

# AUSWIRKUNGEN UNTERSCHIEDLICHER LADESTRATEGIEN FÜR ELEKTROFAHRZEUGE AUF DAS ELEKTRIZITÄTSSYSTEM IN KONTINENTALEUROPA



Andreas SCHÜPPEL(\*)<sup>1</sup>, Christoph GUTSCHI<sup>1</sup>,  
Daniel HÜTTER(\*)<sup>1</sup>, Heinz STIGLER<sup>1</sup>

## Aufgabenstellung

Im Rahmen des vom Klima- und Energiefonds geförderten Projektes „e-mobility 1.0“ sollen die Auswirkungen der flächendeckenden Einführung von Elektrofahrzeugen auf das kontinental-europäische Elektrizitätssystem unter Verwendung des umfassenden elektrizitätswirtschaftlichen Simulationsmodells ATLANTIS [1] untersucht werden. Dazu werden sowohl verschiedene Entwicklungsszenarien den Kraftwerkspark und die Anzahl an Elektrofahrzeugen betreffend, als auch unterschiedliche Ladestrategien betrachtet.

## Methodik

Mit dem Simulationsmodell ATLANTIS sollen ausgewählte Szenarien für den gesamten Netzbereich der ENTSO-E Continental Europe simuliert und die Ergebnisse in Bezug auf die bereits genannten Kriterien untersucht werden. Dazu muss das Modell zunächst an die neue Aufgabenstellung angepasst werden, wofür folgende Schritte notwendig sind:

- Recherche und Modellierung von Kraftwerksprojekten entsprechend vorgegebener Szenarien bzw. Ausbauplänen bis 2030 [3,4,5]
- Recherche und Modellierung von Netzausbauprojekten bis 2030 [6]
- Programmierung und Testen neuer Algorithmen zur Erfassung des zusätzlichen Bedarfs an elektrischer Energie durch Elektrofahrzeuge
- Aufteilen des zusätzlichen Bedarfs durch Elektrofahrzeuge gemäß Vorgaben [7] unter Berücksichtigung der Topologie des österreichischen Verteilnetzes auf die Netzknoten des österreichischen Höchstspannungsnetzes

Mit dem adaptierten Modell werden anschließend mehrere Simulationen durchgeführt, wobei Kombinationen aus zwei energiepolitischen Szenarien „konventionell“ und „erneuerbar“, zwei Ladestrategien „ungesteuert“ und „gesteuert“ sowie zwei Entwicklungsszenarien für Elektromobilität „ambitioniert“ und „maximal“ gebildet werden. Zum Vergleich wird den Entwicklungsszenarien jeweils ein Fall ohne Elektromobilität gegenübergestellt. Die ermittelten Ergebnisse stellen dabei einen "worst case" dar, da der Ladestromverbrauch für die Elektrofahrzeuge aufgrund des Kraftwerkseinsatzes nach einer Merit Order fast zur Gänze mit konventionellen thermischen Kraftwerken gedeckt werden muss. Zur Abdeckung der gesamten möglichen Bandbreite wird zusätzlich die Entwicklung des Kraftwerksparks für den Fall abgeschätzt, dass der zusätzliche, durch Elektrofahrzeuge hervorgerufene Verbrauch elektrischer Energie zu 100 % aus erneuerbaren Energieträgern gewonnen wird.

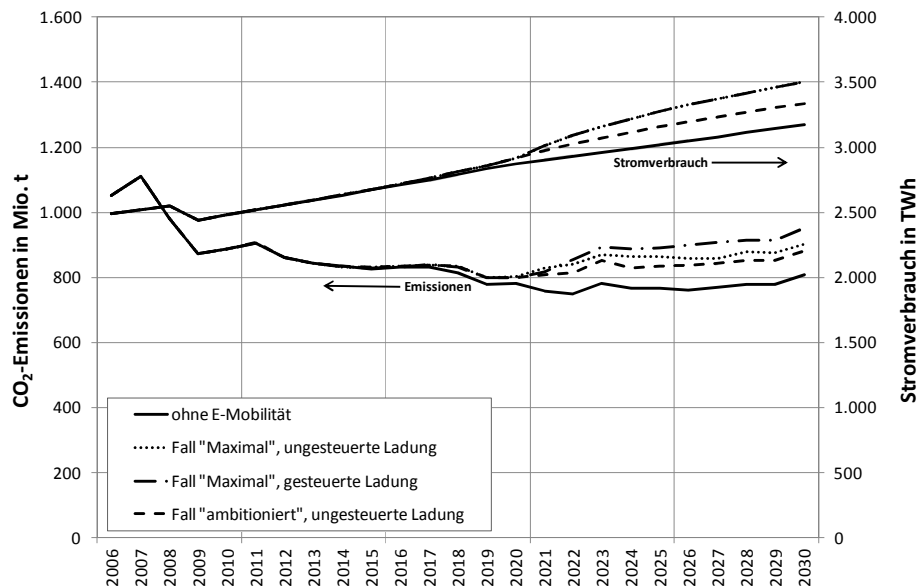
## Ergebnisse

Durch den zusätzlichen Ladestromverbrauch der Elektromobilität steigen die Lastspitzen an, wodurch ein erhöhter Bedarf an neuen gesicherten Kraftwerkskapazitäten in Europa entsteht. Dieser liegt im konventionellen Szenario mit ungesteuerter Ladung und maximaler Fahrzeuganzahl bei 103 GW und sinkt auf 25 GW bei gesteuerter Ladung. Im Szenario "Erneuerbar" liegt der Kapazitätsbedarf im ungesteuerten Fall bei 86 GW und sinkt auf 14 GW, wenn eine gesteuerte Ladestrategie verfolgt wird. Aus europäischer Sicht entsteht dadurch ein Zusammenspiel zweier Effekte. Einerseits bewirkt die

<sup>1</sup> Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation der Technischen Universität Graz  
Inffeldgasse 18/2.OG, Tel. +43 316 873 7902, Fax +43 316 873 107902  
andreas.schueppel@tugraz.at, <http://www.IEE.tugraz.at/>

(\*) Jungautor

Investition in neue Kraftwerke eine Erhöhung der Kapitalkosten, andererseits bringt der Zubau eine Steigerung der durchschnittlichen Effizienz des Kraftwerksparks und damit eine Kostenreduktion mit sich. Eine weitere Erkenntnis ist, dass bei der angenommenen Entwicklung des Kraftwerksparks in Österreich in keinem der simulierten Fälle ein über die Szenarioannahmen hinausgehender Zubau von Kraftwerken notwendig wird.



**Abbildung 1: CO<sub>2</sub>-Emissionen und Stromverbrauch in Europa im konventionellen Szenario für ausgewählte Entwicklungsszenarien und Ladestrategien**

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Europa steigen durch den Zusatzverbrauch der Elektromobilität verglichen mit dem Jahr 2011 nicht wesentlich an (siehe Abb. 1). Zur vollständigen Untersuchung der Auswirkungen einer Einführung von Elektrofahrzeugen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden die Emissionseinsparungen am Mobilitätssektor in [2] mit berücksichtigt.

Die Auswirkungen der Elektromobilität auf den mittleren Marktpreis für Strom sind in jedem simulierten Szenario sehr gering. Bei gesteuerter Ladung steigen die Preise in der Niedriglastzeit an und die Preisspanne zwischen niedrigstem und höchstem Marktpreis sinkt. Im ungesteuerten Fall hingegen steigen die Preise in der Hochlastzeit an und die Preisspanne vergrößert sich. Daraus resultiert für Österreich ein gesteigerter Einsatz von Pumpspeicherkraftwerken bei ungesteuerten Ladevorgängen, während der Pumpeinsatz in Szenarien mit gesteuerter Ladung sinkt. Dieser Umstand ist mit verantwortlich dafür, dass die Konkurrenzfähigkeit der österreichischen Elektrizitätswirtschaft entgegen dem internationalen Trend infolge einer europaweiten Einführung von Elektromobilität bei bestimmten Ladestrategien steigen kann.

**Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt.**

## Literatur

- [1] Gutschi, Bachhiesl, 2009. *ATLANTIS - Simulationsmodell der europäischen Elektrizitätswirtschaft bis 2030*. Elektrotechnik & Informationstechnik. 2009, 126/12, S. 438-448.
- [2] Beermann et.al., 2012. *Treibhausgas-Emissionen der Stromerzeugung und Transportdienstleistung von Elektrofahrzeugen in Österreich*. Vortrag im Rahmen des EnInnov 2012.
- [3] Reich, Auer et.al., 2011. *Entwicklung zukünftiger Stromversorgungsstrukturen in Europa*. Vortrag im Rahmen der IEWT 2011, Wien.
- [4] European Commission, 2010. *EU energy trends to 2030*. ISBN 978-92-79-16191-9
- [5] Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (BMWFJ), 2010. *National Renewable Energy Action Plan 2010 for Austria*.
- [6] European network of transmission system operators (ENTSO-E), 2010. *Ten-Year Network Development Plan 2010-2020*.
- [7] Beermann et.al., 2012. *Orts- und zeitabhängiger Leistungs- und Energiebedarf für Elektrofahrzeuge in Österreich*. Vortrag im Rahmen des EnInnov 2012.