

Vergleichende Ökobilanz zwischen AC- und DC-Netzsystemen zur Entwicklung eines Optimierungsalgorithmus für den Nachhaltigen Einsatz von Ladestationen in Parkhäusern (Masterarbeit)

Autor: Semir Begic
Erstprüfer: Prof. Dr. Aaron Praktiknjo
Betreuung: Christina Kockel, M. Sc.; Katharina Hetzenecker, M. Sc.

Kurzfassung

Zur Erreichung der internationalen Klimaziele ist die Weiterentwicklung der Elektromobilität ein wichtiger Bestandteil, sodass die Bundesregierung gemäß dem „Klimaschutzprogramm 2030“ das Ziel von mindestens 7 bis 10 Millionen Elektrofahrzeugen in Deutschland und den Aufbau von einer Million öffentlich-zugänglichen Ladepunkten bis zum Jahr 2030 ausgerufen hat. Eine zentrale Bedeutung für eine breite Akzeptanz von Elektrofahrzeugen nimmt die Verfügbarkeit einer öffentlich-zugänglichen Ladeinfrastruktur ein. Der Aufbau der Lade- und Netzsysteme kann dabei auf Basis der Gleich- oder Wechselstromtechnologie erfolgen.

Neben den technischen und wirtschaftlichen Kriterien sind auch die ökologischen Auswirkungen der verschiedenen Ladeinfrastrukturkonzepte zu berücksichtigen. Aus diesem Grund wurde in dieser Arbeit das Klimawandelpotential gemessen in CO₂-Äquivalente eines Lade- und Netzsystems basierend auf der Wechsel- und Gleichstromtechnologie unter Verwendung der Methodik der Ökobilanz miteinander verglichen. Darüber hinaus wurde im Hinblick auf den Ausbau des RWTH Campus West ein Optimierungsmodell zur Bestimmung der erforderlichen Anzahl an Ladestationen in einem Parkhaus aufgestellt und gelöst.

Die Ergebnisse der Analyse zeigen, dass Netzfilter in den AC-Ladesystemen und AC/DC-Wandler in den DC-Ladesystemen während der Produktionsphase das größte Klimawandelpotential gemessen in CO₂-Äquivalente verursachen. Der Vergleich der modellierten AC- und DC-Netzsysteme ergibt, dass das Klimawandelpotential während der Produktion von elektrischen Betriebsmitteln zum Aufbau des DC-Netzsystems im Vergleich zu dem Klimawandelpotential während der Produktion von elektrischen Betriebsmitteln zum Aufbau des AC-Netzsystems 40 Prozent geringer ist, wobei die emittierten CO₂-Äquivalente zur Produktion der Netztransformatoren am größten sind. In dem DC-Netzsystem haben die DC-Ladesysteme für alle betrachteten Erzeugungsstrukturen der elektrischen Energie ein geringeres Klimawandelpotential als die AC-Ladesysteme, wohingegen in dem AC-Netzsystem das Klimawandelpotential der AC-Ladesysteme mit zunehmenden Anteil der erneuerbaren Energien geringer sind als das Klimawandelpotential der DC-Ladesysteme. Mit dem Ziel der Minimierung des Klimawandelpotentials bei der Installation der Ladesysteme in einem Parkhaus liegt die von dem Optimierungsmodell berechnete Anzahl an Ladestationen bei elf „11 kW“-Ladestationen (AC) und einer „50 kW“-Ladestation (DC), wobei die emittierte Menge an CO₂-Äquivalenten während der Nutzungsphase 206,23 t beträgt.

Abstract

The further development of electromobility is an important element in achieving international climate targets, so that the German government has set a target of at least 7 to 10 million electric vehicles in Germany and the establishment of one million publicly accessible charging points by 2030 in accordance with the "Klimaschutzprogramm 2030". The availability of a publicly accessible charging infrastructure is of central importance for the broad acceptance of electric vehicles. The charging and grid systems can be set up based on direct current or alternating current technology.

In addition to the technical and economic criteria, the ecological impact of the various charging infrastructure concepts must also be considered. For this reason, this master thesis compared the climate change potential measured in CO₂ equivalents of a charging and grid system based on AC and DC technology using the LCA methodology. Furthermore, in view of the expansion of the RWTH Campus West, an optimization model was set up and solved to determine the required number of charging stations in a parking garage.

The results of the analysis show that filters in the AC charging systems and AC/DC converters in the DC charging systems cause the greatest climate change potential measured in CO₂ equivalents during the production phase. The comparison of the modelled AC and DC grid systems shows that the climate change potential during the production of electrical resources to build the DC grid system is 40 percent lower compared to the climate change potential during the production of electrical resources to build the AC grid system, with the largest emitted CO₂ equivalents to produce the transformers. In the DC grid system, the DC charging systems have a lower climate change potential than the AC charging systems for all the electrical energy production structures considered, whereas in the AC grid system, the climate change potential of the AC charging systems are lower than the climate change potential of the DC charging systems as the share of renewable energy increases. With the objective of minimizing the climate change potential in the installation of the charging systems in a parking garage, the number of charging stations calculated by the optimization model is eleven "11 kW" charging stations (AC) and one "50 kW" charging station (DC), and the emitted amount of CO₂ equivalent during the use phase is 206.23 tons.