
Abschlussarbeit (Master)

Entwicklung einer Methodik zur ökonomisch und ökologisch optimierten Auslegung von Nutzfahrzeugg Batterien unter Berücksichtigung von Entladungstiefe Ladestrategie und Laderate.

Am FG MPM wird im Kooperationsprojekt „zeroCUTS“ untersucht, wie das urbane Verkehrssystem vollständig dekarbonisiert werden kann. Die aktuell erfolgversprechendste Technologie dafür ist die Elektrifizierung des Antriebsstrangs. Es sollen im Projekt alle Verkehrssektoren untersucht werden, darunter auch urbaner Nutzverkehr. Weitere Informationen zum Projekt unter: <https://www.mpm.tu-berlin.de/menue/forschung/projekte/zerocuts/>.

Es ist allgemein bekannt, dass die Traktionsbatterie einen entscheidenden Einfluss auf die Kosten und den ökologischen Fußabdruck elektrischer Fahrzeuge hat. Schon bei Privatfahrzeugen stellen die hohen Batteriekosten eine Hürde für den Durchbruch der Antriebstechnologie dar. Dies ist bei kommerziellen Fahrzeugen sogar noch kritischer, da in Branchen wie dem Transportwesen ein enormer Preisdruck herrscht. Hier kann sich eine neue Antriebstechnologie nur dann etablieren, wenn sie wirtschaftlich darstellbar ist. Daher ist es insbesondere bei Nutzfahrzeugen unvermeidlich, die Batterie möglichst ideal an das Anforderungsprofil des jeweiligen Betreibers anzupassen. Für viele Nutzfahrzeuge im urbanen Verkehrssystem, insbesondere Lieferfahrzeuge und Kommunalfahrzeuge, sind die Fahrprofile sehr gut planbar. Daher kann die täglich maximal benötigte Energiemenge im Vorhinein abgeschätzt, und für eine akkurate Auslegung der Batterie verwendet werden. Dies passiert heute bereits, z.B. für elektrische Busse. Jedoch werden die Parameter Laderate und Entladetiefe dabei nicht verändert.

Genau diese beiden Parameter könnten jedoch ein großes Potential bereithalten. Die Beantwortung der Fragestellung ob für einen gegebenen Energiebedarf nun eine große Batterie mit wenig Entladetiefe, eine kleinere Batterie deren Kapazität zu 100% ausgenutzt wird oder eine kleine Batterie, die während des Tages mehrfach mit hoher Laderate nachgeladen wird günstiger und ökologisch sinnvoller ist, ist nicht trivial zu beantworten. Dies kann auf folgende vier qualitative Zusammenhänge zurückgeführt werden:

1. Die maximal möglichen Ladezyklen einer Batterie sinken mit höherer Entladetiefe und höheren Laderaten.
2. Batterien schonend zu entladen lässt einen Teil der möglichen Kapazität ungenutzt, was ihr Gesamtgewicht erhöht und somit den Energieverbrauch des Fahrzeugs steigert und die Nutzlast reduziert.
3. Schonendes Laden ist zeitintensiv, weshalb es sich in der Regel nicht für das Gelegenheitsladen während des Betriebs eignet, dafür sind die Ladegeräte günstig.
4. Der ökologische Fußabdruck der Batterieproduktion steigt mit der Batteriegröße, dieser Unterschied relativiert sich jedoch, wenn größere Batterien durch schonendes Laden und Entladen eine längere Einsatzzeiten aufweisen.

Ziel dieser Arbeit ist es daher, diese Zusammenhänge für aktuelle Batterietechnologien durch intensive Recherche zu quantifizieren. Darauf aufbauend soll eine Methode entwickelt werden, die für ein gegebenes Lastprofil die ökonomisch und ökologisch optimalen Parameter für Batteriekapazität, Entladetiefe und Laderate findet. Dabei soll es die Möglichkeit geben, an vorgegebenen Standzeiten (z.B. während der Ladungsaufnahme) optionale Zwischenladepunkte vorzusehen und deren Auswirkungen zu berechnen.

Wir verfügen bereits über Vorarbeiten zu diesem Thema, insbesondere in Bezug auf Kostensätze und Ökobilanzierung von Batterien, welche natürlich zur Verfügung gestellt werden. Auch exemplarische Lastprofile werden zur Verfügung gestellt.

Im Rahmen der Arbeit sind folgende Schritte nötig:

- Intensive Literaturrecherche zum Alterungsverhalten von verschiedenen Zelltypen in Abhängigkeit von DoD und C-Rate. Nutzung der Ergebnisse um plausible Parameter für diese Arbeit festzulegen
- Recherche zur zukünftigen Entwicklung von Batterietechnologien, wie verändern sich Batteriechemie und Packaging in den kommenden Jahren
- Recherche zu den Themen Batteriedimensionierung für Nutzfahrzeuge und Ökobilanzierung von Batterien
- Auswertung bestehender Lastprofile um daran eine Methodik zu Batteriedimensionierung unter Berücksichtigung der oben genannten Parameter zu entwickeln

-
- Umsetzung der Methodik als Anwendung in Python. Diese sollte für Scharen von Lastprofilen einer Fahrzeugflotte (einzulesen in einem zu definierenden Format) Empfehlungen für eine oder mehrere ideale Konfigurationen von Batterieelektrischen Fahrzeugen für diese Flotte ausgeben.
 - Simulationsbasierte Validierung der Methodik in der Verkehrssystemsimulation MATSim (Die Durchführung der Simulation ist nicht Bestandteil der Arbeit, die Auswertung der Ergebnisse schon)

Sie sollten bereits über Kenntnisse der **Fahrzeugelektrifizierung** oder **Batterietechnik** und/oder **Umweltbilanzierung** verfügen. Außerdem sind mindestens **Vorkenntnisse in der Programmierung**, idealerweise in Python erforderlich.

Wir bieten Ihnen eine intensive Betreuung und eine enge Zusammenarbeit, wenn dies gewollt ist. Des Weiteren besteht für die Dauer der Abschlussarbeit die Möglichkeit, einen modernen PC-Arbeitsplatz zu nutzen.

Bei Interesse schicken Sie bitte ihre vollständigen Unterlagen und ein kurzes Motivationsschreiben an alexander.grahle@tu-berlin.de.