

Udo Bachhiesl, Christoph Gutschl

Herausforderungen bei der Integration erneuerbarer Energien in Europa

Der fortschreitende Klimawandel und die steigende Importabhängigkeit von fossilen Energieträgern sind enorme Herausforderungen für die Europäische Union im Energiebereich. Elektrische Energie ist hinsichtlich einer sicheren und zuverlässigen Energieversorgung von höchster Priorität. Ihre Bedeutung wird in Zukunft weiterhin zunehmen, wie beispielsweise der verstärkte Einsatz von Wärmepumpen im Gebäudebereich oder die aktuellen Aktivitäten im Bereich Elektromobilität zeigen. Die Bedeutung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist aus diesen Gründen zunehmend, wobei künftig vor allem auf die Integration in das europäische Elektrizitätssystem und auf eine volkswirtschaftlich optimale Förderung besondere Aufmerksamkeit gelegt werden sollte.

Herausforderungen für die EU

Global betrachtet führen das ungebrochene Bevölkerungswachstum sowie die knapper werdenden fossilen Ressourcen unter der Berücksichtigung der unterschiedlichen geografischen Verteilung von Bedarf und Vorkommen zu einem verschärften Wettbewerb der weltweiten Wirtschaftsräume um Energierohstoffe. Begleitet werden diese Entwicklungen von der Notwendigkeit, dem fortschreitenden Klimawandel auf weltweiter Ebene künftig noch entschlossener entgegenzutreten.

Die beschriebenen Herausforderungen im Energiebereich sind für die Europäische Union von höchster Bedeutung, da Europa über wenige

eigene Energiere Ressourcen verfügt und somit in hohem Maße von Energieimporten aus anderen Weltregionen abhängig ist. Diese Abhängigkeit könnte ohne entsprechende Gegenmaßnahmen von derzeit ca. 50 % auf über 70 % ansteigen. Dies ist strategisch für eine der global bedeutendsten Wirtschaftsregionen längerfristig nicht tragbar, was beispielsweise durch die Probleme im Zusammenhang mit der Gasversorgung in der jüngeren Vergangenheit unterstrichen wird.

Längerfristig ist eine höhere Importabhängigkeit für die EU nicht tragbar

Die Europäische Union hat diese Problematiken erkannt und entsprechende

Gegenmaßnahmen eingeleitet. Im Rahmen der aktuellen EU-Energiestrategie sollen bis zum Jahr 2020 die Treibhausgasemissionen um 20 % reduziert, der Anteil erneuerbarer Energieträger auf 20 % gehoben, die Energieeffizienz um 20 % verbessert und der Anteil alternativer Kraftstoffe und Antriebe auf 10 % gehoben werden.¹

Die genannten Ziele sind global betrachtet in dieser Dimension einzigartig und die EU nimmt somit eine wichtige Vorreiterrolle ein.

Wichtigstes Augenmerk wird allerdings auf die Umsetzung der zahl-

¹ Klima- und Energiepaket: vom Europäischen Parlament am 17. Dezember 2008 verabschiedet

reichen Maßnahmen zu legen sein, damit die gesetzten Ziele auch tatsächlich erreicht werden. Einerseits sind die Umsetzungsprozesse im Sinne der Energieinnovation optimal zu gestalten, aber andererseits müssen auch die Rahmenbedingungen so gestaltet werden, dass die Ziele möglichst kosteneffizient erreicht werden, um im globalen wirtschaftlichen Wettbewerb nicht ins Hintertreffen zu gelangen.

Besonderheiten der elektrischen Energie

Die möglichst sichere, ausreichende, kostengünstige und umweltschonende sowie sozialverträgliche Bereitstellung von Energie ist von zentraler Bedeutung für Gesellschaft und Wirtschaft.

Der elektrischen Energie kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Elektrische Energie kann aus allen Primärenergien hergestellt und auch in alle anderen relevante Energieformen umgewandelt werden. Beispielsweise wird der elektrischen Energie in den beiden größten Verbrauchsbereichen, nämlich Mobilität und Gebäude, eine zentrale zukünftige Rolle zugesprochen; einerseits im Mobilitätsbereich durch die zahlreichen Initiativen im Hinblick auf die Elektrifizierung des Antriebsstranges (Elektromobilität) und andererseits im Gebäudebereich, da aufgrund des zu erwartenden stark rückläufigen Heizenergiebedarfs künftiger Gebäude Wärmepumpenanwendungen (Beheizung, Klimatisierung bzw. kontrollierte Wohnraumbelüftung) stark im Kommen sein werden.

Es ist dabei allerdings zu berücksichtigen, dass elektrische Energie netzgebunden und im großen Maßstab nur schwer speicherbar ist und daher im Moment des Bedarfs auch entsprechend bereitgestellt werden muss. Um die Versorgungssicherheit gewährleisten zu können, erfordert dies ein entsprechend ausgelegtes und betriebenes Elektrizitätssystem. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass für den Aufbau und Erhalt des Systems entsprechend kapitalintensive Infrastruktur-Investitionen (z.B. Neubau und Ersatz von Kraftwerken und Netzen) erforderlich sind und diese Infrastrukturen zumeist eine besonders lange Lebensdauer aufweisen.

Elektrische Energie gewinnt künftig an Bedeutung

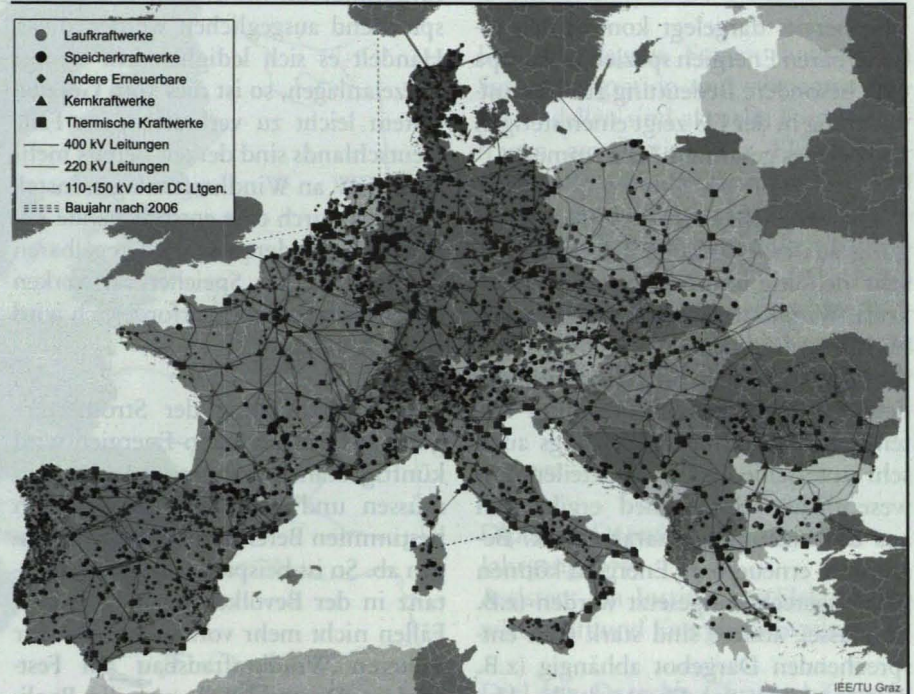


ABBILDUNG 1: IN ATLANTIS ABGEBILDETE KRAFTWERKE UND HÖCHSTSPANNUNGSLEITUNGEN²

ATLANTIS: Simulationsmodell der europäischen Elektrizitätswirtschaft

Um das komplexe Elektrizitätssystem möglichst sicher und technisch als auch wirtschaftlich effizient betreiben zu können, bedarf es entsprechender Rahmenbedingungen und Regelungen. Eine bedeutende Herausforderung besteht darin, die zu setzenden Regeln vorab entsprechend zu überprüfen, ob die erwünschten Effekte in der praktischen Umsetzung auch wirklich eintreten und welche technischen, ökonomischen und auch ökologischen Wirkungen damit verbunden sind.

Zu diesem Zwecke wurde am Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation der Technischen Universität Graz in den letzten Jahren unter eigenfinanziertem Einsatz von rund 30 Personenjahren das Simulationsmodell ATLANTIS entwickelt.

Dieses Modell erlaubt die Simulation von definierten Entwicklungsszenarien für die europäische Elektrizitätswirtschaft für die kommenden Jahrzehnte.

² Gutschi, Bachhiesl et al.: „ATLANTIS – Simulationsmodell der europäischen Elektrizitätswirtschaft bis 2030“, *Elektrotechnik & Informationstechnik* (2009) 126/12: 438–448

Um derartige Szenariorechnungen durchführen zu können, wurde das eu-

ropäische Elektrizitätssystem technisch (Erzeugung, Übertragung, Verbrauch, Emissionen) als auch wirtschaftlich (Elektrizitätsunternehmen, Börsen) abgebildet.

Die technische Umsetzung umfasst einerseits den europäischen Kraftwerkspark (mehr als 6.000 Erzeugungseinheiten mit einer Leistung über zwei MW) und andererseits das Übertragungsnetz als Bindeglied zwischen Erzeugung und Bedarf (ca. 4.800 abgebildete Leitungselemente). Abbildung 1 gibt einen Überblick über das modellierte Elektrizitätssystem in Kontinentaleuropa.

Die Zusammenführung von Erzeugung, Übertragung und Bedarf erfolgt dabei über insgesamt 2.500 Netzknoten. Um entsprechende Aussagen über die Wirkung von regulatorischen Maßnahmen auf Unternehmensebene treffen zu können, wurden zusätzlich die bedeutendsten Elektrizitätsunternehmen jeden Staates mit ihren Bilanzen und Gewinn- und Verlustrechnungen abgebildet. In ihrer Gesamtheit ergeben diese für volkswirtschaftliche Betrachtungen die gesamte Branche der Elektrizitätswirtschaft.

Strom aus erneuerbaren Energien in Europa

Wie bereits dargelegt kommt den erneuerbaren Energien speziell in Europa eine besondere Bedeutung zu. Die Entwicklung in der EU zeigt einen stetigen Anstieg des gesamten Aufkommens.

Die Möglichkeiten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sind sehr vielfältig und reichen von Wasserkraft, Windkraft, Biomasse und Biogas bis hin zu Geothermie und Photovoltaik. Diese zahlreichen Erzeugungsmöglichkeiten sind hinsichtlich ihrer systemischen Wirkungen allerdings auch sehr unterschiedlich zu beurteilen. Ein wesentlicher Unterschied ergibt sich aus der Erzeugungscharakteristik. Bestimmte erneuerbare Energien können bedarfsgerecht eingesetzt werden (z.B. Biomasse), andere sind stark vom entsprechenden Dargebot abhängig (z.B. Windenergie oder Photovoltaik). Untersuchungen für Deutschland zeigen beispielsweise, dass die gesamte Summenleistung aller installierten Wind-

maximaler Erzeugung auf einen Minimalwert fallen kann und diese Leistungsdifferenz im Gesamtsystem entsprechend ausgeglichen werden muss. Handelt es sich lediglich um wenige Einzelanlagen, so ist dies vom Gesamtsystem leicht zu verkraften, im Falle Deutschlands sind derzeit bereits mehr als 25 GW an Windkraftanlagen installiert³, wodurch eine entsprechende Kapazität an anderen schnell regelbaren Kraftwerken, v.a. Speicherkraftwerken und Gaskraftwerken, erforderlich wird (siehe Abbildung 2).

Die Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien wird künftig stark vorangetrieben werden müssen und dabei zeichnen sich in bestimmten Bereichen Problemstellungen ab. So ist beispielsweise die Akzeptanz in der Bevölkerung in manchen Fällen nicht mehr vorhanden (z.B. für weiteren Windkraftausbau am Festland in Deutschland), was die Realisierung konkreter Projekte verzögern kann. Ein weiterer Grund für die Steigerung der Bedeutung von Akzeptanz-

Energieeffizienz ebenfalls eine höhere Bedeutung zu geben.

In Österreich hat sich gezeigt, dass die mühsam erreichten Anteile an Ökostrom in der gesamten Stromerzeugung durch die durchschnittliche jährliche Bedarfssteigerungsrate von etwa 2 % pro Jahr wieder relativiert werden. Österreich ist durch die günstige Lage am Alpenbogen prädestiniert für eine intensive Nutzung der Wasserkraft und ein entsprechender Ausbau unter Berücksichtigung ökologischer Randbedingungen ist grundsätzlich als sehr positiv zu beurteilen.

Ein weiterer Punkt betrifft die wirtschaftliche Effizienz. Die Erzeugungskosten von Strom aus erneuerbaren Energiequellen liegen oftmals deutlich über dem Marktpreis. Um die angestrebte Ausweitung der Ökostromerzeugung zu erreichen, ist daher eine entsprechende Förderung erforderlich. Die Fördermöglichkeiten für Strom aus erneuerbaren Energien sind sehr vielfältig und umfassen institutionelle Instrumente (ordnungspolitisch oder organisatorisch), monetäre Instrumente (einnahmewirksam, ausgabenwirksam, nicht-fiskalisch etc.), Maßnahmen der Mengensteuerung (Ausschreibungsmodelle, Quotenmodelle), Förderprogramme und freiwillige Maßnahmen.

Die Wirkungsweisen und damit die zu erzielenden konkreten Erfolge – nämlich die Steigerung der Ökostromerzeugung – sind dabei sehr unterschiedlich. Weltweit und in Europa haben sich dabei im Wesentlichen zwei Fördersysteme etabliert, nämlich das Einspeisetarifsystem und Quotenmodelle. Abbildung 3 zeigt die in Europa eingesetzten Fördermodelle und es ist die sehr unterschiedliche Anwendung der Fördermodelle auffallend, wobei die konkreten Ausgestaltungen in den einzelnen Staaten auch beim Einsatz eines vom Grunde her gleichen Modells (z.B. Einspeisetarifsystem) unterschiedlich sind. Dies betrifft beispielsweise Parameter wie die Förderdauer, Förderhöhe oder Differenzierungen des Fördertarifes nach spezifischen Anlagenkriterien (z.B. Anlagengröße).

Der möglichst effiziente Einsatz der vorhandenen Mittel ist nicht nur in wirtschaftlich schwierigen Zeiten von oberster Priorität. Dies trifft im Beson-

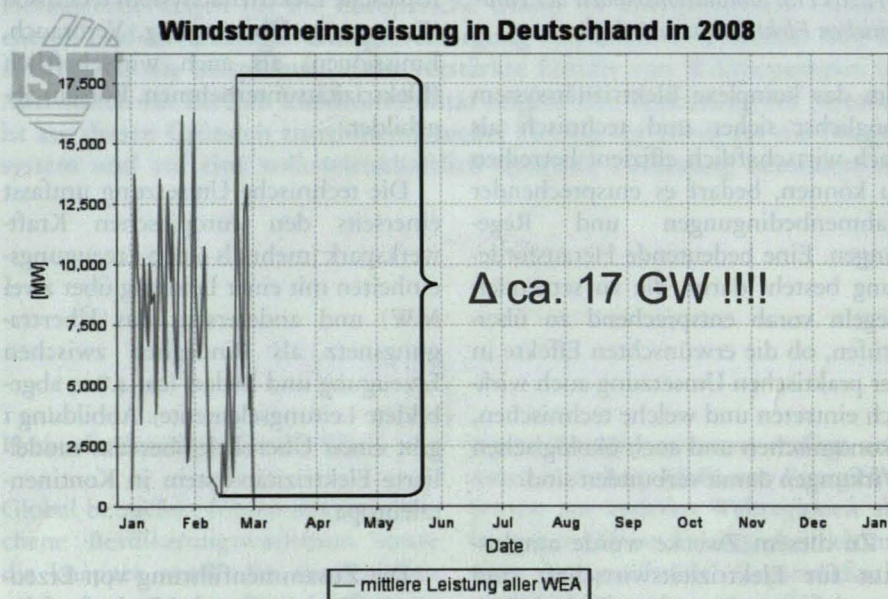


ABBILDUNG 2: SUMMENGANGLINIE DER WINDSTROMEINSPEISUNG IN DEUTSCHLAND 2008⁴

kraftanlagen binnen kurzer Zeit von

³ zum Vergleich: die Spitzenlast in Österreich beträgt ca. 9 GW und die gesamte installierte Kraftwerkskapazität ca. 18 GW

⁴ Windmonitor des Fraunhofer-Institute for Wind Energy and Energy System Technology

fragen bei Infrastrukturinvestitionen im Bereich erneuerbarer Energien ist darin zu sehen, dass auch bei „sich erneuernden Energien“ die konkreten Standorte mit den entsprechenden Bedingungen für einen möglichst wirtschaftlichen Anlagenbetrieb begrenzt sind. Schon alleine aus diesem Grunde heraus ist es erforderlich, dem Thema

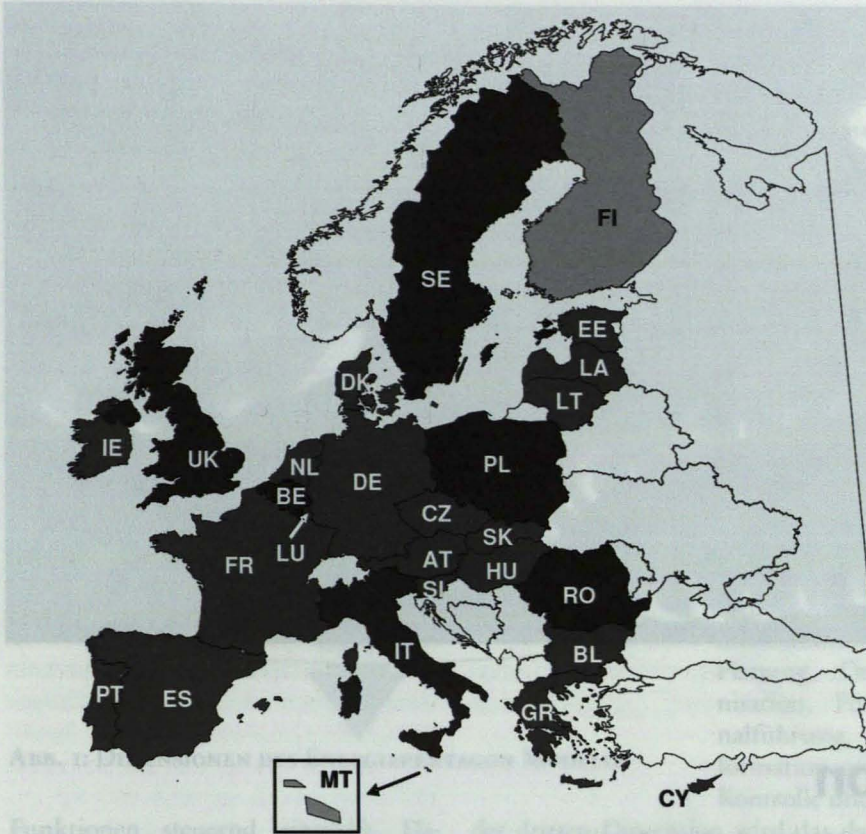


ABBILDUNG 3: FÖRDERMODELLE IN EUROPA (MITTELGRAU: EINSPEISETARIFE, DUNKELGRAU: QUOTENMODELLE, HELLGRAU: INVESTITIONSHILFEN)⁵

deren auch auf die eingesetzten Fördermittel zur Steigerung der Ökostromerzeugung zu und in diesem Sinne bietet die aktuelle EU-Richtlinie zur Förde-

rung erneuerbarer Energien⁶ erste konkrete Möglichkeiten, allerdings müssen diese auch in den Mitgliedsstaaten entsprechend umgesetzt werden.

Volkswirtschaftlich effizienter Mitteleinsatz zur Förderung Erneuerbarer Energien ist oberstes Gebot

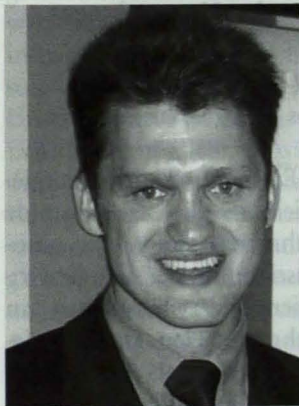
Die dargelegten Fragen hinsichtlich Systemintegration und effizienten Fördermodellen sind aktuelle Forschungsfragen am Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation und werden mit Hilfe von Simulationsrechnungen mit dem vorgestellten Elektrizitätswirtschaftsmodell ATLANTIS näher untersucht um seitens der Wissenschaft einen entsprechenden Beitrag zur positiven Entwicklung des europäischen Elektrizitätssystems zu leisten.

Autoren

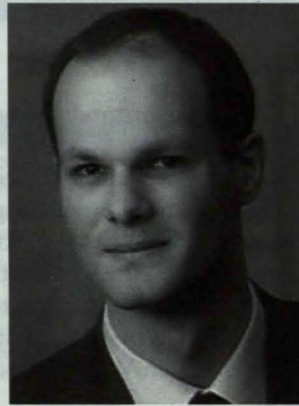
Dipl.-Ing. Dr.techn. Udo Bachhiesl
 Jahrgang 1975
 Assistent am Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation

Dipl.-Ing. Dr.techn. Christoph Gutschi
 Jahrgang 1975
 Assistent am Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation

⁵ OPTRES / futures-e
⁶ Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen



Dipl.-Ing. Dr. Udo Bachhiesl
 Assistent am Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation
 TU Graz



Dipl.-Ing. Dr. Christoph Gutschi
 Assistent am Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation
 TU Graz