



Bildungspläne zur Erprobung

**für die Bildungsgänge,
die zu einem Berufsabschluss nach Landesrecht
und zur Allgemeinen Hochschulreife
oder
zu beruflichen Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten
und zur Allgemeinen Hochschulreife führen**

Teil III: Fachlehrplan

Physik Fachbereich Technik Grundkurs



Herausgegeben vom Ministerium für Schule und Bildung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf
45419/2019



Auszug aus dem Amtsblatt
des Ministeriums für Schule und Bildung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Nr. 02/19

Berufskolleg; Berufliches Gymnasium

RdErl. d. Ministeriums für Schule und Bildung v. 22.01.2019 – 312-6.08.01.02-17354/19

<p>1. Schulversuch: Überführung des Bildungsgangs „Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften“ in das Regelsystem („Allgemeine Hochschulreife (Ingenieurwissenschaften)“ APO-BK Anlage D 15a); Inkraftsetzung der curricularen Skizzen als Teil III der Bildungspläne zur Erprobung für den Fachbereich Technik: – Teil III: Fachlehrplan Ingenieurwissenschaften – Teil III: Fachlehrplan Physik – Teil III: Fachlehrplan Technische Informatik Erweiterung der Gültigkeitsbereiche der entsprechenden Bildungspläne zur Erprobung des Fachbereichs Technik</p> <p>2. Weiterentwicklung der Berufsabschlussprüfung für den Bildungsgang Erzieherin/AHR beziehungsweise Erzieher/AHR (APO-BK, Anlage D 3); Inkraftsetzung des Bildungsplans zur Erprobung für den Fachbereich Gesundheit und Soziales: – Teil III: Fachlehrplan Sozialpädagogik</p>
--

Bezug:

Fünfte Verordnung zur Änderung der Ausbildungs- und Prüfungsordnung Berufskolleg vom 27.11.2018 (ABl. NRW. 01/19 – BASS 13-33 Nr. 1.1)

Mit der fünften Verordnung zur Änderung der Ausbildungs- und Prüfungsordnung Berufskolleg vom 27.11.2018 ist der Schulversuchsbildungsgang „Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften“ als Bildungsgang Allgemeine Hochschulreife (Ingenieurwissenschaften) nach Anlage D 15a des Beruflichen Gymnasiums für Technik in das Regelsystem überführt worden und die Weiterentwicklung der Berufsabschlussprüfung für den Bildungsgang Erzieherin/AHR beziehungsweise Erzieher/AHR (APO-BK, Anlage D 3) in Kraft getreten:

- Die im Rahmen des Schulversuchs (§ 25 SchulG (BASS 1-1)) entwickelten curricularen Skizzen für das Profil bildende Leistungskursfach Ingenieurwissenschaften und die Grundkursfächer Technische Informatik und Physik werden hiermit für den Bildungsgang nach APO-BK Anlage D 15a gemäß § 29 Absatz 1 SchulG mit Wirkung zum 01.08.2019, aufsteigend mit der Jahrgangsstufe 11, zur Erprobung in Kraft gesetzt:

Fachbereich/Fach Bildungsgänge des Beruflichen Gymnasiums nach § 2 Absatz 1 APO-BK Anlage D (D1 bis D28) Fachbereich Technik	Heft Nr.	Bezeichnung
Ingenieurwissenschaften (als Profil bildendes Leistungskursfach)	45418	Bildungspläne zur Erprobung
Physik (als Grundkursfach)	45419	Bildungspläne zur Erprobung
Technische Informatik (als Grundkursfach)	45420	Bildungspläne zur Erprobung

Tabelle 1: Neue Bildungspläne zur Erprobung (APO-BK Anlage D 15a)

Des Weiteren wird auf die Handreichung für das als Profil bildendes Leistungskursfach Ingenieurwissenschaften verwiesen.

Der fachbereichsbezogene Bildungsplan Teil II (Didaktische Organisation der Bildungsgänge im Fachbereich „Technik“) zur Erprobung ist in seinem Gültigkeitsbereich um den neuen Regelbildungsgang zu erweitern: Im Gliederungspunkt 1 (Gültigkeitsbereich) ist auf der Seite 7 nach der Zeile Allgemeine Hochschulreife (Elektrotechnik) die Zeile „Allgemeine Hochschulreife (Ingenieurwissenschaften),“ einzufügen:

BASS 15-38	Fachbereich	Heft Nr.	Bezeichnung	Datum des Einführungserlasses (Fundstelle)
Nr. 401	§ 1 Teil II: Didaktische Organisation der Bildungsgänge im Fachbereich „Technik“	45401	Bildungspläne zur Erprobung	30.06.2006 (ABl. NRW. S. 267)

Tabelle 2: Änderung des Heftes 45401 in Teil II (APO-BK Anlage D 15a)

Außerdem werden die entsprechenden Bildungspläne Teil III (Fachlehrpläne) zur Erprobung des Fachbereichs Technik jeweils in ihrem Gültigkeitsbereich um den Bildungsgang nach Anlage D 15a erweitert. In den nachstehenden Bildungsplänen zur Erprobung wird im Gliederungspunkt 1 (Gültigkeitsbereich) jeweils



in der Tabelle nach der Zeile „Allgemeine Hochschulreife (Elektrotechnik) APO-BK Anlage D 15“ die Zeile „Allgemeine Hochschulreife (Ingenieurwissenschaften) APO-BK Anlage D 15a“ eingefügt:

BASS 15-38	Fachbereich	Heft Nr.	Bezeichnung	Datum des Einführungserlasses (Fundstelle)
Nr. 411	Mathematik (als weiteres Leistungskursfach)	45411	Bildungspläne zur Erprobung	18.06.2007 (ABl. NRW. S. 412)
Nr. 413	Deutsch (als Grundkursfach)	45413	Bildungspläne zur Erprobung	15.06.2008 (ABl. NRW. S. 352)
Nr. 414	Englisch (als Grundkursfach)	45414	Bildungspläne zur Erprobung	15.06.2008 (ABl. NRW. S. 352)
Nr. 416	Wirtschaftslehre	45416	Bildungspläne zur Erprobung	12.08.2010 (ABl. NRW. S. 470)
Nr. 417	Gesellschaftslehre mit Geschichte (als Grundkursfach)	45417	Bildungspläne zur Erprobung	05.07.2012 (ABl. NRW. S. 432)

Tabelle 3: Änderung der Hefte in Teil III (APO-BK Anlage D 15a)

Der nachstehende Bildungsplan Teil I (Pädagogische Leitideen) zur Erprobung und der Bildungsplan Teil III (Fachlehrplan) für das Grundkursfach Sport zur Erprobung müssen nicht explizit bezüglich des Gültigkeitsbereiches um den Bildungsgang Anlage D 15a erweitert werden, da in diesen beiden Bildungsplänen keine abschließende Benennung der Gültigkeitsbereiche für die Bildungsgänge vorgenommen wurde:

BASS 15-38	Fachbereich	Heft Nr.	Bezeichnung	Datum des Einführungserlasses (Fundstelle)
Nr. 1	Pädagogische Leitideen	45001	Bildungspläne zur Erprobung	30.06.2006 (ABl. NRW. S. 267); Änderung v. 14.07.2014 (ABl. NRW. S. 492)
Nr. 5	Sport	45005	Bildungspläne zur Erprobung	30.06.2006 (ABl. NRW. S. 267); Änderung v. 14.07.2014 (ABl. NRW. S. 492)

Tabelle 4: Gültigkeit der Hefte für den Bildungsgang APO-BK Anlage D 15a

- Unter der verantwortlichen Leitung der Bezirksregierung Münster und unter Mitwirkung erfahrener Lehrkräfte wurde für den Bildungsgang Erzieherin/AHR beziehungsweise Erzieher/AHR (APO-BK Anlage D 3) der Bildungsplan zur Erprobung für das neue Fach Sozialpädagogik erarbeitet, der gemäß § 29 Absatz 1 SchulG zum 01.08.2019, aufsteigend mit der Jahrgangsstufe 11, zur Erprobung in Kraft gesetzt wird:

Fachbereich/Fach Bildungsgänge des Beruflichen Gymnasiums nach § 2 Absatz 1 APO-BK Anlage D (D1 bis D28) Fachbereich Gesundheit und Soziales	Heft Nr.	Bezeichnung
Sozialpädagogik (als Grundkursfach)	45116	Bildungspläne zur Erprobung

Tabelle 5: Neue Bildungspläne zur Erprobung (APO-BK Anlage D 3)

Des Weiteren wird auf die Handreichung für die schulische Begleitung des Berufspraktikums in der Jahrgangsstufe 14 verwiesen.

- Die obigen Bildungspläne zur Erprobung und die Handreichungen werden im Bildungsportal unter <http://www.berufsbildung.nrw.de/cms/bildungsgaenge-bildungsplaene/berufliches-gymnasium-anlage-d/bildungsplaene> zum Download bereitgestellt. Sie sind allen an der didaktischen Jahresplanung für den Bildungsgang Beteiligten zur Verfügung zu stellen und zusätzlich in der Schulbibliothek u. a. für die Mitwirkungsberechtigten zur Einsichtnahme bzw. zur Ausleihe verfügbar zu halten.



Inhalt	Seite
1 Gültigkeitsbereich	6
2 Konzeption des Faches Physik	6
3 Themen und Inhalte der Kurshalbjahre	7
3.1 Leitideen und Lerngebiete des Faches Physik	7
3.2 Kurshalbjahr 11.1	9
3.3 Kurshalbjahr 11.2	13
3.4 Kurshalbjahr 12.1	17
3.5 Kurshalbjahr 12.2.....	22
3.6 Kurshalbjahr 13.1.....	26
3.7 Kurshalbjahr 13.2.....	28
4 Lernerfolgsüberprüfung	30
5 Mündliche Abiturprüfung	31
6 Anlagen	33



1 Gültigkeitsbereich

Die Vorgaben für das Fach Physik gelten für folgenden Bildungsgang:

Allgemeine Hochschulreife (Ingenieurwissenschaften)	APO-BK, Anlage D 15a
---	-------------------------

Dieser Bildungsgang ist im Fachbereich „Technik“ dem fachlichen Schwerpunkt „Ingenieurwissenschaften“ zugeordnet.

2 Konzeption des Faches Physik

Physik als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft stellt die Grundlagen zur Verfügung, auf denen die Fächer des Bildungsgangs aufbauen können. Darüber hinaus bietet das Fach Physik ein überprüfbares und weitreichendes Erklärungssystem für einen Teil der erfahrbaren Welt. Es hat sowohl eine studienpropädeutische als auch eine berufsbildende Funktion.

In Experimenten werden Messungen und Versuchsreihen vorbereitet, Messgeräte und Apparaturen ausgewählt, miteinander kombiniert und unter Einsatz digitaler Verfahren Messergebnisse ausgewertet. Die experimentelle Arbeit erfordert umfangreiche Kenntnisse über Normung sowie über Sicherheits- und Umweltvorschriften und verlangt einen sachgerechten Umgang mit Arbeitsstoffen und Geräten.

Zur wissenschaftspropädeutischen Qualifizierung der Schülerinnen und Schüler schafft das Fach Physik wichtige Eingangsvoraussetzungen, um in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studienfächern erfolgreich studieren zu können. Wissenschaftspropädeutik im Fach Physik dieses Bildungsganges ist eine Einführung in spezifische Methoden, Verfahren und Fachbegriffe, die auch im ingenieurwissenschaftlichen Bereich eingesetzt werden. Auch stellt die Physik „Begriffswerkzeuge“ zur Verfügung, die von der Beschreibung alltäglicher Erscheinungen bis hin zur höchsten Formalisierung und Mathematisierung komplexer Prozesse genutzt werden können. Die Weiterentwicklung physikalischer Begriffe, Methoden und Verfahren ist ein historisch-dynamischer Prozess, der als nicht abgeschlossen betrachtet werden muss.

Die Zusammenarbeit in den Fächern Ingenieurwissenschaften, Technische Informatik und Mathematik erfordert eine sorgfältige Abstimmung der Themen.



3 Themen und Inhalte der Kurshalbjahre

Übersicht über die Kursthemen im Fach „Physik“		
Kurshalb- jahr	Kursthemen	Zeitricht- wert in Std.
<i>Jahrgangsstufe 11 (Einführungsphase)</i>		
11.1	Mechanik I (Kräfte und Bewegungen beschreiben und analysieren, Skalar- und Vektorbegriff)	60
11.2	Mechanische Energie, Elektrostatik, elektrische Energie (Feldbegriff)	60
<i>Jahrgangsstufe 12 (Qualifikationsphase)</i>		
12.1	Mechanik II (Superpositionsprinzip, Wurf, Kreisbewegungen, Drehimpuls, Rotationskräfte, -momente)	60
12.2	mechanische und elektromagnetische Schwingungen, Elektrodynamik (Induktion)	60
<i>Jahrgangsstufe 13 (Qualifikationsphase)</i>		
13.1	Wellen (mechanisch, elektromagnetisch, optisch)	60
13.2	Quantenphysik	30

3.1 Leitideen und Lerngebiete des Faches Physik

Die didaktische Organisation des Faches folgt der in Teil II: Didaktische Organisation der Bildungsgänge im Fachbereich „Technik“ Absatz 3.2 dargestellten Kompetenzentwicklung des Bildungsplans.

Physikalische Methoden, Verfahren und Begriffe lassen sich an Alltagskonzepte anschließen. Phänomene lassen sich alltagssprachlich beschreiben und Problemstellungen lassen sich oft mit intuitiven Konzepten lösen.

Eine Weiterentwicklung der intuitiven Methoden, Verfahren und Begriffe erfordert jedoch die Einübung in eine exakte Fachsprache (sprachliche und ikonische Strukturen) und in den Gebrauch ausgewählter, aber tiefgreifender physikalischer Konzepte. Die Gewöhnung an die Fachsprache und die Einübung von Konzepten



muss für die Schülerinnen und Schüler über die sechs Halbjahre hin sorgfältig geplant und gepflegt werden.

Über die Alltagskonzepte hinaus müssen die Schülerinnen und Schüler lernen, unerwartete Ergebnisse als Grundlage für neue Modelle zu nutzen, auch wenn diese Modelle ihnen recht gewagt erscheinen. Ihre vertrauten Vorstellungen werden schrittweise durch natur- und ingenieurwissenschaftliche Modellvorstellungen ersetzt, die umfassendere Erklärungen ermöglichen.

Die Unterrichtsarbeit hat sich grundsätzlich in der Bearbeitung projektähnlicher Lernaufgaben zu vollziehen. Die im Bildungsgangteam zu definierenden Lernaufgaben sind so zu wählen und zu entwickeln, dass die Vermittlung der obligatorischen Inhalte (Mechanik, mechanische Energie, Elektrostatik, elektrische Energie, Schwingungen, Wellen und Quantenphysik) gesichert sind. Diese obligatorischen Inhalte entsprechen einem Stundenumfang von 75 % des Halbjahresvolumens. Die optionalen 25 % des Stundenvolumens werden über das schulinterne Curriculum definiert. Dabei sollen die Fachinhalte aus den Kurshalbjahren in Form von Fachpraxis, Experimenten, Laborübungen und Exkursionen erlebt und erfahren werden, sodass typisches natur- und ingenieurwissenschaftliches Forschen mit den Arbeitsschritten Hypothesenbildung, Versuchsplanung, Messen und Experimentieren, Datenauswertung und Bewertung geübt wird. Die regionalen Merkmale und die schulische Infrastruktur bilden hierfür den Rahmen.

Diese projektähnlichen Lernaufgaben nehmen an Umfang, Anspruchsniveau und Komplexität im Bildungsgangverlauf zu, bis das Anforderungsniveau entsprechend den einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) der Kultusministerkonferenz (KMK) erreicht ist. Die beispielhaft benannten Lernaufgaben sind nur als Vorschläge zur Konkretisierung der curricularen Skizzen zu verstehen. Diese können je nach Standort, Interessenlage der Schülerinnen und Schüler sowie entsprechend den Möglichkeiten der Schule modifiziert oder eigene Lernaufgaben entwickelt werden. Umsetzungsvorschläge zur Entwicklung von Lernaufgaben sind in der Handreichung „Situierendes Lernen im beruflichen Gymnasium für Ingenieurwissenschaften: eine Handreichung für Curriculumentwicklung und Unterrichtspraxis (Klaus Jenewein, Jürgen Domjahn, Alexander Unger, 2017)“ dargestellt.



3.2 Kurshalbjahr 11.1

Kursthema:		
Technische Systeme unter physikalischen Aspekten beschreiben und analysieren. Beobachten, Erkennen von physikalischen Phänomenen und Aufstellen von Hypothesen und ggf. experimentelles Überprüfen von physikalischen Gesetzen.		
Lernaufgaben: Einrichten einer Baustelle		
Die Mechanik wird umfassend am Beispiel des Abrisses einer Lagerhalle erarbeitet. Dieses Szenario beinhaltet die Aspekte Kraft und Bewegung beim Transport von Materialien.		
Themen	Hinweise	
	(Berufs- und Bildungsgangbezüge, Anwendungsmodelle, Projekte, Hilfsmittel etc.)	
Inhalt: Mechanik I	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten <i>(Zieldefinition: Aufstellen von Hypothesen</i> <i>Arbeitsplanung: Planung der Arbeitsschritte eines Schülerversuches</i> <i>Modellbildung: Aufstellung einer Gleichung für den elastischen Bereich einer Hookeschen Feder</i> <i>Werkstoffeigenschaften: E-Modul</i> <i>Folgeabschätzung: Betrachtung des plastischen Bereichs)</i> 	<p>Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten das Hookesche Gesetz in dem sie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Problemstellungen erkennen, Hypothesen aufstellen, einfache Versuche planen und durchführen, Ergebnisse dokumentieren, wissenschaftliche Bezüge herstellen, Gesetzmäßigkeiten ableiten. 	<p>Beladen eines LKW Die Gesetzmäßigkeiten von Federn können im Zusammenhang mit einer LKW-Waage erarbeitet werden. In Schülerversuchen kann der Zusammenhang zwischen Kraft und Auslenkung beobachtet werden. Die Ergebnisse des Schülerversuchs können in Tabellen und Diagrammen dokumentiert werden. Daraus wird das Hookesche Gesetz hergeleitet. Das Erkennen des Belastungsverhaltens durch Hinzufügen oder Wegnehmen (Reihen- und Parallelschaltung) von weiteren Federn. Das plastische Verhalten von Materialien kann anhand eines Gummibands veranschaulicht werden.</p>



Inhalt: Mechanik I	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<ul style="list-style-type: none"> - Kraftbegriff - Kräfteparallelogramm - Kräftegleichgewicht <i>(Modellbildung: Zeichnerische und rechnerische Bestimmung von Kräftegleichgewichten)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Schülerinnen und Schüler kennen den Vektorbegriff der Kraft. - Die Schülerinnen und Schüler bestimmen graphisch und analytisch die Größe, Richtung und den Angriffspunkt von Kräften. 	<p>Transport schwerer Güter mittels einfacher Maschinen</p> <p>Folgende Beispiele der Kräfteaufteilung auf der Baustelle können durch Experimente bestimmt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beförderung von Gütern mit einer Laufkatze an einer Seilbahn (Abhängigkeit des Winkels) • Aufhängung einer Beleuchtung. <p>Die gewonnenen Erkenntnisse aus den Schülerversuchen werden durch bekannte mathematische Gesetzmäßigkeiten (Satz des Pythagoras und Winkelfunktionen) untermauert und führen so zu einem selbstständigen Schülerhandeln. Die zeichnerische Bestimmung der Kräftekomponenten führt zum Vektorbegriff.</p>



Inhalt: Mechanik I	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<p>- Newtonsche Axiome <i>(Modellbildung: Vergleich unterschiedlicher Reibungsmodelle)</i> <i>Arbeitsplanung: Selbstständiges Aufstellen von Diagrammen</i> <i>Werkstoffeigenschaften: Reibungskoeffizienten von unterschiedlichen Stoffpaaren</i> <i>Dimensionierung: Kraftaufteilung bei Flaschenzugkonstruktionen</i> <i>Fertigungsprozesse: Bedeutung der Reibung)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Die Schülerinnen und Schüler führen Experimente zur schiefen Ebene (mit und ohne Reibung) durch. - Die Schülerinnen und Schüler erklären mithilfe ihres Vorwissens zur vektoriellen Kraftgröße die Kräftezerlegung an der schiefen Ebene oder an anderen technischen Aspekten. - Die Schülerinnen und Schüler bestimmen die Kräfte, die bei Hebeln und Flaschenzügen auftreten. 	<p>Experimentell werden die Kräftegleichgewichtsbedingungen für die lose und feste Rolle des Flaschenzuges eines Baukrans aufgestellt. Die Anwendung der Hebelgesetze kann auf der Baustelle (Schubkarre, Zange, Hammer, o.ä.) als Verringerung des Kraftaufwands genutzt werden. Die schiefe Ebene kann mit Hilfe des Transports von Baumaterial mit einem Schräglastaufzug behandelt werden, dabei soll die Reibung nicht vernachlässigt werden. Die Newtonschen Gesetze können durch Gedankenexperimente eingeführt werden.</p>



Inhalt: Mechanik I	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<p>- Gleichförmige und beschleunigte Bewegungen <i>(Wirtschaftlichkeit: Kraftstoffverbrauch und Verschleiß Arbeitsplanung, Modellbildung, Kommunikation: Selbstständiges Auswerten von Diagrammen)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Die Schülerinnen und Schüler analysieren und erstellen Bewegungsdiagramme. - Die Schülerinnen und Schüler leiten die Bewegungsgesetze mit Hilfe von Diagrammen her. - Die Schülerinnen und Schüler berechnen mithilfe unterschiedlicher Bezugssysteme zurückgelegte Strecken zum Beispiel beim Überholen. 	<p>Das Erkennen von gleichförmigen und beschleunigten Bewegungen in einem t-v-Diagramm eines Fahrtenschreibers, sowie die Bestimmung der Strecke über die Abschätzung des Flächeninhalts unter dem Graphen führt zur sicheren Anwendung der physikalischen Gesetze. Der freie Fall kann am Beispiel der Entsorgung von Altlasten mit einer Schuttrutsche erklärt werden.</p>



3.3 Kurshalbjahr 11.2

Kursthema:		
Technische Systeme unter physikalischen Aspekten beschreiben und analysieren. Beobachten, Erkennen von physikalischen Phänomenen und Aufstellen von Hypothesen und ggf. experimentelles Überprüfen von physikalischen Gesetzen.		
Lernaufgaben können aus folgenden Kontext verwandt werden: Verkehr		
Anhand von industriellen Transportaufgaben wird die Energieerhaltung verdeutlicht.		
Themen	Hinweise (Berufs- und Bildungsgangbezüge, Anwendungsmodelle, Projekte, Hilfsmittel etc.)	
Inhalt: Mechanische Energie	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<ul style="list-style-type: none"> - Definition der mechanischen Energie, Arbeit und Leistung: - Lageenergie - Spannenergie - Bewegungsenergie - Reibungs- / Wärme- / Verformungsenergie (=> entwertete Energie) - Arbeit - Energieumwandlung 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden zwischen Zustandsgröße (Energie) und Prozessgröße (Arbeit). - Die Schülerinnen und Schüler leiten die Energieformeln über das Flächenintegral her. - Die Schülerinnen und Schüler kennen den Begriff „Entwertete Energie“ (Reibungs- und Wärmeenergie). 	<p>Die Unterscheidung der beiden physikalischen Größen Energie und Arbeit kann mit Hilfe eines Ablaufberges erklärt werden.</p> <p>Ein Beispiel für die Spannenergie ist der Stoßdämpfer eines Eisenbahnwaggon.</p> <p>Energie- und Impulserhaltungssatz kann am Ablaufberg erschlossen werden.</p> <p>Die Einführung der Leistung ergibt sich durch den unterschiedlichen zeitlichen Aufwand beim Abrollen bzw. Hochschieben der Waggon.</p>



Inhalt: Mechanische Energie	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<ul style="list-style-type: none"> - Impuls mit Erhaltungssatz - Wirkungsgrad und Leistung <p><i>(<u>Modellbildung</u>: Gedankenexperiment zur Energieumwandlung, <u>Kommunikation</u>: Korrektes Anwenden der Fachsprache, <u>Folgenabschätzung</u>: Energie im geschlossenen System, <u>Arbeitsplanung</u>: deduktives Ableiten der Größe Energie)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Die Schülerinnen und Schüler wenden den Energie- und Impulserhaltungssatz an. 	<p>Der Wirkungsgrad berechnet sich durch den Quotienten aus Nutzleistung und Eingangsleistung. Die Nutzleistung vermindert sich gegenüber der Eingangsleistung durch die Entstehung von Wärmeenergie beim Reibungsvorgang.</p>



Kursthema:		
Technische Systeme unter physikalischen Aspekten beschreiben und analysieren. Beobachten, Erkennen von physikalischen Phänomenen und Aufstellen von Hypothesen und ggf. experimentelles Überprüfen von physikalischen Gesetzen.		
Lernaufgaben: Lackiererei und Umwelt		
Elektrostatische Phänomene sind sowohl in industriellen Produktionsprozessen als auch bei umwelttechnischen Aspekten beobachtbar.		
Themen	Hinweise (Berufs- und Bildungsgangbezüge, Anwendungsmodelle, Projekte, Hilfsmittel etc.)	
Inhalte: Elektrostatik, elektrische Energie	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
Elektrostatik: - Ladung und Elektrisches Feld - Coulombsches Gesetz - Spannung und Potenzial	- Die Schülerinnen und Schüler beobachten und deuten elektrostatische Versuche oder Ereignisse. - Die Schülerinnen und Schüler beschreiben homogene und nicht homogene elektrischer Felder mit Hilfe der elektrischen Feldstärke. - Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden zwischen elektrischer Kraft und elektrischer Feldstärke.	Die Elektrostatik kann anhand einer Lackieranlage erklärt werden. Der Weg zwischen Lackierdüse und des zu lackierenden Objekts kann mithilfe des Feldlinienbegriffes des E-Felds erklärt werden. Die Geschwindigkeit des geladenen Lacktröpfchens ist von der Feldstärke abhängig. Die Lackieranlage kann analog zum historischen Millikan-Versuch gesehen und als deren praktische Anwendung genutzt werden. Im Internet gibt es zum Millikan-Versuch



Inhalte: Elektrostatik, elektrische Energie	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<p><i>(Wirtschaftlichkeit: sparsamer, gleichmäßiger Auftrag der Lackschicht wird durch die Elektrostatik gewährleistet, Kommunikation: Vergleich von industriell genutzten elektrostatischen Anlagen (Rauchgasreinigung), Sicherheit und Gesundheitsschutz: Anwendung der Elektrostatik in der Abgasreinigung)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Um den Unterschied der Ladungsverteilung in Isolatoren und Leitern zu erklären verwenden die Schülerinnen und Schüler die Begriffe Influenz und Polarisierung. - Die Schülerinnen und Schüler wenden Gesetze zur Lösung von Aufgaben und Problemen in verschiedenen Kontexten an. - Die Schülerinnen und Schüler messen die elektrische Elementarladung (Millikanversuch) z.B. selbstständiges Lernen mit Hilfe einer PC-Simulation. 	<p>Simulationen, die die Lernenden in ein virtuelles Labor versetzen, bspw. unter http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/ladungenfelder-oberstufe/versuche .</p> <p>Alle Begriffe der Elektrostatik können auch durch andere Beispiele erklärt werden. Weitere Anwendungsfelder der Elektrostatik wären beispielsweise der Laserdruck, das Gewitter mit einer Blitzschutzanlage und die Rauchabgasanlage.</p>



3.4 Kurshalbjahr 12.1

Kursthema:		
Technische Systeme unter physikalischen Aspekten beschreiben und analysieren. Beobachten, Erkennen von physikalischen Phänomenen und Aufstellen von Hypothesen und ggf. experimentelles Überprüfen von physikalischen Gesetzen.		
Lernaufgaben:		
Überlagerung von Bewegungen am Beispiel des Transports und der Verladung von Schüttgut.		
Themen	Hinweise (Berufs- und Bildungsgangbezüge, Anwendungsmodelle, Projekte, Hilfsmittel etc.)	
Inhalte: Mechanik II	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<p>Würfe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Horizontaler Würfe - Schiefer Wurf <p><i>(Modellbildung und Dimensionierung: Erkennen von überlagerten Bewegungen, Idealisierung der Vernachlässigbarkeit des Luftwiderstandes)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die unabhängigen Bewegungen des horizontalen und schiefen Wurfs. - Die Schülerinnen und Schüler leiten die Bewegungsgleichungen her. - Die Schülerinnen und Schüler weisen die Bewegungsgleichungen experimentell nach. 	<p>Das Superpositionsprinzip kann mithilfe eines Portalkrans erklärt werden.</p> <p>Die Flugbahnen des horizontalen sowie des schiefen Wurfs kann anhand eines Förderbands von Schüttgut erarbeiten werden.</p>



Inhalte: Mechanik II	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
	<ul style="list-style-type: none">- Die Schülerinnen und Schüler wenden die Gesetze zur Bewegungsgleichung an.- Die Schülerinnen und Schüler leiten die Formel zur Berechnung der Grenzggeschwindigkeit unter Berücksichtigung der Luftwiderstandskraft her und wenden ihr Wissen auf konkrete Anwendungen an.	Die Berechnungen zu den Wurfbahnen können iterativ mit einer Tabellenkalkulation erarbeitet werden.



Kursthema:		
Anwenden von Gesetzmäßigkeiten um Anlagen zu Energieerzeugung und –transport analysieren und vergleichen zu können		
Lernaufgaben: Windkraftanlage		
Analyse und Dimensionierung einer Windkraftanlage		
Themen	Hinweise (Berufs- und Bildungsgangbezüge, Anwendungsmodelle, Projekte, Hilfsmittel etc.)	
Inhalte: Mechanik II	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<p>Kreisbewegungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Umlaufdauer - Frequenz - Bahngeschwindigkeit - Winkelgeschwindigkeit <p>Zentrifugalkraft (Scheinkraft)</p> <p>Zentripetalkraft</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Die Schülerinnen und Schüler leiten Begriffe aus der Kreisbewegung (Umlaufdauer, Frequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit) beispielsweise an einer Windkraftanlage her. - Die Schülerinnen und Schüler erkennen durch Betrachtung die vorhandenen Kräfte im beschleunigten Bezugssystem. - Die Schülerinnen und Schüler ermitteln die Scheinkraft (Zentrifugalkraft). 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Grundbegriffe der Kreisbewegung können durch die Bewegung der Rotorblätter einer konkreten Windkraftanlage (Auftriebsläufer) erlernt werden. - Untersuchung der Geräuscentwicklung an der Rotorblattspitze durch Bestimmung der Bahngeschwindigkeit. - Untersuchung der Anlage hinsichtlich der Zugkräfte eines Rotorblatts auf die Nabe (Zentrifugalkraft, Zentripetalkraft).



Inhalte: Mechanik II	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<p>Winkelbeschleunigung Wirkungsgrad und Leistung</p> <p>Trägheitsmoment Drehmoment Drehimpuls</p> <p><i>(Zieldefinition: Das Verstehen des Zusammenwirkens physikalischer Größen innerhalb einer Windkraftanlage Dimensionierung, Wirtschaftlichkeit und Qualitätsentwicklung: Analyse der Rotorblattanzahl, Rotorblattform, Standort</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Die Schülerinnen und Schüler wenden ihr Wissen über die Kreisbewegung in anderen technischen Zusammenhängen an. - Die Schülerinnen und Schüler vergleichen und bewerten unterschiedliche Realisierungen von Windkraftanlagen. - Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Bedeutung des Dreh- und Trägheitsmoments bei Rotationsbewegungen. - Die Schülerinnen und Schüler berechnen Drehmomente, Trägheitsmomente und Drehimpulse bei Windkraftanlagen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse des Trägheitsmoments der Anlage hinsichtlich Bauart, Form und Anzahl der Rotorblätter. - Die Drehimpulsänderung kann beim Drehen des Rotors bzw. bei einer Nachführung zur Windrichtung beobachtet werden. Vertiefend kann die Schnelllaufzahl als physikalische Größe eingeführt werden. Ebenso kann der Leistungsbeiwert c_p als von der Windgeschwindigkeit abhängige Größe analysiert werden (Gesetz von Betz). Eine Optimierung der Rotorblattzahl kann aus wirtschaftlicher Sicht und aus Sicht des Leistungsbeiwertes diskutiert werden (vgl. Anlage 3).



Inhalte: Mechanik II	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<p>Diskussion zu Energiespeicherung, Energietransport und -umwandlung <i>(Kommunikation und Gesundheits- und Folgeabschätzung, Wirtschaftlichkeit: Standortdiskussion von Windkraftanlagen (Aktuelle Tagespolitik) unter Berücksichtigung von Energiespeicherung und -transport, Lärmbelästigung (Infra-Schall), Schattenwurf, Umweltschutz, Instandhaltung, Beachten der Fachsprache</i></p> <p><u>Arbeitsplanung: selbstständiges Erschließen und Erarbeiten eines aktuellen Themas</u></p>	<p>- Die Schülerinnen und Schüler diskutieren über die Nutzung regenerativer Energie auch unter den Aspekten der (mechanischen) Energiespeicherung (Schwungrad), des Wirkungsgrades und des Energietransports.</p>	<p>Vertiefung und Ergänzung zu folgenden Themen möglich (Referate, Steckbriefe, o.ä.):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energiespeicherung <ul style="list-style-type: none"> o Pumpspeicherkraftwerk o Elektrolyse (Wasserstoff) - Energietransport <ul style="list-style-type: none"> o Transformator o HGÜ - Energieumwandlung, z.B. <ul style="list-style-type: none"> o Generator o Solarzelle o Brennstoffzelle o Wärmepumpe (Geothermie)



3.5 Kurshalbjahr 12.2

Kursthema:		
Anwenden der Gesetzmäßigkeiten von Schwingungen zur Handhabung schwingender Systeme		
Lernaufgaben: Schwingungsdämpfer im Bauwesen		
Erdbebensicheres Bauen am Beispiel des Wolkenkratzers Taipei 101 oder Schwingungsdämpfer an der Millennium-Brücke in London, Tacoma-Bridge oder Niederrhein-Brücke in Wesel		
Themen	Hinweise	
	(Berufs- und Bildungsgangbezüge, Anwendungsmodelle, Projekte, Hilfsmittel etc.)	
Inhalte: Schwingungen	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
Schwingungsgleichung Federpendel Fadenpendel Darstellung von Schwingungen Superpositionsprinzip Erzwungene Schwingung Resonanz Gedämpfte Schwingung	<ul style="list-style-type: none"> - Die Schülerinnen und Schüler leiten die Schwingungsgleichungen anhand der Kreisgleichungen her. - Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Unabhängigkeit der Schwingungsdauer von der Amplitude und überprüfen ihre Thesen experimentell. - Die Schülerinnen und Schüler erklären die Bedingung einer harmonischen Schwingung anhand des Feder- und Fadenpendels. 	Die destruktive Überlagerung von Schwingungen kann bspw. am Taipei 101 betrachtet werden. Der mechanische Schwingungsdämpfer wird so konstruiert, dass er die gleiche Eigenfrequenz wie das Gebäude hat, allerdings phasenverschoben. Dadurch wird die Schwingung des Gebäudes optimal gedämpft. Weitere Anwendungsbeispiele siehe: https://www.isd.uni-hannover.de/fileadmin/eroeffn-kolloq/gerasch-folien.pdf



Inhalte: Schwingungen	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<p><i>(Zieldefinition: Die Beobachtung physikalischer Begebenheiten bei realen schwingfähigen Systemen (Wolkenkratzer, Gitarre)</i> <i>Arbeitsplanung / Dimensionierung: Beobachtungen in Theorie transferieren und deren experimentelle Bestätigung insbes. zur Bestimmung der Eigenfrequenz</i> <i>Modellbildung: Erkennen von überlagerten Bewegungen, Idealisierung durch Vernachlässigung der Dämpfung)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Die Schülerinnen und Schüler zeichnen den Schwingungsverlauf in einem Diagramm. - Die Schülerinnen und Schüler ermitteln die resultierende Auslenkung zweier überlagernder Schwingungen mit gleichen und unterschiedlichen Frequenzen. - Die Schülerinnen und Schüler erkennen eine akustische Schwebung und stellen den Verlauf graphisch dar. 	<p>Die Schwebung wird in der Musik bspw. zum Stimmen einer Gitarrensaite genutzt.</p>



Kursthema:		
Anwenden der Gesetzmäßigkeiten von Schwingungen zur Handhabung schwingender Systeme		
Lernaufgaben: Schwingungsdämpfer im Bauwesen		
Der elektromagnetische Schwingkreis wird zur Steuerung einer Ampel angewendet.		
Themen	Hinweise (Berufs- und Bildungsgangbezüge, Anwendungsmodelle, Projekte, Hilfsmittel etc.)	
Inhalte: Schwingungen	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<p>Elektromagnetischer Schwingkreis Resonanz</p> <p><i>(Zieldefinition: Erklärung der Funktionsweise des elektromagnetischen Schwingkreises)</i> <i>Arbeitsplanung / Dimensionierung: Bestimmung der erforderlichen Induktivität einer Induktionsschleife (Spule)</i> <i>Modellbildung: Vergleich des elektromagnetischen Schwingkreises mit einem Fadenpendel</i> <i>Wirtschaftlichkeit / Sicherheits- Gesundheits- und Folgeabschätzung: Regelung von Verkehrsströmen,</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass durch ein Metallobjekt in der Spule die Eigenfrequenz des elektromagnetischen Schwingkreises verändert werden kann. - Die Schülerinnen und Schüler wissen, dass ein elektromagnetischer Schwingkreis aus den Bauteilen Kondensator und Spule gebildet wird und erklären deren Wechselwirkung. - Die Schülerinnen und Schüler vergleichen den elektromagnetischen Schwingkreis mit der Schwingung eines Federpendels. 	<p>Der Einsatz von elektromagnetischen Schwingkreisen kann beispielsweise durch eine Induktionsschleife an einer Ampelanlage erklärt werden. Die Erfassung von Verkehrsströmen wird durch die Änderung der Eigenfrequenz der Induktionsspule aufgenommen. Die Eigenfrequenz wird durch ein Metallobjekt (z.B. ein Auto) in der Spule verändert.</p> <p>Eine Diskussionsmöglichkeit bietet die Fragestellung, ob ein Fahrrad die Ampelschaltung beeinflusst.</p>



Inhalte: Schwingungen	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<i>Minimierung von Beschleunigungsvorgängen, Lärmreduktion, Stressminderung)</i>		



3.6 Kurshalbjahr 13.1

Kursthema: Problemlösung zur Lärmentwicklung (Schallreduzierung durch eine Lärmschutzwand)		
Lernaufgaben: Lärmschutzwände als Hindernisse für Schallausbreitung		
Themen	Hinweise (Berufs- und Bildungsgangbezüge, Anwendungsmodelle, Projekte, Hilfsmittel etc.)	
Inhalte: Wellen	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
Wellenbegriffe: - Wellengleichung - Phasengeschwindigkeit und Wellenlänge - Doppler-Effekt	- Die Schülerinnen und Schüler übertragen ihr Wissen über Schwingungen auf die zeitlich verzögerte Energieübertragung einer angeregten Pendelkette und leiten die Wellengleichungen her. - Die Schülerinnen und Schüler erkennen die physikalischen Größen Wellenlänge und Phasengeschwindigkeit. - Die Schülerinnen und Schüler interpretieren die Frequenzveränderung beim Doppler-	Die Lernaufgabe stellt die Schülerinnen und Schüler vor das Problem der Lautstärkenreduzierung durch eine Lärmschutzwand. Dabei sind Schalldruckpegel und Schallintensität gebräuchliche Gegenstandsgrößen. Die Schallintensität nimmt mit zunehmendem Abstand einer Schallquelle ab. Die Dämpfung einer Schallwelle durch eine Lärmschutzwand kann durch die Verlängerung des Schallweges und durch die Beugung der Schallwelle in den Bereich des Schallschattens hinein, erklärt werden. Die Schülerinnen und Schüler können ihr Wissen über Reflexion, Beugung und Phasengeschwindigkeit in unterschiedlichen



Inhalte: Wellen	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<ul style="list-style-type: none"> - Stehende Wellen und Reflexion - Huygensches Prinzip - Beugung und Brechung - Schallintensität - Schalldruckpegel - Interferenz am Einzelspalt und am Doppelspalt <p><i>(<u>Dimensionierung / Wirtschaftlichkeit:</u> Höhe der Lärmschutzwand in Abhängigkeit von der Wellenlänge <u>Modellbildung:</u> Anwendung des Huygenschen Prinzips und empirischer Gesetze <u>Gesundheits- und Folgeabschätzung:</u> Lärmreduktion, Stressminderung)</i></p> 	<p>Effekt. Dabei berücksichtigen sie sowohl bewegte Sender als auch bewegte Empfänger in einem entsprechenden Bezugssystem.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Schülerinnen und Schüler verwenden das bekannte Superpositionsprinzips zur Begriffsbildung der stehenden Welle. - Die Schülerinnen und Schüler nutzen die Modellverstellung des Huygenschen Prinzips für die Beschreibung der Brechung und Beugung von Wellen. - Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass der Gangunterschied von Lichtwellen die Entstehung der Interferenzbilder ermöglicht. 	<p>Medien anwenden, um die Funktion eines Schichtdickenmessgerätes für eine Autolackierung zu erklären.</p>



3.7 Kurshalbjahr 13.2

Kursthema: Quantenphysik		
Lernaufgaben: Historie der Quantenphysik		
Themen	Hinweise (Berufs- und Bildungsgangbezüge, Anwendungsmodelle, Projekte, Hilfsmittel etc.)	
Inhalte: Quantenphysik	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
Deutung der photoelektrischen Effektes Bohrsche Atommodell Deutung des Franck-Hertz-Versuches Doppelspaltexperiment mit Elektronen	<ul style="list-style-type: none"> - Die Schülerinnen und Schüler ermitteln, dass mit dem klassischen Wellenmodell des Lichts die Versuchsergebnisse des photoelektrischen Effektes nicht erklärt werden können. - Die Schülerinnen und Schüler nennen Albert Einsteins Deutung im Jahr 1905 als Lösung der Widersprüche des photoelektrischen Effektes und erklären den Versuch mit dem Photonenbild (Teilchencharakter). - Die Schülerinnen und Schüler 	<p>Die Diskussion, ob Licht aus Teilchen oder Wellen besteht, trieb die Quantenphysik voran. Durch die Deutung von Versuchen, die den Wellencharakter oder/und den Teilchencharakter des Lichtes herausstellen, können die Grenzen der klassischen Vorstellung von Kausalität nahegebracht werden.</p> <p>Eine Möglichkeit der Umsetzung der Debatte um die Theorien der Quantenphysik kann eine Diskussionsrunde sein, bei der jedes Mitglied die Argumente eines Quantenphysikers verteidigen soll.</p>



Inhalte: Quantenphysik	Kompetenzorientierte Konkretisierung der Inhalte Beschreibung der Inhaltstiefe mit Operatoren und Attributen	Bezug zu Lernaufgaben
<p><i>(Modellbildung: Welle-Teilchen-Dualismus</i> <i>Dimensionierung: Größenordnung der Quantenobjekte Folgeabschätzung: Änderung des Weltbilds</i> <i>Wirtschaftlichkeit: Solarzelle, Laser, Digitalkamera)</i></p>	<p>beschreiben die Weiterentwicklung des Rutherford-Atommodells und der Planckschen Quantenhypothese von Niels Bohr zum Bohrschen Atommodell im Jahr 1913.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Schülerinnen und Schüler erläutern die Energiequantelung der Atomzustände, die von James Frank und Gustav Hertz im Jahr 1913 experimentell bestätigt wurden. - Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass die Deutung des Doppelspaltexperiments durch beide Modellvorstellungen (Welle-Teilchen-Dualismus) erklärt werden kann. (Interferenzbild-Wellencharakter, Punktregistrierung der Photoplatte – Teilchencharakter) 	<p>Des Weiteren können technische Anwendungen der Quantenphysik als Beleg der Theorien mit aufgegriffen werden. (Solarzelle, Laser, Digitalkamera)</p>



4 Lernerfolgsüberprüfung

Die Lernerfolgsüberprüfung im Fach Physik richtet sich nach § 48 des Schulgesetzes NRW (SchulG) und wird durch § 8 der APO-BK, dessen Verwaltungsvorschrift und durch die §§ 8 – 13 der Anlage D in der APO-BK konkretisiert.

In der Lernerfolgsüberprüfung werden die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten erfasst.

In den Bildungsgängen des Berufskollegs, die zu einem Berufsabschluss nach Landesrecht und zur allgemeinen Hochschulreife oder zu beruflichen Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten und zur allgemeinen Hochschulreife führen, wird die Vermittlung der umfassenden beruflichen Handlungskompetenz angestrebt, deren Momente auch im Rahmen der Lernerfolgsüberprüfungen zum Tragen kommen. Lernerfolgsüberprüfungen erfüllen grundsätzlich drei Funktionen:

- Sie kennzeichnen und wahren die gesetzten Ansprüche an Fachlichkeit in der Domäne, Komplexität als Voraussetzung für selbst organisiertes Handeln sowie verantwortliches Handeln mit Gegenständen oder Prozessen des Berufsfelds in gesellschaftlichem Kontext.
- Sie ermöglichen die diagnostische Einschätzung und die gezielte Unterstützung des Lehr-/Lernprozesses.
- Sie schaffen die Voraussetzungen für den Vergleich von Lernleistungen.

Unter Berücksichtigung der Konzeption des Faches und der didaktischen Organisation im Bildungsgang gelten die Grundsätze der Lernerfolgsüberprüfung:

- Bezug zum beruflichen Handlungsfeld eines Ingenieurs oder zum wissenschaftspropädeutischen Arbeiten,
- Bezug zum Unterricht,
- Art der Aufgabenstellung als komplex strukturierte Anforderungssituation,
- Eindeutigkeit der Anforderungen,
- Berücksichtigung von Teilleistungen und alternativen Lösungen.

Für Lehrerinnen und Lehrer ist die Feststellung des Lernerfolgs auch Anlass, die Zielsetzungen und die Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen und ggf. zu modifizieren.

Für die Schülerinnen und Schüler dient die Feststellung und Bewertung des individuellen Lernerfolgs zur Verdeutlichung ihrer Lernfortschritte und Lernschwierigkeiten. Sie ist eine Hilfe für weiteres Lernen. Im Sinne eines pädagogischen Leistungsprinzips steht die Verbindung von Leistungsanforderungen mit individueller Förderung im Mittelpunkt schulischen Lernens.

Konkretisierungen für die Lernerfolgsüberprüfung werden in der Bildungsgangkonferenz festgelegt. Mit Klausuren und „Sonstigen Leistungen“ soll durch Progression und Komplexität in der Aufgabenstellung die Bewertung von Leistungen in den Anforderungsbereichen Reproduktion, Reorganisation und Transfer ermöglicht werden. Dabei ist nicht nur darauf zu achten, dass die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit zu problemlösendem Denken und zur Formulierung einer eigenen Position erhalten, sondern auch darauf, dass ihre



sprachliche Richtigkeit und ihr Ausdrucksvermögen angemessen berücksichtigt wird. Neben der Qualität der Beiträge sind Kommunikationsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit und Kontinuität des Engagements zu bewerten.

Spezifische Aspekte der Leistungsbewertung im Fach Physik können sein

im Bereich praktischer Arbeiten:

- systematische und sorgfältige Planung, Durchführung und Dokumentation von Experimenten,
- komplexe Problemzusammenhänge durch Formen des teamorientierten und fächerverbindenden Lernens zu bearbeiten,
- Experimente systematisch und geschickt aufzubauen und durchzuführen,
- Vor- und Nachteile verschiedenartiger Messverfahren gegeneinander abwägen,
- Ergebnisse von Experimenten kritisch zu hinterfragen,
- Dokumentationen nach fachlichen Standards zu erstellen.

im Bereich theoretischer Grundlagen:

- eigenständig ergänzende Informationen aus fachspezifisch relevanten Quellen zu beschaffen;
- sich in nicht intuitiv zugängliche, komplexe Sachverhalte schrittweise einzuarbeiten,
- Rundungen sind sinnvoll durchzuführen,
- Berechnungen und Umrechnung von Einheiten nachvollziehbar durchzuführen,
- mathematische Umformungen übersichtlich und nachvollziehbar darzustellen,
- Skizzen und Zeichnungen normgerecht anzufertigen,
- Fachbegriffe in sinnvollem Zusammenhang zu benutzen,
- theoretische und experimentelle Zusammenhänge mathematisch darzustellen,
- zu fachlichen Problemstellungen Stellung zu beziehen, das eigene Urteil anderen verständlich zu machen, rational zu begründen und argumentativ zu vertreten.

Für jeden Beurteilungsbereich (Klausuren/Sonstige Leistungen) werden Noten nach einem ersten Kursabschnitt sowie am Ende eines Kurshalbjahres ausgewiesen. Die Kursabschlussnote wird gleichrangig unter pädagogischen Gesichtspunkten aus den Endnoten beider Beurteilungsbereiche gebildet.

5 Mündliche Abiturprüfung

Grundsätzlich gelten für die mündliche Abiturprüfung die Bestimmungen der APO-BK, Anlage D.

Die mündliche Prüfung bezieht sich in der Regel schwerpunktmäßig auf eines der vier Halbjahre der Qualifikationsphase, muss aber Sachgebiete mindestens eines anderen Kurshalbjahres aufgreifen.

Die mündliche Prüfung enthält in der Regel zwei gleichwertige Elemente, durch die einerseits die Fähigkeit zum Vortrag, andererseits die Fähigkeit zur Beteiligung am Prüfungsgespräch überprüft werden:



Der Schülervortrag

Für den Vortrag wird dem Prüfling eine komplexe, möglicherweise auch experimentelle, Aufgabenstellung schriftlich vorgelegt. Die Aufgabenstellung muss die oben dargelegten Kriterien erfüllen. Die Aufgabenstellung muss die drei Anforderungsbereiche umfassen und so angelegt sein, dass es den Prüflingen grundsätzlich möglich ist, jede Notenstufe zu erreichen. Für die Bearbeitung wird eine halbstündige Vorbereitungszeit gewährt.

Der Prüfling soll seine Ergebnisse in einem zusammenhängenden Vortrag präsentieren, der - gestützt auf Aufzeichnungen - frei gehalten wird.

Das Prüfungsgespräch

Die Prüferin/der Prüfer führt anschließend mit dem Prüfling ein Gespräch, das – ggf. an den Vortrag anknüpfend – größere fachliche Zusammenhänge und andere Sachgebiete erschließt. Das Wiederholen bzw. Aufzeigen etwaiger Lücken des Schülervortrags im ersten Teil ist nicht statthaft. Der geforderte Gesprächscharakter verbietet das zusammenhanglose Abfragen von Kenntnissen bzw. den kurzschrittigen Dialog.

Bewertung der mündlichen Prüfungsleistungen

Spezifische Anforderungen der mündlichen Prüfung sind darüber hinaus:

- die Fähigkeit, in der gegebenen Zeit für die gestellte Aufgabe ein Ergebnis zu finden und es in einem Kurzvortrag darzulegen,
- sich klar, differenziert und strukturiert auszudrücken,
- anhand von Aufzeichnungen frei und zusammenhängend in normen- und fachgerechter Sprache zu reden,
- ein themengebundenes Gespräch zu führen,
- eigene sach- und problemgerechte Beiträge einzubringen.

Die Anforderungen werden insbesondere erfüllt durch:

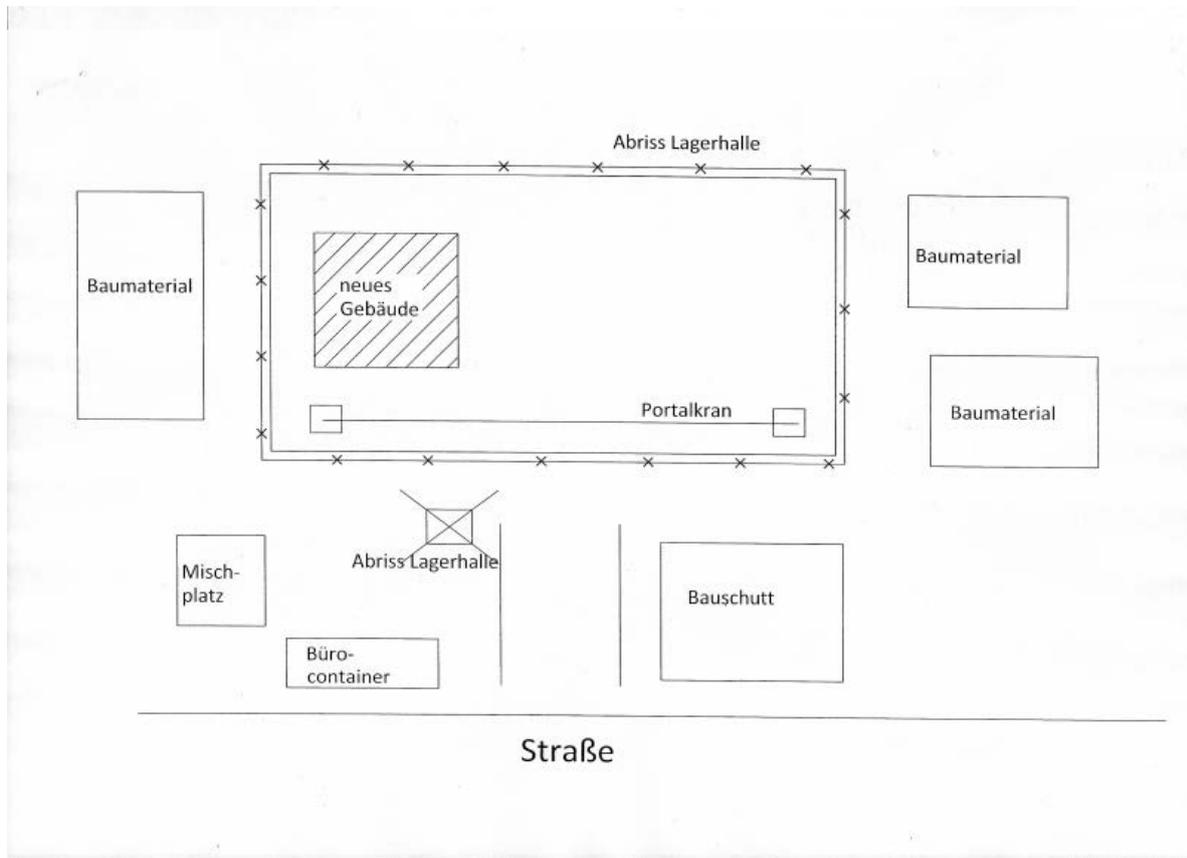
- den Vortrag auf der Basis sicherer aufgabenbezogener Kenntnisse,
- die Berücksichtigung der Fachsprache,
- die Beherrschung fachspezifischer Methoden und Verfahren,
- die Wahl der für den Vortrag und das Gespräch angemessenen Darstellungsebene,
- die Fähigkeit zur Einordnung in größere fachliche Zusammenhänge,
- die eigenständige Auseinandersetzung mit Sachverhalten und Problemen,
- die begründete eigene Stellungnahme / Beurteilung / Wertung,
- die Beherrschung angemessener Argumentationsformen,
- die Fähigkeit zur Reaktion auf Fragen und Impulse,
- eigene sach- und problemgerechte Beiträge zu weiteren Aspekten.



6 Anlagen

1. Baustellenplan
2. Fahrtenschreiberkarte
Becker u.a.: Handreichung für den Unterricht. Physik Oberstufe. 1. Auflage.
Berlin: Cornelsen Verlag 2009
3. Graphik zum Einfluss der Rotorblattzahl auf den Verlauf des Rotorleistungsbeiwertes und der optimalen Schnelllaufzahl.
Hau, Erich: Windkraftanlagen. Grundlagen, Technik, Einsatz und Wirtschaftlichkeit. 3. Auflage. Berlin: Springer Verlag 2003. Seite 120.
4. Beugung von Schallwellen an einer Lärmschutzwand

Anlage 1 Baustellenplan



Anlage 2 Fahrtenschreiberkarte

Glaubwürdiges Alibi?

Der Fahrtenschreiber zeichnet zu jedem Zeitpunkt die Geschwindigkeit auf, mit der ein Lkw fährt.



Der Fahrer eines Lkw ist um 5.00 Uhr in Hanau gestartet. Er wird beschuldigt, um 7.50 Uhr in einen Unfall verwickelt gewesen zu sein. Der Fahrer bestreitet dies und behauptet, um diese Zeit nicht an der Unfallstelle, sondern in der Höhe von Bonn gewesen zu sein. Bonn ist 180 km von Hanau entfernt.

- 1 Bei der Polizeikontrolle soll möglichst schnell die Strecke aus dem Diagramm abgeschätzt werden, die der Lkw tatsächlich bis 7.50 Uhr zurückgelegt hat. Geben Sie an, wie die Polizei zu einer groben Abschätzung der Strecke gelangen kann.



- 2 Erläutern Sie, wie die Abschätzung verbessert werden kann, sodass sie auch vor Gericht Bestand hat.

Glaubwürdiges Alibi?

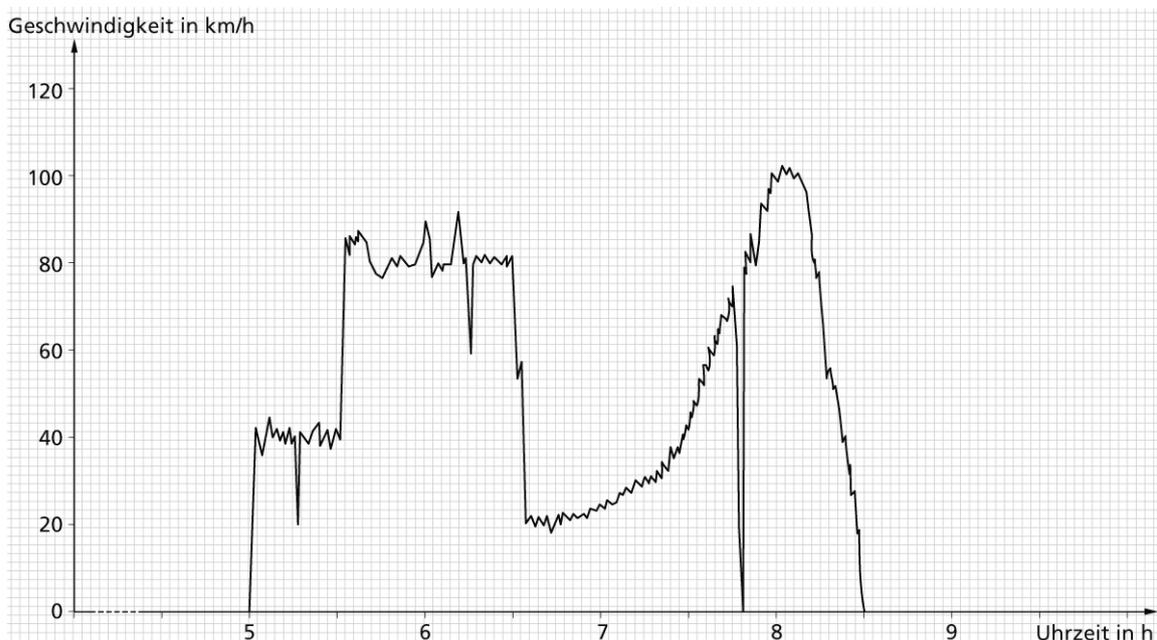
- 1 Die Polizei kann für eine grobe Abschätzung den ersten Teil der Fahrt bis ca. 6.30 Uhr in zwei abschnittsweise konstante Geschwindigkeiten zerlegen. Den zweiten Teil der Fahrt von 6.30 Uhr bis 7.50 Uhr kann sie abschätzen, indem sie eine Durchschnittsgeschwindigkeit annimmt.

Dann ergibt sich z. B.:

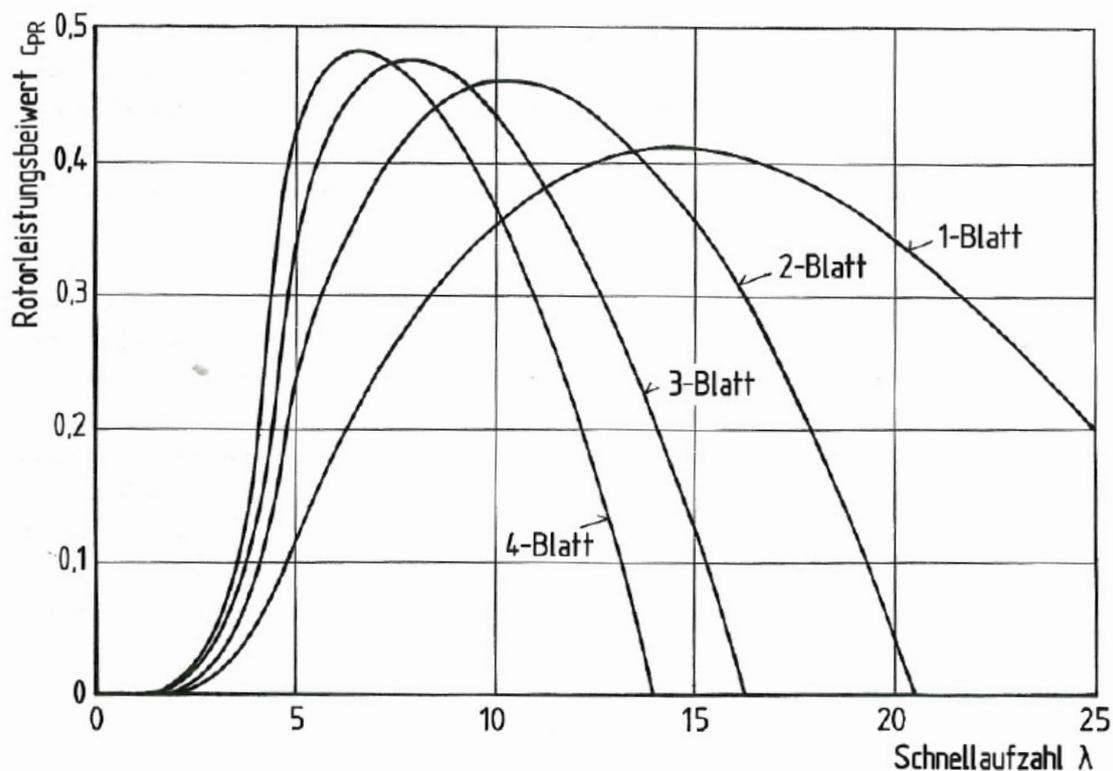
$$s = 0,5 \text{ h} \cdot 40 \text{ km/h} + 1 \text{ h} \cdot 80 \text{ km/h} + 1,33 \text{ h} \cdot 40 \text{ km/h} = 153 \text{ km}.$$

- 2 Eine genauere Bestimmung ist durch die Übertragung des Fahrtenschreibers in ein Koordinatensystem möglich. Durch Auszählen der Kästchen in einem Raster ergibt sich dann die zurückgelegte Strecke. Computerprogramme können derartige Flächenberechnungen auch numerisch durchführen.

Der Lkw-Fahrer hat eine Strecke von etwa 150 km zurückgelegt. Er kann also zum Zeitpunkt des Unfalls nicht in Bonn gewesen sein. Eine Beteiligung am Unfall ist damit natürlich nicht nachgewiesen – jedoch wird das Gericht die Glaubwürdigkeit des Fahrers in Zweifel ziehen und nach dem kurzen Stopp um 7.50 Uhr fragen, der aus der Fahrtenschreiberaufzeichnung hervorgeht.



Anlage 3



Einfluss der Rotorblattzahl auf den Verlauf des Rotorleistungsbeiwertes und der optimalen Schnelllaufzahl

Aus:

Hau, Erich: Windkraftanlagen. Grundlagen, Technik, Einsatz und Wirtschaftlichkeit. 3. Auflage. Berlin: Springer Verlag 2003. Seite 120.

Anlage 4 Beugung an einer Lärmschutzwand

Für die Lärminderung in dB gilt nach Maekawa:

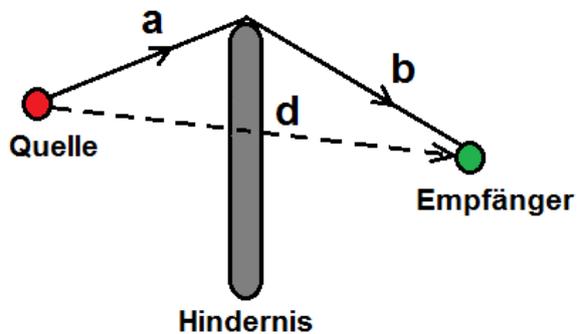
$$\Delta L = 10 \cdot \log(3 + 20N)$$

Mit

$$N = \frac{2\delta}{\lambda}$$

Und

$$\delta = a + b - d$$



(vgl. wikipedia, letzter Aufruf am 23.11.2015)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Schallschatten>