

Seminar Green IT

Betreuer: Timo Minartz

Smart Grid

Florian Maier

Inhalt

- **1. Was ist ein Smart Grid?** Seite 2
 - 1.1 Definition des Begriffes Smart Grid Seite 2
- **2. Hintergründe und Motivation** Seite 2
- **3. Geschichte des Smart Grids** Seite 3
- **4. Aufbau eines Smart Grids** Seite 4
 - 4.1 Stromerzeugung Seite 5
 - 4.2 Stromverbrauch Seite 5
 - 4.3 Stromspeicherung Seite 6
 - 4.4 Stromtransport Seite 7
- **5. Existierende Smart Grids** Seite 8
 - 5.1 Smart Grids in Europa Seite 8
 - 5.2 Smart Grids in Amerika Seite 10
 - 5.3 Normen und Standards Seite 10
- **6. Probleme und Herausforderungen** Seite 11
- **7. Zusammenfassung** Seite 11
- **8. Fazit** Seite 12

1. Was ist ein Smart Grid?

1.1 Definition des Begriffes Smart Grid

Unsere heutige Gesellschaft ist ohne Informationstechnologien wie das Internet kaum noch vorstellbar. Gesellschaftliche Infrastrukturen erfahren eine immer engere Verflechtung mit modernen IT-Systemen. Auch bei den Stromversorgungsnetzen findet derzeit viel Modernisierung statt. Stromnetze waren bislang nicht sonderlich „klug“, das Gesamtsystem war nur wenig automatisiert. Die Kopplung der bereits bestehenden Netze mit modernen IT-Systemen soll die bereits bestehenden Netze intelligenter und flexibel steuerbarer und transparenter machen. Diese Symbiose von Energiesystem, Informations- und Kommunikationstechnik bezeichnet man als Smart Grid. Genauer gesagt sind „Smart Grids Stromnetze, welche durch ein abgestimmtes Management mittels zeitnaher und bidirektionaler Kommunikation zwischen

- Netzkomponenten,
- Erzeugern,
- Speichern und
- Verbrauchern

einen energie- und kosteneffizienten Systembetrieb für zukünftige Anforderungen unterstützen.“ (Offizielle Definition von Smart Grids durch die Nationale Technologieplattform Smart Grids Austria). Aktuell wird das Geschäft mit Smart Grids weltweit auf 30 Milliarden Euro geschätzt, was knapp 10 Prozent des gesamten Volumens für Stromübertragung und –verteilung (330 Milliarden Euro) ausmacht. Hierbei entstehen neue Riesenmärkte für Firmen wie Siemens, die Schweizer ABB, General Electric (GE) aus den vereinigten Staaten, sowie einer Vielzahl von mittleren und kleinen Unternehmen die in dieser Branche tätig sind. Allein Siemens schätzt ihren Umsatz im Bereich der Smart Grids in den nächsten fünf Jahren auf 6 Milliarden Euro ein.

2. Hintergründe und Motivation

Heutige Stromverteilungsnetze werden auf die mögliche Tageshöchstbelastung ausgelegt. Das hat zur Folge, dass Stromnetze in der Regel nicht voll ausgelastet sind und somit unnötige Kosten anfallen. Im Jahre 2009 waren die Stromnetze der Schweiz im Jahresdurchschnitt nur zwischen 30% und 40% ausgelastet. Mit Hilfe von Smart Grids soll die tägliche Höchstbelastung reduziert und in Zeiten geringer Netzauslastung

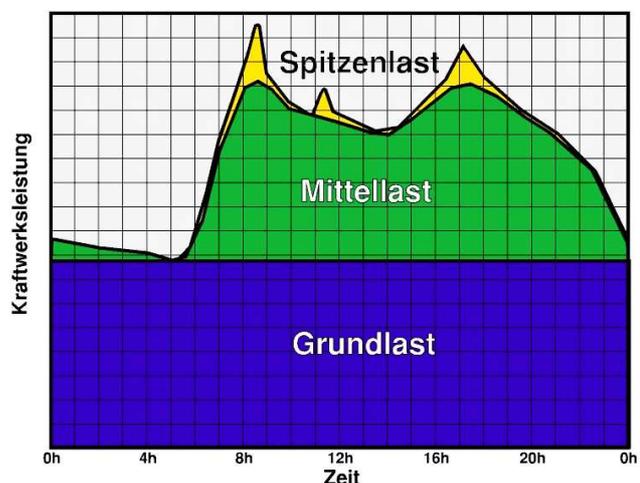


Abb1: Spitzenlastdiagramm

verlagert werden. Die dabei übertragene Energiemenge bleibt in etwa gleich, lediglich die Auslastung der Stromnetze wird optimiert. Als Resultat können Stromversorgungsnetze um einiges kleiner ausgelegt werden, was wiederum große Kostenvorteile und höhere Versorgungssicherheit bringt. In Folge dessen findet auch ein großer Trend weg von großen, zentralen Stromerzeugungsanlagen, hin zu kleineren, dezentralen Anlagen wie zum Beispiel kleinen KWK-Anlagen, Photovoltaik-, Windkraft- oder Biogasanlagen. Im Gegensatz zu den großen, zentralen Erzeugungsanlagen, welche ausschließlich Strom in das Hochspannungsnetz einspeisen, speisen die kleineren, dezentralen Kraftwerke direkt in das Niederspannungsnetz und das Mittelspannungsnetz ein. Die Stromversorgungslandschaft erhält hierdurch eine wesentlich komplexere Struktur, vor allem in den Bereichen der Lastregelung, der Spannungshaltung im Verteilnetz und der Aufrechterhaltung der Netzstabilität.

3. Geschichte des Smart Grids

Das uns heute bekannte Stromnetz ist das Resultat des Stromkriegs, welcher um 1890 in Amerika stattfand. Der Stromkrieg war ein wirtschaftlicher Streit, der sich um die Frage drehte, ob die von Thomas Edison favorisierte Gleichspannung oder Westinghouse's Wechselspannung die geeignetere Technik für die großflächige Versorgung der U.S.A. sei. Als Gewinner hat sich die uns heute bekannte, von Nikola Tesla entworfene, Wechselspannung herauskristallisiert. Die ersten Stromversorgungsnetze des 20ten Jahrhunderts waren separate kleine Netze mit vielen kleinen und mittelgroßen Generatoreinheiten. Um 1960 herum fingen diese kleinen separaten Netze dann an sich miteinander zu verflechten und zu verbinden und größere Stromkraftwerke entstanden. Der Begriff „Smart Grid“ tauchte das erste mal 2005, in dem Artikel "Toward A Smart Grid", von S. Massoud Amin und Bruce F. Wollenberg im IEEE P&E Magazin auf. Die heutigen Smart Grid Technologien sind evolutionär aus früheren Versuchen der elektronischen Verbrauchsüberwachung und -steuerung entstanden. Um 1980, wurde das so genannte „Automatic meter reading“ für Großkunden von Stromanbietern eingeführt. Diese Automatic Meters haben auch per Funk und per Internet mit dem Versorger kommuniziert und jeweils immer am Ende eines Monats automatisch den Zählstand übertragen. 1990 entwickelte sich die Infrastruktur dann weiter in die „Advanced Metering Infrastructure“. Die neuen elektronischen Zähler hatten zu diesem Zeitpunkt die Fähigkeiten zu speichern wie viel Energie zu welchen Tageszeiten verbraucht wurde. Die darauf folgenden Smart Meters, die auch heute noch eingesetzt werden, können einen konstanten Datenstrom zum Versorger aufrechterhalten um eine Echtzeit-Auslesung zu ermöglichen. Außerdem können sie benutzt werden um Smart-Grid ready Haushaltsgeräte zu verwenden.

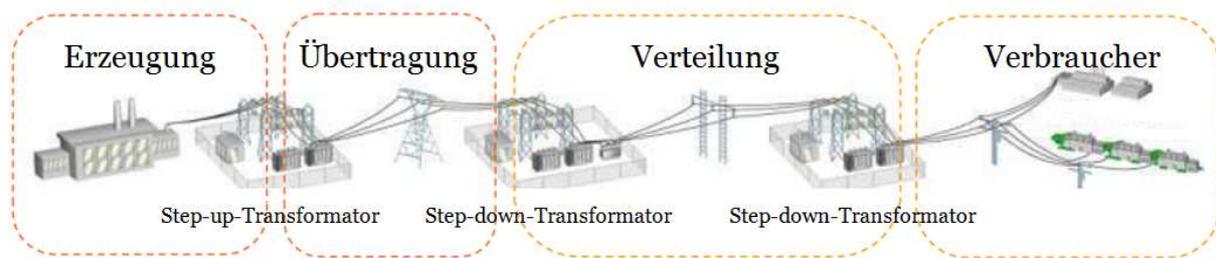


Abb. 2: herkömmliche Stromverteilung

Bei den herkömmlichen Stromverteilungsnetzen gibt es unterschiedliche Spannungsebenen. Dabei gilt, je höher die Spannung, desto geringer die Verluste beim Transport. Die großen Zubringer, die den Strom vom Kraftwerk oder von der Fernleitung bis zur nächsten Verzweigung bringen, liegen auf der Hochspannungsebene (ca. 110.000 Volt). In Deutschland sind das insgesamt 75.000 Kilometer Leitung. Große Industrieanlagen und die Eisenbahn beziehen ihre Energie häufig direkt aus dieser Spannungsebene. Die feinere Verteilung erfolgt dann auf der Mittelspannungsebene, welche bei ca. 20.000 Volt liegt. In Deutschland laufen 490.000 Kilometer Kabel der Mittelspannungsebene durch das Land. Kleine Gewerbe- und Industriebetriebe beziehen ihren Strom aus dieser Ebene. Über einen Step-Down-Transformator wird die Spannung auf 230 Volt für das Niederspannungsnetz herunter geregelt. Viele Endverbraucher wie private Haushalte beziehen ihren Strom aus dieser Spannungsebene. In Deutschland sind allein für das Niederspannungsnetz über eine Million Kilometer Kabel verlegt worden.

4. Aufbau eines Smart Grids

In einem Smart Grid werden sämtliche Akteure des Stromverteilungsnetzes durch ein effizientes Zusammenspiel von Erzeugung, Speicherung, und Verbrauch integriert. Bereits in den heutigen Stromverteilungsnetzen werden Kraft- und Speicherwerke so gesteuert, dass nur so viel Strom produziert wird wie benötigt wird. Bei den heutigen Netzen wird diese Steuerung nur anhand eines Standard Lastprofils gesteuert, welches auf statistischen Lastverteilungen der Vergangenheit basiert. Solche Lastprofile sind häufig recht ineffizient und ungenau da spontane Lastschwankungen nicht einbezogen werden können. Smart Grids beziehen in diese Steuerung die Verbraucher sowie dezentrale kleine Energielieferanten und -speicherorte mit ein, sodass einerseits ein zeitlich und räumlich homogenerer Verbrauch entsteht und andererseits prinzipiell inhomogene Erzeuger (z.B. Windkraft) und Verbraucher (z.B. Beleuchtung) besser integriert werden können. Realisiert wird das durch intelligente Stromzähler oder auch so genannte Smart Meters. Anstelle der alten Stromzähler werden bei Verbrauchern Smart Meters installiert, welche durch Fernauslesung Stromanbietern die Möglichkeit geben Stromerzeugung und -speicherung an ein reales Stromlastprofil anzupassen und dementsprechend auch Strompreise anhand der Netzauslastung dynamisch zu verändern. Verbraucher auf der anderen Seite können ihre Smart Meter verwenden um Tiefpreise des Stroms zu Zeiten zu realisieren bei denen die Netzauslastung nicht so hoch ist, zum Beispiel in der Nacht.

Um ohne Komforteinbußen Preisvorteile realisieren zu können, braucht der Verbraucher Geräte, die automatisch während Niedertarif-Zeiten arbeiten. Wichtig ist auch, dass nur zeitunkritische Prozesse eingesetzt werden, zum Beispiel Tiefkühlen, Heizen (Elektroboiler), Waschen oder Geschirrspülen. Smart Grids ermöglichen es auch den Verbrauchern überschüssige Energie von zum Beispiel auf dem Dach installierten Solarpanelen zurück ins Gesamtnetz einzuspeisen.

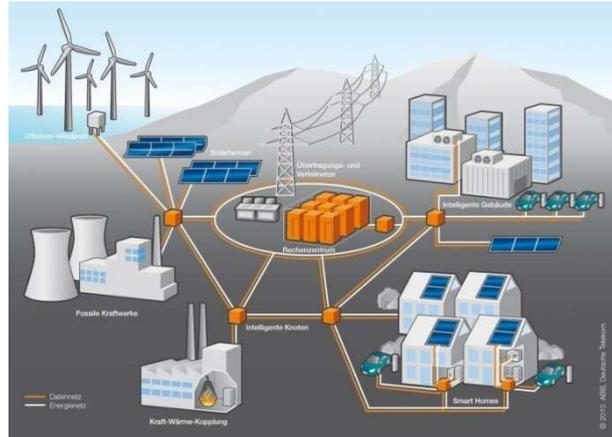


Abb. 3: Smartgridschema

4.1 Stromerzeugung

Bei der Stromerzeugung ist eines der Hauptziele weg zu kommen von großen, zentralisierten Kraftwerken, da diese einige erhebliche Nachteile bergen. Große Kraftwerke (vor allem Atom- und Kohlekraftwerke) werden meist weit außerhalb von großen Ballungszentren gebaut. Dadurch entstehen lange Transportwege, bei denen hohe Leistungsverluste in den Stromleitungen auftreten. Bis zum Jahr 2020 sollen in der EU 20 Prozent, in Deutschland sogar 30 Prozent der Stromerzeugung aus regenerativen Energien stammen und den Kohlendioxidausstoß um 20 Prozent vermindern. Dadurch würde sich die Stromerzeugung weg bewegen von den großen zentralen Kraftwerken, hin zu kleinen, dezentralen Erzeugungseinheiten, wie zum Beispiel Solaranlagen oder Biogaskraftwerken. Solche Kraftwerke könnten dann auch ohne Probleme in der Nähe von Ballungszentren errichtet werden, da sie weder gefährlich sind noch irgendwelche Schadstoffe abgeben. Im Rahmen der Smart Grids wurde auch das Konzept des virtuellen Kraftwerks eingeführt. Bei dezentralen Erzeugungseinheiten existiert das Problem, dass sie relativ kleine Mengen Strom produzieren. Die erforderliche Mindestmenge, die benötigt ist um den Strom in das Gesamtnetz einzuspeisen wird durch den virtuellen Zusammenschluss mehrerer Erzeugeranlagen erreicht. So können viele kleine, dezentrale Anlagen wie ein großes Kraftwerk zentral gesteuert werden.

4.2 Stromverbrauch

Eine der wichtigsten Aufgaben des Smart Grids ist ohne Frage das Smart Metering beim Verbraucher. Das Smart Metering erlaubt eine sehr genaue Echtzeitanalyse des Stromverbrauchs. Verwendet dafür werden so genannte Smart Meters. Ein Smart Meter ist ein Zähler für Energie, der dem jeweiligen Anschlussnutzer den tatsächlichen Energieverbrauch und die tatsächliche Nutzungszeit anzeigt. Ein Smart Meter hat eine konstante Datenverbindung zu einem Energieversorgungsunternehmen und übermittelt alle Nutzungsdaten in Echtzeit.

Sowohl die Versorger als auch die Verbraucher profitieren von Smart Meters. Erzeuger können mit den gewonnenen Informationen ihre Produktion und die Netze optimieren. Stromabnehmer auf der anderen Seite erhalten Hinweise auf Stromfresser im Haushalt und Informationen über Stromhoch und –tiefpreise. Somit können sie effektiv ihr Verbrauchsverhalten anpassen um niedrigere Stromkosten zu erzielen. Zu diesem Zweck können Smart-Grid-ready Haushaltsgeräte verwendet werden welche über das im Haus installierte Smart Meter Informationen über Niedrigtarifzeiten des Stromnetzes beziehen und sich dann dementsprechend selbstständig zu diesen Zeiten starten. Diese Technologie hilft insbesondere beim Abbau der Lastspitzen des Stromnetzes. Um dabei nicht auf Komfort verzichten zu müssen wird so was nur bei Geräten verwendet die keine zeitkritischen Aufgaben erfüllen. Darunter fallen zum Beispiel Waschmaschinen, Wassererhitzer oder Geschirrspüler.

4.3 Stromspeicherung

Energiespeicherung ist im Rahmen des Smart Grids ein sehr wichtiges Konzept, da Energiefluktuationen bei alternativen Energiequellen (z.B. Solarkollektoren) ausgeglichen werden müssen. Eine der zurzeit zwei effizientesten Methoden zur Energiespeicherung ist die Verwendung

von Pumpspeicherkraftwerken. Bei Pumpspeicherkraftwerken wird

elektrische Energie durch das physische Hochpumpen von Wasser gespeichert. Später lässt man dieses Wasser dann wieder bergab fließen und erzeugt dabei durch Turbinen und Generatoren wieder elektrischen Strom. Kennzeichnend ist dabei für Pumpspeicherkraftwerke der reversible Anlagenbetrieb. Eine Turbine, ein Generator und eine Pumpe sind dabei auf eine Welle montiert und bilden eine Einheit, welche bei zwei Betriebsarten genutzt werden kann. Bei Strombedarf arbeitet die Einheit als Generator und liefert, von der Turbine angetrieben, elektrischen Strom. Bei einem Überschuss an elektrischer Leistung im Gesamtnetz wird die Pumpe der Einheit vom Generator angetrieben und pumpt Wasser zurück ins Oberbecken. Ein bestehendes Überangebot von elektrischer Leistung kann somit aufgenommen werden und während Hochlastzeiten wieder an das Stromnetz abgegeben werden um Lastspitzen und Niedriglastzeiten effizient auszugleichen. Die Größe der Speicherkapazität ist dabei grundsätzlich von der speicherbaren Wassermenge und dem nutzbaren Höhenunterschied zwischen dem Oberbecken und der Turbine abhängig. Bei den meisten reinen Pumpspeicherwerken ist die Speicherkapazität so ausgelegt, dass die Generatoren unter Vollast 4 bis 8 Stunden produzieren können. Die größten Pumpspeicherkraftwerke haben Staueisen, die hunderte Millionen

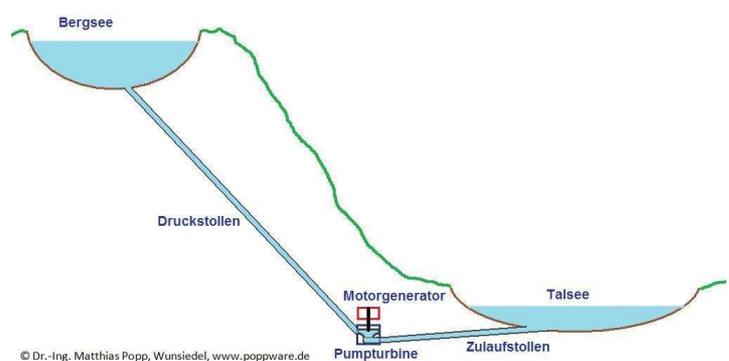


Abb. 4: Pumpspeicherwerk

Kubikmeter Wasser beinhalten. Mit Kraftwerken in diesem Ausmaß kann sogar effektiv ein Ausgleich zwischen den Jahreszeiten hergestellt werden. Im Sommer wird zum Beispiel Wasser hochgepumpt mit Hilfe von Solarkollektoren, welches dann im Winter dazu verwendet wird um die Generatoren zu betreiben.

Pumpspeicherkraftwerke stellen allerdings einen erheblichen Eingriff in die Natur dar und sind somit ökologisch sehr umstritten. Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass beim Hochpumpen und Abfließen des Wassers auch ein Teil der gespeicherten elektrischen Energie verloren geht. Zurzeit jedoch sind Pumpspeicherkraftwerke das technische Speicherverfahren mit dem höchsten Wirkungsgrad. Moderne Pumpkraftwerke erreichen einen Wirkungsgrad zwischen 70% und 85%.

Ähnlich effektiv arbeiten sogenannte Druckluftspeicherkraftwerke. In Schwachlastzeiten wird mit einem elektrisch angetriebenen Verdichter Druckluft in eine unterirdische Kaverne (meistens luftdichte Salzstöcke) gepumpt. In Spitzenlastzeiten wird die Druckluft dann in eine Gasturbine geleitet, die ihre Leistung an einen Generator abgibt. Ein wesentliches Merkmal von Pumpspeicherwerken und Druckluftspeicherwerken ist, dass sie sehr schnell gestartet werden können. Innerhalb von drei Minuten steht beispielsweise das Druckluftspeicherwerk in Huntorf mit 50% und nach zehn Minuten den vollen 100% der Leistung zur Verfügung. Ein weiterer Vorteil ist, dass solche Anlagen schwarzstartfähig sind, das bedeutet, die Anlage kann nach einem großflächigen Blackout zum Wiederaufbau des Netzes verwendet werden.

4.4 Stromtransport

Die Hochspannungsgleichstromübertragung spielt ebenfalls eine sehr wichtige Rolle. Die so genannte HGÜ ermöglicht den Transport großer Strommengen über sehr weite Distanzen. Projekte wie das Desertec-Wüstenprojekt, bei dem Freiflächen in Wüsten genutzt werden um Strom aus Windkraft und Solarkraft zu erzeugen, könnten ohne die HGÜ-Leitungen nicht existieren. Innerhalb Deutschlands werden die HGÜ-Leitungen dazu verwendet Windkraftstrom vom Norden in den Süden des Landes zu transportieren. Der herausragende Vorteil von der HGÜ ist, dass im Vergleich zu Drehstromverbindungen dreißig bis fünfzig Prozent weniger Übertragungsverluste in den Leitungen stattfinden. Die größten Verluste entstehen in Stromleitungen aufgrund des Ohmschen Leitungswiderstandes. Diese Verluste äußern sich in thermischen Verlusten und Koronaentladungen. Durch das Transformieren von Wechselstrom auf Gleichstrom kann diesen Effekten entgegengewirkt werden. Das Transformieren des Stroms bedeutet zwar ebenfalls einen Leistungsverlust, dieser ist aber bei weitem nicht so groß wie die Verluste beim Transport.

5. Existierende Smart Grids

Mittlerweile existieren schon einige Smart Grid Pilot Projekt in Europa und Amerika. Mithilfe dieser Projekte werden neue Verfahren getestet und deren wirtschaftliche Rentabilität überprüft.

5.1 Smart Grids in Europa

Das derzeit größte Smart Grid existiert in Italien. Enel, der größte Stromversorger in Italien hat seit Ende der 90er Jahre bis 2005 über 32.000.000 italienische Haushalte mit Smart Meters ausgestattet welche über die Stromleitung selbst an ein Datennetz angeschlossen sind. Der Hauptgrund für die Modernisierung der italienischen Zähler waren allerdings die großen Verluste durch Stromdiebstahl welche Enel erleiden musste. Die neu installierten Zähler sollen Stromdieben Einhalt gebieten. Außerdem kann Enel bei den installierten Smart Meters Fernablesung und Fernsteuerung betreiben. Ein weiterer Vorteil ist, dass Enel vergünstigte Nachttarife anbieten kann, auch können manuelle Eingriffe eines Elektrikers bei Vertragsänderungen oder Kündigungen vermieden werden, alle nötigen Änderungen kann Enel per Fernsteuerung vornehmen.

Das österreichische Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie hat in Salzburg die Projekte „Smart Grids“ und „ElectroDrive“ eingeführt. Beide Projekte stellen zusammen eine untrennbare Einheit dar, da die eingesetzten Elektroautos als Energiespeicher für das dortige Stromnetz verwendet werden. Momentan existieren 300 Elektroautos in Salzburg, die im Rahmen der Projekte getestet werden. Bei Stromüberschuss werden die Akkus der Autos zu Niedrigstrompreisen aufgeladen und bei Zeiten hohen Strombedarfs wird die gespeicherte Energie wieder dem Stromnetz zu höheren Preisen zugeführt, wobei der Autobesitzer sogar noch Geld dazu verdienen kann. Beide Projekte wurden mit insgesamt 3,1 Millionen Euro vom österreichischen Klima- und Energiefond gefördert.

Auf der dänischen Ostseeinsel Bornholm wurde im Rahmen des von der EU geförderten Projektes EcoGrid EU ein intelligentes Stromversorgungsnetz installiert und als Prototyp in Betrieb genommen. Das EcoGrid EU Projekt soll nachweisen, dass eine fluktuierende Stromerzeugung aus Wind und Sonne in Kombination mit intelligenter Steuerung elektrischer Verbraucher eine zuverlässige und nachhaltige Energieversorgung ermöglichen kann. Bis 2015 sollen dafür über fünfzig Prozent des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen, hauptsächlich Windkraft, kommen. Stromverbraucher und –erzeuger kommunizieren über einen Strommarktplatz der in Echtzeit arbeitet. Vom Marktplatz aus werden Steuersignale an die angeschlossenen Verbraucher gesendet, somit wird in Bornholm nicht die Energieerzeugung dem Verbrauch nachgeregelt sondern der Verbrauch direkt gesteuert.

In Deutschland existieren mehrere Smart Grid Projekt unter dem Dachprojekt E-Energy. E-Energy wurde mit einem Budget von 140 Millionen Euro und einer Gesamtlaufzeit von vier Jahren gestartet. Aus zwölf Regionen wurden sechs

ausgewählt die zurzeit mit speziellen Zielsetzungen zum Thema Smart Grids gefördert werden. Von privatwirtschaftlichen Unternehmen, der öffentlichen Hand und Bildungsinstitutionen werden in diesen Regionen Forschungs- und Entwicklungsprojekte geplant und realisiert. Die staatliche Unterstützung beträgt hierbei rund 60 Millionen Euro.

Als eine der Modellregionen wurde Cuxhaven ausgewählt. Das dort durchgeführte Projekt trägt den Namen eTelligence. Kennzeichnend ist hier, dass Cuxhaven eine sehr ländliche Modellregion mit sehr geringer Versorgungsdichte darstellt, aber einen hohen Anteil an erneuerbaren Energiequellen besitzt, hauptsächlich Windenergie. Ähnlich wie auf Bornholm wurde in Cuxhaven ein regionaler Energiemarktplatz eingeführt der auf der einen Seite die Verbraucher und auf der anderen Seite die Erzeuger welche in Cuxhaven als virtuelles Kraftwerk zusammengefasst wurden, zusammenführt. Ein herausstechendes Merkmal ist hierbei, dass der Marktplatz mit einer Standard-basierten Plug&Play-Vernetzung arbeitet, welches neuen Stromerzeugern oder –verbrauchern den Zugang zum Marktplatz erheblich erleichtert. In Zukunft soll auch noch eine Online-Visualisierung eingeführt werden, welche Daten von Stromverbrauch und aktuelle Tarifstrukturen übersichtlich darstellt. Eine weitere Modellregion ist das Ruhrgebiet, in welchem derzeit das Projekt E-DeMa durchgeführt wird. Das Ruhrgebiet zeichnet sich durch eine sehr heterogene Versorgungsdichte aus, außerdem existieren in dieser Region zwei verschiedene Stromverteilnetze. Diesen Problemen wurde mit der Erschaffung einer intelligenten IKT-Infrastruktur (Informations und Kommunikations Technologie) begegnet, welche auf die bereits in den Haushalten installierten Smart Meters aufbaut um eine zeitnahe Verbrauchsdatenerfassung und eine intelligente Verbrauchssteuerung in den Haushalten bereitzustellen.

Das dritte E-Energy Projekt heißt MeRegio und wird in Karlsruhe und Stuttgart durchgeführt. Die Zielsetzung hier ist mittels IKT zur CO²-Minimierung und zum Klimaschutz beizutragen. Realisiert werden soll das mithilfe einer so genannten „Minimum Emission“-Zertifizierung. Auch im MeRegio Projekt wird mithilfe neuester Onlinetechnologien ein System entwickelt welches Stromerzeugung und –verbrauch effizienter machen soll. Ein Schwerpunkt wird bei dieser Entwicklung auf Normen und Standards von verwendeten Systemen gesetzt.

Das MoMa (Modellstadt Mannheim) Projekt konzentriert sich auf einen städtischen Ballungsraum mit einer sehr hohen Versorgungsdichte, in dem erneuerbare und dezentrale Energien bereits sehr stark im Einsatz sind. Hier soll ein spartenübergreifender Ansatz entwickelt werden der die vier Versorgungsnetze Strom, Wärme, Gas und Wasser zusammenfasst und mittels einer Breitband-Powerline-Infrastruktur vernetzt. Durch die erneuerbaren, dezentralen Stromquellen ist es möglich den Verbrauchern in der Region den Strom nahe am Erzeugungsort und zum Erzeugungszeitpunkt anzubieten, dadurch können verlustreiche Transporte effizient vermieden werden. Ein Online Effizienztool mit dem Namen „Energie-Butler“ hilft dem Verbraucher auf eine benutzerfreundliche Art zu mehr Energieeffizienz beizutragen und den Stromverbrauch nach den variablen Preisen der Erzeuger auszurichten.

Die sechste Region ist die Modellregion Harz mit dem Projekt RegModHarz. Die Zielsetzung bei diesem Projekt ist, ähnlich wie bei den anderen Projekten, mithilfe von IKT erneuerbare Energieerzeugnisse technisch und wirtschaftlich besser in moderne Infrastrukturen einzubinden. In diesem Rahmen sollen im Landkreis Harz alle verschiedenen erneuerbaren Energieerzeuger, die steuerbaren Verbraucher und die Energiespeicher zu dem virtuellen Kraftwerk „RegenerativKraftwerk Harz“ gekoppelt werden. Mithilfe dieses virtuellen Kraftwerks soll der Beweis erbracht werden, dass eine stabile, zuverlässige und verbrauchsnahe Versorgung mit elektrischer Energie durch erneuerbare Erzeuger möglich ist.

5.2 Smart Grids in Amerika

Auch in Amerika wird derzeit verstärkt Forschung im Bereich der Smart Grids betrieben. Einer der Hauptmotivationsgründe hierfür ist jedoch die mangelhafte Netzstabilität in Amerika. Mithilfe von Smart Grids erhofft sich die amerikanische Regierung durch viele kleine dezentrale Stromerzeuger eine verbesserte Versorgungssicherheit. Deswegen beläuft sich die staatliche Unterstützung für Smart Grid Forschungsprojekte derzeit auf 4 Milliarden US-Dollar. Laut dem US Departement of Energy könnte Amerika mit einem voll funktionsfähigen, landesweiten Smart Grid in einem Zeitraum von 20 Jahren 46 bis 117 Milliarden Dollar sparen. Der potentielle Markt für Smart Grids wird momentan auf 21,4 Milliarden US-Dollar eingeschätzt und soll sogar bis 2014 einen Wert von 42,8 Milliarden US-Dollar erreichen. Die US-Stadt Austin, Texas baut seit 2003 ihr Smart Grid aus. Mittlerweile existieren ca. 500.000 Smart Meter, Smart Thermostats und Smart Sensors in Haushalten, die in Echtzeit überwacht werden können. Insgesamt werden damit 1 Mio. Kunden und 43.000 Unternehmen abgedeckt. Boulder, Colorado hat die erste Phase seines Smart Grid Projekts im August 2008 abgeschlossen. Die Systeme in Austin und Boulder nutzen Smart Meter als Portal für das so genannte Home Automation Network (HAN) welches die Smart Sockets und Geräte in Haushalten kontrolliert.

5.3 Normen und Standards

Ein weiterer wichtiger Faktor beim Einsatz von Smart Grids ist, dass allgemeingültige Normen und Standards für Geräte und Übertragungsprotokolle verwendet werden. Mit dem Zukunftsziel im Blick, dass irgendwann einmal ein internationales Smart Grid eingesetzt werden soll ist eine standardisierte und reibungslose Kommunikation zwischen den Systemen unerlässlich. Jeder Fehler oder Aussetzer des Netzwerkes hätte verheerende Folgen. Momentan existiert lediglich eine Norm für die Übertragungsprotokolle der Schutz- und Leittechnik in elektrischen Schaltanlagen der Mittel- und Hochspannungstechnik. Verwendet hierfür wird die Norm IEC 61850 der International Electrotechnical Commission. Europaweit existieren außerdem Normen für das Anschließen von Kleingeneratoren an das Niederspannungsnetz (DIN EN 50438) und das Anschließen größerer Einspeiser (DIN CLC/TS 50549) an

das Mittelspannungsnetz. In den USA ist lediglich die IEEE 1547 (Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems) von Relevanz.

6. Probleme und Herausforderungen

Anhand der Standards und Normen kann man die wohl größte Problematik von Smart Grids bereits erkennen. Bislang gibt es noch keine international anerkannten Standards was gemessen wird und wie und in welcher Form die Informationen an ihr Ziel übertragen werden. Ein weiteres Problem ist die Sicherstellung von diskriminierungsfreien Netzanschlüssen. Stromanbieter tendieren teilweise gerne dazu ihre Kunden anhand der ihnen vorliegenden Verbrauchsdaten unterschiedlich zu behandeln. So hat zum Beispiel ein Unternehmen in Amerika versucht notorisch säumigen Kunden zu zwingen ihre Stromkosten bereits am Anfang des Monats zu bezahlen. Dieser Versuch wurde aber durch das amerikanische Gericht unterbunden. In der Schweiz wurde sogar gesetzlich festgehalten, dass die Stromkosten dem diskriminierungsfreien Netzanschluss unterliegen. Das bedeutet, dass alle Stromkunden gleich Bedingungen erhalten, also einzelne Kunden weder Sonderrabatte noch Sonderleistungen beziehen dürfen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass Energielieferanten die gewonnenen Messinformationen unter Verschluss halten müssen. Hierbei ist der Datenschutz von Privatpersonen zu beachten. Anhand des Stromverbrauches der verschiedenen Haushaltsgeräte lässt sich ein ziemlich genaues Profil des Tagesablaufs einer Einzelperson erstellen, deswegen dürfen diese Daten nicht weitergegeben oder zweckentfremdet entwertet werden. Die wohl größte Gefahr bei Smart Grids ist jedoch, dass durch die Verflechtung von Strom und Internet plötzlich eines der wichtigsten Versorgungsnetzwerke der heutigen Gesellschaft anfällig für Cyberangriffe wird. Ein Paradebeispiel für einen solchen Angriff ist der Computerwurm StuxNet, der 2010 iranische Uran-Anreicherungsanlagen lahm legte. Ein ähnlich effektiver Angriff auf ein Smart Grid könnte weitaus schwerwiegendere Folgen haben und Schäden in Milliarden Höhe erzeugen.

7. Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Entwicklung und Forschung im Bereich der Smart Grids sehr heterogen voranschreitet. Während Regionen in Italien und Amerika schon sehr weit fortgeschritten sind mit dem Ausbau ihrer Smart Grid Technologien, gibt es auf der anderen Seite auch noch etliche Länder und Regionen die nach wie vor herkömmliche Stromverteilungssysteme im Einsatz haben. Es steht allerdings außer Frage, dass Smart Grids mit dem schnellen technologischen Wandel unserer heutigen Gesellschaft unabdingbar sind. Der Zuwachs an elektronischen Geräten, vor allem im Bereich der Privathaushalte und der Wechsel hin zu alternativen Energiequellen erfordern zwingend eine effiziente Regulierung des Stromverbrauchs und der Stromherstellung.

8. Fazit

Trotz der hohen Forschungskosten und Anfangsinvestitionen sind Smart Grids unerlässlich in der modernen Gesellschaft. Wichtig ist, dass man beim Aufbau und Betreiben der Smart Grids strengstens darauf achtet stets aktuelle Firewalls und Virenschutzprogramme zu verwenden. Auch die Verwendung und Erfassung der Nutzerdaten muss unter strengen gesetzlichen Auflagen geschützt und regelmäßig kontrolliert werden.

- **Literaturquellen:**

- <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/smart-grid-das-stromnetz-beginnt-zu-denken-1859063.html>
- <http://www.e-energy.de>
- <http://www.modellstadt-mannheim.de/moma/web/de/home/index.html>
- <http://www.elektrotechnik.vogel.de/smartgrid/articles/336774/>
- <http://www.austinenergy.com/about%20us/company%20profile/smartGrid/index.htm>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_grid
- http://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes_Stromnetz
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Pumpspeicherkraftwerk>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Druckluftspeicherkraftwerk>
- http://www.wdr.de/tv/quarks/sendungsbeitraege/2005/0531/004_stromnetz.jsp
- <http://www.salzburg-ag.at/energie/strom/smart-grids/modellregion/>
- http://www.smartgrid.gov/federal_initiatives

- **Bildquellen:**

- Abb. 1:
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4c/Stromnetz_Lastkurve.png
- Abb. 2:
Selbst erstelltes Bild. Vorlage aus
http://www.e-control.at/portal/pls/portal/portal.kb_folderitems_xml.redirectToItem?pM_asterthingId=1061214
entnommen
- Abb. 3:
[http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/c71c66c1f02e6575c125711f004660e6/d511f036b4293e25c125770500320f6c/\\$FILE/SmartGrid_Ueberblick_mitLegende.jpg](http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/c71c66c1f02e6575c125711f004660e6/d511f036b4293e25c125770500320f6c/$FILE/SmartGrid_Ueberblick_mitLegende.jpg)
- Abb. 4:
<http://www.poppware.de/PSP/Pumpspeicherkraftwerk.jpg>