

# Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

Gymnasien  
Gesamtschulen mit gymnasialer Oberstufe  
Berufliche Gymnasien  
Kollegs  
Abendgymnasien

## Physik

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend  
und Sport Berlin



## **Impressum**

### **Erarbeitung**

Das Kerncurriculum dieses Rahmenlehrplans wurde in einem länderübergreifenden Projekt vom Berliner Landesinstitut für Schule und Medien (LISUM), vom Landesinstitut für Schule und Medien Brandenburg (LISUM Bbg) und vom Landesinstitut für Schule und Ausbildung Mecklenburg-Vorpommern (L.I.S.A.) unter Berücksichtigung der jeweiligen landesspezifischen schulrechtlichen Bestimmungen erarbeitet.

Das Kapitel Kurshalbjahre dieses Rahmenlehrplans wurde in einem länderübergreifenden Projekt vom Berliner Landesinstitut für Schule und Medien (LISUM) und vom Landesinstitut für Schule und Medien Brandenburg (LISUM Bbg) erarbeitet.

Die Kapitel Einführungsphase, Sonstige Regelungen sowie Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung wurden vom Berliner Landesinstitut für Schule und Medien (LISUM) erarbeitet.

Das Kapitel Einführungsphase wurde 2010 vom Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM) überarbeitet.

### **Herausgeber**

Herausgeber des Kerncurriculums  
Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin  
Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg  
Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern

Herausgeber des Kapitels Kurshalbjahre  
Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin  
Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg

Herausgeber der Kapitel Einführungsphase, Sonstige Regelungen sowie Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung  
Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin

### **Inkraftsetzung**

Dieser Rahmenlehrplan wurde von der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin zum Schuljahr 2006/2007 in Kraft gesetzt.

Printed in Germany

1. Auflage 2006

Druck: Oktoberdruck AG Berlin

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Die Herausgeber behalten sich alle Rechte einschließlich Übersetzung, Nachdruck und Vervielfältigung des Werkes vor. Kein Teil des Werkes darf ohne ausdrückliche Genehmigung der Herausgeber in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Dieses Verbot gilt nicht für die Verwendung dieses Werkes für die Zwecke der Schulen und ihrer Gremien.

# Inhaltsverzeichnis

Einführungsphase.....	V
-----------------------	---

## Kerncurriculum für die Qualifikationsphase

1	Bildung und Erziehung in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe .....	5
1.1	Grundsätze .....	5
1.2	Lernen und Unterricht .....	6
1.3	Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung.....	7
2	Beitrag des Faches Physik zum Kompetenzerwerb .....	9
2.1	Fachprofil .....	9
2.2	Fachbezogene Kompetenzen .....	9
3	Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards .....	12
3.1	Eingangsvoraussetzungen .....	12
3.2	Abschlussorientierte Standards.....	14
4	Kompetenzen und Inhalte .....	18
4.1	Felder.....	18
4.2	Elektromagnetische Schwingungen und Wellen .....	20
4.3	Quantenobjekte und Struktur der Materie .....	21

## Ergänzungen

5	Kurshalbjahre .....	23
5.1	Grundkursfach.....	23
5.2	Leistungskursfach .....	24
6	Sonstige Regelungen.....	26
6.1	Jahrgangsübergreifender Unterricht.....	26
6.2	Zusatzkurse.....	26
6.3	Fremdsprachiger Sachfachunterricht .....	28
7	Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung im Fach Physik .....	29



## Einführungsphase

### Zielsetzung

Im Unterricht der Einführungsphase vertiefen und erweitern die Schülerinnen und Schüler die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen und bereiten sich auf die Arbeit in der Qualifikationsphase vor. Spätestens am Ende der Einführungsphase erreichen sie die für den Eintritt in die Qualifikationsphase gesetzten Eingangsvoraussetzungen.

Die für die Qualifikationsphase beschriebenen Grundsätze für Unterricht und Erziehung sowie die Ausführungen zum Beitrag des Faches zum Kompetenzerwerb gelten für die Einführungsphase entsprechend. Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit, Defizite auszugleichen und Stärken weiterzuentwickeln. Sie vertiefen bzw. erwerben fachbezogen und fachübergreifend Grundlagen für wissenschaftspropädeutisches Arbeiten und bewältigen zunehmend komplexe Aufgabenstellungen selbstständig. Hierzu gehören auch die angemessene Verwendung der Sprache und die Nutzung von funktionalen Lesestrategien. Dabei wenden sie fachliche und methodische Kenntnisse und Fertigkeiten mit wachsender Sicherheit selbstständig an. Um ihre Kurswahl wohlüberlegt treffen zu können, machen sie sich mit den unterschiedlichen Anforderungen für das Grundkurs- und Leistungskursfach vertraut. Zur Vorbereitung auf die Arbeit in der jeweiligen Kursform erhalten sie individuelle Lernspielräume und werden von ihren Lehrkräften unterstützt und beraten. Notwendig ist darüber hinaus das Hinführen zur schriftlichen Bearbeitung umfangreicherer Aufgaben im Hinblick auf die Klausuren in der gymnasialen Oberstufe.

Im Zweiten Bildungsweg werden die Eingangsvoraussetzungen aufgrund des Wiedereinstiegs in den Lernprozess nach längerer Pause nur von einem Teil der Hörerinnen und Hörer des Abendgymnasiums bzw. der Kollegiatinnen und Kollegiaten des Kollegs erfüllt. Die Abschlussstandards werden durch binnendifferenziertes Arbeiten sowie Nutzung der größeren Selbstkompetenz erwachsener Lernender erreicht.

### Kompetenzen und Inhalte

In der Einführungsphase kommen Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Kenntnissen und Fähigkeiten zusammen. Hauptaufgabe des Unterrichts der Einführungsphase ist, das im Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I formulierte Drei-Schlüssel-Niveau zu erreichen.

Geeignete Elemente der Unterrichtsplanung sind ein kontextorientiertes Vorgehen, der Einsatz von Lernaufgaben und die Arbeit in Projekten. Dadurch können bei sehr unterschiedlichen Ausgangslagen der Schülerinnen und Schüler inhaltsbezogene Kompetenzen und Methodenkompetenzen der Erkenntnisgewinnung und der Kommunikation gleichermaßen vertieft und erweitert werden. Projektthemen können aus den unten aufgeführten Beispielen für mögliche Kontexte entwickelt werden.

Die Schülerinnen und Schüler wiederholen und vertiefen im Physikunterricht der Einführungsphase wichtige inhaltliche Voraussetzungen für die in der Qualifikationsphase zu behandelnden Sachgebiete Felder, Wellen, Quanten und Materie. Je nach Interessen und Fähigkeiten der Lernenden können fachspezifische Verfahren, Techniken und Strategien im Hinblick auf die leistungskursfachspezifischen Anforderungen vertieft werden, indem z. B. binnendifferenziert gearbeitet und dabei die Herausbildung größerer Lernerautonomie gefördert wird.

## **Fachwissen**

Die Schülerinnen und Schüler erwerben Souveränität im Umgang mit Fachwissen durch die Auseinandersetzung mit Kontexten und die Bearbeitung von zunehmend komplexen Aufgaben. Die kompetenzorientierten integrierten Wiederholungen und Vertiefungen sollen dazu

beitragen, das Fachwissen zu strukturieren und wesentliche Konzepte der Physik zu verdeutlichen.

## **Erkenntnisgewinnung**

Der Kompetenzerwerb im Bereich Erkenntnisgewinnung schafft zum einen die entscheidenden Voraussetzungen für eine eigenständige Erarbeitung neuer Erkenntnisse, zum anderen bereitet er die Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten und Grenzen naturwissenschaftlicher Aussagen vor, die in der Qualifikationsphase vertieft wird. Die Schülerinnen und Schüler sollen im Lernprozess Prinzipien naturwissenschaftlicher Erkenntnisprozesse nutzen. Dazu gehören ausgehend von Phänomenen das Ableiten von Problemstellungen, das Bilden von Hypothesen, das Planen von Experimenten unter der Beachtung der Variablenkontrolle, das Durchführen und das Auswerten von Experimenten. Die Modellbildung und der bewusste Umgang mit Modellen und ihren Grenzen sind wichtige weiterzuentwickelnde Kompetenzen.

## **Kommunikation**

Unterrichtliches und alltägliches Handeln setzt die Fähigkeit zur Kommunikation voraus. Im naturwissenschaftlichen Unterricht müssen die Schülerinnen und Schüler dazu einen sicheren Umgang mit der Fachsprache entwickeln. Eine Voraussetzung dafür ist die gründliche und maßvolle Einführung von Fachbegriffen. Sicherheit im Umgang mit der Fachsprache wird im sozialen, kooperativen Miteinander, z. B. beim Experimentieren in Gruppen oder bei Diskussionen, erworben. Die Dokumentation und Präsentation von Ergebnissen der Lernenden sollen mit einem angemessenen Medieneinsatz unterstützt werden.

Die Auseinandersetzung mit anspruchsvollen Fachtexten erfordert den flexiblen Einsatz verschiedener geeigneter Lesestrategien, die trainiert werden müssen.

## **Reflexion**

Die Schülerinnen und Schüler sollen dazu befähigt werden, technische Lösungen unter Berücksichtigung physikalischer, sozialer, ökonomischer und ökologischer Aspekte zu vergleichen und zu bewerten. Die Lernenden beschreiben an ausgewählten Beispielen Chancen, Risiken und Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse auf die Gesellschaft. Sie können an einfachen Beispielen die Wechselbeziehung zwischen der Entwicklung der Gesellschaft und dem Entwicklungsstand der Physik erläutern.

Der Kompetenzerwerb erfolgt anhand der folgenden Leitthemen:

## Leitthema: Bewegungen in Natur und Technik

### Integrierte Wiederholungen

- Trägheitsprinzip, Wechselwirkungsgesetz, Grundgleichung der Mechanik ( $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ )
- Gleichförmige und beschleunigte Bewegungen
- Energie und Energieerhaltung

### Inhalte

#### *Kinematik und Dynamik*

- Diagramme für Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung
- Geschwindigkeit, Beschleunigung und Kraft als Vektoren
- Überlagerung von Bewegungen

#### *Kreisbewegung*

- Gleichförmige Kreisbewegung als beschleunigte Bewegung
- Zentripetalkraft

#### *Energie*

- Potenzielle und kinetische Energie mit Gleichungen

### Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- interpretieren Weg-Zeit-, Geschwindigkeits-Zeit- und Beschleunigungs-Zeit-Diagramme und stellen sie in Beziehung zueinander,
- erklären mit den Grundprinzipien der NEWTONSchen Mechanik Phänomene,
- wenden das Prinzip der Energieerhaltung in verschiedenen Kontexten an,
- planen einfache Experimente zur Untersuchung von Zusammenhängen und zur Überprüfung von Hypothesen, führen diese durch, dokumentieren die Ergebnisse mithilfe von Messreihen, Diagrammen und einer Fehlerbetrachtung, auch unter Nutzung des Computers.

### Mögliche Kontexte

- Bewegungen im Sport
- Physik im Verkehr (Unfallanalysen, Fahrradprojekt, U-/S-Bahnprojekt ...)

**Leitthema: Licht – physikalisch gesehen****Integrierte Wiederholungen**

- Kenngrößen mechanischer Schwingungen, Energieumwandlungen bei Schwingungen
- Ausbreitung mechanischer Wellen (Energietransport,  $v = \lambda \cdot f$ , HUYGENSSches Prinzip, Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz)

**Inhalte***Mechanische Schwingungen und Wellen*

- Gleichung für die Periodendauer eines Federschwingers
- Longitudinal- und Transversalwellen

*Licht*

- Lichtgeschwindigkeit
- Beugungsphänomene beim Licht, Gitterspektren
- Wellenlänge des Lichts
- Polarisierung

**Kompetenzerwerb im Themenfeld**

## Die Schülerinnen und Schüler

- planen Experimente zur Überprüfung der Gleichung für die Periodendauer eines Federschwingers, führen sie durch und interpretieren sie,
- erläutern und bewerten Nutzungsmöglichkeiten physikalischer Erkenntnisse in der Technik, z. B. an Resonanzphänomen bei Bauwerken und bei der Erdbebenfrühwarnung,
- deuten Reflexion und Brechung mit verschiedenen Modellen des Lichts,
- erläutern am Beispiel die Grenzen des Modells Lichtstrahl,
- diskutieren die Ergebnisse von Beugungsexperimenten,
- stellen die Entwicklung von Vorstellungen über das Licht im historischen Kontext dar.

**Mögliche Kontexte**

- Musikinstrumente und Schallausbreitung
- Erdbeben (erdbebensicheres Bauen, Schwingungsdämpfung, Erdbebenfrühwarnung)
- Historische Entwicklung der Modelle vom Licht
- Farben im Licht

Die aufgeführten Inhalte können in Abhängigkeit von der Klassensituation und dem Stunden-  
volumen durch Wahlthemen ergänzt werden. Geeignete Bereiche sind:

- Impuls und Impulserhaltung,
- Entwertung von Energie,
- Messwerterfassung,
- Vertiefung der Elektrizitätslehre (z. B. Widerstandsgesetz, Spannungsquellen),
- Anwendungen zur elektromagnetischen Induktion,
- Astronomie und Raumfahrt,
- Mathematische Beschreibung von Schwingungen,
- Abklingvorgänge (Exponentialfunktion),
- Flächen in Diagrammen (Energie, Ladung, Weg),
- Experimentelles Praktikum,
- Ein eigener Vorschlag.



# 1 Bildung und Erziehung in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe

## 1.1 Grundsätze

In der Qualifikationsphase erweitern und vertiefen die Schülerinnen und Schüler ihre bis dahin erworbenen Kompetenzen mit dem Ziel, sich auf die Anforderungen eines Hochschulstudiums oder einer beruflichen Ausbildung vorzubereiten. Sie handeln zunehmend selbstständig und übernehmen Verantwortung in gesellschaftlichen Gestaltungsprozessen. Die Grundlagen für das Zusammenleben und -arbeiten in einer demokratischen Gesellschaft und für das friedliche Zusammenleben der Völker sind ihnen vertraut. Die Lernenden erweitern ihre interkulturelle Kompetenz und bringen sich im Dialog und in der Kooperation mit Menschen unterschiedlicher kultureller Prägung aktiv und gestaltend ein. Eigene und gesellschaftliche Perspektiven werden von ihnen zunehmend sachgerecht eingeschätzt. Die Lernenden übernehmen Verantwortung für sich und ihre Mitmenschen, für die Gleichberechtigung der Menschen ungeachtet des Geschlechts, der Abstammung, der Sprache, der Herkunft, einer Behinderung, der religiösen und politischen Anschauungen, der sexuellen Identität und der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Stellung. Im Dialog zwischen den Generationen nehmen sie eine aktive Rolle ein. Sie setzen sich mit wissenschaftlichen, technischen, rechtlichen, politischen, sozialen und ökonomischen Entwicklungen auseinander, nutzen deren Möglichkeiten und schätzen Handlungsspielräume, Perspektiven und Folgen zunehmend sachgerecht ein. Sie gestalten Meinungsbildungsprozesse und Entscheidungen mit und eröffnen sich somit vielfältige Handlungsalternativen.

Der beschleunigte Wandel einer von Globalisierung geprägten Welt erfordert ein dynamisches Modell des Kompetenzerwerbs, das auf lebenslanges Lernen und die Bewältigung vielfältiger Herausforderungen im Alltags- und Berufsleben ausgerichtet ist. Hierzu durchdringen die Schülerinnen und Schüler zentrale Zusammenhänge grundlegender Wissensbereiche, erkennen die Funktion und Bedeutung vielseitiger Erfahrungen und lernen, vorhandene sowie neu erworbene Fähigkeiten und Fertigkeiten miteinander zu verknüpfen. Die Lernenden entwickeln ihre Fähigkeiten im Umgang mit Sprache und Wissen weiter und setzen sie zunehmend situationsangemessen, zielorientiert und adressatengerecht ein.

**Kompetenzerwerb**

Die Eingangsvoraussetzungen verdeutlichen den Stand der Kompetenzentwicklung, den die Lernenden beim Eintritt in die Qualifikationsphase erreicht haben sollten. Mit entsprechender Eigeninitiative und gezielter Förderung können auch Schülerinnen und Schüler die Qualifikationsphase erfolgreich absolvieren, die die Eingangsvoraussetzungen zu Beginn der Qualifikationsphase noch nicht im vollen Umfang erreicht haben.

**Standardorientierung**

Mit den abschlussorientierten Standards wird verdeutlicht, über welche fachlichen und überfachlichen Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler im Abitur verfügen müssen. Die Standards bieten damit Lernenden und Lehrenden Orientierung für erfolgreiches Handeln und bilden einen wesentlichen Bezugspunkt für die Unterrichtsgestaltung, für das Entwickeln von Konzepten zur individuellen Förderung sowie für ergebnisorientierte Beratungsgespräche.

Für die Kompetenzentwicklung sind zentrale Themenfelder und Inhalte von Relevanz, die sich auf die Kernbereiche der jeweiligen Fächer konzentrieren und sowohl fachspezifische als auch überfachliche Zielsetzungen deutlich werden lassen. So erhalten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit zum exemplarischen Lernen und zum Erwerb einer vertieften und erweiterten allgemeinen sowie wissenschaftspropädeutischen Bildung. Dabei wird stets der Bezug zur Erfahrungswelt der Lernenden und zu den Herausforderungen an die heutige sowie perspektivisch an die zukünftige Gesellschaft hergestellt.

**Themenfelder und Inhalte**

Die Schülerinnen und Schüler entfalten anschlussfähiges und vernetztes Denken und Handeln als Grundlage für lebenslanges Lernen, wenn sie die in einem Lernprozess erworbenen Kompetenzen auf neue Lernbereiche übertragen und für eigene Ziele und Anforderungen in Schule, Studium, Beruf und Alltag nutzbar machen können.

Diesen Erfordernissen trägt das Kerncurriculum durch die Auswahl der Themenfelder und Inhalte Rechnung, bei der nicht nur die Systematik des Faches, sondern vor allem der Beitrag zum Kompetenzerwerb berücksichtigt werden.

**Schulinternes Curriculum**

Das Kerncurriculum ist die verbindliche Basis für die Gestaltung des schulinternen Curriculums, in dem der Bildungs- und Erziehungsauftrag von Schule standortspezifisch konkretisiert wird. Dazu werden fachbezogene, fachübergreifende und fächerverbindende Entwicklungsschwerpunkte sowie profilbildende Maßnahmen festgelegt.

Die Kooperation innerhalb der einzelnen Fachbereiche ist dabei von ebenso großer Bedeutung wie fachübergreifende Absprachen und Vereinbarungen. Beim Erstellen des schulinternen Curriculums werden regionale und schulspezifische Besonderheiten sowie die Neigungen und Interessenlagen der Lernenden einbezogen. Dabei arbeiten alle an der Schule Beteiligten zusammen und nutzen auch die Anregungen und Kooperationsangebote externer Partner.

Zusammen mit dem Kerncurriculum nutzt die Schule das schulinterne Curriculum als ein prozessorientiertes Steuerungsinstrument im Rahmen von Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. Im schulinternen Curriculum werden überprüfbare Ziele formuliert, die die Grundlage für eine effektive Evaluation des Lernens und des Unterrichts in der Qualifikationsphase bilden.

**1.2 Lernen und Unterricht**

**Mitverantwortung und Mitgestaltung von Unterricht**

Lernen und Lehren in der Qualifikationsphase müssen dem besonderen Entwicklungsabschnitt Rechnung tragen, in dem die Jugendlichen zu jungen Erwachsenen werden. Dies geschieht vor allem dadurch, dass die Lernenden Verantwortung für den Lernprozess und den Lernerfolg übernehmen und sowohl den Unterricht als auch das eigene Lernen aktiv selbst gestalten.

**Lernen als individueller Prozess**

Beim Lernen konstruiert jede Einzelne/jeder Einzelne ein für sich selbst bedeutsames Abbild der Wirklichkeit auf der Grundlage ihres/seines individuellen Wissens und Könnens sowie ihrer/seiner Erfahrungen und Einstellungen.

Dieser Tatsache wird durch eine Lernkultur Rechnung getragen, in der sich die Schülerinnen und Schüler ihrer eigenen Lernwege bewusst werden, diese weiterentwickeln sowie unterschiedliche Lösungen reflektieren und selbstständig Entscheidungen treffen. So wird lebenslanges Lernen angebahnt und die Grundlage für motiviertes, durch Neugier und Interesse geprägtes Handeln ermöglicht. Fehler und Umwege werden dabei als bedeutsame Bestandteile von Erfahrungs- und Lernprozessen angesehen.

**Phasen des Anwendens**

Neben der Auseinandersetzung mit dem Neuen sind Phasen des Anwendens, des Übens, des Systematisierens sowie des Vertiefens und Festigens für erfolgreiches Lernen von großer Bedeutung. Solche Lernphasen ermöglichen auch die gemeinsame Suche nach Anwendungen für neu erworbenes Wissen und verlangen eine variantenreiche Gestaltung im Hinblick auf Übungssituationen, in denen vielfältige Methoden und Medien zum Einsatz gelangen.

**Lernumgebung**

Lernumgebungen werden so gestaltet, dass sie das selbst gesteuerte Lernen von Schülerinnen und Schülern fördern. Sie unterstützen durch den Einsatz von Medien sowie zeitgemäßer Kommunikations- und Informationstechnik sowohl die Differenzierung individueller Lernprozesse als auch das kooperative Lernen. Dies trifft sowohl auf die Nutzung von multimedialen und netzbasierten Lernarrangements als

auch auf den produktiven Umgang mit Medien zu. Moderne Lernumgebungen ermöglichen es den Lernenden, eigene Lern- und Arbeitsziele zu formulieren und zu verwirklichen sowie eigene Arbeitsergebnisse auszuwerten und zu nutzen.

Die Integration geschlechtsspezifischer Perspektiven in den Unterricht fördert die Wahrnehmung und Stärkung der Lernenden mit ihrer Unterschiedlichkeit und Individualität. Sie unterstützt die Verwirklichung von gleichberechtigten Lebensperspektiven. Die Schülerinnen und Schüler werden bestärkt, unabhängig von tradierten Rollenfestlegungen Entscheidungen über ihre berufliche und persönliche Lebensplanung zu treffen.

**Gleichberechtigung von Mann und Frau**

Durch fachübergreifendes Lernen werden Inhalte und Themenfelder in größerem Kontext erfasst, außerfachliche Bezüge hergestellt und gesellschaftlich relevante Aufgaben verdeutlicht. Die Vorbereitung und Durchführung von fächerverbindenden Unterrichtsvorhaben und Projekten fördern die Zusammenarbeit der Lehrkräfte und ermöglichen allen Beteiligten eine multiperspektivische Wahrnehmung.

**Fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen**

Im Rahmen von Projekten, an deren Planung und Organisation sich die Schülerinnen und Schüler aktiv beteiligen, werden über Fächergrenzen hinaus Lernprozesse vollzogen und Lernprodukte erstellt. Dabei nutzen Lernende überfachliche Fähigkeiten und Fertigkeiten auch zum Dokumentieren und Präsentieren. Auf diese Weise bereiten sie sich auf das Studium und ihre spätere Berufstätigkeit vor.

**Projektarbeit**

Außerhalb der Schule gesammelte Erfahrungen, Kenntnisse und erworbene Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler werden in die Unterrichtsarbeit einbezogen. Zur Vermittlung solcher Erfahrungen werden ebenso die Angebote außerschulischer Lernorte, kultureller oder wissenschaftlicher Einrichtungen sowie staatlicher und privater Institutionen genutzt. Die Teilnahme an Projekten und Wettbewerben, an Auslandsaufenthalten und internationalen Begegnungen hat ebenfalls eine wichtige Funktion; sie erweitert den Erfahrungshorizont der Schülerinnen und Schüler und trägt zur Stärkung ihrer interkulturellen Handlungsfähigkeit bei.

**Einbeziehung außerschulischer Erfahrungen**

### 1.3 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung

Wichtig für die persönliche Entwicklung der Schülerinnen und Schüler ist eine individuelle Beratung, die die Stärken der Lernenden aufgreift und Lernergebnisse nutzt, um Lernfortschritte auf der Grundlage nachvollziehbarer Anforderungs- und Bewertungskriterien zu beschreiben und zu fördern.

So lernen die Schülerinnen und Schüler, ihre eigenen Stärken und Schwächen sowie die Qualität ihrer Leistungen realistisch einzuschätzen und kritische Rückmeldungen und Beratung als Chance für die persönliche Weiterentwicklung zu verstehen. Sie lernen außerdem, anderen Menschen faire und sachliche Rückmeldungen zu geben, die für eine produktive Zusammenarbeit und erfolgreiches Handeln unerlässlich sind.

Die Anforderungen in Aufgabenstellungen orientieren sich im Verlauf der Qualifikationsphase zunehmend an der Vertiefung von Kompetenzen und den im Kerncurriculum beschriebenen abschlussorientierten Standards sowie an den Aufgabenformen und der Dauer der Abiturprüfung. Die Aufgabenstellungen sind so offen, dass sie von den Lernenden eine eigene Gestaltungsleistung abverlangen. Die von den Schülerinnen und Schülern geforderten Leistungen orientieren sich an lebens- und arbeitsweltbezogenen Textformaten und Aufgabenstellungen, die einen Beitrag zur Vorbereitung der Lernenden auf ihr Studium und ihre spätere berufliche Tätigkeit liefern.

**Aufgabenstellungen**

Neben den Klausuren fördern umfangreichere schriftliche Arbeiten in besonderer Weise bewusstes methodisches Vorgehen und motivieren zu eigenständigem Lernen und Forschen.

**Schriftliche Leistungen**

**Mündliche  
Leistungen**

Auch den mündlichen Leistungen kommt eine große Bedeutung zu. In Gruppen und einzeln erhalten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, ihre Fähigkeit zum reflektierten und sachlichen Diskurs und Vortrag und zum mediengestützten Präsentieren von Ergebnissen unter Beweis zu stellen.

**Praktische  
Leistungen**

Praktische Leistungen können in allen Fächern eigenständig oder im Zusammenhang mit mündlichen oder schriftlichen Leistungen erbracht werden. Die Schülerinnen und Schüler erhalten so die Gelegenheit, Lernprodukte selbstständig allein und in Gruppen herzustellen und wertvolle Erfahrungen zu sammeln.

## 2 Beitrag des Faches Physik zum Kompetenzerwerb

### 2.1 Fachprofil

Die Schülerinnen und Schüler nehmen die Natur unter physikalischen Aspekten wahr. Sie beschreiben und erklären physikalische Phänomene, kommunizieren über physikalische Sachverhalte und sind in der Lage, auf der Grundlage von physikalischem Wissen persönlich, sachbezogen und kritikoffen Stellung zu beziehen.

Die Entwicklung physikalischer Erkenntnisse ist ein historisch-dynamischer Prozess. Die Verfügbarkeit physikalischen Wissens stellt eine wesentliche Voraussetzung für verantwortungsbewusstes, gesellschaftspolitisches Handeln und sachbezogenes, öffentliches Diskutieren physikalischer Themen dar.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Physik als theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft. Dabei besitzen das Formalisieren und das Mathematisieren physikalischer Sachverhalte einen hohen Stellenwert. Hierdurch wird ein wichtiger Beitrag zur Entwicklung abstrakten und funktionalen Denkens geleistet.

Die Schülerinnen und Schüler wenden physikalische Methoden an, die auch in anderen lebensweltlichen Zusammenhängen von Bedeutung sind, wie z. B. das Aufstellen und das Prüfen von Hypothesen und das Experimentieren.

Die Schülerinnen und Schüler erwerben grundlegende Kenntnisse und Fähigkeiten, die ihnen das Verstehen und Beherrschen physikalisch-technischer Geräte und Systeme in der Alltagswelt ermöglichen bzw. erleichtern.

Eine große Zahl von Studien- und Ausbildungsgängen setzt physikalische Kenntnisse und Fähigkeiten voraus. Der Erwerb entsprechender Kompetenzen stellt somit eine wichtige Voraussetzung für den Übergang der Schülerinnen und Schüler in das Studium und in das Berufsleben dar.

Bei der Behandlung verschiedener Inhalte ist die Verdeutlichung übergreifender Konzepte der Physik von besonderer Wichtigkeit. Hierdurch kann den Schülerinnen und Schülern eine systematische Wissensaneignung erleichtert werden, die sich nicht vordergründig an physikalischen Inhalten, sondern an den wesentlichen Prinzipien und Konzepten der Physik orientiert. Hierzu können zählen: Universalität der Naturgesetze, Objektivierung und Mathematisierung, Determinismus, Indeterminismus, Erhaltung, Symmetrie, Kausalität, System – Teilsystem, Wechselwirkung, Energie.

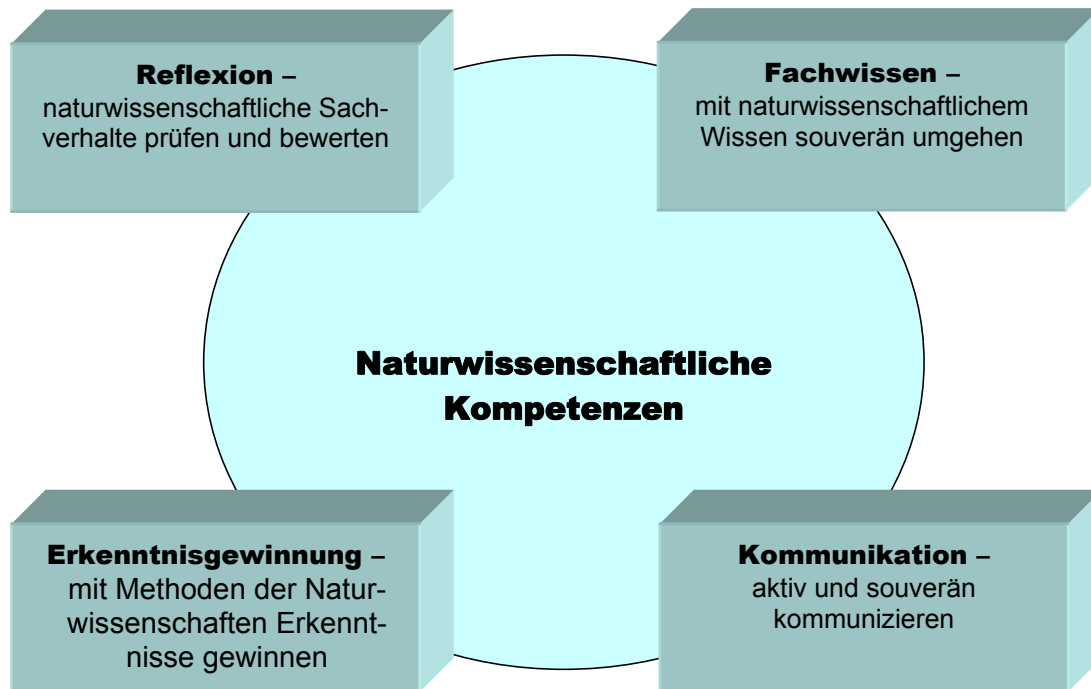
### 2.2 Fachbezogene Kompetenzen

Naturwissenschaftliches Arbeiten erfolgt unabhängig von der speziellen Fachrichtung häufig nach ähnlichen Prinzipien. Daher weisen die im Fach Physik und die in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern zu erwerbenden Kompetenzen viele Gemeinsamkeiten auf. Um diese Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen und Anhaltspunkte für fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten zu geben, sind nachfolgend die Kompetenzen für die naturwissenschaftlichen Fächer gemeinsam beschrieben. In den Eingangsvoraussetzungen und in den abschlussorientierten Standards werden sie auf das Fach Physik bezogen und die Anforderungen für Grund- und Leistungskursfach beschrieben.

Der Kompetenzerwerb in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe erfolgt aufbauend auf den in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen. Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihr Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften, ihrer Wechselbeziehung zur Gesellschaft, zur Umwelt und zur Technik.

Bei der Bearbeitung naturwissenschaftlicher Fragestellungen erschließen, verwenden und reflektieren die Schülerinnen und Schüler die grundlegenden Konzepte und Ideen der Naturwissenschaften. Mit ihrer Hilfe verknüpfen sie nachhaltig neue Erkenntnisse mit bereits vorhandenem Wissen.

Sie bilden diejenigen Kompetenzen weiter aus, mit deren Hilfe sie naturwissenschaftliche Untersuchungen durchführen, Probleme unter Verwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden lösen, über naturwissenschaftliche Themen kommunizieren und auf der Grundlage der Kenntnis naturwissenschaftlicher Zusammenhänge Entscheidungen verantwortungsbewusst treffen und reflektieren.



### **Fachwissen – mit naturwissenschaftlichem Wissen souverän umgehen**

Fachwissen wird hier funktional im Sinne der Anwendung von Kenntnissen verstanden. Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler identifizieren naturwissenschaftliche Aspekte in alltäglichen Situationen und setzen diese in Beziehung zu ihren naturwissenschaftlichen Kenntnissen und Erfahrungen. Mithilfe ihres Wissens bringen sie sich in die Diskussion alltäglicher und naturwissenschaftlicher Probleme ein. Bei der Bearbeitung bisher unbekannter naturwissenschaftlicher Problem- und Fragestellungen verwenden sie ihre vorhandenen Kenntnisse, ihre methodischen Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie heuristische Strategien und erschließen sich ggf. weitere erforderliche Informationen auch aus fremdsprachigen Texten. Sie deuten und präsentieren die Ergebnisse und setzen sie in Beziehung zu vorhandenen Kenntnissen.

### **Erkenntnisgewinnung – mit den Methoden der Naturwissenschaften Erkenntnisse gewinnen**

Die Schülerinnen und Schüler wenden die Methoden und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften an, um neue Erkenntnisse über naturwissenschaftliche Erscheinungen und Sachverhalte zu erwerben oder zu bestätigen und um das Auftreten bisher unbekannter Phänomene vorauszusagen. Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler erfassen natürliche Phänomene oder technische Effekte zielorientiert, indem sie beobachten und messen. Sie werten die Beobachtungs- und Messdaten mithilfe mathematischer oder vergleichender Methoden aus. Sie reflektieren die Ergebnisse und setzen sie in Beziehung zu vorhandenen Erkenntnissen. Sie entwickeln dabei neue Modelle oder modifizieren vorhandene. Mithilfe von Modellen beschreiben, erklären und prognostizieren sie natürliche Phänomene und technische Effekte.

**Kommunikation – aktiv und souverän kommunizieren**

Die sichere Anwendung aller Formen der Kommunikation ebenfalls unter Verwendung von Fremdsprachen ist eine wichtige Voraussetzung für die aktive Teilnahme am politischen, kulturellen und wirtschaftlichen Leben sowie für wissenschaftliches Arbeiten. Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler diskutieren und vermitteln naturwissenschaftliche Phänomene, Vorgänge, Sachverhalte und Zusammenhänge unter Verwendung der Fachsprache situationsangemessen, zielorientiert und adressatengerecht. Sie nutzen Medien und Technologien zum Präsentieren unterschiedlicher Inhalte und reflektieren deren Einsatz.

**Reflexion – naturwissenschaftliche Sachverhalte prüfen und bewerten**

Die mit naturwissenschaftlichen Methoden gewonnenen Erkenntnisse sowie deren Anwendung haben Auswirkungen auf Individuum und Gesellschaft. Daraus resultiert die Forderung nach einem bewussten und verantwortungsvollen Umgang mit ihnen.

Das bedeutet z. B.:

Die Schülerinnen und Schüler hinterfragen und überprüfen naturwissenschaftliche Aussagen und Situationen und bewerten diese in Relation zu den vorhandenen Informationen. Sie setzen naturwissenschaftliche Aussagen in Beziehung zu gesellschaftlich relevanten Fragestellungen. Sie prüfen, diskutieren und bewerten Anwendungsmöglichkeiten und deren individuelle sowie gesellschaftliche Folgen in Bereichen wie Technik, Gesundheit und Umwelt. Sie gestalten Meinungsbildungsprozesse und Entscheidungen mit und finden dabei für sich verschiedene Handlungsmöglichkeiten.



## 3 Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards

### 3.1 Eingangsvoraussetzungen

Für einen erfolgreichen Kompetenzerwerb sollten die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Qualifikationsphase bestimmte fachliche Anforderungen bewältigen. Diese sind in den Eingangsvoraussetzungen dargestellt. Den Schülerinnen und Schülern ermöglichen sie, sich ihres Leistungsstandes zu vergewissern. Lehrkräfte nutzen sie für differenzierte Lernarrangements sowie zur individuellen Lernberatung.

#### **Fachwissen – mit physikalischem Wissen souverän umgehen**

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen ihr Wissen über physikalische Grundprinzipien (z. B. Erhaltungssätze, Relativität), Größenordnungen der Werte physikalischer Größen, Messvorschriften, Naturkonstanten sowie physikalische Gesetze und Modelle dar,
- erklären Phänomene mithilfe physikalischen Wissens,
- wenden ihr Wissen in verschiedenen Kontexten aus Natur und Technik an,
- wenden an Beispielen Analogien zum Lösen von Aufgaben und Problemen an,
- beschreiben wesentliche Funktionen eines Experiments,
- ordnen Ergebnisse der Texterschließung und Informationsbeschaffung in vorhandene Wissensstrukturen ein.

#### **Erkenntnisgewinnung – mit Methoden der Physik Erkenntnisse gewinnen**

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben Phänomene zum Teil in der Fachsprache und führen sie auf bekannte physikalische Zusammenhänge zurück,
- entwickeln aus Beobachtungen physikalische Fragestellungen an die Natur,
- prüfen und ordnen vorgegebene Daten und Informationen für die Bearbeitung von Aufgaben und Problemen,
- wenden exemplarisch Analogien und Modellvorstellungen zur Wissensgenerierung an,
- entwickeln exemplarisch Modellvorstellungen für einfache physikalische Strukturen und Funktionen und geben Grenzen der Modelle an,
- planen einfache Experimente auf der Basis der Kenntnis von Mess- und Experimentiergeräten, führen sie durch, dokumentieren die Ergebnisse mithilfe von Messreihen, -tabellen, Diagrammen und einer Fehlerbetrachtung, auch unter Nutzung des Computers,
- wenden einfache Verfahren der Mathematik an, formen Gleichungen um und berechnen Größen aus Formeln.

#### **Kommunikation – aktiv und souverän über physikalische Sachverhalte kommunizieren**

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen physikalisches Wissen und physikalische Erkenntnisse in unterschiedlichen Formen dar,
- wenden eine angemessene Fachsprache an und unterscheiden zwischen Fach- und Alltagssprache,
- diskutieren Arbeitsergebnisse und Sachverhalte unter physikalischen Gesichtspunkten,
- präsentieren physikalisches Wissen und Arbeitsergebnisse.



**Reflexion – physikalische Sachverhalte prüfen und bewerten**

Die Schülerinnen und Schüler

- vergleichen und bewerten alternative technische Lösungen unter Berücksichtigung physikalischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte,
- beschreiben an ausgewählten Beispielen Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen,
- beschreiben Naturvorgänge unter physikalischer Perspektive sowie Anwendungen der Physik in der Technik,
- erläutern an einfachen Beispielen die Wechselbeziehungen zwischen gesellschaftlicher Entwicklung und dem Entwicklungsstand der Physik,
- erläutern und bewerten Nutzungsmöglichkeiten physikalischer Erkenntnisse in der Technik und ordnen Gefahren des möglichen Missbrauchs für Mensch und Natur sachlich ein.

### 3.2 Abschlussorientierte Standards

Im Hinblick auf die zu vermittelnden Kompetenzen unterscheiden sich die Anforderungen im Grundkursfach und Leistungskursfach hinsichtlich der nachfolgend aufgeführten Aspekte voneinander:

- in der Tiefe und in der Sicherheit, mit denen über physikalisches Wissen und über physikalische Methoden verfügt wird
- im Grad der Systematisierung des erworbenen Wissens
- im Grad der Selbstständigkeit, mit der physikalisches Wissen und physikalische Methoden angewendet werden
- im Grad der Mathematisierung und Modellierung, mit der physikalische Sachverhalte bearbeitet werden
- im Grad der Komplexität der Unterrichtskontexte
- in der Qualität und Quantität der Verwendung der Fachsprache

Durch diese Aspekte wird bei gleichlautenden abschlussorientierten Standards in Grundkursfach und Leistungskursfach deren unterschiedlicher Ausprägungsgrad in den beiden Niveaustufen bestimmt.

#### Fachwissen – mit physikalischem Wissen souverän umgehen

Grundkursfach	Leistungskursfach
Die Schülerinnen und Schüler	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– stellen ihr Basiswissen zu den zentralen physikalischen Teilgebieten Felder, Wellen, Quanten und Struktur der Materie dar, wenden es zur Lösung von Aufgaben und Problemen an und führen konkrete Berechnungen durch,</li> <li>– wenden ihr Wissen über physikalische Grundprinzipien (z. B. Erhaltungssätze, Kausalität, Systemgedanken) an,</li> <li>– stellen zentrale historische und erkenntnistheoretische Gegebenheiten dar,</li> <li>– erläutern verschiedene Funktionen eines Experiments (Phänomenbeobachtung, Entscheidungsfunktion in Bezug auf Hypothesen, Initialfunktion in Bezug auf Ideen, Grundlagenfunktion in Bezug auf Theorien),</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– führen Experimente unter Anleitung durch, protokollieren und werten sie unter Einbeziehung qualitativer und quantitativer Betrachtungen aus,</li> <li>– geben ausgewählte physikalische Theorien an,</li> <li>– unterscheiden zwischen Modell und Wirklichkeit und wissen, dass Modelle immer nur Teilaspekte der Wirklichkeit erfassen,</li> <li>– strukturieren physikalische Informationen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– planen Experimente, führen sie durch, protokollieren und werten sie unter Einbeziehung qualitativer und quantitativer Betrachtungen aus,</li> <li>– erläutern, was eine physikalische Theorie auszeichnet, was sie zu leisten vermag und wie sie gebildet wird,</li> <li>– unterscheiden verschiedene Modellarten und stellen dar, dass Modelle immer nur Teilaspekte der Wirklichkeit erfassen,</li> <li>– wenden Strategien zur Strukturierung physikalischen Wissens an und beschreiben diese,</li> <li>– beschreiben ausgewählte physikalische Theorien mathematisch.</li> </ul>

**Erkenntnisgewinnung – mit Methoden der Physik Erkenntnisse gewinnen**

Grundkursfach	Leistungskursfach
Die Schülerinnen und Schüler	
– erläutern die Methode der Physik, die durch Beobachtung, Beschreibung, Begriffsbildung, Experiment, Reduktion, Idealisierung, Modellierung, Mathematisierung gekennzeichnet ist,	
– beobachten und experimentieren gegebenenfalls unter Anleitung zur Informationsgewinnung, – wenden eigenes Wissen über experimentelles Arbeiten (Planung, Durchführung, Dokumentation, Auswertung, Fehlerbetrachtung) zum Teil unter Anleitung an,	– beobachten und experimentieren vorwiegend selbstständig zur Informationsgewinnung, – wenden eigenes Wissen über experimentelles Arbeiten (Planung, Durchführung, Dokumentation, Auswertung, Fehlerbetrachtung) an,
– werten Messwerte computergestützt aus, z. B. mit einem Computeralgebrasystem (CAS),	
– beschreiben Zusammenhänge im physikalischen Begriffsgebäude,	– ordnen eigenständig physikalische Begriffe in übergeordnete strukturelle bzw. theoretische Zusammenhänge ein und erläutern Zusammenhänge,
– wenden Strategien der Erkenntnisgewinnung und Problemlösung an, z. B. beim Beobachten, intuitiv-spekulativen Entdecken, Formulieren von Hypothesen beim induktiven und deduktiven Vorgehen, analogen Übertragen, Modellbilden,	
– wenden physikalische Modelle unter Beachtung ihrer begrenzten Gültigkeit an, – ermitteln und bewerten Sachinformationen durch geeignete Recherchen,	– entwickeln und modifizieren physikalische Modelle und wenden sie unter Beachtung ihrer begrenzten Gültigkeit an, – ermitteln und bewerten komplexe Sachinformationen durch geeignete Recherchen,
– wenden Verfahren zur Texterschließung auf physikalische Texte an, identifizieren wichtige Informationen in einem Text, bewerten die Seriosität von Informationen,	
– ordnen neue Informationen in bekannte Wissensstrukturen ein,	– entwickeln bei der Auseinandersetzung mit neuen Informationen Verknüpfungen mit bereits bekanntem Wissen,
– stellen Sachverhalte mithilfe von Skizzen, Zeichnungen, Größengleichungen, Tabellen, Diagrammen, grafischen Darstellungen und Simulationen dar.	

**Kommunikation – aktiv und souverän über physikalische Sachverhalte kommunizieren**

Grundkursfach	Leistungskursfach
<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– wenden verschiedene Formen der Darstellung physikalischen Wissens und physikalischer Erkenntnisse (z. B. Sprache, Bilder, Skizzen, Tabellen, Grafen, Diagramme, Symbole, Formeln) an,</li> </ul>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– wenden verschiedene Formen der Darstellung physikalischen Wissens und physikalischer Erkenntnisse (z. B. Sprache, Bilder, Skizzen, Tabellen, Grafen, Diagramme, Symbole, Formeln) an und begründen deren Auswahl,</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– führen einfache Experimente sachgerecht vor und präsentieren deren Ergebnisse verständlich,</li> <li>– präsentieren Lern- und Arbeitsergebnisse adressaten-, situationsgerecht und mediengestützt,</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– diskutieren sachlich zu physikalischen Sachverhalten und Fragestellungen,</li> <li>– wenden die Fachsprache angemessen und sachgerecht an,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– diskutieren sachlich und argumentieren diskursiv zu physikalischen Sachverhalten und Fragestellungen,</li> <li>– wenden die Fachsprache angemessen, sachgerecht und souverän an,</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– übernehmen bei Teamarbeit gegebenenfalls die Rolle des Gruppensprechers oder Moderators.</li> </ul>	

**Reflexion – physikalische Sachverhalte prüfen und bewerten**

Grundkursfach	Leistungskursfach
Die Schülerinnen und Schüler	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– beschreiben Phänomene und Vorgänge der Natur und Technik aus physikalischer Perspektive,</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– beschreiben an Beispielen die wechselseitige Beziehung zwischen Physik und Technik,</li> <li>– beschreiben exemplarisch historische und gesellschaftliche Bedingtheiten der Physik,</li> <li>– ermitteln aus überfachlichen Problemen diejenigen Fragen, die sich mit Methoden der Physik bearbeiten und lösen lassen,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– stellen die wechselseitige Beziehung zwischen Physik und Technik dar und erläutern diese,</li> <li>– erläutern exemplarisch historische und gesellschaftliche Bedingtheiten der Physik,</li> <li>– ermitteln aus überfachlichen Problemen selbstständig diejenigen Fragen, die sich mit Methoden der Physik bearbeiten und lösen lassen,</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– analysieren kritisch die Stellung des Menschen im gesellschaftlichen System und seine Beziehung zur Umwelt auf der Grundlage physikalischer Kenntnisse,</li> <li>– vergleichen Alltagsvorstellungen und physikalische Aussagen,</li> <li>– stellen Forschungsergebnisse und Anwendungen vor ihrem gesellschaftlichen Hintergrund dar,</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– analysieren die Einflüsse physikalischer Erkenntnisse auf Weltbilder.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– analysieren die Einflüsse physikalischer Erkenntnisse auf Weltbilder und bewerten deren Tragweite, Grenzen und gesellschaftliche Relevanz.</li> </ul>

## 4 Kompetenzen und Inhalte

Die Auswahl der verbindlichen Inhalte erfolgt nach ihrer Eignung für den Kompetenzerwerb und berücksichtigt die Vorgaben der *Einheitlichen Prüfungsanforderungen für das Abitur*.

Die kursiv gedruckten Angaben treffen nur für das Leistungskursfach zu.

### 4.1 Felder

#### Inhalte

##### **Bewegungen eines Massenpunktes**

- *Energie- und Impulserhaltungssatz*
- *Kinematik und Dynamik der Kreisbewegung*

##### **Gravitation**

- KEPLER'sche Gesetze
- Gravitationsgesetz
- Feldlinienmodell
- *Gravitationsfeldstärke, Gravitationspotenzial*
- Bewegungen von Körpern im Gravitationsfeld

##### **Elektrisches Feld**

- Feldlinienmodell, elektrische Feldstärke, *elektrischer Feldstärkevektor*
- *inhomogene Felder*
- *COULOMB'sches Gesetz, vektoriell*
- Arbeit im elektrischen Feld, *Potenzial*, Spannung
- *Materie im elektrischen Feld*
- Kondensator als Ladungsspeicher
- *Parallel- und Reihenschaltungen mehrerer Kondensatoren*
- geladener Kondensator als Energiespeicher

##### **Ladungsträger in elektrischen Feldern**

- Bewegungen von Ladungsträgern in elektrischen Feldern, Energiebetrachtungen
- MILLIKAN-Versuch (*Schwebefall/steigende und sinkende Öltröpfchen*), Elementarladung

##### **Magnetisches Feld**

- Feldlinienmodell, magnetische Flussdichte
- Magnetfeld einer langen, geraden Spule
- *Magnetfeld eines langen, geraden Leiters*
- *Materie im Magnetfeld*
- Gravitationsfelder, elektrische Felder und magnetische Felder im Vergleich

##### **Ladungsträger in Magnetfeldern**

- Lorentzkraft
- Bestimmung der spezifischen Ladung eines Elektrons
- *Hall-Effekt*

### Elektromagnetische Induktion

- Induktionsgesetz, *Induktionsspannung als zeitliche Ableitung des magnetischen Flusses*
- Selbstinduktion, Induktivität
- stromdurchflossene Spule als Energiespeicher
- Erzeugung einer sinusförmigen Wechselspannung – experimentelle *und theoretische* Betrachtung
- *Effektivwerte für Spannung und Stromstärke*

### Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- reflektieren die Einflüsse physikalischer Erkenntnisse auf Weltbilder und bewerten deren Tragweite, Grenzen und gesellschaftliche Relevanz,
- nutzen ihre Strategien zur Erkenntnisgewinnung bei der experimentellen Arbeit,
- beschreiben einheitlich mithilfe des Feldkonzepts unterschiedliche Wechselwirkungen in Gebieten der klassischen Physik,
- erläutern die wechselseitigen Beziehungen von Physik und Technik,
- veranschaulichen Sachverhalte mithilfe von Skizzen, Zeichnungen, Größengleichungen, Tabellen, Diagrammen und grafischen Darstellungen,
- *beschreiben und erläutern physikalische Grundprinzipien (z. B. Erhaltungssätze, Kausalität, Systemgedanke) sowie ihre historischen und erkenntnistheoretischen Gegebenheiten,*
- *erläutern den Vektorcharakter ausgewählter physikalischer Größen,*
- *wenden Verfahren der Differenzial- und Integralrechnung für die Beschreibung und Erklärung physikalischer Phänomene an,*
- *nutzen ihre Strategien zur Erkenntnisgewinnung bei der experimentellen Untersuchung von Kondensator und Spule.*

### Mögliche Kontexte

- Planetenbewegungen, Bahnen künstlicher Satelliten
- Weltbilder in historischer Entwicklung
- Astronomie, Astrophysik
- Meteoriten – Gefahren aus dem Weltraum
- Physik als Grundlage der Technik
- Bedeutung elektrischer Energie für unsere Gesellschaft
- Physik als historischer Prozess an ausgewählten Beispielen der Elektrodynamik
- Elektrizitätsleitung in Gasen, Flüssigkeiten und Festkörpern
- Aufbau der Materie, Großforschungsanlagen
- Physik als Grundlage der Technik, technische Anwendungen, z. B. Kondensator, Oszilloskop, Linearbeschleuniger, Magnetschwebbahn, Elektroherd
- relativistische Kinematik und Dynamik
- Kosmologie und Weltbilder

## 4.2 Elektromagnetische Schwingungen und Wellen

### Inhalte

#### Elektromagnetische Schwingungen

- elektrischer Schwingkreis: Stromstärke, Spannung, Frequenz
- gedämpfte und ungedämpfte Schwingung, Rückkopplung
- Vergleich des elektrischen Schwingkreises mit mechanischem Oszillator
- THOMSONSche Schwingungsgleichung

#### Elektromagnetische Wellen

- Entstehung elektromagnetischer Wellen am Dipol
- Reflexion, Beugung, Interferenz und Polarisation HERTZscher Wellen im Vergleich mit mechanischen Wellen und Licht
- *Prinzip der Modulation und der Demodulation*
- Einordnung HERTZ'scher Wellen in das elektromagnetische Spektrum

### Kompetenzerwerb im Themenfeld

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen physikalische Erkenntnisse unter Einbeziehung historischer und gesellschaftlicher Gegebenheiten dar, *erläutern und bewerten diese*,
- deuten mithilfe von Analogien Vorgänge im Schwingkreis,
- erläutern am Beispiel der Nachrichtentechnik die wechselseitigen Beziehungen zwischen Physik, Technik und Gesellschaft.

### Mögliche Kontexte

- Kommunikation und ihre technische Realisierung
- Elemente der Wellenoptik
- Elemente der Wechselstromlehre
- *MAXWELLtheorie*



### 4.3 Quantenobjekte und Struktur der Materie

#### Inhalte

##### Eigenschaften von Quantenobjekten

- äußerer lichtelektrischer Effekt, EINSTEIN'sche Deutung: Photonenmodell des Lichts
- Hypothese von DE BROGLIE
- Elektronenbeugung
- *Experiment von TAYLOR*
- *COMPTON-Effekt*
- Komplementarität und Nichtlokalität beim Doppelspaltversuch
- HEISENBERG'sche Unbestimmtheitsrelation
- Verhalten beim Messprozess

##### Atomhülle

- kontinuierliche Spektren, Linienspektren, Emissions- und Absorptionsspektren
- FRANCK-HERTZ-Versuch
- Emission und Absorption von Photonen im Termschema
- Entwicklung der Atommodelle
- quantenmechanisches Modell, qualitative *und quantitative* Betrachtungen

##### Röntgenstrahlung

- *Entstehung von Röntgenbremsstrahlung und charakteristischer Strahlung*
- *Eigenschaften der Röntgenstrahlung*
- *BRAGG'sche Reflexionsbedingung*
- *Röntgenspektren*

##### Atomkern

- Tröpfchenmodell *und Potenzialtopfmodell* des Atomkerns
- Nachweisgeräte für ionisierende Strahlung: Zählrohr, *Nebelkammer*, *Szintillationszähler*
- Entstehung und Eigenschaften radioaktiver Strahlung
- Zerfallsgesetz, Aktivität
- *Vorgänge bei der Emission und Absorption von Strahlung*
- *Durchdringungsvermögen der radioaktiven Strahlung, Schwächungsgesetz*
- *Grundbegriffe der Dosimetrie*
- biologische Wirkungen ionisierender Strahlung, Strahlenschutzmaßnahmen
- Strukturebenen der Atome, Kerne und Quarks, Untersuchungsmethoden
- Kernbindungsenergiekurve, Massendefekt, Kernspaltung und Kernfusion

### **Kompetenzerwerb im Themenfeld**

Die Schülerinnen und Schüler

- diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse und erörtern erkenntnistheoretische Probleme sowie Konsequenzen bezüglich des Verhaltens von Quantenobjekten,
- erklären mithilfe von experimentellen Belegen die Struktur der Materie,
- beschreiben Atommodelle qualitativ *und quantitativ*, ordnen sie historisch ein *und bewerten sie im historischen Kontext*,
- beschreiben Möglichkeiten der Nutzung der Kernenergie und bewerten die Auswirkungen der technische Realisierung auch unter Einbeziehung ökologischer Aspekte,
- *wenden Erhaltungssätze der klassischen Physik bei der Deutung von Vorgängen in der Quantenphysik an*,
- *diskutieren experimentelle und erkenntnistheoretische Vertiefungen der quantenphysikalischen Denkweise*,
- beschreiben *und begründen* die Notwendigkeit der quantenphysikalischen Betrachtungsweise,
- *bewerten Risiken der biologischen Wirkungen ionisierender Strahlung*.

### **Mögliche Kontexte**

- Physik als Grundlage der Technik
- Lasertechnik
- Elemente der Astrophysik
- Physik und Medizin
- Physik und Philosophie

## 5 Kurshalbjahre

In folgenden Übersichten werden für das Grund- und Leistungskursfach die Themenfelder des Kerncurriculums aus dem Kapitel 4 den vier Kurshalbjahren zugeordnet. Bei der Auswahl der Wahlthemen und der Unterrichtsplanung ist darauf zu achten, dass sie in den Prozess der Kompetenzentwicklung gemäß der abschlussorientierten Standards einzubetten sind. Die Wahlthemen dienen der Ergänzung und Vertiefung und bieten die Möglichkeit, weitere Kontexte in den Unterrichtsprozess einzubeziehen.

### 5.1 Grundkursfach

#### 1. Kurshalbjahr (ph-1): Felder

- Gravitation
- Elektrisches Feld
- Magnetisches Feld

#### 2. Kurshalbjahr (ph-2): Induktion, HERTZ'sche Wellen

- Elektromagnetische Induktion
- Elektromagnetische Schwingungen
- Elektromagnetische Wellen

#### 3. Kurshalbjahr (ph-3): Quantenphysik

- Ladungsträger in elektrischen und magnetischen Feldern
- Eigenschaften von Quantenobjekten

#### 4. Kurshalbjahr (ph-4): Atom- und Kernphysik

- Atomhülle
- Atomkern

#### Weitere mögliche Inhalte

Im ersten Jahr der Qualifikationsphase sind zwei und im zweiten Jahr drei Wahlthemen zu bearbeiten.

- Geschichte der Physik, Biographien
- Mechanik der Drehbewegungen
- Strömungsphysik
- Nichtlineare Physik, Chaos
- Relativität
- Astronomie
- Astrophysik
- Thermodynamik
- Energiegewinnung
- Wellenoptik

- Wechselstrom
- Elektronik
- Optoelektronik
- Vertiefungen zur Atom- und Kernphysik
- Interpretation der Quantenphysik
- Strahlenschutz
- Elementarteilchenphysik
- Kristallstrukturen
- Physik und Medizin
- Eigener Vorschlag

## 5.2 Leistungskursfach

### 1. Kurshalbjahr (PH-1): Felder

- Bewegungen eines Massenpunktes
- Gravitation
- Elektrisches Feld
- Magnetisches Feld

### 2. Kurshalbjahr (PH-2): Induktion, HERTZ'sche Wellen

- Elektromagnetische Induktion
- Elektromagnetische Schwingungen
- Elektromagnetische Wellen

### 3. Kurshalbjahr (PH-3): Quantenphysik

- Ladungsträger in elektrischen und magnetischen Feldern
- Eigenschaften von Quantenobjekten
- Röntgenstrahlung

### 4. Kurshalbjahr (PH-4): Atom- und Kernphysik

- Atomhülle
- Atomkern

### Weitere mögliche Inhalte

Im ersten Jahr der Qualifikationsphase sind drei und im zweiten Jahr vier Wahlthemen zu bearbeiten.

- Geschichte der Physik, Biographien
- Drehbewegungen
- Strömungsphysik

- Nichtlineare Physik, Chaos
- Relativistische Kinematik
- Relativistische Dynamik
- Astronomie
- Astrophysik
- Kosmologie und Weltbilder
- Thermodynamik
- Wellenoptik
- Wechselstrom
- Maxwell-Theorie
- Elektronik
- Festkörperphysik
- Interpretation der Quantenphysik
- Vertiefungen zur Atom und Kernphysik
- Strahlenschutz
- Strahlenbiophysik
- Elementarteilchenphysik
- Eigener Vorschlag

## 6 Sonstige Regelungen

### 6.1 Jahrgangsübergreifender Unterricht

Jahrgangsübergreifende Leistungskurse können eingerichtet werden. Für einen Teil der Schülerinnen und Schüler ergibt sich die Reihenfolge PH-3, PH-4, PH-1, PH-2. In diesem Fall müssen die Grundlagen des elektrischen und magnetischen Feldes mit den Inhalten

- elektrische Feldstärke,
- COULOMB'sches Gesetz,
- Spannung, Kondensator,
- magnetische Flussdichte, Lorentzkraft

bereitgestellt werden.

Die wesentlichen Ziele sind dabei:

- die Bereitstellung der inhaltlichen Voraussetzungen, sodass die Schülerinnen und Schüler die Kursthemen Quantenphysik sowie Atom- und Kernphysik erfolgreich bearbeiten können
- die bewusste Einübung wichtiger Erkenntnismethoden der Physik (Heranführung an die Arbeit im Leistungskurs)

Die angegebenen Themen sind an geeigneten Stellen des Unterrichts einzufügen. Ein projektorientierter Einstieg mit verschiedenen Themen könnte den Schülerinnen und Schülern helfen, Anfangsschwierigkeiten zu überwinden. Auch in Leistungsüberprüfungen – insbesondere in Klausuren – sind differenzierte Aufgabenstellungen und Bewertungen möglich.

### 6.2 Zusatzkurse

Neben den hier dargestellten Grund- und Leistungskursen können weitere Grundkurse angeboten werden, deren Inhalte durch die Schulen entwickelt und durch die für das Schulwesen zuständige Senatsverwaltung genehmigt werden.

Folgende zusätzliche Grundkurse sind möglich:

- Zusatzkurse, in denen die Schülerinnen und Schüler ihre in den jeweiligen Grund- oder Leistungskursen erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten vertiefen und erweitern
- Seminarkurse, in denen sich die Schülerinnen und Schüler fachübergreifend und/oder fächerverbindend auf eine Prüfung im Rahmen der "Besonderen Lernleistung" vorbereiten

Werden in der Schule Zusatzkurse angeboten, dürfen keine inhaltsgleichen Wahlpflichtthemen in den Grund- oder Leistungskursen behandelt werden. Für die Zusatzkurse sind die Unterrichtsinhalte so global angegeben, dass zusätzlich zu dem didaktischen Freiraum auch ein großer inhaltlicher Gestaltungsspielraum gegeben und durch eigene Konzeptionen auszufüllen ist.

## ph – Z 1 Astronomie

### Inhalte

#### Sonnensystem

- Aufbau und Größe des Sonnensystems
- Entstehung und Entwicklung des Sonnensystems
- Planetenbewegungen

#### Sternsysteme

- Sternbilder; scheinbare Sternbewegungen
- Aufbau und Entwicklung unserer Galaxis
- Weitere Galaxien und Strukturen im All
- Vorstellungen zur Entstehung und Entwicklung des Weltalls

#### Sternentwicklung

- Aufbau, Energieformen und Energietransport am Beispiel der Sonne
- Spektralklassen der Sterne
- Hertzsprung-Russell-Diagramm

## ph – Z 2 Elektronik

### Inhalte

#### Halbleiter

- Leitungseigenschaften von undotierten und dotierten Halbleitern auch im Vergleich mit Metallen
- Bändermodell
- Bestimmung von Eigenschaften von Halbleitern durch die Bandstruktur

#### Grundbausteine

- pn-Übergang: Diode als Gleichrichter
- Transistor als Schalter und Verstärker

#### Vertiefungen, z. B.

- Sensoren (NTC, PTC, Fotowiderstand, Hallsensor ...)
- Analoge Elektronik (verschiedene elektronische Schaltungen mit Dioden, Transistoren, Sensoren)
- Integrierte Schaltkreise (FET, Schaltalgebra ...)
- Photovoltaik

### 6.3 Fremdsprachiger Sachfachunterricht

Die zunehmende internationale Kooperation und der globale Wettbewerb verändern die Erwartungen an Lernende. Die Fähigkeit, Vorträge, Texte und Materialien zu einer Vielfalt von Themen in einer Fremdsprache verstehen und präsentieren zu können, wird an Hochschulen von den Studierenden ebenso erwartet wie in international agierenden Firmen und Wissenschaftsbetrieben von qualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Darüber hinaus ist im Kontext internationalen Zusammenwirkens die Bereitschaft zum interkulturell sensiblen Umgang miteinander von großer Bedeutung.

Neben der Ausrichtung des Fremdsprachenunterrichts auf interkulturelle Handlungsfähigkeit ermöglichen längere und kürzere Sachfach-Unterrichtssequenzen in der Fremdsprache den Schülerinnen und Schülern, sich auf die neuen Herausforderungen in einer globalisierten Welt vorzubereiten. Vertiefend können sie dies an Schulen tun, in denen neben dem Fremdsprachenunterricht mindestens ein weiteres Fach in einer Fremdsprache unterrichtet wird.

Der Sachfachunterricht in der Fremdsprache erfolgt auf der Grundlage der Rahmenlehrpläne für die jeweiligen Unterrichtsfächer. Themen und Inhalte werden durch Festlegungen in schulinternen Curricula präzisiert und erweitert.

Bilinguale Züge und Schulen arbeiten in der gymnasialen Oberstufe auf der Grundlage besonderer Regelungen, die u.a. Festlegungen bezüglich der fremdsprachig erteilten Unterrichtsfächer treffen. Auch für diese Fächer gilt der Rahmenlehrplan der Berliner Schule mit den jeweiligen schulspezifischen Ergänzungen in Form von Unterrichtsplänen, die Elemente der jeweiligen Referenzkulturen einbeziehen.

Der Sachfachunterricht in der Fremdsprache bereichert und ergänzt den lebensnahen und effizienten Fremdsprachenunterricht. Er trägt zu einer erhöhten Fremdsprachenkompetenz bei, indem er die sprachlichen Lernprozesse des Fremdsprachenunterrichts fachspezifisch in den Bereichen Fachterminologie, Redemittel und Kommunikationsformen vertieft. Im fremdsprachigen Sachfachunterricht arbeiten die Schülerinnen und Schüler auf der Grundlage von authentischen Texten (im Sinne des erweiterten Textbegriffs), die sie unter Anleitung oder selbstständig bearbeiten und auswerten. Sie lernen, ihre Arbeitsergebnisse in der Fremdsprache zu präsentieren, und üben sich im Kommunizieren über Inhalte der Sachfächer als Vorbereitung auf das Studium und die berufliche Tätigkeit in internationalen Kontexten. In Gruppenarbeitsphasen und in der Kommunikation mit Externen verhandeln sie erfolgreich in der Fremdsprache. Die korrekte Sprachverwendung wird insbesondere unter dem Aspekt der erfolgreichen Kommunikation gefördert.

Der Sachfachunterricht in der Fremdsprache bietet in besonderer Weise die Möglichkeit zum fachübergreifenden und fächerverbindenden Lernen. Der Sachfachunterricht bezieht verstärkt Themenbeispiele, Sichtweisen und methodisch-didaktische Ansätze aus den jeweiligen Referenzkulturen ein. Auf diese Weise fördert er die multiperspektivische Auseinandersetzung mit fachspezifischen Zusammenhängen und damit die Reflexion sowie Neubewertung der eigenen Lebenswirklichkeit und der eigenen Wertvorstellungen. Die Vermittlung fachspezifischer Arbeitsweisen und Darstellungskonzeptionen der jeweiligen Referenzkultur ermöglicht eine aktive Teilnahme der Schülerinnen und Schüler am internationalen Wissenschaftsdiskurs.

Die Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung erfolgen auf der Grundlage der für das jeweilige Sachfach festgelegten Bewertungskriterien.



## 7

## Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung im Fach Physik

### Grundsätze der Leistungsbewertung

Alle Lernerfolgskontrollen und andere pädagogische Beurteilungen sind regelmäßig von den Lehrkräften mit förderlichen Hinweisen für die weitere Entwicklung der Schülerinnen und Schüler zu versehen.

Die Leistungsbewertung der Schülerinnen und Schüler durch ihre Lehrkräfte stützt sich auf die regelmäßige Beobachtung und Feststellung der Lern-, Leistungs- und Kompetenzentwicklung; sie bezieht alle mündlichen, schriftlichen, praktischen und sonstigen Leistungen ein, die die Schülerin oder der Schüler im Zusammenhang mit dem Unterricht erbracht hat.

### Hinweise zur Aufgabenstellung

Mit den *Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung* (EPA) wurde durch Beschluss der Kultusministerkonferenz festgelegt, dass sich die Abiturprüfung „nicht auf die Inhalte nur eines Kurshalbjahres beschränken“ darf. Damit die Schülerinnen und Schüler auf diese Anforderungen vorbereitet werden, dürfen sich Klausuren und Hausaufgaben in der gymnasialen Oberstufe nicht immer nur auf den Unterrichtsstoff eines Kurshalbjahres beziehen (siehe hierzu die EPA vom 5. 2. 2004, Abschnitt 3.1).

Aufgaben sind so anzulegen, dass sie sich auf alle Kompetenzbereiche erstrecken, wobei bei schriftlichen Aufgaben der Schwerpunkt auf den Kompetenzbereichen Fachkenntnisse und Fachmethoden liegen wird, wohingegen bei mündlichen Aufgaben die Kompetenzbereiche Kommunikation und Reflektion stärker berücksichtigt werden (EPA, Teil 3 und 4).

### Die Bewertung einzelner Aufgaben und mündlicher Leistungen

Die Bewertung schriftlicher Aufgaben stützt sich auf die erbrachten Teilleistungen und bezieht insbesondere die Eigenständigkeit und Qualität der Lösungsansätze, die Schlüssigkeit der Argumentation und die Qualität von Aufbau und Gedankenführung ein (siehe EPA, Teil 3).

Bei der Bewertung mündlicher Leistungen sollen neben den in 3.2 beschriebenen Kompetenzen folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- Umfang und Qualität der nachgewiesenen physikalischen Kenntnisse und Fertigkeiten
- sachgerechte Gliederung und folgerichtiger Aufbau der Darstellung
- Verständlichkeit der Darlegungen, adäquater Einsatz der Präsentationsmittel
- Fähigkeit, das Wesentliche herauszustellen und die Lösung in sprachlich verständlichem und in logischem Zusammenhang zu referieren
- die Fähigkeit, Zusammenhänge zu erkennen und darzustellen, auf Fragen und Einwände einzugehen und gegebene Hilfen aufzugreifen
- Kreativität und Eigenständigkeit (siehe EPA, Teil 4)

Zur Förderung einer ganzheitlich ausgerichteten Handlungskompetenz finden neben den fachlichen und methodischen Fähigkeiten und Fertigkeiten, sofern dies bei der Aufgabenstellung angelegt ist, auch die Kooperationsbereitschaft und die Selbstreflexion Eingang in die Bewertung von Schülerleistungen, insbesondere dann, wenn Lernprodukte im Team erstellt werden oder Projektarbeit stattfindet.

## Die Fünfte Prüfungskomponente

Für die fünfte Prüfungskomponente in beiden Formen (mündliche Prüfung und Besondere Lernleistung) sind Anforderungen vereinbart worden (siehe EPA, Abschnitt 4), auf die die Schülerinnen und Schüler in der gymnasialen Oberstufe vorbereitet werden müssen.

Besonders geeignet für die fünfte Prüfungskomponente erscheinen

- Modellierungsprozesse mit Modellbildungssystemen,
- experimentelle Untersuchungen und Dokumentationen,
- Simulationen von Vorgängen,
- die Darstellung von Ansätzen wissenschaftlicher Arbeit (z. B. die dokumentierte Mitarbeit im Hochschulbereich),
- die dokumentierte Teilnahme an einem Wettbewerb (z. B. Jugend forscht),
- die Aufarbeitung und Darstellung besonderer Leistungen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern,
- experimentelle Demonstrationen und Dokumentationen naturwissenschaftlicher Sachverhalte.

Bei der Bewertung der fünften Prüfungskomponente in beiden Formen kommen neben der nachgewiesenen Fach- und Methodenkompetenz folgenden Merkmalen besondere Bedeutung zu:

- der dokumentierten Vorbereitung
- der Klarheit, Vollständigkeit und Angemessenheit der Dokumentation und Präsentation bzw. der schriftlichen Hausarbeit und des Kolloquiums
- der Selbstständigkeit und dem Einfallsreichtum bei der Ausführung der Arbeitsanteile und Arbeitsschritte
- dem Grad der Durchdringung und den aufgezeigten Vernetzungen