

# Fachbrief Nr. 3

## Physik

### Abituraufgaben gemäß der Fachanlage 3b zu den AV Prüfungen

Ihr Ansprechpartner in der Senatsverwaltung für Bildung:  
Christian Bänsch, [christian.baensch@senbjs.verwalt-berlin.de](mailto:christian.baensch@senbjs.verwalt-berlin.de)

Ihr Ansprechpartner im LISUM:  
Dr. Peter Schulze, [peterM.Schulze@lisum.verwalt-berlin.de](mailto:peterM.Schulze@lisum.verwalt-berlin.de)

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

Im Hinblick auf das kommende Abitur 2007, das zum ersten Mal nach den Osterferien als echter Abschluss des Unterrichts durchgeführt wird, haben die Fachberater Physik und ich in Ergänzung des letzten Fachbriefes Nr. 2 einen neuen Fachbrief zusammengestellt, der Ihnen die Erstellung der Abituraufgaben erleichtern soll. Bitte machen Sie diesen Fachbrief allen Fachlehrkräften der gymnasialen Oberstufe zugänglich.

Berlin, im November 2006

Mit freundlichen Grüßen  
Im Auftrag



## Abituraufgaben gemäß der neuen Fachanlage 3b

Wie bereits im letzten Fachbrief dargestellt, sind am 12.05.2006 die neuen Ausführungsvorschriften über schulische Prüfungen (AV Prüfungen) erlassen worden, im Netz neu unter

[http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/rechtsvorschriften/av\\_pruefungen.pdf](http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/rechtsvorschriften/av_pruefungen.pdf)

Wichtig für die Abiturprüfungen 2007 ff. ist die neue gemeinsame Fachanlage 3b Physik, Chemie, Biologie. Grundlage dafür sind die drei EPA; Physik im Netz unter

<http://www.kmk.org/doc/beschl/EPA-Physik.pdf>.

Der Fachbrief Nr. 2 enthielt einen Fehler in der Tabelle über mögliche Strukturen von Prüfungsaufgaben bei Prüfungsaufgabe 2. Das Wahlthema 3 (Thermodynamik) verletzt die Forderung der Fachanlage Nr. 2.1 Abs. 2 letzter Satz, gemäß der „**nicht nur Aufgaben aus einem Jahrgang der Qualifikationsphase gestellt werden**“ dürfen. Die Forderung – sie geht über die Forderung der EPA hinaus – dient dazu, eine größere Breite der Anforderungen im Abitur sicherzustellen; ein Anspruch, der in den Fächern des Zentralabiturs durch das Entfallen des Schwerpunktsemesters erreicht wird.

Die Forderung lässt sich auf verschiedenen Wegen erfüllen, z. B.:

1. Bei drei Aufgaben  
sind zwei aus dem Schwerpunktsemester, die dritte aus dem anderen Jahrgang gestellt.
2. Bei zwei Aufgaben
  - a) bezieht sich die umfangreichere auf das Schwerpunktsemester, die andere entstammt dem anderen Jahrgang;
  - b) beziehen sich zwar beide Aufgaben auf das Schwerpunktsemester, die „große“ enthält aber eine angemessenen umfangreiche Teilaufgabe, die sich auf den anderen Jahrgang bezieht (im Sinne eines durchaus erwünschten „Brückenschlags“ zwischen den beiden Jahrgängen). Bei dieser Variante sind in der abschließenden Übersichtstabelle beide Bezugssemester mit Prozentangaben zu vermerken.

Beispiele für die Zuordnung von Teilleistungen zu den Anforderungsbereichen finden Sie – unterteilt nach den vier Kompetenzbereichen – in den EPA Kap. 2.2. Anregungen für verschiedene mögliche Aufgabenarten finden Sie in Kap. 3.2. Bei der sog. strukturierten Aufgabe gemäß Fachanlage 3b Nr. 2.1 Abs. (7) c) empfiehlt es sich, den Materialteil, der in den gewählten Kontext einführt, dem Aufgabenteil zusammenhängend und abgetrennt voranzustellen.

Für den **Erwartungshorizont** (EH) schreibt die Fachanlage 3b zur AV Prüfungen die tabellarische Darstellung vor, in der der didaktische Zusammenhang zum erteilten Unterricht in einer eigenen Spalte zu beschreiben ist. Um Ihnen Beispiele für die Formulierung zu geben, finden Sie hier das Aufgabenbeispiel 1.1.1 a) – c) aus den EPA, ergänzt um diese Spalte.

Dabei sind zwei Dinge besonders wichtig:

1. Nur ein Bearbeitungs- bzw. Lösungsweg ist exemplarisch angegeben, um die Verteilung der Bewertungseinheiten auf die angegebenen Teilleistungen klarzulegen. Andere ggf. von den Schülerinnen und Schülern beschrittene Lösungswege sind entsprechend vergleichbar zu bepunkten.
2. Die Erläuterungen in der rechten Spalte zum didaktischen Zusammenhang zum erteilten Unterricht haben die Aufgabe, die Wahl des jeweiligen Anforderungsbereichs zu begründen und den Kompetenzbezug, insb. für die anderen Kompetenzbereiche neben den Fachkenntnissen, zu erläutern.

Um die neuen Rahmenbedingungen zu erfüllen, ist es gewiss nicht notwendig und auch nicht zumutbar, völlig neue Vorschläge zu entwickeln. Aber eine Anpassung und **Modifizierung erprobter „alter“ Vorschläge** oder Aufgaben ist in jedem Falle vor der Wiedereinreichung zu prüfen und ggf. durchzuführen. Dabei sind von der Aufgabengestaltung her neben den formalen Kriterien inhaltlich gesehen folgende Gesichtspunkte noch wichtig:

- Sind alle vier Kompetenzbereiche berücksichtigt?
- Ist ein für die Schüler/innen nachvollziehbarer Kontextbezug vorhanden?

Wenn Sie nicht nur für die Aufgaben insgesamt, sondern auch für die Teilaufgaben die **prozentualen Anteile** oder Punktezahlen auf den Aufgabenbögen angeben wollen, tun Sie das am besten in einer Übersichtstabelle am Schluss der Aufgabe. So bleibt der Lesefluss der Schüler/innen ungestört.

Werden **Aufgaben aus der Literatur** oder anderen Quellen verwendet, so sind diese Quellen auf dem Deckblatt des Vorschlags anzugeben. Bei wiederholt eingereichten Vorschlägen ist es für den Fachberater sehr hilfreich, wenn Sie dort auch das Datum der letzten Einreichung bzw. Genehmigung angeben. Ebenso sind andere Hilfsmittel wie z. B. eine Formelsammlung im Detail (Verlag, Titel, Auflage, evtl. ISBN-Nummer) anzugeben.

Ich weise darauf hin, dass fehlerhafte Prüfungsaufgaben zur vollständigen Wiederholung der Prüfung für alle Teilnehmer einer Prüfungsgruppe führen können. Die von dem/der Schulleiter/in mit der Korrektheitsprüfung beauftragten Lehrkräfte sind zur sorgfältigen Durchsicht der Aufgabenvorschläge verpflichtet. Sie bestätigen durch ihre Unterschrift auf den Abiturvordrucken die fachliche Richtigkeit und Lösbarkeit der Aufgaben (AV Prüfungen II, Nr. 5 (7)).

Im dezentralen Abitur gilt weiterhin, dass den Prüflingen das **Schwerpunktsemester** mitzuteilen ist: „Den Prüflingen ist ... für alle Fächer der dezentralen schriftlichen Prüfung mit dem Einreichen der Themenvorschläge mitzuteilen, von welchen Kurshalbjahren der didaktische Schwerpunkt der Aufgaben bestimmt wird. Im Kurs- und Anwesenheitsnachweis ist zu vermerken, wann diese Mitteilung gemacht wurde. Weitergehende Hinweise dürfen nicht erfolgen.“ (AV Prüfungen Nr. 20 Abs. (4))

Für **mündliche Prüfungen** ist das sinnvolle, inzwischen ohnehin verbreitete Vorlegen eines kurzen Erwartungsbildes nun ausdrücklich vorgesehen. Anbei eine kleine „Checkliste“ für mündliche Prüfungen.

Zur **besonderen Lernleistung** (BLL) im Rahmen der 5. Prüfungskomponente erscheint gerade eine umfangreiche Handreichung des LISUM und der Senatsverwaltung. Auch ein Beitrag zur Physikolympiade kann ggf. zu einer BLL „ausgebaut“ werden.

Anlagen:

1. Was ist bei der Erstellung schriftlicher Abiturvorschläge neu zu beachten?  
Die Fachberater haben versucht, das Wichtigste auf einer Seite zusammenzufassen, so dass man die Punkte in Bezug auf die eigenen Abiturvorschläge abhaken kann.
2. Überarbeitete Checkliste der Fachberater  
Die Ihnen aus früheren Abituren bekannte sog. Checkliste der Fachberater wurde an die neuen Vorschriften angepasst und wird Ihnen zur Beachtung bekannt gegeben.
3. Aufgabenbeispiel  
Ein Teil einer Aufgabe auf Leistungskursniveau aus den EPA wurde modellhaft ergänzt um einen möglichen didaktischen Zusammenhang zum Unterricht.
4. Hinweise zur mündlichen Prüfung

## 1. Was ist bei der Erstellung schriftlicher Abiturvorschläge neu zu beachten?

### A. Die neuen EPA Physik als Grundlage

In der neuen Fachanlage 3b zur AV Prüfungen wird mehrfach auf die EPA Physik verwiesen. Insbesondere sind dort die Unterscheidung der Anforderungsbereiche I bis III genauer definiert, außerdem kommt eine Unterscheidung verschiedener Kompetenzbereiche hinzu. Zudem sind in den EPA die grundlegenden fachlichen Inhalte formuliert.

- Zur Neueinteilung der **Anforderungsbereiche** bieten die EPA Zuordnungsbeispiele an.
- Die in der EPA formulierten vier verbindlichen **Kompetenzbereiche** (Fachkenntnisse, Fachmethoden, Kommunikation und Reflexion) sollen durch die Prüfungsaufgaben abgedeckt sein.
- Zu den vier **Sachgebieten** Felder, Wellen, Quanten und Materie benennt die EPA grundlegende fachliche Inhalte.
- Als Hilfe zur Formulierung der Arbeitsaufträge enthalten die EPA eine **Operatorenliste**.

### B. Bedingungen für die Aufgabenstellung

Pro Vorschlag müssen **zwei oder drei Aufgaben** gestellt werden. Jede einzelne Aufgabe

- muss mindestens 20 % des Vorschlags ausmachen,
- muss sich auf ein **zusammenhängendes Thema** beziehen, das jeweils auf dem Aufgabenbogen für die Kandidaten anzugeben ist.
- muss sich auf ein **Experiment** oder einen **Kontext** beziehen.

In jedem Vorschlag

- müssen die grundlegenden fachlichen Inhalte gemäß den EPA mit mindestens 50 % berücksichtigt werden,
- wird (weiterhin) das **Schwerpunkthalbjahr** mit 50 % bis 75 % berücksichtigt,
- müssen sich die Aufgaben auf mindestens **zwei** der vier Gebiete Felder, Wellen, Quanten und Materie (siehe oben: grundlegende fachliche Inhalte der EPA) beziehen,
- dürfen sich die Aufgaben nicht nur auf einen Kursjahrgang beschränken,
- sollen die Anforderungsbereiche mit folgender Gewichtung vertreten sein:  
AB I: 30 % bis 40 %, AB II: 50 % bis 60 %, AB III: 10 % bis 20 %.

Wie bisher sollen sich die beiden Vorschläge auf zwei unterschiedliche Schwerpunkte des Schwerpunktsemesters beziehen.

### C. Erwartungshorizont und Bewertung

- Im Abitur gilt der neue Bewertungsschlüssel (1+ ab 95 %, ..., 4 ab 45 %... usw.).
- Die Zahl der Bewertungseinheiten soll 90 bis 125 betragen. Eine Zusammenfassung von Bewertungseinheiten über 10 % der Gesamtleistung hinaus ist nicht zulässig.
- Der Erwartungshorizont muss (wie bisher) tabellarisch (mit Textverarbeitungssystem!) angelegt sein. Die bloße Angabe der Ergebnisse reicht nicht aus, ein Lösungsweg ist exemplarisch darzustellen.
- Alle vier Kompetenzbereiche sind zu berücksichtigen.
- Der Kompetenzbereich Kommunikation geht in die fachliche Bewertung mit ein (textliche Gestaltung, Schlüssigkeit und Vollständigkeit der Argumentation u. a.). Auch zu nicht textgebundenen Darstellungsanteilen gehört stets eine textliche Begleitung.

## 2. Überarbeitete Checkliste der Fachberater

| Nr | Hinweis  | Vor-schlag | Auf-gabe |
|----|--|------------|----------|
|    | <b>Aufbau der Vorschläge</b>   |            |          |
| 1  | Die Aufgaben müssen den Rahmenlehrplänen bzw. den Curricularen Vorgaben sowie den EPA entsprechen.   |            |          |
| 2  | Die Zahl der Aufgaben in den einzureichenden Aufgabenvorschlägen muss zwei oder drei sein.   |            |          |
| 3  | Jede Aufgabe muss sich auf ein zusammenhängendes Thema beziehen, das für jede Aufgabe auf dem Aufgabenbogen anzugeben ist.   |            |          |
| 4  | Eine Reihung von Teilaufgaben ohne fachlichen Zusammenhang ist als Aufgabe unzulässig.   |            |          |
| 5  | Ein Vorschlag muss mind. zwei verschiedene Sachgebiete enthalten.  |            |          |
| 6  | Das Schwerpunktkurshalbjahr ist anzugeben und mit mindestens 50 %, jedoch höchstens 75 % der Gesamtanforderung zu berücksichtigen.   |            |          |
| 7  | Beide Aufgabenvorschläge sollen sich auf unterschiedliche Schwerpunkte des Schwerpunktsemesters beziehen.  |            |          |
| 8  | Die beiden Vorschläge müssen in allen Aufgaben echte Alternativen darstellen.  |            |          |
| 9  | Es dürfen nicht nur Aufgaben aus einer Jahrgangsstufe gestellt werden.   |            |          |
| 10 | Jede Aufgabe muss mindestens 20 % der Gesamtanforderung eines Aufgabenvorschlages ausmachen.   |            |          |
| 11 | In jedem Aufgabenvorschlag sind die in der EPA Physik (I, 1.2) beschriebenen grundlegenden fachlichen Inhalte zum Nachweis der fachlichen Kompetenzen mit mindestens 50 % der Gesamtanforderung aus wenigstens zwei der vier Sachgebiete Felder, Wellen, Quanten und Materie zu berücksichtigen. |            |          |
| 12 | Eine strukturierte Aufgabe darf nicht kontextfrei und nicht rein theoretisch sein.   |            |          |
| 13 | Die Durchführung des Experiments erfordert besondere Sicherheitsmaßnahmen. Die Aufsicht darf nur von Fachlehrkräften geführt werden.   |            |          |
|    | <b>Konstruktion und Formulierung der Aufgaben</b>  |            |          |
| 14 | Anlage, Aufbau, Umfang und Anspruchsniveau entsprechen eher<br><input type="checkbox"/> einem Grundkurs / <input type="checkbox"/> einem Leistungskurs.  |            |          |
| 15 | Der Zugang zu leichteren Aufgabenteilen soll nicht in größerem Umfang durch schwierige, dem Anforderungsbereich III zugeordnete und z. B. am Anfang stehende Aufgabenteile erschwert werden.   |            |          |
| 16 | Wenn die Selbstständigkeit des Bearbeitungsweges nicht ausdrücklich vorgesehen ist, muss aus der Formulierung der Aufgabe klar hervorgehen, welche Teilleistungen gefordert und in welcher Detaillierung sie erwartet werden.  |            |          |
| 17 | Bei Schülerexperimenten sind Sicherheitshinweise und Verhalten beim Misslingen des Experiments (z. B. Material von der Aufsicht holen) anzugeben.  |            |          |
|    | <b>Angaben im Erwartungshorizont, Bewertung und Anforderungsbereiche</b>   |            |          |
| 18 | Den erwarteten Teilleistungen sind Bewertungseinheiten (BE) so zuzuordnen, dass sie etwa dem erwarteten zeitlichen Bearbeitungsaufwand   |            |          |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
|    |  | entsprechen.   |  |  |
| 19 |  | Endergebnisse reichen zur Beschreibung der erwarteten Teilleistungen nicht aus. Ein geeigneter Bearbeitungs- bzw. Lösungsweg ist ausführlich darzulegen, so dass die Anzahl der vorgesehenen Bewertungseinheiten transparent wird.                       |  |  |
| 20 |  | Die für eine Teillösung vorgesehenen Bewertungseinheiten sind eindeutig dem überwiegenden Anforderungsbereich zuzuordnen.  |  |  |
| 21 |  | Eine Bündelung der Bewertungseinheiten bis zu 5 % der Gesamtanforderung ist in der Regel vorzunehmen, eine Zusammenfassung bis zu 10 % ist zulässig, darüberhinaus nicht.  |  |  |
| 22 |  | Der Schwierigkeitsgrad und die Bewertung für die Aufgaben eines Vorschlages und beider Vorschläge zusammen müssen aufeinander abgestimmt sein.   |  |  |
| 23 |  | In der Spalte „Didaktischer Zusammenhang“ sind konkrete Kompetenzbezüge (Fachkenntnisse, -methoden, Kommunikation, Reflexion) anzugeben.   |  |  |
| 24 |  | Die Kompetenzbereiche „Fachkenntnisse“ und „Fachmethoden“ müssen den Schwerpunkt bilden (mindestens 50 % des Vorschlags)   |  |  |
| 25 |  | In den Anforderungsbereichen II und III sind zum didaktischen Zusammenhang zwischen den Aufgaben und dem zugrunde liegenden Unterricht konkrete Angaben zu machen.   |  |  |
| 26 |  | In einer Übersichtstabelle sind die prozentuale Verteilung der Bewertungseinheiten auf die Aufgaben, die drei Anforderungsbereiche und die zu berücksichtigenden Bezugssemester anzugeben.<br>(insg.: AB I 30% - 40%; AB II 50% - 60%; AB III 10% - 20%) |  |  |
| 27 |  | Bei Experimenten sind eine genaue Beschreibung des Aufbaus, der Durchführung und der Beobachtungen anzugeben. Zu ermittelnde Daten und Messwerte sind Bestandteil einer Anlage des Aufgabenvorschlages.  |  |  |
|    |  | <b>Formales</b>  |  |  |
| 28 |  | Die Gewichtung der zwei oder drei Aufgaben muss auf den Aufgabenblättern vermerkt sein bzw. bei Ausgabe an die Schüler nachgetragen werden.  |  |  |
| 29 |  | Aufgaben und Erwartungshorizont sind mit einem Textverarbeitungssystem anzufertigen.   |  |  |
| 30 |  | Die Aufgabenformulierung (Thema, Aufgabe, Arbeitshinweise) ist von den weiteren Angaben zu trennen und so einzureichen, wie sie den Prüflingen vorgelegt werden soll.  |  |  |
| 31 |  | Zu den in den Aufgaben verwendeten Texten und Materialien sind genaue Quellenangaben zu machen.  |  |  |
| 32 |  | Taschenrechner sowie Formelsammlungen (Titel, Verlag, Auflage, ISBN-Nummer) müssen ggf. als vorgesehene Hilfsmittel auf dem Formblatt angegeben werden. Weitere Hilfsmittel sind begründet zu beantragen.  |  |  |
| 33 |  | Der Antrag auf vorzeitige Öffnung muss für beide Vorschläge im Abiturvordruck 15 gestellt werden. Der Hinweis auf dem Umschlag allein gilt nicht als Antrag.   |  |  |
| 34 |  | Der Antrag auf vorzeitige Öffnung war auf dem Umschlag nicht vermerkt.   |  |  |
| 35 |  | Die Verlängerung der Arbeitszeit muss begründet werden.  |  |  |
| 36 |  | Der Vorschlag sollte vor erneutem Einreichen überarbeitet werden.  |  |  |

### 3. Aufgabenbeispiel

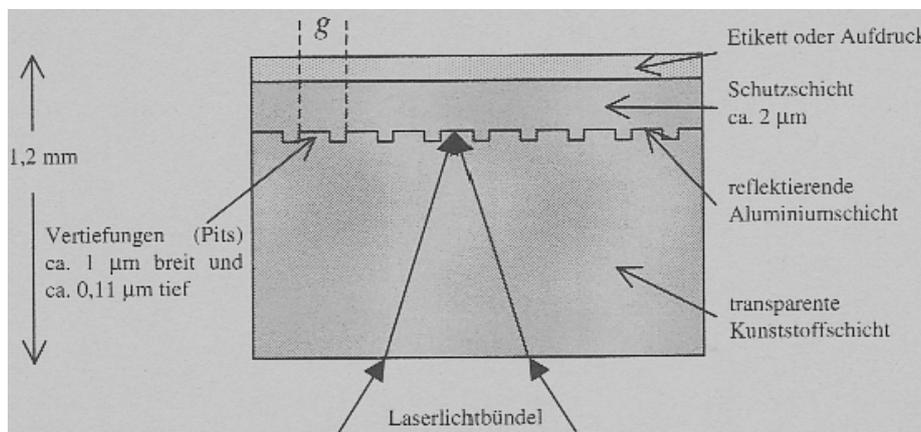
#### Gestaltung eines Erwartungshorizontes mit Kompetenzangaben im Physik-Abitur

Der Ausschnitt eines kontextorientierten Aufgabenbeispiels für den Leistungskurs Physik ist den EPA Physik entnommen (II. 1.1.1, S. 26 ff.). Die Aufgabe beinhaltet eigenständige Untersuchungen von unterschiedlichen Interferenzerscheinungen.

#### Aufgabenstellung (Ausschnitt)

##### Compact Disk

Compact Disks (CDs) sind vertraute Alltagsgegenstände. Auf einer CD werden Informationen digital durch unterschiedlich lange, spiralförmig angeordnete Vertiefungen (so genannte Pits) gespeichert, die sich mit einem Laser im CD-Player auslesen lassen.



##### Die Spurbreite der CD

Um Informationen zum Aufbau einer CD zu gewinnen, wird eine CD in einem Experiment mit dem monochromatischen Licht der Wellenlänge  $\lambda = 632,8 \text{ nm}$  bestrahlt. Das Experiment liefert Informationen über den Abstand der Spurlinien.

- Beschreiben Sie das vorgeführte Experiment und deuten Sie das zu beobachtende Schirmbild.
- Leiten Sie für den Spurbreite  $g$  der Pits die folgende Beziehung her (Skizze!):

$$g = \frac{\lambda}{\sin\left(\arctan\frac{a}{b}\right)}$$

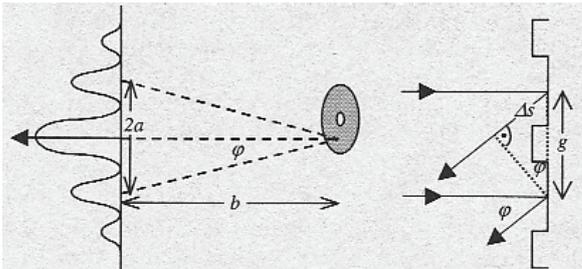
a: Abstand zum 1. Maximum,  
b: Abstand zwischen CD und Schirm

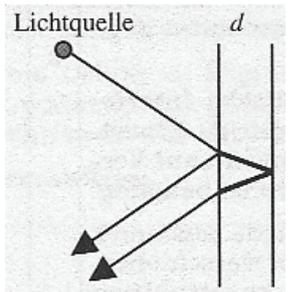
Brechungseffekte beim Übergang von Luft in die Kunststoffschicht müssen bei der Herleitung nicht berücksichtigt werden.

Zeigen Sie, dass bei der untersuchten CD der Wert von  $g$  innerhalb des Toleranzbereichs des von der deutschen Norm angegebenen Wertes von  $g = (1,6 \pm 0,1) \mu\text{m}$  liegt. Beschreiben Sie mögliche Fehlerquellen.

- Betrachtet man den Aufbau der CD, wäre es denkbar, dass die Beobachtungen durch eine Interferenz hervorgerufen werden, die durch Reflexion an der Ober- und Unterseite der transparenten Kunststoffschicht entsteht. Beschreiben Sie qualitativ anhand einer Skizze, wie es zu einer konstruktiven Interferenz an dünnen Schichten kommen kann. Es gibt mehrere Gründe, warum es sich bei dem vorgeführten Experiment nicht um eine Interferenz an einer dünnen Schicht handeln kann. Führen Sie einen dieser Gründe aus.

**Erwartungshorizont zum Aufgabenausschnitt**

| Aufgabe | Erwartete Teilleistung  | BE im AB |    |     | Didaktischer Zusammenhang zum erteilten Unterricht   |
|---------|---|----------|----|-----|--|
|         |   | I        | II | III |  |
| a)      | <p>Beschreibung und Skizze des Versuchsaufbaus. Auf dem Schirm zeigen sich charakteristische Interferenzmuster.</p> <p>Das Muster kommt durch Gangunterschiede zustande. Die zu beobachtenden Maxima sind Orte konstruktiver Interferenz.</p>   | 8        | 5  |     | <p><u>Fachmethode:</u><br/>Beschreiben eines Experimentes</p> <p>Interferenzmuster sind den Schülern aus dem Unterricht durch Versuche mit dem Laser sowie der Elektronenbeugung bekannt.</p> <p><u>Fachkenntnisse:</u><br/>Fachgerechtes Wiedergeben von komplexeren Zusammenhängen</p>   |
| b)      | <p>Herleitung der Beziehung für den Spurb Abstand anhand von Skizzen:</p>  $\frac{\Delta s}{g} = \sin \varphi \quad \Delta s = \lambda \quad \frac{a}{b} = \tan \varphi \rightarrow g = \frac{\lambda}{\sin\left(\arctan \frac{a}{b}\right)}$ <p>Die Messwerte aus dem Experiment liefern für die Spurbreite <b>g</b> die folgenden Werte: 1,631 µm, 1,632 µm, 1,632 µm, 1,619 µm, 1,622 µm; der Mittelwert beträgt 1,627 µm.</p> <p>Die Abweichung des Mittelwerts (0,027 µm) als auch die maximale Abweichung der Einzelwerte (0,032 µm) von der Norm liegen deutlich innerhalb der Toleranzgrenze.</p> <p>Der Fehler der Längenmessungen beträgt etwa 0,1 cm. Der relative Fehler der Längenmessung beträgt <math>\frac{\Delta l}{l} = \frac{0,1 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} = 0,025 \hat{=} 2,5\%</math>.</p> <p>Die maximale Abweichung <math>\frac{\Delta g}{g} = \frac{0,032 \mu\text{m}}{1,6 \mu\text{m}} = 0,02 \hat{=} 2\%</math> liegt in diesem Bereich. Wegen der sehr genauen Angabe der Wellenlänge des Lasers müssen daraus resultierende Abweichungen nicht berücksichtigt werden.</p> | 6        | 4  | 8   | <p>Ähnliche Hilfsskizzen zur Zuweisung der Größen sind den Schülern aus dem Doppelspaltversuch bekannt. Die Herleitung erfordert das Übertragen komplexer Sachverhalte, daher überwiegend AB II.</p> <p><u>Fachmethode:</u><br/>Begründetes Herleiten der mathematischen Beschreibung eines einfachen physikalischen Sachverhaltes.</p> <p>Reorganisation komplexer Sachverhalte, Wiedergabe von Bewertungsansätzen und Herstellen einfacher Bezüge.</p> <p><u>Fachkenntnisse:</u><br/>Auswählen und Verknüpfen von Daten, Fakten und Methoden eines abgegrenzten Gebietes.</p> <p><u>Kommunikation:</u><br/>Strukturieren und schriftliches Präsentieren von komplexen Sachverhalten.</p> |

|                          |   |           |           |          |   |
|--------------------------|---|-----------|-----------|----------|---|
| <p>c) Skizze:</p>        |  <p>Ein Teil des Lichtes von der Quelle dringt in die CD ein und wird an der hinteren Seite reflektiert. Dieser Teil legt eine längere Strecke zurück als der direkt reflektierte Strahl. Unter Berücksichtigung der anderen Ausbreitungsgeschwindigkeit im Kunststoffmaterial (Brechung) ergibt sich ein bestimmter effektiver Wegunterschied <math>\Delta x</math>.</p> <p>Wenn <math>\Delta x</math> ein Vielfaches von <math>\lambda</math> ist, kommt es zu konstruktiver Interferenz und es ist unter einem bestimmten Winkel bei einer bestimmten Dicke ein Maximum zu erkennen.</p> <p>Mögliche Gründe:</p> <p>Die beschriebene Interferenz erfolgt nur, wenn die einfallende Welle schräg kommt. Beim Experiment erfolgt der Einfall aber senkrecht.</p> <p>Bei der beschriebenen Interferenz gibt es nur eine Richtung, unter der die reflektierte Welle erscheint, während beim Experiment in mehrere Richtungen Abstrahlung erfolgt, die auch noch symmetrisch liegen.</p> | <p>8</p>  | <p>29</p> | <p>4</p> | <p>Übertragen komplexer Sachverhalte</p> <p><u>Reflexion:</u><br/> <i>Einordnen und Erklären von physikalischen Phänomenen aus Natur und Technik.</i></p> <p>Problembezogenes Anwenden und Übertragen komplexer Sachverhalte. Herstellen von Bezügen und Bewerten von Sachverhalten</p> <p>Konstruktive Interferenz wurde im Unterricht an anderen Beispielen behandelt.</p> <p><u>Fachkenntnisse:</u><br/> <i>Problembezogenes Einordnen und Nutzen von Wissen in verschiedenen inner- und außerphysikalischen Wissensbereichen.</i></p> <p><u>Reflexion:</u><br/> <i>Finden von Anwendungsmöglichkeiten physikalischer Erkenntnisse; Erklären physikalischer Phänomene komplexer Art aus Natur und Technik.</i></p> |
| <p>Summe mögliche BE</p> | <p>8</p>  | <p>29</p> | <p>4</p>  |          |   |

**Anmerkungen zum EH:**

Der in den AV Prüfungen im Abschnitt II Nr. 5 Absatz 2 Satz 3 geforderte Kompetenzbezug erfolgt in der rechten Spalte unter Verwendung der im Abschnitt 2.2 der EPA-Physik erläuterten Zuordnung von Kompetenzen und Anforderungsbereichen. Es ist empfehlenswert, die Angabe der Kompetenzen sowie ggf. deren Zuordnung zu einem Kompetenzbereich *kursiv* zu schreiben.

Umfassende Hinweise zum Kompetenzbezug sind dem neuen Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe (gütig ab Schuljahr 2006/2007 ab Jg. 11 „hochwachsend“) zu entnehmen.

Die für eine Teillösung vorgesehenen Bewertungseinheiten sind immer dem überwiegenden Anforderungsbereich zuzuordnen. Anforderungsbereich I braucht nicht erläutert zu werden.

Zum besseren Verständnis des zu bearbeitenden Sachverhaltes kann es sinnvoll sein, im Erwartungshorizont über die geforderte Schülerleistung hinausgehende Angaben zur Lösung zu machen. Diese sollten durch *kursive* Schrift gekennzeichnet sein.

**Anmerkungen zur Aufgabenstellung:**

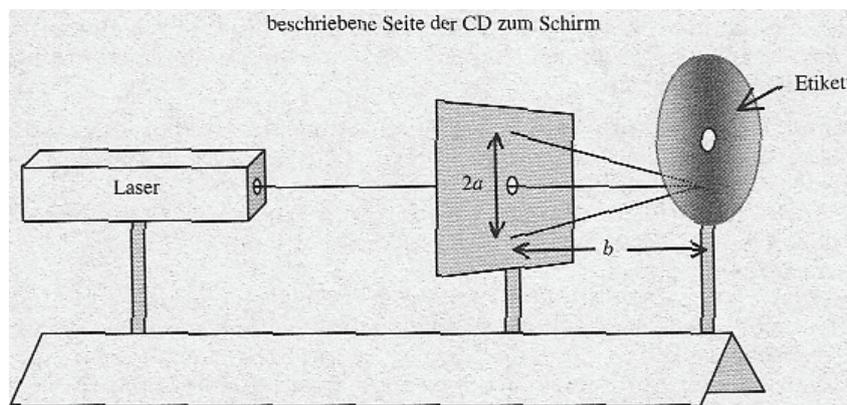
**1. Unterrichtliche Voraussetzungen:**

Interferenzversuche in Transmission wurden ausgiebig analysiert und besprochen. Aufgabe c) soll die Möglichkeit geben, die Parallelität zur Bragg-Reflexion zu erkennen, die im Zusammenhang der Untersuchung von Materie im Unterricht behandelt wurde. In Teil c) müssen Kenntnisse aus den verschiedenen Bereichen der Sachgebiete Wellen und Quanten miteinander kombiniert werden.

**2. Hinweise zum Experiment:**

Das vom Lehrer zu Beginn der Bearbeitung durchgeführte Experiment bleibt während der gesamten Bearbeitungszeit aufgebaut stehen. Eine unbeschriebene CD wird zur Verfügung gestellt.

**3. Versuchsaufbau:**



**4. Versuchsdurchführung:**

Auf dem Schirm wird ein Blatt Millimeterpapier fixiert, die zu beobachtenden Maxima werden mit einem Stift markiert. Der Abstand  $b$  zwischen Schirm und CD wird in Schritten von 5 cm verändert, die jeweiligen ersten Maxima werden ausgemessen.

Als Messwerte ergeben sich exemplarisch:

| $b / \text{cm}$ | $a / \text{cm}$ |
|-----------------|-----------------|
| 9,5             | 4,0             |
| 14,5            | 6,1             |
| 19,5            | 8,2             |
| 24,5            | 10,4            |
| 29,5            | 12,5            |

Diese Messwerte werden den Prüflingen bei Misslingen der Durchführung des Experimentes zur Verfügung gestellt.

**Übersichtstabelle** (Beispiel ohne Bezug zum o. a. Aufgabenausschnitt, wegen der genau 100 BE erübrigt sich die prozentuale Verteilung)

| Aufgabe | Kurs         | AB I      | AB II     | AB III    | Summe         |
|---------|--------------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| 1       | PH-3         | 20        | 30        | 14        | <b>64</b>     |
| 2       | PH-2         | 10        | 20        | 6         | <b>36</b>     |
| 3       | ---          |           |           |           | ---           |
|         | <b>Summe</b> | <b>30</b> | <b>50</b> | <b>20</b> | <b>100 BE</b> |

## 4. Hinweise zu mündlichen Prüfungen in den MINT-Fächern

### A. Aufgabenstellung

1. Aufgaben gleicher Struktur wie in der schriftlichen Prüfung können nicht Gegenstand der mündlichen Prüfung sein.
2. Die Aufgaben müssen verständlich formuliert sein, eindeutige Operatoren enthalten und Gesprächsanlässe bieten. Sie müssen so formuliert sein, dass für den Kandidaten der Umfang der Aufgabe und der erwarteten Lösung erkennbar ist. Eine evtl. Untergliederung sollte höchstens drei Punkte umfassen.
3. Geeignet sind u. a. Aufgaben, die sich auf Erläuterungen beschränken, ohne dass Rechnungen im Einzelnen auszuführen sind, oder die Vorgabe von Ergebnissen, Skizzen, Lösungswegen usw., an denen wesentliche Gedankengänge zu erläutern sind.
4. Der Aufgabentext darf nicht zu lang sein; der Umfang nicht zu groß sein. Die Aufgaben müssen einen einfachen Einstieg erlauben. Ein verfehlter Einstieg darf nicht die ganze Aufgabe unlösbar machen. Teilaufgaben sollten vom Anspruchsniveau her gestuft sein. Aufgaben, die sich in ihren Teilaufgaben zunehmend öffnen, bieten eine besondere Chance.
5. Die Aufgaben müssen so gestellt sein, dass sie Gelegenheit geben, Leistungen in allen Anforderungsbereichen zu erbringen und jede Note zu erreichen.
6. Die Aufgabenstellung muss dem Zeitrahmen angepasst sein. Nicht zulässig sind Aufgaben mit umfangreichen Rechnungen oder Schreibarbeiten, die die Vorbereitungszeit des Kandidaten zu sehr beanspruchen. Es muss in der Vorbereitung auch Zeit zum Denken bleiben.
7. Den Mitgliedern des Prüfungsausschusses sollte das kurze Erwartungsbild bereits einen Tag vor der Prüfung übergeben werden. (erwartete Antworten/Lösungen, übersichtlich, Platz für Notizen, mögliche Zusatzfragen für das Ende des Prüfungsgesprächs ...).

### B. Durchführung der Prüfung

8. Der Beginn der Prüfung sollte durch Freundlichkeit erleichtert werden. Der Prüfling muss ausreden können, man darf ihn aber nicht ins „offene Messer“ laufen lassen.
9. An den zusammenhängenden Vortrag des Prüflings schließt sich ein Prüfungsgespräch an, in dem es vor allem um größere fachliche und überfachliche Zusammenhänge geht, die sich aus der Aufgabe ergeben. Fragen müssen klar formuliert sein und dürfen nicht zusätzlich verwirren. Ein gelenktes Gespräch wird erforderlich, wenn Fehler zu falschen Folgerungen führen, der Kandidat nicht das Wesentliche der Aufgabenstellung trifft oder die Darstellung unvollständig ist.
10. Ein Ablesen der Aufzeichnungen oder Abschreiben an die Tafel sowie unzusammenhängendes Abfragen widersprechen dem Zweck der Prüfung. (Besser: OHP-Einsatz in der Prüfung, leere Folie mit in die Vorbereitung geben)
11. Im Protokoll muss erkennbar sein, was der Kandidat (K) selbständig sagt bzw. auf Einhilfe (H) oder auf Nachfrage des Prüfers (P), was richtig (r) oder falsch (f) ist, ggf. Grad der Einhilfe. Tafelskizzen etc. sollten aufgenommen werden, notfalls nachträglich. Vom Prüfling beschriftete Folien sind zu den Prüfungsunterlagen zu nehmen.

### C. Nach der Prüfung

12. Bei der Bewertung sollen neben den fachlichen Kompetenzen berücksichtigt werden:
  - Umfang und Qualität der Kenntnisse und Fertigkeiten,
  - sachgerechte Gliederung und folgerichtiger Aufbau der Darstellung,
  - Fachsprache, Verständlichkeit, Präsentationsmittel,
  - die Fähigkeiten, das Wesentliche herauszustellen, Zusammenhänge zu erkennen, auf Fragen und Einwände einzugehen und gegebene Hilfen aufzugreifen,
  - Selbständigkeit im Prüfungsverlauf.
13. Die tragenden Erwägungen sollten die Notenstufen (z. B. „gut“) nicht benutzen, sondern stattdessen die Qualität der Leistung aufgaben- und kompetenzbezogen beschreiben.