

Naturwissenschaften und Technik - Klassenstufe 9/10 GY

Planungsvariante für das Lehrplanmodul 2.3.1 – Verbrennungsmotoren und Kraftstoffe

Ausgangssituation

Lehrplanvorgabe:

„Der Lehrplan enthält insgesamt sechsundzwanzig Module, die inhaltlich vier Themenbereichen zugeordnet sind. Die Inhalte der einzelnen Module sind so gewählt, dass eine möglichst große Bandbreite naturwissenschaftlicher Themen in den Klassenstufen 9/10 zur Auswahl steht. Jedes Modul ist im Umfang auf etwa drei Monate orientiert. Für den zweijährigen Einsatz sind insgesamt sechs bis acht Module auszuwählen. Die Auswahl der Module erfolgt aus mindestens zwei der vier Themenbereiche. Ein schulinternes Modul kann innerhalb der zwei Jahre integriert werden, sofern es sich thematisch und in Struktur und Diktion an den Modulen des Lehrplans orientiert. Es ersetzt damit eines der zu wählenden Module.“

Lehrplan NWuT, Stand 18.09.2018, S. 7

Zeitbudget:

etwa 28 Unterrichtswochen pro Schuljahr mit jeweils 3 Std. (bei Gleichverteilung), für Doppeljahrgangsstufe 168 Std.
pro Modul bei 3-4 Modulen pro Jahr 21-28 Stunden

Planungsvariante

<p>In der Vorbereitung für dieses Modul sollten Motormodelle aus dem Physikunterricht zum Veranschaulichen der Teile und Abläufe gesichtet werden In den meisten Physik-Lehrbüchern der SEK 1 ist das Thema Otto-Motor enthalten, Themenband „Stoffe“ Duden Schulbuch, Naturwissenschaft und Technik 3, Gymnasium Baden-Württemberg, Cornelsen, ISBN 978-3-06-010272-3, Umwelt Technik 2, Klett Verlag, ISBN 978-3-12-757730-3 http://www.volkswagen.de/de/Volkswagen/InnovationTechnik/technik-lexikon.html</p>		
Std.	Thema	Hinweise zur inhaltlichen sowie didaktisch- methodische Umsetzung
	2.1 Themenbereich: Mobilität	
	2.3.1 Verbrennungsmotoren und Kraftstoffe	
1	1. Aufbau und Wirkungsweise von Motoren	Motivation für das Modul Überblick über die Merkmale unserer Mobilität verschaffen, dabei auf Straßenverkehr, Eisenbahn, Flug- und Schiffsverkehr eingehen, Bedeutung von Verbrennungsmotoren als grundlegendes Antriebsaggregat dieser Fortbewegungsmittel herausarbeiten, Arten von Motoren nennen
2	1.1 Viertakt-Otto-Motor	Aufbau Viertakt-Otto-Motor Aufbau des Motors mit den wichtigen Bestandteilen Zylinder, Zündkerze, Kolben, Kolbenbolzen, Pleuel, Kurbelwelle, Kurbelgehäuse, Ventile, Nockenwelle, Steuerkette herausarbeiten und am Modell demonstrieren, Übersicht über Bauteile und deren Funktion sowie verwendete Materialien erstellen ----- Funktionsweise Viertakt-Otto-Motor Bedeutung der Abläufe in den 4 Takten erläutern, Übersicht mit den Inhalten Ventilstellung, Kolbenbewegung, Arbeitsmittel, Zündfunke erstellen, physikalische Größen Druck, Volumen und Temperatur benennen, Größe angeben und qualitativ im p-V-Diagramm darstellen, Energieumwandlungen nennen Vergaser und Zündanlage erläutern, Fremdzündung, Bedeutung des Motoröls in der Ölwanne, Ölmesstab



Naturwissenschaften und Technik - Klassenstufe 9/10 GY
Planungsvariante für das Lehrplanmodul 2.3.1 – Verbrennungsmotoren und Kraftstoffe

2	1.2 Viertakt-Diesel-Motor	<p>Aufbau Viertakt-Diesel-Motor Aufbau des Motors mit den wichtigen Bestandteilen Zylinder, Kolben, Kolbenbolzen, Pleuel, Kurbelwelle, Kurbelgehäuse, Ventile, Nockenwelle, Steuerkette, Glühkerze herausarbeiten und am Modell demonstrieren, Übersicht über Bauteile und deren Funktion erstellen</p> <hr/> <p>Funktionsweise Viertakt-Diesel-Motor Bedeutung der Abläufe in den 4 Takten erläutern, Übersicht mit den Inhalten Ventilstellung, Kolbenbewegung, Arbeitsmittel erstellen, physikalische Größen Druck, Volumen und Temperatur benennen, Größe angeben und qualitativ im p-V-Diagramm darstellen, Energieumwandlungen nennen, Einspritzpumpe mit Eigenschaften erläutern, Selbstzündung, Bedeutung des Motoröls in der Ölwanne, Ölmesstab</p>
2	1.3 Vergleiche und aktuelle Entwicklungen	<p>Vergleich von Otto- und Dieselmotoren Aufbau: ähnlich in den meisten Bauteilen, Unterschied Zündkerze, Art der Zündung Wirkungsweise und Anwendung: Ottomotor höherer Kraftstoffverbrauch, geringeres Drehmoment, benötigt höhere Drehzahlen, kann sehr klein gebaut werden (Gartengeräte, Modellsport) Dieselmotor: hohes Drehmoment auch bei geringen Drehzahlen, sehr hohe Leistungen möglich (LKW, Bus, Bahn, Schiffsdiesel) Zusammenhang zwischen Leistung, Hubraum und Verdichtungsverhältnis herstellen</p> <hr/> <p>Besonderheiten und aktuelle Entwicklungen -Turbolader: durch heißen Abgasstrom angetriebene Turbine verdichtet Frischluft, dadurch mehr Sauerstoff zum Verbrennen bereitgestellt, Leistungssteigerung, Energieeinsparung, Emissionsverminderung -Common Rail: Art der Dieseleinspritzung, getrennte Druckerzeugung und Kraftstoffeinspritzung, konstanter Druck steht an Einspritzdüsen aller Zylinder zur Verfügung, Einlass über Magnetventile gesteuert -Abgasrückführung: kontrollierte Einleitung von Abgasen zurück in Verbrennungsraum, Senkung der Verbrennungstemperatur, dadurch weniger Stickoxide -Benzindirekteinspritzung: Benzin direkt in Brennraum eingespritzt, Leistungssteigerung</p>
1	2. Kraftstoffe 2.1 Übersicht	<p>Überblick über Kraftstoffe, Synonyme, Abkürzungen -Benzin als Kohlenwasserstoffgemisch, Isomere, Benzinsorten nach Oktanzahl, -Begriffe Klopfestigkeit und Selbstentzündung</p>



Naturwissenschaften und Technik - Klassenstufe 9/10 GY
Planungsvariante für das Lehrplanmodul 2.3.1 – Verbrennungsmotoren und Kraftstoffe

2	2.2 Benzin	<p>Trimethylpentane (Iso-Oktan) als Hauptbestandteil im Benzin 2,2,3 Trimethylpentan C₈H₁₈ – Grundlage für die Definition der Oktanzahl als experimentelles Ergebnis: ROZ – Researched (Erforschte)-Oktanzahl, Reines 2,2,3 Trimethylpentan C₈H₁₈ hat die Oktanzahl 100, Heptan hat die Oktanzahl 0, ROZ 91 bedeutet: Der Kraftstoff hat dieselbe Klopfestigkeit wie ein Gemisch aus 91% 2,2,3 Trimethylpentan und 9% Heptan erhöhte Oktanzahl bei Super E10 durch hohe Selbstentzündungstemperatur des Ethanols Reaktionsgleichungen für die Verbrennung von Benzin und Ethanol $2 \text{ C}_8\text{H}_{18} + 25 \text{ O}_2 \rightarrow 16 \text{ CO}_2 + 18 \text{ H}_2\text{O}$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$ Löslichkeit von Benzin, Benzin als Lösungsmittel, Gefahrenhinweise</p> <hr/> <p>Experimente mit Benzin: LDE: Papprohr-Versuch Ausschütteln von Super E10 mit Wasser Schülerexperimente: Verbrennen von Benzin, Nachweis von Kohlenstoffdioxid und Wasser als Reaktionsprodukt, Nachweis ungesättigter Kohlenwasserstoffe im Benzin</p>
2	2.3 Diesel	<p>Benzin und Diesel als fossile Kraftstoffe, Herkunft Erdöl, Raffination Vergleich von Benzin und Diesel, Bestandteile, Entzündungstemperatur, Siedebereiche Benzin und Diesel als Gefahrstoffe, Begründen der Gefahren, H- und P-Sätze Reaktionsgleichungen für die Verbrennung von Diesel $2 \text{ C}_{10}\text{H}_{22} + 31 \text{ O}_2 \rightarrow 20 \text{ CO}_2 + 22 \text{ H}_2\text{O}$ $2 \text{ C}_{12}\text{H}_{26} + 37 \text{ O}_2 \rightarrow 24 \text{ CO}_2 + 26 \text{ H}_2\text{O}$</p> <hr/> <p>Vergleich von Diesel und Biodiesel Bestandteile, Herkunft, Eigenschaften Bildung von Biodiesel aus Fetten Verbrennung von Biodiesel Reaktionsgleichung für die Verbrennung von Biodiesel $2 \text{ C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOCH}_3 + 49 \text{ O}_2 \rightarrow 34 \text{ CO}_2 + 34 \text{ H}_2\text{O}$ $2 \text{ C}_{17}\text{H}_{34}\text{O}_2 + 49 \text{ O}_2 \rightarrow 34 \text{ CO}_2 + 34 \text{ H}_2\text{O}$</p>
2	2.4 Gase als Kraftstoff	<p>Gase als Kraftstoff, LDE Verbrennung von „Propangas“ (Camping-Gas, Flüssiggas, Kartusche) oder Methan (Erdgas), Nachweis von Kohlenstoffdioxid und Wasser als Reaktionsprodukt, Methan: $\text{CH}_4 + 2 \text{ O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$ Propan: $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{ O}_2 \rightarrow 3 \text{ CO}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$</p>



Naturwissenschaften und Technik - Klassenstufe 9/10 GY
Planungsvariante für das Lehrplanmodul 2.3.1 – Verbrennungsmotoren und Kraftstoffe

	2.5 Vergleich der Kraftstoffe	<p>(Butan: $2 \text{C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O}$ Bestandteil im „Propangas“)</p> <hr/> <p>Vergleich von Kraftstoffen hinsichtlich Masse, Energie und Kohlenstoffdioxid-Emission Interpretieren der Tabelle (Zusatzmaterial), Berechnung einer Spalte durch die Schüler Benzin (Oktan), Autogas (Propan), Erdgas (Methan), Bioethanol, Biodiesel Bezug zur Kohlenstoffdioxidkonzentration, verkürzter CO_2 – Kreislauf durch regenerative Energieträger Bezug zu nachwachsenden Rohstoffen</p>
2	3. Schadstoffe und Abgasreinigung 3.1 Bildung von Schadstoffen	<p>Bildung von Schadstoffen bei der Verbrennung</p> <p>Benzin:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Reste Kohlenwasserstoffe im Abgas durch unvollständige Verbrennung -Bildung von Kohlenstoffmonoxid durch ungleichmäßige Mischung von Kraftstoff und Luft im Motor, partieller Sauerstoffmangel, z.B.: $2 \text{C}_8\text{H}_{18} + 23 \text{O}_2 \rightarrow 12 \text{CO}_2 + 4 \text{CO} + 18 \text{H}_2\text{O}$ <ul style="list-style-type: none"> -Bildung von Stickstoffmonoxid durch hohe Temperatur und Zündfunke/Zündkerze: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}$ <hr/> <p>Diesel:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Reste Kohlenwasserstoffe im Abgas durch unvollständige Verbrennung -Bildung von Ruß durch ungleichmäßige Mischung von Kraftstoff und Luft im Motor, partieller Sauerstoffmangel <p>z. B.: $2 \text{C}_{12}\text{H}_{26} + 33 \text{O}_2 \rightarrow 20 \text{CO}_2 + 4 \text{C} + 26 \text{H}_2\text{O}$</p> <ul style="list-style-type: none"> -Bildung von Stickstoffmonoxid durch hohe Temperatur: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}$ <p>-Bildung von Schwefeldioxid durch Verbrennung schwefelhaltiger Verbindungen im Diesel:</p> $[\text{S}] + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$ <p>Demonstrationsexperimente: Bildung von Ruß, Bildung von SO_2 und schwefliger Säure</p>
3	3.2 Abgasreinigung 3.2.1 Oxidationskatalysator	<p>Oxidationskatalysator</p> <p>Einsatz bei Dieselmotoren, da diese wegen Luftüberschuss nicht mit Dreiwege- Katalysator arbeiten können, viele kleine Brennkammern in zylindrischem Gefäß, Kohlenwasserstoff und Kohlenstoffmonoxid werden in Kohlenstoffdioxid und Wasser umgewandelt</p> <p>Aufbau: chemische Katalysatorstoffe (Platin, Palladium), keramisches oder metallisches Trägermaterial, Gehäuse, zur Effizienzsteigerung sind bis zu zwei Haupt- und vier Vorkatalysatoren möglich</p>



