

Einheit A: Die vier Takte des Ottomotors

Einheit B: Modell des Ottomotors und seine historische Entwicklung

Einheit C: Transfer Ottomotor – Zweitakter und Dieselmotor

Die Unterrichtseinheit zum Thema Ottomotor bietet die Möglichkeit in Anlehnung an den Perspektivrahmen der GDSU 2013 an den folgenden Kompetenzen zu arbeiten:

Schülerinnen und Schüler können

- die Notwendigkeit der Evidenzprüfung durch Anwendung technischer Verfahren erkennen
- aus technischen Phänomenen sinnvolle Fragen ableiten
- einfache Versuche zur Überprüfung bzw. zur Widerlegung von Vermutungen durchführen
- komplexere Versuche nach Anleitung zunehmend selbständig durchführen und auswerten
- Widersprüche und Unstimmigkeiten beim Untersuchen von historischen Sachverhalten erkennen, verständlich sprachlich darstellen und bei der Interpretation der Untersuchungsergebnisse berücksichtigen

Zum Bereich „Technik und Arbeit erkunden und analysieren“

Schülerinnen und Schüler können

- einfache mechanische Gegenstände (z. B. Luftpumpe) untersuchen und ihre Funktionsweise erkennen (z. B. das Pumpprinzip bei der Luftpumpe)
- technische Funktionen und Herstellungsprozesse vor Ort bzw. anhand von Filmen oder Abbildungen erkunden und analysieren (z. B. Funktionsweisen von Motoren)
- technische Entwicklungen und Arbeitsabläufe analysieren und vergleichen (z. B. die Entwicklung des Ottomotors ausgehend von der gasangetriebenen Dampfmaschine nachvollziehen)

Zum Bereich „Technik kommunizieren“

Schülerinnen und Schüler können

- Ideen für technische Lösungen, Konstruktionsergebnisse und Funktionszusammenhänge unter Nutzung von Sprache, Zeichnungen oder Demonstrationen verständlich vermitteln, diskutieren und dokumentieren (z. B. durch Skizzen, Sachzeichnungen, Beschreibungen, Abbildungen, Fotos)
- zu technischen Gegenständen, Entwicklungen und Erfindungen Informationen recherchieren und die Ergebnisse mitteilen

Zum Bereich „Historische Methoden aneignen und anwenden“

Schülerinnen und Schüler können

- Untersuchungen sachorientiert durch Betrachten, Beobachten, Vergleichen, Benennen, Beschreiben durchführen
- Beobachtungen miteinander vergleichen und dabei zunehmend sachbezogene Merkmale benutzen
- Materialien und Gegenstände nach ausgewählten Eigenschaften klassifizieren und ordnen
- Aus Quellen und Darstellungen Informationen entnehmen, die für die Beantwortung einer spezifischen historischen Frage wichtig sind

Zum Bereich „Orientierung in der historischen Zeit“

Schülerinnen und Schüler können

- Eine Zeitleiste erstellen und historische Ereignisse auf dieser Zeitleiste einordnen
- lineare Zeitvorstellungen (historische Zeit) verstehen und angemessen anwenden

Einheit A: Die vier Takte des Ottomotors

Allgemeine Hinweise: Die Vorgehensweise ist als Leitfaden zur Gestaltung eines sprachsensiblen Sachunterrichts zu verstehen. Die inhaltlichen Erkenntnisse und Zielvorstellungen sind nicht als Merksätze zu sehen, sondern als Orientierung. Denn ein genaues Abschreibung und Einprägen von Merksätzen führt selten zum Verstehen von technischen und historischen Aspekten. In diesen Einheiten geht es sowohl um das Auseinandersetzen mit einem technischen Phänomen und dessen historischer Entwicklung als auch um den Aufbau sprachlicher Kompetenzen. Weitere Schwerpunkte bilden Kompetenzen wie das Formulieren und Überprüfen von Hypothesen, logisches und elaboriertes Denken, Reflexionsfähigkeit sowie Kommunikations- und Teamfähigkeit.

Die genauen Versuchsbeschreibungen finden sich jeweils auf den Stationskarten für die Schüler, sowie mögliche Lösungen.

1. Schritt: 1. Takt: Ansaugen

Versuchsbeschreibung:

Eine Spritze liegt auf dem Tisch.

Frage an die Schüler¹ (Antworten in ganzen Sätzen):

Beschreibe, was Du fühlen und hören kannst, wenn du den Finger an die Spritze legst und den Kolben der Spritze bewegst!

Die Schüler sollen nun ihre Beobachtungen versprachlichen - Arbeitsauftrag an die Schüler:

Beschreibe genau, was du bei dem Experiment beobachten konntest!

Mögliche Beschreibung: "Wenn ich meine Fingerkuppe an die Öffnung der Spritze halte und den Kolben bewege, wird je nach Bewegungsrichtung des Kolbens meine Fingerkuppe angesaugt oder angepustet."

Frage an die Schüler:

Kannst du erklären, was passiert ist?

Inhaltliche Zielvorstellung/Erkenntnis: "Die Bewegung des Kolbens verursacht eine Änderung des Luftdrucks in der Kammer. Dies wird spürbar durch die angesaugte bzw. entweichende Luft in der Spritze."

2. Schritt: 2. Takt: Verdichten

Versuchsbeschreibung:

Ein großer Fahrradschlauch und eine kleine Fahrradpumpe liegen auf dem Tisch.

Frage an die Schüler (Antworten in ganzen Sätzen):

Pumpe den Fahrradschlauch auf und fasse dabei an das Ventil, am besten mit Daumen und Zeigefinger. Was passiert?

¹ Aufgrund der Übersichtlichkeit und Einfachheit wird in der gesamten Unterrichtseinheit der Begriff Schüler verwendet, dabei sind die Schülerinnen auch eingeschlossen.

Die Schüler sollen nun ihre Beobachtungen versprachlichen - Arbeitsauftrag an die Schüler:

Beschreibe genau, was du bei dem Experiment beobachten konntest!

Mögliche Beschreibung: "Wenn ich mit der kleinen Fahrradpumpe den Fahrradschlauch aufpumpe, dauert es erst einmal relativ lang. Zudem fällt mir auf, dass das Ventil mit der Zeit warm bzw. sogar recht heiß wird."

Frage an die Schüler:

Kannst du erklären, was passiert ist?

Inhaltliche Zielvorstellung/Erkenntnis: "Durch die Bewegung des Kolbens in der Pumpe wird die Luft in den Fahrradschlauch gepresst. Da der Schlauch verschlossen ist und die Luft nicht entweichen kann, wird sie komprimiert. Durch die erhöhte Kompression entsteht zwischen den Luftmolekülen eine erhöhte Reibung, was zu einer Erwärmung der Teile führt. Die Erkenntnis besteht darin, dass allein durch den Verdichtungsvorgang bereits die Luft erwärmt wird. Dies geschieht auch mit dem Gas-Luft-Gemisch in der Brennkammer eines Motors und ist zudem die Funktionsweise des später genannten Dieselmotors."

3. Schritt: 3. Takt: Arbeiten

Versuchsbeschreibung:

Auf dem Tisch liegen zwei Spritzen gleicher Größe, welche mit den beiden Spitzen aneinander befestigt sind. Der Kolben der einen Spritze ist ein Stück weit aufgezogen, der andere nicht.

Frage an die Schüler (Antworten in ganzen Sätzen):

Stelle dir vor, die eine Spritze ist der Zylinder eines Motors. Betätige vorsichtig den Kolben der aufgezogenen Spritze, um durch den Luftdruck den Druck der Verbrennung des Arbeitstaktes nachzustellen. Was passiert?

Die Schüler sollen nun ihre Beobachtungen versprachlichen - Arbeitsauftrag an die Schüler:

Beschreibe genau, was du bei dem Experiment beobachten konntest!

Mögliche Beschreibung: "Wenn ich den Kolben der aufgezogenen Spritze in die Spritze drücke, wird die gegenüber befestigte Spritze um den gleichen Betrag an Luft, dies kann an der Skala auf der Spritze abgelesen und überprüft werden, herausgedrückt."

Frage an die Schüler:

Kannst du erklären, was passiert ist?

Inhaltliche Zielvorstellung/Erkenntnis: „Die aufgezogene Spritze stellt die Explosion des Gas-Luft-Gemisches dar. Durch die Zündung, egal ob Selbst- oder Fremdzündung, wird eine Druckwelle erzeugt, welche den Kolben nach unten bewegt, hier den anderen Kolben aus der Spritze schiebt. Interessant ist noch, dass der Anteil der Luft, welcher bewegt wird, durch die Kinder messbar gemacht wird. Die Skalen auf beiden Spritzen lassen eine Überprüfung der bewegten Luftmenge zu. Hier gibt es eine Überschneidung mit dem Fachgebiet der Pneumatik.“

4. Schritt: 4. Takt: Ausstoßen

Versuchsbeschreibung:

Auf dem Tisch liegt eine kleine Fahrradpumpe.

Frage an die Schüler (Antworten in ganzen Sätzen):

Lege einen Finger auf die Luftpumpe, während du sie betätigst. Stell dir vor, die Luftpumpe ist dein Zylinder mit dem Kolben darin. Was passiert mit der Luft in der Luftpumpe, wenn die Luft die Luft in dem Zylinder des Motors wäre?

Die Schüler sollen nun ihre Beobachtungen versprachlichen - Arbeitsauftrag an die Schüler:

Beschreibe genau, was du bei dem Experiment beobachten konntest!

Mögliche Beschreibung: "Wenn ich meine Fingerkuppe an die Öffnung der Fahrradpumpe halte und den Kolben bewege, wird meine Fingerkuppe angepustet."

Frage an die Schüler:

Kannst du erklären, was passiert ist?

Inhaltliche Zielvorstellung/Erkenntnis: "Die Bewegung des Kolbens verursacht eine Änderung des Drucks in der Brennkammer des Zylinders. Durch die Aufwärtsbewegung des Kolbens wird das verbrannte Gas-Luft-Gemisch ausgestoßen, wie die Luft aus dem Zylinder der Fahrradpumpe."

Einheit B: Modell des Ottomotors und seine historische Entwicklung

Allgemeine Hinweise: Die Vorgehensweise ist als Leitfaden zur Gestaltung eines sprachsensiblen Sachunterrichts zu verstehen. Die inhaltlichen Erkenntnisse und Zielvorstellungen sind nicht als Merksätze zu sehen, sondern als Orientierung. Denn ein genaues Abschreibung und Einprägen von Merksätzen führt selten zum Verstehen von naturwissenschaftlichen Phänomenen. In diesen Einheiten geht es sowohl um das Auseinandersetzen mit einem naturwissenschaftlichen Phänomen als auch um den Aufbau sprachlicher Kompetenzen. Weitere Schwerpunkte bilden Kompetenzen wie das Formulieren und Überprüfen von Hypothesen, logisches und elaboriertes Denken, Reflexionsfähigkeit sowie Kommunikations- und Teamfähigkeit.

Die genauen Versuchsbeschreibungen finden sich jeweils auf den Stationskarten für die Schüler, sowie mögliche Lösungen.

Modell des Ottomotors:

Beobachte das Modell und versuche, die einzelnen Takte sowie das Zusammenspiel der Zylinder nachzuvollziehen.

Wiederholung zu den einzelnen Takten des Ottomotors.

Versuchsbeschreibung:

Das Modell steht auf einem Tisch und kann, wenn die Batterien eingelegt sind, über einen Kopf am Batteriefach gestartet werden. Es läuft für etwa 30 Sekunden und zeigt den Ablauf des Arbeitsspiels der Zylinder.

Frage an die Schüler²

Erkläre genau, was du beobachtet hast?

Mögliche Beschreibung: „Es zündet immer nur 1 Zylinder. Die anderen werden passiv mit bewegt. Daraus ergeben sich die vier Takte. Da es vier Zylinder sind und jeder Zylinder sich in einem anderen Takt befindet, bewegt sich der Motor konstant, was an der Bewegung des Kühllüfters gesehen werden kann.“

Möglicher Frageimpuls: *Wie viele Zylinder gibt es und wie bewegen sich diese?*

Lehrerimpuls

Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Ventilen oben und der Stellung eines Kolbens in einem Zylinder?

Frage: *Suche dir einen Zylinder aus und beobachte genau, was du siehst. Was macht der Kolben, die Ventile usw.?*

Schreibe deine Ideen auf und erkläre sie so, dass dein Partner es auch versteht!

² Aufgrund der Übersichtlichkeit und Einfachheit wird in der gesamten Unterrichtseinheit der Begriff Schüler verwendet, dabei sind die Schülerinnen auch eingeschlossen.

Teile des Ottomotors:

Wiederholung/Erarbeitung der Grund- und Fachbegriffe.

Frage an die Schüler

Welche Teile des Ottomotors kennt ihr schon?

Lehrerimpuls

Möglicher Frageimpuls: Wisst ihr, wie dieses Teil des Ottomotors heißt?

Historische Aspekte: Wie kam es zum Ottomotor?

Übung zum Arbeiten mit einer Textquelle.

Frage an die Schüler

Wer kann genau erklären, welchen Beruf Nicolaus August Otto hatte?

Weitere Fragen die Schüler

Welche Erfindung inspirierte Nicolaus August Otto zu seiner Erfindung?

Schreibe deine Ideen auf und erkläre sie so, dass dein Partner es versteht!

Mögliche Beschreibung: „Nicolaus August Otto war ein Handlungskommis und arbeitete in einem Kolonialwarenladen. Die atmosphärische Gaskraftmaschine brachte N. A. Otto auf die Idee.“

Fragen im Plenum

Ist die Erklärung verständlich?

Fehlt etwas in der Erklärung oder Ist die Erklärung vollständig?

Ist die Formulierung der Erklärung sprachlich korrekt?

Ist die Erklärung nachvollziehbar?

Ist die Erklärung fachlich richtig?

Einheit C: Transfer Ottomotor – Zweitakter und Dieselmotor

Allgemeine Hinweise: Die Vorgehensweise ist als Leitfaden zur Gestaltung eines sprachsensiblen Sachunterrichts zu verstehen. Die inhaltlichen Erkenntnisse und Zielvorstellungen sind nicht als Merksätze zu sehen, sondern als Orientierung. Denn ein genaues Abschreibung und Einprägen von Merksätzen führt selten zum Verstehen von naturwissenschaftlichen Phänomenen. In diesen Einheiten geht es sowohl um das Auseinandersetzen mit einem naturwissenschaftlichen Phänomen als auch um den Aufbau sprachlicher Kompetenzen. Weitere Schwerpunkte bilden Kompetenzen wie das Formulieren und Überprüfen von Hypothesen, logisches und elaboriertes Denken, Reflexionsfähigkeit sowie Kommunikations- und Teamfähigkeit.

Die genauen Versuchsbeschreibungen finden sich jeweils auf den Stationskarten für die Schüler, sowie mögliche Lösungen.

Transfer Ottomotor – Zweitakter:

Überlege, wie das Prinzip des Ottomotors mit 2 Takten statt der 4 umgesetzt werden könnte.

Notiere dir Stichpunkte oder fertige Skizzen an!

Mögliche Beschreibung: „Um das Ziel, die Anzahl der Takte zu verringern, zu erreichen, müssen verschiedene Takte zusammengelegt werden. So wird im 1. Takt das verbrannte Gas vom vorherigen Takt ausgestoßen, zugleich „überströmt“ das Benzin—Öl—Luftgemisch in die Brennkammer und das neue Gemisch wird vorverdichtet.

Lehrerimpuls

Wäre es möglich, verschiedene Takte zusammenzufassen?

Dieselmotor: Überlege dir die Unterschiede zum Ottomotor (Selbstzündler, Fremdzünder)!

Transfer des gelernten Wissens auf den Dieselmotor

Frage an die Schüler³

Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten besitzt der Dieselmotor?

Überlege: Wo ist der Unterschied zum Ottomotor?

Schreibe deine Ideen in ganzen Sätzen auf!

Mögliche Beschreibung: „Der Dieselmotor ist ein sog. Selbstzündler. Der wichtigste Unterschied besteht darin, dass es hier keine Zündkerze gibt, sondern es sich hier in der Zeichnung um einen Einspritzinjektor handelt. Die Verfahrensweise ist allerdings mit dem Ottomotor weitgehend identisch.“

³ Aufgrund der Übersichtlichkeit und Einfachheit wird in der gesamten Unterrichtseinheit der Begriff Schüler verwendet, dabei sind die Schülerinnen auch eingeschlossen.

Alternative für schwächere Schüler:

Hier kann das angepasste Arbeitsblatt verwendet werden, welches die vier Takte des Dieselmotors enthält. Die Schüler können sich so besser auf die baulichen Änderungen konzentrieren, sodass sie nicht selbst noch den Transfer zwischen dem Taktspiel des Ottomotors und dem Dieselmotor herstellen müssen.

Material: Arbeitsblatt.

Frage an die Schüler

Wo erkennt ihr bauliche Unterschiede?