



Positionspapier zu «Smart Grids»

1. Ausgangslage

Elektrizität ist das Rückgrat von Wirtschaft und Gesellschaft. Steigende Nachfrage, die Rohstoffverknappung und der Klimawandel stellen das globale Energiesystem vor grosse Herausforderungen. Sie verlangen neue Weichenstellungen. Es müssen neue Lösungen gefunden werden, die den Anforderungen des Wandels zu liberalisierten Märkten und dezentralen Erzeugungsstrukturen sowie zu volatiler erneuerbarer Einspeisung und Elektromobilität Rechnung tragen und ausserdem ein Höchstmass an Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit, Umweltverträglichkeit sowie gesellschaftlicher und politischer Akzeptanz sicherstellen.

Viele der diesbezüglichen Initiativen und Aktivitäten werden international unter dem Begriff «Smart Grids» zusammengefasst. «Smart» steht in diesem Zusammenhang für die intelligente Nutzung aller zur Verfügung stehenden Ressourcen sowie für die Optimierung und Integration des Gesamtsystems der Elektrizitätsversorgung von der Erzeugung des Stroms über dessen Transport, Verteilung und Speicherung bis hin zur effizienten Verwendung. Den Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) kommt eine Schlüsselrolle beim gegenseitigen Informationsaustausch zu.

Es ist die Aufgabe des Bundesamts für Energie, die Voraussetzungen für eine sichere Energieversorgung zu schaffen, und sich für eine effiziente Energienutzung, die Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien sowie die Senkung der CO₂-Emissionen einzusetzen. Da «Smart Grids» ein zentrales Instrument zur Erreichung dieser Ziele darstellen, ist es die Aufgabe des Bundesamts für Energie, die entsprechenden Rahmenbedingungen unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten zu schaffen und – unter Berücksichtigung und Einbezug der verschiedenen Interessensvertreter – die dafür notwendigen Aktivitäten koordinierend und unterstützend voranzutreiben.

Das Bundesamt für Energie hat bislang zur Thematik «Smart Grids» keine umfassende Position bezogen. Das vorliegende Positionspapier definiert den verwendeten Begriff des «Smart Grids» und erläutert das weitere Vorgehen des Bundesamts für Energie. In zwei Anhängen werden Hintergründe zu Technologie, treibenden Faktoren, Nutzen, Umsetzungshindernissen, internationalen Entwicklungen und der Situation in der Schweiz vermittelt sowie eine Übersicht über die vom Bundesamt für Energie geförderten Projekte geliefert.

2. Definition

Als ein «Smart Grid» wird nachfolgend ein elektrisches System verstanden, das unter Einbezug von Mess- sowie meist digitaler Informations- und Kommunikationstechnologien den Austausch elektrischer Energie aus verschiedenen gearteten Quellen mit Konsumenten mit verschiedenen Bedarfscharakteristika sicherstellt. Ein solches System trägt den Bedürfnissen aller Marktakteure und der Gesellschaft Rechnung. Die Nutzung und der Betrieb des Systems können dadurch optimiert, die Kosten und der Umwelteinfluss minimiert und die Versorgungsqualität und -sicherheit gewährleistet werden.



3. Position des Bundesamts für Energie

Impact Assessment

Das 3. Energiebinnenmarktpaket der EU (Anhang 1.6) schreibt vor, dass bis ins Jahr 2020 80 % derjenigen Endkunden mit «Smart Metering» (Anhang 1.2) ausgerüstet werden müssen, bei denen der volkswirtschaftliche Nutzen nicht durch eine detaillierte Analyse, ein so genanntes «Impact Assessment», widerlegt werden kann.

Das Bundesamt für Energie plant, gemeinsam mit den schweizerischen Interessensvertretern, ein «Impact Assessment» für die Schweiz durchzuführen, das zeigen soll, ob und unter welchen Bedingungen der volkswirtschaftliche Nutzen bei einer Einführung von Smart Metering gegeben ist. Es wird insbesondere aufzeigen, welcher Durchdringungsgrad bei welchen Kundengruppen notwendig ist, und welche minimale Funktionalität vorhanden sein muss, damit «Smart Metering» auch als nutzbringender Bestandteil resp. nutzbringende Erweiterung eines künftigen «Smart Grids» eingesetzt werden kann. Dies wird unabhängig davon geschehen, ob und wann ein Energieabkommen zwischen der Schweiz und der Europäischen Union zustande kommt, wodurch die Vorgaben bezüglich «Smart Metering» übernommen werden müssten.

Das Bundesamt für Energie erarbeitet parallel dazu die notwendigen regulatorischen Rahmenbedingungen (Anpassungen StromVG, EnG, Weisungen EICOM), welche die Nutzung der zusätzlichen Funktionalität von «Smart Metering» (z.B. zeitnahe Kundeninformation, flexible und dynamische Tarife, Lastbegrenzung) regeln. Dabei legt es besonderes Augenmerk auf die Thematik des Datenschutzes.

Das Bundesamt für Energie wird nach Vorliegen des «Impact Assessment» sowie aufgrund des Ausgangs der Energieverhandlungen mit der EU den zusätzlichen Bedarf an gesetzlichen Vorgaben ableiten. Die Ergebnisse und Handlungsoptionen aus bereits erfolgten oder derzeit laufenden BFE-Studien wird es in die konkrete Ausgestaltung allfälliger Richtlinien einfließen lassen.

Smart Grids Roadmap

Im internationalen Vergleich zeigt sich, dass die treibenden Faktoren für «Smart Grids» (Anhang 1.3) überall prinzipiell die gleichen sind wie in der Schweiz. Allerdings wird sich die Gewichtung der einzelnen Faktoren aufgrund der spezifischen Ausgangslage in der Schweiz (z.B. zentrale Lage im europäischen Verbundnetz, weitestgehend CO₂-freier Stromproduktionsmix v.a. aus Grosskraftwerken) vom europäischen Ausland zum Teil stark unterscheiden. Dies führt dazu, dass sich auch unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten die Funktionalität und die Ausprägung von «Smart Grids» in der Schweiz von denjenigen in anderen europäischen Ländern unterscheiden werden. Diese werden ausserdem durch die heterogenen Bedürfnisse einer relativ grossen Zahl schweizerischer Marktakteure sowie den in- und ausländischen energiepolitischen Entwicklungen entscheidend mitgeprägt.



Das Bundesamt für Energie strebt deshalb an, gemeinsam mit den schweizerischen Interessensvertretern eine «Smart Grids Roadmap» zu entwickeln. Dabei wird analysiert werden, zu welchem Zweck und wie «Smart Grids» in der Schweiz funktionell ausgestaltet werden müssen, um nachhaltig betrieben werden zu können. Anhand verschiedener Szenarien wird der Zielzustand eines Schweizer «Smart Grids» definiert werden. Die Szenarien werden mit den weiteren Entwicklungen im schweizerischen und europäischen Übertragungsnetz abgestimmt. Ausserdem wird der Speicherung von elektrischer Energie die notwendige Bedeutung beigemessen. Wenn der Zielzustand einmal festgelegt ist, können die notwendigen Schritte zur Umsetzung, insbesondere zur Überwindung der Hindernisse (Anhang 1.5), abgeleitet werden. Ausserdem lassen sich auch die von der Gesellschaft zu tragenden Entwicklungs- und Investitionskosten abschätzen. Damit die Frage nach der Finanzierung und nach Modellen für eine verursachergerechte Aufteilung der Kosten beantwortet werden kann, wird ausserdem aufgezeigt werden, welchen Nutzen (Anhang 1.4) die verschiedenen Interessenvertreter aus den verschiedenen Investitionen in «Smart Grids» ziehen.

Das Bundesamt für Energie wird sich dafür einsetzen, dass im Rahmen eines abgestimmten Zeitplans die notwendigen regulatorischen Rahmenbedingungen erarbeitet werden, um einerseits die Investitionssicherheit der Unternehmen langfristig sicherzustellen und damit Anreize für Investitionen zu schaffen, und andererseits der Gesellschaft auch künftig eine sichere, effiziente und kosteneffektive Elektrizitätsversorgung garantieren zu können.

Forschung

Nebst den für die Schweiz meist spezifischen, wirtschaftlichen und sozio-ökonomischen Aspekten bleibt eine Vielzahl offener Fragestellungen im technischen, rechtlichen oder auch interdisziplinären Bereich weiterhin unbeantwortet. Diese Lücken werden im Rahmen der Roadmap ebenfalls identifiziert werden. Insbesondere sind es Grundlagen zu den Herausforderungen bei der Sicherheit der Konsumenten, deren Daten, der IKT-Systeme und der Netzinfrastruktur sowie von Standards und Minimalanforderungen, die fehlen und schwerpunktmässig erarbeitet werden müssen.

Das Bundesamt für Energie trägt diesem Umstand bei der Ausrichtung seiner Energieforschungsprogramme (Anhang 1.7) besonders Rechnung. Insbesondere soll das Energieforschungsprogramm «Netze» finanziell gestärkt werden. Im Bereich der Pilot- und Demonstrationsprojekte (P&D) behält es den bisherigen Schwerpunkt «Smart Grids» bei und baut ihn ggf. in Richtung «Smart Cities» aus. Dabei wird es den finanziellen Rahmenbedingungen Rechnung tragen.

Das Bundesamt für Energie hält die internationalen Beziehungen (Anhang 1.7), wie sie z.B. mit Deutschland und Österreich (D-A-CH-Kooperation Smart Grids) oder im Rahmen des «Smart Grid ERA-Net» gepflegt werden, im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten aufrecht bzw. baut sie weiter aus. Die Entwicklung im Bereich «Smart Grids» ist in der Schweiz weniger weit fortgeschritten als beispielsweise im benachbarten Ausland. Dadurch kann die Entwicklung in der Schweiz durch internationalen Wissensaustausch und die Nutzung von Synergien weiter unterstützt werden.



Das Bundesamt für Energie wird die Entwicklungen der beiden Industrieinitiativen (EII) «Grids» (EEGI) und «Smart Cities» (SCI) des SET-Plans der EU (Anhang 1.6) verfolgen und in den EII-Teams und im SET-Plan Steering Board im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten aktiv mitgestalten. Ziel ist, möglichst rasch ein konkretes Bild davon zu erhalten, welche Themenbereiche über welche Ausschreibungs- und Finanzierungsmechanismen abgehandelt werden, und wie der konkrete Zeitplan aussehen könnte. Für die beiden Initiativen EEGI und SCI wird es mit den jeweiligen Schweizer Interessenvertretern (Hochschulen, Fachhochschulen, Industrie, Städten und Gemeinden, Elektrizitätsversorgungsunternehmen, Verbänden, Agenturen) klären, ob und in welchen Bereichen Interesse an einer Teilnahme besteht. Insbesondere die SCI könnte durch das gut funktionierende nationale und internationale Netzwerk von Städten und Gemeinden (z.B. Energiestadt, Covenant of Mayors, Concerto) bei der erfolgreichen Initiierung und Durchführung von Pilot- und Demonstrationsprojekten unterstützt werden. An die Finanzierung der Projekte werden alle Beteiligte einen Beitrag leisten müssen.

Im Rahmen seiner koordinierenden Aufgabe der Energieforschung der öffentlichen Hand, wird das Bundesamt für Energie prüfen, wie die Schnittstellen zwischen den verschiedenen Förderstellen (Bund, Kantone und Gemeinden) gestaltet und die Koordination zwischen den nationalen und internationalen Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Umsetzungsprojekten sichergestellt werden kann.

Umsetzungsmassnahmen

Das Bundesamt für Energie wird sich im Rahmen der Weiterführung des Programms EnergieSchweiz 2010–2020 und den wettbewerblichen Ausschreibungen vermehrt an nationalen bzw. regionalen Umsetzungsprojekten beteiligen. In diesem Bereich legt es den Schwerpunkt vor allem auf die Steigerung der Energieeffizienz von und durch «Smart Grids». Im Vordergrund stehen dabei insbesondere konkrete Umsetzungsprojekte an der Schnittstelle zum Endkunden, die Schaffung der Voraussetzung für die Anwendung flexibler bzw. dynamischer Tarife sowie die Integration von Feedbacksystemen zur Reduktion des Energieverbrauchs in privaten Haushalten sowie in Gewerbebetrieben. Im Gerätebereich geht es darum, das Einsparpotential aufgrund des Einsatzes so genannter «Smart Grid ready»-Geräte zu nutzen sowie das Energiemanagement des Haushaltes («Smart Home» bzw. «Smart Living») zu optimieren (z.B. Verbrauchsgewohnheiten, Stand-by, Pumpen-Drehzahlen, Beleuchtung, kein Betrieb ohne Nutzen).

4. Weiteres Vorgehen

Die öffentliche Ausschreibung des «Impact Assessment» erfolgt im Januar 2011 nach vorhergehender Abstimmung mit den betroffenen Interessensvertretern. Die wesentlichen Resultate sollen bis Ende 2011 vorliegen, damit sie in die laufende Revision StromVG einfließen können. Die definitiven Ergebnisse werden im ersten Quartal 2012 erwartet. Die Erarbeitung der «Smart Grids Roadmap» ist im unmittelbaren Anschluss geplant, wobei vorbereitende Arbeiten parallel dazu stattfinden werden.



Eckpunkte der Position des Bundesamts für Energie im Überblick:

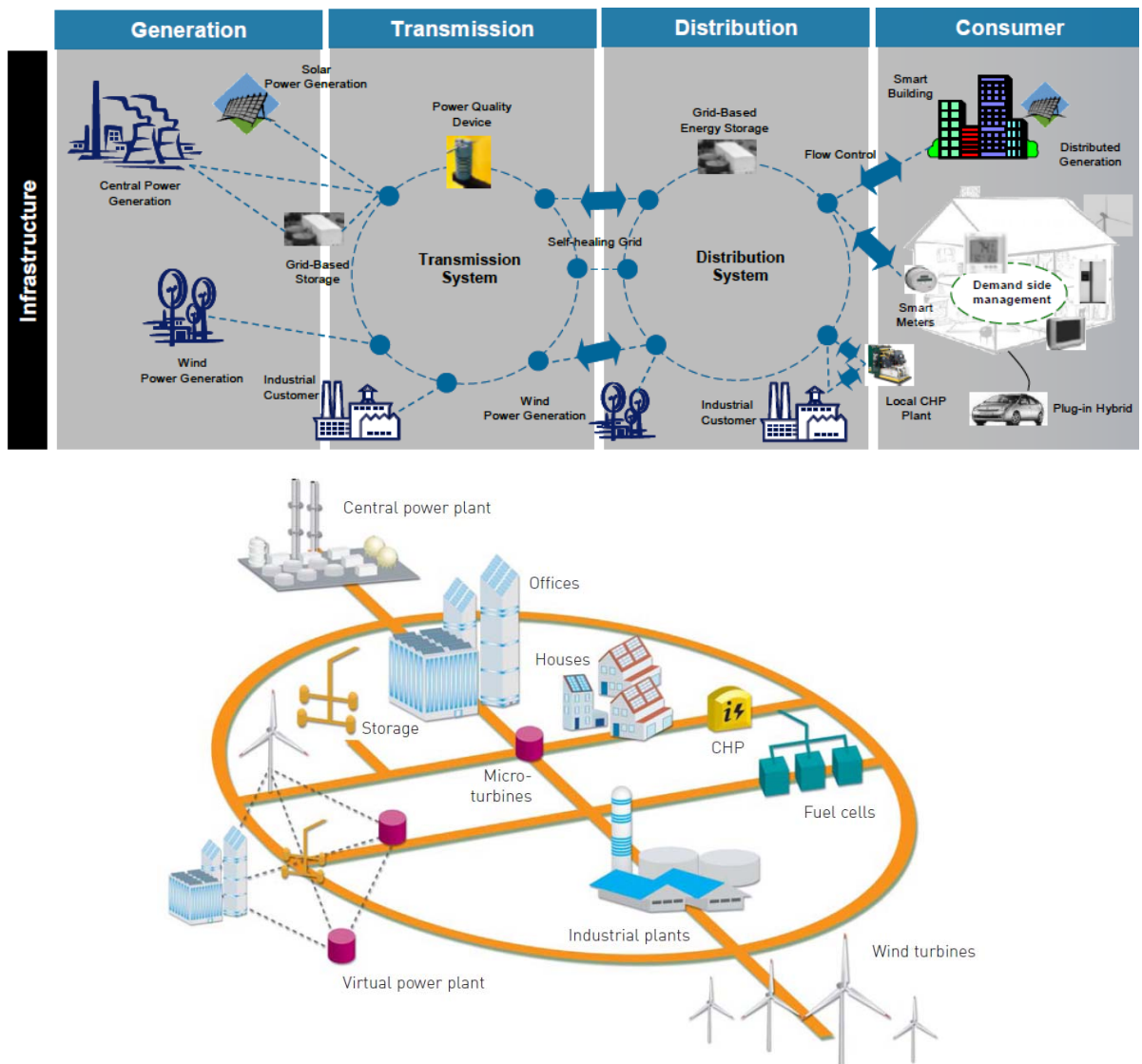
- Impact Assessment
 - Abschätzung der volkswirtschaftlichen Kosten und des Nutzens;
 - Erarbeitung der Rahmenbedingungen zum Betrieb von «Smart Metering»;
 - Ableitung allfälliger weiterer gesetzlicher Vorgaben.
- Smart Grids Roadmap
 - Definition der funktionellen Ausgestaltung eines Schweizer «Smart Grids»;
 - Definition des Zielzustands anhand verschiedener Szenarien;
 - Ableitung der notwendigen Umsetzungsschritte inkl. Kostenabschätzung;
 - Erarbeitung der Rahmenbedingungen zur Finanzierung von «Smart Grids».
- Forschung
 - Berücksichtigung bei der Schwerpunktsetzung der BFE-Forschungsprogramme;
 - Schwerpunkt «Smart Grids» und «Smart Cities» bei P&D-Projekten;
 - Ausbau internationaler Beziehungen;
 - Teilnahme an den entsprechenden Industrieinitiativen des SET-Plans der EU.
- Umsetzungsmassnahmen
 - EnergieSchweiz 2010–2020 und wettbewerbliche Ausschreibungen;
 - Steigerung der Energieeffizienz von und durch «Smart Grids».



Anhang 1

1. Technologie

Unter dem Begriff «Smart Grid» wird ganz allgemein ein systembezogener Ansatz verstanden, um künftigen Veränderungen im Energie- resp. Elektrizitätsversorgungssystem entgegenzutreten. Daraus ergeben sich Auswirkungen sowohl auf das Übertragungsnetz, die Verteilnetze, die damit verbundenen Komponenten sowie den gesamten Elektrizitätsmarkt (siehe Figur 1).



Figur 1: Verschiedene Darstellungen eines «Smart Grids»-Konzepts (oben [1], unten [2]).



Eine gebräuchliche implizite Definition stammt von der «Europäischen Technologieplattform Smart Grids» [3]:

Ein «Smart Grid» ist ein Elektrizitätssystem, das die Anforderungen aller angeschlossenen Netznutzer – Konsumenten, Erzeuger und solche, die beides sind (sog. «Prosumer») – erfüllt, um eine nachhaltige, wirtschaftliche und sichere Elektrizitätsversorgung sicherzustellen.

Ein «Smart Grid» integriert innovative Produkte und Dienstleistungen, zusammen mit intelligenter Überwachung, Steuerung, Kommunikation und selbstregenerierenden Technologien um

- den Anschluss und Betrieb von Erzeugungsanlagen jeglicher Grösse und Technologie zu ermöglichen;
- den Konsumenten eine aktive Rolle bei der Optimierung des Systembetrieb zu gewähren;
- die Konsumenten besser zu informieren und ihnen die Wahlfreiheit bei der Versorgung zu gewähren;
- den Einfluss des gesamten Elektrizitätsversorgungssystems auf die Umwelt signifikant zu reduzieren;
- eine verbesserte Zuverlässigkeit und Sicherheit der Versorgung zu erreichen.

Zur Einführung von «Smart Grids» sind nebst technologischen, wettbewerblichen, ökonomischen Betrachtungen sowie Umweltverträglichkeit, rechtlichen Rahmenbedingungen, Standardisierung, Informations- und Kommunikationstechnologien und Umsetzungsstrategien auch gesellschaftliche Anforderungen und politische Vorgaben zu berücksichtigen.

Dabei können einzelne Lösungsansätze für sich alleine betrachtet und umgesetzt werden. Sie haben alle gemeinsam, dass auf Basis einer geeigneten und flächendeckenden IKT-Infrastruktur verschiedenste Daten flächendeckend erfasst, verteilt und verarbeitet werden. Für eine effiziente Umsetzung ist die IKT-Infrastruktur synergetisch durch mehrere Anwendungen zu nutzen, wobei verschiedene Technologien unterschiedliche Funktionalitäten ermöglichen (siehe Tabelle 1).

Eine zentrale Rolle in «Smart Grids» nehmen Mess- und Steuerungskonzepte ein. Verschiedene Sensoren erfassen an strategisch günstigen Stellen in Echtzeit eine Vielzahl wichtiger Parameter, die zum effizienten und sicheren Betrieb des Netzes notwendig sind. Zur Übertragung dieser Daten sind hohe Bandbreiten und zur Auswertung leistungsfähige Rechner erforderlich. Je nach angestrebter Ausprägung eines «Smart Grids» kann ausserdem «Smart Metering», d.h. elektronische Zähler mit Zweiwegkommunikation bei jedem Anschluss, eine ergänzende Stellung einnehmen und neue Verrechnungsmodelle ermöglichen (siehe auch Tabelle 1): die Kunden erhalten beispielsweise aktuelle Informationen über ihr Bezugsverhalten und können interaktiv Einfluss auf das Netz nehmen, Erzeugungsanlagen oder Lasten effizienter gesteuert werden oder aber verschiedene Prozesse der Marktakteure können optimiert werden (z.B. Kundendienst, Abrechnung, Bilanzgruppenmanagement).



	Technologie	Funktionalität	Eigenschaften/ Rahmenbedingungen
1	«Demand response» und Integration in intelligente Gebäude (sog. «Smart Homes»)	<ul style="list-style-type: none"> • Marktzugang der Endkunden (auch als «Prosumer») • Zeitabhängige Laststeuerung aufgrund der Energieverfügbarkeit und des Systemzustandes 	<ul style="list-style-type: none"> • Bi-direktionale Kommunikation in Echtzeit • «Smart Metering» • «Smart Home» (z.B. intelligente Lasten, Energieportal) • Feedbacksysteme • Neue Tarifmodelle (z.B. dynamische Tarifierung) • Rechtlicher Rahmen
2	«Smart Metering»-Infrastruktur und Datenaustausch	<ul style="list-style-type: none"> • Zählerfernauslesung • Bi-direktionaler Datenaustausch zwischen den Marktakteuren in Echtzeit • Abschalten von Kunden 	<ul style="list-style-type: none"> • Bi-direktionale Kommunikation in Echtzeit • Interoperabilität und Standardisierung • Datenschutz • Rechtlicher Rahmen
3	Integration erneuerbarer Energiequellen jeglicher Grösse und Technologie sowie dezentraler Erzeugungsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien 	<ul style="list-style-type: none"> • Leistungsfähige, zuverlässige und wirtschaftliche Anlagen und Integrationsansätze • Energiespeicher • Aus- und Neubau von Übertragungs- und Verteilernetzleitungen • Adäquate Sicherheits- und Schutzeinrichtungen • Netzbetriebs- und Steuerungsszenarien • Planungs-, Unterhalts- und Sicherheitsstandards
4	Integration der Elektromobilität	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrales/dezentrales Laden/Entladen der Akkumulatoren • «Mobility Pricing» über Elektrizitätspreise • Zusätzliches Angebot für Systemdienstleistungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausreichende Netzkapazitäten • Neuartige (Schnell-)Ladestationen • Datenaustauschmechanismen • Abrechnungssysteme • Interoperabilität und Standardisierung • Geschäftsmodelle • Planungs- und Unterhaltsstandards



	Technologie	Funktionalität	Eigenschaften/ Rahmenbedingungen
5	Mess-, Schutz- und Steuerungstechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Intelligente Fehler- und Unterbruchserkennung • Selbstregenerierendes Netz • Systemzustandsanalyse in Echtzeit und Prognose • Hohe Auslastung der Betriebsmittel • Systemoptimierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Neuartige Messgeräte und Sensoren • Technologie • Interoperabilität und Standardisierung • Planungs- und Unterhaltsstandards
6	Integrierte Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> • Datenaustausch in Echtzeit zwischen den Marktakteuren • Zuverlässiger und sicherer Zugriff auf die von den Marktakteuren benötigten Daten 	<ul style="list-style-type: none"> • Technologie (PLC, IP, etc.) • Standardisierte Schnittstellen • Gegenseitige Abhängigkeit von Kommunikations- und Elektrizitätsnetzen • Sicherheits-, Daten- und Informationsstandards und -regeln
7	Systembetrieb	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamische Sicherheitsbetrachtungen • Steigerung grossflächiger, grenzüberschreitender Versorgungssicherheit (Vermeidung von Black-outs) • Systemdienstleistungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Neue Simulations- und Beurteilungsinstrumente
8	Systemmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • Optimale Auslastung der Betriebsmittel • Zustands-basierter Unterhalt • Systemdienstleistungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Neuartige Messgeräte und Sensoren • Dynamische Methoden
9	Systemplanung	<ul style="list-style-type: none"> • Planung unter Berücksichtigung der Integration erneuerbarer Energiequellen, dezentraler Anlagen und Elektromobilität 	<ul style="list-style-type: none"> • Neuartige Planungs- und Simulationsmethoden und -werkzeuge • Aus- und Neubau von Übertragungs- und Verteilernetzleitungen • «Grid Codes», Standards, Regulierung
10	Innovative Energietechnologien	<ul style="list-style-type: none"> • Steigerung der Versorgungssicherheit • Steigerung der Effizienz und der Systemauslastung • Integration erneuerbarer Energiequellen und dezentraler Anlagen 	<ul style="list-style-type: none"> • Neue Technologien • Interoperabilität und Standardisierung • Regulierung und Finanzierung

Tabelle 1: Schlüsseltechnologien und Funktionalitäten in einem «Smart Grid» (auf Grundlage von [1]).



2. Treibende Faktoren

Energiepolitisch gesteckte Ziele (z.B. EU 20-20-20, 2000-Watt-Gesellschaft) sowie die Gesetzgebung (z.B. StromVG, EnG/KEV) implizieren Veränderungen in der Elektrizitätserzeugung. Folgende Faktoren stellen dabei die wesentlichen Treiber für die Weiterentwicklung des Energie- resp. Elektrizitätssystems dar, welche ihrerseits durch den technologischen Fortschritt getrieben werden:

- **Versorgungssicherheit:** Die Volkswirtschaft hängt wesentlich von einer sicheren, wirtschaftlichen und nachhaltigen Energieversorgung ab. Die Substitution fossiler Energieträger bedeutet für die Elektrizitätsversorgung, dass zusätzliche Netzkapazitäten erforderlich werden. Die alternde Übertragungs- und Verteilnetzinfrastuktur behindert die Verbreitung dezentraler Elektrizitätserzeugung und gefährdet dadurch die Stabilität des Netzes und damit die langfristige Sicherheit, Zuverlässigkeit und Qualität der Elektrizitätsversorgung.
- **Markt:** Die (teilweise) Liberalisierung des schweizerischen Elektrizitätsmarktes sowie die diesbezüglichen Entwicklungen in der EU (z.B. 3. Energiebinnenmarktpaket) verändern die Anforderungen an die Elektrizitätsnetze. Im Markt werden vermehrt grosse Energiemengen über die Landesgrenzen hinaus ausgetauscht. Die Endkunden können ihren Energieanbieter wechseln und/oder mit ihrer selber erzeugten Elektrizität am Markt teilnehmen. Die im natürlichen Monopol verbleibenden Übertragungs- und Verteilnetze müssen diesen Veränderungen gerecht werden. Durch eine geeignete Ausgestaltung der Gesetzgebung wird die Steigerung der Effizienz der Netze unterstützt, insbesondere durch die Schaffung von Anreizen zu Investitionen und Förderung von technischem Fortschritt und Innovation (anrechenbare Netzkosten).
- **Umwelt:** Zur Verminderung der Treibhausgasemissionen werden vermehrt fossile durch erneuerbare Energieträger substituiert. Abhängig von den lokalen Gegebenheiten werden sich verschiedene Technologien der Elektrizitätserzeugung jeglicher Grösse und mit unterschiedlichen Einspeisecharakteristika durchsetzen, die es in das Gesamtsystem zu integrieren gilt. Die dazu notwendige intelligente Betriebsweise beeinflusst bereits die Planung des Aus- und Neubaus der Netzinfrastuktur und kann ausserdem die Optimierung der Energieeffizienz über die gesamte Wertschöpfungskette wesentlich unterstützen.

Um diese Ziele zu erreichen ergibt sich auch eine Reihe von direkten, technisch geprägten Treibern für Veränderungen im Elektrizitätssystem:

- Die **Integration erneuerbarer Energiequellen mit volatilen Einspeisecharakteristika** bedingt wirtschaftliche Verfahren zum Netzanschluss (v.a. an höhere Netzebenen) sowie leistungsfähige Werkzeuge zur Systemregelung (z.B. Leitsysteme wie Wide Area Monitoring, Möglichkeiten zur Energiespeicherung, Angebot an Systemdienstleistungen).
- Die **Integration dezentraler Erzeugungsanlagen** (v.a. in tieferen Netzebenen) setzt ausreichende Kapazitäten des jeweiligen Verteilnetzes voraus, was einfache Anpassungen in den Schutz- und Leitsystemen bis massive Investitionen in Netzaus- und Neubau (z.B. Vermaischung) zur Folge haben kann.
- Die Teilnahme **der Endkunden am Elektrizitätsmarkt** kann vom einfachen Lieferantenwechsel bis hin zur Einspeisung aus selber erzeugter Elektrizität oder dem Angebot von System-



dienstleistungen (z.B. aus Fahrzeugakkumulatoren) reichen, wozu entsprechend ausgeprägte Infrastruktur bis hin zu «Smart Metering» erforderlich ist.

- Der **grenzüberschreitende Elektrizitätsmarkt** und der freie **Marktzugang** von Netznutzern steigern den Wettbewerb im Rahmen der technischen Möglichkeiten. Mehr Intelligenz ist notwendig um die stark schwankenden Energieflüsse und sich einstellende Netzengpässe beherrschen zu können. Dazu müssen Instandhaltung und Ausbau der Netze sichergestellt werden.
- Die **Erhöhung der operativen Betriebssicherheit** beruht auf einer detaillierteren Überwachung der Energieflüsse, des Systemzustandes sowie auf der Möglichkeit zu rechtzeitiger, ausreichender Intervention und ist wesentlich, um das hohe Niveau der Versorgungsqualität und -sicherheit halten zu können.

Die **Steigerung der Energieeffizienz** bei den Endkunden [4] per se ist nicht als treibender Faktor zu betrachten; verschiedene Forschungsprojekte klären derzeit die bislang offene Frage, wie insbesondere «Smart Metering», ggf. im Zusammenhang mit neuen Tarifarten (z.B. zeitabhängig, dynamisch), einzusetzen ist (z.B. Feedbacksysteme, transparente Abrechnung), um – neben energieneutralen Lastverschiebungen – das Potential von Energieeinsparungen überhaupt ausschöpfen zu können.

3. Nutzen

Unter geeigneten Voraussetzungen können «Smart Grids» für unterschiedliche Interessensvertreter der gesamten Wertschöpfungskette der Elektrizitätsversorgung einen signifikanten Mehrwert schaffen. Nachfolgend sind einige Punkte (nicht abschliessend) zusammengestellt:

- **Staat:** Infrastrukturgrundlage für die Erreichbarkeit der Energieziele (z.B. Förderung erneuerbarer Energien, Energieeffizienz), Beitrag zur Versorgungssicherheit und damit zur Erzeugung von Wirtschaftsgütern, Beitrag zur Reduktion der Abhängigkeit von Energieimporten.
- **Erzeuger:** Tiefere Netzanschlusskosten für Kraftwerksprojekte, höhere Anlagendichte ohne Netzausbau, erhöhte Marktchancen (z.B. Bildung virtueller Kraftwerke, Angebot von Systemdienstleistungen).
- **Endkunden** (Industrie, Gewerbe, Haushalt): Neue Möglichkeiten zur Teilnahme am liberalisierten Markt (z.B. flexibler Anbieterwechsel, Bildung virtueller Kraftwerke), Bewusstseinsbildung bezüglich Energieeffizienz (z.B. durch transparente Abrechnung, Feedbacksysteme), Reduktion der Bezugsspitzen (z.B. variable Tarife, automatisierte Laststeuerung), Einbindung von «Smart Home»-Systemen, Unterstützung bei der Einführung der Elektromobilität, Nutzung energiefremder Dienstleistungen über bestehende IKT-Infrastruktur.
- **Übertragungsnetzbetreiber:** Zusätzliches Angebot für Systemdienstleistungen, bessere Nutzung der vorhandenen Übertragungskapazitäten durch breitere Verfügbarkeit von Echtzeitdaten, was den optimierten Einsatz neuartiger technischer Komponenten (z.B. zur aktiven Lastflusssteuerung), die aktive Regelung nachgelagerter Verteilnetze sowie die verlustarme Über-



tragung über grosse Distanzen (Multi-Terminal-Hochspannungsgleichstromübertragung) ermöglicht oder unterstützt.

- **Verteilnetzbetreiber:** Bessere Nutzung der vorhandenen Verteilnetzkapazitäten durch Messung und Steuerung der Ein- und Auspeisungen, optimierter Netzaus- und Neubau (z.B. Minderung des Einflusses verbreiteter Elektromobilität), optimierte Abrechnungsprozesse.
- **Dienstleistungsanbieter:** Angebot von Mess- und Datenverarbeitungsdienstleistungen sowie von für die Endkunden mit und ohne Energiebezug.
- **Technologieanbieter:** Internationaler Technologievorsprung, neuartige Produkte, Erweiterung der Geschäftsfelder, Erhalt und Schaffung von Arbeitsplätzen.

Die international vernetzte **Forschung** trägt in allen Bereichen dazu bei, notwendige Grundlagen zu liefern und die Erkenntnisse im Rahmen von Pilot- und Demonstrationsprojekten umzusetzen. Ausserdem wird damit der wissenschaftliche Nachwuchs praxisnah gefördert.

4. Umsetzungshindernisse

Die Ausprägung eines individuellen «Smart Grids» hängt wesentlich von den politischen, regulatorischen, kommerziellen und rechtlichen Rahmenbedingungen ab. Genauso hängen dann auch Ausprägung, Hindernisse bei der Entwicklung und Umsetzung sowie Lösungsansätze entscheidend voneinander ab.

Ökonomische und rechtliche Hindernisse

- **Gesetzgebung und Regulierung:** Ein unklares politische Umfeld fördert die Unsicherheit darüber, wohin und wie schnell sich der Elektrizitätsmarkt und seine Regeln entwickeln, auf welche Technologien gesetzt werden solle, und für welche technischen Randbedingungen das Netz gerüstet sein muss. Dies führt dazu, dass die Investitionsplanungen auf dem Status quo beruhen und dass wegen des Risikos, in die «falsche» Technologie zu investieren, weiterhin auf konventionelle Komponenten gesetzt wird. Dieses Verhalten kann noch verstärkt werden, wenn Unsicherheit über die zur Anwendung kommenden Regulierungsmechanismen besteht und damit über die anrechenbaren Kosten resp. die zu erwartenden Erlöse. Die Schaffung ausreichender Anreize für Investitionen in das Netz ist zwingend. Weitere rechtliche Fragestellungen betreffen den Datenschutz, und die Nutzung von IKT-Dienstleistungen über die Kommunikationsmittel der Energieübertragung (z.B. welche Daten dürfen über die Glasfaserleitungen der Hochspannungsmasten übertragen werden).
- **Finanzierung:** Aufgrund der unterschiedlichen Verantwortlichkeiten der verschiedenen Marktakteure nach der Liberalisierung der Elektrizitätsversorgung ist auch das Interesse und der Nutzen der Marktteilnehmer verteilt. Entsprechende tragfähige Geschäftsmodelle müssen erst entstehen, um Investitionen, Erlöse und Risiken unter den Akteuren gerecht verteilen zu können.



Gesellschaftliche Hindernisse

Die Themen «Klimaerwärmung», «erneuerbare Energien» und «Energieeffizienz» sind in der Gesellschaft allgegenwärtig. Den wenigsten ist allerdings bewusst, welche zentrale Rolle dem Elektrizitätsnetz bei der Bewältigung der damit verbundenen Herausforderungen zukommt und welche Probleme bereits heute bestehen. Das fehlende gesellschaftliche Bewusstsein kann dazu führen, dass der Zusatznutzen durch «Smart Grids» nicht erkannt wird oder aber persönliche Bedenken, z.B. über steigende Elektrizitätstarife oder Datenschutz, überwiegen. Damit fehlt dann auch die Bereitschaft, die notwendigen Kosten zu tragen und der Wandel kann so verzögert oder politisch blockiert werden.

Technologische Hindernisse

- **Technologie:** Verschiedenste Technologien sind heute bereits verfügbar und werden laufend weiterentwickelt (z.B. Kommunikation, Messtechnik, Automatisierung, Fernsteuerung). Die eigentliche Herausforderung besteht darin, die einzelnen Ansätze zu einem Gesamtsystem zu integrieren, das interoperabel, koordiniert, sicher und zuverlässig betrieben werden kann (z.B. Integration von dezentralen Erzeugungsanlagen, volatilen erneuerbaren Energiequellen, Elektromobilität). Diese Komplexität führt dazu, dass nicht alle Grundlagen in ähnlicher Tiefe vorhanden sind, was deren Vereinigung zu einem funktionierenden Gesamtsystem erschwert. Dementsprechend fehlen derzeit grossflächige repräsentative Pilot- und Demonstrationsprojekte, um Kenntnislücken zu eruieren sowie die technische und wirtschaftliche Machbarkeit zu erproben und im Betrieb zu demonstrieren. Insbesondere fehlen weitestgehend Erkenntnisse über die Auswirkungen auf die Energieeffizienz (einerseits Steigerung bei den Netznutzern, andererseits Mehrbedarf durch neue Komponenten und Infrastruktur).
- **Normen und Standards:** Die globale Normung und Standardisierung ist eine Grundvoraussetzung für die grossflächige Umsetzung und den Betrieb. Sie ist Sache der Privatwirtschaft. Aufgrund der starken Fragmentierung der Interessensvertreter ist die gemeinsame Etablierung von Normen und Standards langwierig und geprägt von Partikularinteressen. Andererseits kann eine verfrühte Festlegung den Durchbruch neuer innovativer Technologien gefährden.
- **Fachkompetenz:** In allen Phasen von der Forschung über die Umsetzung bis zum Betrieb sind weit reichende interdisziplinäre Fachkenntnisse gefragt, nicht zuletzt auch bei den Planungs- und Bewilligungsbehörden. Allerdings existieren derzeit nur wenige entsprechende Kompetenzzentren (z.B. neugegründete «Forschungsstelle Energienetze» an der ETH Zürich) sowie Aus- und Weiterbildungsangebote. Die personelle Fluktuation, insbesondere in der Elektrizitätsbranche, ist derzeit sehr hoch, so dass das entsprechende Wissen nur sehr schwer nachhaltig aufgebaut und gesichert werden kann.

Systemsicherheit und Datenschutz

- **Systemsicherheit:** Durch den vermehrten Einsatz von IKT-Infrastruktur erhöht sich auch die Gefahr von beabsichtigten (z.B. Sabotage) und unbeabsichtigten Handlungen (z.B. durch technisches oder menschliches Versagen) im Betrieb, die im Extremfall grossflächige und lang andauernde Ausfälle bei der Elektrizitätsversorgung zur Folge haben kann. Neuartige Si-



cherheitskonzepte sind essentiell, um entsprechende Risiken und Auswirkungen auszuschliessen resp. zu minimieren.

- **Datenschutz:** Die grosse Menge an sensiblen Daten, die erfasst werden muss, birgt unweigerlich Datenschutz- und Sicherheitsrisiken, zumal verschiedene Marktakteure zu unterschiedlichen Zwecken darauf zugreifen können müssen. Geeignete Modelle für einen sicheren, verhältnismässigen, aber technisch nicht einschränkenden Datenaustausch fehlen derzeit. Konsumenten reagieren empfindlich auf negative Vorfälle, vor allem in der Anfangsphase, was dazu führen kann, dass der Wandel verzögert oder politisch blockiert werden kann.

5. Internationale Entwicklungen

Aufgrund der anstehenden Veränderungen im Energie- resp. Elektrizitätssystem sind international verschiedene grossangelegte Pilotprojekte, Initiativen und legislative Prozesse gestartet worden. Die wesentlichen Entwicklungen sind nachfolgend (nicht abschliessend) zusammengestellt.

IEA Smart Grids Roadmap

Die Internationale Energieagentur (IEA) entwickelt im Rahmen ihrer «Low-carbon energy technology roadmaps» auch eine entsprechende Roadmap für «Smart Grids» [8]. In einem breit abgestützten Entstehungsprozess wird diese sowohl technische, ökonomische und ökologische Aspekte abdecken. Ausserdem wird die rechtliche und regulatorische Situation sowie der Markt analysiert werden, woraus Empfehlungen an verschiedene Entscheidungsträger abgeleitet werden. Die Roadmap soll Ende 2010 oder Anfang 2011 publiziert werden.

European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan)

Der am 22. November 2007 von der Europäischen Kommission präsentierte SET-Plan [9] ist die technologische Roadmap der EU. Er soll die Entwicklung und den Einsatz von kostengünstigen Technologien beschleunigen, die einen möglichst tiefen CO₂-Ausstoss verursachen. Der Plan enthält konkrete Massnahmen, mit welchen eine kohärente europäische Energieforschungslandschaft aufgebaut werden soll. Die Forschungsanstrengungen in den europäischen Ländern sollen gebündelt und die Technologien mit dem grössten Potenzial ausgewählt werden. Die qualitativen Ziele sind in der 20-20-20-Zielsetzung zusammengefasst: Bis 2020 soll der Anteil der erneuerbaren Energie im Energiemix auf 20 Prozent erhöht sowie der CO₂-Ausstoss und der Energiebedarf um je 20 Prozent gesenkt werden (Bezugsjahr 1990).

Das Hauptinstrument des SET-Plans sind die acht so genannten «European Industrial Initiatives» (EII), von der Industrie getriebene Massnahmenpläne. Die Initiativen sind durch die Kommission angeregt und von den entsprechenden Industrien ausgearbeitet worden. Im Bereich der «Smart Grids» sind dies die «European Electricity Grid Initiative» (EEGI), die auch die nötigen Schnittstellen zu den anderen relevanten technologischen EII (z.B. Wind, PV, CSP) sicherstellt, sowie die «Smart Cities Initiative» (SCI), die sich auf die breite Umsetzung erneuerbarer Energien sowie die Förderung der Energieeffizienz in Städten konzentriert.



Die federführenden 7 Übertragungsnetz- und Verteilnetzbetreiber, später abgelöst durch die ENTSO-E und EDSO for Smart Grids, beschreiben die durchzuführenden Aktivitäten der EEGI für den Zeitraum 2010–2018 [5]. Diese sind in die drei Teilbereiche Übertragungsnetz (TSO), Verteilnetz (DSO) und Querschnittsthemen (TSO/DSO) gegliedert. Darauf aufbauend wurde ein «Implementation Plan» [6] ausgearbeitet, welcher für die Periode 2010-2012 konkrete Forschungs- sowie Pilot- und Demonstrationsprojekte, allerdings keine breit angelegten Umsetzungsprojekte, auflistet. Für die EEGI sind für die Periode 2010–2018 Projekte im Rahmen von rund 2 Milliarden Euro budgetiert, knapp die Hälfte davon bereits für die Periode 2010-2012. Das Konzept für die SCI und die darin angedachten zentralen Umsetzungsmassnahmen in Städten befindet sich derzeit noch in der Entstehung.

Neben den EII umfasst der SET-Plan noch die «European Energy Research Alliance» (EERA) [10], ein europäisches Energieforschungsbündnis, in welchem sich die besten Universitäten Europas für gemeinsame Ausschreibungen zusammenschliessen sollen. Seitens der Schweiz ist das Paul-Scherrer-Institut (PSI) im Leitungsgremium vertreten. Im Bereich «Smart Grids» nehmen aber derzeit keine Schweizer Organisationen teil.

Die Finanzierung der durch die EII lancierten Projekte erfolgt über verschiedene Quellen, insbesondere über das «7. Forschungsrahmenprogramm» (FP7) [11] sowie die beiden Programme «Economic Recovery Programme» (EPR) und «Competitiveness and Innovation Framework Programme» (CIP-IEE), an denen die Schweiz nicht beteiligt ist. Voraussichtlich werden Mittel aus dem Emissionshandelssystem (ETS) im Rahmen des NER300-Programms eine weitere zentrale Rolle einnehmen. Der überwiegende Teil der Finanzierung soll durch die Mitgliedländer und assoziierte Länder über nationale Programme und die Industrie erfolgen.

Zurzeit werden die Modalitäten (Ausschreibung, Einreichung und Bewertung der Projekte, Ablauf der Finanzierung), speziell auch für Nicht-EU-Staaten, diskutiert. Bezüglich Finanzierung besteht international weit gehend Unklarheit. Auch dem Bundesamt für Energie ist es mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln nicht möglich, Projekte im Rahmen des SET-Plans zu unterstützen.

3. Energiebinnenmarktpaket der EU

Die Elektrizitätsbinnenmarktrichtlinie des 3. Energiebinnenmarktpaketes der EU (2009/72/EG) sieht vor, dass «intelligente Messsysteme» eingeführt werden müssen. Die Einführung dieser Messsysteme, häufig auch als «Smart Metering» bezeichnet, kann durch die Mitgliedstaaten einer wirtschaftlichen Analyse, eines sogenannten «Impact Assessment», unterworfen werden, bei der alle langfristigen Kosten und Vorteile für die Marktteilnehmer (Produzenten, Netzbetreiber und Konsumenten) untersucht werden. Damit soll festgelegt werden, welche «Smart Metering»-Strategie volkswirtschaftlich am sinnvollsten ist und in welchem zeitlichen Rahmen die Einführung möglich sein wird. Wird die Einführung positiv bewertet, so müssen bis 2020 mindestens 80 % der Verbraucher mit «Smart Metering» ausgestattet werden. Über «Smart Grids» im weiteren Sinne werden keine Aussagen gemacht. Allerdings wurde auf Seiten der EU-Kommission im Jahr 2009 von der DG Energy die «Smart Grids Task Force» [12] etabliert, mit dem Ziel, die Rahmenbedingungen für «Smart Grids» im Rahmen des 3. Energiebinnenmarktpaketes auszuarbeiten.

Seit 2007 verhandeln die Schweiz und die EU über ein bilaterales Abkommen im Strombereich, seit September 2010 neu auf der Basis des 3. europäischen Energiebinnenmarktpaketes. Es wird ein eigenständiges und erweiterbares Energieabkommen angestrebt, das zunächst auf den Strombereich



und die erneuerbaren Energien begrenzt ist und in späteren Verhandlungen auf weitere Themen wie Energieeffizienz oder Energieinfrastrukturen ausgedehnt werden kann.

Zahlreiche Bestimmungen des 3. Energiebinnenmarktpakets werden Anfang März 2011 Geltung erlangen. Unter anderem nehmen die neu geschaffenen EU-Organisationen ab diesem Zeitpunkt formell ihre Arbeit auf. Vom Zustandekommen eines Abkommens im Strombereich hängt für die Schweiz nicht nur eine tragfähige Lösung für die langfristigen Stromimportverträge mit Frankreich ab, sondern auch der Zugang zu diesen Organisationen, die den Aus- und Neubau des europäischen Übertragungsnetzes massgeblich mitbestimmen werden.

Somit liegt nahe, dass beim Abschluss eines Abkommens zwischen der Schweiz und der EU basierend auf dem 3. Energiebinnenmarktpaket die Schweiz im Bereich der Smart Meter auch ein Impact Assessment vorlegen müsste.

Deutschland und Österreich

Im Rahmen des Förderprogramms «E-Energy» [13] des deutschen Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) werden Lösungen zur Optimierung der Stromversorgung durch den Einsatz moderner IKT entwickelt und erprobt, wobei neben technischen auch ökonomische und rechtlich-administrative Fragestellungen betrachtet werden. In sechs Modellregionen werden Forschungsaktivitäten mit rund 60 Millionen Euro öffentlicher Mittel gefördert. Die Aktivitäten richten sich auf die Koordination dezentraler Energieerzeuger zu virtuellen Kraftwerken, die Flexibilisierung der Verbrauchsseite durch intelligente Laststeuerung oder Bewirtschaftung von Energiespeichern (inkl. Elektromobilität) sowie die Optimierung der Energieflüsse. In einem parallelen Prozess werden Strategien entwickelt, wie die Erkenntnisse und Entwicklungen aus den Modellregionen landesweit umgesetzt werden können. Das österreichische Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) unterstützt im Rahmen seines Förderprogramms «Energiesysteme der Zukunft» [14] ebenfalls sechs Pionierregionen mit ähnlichen Zielsetzungen, wobei zahlreiche Forschungsprojekte den Aufbau und den Betrieb der Pilotprojekte untermauern.

USA

Die Treiber für «Smart Grids» in den USA sind die schlechte Versorgungssicherheit aufgrund nicht getätigter, dringend notwendiger Investitionen, der wachsende Elektrizitätsbedarf sowie die gesellschaftlichen Hindernisse beim Netzausbau. Um die Netze zu modernisieren und auszubauen, stehen aus dem «American Recovery and Reinvestment Act» 11.75 Milliarden US\$ zur Verfügung. Pilotprojekte werden aus dem «Smart Grid Demonstration Program» mit 100 Millionen US\$ unterstützt, wobei zusätzliche 515 Millionen US\$ für die Demonstration notwendiger neuer Speichertechnologien vorgesehen sind. Zur schnellen Umsetzung und Verbreitung der demonstrierten Technologien leistet der «Smart Grid Investment Grant» einen Beitrag von 3.3 Milliarden US\$.



6. Situation in der Schweiz

Versorgungssicherheit

Im Elektrizitätssektor bedeutet Versorgungssicherheit eine stets ausreichende und ununterbrochene Befriedigung der Nachfrage nach Strom zu angemessenen Preisen.

Die heute bestehenden Netzkapazitäten müssen effizienter genutzt werden (z.B. durch Optimierungen im Betrieb) und – wo nötig – ausgebaut werden. Bei der Optimierung des Netzbetriebes stehen vorwiegend informationstechnologische Innovationen (z.B. intelligente Netzkomponenten, sogenannte «Smart Grids») im Zentrum. Dazu wird die interdisziplinäre Forschung im Bereich Übertragungsnetze in Zusammenarbeit mit den schweizerischen Hochschulen und der Wirtschaft intensiviert. Sind Netzausbauten nötig, so soll unter Einbezug aller Kriterien (Versorgungssicherheit, Umweltschutz, Landschaftsschutz, Personenschutz, Wirtschaftlichkeit) die insgesamt zweckmässigste Lösung angestrebt werden.

Vielfältige Entwicklungen stehen derzeit an: In der Schweiz werden neue Grosskraftwerke in Betrieb genommen bzw. geplant (Speicherkraftwerke, Kernkraftwerke, GuD) sowie die dezentrale Produktion vorangetrieben (kostendeckende Einspeisevergütung). Auf europäischer Ebene wird im Rahmen der 20-20-20-Klimaziele die Windkraft im Norden und Osten Europas in grossem Stil ausgebaut werden müssen. Diese nicht ständig zur Verfügung stehenden Einspeisungen müssen mit flexiblen Kraftwerken oder Lasten kompensiert werden. Dabei werden die Schweizer Pumpspeicherkraftwerke eine wichtige Rolle spielen, wobei ein Ausbau des Übertragungsnetzes nötig werden wird.

Die Versorgungssicherheit ist in der Schweiz derzeit noch sehr hoch. Diese Entwicklungen zeigen aber, dass die Herausforderungen an das Stromnetz in den nächsten Jahren massiv ansteigen werden. Dabei wird der intelligenteren Nutzung der bestehenden Infrastruktur eine wichtige Rolle zukommen nicht zuletzt, um die Kosten im Griff behalten zu können. In diesem Sinne wird dem Thema «Smart Grids» auch aus der Sicht der Versorgungssicherheit eine hohe Wichtigkeit beigemessen.

Kosten und Regulierung

Die Kosten, die durch die Verbreitung «Smart Grids» entstehen, hängen im wesentlichen davon ab, welche Funktionalitäten implementiert werden, und somit, welche Technologien zum Einsatz kommen. Aufgrund des schnellen und unübersichtlichen technischen Fortschritts konnten bis heute weder von der IEA, der EU oder in der Schweiz keine belastbaren Abschätzungen über die zu erwartenden anfallenden Kosten durchgeführt werden. Einzelne Netzbetreiber verfügen allerdings über erste interne Berechnungen.

Die volkswirtschaftliche Vertretbarkeit von «Smart Grids» hängt wesentlich vom Nutzen der unterschiedlichen Marktakteure ab. Eine systematische Analyse der jeweiligen Potentiale für die unterschiedlichen Akteure im schweizerischen Elektrizitätsmarkt (inkl. Endkunden) wurde bisher nicht durchgeführt, ist aber essentiell für die Ausarbeitung entsprechender regulatorischer Rahmenbedingungen.



Die aktuellen und künftigen regulatorischen Rahmenbedingungen spielen eine wichtige Rolle bei der weiteren Entwicklung der Elektrizitätsversorgung. Sie sollten Anreize für nachhaltige Investitionen schaffen und dafür sorgen, dass die dabei anfallenden Kosten gerecht unter den Akteuren verteilt werden, ohne aber unnötige Hindernisse bei der Erreichung der energiepolitischen Ziele zu schaffen.

Energieforschung

Die Forschungslandschaft resp. die Anzahl Forschungsgruppen und ihre personellen Ressourcen auf diesem Gebiet in der Schweiz sind relativ begrenzt. Hauptakteure sind die ETH Zürich und Lausanne, verschiedene Fachhochschulen (z.B. Nordwestschweiz, Bern, Luzern, Freiburg, Wallis) und Universitäten (z.B. St. Gallen), die Industrie (z.B. ABB, Landis+Gyr) sowie verschiedene KMU, wobei die meisten sich mit spezifischen Aspekten und Technologien befassen. Das Bundesamt für Energie hat 2010 zusammen mit den Gründungsmitgliedern ABB, Alpiq, ewz, SBB, Swissgrid und Swisspower die am Energy Science Center der ETHZ angegliederte «Forschungsstelle Energienetze» gegründet, mit dem Ziel, zusätzlich interdisziplinäre Forschungskompetenzen auf dem Gebiet der Energienetze nachhaltig aufzubauen.

Aufgrund der Interdisziplinarität der Thematik wird diesbezügliche Forschung aus verschiedenen Förderprogrammen in der Schweiz unterstützt, so zum Beispiel vom Bundesamt für Energie, der KTI, dem ETH-Rat oder von privater Seite durch Swisselectric Research. Folgende BFE-Forschungsprogramme befassen sich mit unterschiedlichen Aspekten von «Smart Grids»:

- **Forschungsprogramm Netze:** In Rahmen dieses Forschungsprogramms werden vor allem technische und wirtschaftliche Fragestellungen zu den Themen «Elektrizitätsnetze», «Gekoppelte Netze» und «Technologie» behandelt. Dabei steht der Systemansatz im Vordergrund, weniger einzelne Technologien.
- **Forschungsprogramm Elektrizitätstechnologien & -anwendungen:** Insbesondere der Anwendungsschwerpunkt «IKT» greift Themen bezüglich «Smart Metering» sowie Zusammenspiel mit «Smart Home» auf und bearbeitet damit Fragen auf der Schnittstelle zwischen Netzbetreibern und Endkunden.
- **Forschungsprogramm Energie – Wirtschaft – Gesellschaft (EWG):** Das Programm untersucht sozio-ökonomische Aspekte der Themen «Smart Grids» inkl. «Smart Metering» (z.B. Akzeptanz, Nutzerverhalten, Wirkungsanalysen).
- **Verschiedene Forschungsprogramme im Bereich «Erneuerbare Energien» und «Effiziente Energienutzung»** (z.B. Photovoltaik, Windenergie, Biomasse, Wasserkraft, Geothermie, Verkehr, Akkumulatoren & Supercaps): Die Programme unterstützen Forschungsarbeiten von den Grundlagen der jeweiligen Technologien bis hin zur Netzanbindung der Erzeugungsanlagen.
- **Pilot- und Demonstrationsprojekte (P&D):** Im Rahmen der Schwerpunktsetzung des Programms werden insbesondere Projekte im Bereich «Smart Grids» prioritär betrachtet.



Internationale Kooperationen und Komiteemitgliedschaften des Bundes

Die Sektion Energieforschung und insbesondere das Forschungsprogramm Netze sind in verschiedenen internationalen Kooperationen und Komitees vertreten:

- **IEA Implementation Agreement on Electricity Networks Analysis, Research & Development (Enard) [15]:** Die IEA hat die wichtige Rolle der Elektrizitätsnetze bei der Erarbeitung von energiepolitischen Grundsätzen erkannt und Enard im Juli 2006 initiiert. Ziel ist, Netze in diverser Hinsicht effizienter zu gestalten: Im Vordergrund stehen die Netzerneuerung, die Integration von erneuerbaren Energiequellen sowie die Versorgungssicherheit. Enard fördert im Rahmen eines internationalen Forums den Informationsaustausch zwischen Energiepolitik und Wissenschaft. Allerdings hat sich Enard bis heute keinen Namen als kompetentes Organ schaffen können und relativ wenige energiepolitisch relevante Ergebnisse geliefert. Für die zweite Phase 2011-2016 wird bis im Frühling 2011 ein grundlegend neues Konzept ausgearbeitet, wobei eine enge Zusammenarbeit mit dem vom «Major Economies Forum on Energy and Climate» (MEF) lancierten «International Smart Grids Action Network» (ISGAN) angestrebt wird; anschliessend wird sich zeigen, ob eine weitere Schweizer Beteiligung als sinnvoll und zielführend eingestuft werden kann.
- **Europäische Technologieplattform Smart Grids (ETP Smart Grids) [16]:** Die im Jahr 2005 von der EU initiierte «ETP Smart Grids» hatte das Ziel, fundamentale Veränderungen im traditionellen Elektrizitätsnetz Europas anzudenken, sowie Forschung und Prototypen bis zur Markteinführung voranzutreiben. Sie setzte sich zusammen aus Vertretern der Industrie, den Übertragungs- und Verteilnetzbetreibern, sowie Forschungsvertretern und Regulatoren aus der EU und assoziierten Ländern. Im Rahmen verschiedener Arbeitsgruppen wurden bis ins Jahr 2009 mehrere Grundlagendokumente [2][3][7] erarbeitet. Daraufhin wurde der «Advisory Council» durch das sog. «Smart Grids Forum» abgelöst und die «Mirror Group» deaktiviert. Das neue Konzept der Technologieplattform hat das Ziel, die anstehenden europäischen Prozesse des Strukturwandels zu koordinieren und die Schnittstellen zu den verschiedenen Akteuren sicherzustellen. Die Rolle innerhalb des SET-Plans, insbesondere in Bezug auf die neu formierte «European Electricity Grid Initiative» (EEGI), bleibt offiziell ungeklärt.
- **Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan) und European Electricity Grid Initiative (EEGI), Smart Cities Initiative (SCI):** Für die Leitung des SET-Plans wurde eine Steuerungsgruppe etabliert, worin die EU-Mitgliedstaaten sowie die assoziierten Länder und die Europäische Investitionsbank (EIB) vertreten sind. Für jede der EII, insbesondere auch für die EEGI und die SCI, wurden so genannte «EII-Teams» eingerichtet, in welche die interessierten EU-Mitgliedstaaten, die assoziierten Länder, die betroffene Industrie, die Geldgeber (z.B. EIB) und die Forschungsgemeinde (z.B. EERA) Einsitz nehmen können. Aufgrund fehlender finanzieller Mittel, wird die Konzentration der Schweiz auf ausgewählte EII nötig werden.
- **Smart Grids ERA-Net (European Research Area Network) [17]:** Dieses ERA-Net wurde im Jahr 2008 für eine Laufzeit von 4 Jahren aus der damaligen «ETP Smart Grids» heraus gegründet. Ziel des ERA-Nets ist vor allem der Informationsaustausch zwischen nationalen Forschungsprogrammen, die Nutzung von Synergien, die Koordination der nationalen Forschungsaktivitäten durch Identifizierung von Mehrspurigkeiten und Wissenslücken sowie die Lancierung von gemeinsamen Ausschreibungen. Im Rahmen einer ersten Ausschreibung



konnten drei Forschungsprojekte mit Schweizer Beteiligung bewilligt werden. Durch die Lancierung der EEGI werden sich die Aktivitäten und Kernthemen des ERA-Nets denjenigen des «Implementation Plan» annähern und einen Beitrag zur Umsetzung des SET-Plans leisten.

- **D-A-CH-Kooperation Smart Grids:** Die Schweiz und Österreich sind in verschiedenen Gremien der EU und der IEA zur Koordination der Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der elektrischen Netze vertreten. Dadurch, dass Deutschland derzeit in keinem dieser Gremien aktiv ist, wurde im November 2009 ein Memorandum of Understanding (MoU) unterzeichnet, um diese Lücke trilateral zu schliessen. Das MoU schafft die Rahmenbedingungen für die Abstimmung laufender Fördermassnahmen und Projektaktivitäten, neue Kooperationsaktivitäten, die Abstimmung der jeweiligen Begleitforschungsaktivitäten (z.B. gemeinsame Workshops, Herausgabe gemeinsamer Leitfäden), die Schaffung von länderübergreifenden «Task Forces» zur regelmässigen Abstimmung der Lösung von Querschnittsfragen und Positionen in internationalen Gremien, die Unterstützung bei der Projektentwicklung und länderübergreifenden Konsortienbildungen für internationale Projekte (z.B. im Rahmen des SET-Plans) und die Entwicklung gemeinsamer Fördermassnahmen (z.B. gemeinsame Ausschreibungen).

Aktivitäten in der Elektrizitätsbranche

Vor allem die grösseren Netzbetreiber sowie diejenigen, die bereits technisch direkt von den treibenden Faktoren betroffen sind, sind sich der Herausforderungen bewusst. Im Rahmen von verschiedenen Projekten sammeln sie Erfahrungen mit neuen Technologien sowie deren Nutzen und Wirkung und erarbeiten entsprechende Geschäftsmodelle.

Der Fokus liegt derzeit vor allem auf «Smart Metering», was momentan nicht grossflächig verbreitet ist. Erste Netzbetreiber haben «Smart Meter» installiert, andere evaluieren verschiedene Technologien in einer Reihe von Feldversuchen, wobei eine grosse Vielfalt von heterogenen Zähler- und Kommunikationstechnologien angeboten wird. Allerdings sind diese wegen fehlender Industriestandards oft sehr unterschiedlich und nicht wirtschaftlich zu betreiben. Eine wesentliche Erkenntnis ist, dass «Smart Metering» nur dann einen Mehrwert schafft, wenn in einem interoperablen System verschiedene «Smart Grids»-Prozesse darüber abgewickelt werden können, so zum Beispiel Ableitung von Strom-, Gas- und Wasserzählern, Steigerung der Energieeffizienz durch Feedback, Kundendienst, Lastprognose aufgrund von 15-Minuten-Werten, Bilanzgruppenmanagement und Ablösung der veralteten Rundsteueranlagen. Voraussetzungen dafür sind geeignete Normen, Standards sowie Mindestanforderungen an die Zähler, die es bis heute nicht gibt und an denen v.a. in der EU gearbeitet wird.

Erste Netzbetreiber gehen in der Folge dazu über, die Funktionalität der «Smart Metering»-Piloten durch neue IKT-Infrastruktur zu ergänzen, um das Kosten-Nutzenverhältnis der getätigten Investitionen zu optimieren.

Die Pilot-, vor allem aber die Umsetzungsaktivitäten der Netzbetreiber sind durch die derzeit nicht vorhandene Planungs- und Investitionssicherheit geprägt und deshalb eher zögerlich. Grund dafür dürften die schnelle Entwicklung neuer Technologien sowie die derzeitigen gesetzlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen sein.



Referenzen

- [1] MEF (2009): *Technology Action Plan Smart Grids*.
- [2] ETP Smart Grids (2006): *Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future*.
- [3] ETP Smart Grids (2010): *Strategic Deployment Document for Europe's Electricity Networks of the Future*.
- [4] BFE / Econcept AG (2009): *Smart Metering für die Schweiz – Potentiale, Erfolgsfaktoren und Massnahmen für die Steigerung der Energieeffizienz*.
- [5] EEGI (2009): *The European Electricity Grid Initiative (EEGI): a joint TSO-DSO contribution to the European Industrial Initiative (EII) on Electricity Networks*.
- [6] EEGI (2010): *The European Electricity Grid Initiative (EEGI): Roadmap 2010-18 and Detailed Implementation Plan 2010-12*.
- [7] ETP Smart Grids (2007): *Strategic Research Agenda for Europe's Electricity Networks of the Future*.

Weitere Informationen

- [8] IEA Technology Roadmaps: <http://www.iea.org/roadmaps/>
- [9] EU Strategic Energy Technology Plan:
http://ec.europa.eu/energy/technology/set_plan/set_plan_en.htm
- [10] European Energy Research Alliance: <http://www.eera-set.eu/>
- [11] 7. EU-Forschungsrahmenprogramm: <http://cordis.europa.eu/fp7/>
- [12] EU Smart Grids Task Force:
http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/smartgrids/taskforce_en.htm
- [13] BMWi-Förderprogramm E-Energy: <http://www.e-energy.de/>
- [14] bmvit-Förderprogramm Energiesysteme der Zukunft: <http://www.energiesystemederzukunft.at/>
- [15] IEA IA Enard: <http://www.iea-enard.org/>
- [16] ETP Smart Grids: <http://www.smartgrids.eu/>
- [17] Smart Grids ERA-Net: <http://www.eranet-smartgrids.eu/>



Anhang 2

Vom Bundesamt für Energie geförderte Projekte:

Forschung- und Entwicklung (F&E)

- **Analyse des Forschungsumfelds «Smart Grids» in der Schweiz und in Europa – Bacher Energie AG (2009-2012):** Umfassende Analyse des europäischen Forschungsumfelds «Smart Grids» im Rahmen des europäischen «SmartGrids ERA-Net» sowie Erstellung und Betrieb einer Datenbank
- **Vision of Future Energy Networks (VoFEN) – ETH Zürich (2004-2010):** Gesamtheitliche Konzepte für Multienergieträgernetze, Konversion von Energieträgern, Einbezug von Elektromobilität
- **AlpEnergy – Università della Svizzera Italiana (2008-2011):** Konzepte für Umsetzung und Betrieb virtueller Kraftwerke im Alpenraum
- **Einspeiseprognosen für neue erneuerbare Energien – Meteotest, Enersis Suisse (2009):** Potentialermittlung verbesserter Einspeiseprognosen
- **Wirtschaftlichkeit dezentraler Einspeisung auf die elektrischen Netze der Schweiz (2009-2010):** Auswirkungen verteilter Einspeisungen auf Bezugsleistungen, Netzausbau, Netzkosten, Regelleistung und Regelenergie
- **Efficient Identification of Opportunities for Distributed Generation based on Smart Grid Technologies (SmartGen) – Bacher Energie AG, HES-SO FR, Meteotest, Watergisweb AG (int. Konsortium im Rahmen SmartGrids ERA-Net) (2010-2013):** GIS-gestütztes Planungsinstrument zur netztechnischen/-wirtschaftlichen Erschliessung von Energie- und Lastmanagementpotentialen
- **IEA IA Enard Annex II – DG System Integration in Distribution Networks – Bacher Energie AG (2008-2010):** Leitfaden und Empfehlungen zur Integration dezentraler erneuerbarer Energiequellen in Verteilnetze
- **Optimizing green energy and grid load by geographical steering of energy consumption (GeoGreen) – Università della Svizzera Italiana (int. Konsortium im Rahmen SmartGrids ERA-Net) (2010-2013):** Möglichkeiten und technische Konzepte zur geographischen Lastverlagerung (z.B. Elektromobilität, Cloud-computing)
- **The Impact of Prosumers in a Smart Grid based Energy Market (IMPROSUME) – Universität St. Gallen, Bacher Energie AG (int. Konsortium im Rahmen SmartGrids ERA-Net) (2010-2012):** Verhalten von «Prosumers», Geschäftsmodelle, technische und wirtschaftliche Simulationsmodelle, Handelsstrategien und Beziehungen zwischen den Marktakteuren
- **Smart Metering für die Schweiz – Econcept AG (2009):** Potentiale, Erfolgsfaktoren und Massnahmen für die Steigerung der Energieeffizienz, Handlungsoptionen



- **Smart Metering pour éco-cités – HES-SO VS (2009-2011):** wissenschaftliche Begleitung, Auswertung und Aufbereitung verschiedener «Smart Metering»-Pilotprojekte
- **Effizienzsteigerung im Haushalt durch Digitalstrom – Encontrol AG (2008-2012):** Effizienzpotential von Digitalstrom-Komponenten
- **Mehr Energieeffizienz durch gezielte Anwenderinformation (MEGA) – HSLU (2008-2010):** Feedbacksysteme für Lastmanagement und Steigerung der Energieeffizienz
- **Smart Metering Consumption – Ecodesign GmbH (2010-2012):** Abschätzung des (zusätzlichen) Energiebedarfs der Infrastruktur für «Smart Metering» und «Smart Grids»
- **ewz Smart Metering Feldstudie (2010-2012):** Smart metering, Beratung oder sozialer Vergleich: Was beeinflusst den Elektrizitätsverbrauch? Ein Feldexperiment.
- **Consumer specific consumption information for energy conservation and demand shifting (BKW Projekt) (2010-2012):** Einfluss von Empfehlungen und Zielsetzung auf den Energieverbrauch und Potenzial der Lastverschiebung bei verschiedenen Konsumentensegmenten

Pilot- und Demonstration (P&D)

- **Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze (VEiN) – AEW Energie AG:** Aufbereitung und Sammlung von Fachwissen, Definition technischer Randbedingungen, Reglementierung der Anschlussbedingungen
- **Swiss Vehicle-to-Grid (SwissV2G) – SUPSI, Bacher Energie AG, Drivetek AG:** Systemintegration von Elektrofahrzeugen und dezentraler Erzeugungsanlagen unter Berücksichtigung dezentraler Steuerungsansätze