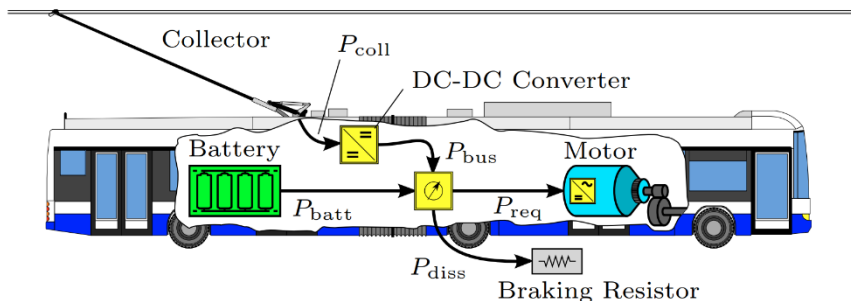


Elektrifizierung von Busnetzen – Synergieeffekte zwischen Omnibussen und Oberleitungsbussen

Bachelor's Thesis von Kilian Zeier

Mentor:

Dr.-Ing. Antonios Tsakarestos



Am Beispiel der Stadt Salzburg wurde betrachtet, ob sich bestehende Dieselbuslinien durch das Konzept der Hybrid-Oberleitungsbusse, mit den bereits vorhandenen Oberleitungen, elektrifizieren lassen.

Als Beispiel wurde die Linie 27 gewählt, welche auf einem Anteil der Strecke von fast 35 % über eine Oberleitung verfügt. Hier wurde für jeden einzelnen Bus, welcher auf der Linie verkehrt, der Ladezustand der Batterie über den ganzen Tagesverlauf berechnet und somit die Machbarkeit nachgewiesen.

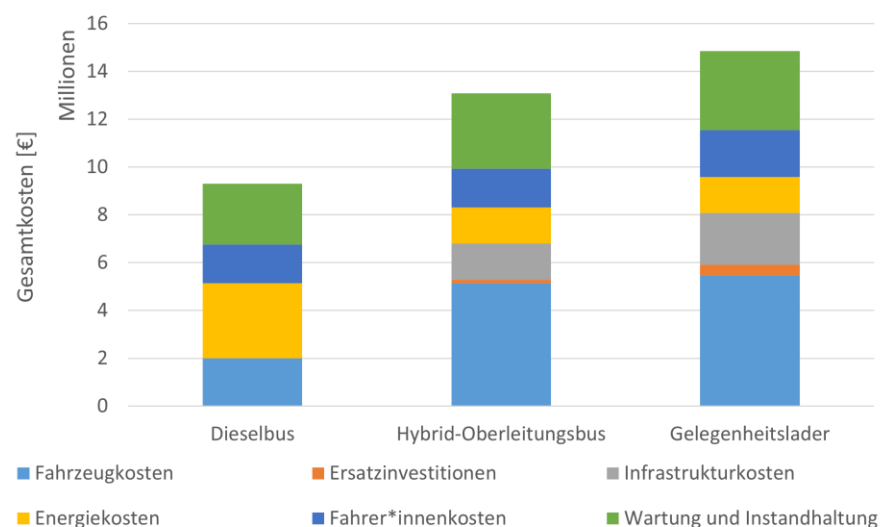
Zum Vergleich wurde dies noch für das Konzept der Gelegenheitslader, mit Nachladung an den Endhaltestellen, wiederholt. Dieses ist allerdings nur umsetzbar, wenn die Anzahl an eingesetzten Bussen von fünf auf sechs erhöht wird

Die im August 2021 in Kraft tretende Clean Vehicles Directive der EU fordert, dass 45 % der Neuausschreibungen für städtische Linienbusse über ein alternatives Antriebskonzept verfügen. Die Hälfte davon muss sogar komplett (lokal) emissionsfrei sein.

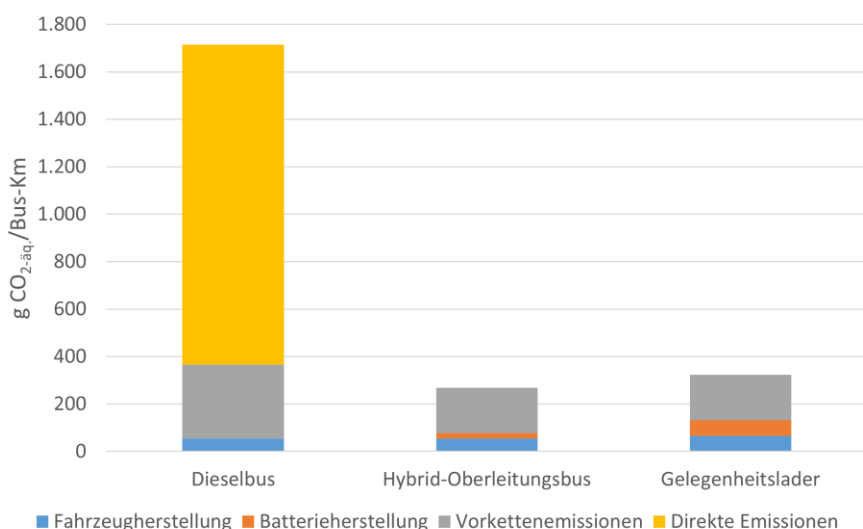
Über die Zeit wurden viele Konzepte entwickelt um Busnetze zu elektrifizieren und mit der eingeschränkten Reichweite elektrisch betriebener Busse umzugehen. Dafür wurden die Konzepte der Oberleitungsbusse, der batterieelektrischen Busse mit Depot- und Gelegenheitsladung (OC-Bus), sowie Hybridbusse, einschließlich der Brennstoffzellenbusse, betrachtet.

Ein besonderer Fokus liegt auf den Hybrid-Oberleitungsbussen (HO-Bus), welche eine Weiterentwicklung der konventionellen Oberleitungsbusse sind, die mit einer Batterie ergänzt werden (siehe Bild links). Damit können sie auch in Bereichen ohne Oberleitung fahren und in Bereichen mit Oberleitung die Batterie während der Fahrt nachladen.

Gesamtkosten der Antriebskonzepte auf Linie 27



Treibhausgasemissionen der Antriebskonzepte



Anschließend wurden die entstehenden Gesamtkosten des Betriebs der Linie mit Dieselbussen, Hybrid-Oberleitungsbussen und Gelegenheitsladern über die 12-jährige Lebensdauer der Busse berechnet. In der Abbildung oben sind die Kosten, in die einzelnen Kategorien aufgeteilt, dargestellt. Mit HO-Bussen fallen 41 % höhere Kosten an als mit Dieselbussen, bei Gelegenheitsladern sind diese sogar 60 % höher.

Zuletzt wurden noch die entstehenden Treibhausgasemissionen pro Bus-Kilometer für die drei Konzepte ermittelt. Die Treibhausgasemissionen sind als CO₂-Äquivalente angegeben. Dabei ergab sich für den Hybrid-Oberleitungsbus eine Reduktion der Treibhausgase, gegenüber dem Dieselbus, von mehr als 84 %. Für den Gelegenheitslader ergibt sich eine Einsparung von knapp über 81 %.