

Ökobilanz von Elektro- und fossilen Lkw

Ziel und Umfang

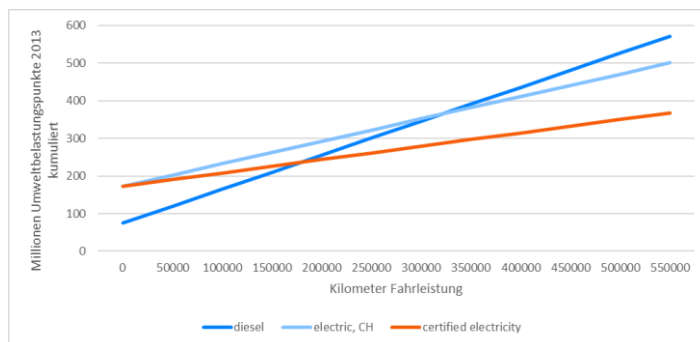
Im November 2019 wird in Schaffhausen über die Einführung von Elektrobussen abgestimmt. Alle Dieselsebusse sollen innert 10 Jahren durch Elektrobusse im Schnelladesystem ersetzt werden. Diese werden mit LTO-Batterien betrieben, welche eine Lebensdauer von 16 Jahren haben [1]. Aufgrund dieser Volksabstimmung entstanden Diskussionen, ob die elektrisch betriebenen Busse wirklich besser sind als die Busse, welche mit fossilen Energien betrieben werden. Dieses Poster gibt gemäss heutigem Wissenstand Auskunft zu diesem Thema, mit dem Fokus auf der Situation in Schaffhausen. Da für die Busse bisher keine Sachbilanzdaten zur Verfügung stehen, werden die Umweltwirkungen mit Daten für LKWs grob abgeschätzt, welche vom Gewicht mit den Bussen übereinstimmen. Diese liefern einen ersten Anhaltspunkt für den Vergleich von Diesel- und Elektrobussen.

Vorgehen und Annahmen

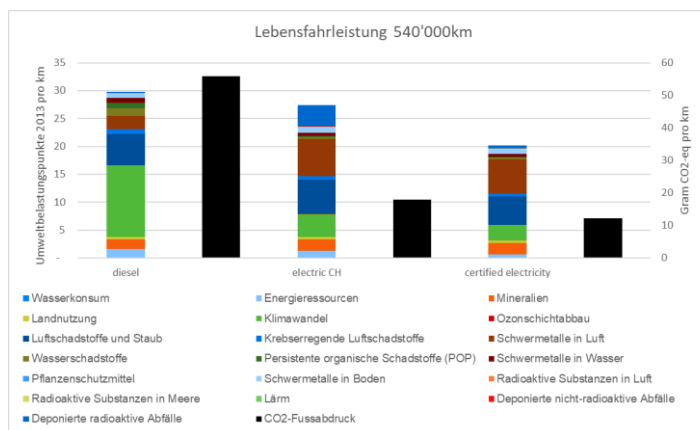
Mit einer Ökobilanz wurden die Emissionen von einem Fossilen- und einem Elektro-LKW (15-32t) abgeschätzt, wobei die Herstellung, der Materialbedarf, der Transport, die Nutzung und die Entsorgung betrachtet wurden. Das Gesamtgewicht des LKWs stimmt mit dem Gewicht des 12m und des 18m Buses überein. Die Daten stammen aus der ESU Datenbank sowie aus Literaturquellen ([2-5]). Die Grundlage bildete der Euro 6 LKW. Für beide LKWs wird dieselbe Lebensdauer (540'000km) und das gleiche durchschnittliche Ladungsgewicht (5.79t) angenommen. Der fossile LKW wird mit Diesel betrieben (0.0366kg/tkm). Der Elektro-LKW wird mit Strom betrieben (0.182kWh/tkm), hat eine Batterie (2.4t), einen Elektromotor anstelle eines Dieselmotors und keinen Tank. Die benötigte Ladestation wurde miteinbezogen. Für den Elektro-LKW werden zwei Szenarien betrachtet, beim ersten Szenario wird die Batterie mit Schweizer Strom geladen, beim zweiten Szenario wird die Batterie mit Ökostrom geladen. Das zweite Szenario stellt die Situation in Schaffhausen besser dar, da die Elektrobuse dort mit Strom vom Wasserkraftwerk betrieben werden, welches eine erneuerbare Energiequelle darstellt [1].

Umweltwirkung von Diesel- und Elektrobussen

Die Umweltwirkungen werden einerseits mit dem CO₂-Fussabdruck und andererseits mit den Umweltbelastungspunkten (UBP) bewertet. Bei der UBP-Methode werden die Resultate der Wirkungskategorien gewichtet und zusammengefasst. In der folgenden Abbildung ist zu erkennen, dass der Diesel-LKW (562 Mio. UBP) über die gesamte Lebensdauer gesehen am schlechtesten abschneidet und der mit Ökostrom betriebene Elektro-LKW (364 Mio. UBP) am besten. Der, mit Schweizer Strom betriebene Elektro-LKW zeigt ein Resultat von 495 Mio. UBP. Die Herstellung des Elektro-LKWs hat aufgrund der Batterie und des Elektromotors grössere Umweltwirkungen als diejenige des Diesel-LKWs. Dies wird allerdings nach 320'000km, durch die geringeren Umweltwirkungen vom Elektro-LKW bei der Nutzung, kompensiert. Wird der LKW mit Ökostrom betrieben, findet dieser Break-even bereits nach 180'000km statt. Betrachtet man den CO₂-Fussabdruck der drei Optionen, so schneidet der Elektro-LKW bzgl. dem fossilen-LKW noch deutlich besser ab als bei der UBP-Methode, dafür verringert sich der Unterschied zwischen den beiden Elektro-Varianten. Der Break-even von Diesel- und Elektro-LKW findet bereits nach 35'000km (Öko: 31'000km) statt.



In der folgenden Grafik sind die Umweltwirkungen für den Bau und Betrieb der LKWs pro Kilometer dargestellt. Die Gesamtergebnisse (farbige Balken) sind aufgeschlüsselt nach den verschiedenen Wirkungskategorien. Es ist zu erkennen, dass wiederum der Diesel-LKW die grössten und der mit Ökostrom betriebene Elektro-LKW die kleinsten Emissionen hat. In schwarz sind die CO₂-Emissionen in g CO₂ dargestellt. Diese zeigen deutlich, dass beim CO₂-Fussabdruck die Emissionen des Diesel-LKWs drei- bis viermal so gross sind, als diejenigen der Elektro-LKWs. Nur in den Kategorien «Deponierte radioaktive Abfälle» und «Schwermetalle in Luft» haben die Elektro-LKWs grössere Werte als der Diesel-LKW.



Zusammenfassung

Ende 2019 wird in Schaffhausen über den Ersatz der Dieselsebusse durch Elektrobuse abgestimmt. Als Anhaltspunkt über deren Umweltbelastung werden hier drei verschiedene LKWs verglichen (Diesel, Elektro mit Schweizer Strom bzw. Ökostrom). Die Elektro-LKWs haben über die gesamte Lebensdauer hinweg deutlich kleinere Umweltwirkungen als der Diesel-LKW. Betrachtet man allein den CO₂-Fussabdruck, so ist dieser Unterschied noch eindeutiger. Der Diesel-LKW zeigt für den Bau und Betrieb pro km drei bis viermal höhere CO₂-Emissionen als die Elektro-LKWs. Der Ökostrom-LKW hat, vor allem bei den UBPs, nochmals kleinere Umweltwirkungen als der, mit Schweizer Strom betriebene Elektro-LKW. Die kleineren Umweltwirkungen der Elektro-LKWs kommen durch die Nutzung zustande, da Strom umweltfreundlicher ist als Diesel.

Literatur

1. Stadtrat Schaffhausen, Vorlage des Stadtrats- E-Bus: Einführung von Elektrobussen mit Schnelladesystem Erweiterung des VBSh-Depots Ebnat. 2019: Schaffhausen.
2. ESU, The ESU database. 2019, ESU-services Ltd.: Schaffhausen. Retrieved from www.esu-services.ch/data/database/.
3. Earl T, Mathieu L, Cornelis S, Kenny S, et al., Analysis of long haul battery electric trucks in EU. 2018.
4. Mareev I, Becker J, & Sauer DU, Battery Dimensioning and Life Cycle Costs Analysis for a Heavy-Duty Truck Considering the Requirements of Long-Haul Transportation. 2017.
5. Leuenberger M & Frischknecht R, Life Cycle Assessment of Battery Electric Vehicles and Concept Cars. 2010, implemented in ecoinvent data v2.2 (2010). ESU-services: Uster, CH. Retrieved from www.esu-services.ch/data/public-lci-reports/.