# Otto- & Diesel-Viertaktmotor



Sek. I + Berufsschule





# Otto- & Diesel-Viertaktmotor

(Physik / Technik, Sek. I + Berufsschule)

Diese Software bietet einen virtuellen Überblick über den vierzylindrigen Otto-& Diesel-Viertaktmotor. Alle Inhalte sind speziell auf die Lehrplaninhalte der Sekundarstufe I in allgemeinbildenden Schulen und dem einschlägigen Unterricht an Berufskollegs abgestimmt.

Anhand von **bewegbaren 3D-Modellen** in den 3 Arbeitsbereichen (Wesentliche Motorbauteile, Die vier Takte, Motorsteuerung) können einzelne Teilbereiche zum Thema "Otto- & Diesel-Viertaktmotor" von Lehrern demonstriert und von Schülern aktiv nachvollzogen werden.

Die 3D-Software ist ideal geeignet sowohl für den Einsatz am PC als auch am interaktiven Whiteboard ("digitale Wandtafel"). Mit der Maus am PC oder mit dem Stift (bzw. Finger) am Whiteboard kann man die 3D-Modelle schieben, drehen, kippen und zoomen, - (fast) jeder gewünschte Blickwinkel ist möglich. In einigen Arbeitsbereichen können Elemente ein- bzw. ausgeblendet werden.

8 auf die 3D-Software abgestimmte, computeranimierte **Filme** verdeutlichen und vertiefen einzelne Aspekte der Arbeitsbereiche. Die Inhalte der 3D-Modelle und der Filme sind stets altersstufen- und lehrplangerecht aufbereitet.



Die Software soll Ihnen größtmögliche Freiheit in der Erarbeitung des Themas "Otto- & Diesel-Viertaktmotor" geben und viele individuelle Unterrichtsstile unterstützen. Es stehen zur Verfügung:

- 8 3D-Modelle
- 8 Filme (real und 3D-Computeranimation)
- 23 PDF-Arbeitsblätter (speicher- und ausdruckbar)
- 28 PDF-Farbgrafiken (ausdruckbar)
- 9 interaktive Testaufgaben im GIDA-Testcenter (auf www.gida.de)

#### **Einsatz im Unterricht**

#### Arbeiten mit dem "Interaktiven Whiteboard"

An einem interaktiven Whiteboard können Sie Ihren Unterricht mithilfe unserer 3D-Software besonders aktiv und attraktiv gestalten. Durch Beschriften, Skizzieren, Drucken oder Abspeichern der transparenten Flipcharts Ihres Whiteboards über den 3D-Modellen ergeben sich neue Möglichkeiten, die Anwendung für unterschiedlichste Bearbeitung und Ergebnissicherung zu nutzen.

Im klassischen Unterricht können Sie z.B. einzelne Motorbauteile und ihre Funktion anhand der 3D-Modelle erklären und auf dem transparenten Flipchart selbst beschriften. In einem induktiven Unterrichtsansatz können Sie einzelne Motorbauteile sukzessive mit Ihren Schülern erarbeiten.

Ebenso können Sie die Schüler "an der Tafel" agieren lassen: Bei Fragestellungen z.B. zu der korrekten Lage verschiedener Motorbauteile können die Schüler auf transparenten Flipcharts entsprechend der Aufgabenstellung die Lösungen notieren. Anschließend wird die richtige Lösung der Software eingeblendet und verglichen. Die 3D-Modelle bleiben während der Bearbeitung der Flipcharts voll funktionsfähig.

In allen Bereichen der Software können Sie auf transparente Flipcharts zeichnen oder schreiben (lassen). Sie erstellen so quasi "live" eigene Arbeitsblätter. Um selbst erstellte Arbeitsblätter zu speichern oder zu drucken, befolgen Sie die Hinweise im Abschnitt "Ergebnissicherung und -vervielfältigung".



Über den Button "Einstellungen" können Sie während der Bearbeitung zwischen zwei vorgefertigten Hintergründen (blau und hellgrau) wählen. Vor dem blauen Hintergrund kommen die Modelle besonders gut zur Geltung, außerdem ist der dunklere Hintergrund angenehm für das Auge während der Arbeit an Monitor oder Whiteboard. Das helle Grau ist praktisch, um selbst erstellte Arbeitsblätter (Screenshots) oder Ergebnissicherungen zu drucken.

#### Ergebnissicherung und -vervielfältigung

Über das "Kamera-Tool" Ihrer Whiteboardsoftware können Sie Ihre Arbeitsfläche (Modelle samt handschriftlicher Notizen auf dem transparenten Flipchart) "fotografieren", um so z.B. Lösungen verschiedener Schüler zu speichern. Alternativ zu mehreren Flipchartdateien ist die Benutzung mehrerer Flipchartseiten (z.B. für den Vergleich verschiedener Schülerlösungen) in einer speicherbaren Flipchartdatei möglich. Generell gilt: Ihrer Phantasie in der Unterrichtsgestaltung sind (fast) keine Grenzen gesetzt. Unsere 3D-Software in Verbindung mit den Möglichkeiten eines interaktiven Whiteboards und dessen Software (z.B. Active Inspire) soll Sie in allen Belangen unterstützen.

Um optimale Druckergebnisse Ihrer Screenshots und selbst erstellten Arbeitsblätter zu erhalten, empfehlen wir Ihnen, für den Moment der Aufnahme über den Button "Einstellungen" die hellgraue Hintergrundfarbe zu wählen.

**Die 8 Filme** zu den verschiedenen Arbeits- und Themenbereichen können Sie je nach Belieben einsetzen. Ein Film kann als kompakter Einstieg ins Thema dienen, bevor anschließend mit der Software die Thematik anhand des 3D-Modells vertiefend erarbeitet wird.

Oder Sie setzen die Filme nach der Tafelarbeit mit den Modellen ein, um das Ergebnis in einen Kontext zu stellen.

23 PDF-Arbeitsblätter liegen in elektronisch ausfüllbarer Schülerfassung vor. Sie können die PDF-Dateien ausdrucken oder direkt am interaktiven Whiteboard oder PC ausfüllen und mithilfe des Diskettensymbols speichern.

**28 PDF-Farbgrafiken**, die das Unterrichtsgespräch illustrieren, bieten wir für die "klassische" Unterrichtsgestaltung an.

Im GIDA-Testcenter auf unserer Website www.gida.de finden Sie 9 interaktive und selbstauswertende Testaufgaben, die von Schülern online bearbeitet und gespeichert werden können. Sie können auch als ZIP-Datei heruntergeladen und dann später offline im Unterricht benutzt werden. Das Test-Ergebnis "100%" wird nur erreicht, wenn ohne Fehlversuche



sofort alle Antworten korrekt sind. Um Ihre Ergebnisse im Testcenter zu sichern, klicken Sie bzw. die Schüler einfach im Webbrowser auf "Datei"  $\rightarrow$  "Speichern unter" und speichern die HTML-Datei lokal auf Ihrem PC.

# Einsatz in Selbstlernphasen

Die Software lässt sich ideal in Selbstlernphasen am PC einsetzen. Die Schüler können völlig frei in den Arbeitsbereichen navigieren und nach Belieben Aufbau und Arbeitsweise des vierzylindrigen Otto- & Diesel-Viertaktmotors erkunden.

# Systemanforderungen

- PC mit Windows 8 oder 10 (Apple Computer mit PC-Partition per "Bootcamp" und Windows 8 oder 10)
- Prozessor mit mindestens 2 GHz
- 2 GB RAM
- DVD-ROM-Laufwerk
- Grafikkarte kompatibel ab DirectX 9.0c
- Soundkarte
- Aktueller Windows Media Player zur Wiedergabe der Filme
- Aktueller Adobe Reader zur Benutzung des Begleitmaterials
- Aktueller Webbrowser, z.B. Chrome, Firefox, Edge, Safari etc.
- Internet-Verbindung für den Zugang zum Online-Testcenter

#### Starten der 3D-Software

#### **Erste Schritte**

Legen Sie ggfs. die DVD-ROM "Otto- & Diesel-Viertaktmotor" in das DVD-Laufwerk Ihres Computers ein. Die Anwendung startet automatisch von der DVD, es findet keine Installation statt! – Sollte die Anwendung nicht automatisch starten, "doppelklicken" Sie auf "Arbeitsplatz"  $\rightarrow$  "PHYS-SW018"  $\rightarrow$  "Start.exe", um das Programm manuell aufzurufen.

#### Startmenü / Hauptmenü

Nach der Auswahl "Start" startet die Anwendung und Sie gelangen in die Benutzeroberfläche.

Hinweis: Mit der Software werden sehr aufwändige, dreidimensionale Computermodelle geladen. Je nach Rechnerleistung kann dieser umfangreiche erste Ladevorgang ca. 1 Minute dauern. Danach läuft die Software sehr schnell und interaktiv.



#### Benutzeroberfläche

Die 3D-Software ist in mehrere Arbeitsbereiche gegliedert, die Ihnen den Zugang zu unterschiedlichen Teilaspekten des Themas "Otto- & Diesel-Viertaktmotor" bieten.

#### Schaltflächen



#### Hauptmenü

Diese Schaltfläche führt von jeder Ebene zurück ins Hauptmenü.



#### Filme

Filme zu allen Arbeitsbereichen der 3D-Software.



#### Aufgabe

Blendet die Aufgabenstellung eines Arbeitsbereiches ein.



#### Menüleiste ein- und ausblenden

Blendet die Menüleiste ein und aus (links bzw. rechts).



#### Screenshot

Erstellt einen "Screenshot" von der aktuellen Ansicht der 3D-Software und legt ihn auf Ihrem Benutzerprofil unter .../Bilder/GIDA\_Screenshots ab.



#### **Begleitmaterial**

Startet Ihren Webbrowser und öffnet den Zugang zu den Begleitmaterialien (Begleitheft).

Keine Internetverbindung nötig!



#### Testcenter

Startet eine Verbindung zum Online-Testcenter auf www.gida.de. Eine Internetverbindung wird benötigt!



#### Einstellungen

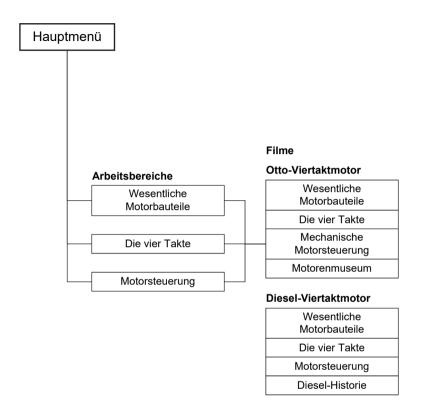
Wählen Sie zwischen zwei verschiedenen Hintergrundfarben für die beste Darstellung oder den Ausdruck. Sie können die Größe der Bedienelemente ("Buttons") mit einem Schieberegler einstellen.



#### Steuerung

Blendet eine zusätzliche Steuerung ein, mit der man die 3D-Modelle schieben, drehen, kippen, zoomen und zurücksetzen kann.

# Inhalt - Strukturdiagramm



#### Arbeitsbereiche und Filme

# Wesentliche Motorbauteile

Dieser Arbeitsbereich gliedert sich in die Teilbereiche "Otto-Viertaktmotor" und "Diesel-Viertaktmotor", die man über das Untermenü auf der linken Seite anwählen kann.

Das Modell im Teilbereich "Otto-Viertaktmotor" veranschaulicht die wesentlichen Motorbauteile eines Vierzylinder-Otto-Viertaktmotors. Über die linke Menüleiste kann man die einzelnen Motorbauteile farbig markieren und ihre Bezeichnungen dem Modell so zuordnen.



Der Teilbereich "Diesel-Viertaktmotor" veranschaulicht die wesentlichen Motorbauteile eines Vierzylinder-Diesel-Viertaktmotors. Auch hier kann man über die linke Menüleiste die einzelnen Motorbauteile farbig markieren und ihre Bezeichnungen dem Modell so zuordnen.



In beiden Teilbereichen lassen sich alle Markierungen gleichzeitig anzeigen und ausblenden. Über den "Play-/Pause"-Button (mittig am unteren Bildrand) lässt sich die Animation nach Belieben starten bzw. stoppen.

#### Film "Wesentliche Motorbauteile"

Laufzeit: 9:20 Minuten

Der Modell-Ottomotor wird zu Beginn dieses Films "explosionsartig" zerlegt und im weiteren Filmverlauf Stück für Stück wieder zusammengebaut. An dieser Stelle zeigen wir nur 4 "Schnappschüsse" der sehr umfangreichen Benennung und Funktionsbeschreibung der wesentlichen Motorbauteile. Das Zusammenwirken von Zylinder, Kolben, Kolbenringen,



Pleuel und Kurbelwelle wird ausführlich beschrieben. Es wird besonders verdeutlicht, dass die Kurbelwelle zwei wichtige Aufgaben erfüllt. Das Zusammenspiel von Steuerkette, Steuerrädern, Nockenwellen und Ventilen oberhalb des Zylinderkopfs wird ausführlich beschrieben. Die Berechnung des Hubraums wird erklärt, ebenso die Begriffe "Kompressionsraum" und "Brennraum". Abschließend geht der Film auf die dreistufige Energieumwandlung im Ottomotor ein, die mit einem Wirkungsgrad von ca.  $30-35\,\%$  abläuft.

#### Film "Wesentliche Motorbauteile"

Laufzeit: 11:25 Minuten

Der Modell-Dieselmotor wird zu Beginn dieses Films "explosionsartig" zerlegt und im weiteren Filmverlauf Stück für Stück wieder zusammengebaut. An dieser Stelle zeigen wir nur 4 "Schnappschüsse" der sehr umfangreichen Benennung und Funktionsbeschreibung der wesentlichen Motorbauteile. Das Zusammenwirken von Zylinder, Kolben, Kolbenringen,



Pleuel und Kurbelwelle wird ausführlich beschrieben. Es wird besonders verdeutlicht, dass die Kurbelwelle zwei wichtige Aufgaben erfüllt. Das Zusammenspiel von Steuerkette, Steuerrädern, Nockenwellen und Ventilen oberhalb des Zylinderkopfs wird ausführlich beschrieben. Im Unterschied zum Ottomotor benötigt der Dieselmotor keine Zündkerze. Beim Dieselmotor wird Kraftstoff über ein Common-Rail-System mit Injektoren direkt in den Brennraum eingespritzt. Die Berechnung des Hubraums wird erklärt, ebenso die Begriffe "Kompressionsraum" und "Brennraum". Abschließend geht der Film auf die dreistufige Energieumwandlung im Dieselmotor ein, die mit einem Wirkungsgrad von ca. 35 – 40 % abläuft.

#### Die vier Takte

Dieser Arbeitsbereich gliedert sich in die Teilbereiche "Otto-Viertaktmotor" und "Diesel-Viertaktmotor", die man über das Untermenü auf der linken Seite anwählen kann.

Der Teilbereich "Otto-Viertaktmotor" stellt die vier Arbeitstakte des Ottomotors in den Mittelpunkt der Betrachtung. Das Modell zeigt eine hervorgehobene, Zylinder-Kolben-Ventile-Gruppe. Der restliche Motor ist schemenhaft angedeutet.



Der Teilbereich "Diesel-Viertaktmotor" stellt die vier Arbeitstakte des Dieselmotors in den Mittelpunkt der Betrachtung. Das Modell zeigt eine hervorgehobene, Zylinder-Kolben-Ventile-Gruppe. Auch hier ist der restliche Motor nur schemenhaft angedeutet.



In beiden Teilbereichen simuliert eine Animation die 4 Arbeitstakte des jeweiligen Motors. Über den "Play/Pause"-Button am unteren Bildrand lässt sich die Animation nach Belieben starten bzw. stoppen.

In dem hervorgehobenen Zylinder sind auch die Gaswechsel sehr deutlich dargestellt. Zum besseren Verständnis befindet sich innerhalb der linken Menüleiste eine Legende, mit deren Hilfe man die verschiedenen Partikel im Gaswechsel besser zuordnen kann.

Zudem ist es auch möglich, den Motor über den "nächster Takt"-Button nur jeweils einen kompletten Takt weiterlaufen zu lassen. Dies ermöglicht ein sehr prägnantes Herausarbeiten des Vier-Takte-Prinzips. Die linke Menüleiste gibt einem dabei stets den Überblick, um welchen Arbeitstakt es sich gerade handelt.

# Film "Die vier Takte" Laufzeit: 8:00 Minuten

Der Film leitet mit einem Statement und einer kurzen Historienpassage ein: Der Otto-Viertaktmotor wurde vor rund 150 Jahren von Nicolaus August Otto entwickelt und in vielen Variationen gebaut. Dann zeigt der Film mit einer kleinen Collage unterschiedlichste Fahrzeuge der Gegenwart, die ihre Mobilität dem von Otto konstruierten Motor verdanken. Mit



Hilfe sehr eindrucksvoller 3D-Computeranimationen wird dann das Funktionsprinzip der vier Takte vorgestellt: 1. Takt: Ansaugen, 2. Takt: Verdichten, 3. Takt: Arbeiten und 4. Takt: Ausstoßen. Es werden diverse Zusatzinformationen zu diesen vier Motortakten gegeben. Ebenso werden die äußere Gemischbildung und die Fremdzündung durch die Zündkerze erläutert. Schließlich benennt der Film einige der wichtigsten Motorbauteile, die die Umwandlung von thermischer Energie in kinetische Energie leisten. Das Zusammenwirken von Zylinder, Kolben, Pleuel und Kurbelwelle wird leicht nachvollziehbar erklärt.

#### Film "Die vier Takte" Laufzeit: 8:15 Minuten

Der Film leitet ein mit einem Überblick der vielfältigen und typischen Einsatzgebiete für **Dieselmotoren** und nennt Gründe, weshalb sich der Dieselmotor in all diesen Bereichen durchgesetzt hat. Dann werden mit einer kleinen Collage unterschiedlichste Fahrzeuge aus den genannten Einsatzgebieten gezeigt. Dabei werden weitere typische Stärken



und Schwächen des Dieselmotors angesprochen. Die Energieumwandlung im Dieselmotor wird gezeigt. Mit Hilfe sehr eindrucksvoller 3D-Computeranimationen wird das Funktionsprinzip der vier Takte vorgestellt: 1. Takt: Ansaugen, 2. Takt: Verdichten, 3. Takt: Arbeiten und 4. Takt: Ausstoßen. Es werden diverse Zusatzinformationen zu diesen vier Motortakten gegeben. Die innere Gemischbildung und Selbstzündung des Dieselkraftstoffs bei Einspritzung in die komprimierte, heiße Luft im Zylinder wird erläutert. Schließlich benennt der Film einige der wichtigsten Motorbauteile, die die Umwandlung von thermischer Energie in kinetische Energie leisten. Das Zusammenwirken von Zylinder, Kolben, Pleuel und Kurbelwelle wird leicht nachvollziehbar erklärt.

#### Motorsteuerung

Dieser Arbeitsbereich gliedert sich in die Teilbereiche "Bauteile Otto-Viertaktmotor", "Test Otto-Viertaktmotor", "Bauteile Diesel-Viertaktmotor" und "Test Diesel-Viertaktmotor" die man über das Untermenü auf der linken Seite anwählen kann. Die 3D-Motormodelle werden zunächst nur in ihren schemenhaften Umrissen gezeigt.

In den beiden Teilbereichen "Bauteile Otto-Viertaktmotor" und "Bauteile Diesel-Viertaktmotor" kann man über die linke Menüleiste die einzelnen Bauteile des Motors bzw. der Motorsteuerung in ihrer korrekten Lage und Funktion im 3D-Motormodell ein-/ausblenden. Außerdem lassen sich alle Bauteile gleichzeitig anzeigen und ausblenden.



Man kann also beliebige Bauteile des Motors sichtbar oder unsichtbar machen. Mit diesem Modell sind unterschiedlichste Unterrichtsansätze denkbar, z.B. das induktive Erarbeiten von Motorbauteilen und ihre Funktion in der mechanischen und elektronischen Motorsteuerung.



Über den "Play-/Pause"-Button (mittig am unteren Bildrand) lässt sich die Animation nach Belieben starten bzw. stoppen.

In den beiden Teilbereichen "Test Otto-Viertaktmotor" und "Test Diesel-Viertaktmotor" kann man sein bereits erworbenes Wissen über die korrekte Lage und Funktion der einzelnen Bauteile des Motors bzw. der Motorsteuerung mittels eines "Spiels" testen.



In dem jeweiligen 3D-Motormodell wird ein beliebiges Motorbauteil per Zufallsprinzip rot eingefärbt. Die Schüler können nun überlegen, wie die korrekte Bezeichnung des eingefärbten Bauteils lautet und dies in der Liste (innerhalb der linken Menüleiste) auswählen. Entspricht die ausgewählte Bezeichnung dem eingefärbten Motorbauteil, erscheint ein grüner Haken hinter der Bauteil-Bezeichnung (innerhalb der linken Menüleiste) und der "Lösungs"-Button graut aus. Die Lösung kann durch Klicken auf den zugehörigen Button auch sofort angezeigt werden.

Über den "nächstes Bauteil"-Button (mittig am unteren Bildrand) wird ein weiteres Bauteil im Modell rot eingefärbt. Am Ende des "Spiels", wenn alle Motorbauteile korrekt benannt wurden, ist der Motor vollständig zusammengebaut.



Die Übung kann durch Klicken des "Zurücksetzen"-Buttons (mittig am unteren Bildrand) beliebig oft neu gestartet werden.

### Film "Mechanische Motorsteuerung"

Laufzeit: 8:40 Minuten

Der Film leitet ein mit einer knappen tabellarischen Aufstellung der wesentlichen Bestandteile der mechanischen und der elektronischen Motorsteuerung. Dann zerlegt der Film den VierTakte-Zyklus des **Ottomotors** in ganz kleine Schritte und zeigt dabei die einzelnen Elemente der mechanischen Motorsteuerung in Aktion. Steuerräder und Nockenwellen bei DOHC mit



Ventiltassen. In einem kleinen Exkurs werden auch zwei andere Arten der Ventilsteuerung gezeigt: Schwinghebel- und Kipphebel-Prinzip. Abschließend erklärt der Film sehr ausführlich die Steuerketten-Übersetzung von Kurbelwelle und Nockenwellen (2:1 Umdrehungen).

#### Film "Motorsteuerung"

Laufzeit: 10:50 Minuten

Der Film leitet ein mit einer knappen tabellarischen Aufstellung der wesentlichen Bestandteile der mechanischen und der elektronischen Motorsteuerung. Dann zerlegt der Film den VierTakte-Zyklus des **Dieselmotors** in ganz kleine Schritte und zeigt dabei die einzelnen Elemente der mechanischen Motorsteuerung in Aktion. In einem kleinen Exkurs werden auch andere Arten



der Ventilsteuerung gezeigt. Dann erklärt der Film sehr ausführlich die Steuerkettenübersetzung von Kurbelwelle und Nockenwellen (2:1 Umdrehungen). Abschließend geht der Film noch auf die dieseltvpische Kraftstoffeinspritzung ein.

# Film "Motorenmuseum"

Laufzeit: 5:40 Minuten

Dieser Film zeigt Impressionen aus dem Motorenmuseum ("Technikum") der Deutz AG in Köln

Mehrere **Gas- und Benzin-Motoren** aus verschiedenen Entwicklungsphasen werden als "Stillleben" und z.T. in echtem Betrieb gezeigt.



# Film "Diesel-Historie"

Laufzeit: 4:25 Minuten

Dieser Film zeigt zunächst collageartige Impressionen aus der Zeit der
ersten technischen Entwicklung des
Dieselmotors in der MAN AG. Rudolf
Diesel als Erfinder des nach ihm
benannten Motors wird vorgestellt.
Historische Bilder von ersten Anwendungen des Dieselmotors in PKW,
LKW und Landmaschinen ziehen einen
weiten Bogen bis in die Neuzeit. Die



Haupteinsatzgebiete des Dieselmotors werden in impressiven Bildern vermittelt. Im historischen Abriss werden auch Bilder von alter und hochmoderner Dieselmotor-Produktion gegenübergestellt. Dabei wird auch die hohe Komplexität der heute eingesetzten Anbauaggregate eines Dieselmotors deutlich: Turbolader, Common-Rail-Einspritzsystem, etc.



# GIDA Gesellschaft für Information und Darstellung mbH Feld 25 51519 Odenthal

Tel. +49-(0) 2174-7846-0 Fax +49-(0) 2174-7846-25 info@gida.de www.gida.de

