

Scheitelrollenprüfstand für Elektrofahrzeuge - Aufgabenstellung

Aufgabe 1)

Die im Anhang der Aufgabenstellung vorgegebenen Werte für das Fahrzeug sollen in das Interface übertragen werden. Anschließend wird der Fahrzyklus Student1 ausgewählt. Bei diesem Zyklus handelt es sich um eine Fahrt mit relativ niedriger Durchschnittsgeschwindigkeit. Es ist lediglich ein kurzer Abschnitt mit höheren Geschwindigkeiten vorgesehen. Der Zyklus ist grob an den NEFZ angelehnt, d.h. es werden zu Beginn drei identische Teilzyklen zur Darstellung von Stadtfahrten durchfahren. Im Gegensatz zum NEFZ wird das Höhenprofil während des Versuchs variiert. Der erste Durchgang stellt eine Fahrt in der Ebene dar, beim zweiten Durchgang liegt eine Steigung vor und beim letzten Durchgang ein Gefälle. Der abschließende Teilzyklus mit höheren Geschwindigkeiten findet erneut in der Ebene statt.

Die Brems- und Beschleunigungsvorgänge sollen in dieser Aufgabe nicht zu stark ausfallen. Die Länge des gesamten Fahrzyklus beträgt 10 Minuten.

Fragen an die Studenten vor dem Versuch:

- Kann eine Simulation der Realität auf dem Prüfstand erfolgen? Was wird hierfür benötigt? Ist die Verwendung von Prüfständen in der Forschung sinnvoll?
- In welchem Abschnitt des Fahrzyklus erwarten Sie den höchsten spezifischen Energieverbrauch? Welche Energiemenge würde bei diesem Versuch auf einer 100 km langen Strecke benötigt werden? In welchem Abschnitt erwarten Sie das größte Rekuperationspotenzial?
- Wie groß ist der Einfluss der Steigung auf den Verbrauch?
- Ist es möglich, ein Fahrzeug nur durch eine Bergabfahrt komplett aufzuladen? Ist es möglich, den Berg anschließend wieder hinaufzufahren?

Analyse nach dem Versuch:

- Sind die Erwartungen erfüllt worden?
- Welche Effekte sind unerwartet?
- Was kann eine Begründung für diese Abweichung sein?
- Unter welchen Umständen könnten noch größere Werte für die Rekuperation erreicht werden?

Berechnungen:

- Berechnen Sie die maximal und minimal wirkenden Widerstandskräfte.
- Berechnen Sie den Ladezustand der Batterie nach der ersten Beschleunigung von 0 auf 30 km/h. Gehen Sie davon aus, dass die Batterie vollständig geladen ist.
- Berechnen Sie die maximal mögliche Reichweite des Fahrzeugs, wenn Sie mit einer konstanten Geschwindigkeit von 30 km/h in der Ebene fahren. Es finden keine Brems- oder Beschleunigungsvorgänge statt. Der Versuch startet mit einer komplett aufgeladenen Batterie.

Aufgabe 2)

Es steigen zwei Personen in das Fahrzeug aus Aufgabe 1) zu, wodurch sich das Gewicht um 150 kg erhöht. Die restlichen Fahrzeugparameter bleiben gleich. Die neuen Fahrzeugparameter werden in das Eingabefenster eingegeben. Der Fahrzyklus Student1 wird nicht verändert.

Fragen an die Studenten vor dem Versuch:

- Wie und warum werden sich der Verbrauch und die rekuperierte Energie verändern?
- Um wieviel Prozent steigen die Widerstandskräfte gegenüber der ersten Aufgabe an?

Analyse nach dem Versuch:

- Wurden die Erwartungen erfüllt? Falls nicht, was wurde anders eingeschätzt?
- Warum ändert sich die rekuperierte Energie in diesem Umfang?

Berechnungen:

- Berechnen Sie die maximal und minimal wirkenden Widerstandskräfte.
- Berechnen Sie den Ladezustand der Batterie nach der ersten Beschleunigung von 0 auf 30 km/h. Gehen Sie davon aus, dass die Batterie vollständig geladen ist.
- Berechnen Sie die maximal mögliche Reichweite des Fahrzeugs, wenn Sie mit einer konstanten Geschwindigkeit von 30 km/h in der Ebene fahren. Es finden keine Brems- oder Beschleunigungsvorgänge statt. Der Versuch startet mit einer komplett aufgeladenen Batterie. Um wieviel Prozent verändert sich die Reichweite gegenüber Aufgabe 1?

Aufgabe 3)

Bei dieser Aufgabe haben die zwei Personen das Fahrzeug verlassen. Allerdings wird eine Skibox auf dem Fahrzeug montiert. Hierdurch vergrößert sich der c_w -Wert um 0,05 und die Fahrzeugstirnfläche um $0,15 \text{ m}^2$. Die Masse der Skibox soll vernachlässigt werden. Alle anderen Fahrzeugparameter entsprechen somit denen aus Aufgabe 1. Die Fahrzeugdaten werden erneut über das Eingabefenster eingegeben. Der Fahrzyklus bleibt gleich und entspricht dem aus den ersten beiden Versuchen.

Fragen an die Studenten vor dem Versuch:

- Ist mit einer Änderung bei der Menge der rekuperierten Energie zu rechnen? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.
- In welchem Umfang ändert sich der Luftwiderstand?

Analyse nach dem Versuch:

- Wurden die Erwartungen erfüllt? Falls nicht, was wurde anders eingeschätzt?
- Sind die Ergebnisse in der Realität erreichbar? Welche Einflüsse wurden bei dem Versuch nicht berücksichtigt, die den Verbrauch beeinflussen?

Berechnungen:

- Berechnen Sie die maximal und minimal wirkenden Widerstandskräfte.
- Berechnen Sie den Ladezustand der Batterie nach der ersten Beschleunigung von 0 auf 30 km/h. Gehen Sie davon aus, dass die Batterie vollständig geladen ist.
- Berechnen Sie die maximal mögliche Reichweite des Fahrzeugs, wenn Sie mit einer konstanten Geschwindigkeit von 30km/h in der Ebene fahren. Es finden keine Brems- oder Beschleunigungsvorgänge statt. Der Versuch startet mit einer komplett aufgeladenen Batterie. Um wieviel Prozent verändert sich die Reichweite gegenüber Aufgabe 1 bzw. Aufgabe 2?

Aufgabe 4)

Die letzte Aufgabe verwendet die gesamten Fahrzeugparameter aus Aufgabe 1. Diese Daten werden erneut in das Eingabefenster eingegeben. Bei dieser Aufgabe wird allerdings ein anderer Fahrzyklus gewählt. Bei dem zu absolvierenden Fahrzyklus handelt es sich um den Zyklus Student2. Dieser stellt den bisherigen Fahrzyklus zeitlich stark gekürzt dar. Die erzielten Höchstgeschwindigkeiten der Teilzyklen bleiben gleich, was dazu führt, dass die Brems- und Beschleunigungsvorgänge stärker ausgeführt werden müssen.

Fragen an die Studenten vor dem Versuch:

- Ist mit einer Änderung bei der Menge der rekuperierten Energie zu rechnen? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.
- Ist bei einem zeitlich kurzen Bremsvorgang mit hoher Bremsleistung oder einem langen Bremsvorgang mit geringer Bremsleistung mehr rekuperierte Energie zu erwarten?

Analyse nach dem Versuch:

- Ist durch das stärkere Bremsen ein erheblich anderer Wert der rekuperierten Energie zu beobachten? Woran kann dieses Resultat liegen?
- Warum wird nicht die komplette verfügbare Energie rekuperiert, sondern stattdessen durch die Bremsen in Wärme umgewandelt?

Berechnungen:

- Berechnen Sie die maximal und minimal wirkenden Widerstandskräfte.
- Berechnen Sie den Ladezustand der Batterie nach der ersten Beschleunigung von 0 auf 30 km/h. Gehen Sie davon aus, dass die Batterie vollständig geladen ist.
- Berechnen Sie die maximal mögliche Reichweite des Fahrzeugs, wenn Sie mit einer konstanten Geschwindigkeit von 30 km/h in der Ebene fahren. Es finden keine Brems- oder Beschleunigungsvorgänge statt. Der Versuch startet mit einer komplett aufgeladenen Batterie. Um wieviel Prozent verändert sich die Reichweite in Bezug auf die bisherigen drei Aufgaben?

Fahrzeugparameter:

Parameter	Symbol	Wert	Maßeinheit
Masse	m	1100	kg
c_w -Wert	c_w -Wert	0,35	-
Fahrzeugstirnfläche	A	2,5	m^2
Massenträgheitsmoment Antrieb	Θ_{Ant}	0,38	kgm^2
Reifenradius	r	0,1778	m
Energie der geladenen Batterie	E_{Bat}	23	kWh
Wirkungsgrad Antriebsstrang	η_{Ant}	0,87	-
Wirkungsgrad Batterie	η_{Bat}	0,9	-

Umweltgrößen:

Parameter	Symbol	Wert	Maßeinheit
Rollreibungskoeffizient	μ_R	0,015	-
Dichte der Luft	ρ_{Luft}	1,202	kg/m^3