

Comparative Life Cycle Assessment for AC and DC Microgrids (Master Thesis)

Autor: Christina Kockel
Erstprüfer: Prof. Dr. Aaron Praktiknjo
Betreuung: Lars Nolting, M. Sc.

Kurzfassung

Um den fortschreitenden anthropogenen Klimawandel zu bekämpfen und den schnell wachsenden Energiebedarf zu decken, werden erneuerbare Energiequellen in die Stromnetze integriert, um eine sichere, zuverlässige und nachhaltige Energieversorgung für den öffentlichen und industriellen Sektor zu gewährleisten. Die Integration dezentraler erneuerbarer Energien in die konventionelle Netzstruktur kann jedoch neue Herausforderungen mit sich bringen, z.B. Versorgungssicherheit, Grundlastkapazität und saisonale Effekte. Mikronetze mit integrierten erneuerbaren Energien haben das Potenzial, eine zuverlässige, effiziente und saubere Lösung zu sein. Weitere Effizienz- und Zuverlässigkeitsverbesserungen können erzielt werden, wenn das Microgrid mit einer Gleichstromverteilung betrieben wird.

Für eine ganzheitliche Bewertung sind die Umweltauswirkungen dieses potenziellen Technologiewechsels zu berücksichtigen. Diese Arbeit identifiziert und analysiert die Unterschiede der Umweltauswirkungen zwischen Wechselstrom- und Gleichstrom-Microgrids in Bürogebäuden. Die Unterschiede in der Leistungselektronik und den Verteilungssystemen wurden in einer vergleichenden Lebenszyklusanalyse unter Anwendung eines generischen Netzmodells untersucht. Die Analyse zeigt, dass die Umweltauswirkungen der Leistungselektronik bei der Verwendung eines Gleichstrom-Mikronetzes reduziert werden können. Die Abhängigkeit der Umweltauswirkungen von den Parametern der Gebäudestruktur und des Energiebedarfs wird dargestellt. Als Hauptursache für die Unterschiede in den Auswirkungen wurde die vom öffentlichen Netz bereitgestellte Energie identifiziert. Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass Gleichstrom-Microgrids mit integrierten Hocheffizienz-Komponenten eine ökologische Überlegenheit gegenüber Wechselstrom-Microgrids aufweisen.

Abstract

In order to fight the progressive anthropogenic climate change, and to meet the rapidly growing energy demand, renewable energy sources are getting integrated into power grids to ensure a secure, reliable, and sustainable energy supply for the public and industrial sector. However, the integration of decentralized renewable energy into the conventional grid structure can cause new challenges, e.g. security of supply, base load energy capacity and seasonal effects. Microgrids with integrated renewable energies have revealed promising potential to be a reliable, efficient, and clean solution. Further efficiency and reliability improvements can be achieved when the microgrid is operated with a direct current (dc) distribution.

For a holistic assessment, the environmental impacts of this potential technology change are advised. This thesis identifies and analyzes the differences of environmental impacts between

alternating current (ac) and dc microgrids within office buildings. The differences in power electronics and distribution systems have been investigated in a comparative life cycle assessment with the application of a generic grid model. The analysis shows that the environmental impacts of power electronics can be reduced when utilizing a dc microgrid. The dependency of environmental impacts on parameters defining the building's structure and energy demand is presented. The main driver for the differences in impacts has been identified as the energy supplied by the public grid. It can be inferred from the results, that dc microgrids with integrated high-efficiency components have an ecological superiority compared to ac microgrids.