

# Gymnasium Am Kattenberge

## Fachschaft Physik

### Schuleigener Arbeitsplan für den Physikunterricht

#### im Doppeljahrgang 9/10

#### gültig ab dem Schuljahr 2018/2019

Entsprechend der derzeit gültigen Fassung des Kerncurriculums „Naturwissenschaften“ für das Gymnasium (2015) und dem RdErl. d. MK v. 23.6.2015 „Die Arbeit in den Schuljahrgängen 5 bis 10 des Gymnasiums“ gilt:

Anzahl der Unterrichtsstunden:	in Klasse 9: zwei Stunden pro Woche epochal in Klasse 10: zwei Stunden pro Woche ganzjährig.
Unterrichtsthemen:	Elektrik II (Halbleiter), Atom- und Kernphysik, Energieübertragung quantitativ und in Kreisprozessen
Anzahl der Klassenarbeiten:	eine Klassenarbeit je Schulhalbjahr
Dauer der Klassenarbeiten:	in Klasse 9: einstündig; in Klasse 10: zweistündig.
Anteil der Klassenarbeiten:	40 % an der Gesamtnote
Leistungsbewertung:	Die Leistungen werden im Notensystem (1 bis 6) bewertet. Für die Endnote werden die Leistungen des gesamten Schuljahres berücksichtigt.
Schülerbuch:	<i>Universum Physik Sekundarstufe I · Niedersachsen G9 für die Jahrgänge 9 und 10, Cornelsen, Berlin, 2015, ISBN 978-3-06-420091-3</i>
Nachschlagewerk:	<i>Das große Tafelwerk interaktiv 2.0 – Formelsammlung für Niedersachsen, Cornelsen, Berlin, 2012, ISBN 978-3-06-001615-0</i> ist als Hilfsmittel eingeführt und soll im Unterricht regelmäßig benutzt werden. Nur diese Formelsammlung und gleichwertige ältere Ausgaben sind für Klausuren zugelassen.
Taschenrechner:	<i>Der grafikfähige Taschenrechner (GTR) TI-82 STATS</i> ist im Jahrgang 7 eingeführt worden und soll im Unterricht regelmäßig benutzt werden. Nur dieses Modell ist für Klausuren zugelassen.
Sicherheitsunterweisung:	Die SuS werden zu Beginn eines jeden Halbjahrs durch die unterrichtende Lehrkraft unterwiesen. Die durchgeführte Unterweisung ist im Klassenbuch zu dokumentieren.
Themenabfolge:	Klasse 9 (epochal) ab dem Schuljahr 2018 / 2019: A Elektrik II (Halbleiter) B Atom- und Kernphysik Klasse 10 (ganzjährig) ab dem Schuljahr 2019 / 2020: C Energieübertragung quantitativ D Energieübertragung in Kreisprozessen

Die Tabellen auf den Folgeseiten konkretisieren die Inhalte der Themen und ordnen die Kompetenzen aus dem Kerncurriculum zu.

Die Angaben zur Dauer verstehen sich als Richtwerte und können je nach Leistungsstand der Lerngruppe variieren.

Gültig ab dem Schuljahr 2018/2019 durch Beschluss der FK vom 21.11.2018,  
zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkonferenz vom 29.01.2020 (Vers. 2).

Nr. Dauer	Inhaltliche Konkretisierung	Fachwissen / Erkenntnisgewinnung / Kommunikation / Bewertung Die Schülerinnen und Schüler ...
0 0,5 DS	Sicherheitsunterweisung, Organisation, Leistungsbeurteilungsbasis, Operatorenliste, Wiederholung von Grundlagen der Elektrizitätslehre aus Klasse 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Verhaltensregeln im naturwissenschaftlichen Unterricht.</li> <li>• kennen die wesentlichen Merkmale eines Protokolls und wenden es bei Experimenten an.</li> </ul>
<b>Klasse 9 Thema A: Elektrik II (Halbleiter)</b>		
A-1 2,5 DS	<p><b>Elektrische Leiter</b> Leiter, Isolator, Stromleitung in Metallen</p> <p><b>Halbleiter</b> Kaltleiter, Heißleiter, Halbleitermaterialien, Eigenleitung im Halbleiter, Löcher, LDR, NTC</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben das unterschiedliche Leitungsverhalten von <b>Leitern</b> und <b>Halbleitern</b> mit geeigneten Modellen. <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ führen Experimente zur Leitfähigkeit von LDR, NTC durch.</li> </ul> </li> </ul>
A-2 3 DS	<p><b>Halbleiter</b></p> <p>Dotieren von Halbleitern, Bildung des p-n-Übergangs, Grenzschicht, Durchlass- und Sperrrichtung, Schwellenspannung Kennlinie von Dioden</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Vorgänge am <b>p-n-Übergang</b> mithilfe geeigneter energetischer Betrachtungen. <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ nehmen die Kennlinie einer Leuchtdiode auf.</li> <li>◦ dokumentieren die Messergebnisse in Form geeigneter Diagramme.</li> <li>◦ ziehen Modellvorstellungen als Hilfsmittel zur Problemlösung und Formulierung von Hypothesen heran.</li> <li>◦ unterscheiden zwischen Modellvorstellung und Realität</li> <li>◦ erläutern die gleichrichtende Wirkung einer Diode.</li> </ul> </li> </ul>
A-3 1 DS	<p><b>Leuchtdioden und andere Dioden</b></p> <p>Aufbau von Leuchtdiode und Solarzelle, Vorgänge in der Grenzschicht Einsatz im Alltag und deren Bedeutung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Vorgänge in Leuchtdioden und Solarzellen energetisch. <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise von Leuchtdiode und Solarzelle.</li> <li>◦ bewerten die Verwendung von Leuchtdiode und Solarzelle unter physikalischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten.</li> </ul> </li> </ul>

Nr. Dauer	Inhaltliche Konkretisierung	Fachwissen / Erkenntnisgewinnung / Kommunikation / Bewertung Die Schülerinnen und Schüler ...
0 0,25 DS	Sicherheitsunterweisung „Radioaktivität“	<ul style="list-style-type: none"> <li>kennen die Verhaltensregeln im naturwissenschaftlichen Unterricht.</li> </ul>
<b>Klasse 9 Thema B: Atom- und Kernphysik</b>		
B-1 0,75 DS	<b>Der Aufbau des Atoms</b> Glühelctrischer Effekt, Ladung des Elektrons  Rutherford, Streuversuch, Kern-Hülle-Modell	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben das Kern-Hülle-Modell des Atoms und erläutern den Begriff Isotop.</li> <li>deuten die Stabilität von Kernen mit Hilfe der Kernkraft.</li> </ul>
B-2 1,5 DS	<b>Der Atomkern hat eine Struktur</b> Atomkern und Kernkräfte, Kernbausteine, Größenverhältnisse, Schreibweisen für Nuklide, Isotope, Massenzahlen im PSE	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die ionisierende Wirkung von Kernstrahlung und deren stochastischen Charakter.               <ul style="list-style-type: none"> <li>deuten das Phänomen der Ionisation mithilfe des Kern-Hülle-Modells.</li> </ul> </li> </ul>
B-3 0,5 DS	<b>Ionisierende Strahlung</b>  Entdeckung der Radioaktivität Ionisierende Wirkung der radioaktiven Strahlung Natürliche und künstliche Strahlung	
B-4 0,5 DS	Geiger-Müller-Zählrohr Aufbau und Funktionsweise des Zählrohrs, Totzeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Geiger-Müller-Zählrohrs.</li> </ul>
B-5 2,5 DS	Messen radioaktiver Strahlung: Impulsrate, Nullrate Strahlenarten: $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -Strahlung, Abschirmung von Strahlung; Messungen mit GMZ  <b>Radioaktiver Zerfall</b> Aktivität, Halbwertszeit, Radiocarbonmethode  Kernumwandlungsgleichungen für $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -Strahlung, Nuklidkarte, Zerfallsreihen  <i>Bezug zur Mathematik und Archäologie</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>unterscheiden <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung anhand ihres Durchdringungsvermögens und beschreiben ihre Entstehung modellhaft.</li> <li>beschreiben den radioaktiven Zerfall eines Stoffes unter Verwendung des Begriffs Halbwertszeit.               <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen die Abklingkurve grafisch dar.</li> </ul> </li> </ul>
B-6 1 DS	<b>Strahlenschäden und Strahlenschutz</b> Strahlenexposition, biologische Wirkungen, Strahlenkrankheit und Strahlentod  Nuklearmedizin, Strahlentherapie  Dosimetrie, Dosiseneinheiten  Strahlenbelastung in der Umwelt, Radon-Problem  Strahlenschutz  <i>Bezug zur Biologie und Politik-Wirtschaft</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben biologische Wirkungen und ausgewählte medizinische Anwendungen.               <ul style="list-style-type: none"> <li>nutzen das Wissen zur ionisierenden Wirkung von Kernstrahlung und zu deren stochastischem Charakter, um eine mögliche Gefährdung durch Kernstrahlung zu begründen.</li> <li>beschreiben die Ähnlichkeit von UV-, Röntgen-, <math>\gamma</math>-Strahlung und sichtbarem Licht und die Unterschiede hinsichtlich ihrer biologischen Wirkung.</li> </ul> </li> <li>erläutern Strahlenschutzmaßnahmen mithilfe der Kenntnisse zum Durchdringungsvermögen von Strahlung.               <ul style="list-style-type: none"> <li>nutzen ihr Wissen zur Beurteilung von Strahlenschutzmaßnahmen.</li> </ul> </li> <li>unterscheiden Energiedosis und Äquivalentdosis.</li> <li>geben die Einheit der Äquivalentdosis an.               <ul style="list-style-type: none"> <li>zeigen am Beispiel des Bewertungsfaktors die Grenzen physikalischer Sichtweisen auf.</li> </ul> </li> <li>geben ihre Kenntnisse über natürliche und künstliche Strahlungsquellen wieder.</li> </ul>
B-7 2 DS	<b>Kernenergie</b> Entdeckung der Kernspaltung: Otto Hahn, Fritz Straßmann, Lise Meitner  Ablauf der Kernspaltung, Energiefreisetzung  kontrollierte und unkontrollierte Kettenreaktion, kritische Masse, langsame und schnelle Neutronen, Neutronenfänger, Moderatoren  Kernwaffen, KKW, Katastrophen, radioaktiver Abfall in der politischen Diskussion  <i>optional: Kernenergie, Massendefekt, Kernfusion</i>  <i>Bezug zur Geschichte und Politik</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Kernspaltung und die Kettenreaktion.               <ul style="list-style-type: none"> <li>recherchieren in geeigneten Quellen und präsentieren ihr Ergebnis adressatengerecht.</li> </ul> </li> <li>benennen die Auswirkungen der Entdeckung der Kernspaltung im gesellschaftlichen Zusammenhang und zeigen dabei die Grenzen physikalisch begründeter Entscheidungen auf.</li> <li>nutzen ihr Wissen zum radioaktiven Zerfall und zur Halbwertszeit, um zur Frage des radioaktiven Abfalls Stellung zu nehmen.</li> </ul>

Nr. Dauer	Inhaltliche Konkretisierung	Fachwissen / Erkenntnisgewinnung / Kommunikation / Bewertung Die Schülerinnen und Schüler ...
0 1 DS	Sicherheitsunterweisung, Organisation, Leistungsbewertungsbasis, Operatorenliste Lernvoraussetzung für den Unterricht in Jg. 10: Grundlagen der Energetik aus Klasse 7 und 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Verhaltensregeln im naturwissenschaftlichen Unterricht.</li> <li>• kennen die wesentlichen Merkmale eines Protokolls und wenden es bei Experimenten an.</li> <li>• kennen die Grundlagen der Energetik</li> </ul>
<b>Klasse 10 Thema C: Energieübertragung quantitativ</b>		
C-1 6 DS	<b>Energie und Temperatur</b> Innere Energie und Temperatur Temperaturskalen (Celsius und Kelvin) spezifische Wärmekapazität Berechnungen zur spezifischen Wärmekapazität Phasenübergänge und dabei umgewandelte Energie Spezifische Schmelz- und Verdampfungswärme  <i>Bezug zur Chemie</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden Temperatur und innere Energie eines Körpers               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ zeigen die besondere Bedeutung der spezifischen Wärmekapazität des Wassers an geeigneten Beispielen aus Natur und Technik auf.</li> </ul> </li> <li>• beschreiben einen Phasenübergang energetisch und deuten ein dazugehöriges Energie-Temperatur-Diagramm.               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ formulieren an einem Alltagsbeispiel die zugehörige Energiebilanz.</li> </ul> </li> </ul>
C-2 2 DS	<b>Konvektion, Wärmeleitung und Strahlung</b> Konvektion, selbsttätig und erzwungen, Golfstrom Wärmeleitung, gute und schlechte Wärmeleiter, Wärmeleitung im Teilchenmodell Wärmestrahlung, sichtbar und unsichtbar, elektromagnetische Strahlung (IR, UV) Energieentwertung (z. B. Abkühlen von Tee), Problem der Reibung Körpertemperatur, Schwitzen und Frieren, Fließgleichgewichte  <i>Energiesparmaßnahmen; Wärmedämmung</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen die auf thermische Weise übertragene Energie quantitativ.</li> <li>• geben Beispiele dafür an, dass Energie, die infolge von Temperaturunterschieden übertragen wird, nur vom Gegenstand höherer Temperatur zum Gegenstand niedrigerer Temperatur fließt.</li> <li>• erläutern, dass Vorgänge in der Regel nicht umkehrbar sind, weil ein Energiestrom in die Umgebung austritt.</li> <li>• verwenden in diesem Zusammenhang den Begriff Energieentwertung.</li> <li>• unterscheiden mechanische Energieübertragung (Arbeit) von thermischer (Wärme) an ausgewählten Beispielen.               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ nutzen ihre physikalischen Kenntnisse zur Bewertung ausgewählter Aspekte der Energieversorgung.</li> <li>◦ unterscheiden zwischen Modellvorstellung und Realität.</li> </ul> </li> </ul>
C-3 3 DS	<b>Höhen- und Bewegungsenergie</b> Höhenenergie Bewegungsenergie Messdaten grafisch auswerten (Diagramme) Messdaten mit dem GTR durch lineare oder quadratische Regression auswerten Berechnung potentieller und kinetischer Energie sowie mechanischer Leistung  <i>Bezug zur Mathematik</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen die auf mechanische Weise übertragene Energie quantitativ.               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ berechnen die Änderung von Höhenenergie in Anwendungsaufgaben.</li> </ul> </li> <li>• fertigen nichtlineare Grafen an, nutzen die eingeführte Rechnertechnologie zur Ermittlung funktionaler Zusammenhänge.</li> <li>• ermitteln funktionale Zusammenhänge aus Messdaten.</li> <li>• benutzen die Energiestromstärke/Leistung <math>P</math> als Maß dafür, wie schnell Energie übertragen wird und verwenden in diesem Zusammenhang Größen und Einheiten korrekt.               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ nutzen die Gleichung für die kinetische Energie zur Lösung einfacher Aufgaben.</li> </ul> </li> </ul>
C-4 1 DS	<b>Mechanische Energieformen</b> Höhenenergie, Bewegungsenergie und Spannenergie berechnen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen die Gleichung für die kinetische Energie zur Lösung einfacher Aufgaben</li> </ul>
C-5 2 DS	<b>Der Energieerhaltungssatz</b> Energieerhaltung; Energieerhaltungssatz; abgeschlossenes System; Energiebilanz Berechnungen mit mechanischen Energieformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• formulieren den Energieerhaltungssatz und nutzen ihn zur Lösung einfacher Aufgaben und Probleme.               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ planen einfache Experimente zur Überprüfung des Energieerhaltungssatzes, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse.</li> <li>◦ nutzen ihr Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr.</li> </ul> </li> </ul>

Nr. Dauer	Inhaltliche Konkretisierung	Fachwissen / Erkenntnisgewinnung / Kommunikation / Bewertung Die Schülerinnen und Schüler ...
<i>Fortsetzung Thema C Energieübertragung quantitativ</i>		
<b>C-6</b> 1,5 DS	<b>Elektromotor und Generator</b> Elektrische Energieübertragung: Elektromotor und Generator als Energiewandler Elektrische Leistung <i>Aufbau und Funktionsprinzip; Totpunkt; Induktion; Lorentzkraft</i> Aspekte von Wechselspannung und Wechselstrom	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Motor und Generator sowie Transformator als Black Boxes anhand ihrer Energie wandelnden bzw. übertragenden Funktion.</li> <li>• bestimmen die in elektrischen Systemen umgesetzte Energie und verwenden in diesem Zusammenhang die Einheiten 1 J und 1 kWh.</li> <li>• benutzen die Energiestromstärke/Leistung <math>P</math> als Maß dafür, wie schnell Energie übertragen wird.</li> </ul>
<b>C-7</b> 2 DS	<b>Der Transformator</b> Elektrische Energieübertragung: Der Transformator als Spannungswandler Aufbau und Funktionsprinzip; Primär- und Sekundärspule; Berechnungen; Anwendungen des Transformators. Unterschiede von Gleich- und Wechselspannung im Alltag	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen die in elektrischen Systemen umgesetzte Energie und verwenden in diesem Zusammenhang die Einheiten 1 J und 1 kWh.</li> <li>• benutzen die Energiestromstärke/Leistung <math>P</math> als Maß dafür, wie schnell Energie übertragen wird.</li> <li>• nennen alltagsbedeutsame Unterschiede von Gleich- und Wechselstrom.</li> </ul>
<b>C-8</b> 0,5 DS	<b>Transport elektrischer Energie</b> Elektrische Energieübertragung: Transport elektrischer Energie durch Hochspannung <i>Bezug zur Ökonomie</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen ihre physikalischen Kenntnisse zur Bewertung ausgewählter Aspekte der Energieversorgung. <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ erläutern die Bedeutung von Hochspannung für die Energieübertragung im Verteilungsnetz der Elektrizitätswirtschaft.</li> </ul> </li> </ul>
<b>C-9</b> 1 DS	<b>Kernenergie, Massendefekt, Kernfusion</b> (optional)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen ihre Kenntnisse über den Massendefekt zur Berechnung der bei Kernspaltungen und Kernfusionen freigesetzten Energie.</li> </ul>
<b>C-10</b> 1 DS	<b>Der Energieerhaltungssatz</b> Berechnungen mit allen Energieformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• formulieren den Energieerhaltungssatz und nutzen ihn zur Lösung einfacher Aufgaben und Probleme.</li> </ul>

Nr. Dauer	Inhaltliche Konkretisierung	Fachwissen / Erkenntnisgewinnung / Kommunikation / Bewertung Die Schülerinnen und Schüler ...
<b>0</b> 0,25 DS	Sicherheitsunterweisung 2. Halbjahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>kennen die Verhaltensregeln im naturwissenschaftlichen Unterricht.</li> </ul>
<b>Klasse 10 Thema D: Energieübertragung in Kreisprozessen</b>		
<b>D-1</b> 3,75 DS	<b>Teilchenmodell und Druck</b> Feste, flüssige und gasförmige Stoffe im Teilchenmodell; brownische Molekularbewegung; Diffusion <b>Druck:</b> Formelzeichen $p$ und Einheiten 1 Pa, 1 hPa, 1 bar; umrechnen; Manometer <b>Druck in Gasen;</b> Überdruck, Unterdruck, Vakuum, Luftdruck, Druck von Gasen im Teilchenmodell <i>Druck in Flüssigkeiten: Schweredruck, verbundene Gefäße, Hydraulik (optional)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben den Gasdruck als Zustandsgröße modellhaft. <ul style="list-style-type: none"> <li>verwenden in diesem Zusammenhang das Teilchenmodell zur Lösung von Aufgaben und Problemen.</li> </ul> </li> <li>verwenden für den Druck das Größensymbol <math>p</math> und die Einheit 1 Pa und geben typische Größenordnungen an.</li> </ul>
<b>D-2</b> 2 DS	<b>Eine Gleichung für den Druck</b> Gleichung: Druck als Kraft pro Fläche Gasdruck Wasserdruck Tauchen: Schweredruck und Auftrieb Luftdruck als Schweredruck	<ul style="list-style-type: none"> <li>geben die Definitionsgleichung des Drucks an.</li> <li>verwenden für den Druck das Größensymbol <math>p</math> und die Einheit 1 Pa und geben typische Größenordnungen an. <ul style="list-style-type: none"> <li>tauschen sich über Alltagserfahrungen im Zusammenhang mit Druck unter angemessener Verwendung der Fachsprache aus.</li> </ul> </li> </ul>
<b>D-3</b> 1 DS	<b>Die absolute Temperatur</b> Gesetz von AMONTONS: absolute Temperatur, absoluter Nullpunkt im Teilchenmodell; Kelvin-Skala	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben das Verhalten idealer Gase mit den Gesetzen von BOYLE-MARIOTTE und GAY-LUSSAC.</li> <li>erläutern auf dieser Grundlage die Zweckmäßigkeit der Kelvin-Skala.</li> </ul>
<b>D-4</b> 2 DS	<b>Das allgemeine Gasgesetz</b> Gesetze von BOYLE-MARIOTTE, und GAY-LUSSAC: Ideales Gas definieren Allgemeines Gasgesetz: $p \cdot V \sim T$ Ideales Gasgesetz $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ <i>Bezug zur Chemie</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>werten gewonnene Daten durch geeignete Mathematisierung aus und beurteilen die Gültigkeit dieser Gesetze und ihrer Verallgemeinerung.</li> <li>dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit und diskutieren sie unter physikalischen Gesichtspunkten.</li> <li>interpretieren einfache Arbeitsdiagramme und deuten eingeschlossene Flächen energetisch.</li> </ul>
<b>D-5</b> 1 DS	<b>Energie und Druck</b> Energie in komprimierten Gasen $\Delta E = p \cdot \Delta V$ durch die Fläche unter dem Graphen des $V$ - $p$ -Diagramms bestimmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Funktionsweise eines Stirlingmotors.</li> <li>beschreiben den idealen stirlingschen Kreisprozess im <math>V</math>-<math>p</math>-Diagramm. <ul style="list-style-type: none"> <li>interpretieren einfache Arbeitsdiagramme und deuten eingeschlossene Flächen energetisch.</li> </ul> </li> <li>argumentieren mithilfe vorgegebener Darstellungen.</li> </ul>
<b>D-6</b> 1 DS	<b>Der Sterling Motor</b> Aufbau und Funktionsweise; $V$ - $p$ -Diagramme der vier Arbeitsphasen und energetische Betrachtung mithilfe der Flächen unter den Graphen; abgegeben mechanische Energie = Hubarbeit	
<b>D-7</b> 1 DS	<b>Der thermodynamische Wirkungsgrad</b> Wirkungsgrad einer Maschine; idealer und realer Funktionsweise weitere Maschinen und deren Wirkungsgrade „Perpetuum mobile“ <i>Bezug zur Geschichte der Wissenschaften</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Existenz und die Größenordnung eines maximal möglichen Wirkungsgrades auf der Grundlage der Kenntnisse über den stirlingschen Kreisprozess.</li> <li>geben die Gleichung für den maximal möglichen Wirkungsgrad einer thermodynamischen Maschine an. <ul style="list-style-type: none"> <li>nutzen und verallgemeinern diese Kenntnisse zur Erläuterung der Energieentwertung und der Unmöglichkeit eines „Perpetuum mobile“.</li> </ul> </li> </ul>
<b>D-8</b> 1 DS	<b>Energie und irreversible Vorgänge</b> Energieentwertung; irreversibler Prozess Thermoelement: Funktionsweise	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern, dass Vorgänge in der Regel nicht umkehrbar sind, weil ein Energiestrom in die Umgebung auftritt.</li> <li>verwenden in diesem Zusammenhang den Begriff Energieentwertung.</li> </ul>
<b>D-9</b> 1 DS	<b>Energieversorgung heute und morgen</b> Funktionsweise und Wirkungsgrade unterschiedlicher Kraftwerkstypen Windkraftanlagen, Kraft-Wärme-Kopplung, Blockheizkraftwerk, Niedrigenergiehaus <i>Bezug zur Ökonomie und Ökologie</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>schätzen den häuslichen Energiebedarf und dessen Verteilung realistisch ein. <ul style="list-style-type: none"> <li>nehmen wertend Stellung zu Möglichkeiten nachhaltiger Energienutzung am Beispiel der „Kraft-Wärme-Kopplung“ und begründen ihre Wertung auch quantitativ.</li> <li>zeigen dabei die Grenzen physikalisch begründeter Entscheidungen auf</li> </ul> </li> </ul>