

Lehrplan

ANTRIEBSTECHNIK

Fachschule für Technik
Fachrichtung Kraftfahrzeugtechnik

Ministerium für Bildung und Kultur
Trierer Straße 33
66111 Saarbrücken

Saarbrücken, Juli 2020

Hinweis:
Der Lehrplan ist online verfügbar unter
www.bildungsserver.saarland.de

Einleitende Hinweise

Dem vorliegenden Lehrplan im Fach Antriebstechnik in der Fachschule für Technik, Fachrichtung Kraftfahrzeugtechnik liegt die Verordnung – Schul- und Prüfungsordnung – über die Ausbildung und Prüfung an Fachschulen für Technik (APO-T) vom 11. Juni 2003 i.d.F. vom 8. Juli 2020 zu Grunde.

Als Schulform folgt die Fachschule für Technik der KMK-Rahmenvereinbarung über Fachschulen, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 7. November 2002 i.d.F. vom 22. März 2019.

Durch die Neugestaltung des Bildungsgangs in der Fachschule für Technik, Fachrichtung Kraftfahrzeugtechnik, Schwerpunkt Alternative Antriebe wird der Entwicklung alternativer Antriebskonzepte als zentraler Baustein eines nachhaltigen Mobilitätskonzeptes bei stetig steigender Verkehrsleistung Rechnung getragen. Die Stundentafel in dem Bildungsgang wurde entsprechend angepasst und die Lehrpläne einzelner Fächer wurden überarbeitet bzw. neu gestaltet.

Durch den Unterricht im Fach Antriebstechnik erhalten die Schülerinnen und Schüler einen vertieften technischen Einblick in die Konzepte zum Antrieb von Kraftfahrzeugen, die sich hinsichtlich der Energieart und konstruktiver Lösungen von konventionellen Antriebstechniken unterscheiden. Im Kontext von Umwelt- und Ressourcenschonung werden Kenntnisse über Funktionsweise und Auslegung von Hybridantrieben, rein elektrischen Antrieben sowie über die konstruktiven Erfordernisse für die Verwendung von alternativen Kraftstoffen in herkömmlichen Verbrennungskraftmaschinen vermittelt.

Im Sinne des Erwerbs einer erweiterten beruflichen Handlungskompetenz nimmt die Förderung der Fachkompetenz in der Fachschule für Kraftfahrzeugtechnik einen besonderen Stellenwert ein. Die zu vermittelnden Lerninhalte bauen auf einer einschlägigen berufsschulischen Ausbildung auf. Die rasche technische Entwicklung in Verbindung mit dem schnellen Wandel normativer Vorgaben erfordern von den Schülerinnen und Schülern ein hohes Maß an Flexibilität und die Fähigkeit, eigenverantwortlich zu lernen.

Auf nachfolgende formale Vorgaben wird verwiesen:

- Der Lehrplan ist in fünf Lerngebiete unterteilt. Eine generalisierende Beschreibung der Kernkompetenz am Ende des Lernprozesses ist jedem Lerngebiet vorangestellt. Diese wird durch weitere Kompetenzbeschreibungen präzisiert, denen Lerninhalte an separater Stelle zugeordnet sind. Die im Lehrplan formulierten Kompetenzen bieten Freiräume, die eine zeitnahe Einbindung neuer Technologien in den Unterrichtsprozess ermöglichen.
- Die Zeitrichtwerte sind als vorgeschlagene zeitliche Empfehlung zu verstehen. Sie sind stets als Jahresstunden ausgewiesen, um Vergleiche mit den Fachschulen für Technik anderer Bundesländer zu ermöglichen.
- Stundenanteile für Wiederholungen und Leistungsüberprüfungen sind in den ausgewiesenen Gesamtstunden berücksichtigt.

Übersicht über die Lerngebiete

Grundstufe		
Lfd. Nr.	Lerngebiet	Zeitrictwert (UStd.*)
1	Klassifizierung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen	20
2	Elektrische Antriebstechnik	70
3	Elektrische Energiespeicher und -erzeugung	30
Gesamtstunden		120

Fachstufe		
Lfd. Nr.	Lerngebiet	Zeitrictwert (UStd.*)
4	Verbrennungskraftmaschinen	100
5	Alternative Energieträger	20
Gesamtstunden		120

* Zeitrictwert i. S. eines Vorschlags

Lerngebiet 1: Klassifizierung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen

Zeitrichtwert: 20 Unterrichtsstunden

Die Schülerinnen und Schüler klassifizieren Hybridfahrzeuge sowohl im Hinblick auf deren Systemstruktur, den Anteil der elektrischen Leistung als auch deren Energieversorgung.

In Bezug auf die charakteristischen Merkmale eines Hybridantriebes analysieren die Schülerinnen und Schüler aktuell verfügbare Serienmodelle sowie in der Entwicklung befindliche Prototypen hinsichtlich ihrer technischen Unterschiede und bewerten diese hinsichtlich der erzielbaren Reichweiten, deren Marktakzeptanz und den gesetzlichen Rahmenbedingungen.

Sie erläutern den grundlegenden Aufbau elektrischer Antriebe in der Fahrzeugtechnik, beschreiben deren Vor- und Nachteile und begründen die notwendige Infrastruktur in Abhängigkeit vom Verbreitungsgrad.

Lerninhalte

- Merkmale: Serieller/Paralleler/Misch-Hybrid, Mikro-/Mild-/Voll-Hybrid, Range Extender, Plug-in-Hybrid, Leistungsverzweigung, Start-Stopp-Funktion, Rekuperation, Boost
- Gesetzliche Rahmenbedingungen: aktuell gültige Normen, Vorschriften, Richtlinien (z. B. 2014/94/EU, UN-R100.01)
- Elektrische Fahrzeugantriebe: Eigenschaften, Antriebsstrukturen, Ladesäulenverordnung, Qualifizierungsstufen für Arbeiten an HV-Fahrzeugen

Lerngebiet 2: Elektrische Antriebstechnik

Zeitrictwert: 70 Unterrichtsstunden

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Grundlagen der elektrischen Energiewandlung, der Energieübertragung im Sinne eines elektrischen Antriebes. Sie erläutern den Aufbau und die Funktion der Komponenten elektrifizierter Antriebsstränge.

Die Schülerinnen und Schüler erklären die physikalischen Grundlagen zur Wandlung zwischen elektrischer Energie und Drehmoment in Fahrzeugantrieben.

Sie differenzieren die verschiedenen Arten von rotierenden elektrischen Maschinen bezüglich Funktion, Aufbau und ihren Arbeitskennlinien.

Sie stellen den Aufbau und die Funktionsweise von Leistungselektroniken als zentrale Regeleinheit von Wechselstrommaschinen mit Hilfe von Blockschaltbildern, Diagrammen und Gleichungen dar. Sie erkennen die Grenzen von den verschiedenen Antriebsmaschinen im Hinblick auf Regelqualität, Aufwand und Energieeffizienz

Sie wenden ihr Wissen bei der Bewertung von Gesamtantriebssträngen in Bezug auf deren Gesamtwirkungsgrad an. Dabei berücksichtigen Sie jeweils auch die wirtschaftliche und anwendungsbezogenen Rahmenbedingungen wie beispielsweise die Fahrzeugklasse, Design, Packaging, Gewicht und typische Nutzungsszenarien.

Lerninhalte

- Grundlagen: Elektromagnetismus, Lorentzkraft, Reluktanz, Hochspannungsbordnetz, Drehstrom, Drehfeld
- Rotierende elektrische Maschinen: Servoprinzip, Vierquadrantenbetrieb, Gleichstrommaschinen (Permanenterregung, Reihen-, Neben-,Doppelschlussmotoren), Wechselstrommaschinen (Synchron- /Asynchronmaschine, Dreh-/ Impulsstrommaschine, Reluktanzmotor)
- Regelung elektrischer Antriebe: Wechselrichtung, Drehmomentregelung bei Synchron- und Asynchronmaschinen, Leistungselektronik als Stellglied, Strom und Spannungsbegrenzung bei Wechselrichtern, Overboost, Thermomanagement, Drehzahl-Drehmomentdiagramm, Raumzeigermodell
- Energieeffizienz: Wirkungsgradkette des Antriebsstrangs, Antriebsstrangtopologien (Zentralmotor mit/ohne Getriebe und Differenzial, Achsantriebe mit Differential, Radantriebe mit Getriebe, Radnabenmotoren)

Lerngebiet 3: Elektrische Energiespeicherung und -erzeugung

Zeitrictwert: 30 Unterrichtsstunden

Die Schülerinnen und Schüler bewerten die Speicherung und Erzeugung elektrischer Energie an Bord von Kraftfahrzeugen im Hinblick auf Effizienz bzw. Nachhaltigkeit und analysieren konstruktive Voraussetzungen für deren Verwendung in alternativen Antriebskonzepten.

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise mobiler elektrischer Energiespeicher und erläutern deren Vor- und Nachteile im Hinblick auf elektrotechnische, ökonomische und ökologische Aspekte.

Sie erläutern das Funktionsprinzip von Hochleistungskondensatoren und bewerten deren Einsatz als Energiepuffer in Elektro- und Hybridfahrzeugen zur Erhöhung der Lebensdauer von Fahrzeugbatterien.

Sie analysieren marktübliche Ladeverfahren für batteriebetriebene Fahrzeuge und beschreiben die notwendige Ladeinfrastruktur.

Sie erläutern den grundlegenden Aufbau einer Brennstoffzelle, unterscheiden marktgängige Brennstoffzellentypen und bewerten deren Einsatz als Energiewandler im Kraftfahrzeug.

Lerninhalte

- Mobile elektrische Energiespeicher: Anforderungen und Kennwerte (Leistungsdichte, Kapazität), Elektrodentypen und Elektrolytarten in Batteriezellen, Bauformen von Batteriezellen und Aufbau einer Fahrzeugbatterie, Überwachung, Regelung und Schutz von Fahrzeugbatterien (BMS), Zyklenfestigkeit
- Hochleistungskondensatoren: Bauformen, Konstruktionsmerkmale, elektrische Eigenschaften, Energie- und Leistungsdichte
- Ladeverfahren: Normen und Richtlinien, Ladebetriebsarten, AC-Laden, DC-Laden, kombiniertes Ladesystem, induktives Laden, Schnittstellen Fahrzeug und Ladeeinrichtung
- Brennstoffzellen: Reaktionskomponenten, Reaktionsprodukt, Aufbau einer Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle, Komponenten eines brennstoffzellenbasierten Fahrzeugantriebs

Lerngebiet 4: Verbrennungskraftmaschinen

Zeitrichtwert: 100 Unterrichtsstunden

Die Schülerinnen und Schüler führen Berechnungen zur Auslegung von Hubkolbenmotoren durch, analysieren aktuelle Otto- und Dieselmanagementsysteme und bewerten diese im Hinblick auf ihre Umweltverträglichkeit.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren die mechanischen Grundlagen von Hubkolbenmotoren und führen Berechnungen durch.

Sie nehmen Hubkolbenmotoren als offene thermodynamische Systeme mit innerer Wärmezufuhr wahr und berechnen zugehörige Größen.

Sie berechnen die wesentlichen Kenndaten des Hubkolbenmotors und beurteilen ihren Einfluss auf den Wirkungsgrad.

Sie erläutern Verfahren zur Leistungssteigerung und Optimierung von Hubkolbenmotoren und analysieren deren Potentiale.

Sie vergleichen Aufbau und Funktionsweise verschiedener Motorkühlsysteme und beurteilen ihren Einfluss auf den Gesamtwirkungsgrad.

Sie analysieren marktübliche Gemischbildungssysteme für Ottomotoren und erklären Aufbau und Funktion der systemrelevanten Sensoren und Aktoren.

Sie erläutern die Gemischbildung bei Dieselmotoren und bewerten den Einfluss von Einspritzdruck, Verbrennungsdruck und Verbrennungstemperatur auf die Schadstoffbildung.

Sie erklären die Eigenschaften der Schadstoffe im Abgas, analysieren deren Einfluss auf Umwelt und Menschen und geben die verschiedenen gesetzlichen Grenzwerte an. Sie beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise gängiger Abgasnachbehandlungssysteme und begründen deren Notwendigkeit für eine umweltgerechte Mobilität. Sie reflektieren die Chancen und Grenzen der Weiterentwicklung dieser Technologie.

Sie analysieren Schaltpläne und verwenden sie zur Fehlerdiagnose. Sie entwickeln Teilschaltpläne zur Systemoptimierung und Konzipierung von Ersatzsystemen.

Lerninhalte

- Mechanische Grundlagen des Hubkolbenmotors: Drehkraftdiagramm, Ungleichförmigkeitsgrad, Massenausgleich an Mehrzylindermotoren, Torsionsschwingungen, Kräfte am Kurbeltrieb, Kolbenweg, Kolbengeschwindigkeit und Kolbenbeschleunigung
- Thermodynamische Grundlagen: Gleichraum-, Gleichdruck und Seiliger-Vergleichsprozess, Innen-, Nutz- und Hubraumleistung, mittlerer effektiver Kolbendruck

- Motorkenndaten: Kennlinien, Verdichtungsänderung, Steuerzeiten, Luftverhältnis, Liefergrad
- Leistungssteigerung und Optimierung: variable Motorsteuerungen, Verfahren der Selbst- und Fremdaufladung
- Motorkühlung: Wärmeleitung, Wärmestrahlung, Wärmeströmung, Innen- und Außenkühlung, Kältemittelkühlung, Verlustwärme
- Gemischbildung Ottomotor: Saugrohr- und Direkteinspritzungssysteme, Sensor- und Aktorausrüstung, Betriebsmodi, Kennfelder, vollelektronische Zündung, Klopfregelung, Zündspulen und -kerzen, Zündsysteme für magere Gemische
- Gemischbildung Dieselmotor: DI-Speichereinspritzung, Hoch- und Niederdruckkreis, Sensor- und Aktorausrüstung, Druckregelung, Gemischbildung und Verbrennungsablauf, Stickoxid- und Rußpartikelbildung, Starthilfseinrichtungen
- Abgasnachbehandlung: Schadstoffe, Dreiwegekatalysator, Dieselpartikelfilter, SCR-Katalysator, Lambdasonden, Stickoxidsensor, Differenzdrucksensor, AGR-Ventil, EOBD
- Fehlerdiagnose: Elektrische Schaltpläne, Blockschaltbilder und Systemdarstellungen

Lerngebiet 5: Alternative Energieträger

Zeitrictwert: 20 Unterrichtsstunden

Die Schülerinnen und Schüler identifizieren regenerative Energieträger, erläutern die technologischen Herstellungs- bzw. Umwandlungsverfahren für den Einsatz in Kraftfahrzeugen und bewerten deren Verfügbarkeit und CO₂-Bilanz.

Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden zwischen kohlenwasserstoff-, alkohol-, öl- und dimethyläther-basierten alternativen Kraftstoffen.

Sie klassifizieren die Kraftstoffe hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften.

Sie beschreiben die notwendigen konstruktiven Anpassungen für die Speicherung und die Gemischbildung an Bord von Kraftfahrzeugen und bewerten deren direkten Einfluss auf die Kenngrößen eines Hubkolbenmotors.

Sie bewerten die Nutzung dieser Kraftstoffe im Hinblick auf deren Verfügbarkeit bzw. Ressourcen und Umweltverträglichkeit.

Lerninhalte:

- Alternative Kraftstoffe: Herstellungs-/Umwandlungsverfahren von Erdgas, Autogas, Methanol, Ethanol, Rapsölmethylester, Dimethyläther, Wasserstoff
- Eigenschaften: Dichte, molekulare Struktur, Viskosität, Heizwert, stöchiometrischer Luftbedarf, Klopfestigkeit, Zündwilligkeit
- Konstruktive Anpassungen: Bauweisen von Gemischbildungssystemen, Kraftstoffspeicherungstechniken, spezifische Brennverfahren, Einflüsse auf Motor-kennwerte, bivalenter Betrieb
- Eignung als Kraftstoff: CO₂-und Ökobilanz, Tank to Whell und Well to Wheel Betrachtungen