



JOHANNES GUTENBERG
UNIVERSITÄT MAINZ

Prof. Josef Leisen

Zehn Lesestrategien am Beispiel des Textes zum Otto-Motor

Vortragsfolien zum Handbuch Fortbildung:
Sprachbildung im sprachsensiblen
Fachunterricht

www.download.sprachsensiblerfachunterricht.de

Aufgabe

Lesen Sie den folgenden Sachtext zum Otto-Motor aus einem Lehrbuch Physik rasch durch und berichten Sie, wie dieser Text auf Sie wirkt.

Otto-Motor, Viertakter. Um 1870 gelang es Otto, einen Motor nach obigem Prinzip zu bauen. Das Gas, mit dem der Motor arbeitet, ist ein Gemisch von Luft und Treibstoff: Im Vergaser wird Luft mit fein verteiltem Benzin vermischt. Bei diesem Motor unterscheiden wir vier Bewegungsabschnitte, die man auch „Takte“ nennt. Daher hat ein solcher Motor den Namen „Viertakter“.

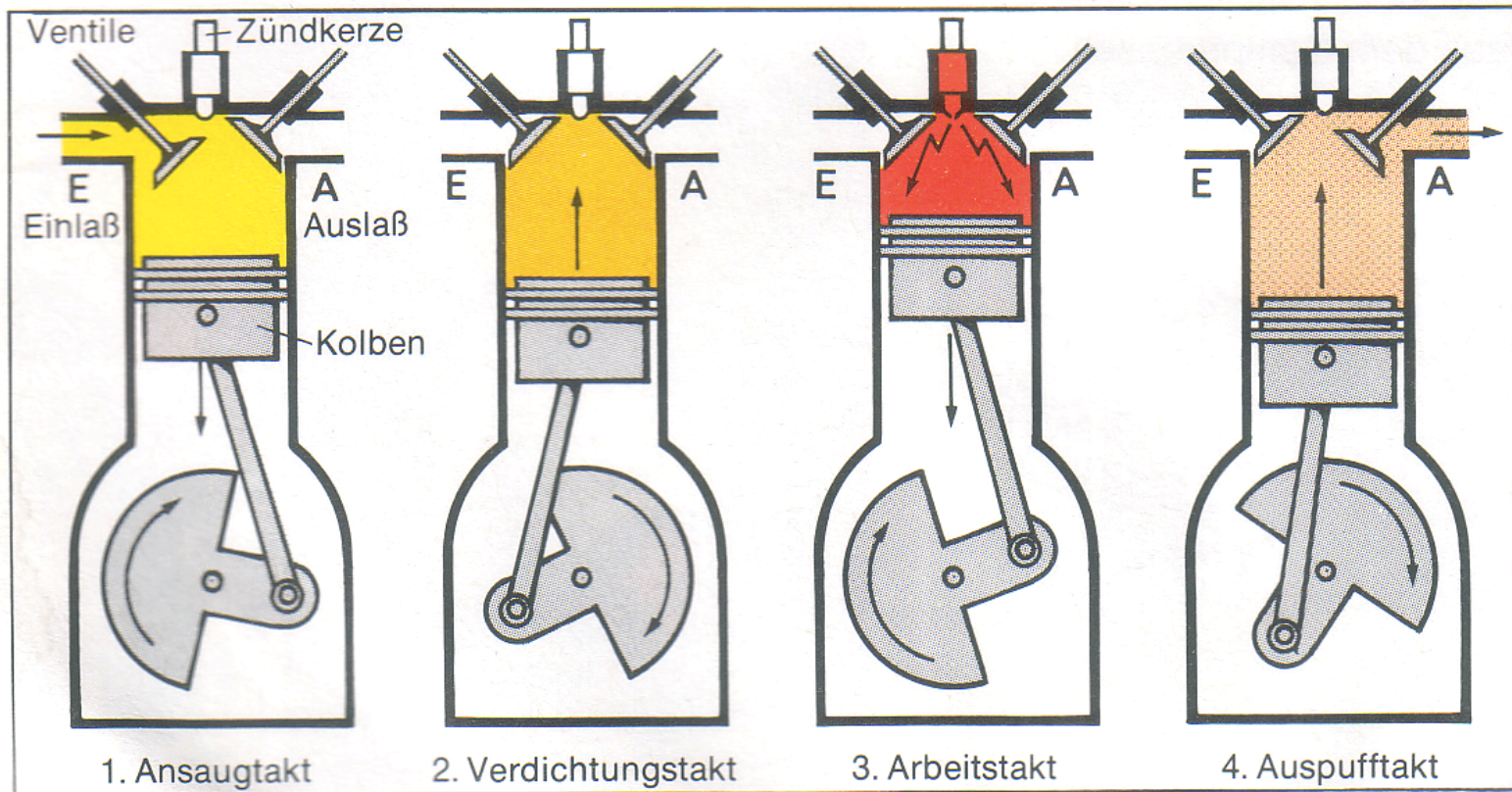
Die Bewegungsabfolge erläutern wir in der Abbildung:

1. Takt: Der Kolben bewegt sich nach unten. Das Ventil A ist geschlossen, das Ventil E wird geöffnet. Dadurch wird das Benzin-Luft-Gemisch in den Zylinderraum gesaugt.
2. Takt: Der Kolben bewegt sich nach oben. Beide Ventile sind geschlossen. Das Gemisch wird „verdichtet“. (Es ist umso wirkungsvoller, je mehr es verdichtet wird.) Die Temperatur des Gemisches steigt auf 300°C bis 400°C.
3. Takt: Bei geschlossenen Ventilen erfolgt die Zündung. Der Treibstoff verbrennt sehr rasch, und das Gas erreicht Temperaturen um 2000 °C. Bei der großen Temperaturerhöhung kommt es zu einem starken Druckanstieg. Dadurch wird der Kolben unter Abkühlung des Gases nach unten gestoßen.
4. Takt: Der Kolben bewegt sich nach oben bei geöffnetem Ventil A. Die Abgase werden herausgeschoben.

Nun kann der Ablauf erneut beginnen. Das Durchlaufen der vier Takte ist eine Periode.

Die geradlinige Bewegung des Kolbens wird von der Pleuelstange an einem Ende aufgenommen und am anderen Ende mithilfe einer Kurbel (an der Kurbelwelle) in eine Drehbewegung übergeführt. Während einer Periode dreht sich die Kurbelwelle zweimal.

Nur während des dritten Taktes, des Arbeitstaktes, wird innere Energie in mechanische Arbeit umgesetzt. In den anderen Takten verrichtet der Motor mechanische Arbeit auf Kosten der Energie seiner bewegten Teile. Trotz vieler Verbesserungen konnte die chemische Energie des Treibstoffes bei Otto-Motoren nicht zu mehr als 25 % mechanisch genutzt werden.



1 Wirkungsweise eines Viertakters

Otto-Motor, Viertakter. Um 1870 gelang es Otto, einen Motor nach obigem Prinzip zu bauen. Das Gas, mit dem der Motor arbeitet, ist ein Gemisch von Luft und Treibstoff: Im Vergaser wird Luft mit fein verteiltem Benzin vermischt. Der Motor unterteilt seine Bewegungsabschnitte, die man auch „Takte“ nennt. Daher trägt dieser Motor den Namen „Viertakter“.

Die Bewegungsabfolge erläutern wir der Abbildung:

1. Takt: Der Kolben bewegt sich nach unten. Das Ventil A ist geschlossen, das Ventil B ist geöffnet. Dadurch wird das Benzin-Luft-Gemisch in den Zylinderraum gesaugt.

2. Takt: Der Kolben bewegt sich nach oben. Beide Ventile sind geschlossen. Das Gemisch wird „verdichtet“. (Es ist umso wirkungsvoller, je mehr es verdichtet wird.) Die Temperatur des Gemisches steigt auf 300°C bis 400°C.

3. Takt: Bei geschlossenen Ventilen erfolgt die Zündung. Der Treibstoff verbrennt sehr rasch, und das Gas erreicht Temperaturen um 2000 °C. Bei der großen Temperaturerhöhung kommt es zu einem starken Druckanstieg. Dadurch wird der Kolben unter Abkühlung des Gases nach unten gestoßen.

4. Takt: Der Kolben bewegt sich nach oben bei geöffnetem Ventil A. Die Abgase werden herausgesaugt.

Nun kann der Ablauf erneut beginnen. Das Durchlaufen der vier Takte ist eine Periode.

Die geradlinige Bewegung des Kolbens wird von der Pleuelstange an einem Ende aufgenommen und am anderen Ende mithilfe einer Kurbel (an der Kurbelwelle) in eine Drehbewegung übergeführt. Während einer Periode dreht sich die Kurbelwelle zweimal.

Nur während des dritten Taktes, des Arbeitstaktes, wird innere Energie in mechanische Arbeit umgesetzt. In den anderen Takten verrichtet der Motor mechanische Arbeit auf Kosten der Energie seiner bewegten Teile. Trotz vieler Verbesserungen konnte die chemische Energie des Treibstoffes bei Otto-Motoren nicht zu mehr als 25 % mechanisch genutzt werden.

Otto-Motor, Viertakter. Um 1870 gelang es Otto, einen Motor nach obigem Prinzip zu bauen. Das Gas, mit dem der Motor arbeitet, ist ein Gemisch von Luft und Treibstoff: Im Vergaser wird Luft mit fein verteiltem Benzin vermischt. Der Motor unterteilt die Bewegungsabschnitte, die man auch „Takte“ nennt. Daher hat der Motor den Namen „Viertakter“.

Die Bewegungsabfolge erläutern wir der Abbildung:

1. Takt: Der Kolben bewegt sich nach unten. Das Ventil A ist geschlossen, das Ventil B ist geöffnet. Dadurch wird das Benzin-Luft-Gemisch in den Zylinderraum gesaugt.

2. Takt: Der Kolben bewegt sich nach oben. Beide Ventile sind geschlossen. Das Gemisch wird „verdichtet“. (Es ist umso wirkungsvoller, je mehr es verdichtet wird.) Die Temperatur des Gemisches steigt auf 300°C bis 400°C.

3. Takt: Bei geschlossenen Ventilen erfolgt die Zündung. Der Treibstoff verbrennt sehr rasch, und das Gas erreicht Temperaturen um 2000°C. Bei der großen Temperaturerhöhung kommt es zu einem starken Druckanstieg. Dadurch wird der Kolben gegen die Abflutung des Gases nach unten gestoßen.

4. Takt: Der Kolben bewegt sich nach oben bei geöffnetem Ventil A. Die Abgase werden herausgesaugt.

Nun kann der Ablauf erneut beginnen. Das Durchlaufen der vier Takte ist eine Periode.

Die geradlinige Bewegung des Kolbens wird von der Pleuelstange an einem Ende aufgenommen und am anderen Ende mithilfe einer Pleuelstange an einer Pleuelstange in eine Drehbewegung übergeführt. Während einer Periode dreht sich die Pleuelstange zweimal.

Nur während des dritten Taktes, des Arbeitstaktes, wird innere Energie in mechanische Arbeit umgesetzt. In den anderen Takten verrichtet der Motor mechanische Arbeit auf Kosten der Energie seiner bewegten Teile. Trotz vieler Verbesserungen konnte die chemische Energie des Treibstoffes bei Otto-Motoren nicht zu mehr als 25 % mechanisch genutzt werden.

Bildungssprache

Komposita

Vorname oder selten gebrauchte

Nachname?

Wörter

unpersönliche
Ausdrucksweise

fachspezifische

Abkürzungen

Mehrwortkomplexe

Synonyme

Fachbegriffe

Nominalisierung

Nominalphrase

komplexe Attribute an
Stelle von Attributsätzen

Verben mit
Vorsilben

Passiv und

Passiversatzformen

fachspezifische
Formulierungen

Fachbegriffe

Homonyme,
Metaphern

Lesestrategien für intensives Lesen

1. Fragen zum Text beantworten
2. Fragen an den Text stellen
3. Den Text strukturieren
4. Den Text mit dem Bild lesen
5. Im Text farborientiert markieren
6. Den Text in eine andere Darstellungsform übertragen
7. Den Text expandieren
8. Verschiedene Texte zum Thema vergleichen
9. Schlüsselwörter suchen und Text zusammenfassen
10. Das Fünf-Phasen-Schema anwenden

Strategie 1: Fragen zum Text beantworten

Arbeitsaufträge:

Die folgenden Fragen leiten dich durch den Text und helfen dir, ihn besser zu verstehen. Gleichzeitig kannst du feststellen, was du bereits verstanden hast.

1. Wann baute Otto den ersten Viertakter?
2.
9. Warum kühlt das Gas während des 3. Taktes ab?
7.
13. Welche Energieträger kommen in den vier Takten vor?
14.

Beispiele für Antworten:

1. Wann baute Otto den ersten Viertakter?

Otto baute seinen ersten Viertakter um 1870. (Etwa gleichzeitig wurden auch Zweitakter entwickelt.)

(ausdrücklich angegebene Information lokalisieren, Zusatzwissen nutzen)

9. Warum kühlt das Gas während des 3. Taktes ab?

Wenn sich der Kolben nach unten bewegt, wird das Volumen des Gases vergrößert. Bei der Expansion des Gases sinken der Druck und die Temperatur (Gasgesetze). Deshalb ist der Prozess weder isotherm noch isobar.

(Text detailliert verstehen, Erklärungen geben und spezielles (Fach)wissen nutzen)

13. Welche Energieträger kommen in den vier Takten vor?

Der Energieträger im 1. Takt ist ein chemischer Energieträger, nämlich das Benzin-Luft-Gemisch. Im 2. Takt und 3. Takt kommt Wärme bzw. innere Energie als Energieträger hinzu. Im 4. Takt ist der Drehimpuls bzw. die mechanische Bewegung der Energieträger.

(Hypothesen formulieren, Erklärungen geben und spezielles Wissen nutzen)

		Kompetenzbereiche		
		Informationen ermitteln	Text bezogen Interpretieren	Reflektieren und Bewerten
Kompetenzstufen	I	unabhängige aber ausdrücklich angegebene Informationen lokalisieren 1, 2, 3, 4, 5	den Hauptgedanken des Textes oder die Intention des Autors erkennen, wenn das Thema bekannt ist	eine einfache Verbindung zwischen Textinformation und Alltagswissen herstellen
	II	Einzelinformationen heraussuchen und Beziehungen beachten	Aussagen in verschiedenen Textteilen berücksichtigen und integrieren	Vergleiche und Verbindungen ziehen, Erklärungen geben und Merkmale bewerten
	III	tief eingebettete Informationen lokalisieren und geordnet wiedergeben 6, 7, 8	unbekannten Text vollständig und detailliert verstehen 9, 10	Text kritisch bewerten und Hypothesen formulieren unter Nutzung von speziellem Wissen 13, 14

Didaktisches Potential

Strategie 1: Fragen zum Text beantworten

- gelenkte Erschließung des Textes
- Diagnose des Verstehenshorizontes
- Adaption an das Leistungsvermögen der Leser
- produktive Auseinandersetzung mit dem Text
- Variation des Anspruchsniveaus
- Kontrolle im Partnertausch

Strategie 2: Fragen zum Text stellen

Arbeitsaufträge:

Der Text soll den Aufbau und die Funktion des Otto-Motors erklären. Um den Text zu verstehen, sollst du Fragen an den Text stellen. Gute Fragen helfen dir nämlich, den Text zu verstehen.

Stelle keine Fragen, auf die mit ja/nein geantwortet werden kann.

1. Formuliere mindestens fünf Fragen, auf die der Text eine Antwort gibt.
2. Stelle eine „anspruchsvolle“ Frage.

Fragen, auf die der Text eine Antwort gibt:

1. Wann baute Otto den ersten Viertakter?
2. Nach welchem Prinzip baute Otto den Motor?
3. Mit welchem Gas arbeitet der Otto-Motor?
4. Warum heißt der Otto-Motor auch Viertakter?
5. Wie heißen die vier Takte?
6. Wodurch wird das Benzin-Luft-Gemisch im 1. Takt in den Zylinderraum gesaugt?
(eine ausdrücklich angegebene Information in eine Frage umsetzen)
7. Warum ist eine hohe Verdichtung wünschenswert?
(detailliertes Textverständnis in eine weiterführende Frage umsetzen)
8. Warum kommt es im 3. Takt zu einer großen Temperaturerhöhung und einem Druckanstieg?
(einen mehrgliedrigen Gedankengang in eine Frage umsetzen)
9. Warum kühlt das Gas am Ende des 3. Taktes ab?
(eigenständig weitergedachte Überlegungen in eine Frage umsetzen)

Didaktisches Potential

Strategie 2: Fragen an den Text stellen

- Diagnose des Verstehenshorizontes
- Selbsterschließung des Textes
- Produktive Auseinandersetzung mit dem Text
- Variation des Anspruchsniveaus
- Fragenvielfalt zur Weiterarbeit (kategorisieren)
- Beantwortung der Fragen im Partnertausch

Strategie 3: Den Text strukturieren

Aufgaben:

Der Text ist wenig gegliedert.

Mache ihn leserfreundlicher, indem du ihn

1. in physikalisch sinnvolle Abschnitte einteilst und
2. zu jedem Abschnitt eine Überschrift notierst.

(Das hilft dir selbst, den Text besser zu verstehen.)

Der Otto-Motor ein Viertakter

Prinzip des Otto-Motors:

Um 1870 gelang es Otto, einen Motor nach obigem Prinzip zu bauen.

Herstellung des Arbeitsgases:

Das Gas, mit dem der Motor arbeitet, ist ein Gemisch von Luft und Treibstoff: Im Vergaser wird Luft mit fein verteiltem Benzin vermischt. Bei diesem Motor unterscheiden wir vier Bewegungsabschnitte, die man auch „Takte“ nennt. Daher hat ein solcher Motor den Namen „Viertakter“.

Beschreibung einer Periode:

Die Bewegungsabfolge erläutern wir an der Abbildung:

1. Takt: Der Kolben bewegt sich nach unten. Das Ventil A ist geschlossen, das Ventil E wird geöffnet. Dadurch wird das Benzin-Luft-Gemisch in den Zylinderraum gesaugt.
2. Takt: Der Kolben bewegt sich nach oben. Beide Ventile sind geschlossen. Das Gemisch wird „verdichtet“. (Es ist umso wirkungsvoller, je mehr es verdichtet wird.) Die Temperatur des Gemisches steigt auf 300°C bis 400°C.
3. Takt: Bei geschlossenen Ventilen erfolgt die Zündung. Der Treibstoff verbrennt sehr rasch, und das Gas erreicht Temperaturen um 2000°C. Bei der großen Temperaturerhöhung kommt es zu einem starken Druckanstieg. Dadurch wird der Kolben unter Abkühlung des Gases nach unten gestoßen.
4. Takt: Der Kolben bewegt sich nach oben bei geöffnetem Ventil A. Die Abgase werden heraus geschoben.

Problem und Lösung:

Nun kann der Ablauf erneut beginnen. Das Durchlaufen der vier Takte ist eine Periode. Die geradlinige Bewegung des Kolbens wird von der Pleuelstange an einem Ende aufgenommen und am anderen Ende mithilfe einer Pleuelstange (an der Pleuelstange) in eine Drehbewegung übergeführt. Während einer Periode dreht sich die Pleuelstange zweimal.

Nachteile und Besonderheiten:

Nur während des dritten Taktes, des Arbeitstaktes, wird innere Energie in mechanische Arbeit umgesetzt.

Didaktisches Potential

Strategie 3: Den Text strukturieren

- geeignet für schlecht gestaltete Texte
- kategorisieren und abstrahieren (Oberbegriffe)
- Anschlusskommunikation (versch. Lösungen)
- fördert Globalverstehen (Roter Faden)
- zum Weiterlernen nutzen

Strategie 4: Den Text mit dem Bild lesen

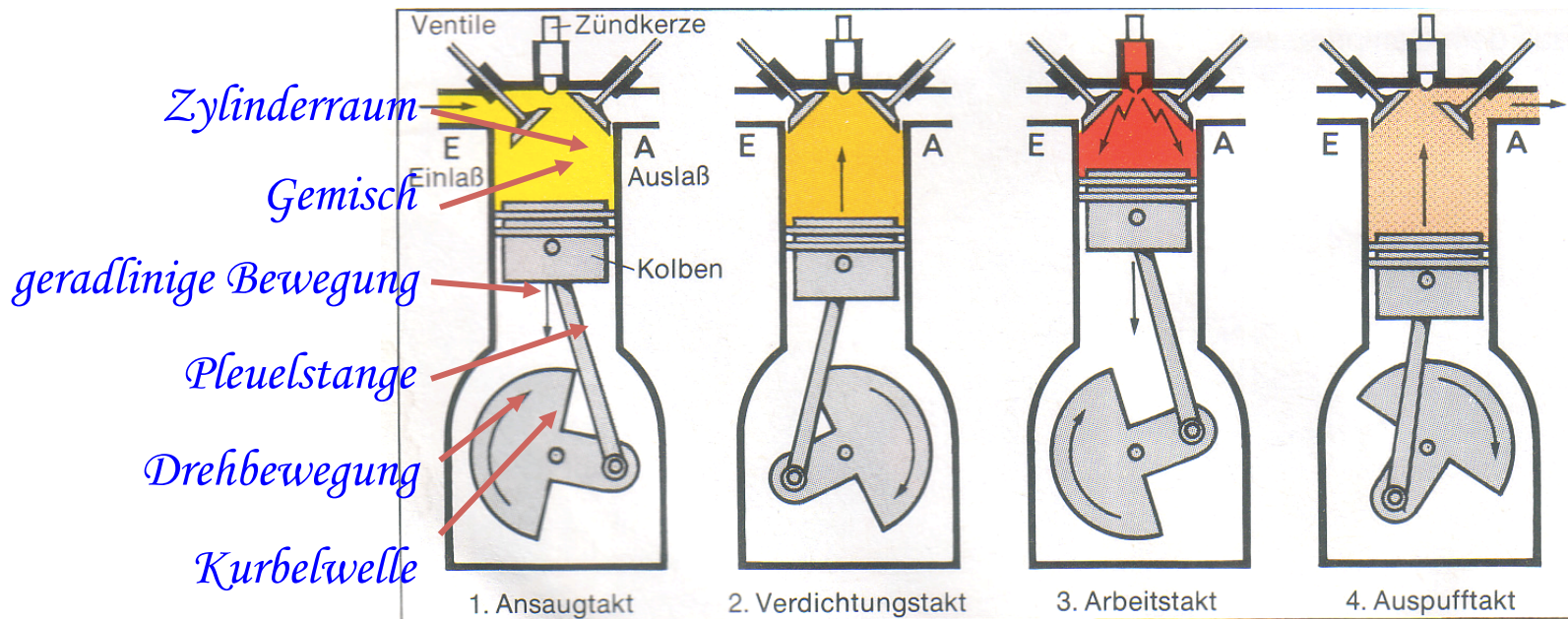
Arbeitsaufträge:

Im Text findest du Informationen, die nicht im Bild notiert sind, und umgekehrt hilft dir das Bild, den Text besser zu verstehen. Lies den Text zusammen mit dem Bild sehr genau.

1. Umrahme im Text die Begriffe, die im Bild eingetragen sind.
2. Unterstreiche im Text die Begriffe, die nicht im Bild eingetragen sind und trage sie im Bild ein.
3. Vergleiche deine Lösung mit der deines Partners.

Beispiel für eine Bearbeitung:

Die geradlinige Bewegung des **Kolbens** wird von der Pleuelstange an einem Ende aufgenommen und am an deren Ende mithilfe einer Kurbel (an der Kurbelwelle) in eine Drehbewegung übergeführt. Während einer Periode dreht sich die Kurbelwelle zweimal.



1 Wirkungsweise eines Viertakters

Didaktisches Potential

Strategie 4: Den Text mit dem Bild lesen

- zwingt zur Text-Bild-Lektüre
- verschiedene Zugänge und Kanäle
- festigt Begriffe und verbindet mit bildhaften Vorstellungen
- produktive Auseinandersetzung mit Text und Bild
- Nutzung des Informationsmehrwertes
- mehrfache zyklische Bearbeitung
- Nutzung vielfältiger Verstehensinseln
- Training der Bildlesekompetenz

Strategie 5: Farborientiert markieren

Arbeitsaufträge:

Die Aufgaben helfen Dir, den Text zu verstehen und schließlich einen eigenen Text zu schreiben.

1. Unterstreiche im Text die technischen Begriffe in **blau** und die physikalischen Begriffe in **rot**
2. Suche die Nomen in den zugehörigen Bildern und ergänze diese ggf.
3. Beschrifte den Otto-Motor mit Hilfe der Abbildungen im Text.
4. Benenne die vier Takte.
5. Lies den *Abschnitt II* und fülle die Tabelle wie im Beispiel zu den technischen Vorgängen und physikalischen Größen wie im Beispiel aus.

Otto-Motor, Viertakter. Um 1870 gelang es Otto, einen **Motor** nach obigem Prinzip zu bauen. Das **Gas**, mit dem der **Motor** arbeitet, ist ein **Gemisch** von **Luft** und **Treibstoff**: Im **Vergaser** wird **Luft** mit fein verteiltem **Benzin** vermischt. Bei diesem **Motor** unterscheiden wir vier **Bewegungsabschnitte**, die man auch „**Takte**“ nennt. Daher hat ein solcher **Motor** den Namen „**Viertakter**“.

Die **Bewegungsabfolge** erläutern wir der Abbildung:

1. Takt: Der **Kolben** bewegt sich nach unten. Das **Ventil A** ist geschlossen, das **Ventil E** wird geöffnet. Dadurch wird das **Benzin-Luft-Gemisch** in den **Zylinderraum** gesaugt.
2. Takt: Der **Kolben** bewegt sich nach oben. Beide **Ventile** sind geschlossen. Das **Gemisch** wird „verdichtet“. (Es ist umso wirkungsvoller, je mehr es verdichtet wird.) Die **Temperatur** des **Gemisches** steigt auf 300°C bis 400°C.
3. Takt: Bei geschlossenen **Ventilen** erfolgt die **Zündung**. Der **Treibstoff** verbrennt sehr rasch, und das **Gas** erreicht **Temperaturen** um 2000 °C. Bei der großen Temperaturerhöhung kommt es zu einem starken **Druckanstieg**. Dadurch wird der **Kolben** unter **Abkühlung** des **Gases** nach unten gestoßen.
4. Takt: Der **Kolben** bewegt sich nach oben bei geöffnetem **Ventil A**. Die **Abgase** werden herausgeschoben.

Nun kann der Ablauf erneut beginnen. Das Durchlaufen der vier **Takte** ist eine **Periode**.

Die **geradlinige Bewegung** des **Kolbens** wird von der **Pleuelstange** an einem Ende aufgenommen und am anderen Ende mithilfe einer **Kurbel** (an der **Kurbelwelle**) in eine **Drehbewegung** übergeführt. Während einer **Periode** dreht sich die **Kurbelwelle** zweimal.

Nur während des dritten **Taktes**, des Arbeitstaktes, wird innere **Energie** in **mechanische Arbeit** umgesetzt. In den anderen **Takten** verrichtet der **Motor** **mechanische Arbeit** auf Kosten der **Energie** seiner **bewegten Teile**. Trotz vieler Verbesserungen konnte die **chemische Energie** des **Treibstoffes** bei **Otto-Motoren** nicht zu mehr als 25 % mechanisch genutzt werden.

Didaktisches Potential

Strategie 5: Farborientiert markieren

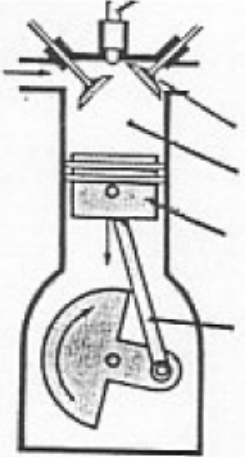
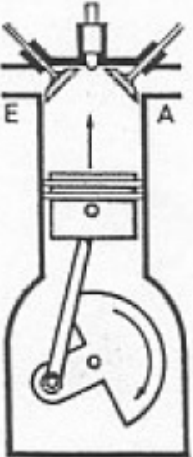
- kategorisiert, schafft Ordnung und Übersicht
- zeigt das Beziehungsgefüge zwischen Objekten, Personen, Gegenständen an verschiedenen Orten und Zeiten
- Begriffe werden in den Kontext gesetzt
- kein Selbstzweck, sondern Vorbereitung für nachfolgende Strategien
- Zweck erläutern

Strategie 6: Den Text in eine andere Darstellungsform übertragen

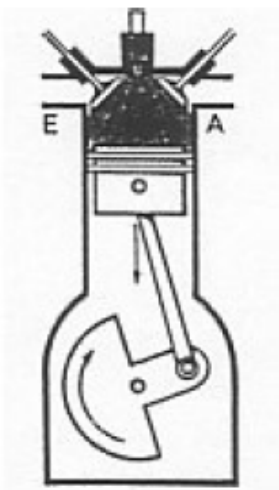
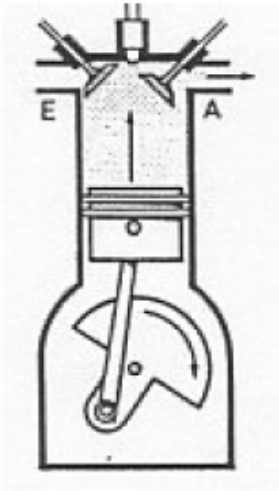
Arbeitsaufträge:

Die Aufgaben helfen Dir, den Text zu verstehen und schließlich einen eigenen Text zu schreiben.

1. Unterstreiche im Text die technischen Begriffe in blau und die physikalischen Begriffe in rot
2. Suche die Nomen in den zugehörigen Bildern und ergänze diese ggf.
3. Beschrifte den Otto-Motor mit Hilfe der Abbildungen im Text.
4. Benenne die vier Takte.
5. Lies den *Abschnitt II* und fülle die Tabelle wie im Beispiel zu den technischen Vorgängen und physikalischen Größen wie im Beispiel aus.

	Technische Vorgänge			Physikalische Größen		
	Kolben-- bewegung	Ventile	Gas-Luft- Gemisch	Volumen	Druck	Tempe- ratur
 <p>1. Takt:</p>						
 <p>2. Takt:</p>						

	Technische Vorgänge			Physikalische Größen		
	Kolben-- bewegung	Ventile	Gas-Luft- Gemisch	Volumen	Druck	Tempe- ratur
<p>1. Takt: <i>Ansaugtakt</i></p>	<i>nach unten</i>	<i>E offen A zu</i>	<i>wird an- gesaugt</i>	<i>wird größer</i>	<i>sinkt</i>	<i>sinkt</i>
<p>2. Takt: <i>Verdichtungstakt</i></p>	<i>nach oben</i>	<i>E zu A zu</i>	<i>wird ver- dichtet</i>	<i>wird viel kleiner</i>	<i>steigt</i>	<i>steigt</i>

 <p>3. Takt: <i>Arbeitstakt</i></p>	<p><i>Schnell nach unten</i></p>	<p><i>E zu A zu</i></p>	<p><i>wird gezündet , ver- brennt und kühlt danach ab</i></p>	<p><i>wird sehr schnell viel größer</i></p>	<p><i>steigt stark und sinkt dann rasch</i></p>	<p><i>steigt stark und sinkt dann rasch</i></p>
 <p>4. Takt: <i>Auspufftakt</i></p>	<p><i>nach oben</i></p>	<p><i>E zu A offen</i></p>	<p><i>Abgase werden ausgesto- ßen</i></p>	<p><i>wird kleiner</i></p>	<p><i>steigt</i></p>	<p><i>sinkt</i></p>

Didaktisches Potential

Strategie 6: Text in eine Tabelle übertragen

- produktive Auseinandersetzung mit dem Text
- Leseprodukt wird hergestellt
- Übersetzung in eine andere Darstellungsform
- Abstraktionsleistung
- Loslösung von dem Ursprungstext
- Voraussetzung für eine Textproduktion
- methodische Variation des Anspruchsniveaus

Strategie 7: Den Text expandieren

Aufgaben:

- *Der Text ist mit der Fülle unkommentierter Fachbegriffe für Experten geschrieben.*
- Mache ihn verständlicher, indem Du dann die einzelnen Sätze durch Erklärungen ergänzt. Nutze die verwürfelten Erklärungen.

Verwürfelte Erklärungen

- ① ... , weil es bei der großen Temperaturerhöhung zu einem starken Druckanstieg kommt. So wie im Kochtopf.
- ② ... , denn nach dem Gasgesetz steigt die Temperatur, wenn das Volumen verkleinert wird. So wie eine Luftpumpe warm wird, wenn sie zusammengedrückt wird.
- ③ ... , durch den Schwung, den er noch hat. So wie bei einer Schaukel, wenn man unten angekommen ist.
- ④ ... , damit Platz für neues Gas-Luft-Gemisch geschaffen wird. So wie beim Löschen von Dateien, um Speicherplatz zu schaffen.
- ⑤ ... , weil ein Unterdruck entsteht. So wie beim Trinken von Cola mit dem Strohhalm.
- ⑥ ... , weil sich das Gas abkühlt, wenn sein Volumen rasch vergrößert wird. So wie die Luft deine Hand kühlt, wenn du heftig gegen sie bläst. Die warme Luft aus dem Mund bekommt ein großes Volumen.

5 **1. Ansaugtakt:** Der Kolben bewegt sich nach unten. Das Ventil A ist geschlossen, das Ventil E wird geöffnet. Dadurch wird das Benzin-Luft-Gemisch in den Zylinderraum gesaugt, weil ein Unterdruck entsteht. So wie beim Trinken von Cola mit dem Strohhalm.

3 **2. Verdichtungstakt:** Der Kolben bewegt sich nach oben, durch den Schwung, den er noch hat. So wie bei einer Schaukel, wenn man unten angekommen ist. Beide Ventile sind geschlossen. Das Gemisch wird „verdichtet“. Dabei steigt die Temperatur des Gemisches auf 300°C bis 400°C, denn nach dem Gasgesetz steigt die Temperatur, wenn das Volumen verkleinert wird. So wie eine Luftpumpe warm wird, wenn sie zusammengedrückt wird. Eine hohe Temperatur bereitet die explosionsartige Verbrennung optimal vor.

2 **3. Arbeitstakt:** Beide Ventile sind geschlossen, damit die Explosion möglichst heftig wird, wenn die Zündung erfolgt. Der Treibstoff verbrennt sehr rasch, und das Gas erreicht Temperaturen um 2000°C, weil es bei der großen Temperaturerhöhung zu einem starken Druckanstieg kommt. So wie im Kochtopf. Dadurch wird der Kolben sehr schnell nach unten gestoßen, weil sich das Gas abkühlt, wenn sein Volumen rasch vergrößert wird. So wie die Luft deine Hand kühlt, wenn du heftig gegen sie bläst. Die warme Luft aus dem Mund bekommt ein großes Volumen. Dieser Vorgang treibt die Räder des Autos an. (Genauer unten.)

1 **4. Auspufftakt:** Der Kolben bewegt sich nach oben. Das Ventil A ist geöffnet und die Abgase werden heraus geschoben, damit Platz für neues Gas-Luft-Gemisch geschaffen wird. So wie beim Löschen von Dateien, um Speicherplatz zu schaffen.

4

Strategie 7: Den Text expandieren

Aufgaben:

Der Text ist mit der Fülle unkommentierter Fachbegriffe für Experten geschrieben.

Mache ihn verständlicher, indem Du die **rot** markierten Begriffe erklärst.

Otto-Motor, Viertakter. Um 1870 gelang es Otto, einen Motor nach obigem **Prinzip** zu bauen. Das Gas, mit dem der Motor arbeitet, ist ein **Gemisch** von **Luft** und **Treibstoff**: Im **Vergaser** wird Luft mit fein verteiltem **Benzin** vermischt. Bei diesem Motor unterscheiden wir vier Bewegungsabschnitte, die man auch „Takte“ nennt. Daher hat ein solcher Motor den Namen „Viertakter“.

Die Bewegungsabfolge erläutern wir in der Abbildung:

1. Takt: Der Kolben bewegt sich nach unten. Das Ventil A ist geschlossen, das Ventil E wird geöffnet. Dadurch wird das **Benzin-Luft-Gemisch** in den Zylinderraum gesaugt.
2. Takt: Der Kolben bewegt sich nach oben. Beide Ventile sind geschlossen. Das Gemisch wird „verdichtet“. (Es ist umso wirkungsvoller, je mehr es verdichtet wird.) Die Temperatur des Gemisches steigt auf 300°C bis 400°C.
3. Takt: Bei geschlossenen Ventilen erfolgt die Zündung. Der Treibstoff verbrennt sehr rasch, und das Gas erreicht Temperaturen um 2000 °C. Bei der großen Temperaturerhöhung kommt es zu einem starken Druckanstieg. Dadurch wird der Kolben unter Abkühlung des Gases nach unten gestoßen.
4. Takt: Der Kolben bewegt sich nach oben bei geöffnetem Ventil A. Die **Abgase** werden herausgeschoben.

Nun kann der Ablauf erneut beginnen. Das Durchlaufen der vier Takte ist eine **Periode**.

Die geradlinige Bewegung des Kolbens wird von der Pleuelstange an einem Ende aufgenommen und am anderen Ende mithilfe einer Kurbel (an der Kurbelwelle) in eine Drehbewegung übergeführt. Während einer Periode dreht sich die Kurbelwelle zweimal.

Nur während des dritten Taktes, des Arbeitstaktes, wird innere Energie in mechanische Arbeit umgesetzt. In den anderen Takten verrichtet der Motor mechanische Arbeit auf Kosten der Energie seiner bewegten Teile. Trotz vieler Verbesserungen konnte die chemische Energie des Treibstoffes bei Otto-Motoren nicht zu mehr als 25 % mechanisch genutzt werden.

Strategie 7: Den Text expandieren

Aufgaben:

Der Text ist mit der Fülle unkommentierter Fachbegriffe für Experten geschrieben.

Mache ihn verständlicher, indem Du dann die einzelnen Sätze durch Erläuterungen und Informationen anreicherst.

Der Otto-Motor

Das wichtigste im Auto ist der Motor. Hier lernst du, wie der Benzin-Motor funktioniert. Physikalisch betrachtet, wird der Energieträger gewechselt: In ihm wird chemische Energie in mechanische Energie gewechselt. Das geschieht durch eine „explosionsartige“ Verbrennung. Bei der Verbrennung von Benzin reagiert dieses chemisch mit Sauerstoff (Oxidation). Wenn Benzin bloß angezündet wird, dann brennt es nur an der Oberfläche, da wo es Kontakt mit der Luft hat. Um dem Benzin mehr Kontakt mit dem Sauerstoff der Luft zu geben, wendet man einen Trick an: Das Benzin wird im Vergaser „vergast“. Benzin wird in Sprayform mit Luft vermischt. Es handelt sich also um winzige Benzintröpfchen mit viel Luft herum. Dieses Benzin-Luft-Gemisch wird zur „Explosion“ gebracht.

Das geschieht in vier Schritten, auch Takte genannt. Aus diesem Grund heißt dieser Verbrennungsmotor auch „Viertakter“. Die Verbrennung (Oxidation) geschieht im Zylinderraum. Dazu wird das Gas-Luft-Gemisch über eine Leitung mit einem Einlassventil in den Zylinderraum gebracht. Die Abbildung macht es anschaulich und erklärt wie der Motor funktioniert.

Der Otto-Motor

Herstellung einer Fragehaltung

Ansprache des Lesers und Programmvorschau

Das wichtigste im Auto ist der Motor. Hier lernst du, wie der Benzin-Motor funktioniert. Physikalisch betrachtet, wird der Energieträger gewechselt: In ihm wird chemische Energie in mechanische Energie gewechselt. Das

Alltagssprache

Einbau von Erklärungen

Erläuterung des Grundprinzips

ganz leicht durch eine „explosionsartige“ Verbrennung. Bei der Verbrennung reagiert das Benzin mit Sauerstoff (Oxidation). Benzin wird bloß angezündet, dann brennt es nur an der Oberfläche, da wo es Kontakt mit der Luft hat. Um dem Benzin mehr Kontakt mit dem Sauerstoff zu verschaffen, wendet man einen Trick an: Das Benzin wird im Vergaser „vergast“. Benzin wird in Sprayform mit Luft vermischt. Es handelt sich also um winzige Benzintröpfchen mit viel Luft herum. Dieses Benzin-Luft-Gemisch wird zur „Explosion“ gebracht.

Bildbezogene Beschreibung

Erläuterung der Begriffe

Anschaulichkeit

Das geschieht von Fachbegriffen, auch Takte genannt. Aus diesem Grund heißt dieser Verbrennungsmotor auch „Viertakter“. Die Verbrennung (Oxidation) geschieht im Zylinderraum. Dazu wird das Gas-Luft-Gemisch über eine Leitung mit einem Einlassventil in den Zylinderraum gebracht. Die Abbildung macht es anschaulich und erklärt wie der Motor funktioniert.

Anbindung an bekannte Gegenstände

Behutsame Einführung

Anschaulichkeit

Das geschieht von Fachbegriffen, auch Takte genannt. Aus diesem Grund heißt dieser Verbrennungsmotor auch „Viertakter“. Die Verbrennung (Oxidation) geschieht im Zylinderraum. Dazu wird das Gas-Luft-Gemisch über eine Leitung mit einem Einlassventil in den Zylinderraum gebracht. Die Abbildung macht es anschaulich und erklärt wie der Motor funktioniert.

Verständnisfördernde Erklärungen

Nachträgliche Erklärung von Details

Rückkehr zur Ausgangsfrage

1. Ansaugtakt: Der Kolben bewegt sich nach unten. Das Ventil A ist geschlossen, das Ventil E wird geöffnet. Dadurch wird das Benzin-Luft-Gemisch in den Zylinderraum gesaugt, weil ein Unterdruck entsteht. (So wie beim Trinken von Cola mit dem Strohhalm.)

2. Verdichtungstakt: Der Kolben bewegt sich nach oben durch den Schwung, den er noch hat. Beide Ventile sind geschlossen. Das Gemisch wird „verdichtet“. Dabei steigt die Temperatur des Gemisches auf 300°C bis 400°C, denn nach dem Gasgesetz steigt die Temperatur, wenn das Volumen verkleinert wird. (So wie eine Luftpumpe warm wird, wenn sie zusammengedrückt wird.) Eine hohe Temperatur bereitet die explosionsartige Verbrennung optimal vor.

3. Arbeitstakt: Beide Ventile sind geschlossen, damit die Explosion möglichst heftig wird, wenn die Zündung erfolgt. Der Treibstoff verbrennt sehr rasch, und das Gas erreicht Temperaturen um 2000°C, weil es bei der großen Temperaturerhöhung zu einem starken Druckanstieg kommt. So wie im Kochtopf. Dadurch wird der Kolben sehr schnell nach unten gestoßen, weil sich das Gas abkühlt, wenn sein Volumen rasch vergrößert wird. So wie die Luft deine Hand kühlt, wenn du heftig gegen sie bläst. Die warme Luft aus dem Mund bekommt ein großes Volumen. Dieser Vorgang treibt die Räder des Autos an. (Genaueres unten.)

4. Auspufftakt: Der Kolben bewegt sich nach oben. Das Ventil A ist geöffnet und die Abgase werden heraus geschoben, damit Platz für neues Gas-Luft-Gemisch geschaffen wird.

Didaktisches Potential

Strategie 7: Den Text expandieren

- anreichern mit Zusätzen, Beispielen, Skizzen, Erklärungen, Erläuterungen, Informationen
- sinnvoll, wenn der Text hoch verdichtet
- Leseprodukt wird hergestellt
- Adressatenbezug (für jüngeren Bruder) sinnvoll
- kann sehr anspruchsvoll sein

Strategie 8: Verschiedene Texte vergleichen

Textvergleich: Drei Texte – Ein Thema

Du findest nachfolgend drei Texte zum Otto-Motor aus drei Büchern.

1. Überfliege die drei Texte.
2. Beurteile die drei Texte ganz kurz mit (++ , + , 0 , - , --) oder Worten:

Text	viele Infos	ist verständlich	ist präzise	Bild ist	hat Niveau
1					
2					
3					

Text 1

125 Jahre Otto-Motor

Ob im Rasenmäher oder Formel 1-Renner - fast alle Motoren arbeiten nach dem Viertakt-Modell. Nicolaus August Otto (1832-1891) hatte am 9. Mai 1876 die Funktionsweise seines Viertaktmotors zum ersten Mal grafisch dargestellt



So arbeitet ein Viertaktmotor:

ansaugen - verdichten - zünden - arbeiten.

Der Kölner Handlungsreisende Nicolaus August Otto (1832-1891) hatte schon 1867 zusammen mit E. Langen einen atmosphärischen Gasmotor erfunden. 1876 folgte der Viertaktmotor mit verdichteter Ladung und Fremdzündung, der das Vorbild für den gesamten weiteren Aufbau der Verbrennungsmotoren gab. Das Viertaktprinzip hatte der Franzose Alphonse-Eugène Beau de Rochas schon 1862 beschrieben, aber dessen Realisierung nicht weiter verfolgt.

Ottos erster Motor lief noch mit Leuchtgas. Das Prinzip ist einfach: Kraftstoff wird angesaugt, verdichtet und dann verbrannt. Im vierten Takt werden die verbrannten Gase schließlich ausgestoßen.

Obwohl sich die ersten Otto-Motoren der neu gegründeten Deutzer Gasmotorenwerke sehr gut verkauften, waren sie für den Einbau in Automobile noch zu schwer.

In den Deutzer Werken hatten Wilhelm Maybach und Gottlieb Daimler an der Verbesserung des Otto-Viertakters mitgewirkt. 1882 gründeten die beiden eine eigene Versuchswerkstatt und bauten 1883 schließlich einen Motor, der auch mit Benzin lief. Der für damalige Verhältnisse leichte Motor leistete ein halbes PS (Heute sind Leistungen von bis zu 10.000 PS möglich).

Um den Motor herum konstruierte Daimler ein Fahrzeug mit einem Rahmen und Rädern aus Holz. Weil man darauf wie auf einem Pferd saß, nannte Daimler seine Konstruktion „Reitwagen“. Damit war das Motorrad geboren.

Für seinen erfolgreichen Viertakter erhielt Otto zahlreiche Ehrungen. Auf Anregung des Verbandes deutscher Ingenieure (VDI) werden seit 1936 alle Viertakt-Verbrennungsmotoren offiziell als Otto-Motoren bezeichnet. Auch die USA ehrte den Erfinder: 1996 wurde er in die "Automotive Hall of Fame" in Detroit aufgenommen.

Text 2

start your engines

Hauptseite

Physik

Thermodynamik
[Grundlagen](#)
[Hauptsätze](#)
[Carnot-Prozess](#)

Technologie

erste Experimente
[Heron](#)
[Guericke](#)
Dampfmaschinen
[Papin](#)
[Savery](#)
[Newcomen](#)
[Watt](#)
[Dampflokotiv](#)
[Dampfwagen](#)
[Dampfschiffe](#)
[Stirlingmotor](#)
Verbrennungsmotoren
[Huygens](#)
[Gasmotoren](#)
[Ottomotor](#)
[Mehrzylindermotoren](#)
[2-takt Motor](#)
[Dieselmotor](#)
[Wankelmotor](#)
[Dampfurbinen](#)
[Gasturbine](#)

Erfinder

[Heron](#)
[Guericke](#)
[Newcomen](#)
[Watt](#)
[Carnot](#)
[Diesel](#)

Gesellschaft

[Gesellschaft & Motoren](#)
[Umwelt](#)

Aktivitäten

Forschen
[Hubraum](#)
[Guericke](#)
[p-V Diagramme](#)
[Sound](#)
[Einstellungen](#)
[Inhalt hinzufügen](#)
[Link hinzufügen](#)
[Forum](#)
[Suchen](#)

About

[Leisen](#)

Der Ottomotor

Der Erfolg der atmosphärischen Motoren haben Otto nicht über die Tatsache hinweggetäuscht, dass der wirklich entwicklungsfähige Motor noch nicht gefunden war. Er grübelte schon lange über dem Problem, das die Explosionsmotoren an einer regelmäßigen Arbeitsabgabe hinderte: Die Verbrennung erfolgte stossartig. Seine Bestrebungen, ein Gemisch langsam und sicher verbrennen zu lassen, die Leistung aber durch eine Verdichtung trotzdem hochzuhalten, führten ihn schließlich auf den richtigen Weg. Im Jahre 1876 baute er seinen ersten Viertakter. Wilhelm Maybach (1846-1929), einer der bekanntesten deutschen Ingenieure, vervollkommnete die Konstruktion, die bereits Ende des Jahres 1876 auf den Markt kam.

Nikolaus August Otto (1832 - 1891)
Quelle: Helmut Hütten, "Motoren", Motorbuchverlag Stuttgart, Umschlag

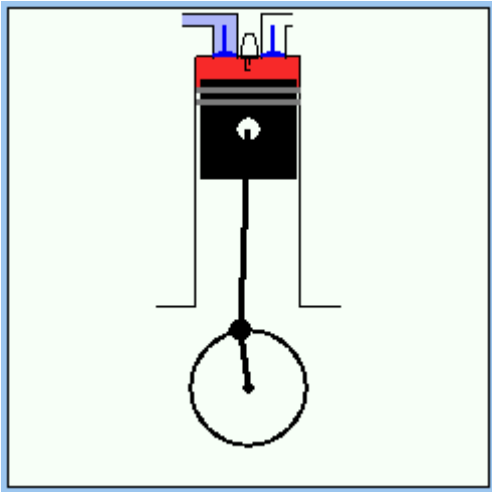
Ottos Versuchsmotor von 1876. Quelle: Helmut Hütten, "Motoren", Motorbuchverlag Stuttgart, S. 264

Im folgenden Schema werden alle vier Takte eines Ottomotors deutlich, der auch heute noch den Grundplan für moderne gemischverdichtende Motoren liefert:

Funktionsweise Ottomotor

1. Ansaugtakt: Das Kraftstoff-Luftgemisch wird durch den nach unten gleitenden Kolben angesaugt.
2. Verdichtungstakt: Der noch oben gleitende Kolben verdichtet das Gemisch und nimmt dabei Arbeit auf, die vom Schwungrad entrichtet wird.

Text 3



(animiert)

1. Takt (Ansaugtakt):

Das Einlassventil ist geöffnet. Ein Gemisch aus Benzindampf und Luft wird aus dem "Vergaser" in den Zylinder angesaugt.

2. Takt (Verdichtungstakt):

Beide Ventile sind geschlossen. Der sich nach oben bewegende Kolben preßt das angesaugte Gemisch zusammen.

3. Takt (Arbeitstakt):

Beide Ventile bleiben geschlossen. Der Funke einer elektrischen "Zündkerze" entzündet das Gemisch. Durch die Verbrennung des Benzins steigt die Temperatur auf über 1500 °C und der Druck auf etwa 40 bar. Die dadurch auf den Kolben wirkende Kraft treibt den Kolben nach unten.

4. Takt (Auspufftakt):

Das Auslassventil ist geöffnet. Der Kolben bewegt sich wieder nach oben und drückt die Verbrennungsgase aus dem Zylinder. Dann wird das Auslassventil geschlossen und das Einlassventil geöffnet. Es beginnt wieder der Takt 1.

Didaktisches Potential

Strategie 8: Verschiedene Texte vergleichen

- vergleichende Lektüre erhöht das Verstehen
- Verständlichkeitsmängel kompensieren sich
- Wirkung, Adressatenbezug und die Textart thematisieren

Strategie 9: Schlüsselwörter suchen und Text zusammenfassen

Aufgaben:

1. Unterstreiche mit Bleistift die Begriffe, die du nicht verstehst.
2. Markiere die Schlüsselwörter.
3. Fasse den Text zusammen.
4. Erläutere den Otto-Motor in eigenen Worten.

Strategie 9: Schlüsselwörter suchen und Text zusammenfassen

Aufgaben:

1. Unterstreiche mit Bleistift die Begriffe, die du nicht verstehst.
2. Markiere die **Schlüsselwörter.**
3. Fasse den Text zusammen.
4. Erläutere den Otto-Motor in eigenen Worten.

Didaktisches Potential

Strategie 9: Schlüsselwörter suchen

- nur für expandierte Texte sinnvoll
- Schlüsselwörter entdecken setzt Verstehen voraus
- Verstandenes statt Nichtverstandenes thematisieren
- Paraphrasieren von Sachtexten überfordert
- Textproduktion ist sehr, sehr anspruchsvoll

Strategie 10: Fünf-Phasen-Schema

1. Orientiere Dich im Text

- Suche das Thema
- Suche die zugehörigen Abb.
- Überfliege den Text (d.h. lies ihn, aber versuche nicht, alles zu verstehen)
- Trenne alle Sätze mit einem Strich /
- Teile den Text sinnvoll in Abschnitte I, II, III, ... Ein

2. Suche Verstehensinseln im Text

- Unterstreiche im Text die technischen Begriffe in blau und die physikalischen Begriffe in rot
- Suche die Nomen in den zugehörigen Bildern und ergänze diese ggf.

Strategie 10: Fünf-Phasen-Schema

3. Erschließe den Text abschnittsweise Satz für Satz

Abschnitt I:

- Nach welchem Prinzip arbeitet der Otto-Motor?
- Wozu dient der Vergaser?
- Wie werden die Takte auch genannt?

Abschnitt II:

Lies den Text mit dem Arbeitsblatt 2

Abschnitt III:

- Womit wird die geradlinige Bewegung in eine Kreisbewegung überführt?
- Erkläre dir an der Abb., dass sich die Kurbelwelle während der Periode zweimal dreht

Abschnitt IV:

- Was ist das Besondere am 3. Takt?
- Nenne eine erstaunliche Zahl.

Strategie 10: Fünf-Phasen-Schema

4. Suche den roten Faden

Lies den Text noch einmal und schreibe einen Satz hinter jeden Punkt.

- *Prinzip des Otto-Motors:*
- *Herstellung des Arbeitsgases:*
- *Beschreibung einer Periode:*
- *Problem und Lösung:*
- *Nachteile und Besonderheiten:*

5. Überprüfe, was Du verstanden hast

- Fülle den Roten-Faden aus.
- Bearbeite das Arbeitsblatt 3
- Erstelle mit der Tabelle im Arbeitsblatt 2 eine eigene Beschreibung einer Periode.

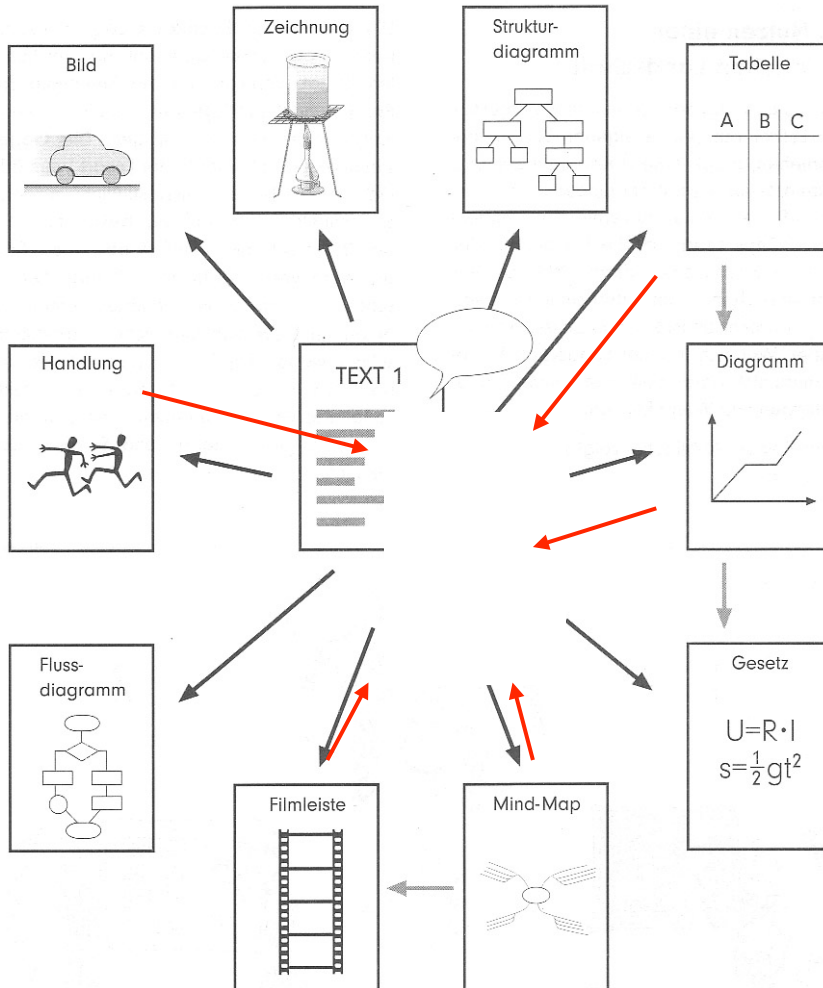
Lesestrategien für intensives Lesen

1. Fragen zum Text beantworten
2. Fragen an den Text stellen
3. Den Text strukturieren
4. Den Text mit dem Bild lesen
5. Im Text farborientiert markieren
6. Den Text in eine andere Darstellungsform übertragen
7. Den Text expandieren
8. Verschiedene Texte zum Thema vergleichen
9. Schlüsselwörter suchen und Text zusammenfassen
10. Das Fünf-Phasen-Schema anwenden

Reflexionsaufgabe

1. Was haben Sie anhand der 10 Strategien am Otto-Motor gelernt?
2. Was wünschen Sie sich noch?
3. Was nehmen Sie sich für den Umgang mit Sachtexten in Ihrem Unterricht vor?

Die Funktion des Leseproduktes



- Andere Darstellungsform (Strategie 6)
- Beschäftigungsgrad
- Textumwälzung
- Anschlusskommunikation
- Diagnoseinstrument
- Textproduktion

Die Funktion des Leseproduktes

Bild

Text 1

Diagramm

Flussdiagramm

Filmleiste

Lernprodukt

Leseprodukt

Schreibprodukt

Beispiele für Antworten:

- Wann baute Otto den ersten Viertakter?
Otto baute seinen ersten Viertakter um 1870. (Etwa gleichzeitig wurden auch Zweitakter entwickelt.) (ausdrücklich angegebene Information lokalisieren, Zusatzwissen nutzen)
- Warum kühlt das Gas während des 3. Taktes ab?
Wenn sich der Kolben nach unten bewegt, wird das Volumen des Gases vergrößert. Bei der Expansion des Gases sinken der Druck und die Temperatur (Gasgesetz). Deshalb ist der Prozess weder isotherm noch isobar. (Text detailliert verstehen, Erklärungen geben und spezielles (Fach)wissen nutzen)
- Welche Energieträger kommen in den vier Takten vor?
Der Energieträger im 1. Takt ist ein chemischer Energieträger, nämlich das Benzin-Luft-Gemisch. Im 2. Takt und 3. Takt kommt Wärme bzw. innere Energie als Energieträger hinzu. Im 4. Takt ist der Drehimpuls bzw. die mechanische Bewegung der Energieträger. (Hypothesen formulieren, Erklärungen geben und spezielles Wissen nutzen)

Otto-Motor, Viertakter. Um 1870 gelang es Otto, einen Motor nach obigem Prinzip zu bauen. Das Gas, mit dem der Motor arbeitet, ist ein Gemisch von Luft und Treibstoff: Im Vergaser wird Luft mit fein verteiltem Benzin vermischt. Bei diesem Motor unterscheiden wir vier Bewegungsabschnitte, die man auch „Takte“ nennt. Daher hat ein solcher Motor den Namen „Viertakter“.

Die Bewegungsabfolge erläutern wir der Abbildung:

- 1. Takt:** Der Kolben bewegt sich nach unten. Das Ventil A ist geschlossen, das Ventil E wird geöffnet. Dadurch wird das Benzin-Luft-Gemisch in den Zylinderraum gesaugt.
- 2. Takt:** Der Kolben bewegt sich nach oben. Beide Ventile sind geschlossen. Das Gemisch wird „verdichtet“. (Es ist umso wirkungsvoller, je mehr es verdichtet wird.) Die Temperatur des Gemisches steigt auf 300°C bis 400°C.
- 3. Takt:** Bei geschlossenen Ventilen erfolgt die Zündung. Der Treibstoff verbrennt sehr rasch, und das Gas erreicht Temperaturen um 2000 °C. Bei der großen Temperaturerhöhung kommt es zu einem starken Druckerhöhung. Dadurch wird der Kolben unter Abkühlung des Gases nach unten gestoßen.
- 4. Takt:** Der Kolben bewegt sich nach oben bei geöffnetem Ventil A. Die Abgase werden herausgeschoben.

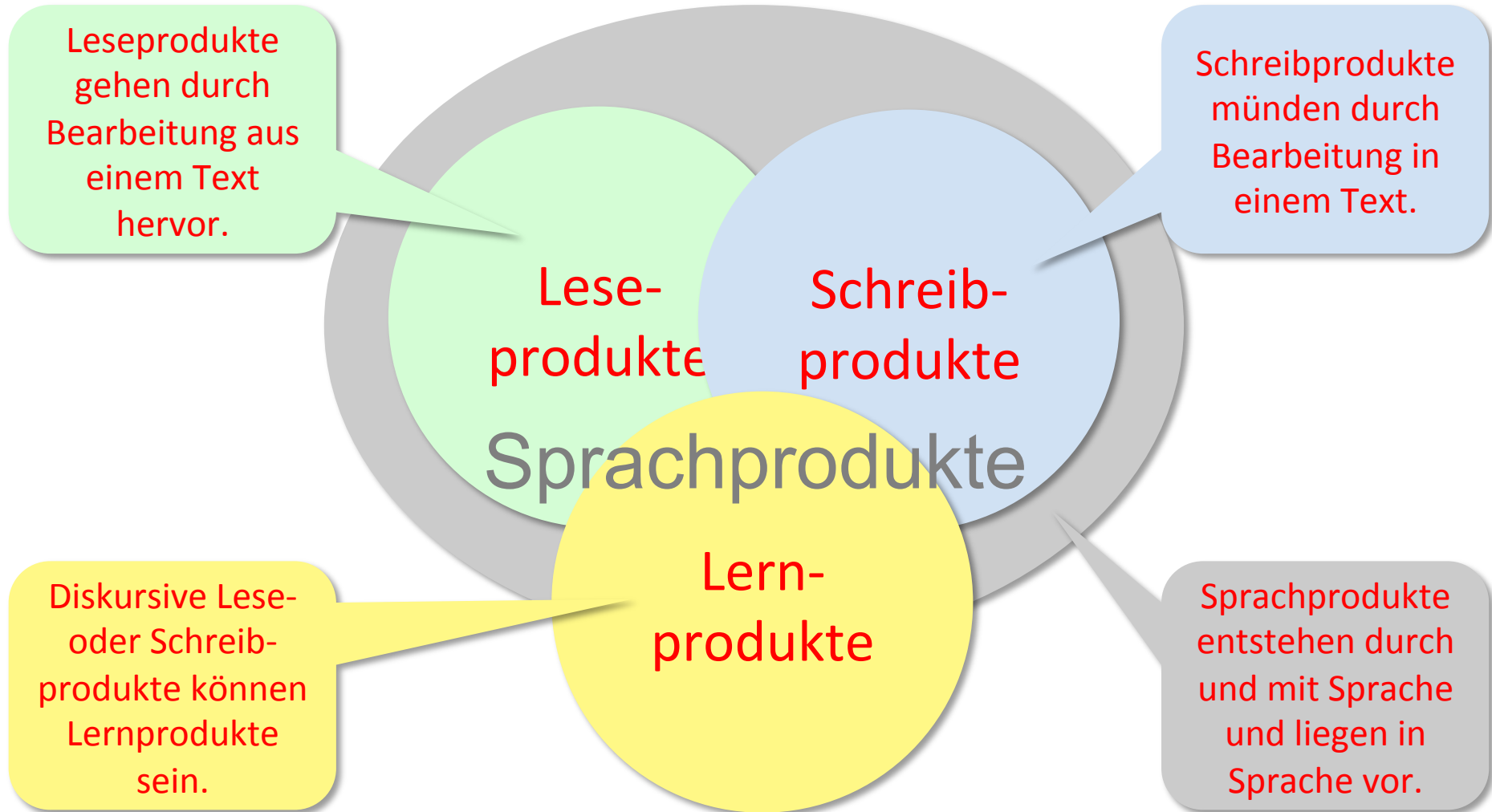
Nun kann der Ablauf erneut beginnen. Das Durchlaufen der vier Takte ist eine Periode. Die geradlinige Bewegung des Kolbens wird von der Pleuelstange an einem Ende aufgenommen und am anderen Ende mithilfe einer Pleuelstange (an der Pleuelstange) in eine Drehbewegung überführt. Während einer Periode dreht sich die Pleuelstange zweimal.

Nur während des dritten Taktes, des Arbeitstaktes, wird innere Energie in mechanische Arbeit umgesetzt. In den anderen Takten verrichtet der Motor mechanische Arbeit auf Kosten der Energie seiner bewegten Teile. Trotz vieler Verbesserungen konnte die chemische Energie des Treibstoffes bei Otto-Motoren nicht zu mehr als 25 % mechanisch genutzt werden.

Technische Vorgänge	Physikalische Größen				
	Volumen	Druck	Temperatur		
 1. Takt: Ansaugtakt	nach unten A zu	wird an- gesaugt	wird ver- größert	sinkt	sinkt
 2. Takt: Verdichtungstakt	nach oben E zu A zu	wird ver- dichtet	wird ver- kleinert	steigt	steigt

- 1. Ansaugtakt:** Der Kolben bewegt sich nach unten. Das Ventil A ist geschlossen, das Ventil E wird geöffnet. Dadurch wird das Benzin-Luft-Gemisch in den Zylinderraum gesaugt, weil ein Unterdruck entsteht. So wie beim Trinken von Cola mit dem Strohhalm.
- 2. Verdichtungstakt:** Der Kolben bewegt sich nach oben, durch den Schwung, den er noch hat. So wie bei einer Schaukel, wenn man unten angekommen ist. Beide Ventile sind geschlossen. Das Gemisch wird „verdichtet“. Dabei steigt die Temperatur des Gemisches auf 300°C bis 400°C, denn nach dem Gasgesetz steigt die Temperatur, wenn das Volumen verkleinert wird. So wie eine Luftpumpe warm wird, wenn sie zusammengedrückt wird. Eine hohe Temperatur bereitet die explosionsartige Verbrennung optimal vor.
- 3. Arbeitstakt:** Beide Ventile sind geschlossen, damit die Explosion möglichst heftig wird, wenn die Zündung erfolgt. Der Treibstoff verbrennt sehr rasch, und das Gas erreicht Temperaturen um 2000°C, weil es bei der großen Temperaturerhöhung zu einem starken Druckerhöhung kommt. So wie im Kochtopf. Dadurch wird der Kolben sehr schnell nach unten gestoßen, weil sich das Gas abkühlt, wenn sein Volumen rasch vergrößert wird. So wie die Luft deine Hand kühlt, wenn du heftig gegen sie bläst. Die warme Luft aus dem Mund bekommt ein großes Volumen. Dieser Vorgang treibt die Räder des Autos an. (Genaues unten.)
- 4. Auspufftakt:** Der Kolben bewegt sich nach oben. Das Ventil A ist geöffnet und die Abgase werden heraus geschoben, damit Platz für neues Gas-Luft-Gemisch geschaffen wird. So wie man Löschchen von Dateien, um Speicherplatz zu schaffen.

Die Schüler zur Sprache bringen durch



An Leseprodukten Diagnose betreiben

- Leseprodukte sind ein gutes Diagnoseinstrument.
- Sie liegen meistens schriftlich vor.
- Sie müssen verbalisiert werden, darüber erfolgt ein Austausch.
- Sie halten Gelesenes fest.
- Sie zeigen, wie Lerner mit Texten umgehen.