung->Eidgenössische Energieforschungskommission CORE: Energieforschung -> aktuelles Konzept: 2008-2011. Zuletzt geprüft am 12.03.2010.

Defeuilly, C., Furtado, A.T. (2000): Impacts de L'ouverture à la concurrence sur la R&D dans le secteur électrique. In: Annals of Public and Cooperative Economics 71, Nr. 1, S. 5-28.

Delaney, J.B., Honeycutt, T.C. (1976): Determinants of research and development activity by electric utilities: comment. In: Bell Journal of Economics 7. Nr. 2, S. 722-725.

Dooley, J.J.(1997): Unintended consequences: energy R&D in a deregulated market. In: Pacific Northwest National Laboratory. Nr: PNNL-SA-28561.

EEX European Energy Exchange: www.eex.com. Zuletzt geprüft am 24.04.2010.

ElCom, Eidgenössische Elektrizitätskommission, In: www.elcom.ch/Neues -> Die ElCom senkt die Tarife 2009 des Stromübertragungsnetzes um rund 40 Prozent und mildert damit die Strompreiserhöhungen deutlich (09.03.2009). Zuletzt geprüft am 24.04.2010.

European Renewable Energy Council (2007): Renewable Energy Technology Roadmap up to 2020, http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Documents/Publications/ EREC-Technoloy_Roadmap_def1.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2009.

Eurelectric (2003): R&D in EURELECTRIC Countries, 2002 update. In: Research and Development Working Group. Union of the Electric Industry, Brussels, Ref: 2002-520-0013.

Feist, G. (2008): Zehn Jahre Liberalisierung: Wettbewerb auf dem Weg – Energiewirtschaft investiert in Deutschland. Bundesamt für Energie- und Wasserwirtschaft BDEW, Berlin.

Frei, Christoph W (2004): The Kyoto Protocol – a victim of supply security? Or: if Maslow were in energy politics. In: Energy Policy, Nr. 32, S. 1253-1256.

Henderson, R.M., Clark K.B. (1990): Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firm, Administrative Science Quarterly; Vol.35, No.1; pp. 9-30.

Herrmann A., Homburg C., Klarmann M. (2008): Handbuch Marktforschung: Methoden, Anwendungen, Praxisbeispiele. Gabler, Wiesbaden Deutschland.

International Energy Agency (1999): Electric Power Technology: Opportunities and Challenges of Competition. ISBN: 92-64-17133-9.

Interviews 2009: Hans-Peter Aebi (Partner Waega-Group); Regierungsrat Peter C. Beyeler (FDP, Verwaltungsrat Axpo); Kurt Bobst (CEO Rätia Energie); Reto Brunett (CEO AET Tessin); Sven Bucher (ZKB Zürcher Kantonalbank); Dominique Candrian (EIC Partners AG); Josef Dürr (Direktor VSE Verband Schweizer Elektrizitätsunternehmen); Regierungsrätin Barbara Egger (SPS, Verwaltungsrat BKW); Regierungsrat Stefan Engler (CVP, Präsident der Konferenz der kantonalen Energiedirektoren EnDK); Andreas Escher (Bank Vontobel AG); Ständerat Pankratz Freitag (FDP, Verwaltungsrat Axpo, Verwaltungsratspräsident NAGRA, myclimate Stiftung); Max Fritz (Direktor IGEB Interessengemeinschaft energieintensiver Industrien); Pierre-Alain Graf (CEO Swissgrid); Clemens Hasler (CEO SN Energie); Emanuel Höhener (Verwaltungsrat in div. Unternehmungen der Energiebranche); Antoinette Hunziker (Vize-Präsidentin Verwaltungsrat BKW); Regierungsrat Markus Kägi (SVP, Verwaltungsrat Axpo); Eduard Kiener (ehemaliger Direktor Bundesamt für Energie BFE (1977-2001); Michael Kohn („Atompapst"); Hans Kuntzemüller (Präsident Verwaltungsrat Energiedienst); Erhard Lee (AMG Analysen & Anlagen AG); Robert Lombardini (Präsident Verwaltungsrat der Axpo); Giovanni Leonardi (CEO Alpiq Holding AG); Jörg Michel (Mitglied der Geschäftsleitung Papierfabrik Perlen); Walter Müller (Geschäftsleiter GGS Gemeinschaft der Gruppe grosser Stromkunden); Jacques Piasko (ehemaliger Chef Börsenrat EEX und Handelschef EGL AG, Berater); Jean-Yves Pidoux (GPS, Stadtrat Lausanne, Verwaltungsrat Alpiq, Verwaltungsrat Romande Energie, Verwaltungsrat RhonEole, Verwaltungsrat Gaznat); Pascal Previdoli (Vizedirektor Bundesamt für Energie BFE); Carlo Schmid (ElCom Präsident); Ständerat Rolf Schweiger

(FDP, UREK Vizepräsident); Walter Steinmann (Direktor Bundesamt für Energie BFE).

Jamasb, T. and Pollitt, M. (2008): Liberalisation and R&D in network industries: The case of the electricity industry. In: Research Policy 37, S. 995-1008.

Jegen, M., Wüstenhagen, R. (2001): Modernise it, sustainabilise it! Swiss energy policy on the eve of electricity market liberalisation. In: Energy Policy, Nr 29, S. 45-54.

Joerges, B. (1998): Large technical systems: concepts and issues. In: Mayntz, R., Hughes, T., The development of Large Technical systems. Westview Press, Boulder, S. 9-36.

Joubert, P.: Investitionen für die zukünftige Stromversorgung – Produktionsperspektiven. In: Schweizer Stromkongress, 12. Januar 2010. Vortrag, Alstom.

Joskow, P.L. (2002): Electricity sector restructuring and competition: a transaction-cost perspective. In: Broussau, E., Glachant, J.-M., The economics of Contracts: Theories and Applications.

Kepper, G. (1994): Qualitative Marktforschung: Methoden, Einsatzmöglichkeiten und Beurteilungskriterien. 2. Auflage, Wiesbaden.

Kodama, F. (1992): Technology Fusion and the new R&D, Harvard Business Review; July/August; pp.70-78.

Kubicek, H. (1975): Empirische Organisationsforschung: Konzeption und Methodik. Poeschel.

Kupper, P. (2003): Atomenergie und gespaltene Gesellschaft. Die Geschichte des gescheiterten Projektes Kernkraftwerk Kaiseraugst. Chronos.

Landes, D. (1998): The wealth and poverty of nations. ABACUS, S. 207f.

Lamnek, S. (2005): Qualitative Sozialforschung: Lehrbuch, Beltz, PVU.

Lomi, A., Larsen, E. (1999): Learning without experience: strategic implications of deregulation and competition in the electric industry. In: European Management Journal 17, Nr. 2, S. 151-163.

Maslow, A. (1943): A theory of human motivation. In: Psychological Review, Nr. 50, S. 370-396.

Mansfield, E., Switzer, L. (1984): Effects of federal support on company financed R&D: the case of energy. In: Management Science 30, Nr. 5, S. 562-571.

Margolis, M., Kammen, D.M., (1999): Underinvestment: the energy technology and R&D policy challenge. In: Science, Nr. 285, S.690-692.

Markard, J. and Truffer, B. (2006): Innovation processes in large technical systems: Market liberalization as a driver for radical change? In: Research policy 25, S. 609-625.

Markard, J and Stadelmann, M. and Truffer, B. (2009): Prospective analysis of technological innovation systems: Identifying technological and organizational development options for biogas in Switzerland. In: Research Policy 38, S. 655-667.

Mayo,J.W., Flynn, J.E. (1988): The effects of regulation on research and development: theory and evidence. In: Journal of Business 61, Nr. 3, S. 321-326.

Mayring, P. (2005): Neuere Entwicklungen in der qualitativen Forschung und der Qualitativen Inhaltsanalyse. Konstanz, UVK.

Mokyr, J. (1990): The Lever of Riches: technological creativity and economic progress. Oxford University Press.

Mork, E. (2001): Emergence or financial markets for electricity: a European perspective. In: Energy Policy 29, S. 7-15.

Munari, F. (2003): The organization of R&D activities within privatized companies. In: Calderini, M., Garrone, P., Sobrero, M.: Corporate Governance, Market Structure and Innovation, S. 141-173.

Ochoa, P.: Policy changes in the Swiss electricity market: Analysis of likely market response. In: Socio-Economic Planning Sciences, 2007, Nr. 41, S. 336-349.

Ochoa, P., van Ackere, A.: Policy changes and the dynamics of capacity expansion in the Swiss electricity market. In. Energy Policy, 2009, Nr. 37, S. 1983-1998.

OECD: Regulatory reform in network industries. In: OECD Economic Outlook 67, Organisation for economic Co-operation and development, 2000.

Parlamentsdienste: Register der Interessenverbindungen: National- und Ständerat, 2009. http://www.parlament.ch/d/organe-mitglieder/nationalrat/Documents/ra-nr-interessen.pdf.
http://www.parlament.ch/d/organe-mitglieder/staenderat/Documents/ra-sr-interessen.pdf. Zuletzt geprüft 24.02.2010.

Pharmaceutical Executive. In: Our 9th Annual Report on the world's Top50 Pharmaceutical Companies, May 2008.

PSEL Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft: Tätigkeitsbericht 2003. VSE, 2003.

Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk RWE: Power Perspectives, 2007.

Rogers, E. M. (2003): The Diffusion of Innovation, First published 1962, The Free Press, New York.

Rose, N.L., Joskow, P.L. (1990): The diffusion of new technologies: evidence from the electric utility industry. In: RAND Journal of economics 21, Nr. 3, S. 354-373.

Roth, S., Hirschberg, S., Bauer, C., Burgherr, P., Dones, R., Heck, T., Schenler, W. (2009): Sustainability of electricity supply technology portfolio. In: Annuals of Nuclear Energy, Nr 36, S. 409-416.

Samuelson, P.A. (1992): Economics. First published 1970, McGraw-Hill.

Sanyal, P., Cohen, L.R. (2004): Deregulation, restructuring and changing R&D paradigms in the US electric utility industry. In: Department of Economics &IBS, mimeo, Brandeis University.

Schumpeter, J.A. (1987): Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung: eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjukturzyklus. 7. Ausgabe, Duncker & Humblot.

Sterlacchini, A. (2006): The R&D drop in European utilities: should we care about it? In: Danish Research Unit for Industrial Dynamics, DRUID Working Paper, Nr. 06-19.

Surowiecki, J. (2004): The wisdom of crowds. Why the Many are Smarter than the Few and how Collective Wisdom Shapes Business Economics, Societies, and Nations. New York: Doubleday.

Swisselectric Research: www.swisselectric-research.ch->Portrait->Tätigkeitsberichte 2007 und 2008. Zuletzt überprüft am 24.04.2010.

Tushman, M.L., Rosenkopf L. (2003): Organizational Determinants. Research in organizational behavior.

Twiss B. C. (1995): Managing technological innovation, Pitman, Publishing, 4 Edt., U. K.

USHR (1998): Electric Utility deregulation: implications for research and development. In: US House of Representatives, Committee on Science, Subcommittee on Energy and Environment.

Utterback, J.M. (1996): Mastering the Dynamics of Innovation: How companies can seize opportunities in the face of technological change, Harvard Business School Press, Boston.

Wahba, A., Bridgwell, L. (1976): Maslow verunsichert, Organisational Behaviour and Human Performance, Nr. 5, S. 212-240.

WEKO, Wettbewerbskommission: www.weko.admin.ch->Dokumentation->Recht und Politik des Wettbewerbs (RPW)-> RPW/DPC 2003/4, S. 925f.

Wilder, R.P., Stansell, S.R. (1974): Determinants of research and development activity by electric utilities. In: Bell Journal of Economics and Management Science 5, Nr. 2, S. 646-650.

Wildi, T. (2003): Der Traum vom eigenen Reaktor. Die schweizerische Atomtechnologieentwicklung 1945-1969. Chronos.

# Anhang I: Publikationen

**Publikation I:** *Der Strommarkt kommt und keiner geht hin*.

In: io new management – Zeitschrift für Unternehmenswissenschaften und Führungspraxis, Nr. 1-2, S. 39-43, Januar 2009.

**Publikation II:** *Innovationszyklen in der Elektrizitätswirtschaft.*

In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Zeitschrift für Energiewirtschaft – Recht – Technik und Umwelt, Heft 9, S. 38-41, Deutschland, 2009.

**Publikation III:** *Marktmodellinnovation in der Elektrizitätswirtschaft – der intelligente Konsument*.

In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Zeitschrift für Energiewirtschaft – Recht – Technik und Umwelt, Heft 1-2, S. 16-19, Deutschland, 2010.

**Publikation IV:** *Technologieentwicklungen und -akzeptanz in der Elektrizitätswirtschaft: Nuklearkraft und neue erneuerbare Energien.*

In: 5. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung Heinz Nixdorf Institut, Berlin- Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Deutschland, Band 265, S. 335-351, 2009.

**Publikation V:** *Risiken der Schweizer Elektrizitätswirtschaft: Eine Energiepolitische Betrachtung: Expertenmeinungen*.

In: Zeitschrift Führung und Organisation ZFO, Deutschland, 2010/2011.

**Publikation VI:** *Der Einfluss der Liberalisierung auf die Innovationen: Eine Fallstudie der Schweizer Elektrizitätswirtschaft*.

Vorgesehen in: Zeitschrift Führung und Organisation ZFO, Deutschland, 2010.

**Publikation VII:** *Schweizer Stromversorgung: Den Bürger im Visier.*

In: io new management - Zeitschrift für Unternehmenswissenschaften und Führungspraxis, Nr. 5, S. 38-41, Mai 2010.

# Die Strommarktliberalisierung kommt und keiner geht hin

Die erste Phase der Marktöffnung beginnt 2009. Die Liberalisierung für Kleinunternehmen und Haushalte ist ab 2013 geplant. Dieser zweite Schritt untersteht dem fakultativen Referendum. __ VON CLAUDIA WOHLFAHRTSTÄTTER UND ROMAN BOUTELLIER

**In Kürze** **Per Januar 2009 wurde ein Teil des Schweizer Strommarktes liberalisiert. Der Wettbewerb ist für die Hälfte der Verbraucher zugelassen, man kann aber auch beim bisherigen Stromanbieter bleiben – dank Vater Staat zu weiterhin attraktiven Bedingungen. Die Stromlücke kommt unaufhaltsam näher und noch immer ist nicht klar, wie sie gedeckt werden soll. International lassen CO2-Regimes, Kapazitätsengpässe und die Kosten der neuen erneuerbaren Energien die Strompreise jedoch stark steigen.**

*CLAUDIA WOHLFAHRTSTÄTTER, lic. oec. publ., ist Doktorandin an der Professur für Technologie- und Innovationsmanagement am Departement Management, Technologie und Ökonomie (D-MTEC) der ETH Zürich.*
*cwohlfahrtstaetter@ethz.ch*

*PROF. DR. ROMAN BOUTELLIER ist Professor für Technologie- und Innovationsmanagement am Departement Management, Technologie und Ökonomie (D-MTEC) der ETH Zürich.*
*rboutellier@ethz.ch*

Die erste Phase der Liberalisierung des Schweizer Strommarktes begann faktisch anfangs Januar 2009, elf Jahre später als in der EU. 53 Prozent des Marktes, Grosskunden mit einem Verbrauch von mehr als 100 Megawattstunden (MWh) pro Jahr sowie alle Stromverteilunternehmen, können ihren Stromanbieter frei wählen. Die Marktöffnung für Kleinunternehmen und Haushalte ist ab 2013 geplant. Dieser zweite Schritt untersteht jedoch dem fakultativen Referendum.

Der Staat hat am 17. März 2008 die neue Stromversorgungsverordnung (StromVV) und die revidierte Energieverordnung (BFE 2007) verabschiedet. Bereits im vergangenen Herbst waren diese Bestimmungen wieder stark in Diskussion, Stromunternehmungen hatten für das Jahr 2009 bis zu 20 Prozent Strompreiserhöhungen angekündigt. Die Stromversorgungsverordnung wurde vom Bundesrat am 12. Dezember mit Wirkung auf den 1. Januar 2009 geändert. Er senkte die anrechenbaren Netzkosten und verlangte die Neuberechnung aller Netznutzungs- und Elektrizitätstarife mit dem Ziel, die Strompreise auf einem tiefen Niveau zu halten.

Bestandteil der ersten Phase der Liberalisierung ist die Freigabe der Durchleitung von Elektrizität gegenüber Dritten und die Pflicht der Stromverteilunternehmungen, die Bestandteile des Strompreises für den Konsumenten transparent auszuweisen. Erst ab Mitte 2009 werden genaue Angaben zu den Strompreiskomponenten erwartet. Einer Umfrage entsprechend besteht der Strompreis für Haushalte aus den Komponenten Energie (rund 30 Prozent), Netznutzung (rund 45 Prozent) sowie Steuern und Abgaben (rund 25 Prozent) (vgl. Abb. 1 auf Seite 40).

Jeder Grossverbraucher kann fortan den Schritt in die Liberalisierung nach dem Prinzip «einmal frei – immer frei» vornehmen. Dies muss dem zuständigen Verteilnetzbetreiber jeweils bis zum 31. Oktober mitgeteilt werden. Die neuen Verordnungen besagen auch, dass sich der Strompreis für Endkunden im Absatzgebiet nach den Gestehungskosten richtet, nicht nach dem Marktpreis, was einer Regulierung der Komponente Energie (Erzeugung, Vertrieb und Service) des Strompreises gleichkommt. Diese Bestimmungen machen den Eintritt in den freien Markt nicht opportun.

## Überhöhte Elektrizitätspreise verhindern

Die vom Bundesrat bestellte Eidgenössische Elektrizitätskommission (ElCom) hat das Recht und die Pflicht, die Netznutzungstarife und -entgelte sowie die Elektrizitätstarife von Amtes wegen zu überprüfen und sie kann Absenkungen und Erhöhungen sogar rückwirkend verfügen (ex ante/ex post). ElCom soll überhöhte Netz- und Elektrizitätspreise verhindern. Während die Netze ein natürliches Monopol sind,

Bild: swissgrid ag

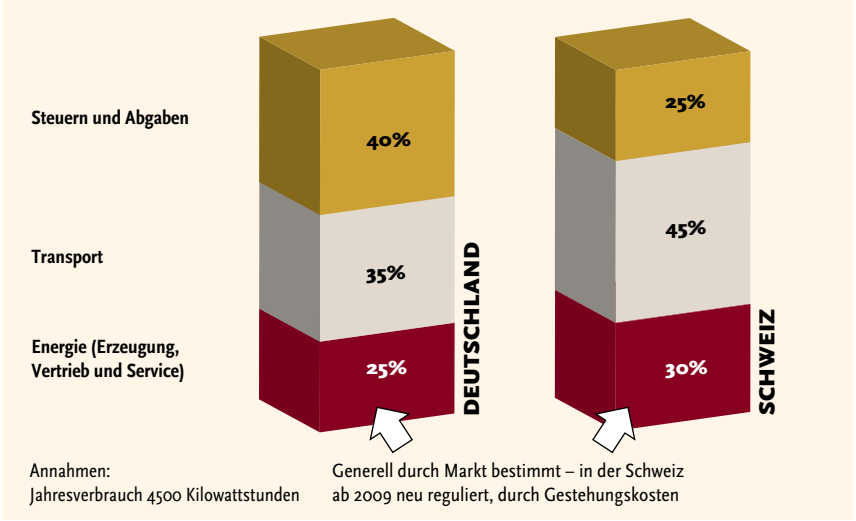
**Der Schweizer Strommarkt wird liberalisiert. Ein höheres Angebot an Strom wird aber nur dann bereitgestellt, wenn auch die Strompreise so hoch sind, dass sich die Investitionen für die Anbieter lohnen.**

soll sich die Preiskomponente elektrische Energie in einem freien Markt als Ergebnis von Angebot und Nachfrage einstellen. Eine höhere Nachfrage resultiert auch in höheren Preisen, welche als zweiter Mechanismus den Anreiz für Investitionen steuern. Ein höheres Angebot wird in einem freien Markt nur dann bereitgestellt, wenn nicht regulierte und damit auch hohe Preise zugelassen werden.

## Substitution von Öl und Gas mit Strom

Generell nahm der Energieverbrauch in der Schweiz von 1973 bis 2004 um rund 70 Prozent zu, aufgrund des Bevölkerungswachstums von 17 Prozent und der Zunahme des Bruttoinlandproduktes von 55 Prozent. Die pro Kopf verbrauchte Energie blieb aber konstant (Bundesamt für Energie BFE und ETH Zürich, 2004). Einerseits kompensierten Effizienzanstrengungen, vor allem im Bereich von Wärmeisolationen, die Elektrizitätsverbrauchszunahme sowie auch die Zunahme von Benzin, Diesel und Kerosin im Transportsegment. Andererseits lässt sich in diesem Zeitraum auch in der Zusammensetzung der verbrauchten Endenergie eine Substitution von Öl und Gas mit Strom beobachten. Beigetragen dazu hat die Elektrifizierung des täglichen Lebens, Neubauten, ausgestattet mit Wärmepumpen und kontrollierter Lüftung sowie ein dichterer öffentlicher Verkehrsfahrplan. Die ersten elektrisch betriebenen Autos sind bereits auf dem Markt. Diese Entwicklung der Gesellschaft hin zur Elektrifizierung wird laut Experten weiterhin zunehmen.

**Abb. 1: Komponenten des Strompreises – Vergleich nach Haushalten**




Quelle: ETH, Wohlfahrtstätter

**Der Energietransport schlägt im Schweizer Strompreis stark zu Buche.**

Die Elektrizität hatte im Jahr 2007 in der Schweiz einen Anteil von rund 23 Prozent an der verbrauchten Endenergie. Sie erreichte in Terawattstunden (TWh) mit 57,4 einen fast so hohen Wert wie im Jahr 2006 mit 57,6 TWh. Nebst der konjunkturellen Entwicklung und dem Bevölkerungswachstum als Haupttreiber des Stromverbrauchs, beeinflussen die Temperatur beziehungsweise die Heiz- oder Kühlgradtage eher zufällig die Stromnachfrage. Das Jahr 2007 zeichnete sich durch warme Temperaturen im Winter aus, was in weniger Heizgradtagen resultierte (minus 4,5 Prozent). Zusammen mit hohen Erdölpreisen kompensierte diese Entwicklung den Einfluss des Wirtschafts- und Bevölkerungswachstums (BFE, 2007). Damit sank zum ersten Mal seit 1997 der Stromverbrauch.

Der Grossteil des Schweizer Stroms wird in abgeschriebenen Produktionsanlagen generiert und basiert auf günstiger Primärenergie (Wasser und Uran) ohne Emissionskosten für $CO_2$. 40 Prozent werden thermisch nuklear produziert, 56 Prozent stammen aus Wasserkraft. Konventionell thermische und erneuerbare Energien leisten einen Beitrag von insgesamt 4 Prozent. Aus diesem Strom-Mix resultieren tiefe Gestehungskosten, die meist unter dem internationalen Niveau liegen.

Strom ist in ganz grossen Mengen nicht zu speichern, muss aber jederzeit zur Verfügung stehen. Das Stromangebot muss daher mit dem Spitzenverbrauch mitwachsen. Die Schweiz deckt sich heute vor allem im Winterhalbjahr mit Strom aus Langfristverträgen mit Frankreich ein (rund 21 Prozent der Schweizer Gesamtproduktion an zusätzlicher Energie), die ab 2017 auslaufen. Zusätzlich ist die Schweiz ein Stromdurchgangsland. Durch die starke Vernetzung über Hochspannungsleitungen mit ihren Nachbarn kann sie sich praktisch vollständig durch Strom aus dem Ausland versorgen. Ob auch zukünftig solche Importe möglich sind, hängt vom Preis und der Stromproduktions- und Leitungskapazität der Nachbarn ab.

## Am günstigsten kochen die französischen Haushalte

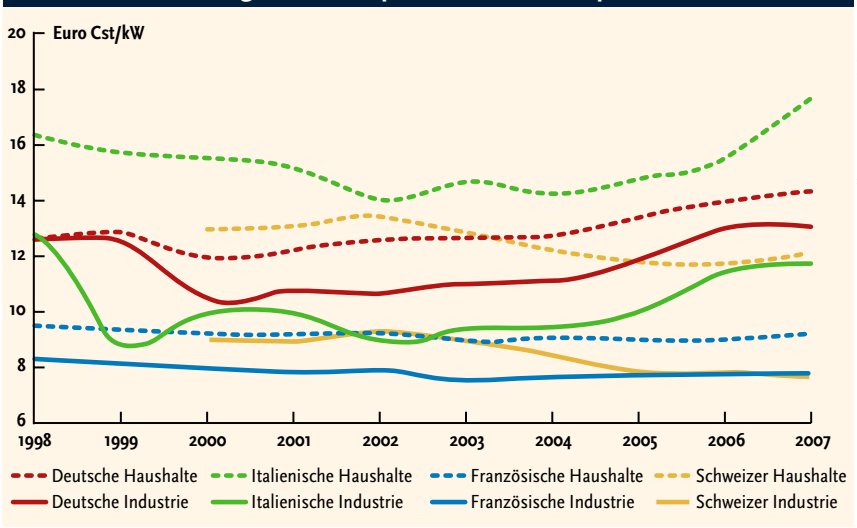
Die Haushaltspreise in der Schweiz in Rappen (Rp.) pro Kilowattstunde (kWh) liegen im Durchschnitt bei 18 Rp./kWh (Haushalt mit einem Jahresverbrauch von 4500 Kilowattstunden) und differieren vom günstigeren Osten zum teureren Westen zwischen 13,5 Rp./kWh und 22,5 Rp./kWh (www.strompreise.preisueberwacher.ch). Im Vergleich dazu zahlt ein deutscher Haushalt derselben Grösse 15 Prozent und der italienische 40 Prozent mehr. Am günstigsten kocht man in Frankreich, die Haushalte zahlen 25 Prozent weniger als die Schweizer. Frankreich hat 2003 die staatlich kontrollierten Tarife wieder eingeführt.

Der durchschnittliche Schweizer Industriepreis – Durchschnitt aller Kategorien von grösser als 100 MWh pro Jahr – liegt im Jahr 2008 bei 15.4 Rp./kWh. Der vergleichbare deutsche Industriepreis ist rund 50 Prozent höher und der italienische 30 Prozent. Die Franzosen sind mit 12.6 Rp./kWh günstiger als die Schweizer (vgl. Abb. 2 auf dieser Seite).

Die Preise im Industrie- und Haushaltsegment entwickeln sich in den dargestellten Ländern seit 2002 steigend, in Frankreich bewegen sie sich seitwärts, in der Schweiz allerdings sind sie deutlich gesunken. Die hiesigen Strompreise orientierten sich folglich bereits in der Vergangenheit vor allem an den Gestehungskosten, was durch die Verordnung vom 17. März und die Ergänzungen vom 12. Dezember 2008 auch für die Zukunft gefestigt wurde.

Die Schweizer Strompreise erhöhen sich im Jahr 2009 durch die anfallenden Umstellungskosten auf die neuen Bestimmungen bezüglich Transparenz von Strompreisrechnungen (Netz- und Energieanteil) und den Abgaben und Steuern zur Förderung von erneuerbaren Energien. Es ist anzunehmen, dass diese Preiskomponenten im Zuge der weiteren Ökologisierung und Reglementierung noch zunehmen werden. Der deutsche Haushalt zahlt rund 40 Prozent seines Strompreises an Vater Staat in Form von Steuern und Abgaben, bei der Industrie sind dies rund 20 Prozent. Die staatlichen Belastungen haben seit der

**Abb. 2: Entwicklung der Strompreise in vier europäischen Ländern**




Quelle: Eurostat/Vontobel Equity Research

**Die Schweizer Industrie bezahlt am wenigsten für ihren Strom.**

*Der Elektrizitätsmarkt Schweiz ist in den nächsten Jahren nicht attraktiv für neue Marktakteure.*

Liberalisierung 1998 in Deutschland um das sechsfache zugenommen (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft BDEW, 2008). Die in der Schweiz ab 2027 auslaufenden Langfristverträge und die ab 2022 nicht mehr produzierenden Kernkraftwerke führen zu höheren Strompreisen, unabhängig von einem Aufbau von neuer Produktion in der Schweiz oder Import der benötigten Energie aus dem Ausland.

Europa rüstet in den nächsten zehn Jahren Kapazitäten in hohem Masse nach und Asien baut auf. Die stark wachsende Nachfrage nach Energie in China und Indien treibt die Herstellungspreise der Anlagen nach oben. China hat die zweitgrösste Basis an installierter Kapazität weltweit und wächst noch immer schnell. Unter der Annahme von einem Nachfragewachstum von 1,15 Prozent muss Europa in den nächsten 22 Jahren rund 400 Gigawatt (GW) Leistung aufrüsten (Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk RWE, 2007). Dies entspricht 50 Prozent der gesamten installierten europäischen Kapazität des Jahres 2005. Die Kapazitäten der Zuliefersektoren sind ausgereizt, die Komponentenpreise für Gaskombi- und Kohlekraftwerke haben in den vergangenen drei Jahren um 40 Prozent zugenommen. Die herrschende Wirtschaftskrise vermag diese Entwicklung hinauszuzögern, aber nicht aufzuhalten.

Höhere Volatilitäten im Markt durch mehr Einspeisung von erneuerbaren Energien ins Netz – hauptsächlich Wind und Solar – erfordern mehr Reserveenergie, was zusätzlich zu einer höheren Nachfrage nach Strom führt. Das $CO_2$-Regime nimmt an Schärfe noch zu. $CO_2$ bestimmt heute rund 20 Prozent des Strompreises (Stand Mitte Dezember 2008). Es ist geplant, dass die Stromproduzenten in der dritten Etappe des $CO_2$-Zertifikatehandels (2012 bis 2020) die $CO_2$-Zertifikate vollständig am Markt über Auktionen beschaffen müssen. Heute teilen die Länder die Zertifikate den Produzenten grösstenteils kostenlos zu. Europaweit werden Stromverknappung, höhere Komponentenpreise der Produktionsanlagen, steigende $CO_2$-Preise und die Kosten der erneuerbaren Energien zu starken Strompreiserhöhungen führen. Bereits Mitte 2008 kam es zu einem Preissprung von rund 30 Prozent für die Jahresgrundlast Strom im Jahr 2009, welcher sich als Folge der erwarteten Konjunkturabschwächung Mitte November wieder auf das Ursprungsniveau einpendelte.

## Widerstand der Bevölkerung blockiert Projekte

Wie soll in Zukunft die Angebotsverknappung gekoppelt mit einer nach wie vor steigenden Nachfrage in der Schweiz gedeckt werden? Gaskombikraftwerke sind durch die heutige $CO_2$-Kompensationsregelung und die derzeitigen Strompreise nicht rentabel und Kernkraft untersteht einem langwierigen Bewilligungsprozess sowie dem Referendum.

Politische Unsicherheiten der Bevölkerung sind nicht auszuschliessen und können Projekte zum Aufbau von Stromkapazitäten blockieren oder zumindest verzögern. In Deutschland wurden 30 Prozent der geplanten Kohlekraftwerke gestoppt und weitere 15 Prozent als unwahrscheinlich deklariert, zu weiten Teilen verursacht durch Widerstände aus der Bevölkerung.

Effekte der Stromverknappung auf das Stromangebot werden in der Schweiz je nach Szenario ab 2015 erwartet. Eine inländische Lösung wird sich bis dann kaum realisieren lassen. Die Schweiz wird sich verstärkt mit Strom aus dem Ausland eindecken müssen. Dies ist mit den heutigen Netzkapazitäten an der

### Definitionen: Masse und Einheiten

**Elektrische Leistung**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 kW | = 1 Kilowatt | = 1000 Watt | |
| 1 MW | = 1 Megawatt | = 1000 kW | |
| 1 GW | = 1 Gigawatt | = 1000 MW | |

**Elektrische Arbeit**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 kWh | = 1 Kilowattstunde | = 1000 Wh | |
| 1 MWh | = 1 Megawattstunde | = 1000 kWh | |
| 1 GWh | = 1 Gigawattstunde | = 1000 MWh | = 1 Million kWh |
| 1 TWh | = 1 Terawattstunde | = 1000 GWh | = 1 Milliarde kWh |

**Definition:** Eine Kilowattstunde ist die Arbeit, die ein Kilowatt in einer Stunde leistet.

**Verbrauch:** Ein durchschnittlich grosser Haushalt verbraucht in der Schweiz rund 4500 Kilowattstunden im Jahr, was ihn etwa 810 Franken kostet.

Grenze jedoch nur beschränkt möglich und teuer. Die Preise werden sich auf dem höchsten Niveau der Nachbarumgebung bewegen, dies bedingt durch den Auktionsmechanismus an den Grenzen: Der Meistzahlende gewinnt.

Importe aus dem Ausland hängen auch von der Kapazitätsentwicklung im Ausland ab. Mit Deutschland und Frankreich hat die Schweiz zwei grosse Exportnationen in unmittelbarer Nähe. Allerdings kann sich durch den möglichen Ausstieg von Deutschland aus der Atomenergie die Lage drastisch ändern. Frankreich muss wie viele andere Staaten Europas in den nächsten Jahren stark nachrüsten.

Die Stromversorgungsverordnung gibt Grosskunden die Möglichkeit bei ihrem bisherigen Monopolisten zu bleiben und von Preisen auf der Höhe der aktuell tiefen Gestehungskosten zu profitieren. Dies lässt die Wechselwahrscheinlichkeit in der ersten Phase der Liberalisierung im Schweizer Strommarkt verschwindend klein werden. Die Grosskundenpreise werden nur moderat steigen – die Stromversorgungsverordnung (StromVV) und die Eidgenössische Elektrizitätskommission (ElCom) sorgen dafür. Zudem ist es aus heutiger Sicht unwahrscheinlich, dass die Bürger 2013 eine Strommarktliberalisierung für den Haushalt- und Kleinkundenmarkt zulassen werden.

Die Preise sind in Europa, ausser in Frankreich, bereits erheblich höher und sie werden schneller steigen als in der Schweiz. Höhere $CO_2$-Preise, die Elektrifizierung der Gesellschaft, Produktionsengpässe in ganz Europa sowie höhere Kosten für den Neubau von Kraftwerken werden dafür sorgen. In diesem Kontext betrachtet wird es in den nächsten Jahren auch vernachlässigbar wenig neue Marktakteure geben, weder aus dem Ausland noch im Inland. Der Elektrizitätsmarkt Schweiz ist nicht attraktiv für Neueintretende. Die Liberalisierung wird zwar stattfinden, aber niemand wird hingehen.

## Literatur


**Meister, U.** *(2008): Strategien für die Schweizer Elektrizitätsversorgung im europäischen Kontext, Avenir Suisse, Zürich.*

**Bundesamt für Energie BFE und ETH Zürich**, *(2004): Fabrizio Noembrini, ETH Zürich, LAV-IET.*

**Eidgenössische Elektrizitätskommission (ElCom)**: *www.elcom.admin.ch.*

**Preisüberwacher zu den Strompreisen**: *strompreise.preisueberwacher.ch*

**Feist, G.** *(2008): Zehn Jahre Liberalisierung: Wettbewerb auf dem Weg - Energiewirtschaft investiert in Deutschland. Bundesamt für Energie- und Wasserwirtschaft BDEW, Berlin.*

**Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk RWE** *(2007): Power Perspektiven 2007.*

**European Energy Exchange (EEX)**: *www.eex.com*



n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Wirtschaft

**6. Basler Balanced Scorecard-Forum**

Exklusiv mit Professor Robert S. Kaplan von der Harvard Business School

Die Balanced Scorecard (BSC) ist heute das wichtigste Instrument des strategischen Managements. Robert S. Kaplan, Mitbegründer der BSC, wird die neuesten Best Practices im Einführungsreferat vorstellen und aktuelle Praxisbeispiele mit dem Publikum diskutieren:

**Inselspital, Universitätsspital Bern | CSS Versicherung | Johnson Controls | StatoilHydro**

**Datum/Ort:** 3. April 2009 von 8.30 bis 16.15 Uhr im UBS Ausbildungszentrum in Basel

**Information und Anmeldung:** Noëmi Hess, T +41 61 279 17 05, noemi.hess@fhnw.ch

www.fhnw.ch/wirtschaft/tagungen

# Innovationszyklen in der Elektrizitätswirtschaft

*Claudia Wohlfahrtstätter und Roman Boutellier*

***Das Produkt Strom hat sich seit seiner Erfindung und der Entscheidung für Wechselstrom bis heute nicht wesentlich verändert. Die Frage der Stromproduktion, der Verteilung sowie des Vertriebs prägte die Phase der Prozessinnovation: Der Bau von Großkraftwerken und Leitungen kennzeichnete die Elektrizitätswirtschaft in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Liberalisierung und Nachhaltigkeit führten zum dritten Innovationszyklus, den Geschäftsmodellinnovationen. Wird die kommende Stromlücke einen nächsten Innovationsschub antreiben? In Kalifornien ist Marktmodellinnovation bereits Realität: Nicht die Versorgungssicherheit steht im Vordergrund, sondern Systemeffizienz durch Minimierung der Nachfragefluktuation.***

Innovationszyklen laufen in sich wiederholenden und meist ähnlichen Mustern ab (Abb. 1). Dies ist auch in der Elektrizitätswirtschaft beobachtbar. Die Modelle von Joseph Schumpeter (1931), James M. Utterback und William J. Abernathy (1975) [1] umfassen die ersten drei Dimensionen von Innovationen in Märkten.

Die Produktinnovation steht am Anfang:. Gleich- und Wechselstrom wurde entdeckt. Der Produkt- folgt die Prozessinnovation, welche sich mit der Frage der Art der Herstellung, und der Verteilung des Produktes beschäftigt, die Phase der Kraftwerks-, der Leitungsbauten sowie des Aufbaus von Organisationen zur Abwicklung der Verteilung, den Energieversorgungsunternehmen (EVU) und den Gemeindewerken war eingeläutet.

In der dritten Phase folgen nun Geschäftsmodellinnovationen, die in der Stromwirtschaft erst durch die Liberalisierung möglich wurden. Das „Unbundling“ oder die Entkopplung von Produktion, Verteilung und Vertrieb wurde in vielen Ländern durchgesetzt. Neue Organisationsstrukturen und Unternehmensformen entstanden. Gleichzeitig brachte der Trend zur Nachhaltigkeit neue Kundengruppen hervor.

Die vierte Dimension der Marktmodellinnovation ergänzt das Modell von Schumpeter. Anbieter werden zu Nachfragern und Nachfrager zu Anbietern. Diese neue Dimension führt wieder zu einer Marktentwicklung in allen Phasen des Innovationszyklus.

## Produktinnovation Strom

Die Phase der Produktinnovation in der Entwicklung einer Technologie ist von großer Aktivität und Vielfalt geprägt. Firmen differenzieren sich über verschiedene Funktionalitäten, bis ein gut passendes Design gefunden ist [2]. Auf die radikale Innovation folgt eine stufenweise Weiterentwicklung des Produktes. Bspw. gab es in der Zementindustrie seit 40 Jahren keine radikale Innovation mehr. Auch in der Elektrizitätswirtschaft war die Erfindung des Stroms die radikalste Produktinnovation und sie blieb es für fast 100 Jahre.

Der Erfinder Otto von Guericke (1602-1686) war der erste Ingenieur, der sich mit Elektrizität als Medium beschäftigte, das man beeinflussen und sich schließlich sogar dienstbar machen konnte. Seine Anwendungen mit der Schwefelkugelmaschine, die durch Reibung bläulich zu leuchten begann, dienten jedoch primär zur Unterhaltung der adligen Gesellschaft. Die Volta-Säule schließlich, nach ihrem Erfinder Alessandro Volta (1745-1825) benannt, lieferte gegen Ende des 18. Jahrhunderts als erste praktisch brauchbare Quelle Strom in kleineren Mengen: Der Strom als nutzbares Gut war erfunden.

Am Ende des 19. Jahrhunderts konkurrierten die Technologien des Gleich- und des Wechselstroms miteinander. Aufgrund der Eigenschaften des Wechselstroms, die Übertragungsvorteile über längere Distanzen boten, konnte sich schließlich Nikola Tesla (1856-1943) mit seinem Konzept gegen die Gleichstromtechnologie Thomas Alva Edisons (1847-1931) durchsetzen. Der Strom, wie wir ihn heute kennen und einsetzen, basiert seitdem überwiegend auf Teslas Prinzip.

Eine Produktinnovation in der Elektrizitätswirtschaft aus der jüngeren Zeit sind die $CO_2$-Zertifikate: Dem Trend zur Nachhaltigkeit und damit dem Bedürfnis nach Ökologie folgend hat sich ein Produkt gebildet, welches Umweltverschmutzung im Preis berücksichtigt. Ein Stromproduzent bezahlt für den Ausstoß von $CO_2$, externe Kosten werden internalisiert.

Die $CO_2$-Zertifikate verteuern das Produkt Strom aus Kohle, Gas und Öl. Das System der Erstallokation der $CO_2$-Zertifikate, die

zum größten Teil gratis und ohne Verpflichtung zugeteilt wurden ist noch mangelhaft. Es fehlt die Verknüpfung des Wertes der $CO_2$-Zertifikate mit den Kosten ökologischer Maßnahmen.

## Prozessinnovation: Wie soll Strom produziert, verteilt und vertrieben werden?

Die Prozessinnovation tritt in den Vordergrund, sobald sich ein dominantes Design durchsetzt und das Produkt kommerzialisierbar wird (Abb. 2). Kostenoptimierung wird wichtig. Dies wird möglich mittels Arbeitskostenreduktion durch Automatisierung, Materialkostenreduktion durch Miniaturisierung und Prozessoptimierung durch Outsourcing. Kostenoptimierung ist ein ständiger Kampf um kleine Innovationsschritte in der gesamten Wertschöpfungskette.

Die Möglichkeit, Strom bis zum Haushalt und in die Fabriken zu leiten und in genügenden Mengen zum Zeitpunkt des Verbrauchs herzustellen, prägte die Phase der Prozessinnovationen in der Elektrizitätswirtschaft. Die ersten Wechselstromgeneratoren wurden von der Firma Siemens & Halske zu Beginn des 20. Jahrhunderts gebaut.

Die erste Großanlage zur Stromproduktion ist an den Niagara Fällen in den USA 1886 entstanden. Heute haben die größten im Einsatz befindlichen Generatoren eine Leistung von 1 800 MW. Dies entspricht etwa dem 500-fachen Wert der damaligen Generatoren und entspricht einer Leistungssteigerung von über 5 % p. a.. Eine erste Überlandleitung entstand zu dem 42 km entfernten Buffalo und zum ersten Mal wurde auch der Strom von Hochspannung zu Mittel- und Niederspannung transformiert. Weiteren Großanlagen und der Verbreitung von Strom stand damit nichts mehr im Wege.

Fast gleichzeitig mit den Wasserkraftwerken entwickelte sich auch die Produktion von Strom aus Kohle und Öl, damals jedoch noch mit niedrigen Wirkungsgraden. Mit der Weiterentwicklung der Technologie der Dampfturbine steigerte sich der Wirkungsgrad der Kohlekraftwerke jedoch schnell und erreichte in den 1950er Jahren rd. 30 % (heute max. 47 %). Die Technologie zur Stromproduktion aus Öl war dieselbe und entwickelte sich parallel.

Mit der Nutzung der Kernkraft erhielt die Elektrizitätsproduktion in der Mitte des letzten Jahrhunderts ihren letzten großen Innovationsschub. Mit der dritten Atomkonferenz in Genf 1958 stand die Atomtechnologie an der Schwelle zum industriellen Erfolg. Die Atomkraft war im Bezug auf die Energiedichte von Uran bahnbrechend: Was ein Kohlekraftwerk an Material an einem Tag verbrauchte, genügte einem Kernkraftwerk für drei Jahre.

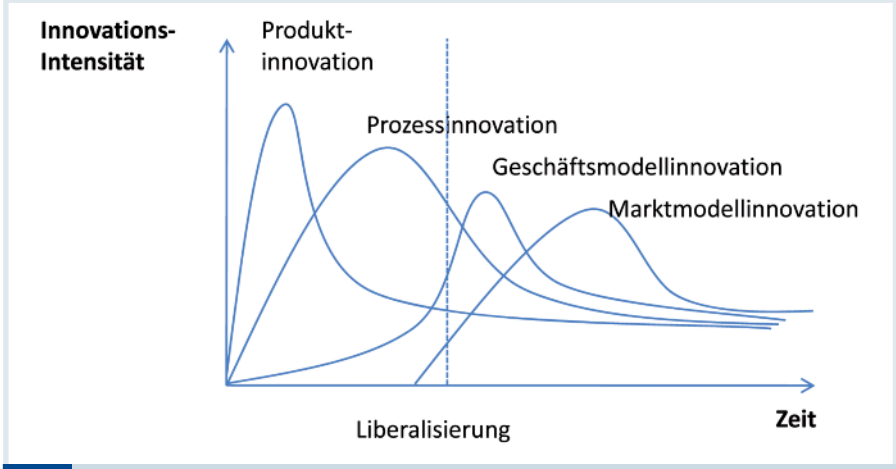



**Abb. 1** Innovationszyklen in der Elektrizitätswirtschaft

Die Gasturbine wurde zwar bereits in den 1930er Jahren gebaut, lohnte sich aber kommerziell und industriell erst mit der Förderung von Erdgas in den 1960er und 1970er Jahren. Die damalige Ölkrise und die Verteuerung des Rohstoffs Öl unterstützte diese Entwicklung zusätzlich.

In den letzten Jahrzehnten folgten schließlich die Entwicklungen der „neuen" erneuerbaren Energien wie Solar-, Windkraft und Geothermie, die sich in ihren Reifegraden noch in unterschiedlichen Stadien befinden. Diese Technologien verdanken ihre Blüte vor allem dem Trend zur Nachhaltigkeit und werden durch Privilegien und Subventionen staatlich stark gefördert.

Eine Kostenoptimierung findet heute bei allen Technologien statt. In den reifen, etablierten Technologien steigert sich die Produktivität um rund 2-3 % p. a., was immerhin zu einer Verdoppelung der Produktivität alle 25 bis 40 Jahre führt.

Heute ist die Kostenoptimierung in der Elektrizitätsbranche größtenteils in der Miniaturisierung zu finden. Kostenoptimierung steht aber auch immer in der Wechselwirkung zur Sicherheit und seit einigen Jahren auch zur Nachhaltigkeit. So ist bspw. der Bau von Kernkraftwerken gesellschaftlich in verschiedenen Kulturkreisen nicht akzeptiert; in Deutschland wurde der Bau von neuen, modernen Kohlekraftwerken durch politischen Widerstand blockiert.

Ökologie hat jedoch auch zu weiteren Prozessinnovationen geführt: Ein neuer Kundentyp ist bereit, einen Preiszuschlag für Strom mit einem Herkunftsnachweis aus regenerativen Quellen zu bezahlen. Damit wird die Optimierung der Schnittstelle zum Kunden immer wichtiger.

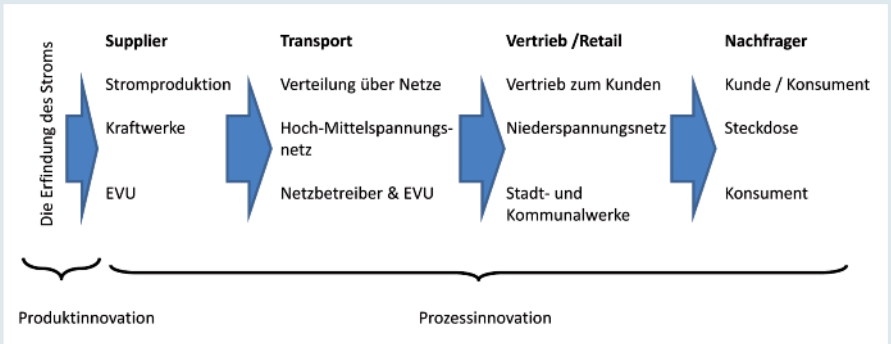



**Abb. 2** Typisches Marktmodell in der Elektrizitätswirtschaft

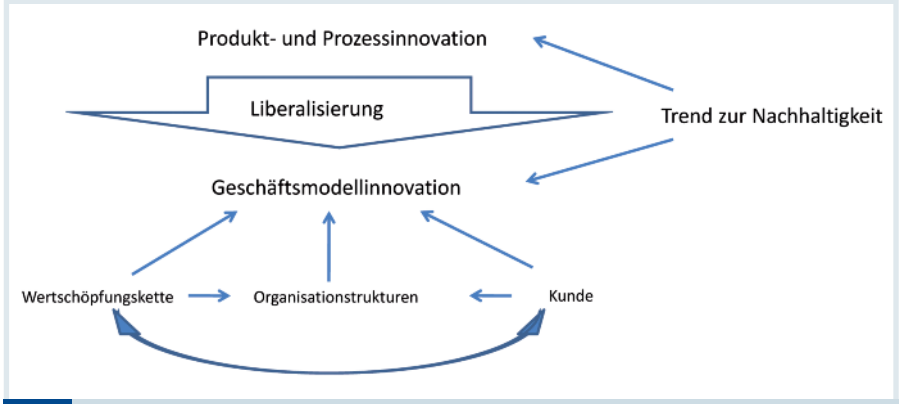



**Abb. 3** Geschäftsmodellinnovation in der Elektrizitätsbranche

## Geschäftsmodellinnovation – Liberalisierung und der Trend zur Nachhaltigkeit

Nach der Produkt- und Prozessinnovation liegt der Schwerpunkt im dritten Innovationszyklus auf den Geschäftsmodellen. Dafür gibt es zahlreiche, unterschiedliche Begriffsdefinitionen. Wir konzentrieren uns hier auf den Ansatz von Schumpeter. Er prägte die Theorie von neuen Wegen, um Mehrwert auf der Basis von technologischer Veränderung und Innovation zu generieren. Neben den zwei bereits beschriebenen Innovationstypen der Produkt- und Prozessinnovation nennt er drei weitere Innovationen, die wir als Geschäftsmodellinnovation zusammenfassen [3]:

- die Entwicklung neuer Märkte: neue Kunden oder Kundenschnittstellen;
- die Entwicklung neuer Ressourcen in der Wertschöpfungskette: neue Lieferanten und Vertriebspartner;
- die Entwicklung neuer organisatorischer Strukturen.

Geschäftsmodellinnovation wird oft unterschätzt, sie kann jedoch dem Unternehmen bedeutende Marktvorteile verschaffen. Ein bekanntes Beispiel aus der Informations- und Kommunikationstechnologie ist das junge Unternehmen Skype, das nicht nur das Produkt Telefonie mit Chatten und Videokonferenz kombinierte, sondern auch die Konsumentenschnittstelle veränderte. Der Kunde bei Skype telefoniert via Computer.

Auch das Schweizer Venture Blacksocks ist ein Beispiel für Geschäftsmodellinnovation. Das Unternehmen löste das Problem der Sockensortierung durch eine periodische Lieferung von schwarzen Socken, die alle identisch sind. Die Kundschaft kauft über das Internet und bindet sich langfristig. Blacksocks hat außer Marketing und Kundenservice alle Prozesse ausgelagert. In der sehr reifen und hart konkurrierenden Textilindustrie schaffte es das Unternehmen innerhalb weniger Jahre mit einer Innovation zu reüssieren.

Geschäftsmodellinnovationen konnten sich in der Elektrizitätswirtschaft durch die Liberalisierung entwickeln, welche in Europa 1998 begann und bei weitem noch nicht abgeschlossen ist. Die zwei wichtigsten Aspekte der Liberalisierung im Elektrizitätsmarkt sind einerseits das „Unbundling“ der integrierten Energie-Versorgungsunternehmen und andererseits die freie Durchleitung von Elektrizität.

Im „Unbundling“ oder der Entbündelung wird von Gesetzes wegen die organisatorische und räumliche Trennung der Einheiten Produktion, Vertrieb und Handel sowie der Netze gefordert. Aber auch der Trend zur Nachhaltigkeit hat fast gleichzeitig mit der Liberalisierung zu innovativen Geschäftsmodellen und Produkt- und Prozessinnovationen geführt. Das Produkt $CO_2$-Zertifikat entstand und die „neuen“, erneuerbaren Energien sind Prozessinnovationen, die in den letzen 20-30 Jahren stark weiterentwickelt wurden.

Drei Geschäftsmodellinnovationen haben sich bis heute in der Elektrizitätswirtschaft durchgesetzt (Abb. 3):

- In der Wertschöpfungskette entstanden neue Anbieter wie die Börse zur Abwicklung von Stromderivaten, Serviceunternehmen an unterschiedlichen Punkten der Wertschöpfungskette, Unternehmen zur Stromversorgung mit dezentralen Anlagen und Anbieter von Kraftwerkskomponenten der erneuerbaren Energien.
- Ein neues Kundensegment wurde mit dem Trend Nachhaltigkeit und Ökologie geschaffen. Einige Konsumenten sind bereit, für zertifizierten Strom aus erneuerbaren Quellen mehr zu bezahlen, um darüber eine bestimmte Lebenseinstellung auszudrücken. Ein neuer Kunde ist auch der Investor, der direkt in einen Fond für Stromhandel oder andere Stromgeschäfte investiert. Der Kunde bezieht keinen Strom, sondern erwartet Renditen.
- Neue organisatorische Strukturen haben sich aufgrund des „Unbundlings“ innerhalb der etablierten Energie-Versorgungsunternehmen gebildet. Verschiedenste Organisationsmodelle wurden zur Trennung von Netz, Vertrieb und Produktion angewendet, die je nach Modell enorme Kostenvorteile brachten oder Mehrkosten verursachten. Die Möglichkeit, Strom als Derivat zu handeln, verlangte nach neuen Strukturen und bisher in der Branche unbekanntem Know-how, welches aus der Finanzindustrie eingekauft und an die Besonderheiten des Strommarktes angepasst und integriert werden musste. Auch hier sind verschiedenste Modelle auf dem Markt, die Wert generieren oder vernichten.

Die Ära der Geschäftsmodellinnovationen in der Elektrizitätswirtschaft hat in Europa erst vor rund 20 Jahren begonnen. Es wird interessant sein, zu beobachten, welche weiteren Innovationen in diesem Bereich in den nächsten Jahrzehnten entstehen werden.

## Die Zukunft – Marktmodellinnovation?

Die Marktmodellinnovation ist typischerweise nach der Deregulierung von Märkten beobachtbar. Die oft intransparenten und homogenen Märkte werden offener und durchschaubarer. Neue Akteure auf der Angebotsseite informieren die Nachfrager und zwingen die ehemaligen Monopolisten, es ihnen gleich zu tun. Information und Transparenz führen zu Kunden, die ihren Konsum den Preisen anpassen: Der Kunde wird zum aktiven Marktteilnehmer.

## Beispiel Schweizerischer Elektrizitätsmarkt

Im Elektrizitätsmarkt herrscht in weiten Teilen noch die Idee der Inelastizität der Nachfrage der Stromkonsumenten vor und die Deregulierung ist oft geprägt von Top-Down-Betrachtungen der Politik. Die ehemaligen Monopolisten und großen Anbieter

haben durch ihren Wissensvorsprung eine gewichtigere Stimme bei der Gestaltung des neuen Marktmodells. Auch ist ihr Kontakt zur Politik durch ihre staatlichen Eigentumsstrukturen etabliert.

Konsumenten sind zu Beginn einer Liberalisierungsperiode oft unzureichend informiert und organisiert. Nicht alle Marktteilnehmer werden also zu gleichen Teilen involviert. Das Verhalten des Konsumenten wird daher heute in den Strompreisen nicht gespiegelt und kann damit auch keine Signale geben, um das Angebot der Nachfrage anzupassen. Die konsequente Umsetzung eines flexibleren Marktmodells fehlt in der Elektrizitätsbranche noch weitgehend.

Das heute in der Schweiz und auch in den meisten europäischen Ländern vorherrschende Paradigma der Elektrizitätsbranche heißt noch immer „Versorgungssicherheit zu jedem Preis“. Die Stromversorgung steuern wie im typischen Marktmodell der letzten hundert Jahre nach wie vor die Stromanbieter und die Politiker. Die meisten Pläne und Projekte sehen den Ersatz alter Produktionsanlagen durch neue Großkraftwerke vor. Je nach Szenario werden in Europa in den nächsten 10 bis 20 Jahren bis zu 50 % der heutigen Leistung an Elektrizität fehlen, fast die Hälfte der bestehenden Kraftwerke ist überaltert.

Informiert sich der Schweizer Bürger bspw. heute über die Energiepolitik des Bundes und der Energieversorgungsunternehmen im Bereich Elektrizität, liest und hört man vor allem von Regulierungen, Lenkungsabgaben, Subventionen und Kraftwerksbau. Zentrale Grundlage für die Energiepolitik der Schweiz sind die verschiedenen Publikationen zu den Energieperspektiven 2035 des Bundesamtes für Energie (BFE) des Jahres 2007.

Regulierungen und Lenkungsabgaben werden vor allem zur Beeinflussung der Nachfrageseite eingesetzt, mit dem Ziel, den Verbrauch an Elektrizität zu senken und in Richtung Nachhaltigkeit zu lenken. Man traut dem klassischen ökonomischen Ansatz nicht, dass Märkte sich über steigende Preise selber regulieren: Als zentrales Instrument setzt die Politik auf Lenkungsabgaben. Strom soll je nach Szenario [4] um 50 % bis 87 % verteuert werden. Subventionen und Fördermittel zum Ausbau der neuen Erneuerbaren werden je nach Szenario massiv ausgebaut, um auf der Angebotsseite die Investitionen zu lenken. Flankierend werden in allen Szenarien Vorschriften für die Energieeffizienz in Gebäuden und Anlagen erlassen.

Die diskutierten Ansätze zur Schließung der Schweizer Stromlücke ab 2017 entsprechen dem klassischen Paradigma der Versorgungssicherheit durch die Energieversorgungsunternehmen mittels Großkraftwerken. Die Szenarien wechseln vom Zubau der fehlenden Kapazität durch Kernenergie, Gaskraftwerke, Produktion aus neuen erneuerbaren Energien bis hin zu reinen Stromimporten und Mischformen von allem. Eines haben die diskutierten Lösungen alle gemeinsam: Sie decken einen Spitzenverbrauch, wie er nur selten im Jahr vorkommt und berücksichtigen die Anpassungen der Nachfrager an Preissignale nicht.

## Neues Paradigma – Systemeffizienz

Industrie und Politik in der Schweiz lassen momentan innovative Denkmuster und Lösungen vermissen. Wagt man jedoch den Blick über den Tellerrand hinaus, sind durchaus interessante Ansätze bereits in anderen Märkten etabliert. Märkte mit „Demand Response“-Modellen bspw., haben sich von der Philosophie des „Rundum Sorglos“-Pakets gelöst und folgen dem neuen Paradigma der Systemeffizienz durch Minimierung der Nachfragefluktuation. Erfahrungen aus Nordamerika, Frankreich, Australien und dem skandinavischen Markt zeigen, dass ein Einbezug des Konsumenten in den Markt zu höherer Netzstabilität, zu tieferen Strompreisen und tieferen Preisvolatilitäten führt [5]. Das wiederum kappt Nachfragespitzen und führt zu einer geringeren Nachfrage.

8 % aller Energiekonsumenten der USA partizipieren in irgendeiner Art an einem „Demand Response“-Programm [6]. Die potenzielle Auswirkung auf die US-amerikanische Peak-Nachfrage aus diesen Programmen lag 2008 bei 5,8 %. Solche neuen Marktmodelle entstehen nur unter genügend Marktfreiheit und erfordern ein Umdenken.

Weitere Innovationen in diese Richtung versprechen nicht nur Mehrwert für den Versorger und Produzenten, sondern auch für Umwelt und Kunden.

## Anmerkungen

*[1] Schumpeter, J. A.: Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. 3. Auflage, München: Duncker & Humblot, 1931; Utterback, J. M.; Abernathy, W. J.: A Dynamic Model of Product and Process Innovation. In: Omega, Vol. 3, No. 6, 1975, S. 639-656.*

*[2] Surowiecki, J.: The wisdom of crowds: Why the Many are Smarter than the Few and how Collective Wisdom Shapes Business Economics, Societies, and Nations. New York: Doubleday 2004.*

*[3] Boutellier, R.; Eurich, M.; Hurschler, P.: An Integrated Business Model Innovation Approach: It is not All about Product and Process Innovation. 2009.*

*[4] Bundesamt für Energie: Die Energieperspektiven 2035 (Stand 2007), abrufbar unter: www.bfe.admin.ch/Energiepolitik*

*[5] Albadi M. H.; El-Saadany, E. F.: Demand Response in Electricity Markets: An Overview. In: Power Engineering Society General Meeting. IEEE, 2007. S. 1-5*

*[6] Federal Energy Regulatory Commission (FERC), Assessment of Demand Response and Advanced Metering Staff Report, Dez. 2008, abrufbar unter: http://www.ferc.gov/legal/staff-reports/12-08-demand-response.pdf*

## Weitere Literatur

*Boëtius, H.: Die Geschichte der Elektrizität. Weinheim, Basel: Beltz & Gelberg, 2006.*

*Utterback, J. M.: Mastering the Dynamics of Innovation: How companies can seize opportunities in the face of technological change. Boston: Harvard Business School Press, 1994.*

***lic.oec.publ. C. Wohlfahrtstätter, Doktorandin, Prof. Dr. R. Boutellier, Professor für Technologie- und Innovationsmanagement, Department Management, Technologie und Ökonomie der ETH Zürich***
***cwohlfahrtstaetter@ethz.ch***

# Marktmodellinnovation in der Elektrizitätswirtschaft – der intelligente Konsument

*Claudia Wohlfahrtstätter und Roman Boutellier*

***Die Sicherheit der Energieversorgung steht auf der Prioritätenliste der meisten europäischen Länder auf den oberen Rängen. Einen Schritt weiter als in Europa gehen bspw. die Marktmodelle in Kalifornien: Die Diskussion um Nachhaltigkeit einerseits und Angebotsverknappungen andererseits hat dort in den letzten Jahren zu einem Umdenken geführt, das Marktmodellinnovationen nach sich zog. Es steht nicht die Versorgungssicherheit im Vordergrund, sondern die Systemeffizienz durch Minimierung der Nachfragefluktuation. Die Nachfrager werden damit zu Anbietern im Strommarkt. Demand Response-Modelle informieren den Konsumenten und lassen ihn am Markt als aktiven und intelligenten Teilnehmer auftreten.***

## Innovationszyklen in der Elektrizitätswirtschaft

Innovationszyklen folgen meist typischen, sich wiederholenden Mustern [1]. Ein einfaches, aber trotzdem aussagekräftiges Modell zur Abbildung von Innovationszyklen publizierte Utterback 1994 [2]. Die Produktinnovation steht am Anfang: Die Nutzung von Wechselstrom setzte sich 1914 als brauchbares Prinzip im Alltag gegen den Gleichstrom durch und veränderte sich in ihren Grundzügen bis heute kaum. Die Erfindung dieser Technologie kann als eine radikale Innovation bezeichnet werden. Sie schuf eine neue Industrie, und sie veränderte das Leben der Menschen grundsätzlich.

Nach der Produktinnovation tritt nach Utterback die Prozessinnovation in den Vordergrund, welche sich mit Fragen der Kommerzialisierbarkeit und Kostenoptimierung auseinandersetzt. Dies ist in der Elektrizitätswirtschaft die Phase der Kraftwerks- und Leitungsbauten sowie der Generierung von Organisationen zur Abwicklung des Geschäftes. Die Prozessinnovation bekam mit dem Trend zur Nachhaltigkeit vor rd. 15 Jahren einen neuen Schub. Die erneuerbaren Formen der Stromerzeugung, die in diesem Sinne Prozessinnovationen darstellen, werden seither staatlich gefördert und privilegiert.

Meist folgt auf die Umgestaltung der Prozesse die Geschäftsmodellinnovation [3], welche Schumpeter folgend [4] neben Produkt- und Prozessinnovationen drei weitere Kategorien umfasst: neue Märkte, neue Ressourcen in der Wertschöpfungskette und neue organisatorische Strukturen. Antrieb für Geschäftsmodellinnovationen war in Europa die Liberalisierung des Strommarktes im Jahr 1998. Neue Organisationsstrukturen entstanden und neue Anbieter kamen auf den Markt. Strombörsen und der Aufbau der entsprechenden Organisationseinheiten Handel und Risiko-Management wären hier zu nennen. Die beschriebenen drei Innovationsphasen werden von uns durch eine vierte, neue Phase ergänzt: die Marktmodellinnovation.

Bei Marktmodellinnovationen verändert sich das ganze System und löst das bis dahin gültige, traditionelle Marktmodell ab oder ergänzt es. Typischerweise sind Marktmodellinnovationen in Krisen oder bei Veränderungen in der Umwelt beobachtbar. Ein Umdenken findet statt und ermöglicht neue Vernetzungen und Abläufe im System. Oft führen Marktmodellinnovationen zu einem Mehrwert für alle und zu neuen Impulsen in den vorliegenden drei Phasen der Produkte, Prozesse und der Geschäftsmodelle (siehe Abb. 1).

Sekundärmärkte, die im „Second hand“ oder „Second season“ Bereich entstehen, helfen in ökonomischen Krisensituationen Kosten zu senken. Der Verkäufer von Second-Hand-Waren ist der ursprünglich auf dem Markt aufgetretene Käufer. Er verkauft seine Ware auf dem Sekundärmarkt, erhöht seine eigene Kaufkraft und ermöglicht ökonomisch schlechter gestellten Konsumenten, gebrauchte Güter hoher Qualität zu tieferen Preisen zu erwerben.

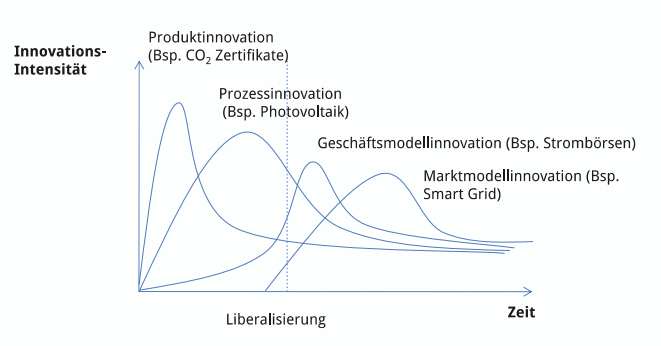



**Abb. 1** Innovationszyklen in der Elektrizitätswirtschaft

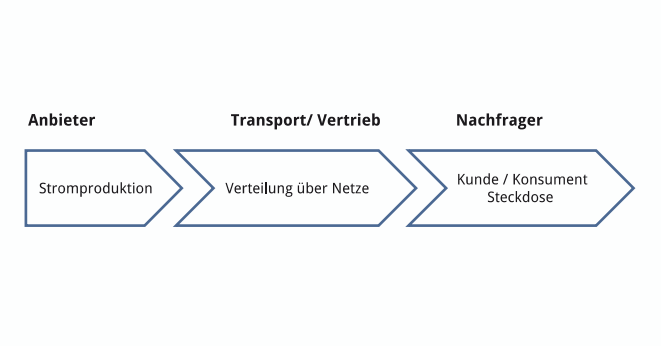



**Abb. 2** Typisches Marktmodell in der Elektrizitätswirtschaft

Der Sekundärmarkt reduziert die Produktion auf dem Primärmarkt und verlängert den Lebenszyklus von Waren, was Ressourcen schont und den Wohlstand eines Volkes erhöht. Ein anderes Beispiel ist die Entwicklung des Generika-Marktes in der Pharmaindustrie. Auslaufende Patente ermöglichen einen Zweitmarkt mit günstigeren Medikamenten. Patentschutz und Entwicklung des Produktes fallen nicht mehr als Kostenfaktoren an. Dies ermöglicht den Erwerb von Medikamenten z. B. auch in Entwicklungsländern. Der Sekundärmarkt führt zu einer gesamtwirtschaftlich und sozial höheren Wohlfahrt.

## Marktmodellinnovation in der Elektrizitätswirtschaft

Das heute in Europa vorherrschende Marktmodell in der Elektrizitätswirtschaft ist seit rund hundert Jahren unverändert und linear: der Strom wird im Kraftwerk produziert, über die Leitungen verteilt und dem Kunden in der Steckdose zur Verfügung gestellt (vgl. Abb. 2).

In der Elektrizitätswirtschaft lassen sich heute Marktmodellinnovationen in zwei Bereichen beobachten: Im Rahmen der Klimawandel-Problematik wurde im EU-Raum ein Markt für handelbare $CO_2$-Emissionszertifikate eingerichtet, um Klimaschutzpotenziale effizient zu allozieren. Verknappungssituationen beim Stromangebot und daraus folgende Blackouts haben zudem dafür gesorgt, dass Ressourcen- und Energieeffizienz zum Thema geworden sind. Das Aufkommen und Erstarken dieser Themen hat in der Folge zu einer Veränderung bisheriger Marktmodelle geführt.

Demand Response-Modelle in Kalifornien bspw. gehen so weit, dass der Konsument seinen Stromverzicht zu einem Preis am Markt anbieten kann. Neu daran ist, dass der Konsument dafür belohnt wird. Erst volle Transparenz und Information über Preise und Mengen des Produktes Strom durch die technologischen Entwicklungen im Bereich Messung und Kommunikation (Smart Metering und Smart Grids) ermöglichten diese Neuerungen.

Beide Marktmodellinnovationen haben gemeinsam, dass je nach Situation das Produkt vom Stromproduzenten oder Konsumenten nachgefragt oder angeboten wird. Ist es z. B. an einem Tag unerwartet heiß, laufen Klimaanlagen auf einem überdurchschnittlich hohen Niveau. D. h. es wird mehr Strom nachgefragt als geplant, somit müsste mehr Energie produziert werden, um die Nachfrage vollständig zu decken. Je nach Gestehungskosten lohnt es sich jedoch für einen Konsumenten, auf die Nutzung der Klimaanlage zu verzichten und und die erhöhte Belastung durch die Hitze in Kauf zu nehmen. Seinen Stromverzicht kann er zu einem Preis am Markt anbieten. Als Gegenpartei tritt derjenige Produzent auf, dessen Produktionskosten höher wären als der Marktpreis. Der Kraftwerksinhaber oder Stromproduzent ist in diesem Fall der Nachfrager und der Konsument der Anbieter von Strom.

Ähnliches ist im $CO_2$-Zertifikatehandel beobachtbar: Der Stromproduzent ist verpflichtet, $CO_2$-Zertifikate für Strom aus Öl-, Gas- und Kohlekraftwerken nachzuweisen. Er fragt also Zertifikate nach, was seine Produktion verteuert. Er wird demzufolge nur Strom aus fossilen Ressourcen generieren, wenn der Preis seine Kosten deckt. Ist der Preis zu tief, wird er keinen Strom aus diesen Ressourcen produzieren und bietet seine Menge an Zertifikaten am Markt an. Der Stromkonsument, etwa ein Stahlproduzent, hat dann die Möglichkeit, Zertifikate zu einem niedrigeren Preis am Markt einzukaufen und seine eigenen Produktionskosten zu senken.

## Marktmodellinnovation Zertifikatehandel

Die Erderwärmung und die daraus abgeleitete Bedrohung für unsere Umwelt führten zu einer Innovation im Marktsystem der Energiewirtschaft. Als Ursache für die Erderwärmung gilt heute mehrheitlich der Ausstoß von Kohlendioxid durch die industrialisierten Länder. Die europäische Union implementierte 2005 ein Treibhausgas-Handelssystem: das European Union Greenhouse Gas Emission Trading Scheme (EU ETS). Der Ausstoß von Kohlendioxid wurde zertifiziert und zum handelbaren Gut, eine Produktinnovation fand statt. Die Menge der $CO_2$-Emissionen bzw. der Zertifikate wird von der EU pro Handelsperiode fixiert und immer mehr verknappt.

Im Kyoto-Protokoll von 1997 haben sich die meisten Industriestaaten verpflichtet, bis 2012 die Emission von Treibhausgasen um durchschnittlich 5,2 % unter das Niveau von 1990 zu senken. Das System soll eine bessere Umweltqualität hervorbringen. Der Marktmechanismus steuert über den Preis die Menge an emittiertem $CO_2$ oder stößt Investitionen in Vermeidungsmaßnahmen an. Das System der Erstallokation der Zertifikate, die den Emittenten zum größten Teil gratis und ohne Verpflichtung zugeteilt werden, ist noch mangelhaft. Es fehlt die Verknüpfung des Wertes der $CO_2$-Zertifikate mit ökologischen Maßnahmen. Dieser Mangel soll jedoch in der dritten Handelsperiode ab 2012 behoben werden.

Die Einführung der $CO_2$-Zertifikate und die Implementierung des Handelssystems (siehe Abb. 3) hat das Marktmodell der Elektrizitätswirtschaft ergänzt und eine Veränderung in den bisherigen Prozessen und Geschäftsmodellen herbeigeführt. Die Bepreisung von $CO_2$ führte zu einem Umdenken bei Investitionsvorhaben und zu einer Optimierung des Produktionsparks. Je teurer die Zertifikate sind, desto weniger lohnt sich die Stromproduktion aus Öl-, Kohle- oder Gaskraftwerken. Die Entwicklungen von Technologien zur Vermeidung von $CO_2$ bei der Produktion von Strom wie auch die Technologien der erneuerbaren Energien sind seither fortgeschritten.

Neben diesen Prozessinnovationen erfolgten auch Geschäftsmodellinnovationen. Die Versorger bauten Handelsabteilungen auf und boten ihren Kunden, den Industrien, Dienstleistungen zur Verwaltung ihrer Emissionszertifikate an. Italien führte bspw. zusätzlich ein System mit grünen Zertifikaten ein. Die Zertifikate sind auf dem italienischen Energiemarkt handelbar. Jeder Kraftwerksbauer, der Neubauten zur Stromerzeugung aus nicht erneuerbaren Energien aufstellt, muss pro kW installierter Leistung eine vom Staat festgelegte Menge an grünen Zertifikaten erwerben oder eine Kraftwerkseinheit zur Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen nachweisen. Auch zu spekulativen Zwecken werden die Zertifikate gehandelt. Eine neue Anlageklasse entstand, Broker involvierten sich in den EU-Emissionshandel. Banken haben begonnen, entsprechende Fonds und strukturierte Produkte zu lancieren.

## Marktmodellinnovation Demand Response – Smart Grid

Eine kurzfristig nicht lösbare Verknappungssituation und die schlechte Speicherbarkeit des Stroms waren Anstoß für eine weitere Marktmodellinnovation in der Elektrizitätswirtschaft. Die Blackouts zu Beginn des 21. Jahrhunderts in Kalifornien konnten nicht sofort über den Zubau von neuen Kapazitäten behoben werden, da die Investitionen in Stromkapazitäten bekanntermaßen kapitalintensiv sind und je nach Kraftwerk und Regulierungsvorgaben mehrere Jahre oder Jahrzehnte dauern können.

Zusätzlich hat der anhaltende Trend zur Nachhaltigkeit die Produktionsformen von Energie beeinflusst. Es wird vermehrt Strom aus Wind- und Sonnenenergie produziert. Deren privilegierte Einspeisung ins Stromnetz verursacht höhere Fluktuationen, was das Netzmanagement in Bezug auf die Netzstabilität schwieriger macht. Dies hat die klassische Denkweise im Strommarkt verändert: nicht mehr Versorgungssicherheit, sondern Systemeffizienz durch Minimierung der Nachfragefluktuation wird prioritär.

Der Paradigmenwechsel trieb auch technologische Innovationen voran. Smart Metering und Smart Grid sind heute in aller Munde. Der Konsument wird als aktiver und intelligenter Marktteilnehmer in das System miteinbezogen. Demand Response-Modelle werden auch in Europa verschiedentlich angewendet, kaum ein System ist jedoch in der Umsetzung so weit fortgeschritten wie dasjenige von Kalifornien. Der unabhängige Netzbetreiber ISO lancierte im August 2009 gemeinsam mit den drei großen Versorgern PG&E, Southern California Edison und San Diego Gas & Electric ein Pilotprojekt mit fortschrittlichen Messgeräten für Großkonsumenten wie IKEA, Fort Irwin und die örtliche U. S. Army Basis: Die Konsumenten werden wie ein Kraftwerk ins Netzsystem des Kalifornischen ISO eingebunden. Sie können vom ISO reguliert werden, was zur Netzstabilität beitragen soll [5].

Demand Response kann in unterschiedlichen Stufen betrieben werden [6]. Grundsätzlich unterscheidet man zwei Typen: das anreiz- und das preisbasierte Programm. Die klassischen anreizbasierten Programme sind bekannt, seit es Großkraftwerke und einen Netzverbund gibt. Bei zu großer Stromnachfrage zu einem bestimmten Zeitpunkt wird die Stromzufuhr abgeschaltet. Verbote, die Waschmaschine über die Mittagszeit zu benutzen, sind heute noch gebietsweise bekannt. Eine Entschädigung gab und gibt es jedoch für den aufgezwungenen Verzicht von Strom nicht.

In verschiedenen Ländern werden diese Programme nun gegen Entgelt angeboten. Der Anbieter kann dann wahlweise für kurze Zeiten sofort oder gegen Ankündigung gewisse Apparaturen des Konsumenten abschalten. Neuere anreizbasierte Programme gehen weiter: Der Konsument hat die Möglichkeit, seinen Stromverzicht auf dem Markt anzubieten – was vor allem für Großverbraucher lohnenswert ist –, dazu zählt auch das Pilotprojekt in Kalifornien. Die zweite Kategorie der Demand Response-Modelle sind die preisbasierten Konzepte. Dabei fluktuieren Preise entsprechend der effektiven Kosten der Kraftwerke. Das Ziel preisbasierter Modelle ist, über Preissignale die Nachfrage zu glätten.

Beide Programme erfordern eine jederzeit verfügbare und differenzierte Information des Konsumenten. Kann dieser sehen, zu welchem Zeitpunkt der Strom wie viel kostet und welche Nutzung am meisten Strom verbraucht, ist es ihm möglich, sein Verhalten anzupassen. Er wird dies dann tun, wenn er dabei Kosten sparen kann. Die Anpassung seines Verhaltens an die Preisentwicklung reguliert Nachfragespitzen.

Diese Marktmodellinnovation setzte die Entwicklung der Smart Meter (vgl. Abb. 4) voraus. Intelligente Messgeräte sind bei entsprechender Ausstattung in der Lage, dem Kunden seinen Stromkonsum zu jedem Zeitpunkt für jedes Gerät zum aktuell gültigen Preis anzuzeigen. Die Initialkosten der Informationsgewinnung durch Messung sowie der Kommunikation sind nicht zu unterschätzen.

Smart Grid-Technologien werden heute global erforscht. Der zunehmende Einsatz von volatiler Stromerzeugung durch die erneuerbaren Energien und dezentralen Anlagen fördert die Entwicklung zusätzlich. Demand Response-Modelle geben Aufschluss über Mengen und Preise, was den Stromverbraucher zum Marktteilnehmer werden lässt. Erfahrungen aus Nordamerika, Frankreich, Australien und auf dem skandinavischen Markt zeigen, dass der Einbezug des Konsumenten in den Markt zu höherer Netzstabilität, zu niedrigeren Strompreisen und Preisvolatilitäten führt [6]. Ergebnisse aus dem Kalifornien-Pilotprojekt werden mit Spannung erwartet.

8 % aller Energiekonsumenten (ohne das Pilotprojekt ISO) der USA partizipieren in irgendeiner Form an einem Demand Respon-

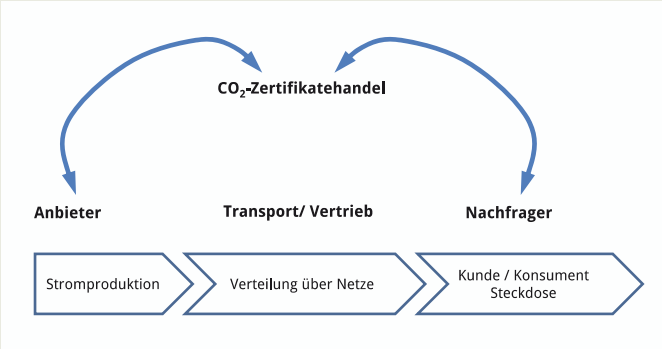



**Abb. 3** Marktmodell Elektrizitätswirtschaft mit $CO_2$-Zertifikaten

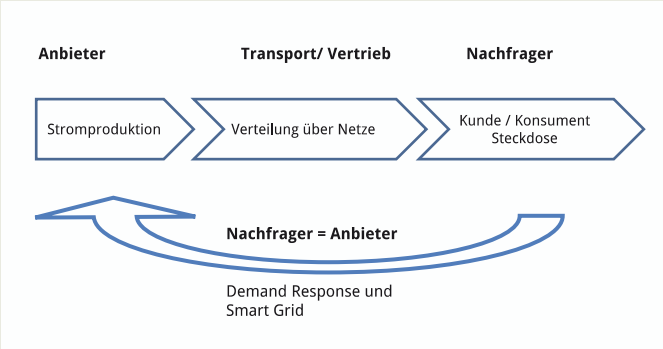



**Abb. 4** Marktmodellinnovation Smart Grid

se Programm. Die potenzielle Auswirkung auf die amerikanische Peak-Nachfrage aus diesen Programmen lag 2008 bei 5,8 % [7], was rund 15 GW Leistung oder der Leistung von rund 14 Kernkraftwerken heutiger Größe entspricht! Die ohne dieses Programm fehlenden 15 GW Leistung wären durch Spitzenlastkraftwerke wie bpsw. Speicherseen, Gaskombi- oder Ölkraftwerke bereitgestellt worden.

## Strategiewechsel erforderlich

In Europa herrscht jedoch meist noch das Paradigma der Versorgungssicherheit um jeden Preis und für alle denkbaren Nachfrageprofile vor. Die mehrheitlich im staatlichen Besitz befindlichen Versorger liefern Strom zu jeder Zeit an jeden Ort in der nachgefragten Menge. Transparenz und Information über Angebot und Nachfrage – eine Aufgabe der Preisbildung in einem freien Markt – sind oft nicht in letzter Konsequenz gegeben.

Der Elektrizitätsmarkt wird heute in Europa von den Anbietern und vom Staat gesteuert und beherrscht. Das traditionelle Elektrizitätsmarktmodell veränderte sich in den letzen 100 Jahren kaum: der Produzent stellt den Strom her, verteilt ihn über die Leitungen und stellt ihn dem Konsumenten über die Steckdose zur Verfügung. Dabei könnte ein Umdenken hin zu den Demand-Response-Strategien, wie sie außerhalb Europas schon erfolgreich Anwendung finden, einen wichtigen Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit und Energieeffizienz im Elektrizitätsmarkt leisten.

Die Idee, den Konsumenten als intelligenten, informierten Marktteilnehmer im System teilnehmen zu lassen, anstatt Verbote auszusprechen, setzt sich aber nur schwerfällig oder gar nicht durch. Stromverzicht wird heute grundsätzlich nicht belohnt, obwohl dies zu einer effizienteren Nutzung der Ressourcen und zu einem Mehrwert für die gesamte Gesellschaft führen würde.

## Literatur


[1] Wohlfahrtstätter, C.; Boutellier, R.; : Innovationszyklen in der Elektrizitätswirtschaft. In „et“ 59. Jg. (2009), Heft 9.

[2] Utterback, J. M.: Mastering the Dynamics of Innovation: How companies can seize opportunities in the face of technological change. Boston 1994.

[3] Boutellier, R.; Eurich, M.; Hurschler, P.: : An Integrated Business Model Innovation Approach: It is not All about Product and Process Innovation. In: Kollmann, T.; Kuckertz, A.; Stöckmann, C. (Hg): E-Entrepreneurship and ICT Ventures: Strategy, Organization and Technology. Hershey (USA; im Erscheinen begriffen).

[4] Schumpeter, J. A. : Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. 3. Aufl., München 1931.

[5] www.smartgridnews.com, zuletzt überprüft 4.8.2009.

[6] Albadi, M. H., El-Saadany, E. F.; IEEE: Demand Response in Electricity Markets: An Overview, Tampa (USA) 2007.

[7] FERC (Federal Energy Regulatory Commission): 2008 Assessment of Demand Response and Advanced Metering. Dez. 2008.



*lic. oec. publ. C. Wohlfahrtstätter, Prof. Dr. R. Boutellier, Lehrstuhl für Technologie- und Innovationsmanagement, Department Management, Technologie und Ökonomie der ETH Zürich*

*cwohlfahrtstaetter@ethz.ch*

# Technologieplanung und Technologie Roadmap in der Elektrizitätswirtschaft: Nuklearkraft und neue erneuerbare Energien

***lic. oec. publ. Claudia Wohlfahrtstätter (vortragende Person)***
*ETH Zürich, Department of Management, Technology, and Economics /*
*Chair of Technology and Innovation Management*
*Kreuzplatz 5, CH-8032 Zürich*
*Tel.: +41 44 632 05 92, Fax. +41 44 632 18 75*
*E-Mail: cwohlfahrtstaetter@ethz.ch*

***Dr. sc ETH, lic. oec. HSG Nicolas Rohner***
*ETH Zürich, Department of Management, Technology, and Economics /*
*Chair of Technology and Innovation Management*
*Kreuzplatz 5, CH-8032 Zürich*
*Tel.: +41 44 632 05 92, Fax. +41 44 632 18 75*
*E-Mail: nrohner@ethz.ch*

***Prof. Dr. Roman Boutellier***
*ETH Zürich, Department of Management, Technology, and Economics /*
*Chair of Technology and Innovation Management*
*Kreuzplatz 5, CH-8032 Zürich*
*Tel. +41 44 632 05 91, Fax. +41 44 632 18 75*
*E-Mail: rboutellier@ethz.ch*

## Zusammenfassung

Technologieentwicklung läuft meist nach ähnlichen, sich wiederholenden Mustern ab. Diese Entwicklungsmuster ermöglichen es, zusammen mit der Kenntnis um physikalische Grenzen, das technologische Potential abzuschätzen. Basierend auf dieser Projektion und auf dem Diffusionspotential wird eine Technologie Roadmap ausgearbeitet.

Die Technologien der Elektrizitätswirtschaft sind heute in aller Munde. Prognostizierte, zunehmende Engpässe in der Stromproduktion und bei der Übertragung in ganz Europa sowie das Thema Nachhaltigkeit treiben die politischen, gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Diskussionen an. Der Artikel greift die Thematik am Beispiel der Schweiz auf und analysiert den technologischen Reifegrad der Nuklearkraft und der neuen erneuerbaren Energien. Die Technologien der Elektri-

zitätswirtschaft sind weitgehend offen und damit gut prognostizierbar. Fast alle Komponenten sind ausgereift, die Effizienzverbesserungen liegen bei zwei bis drei Prozent pro Jahr. Der Anteil an der Gesamtproduktion einer neuen Produktionsart, wie die neuen erneuerbaren Energien es sind, kann deshalb nur durch Verbreitung steigen. Inwiefern eine Technologie in der Elektrizitätswirtschaft Diffusionspotential hat, hängt jedoch von der gesellschaftlichen Akzeptanz und weniger vom technologischen Reifegrad ab. Daher sind Projektionen in die Zukunft grossen Ungenauigkeiten unterworfen: Meistens kann man nur grundsätzliche Möglichkeiten und Szenarien aufzeigen.

Der Artikel verwendet zur Bestimmung des aktuellen Standes der einzelner Technologien einerseits die typischen Entwicklungsphasen nach Utterback, ergänzt diese jedoch um alternative Betrachtungen, wie Architectural Innovations nach Henderson und Clark, Diffusionstheorien nach Gerosky und Samuelson [Sam92] und Überlegungen zur S-Kurve nach Twiss.

## Schlüsselwörter

Technologie Roadmap, Technologieentwicklungen, Elektrizitätswirtschaft, Innovation, soziale Akzeptanz

# 1 Einleitung

## 1.1 Technologie Roadmap und Unsicherheit

Die Entwicklung einer Technologie läuft meist nach ähnlichen, sich wiederholdenden Mustern ab: Kernkraft aber auch erneuerbare Energien wie die Photovoltaik, Windkraft, Geothermik, Biomasse und die Nutzung von Kleingewässern zeigen die gleichen Lebensphasen. Welche dieser neuen Technologien ist auf dem Weg eine ähnliche Bedeutung zu erlangen wie die Kernkraft? Welche Technologie wird zukünftig unseren steigenden Energiebedarf decken? Soziale Akzeptanz und Unsicherheiten sind Faktoren, welche technologische Entwicklungen wesentlich beeinflussen und in einer Technologie Roadmap zu berücksichtigen sind.

Technologische Entwicklungen können beispielsweise nach Utterback in folgende charakteristische Phasen eingeteilt werden: Die erste Phase, die Entstehungs- oder „Fluid“-Phase ist geprägt von grosser Aktivität und unterschiedlichen Lösungsprinzipien. In der Wachstums- oder „Transition“-Phase beginnen sich die Problemlösungen gegenseitig anzunähern und ein Lösungsdesign als Standard durchzusetzen. Ein Konsolidierungsprozess beginnt und der Innovationsfokus verschiebt sich weg von der Produktfunktionalität hin zur Prozessinnovation. Die darauf folgende Reife- oder „Distinct“-Phase, ist primär geprägt von Kostenoptimierung durch Automatisierung und Miniaturisierung [Utt96].

Je offener und komplexer der Technologieeinsatz ist, umso stärker prägen soziale Akzeptanz und Unsicherheit die Entwicklung [TR03]. Die Halbleiterindustrie zeigt dies deutlich: Auf der Ebene der Komponenten gilt seit Jahrzenten das „Moorsche Gesetz“, Technologieprognosen sind sehr genau. Für die auf der verschiedenen Halbleiterkomponenten beruhenden Systeme wie Handys, PCs oder digitale Kameras, ist es dagegen viel schwieriger, sogar unmöglich, die Zukunft vorauszusagen – der gesellschaftliche Einfluss prägt die technologische Entwicklung und Reifung stärker, da der Beitrag einer einzelnen Technologie weniger sichtbar ist. Die Technologien in der Elektrizitätswirtschaft sind in diesem Sinne weitgehend offen: Die Komponenten der Systeme zur Produktion, Verteilung und auch dem Vertrieb von Elektrizität sind gut prognostizierbar. Die Kernenergiedebatte in der Schweiz dagegen zeigt, dass die gesellschaftliche Akzeptanz zu einem grossen Teil die Entwicklung steuert und weniger die Technologie selbst. Der Historiker Kupper kommt etwa zum Schluss, dass das Kernkraftwerk Kaiseraugst in den 70er Jahren aufgrund eines Wertewandels verhindert wurde. Aus der Kernenergie als einstige Hoffnungsträgerin der Gesellschaft wurde innert Kürze ein ökologischer und gesellschaftlicher Problemfall. Der Widerstand gegen Kaiser-

augst entzündete sich nicht primär am Unfallrisiko, sondern am Gewässer- und Landschaftsschutz [Kup03].

### 1.2 Methodik

Das Modell von Utterback galt 1996 als Pionierleistung zur Beschreibung des Einflusses von Innovationszyklen auf den Erfolg oder Misserfolg von Unternehmungen und Industrien und wird auch in der moderneren Literatur als Standardwerk zitiert. Der Artikel hält sich in den Ausführungen der technologischen Entwicklung der Kernkraft und der neuen erneuerbaren Energien an das Modell von Utterback. Die Entwicklungsphasen der Technologien in der Elektrizitätswirtschaft basieren auf Desk Research und Expertenumfragen. Ein Interviewprozess im Sommer 2009 mit 30 Experten aus der Schweizer Elektrizitätswirtschaft und ein permanentes Screening der Schweizer Medien ist Grundlage für die Ausführungen zur Schweizer Situation und der Szenarien in Kapitel 7.

## 2 Produkt- und Prozessinnovationen in der Elektrizitätswirtschaft

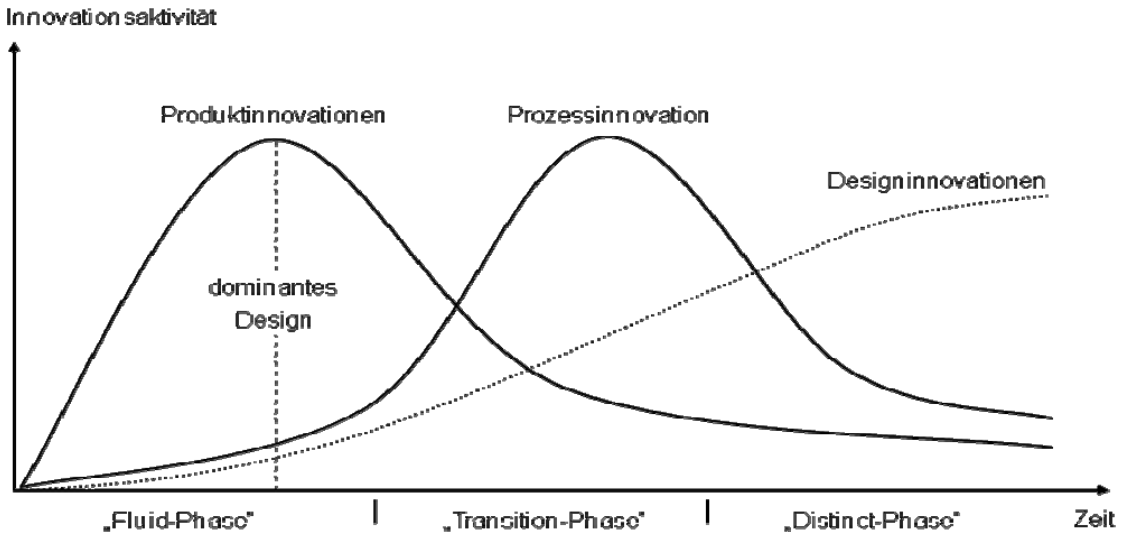



*Abbildung 1: Entwicklungsphasen der Innovation nach Utterback [Utt96]*

## 2.1 Entstehungs- oder „Fluid“- Phase

Neue Technologien adressieren zunächst unerfüllte Kundenbedürfnisse. Meist ziehen dann Nachahmer und Konkurrenten mit ähnlichen Problemlösungen nach. Schliesslich ist der Markteintritt einer ersten Firma ein Zeichen dafür, dass ein unternehmerischer Erfolg erzielbar ist. In der Folge treten technologisch unterschiedliche Produkte gegeneinander in Konkurrenz. In dieser Phase ist der Fortschritt gross, von der technologisch überlegenen Lösung wird erwartet, dass sie sich durchsetzt und der Unternehmung komfortable (Monopol)-Profite generiert. Diese Phase wird als Entstehungs- oder „Fluid“-Phase bezeichnet, da die technologische Entwicklung von grosser Aktivität und unterschiedlichen Lösungsprinzipien geprägt ist. Niemand weiss wo die Reise endet.

Das grosse Bedürfnis nach unabhängiger und zuverlässiger Stromversorgung hat in der Nachkriegszeit die Forschung zur friedlichen Nutzung der Kernenergie vorangetrieben. Diese Zeitspanne kann als „Fluid“-Phase in der Stromproduktion aus Kernkraft bezeichnet werden. Neben den grossen Staaten wie USA, Russland und Japan sowie in Europa Frankreich, Schweden und Grossbritannien hatte damals unter anderem auch die Schweiz Projekte für Versuchsreaktoren. Auf Initiative der Maschinenindustrie wurde zusammen mit den Elektrizitätsunternehmen, Gemeinden und Kantonen eine Unternehmung gegründet und das erste Versuchsatomkraftwerk der Schweiz 1962 in Lucens VD gebaut [Wil03]. Das technologische Design der zukünftigen Kernraftwerke war hingegen zu diesem Zeitpunkt unklar.

Heute treibt ein wachsendes Konsumentenbedürfnis nach Nachhaltigkeit und ökologischem Gleichgewicht Technologien wie Photovoltaik, solarthermische Anlagen, Windkraft, Geothermie, Biomasse und $CO_2$-Sequestrierung voran. Die Technologien sind in unterschiedlichen Reifestadien. Die Photovoltaik befindet sich als einzige der neuen erneuerbaren Energien in der „Fluid“-Phase. Diverse unterschiedliche Technologien stehen im Konkurrenzkampf und unterscheiden sich hinsichtlich der Lebenszeiten, der Umwandlungseffizienz sowie der Erzeugungskosten enorm. Es ist noch schwer abschätzbar, welche Technologie sich für welchen Anwendungsbereich durchsetzen wird: Monokristalline-, Multikristalline, Dünnfilm- oder Polymer-PV. Der Wirkungsgrad wird laufend verbessert. Anfang 2009 wurde von deutschen Forschern des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) ein Weltrekord gemeldet. Es ist gelungen, durch eine Weiterentwicklung der metamorphen Mehrfachsolarzelle, Sonnenlicht mit über 40% Wirkungsgrad in elektrische Energie umzuwandeln. Kommerzielle Hochleistungszellen aus Verbindungshalbleitern erreichen momentan einen Wirkungsgrad von bis zu 30 % und monokristalline Photovoltaik etwa 22%. Gleichzeitig wird mit der Dünnfilm-Photovoltaik eine Technologie eingeführt, welche die Kosten stark reduzieren könnte. Obwohl die Wissenschaft überzeugt ist, dass nur Photovoltaik langfristig unseren Energiehunger nachhaltig stillen kann, ist

nicht gesichert, ob die Photovoltaik jemals weltweit einen grösseren Anteil der Stromproduktion liefern wird. Verschiedene Studien kommen zum Schluss, dass die Verfügbarkeit von für die Photovoltaik wichtigen Metallen wie Gallium und Indium der Verbreitung enge Grenzen setzen könnte. Kann man diese Probleme lösen, bietet die Photovoltaik enormes Potential, in der technologischen Leistungsfähigkeit wie auch hinsichtlich ihrer Skalierbarkeit.

### 2.2 Wachstums – oder „Transition“-Phase

In der zweiten Phase, der Wachstums- oder „Transition“-Phase nähern sich die unterschiedlichen Problemlösungen gegenseitig an, denn es wird erkennbar, welches Lösungsdesign das erfolgreichere ist. Konkurrenzunternehmen verlassen den Markt oder werden übernommen, ein „dominantes Design“ beginnt sich zu etablieren. Dieser Konsolidierungsprozess führt bei den verbleibenden Unternehmen zu grösseren Produktionsvolumina und Skalenvorteilen, der Innovationsfokus verschiebt sich weg von der Produktfunktionalität hin zu Prozessinnovationen und damit zu Kostenoptimierungen. Die Kommerzialisierung eines Designs wird möglich und lohnt sich für die Unternehmungen.

An der dritten Atomkonferenz in Genf 1958 stand die Atomtechnologie an der Schwelle zum industriellen Erfolg. Die Entwicklung mehrerer Reaktortypen war so weit fortgeschritten, dass ihrer industriellen Fertigung nichts mehr im Wege stand. Die Erzeugungskosten waren gesunken und die Kernkraft wurde wettbewerbsfähig. Ein erbitterter Konkurrenzkampf um Marktanteile zwischen den am weitesten fortgeschrittenen amerikanischen Herstellern General Electric und Westinghouse erlaubte es 1964 schlüsselfertige Anlagen zu Dumpingpreisen zu erwerben, was sich später allerdings als Verlustgeschäft für die Hersteller herausstellte. In der Schweizer Kernenergietechnik war der Traum vom eigenen Reaktor nach einem Unfall im Versuchsreaktor Lucens sowie Zeitverzögerungen und Kostenproblemen im Jahre 1963 praktisch beendet [Wil03]. Die Schweizer Elektrizitätswirtschaft bestellte in Amerika. Der erste 300 MW Leichtwasserreaktor nahm 1969 in Beznau den Betrieb auf, gebaut von der Firma Westinghouse und dem Schweizer Unternehmen BBC, welche Turbinen und Generatoren sowie unterstützende Systeme lieferte. Die Leichtwasserreaktortechnik begann sich in den 60er Jahren durchzusetzen. Die Firma Siemens baute noch zwei Leistungskraftwerke mit Schwerwasserreaktoren ihrem Prototyp folgend, erwarb dann jedoch eine Lizenz von Westinghouse und ging zum Bau von Leichtwasserreaktoren über. Auch die schwedische Asea, welche die Schwerwasserreaktoren im eigenen Land hergestellt hatte, schloss in der 2. Hälfte der 60er Jahre einen Lizenzvertrag mit General Electric ab und stellte auf Leichtwassertechnik um. Sogar die Franzosen entschlossen sich in dieser Zeit Druckwasserreaktoren von Westinghouse in Lizenz

herzustellen. Die Leichtwasserreaktoren entwickelten sich zum dominanten Design.

In der Windenergie hat die Phase der Konsolidierung im Markt Anfang dieses Jahrhunderts stattgefunden. Technologisch ist das Funktionsprinzip etabliert und ausgereift: Horizontale Achse mit drei Rotorblättern und variabler Winkeleinstellung mit einer fixen oder variablen Übersetzung. Heute teilen sich im wesentlichen sechs Unternehmungen den Markt: Die dänische Vestas hat mit rund 30 % den grössten Marktanteil weltweit, gefolgt mit je rund 15 % von der spanischen Gemesa, der deutschen Enercon und der amerikanischen General Electric und mit je rund 7 % Marktanteil die indische Suzlon und die deutsche Siemens [EREC07]. Die Technologie der Stromerzeugung aus Windkraft wird heute der Reifephase zugeordnet.

## 2.1 Reife- oder „Distinct“-Phase

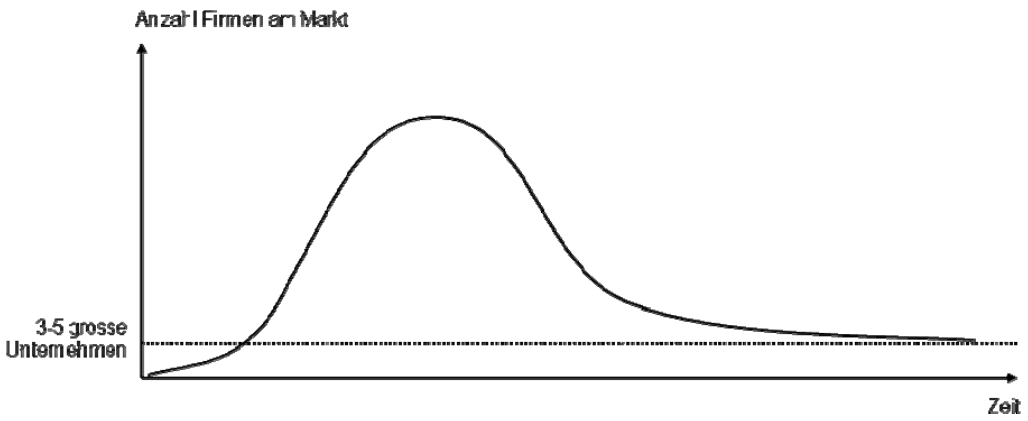



*Abbildung 2: Viele Firmen werden aus dem Markt gedrängt, längerfristig überleben 3-5 grosse Unternehmen [Utt96]*

Die letzte Phase, die Reife- oder „Distinct“-Phase ist primär geprägt von Kostenoptimierung. Die Unternehmensgrösse hat bei vielen Technologien einen positiven Einfluss auf die Kostenstruktur der Produktion, sodass in vielen Fällen drei bis fünf grosse Firmen den Markt unter sich aufteilen [Utt96]. Die technologische Differenzierung der Produkte reduziert sich laufend weiter. Kostenreduktionen durchlaufen meistens 3 Phasen: Arbeitskosten (Automatisierung), Materialkosten (Miniaturisierung) und Prozessoptimierung (Business Process Outsourcing). Bei neuen Technologien besteht am Anfang das grösste Potenzial bei den Lohnkosten.

Kostenoptimierung ist ein ständiger Kampf mit kleinen Innovationsschritten in der gesamten Wertschöpfungskette. Reife Industrien erreichen damit auch mit

bewährten Technologien zwei bis drei Prozent Produktivitätssteigerung pro Jahr über Jahrzehnte hinweg. Dies bedeutet immerhin eine Verdopplung der Produktivität alle 20 bis 30 Jahre.

Zwei Möglichkeiten erlauben es, die Lohnkosten zu reduzieren: Automatisierung und Verlagerung in Länder mit günstigeren Lohnkosten. Automatisierung erfordert Investitionen in die Produktionsanlagen beispielsweise in Maschinen und Roboter. Der optimale Automatisierungsgrad ist dabei abhängig von Kostenverhältnissen zwischen einer Automatisierung und den eingesparten Lohnkosten.

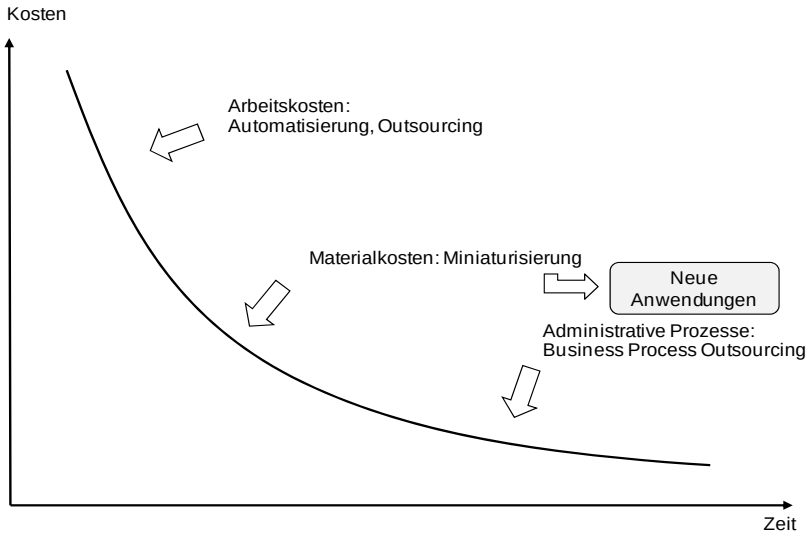



*Abbildung 3: Kostensenkung ist ein wichtiger Treiber der Miniaturisierung*

Kosteneinsparungen wurden in der Elektrizitätsbranche vor allem in der Automatisierung der Überwachung und Steuerung der Kraftwerke und in der Zusammenführung der Administration und Verwaltung von mehreren Kraftwerken erreicht. Auch Lohnkostenreduktion ist in fast allen Bereichen der Elektrizitätswirtschaft beobachtbar. Dies zeigt auch die Tatsache, dass kaum mehr Schweizer Spezialisten im Bereich Bau und Unterhalt von Kernkraftwerken und Wasserkraft anzutreffen sind.

Wird ein kostenoptimaler Automatisierungsgrad erreicht liegt weiteres Potenzial normalerweise in der Reduktion des Materialeinsatzes – in der Miniaturisierung. Heute brauchen die leistungsstärkeren Anlagen der neuen Generation in der Kernkraft von 1600 MW weniger Raum und weniger Material pro Kilowattstunde als die heute stehenden 300 MW Anlagen aus den 60er Jahren. Auch im Bereich Windkraft ist das Ausschöpfen des Grössenvorteils beobachtbar. Die moderne Windkraftnutzung zur Stromerzeugung ist erst etwa 10 Jahre alt. Die neuesten Rotoren haben eine Leistung von 6 MW. Noch vor 20 Jahren waren für die Leistung von einer der modernen heutigen Windanlagen 300 Installationen notwendig.

Obwohl die Kernenergietechnik der heutigen Kraftwerke die Reifephase erreicht hat, wird ständig weiter geforscht. Die neuen Reaktorgenerationen-III und -IV zeichnen sich in erster Linie durch eine höhere Sicherheit aber auch höhere Verfügbarkeiten und eine längere Betriebsdauer aus. Mit der Generation-III wird gleichzeitig das technologische Potenzial der aktuellen Funktionsprinzipien ausgeschöpft, in 30-40 Jahren ist mit der Einführung von Generation-IV zu rechnen. In der Generation-IV konkurrieren zurzeit noch verschiedene Funktionsprinzipien: Die eine Innovationsrichtung befasst sich mit der Kühlungsart. Kühlmittel wie Natrium, Gas oder Blei aber auch mittels Schmelzsalz, und superkritischem Wasser werden analysiert. Andererseits werden beispielsweise Hochtemperaturreaktoren wie der ‚Pebble Bed Modular Reactor' (PBMR) zurzeit in Südafrika und den USA erprobt. Noch ist unklar, welche Technologie sich durchsetzen wird. Die Forschung der Generation-IV mit ihren neuen technologischen Ansätzen ist zurzeit nach Utterback noch in der Entstehungsphase.

Grundsätzlich bestehen fast alle neuen erneuerbaren Technologien aus technologisch ausgereiften Komponenten. Die Windenergie erfährt nach wie vor grosse Zuwachsraten. Es bestehen jedoch noch Probleme mit der Zuverlässigkeit der mechanisch stark beanspruchten Bauteile, v.a. bei Offshore Anlagen im Meer durch die Einwirkung von Salzwasser. Auch die Integration in das Stromnetz ist nach wie vor eine Herausforderung. Mit zuverlässigen lokalen Wettervorhersagen ergibt sich ein weiteres Verbesserungspotential. Da Windenergie nicht die Verfügbarkeit und Kontinuität von Bandenergie hat, müssen die Fluktuationen mit zusätzlichen Kapazitäten von konventionellen Kraftwerken basierend auf den Rohstoffen Wasser, Kohle oder Gas aufgefangen werden. Der grösste Anteil an Strom aus Windkraft stammt in Europa aktuell aus Norddeutschland, gefolgt von Spanien. Die Schweiz beispielsweise hat nur wenige Standorte zur effizienten Nutzung der Windkraft.

Die Geothermie befindet sich technologisch in einem Reifestadium, trotzdem besteht noch ein grosses Diffusionspotential. Zurzeit wird daran geforscht, die Geothermie auch in Gebieten mit tieferen Bodentemperaturen einzusetzen. Sobald sich die Technologie in diesem Bereich verbessert, eröffnen sich neue Anwendungsgebiete, ein neuer Diffusionsschub wäre dann zu erwarten. Die Geothermie ist auch deshalb als sehr attraktiv zu bewerten, weil diese Temperatur- und Jahreszeitunabhängig genutzt werden kann und somit einen Beitrag zur Bandenergie leistet. Grundsätzlich hat Geothermie grosses Potential zukünftig einen guten Anteil der Energienachfrage zu decken [EREC07].

Auf dem Gebiet der Biomasse sind die verwendeten Technologien weitgehend etabliert. Meist wird Biomasse über Standard-Verbrennungsanlagen und Gasturbinen verwertet. Auch im Bereich Kleingewässernutzung wurde das Energieumwandlungsprinzip nicht neu erfunden. Für Flusswasserkraft wurde einzig das Tur-

binendesign angepasst. Die Straflow Turbine ist fisch- und wassertierfreundlich und eignet sich daher für das Turbinieren in kleinen fliessenden Gewässern.

# 3 Kombinationen von Technologien

Neben der Erfindung fundamental neuer Technologien gibt es eine zweite Möglichkeit neue Technologien und Produkte hervorzubringen - durch die Neukombination verschiedener Technologien: Immer mehr Innovationen basieren auf der Kombination verschiedener bekannter Technologien zu Produkten [Kod92]. Oft findet auch der Transfer bestehender Technologien in neue Anwendungsbereiche statt.

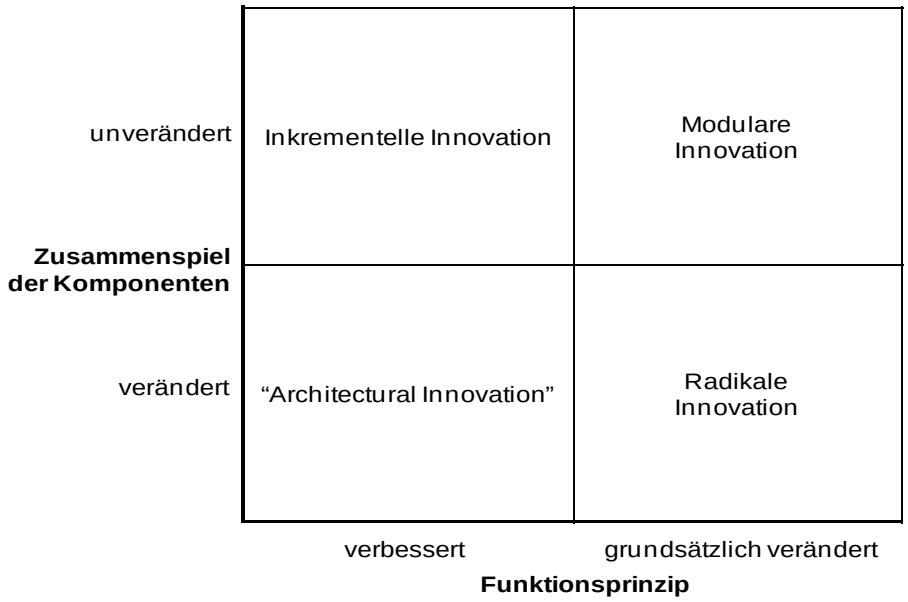



*Abbildung 4: "Architectural innovations" eröffnen neues Innovationspotential [HC90]*

Die meisten der heutigen Neuerungen in der Elektrizitätswirtschaft sind Kombinationen von bestehenden Technologien mit verbesserten Funktionsprinzipien und verändertem Zusammenspiel der Komponenten – „Architectural Innovation" [HC90]. Dies ist beispielsweise beobachtbar für den Bereich der neuen erneuerbaren Energien wie auch bei der $CO_2$-Sequestrierung. $CO_2$-Sequestrierung ist ein Verfahren mit dem das Treibhausgas $CO_2$ zunächst aus dem fossilen Brennstoff, oder nach dem Verarbeitungsprozess aus den Emissionen, abgetrennt und anschliessend im Untergrund gelagert wird. Als mögliche $CO_2$-Speicher gelten zum einen geologische Formationen wie Erdöllagerstätten, Erdgaslagerstätten, salzhal-

tige Grundwasserleiter oder Kohleflöze. Bei der Stromproduktion aus einem Erdgaskraftwerk könnte $CO_2$ aus der Erdgas-Produktion auf ein Ölfeld geleitet werden, wo das Gas in ein langsam zur Neige gehendes Ölfeld gepumpt wird. Im Endergebnis wollen die Erdölproduzenten die Rohölproduktion steigern und die Stromproduzenten können eine deutliche $CO_2$-Reduktion erreichen.

Auch interessant sind Kombinationen von neuen Technologien mit klassischen Anlagen. So können beispielsweis Gaskombikraftwerke in sonnenreichen Regionen mit einem solarthermischen Teil ergänzt werden. Dies steigert die Effizienz des ganzen Kraftwerks. In den USA, Südspanien und Italien sind solche Anlagen bereits in Betrieb.

# 4 Die S-Kurve

Alle Technologien unterliegen einem fallenden Grenznutzen, sie entwickeln sich entlang einer S-Kurve. Die S-Kurve beschreibt den Entwicklungspfad einer Technologie in Abhängigkeit der verstrichenen Zeit oder bereits geleisteter Entwicklungsaufwendungen. Hinter der S-förmigen Ausbildung der Entwicklung steht das Konzept, dass anfänglich eine gewisse Zurückhaltung bezüglich des Markterfolges sowie technologische Probleme die rasche Entwicklung behindern. Wird ein Markterfolg beobachtbar und sind die technologischen Probleme gelöst, folgt eine Phase raschen Wachstums. Anschliessend nimmt der Nutzen zusätzlicher Entwicklungsaufwendungen ab und die Technologie tritt in ein Reifestadium ein. Es folgt eine Phase vieler kleiner Innovationen. [Twi95]

Betrachtet man eine Technologie isoliert über einen gewissen Zeitraum, so sind durchaus solche idealtypischen Entwicklungen beobachtbar. Innovatoren gehen jedoch häufig fälschlicherweise davon aus, dass eine neue Technologie, sofern sie der alten zumindest ebenbürtig ist, innerhalb kurzer Zeit die alte Technologie ablöst und sich im Markt etabliert. Dieser Ansatz vernachlässigt jedoch den sogenannten „Sailing-Ship Effekt“: Sobald eine neue Technologie entsteht und die alte konkurrenziert wird, werden von allen Seiten Anstrengungen unternommen, die alte Technologie massgeblich zu verbessern [Rog03]. Die neue Technologie kann sich nicht so schnell wie angenommen durchsetzen und die alte vom Markt verdrängen. Es bedarf grosser Anstrengungen und Verbesserungen der neuen Technologie, um die alte in wichtigen Kriterien zu überhohlen.

Nach der Einführung von Dampfschiffen war die Weiterentwicklung der Segelschiffe in den folgenden 50 Jahren grösser als in den 300 Jahren davor. Dieser Effekt verlor seine Wirkung erst, als klar wurde, dass die neue Technologie mehr Entwicklungspotential hat. So entstand der heute in der Literatur oft verwendete Begriff für das Phänomen „Sailing-Ship Effekt“.

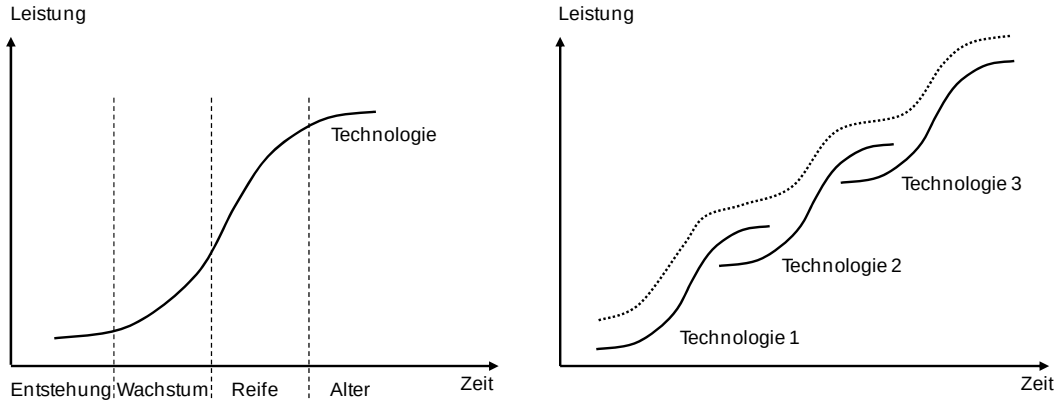



*Abbildung 5: Neue Technologien konkurrenzieren bestehende nicht erst mit dem Abflachen derer Leistung*

Dieses Phänomen kann auch gut an Edisons Erfindung der Glühbirne beobachtet werden. Die bis anhin verwendete Technologie der Gaslampen schien auf einen Schlag überholt, wurde jedoch in den nächsten Jahren derart weiterentwickelt, dass sie eine zweite Renaissance auf Kosten der Glühbirne erlebte. Analog verläuft die Entwicklung der Brennstoffzelle: Die Dieselmotoren werden laufend besser und die Brennstoffzelle „läuft hinterher“ [Chr97].

Möglicherweise werden wir in der Elektrizitätswirtschaft in den konventionellen Technologien dann einen Innovationsschub erleben, wenn die neuen erneuerbaren Energien konkurrenzfähig werden und die konventionellen Technologien vom Markt drängen könnten. Die klassischen Technologien haben heute im Bezug auf Verbreitung, Infrastruktur und Gewöhnung einen grossen Vorteil gegenüber den neuen Energien.

# 5 Neue Technologien erobern den Markt häufig über Nischen

Da neue Technologien zwar oft Vorteile gegenüber etablierten bieten, aber gleichzeitig in anderen Bereichen Schwächen aufweisen, bietet sich der Einsatz in Bereichen an, wo die Stärken überwiegen und Kompromisse eingegangen werden können. Ein Beispiel ist die dezentrale Energieversorgung. Dezentral kann Strom mit kleinen Anlagen generiert werden. Hier haben die meisten neuen erneuerbaren Energien einen Vorteil gegenüber klassischen Grossanlagen. Solar, Kleinwasserkraft, Kraftwärmekopplung und Biomasse bringen eine hohe Stromautarkie und

machen es möglich Strom und Wärme gleichzeitig zu nutzen. Die neuen erneuerbaren Energien kommen dem Bedürfnis nach unabhängiger, umweltfreundlicher Strom- und Wärmeproduktion nach, können jedoch nicht grosse Mengen zu jeder Zeit bereitstellen. Die technologische Entwicklung läuft dafür zu langsam, so dass der Verbreitung Grenzen gesetzt sind. Die Technologiegeschwindigkeit nimmt ab.

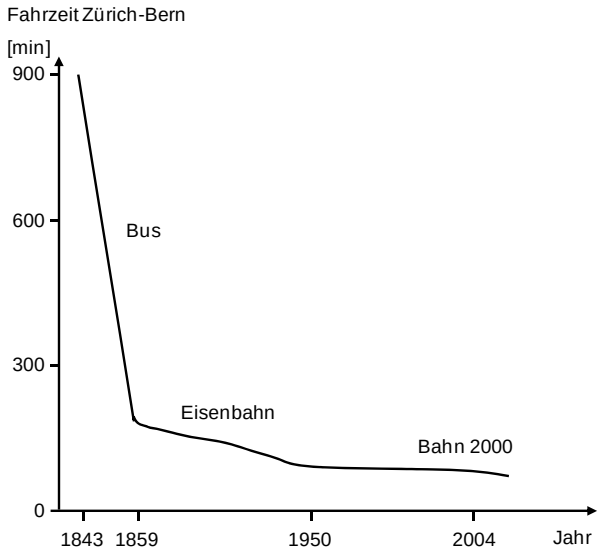



*Abbildung 6: Die Technologiegeschwindigkeit nimmt ab und beträgt bei reifen Technologien ungefähr 2% Verbesserung pro Jahr*

In der Wahrnehmung vieler Leute entwickeln sich die heutigen Technologien sehr schnell. Sie betrachten jedoch vor allem die Elektronik- und Software-Industrie. Diese Technologien erreichen rasche Fortschritte und müssen vom Management ständig überwacht werden. Viele der heute verwendeten Technologien sind dagegen reif und steigern ihre Produktivität jährlich lediglich um etwa zwei Prozent. Diese Verlangsamung der Technologiegeschwindigkeit kann in der Eisenbahnindustrie gut beobachtet werden: Im Jahr 1843 betrug die Reise von Bern nach Zürich 900 Minuten und nahm mit der Einführung der Eisenbahn schlagartig um den Faktor 9 ab. Trotz grosser Anstrengungen konnten von 1950 bis heute nur noch geringe Zeiteinsparungen erzielt werden. Die Schweizer Bahn 2000 mit ihren Milliarden Investitionen brachte nur gerade eine Verbesserung um 11 Minuten, was 16% entspricht.

Die meisten Technologien erreichen kurz nach ihrer Einführung grosse Effizienzsteigerungen. Doch je näher sie an die technologischen Grenzen kommen, umso kleiner werden die jährlichen Verbesserungsschritte. Es gilt folglich den Reifegrad der Technologien sowie die Branche an sich zu unterscheiden.

# 6 Technologievorteil versus soziale Akzeptanz

Beim Aufkommen grundsätzlich neuer Technologien dauert die Durchdringung am Markt in der Regel 20 bis 50 Jahre. Ein aktuelles Beispiel ist die Gentechnologie für Nahrungsmittel: Der Grundstein wurde bereits 1972 gelegt, als es den Forschern James Watson und Francis Crick gelang, einen DNA-Faden mit Hilfe-von Restriktionsenzymen in einzelne Teile zu zerlegen. Die ersten gentechnisch veränderten Tomaten kamen 1994 in den USA und Grossbritannien auf den Markt, in Europa gibt es immer noch sehr wenige, gentechnisch veränderte Lebensmittel. Technologischer Fortschritt wird nicht nur über Technik definiert, sondern immer stärker über soziale Akzeptanz. Dabei haben Kunden, Entwickler und Marketingfachleute mitunter unterschiedliche Auffassungen, was wünschenswert oder akzeptierbar ist.

Die friedliche Nutzung der Kernenergie ist rund 50 Jahre alt und die Technologie ist etabliert. Die soziale Akzeptanz von Strom aus Kernkraftwerken hat jedoch nach den Reaktorunfällen in Three Mile Island in Amerika 1979 und nach dem schweren Störfall 1986 in Tschernobyl rapid abgenommen. Der Ausstieg aus der Kernenergie ist mindestens bis nach den Wahlen im September 2009 in Deutschland eine Tatsache. Italien hat angekündigt, wieder Kernkraftwerke zu bauen. Finnland baut bereits ein Kernkraftwerk der neuen Generation-III. In Frankreich geniesst Strom aus nuklearen Kraftwerken seit jeher eine hohe soziale Akzeptanz bei der Bevölkerung. China baut alle 3-5 Jahre mit Kohle- und Krenkraftwerken die Leistungskapazität von ganz Deutschland auf. In der Schweiz haben sich grosse Städte wie Zürich, Bern, Basel und Schaffhausen aus der Kernenergie verabschiedet.

Der in der Schweiz in den nächsten 10-25 Jahren anstehende Ersatz von den bestehenden Kernkraftwerken im Umfang von rund 10%-35% der Schweizer Stromproduktion stellt das Land vor die Frage, wie es die fehlende Energie ersetzen wird. Drei Bewilligungsgesuche für den Ersatz still zu legender Kernkraftwerke sind in der Schweiz beim Bund eingereicht. Der Bund fordert nun die Einigung der Branche auf ein Projekt. Nach einer Genehmigung des Bundes kann dann ein Referendum folgen und erst nach der Volksabstimmung wissen wir, wie hoch die soziale Akzeptanz der Kernenergie in der Schweiz tatsächlich ist.

Die Diskussion um die Erderwärmung und das $CO_2$ liefern Argumente für die Kernenergie. Die Unsicherheit, dass es weitere Unfälle geben könnte, wird von vielen Leuten als wichtiges Argument gegen die Kernenergie gesehen. Die soziale Akzeptanz hängt stark von kulturellen und politischen Aspekten sowie auch von den verfügbaren Alternativen ab, mindestens solange keine Knappheit besteht. Die nächsten Jahre könnten die heutige Versorgungslage allerdings in Frage stellen, auch für die Schweiz.

# 7 Szenarien der Stromversorgung der Schweiz in den nächsten Jahrzenten

Die Schweiz produziert und verbraucht heute rund 60 TWh Strom pro Jahr. Der grösste Anteil stammt mit 56% aus Wasserkraft-Grossanlagen und 40% aus Nuklearkraftwerken. Die ‚neuen' erneuerbaren Energieträger Sonne, Holz, Biomasse, Wind und Umgebungswärme tragen heute nur 4% zur Deckung der gesamten Schweizer Stromnachfrage bei. Der grösste Teil der ‚neuen' Erneuerbaren fällt auf Biomasse (Holz und Biogas) und auf die Kehrichtverbrennungsanlagen. Kleinere Anteile, weit unter einem Prozent, stammen aus der Umweltwärmenutzung, der Solarenergie und der Windenergie. Der Bundesrat möchte den Anteil produzierten Stroms aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2030 auf 10% des heutigen Schweizer Stromverbrauchs erhöhen. Im Jahresdurschnitt fehlen ab 2017 bis 2034 stufenweise rund 10%-35% der prognostizierten Produktionsmenge aufgrund von auslaufenden Langfristverträgen mit Frankreich und aufgrund von Kernkraftwerken, welche altersbedingt vom Netz gehen.

Der Reifegrad der verschiedenen Technologien ist bekannt und prognostizierbar. Die Entwicklung der Produktionskapazitäten der bestehenden Schweizer Kraftwerke wie auch die Nachfrageseite lassen sich gut prognostizieren. Die Frage nach der autarken Stromversorgung der Schweiz ist eine politische. Der Entscheid über die Primärenergieträger ist eine Frage der sozialen Akzeptanz, und somit eine gesellschafts-politische Problemstellung. Die politischen und gesellschaftlichen Komponenten sind nicht prognostizierbar. Sie hängen zu stark von Emotionen und prägenden einzelnen Ereignissen ab. In der Schweiz sind für die folgenden zwei bis drei Jahrzente folgende Szenarien denkbar:

*Szenario 1*: Die Schweizer Bevölkerung sagt heute ja zu neuen Kernkraftwerken. Unter der Annahme einer geschätzten Realisierungsdauer eines neuen Kernkraftwerks von 17 bis 19 Jahren, kann die autarke Stromversorgung der Schweiz knapp rechtzeitig gesichert werden. Die Stromversorgung bleibt weitgehend $CO_2$ neutral und die neuen erneuerbaren Technologien erhalten in Ergänzung eine Chance, sich technologisch weiter zu entwickeln und zu etablieren.

*Szenario 2*: Kernkraftwerke werden gesellschaftspolitisch längere Zeit verzögert und abgelehnt. Die autarke Stromversorgung ist kurz- und mittelfristig nicht mehr möglich. Die Schweiz wird vor der Wahl stehen, sich mit Energie im Ausland zu versorgen und/oder einen eigenen Produktionspark mit akzeptierten, fossilen Technologien aufzubauen. Der Bau von Gaskombikraftwerken wie auch Kohlekraftwerken als Alternative zu Kernkraftwerken dauert rund 5-7 Jahre und die Payback-Perioden sind viel kürzer als bei Kernkraftwerken. Sie lassen sich deshalb einfacher finanzieren. Die heutige CO2-Kompensationsregelung des Bundes und die Unsicherheit über zukünftige Regulierungen lassen Investitionen in diese Kraftwerke jedoch unattraktiv werden. Das Decken der fehlenden Produktion

durch neue erneuerbare Energien ist in der erforderlichen Menge und Form mit dem aktuellen Stand der Technik nicht möglich.

Die Einfuhr von Strom aus dem Ausland als weitere Alternative zum Bau von Kernkraftwerken bedingt, dass das Ausland die erforderlichen Kapazitäten hat und uns diese auch zur Verfügung stellt. Dann müssen sie auch noch ins Land importiert werden können. Letzteres verlangt eine uneingeschränkte Nutzung der grenzüberschreitenden Transportkapazitäten. Der Bau von neuen Transportkapazitäten ist unter den heutigen restriktiven Bewilligungsverfahren jedoch ein schier unmögliches Unterfangen und die Nutzung der bestehenden Leitungen durch Ersteigerung von Kapazitäten ist eine Frage der Kosten. Die EU verlangt bereits heute höhere Reserveleistungen, welche die Leitungskapazitäten künstlich reduzieren. Eine rechtzeitige Erweiterung von Transportleistung zur Deckung der Stromlücke über Importe ist damit sehr fraglich oder gar unwahrscheinlich. Auch wenn dies gelingen würde, hätte die Schweiz einen importierten Mix im europäischen Durchschnitt gerechnet zu rund 70% Strom aus Nuklearkraft, Kohle- und Gaskraftwerken und zu rund 10% Strom aus Wasserkraft - auch wenn Europa ihr Ziel, 20% des Stroms aus neuen erneuerbaren Quellen bis zum Jahr 2020 zu produzieren erreicht. Die heutige weitgehend neutrale $CO_2$ Bilanz der Schweiz in der Stromproduktion verschlechtert sich in beiden Fällen massiv.

*Szenario 1-2:* Die Schweizer Bevölkerung schwankt in ihrer Entscheidung, ein neues Kernkraftwerk zu bewilligen. Dies würde das Erstellen einer neuen Anlage aufgrund der langen Bauzeit und der zusätzlichen Unsicherheit über einen Entscheid soweit hinauszögern, dass dieses Szenario wieder in Szenario 2 mündet.

Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz sind ein nicht zu unterschätzender Faktor in dieser Betrachtung. Experten gehen von einem Sparpotential von rund 30% aus für die Schweiz. Der Zeitfaktor spielt dabei jedoch eine wichtige Komponente. Gerade im Bereich Gebäudesanierung gilt ein Zyklus von rund 20-40 Jahren und auch Geräte werden erst nach ihrer Lebensdauer ersetzt, was ebenfalls Jahre bis Jahrzehnte dauern kann. Zudem ändern sich die Gewohnheiten der Bürger nur langsam. Bei allen wünschbaren Fortschritten in der Energieeffizienz könnte der Mengeneffekt jedoch unterschätzt werden. Die Elektrifizierung einerseits zunehmend durch die Substitution von fossilen Energien bei Heizungen wie in der Mobilität und andererseits durch das Wachstum der Wirtschaft und der Bevölkerung sind nicht zu unterschätzen. Die aktuellen Wirtschaftsbedingungen allerdings könnten das Wirtschaftswachstum und damit die Nachfrage nach Strom vorübergehend etwas dämpfen und hinauszögern. Bereits beobachtbar sind forcierte Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz bei Industrien, die von sinkenden Einnahmen durch Auftragseinbrüche betroffen sind. Welcher dieser Effekte überwiegt, ist unter den heutigen Bedingungen noch nicht voraussagbar. Sie könnten jedoch grössere Auswirkungen auf die Stromnachfrage haben als in ursprünglichen Schätzungen angenommen.

### 7.1 Fazit:

Welches Szenario sich schlussendlich in der Schweiz durchsetzt und wie die Technologie-Roadmap aussieht, wird weniger von der technologischen Entwicklung abhängen als von der gesellschaftlichen Akzeptanz und diese lässt sich nicht prognostizieren: Die Überraschung in der Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft wird von den Schweizer Bürgern ausgehen und weniger durch technologische Entwicklungen geprägt sein. Damit zeigt sich einmal mehr, dass viele Technologie-Diskussionen Scheingefechte sind: Technische Unsicherheiten werden in den Vordergrund geschoben und grundsätzliche Diskussionen finden nicht statt. Wichtige Entscheidungen werden verzögert. Es werden Tatsachen geschaffen, die nach und nach viele technische Optionen verunmöglichen.

## Literatur


[AG01] AGARWAL, R., GORT, M (2001): First-mover advantage and the speed of competitive entry, 1887-1986, Journal of Law and Economics; Vol.44; pp.161-177.

[Chr97] CHRISTENSEN, C. M. (1997): The Innovator's Dilemma, Harvard Business School Press, Boston, USA.

[EREC07] EUROPEAN RENEWABLE ENERGY COUNCIL (2007): Renewable Energy Technology Roadmap up to 2020, http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Documents/Publications/ EREC-Technoloy_Roadmap_def1.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2009.

[HC90] HENDERSON, R.M., CLARK K.B. (1990): Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firm, Administrative Science Quarterly; Vol.35, No.1; pp. 9-30.

[Kod92] KODAMA, F. (1992): Technology Fusion and the new R&D, Harvard Business Review; July/August 1992; pp.70-78.

[Kup03] KUPPER, P. (2003): Atomenergie und gespaltene Gesellschaft. Die Geschichte des gescheiterten Projektes Kernkraftwerk Kaiseraugst. Chronos-Verlag.

[Rog03] ROGERS, E. M. (2003): The Diffusion of Innovation, First published 1962, The Free Press, New York.

[Sam92] SAMUELSON, P.A. (1992): Economics. First published 1970, McGraw-Hill.

[TR03] TUSHMAN, M.L., ROSENKOPF L. (2003), Organizational Determinants. Research in organizational behavior.

[Twi95] TWISS B. C. (1995), Managing technological innovation, Pitman, Publishing, 4 Edt., U. K

[Utt96] UTTERBACK, J.M. (1996): Mastering the Dynamics of Innovation: How companies can seize opportunities in the face of technological change, Harvard Business School Press, Boston.

[Wil03] WILDI, T (2003): Der Traum vom eigenen Reaktor. Die schweizerische Atomtechnologie- entwicklung 1945-1969. Chronos-Verlag.

**ZFO – Zeitschrift Führung und Organisation,
Ausrichtung Wissen, Rubrik „Organisation & Change“**

# Risiken der Schweizer Elektrizitätswirtschaft

## Eine Energiepolitische Betrachtung: Expertenmeinungen

lic. oec. publ. Claudia Wohlfahrtstätter
ETH Zürich, Department of Management, Technology, and Economics /
Chair of Technology and Innovation Management
Scheuchzerstrasse 7, CH-8092 Zürich
Tel. +41 79 324 10 24
E-Mail: cwohlfahrtstaetter@ethz.ch
Doktorandin

Prof. Dr. sc. math. Roman Boutellier
ETH Zürich, Department of Management, Technology, and Economics /
Chair of Technology and Innovation Management
Rämistrasse 101, CH-8092 Zürich
Tel.: +41 44 632 05 91, Fax. +41 44 632 11 60
E-Mail: rboutellier@ethz.ch
Vizepräsident Personal und Ressourcen der ETH Zürich

Risiken der Schweizer Elektrizitätswirtschaft

Eine Energiepolitische Betrachtung: Expertenmeinungen

## Inhaltsverzeichnis


**VORWORT** **2**

**1. EINFÜHRUNG** **3**

**2. HINTERGRUND: DIE SCHWEIZER ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT** **3**

2.1 VERSORGUNGSSICHERHEIT 3

2.2 LIBERALISIERUNG (12) 3

**3. LITERATURÜBERSICHT** **4**

**4. DATENBASIS: INTERVIEWS** **4**

4.1 UMFANG UND REPRÄSENTANZ 4

4.2 METHODIK: ERHEBUNG DER DATEN – DIE UMFRAGE 6

4.3 METHODIK: AUSWERTUNG DER UMFRAGERESULTATE 6

**5. RESULTATE DER UMFRAGE** **7**

5.1 VERSORGUNGSSICHERHEIT 7

5.2 LIBERALISIERUNG UND ÖKONOMISCHE INEFFIZIENZEN 9

5.3 NACHHALTIGKEIT 10

5.4 DIREKTE DEMOKRATIE UND SOZIALE AKZEPTANZ 11

5.5 MASSNAHMEN ZUR REDUKTION DER RISIKEN 12

**6. DISKUSSION DER ERGEBNISSE** **13**

**ZUSAMMENFASSUNG** **15**

**ANMERKUNGEN** **16**

## Vorwort

Wie viele Länder Europas steht die Schweiz vor dem Entscheid, die Kapazitäten in der Elektrizitätswirtschaft zu ersetzen und aufzubauen. Die Diskussion führt das Land zeitgleich mit dem Beginn der Liberalisierung und unter dem Einfluss der direkten Demokratie. Eine repräsentative Umfrage veranschaulicht, dass die grösste Herausforderung der Schweizer Elektrizitätswirtschaft die autarke Versorgungssicherheit des Landes ist und Risiken ungenügend gemanagt werden.

# 1. Einführung

Ziel der Arbeit ist es, die Risiken und das Risikomanagement der Schweizerischen Elektrizitätswirtschaft aus einer gesamtwirtschaftlichen Sicht aufzuzeigen. Die Datenbasis bilden Interviews mit 33 Entscheidungsträgern und Experten aus der Schweizer Elektrizitätswirtschaft aus dem Sommer 2009. Hintergrund der Analyse sind die bevorstehende Sicherstellung der Stromversorgung des Landes, die Marktliberalisierung, die Diskussion um Nachhaltigkeit sowie der Einfluss der Schweizerischen direkten Demokratie. Diskussionsgrundlage ist eine energiepolitische Entscheidungspyramide, angelehnt an die Maslow-Bedürfnispyramide (6).

# 2. Hintergrund: Die Schweizer Elektrizitätswirtschaft

## 2.1 Versorgungssicherheit

Der Bund und die Kantone stehen in der Pflicht, mit geeigneten staatlichen Rahmenbedingungen dafür zu sorgen, dass die Energiewirtschaft die Versorgungssicherheit gewährleisten kann (2). Der Schweizer Landesverbrauch von rund 63 Terawattstunden (TWh) generieren abgeschriebene Anlagen mit günstiger Primärenergie (56% Wasserkraft und 40% Nuklearkraft) ohne Emissionskosten für $CO_2$ (20).

Seit rund 20 Jahren deckt sich die Schweiz im Winterhalbjahr zu 20% mit Atomstrom aus französischen Langfristverträgen ein, die ab 2017 auslaufen. Sie importiert als einziges Land im Netzverbund der EU diese Kapazitäten noch heute privilegiert - vorrangig zu anderen Lieferungen. Die Schweiz generiert als Stromdurchgangsland rund CHF 2 Mrd. aus dem grenzüberschreitenden Handel.

Schätzungen zufolge (15) klafft ab 2025 eine Versorgungslücke, Engpässe werden bereits ab 2018 erwartet. Aktuell liegen drei unabhängige Projekte zum Bau von neuen Kernkraftwerken vor. Zwei Projekten will die Regierung zustimmen. Der Bau von Nuklearkraft untersteht seit dem revidierten Kernenergiegesetz von 2003 (16) dem fakultativen Referendum (3). Die neuen Anlagen werden frühestens 2013 zur Abstimmung kommen und wären im Jahr 2030 betriebsbereit.

## 2.2 Liberalisierung (12)

Bis Anfang des Jahres 2009 war die Schweizer Elektrizitätswirtschaft oligopolistisch organisiert. Die Branche besteht aus 840 Elektrizitätswerken, die zu durchschnittlich 80% im Eigentum der öffentlichen Hand -den Kantonen und Gemeinden - sind. Eine regulierte Teilmarktöffnung wurde im Januar 2009 für 53 Prozent des Marktes eingeführt. Die Marktöffnung für Kleinunternehmen und Haushalte ist ab 2013 geplant und untersteht ebenfalls dem fakultativen Referendum.

Das Parlament verabschiedete im März 2008 die neuen Regulierungen (13). Bereits im Herbst waren diese Bestimmungen durch angekündigte Strompreiserhöhungen von bis zu 20% wieder stark in der Diskussion. Der Bundesrat fror darauf im Dezember 2008 kurzfristig die Strompreiskomponente Energie auf das Niveau der Erzeugungskosten ein. Dies

jedoch nur für all diejenigen Konsumenten, die den bisherigen Anbieter nicht wechseln. Im gleichen Atemzug legte der Bund den Kapitalkostensatz des Übertragungs- und Verteilnetzes auf durchschnittliche 4% fest, was verglichen mit einem industriellen Satz von 7 bis 9% sehr tief ist.

Zur Überwachung und Einhaltung der gesetzlichen Grundlagen rief der Bund die ElCom als unabhängige staatliche Regulierungsbehörde mit umfassenden Kompetenzen ins Leben. Sie ordnete beispielsweise im März 2009 die Senkung der Tarife des Übertragungsnetzes um rund 40 Prozent für das gesamte Jahr 2009 an (14)!

## 3. Literaturübersicht

Es gibt wenig nicht technische, wissenschaftliche Literatur zum Schweizer Elektrizitätsmarkt. Vier Publikationen sind für einen Teilaspekt der vorliegenden Studie interessant: Sie analysieren das grösste Risiko der Schweizer Elektrizitätswirtschaft, die Versorgungssicherheit, und betrachten das zukünftige Produktionsportfolio genauer.

Ochoa (2007) (8) sowie Ochoa und Ackere (2009) (9) diskutieren Szenarien eines Ausstiegs der Schweiz aus der Kernenergie und dessen Auswirkungen auf Importe und Exporte. Aus ihrer Studie folgt, dass die Schweiz politisch und technologisch nicht bereit ist, ihre 40%-Kapazität aus Kernenergie zu ersetzen, ohne auf Gaskombikraftwerke zurückzugreifen. Diese teure Stromproduktion würde jedoch von Importen aus Tiefpreisländern rivalisiert, was den Aufbau eigener Kapazitäten verhindern könnte.

Jegen und Wüstenhagen veranschaulichte 2001 (4) die Einstellung von Schlüsselpersonen zum Portfolio-Mix der Schweiz aus einer standardisierten Umfrage bei 250 Schweizer Schlüsselpersonen der Elektrizitätswirtschaft: Es herrschte eine breite Akzeptanz für die Wasserkraft-Technologien, für Energieeffizienz und auch für Gaskombikraftwerke. Ein grosses Fragezeichen wurde hinter die Kernkraft gesetzt und auch Windkraft war umstritten. Eine neuere Studie von Roth et al. (2009) (10) untersucht den zukünftigen Produktionsmix des grössten Schweizer Versorger-Konzerns Axpo unter Einbezug von 85 Mitarbeitern: Die erneuerbaren Energien waren prioritäre Wahl.

## 4. Datenbasis: Interviews

### 4.1 Umfang und Repräsentanz

Basis der vorliegenden Studie sind Interviews mit 33 Entscheidungsträgern und Experten der Schweizer Elektrizitätswirtschaft (18) aus dem Sommer 2009. Die wichtigsten Gruppen sind die *Versorger* als Stromproduzenten und Verteiler, deren *Eigentümer*, die *Konsumenten* und die *Politik* als Regulator und politischer Taktgeber. Ergänzt wurde die Reihe durch Interviews mit fünf *Know-how-Trägern*, die den Strommarkt in früheren Zeiten stark prägten (vgl. Abb. 1). Die Kleinheit des Landes und die Struktur der Branche liess es zu, mit relativ wenigen Interviews eine grosse Repräsentanz zu erreichen.

Alle Befragten erfüllen folgende Kriterien:

- Wichtigste Entscheidungsträger in ihrer Gruppe in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft, verfügen über direkte Entscheidungsgewalt in letzter Instanz in ihrem Bereich.
- Expertenwissen: 85% der Befragten bringen mindestens 10 Jahre Erfahrung in der Elektrizitätswirtschaft mit.

Die Grundgesamtheit der *Versorger-Gruppe* entspricht der Produktiondes Schweizer Landesverbrauchs von 63 TWh. Zu Wort kamen acht Entscheidungsträger mit insgesamt 53 TWh oder einem Anteil von 84% der Jahresproduktion. Die ausgewählten Unternehmungen sind zu 81% in öffentlichem Eigentum, was dem gesamtschweizerischen Durchschnitt entspricht. Es wurden fünf Interviews mit Eigentümern der öffentlichen Hand, Kantons- oder Gemeinderäten, geführt.

Die 8% der *privaten, meist anonymen Eigenkapitalgeber* sind durch vier relevante Finanzinstitute der Schweiz repräsentiert. Die Grundgesamtheit dieser Gruppe ist schwierig zu erfassen. Interviewpartner waren einerseits Vertreter der Schweizer Banken, welche die sieben börsenkotierten Versorger professionell bewerten und andererseits Fund-Vertreter, die in der Branche bekannt sind für ihre finanziellen Engagements. *Die ausländischen Beteiligungen von rund 9% (20) wurden in der Befragung nicht berücksichtigt.*

*Bund und Regulatoren* sind seit der Teilmarktöffnung neue Mitspieler. Innerhalb der 38 für die Energiebelange zuständigen National- und Ständeräte fokussieren acht auf den Bereich Elektrizität. Die Energiedirektoren sind für die Energiepolitik auf Kantonsstufe zuständig. Zusammen mit der obersten politischen Ebene auf Bundesstufe konnten von 14 Experten sieben befragt werden. Die fünf wichtigsten *Parteien der Schweiz* werden mindestens durch je einen Interviewpartner repräsentiert.

Die fünf Gespräche mit *Grosskonsumenten und energieintensiven Industrien* vertreten 46% des Stromverbrauchs im freien Markt. Drei Interviews wurden mit Geschäftsführern von Interessenverbänden mit total 80 Mitgliederbetrieben geführt. Die Diversität der Mitglieder repräsentiert die Grosskonsumenten der Schweiz ausreichend.

| Gruppe | Grundgesamtheit | Stellung der Befragten | In % | Anzahl Interviews |
|---|---|---|---|---|
| Versorger | Produktion Landesverbrauch Schweiz: 63 TWh | CEO oder Verwaltungsrats-Präsident oder -Vizepräsident, Jahresproduktion: 53 TWh | 84% | 8 |
| Eigentümer der Versorger: öffentliche Hand | Durchschnittlich zu 83% in öffentlicher Hand | Interviewte von Unternehmungen zu 81% in öffentlicher Hand | 81% | 5 |
| Eigentümer der Versorger: private Kapitalgeber | Durchschnittlich zu 8% im Eigentum von Privatwirtschaft | Alle im Schweizer Markt bekannten Finanzinstitute mit Kompetenzen im Stromsektor | | 4 |
| Politik | Regulatoren, Bund und Kantonspolitik mit Fokus Elektrizität | Präsidium von ElCom und Bundesamt für Energie BFE, Parlamentarier & Kantonsregierung, Swissgrid | 50% | 7 |
| Parteien (19) | SVP, SPS, FDP, CVP, GPS | Mindestens ein Politiker pro Partei vertreten | | |
| Konsumenten | Zugang zum freien Markt – 30 TWh | Vertreter von 13.8 TWh Konsum | 46% | 4 |
| Unabhängige Know-how Träger | unabhängig | grosses Expertenwissen | | 5 |

*Abbildung 1: Repräsentativität der Interviews*

### 4.2 Methodik: Erhebung der Daten – die Umfrage

Die Untersuchung folgte nach einem explorativen Vorgehen (5), um möglichst viel Offenheit zu gewährleisten. Die Befragten sollten nicht durch vorgegebene Hypothesen und Kategorien beeinflusst werden. Die Wahrscheinlichkeit ist gross, dass gerade Personen mit grosser Verantwortung vorgegebene Risiken eher nennen würden, selbst wenn diese für sie nicht prioritär wären. Das Expertenwissen der Teilnehmer war eine unabdingbare Voraussetzung für dieses Vorgehen, was der Interviewprozess auch bestätigte: Je mehr Erfahrung der Befragte mitbrachte, umso umfangreicher und differenzierter waren die Antworten.

Um ungefilterte Aussagen zu erhalten, war mit einer Ausnahme das persönliche Gespräch die Interviewform. Die Befragten kannten das Thema: Die Risiken der Schweizer Elektrizitätswirtschaft. Ein Gespräch dauerte rund eine halbe Stunde und wurde mit folgenden, offenen Fragen geführt:

- Welches sind die Risiken der Schweizer Elektrizitätswirtschaft?
- Welche Massnahmen werden ergriffen, um die Risiken zu verringern?

Alle Gesprächspartner erhielten eine Abschrift des Interviews, die allenfalls angepasst und genehmigt wurde. Es sollten keine Rückschlüsse auf persönliche Aussagen in der Studie möglich sein.

### 4.3 Methodik: Auswertung der Umfrageresultate

Die Auswertung der Resultate orientiert sich an der qualitativen Inhaltsanalyse (7), die qualitative mit quantitativen Ansätzen kombiniert: Der erste Schritt der Kategorienbildung und die Zuordnung zum Interviewtext sind qualitative Aspekte. Die Quantifizierung erfolgt durch die Erhebung der Kategorienhäufigkeiten. Die Messung der Daten durch Auszählen, wie auch die Zuordnung der Textteile, bergen Unschärfen und Interpretationsspielraum. Die Genehmigung der Abschrift der Interviews durch die Gesprächspartner hat dies stark reduziert.

Die Zuordnung der Interviewtextteile erfolgte nach Schlüsselworten. Die aus dem Untersuchungshintergrund abgeleiteten Hauptkategorien „Versorgungssicherheit“, „Liberalisierung und generelle ökonomische Ineffizienzen“, „Nachhaltigkeit und Umwelt“ sowie „direkte Demokratie und soziale Akzeptanz“ erwiesen sich als praktikabel. Nur insgesamt fünf der 80 angesprochenen Risiken konnten nicht eindeutig zugeordnet werden. Auch die Unterkategorien ergaben sich aus den Interviews relativ eindeutig. Schwierigkeiten bestanden bei der Zuordnung zur „direkten Demokratie und sozialen Akzeptanz“ sowie zur „Nachhaltigkeit und Umwelt“. Alle drei Kategorien beeinflussen direkt die Themenbereiche Versorgungssicherheit und ökonomische Ineffizienzen. Es wurde strikt nach Schlüsselworten ausgewertet und in der Diskussion auf das Thema näher eingegangen.

Die Quantifizierung der Resultate erfolgte über das Zählen der Nennungen, die den Klammerinhalten in Kapitel 5 entsprechen. Dadurch ergab sich auch die Gewichtung der Risiken: Je mehr und argumentativ stärker Experten ein Thema ansprachen, desto grösser ist die Risikowahrnehmung. Das Vorgehen wurde für die Haupt- und Unterkategorien angewendet. Veranschaulicht werden konnten nur diejenigen Risiken und Massnahmen zur Risikoverringerung, die von den Gesprächspartnern angesprochen wurden. Aus einer Nicht-Nennung eines Risikos kann ab-

geleitet werden, dass dies für den Befragten zum Zeitpunkt des Gesprächs nicht prioritär oder nicht existent war.

## 5. Resultate der Umfrage

Alle Interviewten (100%) nannten mindestens ein Risiko, das die zukünftige Versorgungssicherheit der Schweiz gefährdet. Je 79% der Befragten sahen Risiken in den Kategorien „Liberalisierung und ökonomische Effizienz“ sowie „direkte Demokratie und soziale Akzeptanz“. Am wenigsten Risiken werden mit 48% Häufigkeit im Bereich „Nachhaltigkeit und Umwelt“ wahrgenommen. (vgl. Abb. 2).

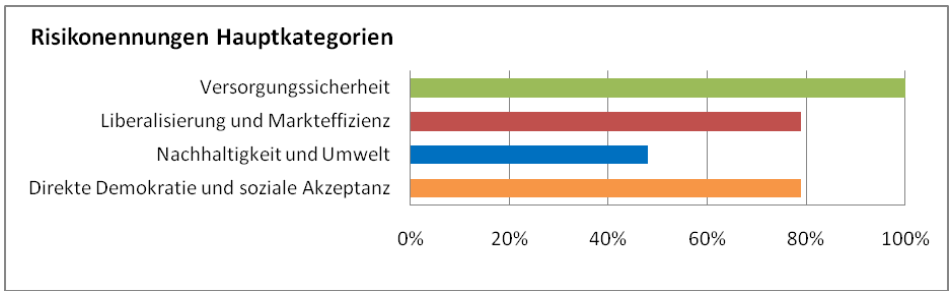



*Abbildung 2: Häufigkeit der Risikonennungen innerhalb der Hauptkategorien*

### 5.1 Versorgungssicherheit

Alle Befragten weisen auf Risiken der zukünftigen *Versorgungssicherheit* hin (100%): einerseits auf die Bereitstellung der Produktionskapazitäten (100%) und andererseits auf die kritische Situation der Übertragungsnetze (58%). (vgl. Abb. 3)

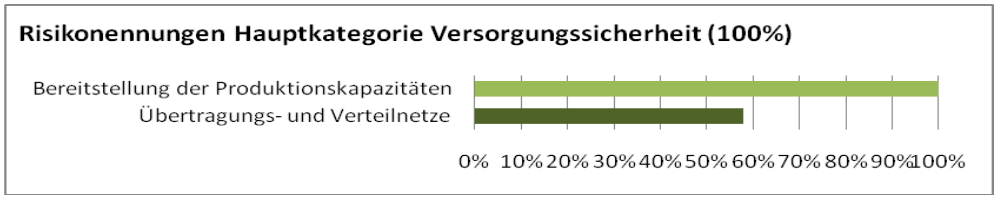



*Abbildung 3: Häufigkeit der der Risikonennungen innerhalb der Hauptkategorie Versorgungssicherheit*

Immer mehr Auflagen und restriktivere Bewilligungsverfahren verzögern den *Bau von Kapazitäten* (27%, vgl. Abb. 4). Schätzungen der Bundesbehörde zufolge dauert der Bau eines neuen Kernkraftwerks in der Schweiz heute rund 18 Jahre, fast doppelt so lange wie vor 30 Jahren - dies trotz technologischer Fortschritte. Mangelndes Bau-Know-how (6%) verstärkt den Effekt. Die Versorgung ist zudem durch die auslaufenden Verträge mit Frankreich gefährdet (18%).

Auf die Gefahren einer Importabhängigkeit weisen 33% der Befragten hin. Dies würde die Erpressbarkeit der Schweiz steigern. Die führende Rolle der Politik in der Sicherstellung der Versorgung wird als unbefriedigend wahrgenommen (25%) wie auch die Verhandlungsfähigkeit der Branche (18%).

Risiken durch Kraftwerksausfälle, Blackouts und Unfälle sowie generell technische Risiken nennen 27% der Befragten. Eine Unterschätzung des Nachfrageanstiegs durch die Elektrifizierung der Gesellschaft wird von

9% als Risiko empfunden. Einzelne sehen Risiken in der Finanzierbarkeit der neuen Kapazitäten und der Langfristigkeit der Investitionen.

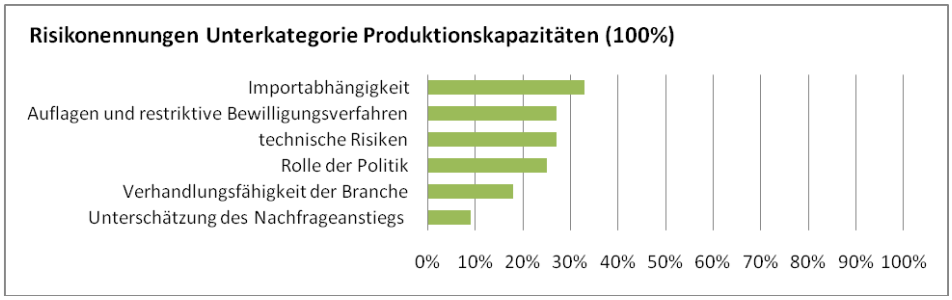



*Abbildung 4: Häufigkeit (grösser als 10%) der Risikonennungen innerhalb der Unterkategorie Produktionskapazitäten*

Gründe für eine unsichere zukünftige Versorgung liegen auch im *Übertragungs- und Verteilnetz* (58%, vgl. Abb. 5). Investitionen in Netzkapazitäten sind mit dem sehr tiefen Zinssatz der Netze wenig attraktiv (24%). Das generell hohe Alter der Netze (9%) verstärkt dies zusätzlich: Der aktuelle Wert des Netzes beträgt laut Schätzungen der ElCom CHF 1.6 Mrd., der Wiederbeschaffungswert jedoch CHF 5 Mrd.

Die Volatilität im Netz nimmt durch die Zunahme von erneuerbaren Energien zu (12%), was ein Risiko für die Netzstabilität ist. Da die Schweiz kein EU Mitglied und damit juristisch kein gleichberechtigtes Mitglied des europäischen Netzverbundes EntsoE ist, werde sie ihre Interessen ungenügend vertreten können (9%).

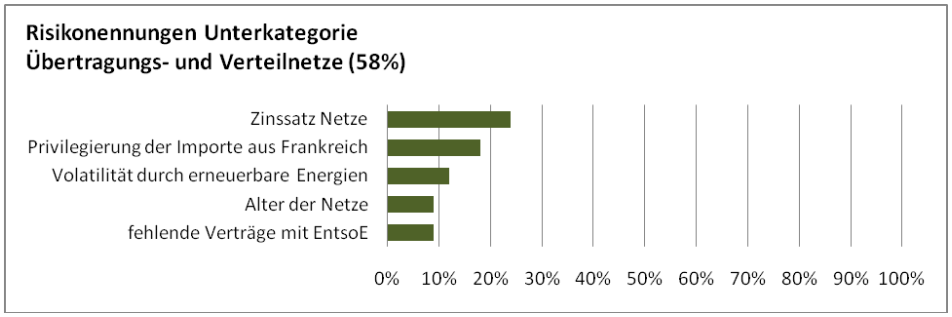



*Abbildung 5: Häufigkeit (grösser als 10%) der Risikonennungen innerhalb der Unterkategorie Übertragungs- und Verteilnetze*

### 5.2 Liberalisierung und ökonomische Ineffizienzen

In der Kategorie „Liberalisierung und ökonomische Ineffizienzen“ (79%) konnten die Unterkategorien „Regulierung“ (79%), „Struktur der Branche“ (70%) und generell „ökonomische Risiken“ gebildet werden (vgl. Abb. 6).

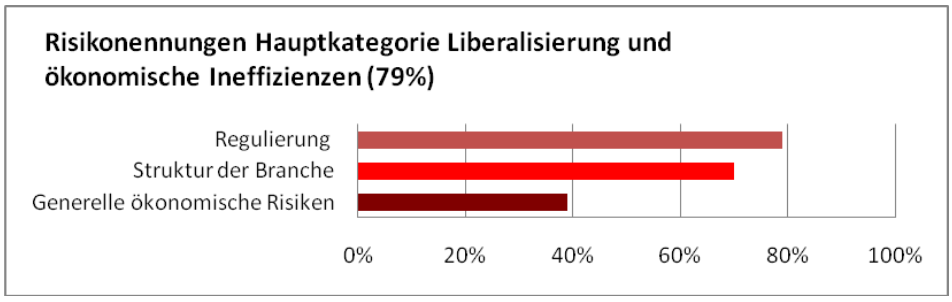



*Abbildung 6: Häufigkeit der Risikonennungen innerhalb der Hauptkategorie Liberalisierung und ökonomische Ineffizienzen*

Die neue *Regulierung zur Teilmarktöffnung* ist generell risikobehaftet (79%, vgl. Abb. 7). 52% der Befragten äussern sich kritisch und beschreiben eine Marktordnung mit schwachen Kompromissen, vielen Unklarheiten sowie fehlenden und zu restriktiven Vollzugsregelungen, die zu spät kommt. Das Wissen und die Kenntnis von Zusammenhängen bei den Verantwortlichen in der Politik fehlen in den Augen von 33% der Befragten. Die kurzfristigen Änderungen in der gesetzlichen Grundlage führten zu Unsicherheiten (66%). Ausnahme bilden die Konsumenten: Sie sind mit den Senkungen der Strompreiskomponenten zufrieden. Die Missbrauchsgesetzgebung der ElCom ist gemäss 18% der Befragten beeinträchtigend.

Die Eigentümer der Versorger – die Kantone und Gemeinden - verlieren Einnahmen (3%), da die fixierten Strompreise tiefer sind als der Marktpreis. Nicht ein Strommarktgesetz sondern ein Stromversorgungsgesetz sei geschaffen worden: Service public stehe im Vordergrund, nicht Wettbewerb (18%). Ein Risiko besteht, dass die Strommarktöffnung in der Schweiz nicht kommen werde, sagten 6%. Eine Gefahr für die heimischen Versorger ist für 12% der Befragten die grössere Erfahrung der umliegenden EU-Länder mit Wettbewerb. Dies könne die Marktmacht gefährden, öffne die Schweiz den Markt schliesslich doch und die Preise glichen sich an.

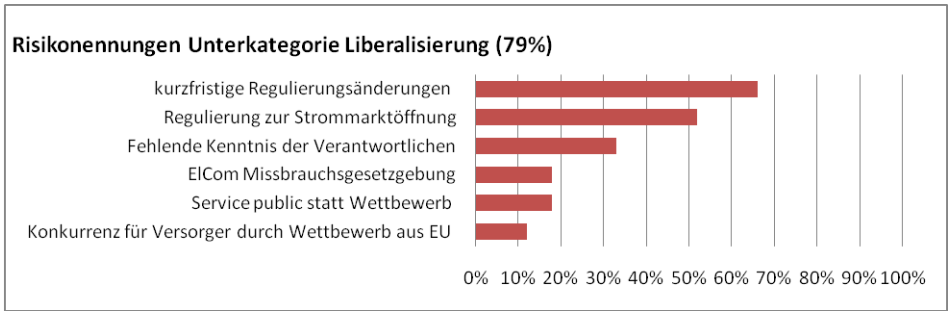



*Abbildung 7: Häufigkeit (grösser als 10%) der Risikonennungen innerhalb der Unterkategorie Liberalisierung*

Ineffizienzen, verursacht durch die *Struktur der Branche,* nannten 70% der Befragten als Risiko (vgl. Abb. 8). Die Branche sei mit ihren 840 Werken sehr zerstückelt (21%). Die Schweiz besitzt dieselbe Anzahl

Elektrizitätswerke wie das zehn Mal grössere Deutschland. Die Bereitschaft, sich zu bewegen und etwas zu ändern, fehle (21%): Die Interviewten nannten dazu Begriffe wie „es geht zu gut“, „in Watte gepackt“, „die Kassen sind zu voll“ und „Wohlfühleffekt“, was die Strukturen ineffizient belässt.

Ein weiteres Risiko wird in den Eigentümerstrukturen der Versorger (21%) durch unklare Eignerstrategien und eine mögliche Staatsgarantie bei Verlusten der Versorger wahrgenommen. Langsame Entscheidungsprozesse wirken verzögernd (6%). Die verglichen mit dem europäischen Umfeld kleinen Schweizer Versorger könnten Übernahmekandidaten werden (15%).

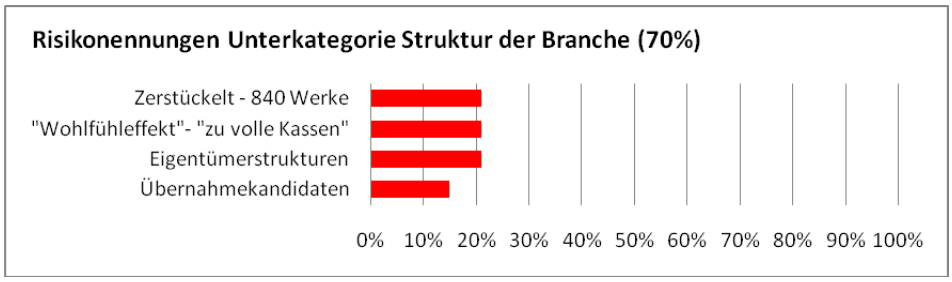



*Abbildung 8: Häufigkeit (grösser als 10%) der Risikonennungen innerhalb der Unterkategorie Struktur der Branche*

*Generell ökonomische Risiken* nannten 39% der Befragten (vgl. Abb. 9). Den möglichen Verlust der Schweiz als Stromdrehscheibe im europäischen Umfeld und die daraus resultierenden tieferen Einnahmen sehen 30% der Interviewten. Die im Jahr 2009 neu eingeführte kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) zur Förderung der neuen Erneuerbaren wird als nicht wirtschaftlich angesehen (21%). Auf Risiken aus dem derivaten Handel von Versorgern und auf finanzielle Verpflichtungen von Muttergesellschaften weisen 12% der Befragten hin. Einzelaussagen beleuchten Währungsrisiken und das Marktrisiko der in Aktien angelegten Gelder des Entsorgungs- und Stillegungsfonds für Nuklearkraftwerke.

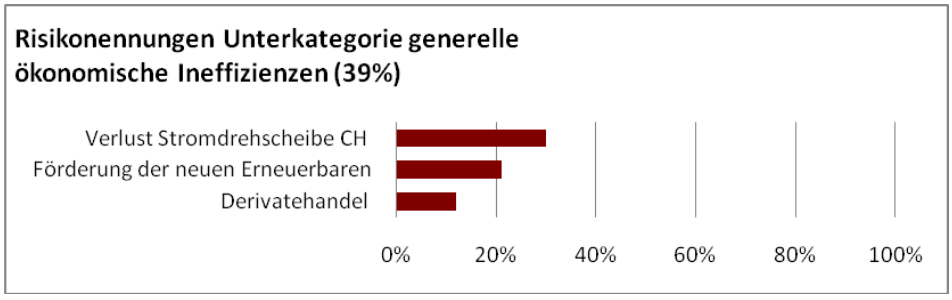



*Abbildung 9: Häufigkeit (grösser als 10%) der Risikonennungen innerhalb der Unterkategorie generelle ökonomische Ineffizienzen*

### 5.3 Nachhaltigkeit

Risiken im Bereich der Nachhaltigkeit und Umwelt nennen 48% der Befragten (vgl. Abb. 10). Ein Risiko für die Schweizer Elektrizitätswirtschaft (42%) wird im Trend Nachhaltigkeit und einer Ideologisierung und sachfremden Politik wahrgenommen. Auch wird ein fehlendes physikalisches Verständnis des Stroms bemängelt, was zu Fehleinschätzungen führe. Die kostendeckende Einspeisevergütung kanalisiere Investitionen unbefriedigend (18%).

Die nicht gelöste Entsorgungsthematik von Nuklearabfall sprechen 9% der Interviewten an. Immer mehr Regulierungen wie beispielsweise die Auflagen der Wasserkraftwerke, Renaturierungen, Wasserzinsen u.a. (21%) und die Einschränkungen im Bau fossiler Kraftwerke durch die geltende $CO_2$-Kompensationsregelung der Schweiz (3%) sind weitere Risiken für die Elektrizitätswirtschaft.

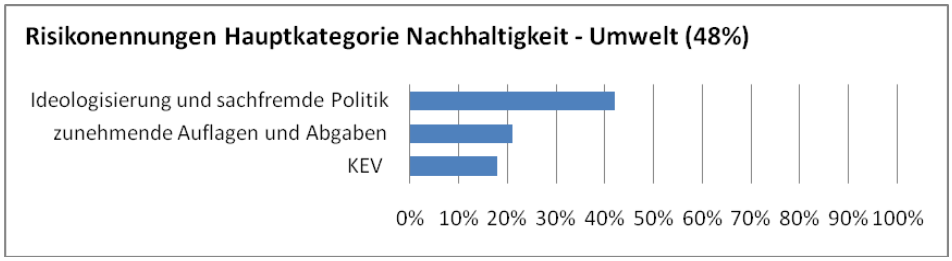



*Abbildung 10: Häufigkeit (grösser als 10%) der Risikonennungen innerhalb der Hauptkategorie Nachhaltigkeit und Umwelt*

### 5.4 Direkte Demokratie und soziale Akzeptanz

Der Schweizer Bürger verfügt in der direkten Demokratie über weitgehende Mitbestimmungsrechte. Der sozialen Akzeptanz kommt daher eine wichtige Bedeutung zu. Hohe 79% der Befragten sehen eine mangelnde Akzeptanz des Themas Elektrizität in der Gesellschaft (vgl. Abb. 11).

Das *fakultative Referendum* gefährde den Bau der neuen Kernkraftwerke (30%). Die Positionierung der Branche und die Öffentlichkeitsarbeit werden bemängelt (33%): Das Vorgehen, drei separate Kernkraftwerkprojekte zu präsentieren - trotz des Wissens, dass nur zwei Projekte bewilligt werden – wird beispielsweise als ungeschickt bezeichnet. Nur 9% sehen ein Risiko, dass durch nukleare Unfälle die geplanten Anlagen nicht gebaut werden. Das fakultative Referendum für die Einführung der zweiten Hälfte der Liberalisierung bedeutet für 9% der Befragten ein Risiko.

Regional zu erteilende Baubewilligungen für Übertragungsleitungen können vom Volk über Einsprachen lange hinausgezögert oder gar verhindert werden (39%). Eine NIMBY „Not-In-My-Backyard“-Haltung ist in der Schweizer Bevölkerung auszumachen (15%): Man möchte alle Sicherheiten und Vorteile, ist jedoch nicht bereit, Einschränkungen dafür in Kauf zu nehmen. Risikobehaftet sehen die Befragten die emotionale Kommunikation von Unfällen, insbesondere von nuklearen Zwischenfällen (9%). Blackouts werden als geringes Risiko (6%) wahrgenommen.

Stromthemen seien unbeliebte Themen, sagen 30%, was auf ein Reputationsproblem der Branche zurückgeführt wird. Noch immer scheint das Image der „Strombarone“ vorzuherrschen, was mit Arroganz und Bereicherung zu Lasten des Volkes assoziiert wird. Auch der Umgang innerhalb der Elektrizitätsbranche sei risikobehaftet (52%): Partikularinteressen stehen oft im Vordergrund. Eine Einstellung in der Bevölkerung von: „wir in der Schweiz können uns alles leisten“ wird als Gefahr für die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung gesehen (6%).

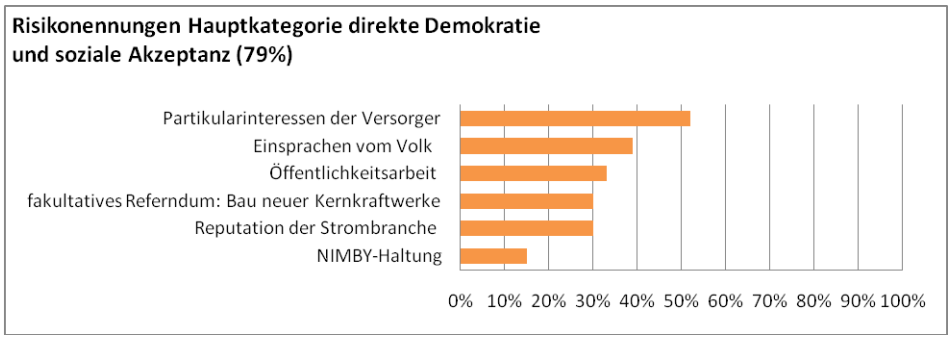



*Abbildung 11: Häufigkeit (grösser als 10%) der Risikonennungen innerhalb der Hauptkategorie direkte Demokratie und soziale Akzeptanz*

### 5.5 Massnahmen zur Reduktion der Risiken

Bei fast allen Befragten war nach der Frage „Was wird getan, um diese Risiken zu verringern?“ eine längere Pause beobachtbar. Oft wurde anschliessend laut gedacht und nach Massnahmen gesucht oder Risiken wurden wiederholt. Einige nannten Wünsche und brachten Vorschläge, was zu tun wäre. Hier zeigte sich ein weiterer Vorteil der gewählten Interviewtechnik. Die spontanen Reaktionen der Befragten konnten mitausgewertet werden.

52% der Befragten sind der Meinung, dass nicht viel oder gar nichts getan werde, um die Risiken zu reduzieren. Nur 6% der Befragten erwähnten ein funktionierendes Risikomanagement. Die Interviewten nahmen insgesamt 80 verschiedene Risiken wahr und sahen 20 risikomindernde Massnahmen (vgl. Abb. 12).

42% der Befragten erkannten risikomindernde Massnahmen in der *Versorgungssicherheit*: Die Branche trage durch geografische und technologische Diversifikation und ihre Investitionsbereitschaft bei (36%). Auch die Förderung der neuen Erneuerbaren wird als Diversifikationsmassnahme gesehen (6%). Die Vier-Säulen-Strategie (17) des Bundesrates und dessen Energie-Aussenhandelspolitik (18%) sowie die Effizienzmassnahmen der Kantone reduzieren gemäss 18% das Risiko einer unsicheren Versorgung. Die Versorgungspflicht (3%) und die Aktienmehrheit des Staates (6%) werden als solche betrachtet, technologische Entwicklungen jedoch nur von einem Befragten. Blackouts würden die Bereitschaft zur Stärkung des Elektrizitätssystems erhöhen (3%) und ein Konsument erwähnte den Bau von Notstromanlagen zur Überbrückung von Blackouts.

Im Bereich *Liberalisierung und generelle ökonomische Ineffizienzen* ist die Klärung der Rahmenbedingungen durch die ElCom für 9% der Befragten risikomindernd wie auch die weitere Arbeit an den Rahmenbedingungen des Marktes (6%). Der zunehmende Druck der EU und die globale Debatte im Ausland werden als unterstützend betrachtet (je 3%). Die Trennung von Produktion und Netzen schaffe Transparenz und sei effizienzfördernd (3%). Für die Konsumenten war das im Dezember 2008 sehr erfolgreiche Industrie-Lobbying risikomindernd (12%). Handelsrisiken werden für 3% durch Beschränkungen der Kapitalverflechtungen reduziert.

Massnahmen der Risikoreduktion zum Thema *Nachhaltigkeit und Umwelt* wurden keine genannt. Im Bereich *der direkten Demokratie und sozialen Akzeptanz* erkennen 36% der Befragten Massnahmen zur Aufklärung der Bevölkerung mit Kommunikationskampagnen. Der demokratische Pro-

zess allgemein (18%) und die Kommunikation der Kantone mit dem Bund und den Geschäftsleitungen der Versorger (6%) tragen dazu bei.

Das Verhalten der Experten im Interview und auch ihre Aussagen lassen auf eine Lähmung im Umgang mit den Risiken schliessen, was Entwicklung und innovative Ansätze hemmt. Einige Gesprächspartner drückten dies auch direkt aus und sprachen von einem gedämpften, nebulösen Bild mit Lustlosigkeit und einem spiralförmigen Prozess, von dem man nicht wisse, wie man ihn beenden könne. Das Wort „Unsicherheit" konnte in allen Abschriften der Interviews insgesamt 24 Mal gezählt werden.

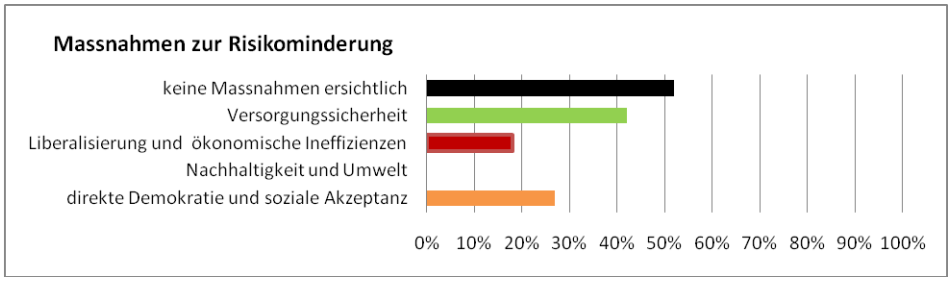



*Abbildung 12: Häufigkeit (grösser als 10%) der Nennungen von Massnahmen zur Risikominderung innerhalb der Hauptkategorien*

## 6. Diskussion der Ergebnisse

Den vielen Risiken stehen wenige risikomindernde Massnahmen gegenüber. 52% der Befragten erkennen keine oder zu wenig risikoreduzierende Aktivitäten, das Risikomanagement in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft ist ungenügend.

Beobachtungen energiepolitischer Entscheidungen anderer Staaten zeigen, dass eine sichere Versorgung des Landes prioritär zu Themen wie ökonomische Effizienz, Nachhaltigkeit und gesellschaftliche Akzeptanz debattiert wird (1).

Das Modell von Frei (2004) ist eine Analogie zur Bedürfnispyramide von Maslow (6), die zwar in der Organisationslehre kaum mehr akzeptiert wird (11). Sie liefert aber einen einfachen Bezugsrahmen zur Diskussion der Risiken und des Risikomanagements in der Elektrizitätswirtschaft. Die Maslow-Pyramide legt nahe, dass höher geordnete Bedürfnisse erst Beachtung finden, wenn untergeordnete befriedigt sind. Die Beobachtungen von Frei (2004) resultieren in der Hypothese, dass Versorgungssicherheit entscheidend ist.

*Abbildung 13: Energiepolitische Entscheidungspyramide*

Man würde in einem weit entwickelten Land wie der Schweiz erwarten, dass die untergeordneten Bedürfnisse in der Energiepolitik gedeckt sind und Diskussionen mehrheitlich auf den oberen Stufen der Pyramide statt-

finden. Überraschend zeigt die Umfrage jedoch, dass alle Schweizer Experten ein Risiko in der zukünftigen Versorgungssicherheit sehen - auf der zweiten Stufe der Pyramide - dies obwohl die technischen Voraussetzungen dafür längst gegeben sind.

Die Interviewten sehen die Versorgung durch den direkt-demokratischen Prozess, die soziale Akzeptanz und Diskussionen um Nachhaltigkeit gefährdet - durch Debatten über weniger wichtige Bedürfnisse auf den oberen Stufen der Maslow-Pyramide. Nur geringe 9% der Befragten nannten beispielsweise das Risiko, dass durch Vorfälle in Nuklearkraftwerken die neuen Kraftwerke nicht gebaut würden. Jedoch sehen 30% ein hohes Risiko in einer Volksabstimmung. Das Vertrauen der Experten in die Technologie scheint wesentlich höher zu sein als in die Wähler.

Folgende Aussage verdeutlicht dies zusätzlich: „...durch die Diskussionen werden die Bewilligungen so lange verzögert, dass zwischen dem technisch notwendigen Abschalten alter Kraftwerke sowie dem Bau und der Inbetriebnahme der Ersatzkraftwerke eine langjährige Lücke entsteht, während der die Versorgung in Frage gestellt ist...“. Eigentlich müsste jeder mündige Bürger einer solchen Argumentation folgen können.

Folgende Erklärungen bieten sich an:

- Eine unmittelbare Erfahrung im Umgang mit Kraftwerk-Neubauten bringen weder Bürger noch amtierende Manager und Politiker mit. Die Langfristigkeit sowohl des Baus wie auch des Betriebs von Kraftwerken (und auch Netzen) übersteigt gewöhnliche Entscheidungserfahrungen. Die Laufzeit ist wesentlich länger als die Amtszeit eines Politikers oder Managers. Das letzte Nuklearkraftwerk wurde in der Schweiz vor rund 25 Jahren gebaut und die Gesetze haben sich seither geändert.
- Viele Bürger glauben den Experten und Stromkonzernen nicht. Emotionale Grundhaltungen erzeugen Vorstellungen, dass mit Sparen oder erneuerbaren Energien die Versorgungssicherheit zu gewährleisten sei.
- Politiker und Stromkonzerne sind nicht überzeugt, dass die Stimmbürger ihnen glauben werden. Das Vertrauen in den politischen Prozess scheint zu fehlen. In der Umfrage äusserte sich ein Drittel der befragten Politiker positiv über den Verlauf des politischen Prozesses, während die Versorger vor allem diesen kritisieren und als Risiko wahrnehmen.
- Die Bereitschaft für radikale Änderungen ist bei den Betroffenen - den Versorgern und Grosskonsumenten - nicht vorhanden. Sie halten am Bau von Grossanlagen fest. Alternative Lösungen wurden in den Gesprächen selten genannt. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass die Schweiz als Stromdurchgangsland geringe Versorgungsprobleme haben wird. Sie sieht jedoch ohne günstige eigene Produktion sehr wohl einer sehr teuren Versorgung entgegen.

Auffallend hoch sind für die Befragten die Risiken aus der Einführung der neuen Marktordnung. Die Schweizer Regierung gab in der Zwischenzeit auch eine Überarbeitung der Regulierungen bekannt.

In der Schweiz ist das Verständnis für die zukünftige Versorgungsproblematik ungenügend. Expertenwissen ist primär in der Strombranche vorhanden. Die Umfrage zeigt, dass nach der Planung von Produktionskapazitäten Massnahmen zur Aufklärung und Wissensvermittlung in der Politik und bei den Wählern eine prioritäre Aufgabe wird.

## Zusammenfassung

Eine repräsentative Umfrage bei Entscheidungsträgern im Umfeld der Schweizer Elektrizitätswirtschaft vom Sommer 2009 zeigt, dass die Schweiz zukünftig eine unsichere Stromversorgung in Kauf nehmen muss, wenn Risiken nicht erfolgreich gemanagt werden. Dieselben Experten halten das heutige Risikomanagement für mangelhaft. In der Diskussion wird klar, dass Aufklärung und Kommunikation unabdingbar sind. In der Schweiz scheint ein klares gemeinsames Verständnis zum Thema Versorgungssicherheit zu fehlen. Dies führt zu Scheindiskussionen über Technologien und zu Fehleinschätzungen beim Bürger und Politiker.

## Summary

A representative survey among experts and decision-makers in the Swiss electricity sector in summer 2009 shows that Switzerland will face insecurity in energy supply if risks are not managed successfully. The same experts identify an insufficient Risk management. The discussion shows that communication and education are necessary to solve the dilemma. Switzerland seems to lack a clear and common understanding of the security energy supply topic. This leads to pseudo-discussions about technologies and to misjudgments of citizens and politicians.

## Anmerkungen

1) Frei, Christoph W: The Kyoto Protocol – a victim of supply security? Or: if Maslow were in energy politics. In: Energy Policy, 2004, Nr. 32, S. 1253-1256.
2) Schweizerische Bundesverfassung Art.89 Abs.1., Energiegesetz Art.4 Abs.2., Energiegesetz Art.6a Abs.1.
3) Fakultatives Referendum: Es kommt zu einer Volksabstimmung, falls dies 50 000 BürgerInnen verlangen. Die Unterschriften müssen innert 100 Tagen nach der Publikation des Erlasses vorliegen. www.bk.admin.ch/Dokumentation -> Der Bund kurz erklärt -> das spezielle politische System oder die direkte Demokratie, 2009.
4) Jegen, Maya und Wüstenhagen, Rolf: Modernise it, sustainabilise it! Swiss energy policy on the eve of electricity market liberalisation. In: Energy Policy, 2001, Nr 29, S. 45-54.
5) Lamnek, S: Qualitative Sozialforschung, 2005.
6) Maslow, Abraham: A theory of human motivation. In: Psychological Review, 1943, Nr. 50, S. 370-396.
7) Mayring, P.: Neuere Entwicklungen in der qualitativen Forschung und der Qualitativen Inhaltsanalyse, 2005.
8) Ochoa, Patricia: Policy changes in the Swiss electricity market: Analysis of likely market response. In: Socio-Economic Planning Sciences, 2007, Nr. 41, S. 336-349.
9) Ochoa, Patricia and van Ackere, Ann: Policy changes and the dynamics of capacity expansion in the Swiss electricity market. In. Energy Policy, 2009, Nr. 37, S. 1983-1998.
10) Roth, Stefan et al.: Sustainability of electricity supply technology portfolio. In: Annuals of Nuclear Energy, 2009, Nr 36, S. 409-416.
11) Wahba, A., Bridgwell, L: Maslow verunsichert, Organisational Behaviour and Human Performance, 1976, 5, S. 212-240.
12) Wohlfahrtstätter, Claudia und Boutellier, Roman: Die Strommarktliberalisierung kommt und keiner geht hin. In: io new management, 2009, Nr. 1-2, S. 39-43.
13) www.bfe.admin.ch/Themen/Stromversorgung -> Stromversorgungsgesetz (Strom VG).
14) www.elcom.ch/Neues -> Die ElCom senkt die Tarife 2009 des Stromübertragungsnetzes um rund 40 Prozent und mildert damit die Strompreiserhöhungen deutlich (09.03.2009).
15) www.drs3.ch/nachrichten/Schweiz -> Stromlücke weniger akut als angedroht (6.10.2009).
16) www.bfe.admin.ch/Themen/Energierecht und Wasserrecht -> Kernenergiegesetz und Kernenergieverordnungen.
17) www.news.admin.ch/messages ->Bundesrat beschliesst neue Energiepolitik.
18) Befragte Experten: Hans-Peter Aebi (Partner Waega-Group); Regierungsrat Peter C. Beyeler (FDP, Verwaltungsrat Axpo); Kurt Bobst (CEO Rätia Energie); Reto Brunett (CEO AET Tessin); Sven Bucher (ZKB Zürcher Kantonalbank); Dominique Candrian (EIC Partners AG); Josef Dürr (Direktor VSE Verband Schweizer Elektrizitätsunternehmen); Regierungsrätin Barbara Egger (SPS, Verwaltungsrat BKW); Regierungsrat Stefan Engler (CVP, Präsident der Konferenz der kantonalen Energiedirektoren EnDK); Andreas Escher (Bank Vontobel AG); Ständerat Pankratz Freitag (FDP, Verwaltungsrat Axpo, Verwaltungsratspräsident NAGRA, myclimate Stiftung); Max Fritz

(Direktor IGEB Interessengemeinschaft energieintensiver Industrien); Pierre-Alain Graf (CEO Swissgrid); Clemens Hasler (CEO SN Energie); Emanuel Höhener (Verwaltungsrat in div. Unternehmungen der Energiebranche); Antoinette Hunziker (Vize-Präsidentin Verwaltungsrat BKW); Regierungsrat Markus Kägi (SVP, Verwaltungsrat Axpo); Eduard Kiener (ehemaliger Direktor Bundesamt für Energie BFE (1977-2001); Michael Kohn („Atompapst"); Hans Kuntzemüller (Präsident Verwaltungsrat Energiedienst); Erhard Lee (AMG Analysen & Anlagen AG); Robert Lombardini (Präsident Verwaltungsrat der Axpo); Giovanni Leonardi (CEO Alpiq Holding AG); Jörg Michel (Mitglied der Geschäftsleitung Papierfabrik Perlen); Walter Müller (Geschäftsleiter GGS Gemeinschaft der Gruppe grosser Stromkunden); Jacques Piasko (ehemaliger Chef Börsenrat EEX und Handelschef EGL AG, Berater); Jean-Yves Pidoux (GPS, Stadtrat Lausanne, Verwaltungsrat Alpiq, Verwaltungsrat Romande Energie, Verwaltungsrat RhonEole, Verwaltungsrat Gaznat); Pascal Previdoli (Vizedirektor Bundesamt für Energie BFE); Carlo Schmid (ElCom Präsident); Ständerat Rolf Schweiger (FDP, UREK Vizepräsident); Walter Steinmann (Direktor Bundesamt für Energie BFE).

19) SVP - Schweizerische Volkspartei, Wähleranteil: 31%, SPS - Soziale Partei Schweiz, Wähleranteil: 21.5%, CVP - Christliche Volkspartei Wähleranteil: 15.5%, FDP - Freisinnig-demokratische Partei: Wähleranteil: 15.5%, GPS - Grüne Partei, Wähleranteil: 10%.
In: www.parlament.ch/Dokumentation -> Statistiken -> Nationalrat -> Parteipolitische Zusammensetzung nach den Wahlen. 2009.

20) www.admin.bfe.ch--> Themen→Energiestatistiken → Elektrizitätsstatistik → Schweizer Elektrizitätsstatistik 2008.

# Der Einfluss der Liberalisierung auf Innovationen

Eine Fallstudie der Schweizer Elektrizitätswirtschaft

lic. oec. publ. Claudia Wohlfahrtstätter

ETH Zürich, Department of Management, Technology, and Economics / Chair of Technology and Innovation Management

Scheuchzerstrasse 7, CH-8092 Zürich

Tel. +41 79 324 10 24

E-Mail: cwohlfahrtstaetter@ethz.ch

Doktorandin

Prof. Dr. sc. math. Roman Boutellier

ETH Zürich, Department of Management, Technology, and Economics / Chair of Technology and Innovation Management

Rämistrasse 101, CH-8092 Zürich

Tel.: +41 44 632 05 91, Fax. +41 44 632 11 60

E-Mail: rboutellier@ethz.ch

Vizepräsident Personal und Ressourcen der ETH Zürich

Der Einfluss der Liberalisierung auf Innovationen

Eine Fallstudie der Schweizer Elektrizitätswirtschaft

# Inhaltsverzeichnis


**VORWORT** **2**

**1 EINFÜHRUNG** **3**

**2 LIBERALISIERUNG IN DER SCHWEIZ** **3**

2.1 TEILLIBERALISIERUNG BEREITS VOR 2009 3

2.2 ELEKTRIZITÄTSMARKTORDNUNG 2009: REGULIERUNG OHNE WEITERE MARKTÖFFNUNG 4

2.3 GRAD DER SCHWEIZER LIBERALISIERUNG 5

**3 LITERATURÜBERSICHT: BEOBACHTUNGEN AUS ANDEREN LÄNDERN** **5**

**4 DATENBASIS FALLSTUDIE SCHWEIZ** **7**

**5 DER EINFLUSS DER LIBERALISIERUNG AUF INNOVATION** **7**

5.1 GENERELL TIEFE INNOVATIONSTÄTIGKEIT DER BRANCHE 7

5.2 DIE AUSWIRKUNGEN VON WETTBEWERB AUF ORGANISATORISCHE INNOVATIONEN 8

5.3 DIE AUSWIRKUNGEN VON WETTBEWERB AUF F&E-AUSGABEN 8

5.4 EFFEKT DER REGULIERUNGEN AUF INNOVATIONEN 9

5.5 DIE AUSWIRKUNG EINER VERZÖGERT EINGEFÜHRTEN ANREIZREGULIERUNG 9

5.6 EFFEKT DER F&E-AUFWENDUNGEN DER REGIERUNG 9

5.7 DIE AUSWIRKUNG DER MITSPRACHE DER STIMMBÜRGER 10

**6 DISKUSSION DER RESULTATE** **11**

**ZUSAMMENFASSUNG** **13**

**ANMERKUNGEN** **14**

## Vorwort

Das primäre Ziel der Reformen der Elektrizitätsmärkte war die Effizienz zu steigern. Der Internationalen Energie Agentur (8) und dem amerikanischen Repräsentantenhaus (27) folgend erhoffte man sich aus dem Anreiz der Gewinnmaximierung in einem freien Markt auch mehr Innovation. Erste Beobachtungen zeigen, dass Marktöffnung generell die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung reduziert. Die vorliegende Fallstudie untersucht die Auswirkungen der Liberalisierung auf Innovationen in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft und kann die Erfahrungen anderer Länder nur bedingt bestätigen.

# 1 Einführung

In Europa begann die Liberalisierung 1990 in Norwegen und England. Davor herrschten während fast 100 Jahren die Paradigmen staatliches Eigentum und Zentralisierung. Neu wurde ein Elektrizitätsmarkt mit dezentralen Strukturen, Wettbewerb und Unternehmungen in mehrheitlich privatem Eigentum favorisiert. Die natürliche Monopolkomponente Netz sollte reguliert und der Markt durch einen unabhängigen Regulator überwacht werden (21, vgl. Abb. 1)).

Als zentral für einen funktionierenden, freien Elektrizitätsmarkt gelten Regulierungen, die den Wettbewerb im Grosshandel und Vertrieb gewährleisten, einen diskriminierungsfreien Zugang zu Übertragungs- und Verteilnetzen sowie Optimierungsanreize im Netz sicherstellen (9, vgl. Abb. 1). Die EU Elektrizitätsmarkt-Direktive verlangte die volle Liberalisierung ihrer Mitgliedsländer bis 2003. Bis auf Norwegen und England ist heute jedoch jedes europäische Land in einem oder mehreren Teilbereichen noch unvollständig liberalisiert.

Ziel der vorliegenden Studie ist einerseits, den Grad der Liberalisierung in der Schweiz zu analysieren (Kapitel 2). Speziell betrachtet werden die zentralen Komponenten einer Marktöffnung: Wettbewerb, Netzzugang für Dritte und Anreizregulierung. Andererseits ermittelt die Studie die Effekte der Liberalisierung auf die Innovationstätigkeit der Schweizer Elektrizitätswirtschaft und vergleicht diese mit Beobachtungen aus anderen Ländern (Kapitel 4).

| **Schritte einer Liberalisierung in Elektrizitätsmärkten** |
|---|
| **Restrukturierung:**<br>Unbundling von Produktion, Übertragung, Verteilung und Vertriebsaktivitäten |
| **Wettbewerb:**<br>*Wettbewerb im Grosshandel<br>*Wettbewerb im Vertrieb<br><br>Zugang neuer Marktteilnehmer: Produktion und Vertrieb |
| **Regulierungen:**<br>Einen unabhängigen Regulator etablieren<br>*Sicherstellen des Netzzugangs für Dritte<br>*Anreizregulierung für Übertragungs- und Vertriebsnetzwerk |
| **Privatisierung:**<br>Neue, private Eigentümer zulassen<br>Privatisierung der existierenden, im öffentlichen Eigentum befindlichen Unternehmungen |

*Abbildung 1: Liberalisierungsschritte im Elektrizitätsmarkt OECD (21) und zentrale Elemente (*) einer Strommarktliberalisierung (9).*

# 2 Liberalisierung in der Schweiz

## 2.1 Teilliberalisierung bereits vor 2009

Die Schweiz ist nicht Mitglied der Europäischen Union. Sie ist jedoch gerade im Strommarkt durch ihre Lage und Historie mit den umliegenden EU-Ländern stark verbunden und kann sich nicht vollständig unabhängig verhalten. Nicht zuletzt bezieht die Schweiz einen Teil ihrer Versorgung aus Frankreich. Ziel der Regierung war daher, den Strommarkt im Gleichschritt mit Europa bereits per 2003 zu liberalisieren. Das Volk lehnte diesen Schritt jedoch in einer Abstimmung ab.

Einige Eigenheiten führten in drei Bereichen zu einer frühen Liberalisierung auch ohne gesetzlich geregelte Marktordnung (vgl. Tabelle 1):

- Die Schweizer Verbundunternehmen sind bereits seit rund 50 Jahren als *Grosshändler* aktiv: Der erstmalige Zusammenschluss der Hochspannungsnetze von Frankreich, Deutschland und der Schweiz im Jahre 1967 in Laufenburg, die geografische Lage der Schweiz und ihr politisch unabhängiger Status förderten dies geradezu. Vor der Einführung der deutschen Strombörsen im Jahre 2001, entwickelte sich Laufenburg als zentraler Handelsort europäischer Stromproduzenten. Die Schweiz ist bis heute ein Stromdurchgangsland. Ihre zentrale Bedeutung als Handelsmittelpunkt hat sie seit der fortgeschrittenen Liberalisierung in Europa und der Ostöffnung jedoch eingebüsst.
- Die Betriebsübernahme des Hochspannungsnetzes durch die Swissgrid garantiert seit 2007 *den diskriminierungsfreien Netzzugang* durch Dritte. Nun war dieser Aspekt de facto durch einen Bundesgerichtsentscheid 2003 bereits erfolgt. Der Detailhändler Migros gewann mit einer Klage bei der Schweizer Wettbewerbs-Kommission (32) das Recht, von einem Anbieter ausserhalb des Monopolgebietes mit Strom beliefert zu werden.
- Die Schweizer Elektrizitätswirtschaft ist schon seit Anfang ihres Bestehens *teilprivatisiert*. Lange Zeit hielten die Schweizer Grossbanken grössere Anteile an den Versorgern. Als Letzte verkaufte die Credit Suisse AG ihr Engagement in der damaligen Watt Holding AG 2003 der staatlichen Axpo. Im Durchschnitt gehören heute die rund 840 Werke zu 80% der öffentlichen Hand und sind zu 20% in privatem Besitz. Privatisierung ist und war in der Schweiz Sache der Eigentümer, das heisst der Kantone und Gemeinden. Die neue Regulierung änderte daran nichts.

### 2.2 Elektrizitätsmarktordnung 2009: Regulierung ohne weitere Marktöffnung

Die Schweiz hat nun seit *Anfang 2009 einen regulierten, teilliberalisierten* Elektrizitätsmarkt (29) : Konsumenten mit einem Verbrauch von mehr als 100 Megawattstunden (MWh) pro Jahr sind frei, ihren Anbieter zu wählen. Sie repräsentieren rund die Hälfte des Gesamtmarktes der Schweiz. Zur Überwachung der gesetzlichen Grundlagen hat der Bund die ElCom als staatliche Regulierungsbehörde mit umfassenden Kompetenzen ins Leben gerufen. Die freie Wahl des Stromanbieters wird für die zweite Hälfte der Verbraucher frühestens 2013 umgesetzt und untersteht dem fakultativen Referendum (33). Was hat sich nun seit 2009 im Schweizer Strommarkt wirklich geändert (vgl. Tabelle 1)?

- Das geforderte *Unbundling der Netze* von Produktion und Vertrieb ist auf den ersten Blick umgesetzt. Dies täuscht jedoch: Die nationale Netzgesellschaft Swissgrid gehört den Versorgern - gemäss ihren Anteilen am Hochspannungsnetz. Sie führen die Gesellschaft gemeinsam mit einigen Unabhängigen. Das Expertenwissen liegt jedoch bei den Besitzern der Netze, deren Einfluss daher ausschlaggebend ist. Die Unabhängigkeit der Netzgesellschaft ist damit nicht gegeben. Das Eigentum soll 2012 an die nationale Netzgesellschaft übertragen werden. Wie die Struktur der Swissgrid danach aussehen wird und wie die Bedingungen der Eigentumsübertragung sein werden ist im Schweizer Parlament noch in Diskussion.
- Der Bund liberalisierte nicht, sondern regulierte die *Strompreiskomponente Energie*: Die neue Marktordnung wurde im März des Jahres 2008 vom Parlament in Kraft gesetzt. Im Dezember desselben Jahres änderte der Bundesrat dieselbe Marktordung kurzfristig: der Strompreis wurde für alle Grossverbraucher, die bei ihrem bisherigen Versorger bleiben, mit Art. 4 Abs. 2 des Energiegesetzes (EnG) auf Gestehungskostenniveau fixiert. Der Bundesrat hat die freie Preisbildung und den Wettbewerb im Vertrieb unterbunden.
- Der Eintritt neuer Marktteilnehmer wurde damit vorläufig ebenfalls abgewehrt: die Unternehmungen müssten mit den tiefen Gestehungskosten der

abgeschriebenen Wasser- und Kernkraftwerke der Schweizer Versorger konkurrieren, was für jeden Neueintretenden im momentanen Preisgefüge Europas ruinös wäre.

- Eine Anreizregulierung zur Optimierung der Hochspannungs- und Übertragungsnetze ist in Bearbeitung. Ziele einer Anreizregulierung sind tiefe Verteilgebühren, eine hohe Qualität der Leistungen und die Bereitschaft für Investitionen zu stärken. Im Zuge der Regulierung wurde in der Schweiz aber der Kapitalkostensatz des Netzes vom Staat auf durchschnittlich 4.2% festgesetzt: Dies ist verglichen mit einem industriellen Durchschnittssatz von 7% bis 9% sehr tief und hat nichts mit einer Anreizregulierung zu tun.

### 2.3 Grad der Schweizer Liberalisierung

Der Januar 2009 markierte keineswegs den Anfang einer neuen Ära im Schweizer Strommarkt. Es kann eher von einer Scheinliberalisierung gesprochen werden, unter deren Deckmantel der Markt stärker reguliert wurde als bisher. Die Schweiz war in zwei von vier zentralen Elementen bereits vor dem Inkrafttreten der neuen Marktordnung von 2009 teilliberalisiert: im Grosshandel und im freien Netzzugang Dritter. In den zwei noch fehlenden, zentralen Punkten tat sie jedoch einen Schritt in die entgegengesetzte Richtung: Sie regulierte den Preis stärker als vor der neuen Marktordnung und belohnt diejenigen, die den freien Markt meiden. Der Anreiz, in Netze zu investieren wurde durch den tiefen Zinssatz fürs erste genommen statt gestärkt. Die Schweizer Regierung hat im November 2009 eine Revision der aktuellen Gesetzgebung bekannt gegeben.

| Schritte einer Liberalisierung | Umsetzung in der Schweiz |
|---|---|
| **Restrukturierung:** | |
| Unbundling von Produktion, Übertragung, Verteilung und Vertriebsaktivitäten | Nicht umgesetzt, in Diskussion für Hochspannungsnetze für 2012 |
| **Wettbewerb:** | |
| *Wettbewerb im Grosshandel<br>*Wettbewerb im Vertrieb | Im Grosshandel seit 1967 möglich<br>im Vertrieb seit 2009 für rund 50% des Marktes möglich, Strompreis jedoch vollständig reguliert |
| Zugang neuer Marktteilnehmer: Produktion und Vertrieb | Möglich, aber nicht attraktiv |
| **Regulierungen:** | |
| Einen unabhängigen Regulator etablieren | 2009 umgesetzt: Elcom |
| *Sicherstellen des Netzzugangs für Dritte | Mit Weko-Entscheid 2003 rechtlich umgesetzt |
| *Anreizregulierung für Übertragungs- und Vertriebsnetzwerk | In Diskussion, seit 2009 Kapitalkostensatz vom Bund sehr tief festgesetzt |
| **Privatisierung:** | |
| Neue, private Eigentümer zulassen | schon immer möglich |
| Privatisierung der existierenden, im öffentlichen Eigentum befindlichen Unternehmungen | Heute zu durchschnittlich 20% umgesetzt. Ist in der Kompetenz der Eigentümer (Kantone und Gemeinden), unabhängig von Liberalisierung |

*Tabelle 1: Stand der Schweizer Liberalisierung im Elektrizitätsmarkt Ende 2009*
*Legende: (*) Zentrale Elemente einer Strommarktliberalisierung (9).*

## 3 Literaturübersicht: Beobachtungen aus anderen Ländern

Studien zu den Auswirkungen der Liberalisierung auf Innovationen in der Elektrizitätswirtschaft liegen für Amerika, Japan und Europa - vor allem für England - nicht jedoch für die Schweiz vor. Sie zeigen, dass eine Marktöffnung grundsätzlich die Aufwendungen für Forschung- und Entwicklung (F&E) reduziert (24, 7, 3, 15, 2, 5). Sterlacchini (26) illustriert sinkende F&E-Ausgaben bei sieben

grossen Versorgern in Deutschland, Frankreich und Italien von 20% bis 80% (gemessen in Relation zum Umsatz in den Jahren 2000 bis 2005). Die Effekte einzelner Liberalisierungsschritte auf Innovation analysierten einige weitere Studien (vgl. Tabelle 2):

- Unbundling resultiert in einer reduzierten Unternehmensgrösse, was generell negativ mit F&E-Ausgaben korreliert. Grundlage dieses breit studierten Zusammenhangs in verschiedenen Industrien ist die Hypothese von Schumpeter (25). Die eher limitierte Literatur aus Amerika bestätigt die Feststellung für den Strommarkt jedoch signifikant (28, 4, 18, 24).
- Die Einführung von Wettbewerb reduziert gemäss Analysen von Amerika und Grossbritannien die Aufwendungen für F&E (3, 24, 13). Gleichzeitig verschob sich der Innovationsfokus auf kurzfristigere Lösungen zur Gewinnung von Wettbewerbsvorteilen. Eine steigende Wechselrate der Kunden beeinflusste die Innovationsausgaben jedoch signifikant positiv (24, 13). Wettbewerb wirkt sich im Allgemeinen auch positiv auf organisatorische Neuerungen wie Geschäftsmodelle und Strukturen aus (16, 9).
- Unsicherheiten aus dem Reformprozess führten zumindest anfänglich zu tieferen F&E-Ausgaben. Langfristig war dies aufgrund der noch jungen Marktstruktur nicht evaluierbar (24, 11).
- Die verzögerte Einführung einer Anreizregulierung für Übertragungs- und Verteilnetze hat die F&E-Aufwendungen ebenfalls reduziert (9).
- Eine Studie von Rose (23) über Privatisierung in Amerika kommt zum Schluss, dass private Versorger neue Technologien eher adaptieren als Versorger in der öffentlichen Hand – eine altbekannte Tatsache (12). Munari (20) beobachtete im italienischen Markt, dass Forschung und Entwicklung in privatisierten Unternehmen abnahm.
- Ein Rückgang des F&E-Budgets der Regierung, gleichzeitig mit Reformen im Elektrizitätssektor, führte gemäss Studien in Amerika und Grossbritannien zu reduzierten Mitteln in der Branche (14, 1).

| **Einflussfaktoren:** | **Auswirkung auf die Branche in:**<br>- Forschungs- und Entwicklungsausgaben<br>- Organisatorischen Neuerungen |
|---|---|
| **Liberalisierung generell** | **(-) F&E**<br>**(+) Organisatorische Neuerungen** |
| Restrukturierung durch Unbundling | (-) F&E |
| Wettbewerb | (-), (+) F&E<br>(+) Organisatorische Neuerungen |
| Regulierungen - Unsicherheit aus dem Prozess<br>Anreizregulierung Netze | (-) anfänglich, F&E<br>(-), wenn verzögert eintrifft, F&E |
| Privatisierung | (+/-) F&E |
| Reduktion F&E Ausgaben der Regierung | (-) F&E |

*Tabelle 2: Auswirkungen der Liberalisierung auf die Innovationstätigkeit der Elektrizitätswirtschaft – Übersicht der Literatur.*

# 4 Datenbasis Fallstudie Schweiz

Datenbasis für die vorliegende Fallstudie sind die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung des Schweizer Bundes und der Versorger. Die Resultate von repräsentativen Interviews vom Sommer 2009 sind Grundlage für die Effekte der Liberalisierung auf organisatorische Neuerungen und Unsicherheiten aus dem Reformprozess. Die Umfrage veranschaulicht zudem die Wahrnehmung und Priorität von Innovation in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft.

Die *Schweizer Versorger und der Bund* beteiligen sich finanziell an übergeordneten Forschungseinrichtungen. Die Mittel werden den Hochschulen des Landes, hauptsächlich den technischen Institutionen, zur Verfügung gestellt. Zahlen zu öffentlichen Aufwendungen sind seit 1977 und zu privaten seit 1993 vorhanden.

Bis 2002 verwaltete der Verband der Schweizer Elektrizitätsunternehmen eine Stiftung für Projekte und Studien in der Elektrizitätswirtschaft (PSEL, 22). Swisselectric-Research (31) ersetzte 2006 die Stiftung und unterstützt seither im Auftrag der Verbundunternehmen die angewandte Forschung in allen Gebieten der Elektrizität. Die Beiträge der öffentlichen Institutionen überwacht die eidgenössische Energieforschungskommission CORE (6). Angaben zu Forschung und Entwicklung einzelner Unternehmungen, sei es technologischer oder organisatorischer Natur, sind nicht transparent oder werden nicht statistisch erfasst.

Basis der *Umfrageresultate* waren Interviews mit 33 Entscheidungsträgern und Experten der Schweizer Elektrizitätswirtschaft (30) aus dem Sommer 2009 zum Thema Risiken und Innovationen. Die Kleinheit des Landes und die Struktur der Branche liess es zu, mit relativ wenigen Interviews eine grosse Repräsentanz zu erreichen. Mit einer Ausnahme war das persönliche Gespräch die Interviewform. Alle Gesprächspartner erhielten eine Abschrift des Interviews, die allenfalls angepasst und genehmigt wurde.

Die Auswertung der Resultate orientierte sich an der qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring 2005), die qualitative mit quantitativen Ansätzen kombiniert. Der erste Schritt der Kategorienbildung und die Zuordnung zum Interviewtext sind qualitative Aspekte. Die Zuordnung erfolgte nach Schlüsselworten. Die Quantifizierung entstand durch Erhebung der Kategorienhäufigkeiten. Die Messung der Daten durch Auszählen, wie auch die Zuordnung der Textteile, bergen Unschärfen und Interpretationsspielraum. Die Genehmigung der Abschrift der Interviews durch die Gesprächspartner hat dies stark reduziert.

Die *vorhandenen Daten* erlauben die Untersuchung folgender Effekte der Liberalisierung auf Innovation in der Schweiz (vgl. Tabelle 4): der frühen Öffnung des Wettbewerbs im Grosshandel, der Auswirkungen der ersten geplanten Liberalisierung sowie der Folgen des legalen Zugangs zum Netz im Jahre 2003, der neuen Regulierung von 2009 und der verzögerten Einführung einer Anreizregulierung im Netz. Nicht beobachtbar sind die Auswirkungen des für 2012 angekündigten Unbundlings und der Privatisierung, die in der Schweiz nicht neu reguliert wurde.

# 5 Der Einfluss der Liberalisierung auf Innovation

## 5.1 Generell tiefe Innovationstätigkeit der Branche

Die konkrete Frage an die Umfrageteilnehmer zu Innovationen war, inwiefern die Elektrizitätswirtschaft generell Chancen für Innovationen sieht und wie sie diese wahrnimmt? Die Interviews ergaben, dass Innovation nicht prioritär ist: gegenüber 80 genannten Risiken führten die Befragten nur 10 Bereiche an, in denen Innovationen stattfinden oder angewendet werden. 20% der Interviewten äusserten, dass nicht viel im Bezug auf Innovationen getan werde, man jedoch aktiver sein sollte.

Die Versorger gelten generell als Industrie mit tiefer Forschungs- und Entwicklungsintensität (9), wie dies exemplarisch ein Vergleich mit der Automobilbran-

che (35) und den 10 Top Pharmaunternehmen (36) zeigt (vgl. Tabelle 3). Die Elektrizitätswirtschaft wird in der Literatur auch als weitläufiges, technisches System bezeichnet - geprägt durch Komplexität, Heterogenität sowie eine hohe Abhängigkeit der physischen Struktur von Raum und Zeit (10). Solche Systeme sind stabil aber auch rigide, was sich auf die Innovationskraft negativ auswirkt. Eingespielte Abläufe über mehrere Jahrzehnte und Gewöhnung, auch von Kundenseite, sowie lange Abschreibungszeiten sind schwierig zu überwindende Hindernisse für die Einführung und Marktdurchdringung neuer Technologien und Abläufe.

Eine weitere Ursache für die geringe Innovationsintensität der Schweizer Branche liegt in der Grösse: Die Schweizer Verbundunternehmen sind gemessen an ihrer Energieproduktion im Vergleich zu europäischen Unternehmen sehr klein, was sich generell negativ auf Forschung und Entwicklung auswirkt.

Die deutsche RWE beispielsweise investierte 2005 rund CHF 90 Mio. für Forschung und Entwicklung und produzierte 220 Terrawattstunden (TWh) Strom (26). Die Ausgaben aller fünf Schweizer Verbundunternehmen zusammen waren gemäss offiziellen Zahlen 2008 CHF 15 Mio. (swisselectric research) und die Stromproduktion 60 TWh (34). Die Schweizer Unternehmungen gaben relativ zur Unternehmensgrösse 60% weniger für Forschung und Entwicklung aus als die deutsche RWE. Vergleicht man die drei Mal grössere, französische Energie de France EdF mit der RWE resultiert derselbe Grösseneffekt von 65% mehr Aufwendungen für F&E bei EdF (26) (vgl. Tabelle 3).

| Unternehmung | Produktion p.a. in TWh | F&E Ausgaben pro TWh in kCHF | F&E Ausgaben in % Produktionswert |
|---|---|---|---|
| EdF | 660 | 675 | 0.90% |
| RWE | 220 | 409 | 0.55% |
| Schweizer Versorger | 60 | 250 | 0.33% |
| Automobilbranche | | | 4.20% |
| 10 Top Pharmaunternehmen | | | 20.08% |

*Tabelle 3: F&E-Ausgaben der Elektrizitätswirtschaft - Relevanz der Unternehmensgrösse und Branchenvergleich*

### 5.2 Die Auswirkungen von Wettbewerb auf organisatorische Innovationen

Der frühe, intensive *Wettbewerb im Grosshandel* der Schweizer Versorger hat sozusagen zu einer importierten Liberalisierung im Gleichschritt mit Deutschland geführt. Die Innovationen von neuen Geschäftsmodellen, meist im Handelsumfeld, zeigten dies deutlich: Die damaligen Schweizer Versorger Atel AG und die EGL AG führten beispielsweise 1998 den ersten kontinentaleuropäischen Strompreis-Index SWEP ein (Swiss Electricity Price Index) ein (19). Am Aufbau des europäischen Börsenhandels im Jahre 2000 in Deutschland waren die beiden Schweizer Unternehmungen massgeblich beteiligt. Sie bauten auch eigene organisatorische Einheiten mit den neuen Kompetenzen für Energiehandel und Risikomanagement auf und nahmen am Börsenhandel aktiv teil.

Der nun bereits zum zweiten Mal nicht eingeführte *Wettbewerb im Vertrieb* hemmte jedoch die Entwicklung in Produkten für den Kunden, das bestätigen die Interviews vom Sommer 2009: Nur gerade zwei Befragte nennen eine positive Veränderung in der Kundenorientierung der Branche und wenige 20% erwarten mehr Kundenorientierung und innovativere Geschäftsmodelle.

Die Schweizer Beobachtungen stimmen mit denjenigen anderer Länder für organisatorische Innovationen überein: der frühe Wettbewerb im Grosshandel wirkte sich in der Schweiz positiv auf innovative Geschäftsmodelle aus. Da der Wettbewerb im Vertrieb bis heute fehlt, blieb auch Innovation in Produkten gegenüber dem Kunden aus. (vgl. Tabelle 4).

### 5.3 Die Auswirkungen von Wettbewerb auf F&E-Ausgaben

Betrachtet man die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung der Versorger, können die Auswirkungen anderer Liberalisierungen nur teilweise nachvollzogen werden (vgl. Abb. 1). Daten der Stiftung PSEL zeigen, dass von 1993 bis

zum Jahre 2003 rund CHF 4 Mio. in Forschungsprojekte investiert wurden. Erst vier Jahre später begann Swisselectric Research mit rund CHF 6 Mio. ihre Tätigkeit und konnte gezielt für einzelne Projekte nochmals insgesamt CHF 4,6 Mio. an Drittgeldern aus der Industrie generieren.

Die Verbundunternehmen nahmen 2006 die gemeinsamen Forschungsaktivitäten wieder auf, obwohl damals eine weitere Marktöffnung auf 2008 bereits geplant war. Im Jahre 2008 erhöhten sich die Primärgelder bei Swisselectric um 50% und die Drittgelder für Projekte konnten verdoppelt werden. Diese Mittelzunahme soll sich gemäss der Erwartung von Swisselectric-Research auch zukünftig fortsetzen.

Die Schweizer Versorger reagierten im Umfeld der ersten geplanten Marktöffnung mit einer Reduktion der Aufwendungen für F&E und im Umfeld der aktuellen Liberalisierung mit einer Erhöhung. Beide Effekte konnten in anderen Ländern beobachtet werden (vgl. Tabelle 4).

### 5.4 Effekt der Regulierungen auf Innovationen

Aussagen von 79% der Befragten in der Umfrage vom Sommer 2009 folgend, führen die Regulierungen des Strommarktes der Schweiz und auch diejenigen der Europäischen Union zu grossen Unsicherheiten. In der Schweiz sind die kurzfristigen, gesetzlichen Änderungen vom Dezember 2008 und viele Unklarheiten in der Gesetzgebung die Ursache. Mit der Europäischen Union laufen Verhandlungen über die weitere Zusammenarbeit. Insbesondere die Sonderstellung der Schweizer Langfristverträge mit Frankreich stellt aus Sicht der EU eine Behinderung des freien Wettbewerbs dar. Eine fehlende, vertragliche Grundlage kann die Schweizer Handelsposition im Elektrizitätsmarkt weiter gefährden. Die Schweiz erwirtschaftet rund CHF 2 Mrd. jährlich aus Stromhandelstätigkeiten mit dem Ausland.

Die Interviews bestätigen einen anfänglich negativen Effekt auf Innovationsausrichtung durch Unsicherheiten aus dem Reformprozess, wie dies in anderen Ländern beobachtet wurde (vgl. Tabelle 4).

### 5.5 Die Auswirkung einer verzögert eingeführten Anreizregulierung

In der Umfrage vom Sommer 2009 äusserten sich 40% der Interviewten zum tiefen Zinssatz der Übertragungs- und Verteilnetze: Er führt zu einer Zurückhaltung von Investitionen in Netze. Swisselectric-Research weist hingegen eine Verdreifachung der Forschungsaufwendungen im Bereich der Netze im Jahr 2008 nach. 40% der Interviewten sprechen sich denn auch für eine vertiefte Forschungstätigkeit in den neuen Bereichen von Smart-Grid Lösungen und Super-Grid aus. Auch der Bund plant seine Mittel diesbezüglich im Vergleich zu 2005 bis 2011 zu verdoppeln.

Die verzögerte Einführung einer Anreizregulierung hemmt im Falle der Schweiz die Investitionen, erhöht jedoch die F&E-Aufwendungen in diesem Bereich stark. Dies entspricht nicht den Beobachtungen anderer Länder (vgl. Tabelle 4).

### 5.6 Effekt der F&E-Aufwendungen der Regierung

Die Berichte der Eidgenössischen Energieforschungskommission CORE belegen, dass die Forschungsaufwendungen des Bundes real bis 1992 um 150% auf rund CHF 250 Mio. relativ kontinuierlich gestiegen sind. Von 1992 bis zum Jahr 2005 sanken die Fördermittel wieder auf rund CHF 150 Mio. Vorgesehen ist im Konzept der Energieforschung die Aufwendungen bis 2011 wieder auf CHF 200 Mio. ansteigen zu lassen (6). (vgl. Abb. 1)

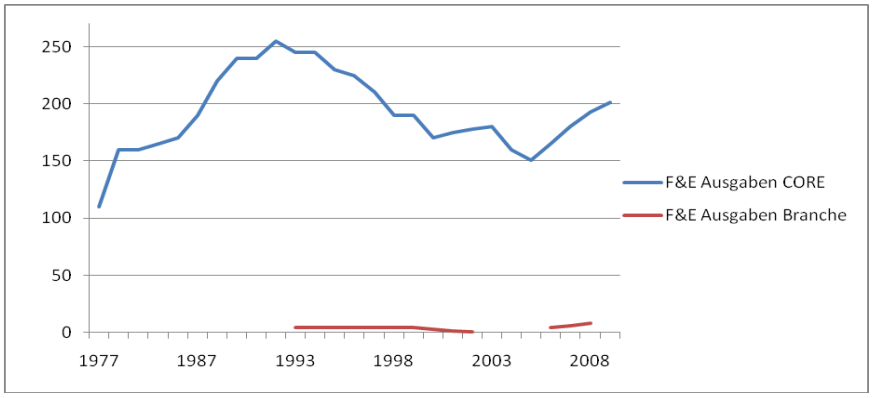



*Abb. 1: Aufwendungen des Bundes (CORE) und der Branche für Forschung und Entwicklung im Bereich Elektrizität für die Schweiz*

Die Fördermittel des Bundes sanken während des ersten Reformprozesses zur Liberalisierung des Strommarktes und steigen im Umfeld der zweiten Marktöffnung, wie ja auch diejenigen der Versorger. Diese Gleichrichtung der F&E-Ausgabenentwicklung des Bundes und der Versorger signalisiert einen Zusammenhang, wie dies in anderen Ländern beobachtet wurde (vgl. Tabelle 4).

### 5.7 Die Auswirkung der Mitsprache der Stimmbürger

Das tief verankerte, direkt-demokratische System unterscheidet die Schweiz wesentlich von anderen Ländern. Das Volk bestimmt in der Elektrizitätswirtschaft neben der Marktform auch in weiten Teilen mit, welche Produktionstechnologien und Übertragungsleitungen gebaut werden. Der Bau eines neuen Kernkraftwerkes untersteht seit der Gesetzgebung von 2003 einer fakultativen Volksabstimmung und der Bau von Übertragungsleitungen kann auf Jahrzehnte hinaus blockiert werden.

Das Volk hat im Jahr 2003 schon einmal die Liberalisierung des Strommarktes vereitelt. In der Umfrage vom Sommer 2009 äussern nur geringe 9% der Befragten, dass das fakultative Referendum zur Öffnung der zweiten Hälfte des Marktes ein Risiko ist.

Es liegt kein Indiz vor, dass die Mitsprache der Bürger sich direkt auf die Forschungs- und Entwicklungsausgaben der Elektrizitätswirtschaft auswirkt. Die Befragten scheinen auch Vertrauen zu haben, dass die Stimmbürger der Marktöffnung zustimmen werden.

| Einflussfaktoren: | Auswirkung gemäss Literatur (vgl. Tabelle 2): | Auswirkung auf die Schweizer Elektrizitätswirtschaft: |
|---|---|---|
| **Liberalisierung generell F&E:** | **(-)** | **(-) 2003, (+) 2009** |
| Restrukturierung & Unbundling: | (-) | Keine Datenbasis, angekündigt 2012 für Hochspannungsnetze |
| Wettbewerb: F&E Ausgaben | (-) | (-) 2003, (+) 2009 |
| Wettbewerb: Organisatorische Innovationen und Geschäftsmodelle | (+) | (+) seit 2000 im Grosshandel, (-) lähmend im Vertrieb |
| Regulierungen - Unsicherheit aus dem Prozess: F&E Ausgaben | (-) anfänglich | (+) Zahlen 2009, (-) 2009 Umfrageresultat |
| Anreizregulierung Netze: F& E Ausgaben | (-), wenn verzögert eintrifft | (-) Investitionen, (+) F&E |
| Reduktion F&E Ausgaben der Regierung | (+) | (+) |

*Tabelle 4: Auswirkungen der Liberalisierung auf Forschungs- und Entwicklungsausgaben in der Schweiz*

## 6 Diskussion der Resultate

Die Fallstudie der Schweizer Liberalisierung zeigt in erster Linie, dass Wettbewerb Innovation fördert - selbst ohne Regulierung – und unterbundener Wettbewerb Innovation hemmt. Der früh entstandene Wettbewerb im Grosshandel mit Europa brachte innovative Geschäftsmodelle hervor. Neue Konzepte im Vertrieb, wie Smart-Grid Lösungen beispielsweise, fehlen in der Schweiz jedoch noch weitgehend. Dies wird die gesetzliche Strompreisfixierung auf Gestehungskostenniveau auch weiterhin verhindern.

Erstaunlicherweise verunsichert die Mitsprache der Stimmbürger bei der Marktöffnung wenig, dies trotz einer bereits erfahrenen Blockade der Liberalisierung in früheren Jahren. Ein hoher Anteil von 79% der Befragten sprach sich jedoch für Unsicherheit aus dem Reformprozess aus. Der Missmut über die Regulierungen schien zum Zeitpunkt der Umfrage erheblich höher zu sein als das Risiko, keine weitere Marktöffnung zu erleben. Dies deutet auch darauf hin, dass sich die Interviewten auf eine Abstimmung mit einem klaren „Ja“-„Nein“-Resultat einstellen können, nicht jedoch auf kurzfristige, unangekündigte Änderungen der Regulierungen.

Die nur zehn genannten Innovationsbereiche in der Umfrage, gegenüber den 80 erwähnten Risiken zeigen, dass die Entscheidungsträger operativ stark gefordert sind und Innovation keine Priorität hat. Trotzdem sind die Unternehmungen und der Staat mehr denn je bereit, Geld für Forschung und Entwicklung auszugeben. Die gesprochenen Mittel fliessen momentan jedoch ausschliesslich in die Forschung von technologischen Lösungen, die an die Hochschulen des Landes ausgelagert wird.

Die frühere Stärke der Schweiz, innovative Markt- und Geschäftsmodelle hervorzubringen, werden nicht gefördert. Die Schweiz gab diese Vorreiterrolle an die EU ab, die einige innovative Konzepte in den letzten Jahren erfolgreich um-

setzte. Die EU löst viele Herausforderungen marktbasiert wie beispielsweise Engpässe an Grenzen durch Auktionen, Transparenz durch den Handel an Börsen, Nachhaltigkeitsthemen durch den $CO_2$-Zertifikate-Handel und Anreizmodelle zur Ausweitung der physischen Vernetzung mit „Merchant-Lines“ auf halbprivater Basis. Auch auf regulatorischer Ebene geht die EU weiter und gründete etwa den neuen europäischen Netzverbund EntsoE oder die Florenz Foren zur Regulierung der Europäischen Strommärkte.

In der Schweiz sind im aktuellen Umfeld innovative Ansätze zur Gestaltung der Regulierungen mit Anreizen für unternehmerisches Handeln notwendig. Die Studie zeigt, dass eine echte Liberalisierung mit Marktöffnung Innovationen in Geschäfts- und Marktmodellen in der Schweiz und in der Zusammenarbeit mit der EU fördern würde.

## Zusammenfassung

Wettbewerb existierte in der Schweizer Elektrizitätswirtschaft bereits vor der Liberalisierungswelle in Europa. Eine regulierte Teilliberalisierung wurde jedoch erst Anfang 2009 realisiert. Beobachtungen in anderen Ländern zeigen, dass sich Liberalisierung generell negativ auf Innovationsaktivitäten auswirkt. Dies gilt für die Schweiz nur bedingt: eine hohe Regulierungsdichte ohne Wettbewerbsanreize verhindern innovative Ansätze. Forschungsgelder werden trotzdem gesprochen aber nur für technische Neuerungen. Innovative Ansätze für Regulierungen und Marktmodelle sind nicht Ziel der Aufwendungen, wären für die Meisterung der anstehenden Herausforderungen der Schweizer Elektrizitätswirtschaft jedoch notwendig.

### Summary

There has been competition in the Swiss electricity market since a long time. A partial liberalization was regulated only in the beginning of 2009. Observations in other countries show that market opening generally has a negative effect on innovation activities. This applies only to some extent to Switzerland: a highly regulated market prevents innovative approaches. Research funds are allocated nevertheless, but only for technological innovation. The objective of spending is not innovation on regulations or market models, but it would be necessary to meet the challenges ahead.

## Anmerkungen


1) Becker, R., Pain, N.: What determines industrial R&D in the UK? In: National Institute of Economic and Social Research, 2003.

2) Bell, R.A., Schneider, T.R.: Balkanization and the future of electricity R&D. In: The Electricity Journal, 1999, Nr. 12 – 6, S. 87-98.

3) Defeuilly, C., Furtado, A.T.: Impacts de L'ouverture à la concurrence sur la R&D dans le secteur électrique. In: Annals of Public and Cooperative Economics 71. 2000, Nr. 1, S. 5-28.

4) Delaney, J.B., Honeycutt, T.C.: Determinants of research and development activity by electric utilities: comment. In: Bell Journal of Economics 7, 1976, Nr. 2, S. 722-725.

5) Dooley, J.J.: Unintended consequences: energy R&D in a deregulated market. In: Pacific Northwest National Laboratory, 1997. Nr: PNNL-SA-28561.

6) Eidgenössische Energieforschungskommission CORE: www.bfe.admin.ch/Themen/ Energieforschung/ Eidgenössische Energieforschungskommission CORE: Energieforschung - aktuelles Konzept: 2008-2011.

7) Eurelectric: R&D in EURELECTRIC Countries, 2002 update. In: Research and Development Working Group. Union of the Electric Industry, Brussels, 2003, Ref: 2002-520-0013.

8) International Energy Agency: Electric Power Technology: Opportunities and Challenges of Competition. In: International Energy Agency, 1999.

9) Jamasb, T. and Pollitt, M.: Liberalisation and R&D in network industries: The case of the electricity industry. In: Research Policy 37, 2008, S. 995-1008.

10) Joerges, B.: Large technical systems: concepts and issues. In: Mayntz, R., Hughes, T., The development of Large Technical systems. Westview Press, Boulder, 1998, S. 9-36.

11) Joskow, P.L.: Electricity sector restructuring and competition: a transaction-cost perspective. In: Broussau, E., Glachant, J.-M., The economics of Contracts: Theories and Applications, 2002.

12) Landes, D.: The wealth and poverty of nations. ABACUS, 1998, S. 207f.

13) Lomi, A., Larsen, E.: Learning without experience: strategic implications of deregulation and competition in the electric industry. In: European Management Journal 17, 1999, Nr. 2, S. 151-163.

14) Mansfield, E., Switzer, L.: Effects of federal support on company financed R&D: the case of energy. In: Management Science 30, 1984, Nr. 5, S. 562-571.

15) Margolis, M., Kammen, D.M.,: Underinvestment: the energy technology and R&D policy challenge. In: Science, 1999, Nr. 285, S.690-692.

16) Markard, J. and Truffer, B.: Innovation processes in large technical systems: Market liberalization as a driver for radical change? In: Research policy 25, 2006, S. 609-625.

17) Markard, J and Stadelmann, M. and Truffer, B: Prospective analysis of technological innovation systems: Identifying technological and organizational development options for biogas in Switzerland. In: Research Policy 38, 2009, S. 655-667.

18) Mayo,J.W., Flynn, J.E.: The effects of regulation on research and development: theory and evidence. In: Journal of Business 61, 1988, Nr. 3, S. 321-326.

19) Mork, E.: Emergence or financial markets for electricity: a European perspective. In: Energy Policy 29, 2001, S. 7-15.

20) Munari, F.: The organization of R&D activities within privatized companies. In: Calderini, M., Garrone, P., Sobrero, M.: Corporate Governance, Market Structure and Innovation, 2003, S. 141-173.

21) OECD: Regulatory reform in network industries. In: OECD Economic Outlook 67, Organisation for economic Co-operation and development, 2000.

22) PSEL Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft: Tätigkeitsbericht 2003. VSE, 2003.

23) Rose, N.L., Joskow, P.L.: The diffusion of new technologies: evidence from the electric utility industry. In: RAND Journal of economics 21, 1990, Nr. 3, S. 354-373.

24) Sanyal, P., Cohen, L.R.: Deregulation, restructuring and changing R&D paradigms in the US electric utility industry. In: Department of Economics &IBS, mimeo, Brandeis University. 2004.

25) Schumpeter, J.A.: Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. In: Drucker & Humblot, 1931.

26) Sterlacchini, A.: The R&D drop in European utilities: should we care about it? In: Danish Research Unit for Industrial Dynamics, DRUID Working Paper, 2006, Nr. 06-19.

27) USHR: Electric Utility deregulation: implications for research and development. In: US House of Representatives, Committee on Science, Subcommittee on Energy and Environment, 1998.

28) Wilder, R.P., Stansell, S.R.: Determinants of research and development activity by electric utilities. In: Bell Journal of Economics and Management Science 5, 1974, Nr. 2, S. 646-650.

29) Wohlfahrtstätter, C. und Boutellier, R.: Die Strommarktliberalisierung kommt und keiner geht hin. In: io new management, 2009, Nr. 1-2, S. 39-43.

30) Wohlfahrtstätter, C. und Boutellier, R.: Risiken der Schweizer Elektrizitätswirtschaft: eine Energiepolitische Betrachtung: Maslow und Expertenmeinungen. In: ZFO (Im Reviewprozess, gesendet 13.12.09)

31) www.swisselectric-research.ch/Portrait/tätigkeitsberichte 2007 und 2008.

32) www.weko.ch/Dokumentation.

33) Fakultatives Referendum: es kommt zu einer Volksabstimmung, falls dies 50 000 BürgerInnen verlangen. Die Unterschriften müssen innert 100 Tagen nach der Publikation des Erlasses vorliegen. www.bk.admin.ch/Dokumentation/Der Bund kurz erklärt/das spezielle politische System oder die direkte Demokratie, 2009.

34) www.bfe.admin.ch/Energie/Medienmitteilungen/Rekord-Stromverbrauch in der Schweiz.

35) http://www.car-innovation.de/management-summary.html

36) Pharmaceutical Executive. In: Our 9th Annual Report on the world's Top50 Pharmaceutical Companies, May 2008.

# Schweizer Stromversorgung: Den Bürger im Visier

Egal wie ausgereift eine Technologie zur Energiegewinnung ist: Wenn sie das Schweizer Volk nicht akzeptiert, dann ist sie gefährdet. — VON CLAUDIA WOHLFAHRTSTÄTTER UND ROMAN BOUTELLIER

**In Kürze** **Die gesellschaftliche Akzeptanz wird die künftige Landschaft der Elektrizitätswirtschaft in der Schweiz weitgehend bestimmen – und nicht die technologische Entwicklung: Über den Bau neuer Kernkraftwerke, neuer Windkraftparks und Übertragungskapazitäten entscheidet der Bürger. Gleichzeitig wird damit auch massgeblich über den Grad der Autarkie der Schweizer Stromversorgung entschieden. Die Autoren zeigen auf, was das für die Schweizer Energiewirtschaft bedeutet.**

*CLAUDIA WOHLFAHRTSTÄTTER, lic. oec. publ., ist Doktorandin am Institut für Technologie- und Innovationsmanagement der ETH Zürich.*
*cwohlfahrtstaetter@ethz.ch*

*PROF. DR. ROMAN BOUTELLIER ist Vizepräsident Personal und Ressourcen der ETH Zürich.*
*rboutellier@ethz.ch*

Noch immer ist die Versorgungssicherheit für den Zugang zu nutzbarer Energie in Form von Wärme oder Strom in der Energiepolitik von Staaten prioritär (vgl. Abb. 1 auf Seite 40). Erst wenn dieses Bedürfnis befriedigt ist, werden Fragen der Effizienz der Märkte, der Nachhaltigkeit und der sozialen Akzeptanz diskutiert. Nun würde man erwarten, dass sich hochindustrialisierte Länder wie die Schweiz grösstenteils mit letzteren Themen auseinandersetzen. Dem ist nicht so, wie eine im Sommer 2009 durchgeführte repräsentative Umfrage bei 33 Entscheidungsträgern auf oberster Stufe und Experten der Schweizer Elektrizitätswirtschaft gezeigt hat: Sie sehen das grösste Risiko für die Schweiz in einer fehlenden Versorgungssicherheit.

Die Schweiz steht wie viele Länder Europas vor dem Entscheid, wie die zunehmende Nachfrage nach Elektrizität zukünftig gedeckt werden soll. Die Langfristverträge mit Frankreich, die im Winterhalbjahr den inländischen Bedarf zu rund 20 Prozent decken, werden ab 2017 stufenweise auslaufen und das Abschalten der heutigen Kernkraftwerke aus Altersgründen beginnt spätestens 2025. Trotz Effizienzgewinnen steigt der Strombedarf durch die zunehmende Elektrifizierung der Gesellschaft weiter. Dies führt dazu, dass die Schweiz Schätzungen des Bundesrates zufolge ab 2018 Engpässe in der Eigenversorgung haben wird.

Heute stehen für die Elektrizitätswirtschaft zwei Fragen im Vordergrund: Will das Land autark sein und selber für seine Stromversorgung aufkommen und welche Technologie wird für die Stromproduktion künftig eingesetzt werden? In der traditionell auf Unabhängigkeit pochenden Schweiz erwartet man einen eindeutigen Konsens zu einer autarken Stromversorgung. Bei genauerer Betrachtung präsentiert sich die Lage allerdings etwas anders: Nach dem jahrelangen Widerstand der Bevölkerung und der Aufgabe der Pläne für das Kernkraftwerk Kaiseraugst 1988 ist das Land von Importen aus französischer Kernkraft abhängig. Autarkie in der Stromversorgung ist also bereits heute nicht gegeben.

## Abhängigkeit vom Ausland ist ein Risiko

Der Umfrage zufolge sind sich die Experten der Elektrizitätswirtschaft einig: Die Schweiz muss ihre Nachfrage künftig autark decken können. Die Abhängigkeit vom Ausland ist ein Risiko, das man aus verschiedenen Gründen nicht mehr eingehen möchte:

- Die Privilegierung von Importen allfälliger ausländischer Kapazitäten ist im Umfeld der Europäischen Union (EU) je länger je unwahrscheinlicher: Die heutigen Lieferungen aus Frankreich stellen aus Sicht der EU eine Behinderung des freien Wettbewerbs dar. Die EU ver-

steigert bei Engpässen ihre Grenzkapazitäten. Alle Schweizer Grenzen, ausser derjenigen zu Frankreich, sind diesem Mechanismus unterworfen. Einfuhren von Strom können deshalb teuer werden und sind gemäss Expertenmeinungen nicht mehr garantiert. Der Bau von Leitungen ist aufgrund des Widerstands der Bürger in den dicht besiedelten Gebieten der Schweiz ein schier unmögliches Unterfangen.

- Die umliegenden EU-Länder stehen im Bezug auf eine autarke Versorgung vor derselben Problematik wie die Schweiz: Deutschland wird unter einer Unterdeckung leiden, bleibt der Ausstieg aus der Atomkraft bestehen. Italien ist noch immer von Importen abhängig, mit dem Resultat, dass es ein Hochpreisland ist. Die Wahrscheinlichkeit ist gross, dass alle vorhandenen Produktionskapazitäten im Falle von Knappheit in den umliegenden Ländern zuerst für den eigenen Bedarf genutzt werden.
- Die Schweiz wird durch die Abhängigkeit von Importen erpressbar, was mindestens zu hohen Preisen führen wird.

Daher stellt sich die Frage, welche Technologie sich in der Schweiz künftig durchsetzen wird. Die Technologien der Elektrizitätswirtschaft sind bekannt und etabliert. Ausser der Photovoltaik, der Anwendung der Geothermie und der $CO_2$-Sequestrierung weisen alle Produktionstechnologien einen hohen Reifegrad auf (vgl. Abb. 2 auf Seite 41).

Die Schweiz generierte ihren Strom 2008 zu rund 55 Prozent aus Wasserkraft- und zu rund 40 Prozent aus Kernkraftwerken (BFE). Beides sind ausgereifte Technologien mit denen die Betreiber jahrzehntelange Erfahrungen haben. Das weltweit erste wasserbetriebene Grosskraftwerk wurde 1886 an den Niagarafällen in den USA gebaut. Die Schweiz tat sich im selben Zeitraum mit dem ersten grösseren Flusskraftwerk Europas in Rheinfelden hervor. Einige der grossen Schweizer Speicherkraftwerke wie die Grande-Dixence im Wallis, Marmorera in Graubünden und der Sihlsee in der Innerschweiz wurden in den Dreissigerjahren des 20. Jahrhunderts in Betrieb genommen. Eine zweite Ausbaustufe der Grosswasserkraft erfolgte in den Sechziger- und Siebziger-

Bild: istockphoto.com/José Luis Gutiérrez

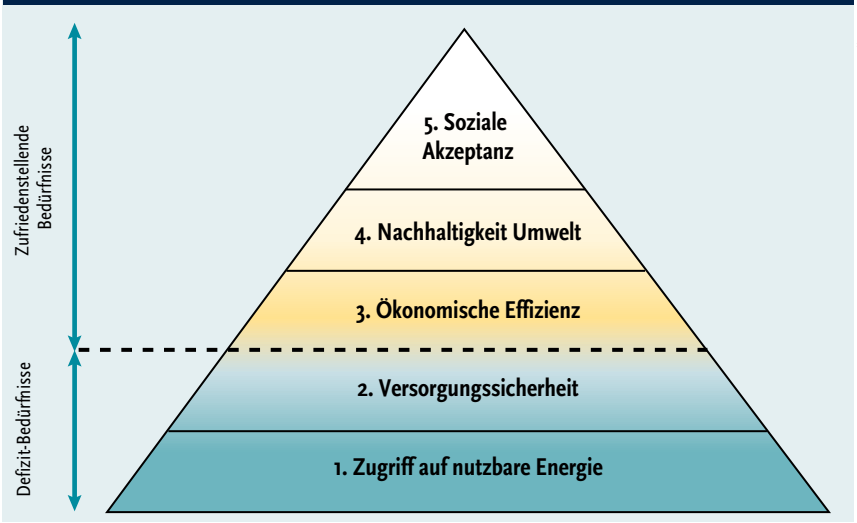
**Der Wind weht in der Schweiz zu wenig oft und zu wenig stark, um als relevanter Stromerzeuger zu gelten.**

jahren beispielsweise mit Mattmark und Emosson, beide im Wallis. Der Ausbau der Wasserkraft schreitet aktuell mit einigen Projekten landesweit voran: Effizienzsteigerungen vor allem in der Pumpspeicherkraft führen dazu, dass bestehende Wasserkraftwerke optimiert werden.

Die Nuklearkraft entwickelte sich aus der Forschung der Nachkriegszeit und etablierte sich in den Siebzigerjahren des letzten Jahrhunderts als weiterer Meilenstein, um unabhängig Strom in grossen Mengen zu produzieren. Das erste Kernkraftwerk der Schweiz ist Beznau 1, das 1969 in Betrieb ging. In kurzem Abstand folgten die Anlagen Beznau 2 und Mühleberg. 1984 wurde mit Leibstadt das letzte Kernkraftwerk in Betrieb genommen. Technische Lösungen für die Entsorgung des Atommülls sind einerseits für Tiefenlager und andererseits im Bereich der Wiederaufbereitung vorhanden. Noch immer ist das Thema jedoch in keinem Land umgesetzt und endgültig gelöst.

Wasserkraft- wie auch Nuklearkraftwerke produzieren $CO_2$-freien Strom: Ein Vorteil dieser Technologien, welcher seit dem erstarkenden Trend zur Nachhaltigkeit zunehmend an Wichtigkeit gewinnt. In der internationalen Klimadiskussion nimmt die Schweiz hier eine Vorreiterrolle ein und hat keinen Anreiz, in die $CO_2$-lastigen, aber ebenfalls reifen Technologien Kohle, Gas und Öl einzusteigen. Die moderne Nutzung der neuen, erneuerbaren Energien vor allem mit Wind, Sonne und Geothermie scheint eine Alternative zu bieten.

**Abb. 1: Energiepolitische Entscheidungspyramide**




Quelle: Frei (2004)

**Wie bei Maslow ist in der Energieversorgung die Deckung der Grundbedürfnisse zentral.**

## Der Wind weht, wann er will – unabhängig von der Nachfrage

Die Effizienz der Windkraft entwickelte sich in den vergangenen zehn Jahren enorm. So liegt der Kapazitätsanteil von Windenergie in Deutschland bereits bei 25 Prozent. Die Schweiz gehört jedoch nicht zu den windreichen Regionen Europas. Um beispielsweise 10 Prozent der heutigen Nachfrage mit Windkraft decken zu können, bräuchte es rund 650 Anlagen wie sie im Jura bereits in Betrieb sind. Für eine sichere Versorgung müsste die Ressource Wind gleichzeitig mit der Nachfrage verfügbar sein – ein grosser Nachteil der Windkraft.

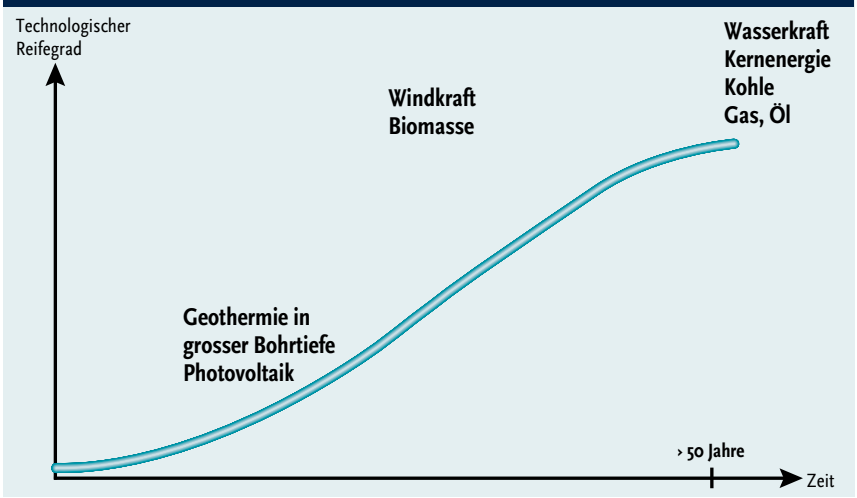
Die Photovoltaik ist noch in der Entstehungsphase: Verschiedene Funktionsprinzipien konkurrieren miteinander und unterscheiden sich bezüglich der Lebenszeiten, der Umwandlungseffizienz und der Erzeugungskosten enorm. Es ist noch schwierig abzuschätzen, welche Technologie sich für welchen Anwendungsbereich durchsetzen wird. Einer weiten Verbreitung der Photovoltaik könnten die wichtigen Metalle Gallium und Indium, die zur Herstellung verwendet werden, Grenzen setzen.

Die Geothermie birgt für die Schweiz grosses Entwicklungspotenzial, wenn sich ein Funktionsprinzip durchsetzt, das in grosser Bohrtiefe eingesetzt werden kann. Geothermie hat den grossen Vorteil, dass sie Bandenergie liefert und damit direkt vergleichbar ist zur Elektrizität generiert aus Nuklearkraft. Die Technologie ist jedoch heute noch im Entwicklungsstadium und hat in der Schweiz seit dem kleinen Erdbeben vom Dezember 2006 in Basel, ausgelöst von einem Pilotprojekt, einen schwierigen Stand in der Bevölkerung. Neue Standorte in Zürich und St. Gallen werden aktuell mit anderen Verfahren geprüft.

Die meisten Technologien erreichen kurz nach ihrer Markteinführung grosse Entwicklungsschritte. In Diskussionen wird viel über die hohen Effizienzsteigerungen der neuen, erneuerbaren Technologien gesprochen und implizit werden die erzielten Entwicklungsschritte auch in die Zukunft projiziert. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass sich die Technologiegeschwindigkeit mit der Zeit verlangsamt.

Reife Technologien erreichen jährliche Effizienzsteigerungen von rund 2 bis 3 Prozent, was noch immer einer Verdoppelung der Produktivität alle 25 bis 35 Jahre gleichkommt. Oft führt auch eine im Markt aufkommende neue Technologie zu einem Innovationsschub bei den herkömmlichen Technologien. Diese Effekte bleiben in der Diskussion um die zukünftigen Technologien in der Elektrizitätswirtschaft

**Abb. 2: Reifegrad und Marktdurchdringung der Technologien in der Elektrizitätswirtschaft**




Quelle: Wohlfahrtstätter, C. (2010)

**Der Reifegrad einer Technologie und die Marktdurchdringung sind direkt proportional.**

oft unerwähnt: Auch die bewährten, klassischen Produktionstechnologien der Wasser-, Kern-, Kohle- und Gaskraft entwickeln sich weiter und könnten nochmals einen Innovationsschub hervorbringen.

Ein geschätzter Vergleich von Alstom der durchschnittlichen Wirkungsgrade von Kohlekraftwerken in Europa, China und Nordamerika zeigt beispielsweise, dass die chinesischen Kraftwerke ihre Effizienz innerhalb der vergangenen zehn Jahre von rund 32 auf 41 Prozent steigern konnten. China hat innerhalb dieser Zeitspanne Europa und Nordamerika schnell und deutlich überholt. Eine ähnliche Entwicklung könnte sich auch im Bereich der Emissionen der fossilen Kraftwerke abzeichnen. Gelingt beispielsweise der Durchbruch der Technologie zur $CO_2$-Sequestrierung, wird die nach wie vor in der Welt vorherrschende günstige Ressource Kohle eine klimaneutrale Stromproduktion bieten.

Die soziale Akzeptanz beeinflusst die Schweizer Elektrizitätswirtschaft massgeblich: Der Bürger verfügt in der direkten Demokratie über weitgehende Mitbestimmungsrechte. So untersteht der Neubau von Nuklearkraftwerken seit dem revidierten Kernenergiegesetz von 2003 dem fakultativen Referendum. Regional zu erteilende Baubewilligungen für Wasser- und Windkraftwerke wie auch Leitungen können vom Volk über Einsprachen lange hinausgezögert oder gar verhindert werden. Der Bau einer Überlandleitung in der Region Zug benötigte über 30 Jahre und der Bau des Kernkraftwerks Kaiseraugst wurde nach 15 Jahren Planung aufgrund des Widerstands in der Bevölkerung aufgegeben.

Aktuell wird ein weiterer Windkraftpark im Jura von Landschaftsschützern stark in Frage gestellt und blockiert. Generell kann in der Bevölkerung eine NIMBY (Not-In-My-Backyard) Haltung ausgemacht werden: Gewünscht sind Sicherheiten und Vorteile, doch Einschränkungen will man nicht in Kauf nehmen. In der Umfrage sehen 80 Prozent der Befragten die Akzeptanz des Themas Elektrizität in der Gesellschaft als Risiko für die zukünftige Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft – unabhängig von der Technologie.

Die Schweiz hat Erfahrung mit den etablierten und $CO_2$-freien Technologien Nuklear- und Wasserkraft. Es wäre also zu erwarten, dass neue Kernkraftwerke gebaut und die Wasserkraft optimiert sowie die technologischen Entwicklungen in diesen Bereichen gefördert und antizipiert werden. Es zeigt sich jedoch, dass die grösste Herausforderung für die Stromversorger und für alle, die sich einer sicheren Versorgung verpflichtet fühlen, keineswegs die Technologie ist. Die gesellschaftliche Akzeptanz wird mehrheitlich das zukünftige Produktionsportfolio der Schweizer Elektrizitätswirtschaft bestimmen. Inwieweit die Nuklearkraft als Technologie akzeptiert ist, kann erst nach der Abstimmung zum Bau eines neuen Kernkraftwerks gesagt werden.

Wichtig für die Zukunft der Schweizer Elektrizitätswirtschaft ist daher eine glaubwürdige und verständliche Kommunikation der Zusammenhänge gegenüber der Bevölkerung. Im Umgang mit dem Bürger sind neue Ansätze gefragt und Innovation ist hier genauso wichtig wie im Bereich der technologischen Entwicklungen. ■

## Literatur

**Frei, C.** *(2004): The Kyoto Protocol – a Victim of Supply Security? Or: if Maslow Were in Energy Politics. In: Energy Policy, Nr. 32, S. 1253-1256.*

**Joubert, P.** *(2010): Investitionen für die zukünftige Stromversorgung – Produktionsperspektiven. In: Schweizer Stromkongress, Vortrag, Alstom.*

**Wohlfahrtstätter, C.; Boutellier, R** *(2010): Risiken der Schweizer Elektrizitätswirtschaft: eine Energiepolitische Betrachtung: Maslow und Expertenmeinungen. In: Zeitschrift für Organisation.*

**Wohlfahrtstätter, C.; Boutellier, R.** *(2009): Innovationszyklen in der Elektrizitätswirtschaft, energiewirtschaftliche Tagesfragen, Deutschland. Ausgabe Sept. 2009.*

**Wohlfahrtstätter, C.; Rohner, N.; Boutellier, R.** *(2009): Technologieplanung und Technologie Roadmap in der Elektrizitätswirtschaft: Nuklearkraft und neue erneuerbare Energien. In: Vorausschau und Technologieplanung: Heinz Nixdorf Institut, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Deutschland, Band 265, S. 335-351.*

**Schweizerische Elektrizitätsstatistik** *(2008): www.admin.bfe.ch/Energiestatistiken/Elektrizitätsstatistik/*

# Anhang II : Curriculum Vitae

Claudia Wohlfahrtstätter, geboren 29.09.1967 von Rapperswil-Jona SG, Schweiz

**Ausbildung:**

| | |
|---|---|
| Seit Juni 2007 | Doktorat an der ETH Zürich am Institut für Technologie- und Innovationsmanagement |
| 1997 | Hochschulabschluss der Universität Zürich in Nationalökonomie und politischen Wissenschaften (lic.oec.publ.) |
| 1987 | Matura E - Wirtschaftsmatur von Pfäffikon SZ |
| 2004/2007 | verschiedene Weiterbildungskurse am IMD in Lausanne: |

- 2004/2007: Orchestrating-Winning-Performance
- 2007: - Strategic Finance & Risk Management
  - Building High Performance Boards

**Berufliche Erfahrungen:**

| | |
|---|---|
| 2007-2009 | Analystin Schweizer Elektrizitätssektor, Bank Vontobel AG, Investment Banking, Zürich (Teilzeit zum Doktorat) |
| 2000-2007 | Geschäftsleitungsmitglied, Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG - EGL, Dietikon CH<br><br>Verantwortlich für Risk Management, Research, Human Resources, Marketing and Services, Strategic Asset Management, Facility Management (EGL CH und 15 operative, europäische Tochtergesellschaften)<br>Verwaltungsratsmitglied in der EGL Nordic AS, Deriwatt AG, EGL Grid AG, EGL Espana S.L., EGL Gas & Power S.A. -Romania,<br>Axpo Informatik AG, EGL Austria GmbH |
| 1998-1999 | Project Management Experte für Pragmatica AG, Cham CH |
| 1990-1998 | Management Development & Coaching für ICH Consulting AG, Zug CH<br><br>Moderationen, Coaching und Führungsentwicklung in verschiedenen Industrien, Ländern und auf unterschiedlichen Führungsstufen<br>Themenbereiche: Führung, Teamentwicklungen, Strategiebegleitungen, Kommunikation und Arbeitstechniken. |
| 1989-1990 | Co-Projektleiterin für Davos Convention Services, Davos CH,<br>World Economic Forum Geneva |