

MODELLGESTÜTZTE BETRACHTUNG MÖGLICHER PFADE FÜR EINE DEKARBONISIERUNG DES EUROPÄISCHEN STROMSEKTORS BIS 2050

Benjamin PFLUGER ¹

Inhalt

Ziel der Europäischen Union (EU) ist es, in weltweiter Kooperation den globalen Temperaturanstieg auf nicht mehr als 2°C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen (Europäische Kommission 2007). Bei den hierfür notwendigen Reduktionen der Treibhausgasemissionen hat der Stromsektor eine herausragende Bedeutung, da er für derzeit näherungsweise ein Drittel der CO₂-Emission der EU-27 verantwortlich ist.²

Die Arbeit untersucht mit Hilfe von Szenarien, wie mögliche Portfolien aus Erzeugungstechnologien, Übertragungsnetzen und Stromspeichern zusammengesetzt sein müssen um die notwendige Reduktion der Treibhausgasemissionen zu erreichen. Hierbei werden die Aus- und Wechselwirkungen der unterschiedlichen Zusammenstellungen der genannten Parameter betrachtet. Der Schwerpunkt liegt auf den zentralen Emissionsminderungstechnologien der Stromerzeugungsseite, Erneuerbare Energien (EE), Carbon Capture and Storage (CCS) und Kernenergie, sowie einer verringerten Stromnachfrage durch Effizienzmaßnahmen auf der Nachfrageseite. Das Wechselspiel der Technologien sowie die damit verbundenen Kosten werden analysiert und einem Szenario, welches die Klimaschutzziele verfehlt, gegenübergestellt.

Methodik

Da in nahezu allen Klimaschutzszenarien von einem starken Ausbau der fluktuierenden EE-Technologien Wind- und Solarenergie ausgegangen wird, musste ein Modellverbund (weiter)entwickelt werden, welches in der Lage ist, die daraus resultierenden Herausforderungen abzubilden.

Bei dem für diese Arbeit zentralen Modell, PowerACE-Europe³, werden die Stützjahre 2020, 2030, 2040 und 2050 stundenscharf simuliert, wobei jeweils alle Mitgliedstaaten der EU-27 sowie Norwegen und die Schweiz mit einbezogen werden. Das Modell ermittelt in einer Optimierung über den Zeithorizont mit den zur Verfügung stehenden Optionen die günstigste Variante, um in allen Ländern und allen Stunden der Jahre die Stromnachfrage zu decken. Hierbei werden existierende Kraftwerke und Pumpwasserspeicher berücksichtigt und ihre jeweilige technische Lebensdauer berücksichtigt. Zentrale Ergebnisse der Simulation sind dabei sowohl der zukünftige Ausbau als auch der Einsatz der Optionen, letzterer beispielhaft dargestellt in Abbildung 1, sowie die damit verbundenen Kosten und Emissionen.

Da der Ausbau der EE derzeit durch nationale Förderpolitiken getrieben wird, wird die Diffusion dieser Technologien in einem vorgelagerten Arbeitsschritt in Form von Szenarien berechnet, welche das Modell ResInvest auf der Grundlage von Förderpolitiken und Ausbauzielen generiert⁴. Die Einspeisung aus fluktuierenden EE wird dabei von zwei Modellen (ISI-PV Europe und ISI-Wind Europe) detailliert auf Basis von realen Wetterdaten berechnet. Die stundenscharfe Auflösung des Modells in Kombination mit realen Wetterdaten für drei meteorologische Jahre erlaubt es dabei, den Einfluss der schwankenden Erzeugung aus Wind- und Solarenergie abzubilden und Korrelation zwischen Wetterzonen implizit zu erfassen.

¹ Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe, Telefon +49 721 6809-163, Fax +49 721 6809-272, benjamin.pfluger@isi.fraunhofer.de, Webaufttritt: <http://www.isi.fraunhofer.de>

² In 2009 entstanden 1.218 von insgesamt 2.765 Mt CO₂-Emissionen der EU-27 bei der Bereitstellung von Strom und öffentlicher Nahwärme (UNFCC 2011).

³ Das verwendete Modell ist eine Weiterentwicklung des agentenbasierten Modells PowerACE von F. Sensfuß, siehe u.a. Sensfuß (2008).

⁴ Siehe: Held (2010).

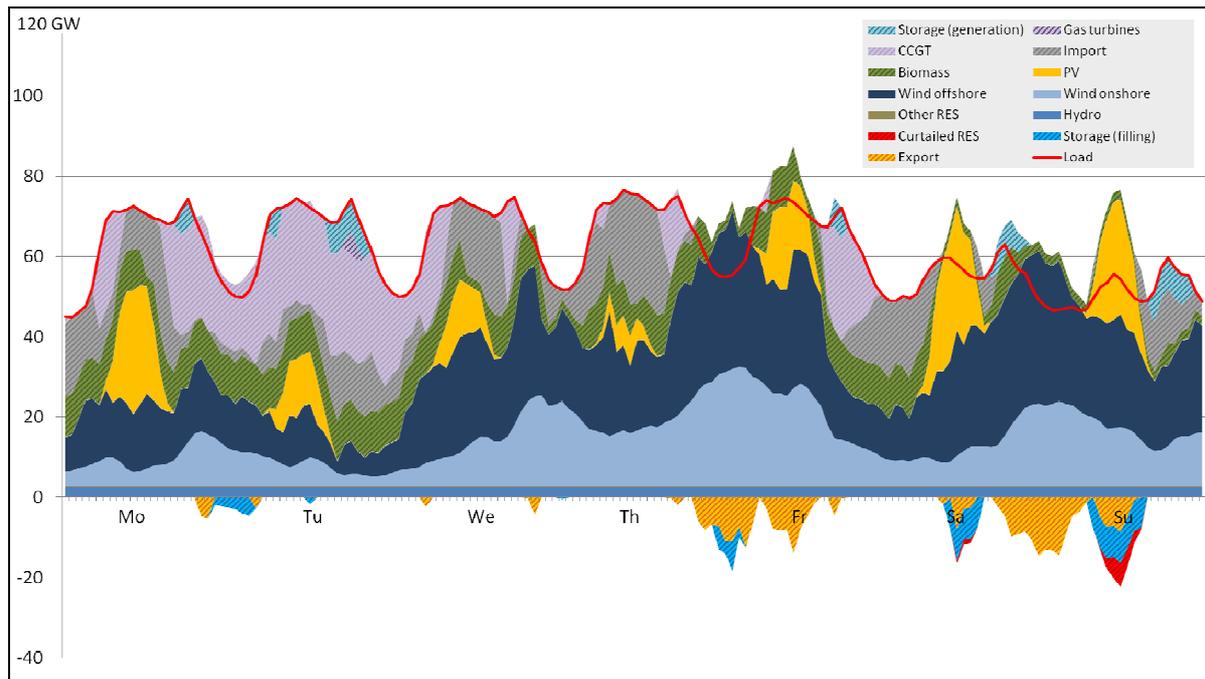


Abbildung 1: Beispiel eines stundenscharfen Dispatchs, Deutschland im Jahr 2050, KW 42, auf Basis der meteorologischen Daten des Jahres 2008.

Ergebnisse

Mit dem entwickelten Modell und den betrachteten Szenarien können mehrere Aspekte der Umgestaltung des Stromsektors im Sinne einer Dekarbonisierung quantitativ analysiert werden. Hierzu zählen:

- der stark steigende Bedarf an Übertragungskapazitäten durch den Ausbau der Stromnetze, insbesondere die Anbindungen von Großbritannien und der iberischen Halbinsel an Westeuropa,
- der Einfluss von steigenden Preisen für CO₂-Zertifikate im Rahmen des Emissionshandels-systems auf die Erzeugungsstruktur, der erst bei sehr schnell steigenden Preisen rechtzeitig die notwendigen Anreize für Investitionen in emissionsarme Kraftwerke setzt,
- der begrenzte Nutzen, den Stromspeicher in einem kostenoptimierten System bringen,
- sowie die Schwierigkeiten, die sich für kapitalintensive Technologien wie Kernenergie durch den vom Ausbau von fluktuierenden EE verursachten Rückgang der Auslastung ergeben.

Die Gegenüberstellung der Szenarien macht deutlich, dass ein Umstieg auf Erneuerbare Energien nur mit einem massiven Ausbau der Stromnetze möglich ist und dass klare Signale und möglicherweise Eingriffe seitens der Politik oder der regulierenden Organisationen notwendig sind, um Entscheidungen bezüglich Investitionen in Kraftwerkstechnologien in eine Richtung zu lenken, die mit dem 2°C-Ziel vereinbar ist.

Literatur

Europäische Kommission (2010): *Limiting Global Climate Change to 2 degrees Celsius. The way ahead for 2020 and beyond*. COM(2007) 2 final. Brüssel.

Held, A. M. (2010): *Modelling the future development of renewable energy technologies in the European electricity sector using agent-based simulation*. Fraunhofer Verlag. München.

Sensfuß, F. (2008): *Assessment of the impact of renewable electricity generation on the German electricity sector. An agent-based simulation approach*. Dissertation. Universität Karlsruhe (TH). Fortschritt-Berichte Reihe 16 Nr. 188. VDI Verlag. Düsseldorf.

UNFCCC (2011): *Greenhouse gas data*. Online verfügbar auf: <http://unfccc.int>. Abgerufen am 28.11.2011.