

Aufgabenstellung: P4-Parallelhybrid

Es soll ein Plug-in P4-Parallelhybrid mit elektrischer Hinterachse für die simulationsbasierte Auslegung modelliert werden. Es soll ein geeignetes Energiemanagement implementiert werden, welches die Betriebspunkte der Verbrennungskraftmaschine, der E-Maschinen (Permanentterregte Synchronmaschine) und der HV-Batterie so einstellt, dass ein möglichst geringer Verbrauch resultiert.

Annahmen:

- Kosten der elektrischen Energie aus dem Versorgungsnetz: $0.12 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$
- Kraftstoffkosten: $1.45 \frac{\text{€}}{\text{l}}$
- Ladewirkungsgrad der Ladesäule: 95 %
- Fahrzeugparameter: $m = 1000 \text{ [kg]}$, $c_r = 0.01$, $A_{\text{sec}} = 2 \text{ [m}^2\text{]}$, $c_w = 0.2$
- Verbrennungsmotor: Hubvolumen $V = 1-2 \text{ [l]}$
- HV-Batterie: spezifische Leistungsdichte 75 W/kg , Energiedichte 50 Wh/kg
- E-Maschine inkl. Leistungselektronik: Leistungsdichte 0.75 kW/kg
- Leistungsaufnahme aller elektrischer Nebenverbraucher 1.5 kW
- Rad-Straßen Wirkungsgrad $\eta_{wh} = 95\%$

Die folgenden Teilaufgaben sind:

- 1) Aufbau eines P4-Parallelhybriden mit elektrischer Hinterachse als MATLAB oder Simulink-Modell.
- 2) Es **müssen** der WLTP und der MVEG-Zyklus für die Untersuchung der Auslegung benutzt werden.
- 3) Getriebe: es soll mit einfachen Mitteln ein 7-Gang Automatikgetriebe modelliert werden. Für beide Testzyklen muss eine geeignete Schaltstrategie entwickelt werden.
- 4) E-Maschine: die E-Maschine muss geeignet dimensioniert werden.
- 5) Batteriemodell: die Batteriekapazität **sollte** so dimensioniert werden, so dass der MVEG 3x hintereinander rein elektrisch durchfahren werden kann.
- 6) Die Komponenten **müssen** so ausgelegt werden, dass eine Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h dauerhaft erreicht werden kann.
- 7) Energiemanagement: Anfangs-Ladezustand 90% der maximalen Speicherkapazität der HV-Batterie. Der WLTP soll solange durchfahren werden, bis die HV-Batterie auf 50% der maximalen Speicherkapazität entladen ist. Danach soll der WLTP im charge-sustaining Mode nochmal durchfahren werden. D.h., der End-Ladezustand darf vom Anfangs-Ladezustand (50%) nur geringfügig abweicht ($\pm 1\%$). Zeitabhängige Betriebsmodus-Steuerungen sind **nicht zugelassen**. Die Aufgabe des Energiemanagement ist es per Lastpunktanhebung/absenkung die HV-Batterie zu laden/entladen und den Betriebsmodus zwischen elektrischen und hybridischen Fahren zu wählen.
- 8) Wie ist ihre Fahrzeugauslegung? Zeigen Sie die Betriebspunkte der Komponenten VKM, EM und HV-Batterie. In welchen Betriebsbereichen wäre eine Optimierung der Komponenten sinnvoll. Begründung liefern!

9) Zeigen Sie die Wirkungsgradkette für Rekuperation, Lastpunktverschiebung und E-Fahren schematisch auf. Welche Vorgaben machen Sie bei der Auslegung des Energiemanagements. Begründen Sie ihre Design-Entscheidung.

10) Wie hoch sind die Kraftstoff- und elektrischen Energiekosten in $\frac{\text{€}}{100\text{km}}$ für die Teilaufgabe 6?

Sind einige Teilaufgaben nicht erfüllbar, dürfen die Vorgaben geändert werden. **Wichtig: es muss eine technische Begründung geliefert werden!**

Die Wirkungsgrade der Komponenten sind der MATLAB-Datei „Hybrid_Komponenten.m“ zu entnehmen.

Die Ergebnisse sollen in einen 20-minütigen Vortrag dem Auditorium präsentiert werden. Im Anschluss erfolgt eine 10-minütige Diskussion. Vortragsmittel: Powerpoint.

Die Powerpoint-Folien in elektronischer Form und der Source-Code (z.B. MATLAB Daten, Simulink) ist als Leistungsnachweis den Lehrbeauftragten zu übergeben!