

Einheitliche Prüfungsanforderungen Physik

Im Jahre 1979 beschloss die Kultusministerkonferenz die »Vereinbarung über die Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung«, kurz EPA genannt. Die Vereinbarungen für das Fach Physik wurden in den Jahren 1989 und 2003 überarbeitet. Die Überarbeitung im Jahre 2003 steht im Zusammenhang mit der bundesweiten Diskussion um Standards und Kerncurricula. Die neuen EPA präzisieren bei der Festlegung der Prüfungsstandards ganz im Sinne der PISA-Studie deutlich das Zusammenspiel von Kompetenzbereichen, Kompetenzstufen (Anforderungsbereiche) und Inhalten. Die EPA geben weiterhin Richtlinien zur Anlage von Prüfungsaufgaben. Eine neu vorangestellte Fachpräambel zeigt auf, woraus sich die Bedeutung des Unterrichtsfaches Physik erschließt. Umfangreiche Aufgabenbeispiele zur schriftlichen und mündlichen Prüfung ergänzen die EPA.

1 Die Überarbeitung der EPA im Jahre 2003

Die Funktion der EPA besteht darin, die Anforderungen in der Abiturprüfung durch Richtlinien in einem pädagogisch vertretbaren Maß zu vereinheitlichen. Die EPA erweisen sich damit als ein Instrument zur

- Konstruktion von Prüfungsaufgaben,
- Analyse von Prüfungsaufgaben,
- Festlegung von einheitlichen *Prüfungsstandards*.

In Bundesländern mit zentralen Abiturprüfungen erfolgt die Aufgabenkonstruktion durch eine entsprechende Fachkommission und in Ländern mit dezentralem Abitur durch den jeweiligen Fachlehrer, wobei die Aufgaben dann von einer Auswahlkommission analysiert und begutachtet werden. Die Überarbeitung der EPA fällt genau in die Zeit der Diskussion über Bildungsstandards und Kerncurricula. Damit kommt den EPA als einem Instrument zur Festlegung von Prüfungsstandards eine besondere Bedeutung zu. Die Prüfungsstandards umfassen Kompetenzbereiche (Breite), Anforderungsbereiche (Tiefe) und Inhalte sowie Vorgaben über Aufgabenarten, Aufgabenumfang, Bewertung und über Formalien der Prüfung.

Die EPA geben kein Kerncurriculum vor und beschreiben keinen Unterricht, sondern beschreiben das, was ein Prüfling am Ende der Oberstufe im Abitur können muss, welche Anforderungen in der Prüfung und an die Prüfung gestellt werden. Damit tragen sie einer Outcome-Orientierung Rechnung.

Der länderoffenen Kommission zur Überarbeitung der EPA-Physik im Jahre 2003 gehören Vertreter aus neun Bundesländern an. Die Vorgaben der KMK umfassen

- einen Zeitrahmen vom November 2002 bis Juli 2003,
- die Vorgabe der Gliederung,
- die Vorgabe gewisser Textpassagen für alle Fächer,
- die Vorgabe der Begrifflichkeit und der Terminologie,
- die Orientierung an den bereits überarbeiteten EPA-Mathematik,
- die Abstimmung der drei Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik
- sowie die Zusammenarbeit mit der Expertenkommission (Prof. Dr. HANS FISCHER, Prof. Dr. HORST SCHECKER, Prof. Dr. Dr. HARTMUT WIESNER).

Die Überarbeitung der EPA ist gekennzeichnet durch die weitgehend beibehaltene Struktur und Begrifflichkeit der alten EPA. Insgesamt ist die Überarbeitung behutsam vorgenommen. Bei den Aufgabenbeispielen wurden auch innovative Ansätze aufgenommen, die Erkenntnisse aus den Vergleichsuntersuchungen TIMSS und PISA berücksichtigen.

2 Anforderungsbereiche, Kompetenzbereiche und Inhalte in den EPA

Der Fokus der EPA richtet sich auftragsgemäß auf die Abiturprüfung und nicht auf den vorangegangenen Unterricht. Wie in jeder Prüfung soll der Prüfling auch und gerade in der Abiturprüfung mit schriftlichen, mündlichen und anderen Aufgaben in Situationen gebracht werden, in denen er an physikalischen Inhalten verschiedene Kompetenzen auf verschiedenen Anforderungsniveaus unter Beweis stellen soll. Dazu braucht es Aufgaben mit Materialien, die den Prüfling in genau diese Situationen bringen.

Jede gute Prüfung zeichnet sich durch folgende drei Merkmale aus:

- Sie stellt Anforderungen in passender Tiefe durch eine passende Mischung aus leichten, mittleren und schweren Aufgabenteilen (Anforderungsbereiche).
- Sie überprüft die Qualifikationen und Kompetenzen des Prüflings in hinreichender Breite (Kompetenzbereiche).
- Sie macht die Prüfung an geeigneten und relevanten Inhalten fest (Inhalte).

Was die Anforderungsbereiche betrifft, orientieren sich die neuen EPA an den bewährten drei Anforderungsbereichen I, II und III der alten EPA.

- Im Anforderungsbereich I beschränken sich die Aufgabenstellungen auf die Reproduktion und die Anwendung einfacher Sachverhalte und Fachmethoden, das Darstellen von Sachverhalten in vorgegebener Form sowie die Darstellung einfacher Bezüge.
- Im Anforderungsbereich II verlangen die Aufgabenstellungen die Reorganisation und das Übertragen komplexerer Sachverhalte und Fachmethoden, die situationsgerechte Anwendung von Kommunikationsformen, die Wiedergabe von Bewertungsansätzen sowie das Herstellen einfacher Bezüge.
- Im Anforderungsbereich III verlangen die Aufgabenstellungen das problembezogene Anwenden und Übertragen komplexer Sachverhalte und Fachmethoden, die situationsgerechte Auswahl von Kommunikationsformen, das Herstellen von Bezügen und das Bewerten von Sachverhalten.

In der PISA Studie werden die Anforderungsbereiche als Kompetenzstufen bezeichnet und es gibt deren fünf. Wenngleich fünf Stufen feiner sind, weiß jeder Praktiker, dass man diese nicht ohne den ständigen Rekurs auf die Definitionen zu nutzen vermag. Für die drei Stufen Reproduktion, Reorganisation und Transfer oder Problemlösung haben Lehrkräfte ein ausgeprägtes und zugriffssicheres Gespür, weshalb diese in allen Fächern beibehalten wurden.

In der Überarbeitung sind die Kompetenzbereiche, die die Breite der Prüfungsanforderungen beschreiben, gänzlich neu gefasst. Die Kommission hat sich für die vier Kompetenzbereiche *Fachkenntnisse*, *Fachmethoden*, *Kommunikation* und *Reflexion* entschieden. Mit dem berechtigten Argument, dass beispielsweise die Kenntnis der Handhabung von Experimentiermethoden zu den Fachkenntnissen zu rechnen sei, kann man diese Trennung der Kompetenzbereiche als künstlich und nicht stimmig zurückweisen. Gleichermaßen kann man auch die Kommunikationsformen mittels verschiedener Darstellungsformen oder die Kompetenz des diskursiven Argumentierens in korrekter Fachsprache in dem Kompetenzbereich der Fachkenntnisse subsumieren. Folgt man dieser Argumentation, so hat man am Ende nur einen einzigen Kompetenzbereich. Mit Alternativen lässt sich gleichermaßen verfahren. Jede Kategorisierung in verschiedene Kompetenzbereiche ist künstlich und reißt auseinander, was unterrichtlich zusammengehört. Der Zweck einer Kategorisierung der Kompetenzen ist nicht die Segmentierung des Unterrichts, sondern ist die Schaffung analytischer Klarheit. Gerade im Blick auf Prüfungsaufgaben lassen sich anhand der Operatoren Kompetenzen analytisch den verschiedenen Kompetenzbereichen zuordnen, um Klarheit über das Spektrum der Anforderungen, also die Anforderungsbreite, zu erhalten. Die vier in den überarbeiteten EPA ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind folgendermaßen gefasst und gelten sowohl für das Grund- wie für das Leistungsfach.

Kompetenzbereich Fachkenntnisse: Physikalisches Wissen erwerben, wiedergeben und nutzen

Die Prüflinge

- verfügen über ein *strukturiertes physikalisches Basiswissen* (z. B. Begriffe, Größen, Gesetze) zu den zentralen physikalischen Teilgebieten;
- haben ein *gefestigtes Wissen über physikalische Grundprinzipien* (z. B. Erhaltungssätze, Kausalität, Systemgedanke) und über zentrale historische und erkenntnistheoretische Gegebenheiten;
- kennen die *Funktionen* eines Experiments (Phänomenbeobachtung, Entscheidungsfunktion in Bezug auf Hypothesen, Initialfunktion in Bezug auf Ideen, Grundlagenfunktion in Bezug auf *Theorien*) und wissen, was eine physikalische Theorie auszeichnet (Systemcharakter), was sie zu leisten vermag und wie sie gebildet wird;
- können Strategien zur *Generierung* (z. B. Texterschließung, Informationsbeschaffung, Schlussfolgerungen aus Beobachtungen und Experimenten) und zur *Strukturierung* physikalischen Wissens nutzen.

Kompetenzbereich Fachmethoden: Erkenntnismethoden der Physik sowie Fachmethoden beschreiben und nutzen

Die Prüflinge

- wissen, dass die *Methode der Physik* gekennzeichnet ist durch Beobachtung, Beschreibung, Begriffsbildung, Experiment, Reduktion, Idealisierung, Modellierung, Mathematisierung;
- können Beobachtungen und Experimente zur *Informationsgewinnung* einsetzen und Ergebnisse in vertraute Modellstrukturen einordnen;
- haben eigene Erfahrungen mit *Methoden des Experimentierens* (Planung, Durchführung, Dokumentation, Auswertung, Fehlerbetrachtung, Bewertung, moderne Messmethoden);
- haben Erfahrungen mit *Strategien der Erkenntnisgewinnung und Problemlösung* (z. B. Beobachten, intuitiv-spekulatives Entdecken, Hypothesen formulieren, induktives, deduktives Vorgehen, analoges Übertragen, Modell bilden).

Kompetenzbereich Kommunikation: In Physik und über Physik kommunizieren

Die Prüflinge

- verfügen über *Methoden der Darstellung* physikalischen Wissens und physikalischer Erkenntnisse in unterschiedlichen Formen (z. B. Sprache, Bilder, Skizzen, Tabellen, Grafen, Diagramme, Symbole, Formeln);
- verfügen über eine angemessene *Fachsprache* und wenden sie sachgerecht an;
- haben Erfahrungen im adressaten- und situationsgerechten *Präsentieren* von physikalischem Wissen, physikalischen Erkenntnissen, eigenen Überlegungen und von Lern- und Arbeitsergebnissen;
- haben Erfahrungen im *diskursiven Argumentieren* auf angemessenem Niveau zu physikalischen Sachverhalten und Fragestellungen.

		Anforderungsbereiche		
		I	II	III
Kompetenzbereiche	Fachkenntnisse	Wiedergeben von Sachverhalten	Anwenden von Sachverhalten eines abgegrenzten Gebietes	problembezogenes Erarbeiten, Einordnen, Nutzen und Werten von Wissen
	Fachmethoden	Beschreiben und Einsetzen von Fachmethoden	Anwenden von Fachmethoden	problembezogenes Auswählen und Anwenden von Fachmethoden
	Kommunikation	Darstellen von Sachverhalten in vorgegebenen Formen	situationsgerechtes Anwenden von Kommunikationsformen	situationsgerechtes Auswählen und Einsetzen von Kommunikationsformen
	Reflexion	Angeben von Bezügen	Herstellen einfacher Bezüge und Wiedergeben von Bewertungsansätzen	Herstellen von Bezügen und Bewerten von Sachverhalten

Tab. 1. Matrix der Kompetenz- und Anforderungsbereiche.

Kompetenzbereich Reflexion: Über die Bezüge der Physik reflektieren

Die Prüflinge

- haben Erfahrungen mit der *Natur- und Weltbetrachtung* unter physikalischer Perspektive und dem Aspektcharakter der Physik;
- vermögen die wechselseitige Beziehung zwischen Physik und *Technik* aufzuzeigen;
- sind in der Lage, historische und gesellschaftliche *Bedingtheiten* der Physik zu reflektieren;
- sind vertraut mit *Bewertungsansätzen* und sind in der Lage, persönlich, sachbezogen und kritikoffen *Stellung* zu beziehen.

Tiefe und Breite lassen sich gemeinsam in einer Matrix darstellen (Tab. 1).

Die Kompetenzbereiche sind ein Instrument der Analyse und dürfen in der Anwendung auf Prüfungsaufgaben nicht isoliert von Inhalten gesehen werden. Bei den für die Abiturprüfung erforderlichen Inhalten wird zwischen grundlegenden Inhalten einerseits und vertiefenden, erweiternden und ergänzenden Inhalten andererseits unterschieden. Beim Nachweis der fachlichen Kompetenzen kommt den *grundlegenden fachlichen Inhalten* aus den Sachgebieten *Felder, Wellen, Quanten* und *Materie* nach Maßgabe der Lehrpläne der Länder besondere Bedeutung zu. Sie werden für die Abiturprüfung vorausgesetzt. Darüber hinaus müssen noch Inhalte aus der vertieften bzw. *erweiterten Behandlung* dieser Sachgebiete zur Verfügung stehen oder Inhalte aus den *ergänzenden Sachgebieten*. Dies gilt für den Leistungskurs wie für den Grundkurs gleichermaßen.

Grundlegende fachliche Inhalte aus den Sachgebieten *Felder, Wellen, Quanten* und *Materie*:

- grundlegende Eigenschaften und Anwendungen von *elektrischen Feldern, magnetischen Feldern* und *Gravitationsfeldern* in einfachen Situationen, Beschreibungen von Feldern, Darstellungsformen, Größen, Naturkonstanten, Energiebetrachtungen, Kräfte, Wechselwirkung mit Materie, einfache Anwendungen;
- grundlegende Phänomene und Eigenschaften von *mechanischen und elektromagnetischen Wellen* unter Einbezug von Licht, Entstehung von Wellen, harmonische Welle, Größen, einfache mathematische Beschreibungen, Interferenz, Beugung, Polarisation, Überlagerung von Wellen;
- grundlegende Merkmale von *Quantenobjekten* unter Einbezug erkenntnistheoretischer Aspekte, Wellenmerkmal, Quantenmerkmal, stochastisches Verhalten, Komplementarität, Nichtlokalität, Verhalten beim Messprozess;
- grundlegende Merkmale der Struktur der *Materie* und beispielhafte Untersuchungsmethoden, Atome, Kerne, Quarks, ausgewählte Elementarteilchen, Untersuchungsmethoden (Spektren, hochenergetische Strahlung, Detektoren).

In der Abiturprüfung können die genannten verbindlichen grundlegenden Inhalte (auf der Basis der Bestimmungen der Länder) vertieft oder durch die folgenden Sachgebiete ergänzt werden:

- Astrophysik
- Chaos (nichtlineare Systeme)
- Dynamik (unter Einbezug von Schwingungen)
- Elektronik
- Festkörperphysik

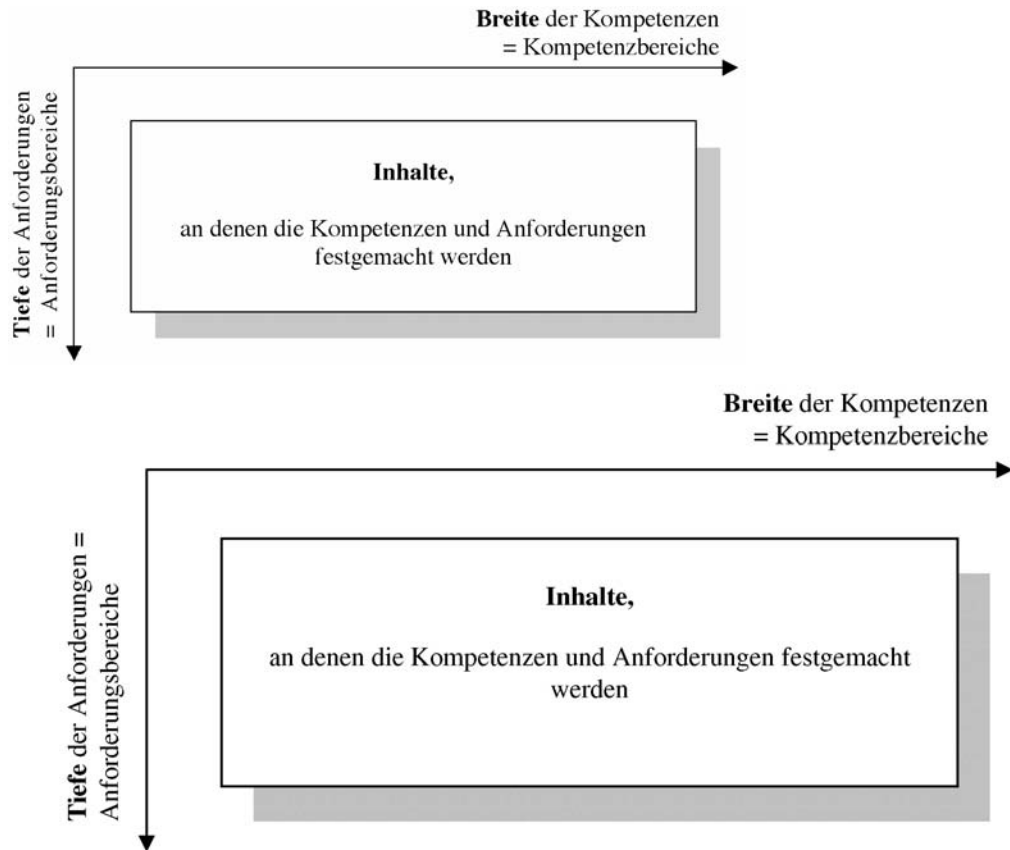


Abb. 1. Anforderungen an eine gute Prüfung

- Relativitätstheorie
- Thermodynamik

Damit sind die drei wesentlichen Merkmale einer Prüfung, nämlich Anforderungsbereiche, Kompetenzbereiche und Inhalte in den EPA beschrieben.

3 Richtlinien zur Anlage der Prüfungsaufgaben im Fach Physik

Im Sinne der Festlegung von Prüfungsstandards geben die EPA Richtlinien zur Aufgabengestaltung und -bewertung für die schriftliche und die mündliche Prüfung und für die fünfte Prüfungskomponente. Eine Prüfungsaufgabe in der schriftlichen Abiturprüfung ist die Gesamtheit dessen, was ein Prüfling zu bearbeiten hat. Die Zahl der Aufgaben in einer Prüfungsaufgabe für die schriftliche Abiturprüfung im Fach Physik soll drei nicht überschreiten. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit einer zusätzlichen experimentellen Aufgabe.

Bezüglich der Aufgabenarten legen die EPA fest, dass sich die Prüfungsaufgabe in der Regel auf Experimente oder auf vorgelegte Materialien bezieht. Für die schriftliche Prüfung sind Aufgabenstellungen geeignet, die

- vorgeführte oder selbst durchgeführte Experimente beschreiben und auswerten lassen;
- fachspezifisches Material (z. B. Diagramme, Tabellen, dokumentierte Experimente) auswerten, kommentieren, interpretieren und bewerten lassen;

- fachspezifische Fragen beantworten lassen;
- Formeln kommentiert herleiten lassen und kommentierte Berechnungen fordern;
- fachliche Sachverhalte in historische Bezüge oder aktuelle Kontexte einordnen lassen;
- begründete Stellungnahmen zu Aussagen oder vorgelegtem Material einfordern;
- strukturiertes Fachwissen in einem größeren Zusammenhang darstellen lassen;
- mehrere Lösungswege ermöglichen.

Die Prüfungsaufgabe ist so anzulegen, dass vom Prüfling Leistungen sowohl von möglichst großer Breite (Kompetenzbereiche) als auch von angemessener Tiefe (Anforderungsbereiche) zu erbringen sind. Eine Prüfungsaufgabe muss sich auf alle vier Kompetenzbereiche erstrecken. Dabei soll der Schwerpunkt auf den Kompetenzbereichen *Fachkenntnisse* und *Fachmethoden* liegen. Eine Prüfungsaufgabe muss sich auf alle drei Anforderungsbereiche erstrecken. Dadurch wird eine Beurteilung ermöglicht, die das gesamte Notenspektrum umfasst. Die Prüfungsaufgabe erreicht dann ein angemessenes Niveau, wenn das Schwergewicht der zu erbringenden Prüfungsleistungen im Anforderungsbereich II liegt und der Anforderungsbereich I in höherem Maße als der Anforderungsbereich III berücksichtigt wird. Die Berücksichtigung mehrerer Sachgebiete in einer Aufgabe ist erwünscht. Es wird empfohlen, durch eine geeignete Vernetzung der Fra-

gestellungen die Bedeutungs- und Beziehungshaltigkeit der Physik zum Ausdruck zu bringen.

Bei der *mündlichen* Prüfung soll der Schwerpunkt auf den Kompetenzbereichen *Kommunikation* und *Reflexion* liegen und sich auf mindestens zwei verschiedene Sachgebiete beziehen. Die Prüflinge sollen zeigen, dass sie über physikalische Sachverhalte in freiem Vortrag berichten und im Gespräch zu physikalischen Fragen und Problemstellungen Stellung nehmen können. Die Aufgabenstellung darf keine verkürzte schriftliche Prüfung sein, sondern soll Aufgaben, Materialien, Experimente, fachliche Probleme, Situationen, Geräte, Objekte, Quellen u. a. umfassen, die folgende Kriterien erfüllen:

- physikalische Kompetenzen kurz und auskunftssicher überprüfen;
- vielfältige fachliche Methoden tangieren;
- verschiedene Sachgebiete verbinden;
- eine Fachkommunikation ermöglichen, in der diskursiv argumentiert wird.

Für die mündliche Prüfung sind Aufgabenstellungen geeignet, die

- Experimentieranordnungen beinhalten, woran sich eine diskursive Fachkommunikation entzünden kann;
- vergleichende Materialien (z. B. Geräte, Zeichnungen, Tabellen) nutzen;
- authentisches Material (z. B. Zeitungsartikel, Diagramme, Abbildungen, Alltagsgegenstände) nutzen;
- Ergebnisse, Skizzen, Zusammenhänge usw. vorgeben, an denen wesentliche Gedankengänge zu erläutern sind;
- Aufgabenteile enthalten, die sich auf eine Erläuterung des Gedankenganges beschränken, ohne dass die zugehörigen Details im Einzelnen auszuführen sind;
- Übersichten und Zusammenstellungen beinhalten, die fachgerechte Ergänzungen erfordern und sachgebietsübergreifende Bezüge erlauben.

4 Aufgabenbeispiele zur schriftlichen und mündlichen Abiturprüfung

Den EPA sind Aufgabenbeispiele für die schriftliche und die mündliche Prüfung mit Angaben über die Zielsetzung der Aufgabe, die unterrichtlichen Voraussetzungen, die zugelassenen Hilfsmittel und über die vorgesehene Bearbeitungszeit beigelegt. Einige Beispiele enthalten Lösungsskizzen, die Zuordnungen zu den Anforderungsbereichen und die vorgesehenen Bewertungseinheiten.

Mit Rücksicht auf die unterschiedliche Praxis in den Ländern bilden die in den EPA aufgeführten Beispiele für sich keine geschlossenen Prüfungsaufgaben; sie ergeben vielmehr erst durch Hinzufügen weiterer Aufgaben auch unterschiedlichen Umfangs eine vollständige

Prüfungsaufgabe. Durch die Beispiele sollen weder besondere thematische Schwerpunkte gesetzt noch thematische Festlegungen getroffen werden. Vielmehr soll die Vielfalt der Möglichkeiten bei der Themenauswahl, bei der Aufgabenkonstruktion sowie bei den verwendeten Ausdrucks- und Schreibweisen verdeutlicht werden. Die Beispiele betonen neuere fachdidaktische Entwicklungen, ohne auf bewährte Aufgabenstellungen zu verzichten.

5 Die Fachpräambel

Neu gegenüber den Vorgängern ist eine den EPA vorangestellte Fachpräambel im Umfang einer Druckseite. Die Fachpräambel zeigt auf, woraus sich die Bedeutung des Unterrichtsfaches Physik erschließt, nämlich aus den Merkmalen der Physik selbst. Physik

- ist eine theoriegeleitete Erfahrungswissenschaft;
- betrachtet die Natur unter bestimmten Aspekten (Aspektcharakter);
- hat einen hohen Grad an Formalisierung und Mathematisierung;
- entwickelt ein spezifisches Methodenrepertoire;
- hat starke Anwendungsbezüge und hohe gesellschaftliche Relevanz;
- ist ein historisch-dynamischer Prozess.

Die Merkmale der Physik machen den Kern dessen aus, was das Unterrichtsfach zur Allgemeinbildung beiträgt, um den Bildungsauftrag der gymnasialen Oberstufe zur vertieften Allgemeinbildung mit Wissenschaftspropädeutik und Studierfähigkeit zu erfüllen. Hieraus ergeben sich die Ziele des Physikunterrichts in der gymnasialen Oberstufe und die spezifischen Kompetenzen und Inhalte, die im Physikunterricht vermittelt werden und die für die Abiturprüfung zur Verfügung stehen müssen. Dies erfordert einen problem- und kontextorientierten Unterricht mit einem hohen Maß an Schülerorientierung und Selbstständigkeit. Weitere Aussagen über den Unterricht werden in den EPA nicht gemacht, da es sich um Prüfungsstandards und nicht um ein Kerncurriculum handelt.

Literatur

- [1] Vereinbarung über Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (Beschluss der KMK vom 1.6.1979).
- [2] Vereinbarung über Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (Beschluss der KMK vom 1.12.1989).
- [3] Vereinbarung über Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (Vorlagenentwurf zur Beschlussfassung vom September 2003).

OStD JOSEF LEISEN, Staatliches Studienseminar für das Lehramt an Gymnasien, Emil-Schüller-Str. 12, 56068 Koblenz, leisen@studienseminar-koblenz.de ist Leiter des Staatlichen Studienseminars, war vormals Fachleiter für Physik, hat einen Lehrauftrag für Didaktik der Physik an der Universität in Mainz, war Leiter der Lehrplankommission Physik Sek. II in Rheinland-Pfalz und ist Leiter der Kommission zur Überarbeitung der EPA Physik. ■