

DIE BEDEUTUNG DER E-MOBILITÄT AUF DEM WEG ZU EINEM 100 % ERNEUERBAREN ENERGIESYSTEM

Heimo BÜRBAUMER¹, Bernhard FELBER, Günter PAURITSCH

Inhalt

Ziel der vom österreichischen Klima- und Energiefonds beauftragten Studie ist ein Faktencheck, inwieweit die E-Mobilität aufgrund direkt und indirekter THG(Treibhausgas)-Emissionen sowie aufgrund des damit verbundenen Verbrauchs an erneuerbarem Strom die Dekarbonisierung und die Energiewende in Österreich unterstützt oder durch alternative Antriebstechnologien ersetzt bzw. ergänzt werden sollte.

Insbesondere sollen folgende Fragen in Bezug auf die Auswirkungen der E-Mobilität auf das österreichische Energiesystem von heute und in Zukunft beantwortet werden:

- 1) Woher kommt der Strom für die E-Mobilität und wie beeinflusst die E-Mobilität den Kraftwerkspark und damit das Gelingen der Energiewende?
- 2) Wie wird in einem 100 % erneuerbaren Energiesystem der Zukunft die Stromversorgung inklusive des Bedarfs der E-Mobilität gewährleistet und welche THG-Emissionen ergeben sich daraus für ein Elektroauto?

Methodik

Aufbauend auf der Metastudie „Einsatz von grünen Treibstoffen in der Mobilität“ [1] werden die obigen Fragestellungen entweder durch öffentlich verfügbaren Daten und Studien oder durch eigene Berechnungen beantwortet. So wird der bisherige Hochlauf der Elektromobilität der Entwicklung der Stromerzeugung gegenübergestellt. Es wird ein Ausblick gegeben, wie die Elektromobilität als wesentlicher Teil der Transformation die Dekarbonisierung beschleunigt. Dazu werden bestehende Strombedarfs- und Aufbringungsszenarien für das Jahr 2040 herangezogen (z.B. Österreichischer Netzinfrastukturanplan, Stromstrategie von Österreichs Energie, etc.) und die Rolle der E-Mobilität näher beleuchtet.

Ergebnisse

Die beste Option sein Elektroauto zu laden, ist die Nutzung von zertifiziertem Ökostrom oder selbst erzeugten PV(Sonnen)-Strom. Ein Elektroauto ist hierbei von doppeltem Nutzen für das Energiesystem der Zukunft. Mittels „smart charging“ (intelligentem Laden) wird es im Stromsystem zu einem ausgleichenden Element, das die volatile (veränderliche) Erzeugung von PV und Wind dämpft, indem es bevorzugt zu Zeiten hoher Erzeugung lädt. V2G („Vehicle-to-Grid“)-Technologie ermöglicht es das Elektroauto für den Stromhandel zu verwenden und gespeicherten Überschussstrom zu Zeiten von niedriger (erneuerbarer) Stromerzeugung wieder in das Netz einzuspeisen. Dadurch reduziert das Elektroauto seine eigenen THG-Emissionen und stellt eine netz- und systemdienliche Komponente für das Stromsystem der Zukunft zur Verfügung.

Bei Verwendung von Strom ohne Ökostromnachweis hängen die THG-Emissionen des Ladestroms von der aktuellen Zusammensetzung der Stromerzeugung ab. In Zeiten geringer erneuerbarer Erzeugung und hoher Stromnachfrage ist das Grenzkraftwerk der Merit-Order-Kurve oft ein fossiles Kraftwerk mit hohen THG-Emissionen. In Zeiten von hoher erneuerbarer Erzeugung wird ein günstiges erneuerbares Kraftwerk zum Grenzkraftwerk. In dieser Situation, die durch den Ausbau der Erneuerbaren immer öfter auftritt, benötigt der Strommarkt Abnehmer für günstigen erneuerbaren Strom, das Laden eines Elektroautos bringt große Vorteile für das Energiesystem. Selbst wenn das Grenzkraftwerk ein fossiles Kraftwerk ist, können die THG-Emissionen dieses Grenzkraftwerks nicht einem einzelnen Verbraucher

¹ Österreichische Energieagentur, Mariahilfer Straße 136, 1150 Wien, +43 1 586 15 24 – 0, office@energyagency.at, www.energyagency.at

(z.B. der E-Mobilität) zugeordnet werden. Da das Stromsystem wie ein Pool funktioniert, in den die Erzeuger einspeisen und aus dem die Verbraucher ihren Strom entnehmen, sollte der leicht geänderte Durchschnittswert der Emissionen des Erzeugungsparks allen Verbrauchern auf der Abnehmerseite zugerechnet werden.

Doch wie beeinflusst die E-Mobilität den Kraftwerkspark? Im europäischen Emissionshandel (EU-ETS) wird eine Obergrenze für die Treibhausgas-Emissionen des europäischen Kraftwerksparks der Energiewirtschaft sowie der energieintensiven Anlagen (Industrie) festgelegt. Die Gesamtemissionen des europäischen Kraftwerksparks müssen daher jährlich schrittweise in einem vorgegebenen Ausmaß sinken. Daher kann der zusätzliche Strombedarf durch die E-Mobilität oder andere strombasierte Technologien nicht durch zusätzliche fossile Kraftwerke gedeckt werden, sondern nur durch den gesteigerten Zubau von erneuerbarer Stromproduktion (PV, Wind, etc.).

Wie wird in einem 100 % erneuerbaren Energiesystem die Stromversorgung inkl. des Bedarfs der E-Mobilität gewährleistet und welche THG-Emissionen ergeben sich für ein Elektroauto?

Bei Betrachtung der Erzeugungsmengen von PV (Photovoltaik) und Windkraft im Jahresverlauf zeigt sich, dass sich die beiden Erzeugungsarten gut ergänzen. Während die PV ihre größte Erzeugung im Frühjahr und Sommer aufweist, tritt die Windkraft verstärkt im Winterhalbjahr auf. Während die PV am Tag Leistung erbringt, weht der Wind in der Nacht tendenziell stärker. Dennoch gibt es auf der täglichen, der wöchentlichen sowie der saisonalen Ebene die Notwendigkeit, Stromerzeugung und -verbrauch in Einklang zu bringen. Dazu dient der Einsatz von Flexibilitäten, wobei Elektrofahrzeuge in Zukunft eine wichtige Rolle einnehmen: Für den Ausgleich während eines Tages sind es vor allem Pumpspeicherkraftwerke und Batterien, die entweder in Form von Hausspeichern oder als mobile Speicher durch Elektroautos als Flexibilitäten nutzbar sind. Hier gilt es vor allem die sommerliche Erzeugungsspitze zu Mittag effizient in die Abend- und Nachtstunden zu verschieben. Dazu dienen die bidirektionalen Ladetechnologien V2G (Vehicle-to-Grid) und V2H (Vehicle-to-Home). Sie ermöglichen es flexibel auf Situationen im Stromsystem zu reagieren und in Zeiten hoher erneuerbarer Stromerzeugung und günstiger Preise Strom im Elektroauto zwischenspeichern und in Zeiten von Strommangel in den eigenen Haushalt oder zurück in das Stromnetz einzuspeisen. Somit kann man mit der Batterie eines Elektroautos am zukünftigen Flexibilitätenmarkt mitpartizipieren. Aufgrund verbesserter technischer und regulatorischer Möglichkeiten kann eine bis 2030 auf 15% bis 20 % des Bestands gewachsene E-Autoflotte mittels Vehicle-to-Grid-Technologie einen wesentlichen Beitrag für das Funktionieren eines 100 % erneuerbaren Stromsystems leisten.

Bei einer Lebenszyklus-Analyse aller möglichen PKW-Antriebssysteme schneiden am besten Elektroautos (BEV) mit etwas über 100 g CO₂/Fahrzeugkilometer bei heutigem Erzeugungsmix und ca. 70 g CO₂/Fahrzeugkilometer bei Nutzung von erneuerbarem Strom ab [1]. Noch deutlicher ist das Ergebnis bei einem Vergleich der Gesamteffizienz der drei potenziell klimaneutralen Antriebe: Die mit Abstand höchste Gesamteffizienz bei der Nutzung von erneuerbarem Strom hat ein Elektroauto mit 74 % gegenüber einer Gesamteffizienz von 30 % bei einem Brennstoffzellenfahrzeug und nur 15 % bei der Nutzung von e-fuel in einem Verbrennungsmotor.

Die deutlich höhere Effizienz der E-Mobilität hat weitreichende Folgen für die Realisierbarkeit eines 100% erneuerbaren Energiesystems. Im Falle einer Umstellung der heutigen Fahrzeugflotte auf Elektroautos reichen 11,6 TWh erneuerbarer Strom aus, eine Erhöhung des Stromverbrauchs um 17%. Beim flächendeckenden Einsatz von in Österreich hergestellten e-fuels ginge der dafür nötige zusätzliche Stromeinsatz über die heutige Bruttostromerzeugung hinaus. Bei einer Produktion von e-fuels im Ausland würde durch die Ineffizienz des Produktionsprozesses ein erheblicher Mehraufwand bei der Stromerzeugung in den Produktionsländern bestehen bleiben- das Problem der Ineffizienz würde sich nur verlagern. Durch einen deutlich verringerten CO₂-Rucksack bei der Elektroautoherstellung (inkl. Akku) sowie durch die Effizienzsteigerung, welche die Dekarbonisierung des österreichischen Energiesystems erst ermöglicht, erreicht die E-Mobilität in allen wesentlichen Transformationspfaden bis 2040 Gesamt-THG-Emissionen von 30 bis 44 g CO₂/Fahrzeugkilometer, bevor sie 2050 beinahe vollständig klimaneutral wird.

Referenzen

- [1] Strimitzer et al., „Einsatz von grünen Treibstoffen in der Mobilität“, AEA, Wien, 2022